



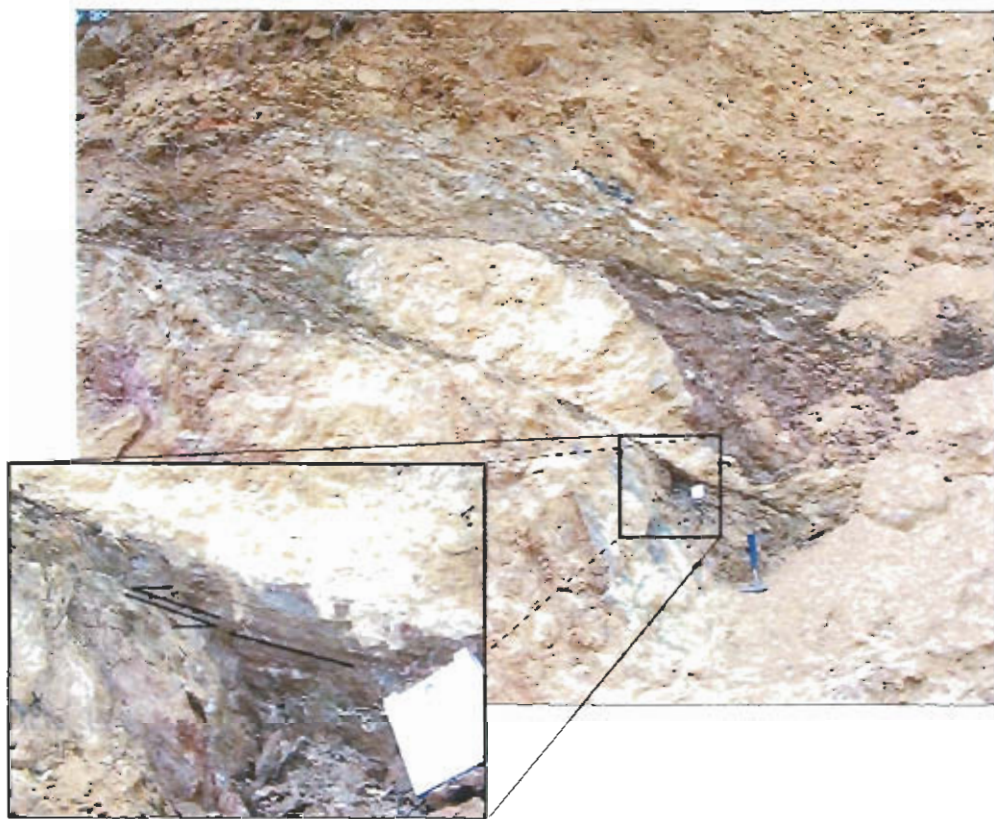
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ & ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ



Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών:
"Τεκτονικής – Στρωματογραφίας"

Διατριβή Ειδίκευσης

**«ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ
ΒΟΙΩΤΙΑΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΕΛΙΚΩΝ, (ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)»**



ΠΡΟΓΚΑΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

Γεωλόγος

Θεσσαλονίκη, 2006



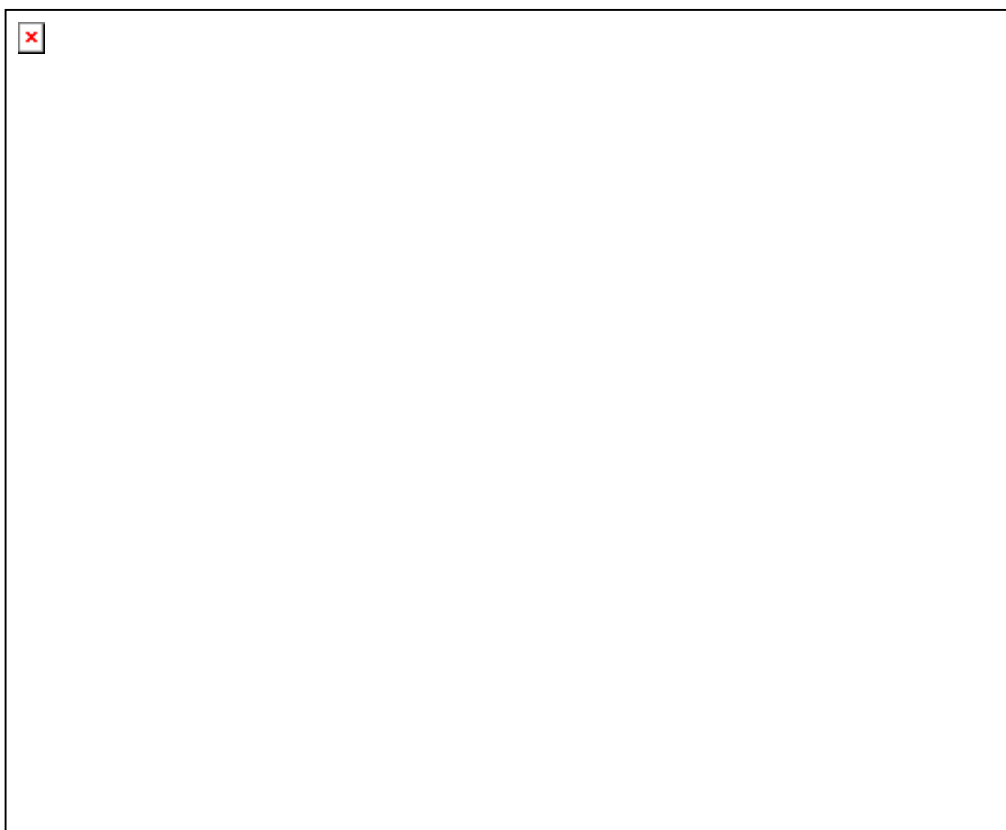
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ & ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ



Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών:
“Τεκτονικής – Στρωματογραφίας”

Διατριβή Ειδίκευσης

**«ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ
ΒΟΙΩΤΙΑΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΕΛΙΚΩΝ, (ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)»**



ΠΡΟΓΚΑΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

Γεωλόγος

Θεσσαλονίκη, 2006



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ & ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ



Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών:
“Τεκτονικής – Στρωματογραφίας”

Διατριβή Ειδίκευσης

**«ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ
ΒΟΙΩΤΙΑΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΕΛΙΚΩΝ, (ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)»**

ΠΡΟΓΚΑΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
Γεωλόγος

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

κ. Κίλιας Αδαμάντιος, Καθηγητής (Επιβλέπων Καθηγητής)
κ. Μουντράκης Δημοσθένης, Καθηγητής
κ. Παυλίδης Σπυρίδων, Καθηγητής

Θεσσαλονίκη, 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	Σκοπός της διατριβής ειδίκευσης	1
1.2	Μεθοδολογία εκπόνησης	1
1.3	Ειδικά θέματα	2
2.	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	4
3.	ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	6
3.1	Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής	6
3.2	Γεωλογία της εξεταζόμενης περιοχής	6
3.2.1	Ενότητα Βοιωτίας	11
3.2.2	Υποπελαγονική ζώνη	15
3.2.3	Ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας	17
3.3	Τεκτονική εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής	19
3.4	Απόψεις και Προβληματισμοί για την Ενότητα «Βοιωτίας»	21
4.	ΜΙΚΡΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	25
4.1	Δομές και μηχανισμοί παραμόρφωσης που εξετάζει η μικροτεκτονική	25
4.2	Παράγοντες που επηρεάζουν ένα σχηματισμό	25
4.3	Μηχανισμοί παραμόρφωσης	26
4.4	Δομές που εξετάζει η μικροτεκτονική	31
4.4.1	Φύλλωση – Σχιστότητα	31
4.4.2	Γράμμωση	32
4.4.2.1	Γράμμωση τεκτονικής ολίσθησης	32
4.4.3	Τεκτογλυφές	34
4.4.4	Πτεροειδείς διακλάσεις / ρωγμώσεις	35
4.4.5	Ζώνες διάτμησης	35
4.4.5.1	Γενικά στοιχεία για τις ζώνες διάτμησης	35
4.4.5.2	Κρύσταλλοι σαν κινηματικοί δείκτες	37
4.4.5.3	Εγκλείσματα	37
4.4.5.4	Ουρές των κλαστών	37
4.4.5.5	S – C δομές	38

5.	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ	40
5.1	Γενικά	40
5.2	Τεκτονική	40
5.2.1	Σύνοψη παρατηρήσεων υπαίθρου	58
5.3	Γεωλογικές τομές της ευρύτερης περιοχής	62
5.4	Γεωλογικές τομές	63
5.5	Γεωτεκτονική εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής	68
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	73

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.) του Τμήματος Γεωλογίας του Τομέα «Τεκτονικής – Στρωματογραφίας» και αποτελεί τη Διατριβή Ειδίκευσης με την οποία ολοκληρώνονται οι μεταπτυχιακές μου σπουδές. Το θέμα αυτής της εργασίας είναι «ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΕΛΙΚΩΝ, (ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)».

Ως Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή ορίστηκαν οι κ.κ. Κίλιας Αδαμάντιος, καθηγητής, Μουντράκης Δημοσθένης, καθηγητής και Παυλίδης Σπυρίδων, καθηγητής, με επιβλέποντα καθηγητή τον κ. Κίλια Αδαμάντιο.

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται κυρίως στην περιοχή του Νομού Βοιωτίας και κύριος σκοπός της διατριβής αυτής είναι μία πρώτη προσέγγιση του καθορισμού της κίνησης των ζωνών που εντάσσονται στην ευρύτερη περιοχή.

Η παρούσα Διατριβή αποτελείται από τα επί μέρους κεφάλαια:

1. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται ο σκοπός της Διατριβής, όπως επίσης η ακριβής μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και κάποια ειδικά θέματα που προέκυψαν κατά τη ψηφιακή σύνθεση και μελέτη των γεωλογικών φύλλων του Ι.Γ.Μ.Ε. της περιοχής.

2. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσονται γενικά στοιχεία για την περιοχή διατριβής ειδίκευσης..

3. Στο τρίτο κεφαλαίο παρουσιάζονται όλα τα γεωλογικά, τεκτονικά και γεωτεκτονικά στοιχεία που αφορούν τις ζώνες της περιοχής, βάση της σχετικής βιβλιογραφίας

4. Στο τέταρτο κεφάλαιο δίνονται συγκεκριμένες δομές και μηχανισμοί που μελετάει η μικροτεκτονική, και παρατηρήθηκαν στις εργασίες υπαίθρου, με κύριο σκοπό την καλύτερη κατανόηση και εμπέδωση της προσφοράς της στην τεκτονική ανάλυση.

5. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι παρατηρήσεις συμφωνά με τις εργασίες υπαίθρου, μετρήσεις, διαγράμματα και τομές.

6. Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας Διατριβής και δίνεται επίσης ένα μοντέλο που αφορά την δημιουργία και εξέλιξη της περιοχής.

Κάθε χάρτης, σχήμα, διάγραμμα ή φωτογραφία έχει την πηγή προέλευσής της. Σε όσα δεν αναφέρεται η πηγή, είναι της συγγραφέα.

Συντομογραφίες

Γ.Υ.Σ.: Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού

Ι.Γ.Μ.Ε.: Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών

DEM: Digital Elevation Model: Ψηφιακό Μοντέλο Αναγλύφου

ED50: European Datum 1950

GPS: Global Positioning System: Παγκόσμιο Σύστημα Προσδιορισμού Θέσης

SRTM: Shuttle Radar Topography Mission: Αποστολή Τακτικής Τοπογραφίας

Ραντάρ

G.I.S. (Geographic Information Systems): Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

N.A.S.A. (National Aeronautics and Space Administration): Διεύθυνση Εθνικής Αεροναυτικής και Διαστήματος

ΕΓΣΑ '87: Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μετά την περάτωση αυτής της εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους βοήθησαν για την ολοκλήρωση της. Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον επιστημονικό μου υπεύθυνο κ. Κίλια Αδαμάντιο, για την ανάθεση αυτού του θέματος, για την πολύτιμη βοήθεια, επιμονή και υπομονή του, καθώς επίσης και την άψογη συνεργασία σε όλο το διάστημα των σπουδών μου, τόσο σε προπτυχιακό, όσο και σε μεταπτυχιακό επίπεδο.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τους καθηγητές κ. Μουντράκη Δημοσθένη και κ. Παυλίδη Σπυρίδων για τις παρατηρήσεις τους στο αρχικό κείμενο και τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Ευχαριστώ επίσης τους συνάδελφους και φίλους: Πάτσιο Εμμανουήλ για τη συμπαράσταση και βοήθεια που μου έδωσε τόσο στην ύπαιθρο, όσο και στην επεξεργασία και σύνταξη των δεδομένων, Βαλκανιώτη Σωτήριο, υποψήφιο διδάκτορα, για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις, συμβουλές του καθώς και για τη βοήθεια που μου έδωσε σε θέματα που αφορούσαν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Γεωργιάδη Γεώργιο σε θέματα που αφορούσαν τη τεκτονική και τη ψηφιακή απεικόνιση γεωλογικών δομών και Σιουμουρέκη Στέργιο για τη βοήθειά του στη συλλογή στοιχείων από το Ι.Γ.Μ.Ε. Αθηνών.

Κλείνοντας, οφείλω να ευχαριστήσω, εκ βάθέων, τους γονείς μου για την υποστήριξη που μου έδωσαν, σε όλο το διάστημα της φοιτήσεώς μου.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός της διατριβής ειδίκευσης

Η ανάθεση της παρούσας διατριβής προέκυψε από το γεωλογικό ενδιαφέρον που παρουσιάζει η «Ζώνη Βοιωτίας». Η περιοχή αυτή προβληματίζει έντονα τους γεωεπιστήμονες, καθώς αναπτύσσονται πολλές απόψεις τόσο όσον αφορά την ένταξή της ως ανεξάρτητη ζώνη, όσο και την τοποθέτησή της στο γεωτεκτονικό σύστημα των Ελληνίδων ζωνών.

Κύριος στόχος της υπαίθριας και εργαστηριακής παρατήρησης είναι ο προσδιορισμός της κινηματικής της περιοχής. Για το λόγω αυτό συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν στοιχεία που αφορούν την τεκτονική εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής με απώτερο στόχο την εξακρίβωση της ακριβούς κίνησης της κάθε ζώνης, τη διευκρίνηση των επί μέρους τεκτονικών γεγονότων, όσο ήτο δυνατό και την εντόπιση τυχόν επαναδραστηριοποιήσεων παλιών τεκτονικών δομών.

1.2 Μεθοδολογία εκπόνησης

Στη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής ειδίκευσης ακολουθήθηκε μία συγκεκριμένη μεθοδολογία εργασιών, η οποία περιγράφεται με τα ακόλουθα βήματα:

- Αναζήτηση και συλλογή ελληνικής και ξένης βιβλιογραφίας, εργασιών, μελετών και αναφορών, σχετικών με τη γεωλογία, την τεκτονική και τη γεωτεκτονική εξέλιξη της ζώνης Βοιωτίας και της ευρύτερης περιοχής. Βιβλιογραφίας συσχετιζόμενης με κινηματική ανάλυση και παραμόρφωση, αλλά και βιβλιογραφίας που αφορά την μικροτεκτονική.

- Συλλογή γεωλογικών και τοπογραφικών χαρτών της περιοχής και ψηφιακή επεξεργασία και γεωαναφορά αυτών.

- Αναζήτηση και συλλογή ψηφιακού υλικού, που αφορούσε δορυφορικές εικόνες LANDSAT 7 ETM+, ψηφιακά μοντέλα αναγλύφου (DEM) από την αποστολή SRTM της NASA και αεροφωτογραφιών της ευρύτερης περιοχής.

- Εκτέλεση εργασιών υπαίθρου συνολικής διάρκειας 15 ημερών που ολοκληρώθηκαν σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση ήταν κυρίως αναγνωριστική και απέβλεπε στην κατανόηση της δομής της περιοχής. Συγκεκριμένα έγινε χαρτογράφηση κύριων τεκτονικών μεγαδομών (ρηγμάτων), καθώς και μέτρηση ρηξιγενών επιφανειών και γραμμώσεων όπου αυτό κατέστη δυνατό, όπως επίσης

μετρήσεις πτυχωμένων δομών και στρώσεων. Η δεύτερη φάση περιελάμβανε λεπτομερέστερη χαρτογράφηση κατά μήκος τεκτονικών επαφών διαφορετικών ζωνών και ρηξιγενών επιφανειών, όπου συλλέχθηκαν τεκτονικά στοιχεία. Επίσης, έγινε φωτογραφική λήψη προσανατολισμένων κινηματικών δεικτών και περαιτέρω μελέτη αυτών. Στην τρίτη φάση έγινε αποτύπωση κινηματικών δεικτών, αλλά και τεκτονικών γραμμώσεων, σε συγκεκριμένες θέσεις, για την εξακρίβωση της κίνησης των σχηματισμών της κάθε ζώνης. Για όλες τις παραπάνω θέσεις δίνονται οι ακριβείς τους συντεταγμένες, έτσι όπως προέκυψαν από το GPS. Οι μετρήσεις των τεκτονικών στοιχείων ελήφθησαν με γεωλογική πυξίδα τύπου Clar.

- Απόδοση των μετρήσεων σε διαγράμματα Schmidt με το λογισμικό StereoNett v 2.1, και υπολογισμός του πεδίου των τάσεων, για τις περιπτώσεις όπου αυτό ήταν εφικτό.

- Παραγωγή των τελικών χαρτών της περιοχής, με την χρήση των προγραμμάτων Arc Map και Global Mapper. Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων αναγλύφου με τους γεωλογικούς χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε., κλίμακας 1:50.000 (φύλλα «ΛΕΒΑΔΕΙΑ» και «ΒΑΓΙΑ»), τους αντίστοιχους τοπογραφικούς χάρτες της Γ.Υ.Σ, κλίμακας 1:50.000 και ορθοφωτοχάρτες του Νομού Βοιωτίας, κλίμακας 1:5.000.

1.3 Ειδικά θέματα

Κατά τη διαδικασία της γεωαναφοράς των γεωλογικών χαρτών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή, σύμφωνα με τις συντεταγμένες που δίνονται σ' αυτούς, παρατηρήθηκε μια μεγάλη απόκλιση των γεωλογικών φύλλων, σε σχέση με τα αντίστοιχα τοπογραφικά, παρόλο που και στους δύο τύπους χαρτών οι συντεταγμένες των τεσσάρων κορυφών τους είναι οι ίδιες. Χαρακτηριστικά αναφέρεται, πως στο γεωλογικό φύλλο «ΛΕΒΑΔΕΙΑ», δεν εντοπίζεται ο οικισμός της Κορύνης ή Δόμβραινας, ο οποίος υπάρχει στο αντίστοιχο τοπογραφικό φύλλο της Γ.Υ.Σ. Η μετατόπιση αυτού του γεωλογικού φύλλου, είναι της τάξης των 2,7 km προς τα δυτικά ή αλλιώς 5' της μοίρας προς τα δυτικά. Το γεωλογικό φύλλο «ΒΑΓΙΑ» καλύπτει μεγαλύτερη έκταση από αυτήν που καλύπτει το γεωλογικό φύλλο «ΛΕΒΑΔΕΙΑ», κατά τον άξονα των Χ, καλύπτοντας το κενό των 5', που εντοπίζεται στο τελευταίο. Επίσης, κατά την προσεκτικότερη μελέτη του ίδιου φύλλου, παρατηρείται πως αυτό καλύπτει μια ελάχιστα μεγαλύτερη έκταση από αυτή του γεωλογικού φύλλου «ΛΕΒΑΔΕΙΑ». Οι συντεταγμένες που δίνονται στις αριστερές

κορυφές (στην ένωσή του με το γεωλογικό φύλλο «ΛΕΒΑΔΕΙΑ») είναι ίδιες με τις αντίστοιχες συντεταγμένες που δίνονται στις δεξιές κορυφές του γεωλογικού φύλλου «ΛΕΒΑΔΕΙΑ».

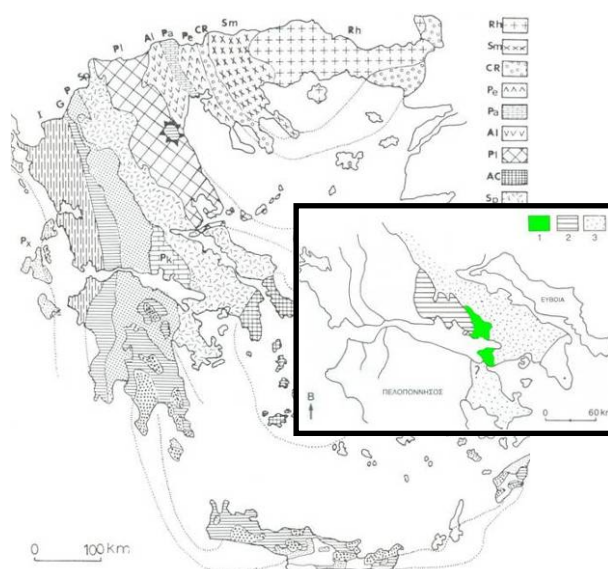
Για τους λόγους αυτούς, κατά τις εργασίες υπαίθρου, ελήφθησαν με χρήση GPS, οι συντεταγμένες συγκεκριμένων σημείων, (κυρίως μονές και μοναστήρια, Βλ. Παράρτημα - Πίνακες 1 & 2), που απεικονίζονται τόσο στους γεωλογικούς όσο και τους τοπογραφικούς χάρτες. Η γεωαναφορά έγινε εκ νέου με τα νέα σημεία. Η αξιοπιστία της γεωαναφοράς των γεωλογικών χαρτών επιβεβαιώθηκε με τη σύγκριση του ανάγλυφου της περιοχής, έτσι όπως αυτό δίνεται από τα DEM της αποστολής SRTM της NASA και του αναγλύφου που προκύπτει από τις ισοϋψείς καμπύλες που δίνονται στους αντίστοιχους γεωλογικούς χάρτες, καθώς και βάσει της ακτογραμμής και των τοπωνυμίων των αντίστοιχων τοπογραφικών χαρτών.

Η σημαντικότερη δυσκολία που προέκυψε στην παρούσα διατριβή ειδίκευσης, ήταν οι ελάχιστες βιβλιογραφικές αναφορές, οι οποίες οφείλονται στην ανεπάρκεια εκτεταμένων γεωλογικών επισκοπήσεων στην ευρύτερη περιοχή της ενότητας Βοιωτίας, καθώς και η διχογνωμία που επικρατεί, όσον αφορά την γεωτεκτονική της κατάταξη.

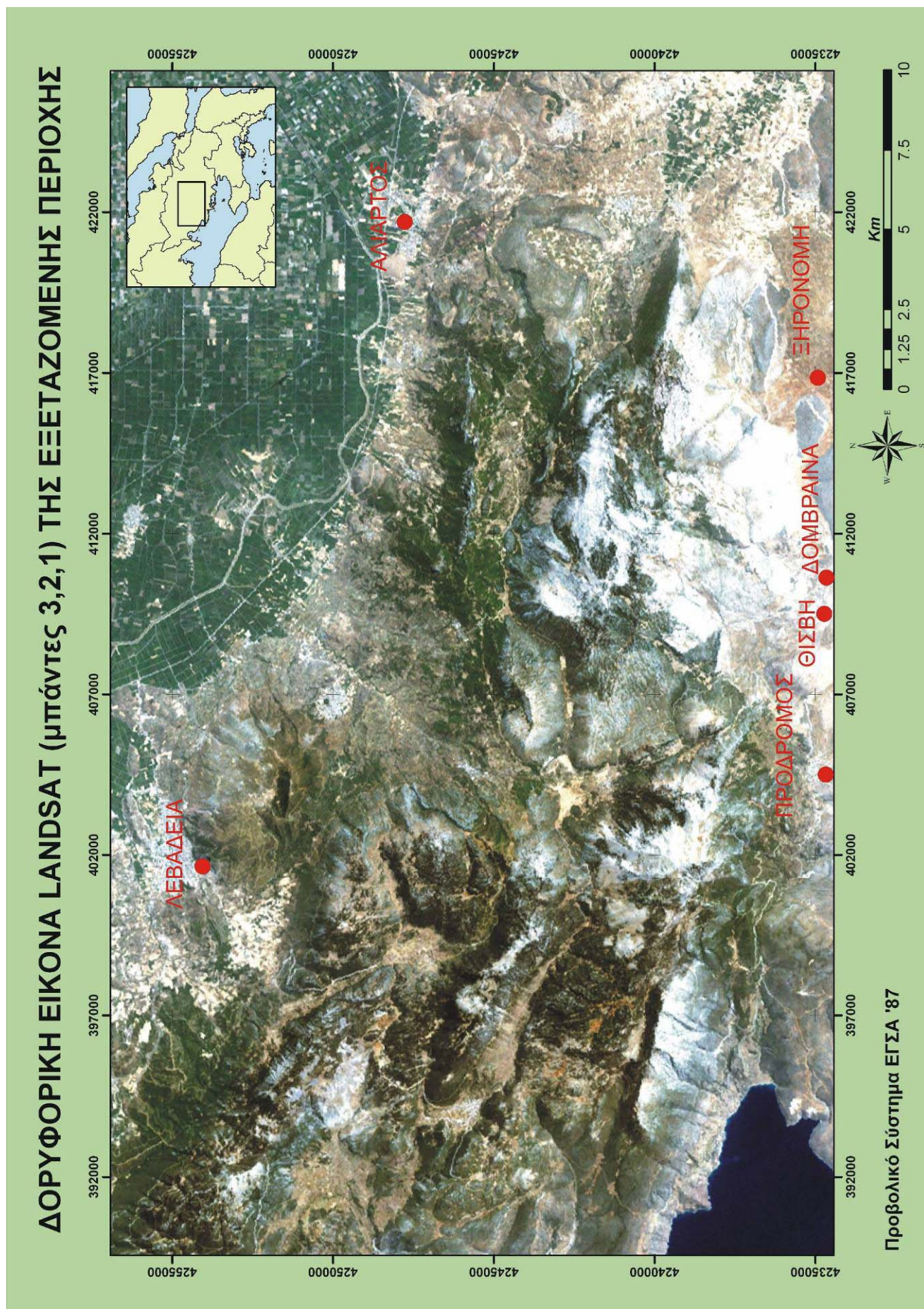
2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η περιοχή που αποτελεί την «Ζώνη Βοιωτίας», εκτείνεται στην περιοχή του Νομού Βοιωτίας, καλύπτοντας το κεντρικό, νότιο και δυτικό του τμήμα (Σχήμα 2.1). Η περιοχή αυτή διακρίνεται για το πεδινό ανάγλυφο, που εμφανίζεται στα ανατολικά, που αποτελεί την περιοχή της αποξηραμένης λίμνης Κωπαΐδας, όπως επίσης και για το έντονα ορεινό ανάγλυφο, στα νοτιοδυτικά, όπου αναπτύσσεται η οροσειρά του Ελικώνα, με υψόμετρο που κατά θέσεις, ξεπερνά τα 1.700 μέτρα.

Τα φυσικά όρια της περιοχής μελέτης είναι ο Κηφισός ποταμός στα ΒΑ, τα χωριά Ξηρονώμη, Δόμβραινα, Θίσβη και Πρόδρομος στα Νότια, ενώ στα Δυτικά οι ορεινοί όγκοι Δραμένη (Μεγάλη Λούτσα), Χερόβουνο και Λυκόκαστρο, που αναπτύσσονται στο χωρίο Κυριάκιον, (Σχήμα 2.2).



Σχήμα 2.1: Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. Στο μικρό πλαίσιο η περιοχή της Ενότητας Βοιωτίας, (κατά Mountrakis et al. 1983, τροποποιημένο από Μουντράκη 1985).



Σχήμα 2.2: Τροποποιημένη δορυφορική εικόνα LANDSAT 7 ETM+ της ευρύτερης περιοχής (συνδυασμός μπάντων 3,2,1). Ο κλίμακός είναι ανά 5 km, κατά το προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87. (gletf.umd.edu).

3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

3.1 Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής

Οι γεωλογικές ζώνες που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή, είναι από τα ανατολικά προς τα δυτικά οι εξής: Υποπελαγονική ζώνη, ζώνη Βοιωτίας και ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας. Θα πρέπει να τονιστεί στο σημείο αυτό πως η περιοχή μελέτης αποτελείται από τα τεκτονικά καλύμματα των δύο πρώτων ζωνών, τα οποία βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένα πάνω στη ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας και συγκεκριμένα στον Ηωκαινικής ηλικίας φλύσχη αυτής.

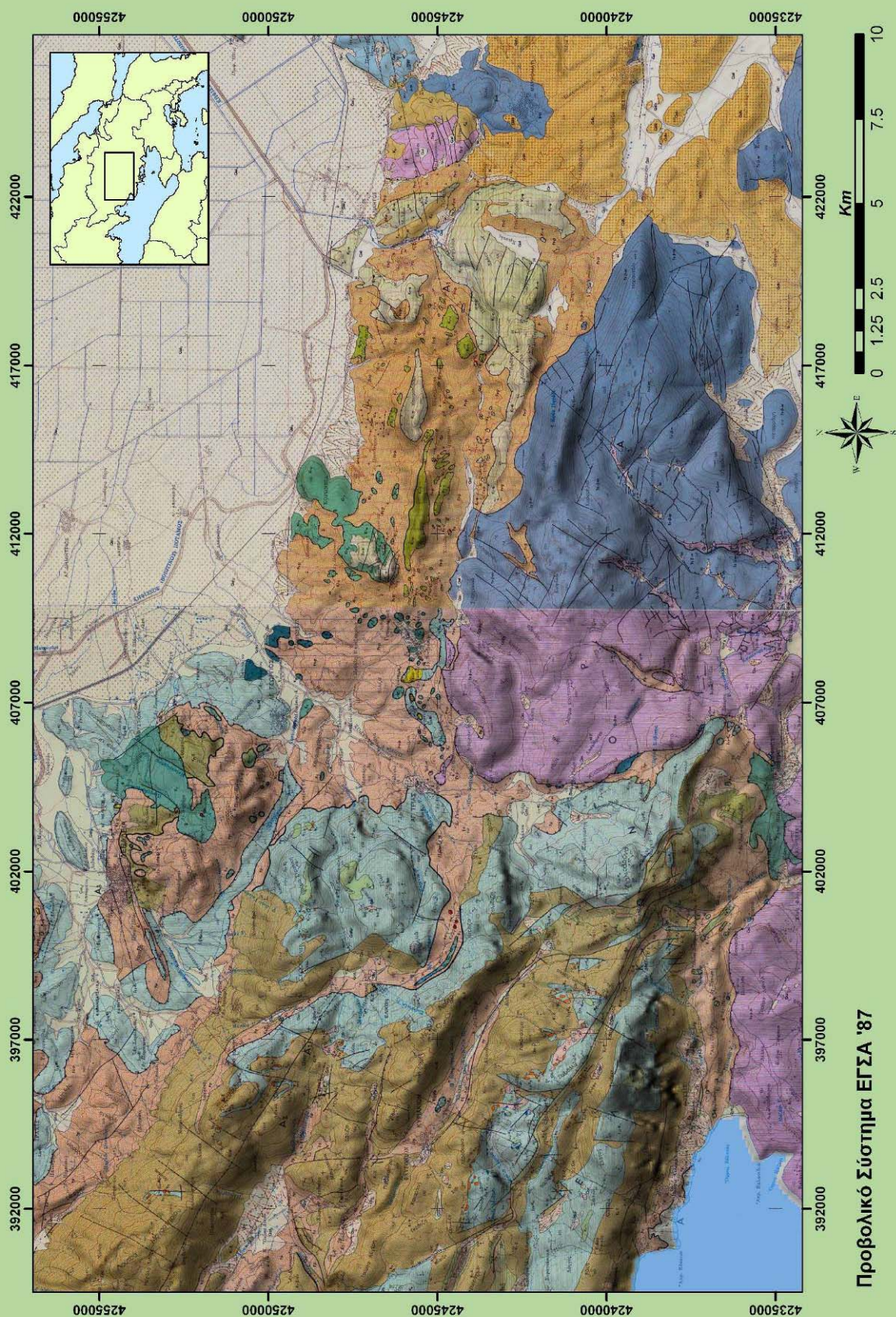
Οι κύριοι λιθολογικοί σχηματισμοί που συναντούνται είναι ασβεστόλιθοι, ηλικίας Τριαδικού - Ηωκαίνου, φλύσχης, σχιστοναμμιτοκερατολιθική διάπλαση και οφειολιθικές μάζες.

Ένα άλλο στοιχείο που χαρακτηρίζει την περιοχή μελέτης είναι οι έντονες καρστικές μορφές, οι οποίες μπορούν να μας δώσουν στοιχεία τόσο για τις γεωλογικές και τεκτονικές, όσο και για τις κλιματικές-μορφογεωλογικές συνθήκες στους ορεινούς όγκους της περιοχής. Οι μορφές αυτές αναπτύσσονται σε ασβεστολιθικά πετρώματα, κυρίως του Ιουρασικού, κατά την διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ, δηλαδή στη διεύθυνση των κύριων ρηγμάτων. Γι' αυτόν το λόγο το καρστ να χαρακτηρίζεται ως 'κατευθυνόμενο', gerichtete, (Παπαδοπούλου & Μπέλλος, 2001). Η έντονη καρστικοποίηση που επικρατεί στην περιοχή επιβεβαιώθηκε από τις εργασίες υπαίθρου, καθώς και από την επεξεργασία ορθοφωτοχαρτών της περιοχής, κλίμακας 1:5.000, (Βλ. Παράτημα – Εικόνα 1).

3.2 Γεωλογία της εξεταζόμενης περιοχής

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η περιοχή που εξετάζεται περιλαμβάνει τρεις γεωτεκτονικές ζώνες: την Υποπελαγονική, τη Βοιωτίας και τη ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας (Σχήμα 3.1). Τα σχήματα 3.2 i & 3.2 ii δε συμβαδίζουν απόλυτα με τους γεωλογικούς χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε. Εντούτοις παρατίθενται για τη σύγκριση και τον προβληματισμό που παρουσιάζει η περιοχή. Εκτενής αναφορά της γεωλογίας, τεκτονικής και γεωτεκτονικής εξέλιξης των γεωτεκτονικών αυτών ζωνών ακολουθεί σε επόμενη παράγραφο του κεφαλαίου αυτού.

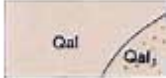
ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΣΚΙΑΣΜΕΝΟ ΑΝΑΓΛΥΦΟ



Σχήμα 3.1: Τρισδιάστατος γεωλογικός χάρτης περιοχής μελέτης, ο οποίος προέκυψε από τη ψηφιακή σύνθεση και επεξεργασία των γεωλογικών φάλλων «ΛΕΒΑΔΕΙΑ» και «ΒΑΓΙΑ» του Ι.Γ.Μ.Ε., κλίμακας 1:50.000. Η προβολή του χάρτη είναι Μερκατορική και οι συντεταγμένες δίνονται κατά το γεωδαίτηκό σύστημα αναφοράς ED 50.

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

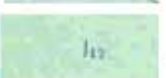
ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

Ολόκαινο		Αλλουβιακές αποθέσεις
Πλειστόκαινο		Κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, άμμοι κ.α.

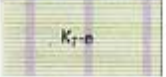
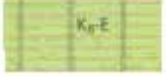
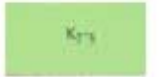
ΙΖΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΒΑΣΕΩΣ ΑΠΟ ΖΩΝΗ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ – ΓΚΙΩΝΑΣ ΣΕ ΩΛΟΝΟΥ – ΠΙΝΔΟΥ

Κενομάνιο		Ιζήματα αδιαίρετα (ασβεστόλιθοι, σχιστολιθοι, κερατόλιθοι)
-----------	---	--

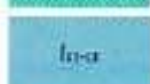
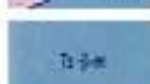
ΖΩΝΗ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ – ΓΚΙΩΝΑΣ

Παλαιογενές		Φλύσχης αδιαίρετος
Σενώνιο – Παλαιόκαινο		Ασβεστόλιθοι
Τουρώνιο – Σενώνιο		Ασβεστόλιθοι
Άνω Κρητιδικό (αδιαίρετο)		Ασβεστόλιθοι (οι K8-e & K7-8)
Άνω Κρητιδικό (αδιαίρετο)		Ασβεστόλιθοι (K7-8), Βωξίτες (b3) & Ασβεστόλιθοι 'ενδιάμεσοι' (I13-K6)
Τιθώνιο – Κενομάνιο		Ασβεστόλιθοι 'ενδιάμεσοι' (I13-K6) & Βωξίτης – Βωξίτικη άργιλος (ba)
Τιθώνιο – Κενομάνιο		Ασβεστόλιθοι 'ενδιάμεσοι' (I13-K6), Βωξίτες 2 ^{ον} ορίζοντα & Ασβεστόλιθοι (I123)
Ανώτερο Ιουρασικό		Ασβεστόλιθοι (I123)

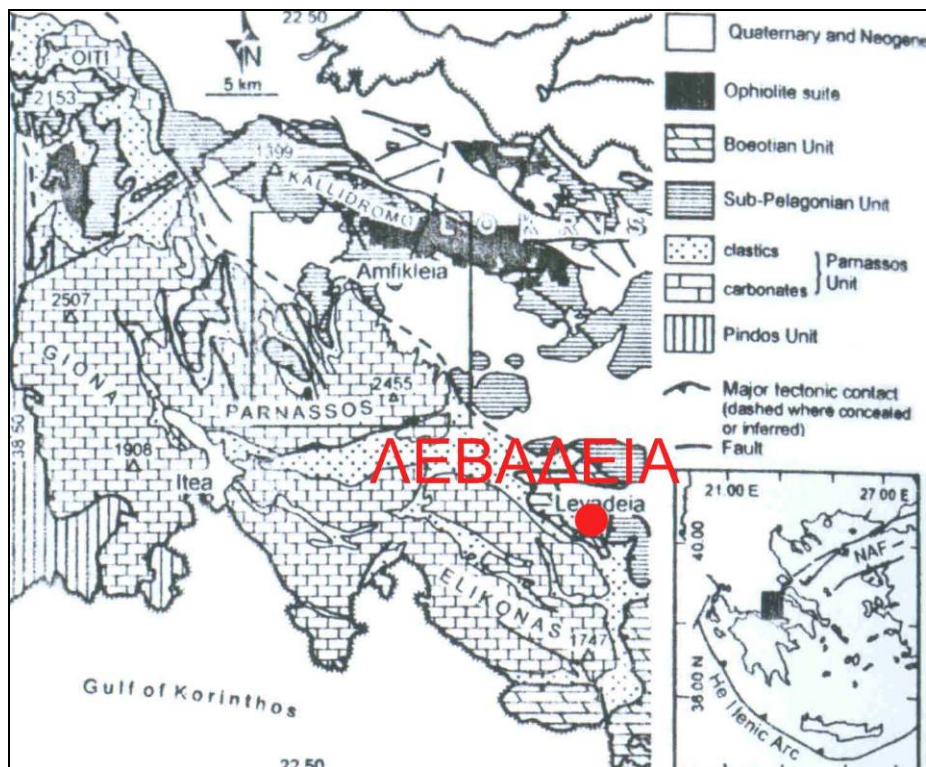
ΕΝΟΤΗΤΑ ΒΟΙΩΤΙΑΣ

Παλαιόκαινο - Ηώκαινο		Φλύσχης αδιαίρετος
Ανώτ. Κρητ. - Παλαιόκαινο		ή  Ασβεστόλιθοι
Τουρώνιο - Σενώνιο		ή  Ασβεστόλιθοι (ρουδιστοφόροι)
Τουρώνιο - Σενώνιο		Βωξίτες (b) & κοκκώδεις λειμωνίτες (Fe)
Κενομάνιο		Ασβεστόλιθοι

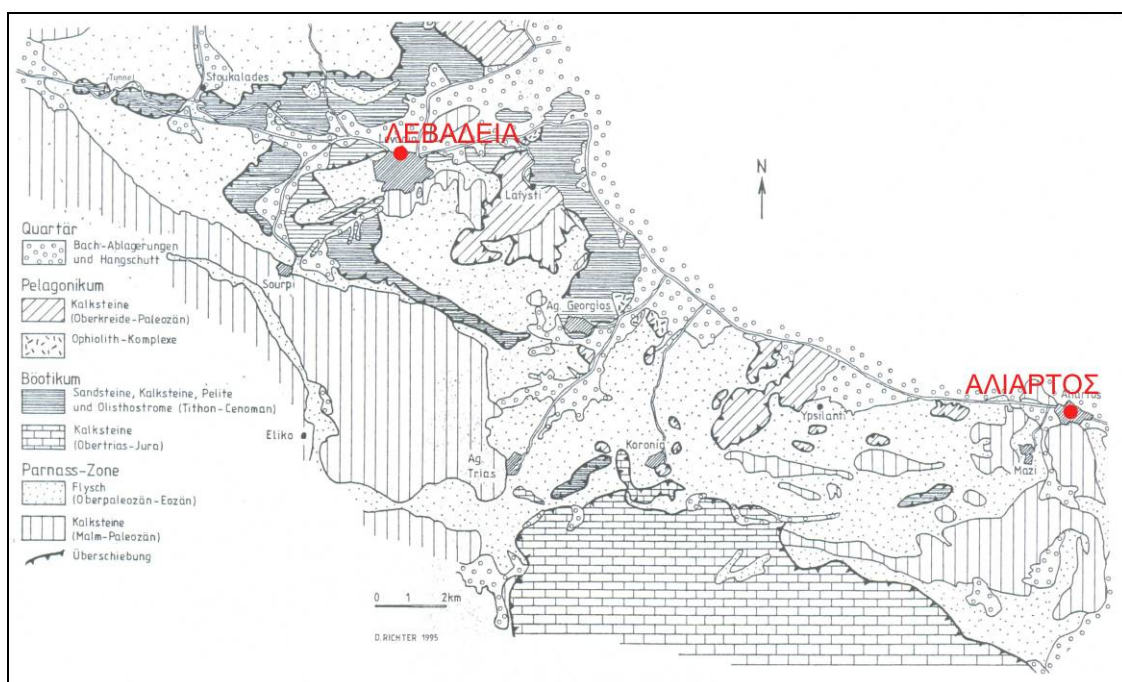
ΥΠΟΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ

Παλαιόκαινο - Ηώκαινο		Φλώσχης αδιαίρετος
Τουρώνιο - Σεώνιο		Ασβεστόλιθοι
Κενομάλιο - Τουρώνιο		Ασβεστόλιθοι
Κενομάλιο - Τουρώνιο		Δειμωνίτης (Fe)
Κενομάλιο		ή  Ασβεστόλιθοι
Κατώτερο Κρητιδικό		ή  Ασβεστόλιθοι
Τιθόνιο - Κατώτ. Κρητιδικό		Σχιστοψαμμικοκερατολιθική διάπλαση (I13-K1), Σερπεντινωμένοι περιδόσιτες (π) & Οφειόλιθοι (ο)
Τιθόνιο - Κενομάλιο αδιαίρετοι		Οι σχηματισμοί K6 & I13-K1
Ανώτερο Ιουρασικό		ή  Ασβεστόλιθοι
Ανώτ. Τριαδ. - Λιάσιο - Δογγέριο		ή  Σχιστοψαμμικοκερατολιθική διάπλαση (sh) Ασβεστόλιθοι (Ji-m)
Ανώτ. Τριαδικό - Λιάσιο - Δογγέριο		ή  Ασβεστόλιθοι
Ανώτ. Τριαδικό - Κατώτ Ιουρασικό		Ασβεστόλιθοι

«ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΕΛΙΚΩΝ,
(ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)»



Σχήμα 3.2 (i): Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης Κεντρικής-Ανατολικής Ελλάδας, και τμήμα της περιοχής μελέτης, (Τροποποιημένος από Kranis, 2001).



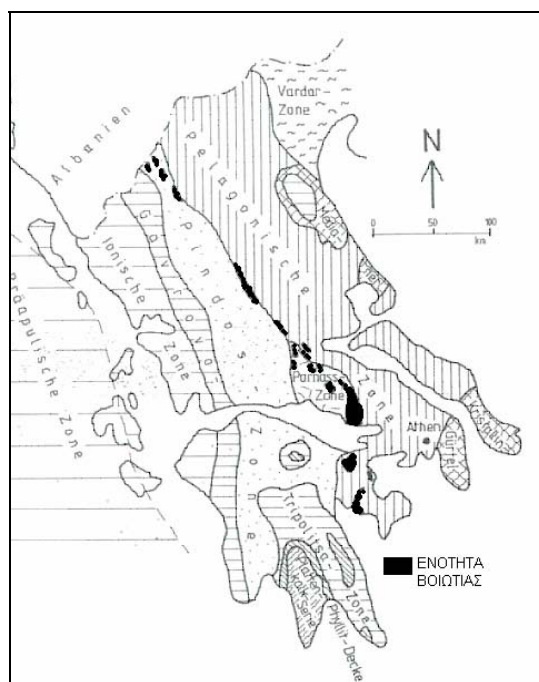
Σχήμα 3.2 (ii): Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της περιοχής. Παρουσιάζεται η τεκτονική σχέση των γεωτεκτονικών ζωνών. (Τροποποιημένος από RICHTER, et al., 1995).

3.2.1 Ενότητα – Ζώνη «Βοιωτίας»

Πριν μερικές δεκαετίες, και ενώ διατυπώνονταν διάφορες θεωρίες για τη δημιουργία του ελληνικού χώρου, εκφράστηκε η άποψη ότι μεταξύ του χώρου των ζωνών Υποπελαγονικής και Παρνασσού – Γκιώνας παρεμβάλλεται μια ιδιαίτερη σειρά πετρωμάτων, η οποία θεωρήθηκε σαν ανεξάρτητη ισοπική ζώνη. Η ζώνη - ενότητα της Βοιωτίας έχει σαν κύριο χαρακτηριστικό της ένα φλύσχικό (τουρβιδιτικό) σχηματισμό, ηλικίας Κάτω Κρητιδικού - Ηωκαίνου. Ο φλύσχης αυτός, ο οποίος ονομάζεται «Βοιωτικός Φλύσχης», έχει τροφοδοτηθεί με υλικά που προέρχονται κυρίως από τον αναδυθέντα προς ανατολάς χώρο των εσωτερικών ελληνίδων ζωνών. Τον όρο «Βοιωτικός Φλύσχης» τον έθεσαν αρχικά οι Celet P., Clement B. και Ferriere J. (1976), οι οποίοι μελέτησαν την περιοχή που αναπτύσσεται η ζώνη της Βοιωτίας. Οι παραπάνω μελετητές συσχέτισαν το φλύσχη αυτόν με άλλους ανάλογους κλαστικούς σχηματισμούς, οι οποίοι περιείχαν πελαγική μικροπανίδα του κατώτερου Κρητιδικού, στην περιοχή των Δυναρίδων, και ειδικότερα στην πρώην Γιουγκοσλαβία (Βοσνιακή ζώνη), όπως επίσης και στη ζώνη του Γράμμου, περιοχή της Αλβανίας. Παρόμοιοι σχηματισμοί έχουν παρατηρηθεί επίσης κατά μήκος του όριου των εσωτερικών και εξωτερικών ελληνικών ζωνών (Σχήμα 3.3), όπως επίσης και στις ορεινές μάζες της Οίτης, της Δυτικής Όθρυς, νοτιότερα στην περιοχή των Γερανείων ορέων και στην περιοχή της Περαχώρας.

Ο Λέκκας (1998), συγκρίνει το «Φλύσχη Βοιωτίας» με παρόμοιους σχηματισμούς στις περιοχές του Κόζιακα. Συγκεκριμένα, προσομοιάζει το «Βοιωτικό φλύσχη» με έναν κλαστικό σχηματισμό, ο οποίος αποτελεί τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα στη «σειρά του Θυμιάματος» και στη «σειρά του Κόζιακα». Βασικοί υποστηρικτές της θέσης αυτής είναι οι Παπανικολάου, Λέκκας και Σίδερης. Εν αντιθέσει, μία άλλη ομάδα μελετητών αποτελούμενοι από τους Aubouin, Bonneau και Jaeger, θεώρησε ότι οι δύο σειρές «Κόζιακα» και «Θυμιάματος» αποτελούσαν ανεξάρτητες παλαιογεωγραφικές ενότητες, υποστηρίζοντας πως ο «Βοιωτικός φλύσχης» ενδεχομένως να αποτελεί τη βάση της «σειράς του Θυμιάματος», ενώ η «σειρά του Κόζιακα» να εντάσσεται στην Υποπελαγονική ζώνη. Με βάση την τοποθέτηση αυτή, οι δύο παραπάνω σειρές είναι ανεξάρτητες η μία από την άλλη. Σημειώνεται πως η «σειρά του Κόζιακα» βρίσκεται τεκτονικά τοποθετημένη πάνω στη «σειρά του Θυμιάματος» και μόνο σε ελάχιστες θέσεις, που βρίσκονται στο νότιο

τμήμα της οροσειράς, υπάρχει αδιατάρακτη στρωματογραφική συνέχεια των δύο αυτών σειρών.



Σχήμα 3.3: Εμφάνιση των κλαστικών υλικών της Βοιωτίας στον Ελληνικό χώρο (RICHTER, et al., 1995).

Η λιθοστρωματογραφία της ενότητας Βοιωτίας (Κατσικάτσος 1992), αποτελείται, από τους κατώτερους προς τους ανώτερους ορίζοντες, από τους εξής σχηματισμούς:

- Δολομιτικούς ασβεστόλιθους, πάχους 200 – 300 μ., οι οποίοι στους ανώτερους ορίζοντες περικλείουν Megalodon, ανώτερου Τριαδικού.
- Νηριτικούς ασβεστόλιθους, υπόλευκους ως τεφρούς, πάχους 300 μ., Ιουρασικής ηλικίας.
- Ερυθρούς κονδυλώδεις ασβεστόλιθους με Αμμωνίτες (περιοχή Δοβραΐνας) του Οφξορδίου - Λουζιτανίου του Ανώτερου Ιουρασικού, πάχους 20 μ.
- Μαργαϊκούς ασβεστόλιθους με Madrepora, πάχους 40 μ. περίπου και ασβεστόλιθους με φύκη.
- Ραδιολαρίτες.

Αυτοί οι ορίζοντες πετρωμάτων ουσιαστικά αποτελούν το υπόβαθρο του «Βοιωτικού Φλύσχη». Ο φλύσχος αυτός αποτελείται από τους κατώτερους προς τους ανώτερους ορίζοντες από:

- Ραδιολαρίτες, μικρού σχετικά πάχους.
- Εναλλαγές ερυθρών πηλινών και μαργαϊκών ασβεστολίθων με πελαγική μικροπανίδα του ανώτερου Βερριασίου, από *Calpionellopsis oblonga*, *Tintinopsella longa* κ.α., όπως επίσης και μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους και κροκαλοπαγή με ραδιολαριτικά και οφειολιθικά στοιχεία, πάχους 30 μ. περίπου.
- Εναλλαγές ψαμμιτών και πηλινών, με παρεμβολές λατυποπαγών και κροκαλοπαγών, πάχους 180 μ. περίπου, που αποτελούν ουσιαστικά τον Τριτογενή φλύσχη της ενότητας, ηλικίας Παλαιοκαίνου - Ηωκαίνου.

Η πελαγική μικροπανίδα που βρέθηκε στον παραπάνω φλύσχη, υποδεικνύει πως οι συνθήκες δημιουργίας ήταν βαθιάς θαλάσσιας ιζηματογένεσης. Η στρωματογραφία της ενότητας της Βοιωτίας φαίνεται στο Σχήμα 3.4.



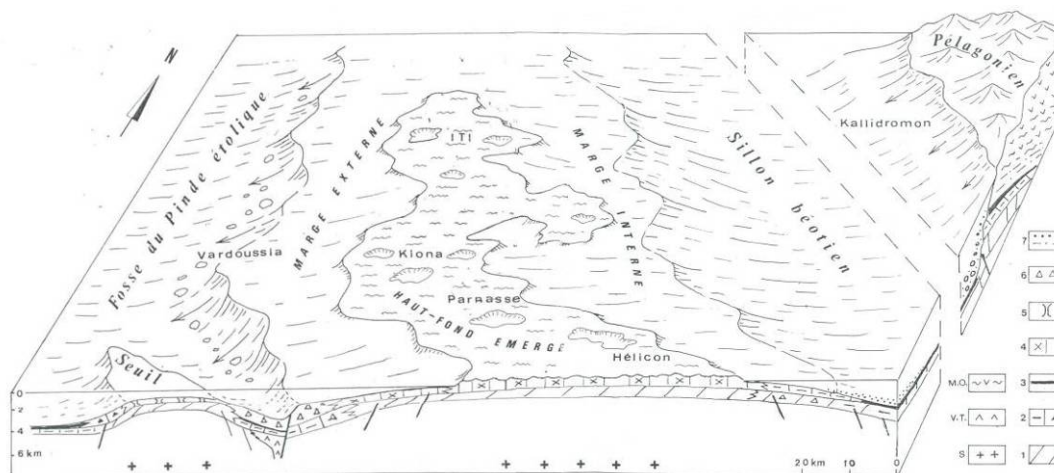
Σχήμα 3.4: Στρωματογραφική στήλη της ενότητας Βοιωτίας, (Τροποποιημένη κατά Finister & Walder 1979, από Κατσικάτσο, 1992).

Τονίζεται πως ο λεγόμενος Βοιωτικός φλύσχη, ουσιαστικά αποτελεί ένα χαοτικό μίγμα, το οποίο έχει τροφοδοτηθεί κυρίως με υλικά που προέρχονται από τον ήδη αναδυμένο χώρο των εσωτερικών Ελληνίδων ζωνών και πιο συγκεκριμένα από την Υποπελαγονική ζώνη. Για το λόγο αυτόν παρατηρούνται τόσο οφειολιθικά, όσο και ραδιολαριτικά στοιχεία στη σύσταση του φλύσχη.

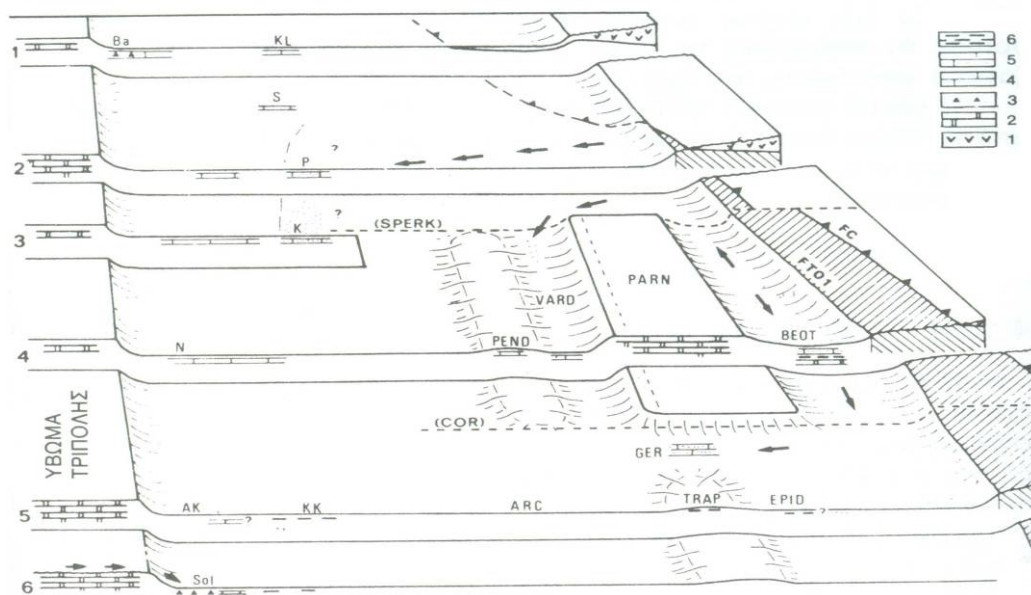
Ο χώρος που αναπτύχθηκε η ενότητα – ζώνη της Βοιωτίας, από παλαιογεωγραφική άποψη αποτελούσε μία βαθιά αύλακα, η οποία ενεργοποιήθηκε και λειτούργησε την περίοδο Ανώτερου Ιουρασικού - Κατώτερου Κρητιδικού. Η λεκάνη αυτή αναπτύχθηκε μεταξύ των υβωμάτων της Πελαγονικής και του Παρνασσού και μέσα σε αυτήν αποτέθηκαν ιζήματα που προέρχονταν κυρίως από τον χώρο που βρίσκονταν ανατολικά της, δηλαδή την Υποπελαγονική ζώνη αλλά και τη ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας (Σχήματα 3.5 i & ii).

Η τεκτονική της περιοχής χαρακτηρίζεται από επάλληλα τεκτονικά λέπια, τα οποία εφίππευουν τη ζώνη Παρνασσού, ενώ σε εμφανίσεις που βρίσκονται βορειότερα του ποταμού Σπερχειού, τα λέπια τοποθετούνται τεκτονικά πάνω στη ζώνη της Πίνδου. Ο σχηματισμός των λεπίων ήταν αποτέλεσμα των τεκτονικών φάσεων του Τριτογενούς, ενώ δεν υπάρχουν παρατηρήσεις για τη δράση πρώιμων τεκτονικών φάσεων.

Ας σημειωθεί στο σημείο αυτό, ότι επωθημένοι σχηματισμοί της ενότητας Βοιωτίας πάνω σε αυτούς της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας βρίσκονται και βορειότερα σε κάποιες περιοχές, (π.χ. Οίτη), όπου εντοπίζονται επωθημένοι μόνο οι κλαστικοί σχηματισμοί της ενότητας, δηλαδή μόνο ο «Βοιωτικός Φλύσχος», χωρίς να συμμετέχει καθόλου το υπόβαθρο αυτού.



Σχήμα 3.5 i: Παλαιογεωγραφική διαμόρφωση αύλακας που αναπτύσσεται η Ενότητα Βοιωτίας, κατά το Κρητιδικό - Ηώκαινο. 1. Ασβεστόλιθοι & δολομίτες, 2. Ασβεστόλιθοι πελαγικοί με μικροαπολιθώματα, 3. Πελίτες & ραδιολαρίτες, 4. Βιοκαλκαρενίτες, ασβεστόλιθοι νηριτικοί, 5. Ασβεστόλιθοι, 6. Ασβεστιτικά λατυποπαγή, 7. Αργίλοι, S. Κρυσταλλικό μεταμορφωμένο υπόβαθρο, VT. Ηφαιστειακά Τριαδικού, MO. Ηφαιστειακό mélange & οφειόλιθοι (από Clement, 1979).



Σχήμα 3.5 ii: Παλαιογεωγραφική διαμόρφωση αύλακας που αναπτύσσεται η Ενότητα Βοιωτίας, κατά το τέλος του Τιθωνίου – Βερριάσιου, 1. Οφειόλιθοι, 2. Ασβεστόλιθοι νηριτικοί, 3. Ασβεστολιθικά λατυποπαγή, 4. Ασβεστόλιθοι πελαγικοί, 5. Ασβεστόλιθοι & ψαμμίτες, 6. Ραδιολαρίτες,, τα βέλη δείχνουν την κίνηση που έχουν τα υλικά προερχόμενα από το χώρο της αναδυθέντας Υποπελαγονικής (κατά Flery, 1980, από Κατσικάτσο 1992).

3.2.2 Υποπελαγονική ζώνη

Η Υποπελαγονική ζώνη, όπως ονομάστηκε από τον Aubouin, (1959), ή ζώνη Ανατολικής Ελλάδας, κατά Renz, (1955) και Μαρίνο (1957), αναπτύσσεται στη δυτική πλευρά της Πελαγονικής ζώνης και έχει άμεση σχέση με αυτήν, αφού καθορίζει την παλαιογεωγραφική της θέση σαν δυτική κατωφέρεια του υβώματος της Πελαγονικής ζώνης προς την αύλακα της ζώνης Πίνδου. Στην περιοχή αυτή βρίσκονται επωθημένοι οι Ιουρασικοί οφειόλιθοι, οι οποίοι αποτελούν τον κύριο και χαρακτηριστικό σχηματισμό της, μαζί με τη συνοδεύουσα σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση. Οι οφειολιθικές μάζες της Υποπελαγονικής, αποτελούν την εξωτερική (δυτική) οφειολιθική λωρίδα της Ελλάδας, γνωστή και σαν ERO.

Το υπόβαθρο της ζώνης αυτής, το οποίο είναι ίδιο με τη γειτονική της Πελαγονική, αποτελείται από γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, αμφιβολίτες με παρεμβολές μαρμάρων Παλαιοζωικής ηλικίας. Ακολουθούν τα Τριαδικά ιζήματα αποτελούμενα από: κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, ασβεστολίθους και παρεμβολές τοφφικών υλικών του Βερφενίου. Στο Κάτω - Μέσο Τριαδικό συνεχίζεται η ιζηματογένεση με ασβεστόλιθους, είτε πελαγικούς με πυριτικούς κονδύλους, είτε νηριτικούς με φύκη, ανάλογα με τη θέση απόθεσής τους, ενώ στο Ανώτερο Τριαδικό

η ιζηματογένεση συνεχίζεται με τεφρούς ωολιθικούς ασβεστόλιθους καθώς και δολομίτες.

Κατά το Ιουρασικό αποτίθεται η σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση, η οποία αποτελείται από βαθιάς θάλασσας ιζήματα και συγκεκριμένα από κόκκινους, πράσινους, μαύρους αργιλικούς σχιστόλιθους, ραδιολαριτικούς κερατολίθους, μάργες, λεπτόκοκκους ψαμμίτες, πηλίτες, αργιλοπηλιτικούς κερατολίθους και παρεμβολές λεπτόκοκκων πελαγικών ασβεστόλιθων. Κατά θέσεις τα ανώτερα στρώματα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης έχουν τουρβιδιτική εμφάνιση που προσομοιάζει με φλυσχοειδή σχηματισμό. Σημαντικό στοιχείο είναι πως μέσα στη διάπλαση συμμετέχουν συχνά μικρά και μεγάλα οφειολιθικά σώματα, όπως συχνές είναι και οι διεισδύσεις βασικών ηφαιστιτών (διαβάσεις, δολερίτες) και βασικών τόφφων, με αποτέλεσμα η όλη σειρά να αποκτά ένα ηφαιστειο-ιζηματογενή χαρακτήρα. Ίδιες συνθήκες ιζηματογένεσης συνεχίζονται μέχρι το Κάτω Κρητιδικό, αλλά κατά θέσεις παρατηρείται ανθρακική ιζηματογένεση αντίστοιχη με αυτήν του Τριαδικού.

Την περίοδο Ανωτέρου Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού έλαβε χώρα η ορογένεση στο χώρο των εσωτερικών ελληνίδων, όπου αναδύθηκε η Υποπελαγονική ζώνη και δημιουργήθηκαν και τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα σε κάποιες περιοχές από τη λατεριτική αποσάθρωση των οφειολίθων. Τα κοιτάσματα αυτά διατηρήθηκαν χάρη στην κάλυψή τους από τα ιζήματα της Μέσω - Άνω Κρητιδικής επίκλυσης. Το πρώτο από τα ιζήματα αυτά είναι ένα τυπικό κροκαλοπαγές βάσης και ακολουθούν ασβεστόλιθοι Άνω Κρητιδικού, άλλοτε νηριτικοί ρουδιστοφόροι, άλλοτε πελαγικοί - μαργαϊκοί κονδυλώδεις, με παρεμβολές ψαμμιτικών και μαργαϊκών ενστρώσεων. Στο Ανώτερο Κρητιδικό μέχρι το τέλος του Ηωκαίνου λαμβάνει χώρα η ιζηματογένεση του φλύσχη, με την οποία τελειώνει και η ορογενετική διαδικασία με την πλήρη ανάδυση της Υποπελαγονικής ζώνης.

Στην περιοχή που αναπτύσσεται η Υποπελαγονική ζώνη και συγκεκριμένα προς την ζώνη της Πίνδου, αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια του Άνω Ηωκαίνου μία τεκτονική τάφρος που ονομάστηκε «Μεσοελληνική αύλακα». Η αύλακα αυτή έχει πληρωθεί με μεταλικά μολασσικά ιζήματα.

Οι σχηματισμοί που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης έχουν ηλικία από το Άνω Τριαδικό έως το Ηώκαινο, δεν περιλαμβάνεται δηλαδή το Παλαιοζωικό υπόβαθρο.

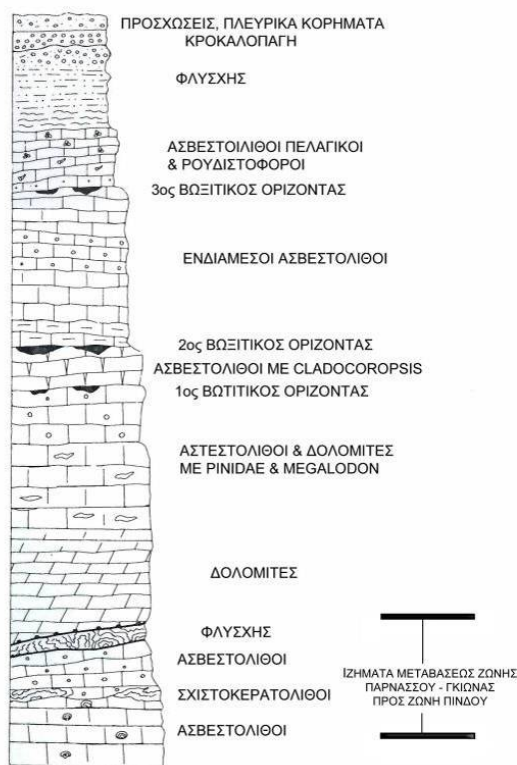
3.2.3 Ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας

Η ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας, περιλαμβάνει τα βουνά Παρνασσός, Γκιώνα, Ελικώνας, όπως επίσης και ένα μέρος της Οίτης. Διακρίθηκε πρώτη φορά από τον Philippson A. (1898), ο οποίος την ονόμασε υποζώνη Παρνασσού. Ο Renz C. (1940), έδωσε το όνομα της ζώνης από τα δύο ομώνυμα βουνά της περιοχής, αν και τελικά το όνομα που κυριάρχησε είναι αυτό της ζώνης Παρνασσού που δόθηκε από τους Aubouin J. (1959) και Celet P. (1962). Η ζώνη αυτή θεωρήθηκε στο σύστημα αυλάκων - ράχων ως ύβωμα, το οποίο παρεμβάλλεται τοπικά μεταξύ της κατωφέρειας της Υποπελαγονικής και της αύλακας της Πίνδου, χωρίς όμως να επεκτείνεται σε όλο το μήκος της επαφής των παραπάνω ζωνών, αλλά περιορίζεται μόνο στην Κεντρική Στερεά Ελλάδα. Ειδικότερα, γίνεται αποδεκτό πως τα όρια του υβώματος της ζώνης του Παρνασσού, στο βορρά και στο νότο, συνέπιπταν με τα δύο μεγάλα ρήγματα του Σπερχειού στα βόρεια και του Κορινθιακού στα νότια (Βλ. Σχήμα 3.5 ii). Κατά συνέπεια η ζώνη Παρνασσού περιορίζεται στο χώρο που οριοθετείται από τα προαναφερθέντα ρήγματα.

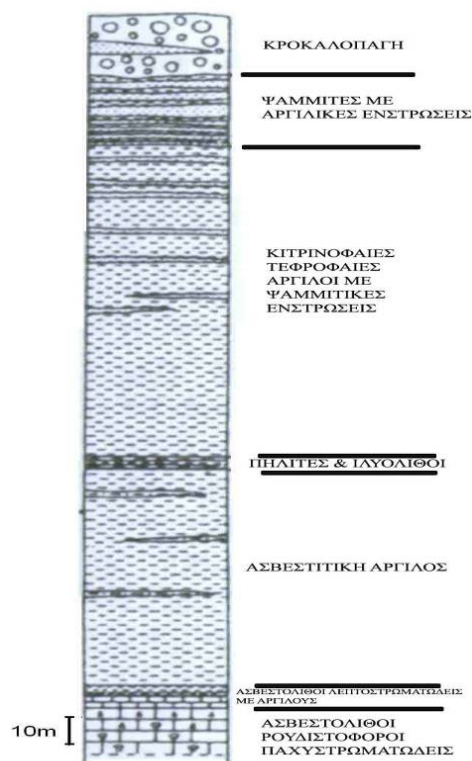
Η ιζηματογένεση της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας έχει νηριτικό και υφαλογενή χαρακτήρα. Θεωρείται επίσης ανάλογη με τη ζώνη «Υψηλού Κάρστ» της Γιουγκοσλαβίας, χωρίς όμως να έχει διευκρινισθεί με σαφήνεια η ακριβής τους σχέση.

Η λιθοστρωματογραφία της περιοχής (Σχήμα 3.6), περιλαμβάνει, από τους κατώτερους προς τους ανώτερους ορίζοντες: λευκότεφρους ως λευκούς κρυσταλλικούς δολομίτες που προς τα πάνω εξελίσσονται σε δολομιτικούς ασβεστολίθους και ασβεστολίθους με φύκη (*Gyroporella*, *Griphorella*), και *Megalodon* του Ανώτερου Τριαδικού, πάχους 300μ. περίπου. Έπειτα, ακολουθούν σκοτεινότεφροι ασβεστόλιθοι, βιτουμενούχοι, πολλές φορές ωολιθικοί, με μικρά *Megalodon*, *Pinidae*, Γαστερόποδα, Φύκη και κοράλλια, του Κατώτερου - Μέσου Ιουρασικού, πάχους 400 μ. Ακολουθούν τα βωξιτικά κοιτάσματα του πρώτου ορίζοντα, το μετάλλευμα του οποίου είναι κυρίως πισσολιθικό και διασπορικού τύπου. Στη συνέχεια εντοπίζονται ασβεστόλιθοι σκοτεινόχρωμοι, μέσο ως πάχυστρωματώδεις, με το χαρακτηριστικό απολίθωμα *Cladocoropsis mirabilis* ηλικίας Κιμμεριδίου και ασβεστόλιθοι με κοράλλια του Πορτλανδίου - Τιθωνίου, πάχους 300 μ. Υπερκείμενα αυτών εντοπίζεται ο δεύτερος βωξιτικός ορίζοντας με βαιμιτικού τύπου μετάλλευμα και ακολουθούν με ασυμφωνία μεσοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι.

Οι τελευταίοι στη βάση τους είναι ερυθρωποί και μαργαϊκοί με *Nernea*, *Ellipsactinia* κ.α., ηλικίας Τιθωνίου - Βερριασίου και βαθμιαία γίνονται προς τα πάνω τεφροί και ωολιθικοί με *Orbitolina* του Κενομανίου. Το πάχος των συγκεκριμένων ασβεστολίθων φτάνει τα 400 μ. και είναι γνωστοί σαν «ενδιάμεσοι ασβεστόλιθοι», καθώς παρεμβάλλονται μεταξύ του δευτέρου και τρίτου βωξιτικού ορίζοντα. Υπερκείμενο του τρίτου βωξιτικού ορίζοντα, ο οποίος είναι πολύ μεγάλος, βρίσκονται ασβεστολιθικοί σχηματισμοί, τεφροί, παχυστρωματώδεις και ρουδιστοφόροι ηλικίας Τουρωνίου - Κατώτερου Καμπανίου. Ακολουθούν ανοιχτόχρωμοι ασβεστόλιθοι, λεπτο- έως μεσωστρωματώδεις, ηλικίας Ανώτερου Καμπανίου - Μαιστριχτίου, πάχους 150 - 200 μ. Η ιζηματογένεση στην Παρνασσού συνεχίζεται με σχηματισμούς πηλινών και μαργών, που ενδεχομένως να εγκλείουν ορίζοντες με ασβεστολιθικά λατυποπαγή, με το πάχος τους να κυμαίνεται από μερικά έως 50μ. Τέλος από το Παλαιόκαινο μέχρι και τα τέλη του Ηωκαίνου αποτίθεται τυπικός φλύσχης, πολύ μεγάλου πάχους, περίπου 1500μ. (Σχήματα 3.6 & 3.7).



Σχήμα 3.6: Στρωματογραφική στήλη της ζώνης Παρνασσού, όπως επίσης και των ανώτερων μελών της υποκείμενης ζώνης Πίνδου, (γεωλογικός χάρτης Ι.Γ.Μ.Ε, από Κατσιακάτσο 1992).



Σχήμα 3.7: Στρωματογραφική στήλη της ακολουθίας ανθρακικών και φλύσχης της ζώνης Παρνασσού στην περιοχή του Οσίου Λουκά, (περίπου 11 km Δ - ΝΔ της πόλης της Λεβαδιάς). Ο φλύσχης αυτός αποτελείται από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, αργιλικά υλικά, φακοειδείς ενστρώσεις ασβεστολίθων με κλαστικά υλικά. Υπερκείμενοι των ρουδιστοφόρων ασβεστόλιθων, βρίσκονται αργιτικοί - μαργαϊκοί σχίστες με παράλληλη σχιστότητα που αποτελούν τα κατώτερα στρώματα της φλύσχικης ακολουθίας, (Τροποποιημένο, από Gregou, 1994).

Οι τρεις αυτοί βωξιτικοί ορίζοντες ορίζουν τρεις διαδοχικές χερσεύσεις της ζώνης, δηλαδή τρεις διακοπές στη διαδικασία της ιζηματογένεσης. Καθορίστηκαν έτσι φάσεις, σε διάφορα χρονικά διαστήματα, που αντιπροσωπεύουν τις διαδοχικές αναδύσεις της ζώνης και τους παραπάνω ορίζοντες. Σύμφωνα όμως με αυτά θα πρέπει η ζώνη να τοποθετηθεί στις Εσωτερικές Ελληνικές ζώνες, αφού φαίνεται να έχει δεχθεί την πρώιμη ορογενετική διεργασία, και όχι στις Εξωτερικές όπου εκεί η ιζηματογένεση θεωρείται συνεχής και αδιατάρακτη.

Παρά αυτές τις απόψεις όμως, στη στρωματογραφική στήλη της Παρνασσού - Γκιώνας δεν παρατηρείται κανένα στρωματογραφικό κενό από το Τριαδικό μέχρι το Ηώκαινο. Αυτή η παρατήρηση όμως την εντάσσει στις Εξωτερικές.

Οι βωξιτικοί ορίζοντες είναι πολύ χαρακτηριστικοί για τη ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας, ενώ η οριστική ανάδυση της έγινε στο Άνω Ηώκαινο (Πριαμόνιο).

Οι σχηματισμοί της Παρνασσού - Γκιώνας που συναντώνται στην εξεταζόμενη περιοχή μελέτης είναι ηλικίας Ανωτέρου Ιουρασικού - Ηώκαίνου.

3.3 Τεκτονική εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής

Η τεκτονική εξέλιξη της ευρύτερης περιοχής, μπορεί να διακριθεί σε τρεις ορογενετικές περιόδους. Η πρώτη έλαβε χώρα κατά το Ανώτερο Ιουρασικό - Κάτω Κρητιδικό, οπότε αναδύθηκαν οι εσωτερικές ζώνες, γεγονός που διήρκεσε μέχρι Μέσο - Άνω Κρητιδικό. Αυτήν την περίοδο έλαβε χώρα η βύθιση και καταστροφή των δύο ωκεανών της Τηθύος, Αξιού (Παλαιο-Τηθύς) και Υποπελαγονικής (Νέο-Τηθύς), με αποτέλεσμα την επώθηση - τεκτονική τοποθέτηση των οφειολιθικών μαζών και των ωκεάνιων ιζημάτων που τις συνοδεύουν, πάνω στα ανθρακικά καλύμματα των ηπειρωτικών περιθωρίων της Υποπελαγονικής ζώνης, με κατεύθυνση από τα ΒΑ προς τα ΝΔ συνοδευόμενα από μία φάση πτυχώσεων, που ονομάστηκε JE_1 (Μουντράκης, 1985 & 1988). Αυτή δημιούργησε υποίσοκλινείς ως ισοκλινείς πτυχές με αξονική διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ (150° - 170°) και συνοδεύονταν από σχιστότητα S_2 και ήταν η δεύτερη σχιστότητα για τα πετρώματα του κρυσταλλοσχιτώδους υποβάθρου, αλλά η πρώτη και βασική για τα πετρώματα ηλικίας Άνω Παλαιοζωικού και Τριαδικού - Ιουρασικού.

Στο Κάτω - Κρητιδικό, ολοκληρώνεται η βύθιση και καταστροφή του ωκεανού της Νέο - Τηθύος, που εκτείνονταν στο χώρο των ζωνών Υποπελαγονικής και Πίνδου. Το παραπάνω γεγονός βασίστηκε σε γεωλογικές έρευνες που έδειξαν

τεκτονική τοποθέτηση των οφειολιθικών μαζών της Υποπελαγονικής ζώνης πάνω στα ιζήματα του δυτικού Πελαγονικού ηπειρωτικού περιθωρίου ηλικίας Τριαδικού – Ιουρασικού, η οποία συνοδεύτηκε από μία φάση πτυχώσεων, JE_2 που δημιουργήσε πτυχές κλειστές - ανοιχτές, ισοπαχείς ή όμοιες, συνοδευόμενες αρκετές φορές από σχιστότητα ολισθήσεως. Οι άξονες των τεκτονικών αυτών δομών έχουν διεύθυνση $0^\circ - 30^\circ$ και απόκλιση προς Α ή ΝΑ και συνδέονται με την επώθηση των οφειολίθων της Υποπελαγονικής - Πίνδου (ΕΡΟ), πάνω στο ανθρακικό κάλυμμα του δυτικού Πελαγονικού περιθωρίου.

Η μεταμόρφωση που έλαβε χώρα ήταν αλπικής ηλικίας και πρασινοσχιστολιθικής φάσης και επηρέασε τα πετρώματα του Άνω Παλαιοζωικού και Τριαδικοιουρασικού. Επίσης, παρατηρούνται έντονα μυλωνιτικά φαινόμενα στα γνευσιακά και γρανιτικά πετρώματα του Πελαγονικού κρυσταλλοσχιστώδους υποβάθρου, τα οποία δημιουργήθηκαν κατά τη βύθιση και καταστροφή του ωκεάνιου φλοιού.

Η δεύτερη ορογενετική περίοδος έλαβε χώρα από το Άνω Κρητιδικό έως το Μέσο Ηώκαινο. Εκείνη την περίοδο έγινε η οριστική ανάδυση της Πελαγονικής ζώνης, ενώ κατά το Τριτογενές έλαβαν χώρα δύο φάσεις πτυχώσεων, η CT_1 με ανοιχτές, ισοπαχείς πτυχές, αξονικής διευθύνσεως ΒΔ - ΝΑ και απόκλισης προς τα ΝΔ και η CT_2 με πτυχωσιγενείς τεκτονικές δομές κλειστές ή ανοιχτές αξονικής διευθύνσεως ΒΑ - ΝΔ ($70^\circ - 80^\circ$) και απόκλισης προς τα ΝΑ. Στην πραγματικότητα δεν έχει εξακριβωθεί ποια από τις δύο έγινε πρώτη και ποια ακολούθησε, ή ακόμη αν ανήκουν σε μία συνεχόμενη συμπιεστική παραμόρφωση του Παλαιογενούς.

Στην τρίτη και τελευταία φάση κατά το Ολιγόκαινο - Μειόκαινο, έλαβε χώρα η τελική παραμόρφωση CT_3 , η οποία προκάλεσε πτυχές κάμψης, πολύ ανοιχτές και τύπου knick γενικής αξονικής διευθύνσεως Β - Ν (Μουντράκης, 1985 & 1988).

Οι φάσεις πτυχώσεων του Τριτογενούς, έδρασαν στην ήδη αναδυόμενη ζώνη της Πελαγονικής και προκάλεσαν λεπίωση των σχηματισμών της και επώθηση των λεπίων της από ανατολικά προς δυτικά. Λόγω αυτής της λεπιοειδούς τεκτονικής, πολλές φορές υπάρχουν ανεστραμμένες δομές, όπως και στο δυτικό περιθώριο της Πελαγονικής, όπου οι βαθύτεροι σχηματισμοί, επιπτεύουν προς δυσμάς τους ανώτερους και νεώτερους.

Οι πτυχές που δημιουργήθηκαν σ' αυτήν τη φάση είναι κλειστές ή ανοιχτές που συνοδεύονται συχνά από σχιστότητα ολίσθησης. Βασικό γνώρισμα των πτυχών αυτών είναι η σύνδεση τους με την επώθηση των οφειολίθων προς τα ανατολικά.

Μία πολύ ενδιαφέρουσα θέση λαμβάνουν οι Κράνης (1999) και Kranis et. al. (2001), για την κινηματική εξέλιξη της Υποπελαγονικής ζώνης. Η συγκεκριμένη ομάδα θεωρεί ότι η τεκτονική επώθηση της Υποπελαγονικής ζώνης πάνω στη ζώνη της Παρνασσού – Γκιώνας έχει επαναδραστηριοποιηθεί, με αποτέλεσμα τη διαφυγή των σχηματισμών της πρώτης προς τα ΒΑ για την περιοχή ΒΑ του όρους Παρνασσού προς το όρος Καλλίδρομο. Θεωρεί δηλαδή πως η επιφάνεια επώθησης λειτουργεί σαν ένα ρήγμα αποκόλλησης. Σημειώνεται δε, πως η συγκεκριμένη άποψη στηρίζεται κυρίως σε μορφολογικά και γεωμορφολογικά δεδομένα και λιγότερο σε τεκτονικά στοιχεία.

3.4 Απόψεις και Προβληματισμοί για την Ενότητα «Βοιωτίας»

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστούν οι απόψεις ή καλύτερα οι προβληματισμοί διαφόρων μελετητών για τη ζώνη της Βοιωτίας.

Οι Steuber et al. (1994), υποστηρίζουν πως τα ιζηματογενή πετρώματα ηλικίας Κρητιδικού - Τριτογενούς, δηλαδή ο «Βοιωτικός φλύσχος», τα οποία έχουν αποτεθεί μεταξύ της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας και Πελαγονικής, έχουν προέλθει και από τις δύο παραπάνω περιοχές. Η άποψη αυτή βασίζεται σε βιοστρωματογραφικές παρατηρήσεις.

Ειδικότερα έχει βρεθεί μία ομάδα απολιθωμάτων που περιλαμβάνει τα είδη *Hippurites* cf., *Hippurites canaliculatus*, *Hippurites collicatus*, *Hippurites* cf. *turditus*, *Vaccinites boehmi*, *Vaccinites giganteus*, *Vaccinites inaequicostatus*, *Vaccinites praesulcatus*, *Vaccinites sulcatus*, *Vaccinites vredenburgi*, *Microcaprina bayani*, *Radiolarites angioides*, ηλικίας Ανωτέρου Κρητιδικού, (Σαντόνιο - Καμπάνιο). Παρόμοια πανίδα βρέθηκε στο όρος Βέρμιο, το οποίο γεωτεκτονικά ανήκει στην Πελαγονική ζώνη. Έτσι, συγκρίνοντας τα απολιθώματα αυτά, η παραπάνω ομάδα επιστημόνων θεωρεί πως η περιοχή της Βοιωτίας αποτελείται από υλικά, τα οποία έχουν προέλθει από την Πελαγονική.

Στο άλλο όριο της περιοχής μελέτης, με τη ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας, η ανθρακική ιζηματογένεση ήταν σχεδόν συνεχής. Η τελευταία χέρσευση και δημιουργία των βωξιτικών κοιτασμάτων στο Μέσο Κρητιδικό, είχε σαν αποτέλεσμα

το υλικό της διάβρωσης να τροφοδοτήσει την περιοχή που βρίσκονταν ανατολικά αυτής. Έτσι η «ενότητα Βοιωτίας», από τα δυτικά, έχει τροφοδοτηθεί με υλικό και από την περιοχή που βρίσκεται ανατολικά της, τη ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας.

Οι Παπασταματίου και συν. (1971), θεωρούν πως οι σχηματισμοί της «Ενότητας Βοιωτίας», προέρχονται αποκλειστικά και μόνο από την Υποπελαγονική. Σύμφωνα με το γεωλογικό φύλλο του Ι.Γ.Μ.Ε. «ΛΕΒΑΔΕΙΑ», κλίμακας 1:50.000, οι παραπάνω μελετητές αναφέρουν τους σχηματισμούς της ενότητας Βοιωτίας ως «*Ιζήματα μεταβάσεως από ζώνη Ανατολικής Ελλάδος (Υποπελαγονική), εις ζώνην Παρνασσού – Γκιώνας*». Το ίδιο υποστηρίζουν και οι Τάταρης & Κούνης (1966), καθώς επίσης και ο Κουμαντάκης, (1978).

Ο Καρράς (1994), υποστηρίζει την παραπάνω άποψη και επεκτείνεται λέγοντας πως η Πελαγονική Επικράτεια, δηλαδή η περιοχή που περιλαμβάνει την «Ενότητα Βοιωτίας» και την Υποπελαγονική, η σειρά της οποίας δεν μπορεί να διακριθεί από την Πελαγονική, αποτελούσε ένα ευρύ παλαιογεωγραφικό χώρο. Ένα τμήμα αυτού του χώρου δέχτηκε την επώθηση των ανατολικών ζωνών και καλύφθηκε. Ο χώρος που δέχτηκε τα προϊόντα διάβρωσης αυτής της επώθησης αποτελεί την «Ενότητα Βοιωτίας», ενώ ο χώρος που δεν δέχτηκε τα ιζήματα ονομάστηκε ζώνη Παρνασσού.

Μία ελαφρώς διαφορετική άποψη υποστηρίζει ο Τάταρης (1972), δηλαδή πως η «Ενότητα Βοιωτίας» δεν αποτελεί ξεχωριστή ενότητα, αλλά ουσιαστικά εντάσσεται στην Υποπελαγονική Ζώνη. Πιο συγκεκριμένα, θεωρεί πως όλοι οι σχηματισμοί της Βοιωτίας δεν είναι τίποτα άλλο παρά τα ανώτερα στρώματα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης της Υποπελαγονικής.

Ο Clement (1979), θεωρεί με τη σειρά του πως η «Βοιωτίας» αποτελεί μία λεκάνη, στην οποία συμμετείχαν υλικά και από τις δύο γειτονικές της περιοχές. Η Υποπελαγονική τροφοδοτεί με υλικά προερχόμενα από αποσάθρωση και διάβρωση, μετά την ανάδυσή της. Η Παρνασσού - Γκιώνας τροφοδοτεί την αύλακα που αναπτύσσεται ανατολικά της, με υλικό προερχόμενο από τις τρεις διαδοχικές χερσεύσεις της ζώνης και τις τρεις διαδοχικές διακοπές της ιζηματογένεσης, όπου δημιουργούνται οι τρεις βωξιτικοί ορίζοντες της ζώνης (Σχήμα 3.8).

Για όλους τους παραπάνω λόγους, αφού δεν διαφοροποιείται ιδιαίτερα από τη γειτονική της Υποπελαγονική ζώνη, υπήρξε ο προβληματισμός του διαχωρισμού της ή όχι από αυτήν και την εδραίωσή της σαν ανεξάρτητη ζώνη.

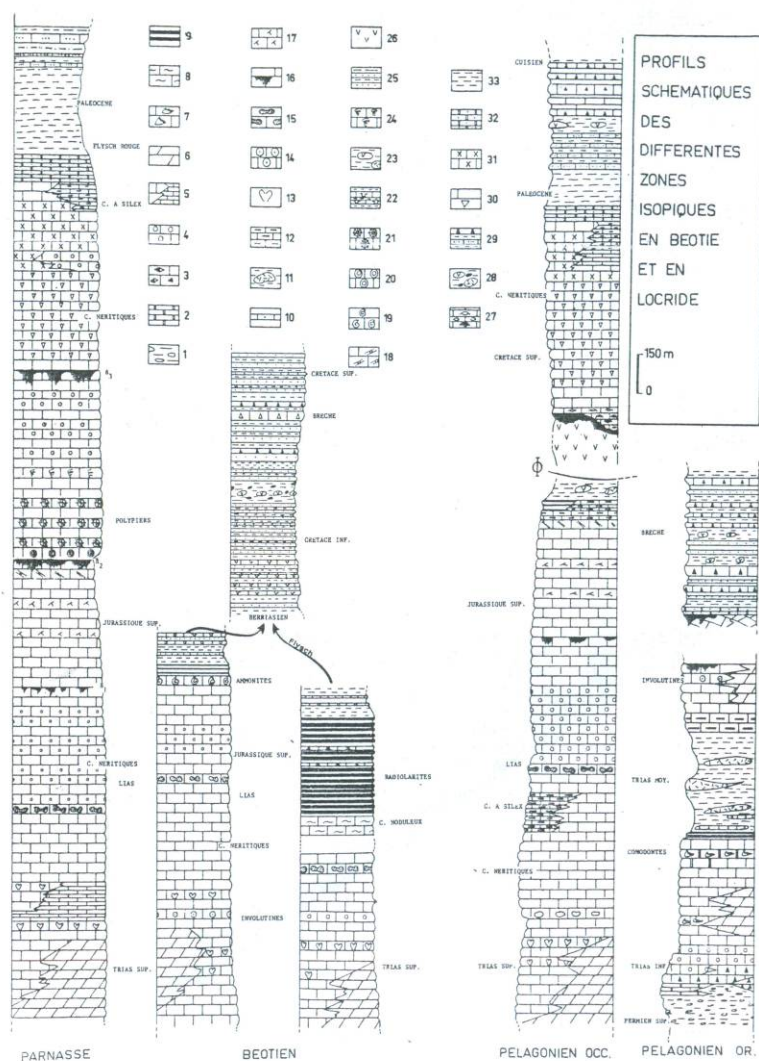
Ακόμα και η γεωτεκτονική τοποθέτηση της ενότητας έχει προκαλέσει αρκετές διαφωνίες. Μία ομάδα επιστημόνων τοποθετεί τη «Βοιωτία» στις εσωτερικές ελληνίδες ζώνες, βασιζόμενη στην σύσταση των σχηματισμών της και ιδιαίτερα στην ύπαρξη οφειολιθικών και κερατολιθικών στοιχείων μέσα στον Άνω Κρητιδικό φλύσχη. Επιπλέον οι ραδιολαριτικοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται υποκείμενοι του φλύσχη, θέτουν έναν επιπλέον λόγο που υποστηρίζει την άποψη αυτή. Επίσης θεωρούν πως η παλαιογεωγραφική και τεκτονική της εξέλιξη προσομοιάζει περισσότερο με αυτήν των εσωτερικών ζωνών.

Αντίθετα, μία άλλη ομάδα υποστηρίζει πως η «Βοιωτία» ανήκει στις εξωτερικές ζώνες, στηριζόμενη στην αδιάκοπη ιζηματογένεση από το Τριαδικό μέχρι το Παλαιογενές. Οι Steuber et al (1994), μέσω των απολιθωμάτων που αναφέρθηκαν νωρίτερα, θεώρησαν ότι η πανίδα που βρέθηκε στην περιοχή της Βοιωτίας, φαίνεται να έχει μεγάλη συνάφεια με τα απολιθώματα που έχουν βρεθεί στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου, όπου αναπτύχθηκε η θάλασσα της Τηθύος στο Άνω Κρητιδικό. Ουσιαστικά υποστηρίζουν πως η περιοχή της «Βοιωτίας» αποτελούσε τμήμα της λεκάνης της Νεο - Τηθύος. Η άποψη αυτή την τοποθετεί στις εξωτερικές ελληνίδες ζώνες.

Οι παραπάνω προβληματισμοί οφείλονται κυρίως στην γεωγραφική θέση της περιοχής, αφού βρίσκεται μεταξύ του ορίου των εσωτερικών και εξωτερικών ελληνίδων ζωνών.

Μελετώντας τη σχετική βιβλιογραφία, η άποψη η οποία εκμαιεύεται για την περιοχή μελέτης, ουσιαστικά την 'ορίζει' σαν ένα χώρο ιζηματογένεσης που δέχθηκε ιζήματα από τις περιοχές εκατέρωθέν της. Επομένως, μπορεί ίσως να ειπωθεί πως πρόκειται για μία μικρή υπολεκάνη μέσα στη λεκάνη της Τηθύος, η οποία είχε διαφοροποιημένη ιζηματογένεση, με αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφορετικών σχηματισμών από αυτούς των εξωτερικών ζωνών, λόγω της τροφοδοσίας της με υλικά των εσωτερικών.

**«ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΕΛΙΚΩΝ,
(ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)»**



Σχήμα 3.8: Η στήλη αυτή παρουσιάζει την ιζηματογένεση που δέχθηκε η λεκάνη της περιοχής της Βοιωτίας, βορειότερα από την περιοχή μελέτης, στη Λοκρίδα, και το συσχετισμό αυτής με τις ζώνες Παρνασσού – Γκιώνας και Υποπελαγονικής. Όπως παρατηρείται, η ιζηματογένεση είναι διαφορετική στα δύο περιθώριά, το ανατολικό και το δυτικό, της ενότητας «Βοιωτίας», αλλά το κάθε ένα έχει κοινά με το αντίστοιχο γειτονικό του. Παρατηρείται επίσης και μια κοινή ιζηματογένεση, στα δύο περιθώρια, κατά το Ιουρασικό, με την απόθεση φλύσχη σε όλη την έκταση περιοχής (Clement, 1979).

4. ΜΙΚΡΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

4.1 Δομές και μηχανισμοί παραμόρφωσης που εξετάζει η μικροτεκτονική

Στο κεφαλαίο αυτό θα αναπτυχθούν ορισμένες από τις δομές και τους μηχανισμούς που μελετάει η μικροτεκτονική με κύριο στόχο την καλύτερη κατανόηση και εμπέδωση της προσφοράς της στην τεκτονική ανάλυση.

Μία εισαγωγή στην μικροτεκτονική, γίνεται με την υπόθεση του Pumpelly's. Η υπόθεση αυτή θεωρεί τις μικρές δομές ανάλογες των μεγαλύτερων, θεωρεί δηλαδή ότι οι μικροδομές είναι αποτυπώσεις των μεγάλων δομών. Η μελέτη συνεπώς μικροδομών, συμμετέχει στην εξαγωγή συμπερασμάτων για μεγαλύτερες. Επίσης, σύμφωνα με τη fractal analysis, οι παράμετροι των δομών περιγράφονται από την ίδια εξίσωση σε όλες τις κλίμακες μεγέθους. Αυτό ουσιαστικά προσπαθεί να κάνει η μικροτεκτονική, να μελετήσει μεγαδομές, όπως λέπια, καλλύματα, ή και μεγαλύτερες δομές, με βάση τις πολύ μικρές δομές που αναπτύσσονται μέσα σε αυτά. Ενδεχομένως αν εξεταστεί ο ιστός ενός πετρώματος, ίσως να μπορεί να παρατηρηθεί όλη η πορεία γέννησης και εξέλιξης του πετρώματος αυτού.

Σύμφωνα με το Λόζιο (2003): «Μικροτεκτονική είναι η επιστήμη που ασχολείται με την μελέτη, ανάλυση και ερμηνεία των τεκτονικών δομών και της παραμόρφωσης στη μικρή κλίμακα παρατήρησης, δηλαδή από την κλίμακα των λίγων μέτρων (≈ 10 m, επίπεδο στρώσης) μέχρι την κλίμακα του μικροσκοπίου (≈ 1 mm - $1 \mu\text{m}$, επίπεδο αθροίσματος ορυκτών ή ορυκτού)».

Η παρούσα διατριβή ασχολείται κυρίως με μικροδομές που παρατηρήθηκαν στην υπαιθρο τάξεως μεγέθους από 1 cm έως 10 m, οι οποίες μελετήθηκαν με τη βοήθεια της πυξίδας. Τέτοιες δομές αποτελούν οι διάφορες μικροπτυχώσεις, γραμμώσεις, διακλάσεις, τεκτονικά λατυποπαγή και μυλωνίτες.

4.2 Παράγοντες που επηρεάζουν ένα σχηματισμό

Η παραμόρφωση ενός σώματος, ενός σχηματισμού, ή γενικότερα ενός πετρώματος, εξαρτάται αρχικά από τις μηχανικές του ιδιότητες. Εξαρτάται δηλαδή από την ορυκτολογική του σύσταση, τη σύσταση των ρευστών των πόρων, το μέγεθος των κόκκων, τον προτιμητέο προσανατολισμό σε επίπεδο πλέγματος, το πορώδες και την περατότητα. Επιπλέον, η παραμόρφωση εξαρτάται από τις συνθήκες περιβάλλοντος που επικρατούν, δηλαδή από την θερμοκρασία, τη λιθοστατική πίεση,

τις προκύπτουσες διαφορικές τάσεις, την πίεση των ρευστών των πόρων, όπως επίσης και τον ρυθμό με τον οποίο ασκείται η καταπόνηση στο υπό μελέτη σώμα. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες συμμετέχουν με διαφορετικό ποσοστό στην παραμόρφωση.

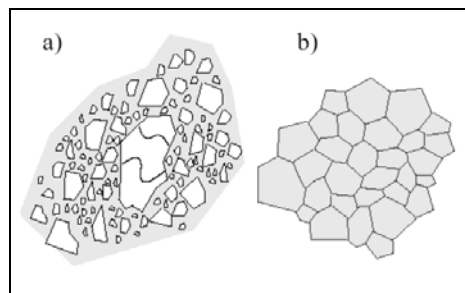
4.3 Μηχανισμοί παραμόρφωσης

Στο υποκεφάλαιο αυτό θα αναφερθούν επιγραμματικά οι κύριοι μηχανισμοί παραμόρφωσης που εξετάζει η μικροτεκτονική. Οι αναφορές θα αρχίσουν από συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και υψηλής πίεσης (LT- HP), κλείνοντας με τους μηχανισμούς υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής πίεσης (HT-LP). Τονίζεται πως η ελληνική ορολογία που χρησιμοποιείται στους μηχανισμούς, αποτελεί μετάφραση από την ξένη βιβλιογραφία και ενδεχομένως να αποτελέσουν πηγή διαφωνιών.

i) Κατακλαστική ροή (Cataclastic flow)

Η κατακλαστική ροή σχετίζεται άμεσα με πετρώματα (τεκτονικά λατυποπαγή, κατακλασίτες κ.λπ.) που αναπτύσσονται σε θραυσιγενείς ρηξιγενείς ζώνες (brittle type fault related rocks) και αποτελεί μια θραυσιγενή διαδικασία, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα το μηχανικό θραυσμό των πετρωμάτων. Ο θραυσμός λαμβάνει χώρα σε επίπεδο ορυκτών και κόκκων ή σε αθροίσματα κόκκων.

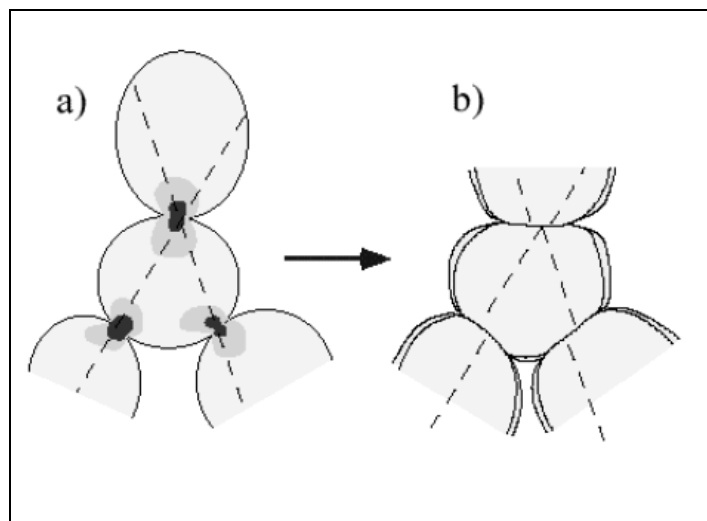
Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί η διαφοροποίηση των τεκτονικών ζωνών που παρουσιάζουν κατακλαστική ροή, από τις ζώνες διάτμησης. Οι ζώνες διάτμησης αποτελούνται από δυναμικά ανακρυσταλλομένα ορυκτά (Σχήμα 4.1) και δε συγχέονται με την κατακλαστική ροή, καθώς: δεν παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις σε μέγεθος κόκκων, τα όρια αυτών είναι σχετικά καμπύλα, δεν αποτελούνται από πολυκρυσταλλικά θραύσματα και δεν εμφανίζουν κάποιο προσανατολισμό που ενδεχομένως να προτιμούν.



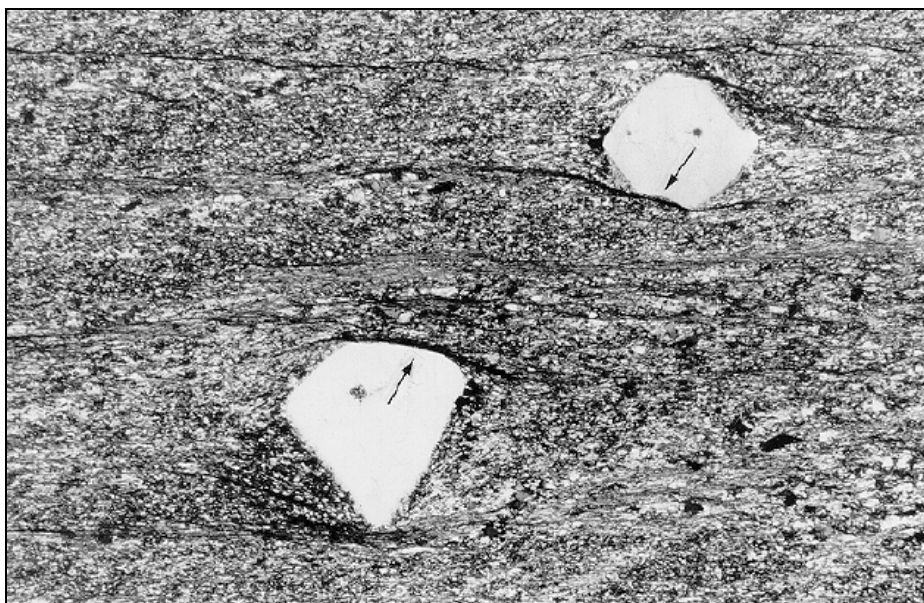
Σχήμα 4.1: α) Κατακλαστική υφή: γωνιώδη θραύσματα διαφόρων μεγεθών, β) ανακρυσταλλωμένοι κόκκοι (με μικρή διακύμανση στο μέγεθος), (Passchier 1996).

ii) Διάλυση υπό πίεση (Pressure solution)

Στην περίπτωση αυτή για να είναι εφικτή η παραμόρφωση, θα πρέπει να υπάρχουν ρευστά μέσα στο σχηματισμό που καταπονείται, τα οποία ονομάζονται ρευστά των πόρων (pore fluid ή inter-granular fluid). Ο κόκκος, στα σημεία που δέχεται έντονη τάση, διαλύεται τοπικά, ενώ το υλικό ης διάβρωσης τοποθετείται σε περιοχές που παρουσιάζουν χαμηλή τάση (Σχήματα 4.2, 4.3). Με αυτήν τη διαδικασία επέρχεται μια αλλαγή στο σχήμα των κόκκων του πετρώματος, όπως επίσης και στη διαλυτότητα του σε επίπεδο πλέγματος, η οποία αυξάνει.



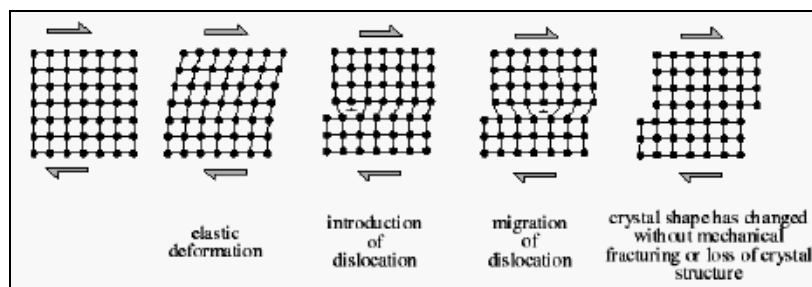
Σχήμα 4.2: α) Κόκκοι με ρευστά πόρων, (π.χ. κατά τη διαδικασία της διαγένεσης). Η σκιαγράφιση στα όρια των κόκκων ανταποκρίνεται σε διαφοροποίηση της τάσεως στα σημεία αυτά, β) μετά από τη διάλυση υπό πίεση, οι κόκκοι έχουν αλλάξει το σχήμα τους και υλικό έχει διαλυθεί στα σημεία επαφής, (Passchier 1996).



Σχήμα 4.3: Διάλυση υπό πίεση σε κρυστάλλους χαλαζία. Το βέλος δείχνει την περιοχή με συγκέντρωση αδιάλυτου υλικού (Passchier 1996).

iii) Ενδοκρυσταλλική παραμόρφωση (Intracrystalline deformation)

Είναι γνωστό πως το κρυσταλλικό πλέγμα ενός σώματος παρουσιάζει κάποιες ατέλειες, σημειακές ή γραμμικές. Όταν, σε συνθήκες πλαστικής παραμόρφωσης, ασκηθεί τάση στο σώμα αυτό, οι ατέλειες αυτές μεταβάλλουν σε πολύ μικρό βαθμό το σχήμα του κρυστάλλου. Όταν σταματήσει να ασκείται η τάση τότε ο κρύσταλλος τείνει να επανέλθει στην αρχική του μορφή. Για να υπάρξει μόνιμη αλλαγή στο σχήμα, θα πρέπει να υπάρξει «εκτόπιση», δηλαδή μόνιμη μεταβολή στη σχετική θέση των μορίων και των ατόμων. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί μόνο αν μετατοπιστεί μία ατέλεια μέσα στον κρύσταλλο (Σχήμα 4.4). Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ενδοκρυσταλλική παραμόρφωση, ενώ δεν παρατηρείται καμία αλλαγή στο σχήμα του κρυστάλλου.



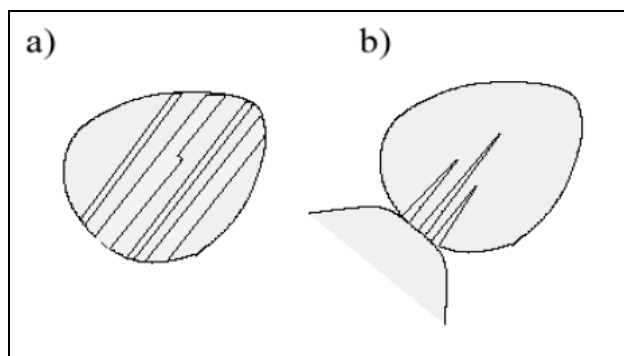
Σχήμα 4.4: Ενδοκρυσταλλική παραμόρφωση με την μετατόπιση μίας ατέλειας στο κρυσταλλικό πλέγμα. Από αριστερά προς δεξιά παρουσιάζεται όλη η πορεία αυτού του είδους παραμόρφωσης, (Passchier 1996).

Παράγοντες που επηρεάζουν την παραμόρφωση αυτού του τύπου είναι: ο προσανατολισμός, η ένταση και η τιμή της τάσης, η θερμοκρασία, όπως επίσης και ο χημισμός του ορυκτού.

iv) Ανάπτυξη διδυμίων (Twinning)

Κατά τη διαδικασία της παραμόρφωσης, μπορεί συγκεκριμένα ορυκτά να αναπτύσσουν διδυμίες. Οι διδυμίες αυτές είναι ικανές να απορροφήσουν ένα μικρό ποσοστό της καταπόνησης και πάντα δημιουργούνται σε συγκεκριμένες κρυσταλλογραφικές διευθύνσεις. Αναπτύσσονται σε χαμηλής θερμοκρασίας συνθήκες και το φαινόμενο είναι πιο σύνθηδες σε πλαγιόκλαστα και ασβεστίτη.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες διδυμίων: i) οι διδυμίες από παραμόρφωση (deformation twins) και ii) οι διδυμίες ανάπτυξης (growth twins). Οι πρώτες ξεχωρίζουν από το κωνικό σχήμα, ενώ οι δεύτερες είναι ευθύγραμμες και σε κλιμακωτή διάταξη. Η θέση ανάπτυξης των διδυμίων είναι κυρίως στα σημεία επαφής όπου υπόκεινται στην πιο έντονη καταπόνηση (Σχήμα 4.5).



Σχήμα 4.5: Διδυμίες (α) ανάπτυξης και (β) παραμόρφωσης, (Passchier 1996).

ν) *Ανάκτηση, Ανάπλαση ή Επούλωση (Recovery)*

Όταν σε ένα πέτρωμα ασκηθεί πίεση, τότε οι κρύσταλλοι που το αποτελούν παραμορφώνονται, καθώς αλλάζει η κατανομή στο κρυσταλλικό πλέγμα, αυξάνονται οι εκτοπίσεις και αυξάνεται η εσωτερική ενέργεια. Υπάρχει όμως και η περίπτωση ένας κρύσταλλος να αντιδράσει μειώνοντας τους δύο παραπάνω παράγοντες, που θέλουν να αυξηθούν. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται ανάκτηση, ανάπλαση ή επούλωση και έχει σαν αποτέλεσμα την συγκέντρωση των εκτοπίσεων σε συγκεκριμένα σημεία. Αυτή η προτίμηση των εκτοπίσεων για συγκέντρωση σε συγκεκριμένα σημεία εμφανίζεται με την *ομοιόμορφη κατάσβεση* σε μία λεπτή τομή.

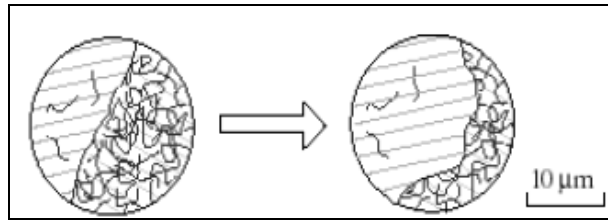
vi) *Ανακρυστάλλωση (Recrystallisation)*

Ανακρυστάλλωση είναι η δημιουργία νέων ορυκτών σε πέτρωμα το οποίο βρίσκεται σε στερεή κατάσταση. Οι κρύσταλλοι μπορεί να έχουν την ίδια χημική και ορυκτολογική σύσταση με το αρχικό πέτρωμα, αλλά σχηματίζονται νέοι κρύσταλλοι, (Δερμιτζάκης, 1994). Αυτή η διαδικασία μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

α) Με την αλλαγή που επέρχεται στα όρια των κόκκων. Ουσιαστικά παρατηρείται μία μετατόπιση των ορίων των κρυστάλλων σε τοπικό επίπεδο, με ταυτόχρονη ανάπτυξη ενός νέου κρυστάλλου, λιγότερο παραμορφωμένου (Σχήμα 4.6).

Η επέκταση των ορίων μπορεί να γίνει με τους ακόλουθους τρόπους: i) Επέκταση προς την μεριά του κρυστάλλου με υψηλή πυκνότητα ασυνεχειών και εκτοπίσεων στο κρυσταλλικό του πλέγμα και τη δημιουργία ανεξάρτητων κρυστάλλων και ii) Με τη δημιουργία ανεξάρτητων κρυστάλλων, από την ύπαρξη ενός *μικρού πυρήνα* μέσα σε έναν κρύσταλλο.

β) Με την περιστροφική κίνηση που μπορεί να υποστεί ο ίδιος κόκκος. Εδώ γίνεται μία προοδευτική περιστροφή στον ίδιο τον κόκκο, που έχει σαν αποτέλεσμα να την ανακρυστάλλωση του και τη δημιουργία νέου ορυκτού.



Σχήμα 4.6: Μετατόπιση στα όρια δύο κρυστάλλων. Φαίνεται πολύ έντονα η ανάπτυξη που παρουσιάζει ο κρύσταλλος που βρίσκεται αριστερά, σε 'βάρος' του δεξιού κρυστάλλου, (Passchier 1996).

vii) Διάχυση σε στερεά κατάσταση από ολισθήσεις σε επίπεδο πλέγματος (Solid-state diffusion creep)

Όταν η θερμοκρασία σε ένα παραμορφωμένο πέτρωμα είναι υψηλή, οι κρύσταλλοι μπορεί να παραμορφώνονται αποκλειστικά με τη μετανάστευση των κενών θέσεων (vacancies) διαμέσου του πλέγματος. Ο μηχανισμός αυτός είναι γνωστός με το όνομα "solid state diffusion creep" και υπάρχουν δύο βασικοί τύποι:

α) Coble creep. Διάχυση των κενών θέσεων (vacancies) στο κρυσταλλικό πλέγμα κατά μήκος των ορίων των κόκκων.

β) Nabarro-Herring creep. Διάχυση των κενών θέσεων διαμέσου (από άκρη σε άκρη) του πλέγματος.

Συχνά χρησιμοποιείται και ο όρος "crystalplastic deformation", όταν δεν μπορεί να γίνει διάκριση ανάμεσα στους δύο τύπους

viii) Μείωση ορίων κρυστάλλων (Grain boundary area reduction)

Δομές με υψηλή εσωτερική ενέργεια εκτός από τις εκτοπίσεις αποτελούν και τα όρια των κόκκων. Η μείωση της επιφάνειας των ορίων θα έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση και της ενέργειας. Έτσι δημιουργούνται κόκκοι με πολυγωνικά, ευθύγραμμα όρια, η εσωτερική ενέργεια μειώνεται, ένα φαινόμενο που παρατηρείται ιδιαίτερα μετά το πέρας της παραμόρφωσης, ενώ συνοδεύεται με αύξηση της θερμοκρασίας.

ix) Στατική ανακρυστάλλωση (Static recrystallisation)

Η διαδικασία της παραμόρφωσης μπορεί να συνεχιστεί ακόμα και μετά το πέρας της ασκούμενης πίεσης. Για να συνεχιστεί η παραμόρφωση θα πρέπει να υπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις, όπως κατάλληλη θερμοκρασία και υγρασία, ώστε να

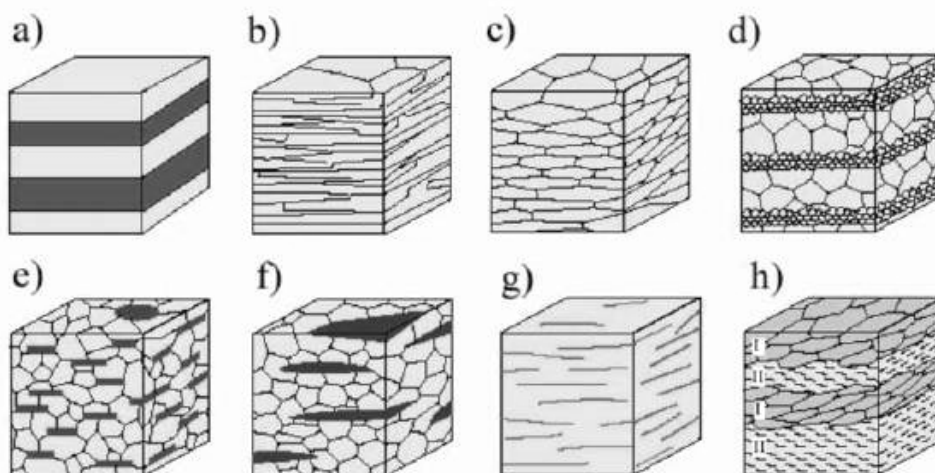
συνεχιστούν οι παραμορφωτικές διαδικασίες, μέχρι τη στιγμή που θα ελαττωθεί η εσωτερική ενέργεια. Αυτή ονομάζεται στατική ανακρυστάλλωση. Οι κρύσταλλοι που έχουν υποστεί αυτήν την παραμόρφωση, είναι σταθεροί, με μεγάλο μέγεθος κόκκων και ευθύγραμμα όρια κόκκων. Επίσης δεν παρουσιάζουν κυματοειδή κατάσβεση.

4.4 Δομές που εξετάζει η μικροτεκτονική

4.4.1 Φύλλωση - Σχιστότητα

Φύλλωση ονομάζεται οποιαδήποτε *επίπεδη* δομή, η οποία αναπτύσσεται συστηματικά σε ένα γεωλογικό σώμα. Φύλλωση – Σχιστότητα είναι η τεκτονική υφή ενός γεωλογικού σχηματισμού, η οποία αποτελείται από παράλληλες μεταξύ τους επιφάνειες, που βρίσκονται πολύ κοντά η μία με την άλλη και μάλιστα όσο μικρότερη είναι η απόσταση τους, τόσο ασθενέστερο είναι το υλικό στο οποίο αποτυπώνονται (π.χ. φυλλίτες). Η φύλλωση μπορεί να ονομάζεται στρώση, στα ιζηματογενή, στρωμάτωση (λόγω διαφοράς στη σύσταση) στα πυριγενή, ή σχισμός – σχιστότητα στα μεταμορφωμένα.

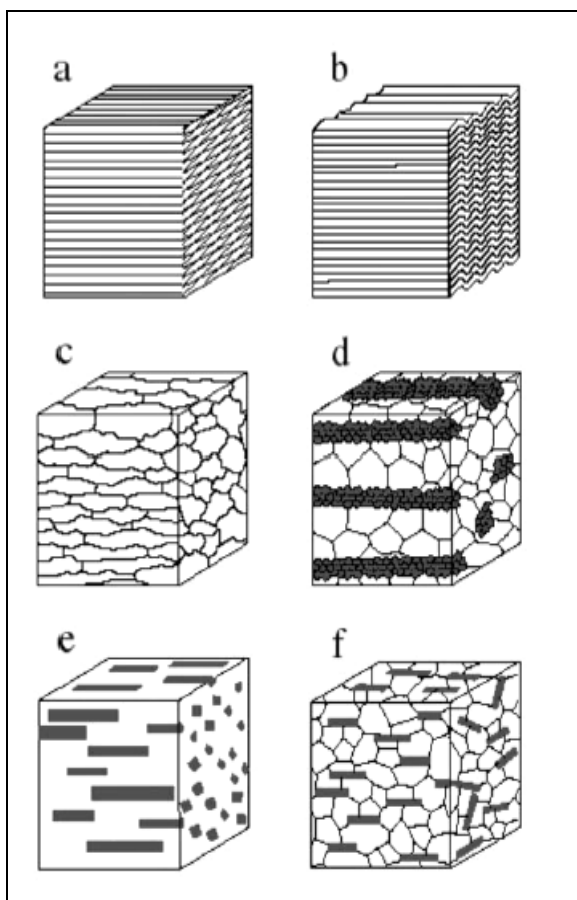
Τα στοιχεία του τεκτονικού ιστού που καθορίζουν και διαμορφώνουν μια φύλλωση παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.7.



Σχήμα 4.7: Στοιχεία του τεκτονικού ιστού που διαμορφώνουν την φύλλωση, α) στρωμάτωση, β) προτιμητέος προσανατολισμός των φυλλωδών ορυκτών (π.χ. μαρμαρυγία), γ) προτιμητέος προσανατολισμός των ορίων των κρυστάλλων και το σχήμα παραμορφωμένων ορυκτών (π.χ. χαλαζίας, ασβεστίτης κλπ.), δ) συστηματικές, κατά ζώνες μεταβολές και διαφοροποιήσεις στο μέγεθος των ορυκτών, ε) προτιμητέος προσανατολισμός φυλλωδών ορυκτών που βρίσκονται σε μια μάζα που αποτελείται από ορυκτά χωρίς προσανατολισμό (π.χ. οι μαρμαρυγίες σε ένα μαρμαρυγιακό χαλαζίτη ή γνεύσιο), ς) προτιμητέος προσανατολισμός αθροισμάτων ορυκτών που έχουν φακοειδές σχήμα, ζ) Ο προτιμητέος προσανατολισμός διαρρήξεων και μικρορηγματίων μέσα στο πέτρωμα, η) Ο συνδυασμός των περιπτώσεων α, β & γ, που είναι πολύ συχνός στα μεταμορφωμένα πετρώματα, (από Λόζιο, 2003).

4.4.2 Γράμμωση

Σαν γράμμωση ορίζονται όλες οι διαμπερείς δομές που παρουσιάζουν μια σαφή γραμμική διάταξη μέσα σε ένα γεωλογικό σώμα. Τα στοιχεία του τεκτονικού ιστού που καθορίζουν και διαμορφώνουν μία γράμμωση παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.8. Ας σημειωθεί πως σε επίπεδο λεπτής τομής είναι αρκετά δύσκολος ο διαχωρισμός μεταξύ της γράμμωσης και της φύλλωσης, αφού και ο δύο παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά.

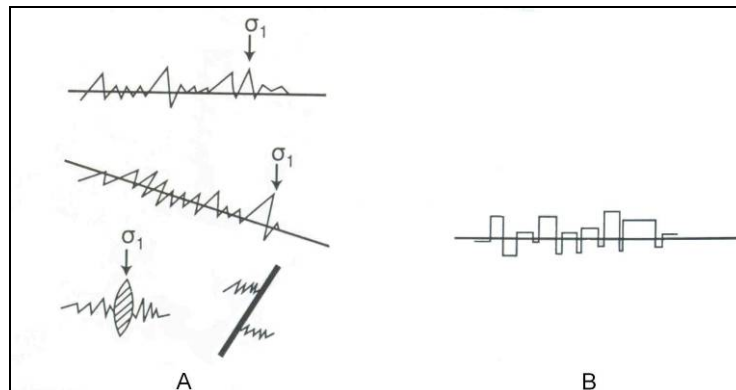


Σχήμα 4.8: Στοιχεία του τεκτονικού ιστού που διαμορφώνουν τη γράμμωση, α) γράμμωση διατομής που δημιουργείται από διατομή δύο επιφανειών (π.χ. δύο φυλλώσεων ή διατομή στρώσης και φύλλωσης), β) γράμμωση σε μη διερχόμενα γραμμικά στοιχεία ή γράμμωση από μικροπύχωση, που δημιουργείται από τα κορυφαία των μικροπυλών σε μια επιφάνεια φύλλωσης, γ) γράμμωση έκτασης ή εφελκυστική γράμμωση, που δημιουργείται από παραμορφωμένους και επιμηκυσμένους κόκκους ορυκτών κάτω από έντονη παραμόρφωση (π.χ. ο χαλαζίας που συνήθως σχηματίζει και ισομεγέθεις κόκκους), δ) Stretching lineation που δημιουργείται όμως από επιμήκυνση αθροισμάτων ορυκτών. Ακόμα και οι παραμορφωμένες κροκάλες ενός μετακροκαλοπαγούς μπορούν να δώσουν τέτοια γράμμωση. Αντίστοιχος με αυτόν είναι και ο όρος γραμμικός ιστός, ε) ορυκτολογική γράμμωση ή γράμμωση σε διερχόμενα γραμμικά στοιχεία, που δημιουργείται από την παράλληλη διεύθυνση ινωδών ορυκτών ή ορυκτών που έχουν επίμηκες σχήμα (π.χ. αμφίβολοι, σιλιμανίτης, τουρμαλίνης κλπ.), ς) ορυκτολογική γράμμωση που δημιουργείται από την παράλληλη διεύθυνση ενός άξονα φυλλωδών ορυκτών (π.χ. μαρμαρυγίες) [από Λόζιο, 2003].

4.4.2.1 Γράμμωση τεκτονικής ολίσθησης

Η γράμμωση τεκτονικής ολίσθησης σχηματίζεται πάνω στις ρηξιγενείς επιφάνειες ρηγμάτων από την τριβή που αναπτύσσεται κατά την αντίθετη κίνηση των τεμαχών εκατέρωθεν του ρήγματος (Κίλιας, 1985). Λόγω αυτής της προέλευσης η γράμμωση αυτή θεωρείται σαν μηχανική γράμμωση. Για τη βιβλιογραφία αναφέρεται πως υπάρχει και η στυλοειδής γράμμωση, που ουσιαστικά εμφανίζεται σαν μικρή ασυνέχεια με την μορφή ραφών (Σχήμα 4.9), όπως επίσης και η γράμμωση

ανακρυστάλλωσης, που δημιουργείται από την ανακρυστάλλωση του ασβεστίτη σε ινώδεις μορφές κατά τη διάρκεια της τεκτονικής κινήσεως.

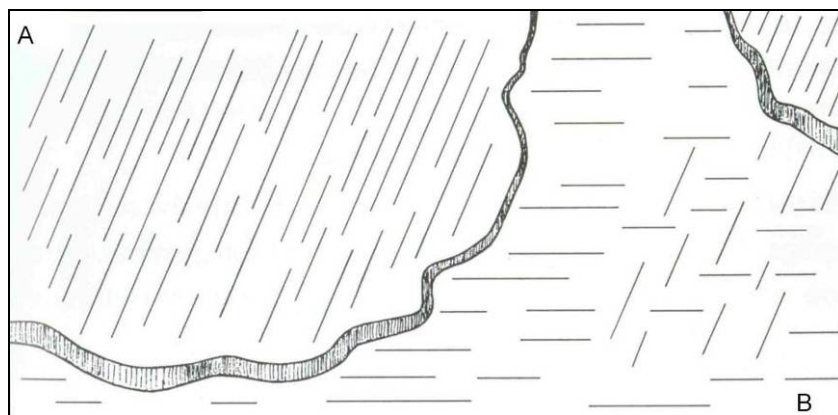


Σχήμα 4.9: Τύποι στυλόλιθων: Α) Τεκτονικοί, οι οποίοι προέρχονται από συμπιεστική τεκτονική, Β) Ιζηματολογικοί, ο σχηματισμός τους προέρχεται από την αποθετικές και διαγενετικές διεργασίες χωρίς τεκτονική δράση (από Παυλίδη & Μουντράκη, 1986).

Οι γραμμώσεις ολίσθησης εμφανίζονται σαν πολύ μικρές, λεπτές χαραγές πάνω σε λείες κατοπτρικές επιφάνειες, που όμως είναι ορατές με το γυμνό μάτι. Η διάταξη τους μας δίνει την τελευταία κίνηση που έλαβε χώρα. Είναι όμως δυνατό στην ίδια ρηξιγενή επιφάνεια να παρατηρηθούν πάνω από μία γραμμώσεις. Επομένως έχουμε ένα επιπλέον στοιχείο για τη μελέτη της κινητικής εξέλιξης του ρήγματος, αφού κάθε διαφορετική κίνηση, θα δημιουργήσει διαφορετικής διεύθυνσης γράμμωση ολίσθησης.

Συνήθως οι γραμμώσεις ολίσθησης εμφανίζονται μαζί με άλλες μικροδομές. Ο συνδυασμός των δομών και η παρατήρησή τους βοηθά στον καθορισμό της φοράς της κίνησης της ρηξιγενούς επιφάνειας. Η γράμμωση ολίσθησης τοποθετείται κάθετα στην παράταξη του ρήγματος ή παράλληλα στη διεύθυνση κλίσης αυτού, στα κανονικά και ανάστροφα ρήγματα, σε ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης, παράλληλα στην παράταξη ή κάθετα στη διεύθυνση κλίσης του ρήγματος, ενώ σε πλάγια ρήγματα τοποθετείται πλάγια στην παράταξη ή στη διεύθυνση κλίσης με ανάλογη κλίση προς το οριζόντιο επίπεδο. Στην περίπτωση που έχουμε δραστηριοποίηση της επιφάνειας πάνω από μία φορές, έχουμε τον σχηματισμό στην επιφάνεια αυτή ενός λεπτού (0 - 5 mm) επιφλοιώματος ανακρυσταλλωμένου υλικού, ως επί το πλείστον ασβεστιτικού, το οποίο καλύπτει τις προγενέστερες γραμμώσεις. Στην περίπτωση αυτή, αν απομακρυνθεί το επιφλοιώμα μπορεί να παρατηρηθεί η προγενέστερη κίνηση (Σχήμα 4.10). Αν υπάρχουν περισσότερα του ενός επιφλοιώματα, που

τοποθετούνται το ένα πάνω στο άλλο, τότε υπάρχουν και περισσότερες της μίας δραστηριοποιήσεις τους ρήγματος.

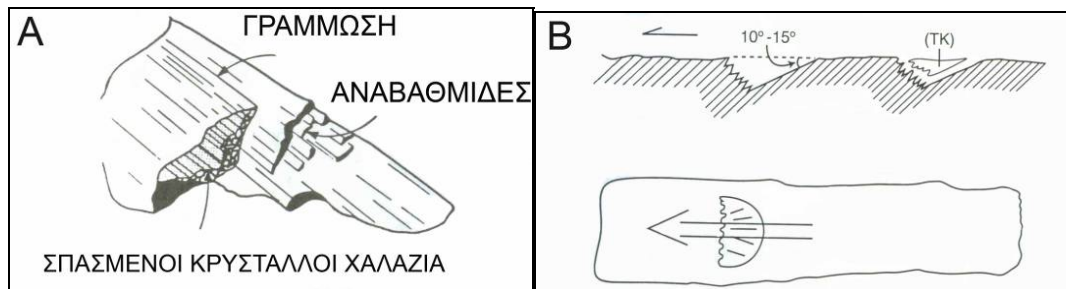


Σχήμα 4.10: Σκαρίφημα που απεικονίζει πρόσοψη κατοπτρικής επιφάνειας ρήγματος με δύο γενείς γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης. Διακρίνεται ασβεστιτικό επιφλοιώμα (A) με πλάγιες γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης που αντιπροσωπεύουν κίνηση του ρήγματος με ισχυρή κανονική συνιστώσα και ασθενέστερη οριζόντια. Η απομάκρυνση του επιφλοιώματος αποκαλύπτει την επιφάνεια (B) η οποία φέρει οριζόντιες γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης, που οφείλονται σε προγενέστερη κίνηση του ρήγματος το οποίο ήταν οριζόντιας μετατόπισης. Η νεότερη κανονική κίνηση δημιούργησε πλάγιες γραμμώσεις και σε ορισμένα σημεία της επιφάνειας (B) τα οποία προφανώς δεν καλύπτονταν από το επιφλοιώμα (A) όταν έγινε η νεότερη κίνηση, (από Παυλίδη, 2003).

4.4.3 Τεκτογλυφές

Οι τεκτογλυφές αποτελούν βαθουλώματα ή προεξοχές που προέρχονται από την ανακρυστάλλωση ορυκτών τα οποία έχουν αποτεθεί πάνω στην επιφάνεια του ρήγματος. Αυτές εμφανίζονται πάνω στη ρηξιγενή επιφάνεια, η οποία δεν είναι ποτέ απόλυτα λεία και καθορίζουν τον προσανατολισμό της τεκτονικής κίνησης.

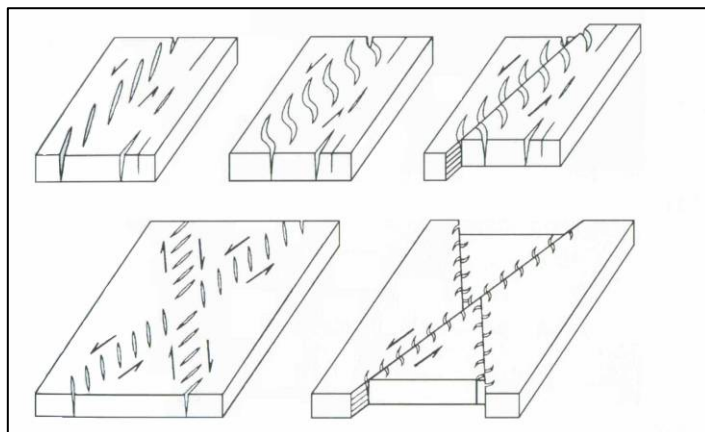
Μια πολύ κοινή μορφή των τεκτογλυφών αποτελούν οι «τεκτονικές βαθμίδες» ή “steps” (Σχήμα 4.10). Αυτές είναι μικρές κλιμακωτές δομές, μεγέθους χιλιοστών ή εκατοστών, που διακόπτουν την συνέχεια των λείων κατοπτρικών επιφανειών σαν «σκαλοπάτια» προσανατολισμένα στη φορά κίνησης. Ένας πρακτικός, αλλά αρκετά αξιόλογος τρόπος να βρεθεί η σχετική κίνηση των τεμαχών μίας ρηξιγενούς δομής, είναι να τοποθετήσουμε το χέρι πάνω στην επιφάνεια και να παρατηρήσουμε προς ποια κατεύθυνση αισθανθούμε ανωμαλίες στην επιφάνεια. Η κίνηση της δομής είναι αντίθετη από αυτή την κίνηση του χεριού μας.



Σχήμα 4.10: Α) Ρηξιγενής επιφάνεια και δημιουργία γραμμώσεων ολίσθησης με αναβαθμίδες, (κατά Hobbs et al., από Κίλια, 1985), Β) Σκαρίφημα σχηματισμού μίας τεκτογλυφής, (από Παυλίδη & Μουντράκη, 1986).

4.4.4 Πτεροειδείς διακλάσεις / ρωγμώσεις

Οι πτεροειδείς διακλάσεις είναι μικρορωγμώσεις με φακοειδές ή σιγμοειδές σχήμα, μήκους μερικών εκατοστών ως αρκετά εκατοστά και πλάτους χιλιοστών ή λίγων εκατοστών και είναι το αποτέλεσμα της δράσεως διατμητικών τάσεων, συμπιεστικών ή εφελκυστικών δυνάμεων. Σχηματίζονται κυρίως σε ζώνες ρηγμάτων στις περιοχές των ορίων των δύο μετακινούμενων τεμαχών. Οι πτεροειδείς διακλάσεις συνήθως πληρώνονται από ανακρυσταλλωμένο υλικό που προέρχεται από το πέτρωμα που τις φιλοξενεί. Επίσης το σχήμα και η διάταξη τους, μπορούν να δώσουν στοιχεία ικανά για την εξακρίβωση των επί μέρους κινήσεων των τμημάτων του γεωλογικού σχηματισμού. Η διεύθυνση κίνησης θα συμπίπτει με τη φορά του βέλους, που τοποθετείται στην οξεία, κάθε φορά γωνία, που σχηματίζεται από την πτεροειδή διάκλαση και το όριο επαφής των δύο τμημάτων ή της διατμητικής ρήξης και σημαδεύει την κορυφή της οξείας αυτής γωνίας (Σχήμα 4.11) [Κίλιας, 1985].



Σχήμα 4.11: Διάφορες μορφές πτεροειδών διακλάσεων, (κατά Mattauer, 1973, από Παυλίδη, 2003).

4.4.5 Ζώνες διάτμησης

4.4.5.1 Γενικά στοιχεία για τις ζώνες διάτμησης

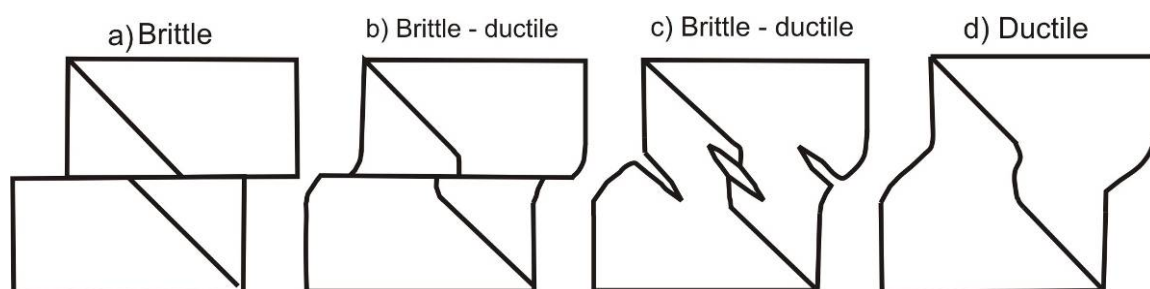
Η εμφάνιση πολλών διαδοχικών ρηξιγενών επιφανειών, μεταξύ δύο κύριων ακραίων ρηγμάτων, ονομάζεται ρηξινενής ζώνη. Ζώνη διάτμησης ονομάζεται μία ζώνη με υποπαράλληλα τοιχώματα μέσα στα οποία το πέτρωμα παραμορφώνεται εντονότερα σε σχέση με το λιγότερο ή καθόλου παραμορφωμένο πέτρωμα (Κίλιας, 1985 & Κουκουβέλας, 1998).

Για να γίνει η κατανόηση τους πιο εύκολη, θεωρείται ότι τα όρια τους είναι επίπεδα. Ανάλογα με το ποσό της παραμόρφωσης μέσα στην ζώνη, μπορεί να γίνει ο διαχωρισμός τους σε τρεις κατηγορίες: α) πλαστικού τύπου ζώνες διάτμησης, (ductile), οι οποίες ευνοούνται κυρίως σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας, β) θραυσιγενείς ζώνες, (brittle), σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας, και γ) ενδιάμεση κατάσταση των δύο παραπάνω περιπτώσεων (brittle-ductile shear zones) [Σχήμα 4.12].

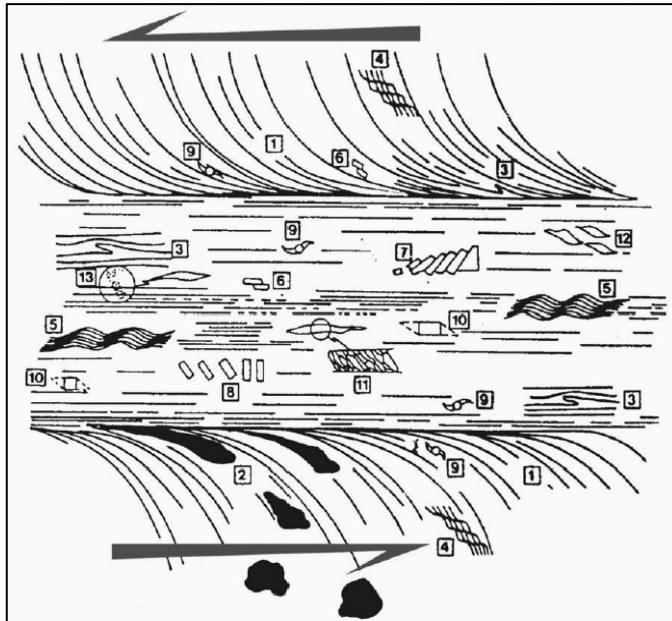
Το μήκος των ζωνών διάτμησης είναι μεγαλύτερο ως προς πλάτος, και η αναγνώρισή τους στην ύπαιθρο είναι σχετικά απλή, αφού τα δύο τοιχώματα που την οριοθετούν, είναι ευδιάκριτα. Αν όμως το πάχος της ζώνης είναι πολύ μεγάλο, η αναγνώρισή της γίνεται με την βοήθεια των κινηματικών δεικτών (Σχήμα 4.13), οι οποίοι έχουν δημιουργηθεί από την προοδευτική παραμόρφωση και δείχνουν την φορά και την διεύθυνση κίνησης μέσα στη ζώνη.

Οι δείκτες μπορούν να δημιουργηθούν σε όλη τη διάρκεια εξέλιξης και δημιουργίας της ζώνης διάτμησης, και ενδεχομένως να αποτυπώνουν πάνω από ένα κινηματικό επεισόδιο. Το νεώτερο όμως γεγονός είναι το μόνο που μπορεί να αναγνωριστεί.

Παρακάτω θα αναλυθούν όσοι από τους κινηματικούς δείκτες παρατηρήθηκαν στις εργασίες υπαίθρου.



Σχήμα 4.12: Κατηγορίες ζωνών διάτμησης ανάλογα με τον τύπο της παραμόρφωσης. α) θραυσιγενής, β) και γ) μεικτός τύπος των α) και δ), δ) πλαστική (Ramsay, 1979).



Σχήμα 4.13: Οι σημαντικότεροι κινηματικοί δείκτες για τον προσδιορισμό της φοράς διάτμησης, σε μυλωνιτικές ζώνες. 1) περιστροφή προϋπάρχουσας ή σχηματιζόμενης σχιστότητας, στα όρια της ζώνης διάτμησης, 2) περιστροφή δεικτών παραμόρφωσης, 3) ασυμμετρία μικροπτυχών στο εσωτερικό της ζώνης (intrafoliate), 4) μικροζώνες διάτμησης C, 5) μικροζώνες διάτμησης S, 6) διατμημένοι πορφυροβλάστες, 7) περιστροφή θραυσμάτων λόγω διατμητικών διαρρήξεων, 8) περιστροφή θραυσμάτων λόγω διαρρήξεων έκτασης, 9) ασυμμετρία σκιών πίεσης γύρω από περιστρεφόμενους κλάστες, 10) ασυμμετρία σκιών πίεσης γύρω από μη περιστρεφόμενους κλάστες, 11) ασυμμετρία επιμηκυσμένων κρυστάλλων χαλαζία, 12) mica fish, 13) ασυμμετρία c αξόνων χαλαζία, (Passchier 1996).

4.4.5.2 Κρύσταλλοι σαν κινηματικοί δείκτες

Είναι γνωστό, πως όταν ασκηθεί τάση σε ένα πέτρωμα, τότε το σχήμα των κρυστάλλων του μεταβάλλεται, δημιουργώντας φακούς ή συσσωματώματα, που τείνουν να προσεγγίσουν τις γραμμές ροής του ιζώδους πεδίου της ζώνης διάτμησης, (Κουκουβέλας, 1998). Έτσι είναι πολύ βασική η γνώση της θέσης των δεικτών με βάση τους άξονες της τάσης ή τις γραμμές ροής. Αν ο μεγάλος άξονας των κρυστάλλων είναι παράλληλος με τις γραμμές ροής, (ουσιαστικά με της κίνησης), τότε δεν θα αλλάξουν την αρχική τους θέση, επομένως και το σχήμα τους. Σε οποιαδήποτε άλλη θέση, θα κινηθούν με τέτοιο τρόπο, ώστε ο μεγάλος άξονας τους να γίνει παράλληλος με την κίνηση.

4.4.5.3 Εγκλείσματα

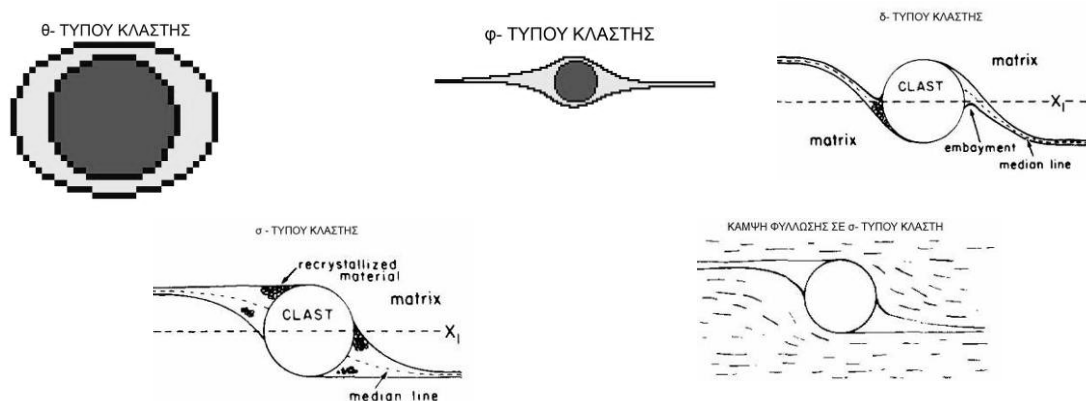
Πολλές φορές, τα εγκλείσματα μπορούν να λειτουργήσουν σαν δείκτες κινηματικής. Πιο συγκεκριμένα, οι πορφυροβλάστες που αναπτύσσονται σε μεταμορφωμένα πετρώματα, σχηματίζουν αποφύσεις, η δημιουργία των οποίων οφείλεται σε μία φυσικοχημική διαδικασία. Κατά τον τεκτονισμό, στα δύο άκρα του πορφυροβλάστη δημιουργούνται συγκεκριμένοι χώροι, όπου αποτρέπεται η άσκηση πολύ μεγάλων πιέσεων. Οι χώροι αυτοί ονομάζονται αποφύσεις, (ή σκιές πίεσης), και εκεί κρυσταλλώνονται ορυκτά τα οποία παρουσιάζουν πολύ μεγάλη διαλυτότητα σε σχέση με την πίεση, και αποτελούν την ευνοϊκότερη περιοχή για την κρυστάλλωσή

τους, (Δημητριάδης, 1988). Ο χαλαζίας, ο βιοτίτης, τα πλαγιόκλαστα είναι μερικά ορυκτά τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν σκιές πίεσης. Μέσα στις θέσεις αυτές μπορούν να δημιουργηθούν μικροδομές της τάξης ελαχίστων χιλιοστών, όπως μικροπτυχώσεις και μικρορρηγματώσεις που μπορούν να δώσουν σημαντικά στοιχεία για τη φορά της κίνησης.

4.4.5.4 Ουρές των κλαστών

Προϋπόθεση για την δημιουργία ουρών στους κλάστες, είναι να έχουν μικρό θερμοκρασιακό εύρος σχηματισμού και να έχουν ήδη σχηματιστεί κατά το μεγαλύτερο τμήμα τους, όταν αναπτύσσεται η ζώνη διάτμησης, (Κουκουβέλας, 1998). Όταν οι συγκεκριμένες συνθήκες επικρατούν, τότε δημιουργούνται διάφορα σχέδια στις αποφύσεις των κρυστάλλων, και ανάλογα με την μορφή που αυτές έχουν ονομάζονται:

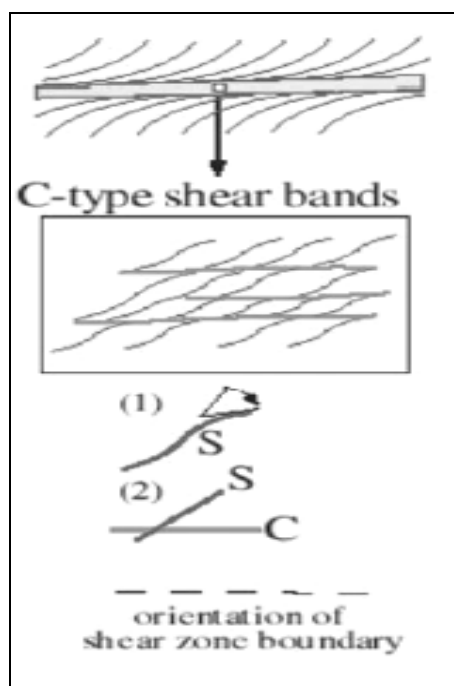
- «θ», όταν το περίγραμμα του μεγακρυστάλλου δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμα αποφύσεις, (Σχήμα 4.14).
- «σ», όταν οι αποφύσεις δεν βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, αλλά χαρακτηρίζονται από έναν αναβαθμό, (Σχήμα 4.14).
- «φ», όταν οι αποφύσεις χαρακτηρίζονται από αξονική συμμετρία, (Σχήμα 4.14).
- «δ», όταν οι αποφύσεις χαρακτηρίζονται από μία εγκόλπωση, με ή χωρίς αναβαθμό (Σχήμα 4.14).
- «σύνθετα αντικείμενα», τα οποία χαρακτηρίζονται πάνω μία ή περισσότερες αποφύσεις, εκ των οποίων η πρώτη σχηματιζόμενη έχει πτυχωθεί, ενώ η τελευταία όχι (Σχήμα 4.14).



Σχήμα 4.14: Οι κυριότεροι τύποι κλαστών. Η κίνηση της ζώνης διάτμησης είναι προς τα αριστερά, (Passchier & Simpson, 1986).

4.4.5.5 S – C δομές

Οι επιφάνειες S, αντιστοιχούν σε επιφάνειες που τα ορυκτά του πετρώματος τοποθετούνται με κάποιο προτιμητέο προσανατολισμό, (παράλληλα στο επίπεδο xy του τελικού ελλειψοειδούς παραμόρφωσης), και ουσιαστικά αντιπροσωπεύουν την φύλλωση του πετρώματος. Οι C επιφάνειες είναι παράλληλες στη διεύθυνση της διάτμησης και παραμορφώνουν τις επιφάνειες S, (ονομάστηκαν έτσι από την γαλλική λέξη “cisaillement” που σημαίνει διάτμηση. Ουσιαστικά οι S – C δομές δημιουργούνται από την στροφή και παραμόρφωση της φύλλωσης του πετρώματος. Η ανομοιογένεια που υπάρχει, τόσο λόγω σύστασης, αλλά κυρίως λόγω της ανομοιογένειας στην εφαρμογή της τάσης, έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη μίας νέας δεύτερης δομής, της επιφάνειας C. Πετρώματα που αναπτύσσονται σε διατμητικές ζώνες και έχουν τέτοιες δομές, ονομάζονται S - C μυλωνίτες (Σχήμα 4.15).



Σχήμα 4.15: Μορφή των S – C δομών, (Passchier, 1996).

5. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ

5.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό αναπτύσσονται οι εργασίες και οι παρατηρήσεις υπαίθρου που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας διατριβής ειδίκευσης. Επίσης, αποτυπώνονται σε δίκτυα Schmidt οι μετρήσεις τεκτονικών επιφανειών, καθώς και οι γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης, προσδιορίζεται το πεδίο των τάσεων και παρουσιάζονται γεωλογικές τομές που συλλέχθηκαν βάσει της συσχετιζόμενης βιβλιογραφίας της «ενότητας Βοιωτίας», αλλά και της ευρύτερης περιοχής, καθώς και γεωλογικές τομές που κατασκευάστηκαν από τους γεωλογικούς χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε.

5.2 Τεκτονική

Στην παράγραφο αυτή, παρουσιάζονται οι μετρήσεις που έγιναν κατά τις εργασίες υπαίθρου στην εξεταζόμενη περιοχή. Παρατίθενται δίκτυα Schmidt με όλα τα στοιχεία κινηματικής που ελήφθησαν. Περιγράφονται αρχικά οι παρατηρήσεις της κάθε περιοχής και έπειτα δίνονται τα αντίστοιχα σχεδιαγράμματα. Η ανάλυση των τάσεων έγινε με δύο μεθόδους: την P- T μέθοδο του Turner (1953) και τη μέθοδο των διέδρων γωνιών των Angelier & Mechler (1977), ώστε να επιβεβαιωθούν τα αποτελέσματα. Η πρώτη μέθοδος μπορεί να υπολογίσει τους κύριους άξονες σ_1 , σ_2 , και σ_3 , σε ενώ η δεύτερη δίνει την περιοχή έντονης συμπίεσης και εφελκυσμού. Όλες οι μετρήσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 3 (Βλ. Παράρτημα).

ι) Περιοχή NNA της Αλιάρτου

Στους ασβεστόλιθους Άνω Τριαδικού – Κάτω Ιουρασικού, της Υποελαγονικής ζώνης, οι οποίοι βρίσκονται επωθημένοι πάνω στον Παλαιοκαινικό – Ηωκαινικό φλύσχη της «Βοιωτίας», αναπτύσσονται επιφάνειες με κύρια διεύθυνση ανάπτυξης (παράταξη) BBA- NNA, αλλά και BBA- NNA, με μεγάλη γωνία κλίσης. Πρόκειται για επιφάνειες που βρέθηκαν στην επαφή των παραπάνω σχηματισμών με κανονική συνιστώσα κίνησης, αλλά και ορισμένων κινηματικών δεικτών, πάνω στους οποίους εντοπίστηκε τεκτονική γράμμωση με κανονική επίσης συνιστώσα. Οι δείκτες αυτοί είναι ασβεστολιθικής σύστασης και εντοπίστηκαν στην ευρύτερη περιοχή της επώθησης. Στην ίδια περιοχή εμφανίζονται και ασβεστόλιθοι της ζώνης «Βοιωτίας» ηλικίας Ανωτέρου Κρητιδικού – Παλαιοκαίνου, οι οποίοι βρίσκονται επωθημένοι

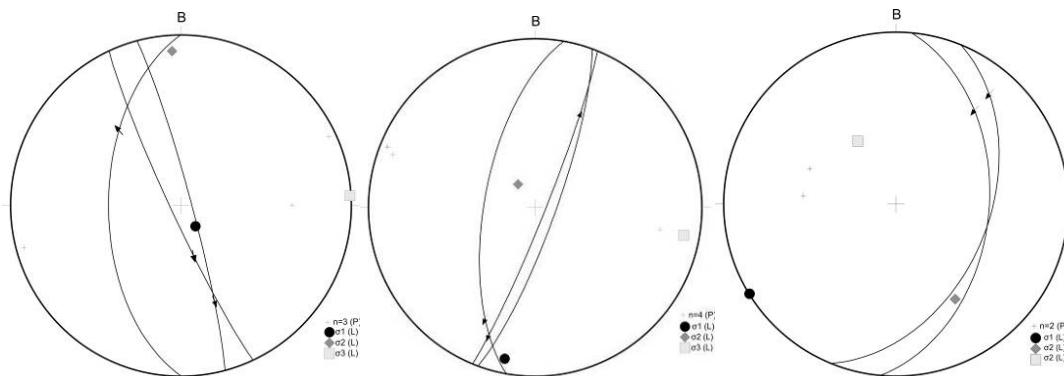
πάνω στο φλύσχη της ίδιας ζώνης. Οι επιφάνειες αυτές φανερώνουν ανάστροφη κίνηση.

Σε μία ασβεστολιθική επιφάνεια εντοπίστηκαν δύο διαφορετικές γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης. Τα στοιχεία αυτής είναι η $112^\circ/85^\circ$ p(1): 40° B και p(2): 20° N, (Βλ. Παράρτημα – Σημείο 31), και βρέθηκε σε πρανές που 'κόβει' τον Ηωκαινικό φλύσχη της «Βοιωτίας» και τους Ανώτερου Τριαδικού – Κατώτερου Ιουρασικού ασβεστόλιθους της Υποπελαγονικής ζώνης, δηλαδή ακριβώς στην επώθηση των ασβεστόλιθων πάνω στον φλύσχη (Σχήμα 5.1). Η πρώτη έχει κανονική συνιστώσα κίνησης και είναι νεώτερη από την άλλη, η οποία έχει επίσης κανονική αριστερόστροφη συνιστώσα κίνησης. Η επιφάνεια αυτή με τις δύο διαφορετικές γραμμώσεις αποδεικνύει ότι έχει δραστηριοποιηθεί τουλάχιστον δύο φορές, από δύο διαφορετικές τεκτονικές φάσεις.

Η μελέτη των διαγραμμάτων Schmidt (Σχήμα 5.2), που προκύπτουν από τις παραπάνω επιφάνειες, δείχνει πως αυτές έχουν διεύθυνση ανάπτυξης BBA – NNA, αλλά επίσης BBA – NNA, με μεσαίας ως μεγάλης γωνίας κλίσης. Οι τεκτονικές γραμμώσεις που αναπτύσσονται σε αυτές έχουν διεύθυνση βύθισης κυρίως NNΔκή ή NNAκή. Οι κινηματικοί δείκτες που βρέθηκαν στην περιοχή επιτρέπουν τον ισχυρισμό πως οι σχηματισμοί της Υποπελαγονικής τείνουν να κινηθούν προς τα ΝΔ.

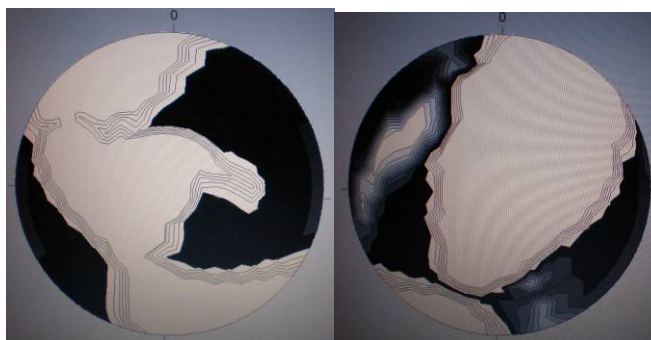


Σχήμα 5.1: Πάνω: η επώθηση των ασβεστόλιθων της Υποπελαγονικής ζώνης ηλικίας Ανωτ. Τριαδικού-Κατ. Ιουρασικού επί του Ηωκαινικού φλύσχη της Βοιωτίας. Το μαύρο βέλος δείχνει τη θέση λήψης της κάτω φωτογραφίας. Κάτω: τα κόκκινα βέλη δείχνουν την ρηξιγενή επιφάνεια πάνω στην οποία βρέθηκαν οι δύο διαφορετικές γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης (στη μικρή φωτογραφία που αποτελεί λεπτομέρεια της προηγούμενης).



Σχήμα 5.2: Δίκτυα Schmidt κανονικών (αριστερά), οριζόντιας μετατόπισης κανονικής συνιστώσας (κέντρο) και ανάστροφων (δεξιά) ρηξιγενών επιφανειών που παρατηρούνται στην περιοχή ΝΝΑ της Αλιάρτου, σ_1 : μαύρος κύκλος, σ_2 : γκρι ρόμβος σ_3 : άσπρο τετράγωνο (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 31, 32, 38, 39).

Επίσης δίνονται οι σ_1 και σ_3 άξονες που υπολογίστηκαν με τη μέθοδο των διεδρων γωνιών (Σχήμα 5.3). Η λευκή περιοχή αντιπροσωπεύει τον συμπίεστικό άξονα σ_1 , ενώ η σκούρα τον εφελκυστικό άξονα σ_3 .



Σχήμα 5.3: Γραφήματα που δίνουν τις περιοχές που αναπτύσσονται οι άξονες συμπίεσης και εφελκυσμού (εξήγηση βλέπε κείμενο).

ii) Περιοχή ‘Στρούγκα Δρόση’

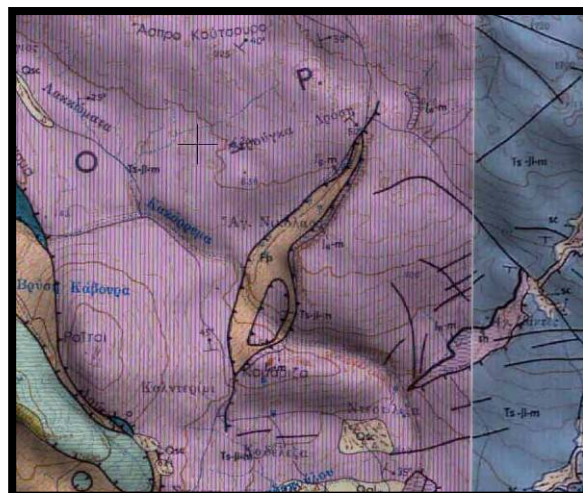
Στην περιοχή ‘Στρούγκα Δρόση’ (Εικόνα 5.1), η οποία αναπτύσσεται στους πρόποδες του υψώματος ‘Άσπρο Κούτσουρο’, παρατηρείται ένα μικρό τεκτονικό παράθυρο του φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας, μέσα στα ανθρακικά πετρώματα της Υποπελαγονικής ζώνης, ηλικίας Άνω Τριαδικού – Ιουρασικού. Σύμφωνα με το γεωλογικό φύλλο «ΛΕΒΑΔΕΙΑ» παρουσιάζεται κατά θέσεις ο φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας να βρίσκεται επωθημένος πάνω στα ανθρακικά πετρώματα της Υποπελαγονικής, ενώ κατά άλλες θέσεις να συμβαίνει το αντίθετο. Δηλαδή οι ασβεστόλιθοι να βρίσκονται επωθημένοι πάνω στο φλύσχη. Από την επί τόπου έρευνα και μελέτη της συγκεκριμένης περιοχής αποδείχθηκε πως η δεύτερη θέση από τα παραπάνω δεδομένα του χάρτη είναι η σωστή. Αποδεικνύεται δηλαδή πως οι ασβεστόλιθοι βρίσκονται επωθημένοι πάνω στο φλύσχη, σε τρεις

διαδοχικές θέσεις, (Βλ. Παράρτημα - Φωτογραφίες 1, 2 & 3). Επίσης παρατηρούνται αρκετά κανονικά ρήγματα μέσα στο φλύσχη (Βλ. Παράρτημα, Πίνακας 3 - Σημείο 14 & Φωτογραφία 4). Χαρακτηριστικό στη συγκεκριμένη περιοχή είναι οι μορφές που έχει ο φλύσχος λόγω της αιολικής αποσάθρωσης, με τις ψαμμιτικές μπάντες να 'προεξέχουν' λόγω τις αντοχής τους σε φαινόμενα αποσάθρωσης (Βλ. Παράρτημα, Φωτογραφία 5).

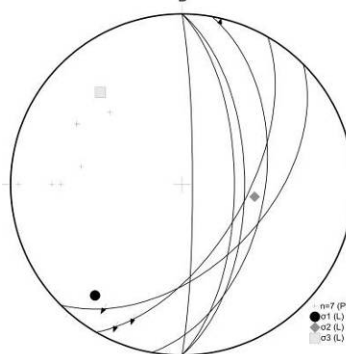
Κατά τις εργασίες υπαίθρου στην περιοχή, εντοπίστηκαν ρηξιγενείς επιφάνειες στην επαφή των προαναφερόμενων σχηματισμών, οι οποίες παρουσιάζουν, κατά μέσο όρο, γενική παράταξη BA-NA, διεύθυνση βύθισης προς τα NA, ενώ η γωνία κλίσεως τους κυμαίνεται από 35° – 85° . Η επεξεργασία των διαγραμμάτων Schmidt δείχνει πως η γράμμωση ολίσθησης που εντοπίζεται σε κανονικές επιφάνειες έχει διεύθυνση βύθισης προς τα NNA, με μικρή γωνία βύθισης (5° – 20°), ενώ η γράμμωση στην ανάστροφη επιφάνεια έχει διεύθυνση βύθισης BBA με επίσης μικρή γωνίας βύθισης.

Επίσης η ανάλυση των τάσεων στην περιοχή 'Στρούγκα Δρόση' δείχνει τον σ_1 άξονα να είναι σχεδόν οριζόντιος με διεύθυνση βύθισης είτε προς τα NA, αν πρόκειται για κανονικής συνιστώσας κίνησης επιφάνειες, (Σχήμα 5.4). Επίσης στην επιφάνεια τεκτονικής τοποθέτησης των ασβεστόλιθων στον φλύσχη, παρατηρήθηκαν δύο διαφορετικές γραμμώσεις τεκτονικής ολίσθησης, μία κανονική και μία ανάστροφη, ενώ από την παρατήρηση των δικτύων Schmidt (Σχήμα 5.5), αποδεικνύεται πως πρόκειται για την ίδια επιφάνεια, με την ανάστροφη συνιστώσα κίνησης να θεωρείται παλαιότερη από την κανονική.

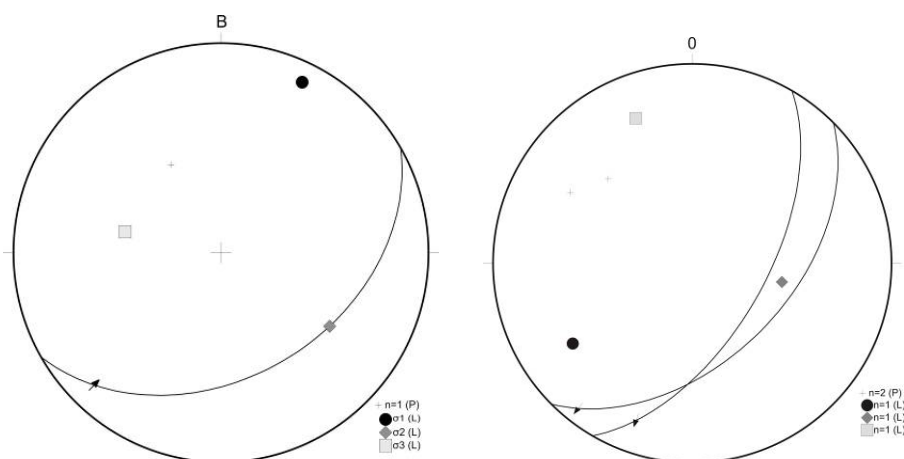
Ελήφθησαν επίσης τεκτονικά στοιχεία από στρώσεις και διακλάσεις που παρατηρήθηκαν στα ανθρακικά πετρώματα της περιοχής και τα ροδοδιαγράμματά τους παρουσιάζονται παρακάτω (Σχήμα 5.6 & 5.7 αντίστοιχα).



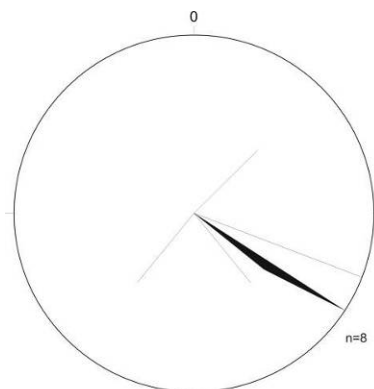
Εικόνα 5.1: Τμήμα του γεωλογικού χάρτη της περιοχής που παρουσιάζεται η περιοχή 'Στρούγκα Δρόση'. Στην εικόνα αυτή είναι εμφανής η τεκτονική σχέση των ασβεστόλιθων της Υποπελαγονικής ζώνης και του φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας, (ΦΥΛΛΟ ΛΕΒΑΔΕΙΑ, Ι.Γ.Μ.Ε.)



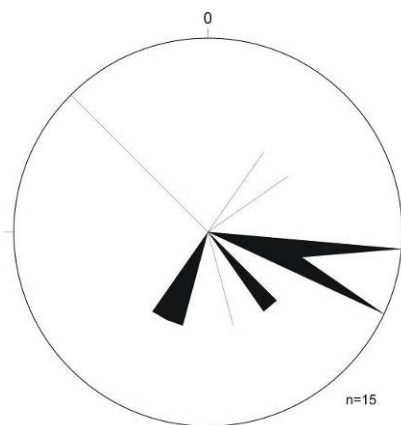
Σχήμα 5.4: Δίκτυα Schmidt κανονικής (αριστερά) και ανάστροφης (δεξιά) συνιστώσας κίνησης ρηξιγενών επιφανειών μεσαίας ως μεγάλης γωνίας κλίσης που παρατηρούνται στην περιοχή 'Στρούγκα Δρόση', σ_1 : μαύρος κύκλος, σ_2 : γκρι ρόμβος σ_3 : άσπρο τετράγωνο (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21).



Σχήμα 5.5: Δίκτυα Schmidt ανάστροφης (αριστερά) και κανονικής (δεξιά) συνιστώσας κίνησης της επώθησης των ασβεστόλιθων της Υποπελαγονικής επί του φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας, που παρατηρούνται στην περιοχή 'Στρούγκα Δρόση', σ_1 : μαύρος κύκλος, σ_2 : γκρι ρόμβος σ_3 : άσπρο τετράγωνο (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21).



Σχήμα 5.6: Ροδοδιάγραμμα διευθύνσεων κλίσεων στρώσεων των ασβεστόλιθων Ανώτερου Τριαδικού της Υποπελαγονικής ζώνης στην περιοχή 'Στρούγκα Δρόση'. Από το ροδοδιάγραμμα παρατηρείται πως ένα ποσοστό των στρώσεων έχει διεύθυνση ανάπτυξης ΒΔ-ΝΑ, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό αναπτύσσεται κατά την ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση, (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21).



Σχήμα 5.7: Ροδοδιάγραμμα διευθύνσεων κλίσεων διακλάσεων που μετρήθηκαν κατά τις εργασίες υπαίθρου των ασβεστόλιθων Ανώτερου Τριαδικού της Υποπελαγονικής ζώνης στην περιοχή 'Στρούγκα Δρόση'. Διακρίνονται τρία συστήματα διακλάσεων με διεύθυνση ανάπτυξης ΒΔ-ΝΑ, ΒΑ-ΝΔ & ΒΒΑ-ΝΝΔ, (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21).

iii) Περιοχή Υψώματος Ροϊτσίου

Στην περιοχή του υψώματος Ροϊτσίου (Σχήμα 5.8), είναι εμφανής η επώθηση των ασβεστολιθικών πετρωμάτων της Υποπελαγονικής ζώνης, ηλικίας Ανωτέρου Τριαδικού – Κατωτέρου Ιουρασικού, πάνω στους οφειόλιθους ηλικίας Τιθωνίου-Κατώτερου Κρητιδικού, οι οποίοι με τη σειρά τους τοποθετούνται τεκτονικά πάνω στον Ηωκαινικής ηλικίας φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας. Παρόλα αυτά, μετρήσιμες επιφάνειες κατά μήκος της επαφής είναι αρκετά δύσκολο να εντοπιστούν. Ένα μέρος των παραπάνω επιφανειών εμφανίζεται κατά μήκος του ρέματος «Κακόρεμα», με αποτέλεσμα την έντονη διάβρωση αυτών, ενώ ένα άλλο εμφανίζεται στο ύψωμα του Ροϊτσίου, αλλά λόγω της έντονης τεκτονικής δράσης δεν βρέθηκαν υγιείς επιφάνειες προς μέτρηση. Χαρακτηριστικά σημειώνεται πως σε μία ζώνη

μήκους μόλις των 5 μέτρων παρατηρούνται πετρώματα και των τριών προαναφερόμενων σχηματισμών με μυλωνιτωμένο υλικό.

Στην επαφή των ασβεστολιθικών πετρωμάτων της Υποπελαγονικής και των υποκείμενων οφειολίθων, εντοπίστηκε τεκτονικό κροκαλολατυποπαγές με ασβεστολιθικές λατύπες, σχετικά μεγάλου πάχους (Βλ. Παράρτημα, Φωτογραφία 6). Η πρώτη εντύπωση που δίνει ο σχηματισμός αυτός είναι πως αποτελεί ένα λατυποπαγές του Νεογενούς. Με προσεκτικότερη όμως παρατήρηση αποδεικνύεται πως πρόκειται για ένα τεκτονικό λατυποπαγές προερχόμενο από την επώθηση των ασβεστόλιθων πάνω στα οφειολιθικά υλικά, το οποίο λόγω της δράσης του νερού διαβρώθηκε. Η μετέπειτα συγκόλλησή του δίνει την εικόνα Νεογενών κορημάτων. Παρόμοιο λατυποκροκαλοπαγές βρέθηκε στην περιοχή του Λαφυστίου (Βλ. Παράρτημα, Φωτογραφία 9).

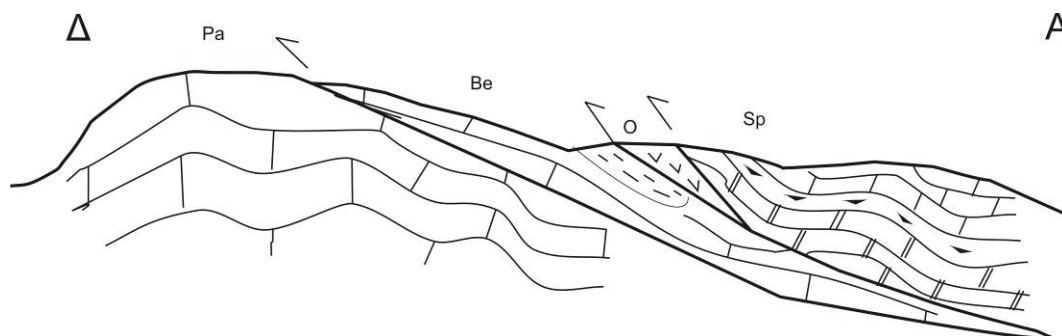
Οι μόνες ικανοποιητικές μετρήσεις έγιναν σε ένα μικρό λατομείο, όχι πολύ μακριά από την επαφή που μόλις προαναφέρθηκε, όπου βρέθηκαν δύο επιφάνειες με πολύ μικρή γωνία κλίσης και διεύθυνση ανάπτυξης $\Delta - A$, ενώ η τεκτονική γράμμωση ολίσθησης (Βλ. Παράρτημα, Φωτογραφία 7), που παρουσιάζουν βυθίζεται προς τα ΒΔ. Οι επιφάνειες αυτές εντοπίστηκαν μέσα στους ασβεστόλιθους Ανωτέρου Τριαδικού – Κατωτέρου Ιουρασικού της Υποπελαγονικής ζώνης.

Βρέθηκε μία ακόμη επιφάνεια στο ύψωμα του Ροϊτσίου, αντίρροπη προς το πρανές, με μεγάλη γωνία κλίσης (70°) και διεύθυνση βύθισης προς τα ΒΑ (Βλ. Παράρτημα, Φωτογραφία 8), ενώ η τεκτονική γράμμωση ολίσθησης έχει ανατολική διεύθυνση βύθισης και φέρνει σε επαφή τους ασβεστόλιθους της Υποπελαγονικής ζώνης με το φλύσχη της ζώνης του Παρνασσού.

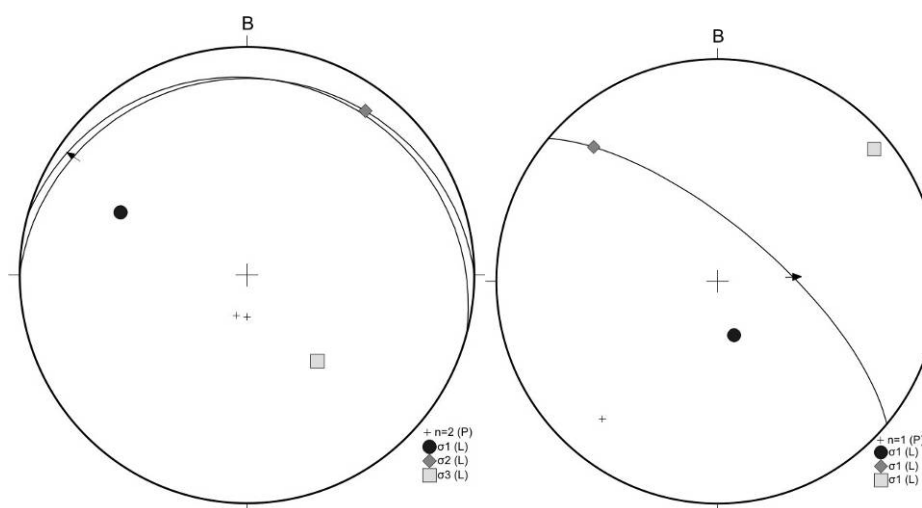
Οι επιφάνειες που μετρήθηκαν στις δύο παραπάνω θέσεις παρουσιάζουν κανονική συνιστώσα κίνησης.

Η μελέτη των διαγραμμάτων Schmidt (Σχήμα 5.9) δίνει για τις μεν επιφάνειες μικρής γωνίας τον σ_1 να βυθίζεται προς τα ΒΔ με γωνία περίπου 40° , τον σ_2 να βυθίζεται προς τα ΒΑ με πολύ μικρή γωνία κλίσης (10°), ενώ ο σ_3 να βυθίζεται προς τα ΝΑ. Αυτό αποδεικνύει ότι υπάρχει ένα εκτατικό πεδίο τάσεων κατά των άξονα ΝΔ. Η επιφάνεια μεγαλύτερης γωνίας εμφανίζει τον σ_1 με πολύ μεγάλη γωνία (70°) βυθιζόμενο προς τα Ν, τον σ_2 με μικρή γωνία βύθισης προς τα ΒΔ, ενώ ο σ_3 είναι σχεδόν οριζόντιος με διεύθυνσης βύθισης προς τα ΒΑ - ΝΔ.

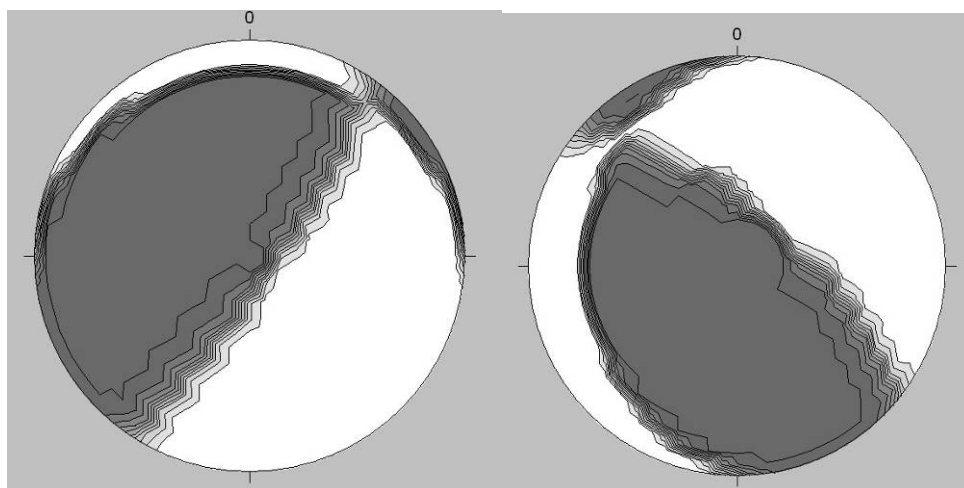
Τα ίδια αποτελέσματα προκύπτουν με τη μέθοδο των διέδρων γωνιών, όπου με σκούρο χρώμα δίνονται οι περιοχές συμπίεσης και με σκούρο οι περιοχές εφελκυσμού (Σχήμα 5.10).



Σχήμα 5.8: Σχηματική απεικόνιση της γεωλογίας της περιοχής του Υψώματος Ροϊτσίου.



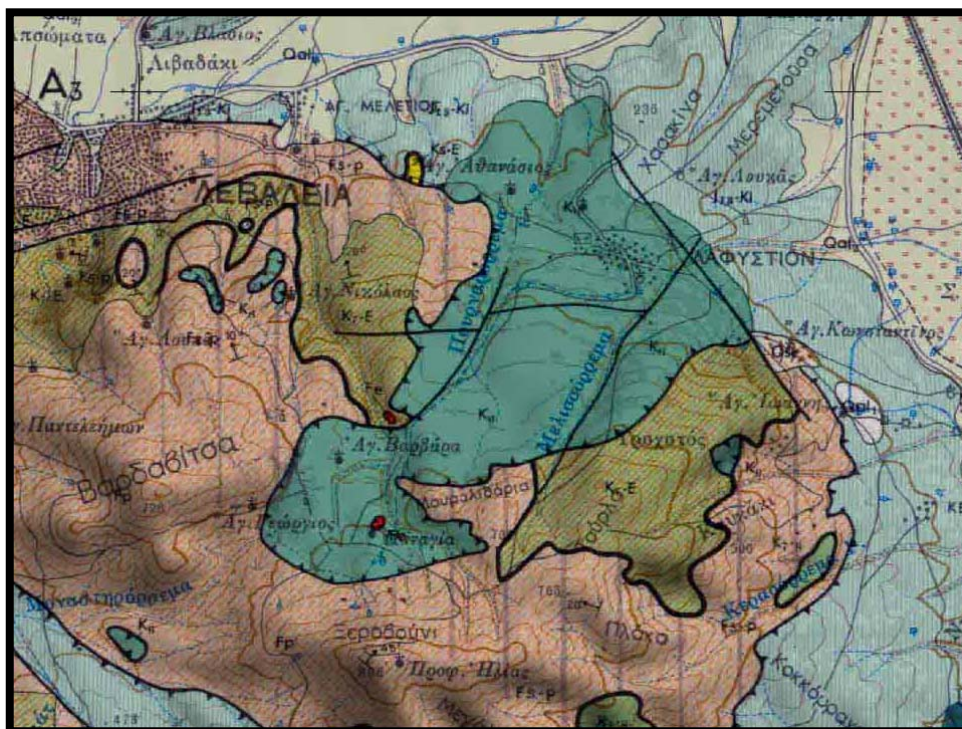
Σχήμα 5.9: Δίκτυα Schmidt επιφανειών μικρής γωνίας (αριστερά) και μεγάλης (δεξιά) επιφανειών που παρατηρούνται στην περιοχή, σ₁: μαύρος κύκλος, σ₂: γκρι ρόμβος, σ₃: άσπρο τετράγωνο (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 20 & 22).



Σχήμα 5.10: Γραφήματα της μεθόδου των διέδρων γωνιών για τις επιφάνειες του σχήματος 5.7.

iv) Περιοχή Λαφυστίου

Στην ευρύτερη περιοχή Λαφυστίου παρατηρούνται ασβεστολιθικά πετρώματα της Παρνασσού – Γκιώνας, ηλικίας Ανωτέρου Κρητιδικού, ο Ηωκαινικός φλύσχος της «Βοιωτίας», όπως επίσης και η σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση του Κατώτερου Κρητιδικού – Τιθωνίου και ασβεστόλιθοι του Κενομανιού της Υποπελαγονικής ζώνης (Εικόνα 5.2).



Εικόνα 5.2: Τμήμα γεωλογικού χάρτη στην περιοχή του Λαφυστίου, (ΦΥΛΛΟ ΛΕΒΑΔΕΙΑ, Ι.Γ.Μ.Ε.)

Η συγκεκριμένη περιοχή κρίνεται μάλλον προβληματική, όσον αφορά το διαχωρισμό των επί μέρους γεωλογικών σχηματισμών, καθώς οι ασβεστόλιθοι της Υποπελαγονικής, περιέχουν και φλυσχοειδείς σχηματισμούς (σύμφωνα με τους γεωλογικούς χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε.), γεγονός που καθιστά αρκετά δύσκολο το διαχωρισμό τους, τόσο από το φλύσχη, όσο και από τη σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση, (Βλ. Παράρτημα, Φωτογραφίες 10 & 11). Στη συγκεκριμένη θέση οι φλυσχοειδείς σχηματισμοί είναι αρκετά χαρακτηριστικοί, καθώς αποτελούνται από ψαμμιτικές μπάντες αρκετά μεγάλου πάχους (Βλ. Παράρτημα, Φωτογραφία 12). Στο γεωλογικό φύλλο «ΛΕΒΑΔΕΙΑ» παρουσιάζονται οι σχηματισμοί της Υποπελαγονικής να είναι τεκτονικά τοποθετημένοι πάνω στο φλύσχη της «Βοιωτίας». Η πρώτη αντίληψη επί τόπου στην περιοχή δείχνει το ακριβώς αντίθετο,

λόγω των παραπάνω φλύσχοειδών σχηματισμών που συνυπάρχουν με τα ανθρακικά της Υποπελαγονικής.

Επίσης στο ίδιο φύλλο χάρτη δεν παρουσιάζεται με σαφήνεια η τεκτονική σχέση μεταξύ του φλύσχη της Βοιωτίας και των ανθρακικών της Παρνασσού – Γκιώνας. Από τις εργασίες υπαίθρου, εντοπίστηκε μεταξύ των δύο παραπάνω σχηματισμών, στη μεταβατική ζώνη, λατυποκροκαλοπαγές αρκετά μεγάλου πάχους. Η σύσταση του σχηματισμού αυτού είναι κυρίως ψαμμιτική, με ψαμμιτικές λατύπες και ψαμμιτικό συνδεδετικό υλικό. Η προέλευση αυτού του σχηματισμού προβληματίζει, καθώς δεν μπορεί να διακριθεί αν είναι τεκτονική ή στρωματογραφική συνέχεια των ασβεστόλιθων της Παρνασσού – Γκιώνας. Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να τονιστεί ξανά πως η σύσταση του Ηωκαινικού φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας είναι σχεδόν η ίδια με αυτή του Ηωκαινικού φλύσχη της «Βοιωτικής» ζώνης και στα γεωλογικά φύλλα του Ι.Γ.Μ.Ε. δεν καθορίζεται η τεκτονική τους σχέση.

Έγιναν έτσι κάποια σενάρια για την προέλευση αυτού του λατυποκροκαλοπαγούς:

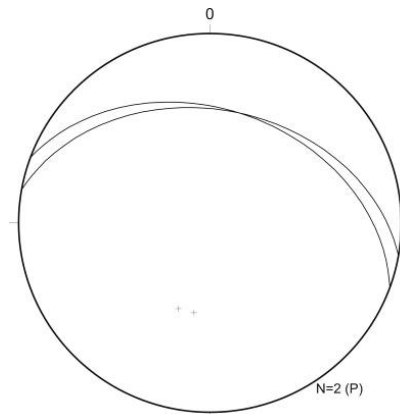
- Σενάριο Α: Ο φλύσχος στη θέση αυτή ανήκει στη ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας και αποτελεί στρωματογραφική συνέχεια των ασβεστόλιθων της ίδιας ζώνης. Το σενάριο αυτό απορρίπτεται καθώς η ανάπτυξη του λατυποκροκαλοπαγούς ανάμεσα στους παραπάνω σχηματισμούς και η ύπαρξη ψαμμιτικών κροκάλων δηλώνει πως αυτό έχει δημιουργηθεί μετά την ιζηματογένεση του φλύσχη.

- Σενάριο Β: Ο φλύσχος ανήκει στη «Βοιωτίας» και επωθείται πάνω στα ανθρακικά πετρώματα της ζώνης Παρνασσού. Το σενάριο αυτό είναι περισσότερο βάσιμο καθώς το λατυποκροκαλοπαγές περιέχει, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ψαμμιτικό υλικό. Το ψαμμιτικό αυτό υλικό πιθανότατα να προέρχεται από την τεκτονική καταπόνηση που υπέστη ο φλύσχος κατά την επώθησή του πάνω στους ασβεστόλιθους.

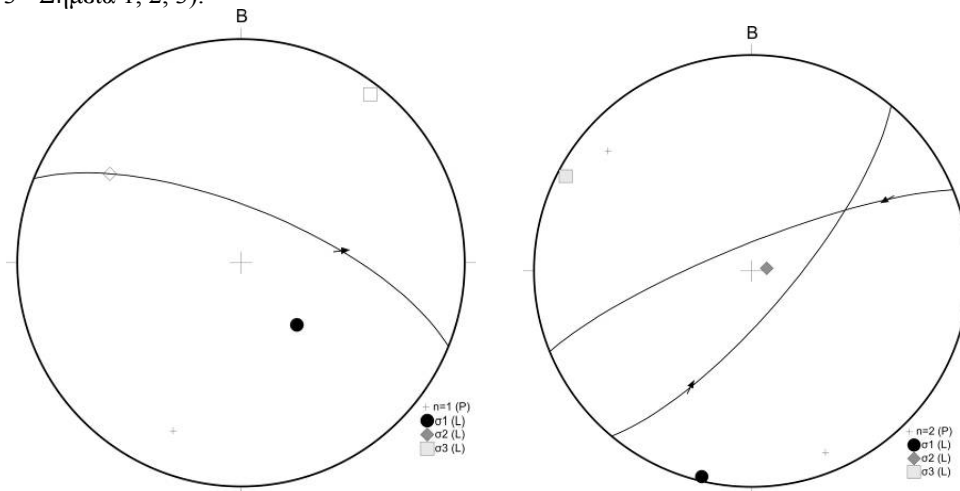
Επομένως ο φλύσχος ανήκει στη Βοιωτική ζώνη και είναι επωθημένος πάνω στους ασβεστόλιθους της Υποπελαγονικής.

Οι ρηξιγενείς επιφάνειες που μετρήθηκαν κοντά στην προαναφερόμενη τεκτονική επαφή παρατίθενται παρακάτω (Σχήμα 5.11), όπως επίσης και οι κατ' εκτίμηση επιφάνειες επώθησης των ανθρακικών της Υποπελαγονικής πάνω στο φλύσχη της Βοιωτίας, εφόσον δεν παρατηρήθηκαν καλύτερες επιφάνειες προς μέτρηση της συγκεκριμένης επαφής (Σχήμα 5.12). Στις τελευταίες μετρήθηκε η

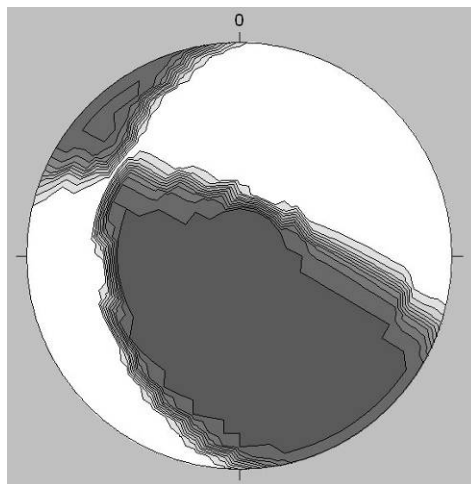
τεκτονική γράμμωση ολίσθησης. Η ανάλυση των διαγραμμάτων δίνει τον σ_3 να είναι οριζόντιος με διεύθυνση βύθισης προς τα ΒΑ ενώ σ_1 εμφανίζεται με αρκετά μεγάλη γωνία να βυθίζεται προς τα ΝΑ, στην περίπτωση της κανονικής συνιστώσας κίνησης. Αντίθετα οι επιφάνειες με αναστροφή συνιστώσα κίνησης εμφανίζουν τον σ_1 και σ_3 οριζόντιους, με διεύθυνση βύθισης προς τα ΝΝΔ και ΔΒΔ αντίστοιχα. Ο σ_2 εμφανίζεται σχεδόν κατακόρυφος. Στο Σχήμα 5.13 δίνεται το γράφημα της μεθόδου των διέδρων γωνιών για την περίπτωση όπου βρέθηκε κανονική συνιστώσα κίνησης και οποία επιβεβαιώνει τη μέθοδο του Turner.



Σχήμα 5.11: Δίκτυο Schmidt των κατ' εκτίμηση επιφανειών επώθησης των ανθρακικών της Υποπελαγονικής πάνω στον φλύσχη της Βοιωτίας στην περιοχή του Λαφυστίου (Βλ Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 1, 2, 3).

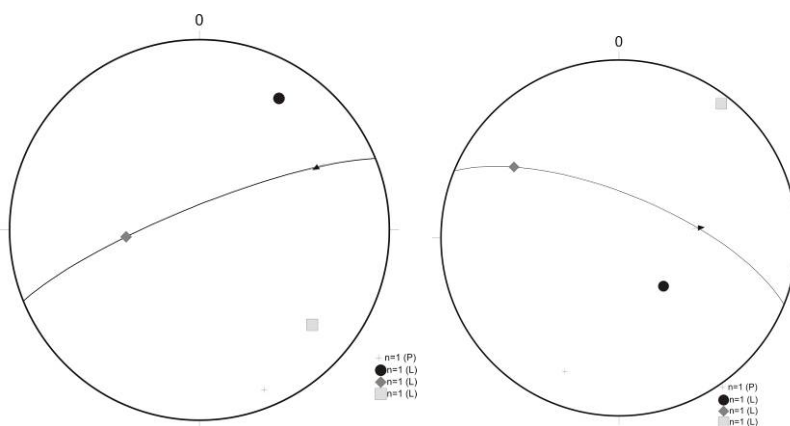


Σχήμα 5.12: Δίκτυα Schmidt επιφανειών με κανονική (αριστερά) και αναστροφή (δεξιά) συνιστώσα κίνησης που παρατηρούνται στην περιοχή, σ_1 : μαύρος κύκλος, σ_2 : γκρι ρόμβος, σ_3 : άσπρο τετράγωνο (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 1, 2, 3).



Σχήμα 5.13: Γράφημα που δίνει τις περιοχές που αναπτύσσονται οι άξονες συμπίεσης και εφελκυσμού στην περιοχή του Λαφυστίου.

Αναφέρεται δε, πως εντοπίστηκαν υδρογεωτρήσεις του Ι.Γ.Μ.Ε. στην περιοχή του ρήγματος του Λαφυστίου (Βλ. Παράρτημα, Εικόνα 2 & Φωτογραφία 13), μέσα στα Τεταρτογενή κορήματα. Οι γεωτρήσεις αυτές είναι οι XVI 387 & XVI 388 και η στήλη τους αποτελείται από προσχώσεις μέχρι το βάθος των 3μ, ενώ έπειτα αποτελείται από τους ασβεστόλιθους της Υποελαγονικής, ηλικίας Κενομανίου, μέχρι το βάθος των 291μ. Από την αποτύπωση των τεκτονικών στοιχείων που βρέθηκαν στην επιφάνεια του ρήγματος (Σχήμα 5.14), γίνεται αντιληπτό πως η επιφάνεια αυτή έχει ενεργοποιηθεί τουλάχιστον δύο φορές, λόγω της εμφάνισης δυο διαφορετικών γραμμώσεων τεκτονικής ολίσθησης, κανονικής και ανάστροφης, ενώ θεωρείται πως η κανονική κίνηση είναι μεταγενέστερη της ανάστροφης και αυτή που ‘κατεβάζει’ το τμήμα που βρίσκεται ΒΑ του προς τη λεκάνη του Κηφισού. Το ρήγμα του Λαφυστίου αποτελεί δηλαδή ένα κανονικό ρήγμα.



Σχήμα 5.14: Δίκτυα Schmidt επιφανειών με ανάστροφη (αριστερά) και κανονική (δεξιά) συνιστώσα κίνησης που παρατηρούνται στην επιφάνεια του ρήγματος του Λαφυστίου. σ₁: μαύρος κύκλος, σ₂: γκρι ρόμβος σ₃: άσπρο τετράγωνο (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 1, 2, 3).

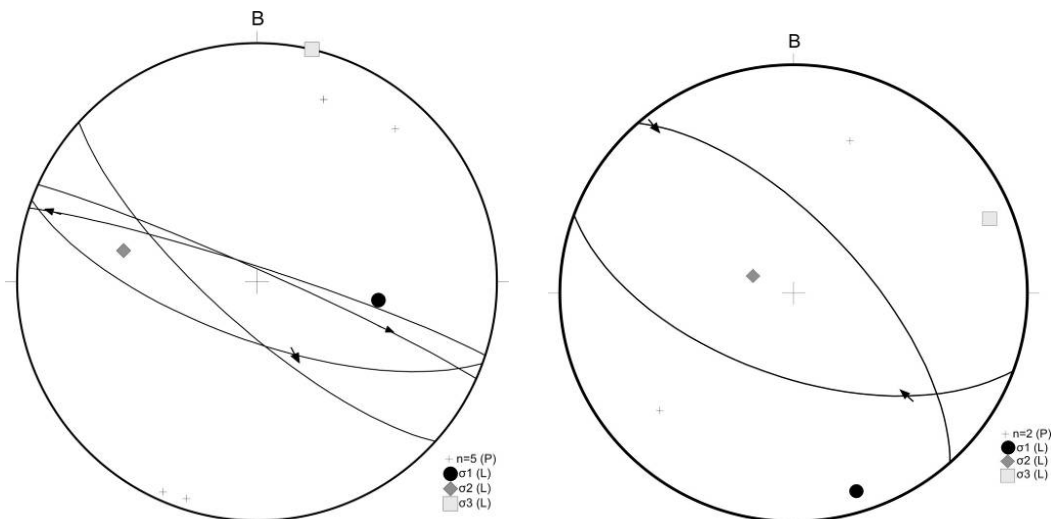
- ν) Επαφή Τριαδικοιουρασικών ασβεστόλιθων Υποπελαγονικής με τον Ηωκαινικό φλύσχη Βοιωτίας, στην περιοχή από το Καραμούτζι έως το Διακόπι.

Στην επαφή των ασβεστόλιθων της Υποπελαγονικής με το φλύσχη της «Βοιωτίας» παρατηρούνται επιφάνειες μεσαίας έως μεγάλης γωνίας κλίσεως και ΒΔ – ΝΑ διεύθυνση ανάπτυξης. Οι επιφάνειες βρέθηκαν μέσα στους ασβεστόλιθους Άνω Τριαδικού – Ιουρασικού, της Υποπελαγονικής ζώνης, όπως επίσης και στο φλύσχη της «Βοιωτίας», ηλικίας Παλαιοκαίνου – Ηωκαίνου.

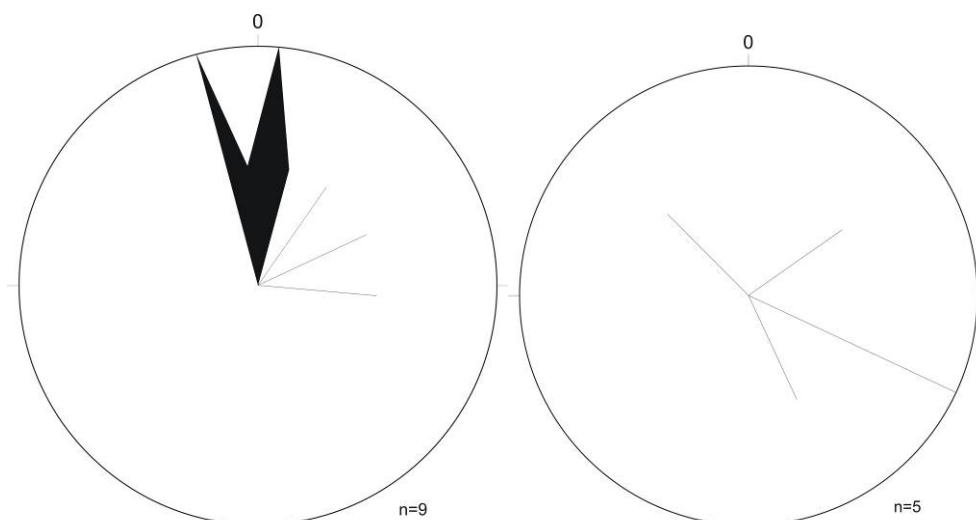
Η επαφή των σχηματισμών σύμφωνα με τα γεωλογικά φύλλα της περιοχής, αποτελεί ανώμαλη τεκτονική επαφή με τους ασβεστόλιθους να επωθούνται πάνω στον Ηωκαινικής ηλικίας φλύσχη της Βοιωτίας. Παρόλο που η επαφή είναι αρκετά μεγάλη, οι σαφείς, ξεκάθαρες και ικανοποιητικές επιφάνειες προς μέτρηση αποδείχθηκαν ελάχιστες, με κύρια διεύθυνση ανάπτυξης ΒΔ – ΝΑ (Σχήμα 5.15). Σε πολλές θέσεις εντοπίστηκαν επιφάνειες οι οποίες δεν χαρακτήριζαν την προαναφερθείσα η επαφή, αλλά αυτή των Τεταρτογενών ιζημάτων με τους ασβεστόλιθους. Οι επιφάνειες αυτές δεν ήταν κατάλληλες για μέτρηση.

Η τεκτονική ανάλυση των δικτύων Schmidt δίνει για τις κανονικές επιφάνειες σ_1 βυθιζόμενο προς τα ΑΝΑ, σ_2 βυθιζόμενο προς τα ΔΒΔ και σ_3 είναι οριζόντιο με διεύθυνση βύθισης προς τα ΒΒΑ, ενώ για τις ανάστροφες επιφάνειες οι σ_1 και σ_3 είναι σχεδόν οριζόντιοι με διεύθυνση βύθισης προς τα ΝΝΑ και ΑΒΑ αντίστοιχα, ενώ ο σ_2 είναι σχεδόν κατακόρυφος.

Δίνονται επίσης τα ροδοδιαγράμματα διευθύνσεων κλίσεων στρώσεων του Ηωκαινικού φλύσχη Βοιωτίας και διευθύνσεων κλίσεων διακλάσεων των ασβεστόλιθων ηλικίας Άνω Τριαδικού – Ιουρασικού της Υποπελαγονικής ζώνης (Σχήμα 5.16).



Σχήμα 5.15: Δίκτυα Schmidt κανονικών (αριστερά) και ανάστροφων επιφανειών (δεξιά) που παρατηρούνται στην περιοχή, μεσαίας έως μεγάλης γωνίας, σ_1 : μαύρος κύκλος, σ_2 : γκρι ρόμβος σ_3 : άσπρο τετράγωνο (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 11, 12, 28, 29, 36, 37, 44, 45, 46, 47).



Σχήμα 5.16: Ροδοδιαγράμματα διεθνύσεων κλίσεων στρώσεων του Ηωκαινικού φλύσχη Βοιωτίας (αριστερά) και διεθνύσεων κλίσεων διακλάσεων των ασβεστόλιθων ηλικίας Άνω Τριαδικού – Ιουρασικού της Υποπελαγονικής ζώνης (δεξιά) που μετρήθηκαν στην περιοχή (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 11, 12, 28, 29, 36, 37, 44, 45, 46, 47).

vi) Περιοχή Μόνης Ταξιαρχών (Πρόδρομος)

Στην περιοχή του οικισμού του Προδρόμου και δυτικότερα προς τον κόλπο της Ζάλτσας, συναντώνται ανθρακικά ιζήματα της Υποπελαγονικής ζώνης, ηλικίας Άνω Τριαδικού – Ιουρασικού, σε επαφή με τον Ηωκαινικό φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας. Λόγω της μορφολογίας της περιοχής, η οποία παρουσιάζει αρκετά έντονο ανάγλυφο, αποδείχθηκε ιδιαίτερα δύσκολη η συγκέντρωση ικανοποιητικού αριθμού μετρήσεων, για την επεξεργασία και αποτύπωση διαγραμμάτων τάσεων. Η δυσκολία

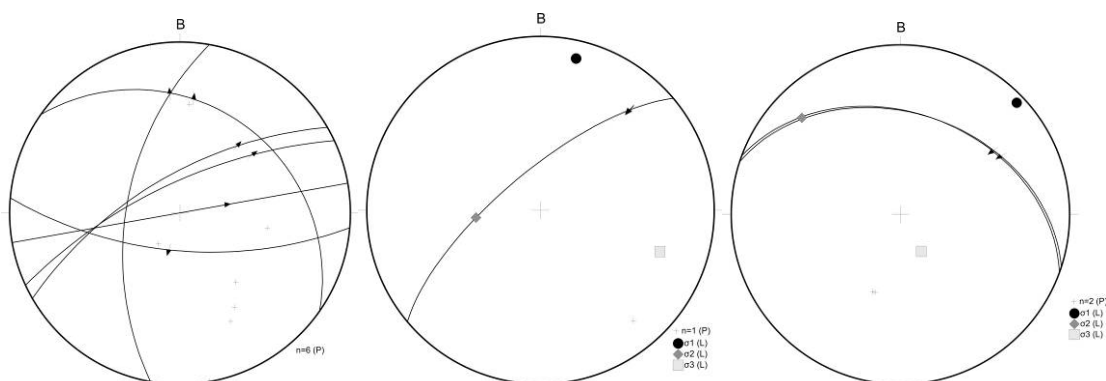
αυτή άγεται στο γεγονός ότι η επαφή των παραπάνω σχηματισμών βρίσκεται κατά μήκος του ρέματος «Πάνιτσα», (Εικόνα 5.3).



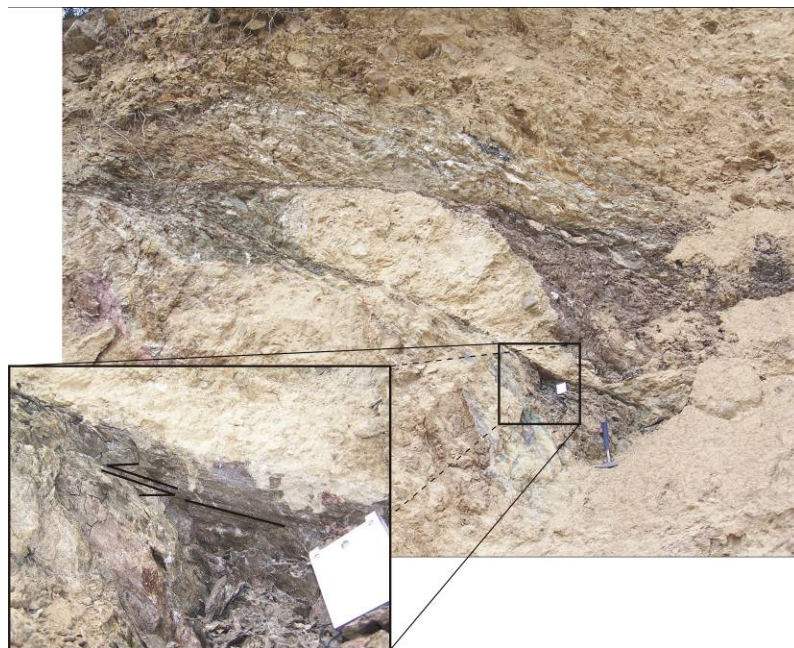
Εικόνα 5.3: Τμήμα γεωλογικού χάρτη στην περιοχή της Μονής Ταξιαρχών προς τον κόλπο της Ζάλτσας, (ΦΥΛΛΟ ΛΕΒΑΔΕΙΑ, Ι.Γ.Μ.Ε.)

Παρόλα αυτά στο μοναστήρι των Αγίων Πάντων εντοπίστηκε επιφάνεια με πολύ καλή γράμμωση ολίσθησης, μέσα στον Ηωκαινικό φλύσχη. Η θέση στην οποία εντοπίστηκε η επιφάνεια αυτή απέχει περί τα 50 μέτρα από το ρέμα «Πάνιτσα», δηλαδή πολύ κοντά στην επώθηση των ασβεστόλιθων της Υποπελαγονικής πάνω στο φλύσχη της Παρνασσού – Γκιώνας (Σχήμα 5.18). Τα στοιχεία της επιφάνειας αυτής είναι $018^{\circ}/40^{\circ}$, $p: 55^{\circ}$ A με ανάστροφη συνιστώσα κίνησης. Ακριβώς στην πίσω πλευρά του ίδιου πρानούς βρέθηκε ακόμα μία επιφάνεια (Σχήμα 5.19), με στοιχεία $020^{\circ}/40^{\circ}$, $p: 65^{\circ}$ ANA και ανάστροφη συνιστώσα κίνησης. Πρόκειται δηλαδή για την ίδια ακριβώς επιφάνεια. Σημειώνεται ότι οι μετρήσεις έγιναν μέσα σε ιλυολιθικό, αρκετά δύσκολο υλικό, στο να προσδιοριστεί η κίνηση.

Ο δείκτης στον οποίο βρέθηκε η παραπάνω επιφάνεια φανερώνει ξεκάθαρα πως την τάση κίνησης προς τα Δ-ΝΔ.



Σχήμα 5.17: Δίκτυα Schmidt επιφανειών που παρατηρούνται στην περιοχή της Μονής Ταξιαρχών, (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 4, 5, 6, 7, 8).



Σχήμα 5.18: Επιφάνεια σε δείκτη στο φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας, περίπου 50 μ από τη τεκτονική επαφή.



Σχήμα 5.19: Επιφάνεια σε δείκτη στο φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας, περίπου 50 μ από τη τεκτονική επαφή, ακριβώς πίσω από το πρηνές που βρίσκεται η επιφάνεια του σχήματος 5.11.

vii) Περιοχή Κοιλάδας των Μουσών

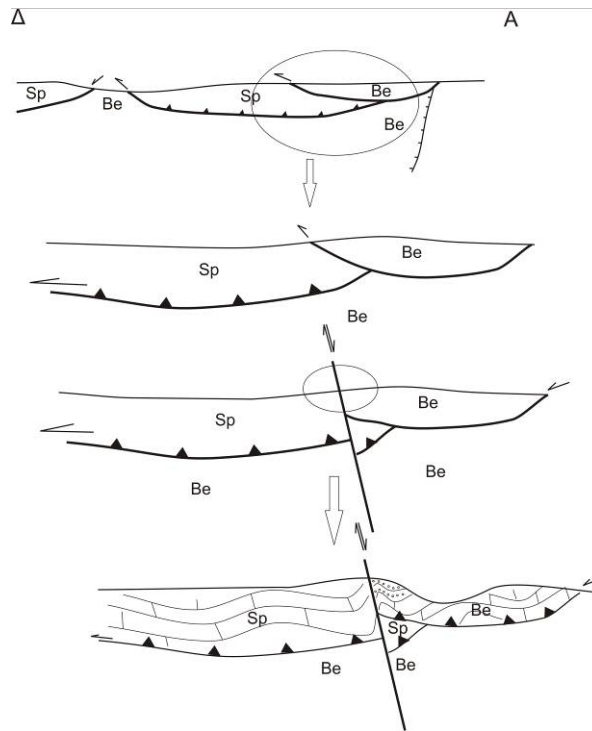
Η κοιλάδα των Μουσών αναπτύσσεται νότια του υψώματος Κουρσάρα και απέχει γύρω στα 7 km ΝΑ από την πόλη της Αλιάρτου. Στην περιοχή αυτή παρατηρούνται ασβεστόλιθοι του Ανώτερου Τριαδικού - Κάτω - Μέσου Ιουρασικού της Υποπελαγονικής και ο Ηωκαινικός φλύσχη της Βοιωτίας. Σύμφωνα με το γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ, φύλλο «ΒΑΓΙΑ» στην προαναφερθείσα κοιλάδα εντοπίζεται κανονικό ρήγμα που φέρνει σε επαφή τους δύο σχηματισμούς, ενώ λίγο δυτικότερα, η επαφή των δύο σχηματισμών θεωρείται ανώμαλη τεκτονική, με τους ασβεστόλιθους να επωθούνται στο φλύσχη. Από τα παραπάνω προκύπτει το εξής

παράδοξο όσων αφορά την τεκτονική σχέση των δύο σχηματισμών: Θεωρώντας τους ασβεστόλιθους επωθημένους επάνω στο φλύσχη (κάτι το οποίο επιβεβαιώθηκε σε άλλες θέσεις, όπως στην περιοχή Στρούγκα - Δρόση) είναι γεωλογικά αδύνατο ένα κανονικό ρήγμα στην επαφή τους να θέτει τον υποκείμενο φλύσχη επάνω στους ασβεστόλιθους. Για να συμβαίνει κάτι τέτοιο πρέπει ο φλύσχης να είναι επωθημένος επάνω στους ασβεστόλιθους, οπότε ένα κανονικό ρήγμα να τον υποβιβάζει και να τον φέρνει σε τεκτονική επαφή με αυτούς. Η τελευταία υπόθεση έρχεται σε αντίθεση με τη θεώρηση της επώθησης των ασβεστόλιθων επάνω στο φλύσχη, όπως αυτή προαναφέρθηκε.

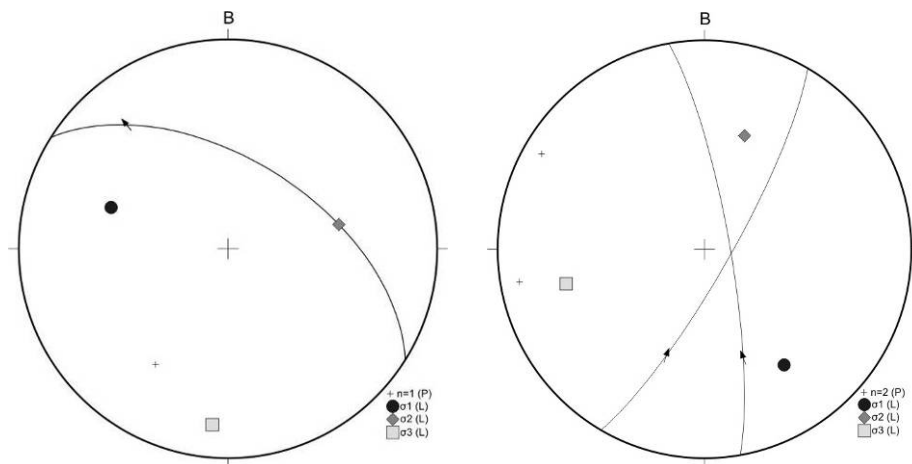
Στην περιοχή αυτή, βρέθηκαν επιφάνειες ανώμαλων τεκτονικών επαφών με έντονη οριζόντια συνιστώσα, οι οποίες ταυτίζονται γεωμετρικά και χωρικά με ρήγματα διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ, τα οποία δίνονται στο γεωλογικό φύλλο «ΒΑΓΙΑ», ενώ μετρήθηκε μία επιφάνεια κανονικού ρήγματος, με διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ, η οποία και ταυτίζεται με το κανονικό ρήγμα που δίνεται στο ίδιο φύλλο (Βλ. Παράρτημα Πίνακας 3 - Σημείο 35 & Φωτογραφία 14).

Μια ερμηνεία που μπορεί να δοθεί για την περιοχή αυτή είναι πως ο φλύσχης, μαζί με τους υποκείμενους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς της ενότητας Βοιωτίας, είναι τεκτονικά τοποθετημένοι, με τη μορφή εφίππευσης, επάνω στους ασβεστόλιθους της Υποπελαγονικής, προς Νότο. Οι τελευταίοι είναι με τη σειρά τους είναι επωθημένοι επάνω στην ενότητα Βοιωτίας. Προς Βορρά, εντοπίζεται η εφίππευση των προαναφερθέντων σχηματισμών της Βοιωτίας επάνω στον εαυτό της. Έπειτα, πιθανόν η τεκτονική επαφή Βοιωτίας – Υποπελαγονικής, στην περιοχή αυτή, να επαναδραστηριοποιήθηκε με τη μορφή κανονικού ρήγματος, οπότε σήμερα εντοπίζεται σε κανονική τεκτονική επαφή ο φλύσχης της Βοιωτίας με τους ασβεστόλιθους της Υποπελαγονικής (Σχήμα 5.20).

Ακολουθούν τα διαγράμματα που προέκυψαν από τα τεκτονικά στοιχεία ρηξιγενούς επιφάνειας που μετρήθηκαν (Σχήμα 5.21).



Σχήμα 5.20: Τεκτονική εξέλιξη της περιοχής της Κοιλιάδας των Μουσών όπου εντοπίζεται η κανονική τεκτονική επαφή εντοπίζεται η εφίπλευση των προαναφερθέντων σχηματισμών της Βοιωτίας επάνω στον εαυτό της. Έπειτα, πιθανόν η τεκτονική επαφή Βοιωτίας – Υποπελαγονικής, στην περιοχή αυτή, να επαναδραστηριοποιήθηκε με τη μορφή κανονικού ρήγματος, οπότε σήμερα εντοπίζεται σε κανονική τεκτονική επαφή ο φλύσχης της Βοιωτίας με τους ασβεστόλιθους της Υποπελαγονικής



Σχήμα 5.21: Δίκτυα Schmidt της κανονικής επιφάνειας (αριστερά) και των αναστροφών επιφανειών (δεξιά) που εντοπίστηκαν στην κοιλάδα των Μουσών (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 - Σημεία 35, 40, 42, 43).

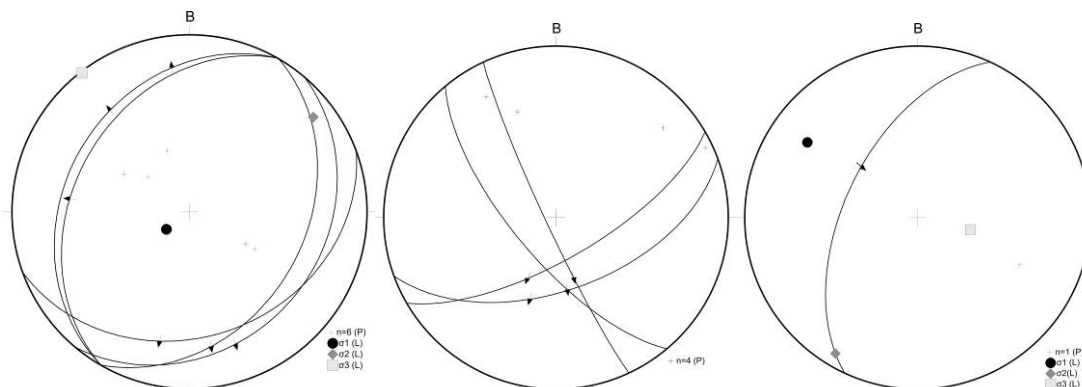
Η παραπάνω υπόθεση βασίζεται σε μερικές μετρήσεις αλλά όμως συνοδεύονται από τον εντοπισμό μεγάλου πρηνούς (Βλ. Παράρτημα - Φωτογραφία 14).

Η κανονική αυτή τεκτονική επαφή δε μπορεί παρά να αποτελεί ένα τοπικό και μόνο φαινόμενο, το οποίο δε αναιρεί τη θεωρία επώθησης των ασβεστόλιθων της

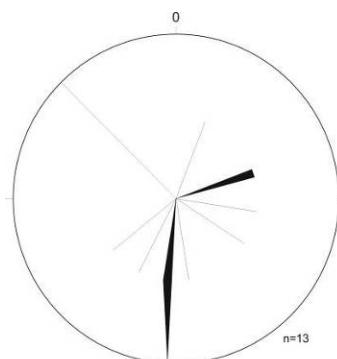
Υποπελαγονικής ζώνης πάνω στη ζώνη της Βοιωτίας, αφού πρόκειται για ένα μεταγενέστερο γεγονός. Η συγκεκριμένη αυτή τεκτονική προφανώς οφείλεται στις εφελκυστικές δυνάμεις του Τριτογενούς, οι οποίες δημιούργησαν τα κανονικά ρήγματα ΒΔ – ΝΑ διεύθυνσης που υπάρχουν στην περιοχή.

viii) Περιοχή Κορώνειας

Στην περιοχή εμφανίζονται ασβεστόλιθοι του Κατώτερου Κρητιδικού, της Υποπελαγονικής σε τεκτονική επαφή με σχηματισμούς της Βοιωτίας και συγκεκριμένα με τον Ηωκαινικό φλύσχη και τους ασβεστόλιθους ηλικίας Τουρονίου-Σενωνίου, Ανωτέρου Κρητιδικού. Οι επιφάνειες που βρέθηκαν στην περιοχή με κανονική συνιστώσα κίνησης έχουν γενική διεύθυνση ανάπτυξης ΒΑ-ΝΔ, όπως επίσης και η μοναδική με ανάστροφη συνιστώσα. (Σχήμα 5.22). Σε ορισμένες επιφάνειες παρατηρείται μία κίνηση με γενική διεύθυνση προς το Νότο βάση των δεικτών που βρέθηκαν στην περιοχή.



Σχήμα 5.22: Δίκτυα Schmidt κανονικών μικρής γωνίας (αριστερά), κανονικών μεγάλης (κέντρο) και ανάστροφων (δεξιά) επιφανειών που παρατηρούνται στην περιοχή. (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 – Σημεία 23, 24, 25).



Σχήμα 5.23: Ροδοδιάγραμμα των στρώσεων του φλύσχη Ηωκαίνου της ενότητας Βοιωτίας. Όπως παρατηρείται ο φλύσξης δεν έχει συγκεκριμένη διεύθυνση ανάπτυξης, δεδομένου πως στις περισσότερες θέσεις εμφανίζεται πτυχωμένος (Βλ. Παράρτημα - Πίνακας 3 – Σημεία 23, 24, 25).

5.2.1 Σύνοψη παρατηρήσεων υπαίθρου

Η επεξεργασία των τεκτονικών μετρήσεων που έγιναν στην περιοχή και η απόδοσή τους σε διαγράμματα Schmidt, έδειξαν ότι τα πετρώματα της Υποπελαγονικής ζώνης αφού επωθήθηκαν πάνω στους σχηματισμούς που βρίσκονται δυτικά της, που παρουσιάζουν μία σημαντική διεύθυνση κίνησης προς τα ΝΔ. Η παραπάνω θέση υποστηρίζεται από τους κινηματικούς δείκτες που παρατηρήθηκαν στην περιοχή, οι οποίοι εμφανίζουν κίνηση προς τα ΝΔ. Στο Σχήμα 5.22 δίνεται ο γεωλογικός χάρτης του Ι.Γ.Μ.Ε. για την περιοχή μελέτης με όλα τα παραπάνω διαγράμματα τύπου Schmidt.

Η ανάλυση των τάσεων τοποθετεί τα κύρια επίπεδα των τάσεων σε διαφορετικά επίπεδα, με ίσως μία προτίμηση του σ_1 άξονα να τοποθετείται με πολύ μικρή ή μεσαία γωνία βύθισης ή πάρα πολύ μεγάλης. Στις περισσότερες θέσεις είναι ξεκάθαρες οι συμπιεστικές και εφελκυστικές περιοχές, ενώ σε ελάχιστες περιπτώσεις όχι.

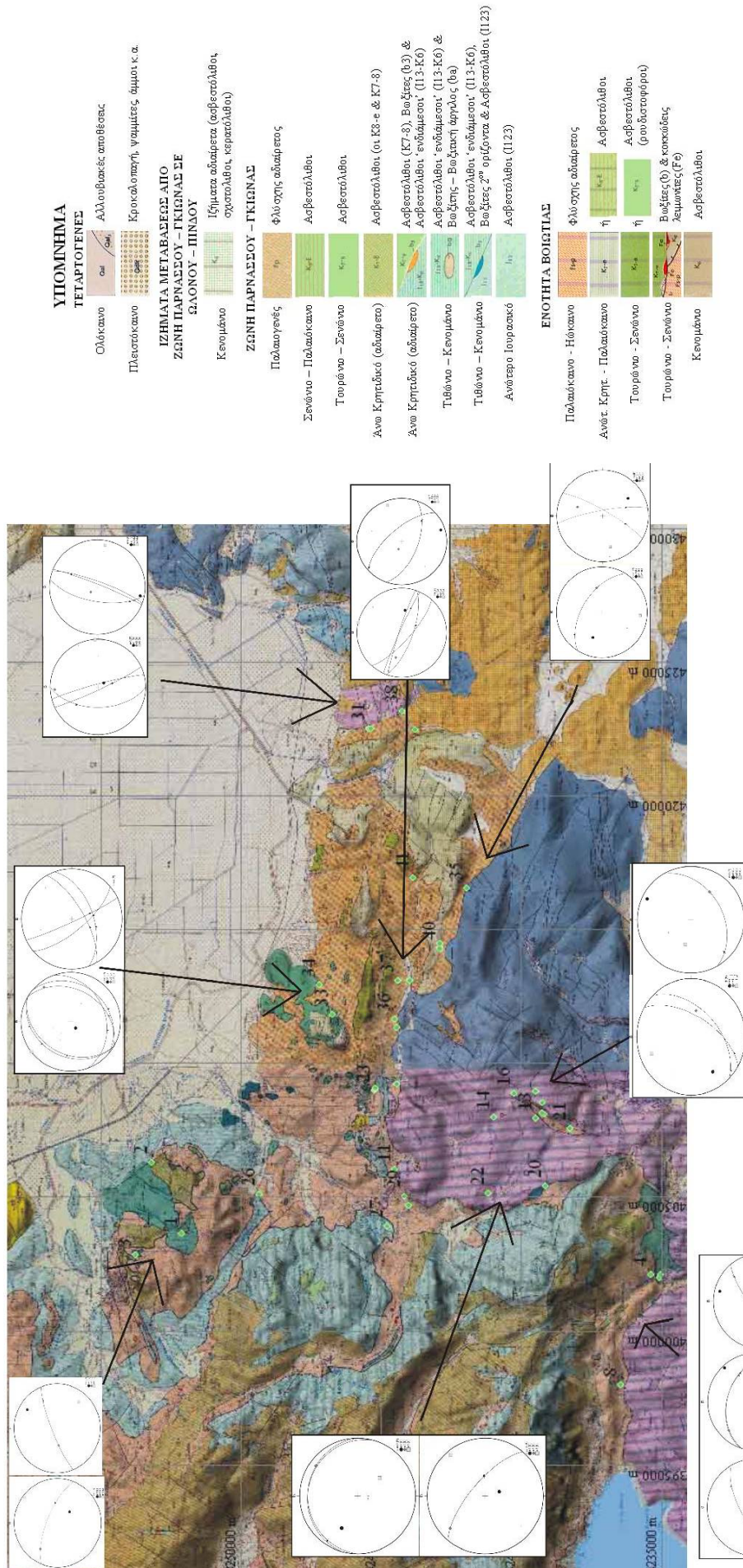
Η ακριβής τεκτονική σχέση Βοιωτίας και Παρνασσού – Γκιώνας δεν αποσαφηνίστηκε πλήρως. Η δυσκολία αυτή έγκειται στο γεγονός ότι η παραπάνω επαφή αποτελείται από φλύσχοιδείς σχηματισμούς. Ο καθορισμός της τεκτονικής σχέσης του Ηωκαινικού φλύσχη της Βοιωτίας από τον αντίστοιχης ηλικίας φλύσχη της Παρνασσού – Γκιώνας είναι σχεδόν αδύνατη δίχως στρωματογραφικό συσχετισμό. Έτσι βασίστηκε κυρίως σε βιβλιογραφικά δεδομένα.

Όσον αφορά τη σχέση «Βοιωτίας» και Υποπελαγονικής από τις εργασίες υπαίθρου, βρέθηκε η τεκτονική τοποθέτηση των σχηματισμών της Υποπελαγονικής πάνω σε σχηματισμούς της «Βοιωτίας» σε πολλές θέσεις, ενώ οι κινηματικοί δείκτες που εντοπίστηκαν δίνουν μία κυρίαρχη τάση για κίνηση προς τα ΝΔ. Παρατηρήθηκαν επίσης ορισμένες θέσεις, στις οποίες εμφανίζονται πετρώματα της «Βοιωτίας» πάνω σε σχηματισμούς της Υποπελαγονικής ζώνης. Η τοποθέτηση όμως αυτή δεν αναιρεί την προαναφερόμενη θεωρία επώθησης, αλλά την ενισχύει, καθώς είναι δυνατό κατά τη έντονη συμπιεστική τεκτονική να δημιουργηθούν back-thrust επιφάνειες. Όλες οι παραπάνω τοποθετήσεις πραγματοποιήθηκαν μετά την απόθεση του φλύσχη.

Ο παραπάνω ισχυρισμός, για την περιοχή της διατριβής ειδίκευσης, μπορεί επίσης να υποστηριχθεί με βάση γεωμορφολογικά δεδομένα. Η μεγάλη οροσειρά του Ελικώνα, αλλά και η οροσειρά του Παρνασσού που αναπτύσσεται ΒΒΔ του πρώτου,

παρουσιάζει ιδιαίτερα έντονο ανάγλυφο, σε σχέση με τις γύρω περιοχές. Η γεωμορφολογική αυτή έκφραση μπορεί να αποδοθεί στην ύπαρξη μεγάλων ρηξιγενών ζωνών, με τη μορφή ρηγμάτων αποκόλλησης (detachment faults) τα οποία υποβιβάζουν την Υποπελαγονική και την αποκολλούν από την Παρνασσού – Γκιώνας. Αποτέλεσμα αυτής της τεκτονικής, είναι η ανύψωση (uplift) της οροσειράς Παρνασσού – Ελικώνα και η δημιουργία έντονου μορφολογικού ανάγλυφου.

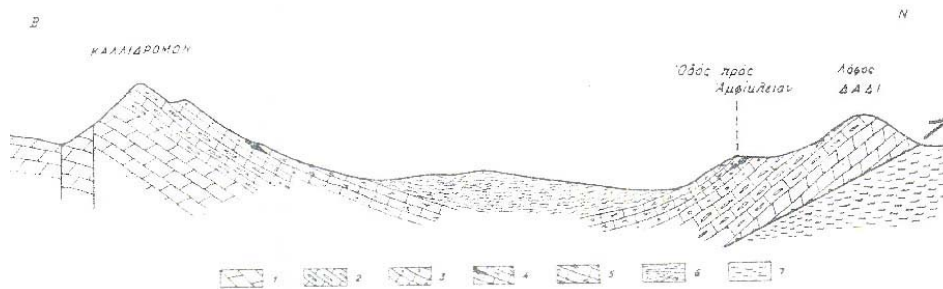
**«ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΕΛΙΚΩΝ,
(ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ)»**



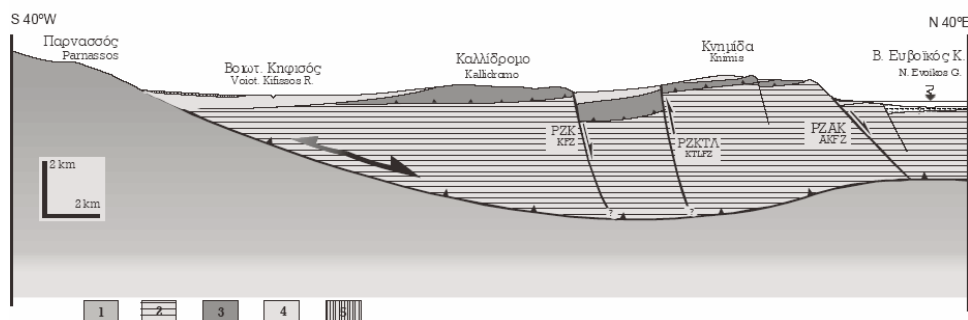
Σχήμα 5.24: Γεωλογικός χάρτης του Γ.Γ.Μ.Ε. με σκιασμένο ανάγλυφο της περιοχής μελέτης που απεικονίζονται τα σημεία που έγιναν μετρήσεις κατά τις εργασίες υπαίθρου. Παραθέτονται επίσης τα αντίστοιχα διαγράμματα Schmidt που προέκυψαν από την επεξεργασία των τεκτονικών δομών.

5.3 Γεωλογικές τομές της ευρύτερης περιοχής

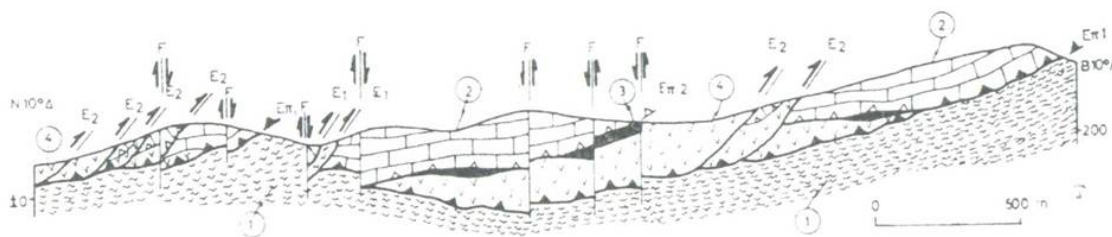
Στην παράγραφο αυτή, δίνονται σχήματα γεωλογικών τομών της ευρύτερης περιοχής, που συλλέχθηκαν από την συσχετιζόμενη βιβλιογραφία και παρατίθενται με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της γεωλογικής της δομής.



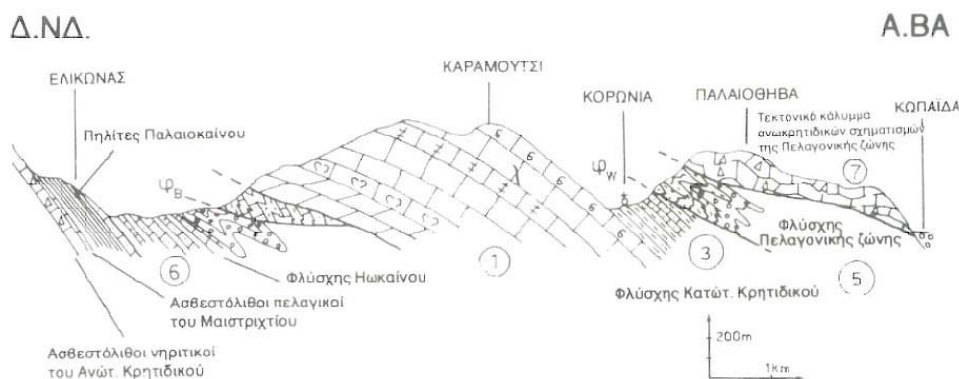
Σχήμα 5.25: Γεωλογική τομή από το όρος Καλλίδρομο ως το λόφο Δαδί, διεύθυνσης Β-Ν. Εμφανίζεται η τεκτονική τοποθέτηση της Υποελαγονικής (σηματισμοί: 1-6) στη Ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας (σηματισμός 7). 1. Δολομίτης, Άνω Τριαδικό, 2. Ασβεστόλιθος, Κάτω Ιουρασικό, 3. Ασβεστόλιθος, Μέσο Ιουρασικό, 4. Πρώτος βωξίτικος ορίζοντας, 5. Ασβεστόλιθος με Cladocoropsis, Kimmeridgian, 6. Σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση με οφειόλιθους, 7. Φλύσχος, Παλαιογενές, Παρνασσού – Γκιώνας. Παρατηρείται ότι το όρος Καλλίδρομο αποτελεί μία αντικλινική δομή, με άξονα βυθίσεως ΔΒΔ-ΑΝΑ, βυθιζόμενο προς τα Α. Η βόρεια πτέρυγα της δομής έχει βυθιστεί προς το Σπερχειό. Η βύθιση αυτή οφείλεται στην ρηγμάτωση της περιοχής, η οποία δημιούργησε την πεδιάδα του Σπερχείου. Νότια του Καλλιδρόμου αναπτύσσεται συγκλινική δομή, με άξονα πτυχής βυθιζόμενο προς τα Α. Η νότια πτέρυγα της δομής αυτής, αποτελούμενη από δολομίτες ηλικίας Άνω τριαδικού, βρίσκεται τεκτονικά τοποθετημένη στον φλύσχη της Παρνασσού – Γκιώνας, (από Παπασταματίου, Βετούλη, Τάταρη, 1963).



Σχήμα 5.26: Σχηματική γεωλογική τομή από τον Παρνασσό έως τον Β. Ευβοϊκό Κόλπο. 1: σχετικά αυτόχθονο, 2: Υποελαγονική, 3: Οφειόλιθοι, 4: Νεοτεταρτογενείς αποθέσεις Λεκάνης Λοκρίδας, Βοιωτικού Κηφισού & παραλιακής ζώνης. 5: σύγχρονα κορήματα & κορήματα Αμφίκλειας, PZ: ρηξιγενής ζώνη, K: Καλλίδρομο, KTA: Καινούριο-Τρανό Λιβιάδι, τμήμα της ρηξιγενούς ζώνης Καμμένων Βούρλων, AK: Αγ. Κωνσταντίνος Η επιφάνεια επώθησης της Υποελαγονικής επί του σχετικά αυτόχθονου (ενότια Παρνασσού στα νότια) λειτουργεί πλέον ως επιφάνεια αποκόλλησης. Η αναθόλωση της επιφάνειας αυτής κάτω από το Β. Ευβοϊκό, που πιθανότατα οφείλεται σε νεοτεκτονική παραμόρφωσή της ή/και στη λεπτύνση του φλοιού εκεί, δημιουργεί τις προϋποθέσεις για τη γένεση της αναστροφής ρηξιγενούς ζώνης. PZKTA Το πάχος των μεταλλικών ιζημάτων του Βοιωτικού Κηφισού είναι ενδεικτικό. Οι Kranis, et. al, (2001), υποστηρίζουν πως το ΒΑ μέτωπο του όρους Παρνασσού, ενδεχομένως να έχει δημιουργηθεί λόγω ενός detachment ρήγματος, στην ίδια ακριβώς θέση όπου έγινε η επώθηση της Υποελαγονικής ζώνης, πάνω στη ζώνη της Παρνασσού – Γκιώνας. Η άποψη αυτή στηρίζεται κυρίως σε μορφοτεκτονικά και γεωμορφολογικά δεδομένα, τα οποία δείχνουν εφελκυστική δραστηριότητα, σε περιοχές που παλαιότερα υπήρχε έντονη συμπίεση. (από Κράνη, 1999)



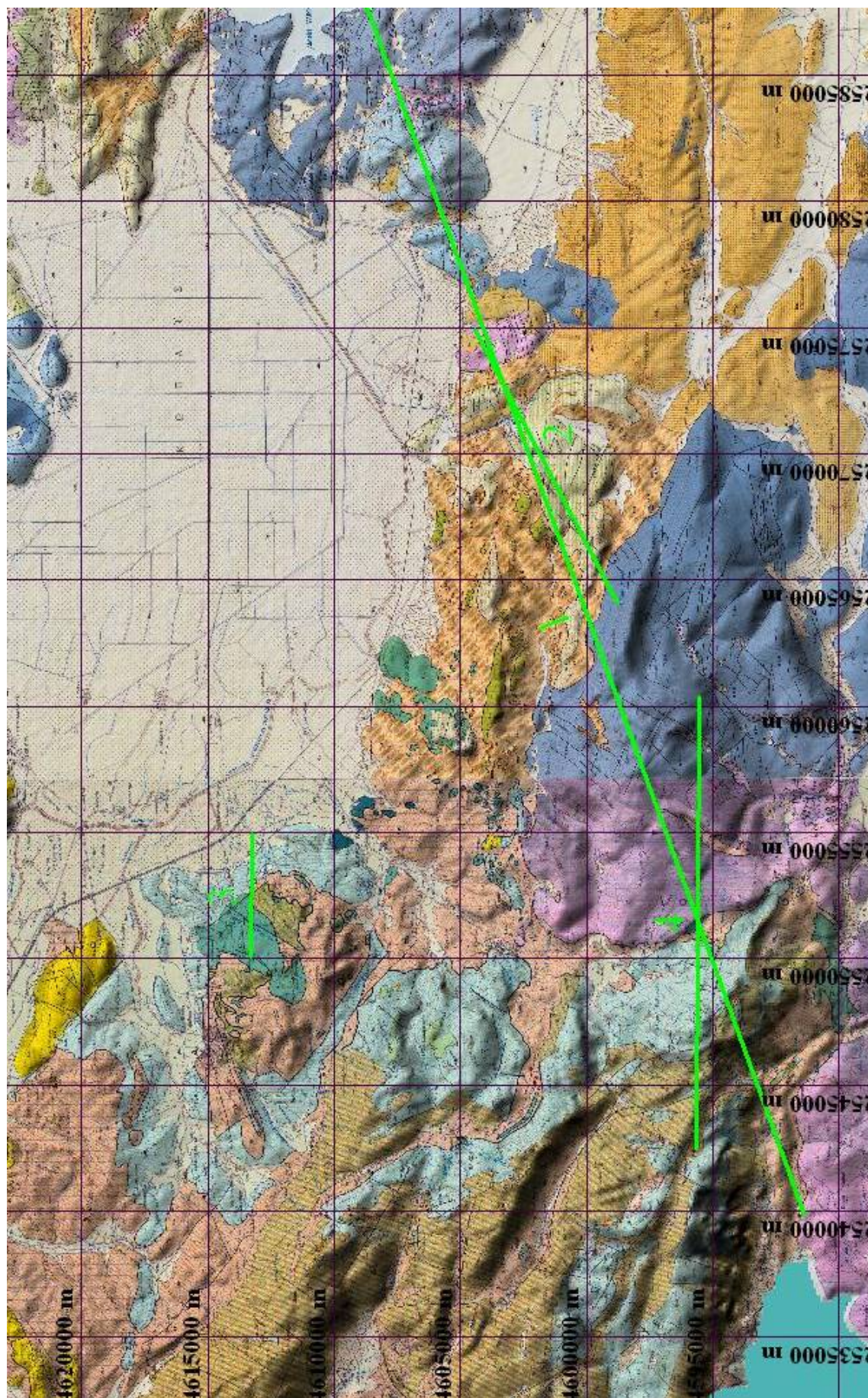
Σχήμα 5.27: Γεωλογική τομή στην περιοχή Μεγάλο Βουνό, μεταξύ των χωριών Ακραίφνιο(ΝΔ) και Κόκκινο (ΒΑ), Νομού Βοιωτίας (τοποθεσίες βόρεια της λίμνης Υλίκης). 1. Φλύσχος, Ηώκαινο (Παρνασσού), 2. Τεφρός ρουδιστοφόρος ασβεστόλιθος, Κενομάνιο – Τουρώνιο, 3. Νικελιούχο σιδηρομετάλλευμα Κενομάνιο, 4. Οφειόλιθοι, Επ1: Επώθηση, Επ2: Ολίσθηση, Ε1: Εφίπλευση με συμμετοχή υποβάθρου, Ε2: Εφίπλευση χωρίς συμμετοχή υποβάθρου, F: ρήγμα. Στη συγκεκριμένη τομή παρουσιάζεται η τοποθέτηση με μικρή γωνία, της Υποπελαγονικής ζώνης πάνω στη ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας, όπως επίσης και η έντονη ρηξιγενής δράση. Οι Τάταρης & Κούνης, (1966) αναφέρουν τον χαρακτηριστικό κατακερματισμό των βοιωτικών ληνών ΝΔ της Άνω Ούγγρας ύψωμα ‘Κληματάκι’, όπου τα εφίπλευτικά γεγονότα εξελίσσονται από Ν προς Β (Ακραίφνιο – Μονή Πελασγίας) και από Α προς Δ (Βυζιά Κοκκινόβραχος). Η τομή δίνεται από Πλαστήρα (1979).



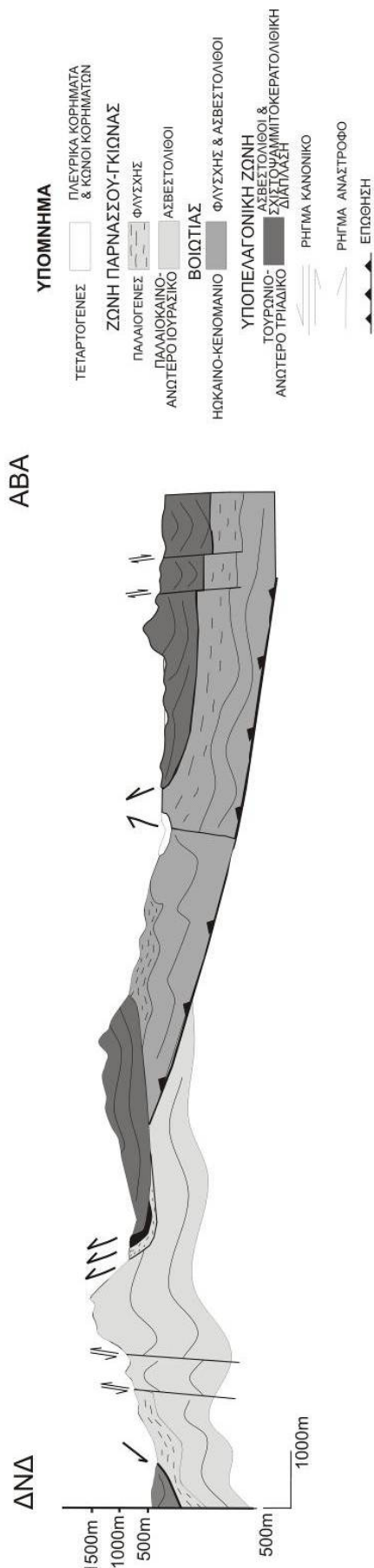
Σχήμα 5.28: Γεωλογική τομή ΔΝΔκης – ΑΒΑκης διεύθυνσης, από Ελικώνα μέχρι την περιοχή του Βοιωτικού Κηφισού, που απεικονίζει την τεκτονική σχέση των τριών ζωνών, (κατά Celet, 1976, από Μουντράκη, 1985).

5.4 Γεωλογικές τομές

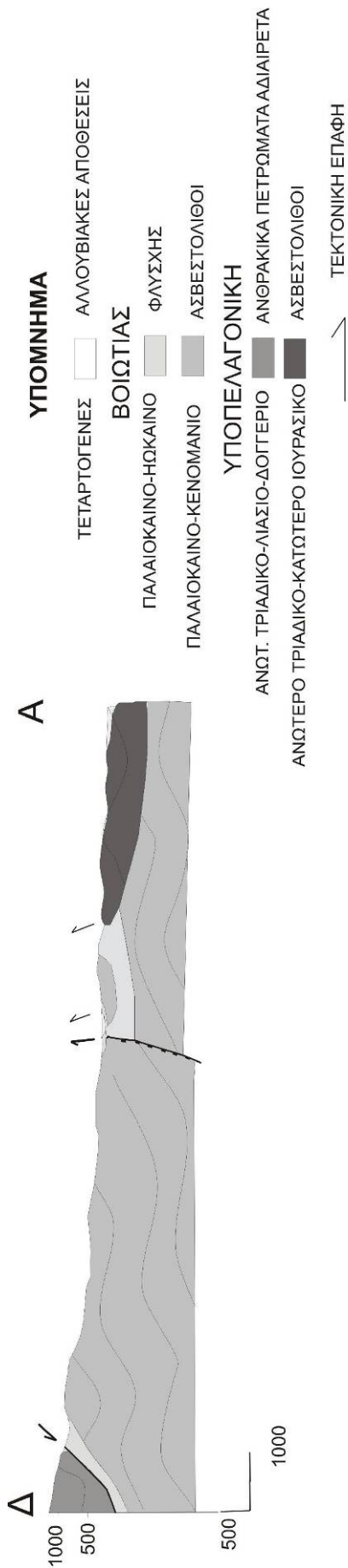
Στην παράγραφο αυτή παραθέτονται οι γεωλογικές τομές που κατασκευάστηκαν για την περιοχή μελέτης, σύμφωνα με τους γεωλογικούς χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε, (φύλλα «ΛΕΒΑΔΕΙΑ» και «ΒΑΓΙΑ»), αλλά και τις παρατηρήσεις που έγιναν στις εργασίες υπαίθρου. Παρακάτω δίνεται ο γεωλογικός χάρτης της περιοχής με τις τομές που κατασκευάστηκαν (Σχήμα 5.29).



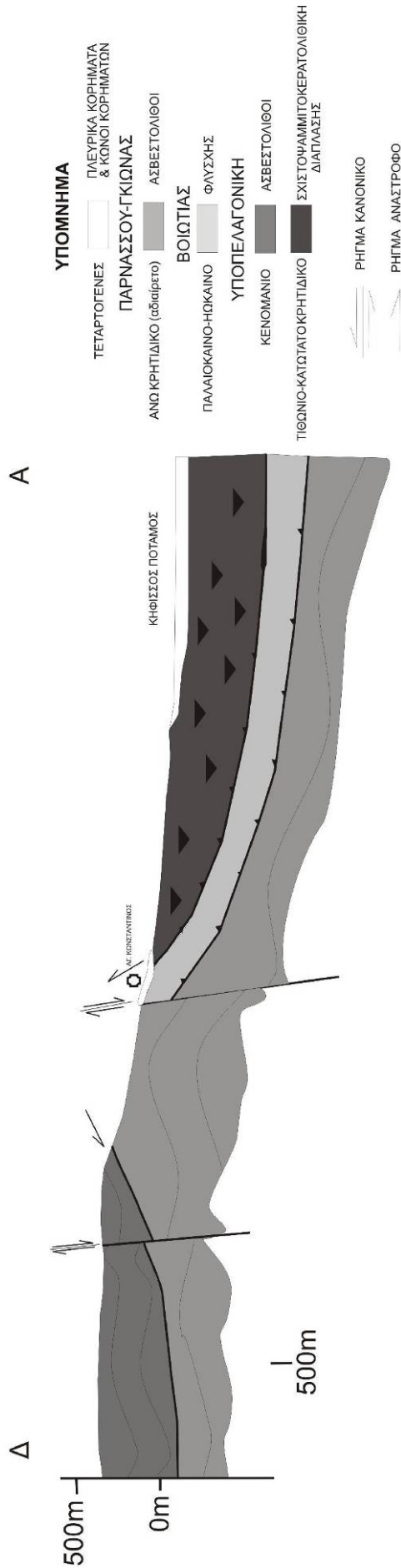
Σχήμα 5.29: Τμήμα του γεωλογικού χάρτη της περιοχής (σύνθεση γεωλογικών φύλλων «ΒΑΓΙΑ» & «ΛΕΒΑΔΕΙΑ» του Ι.Γ.Μ.Ε.), όπου εμφανίζονται οι τομές που κατασκευάστηκαν. Το προβολικό σύστημα είναι ΕΓΣΑ '87 και ο κλίμακός των συντεταγμένων είναι ανά 5 km.



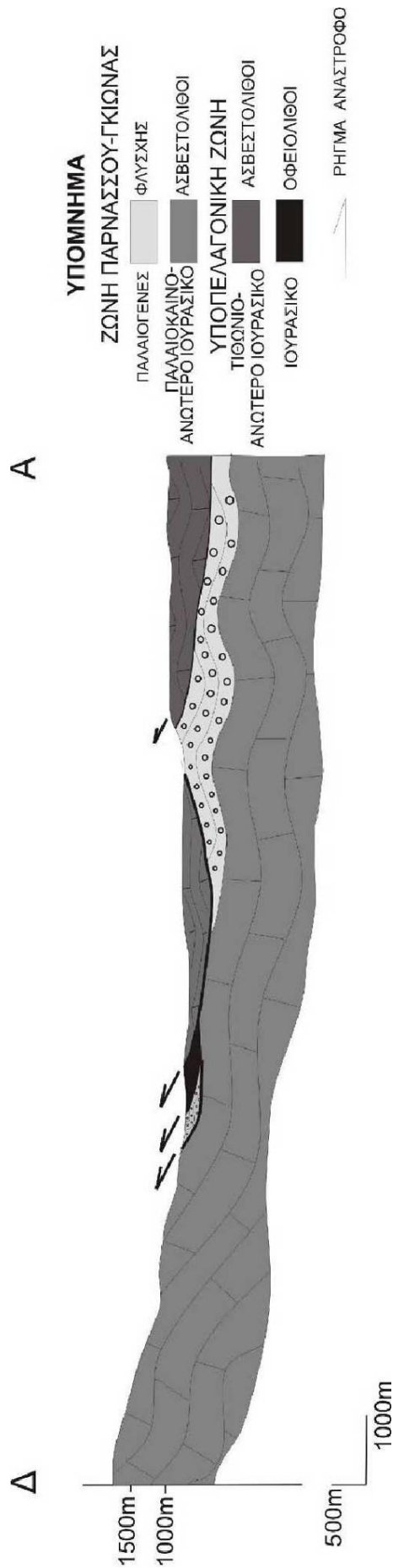
Σχήμα 5.30: Απλοποιημένη γενική γεωλογική τομή της περιοχής μελέτης, ΝΔκης – ΒΑκης διεύθυνσης, (τομή 1 του σχήματος 5.29). Στην τομή αυτή εμφανίζονται σχηματισμοί από τις τρεις ζώνες Παρνασσού – Γκιώνας, Βοιωτίας Υποπελαγονικής και διακρίνονται οι τεκτονικές σχέσεις αυτών. Παρατηρείται η τεκτονική τοποθέτηση της Υποπελαγονικής πάνω στην Βοιωτίας και Παρνασσού – Γκιώνας και εμφανίζεται μία κυρίαρχη κίνηση προς τα ΝΔ. Επίσης δίνεται η ανάδυση της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας, αλλά και τα νεότερα κανονικά ρήγματα της περιοχής.



Σχήμα 5.31: Γεωλογική τομή της περιοχής μελέτης, ΝΔκης – ΒΑκης διεύθυνσης, στην περιοχή της Αλιάρτου, (τομή 2 του σχήματος 5.29). Στην τομή αυτή εμφανίζονται σχηματισμοί της ζώνης Βοιωτίας και Υποπελαγονικής και οι τεκτονικές σχέσεις αυτών, όπως επίσης ένα κάλυμμα της Βοιωτίας και ένα back thrust, το οποίο έχει δημιουργηθεί από την εντονή συμπίεστική δύναμη που ασκήθηκε στην περιοχή κατά το Τριτογενές, την περίοδο επώθησης όλων των Ελληνικών ζωνών προς τα δυτικά.



Σχήμα 5.32: Γεωλογική τομή Δκης – Ακης διεύθυνσης, στην περιοχή νότια του Λαφυστίου (τομή 3 του σχήματος 5.29). Οι ρηξιγενείς δομές που εντοπίζονται στην περιοχή, αποτελούνται από κανονικά ρήγματα που καταλήγουν στην κοιλάδα του Κηφισσού ποταμού. Όταν αφορά το ρήγμα που βρίσκεται στο μοναστήρι του Αγ. Κωνσταντίνου, έπεται από επικοινωνία με γεωλόγους του Ι.Γ.Μ.Ε. που έχουν εργαστεί στην περιοχή (κ. Δάνδολο), αποτελεί ένα κανονικό ρήγμα όπου υπάρχουν υδρογεωτρήσεις εκμεταλλευόμενες από το Ι.Γ.Μ.Ε. Η στρωματογραφία της γεωτρητικής στήλης περιλαμβάνει μέχρι τα 3m προσχώσεις, ενώ μετά μέχρι τα 291m ασβεστόλιθο. Στην περιοχή παρατηρείται μία τάση κίνησης των σχηματισμών της Υποπελαγονικής ζώνης προς τα Δ.



Σχήμα 5. 33: Γεωλογική τομή Δκης – Ακης διεύθυνσης, (τομή 4 του σχήματος 5.29), που περιλαμβάνει τα υψώματα Παλαιοβούνα, Αναθεμάτισμα και Κορομηλιά (από δυτικά προς ανατολικά). Στην τομή αυτή εμφανίζονται σχηματισμοί της Υποπελαγονικής της Υποπελαγονικής να τοποθετούνται τεκτονικά πάνω σε πετρώματα της Παρνασσού – Γκιώνας με κυρίαρχη κίνηση προς τα δυτικά, όπως επίσης και το τμήμα του ωκεάνιου φλοιού της Τηθύος που δεν καταστράφηκε από την υποβύθιση, αλλά εγκλωβίστηκε ανάμεσα σε σχηματισμούς των αναφερόμενων ζωνών και εμφανίζεται στην περιοχή με τη μορφή τεκτονικού λεπίου.

5.5 Γεωτεκτονική εξέλιξη ευρύτερης περιοχής

Στην παράγραφο αυτή δίνεται μία σύντομη περιγραφή της γεωτεκτονικής εξέλιξης της ευρύτερης περιοχής μελέτης (Σχήμα 5.34).

Βάσει βιβλιογραφικών αναφορών, είναι πολύ δύσκολο να καθοριστούν φάσεις που αφορούν την παλαιογεωγραφική εξέλιξη της εξεταζόμενης περιοχής. Παρόλα αυτά όμως, η εξέλιξη της περιοχής ξεκινά με ταφρογένεση των δύο ωκεάνιων περιοχών, εκατέρωθεν της Πελαγονικής ζώνης και την απόθεση των Περμοτριάδικών κλαστικών σειρών στο δυτικό περιθώριο αυτής. Στο Τριαδικό - Ιουρασικό, η συνεχής νηριτική, ανθρακική ιζηματογένεση δημιουργεί τα ανθρακικά καλύμματα στις ίδιες θέσεις, ενώ στην περιοχή της Βοιωτίας γίνεται απόθεση ανθρακικών ιζημάτων, έως το Μέσο - Άνω Ιουρασικό, όπου στην ίδια περιοχή δημιουργείται μία αύλακα, η οποία πληρώνονταν με υλικό από τις δύο γειτονικές τις ζώνες Υποπελαγονικής και Παρνασσού – Γκιώνας, ενώ ξεκινά η υποβύθιση του ωκεάνιου φλοιού της Νεό – Τηθύς. Την περίοδο Ανωτέρου Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού, συνεχίζεται η βύθιση των ωκεάνιων φλοιών, εκατέρωθεν της Πελαγονικής, η οποία ολοκληρώνεται με την επώθηση των οφειολίθων και των συνοδών ιζημάτων πάνω στα ανθρακικά καλύμματα των ηπειρωτικών περιθωρίων.

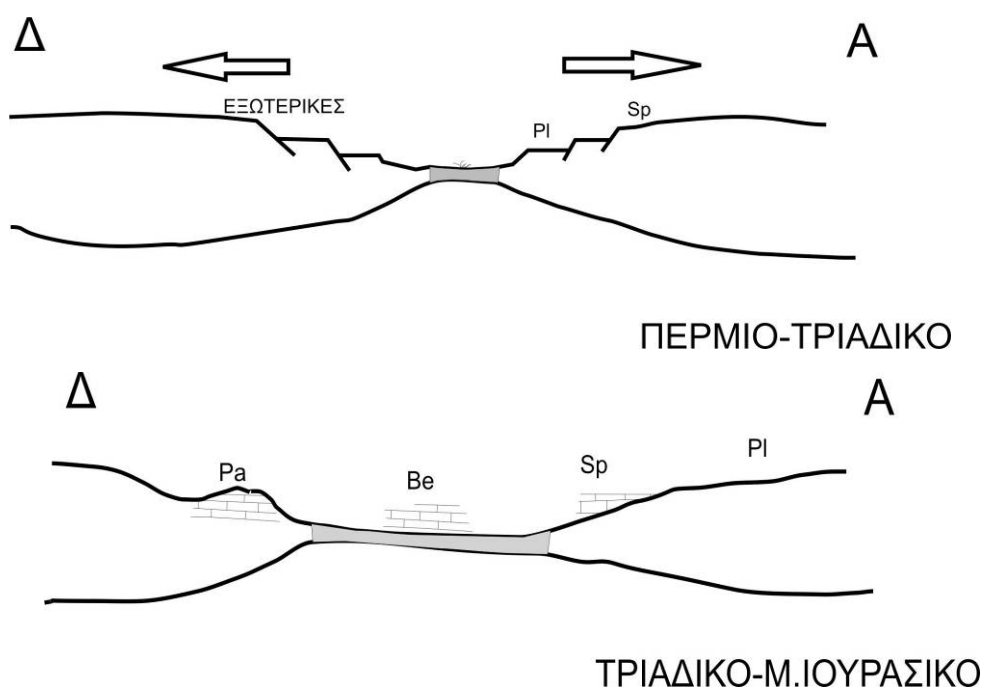
Εκείνη την εποχή η αύλακα της Βοιωτίας δέχεται υλικό τόσο από τα προϊόντα της εφίπνευσης των οφειολιθικών μαζών από τα ανατολικά, όσο και από τα προϊόντα διάβρωσης της Παρνασσού – Γκιώνας στα δυτικά, ενώ κατά την τελική ηπειρωτική σύγκρουση στο Τριτογενές, η ευρύτερη περιοχή υφίσταται έντονη πτύχωση και λεπίωση με απόκλιση προς τα Δ και εφίπνευση των τριών ζωνών. Μικρό τμήμα του ωκεάνιου φλοιού δεν καταστράφηκε την περίοδο της έντονης συμπίεσης του Τριτογενούς. Αντιθέτως, ακολούθησε την επώθηση της Υποπελαγονικής και Βοιωτίας, με τελικό αποτέλεσμα εγκλωβισμό του ανάμεσα σε αυτές τις δύο ζώνες. Για το λόγο αυτό παρατηρούνται στο γεωλογικό χάρτη της περιοχής, μικρές εμφανίσεις οφειολιθικών στοιχείων στην επαφή των προαναφερμένων ζωνών. Η εφίπνευτική αυτή φάση λαμβάνει χώρα μετά την απόθεση του φλύσχη, πιθανότατα κατά το Ηώκαινο – Ολιγόκαινο και δημιουργήσε τα τεκτονικά καλύμματα της Υποπελαγονικής ζώνης πάνω στους σχηματισμούς των ζωνών «Βοιωτίας» και Παρνασσού – Γκιώνας.

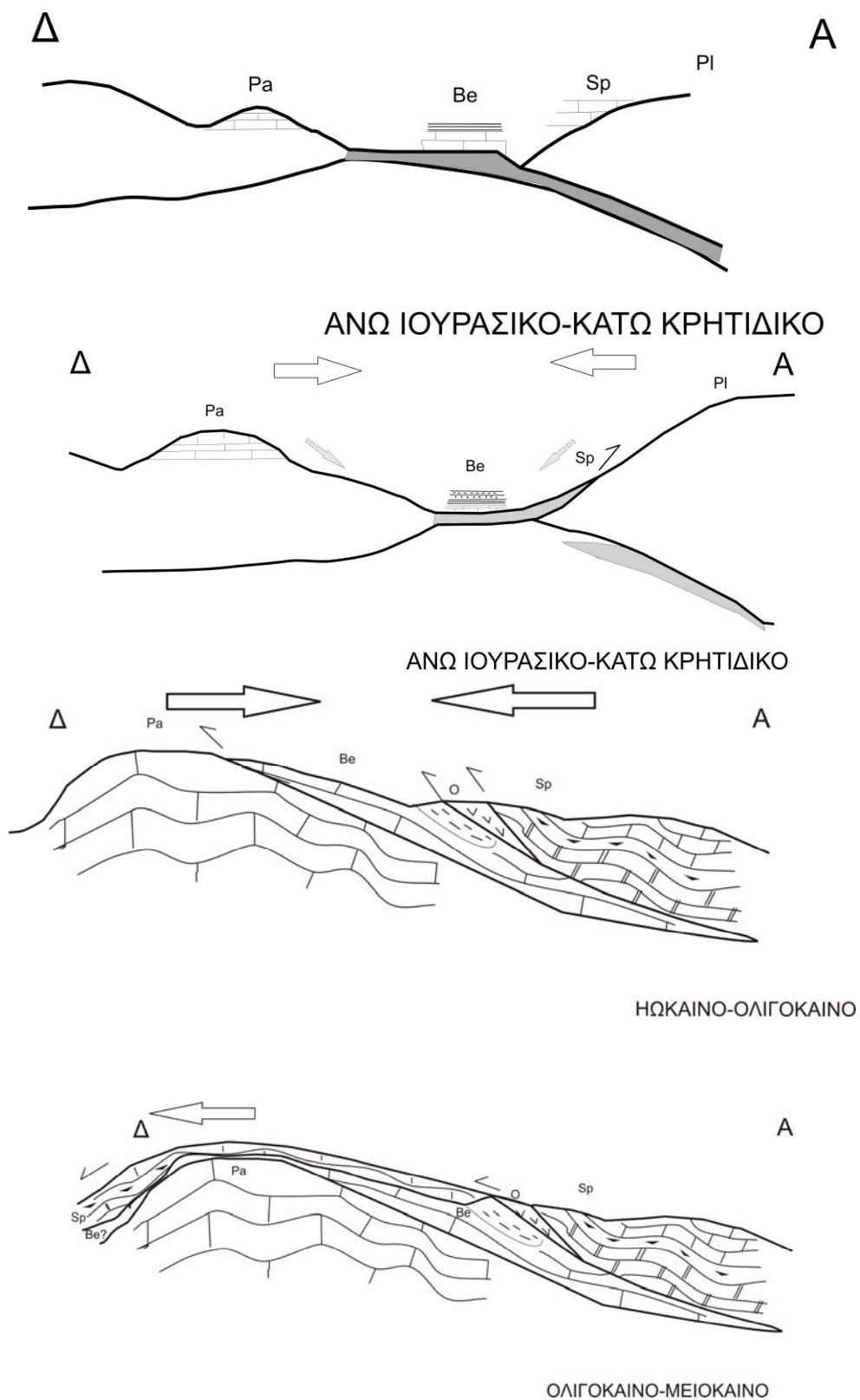
Λίγο αργότερα, την περίοδο Ολιγόκαινου – Μειόκαινου το πεδίο των τάσεων μεταβάλλεται και εκτατικά φαινόμενα λαμβάνουν χώρα. Σε εκείνη τη φάση

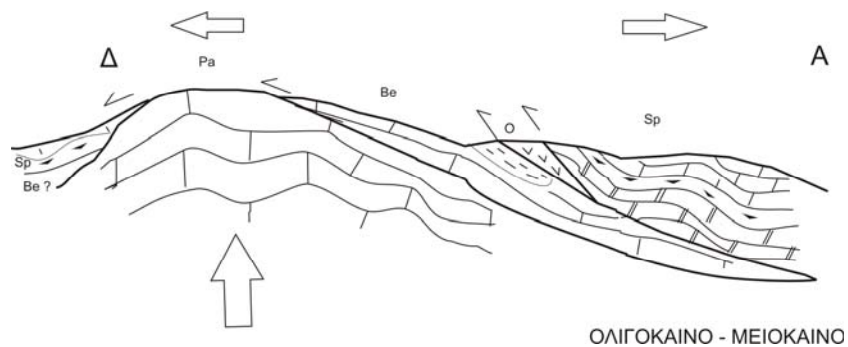
ενδεχομένως να έγινε η διαφυγή της Υποπελαγονικής ζώνης προς τα ΝΔ και να αποκάλυψε τα τεκτονικά παράθυρα της «Βοιωτίας» και Παρνασσού. Αποτέλεσμα αυτής της διαφυγής είναι η ανάδυση των οροσειρών του Ελικώνα και Παρνασσού. Τα εφελκυστικά φαινόμενα συνεχίζονται μέχρι το τέλος του Μειόκαινου όπου δημιουργούνται οι νεώτερες ρηξιγενείς δομές με παράταξη ΒΑκη – ΝΔκη.

Τονίζεται δε, πως η διαφυγή της Υποπελαγονικής ζώνης επιβεβαιώνεται και από την μη συμμετοχή των κατώτερων μελών της στα τεκτονικά καλύμματα. Σε αρκετά σημεία των γεωλογικών τομών που δόθηκαν παραπάνω, φαίνεται η απουσία των παλαιότερων σχηματισμών, η οποία μπορεί να μπορεί να βασιστεί μόνο σε κάποιο εκτατικό φαινόμενο.

Την έλλειψη υποβάθρου την παρατηρεί επίσης ο Πλαστήρας (1979), στην περιοχή της Λοκρίδας και συγκεκριμένα αναφέρει στην σελίδα 55: *Η εν λόγω ολίσθησης η οποία δύναται να χαρακτηριστεί ως ανάλογος προς τον τύπο των επωθήσεων δια βαρύτητος... μεταξύ των κινούμενων τεμαχών άνευ συμμετοχής του υποβάθρου.*







Σχήμα 5.34: Τα στάδια εξέλιξης της περιοχής της Βοιωτίας, (εξήγηση, βλέπε κείμενο).

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν και υποστηρίχθηκαν στην παρούσα διατριβή ειδίκευσης, τόσο από βιβλιογραφική έρευνά αλλά και από τις εργασίες υπαίθρου και την επεξεργασία των δεδομένων, προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Η Ενότητα Βοιωτίας αναπτύσσεται στο όριο μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών Ελληνίδων ζωνών, αποτελώντας μία μικρή ωκεάνια λεκάνη. Η περιοχή αυτή δέχθηκε τα προϊόντα διάβρωσης των επωθημένων οφειολιθικών μαζών της Υποπελαγονικής, στα ανατολικά, όπως επίσης και των προϊόντων διάβρωσης της Παρνασσού – Γκιώνας, από τις τρεις χερσεύσεις της ζώνης, στα δυτικά. Οι χερσεύσεις αυτές είχαν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία των βωξιτικών κοιτασμάτων της συγκεκριμένης ζώνης, αλλά και την τροφοδοσία με υλικά της Βοιωτίας.

- Η μελέτη της τεκτονικής σχέσης Βοιωτίας και Παρνασσού - Γκιώνας βασίστηκε κυρίως σε βιβλιογραφικά δεδομένα, καθώς κατά τις εργασίες υπαίθρου, η σχέση των δύο ζωνών δεν ήταν δυνατό να αποσαφηνιστεί.

- Η σχέση «Βοιωτίας» - Υποπελαγονικής εντοπίστηκε σε πολλές θέσεις με την Υποπελαγονική να επωθείται πάνω στη «Βοιωτίας». Σε ελάχιστες θέσεις παρατηρούνται back-thrust λόγω της έντονης συμπιεστικής τεκτονικής

- Οι οφειολιθικές εμφανίσεις στα όρια της Υποπελαγονικής ζώνης, με τις ζώνες Παρνασσού – Γκιώνας και Βοιωτίας αποτελούν υπόλειμμα ωκεάνιου φλοιού, ο οποίος δεν καταστράφηκε από την υποβύθιση, αλλά επωθήθηκε αργότερα την περίοδο του Τριτογενούς πάνω στη ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας. Η θεώρηση ότι οι οφειολιθικές μάζες προέρχονται από την εφίππευση του ωκεάνιου φλοιού της Νέο – Τηθύος πάνω στην Πελαγονική ζώνη και τη μετέπειτα επώθησή τους στις ζώνες που αναπτύσσονται δυτικότερα, δεν αποσαφηνίζει την εμφάνισή τους στις συγκεκριμένες θέσεις.

- Η επεξεργασία των τεκτονικών στοιχείων που λήφθηκαν κατά τις εργασίες υπαίθρου που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή φανερώνουν κίνηση προς τα ΝΔ για τους σχηματισμούς που αποτελούν την Υποπελαγονική ζώνη. Επίσης η τεκτονική της ζώνης αυτής ερμηνεύεται ως ένα νεώτερο ρήγμα αποκόλλησης ηλικίας Ολιγόκαινου – Μειόκαινου που απομάκρυνε τα τεκτονικά καλύμματα προς τα ΝΔ με αποτέλεσμα την ανάδυση της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας ως ένα τεκτονικό παράθυρο.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- CELET, P., (1962).** *CONTRIBUTION A L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE DU PARNASSE – KIONA ET D'UNE PARTIE DES RÉGIONS MÉRIDIIONALES DE LA GRÈCE CONTINENTALE.* ANN. GEOL. DE PAYS HELLEN., XIII.
- CLEMENT, B., COMBES, P., FOURCADE, E., (1979).** *PROBLEMES POSES PAR UNE SERIE FLYSCHOIDE ET DES LATERITES CHROMO – NICKELIFERES ASSOCIEES DANS LA REGION D; ANTIKTRA (BEOTIE, GRECE CONTINENTALE).* ANN. SOC. GEOL. NORD., Vol. XCVIII, pp 233-242.
- CLEMENT, B., (1979).** *RELATIONS STRUCTUALES ENTRE LA ZONE DU PARNASSE ET LA ZONE PELAGONIENNE EN BEOTIE (GRECE CONTINENTALE).* PROCEED. VI, COLL. GEOL. REGION, ATHENS, 1977, Vol. 1, pp. 237 – 251.
- ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ, (1975).** *ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, ΦΥΛΛΟ ΛΕΒΑΔΕΙΑ, κλίμακας 1:50.000.* ΑΘΗΝΑ.
- ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ, (1973).** *ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, ΦΥΛΛΟ ΒΑΓΙΑ, κλίμακας 1:50.000.* ΑΘΗΝΑ.
- GROTENHUIS, M. S., PASSCHIER, W. C., TROUW, R. A. J., (2002).** *EVOLUTION OF MICA FISH IN MYLONITIC ROCKS.* TECCTONOPHYSICS 372, pp. 1 –21.
- GREGOU, S., (1994).** *THE CARBONATE/ FLYSCH TRANSITION AND THE BASAL UNITS OF THE FLYSCH SEQUENCE, IN THE OSIOS LOUKAS AREA, PARNASSUS – GIONA ZONE, CENTRAL GREECE.* ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τομ. XXX/2, σελ: 227-247.
- ΔΕΡΜΙΤΖΑΚΗΣ, Μ. Δ., (1994).** *ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ.* ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗ, ΑΘΗΝΑ.
- ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ, Θ. Σ., (1988).** *ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ.* ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΓΙΑΧΟΥΔΗ – ΠΑΧΟΥΔΗ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.
- ΚΑΡΡΑΣ, Κ. Ν., (1994).** *Η ΑΝΘΡΑΚΙΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΝΩΤΕΡΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ – ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΚΡΗΤΙΑΙΚΟ, (ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΘΡΩΣΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ).* ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ. ΑΘΗΝΑ.
- ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΥ, Χ., Γ., (1992).** *ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ.* ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ ΑΘΗΝΑ.
- ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ, Ε., Ι., (1978).** *ΣΥΜΒΟΛΗ ΕΙΣ ΤΗΝ ΓΝΩΣΙΝ ΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΑΡΧΙΑΣ ΘΗΒΩΝ.* ΓΕΩΛ. ΧΡΟΝ. ΕΛΛ. ΧΩΡΩΝ. Τομ. 21, σελ: 35-106.

- ΚΙΛΙΑΣ, Α. Α., (1985).** *ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ*. ΕΚΔΟΣΕΙΣ: ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ Α. Π. Θ., ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.
- ΚΙΛΙΑΣ, Α., ΦΑΛΑΚΑΚΗΣ, Γ., ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ., (1999).** *CRETACEOUS – TERTIARY STRUCTURES AND KINEMATICS OF THE SERBOMACEDONIAN METAMORPHIC ROCKS AND THEIR RELATION TO THE EXHUMATION OF THE HELLENIC HINTERLAND (MACEDONIA, GREECE)*. International Journal of Earth Sciences, Vol. 88, pp. 513 – 531.
- ΚΟΥΚΟΥΒΕΛΑΣ, Κ. Ι., (1998).** *ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ*. ΕΚΔΟΣΕΙΣ: Leader Books, ΑΘΗΝΑ.
- ΚΟΥΦΟΣ, Α. Γ., (1985).** *ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ*. ΕΚΔΟΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ, Α. Π. Θ., ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.
- ΚΡΑΝΗΣ, Α., Χ., (1999).** *ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΡΗΞΙΓΕΝΩΝ ΖΩΝΩΝ ΣΤΗΝ ΚΕΝΤΡΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, (ΛΟΚΡΙΔΑ)*. Διδακτορική Διατριβή, ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, ΑΘΗΝΑ.
- KRANIS, H. D., PAPANIKOLAOU, I. D., (2001).** *EVIDENCE FOR DETACHMENT FAULTING ON THE NE PARNASSOS MOUNTAIN FRONT (CENTRAL GREECE)*. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τομ. XXXIV/1, σελ: 281-287.
- KRANIS, H., PALLYVOS, N., LIVADITIS, G., MAROUKIAN, H., (2001).** *THE HYAMBOLIS ZONE: GEOMORFOLOGICAL AND TECTONIC EVIDENCE OF A TRANSVERSE STRUCTURE IN LOKRIS (CENTRAL GREECE)*. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τομ. XXXIV/1, σελ: 251-257.
- ΛΕΚΚΑΣ, Α., Σ., (1988).** *ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΡΟΣΕΙΡΑΣ ΤΟΥ ΚΟΖΙΑΚΑ (ΔΥΤΙΚΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ)*. ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΜΟΝΟΓΡΑΦΙΕΣ Νο1. ΑΘΗΝΑ.
- ΛΟΖΙΟΣ, Γ. Σ. (2003).** *ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΙΚΡΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ*. ΕΚΔΟΣΕΙΣ: ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, ΑΘΗΝΑ.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Α., (1985).** *ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ*. UNIVERSITY STUDIO PRESS, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Α., (2002).** *ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΕΥΡΥΤΕΡΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ*. ΕΚΔΟΣΗ: ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ, Α. Π. Θ., ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.
- ΜΠΟΖΟΠΟΥΛΟΣ, Π. Α., (2005).** *ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΩΝ*. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ, Α. Π. Θ., ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.
- ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ – ΒΡΥΝΙΩΤΗ, Κ., ΜΠΕΛΛΟΣ, Θ., (2001).** *ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΓΕΩΜΟΡΦΕΣ ΤΩΝ*

ΟΡΕΙΝΩΝ ΟΓΚΩΝ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ, ΕΛΙΚΩΝΑ, ΓΚΙΩΝΑΣ (ΕΛΛΑΔΑ). ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, ΤΟΜ. XXXIV/1, σελ: 439-442.

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ι. Δ., (1986). *ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.* ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΕΠΤΑΛΟΦΟΣ Α.Β.Ε.Ε., ΑΘΗΝΑ.

ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, Ι., ΒΕΤΟΥΛΗΣ, ΔΟΜ., ΤΑΤΑΡΗΣ, ΑΘ., (1963). *ΤΟ ΚΑΛΛΙΔΡΟΜΟΝ. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΥ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΧΙΣ ΜΕ ΠΑΡΝΑΣΣΟ.* ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, σελ: 43-51.

ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ, Ι., ΤΑΤΑΡΗΣ, Α. Α., ΜΑΡΑΓΚΟΥΔΑΚΗΣ, Ν., ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ., (1971). *ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ, ΦΥΛΛΟΝ ΛΕΒΑΔΕΙΑ, κλίμακα 1:50.000.* ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΩΝ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ, ΑΘΗΝΑ.

ΠΑΥΛΙΔΗΣ, Β. Σ., (2003). *ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ.* ΕΚΔΟΣΕΙΣ UNIVERSITY STUDIO PRESS, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.

ΠΑΥΛΙΔΗΣ, Σ., ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ., (1986). *ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.* ΕΚΔΟΣΕΙΣ UNIVERSITY STUDIO PRESS, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.

PASSCHIER, W. C., SIMPSON, C., (1986). *PORPHYROCLAST SYSTEMS AS KINEMATIC INDICATORS.* Journal of Structural Geology, Vol. 8, No. 8, pp. 831 – 843.

PASSCHIER, W. C., TROUW, R. A. J., (1996). *MICROTECTONICS.* SPRINGER PUBLISHING.

ΠΛΑΣΤΗΡΑΣ, Β., (1979). *ΝΕΩΤΕΡΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΒΑΛΛΟΝΤΑ ΕΙΣ ΤΗΝ ΓΝΩΣΙΝ ΤΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ (ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΥΒΟΙΑ – ΛΟΚΡΙΣ).* ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, Τομ. XIV, σελ:51-59.

RAMSAY, G. J., (1979). *SHEAR ZONE GEOMETRY: A REVIEW.* Journal of Structural Geology, Vol. 2, No. 1/2, pp. 83-99.

RICHTER, D., MÜLLER, C., MALTLANS, R., MIHM, A., SAARBRÜCHEN, RISC, H., (1995). *DIE FLYSCH-ZONEN GRIECHENLANDS XII, DAS BÓOTIKUM UND SEINE FLYSCHE IM BEREICH DES ITI-PARNASS-ELIKON-GEBIRGES, DES NORDWESTLICHEN KALLIDROMON-GEBIRGES UND DES SÜDWESTLICHEN ORTHYS-GEBIRGES (MITTELGRIECHENLAND).* MÜNCHEN

STEUER, T., RAEDER, M., WALTER, J., (1994). *PARNASSUS – PELAGONIAN TRANSITIONAL FACIES RECORDED IN THE CRETACEOUS PALEOKASTRON SECTION (W. BEOTIA, CENTRAL GREECE).* ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, σελ:177-185.

ΤΑΤΑΡΗΣ, Α. Α., (1972): ΝΕΩΤΕΡΑ ΠΟΡΙΣΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΣΑΛΑΜΙΝΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, σελ:482-509.

ΤΑΤΑΡΗΣ, Α., ΚΟΥΝΗΣ, Γ., (1966). Η ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΝΕΟΓΕΝΩΝ – ΜΕΣΟΖΩΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΑΤΤΙΚΗΣ – ΛΟΚΡΙΔΟΣ ΚΑΙ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΒΑΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ. ΔΕΛΤΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ, σελ:137-154.

ΤΑΤΑΡΗΣ, Α. Α., ΚΟΥΝΗΣ, Δ. Γ., ΜΑΡΑΓΚΟΥΔΑΚΗΣ, Ν., (1970). ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ, ΦΥΛΛΟΝ ΒΑΓΙΑ, κλίμακας 1:50.000. ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΩΝ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ, ΑΘΗΝΑ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

(I)

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ

Πίνακας 1: Συντεταγμένες σημείων που ελήφθησαν με χρήση GPS

ΣΗΜΕΙΟ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ		ΘΕΣΗ (ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΛΕΒΑΔΕΙΑ)
	X: ED50	Y: ED50	
1	22° 48' 44,4" E	38° 29' 48,6" N	ΞΩΚΛΗΣΙ ΑΓ. ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥ (ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΩΡΙΟΥ ΑΓ. ΒΛΑΣΙΟΥ)
2	22° 53' 11,6" E	38° 29' 10,9" N	ΠΕΡΙΟΧΗ ΘΟΥΡΙΟΥ
3	22° 54' 22,9" E	38° 19' 55" N	ΞΩΚΛΗΣΙ ΑΓ. ΑΝΝΑΣ (ΜΕΤΑΞΥ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΑΓ. ΤΡΙΑΔΑΣ & ΑΓ. ΑΝΝΑΣ)
4	22° 55' 03,1" E	38° 15' 25,8" N	ΞΩΚΛΗΣΙ ΑΓ. ΤΡΙΑΔΑΣ (ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ)
5	22° 52' 57,1" E	38° 15' 44,3" N	ΜΟΝΗ ΤΑΞΙΑΡΧΩΝ (ΠΡΟΔΡΟΜΟΣ)

Πίνακας 2: Συντεταγμένες των τεσσάρων κορυφών των γεωλογικών χαρτών
«ΛΕΒΑΔΕΙΑ» και «ΒΑΓΙΑ»

ΚΟΡΥΦΗ ΧΑΡΤΗ	ΦΥΛΛΟ ΛΕΒΑΔΕΙΑ		ΦΥΛΛΟ ΒΑΓΙΑ	
	X: ED50	Y: ED50	X: ED50	Y: ED50
ΝΔ/κή	22° 43' 05,86" E	38° 15' 04,53" N	22° 58' 14,33" E	38° 14' 58,37" N
ΝΑ/κή	22° 58' 12,9" E	38° 15' 09,29" N	23° 15' 03,62" E	38° 14' 58,59" N
ΒΑ/κή	22° 58' 10,17" E	38° 30' 06,92" N	23° 14' 56,96" E	38° 30' 10,55" N
ΒΔ/κή	22° 43' 04,43" E	38° 30' 04,17" N	22° 58' 08,85" E	38° 30' 09,52" N

Πίνακας 3: Μετρήσεις υπαίθρου

A/A	ΣΥΝΤ/ΝΕΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΕΤΡΩΜΑ- ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΣΤΡΩΣΗ/ ΔΙΑΚΛΑΣΕΙΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	38° 24' 57" N, 22° 53' 56" E	600m NA από ξωκλήσι Αγ. Βαρβάρας, μέσα σε λατομείο (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	K6 & Fs-p		010°/40°	Επώθηση του K6 πάνω στον Fs-p	Σύμφωνα με το γεωλογικό χάρτη υπάρχει ο Fs-p. Στην συγκεκριμένη θέση όμως, είναι πιθανό να παρατηρούμε τους φλυσχοειδούς σχηματισμούς του K6, και όχι τον ίδιο τον φλύσχη. Γράμμωση δεν διακρίνεται
					300°/ 55°	Κατ' εκτίμηση η επώθηση του K6 πάνω στον Fs-p	
					020°/ 40°	Επώθηση του K6 πάνω στον Fs-p	
					130°/ 75°, p: 40° NΔ (ανάστροφη κίνηση)		
				008°/ 35°		Στρώση στον Fs-p	
						Στρώση στον Fs-p	
2	38° 25' 32,6" N, 22° 55' 44,7" E	Λαφύστιον	K7-e & Fs-p		022°/ 70°, p: 57° NA (πλαγιοκανονική αριστερόστροφη κίνηση)		Στην θέση αυτή βρίσκονται οι XVI 387 & XVI 388 υδρογεωτρήσεις του Ι.Γ.Μ.Ε.
					338°/ 80°, p: 30° ΒΑ (ανάστροφη κίνηση)		
3		Ξωκλήσι Αγ. Νικολάου, ΝΑ της Λεβαδίας (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	K6 & Fs-p		095°/ 45°		Κατ' εκτίμηση μέτρηση της επώθησης των K6 στον Fs-p
			K7-e & Fs-p		134°/ 26°		Επώθηση των K7-e στον Fs-p
4	38° 15' 53,6" N, 22° 53' 0,8" E	Μονή Ταξιάρχων (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	K6 & Fp		185°/ 65°, p: 85° Δ (κανονική κίνηση)		Η ζώνη επώθησης είναι έντονα τεκτονισμένη και υπάρχει κροκαλοπαγές με ασβεστολιθικά υλικά
					335°/ 70°, p: 35° ΑΒΑ (κανονική κίνηση)	Επιφάνεια στον K6 μέσα στη ζώνη επώθησης	

					035°/ 25°, p: 65° ΒΔ (κανονική κίνηση)	Ολισθόλιθος του Κ6 μέσα στον Fp	
					007°/ 75°, p: 15° Δ (ανάστροφη κίνηση)	Ολισθόλιθος του Κ6 μέσα στον Fp, η θέση δεν είναι καλή	
					310°/ 55°, p: 30° ΔΝΔ (πλαγιοκανονική αριστερόστροφη κίνηση)		
					320°/ 30°	Επιφάνεια επώθησης	
5	38° 15' 43,3" N, 22° 52' 57,3" E	Μονή Ταξιαρχών (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Κ6 & Fp		280°/ 55°, p: 25° ΒΒΑ (πλαγιοκανονική αριστερόστροφη κίνηση)	Ολισθόλιθος του Κ6 μέσα στον Fp	
6	38° 15' 41,9" N, 22° 53' 0,8" E	Μονή Ταξιαρχών (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Κ6 & Fp		330°/ 65°, p: 40° ΒΑ (κανονική κίνηση)	Μέτρηση μέσα στον υγιή Κ6	Η μέτρηση αυτή δείχνει ακριβώς στην ίδια θέση που υπήρχε thrust, ότι τώρα ίσως να υπάρχει detachment
7	38° 15' 41,9" N, 22° 53' 0,8" E	Μονή Ταξιαρχών (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Κ6 & Fp		170°/ 90°, p: 60° Α (κανονική κίνηση)	Μέτρηση μέσα στον υγιή Κ6	
					320°/ 72°, p: 25° ΒΑ (ανάστροφη κίνηση)	Μέτρηση μέσα στον υγιή Κ6	
8	38° 16' 26,7" N, 22° 50' 11,7" E	Μοναστήρι Αγ. Πάντων ΒΔ του όρους Κοκινάδα (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Jim & Fp		020°/ 40°, p: 65° ΑΝΑ (ανάστροφη κίνηση)		Η μέτρηση έγινε πάνω σε ιλιολιθικό υλικό, 50-70m μακριά από την επώθηση, μέσα στον Fp
					018°/ 40°, p: 55° Α (ανάστροφη κίνηση)		Μέτρηση σε δείκτη, 50-70m μακριά από την επώθηση, μέσα στον Fp
9	38° 15' 51,8" N, 22° 57' 8,2" E	700m ΒΔ της Θίσβης(Φύλλο	Ts-Jim & J6-m		135°/ 60°, p: 75° ΒΑ (άγνωστη κίνηση)	Επώθηση των Ts-Jim πάνω στην J6-m	Επιφάνεια δείκτη μέσα στην J6-m

		ΛΕΒΑΔΕΙΑ)			300°/ 85°, p: 85° ΒΑ (κανονική κίνηση)		Ασβεστολιθική επιφάνεια
					150°/ 50°, p: 80° ΒΑ (κανονική κίνηση)		Ασβεστολιθική επιφάνεια
10	38° 15' 47,2" N, 22° 57' 44,1" E	700m ΒΔ της Θίσβης(Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Jim & J6-m		155°/ 50°, p: 80° ΒΑ (κανονική κίνηση)		Ασβεστολιθική επιφάνεια
11	38° 15' 51,8" N, 22° 57' 48,2" E	700m ΒΔ της Θίσβης(Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Jim & J6-m		085°/ 35°	Επώθηση των Ts-Jim πάνω στην J6-m	
					092°/ 67°	Επώθηση των Ts-Jim πάνω στην J6-m	
12	38° 20' 50,6" N, 22° 55' 38,7" E	2km ΝΔ της Κορώνειας, ανάμεσα σε Αγ. Παρασκευή & Αγ. Αικατερίνη (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Jim & Fs-p		200°/ 60°, p: 40° ΑΝΑ (ανάστροφη κίνηση)		Η μέτρηση έγινε μέσα στον υγρή Ts- Jim
				055°/ 85°		Διακλάσεις μέσα στον Ts-Jim	
				150°/ 40°			
				310°/ 65°			
				114°/ 65°			
				110°/ 70°			
				006°/ 40°		Στρώσεις μέσα στον Fs-p	
				012°/ 45°			
				340°/ 60°			
				090°/ 75°			
				035°/ 35°			
				000°/ 55°			
					330°/ 45°, p: 65° ΔΝΔ (άγνωστη κίνηση)	Επιφάνεια ρήγματος στον Ts-Jim	
13	38° 18' 08,7" N, 22° 57' 40,4" E	Στρούγκα Δρόση (Φύλλο	Ts-Jim & Fp		120°/ 60°, p: 20° ΝΔ (κανονική κίνηση)	Επώθηση των Ts-Jim πάνω στον Fp	

	E	ΛΕΒΑΔΕΙΑ)			135°/ 50°, p: 10° A (κανονική κίνηση)		
				120°/ 55°		Στρώση στον Ts-Jim	
				110°/ 55°		Στρώση στον Ts-Jim	
				120°/ 54°		Στρώση στον Ts-Jim	
				310°/ 55°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				220°/ 70°		Στρώση στον Ts-Jim	
				130°/ 55°		Στρώση στον Fp	
14	38° 18' 57" N, 22° 57' 00" E	1,2km BBA του υψώματος Καμάριζα (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Jim & Fp		90°/ 80°		Κανονικά ρήγματα μέσα στον Fp
					90°/ 65°		
					90°/ 60°		
				150°/ 70°		Στρώση στον Fp	
15	38° 17' 59" N, 22° 57' 05,8" E	1,2km BBA του υψώματος Καμάριζα (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Jim & Fp		220°/ 40°		Επιφάνεια κανονικού ρήγματος στον Fp, γράμμωση δεν διακρίνεται
					100°/ 50°, p: 05° B (κανονική κίνηση)		Επιφάνεια κανονικού ρήγματος στον Fp
				70°/ 40°		Στρώση στον Fp	
16	38° 18' 33,7" N, 22° 57' 36,7" E	Στρούγγα Δρόση (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Jim & Fp		150°/ 40°, p: 20° NΔ (ανάστροφη κίνηση)		
17	38° 18' 08,7" N, 22° 57' 40,4" E	Στρούγγα Δρόση (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Jim & Fp		160°/ 50°, p: 10° A (κανονική κίνηση)		Κανονικά ρήγματα στον Ts-Jim
			Ts-Jim & Fp		120°/ 60°, p: 10° NΔ (κανονική κίνηση)		
			Ts-Jim & Fp		135°/ 50°, p: 20° NΔ (κανονική κίνηση)		
18	38° 18' 0,6" N, 22° 57' 08,4" E	Στρούγγα Δρόση (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Jim & Fp				
				120°/ 55°		Στρώση στον Ts-Jim	
				110°/ 55°		Στρώση στον Ts-Jim	
				120°/ 54°		Στρώση στον Ts-Jim	
				310°/ 54°		Διάκλαση στον Ts-Jim	

					098°/ 45°		Επώθηση των Ts-Jim πάνω στον Fp
					125°/ 40°		
					130°/ 60°		
				118°/ 30°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				160°/ 40°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				055°/ 35°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				094°/ 40°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				096°/ 20°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				030°/ 80°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				210°/ 75°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				130°/ 75°		Στρώση στον Ts-Jim	
				138°/ 60°		Στρώση στον Ts-Jim	
19	38° 18' 18,1" N, 22° 57' 24,1" E	Ροϊτσι (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Jim & Fp		155°/ 55°, p: 10° BA (άγνωστη κίνηση)		
			Ts-Jim, Fp & O		130°/ 35°		Επώθηση των Ts-Jim στους O
				160°/ 60°		Διάκλασεις μέσα στους O	
				150°/ 75°			
				290°/ 85°			
				130°/ 70°			
20	38° 17' 56,9" N, 22° 55' 15,9" E	Ροϊτσι (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Jim & Fp		040°/ 70°, p: 70° NA (κανονική κίνηση)		
21	38° 17' 29" N, 22° 56' 45" E	Ροϊτσι μέσα στο Κακόρεμα (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)		110°/ 30°		Στρώση στον Ts-Jim	
				044°/ 30°		Στρώση στον Ts-Jim	
				140°/ 75°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				192°/ 50°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				205°/ 60°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				100°/ 85°		Διάκλαση στον Ts-Jim	
				130°/ 60°			
				110°/ 65°			
22	38° 19' 02,7" N,	850m Α του	Ts-Jim		015°/ 15°		

	22° 55' 02,6" E	χωριού Κούκουρα ή Αγ. Άννα (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)			000°/ 15°, p: 35° Δ (κανονική κίνηση)		
23	38° 21' 16" N, 22° 57' 39,6" E	Ξωκλήσι Αγ. Νικήτα, περιοχή Κορώνειας (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Fs-p		205°/ 85°, p: 05° NA (κανονική κίνηση)		Οι συγκεκριμένες επιφάνειες είναι πολύ κοντά η μία από την άλλη
					300°/ 35°, p: 70° NΔ (κανονική κίνηση)		
					300°/ 45°, p: 80° ΒΑ (κανονική κίνηση)		
					275°/ 55°, p: 60° Β (κανονική κίνηση)		
					300°/ 30°, p: 70° ΒΑ (κανονική κίνηση)		
					245°/ 85°, p: 60° ΝΑ (κανονική κίνηση)		
24	38° 21' 14,2" N, 22° 57' 41,4" E	Ξωκλήσι Αγ. Νικήτα, περιοχή Κορώνειας (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)			230°/ 60°, p: 90° (κανονική κίνηση)		
					230°/ 70°, p: 60° ΝΑ (κανονική κίνηση)		
25	38° 21' 15" N, 22° 57' 42" E	1km Α του Αγ. Νικήτα, περιοχή Κορώνειας (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	I13-Ki & Fs-p		354°/ 56° (πιθανό ρήγμα)		Στη θέση αυτή παρατηρείται ασβεστικό κροκαλοπαγές μέσα στον Fs-p
				233°/ 30°		Στρώση στον Fs-p	
				170°/ 60°		Στρώση στον Fs-p	
				205°/ 40°		Στρώση στον Fs-p	
				316°/ 70°		Στρώση στον Fs-p	
				315°/ 68°		Στρώση στον Fs-p	
				072°/ 65°			Οι μετρήσεις αποτελούν πτέρυγες πτυχής μέσα στον Fs-p
				018°/ 50°			
				70°/ 55°		Στρώση στον Fs-p	

				120°/ 55°		Στρώση στον Fs-p	
				185°/ 65°		Στρώση στον Fs-p	
				180°/ 40°		Στρώση στον Fs-p	
		Χώρος δασικής αναψυχής-Κεφαλόβρυσο, Δ. Κορώνεια (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Fs-p	190°/ 40°			Οι μετρήσεις αυτές αποτελούν τις πτέρυγες ισοκλινούς πτυχής
				100°/ 35°			
26	38° 23' 28,1" N, 22° 54' 57" E	2km Δ του Αγ. Γεωργίου (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	I13- Ki	242°/ 70°		Στρώση ψαμμιτική μέσα στην I13- Ki	
27	38° 20' 59" N, 22° 54' 11" E	Από Αγ.Τριάδα προς Παναγία (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	I13-K6 & Fp	040°/ 87°		Στρώση στον I13-K6	
				030°/ 60°		Στρώση στον I13-K6	Στην επώθηση των I13-K6 πάνω στον Fp παρατηρείται τεκτονικό λατυποπαγές, με ασβεστολιθικό και ψαμμιτικό υλικό & ο Fp παρουσιάζεται έντονα τεκτονισμένος, ιδιαίτερα στην επαφή
				085°/ 50°		Στρώση στον I13-K6	
				278°/ 75°		Στρώση στον I13-K6	
				162°/ 85°		Στρώση στον I13-K6	
				026°/ 75°		Στρώση στον I13-K6	
				020°/ 60°		Στρώση στον I13-K6	
				015°/ 60°		Στρώση στον I13-K6	
				280°/ 60°		Διάκλαση στον I13-K6	
				278°/ 70°		Διάκλαση στον I13-K6	

				260°/ 70°		Διάκλαση στον I13-K6	
				320°/ 60°		Διάκλαση στον I13-K6	
				165°/ 40°		Στρώση στον Fr	
				120°/ 35°		Στρώση στον Fr	
				120°/ 25°		Στρώση στον Fr	
				090°/ 50°		Στρώση στον Fr	
				096°/ 45°		Στρώση στον Fr	
				100°/ 50°		Στρώση στον Fr	
				010°/ 75°		Στρώση στον Fr	
				020°/ 60°		Στρώση στον Fr	
28	38° 20' 34,3" N, 22° 54' 43,3" E	Αγ. Παρασκευή (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Ji-m & Fs-p		330°/ 45°, p: 65° ΝΔ (? κίνηση)	Επιφάνεια ρήγματος στον Ts-Jim	
					315°/ 65°		
29	38° 20' 39,2" N, 22° 54' 56,5" E	Αγ. Παρασκευή (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Ji-m & Fs-p	222°/ 38°		Στρώση στον Ts-Ji-m	
				306°/ 75°		Στρώση στον Ts-Ji-m	
30	38° 20' 59" N, 22° 54' 11" E	Μονή Παναγίας, 1,2km από Αγ. Τριάδα (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)		310°/ 75°			
31	38° 21' 26.6" N, 23° 06' 54.8" E	Αγ. Παρασκευή (Φύλλο Βάγια)	Ts-Ji & Fs-p	135°/ 80°	110°/ 70°	Επιφάνειες στην επαφή των σχηματισμών	
				116°/ 85°	105°/ 60°		
				132°/ 75°	075°/ 85° p: 50° N (κανονική κίνηση)		
				290°/ 80°	112°/ 85° p(1): 40° B (κανονική κίνηση) p(2): 20° N (αριστερόστροφη κανονική κίνηση)		
				112°/ 35°	110°/ 80°		

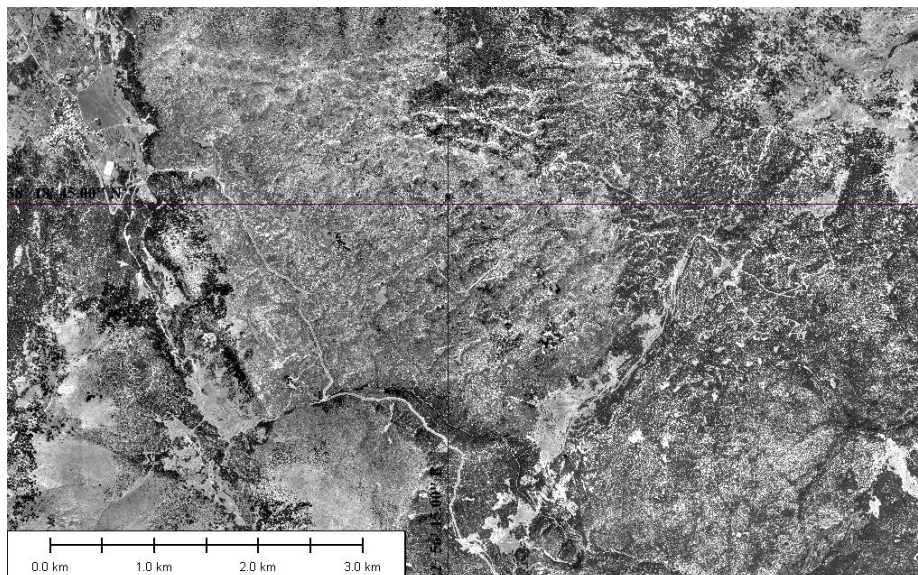
32	38° 21' 24,7" N, 23° 06' 56,1" E	Αγ. Παρασκευή (Φύλλο Βάγια)	Ts-Ji & Fs-p		245°/ 85° p: 65° NΑ (κανονική κίνηση)	Επιφάνεια στην επαφή των σχηματισμών	
33	38° 22' 05,9" N, 22° 59' 36,6" E	Κορώνεια (Φύλλο Βάγια)	Ki-8 & Fs-p		120°/ 35°, p: 45° NΝΔ (κανονική κίνηση)	Επιφάνειες στην επαφή των σχηματισμών	Μέσα στη ζώνη επώθησης κυριαρχούν ασβεστολιθικές μπάντες
					160°/ 55°, p: 65° NΔ (κανονική κίνηση)		
34	38° 22' 20,3" N, 23° 00' 22,4" E	Κορώνεια (Φύλλο Βάγια)	Ki-8 & Fs-p		130°/ 25°, p: 60° NΔ (κανονική κίνηση)		Κανονικά ρήγματα μέσα στον Fs-p
					160°/ 30°, p: 60° NΔ (κανονική κίνηση)		
					150°/ 70°, p: 65° NΔ (κανονική κίνηση)		
35	38° 19' 31,5" N, 23° 02' 52,4" E		Ts-Jim & Fs-p		120°/ 80°, p: 45° NΝΔ (ανάστροφη κίνηση)		
					032°/ 55°, p: 30° ΒΔ (κανονική κίνηση)		
					080°/ 80°, p: 45° NΝΑ (ανάστροφη κίνηση)		
36	38° 20' 53,6" N, 22° 59' 29,5" E	1,5km NΔ της Κορώνειας (Φύλλο Βάγια)	Fs-p	354°/ 80°		Στρώση Fs-p	
37	38° 20' 49,9" N, 23° 00' 29,9" E	2,1km Δ της Ευαγγελίστριας (Φύλλο Βάγια)	Ts-Ji-m & Fs-p				
					018°/ 85°, p: 11° Δ (πιθανόν οριζόντια κίνηση)		
				285°/ 55°		Στρώση του Ts-Ji-m	
38	38° 20' 48,1" N, 23° 07' 24" E	Περιοχή Αγ. Γεωργίου (Φύλλο Βάγια)	Ts-Ji-m & Fs-p				Επιφάνεια δείκτη Ts-Ji-m, μέσα στον Fs-p
					270°/ 55°, p: 55°Β (κανονική κίνηση)		
39	38° 20' 33,5" N, 23° 06' 56,1" E	700m NΝΑ από την κορυφή	K7-e & Fs-p		095°/ 45°, p: 45° ΒΒΑ (ανάστροφη κίνηση)	Η επαφή των K7-e πάνω στον Fs-p	

		'Λειβάδιζα' ή 'Γούλο' (Φύλλο Βάγια)			112°/ 45°, p: 25° BBA (ανάστροφη κίνηση)		
					270°/ 40°, p: 75° N (κανονική κίνηση)		
					280°/ 65°, p: 30° N (πλαγιοκανονική αριστερόστροφη κίνηση)		
					354°/ 56° (πιθανό ρήγμα)		Στη θέση αυτή παρατηρείται ασβεστιτικό κροκαλοπαγές μέσα στον Fs-p
				233°/ 30°		Στρώση στον Fs-p	
				170°/ 60°		Στρώση στον Fs-p	
40	38° 20' 01,9" N, 23° 01' 20,1" E	Δυτικά του όρους Κουρσάρα (Φύλλο Βάγια)	K7-e		150°/ 35°, p: 27° BA (κανονική κίνηση)		
			Fs-p	138°/ 36°		Στρώσεις στον Fs-p	
				142°/ 40°			
				345°/ 45°			
				342°/ 60°			
				192°/ 55°			
41	38° 20' 33,6" N, 23° 03' 08,1" E	Ύψωμα Λειβάδεζα (Φύλλο Βάγια)	K7-8 & Fs-p		112°/ 45°, p: 25° NΔ (ανάστροφη κίνηση)		Επιφάνεια ρήγματος στον K7-8
					294°/ 30°, p: 70° NNA (κανονική κίνηση)		Επιφάνειες ρήγματος μέσα στο λατυποπαγές του Fs-p
					265°/ 60°, p: 05° NNA (κανονική κίνηση)		
					275°/ 45°, p: 15° NNA (κανονική κίνηση)		Επιφάνεια ρήγματος μέσα στον Fs-p (ασβεστιτικές ανακρυσταλλώσεις)
42	38° 20' 01,8" N, 23° 01' 18,3" E	1km N του χωριού Ευαγγελίστρια (Φύλλο Βάγια)	K7-8 & Fs-p		160°/ 60°		Επιφάνεια του K7-8, πολύ κοντά στην επαφή με Fs-p, με δείκτη

43	38° 20' 01,9" N, 23° 01' 26,1" E	1km N του χωριού Ευαγγελίστρια (Φύλλο Βάγια)	K7-8 & Fs-p	138°/ 36°		Πτέρυγες πτυχής	
				142°/ 40°			
				345°/ 45°			
				342°/ 60°			
44	38° 20' 35,8" N, 23° 00' 29,9" E	400m ΒΔ του χωριού Ευαγγελίστρια (Φύλλο Βάγια)		170°/ 45°		Πτέρυγες πτυχής	
				192°/ 55°			
45	38° 20' 49,9" N, 23° 00' 29,9" E	3km ΒΔ του χωριού Ευαγγελίστρια (Φύλλο Βάγια)	Ts-Ji-m & Fs-p		200°/ 70°, p: 70° NNA (κανονική κίνηση)		
46	38° 20' 49,5" N, 22° 57' 48,9" E		Ts-Ji-m & Fs-p	354°/ 80°		Στρώση στον Fs-p	
				60°/ 40°		Στρώση στον Fs-p	
				345°/ 70°		Στρώση στον Fs-p	
47	38° 20' 50" N, 22° 59' 17" E	3km ΒΔ του χωριού Ευαγγελίστρια (Φύλλο Βάγια)	Ts-Ji-m & Fs-p		048°/ 66°, p: 06° ΒΔ (ανάστροφη κίνηση)	Επιφάνειες ρηγμάτων μέσα στον Ts-Ji-m	strike slip
					018°/ 85°, p: 11° ΔΒΔ (κανονική κίνηση)		Πιθανό οριζόντιο
					165°/ 85°, p: 24° ΑΝΑ (κίνηση)		Η μέτρηση αυτή βρέθηκε στην ίδια επιφάνεια με την προηγούμενη μέτρηση
					024°/ 86°, p: 42° ΝΑ (κανονική κίνηση)		Πιθανό strike slip
					290°/ 55°		Πιθανά κανονικά ρήγματα στον Ts-Ji- m
					222°/ 75°		
					305°/ 55°		
48	38° 20' 50" N, 22° 59' 17" E	700m Β από ξωκλήσι Αγ.Παρασκευής (Φύλλο ΛΕΒΑΔΕΙΑ)	Ts-Ji-m & Fs-p	278°/ 60°		Διάκλασεις στον Ts-Ji-m	

(II)

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ



Εικόνα 1: Μωσαϊκό φωτοχάρτων της περιοχής μελέτης, όπου διακρίνεται η έντονη καρστικοποίηση των ανθρακικών ιζημάτων.



Φωτογραφία 1: Επώθηση των ασβεστόλιθων ΆνωΤριαδικού – Ιουρασικού της Υποπελαγονικής ζώνης πάνω στον Ηοκαινικό φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας, στην περιοχή ‘Στρούγκα Δρόση’.



Φωτογραφία 2: Επώθηση των ασβεστόλιθων Άνω Τριαδικού – Ιουρασικού της Υποπελαγονικής ζώνης πάνω στον Ηωκαινικό φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας, στην περιοχή ‘Στρούγκα Δρόση’. Ο φλύσχος στη θέση αυτή είναι έντονα τεκτονισμένος και αποσαθρωμένος με αποτέλεσμα η κοκκομετρία του να είναι της τάξης ιλύος, ενώ η αφαίρεσή του με σφυρί είναι πολύ εύκολη.



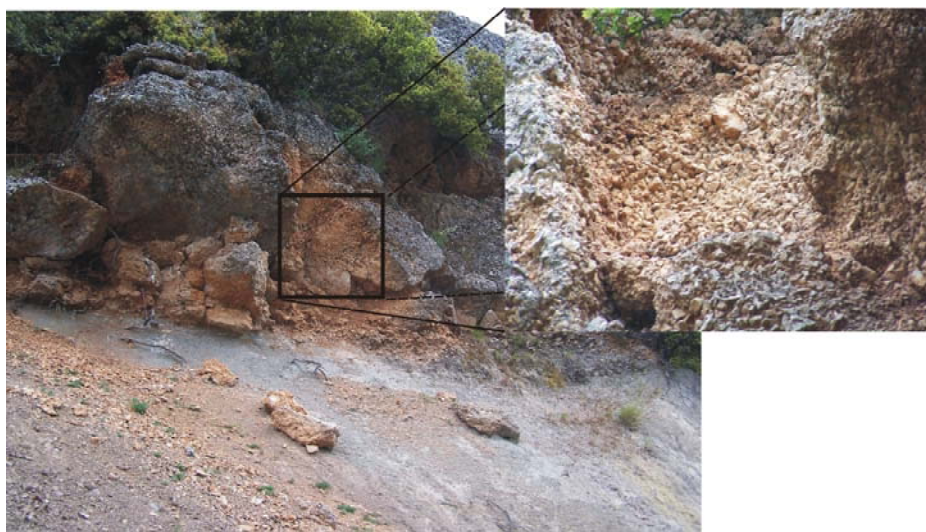
Φωτογραφία 3: Τρεις διαφορετικές απόψεις της επώθησης των ασβεστόλιθων Άνω Τριαδικού – Ιουρασικού της Υποπελαγονικής ζώνης πάνω στον Ηωκαινικό φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας, στην περιοχή ‘Στρούγκα Δρόση’, σε άλλη θέση. Ο φλύσχος εμφανίζεται ξανά έντονα τεκτονισμένος, χωρίς συνοχή.



Φωτογραφία 4: Τρία κανονικά ρήγματα στο φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας Ηωκαίνου, στην περιοχή ‘Στρούγκα Δρόση’.



Φωτογραφία 5: Χαρακτηριστική μορφή των ψαμμιτικών ενστρώσεων του φλύσχη της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας στην περιοχή ‘Στρούγκα Δρόση’ λόγω της αιολικής αποσάθρωσης.



Φωτογραφία 6: Κροκαλοπαγές που βρέθηκε στην επαφή των ασβεστολιθικών πετρωμάτων της Υποπελαγονικής ζώνης, ηλικίας Ανωτέρου Τριαδικού – Κατωτέρου Ιουρασικού και των οφειόλιθων ηλικίας Τιθωνίου- Κατώτερου Κρητιδικού στο ύψωμα του Ροϊτσίου.



Φωτογραφία 7: Επιφάνεια με πολύ μικρή γωνία κλίσης και διεύθυνση ανάπτυξης Δ – Α, όπου λήφθηκε η τεκτονική γράμμωση ολίσθησης. Η θέση αυτή βρίσκεται μέσα ένα μικρό νταμάρι

ασβεστολιθικών πετρωμάτων της Υποελαγονικής ζώνης, ηλικίας Ανώτερου Τριαδικού – Κατωτέρου Ιουρασικού στην περιοχή του Ροϊτσίου.



Φωτογραφία 8: Επιφάνεια στο ύψωμα του Ροϊτσίου με μεγάλη γωνία κλίσης και αντίρροπη προς το πρανές.



Φωτογραφία 9: Λατυποκροκαλοπαγές που βρέθηκε στην περιοχή του Λαφυστίου. Ο σχηματισμός αυτός εντοπίστηκε ανάμεσα στο φλύσχη Παλαιοκαίνου – Ηωκαίνου της Βοιωτίας και στα ανθρακικά ιζήματα Άνω Κρητιδικού της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας. Το λατυποκροκαλοπαγές αυτό έχει ψαμμιτικό συνδετικό υλικό και ψαμμιτικές κροκάλες.



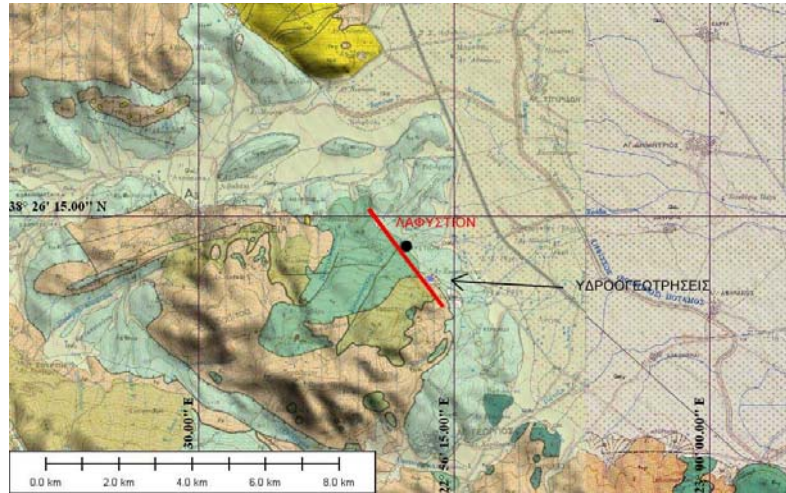
Φωτογραφία 10: Ασβεστόλιθοι του Κενομανιού της Υποπελαγονικής ζώνης οι οποίοι περιέχουν φλυσχοειδείς σχηματισμούς στην ευρύτερη περιοχή του Λαφυστίου.



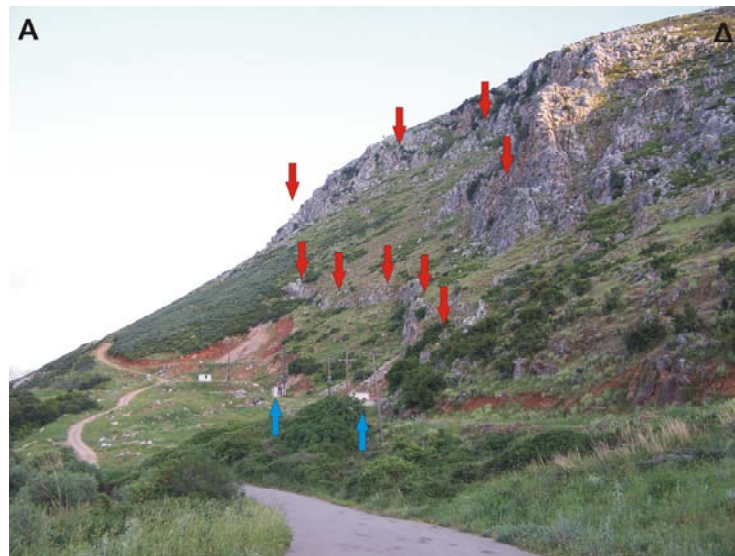
Φωτογραφία 11: Ασβεστόλιθοι του Κενομανιού της Υποπελαγονικής ζώνης οι οποίοι περιέχουν φλυσχοειδείς σχηματισμούς στην ευρύτερη περιοχή του Λαφυστίου.



Φωτογραφία 12: Ψαμμιτικές ενστρώσεις στους φλυσχοειδείς σχηματισμούς των ασβεστόλιθων του Κενομανιού της Υποπελαγονικής ζώνης στην ευρύτερη περιοχή του Λαφυστίου.



Εικόνα 2: Τμήμα του τρισδιάστατου γεωλογικού χάρτη της περιοχής στον οποίο απεικονίζονται το ρήγμα του Λαφυστίου (κόκκινη γραμμή) και η τοποθεσία των υδρογεωτρήσεων του Ι.Γ.Μ.Ε. (μπλε κύκλος).



Φωτογραφία 13: Το ρήγμα του Λαφυστίου (κόκκινα βέλη) και οι υδρογεωτρήσεις του Ι.Γ.Μ.Ε. (γαλάζια βέλη).



Φωτογραφία 14: Η κανονική επιφάνεια στην περιοχή της Κοιλάδας των Μουσών με στοιχεία $32^{\circ}/55^{\circ}$, $p: 30^{\circ}$ ΒΔ.