

**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ**

ΛΕΒΑΝ Α. ΜΑΪΣΟΥΡΑΤΖΕ

**ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΕΥΚΑΡΠΙΑ-ΦΙΛΥΡΟ (ΒΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ) ΜΕ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ, ΚΛΙΜΑΚΑΣ 1:10.000**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2016**

ΛΕΒΑΝ Α. ΜΑΪΣΟΥΡΑΤΖΕ

ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΕΥΚΑΡΠΙΑ-ΦΙΛΥΡΟ (ΒΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ) ΜΕ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ, ΚΛΙΜΑΚΑΣ 1:10.000

Υποβλήθηκε στο τμήμα Γεωλογίας
Εργαστήριο Τεκτονικής και Στρωματογραφίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Αναπληρωτής Καθηγητής Μάρκος Δ. Τρανός

© Λεβάν Α. Μαϊσουράτζε, Εργαστήριο Τεκτονικής και Στρωματογραφίας 2016.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All right reserved.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΕΥΚΑΡΠΙΑ-ΦΙΛΥΡΟ (ΒΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ) ΜΕ
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ, ΚΛΙΜΑΚΑΣ 1:10.000

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ..

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	i
ABSTRACT	ii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	1
1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ	2
2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	2
2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ	3
2.2.1 Εργασίες Υπαίθρου	3
2.2.2 Εργασίες Γραφείου	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	4
3.1 ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗ ΖΩΝΗ	4
3.2 ΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ.....	5
3.2.1 Ενότητα Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά	5
3.2.1.1 Σχηματισμός Εξαμιλίου	5
3.2.1.2 Σχηματισμός Πυργωτού	6
3.2.1.3 Ο Ανώτερος Ανθρακικός Σχηματισμός	6
3.2.2 Ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα	7
3.2.3 Ενότητα Άσπρης Βρύση-Χορτιάτη.....	8
3.2.1.1 Κατώτερος Ανθρακικός Σχηματισμός.....	8
3.2.1.2 Σχηματισμός Άσπρης Βρύσης.....	8
3.2.1.3 Μαγματική Σειρά Χορτιάτη	9
3.3 ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ.....	10
3.4 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	11
3.5 ΖΩΝΗ ΑΞΙΟΥ.....	11
3.6 ΣΕΡΒΟΜΑΚΕΔΟΝΙΚΗ ΜΑΖΑ	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	14
4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	14
4.2 ΜΑΦΙΚΑ(ΒΑΣΙΚΑ) ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	14
4.3 ΓΡΑΦΙΤΙΚΟΙ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ	14

4.4 ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ.....	16
4.5 ΜΕΤΑΠΗΛΙΤΕΣ-ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΟΙ.....	17
4.6 ΠΡΑΣΙΝΟΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ-ΠΡΑΣΙΝΙΤΕΣ.....	17
4.7 ΔΙΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΟΙ ΚΑΙ ΜΟΣΧΟΒΙΤΙΚΟΙ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ.....	19
4.8 ΓΝΕΥΣΙΟΜΕΝΟΣ ΓΡΑΝΙΤΗΣ.....	19
4.9 ΜΕΤΑΦΛΥΣΧΗΣ.....	20
4.10 ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΦΛΕΒΕΣ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ-ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	23
5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	23
5.2 ΤΟΜΗ Α-Α'.....	23
5.3 ΤΟΜΗ Β-Β'.....	24
5.4 ΤΟΜΗ Γ-Γ'.....	25
5.5 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ.....	26
5.5.1 Φυλλώσεις.....	27
5.5.2 Ανάστροφα ρήγματα.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	28
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	29
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	32

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ερευνά την περίπλοκη γεωλογική δομή της Περιοδοπικής ζώνης στην περιοχή Ευκαρπίας-Φιλύρου, ΒΑ Θεσσαλονίκης. Η περιοχή αυτή, με εμβαδόν περίπου 12.5km², μελετήθηκε μέσω γεωλογικής χαρτογράφησης σε κλίμακα 1:5.000, και τελικό προϊόν την κατασκευή γεωλογικού χάρτη σε κλίμακα 1:10.000. Η χαρτογράφηση διαφορετικών πετρωμάτων τόσο από ηπειρωτικό, όσο και ωκεάνιο φλοιό, σε μια σχετικά μικρή περιοχή δείχνει την γεωλογική πολυπλοκότητα της περιοχής. Αξιοσημείωτο είναι ότι χαρτογραφήθηκε μια χαρτογραφική μονάδα αποτελούμενη από ενδιάμεσα-όξινα πυριγενή πετρώματα χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης (πρασινοσχιστολιθική φάση), η οποία λιθολογικά είναι παρόμοια με τη Μαγματική Σειρά Χορτιάτη. Η σαφής παρουσία της χαρτογραφικής αυτής μονάδας στην περιοχή, όπως προέκυψε από την παρούσα χαρτογράφηση, δείχνει ότι η Μαγματική Σειρά Χορτιάτη δεν αναγνωρίζεται μόνο στο νότιο τμήμα του ορεινού όγκου του Χορτιάτη (τεκτονική ενότητα TD1, Tranos et al. 1999), αλλά και στο βόρειο τμήμα αυτού εμπλεκόμενη σε άλλη τεκτονική θέση μέσα στην Περιοδοπική ζώνη (ανάμεσα στις τεκτονικές ενότητες TD2 και TD3, Tranos et al. 1999). Η παρούσα λεπτομερής γεωλογική χαρτογράφηση δείχνει ακόμη ότι η επαφή μεταξύ των Ενοτήτων Μελισσοχωρίου-Χολομώντα και Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη, είναι μια ζώνη έντονης λεπίωσης εντός της οποίας συμμετέχουν ακόμη κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του προ-Μεσοζωϊκού υποβάθρου, πιθανά παρόμοια αυτών της Σερβομακεδονικής Μάζας. Η παραμόρφωση της περιοχής είναι χαρακτηριστική μιας πτυχοεφιπτευτικής ζώνης αποτέλεσμα της Τριτογενούς κύριας αλπικής ορογένεσης με φορά προς τα ΝΔ, ενώ μικρότερες και σχετικά νεότερες εφιπτεύσεις με φορά προς τα ΝΝΔ αποτελούν δομές της βραδυ-ορογενετικής αλπικής διεργασίας, η οποία συνδέεται με πλάγιο-συμπιεστική παραμόρφωση.

ABSTRACT

The present diploma thesis deals with the complicated geology of the Circum Rhodope Belt in the region of Efkarpia-Filiro, NE Thessaloniki. This area of approximately 12.5km², was studied through geological field mapping at a scale of 1:5.000, and a geological map at a scale of 1:10.000 was the final product. The different map units including rocks from either continental or oceanic crust indicate the complex geological setting of the area. Worth mentioned is that one of the map units made of intermediate-felsic igneous rocks which have been metamorphosed at low grade metamorphism (greenschist facies), appears similar to the Chortiatis Magmatic Suite. That the present geological mapping defines the clear presence of this map unit in the region suggests that the Chortiatis Magmatic Suite is not only exposed in the southern parts of the Chortiatis Mt (Tectonic Domain TD1; Tranos et al. 1999), but also in the northern parts of the mountain and in a different tectonic position within the Circum Rhodope Belt (between TD2 and TD3 Tectonic Domains; Tranos et al. 1999). Also, the present detailed geological mapping indicates that the contact between the Melissochori-Cholomontas and Aspri Vrissi-Chortiatis Units is a tectonic one; a part of an intense thrusting, into which crystalline pre-Mesozoic basement rocks, possibly similar with the rocks of Serbo-Macedonian Massif are incorporated. The deformation of the area is characteristic of a fold-and-thrust belt due to the Tertiary main alpine orogenic processes with transport direction towards SW, whereas smaller and younger thrusts with direction towards SSW constitute structures of the post-orogenic alpine processes, which are associated with transpression.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονείται στα πλαίσια του προπτυχιακού κύκλου σπουδών του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, και αφορά τη μελέτη των Ενοτήτων Μελισσοχωρίου-Χολομώντα και Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη της Περιοδοπικής ζώνης στο χώρο ΒΑ της πόλης Θεσσαλονίκης. Περιλαμβάνει τη λεπτομερή γεωλογική χαρτογράφηση σε τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακας 1:5.000 και την κατασκευή γεωλογικού χάρτη σε κλίμακα 1:10.000. Περιλαμβάνει επίσης και την εκμάθηση προγραμμάτων σε περιβάλλον Η/Υ αλλά και προβολικών συστημάτων σχετικών με τη γεωλογική χαρτογράφηση. Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε και ολοκληρώθηκε σε χρονικό διάστημα ενός περιόδου έτους.

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας επικεντρώνεται στη μελέτη της γεωλογίας που επικρατεί στον ευρύτερο χώρο ΒΑ της Θεσσαλονίκης και αφορά την Περιοδοπική ζώνη. Βασικό ερώτημα στην πραγματοποίηση αυτής της έρευνας, ήταν η διερεύνηση της παρουσίας ή όχι της Μαγματικής Σειράς Χορτιάτη σε χώρο πιο βορειοδυτικά, από το χώρο όπου αυτή κατά βάση έχει χαρτογραφηθεί, και συνδέεται με άλλου τύπου πετρώματα και ταυτόχρονα και άλλη τεκτονική θέση. Για το λόγο αυτό θεωρήθηκε σκόπιμο να πραγματοποιηθεί στην παραπάνω περιοχή, λεπτομερής γεωλογική χαρτογράφηση, έτσι ώστε να προσδιοριστούν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια ορισμένες αρχικές ενδείξεις που υπήρχαν για τη παρουσία της Μαγματικής Σειράς Χορτιάτη στις περιοχές Ευκαρπίας-Φιλύρου, από τη βασική γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής (γεωλογικός χάρτης-φύλλο Θεσσαλονίκη; ΙΓΜΕ, 1978). Επιπρόσθετα, ένας επιπλέον στόχος της εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση της επαφής ανάμεσα στην Ενότητα Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη και την Ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα.

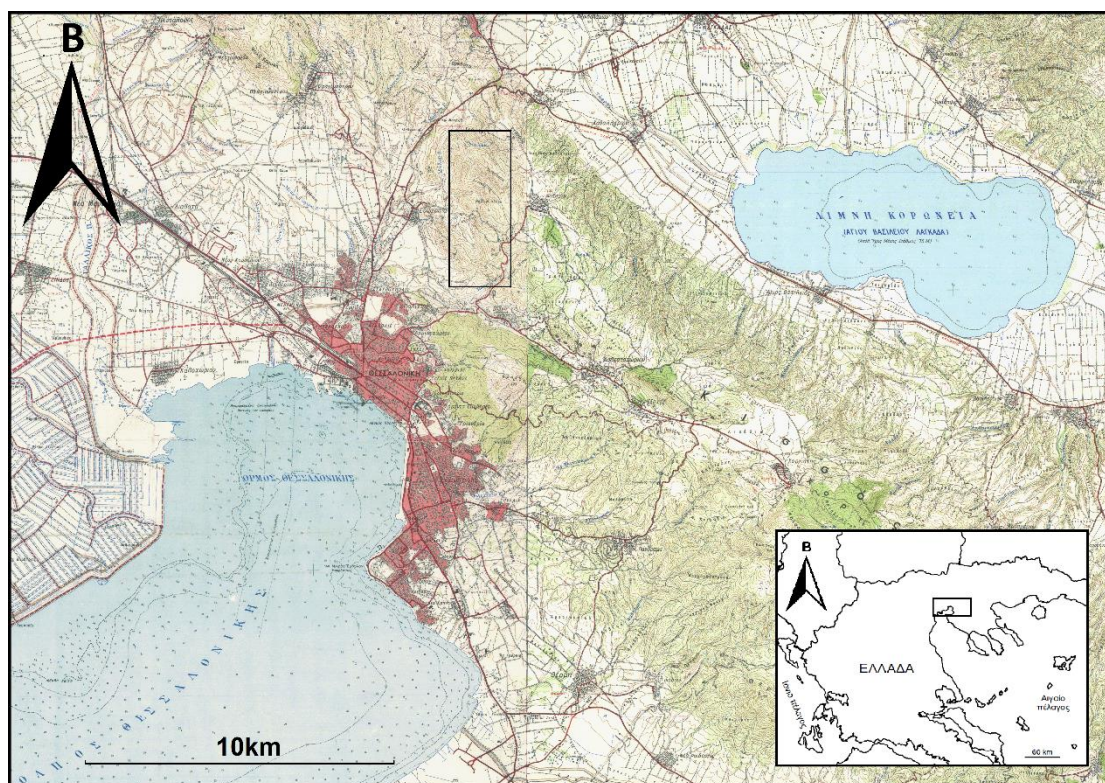
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή στην οποία έλαβε χώρα η γεωλογική χαρτογράφηση βρίσκεται βορειο-ανατολικά της πόλης Θεσσαλονίκης σε απόσταση ~7km, με μήκος ~2.5km, πλάτος ~5km και έχει εμβαδόν ~12.5km². Γενικά η περιοχή χαρτογράφησης βρίσκεται ανατολικά του Φιλύρου και οριοθετείται από την Ευκαρπία, το Φίλυρο, τα Πεύκα και τα Λαγυνά. Οι τρεις πρώτες αποτελούν προάστια τις Θεσσαλονίκης και τα Λαγυνά είναι κωμόπολη που ανήκει στον Δήμο Λαγκαδά (Σχ. 1).

Όσον αφορά την τοπογραφία, η περιοχή χαρακτηρίζεται από υψόμετρα που κυμαίνονται μεταξύ 160-400m, χαρακτηρίζοντας την έτσι ως χαμηλή ορεινή. Τα υψόμετρα και οι πλαγιές ή κλιτείες εμφανίζουν μορφολογικές κλίσεις οι οποίες δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες με εξαίρεση κάποιες περιπτώσεις όπου οι κλίσεις είναι > 45°, με αποτέλεσμα οι χαραδρώσεις να μην είναι βαθιές και στενές και να συνοδεύονται από χειμαρρική ροή.

Όσον αφορά τη γεωλογία της περιοχής, αυτή όπως ήδη αναφέρθηκε, βρίσκεται στο όριο των Ενοτήτων Μελισσοχωρίου-Χολομώντα και Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη της Περιφερειακής ζώνης.



Σχ. 1. Η ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης. Στο μαύρο τετράγωνο ΒΑ της πόλης Θεσσαλονίκης, είναι η περιοχή μελέτης. (Τοπογραφικοί χάρτες φύλλο Θεσσαλονίκης, φύλλο Θέρμης, κλίμακα 1:50.000, Γ.Υ.Σ.).

2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο τρόπος με τον οποίο έγινε η μελέτη αυτή, χωρίζεται σε εργασίες υπαίθρου και εργασίες γραφείου. Παρακάτω περιγράφονται περισσότερο αναλυτικά τα δύο σκέλη των εργασιών.

2.2.1 Εργασίες Υπαίθρου

Οι εργασίες υπαίθρου περιλαμβάνουν:

- Την αρχική αποτύπωση της γεωλογικής πληροφορίας σε τοπογραφικό χάρτη 1:5000 (Γ.Υ.Σ. 1980).
- Κατασκευή σκαριφηματικών γεωλογικών τομών για την καλύτερη κατανόηση της γεωμετρίας των γεωλογικών χαρτογραφικών μονάδων και τεκτονικής.
- Αντιπροσωπευτική δειγματοληψία πετρωμάτων.
- Αποτύπωση της θέσης των επαφών των γεωλογικών σχηματισμών, αλλά και οποιασδήποτε άλλης θέσης που προσφέρει οποιαδήποτε γεωλογική πληροφορία (π.χ. φύλλωση, ρήγματα, πετρολογία κ.α.) με τη χρήση φορητού GPS.

2.2.2 Εργασίες Γραφείου

Οι εργασίες γραφείου περιλαμβάνουν την επεξεργασία όλων των δεδομένων που λήφθηκαν προηγουμένως στην ύπαιθρο. Πιο συγκεκριμένα:

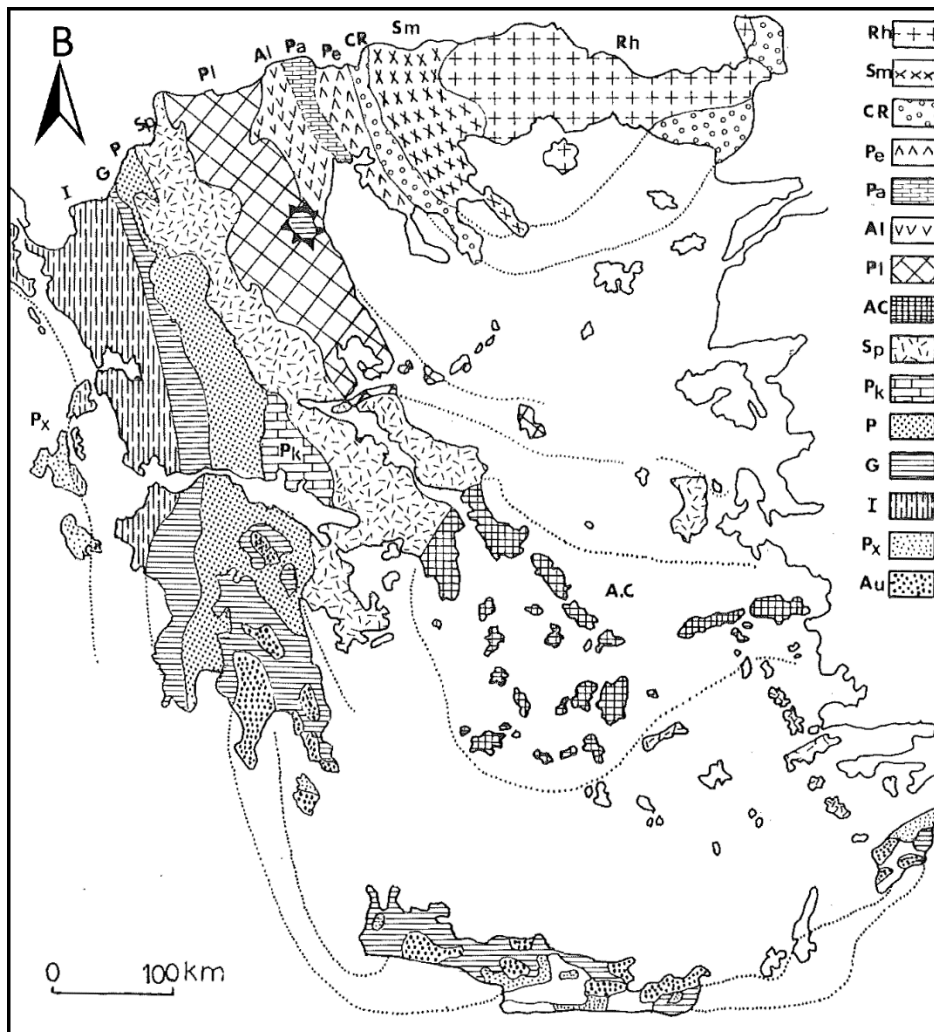
- Αποθήκευση όλων των θέσεων που λήφθηκαν παραπάνω επί τοπογραφικού υποβάθρου κλίμακας 1:5.000 (Γ.Υ.Σ. 1980) σε περιβάλλον Arc GIS.
- Κατασκευή και παρουσίαση γεωλογικού χάρτη κλίμακας 1:10.000 σε περιβάλλον Arc GIS με τη καθοριστική συμβολή του χάρτη κλίμακας 1:5000, που κατασκευάστηκε στην ύπαιθρο, αλλά και ισοδομικών καμπυλών.
- Μελέτη σε πολωτικό μικροσκόπιο λεπτών τομών αλλά και στο στερεοσκόπιο δειγμάτων από πετρώματα που λήφθηκαν στο πεδίο.
- Κατασκευή λεπτομερών, υπό-κλίμακα γεωλογικών τομών.
- Κατασκευή τεκτονικών διαγραμμάτων.
- Επεξεργασία φωτογραφικών δεδομένων.
- Συγγραφή της παρούσας εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

3.1 ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗ ΖΩΝΗ

Η Περιοδοπική ζώνη αποτελεί μια στενόμακρη λωρίδα ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης και πλάτους περίπου 15km στο χώρο της Κεντρικής Μακεδονίας (Σχ. 2). Εκτείνεται από τα σύνορα Ελλάδος/Π.Γ.Δ.Μ. έως τη χερσόνησο της Χαλκιδικής όπου και φαίνεται να στρέφεται προς τα ανατολικά, αφού αναγνωρίζεται πολύ ανατολικότερα στην περιοχή της Θράκης με τις Ενότητες Μάκρης και Δρυμού-Μελίας. Και οι δύο ενότητες αποτελούνται από μεταϊζηματογενή πετρώματα με ηλικία, η πρώτη Τριαδικό-Άνω Ιουρασικό και η δεύτερη Άνω Ιουρασικό-Κάτω Κρητιδικό (Paradopoulos et al., 1989). Το γεγονός ότι η παρούσα εργασία δεν σχετίζεται με την περιοχή της Θράκης και τις ενότητες που αναπτύσσονται σε αυτή, μας επιτρέπει να μην αναφερθούμε περαιτέρω στις ενότητες αυτές.

Η Περιοδοπική Ζώνη, στο σύστημα διαίρεσης του Ελληνικού ορογενούς, εντάσσεται στις Εσωτερικές Ελληνίδες (Σχ. 2) και καθιερώθηκε από τους Kauffmann et al.(1976), με το συγκεκριμένο όνομα, με σκοπό να περιβάλλει τη Μάζα της Ροδόπης (ηπειρωτική μάζα, στην οποία συμπεριλαμβάνονταν παλαιότερα και η



Σχ. 2. Οι Γεωτεκτονικές Ζώνες τις Ελλάδος. Όπου Sm: Σερβομακεδονική Μάζα, CR: Περιοδοπική ζώνη, Pe: Υποζώνη Παιονίας, της Ζώνης Αξιού, τα οποία σχετίζονται με την υπό-μελέτη περιοχή. (από Μουντράκη, 1985).

Σερβομακεδονική Μάζα) και να τη διαχωρίσει από τη Ζώνη Αξιού, η οποία χαρακτηρίζεται από πετρώματα ωκεάνιου φλοιού. Σύμφωνα με τους παραπάνω ερευνητές, η Περιοδοπική ζώνη περιλαμβάνει κυρίως ιζηματογενή μεταβατικά πετρώματα, τα οποία όμως έχουν υποστεί μια ελαφριά μεταμόρφωση πρασινοσχιστολιθικής φάσης, ενώ η ηλικία τους προσδιορίζεται στο τέλος του Παλαιοζωικού αιώνα μέχρι και τα μέσα του Μεσοζωικού. Τα πετρώματα αυτά διαχωρίστηκαν παλαιογεωγραφικά σε ενότητες έτσι ώστε να περιγράφεται ένα ηπειρωτικό περιθώριο, το οποίο και θεωρείται ότι αναπαριστά. Έτσι λοιπόν η ζώνη αυτή, στο χώρο της κεντρικής Μακεδονίας, αποτελείται κυρίως από τρεις ενότητες:

1. Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά
2. Μελισσοχωρίου-Χολομώντα
3. Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη

3.2 ΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

3.2.1 Ενότητα Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά

Η Ενότητα Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά είναι η ανατολικότερη ενότητα της Περιοδοπικής ζώνης στη Μακεδονία. Αποτελείται κυρίως από ηπειρωτικής προέλευσης μεταϊζηματογενή και μεταηφαιστειακά πετρώματα που, σε γενικές γραμμές, αντιπροσωπεύουν την υφαλοκρηπίδα ενός ηπειρωτικού περιθωρίου. Ωστόσο, μολονότι αυτή η παλαιογεωγραφική τοποθέτηση προσδιορίζει κανονικές, μεταξύ των σχηματισμών επαφές, πολλές από αυτές εμφανίζονται σήμερα ως τεκτονικές εξαιτίας των μεταγενέστερων ορογενετικών δράσεων στη διάρκεια του Μεσοζωικού, αλλά και του Καινοζωικού αιώνα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά οι σχηματισμοί που αποτελούν την παραπάνω Ενότητα (Σχ. 3α).

3.2.1.1 Σχηματισμός Εξαμιλίου

Ο Σχηματισμός Εξαμιλίου θεωρείται ο κατώτερος στρωματογραφικός σχηματισμός ολόκληρης της Περιοδοπικής και αποτελείται από μεταϊζηματογενή πετρώματα, φτωχά ταξινομημένα και χωρίς απολιθώματα. Πρόκειται για ηπειρωτικής προέλευσης μετααρκόζες, μεταψαμμίτες, μετακροκαλοπαγή και χαλαζίτες, το χρώμα των οποίων ποικίλει από λευκό, τεφρό έως πρασινωπό. Στα πετρώματα αυτά παρατηρείται διασταυρούμενη στρώση και δεβριτικές ροές, η γεωμετρία των οποίων, βάση της σημερινής γεωγραφίας δείχνει μεταφορά ιζημάτων από τα βορειοανατολικά προς τα νοτιοδυτικά με πιθανή πηγή προέλευσης τη Σερβομακεδονική Μάζα. Οι αποθέσεις αυτές ερμηνεύονται ότι συνδέονται με δελταϊκά πεδία, τα οποία σχηματίστηκαν στη βάση κανονικών ρηγμάτων συνδεδεμένων με την ηπειρωτική διάρρηξη της Σερβομακεδονικής Μάζας (Dimitriadis and Asvesta, 1993). Αν και ο σχηματισμός δεν περιέχει απολιθώματα η ηλικία του θεωρείται πως είναι Πέρμιο-Κάτω Τριαδικό (Σκύθιο) καθώς ο ανώτερος στρωματογραφικός σχηματισμός του Πυργωτού έχει γνωστή Τριαδική ηλικία (Kauffmann et al., 1976; Kockel et al., 1977).

3.2.1.2 Σχηματισμός Πυργωτού

Στρωματογραφικά ανώτερα του Σχηματισμού Εξαμιλίου βρίσκεται μια «Ηφαιστειοϊζηματογενής Σειρά» (Mercier, 1968), που αποτελείται από εναλλαγές ηφαιστειακών και ιζηματογενών πετρωμάτων και αναφέρεται από τους Ferrière and Stais (1995) ως Σχηματισμός Πυργωτού.

Το κατώτερο τμήμα του αποτελείται κυρίως από μαζώδεις λάβες, ιγκνιμπρίτες αλλά και υποηφαιστειακά πετρώματα ρυολιθικής σύστασης (Kockel et al., 1977; Dimitriadis and Asvesta, 1993). Τα ηφαιστειακά αυτά πετρώματα παρουσιάζουν πορφυριτικό ιστό, με φαινοκρυστάλλους πλαγιοκλάστων, καλιούχων αστρίων και χαλαζία. Ως επουσιώδη εμφανίζονται ο μαγνητίτης και απατίτης σε αφαντική μάζα αποτελούμενη από χαλαζία και καλιούχο άστριο. Τα πετρώματα αυτά είναι πλούσια σε κάλιο και ταξινομούνται από αλκαλιοαστριούχοι ρυόλιθοι έως χαλαζιακοί αλκαλιοαστριούχοι τραχείτες (Kelepertsis et al., 1985; Kougoulis et al., 1990). Το ανώτερο τμήμα αποτελείται από φυλλίτες, κερατόλιθους, ασβεστιτικούς ψαμμίτες, μαργαϊκούς ή ασβεστιτικούς φυλλίτες και αργιλίτες. Επιπλέον εμφανίζονται ενστρώσεις από λεπτοστρωματώδεις μαύρους ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, στους οποίους βρέθηκαν απολιθώματα που υποδεικνύουν Άνω Τριαδική ηλικία (Dimitriadis and Asvesta, 1993), ενώ από ραδιοχρονολογήσεις με τη μέθοδο U-Pb σε ζirkόνια από τους ρυόλιθους προκύπτει Μέσο Τριαδική ηλικία (240Ma) (Kostopoulos et al., 2001).

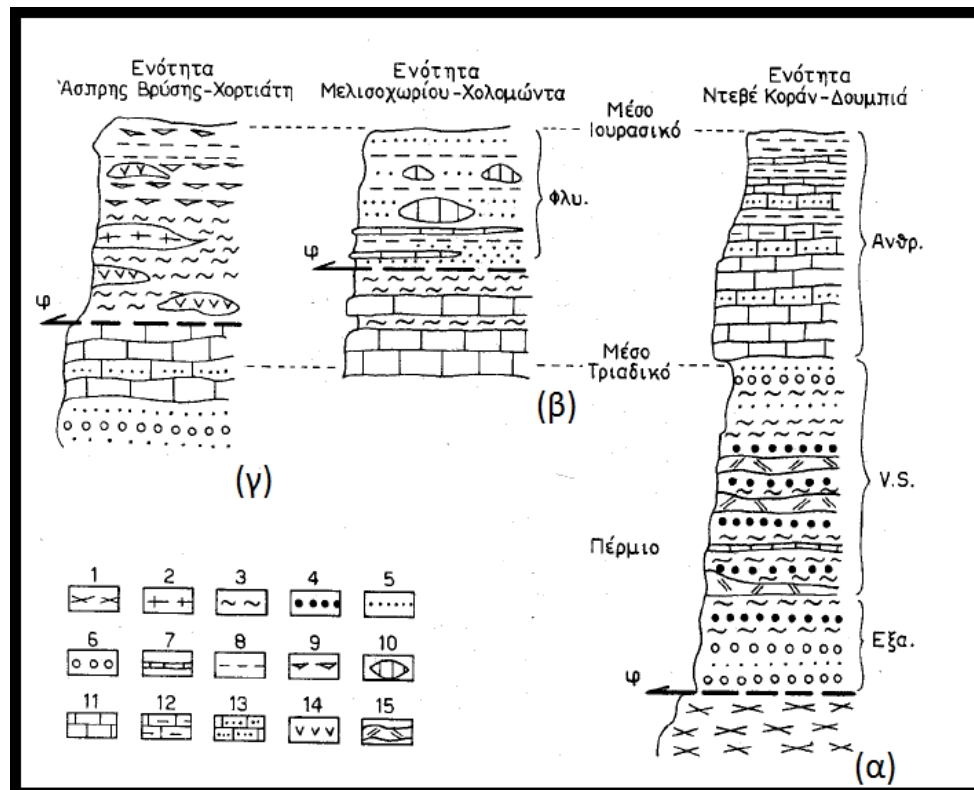
3.2.1.3 Ο Ανώτερος Ανθρακικός Σχηματισμός

Πάνω στον Σχηματισμό Πυργωτού βρίσκεται ένας ανθρακικός σχηματισμός που ονομάστηκε ως «Ανώτερος Ανθρακικός Σχηματισμός» με παχείς δολομιτωμένους και ανακρυσταλλωμένους νηριτικούς ασβεστόλιθους (Dimitriadis and Asvesta, 1993). Ο σχηματισμός αυτός περιλαμβάνει απολιθώματα από Κωνόδοντα, Βραχιονόποδα, Εχινόδερμα, Κοράλια, και Κρinoειδή, τα οποία υποδεικνύουν Μέσο-Άνω Τριαδική ηλικία (Ανίσιο-Κάρνιο) (Kauffmann et al., 1976; Dimitriadis and Asvesta, 1993; Ferrière and Stais, 1995).

Πιο αναλυτικά ο σχηματισμός αυτός αποτελείται από λευκούς, παχυστρωματώδεις ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους και κιτρινωπούς παχυστρωματώδεις δολομίτες. Στα πετρώματα αυτά αναπτύσσονται ενστρώσεις από σκούρους, κατά θέσεις κόκκινους, λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθους. Από τα παραπάνω νηριτικά πετρώματα, ο σχηματισμός μεταβαίνει στρωματογραφικά ανώτερα, σε πελαγικά πετρώματα, όπως σκούρους λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθους σε εναλλαγές με κίτρινες μάργες αλλά και αργιλίτες. Τα απολιθώματα που βρέθηκαν κυρίως στους πελαγικούς ασβεστόλιθους υποδεικνύουν ηλικία Κάτω-Μέσο Ιουρασικό (Asvesta and Dimitriadis, 2013). Αντίθετα όπως αναφέρεται και παραπάνω τα νηριτικά πετρώματα έχουν ηλικία Μέσο-Άνω Τριαδικό. Συμπερασματικά λοιπόν ο Ανώτερος Ανθρακικός Σχηματισμός έχει ηλικία Μέσο Τριαδικό-Μέσο Ιουρασικό.

Τέλος στα μεταϊζηματογενή αυτά πετρώματα αναφέρονται ενστρώσεις από βασικά και ενδιάμεσα ηφαιστειακά, αλλά και φλεβικά πετρώματα, όπως βασάλτες, δολερίτες, ανδεσίτες και τραχειδακίτες, τα οποία είναι αποτέλεσμα της Τριαδικής

ηπειρωτικής διάρρηξης, και σήμερα εμφανίζονται ως πρασινοσχιστόλιθοι (Dimitriadis and Asvesta, 1993).



Σχ. 3. Οι στρωματογραφικές στήλες των ενότητων Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά (α), Μελισσοχωρίου-Χολομώντα (β), Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη (γ). Όπου 1: Κρυσταλλοσχιστώδες Υπόβαθρο της Σερβομακεδονικής Μάζας, 2: Πράσινοι γνεύσιοι της Θεσ/νίκης, 3: Σχιστόλιθοι και φυλλίτες, 4: Πυροκλαστικά υλικά, 5: Μεταψαμμίτες, χαλαζίτες, 6: Μετακροκαλοπαγή, 7: Ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι, 8: Αργυλικοί σχιστόλιθοι, 9: Κερατόλιθοι, 10: Ολισθόλιθοι Τριαδικών μαρμάρων, 11: Ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι-μάρμαρα, 12: Μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, 13: Ψαμμιτικοί ασβεστόλιθοι, 14: Οφειολιθικά πετρώματα, 15: Ηφαιστειακά υλικά, φ: Τεκτονική επαφή (από Μουντράκης, 1985).

3.2.2 Ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα

Η Ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα αποτελεί τη σημαντικότερη Ενότητα της Περιοδοπικής ζώνης αφού προσδίδει σε αυτή το χαρακτηριστικό ενός ηπειρωτικού περιθωρίου με σημαντικότερο τεκτονοϊζηματογενή σχηματισμό ένα μεταφλύσχη, που αναφέρεται σε διάφορες βιβλιογραφίες ως «Φλύσχης Σβούλας» (Kauffmann et al., 1976; Kockel et al., 1977). Πρόκειται για ένα καθαρά τουρβιδικό σχηματισμό που υπέρκειται στρωματογραφικά ανθρακικών πετρωμάτων, όμοιων με τα ανθρακικά της Ενότητας Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά, αλλά μάλλον περισσότερο πελαγικής φάσης (Σχ. 4β) (Μουντράκης, 2010).

Το κατώτερο τμήμα του αποτελείται από φυλλίτες, ενώ προς τα πάνω αναγνωρίζονται εναλλαγές ασβεστιτικών ιλυολίθων, ασβεστιτικών ψαμμιτών, αλλά και κροκαλοπαγών ψαμμιτών. Σε αυτούς εμφανίζονται ασβεστολιθικοί ολισθόλιθοι, αλλά και λατυποπαγή όμοιας σύστασης, τα οποία περιέχουν πανίδες απολιθωμάτων Μέσου-Άνω Τριαδικού (Kockel et al., 1977). Οι ασβεστιτικοί ψαμμίτες, που κυριαρχούν έναντι των άλλων πετρωμάτων, παρουσιάζονται ως πλακώδεις, αλλά και μαζώδεις, και το χρώμα τους κυμαίνεται από λευκότεφρο έως σκούροτεφρο και κατά θέσεις

σαρκόχρωμο έως καφέ, με πάγκους που φτάνουν σε πάχος έως και 1.2m (Meinhold, 2007).

Όσον αφορά την ηλικία του σχηματισμού, οι απόψεις δίστανται. Οι περιορισμένες εμφανίσεις απολιθωμάτων δεν μπορούν να προσδιορίσουν με σιγουριά την ηλικία του πετρώματος. Έτσι αρχικά, δόθηκε στο σχηματισμό Περμοτριάδική ηλικία (Mercier, 1968; Kockel et al., 1971). Ωστόσο, σήμερα γίνεται περισσότερο αποδεκτή η Μεσοζωική ηλικία για το σχηματισμό αυτό. Αυτό συμβαίνει γιατί στους ασβεστολιθικούς ολισθόλιθους βρέθηκε πανίδα απολιθωμάτων Τριαδικής ηλικίας (Kauffmann et al., 1976; Kockel et al., 1977). Οπότε η ηλικία είναι είτε πιο αυστηρά Κάτω-Μέσω Ιουρασικό (Kockel et al., 1977), είτε Άνω Τριαδικό-Άνω Ιουρασικό (Dimitriadis and Asvesta, 1993). Αντίθετα σύμφωνα με τον Mussallam (1991) η απόθεση του σχηματισμού έγινε σε ένα χώρο αύλακας μπροστά από ένα μαγματικό τόξο (Μαγματικό Τόξο Χορτιάτη) με ηλικία Μέσο-Άνω Ιουρασικό. Σε χρονολογήσεις που έγιναν σε κρυστάλλους από ζirkόνια με μεθόδους Pb-Pb και U-Pb, προέκυψαν μεγάλες διακυμάνσεις στις ηλικίες. Ωστόσο η νεότερη ηλικία που προέκυψε είναι $291\pm 10\text{Ma}$ (Κάτω Πέρμιο), κάτι που σημαίνει ότι ο σχηματισμός του φλύσχη δεν μπορεί να είναι παλαιότερος, ενώ η ηλικία του παλαιότερου κρυστάλλου βρέθηκε να έχει ηλικία $2696\pm 14\text{Ma}$ (Meinhold et al., 2009).

3.2.3 Ενότητα Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη

Η Ενότητα Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη (Kockel et al., 1977) αναπτύσσεται παράλληλα με την Ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα, αλλά με σαφώς μικρότερο πάχος. Εκτείνεται προς τα νοτιοανατολικά, από το χώρο βόρεια του Ωραιοκάστρου μέχρι και τη χερσόνησο της Σιθωνίας, στη Χαλκιδική. Γενικά η Ενότητα Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη περιλαμβάνει τρεις σχηματισμούς με χαρακτηριστικότερο τον ομώνυμο Σχηματισμό Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη (Σχ. 3γ).

3.2.1.1 Κατώτερος Ανθρακικός Σχηματισμός

Ο Σχηματισμός αυτός, είναι όμοιος με τον Ανώτερο Ανθρακικό Σχηματισμό της Ενότητας Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά. Πιο αναλυτικά αποτελείται από παχυστρωματώδεις, λίγο ή περισσότερο ανακρυσταλλωμένους γαλάζιους έως λευκούς ασβεστόλιθους, μέσα στους οποίους αναγνωρίζονται γραφιτικές ενστρώσεις, αλλά και ενστρώσεις από τεφρούς λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθους ηλικίας Μέσου-Άνω Τριαδικού (Σαπουντζής, 1969; Kockel et al., 1977).

3.2.1.2 Σχηματισμός Άσπρης Βρύσης

Ο Σχηματισμός αυτός αποτελείται από τεφρούς έως μαύρους μεταπηλίτες. Στους μεταπηλίτες αυτούς, εμφανίζονται κερατολιθικές ενστρώσεις και φακοί, στα οποία σε μικροσκοπική παρατήρηση, εντοπίστηκαν Ραδιολάρια (Meinhold et al., 2009). Το πάχος αυτών των ενστρώσεων είναι κυμαινόμενο και κατά θέσεις φτάνει και το 1.5m. Επιπλέον μέσα στα πετρώματα αυτά αναφέρονται δολεριτικές διεισδύσεις και η μεταμόρφωση όλων των πετρωμάτων του σχηματισμού αυξάνει προς τα νοτιοανατολικά. Τέλος λόγω της στρωματογραφικής τους θέσης αποδίδεται σε αυτά ηλικία Ιουρασικού, αφού βρίσκονται πάνω από Άνω Τριαδικά ανθρακικά πετρώματα (Kockel et al., 1977). Σύμφωνα όμως με τους Ferrière and Stais (1995), ο οποίος

βασίζονται σε στρωματογραφικές συσχετίσεις κερατολιθικών πετρωμάτων που βρίσκονται σε άλλες θέσεις στις Ελληνίδες Οροσειρές η ηλικία του σχηματισμού αυτού είναι Άνω Παλαιοζωική (Λιθανθρακοφόρο – Πέρμιο).

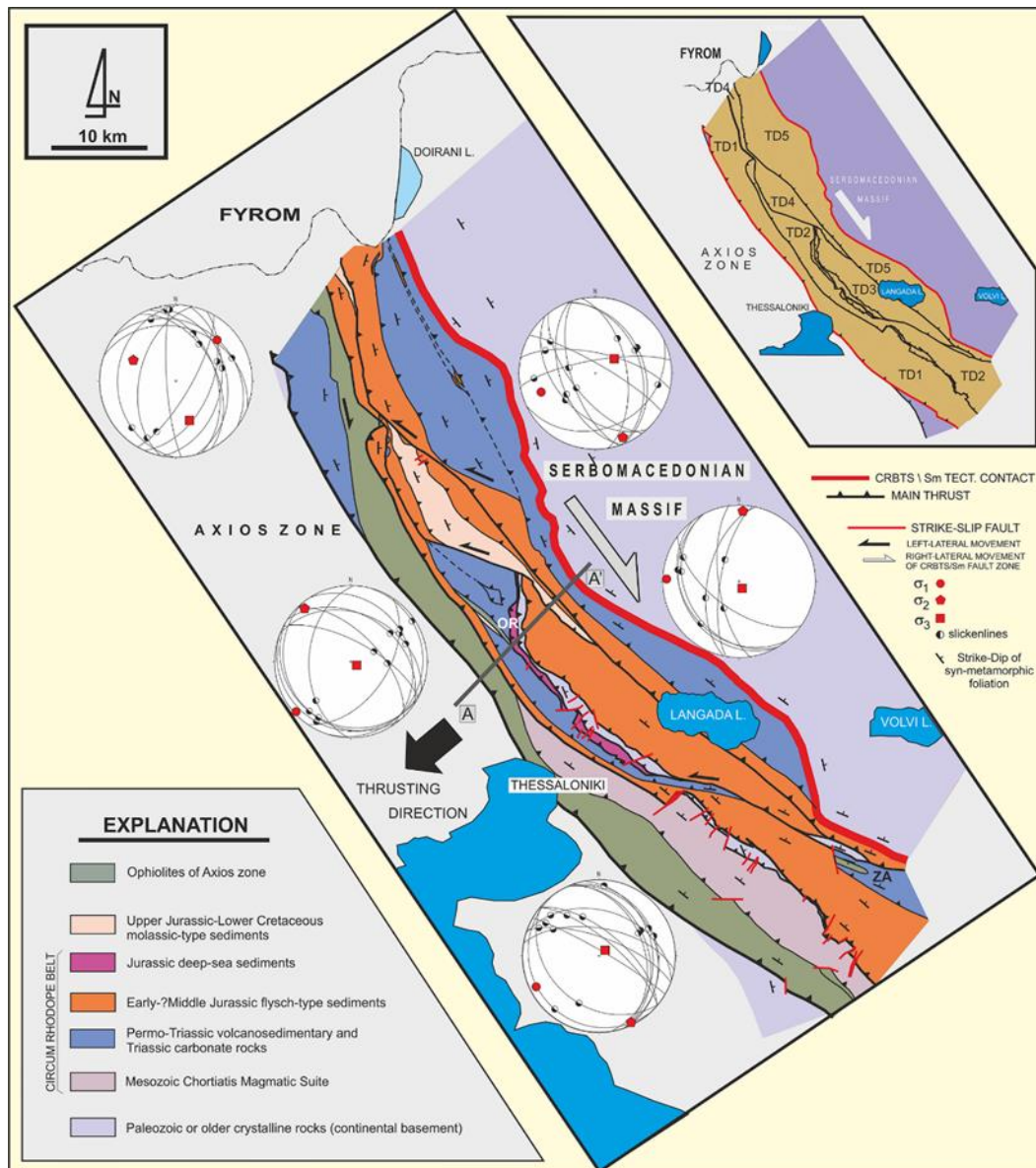
3.2.1.3 Μαγματική Σειρά Χορτιάτη

Η Μαγματική Σειρά Χορτιάτη αποτελεί μια επιμήκη λωρίδα πάχους 3-5km παράλληλη προς τα πετρώματα της Ενότητας Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη (Σαπουντζής, 1969; Kockel et al., 1977; Mussallam and Jung, 1986). Αποτελείται κυρίως από πλουτωνικά-υποηφαιστειακά πετρώματα και λιγότερο από ηφαιστειακά.

Τα τελευταία εμφανίζονται κυρίως νότια, στη χερσόνησο της Σιθωνίας με τη μορφή μαξιλαροειδών λαβών ή μαζωδών ανδρειακών ροών. Τα πετρώματα αυτά περιέχουν κυρίως πράσινη κεροσίλβη, πλαγιόκλαστο και χαλαζία σε ποικίλο ποσοστό. Χαρακτηρίζονται από ελαφρά πορφυριτικό ιστό με το μέγεθος των κρυστάλλων να κυμαίνεται μεταξύ 0.01-0.05mm, ενώ οι φαινοκρύσταλλοι, που αποτελούνται κυρίως από πλαγιόκλαστο έχουν μέγεθος 0.6-1.0mm. Η αφαντική μάζα αποτελείται συνήθως από επίδοτο, χλωρίτη, χαλαζία και ασβεσίτη (Mussallam and Jung, 1986).

Τα πλουτωνικά-υποηφαιστειακά πετρώματα από την άλλη, είναι πράσινου έως τεφρού χρώματος και εμφανίζουν σχιστότητα. Πετρογραφικά αποτελούνται κυρίως από διορίτες και τοναλίτες. Επιπλέον εμφανίζονται τρονζονίτες και γρανοφύρες. Τα πρώτα αποτελούνται από κλινοπυρόξενους τα οποία με την αύξηση του πυριτίου στο πέτρωμα αντικαθίστονται από κεροσίλβη. Εκτός από την κεροσίλβη που είτε προέρχεται από τον κλινοπυρόξενο, είτε απευθείας από το μάγμα, τα πετρώματα αυτά περιλαμβάνουν πλαγιόκλαστο, ζωισίτη και κλινοζωισίτη και σε μικρότερες ποσότητες ακτινόλιθο, χλωρίτη και επίδοτο. Χαρακτηρίζονται από υπιδιόμορφο ιστό με κρυστάλλους μεταξύ 0.8-2.0 mm. Οι γρανοφύρες εμφανίζονται κυρίως στη Σιθωνία και αποτελούνται από πλαγιόκλαστο και χαλαζία, σε πορφυριτικό ιστό. Κατά θέσεις μπορεί να περιέχουν βιοτίτη και μοσχοβίτη. Τέλος οι τρονζονίτες αποτελούνται από χαλαζία, πλαγιόκλαστο, κεροσίλβη, με περιεκτικότητα μικρότερη του 10%, και βιοτίτη, στις τάξεις του 2-3%, που αντικαθίσταται από χλωρίτη, σε υπιδιόμορφο ιστό με κόκκους μεγέθους 0,6-1,5 mm. Τέλος Κρύσταλλοι Σιδηροπυρίτη χαρακτηρίζουν τόσο τα πλουτωνικά-υποηφαιστειακά πετρώματα όσο και τα ηφαιστειακά (Mussallam and Jung, 1986).

Γεωχημικές αναλύσεις προσδιορίζουν ένα ασβεσταλκαλικό χημισμό για την Μαγματική Σειρά Χορτιάτη (Mussallam and Jung, 1986). Όσον αφορά την ηλικία της μαγματικής αυτής σειράς αρχικά προσδιορίστηκε γεωλογικά μεταξύ Κάτω Ιουρασικού και Άνω Ιουρασικού (Kockel et al., 1977), ενώ πρόσφατη χρονολόγηση με τη μέθοδο U-Th σε ζirkόνιο από δείγμα διοριτικού πετρώματος της Μαγματικής Σειράς Χορτιάτη προσδιορίζει ηλικία 159 ± 4 Ma (Zachariadis, 2007).



Σχ. 4. Το σύστημα των εφιπτεύσεων της Περιροδοπικής ζώνης (Tranos et al. 1999; από Τρανός, 2011).

Ενώ οι παραπάνω ενότητες περιγράφουν κυρίως παλαιογεωγραφικές διαφοροποιήσεις κατά την διάρκεια του Μεσοζωικού, οι Tranos et al., (1999) δείχνουν ότι οποίες μπορεί να μετέχουν πετρώματα ηπειρωτικού φλοιού, ωκεάνιου φλοιού και μεταβατικών ιζημάτων που συγκροτούν το Σύστημα Εφιπτεύσεων της Περιροδοπικής ζώνης (Circum Rhodope Belt Thrust System) (Σχ. 4), όπως αυτό έχει διαμορφωθεί με το τέλος της Τριτογενούς αλπικής ορογένεσης στην Ελλάδα. Στο σύστημα αυτό παλαιο-γεωγραφικές ενότητες της Παιονίας (Υποζώνη Αξιού), όπως η Ενότητα Ωραιοκάστρου, Γευγελής κ.α., συμπεριλαμβάνονται στις τεκτονικές ενότητες του Συστήματος Εφιπτεύσεων της Περιροδοπικής ζώνης.

3.3 ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΡΟΔΟΠΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Σύμφωνα με τους Kockel et al., (1977), οι οποίοι εκτενώς χαρτογράφησαν την Περιροδοπική ζώνη, αυτή έχει υποστεί μια χαμηλή μεταμόρφωση σε συνθήκες

πρασινοσχιστολιθικής φάσης. Ενώ από τους Michard et al., (1994a, b) αναφέρεται ότι βρέθηκε ακόμη μια μεταμόρφωση υψηλής πίεσης-χαμηλής θερμοκρασίας (HP/LT).

Παρόμοιες συνθήκες πρασινοσχιστολιθικής μεταμόρφωσης έχουν υποστεί και τα πετρώματα της Μαγματικής Σειράς Χορτιάτη (Σαπουντζής, 1969; Kockel et al., 1977). Άλλοι αναφέρουν αρχική τοπική μεταμόρφωση αμφιβολιτικής φάσης και στη συνέχεια ανάδρομη μεταμόρφωση πρασινοσχιστολιθικής φάσης, και τις χρονολογούν μετά το Ιουρασικό (Ricou and Godfriaux, 1994; Ricou et al., 1998).

Ανακεφαλαιώνοντας, παρατηρείται ότι όλα τα πετρώματα της Περιοδοπικής ζώνης έχουν υποστεί μεταμόρφωση, η ένταση της οποίας δεν είναι όμως κατανεμημένη εξίσου σε αυτά. Οι φάσεις υψηλής πίεσης χρονολογούνται πριν από τη πρασινοσχιστολιθική, όπου η τελευταία εμφανίζεται ως ανάδρομη. Τελικά δίνονται ηλικίες ψύξης περίπου 115Ma το οποίο επισημαίνει και το τέλος της μεταμορφικής διεργασίας (Μουντράκης, 2010). Σε γεωχρονολογήσεις στη ζώνωση κρυστάλλων ζirkονίου του Σχηματισμού του φλύσχη, της Ενότητας Μελισσοχωρίου-Χολομώντα, με τη μέθοδο U-Pb βρέθηκαν ηλικίες 128 ± 45 Ma, οι οποίες ίσως να υποδεικνύουν τα τέλη των μεταμορφικών διεργασιών (Meinhold et al., 2009).

3.4 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Κατά τη διάρκεια του Άνω Ιουρασικού-Κάτω Κρητιδικού, τα πετρώματα της Περιοδοπικής ζώνης με την επίδραση του χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης που υπέστησαν, αποκτούν μια κύρια φύλλωση S1, η οποία στις περισσότερες θέσεις είναι παράλληλη στη στρώση (Tranos et al., 1999). Η φύλλωση S1 πτυχώνεται από ασύμμετρες κλειστές πτυχές με φορά προς τα νοτιοδυτικά, και παράλληλα προς την αξονική τους επιφάνεια αναπτύσσεται μια νεότερη φύλλωση S2. Ταυτόχρονα με την πτύχωση αυτή αναφέρεται μια συμμεταμορφική λεπίωση ηλικίας Άνω Κρητιδικού-Παλαιογενούς, η οποία συνιστά επίσης ένα χαμηλού βαθμού τεκτονομεταμορφικό γεγονός (Tranos et al., 1999).

Μετά την κύρια τεκτονική του Άνω Κρητιδικού-Παλαιογενούς λαμβάνει κατά την περίοδο Ολιγοκαίνου-Μειοκαίνου μια μεταορογενετική τεκτονική τύπου πλάγιας συμπίεσης (transpression) με δράση τόσο ανάστροφων ρηγμάτων με κατεύθυνση κίνησης προς τα ΝΔ, όσο και ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης, δεξιόστροφων, και ΑΒΑ-ΔΝΔ διεύθυνσης, αριστερόστροφων, ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης (Tranos et al., 1999; Μουντράκης, 2010).

Κατά τη διάρκεια του Άνω Μειοκαίνου στην περιοχή, επικρατεί ένα εφελκυστικό εντατικό πεδίο σε ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση, που οδηγεί στη δραστηριοποίηση ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης κανονικών ρηγμάτων μεγάλης γωνίας κλίσης και το εφελκυστικό αυτό πεδίο αποκτά κατά το Τεταρτογενές διεύθυνση Β-Ν με δραστηριοποίηση κανονικών ρηγμάτων με διεύθυνση Α-Δ (Τρανός, 1998).

3.5 ΖΩΝΗ ΑΞΙΟΥ

Η Ζώνη Αξιού χαρακτηρίζεται κυρίως από οφιολιθικά πετρώματα που προσδιορίζουν ωκεάνιο φλοιό και ορίστηκε αρχικά από τον Mercier (1968) να περιλαμβάνει τρεις Υποζώνες. Αυτές από τα ανατολικά προς τα δυτικά είναι:

1. Υποζώνη Παιονίας
2. Υποζώνη Πάικου
3. Υποζώνη Αλμωπίας

Από τις υποζώνες αυτές, μόνο η πρώτη συνορεύει με την Περιοδοποική ζώνη και μάλιστα πετρώματα αυτής συμπεριλαμβάνονται στο Σύστημα Εφιπτεύσεων της Περιοδοποικής ζώνης. Έτσι κρίνεται σκόπιμο να περιγράψουν συνοπτικά, μόνο τα πετρώματα της υποζώνης αυτής.

Η Υποζώνη Παιονίας αποτελείται κυρίως από οφιόλιθους, τον γρανίτη του Φανού και επικλυσιογενή πετρώματα Μεσοζωικής ηλικίας. Οι οφιόλιθοι αποτελούνται από περιδοτίτες, γαββρονορίτες, και κατά θέσεις εμφανίζονται και ηφαιστειακές μαξιλαροειδείς λάβες βασαλτικών πετρωμάτων. Σε ραδιοχρονολογήσεις που έγιναν στους οφιόλιθους αυτούς σε διάφορες περιοχές βρέθηκαν ηλικίες μεταξύ 163-171Ma (Zachariadis, 2007). Ο Γρανίτης του Φανού φαίνεται ότι διεισδύει μέσα στους οφιόλιθους αφού είναι νεότερος με ηλικία 158 ± 1 Ma (Anders et al. 2005). Τέλος πάνω από αυτά εμφανίζονται επικλυσιογενή πετρώματα τόσο κλαστικά όσο και ανθρακικά, με ηλικία Άνω Ιουρασικό (Κιμμερίδιο-Τιθώνιο) με Κάτω Κρητιδικό (Άλβιο-Άπτιο) (Stais, 1994).

3.6 ΣΕΡΒΟΜΑΚΕΔΟΝΙΚΗ ΜΑΖΑ

Η Σερβομακεδονική μάζα ορίστηκε, με τη σημερινή της μορφή, από τους Kockel and Walther (1965, 1968). Σύμφωνα με αυτούς, η Σερβομακεδονική Μάζα, στο χώρο της Κεντρικής Μακεδονίας καλύπτει το χώρο μεταξύ του Στρυμόνα ποταμού στα Ανατολικά και του Γαλλικού ποταμού στα Δυτικά. Η Σερβομακεδονική Μάζα αποτελείται από δύο ενότητες, την Ενότητα Κερδυλίων και την Ενότητα Βερτίσκου (Kockel and Walther, 1968; Kockel et al., 1977).

Η Ενότητα Κερδυλίων αποτελείται κυρίως από βιοιτικούς γνεύσιους, αμφιβολίτες, μάρμαρα, μιγματίτες. Ενώ η ενότητα του Βερτίσκου χαρακτηρίζεται από διμαρμαρυγιακούς γνεύσιους, μοσχοβιτικούς γρανατούχους γνεύσιους, σταυρολιθικούς γρανατούχους κυανιτικούς γνεύσιους. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ενότητα Κερδυλίων βρίσκεται τεκτονοστρωματογραφικά κάτω από την Ενότητα Βερτίσκου. Τέλος, η αρχική ηλικία των παραπάνω πετρωμάτων θεωρείται Παλαιοζωική-Προκάμβρια (Kockel et al., 1977).

Όσον αφορά τον μαγματισμό της περιοχής, αυτή έχει διαχωριστεί σε τέσσερα επεισόδια. Το πρώτο επεισόδιο έχει παλαιοζωική ηλικία, και αποτελείται από βασικό μαγματισμό ενώ το δεύτερο επεισόδιο, σχετίζεται με την Ερκύνια ορογένεση και όξινο μαγματισμό. Το τρίτο επεισόδιο είναι Τριαδικής ηλικίας και αποτελείται από όξινα πετρώματα υψηλού καλίου και συνδέονται με την ηπειρωτική διάρρηξη και τέλος το τέταρτο επεισόδιο περιλαμβάνει Τριτογενή ενδιάμεσα και όξινα πυριγενή πετρώματα (Kockel et al., 1977; Πλούγαρης, 2011).

Γενικά κατά το Μεσοζωικό, ή και παλιότερα, η παραπάνω μάζα υπέστη μια συντεκτονική μεταμόρφωση μέσου-υψηλού βαθμού (αμφιβολιτικής φάσης) με ταυτόχρονο σχηματισμό χαρακτηριστικών ισοκλινών πτυχών. Ο βαθμός μεταμόρφωσης εμφανίζεται να μειώνεται σταδιακά, και κατά την περίοδο Άνω Μεσοζωικού-

Τριτογενούς να υφίσταται μια ανάδρομη μεταμόρφωση (πρασινοσχιστολιθικής φάσης) συνδυαζόμενη με παραμόρφωση μικρότερης έντασης (Μουντράκης, 2010).

Σύμφωνα με τον Mercier (1968), η επαφή μεταξύ της Σερβομακεδονικής Μάζας και της Περιοδοπικής ζώνης εμφανίζεται ανεστραμμένη λόγω της μεταγενέστερης τριτογενούς τεκτονικής, και έτσι τα παλιά πετρώματα της Σερβομακεδονικής τοποθετούνται σε νεότερα της Περιοδοπικής ζώνης.

Αντίθετα σύμφωνα με τους Tranos et al., (1999), η επαφή της Περιοδοπική ζώνης με την Ενότητα Βερτίσκου της Σερβομακεδονικής Μάζας, είναι μια τεκτονική επαφή με σημαντική συνιστώσα δεξιόστροφης μετατόπισης, ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης και μεγάλης γωνίας κλίσης που τοποθετεί υψηλότερου βαθμού μεταμορφωμένα πετρώματα (Ενότητα Βερτίσκου) πάνω στα χαμηλότερου βαθμού μεταμορφωμένα πετρώματα της Περιοδοπικής ζώνης. Η ηλικία της τοποθέτησης είναι Ολιγόκαινο - Μειόκαινο, γιατί η τεκτονική αυτή επηρεάζει τα Ολιγοκαινικά ιζήματα του Λαγκαδά, όχι όμως και τα Μειοκαινικά Ιζήματα της Μυγδονίας λεκάνης (Tranos et al., 1999).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η περιοχή στην οποία έλαβε χώρα η γεωλογική χαρτογράφηση, περιλαμβάνει μια ποικιλία διαφορετικών τύπων πετρωμάτων, τα οποία στα πλαίσια της γεωλογικής χαρτογράφησης και με κατεύθυνση προς τα ΒΑ όπως αυτά εμφανίζονται, έχουν ενταχθεί στις παρακάτω γεωλογικές χαρτογραφικές μονάδες:

1. Μαφικά (βασικά) πετρώματα
2. Γραφιτικοί σχιστόλιθοι
3. Ασβεστόλιθοι
4. Μεταπηλίτες-κερατόλιθοι
5. Πρασινοσχιστόλιθοι-πρασινίτες
6. Διμαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι
7. Γνευσιομένοι γρανίτες
8. Μεταφλύσχης

Αξίζει να σημειωθεί ότι στη περιοχή απαντώνται ακόμη χαλαζιακές φλέβες, οι οποίες έχουν χαρτογραφηθεί ως μια ξεχωριστή χαρτογραφική μονάδα, λόγω του πάχους τους.

4.2 ΜΑΦΙΚΑ(ΒΑΣΙΚΑ) ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Η χαρτογραφική αυτή μονάδα αποτελείται κυρίως από σκουροπράσινα μεσό-κοκκα-αδρόκοκκα, μαφικά πετρώματα που προσδιορίζονται γενικά ως γάββροι. Επίσης εμφανίζονται χαρακτηριστικά, λεπτόκοκκα, σκουροπράσινα, βασικά σώματα που μπορούν να χαρακτηριστούν ως δολερίτες και φαίνονται ως διεισδύσεις μέσα στους γάββρους. Το χρώμα των πετρωμάτων αυτών λόγω της έντονης αποσάθρωσης που έχουν υποστεί μεταπίπτει σε σκούρο καστανό-ανοικτό καστανό. Σε μακροσκοπική παρατήρηση, τα γαββρικά αυτά πετρώματα εμφανίζουν κοκκώδη υφή, ενώ κυρίως στους δολερίτες παρουσιάζονται καθαρές εικόνες οφειτικού ιστού. Τα πετρώματα αυτά ορυκτολογικά, αποτελούνται κυρίως από πυρόξενους, πλαγιόκλαστα και λιγότερο από κεροσίλβη. Είναι γενικά μαζώδη, και μόνο κατά θέσεις λόγω παραμόρφωσης εμφανίζονται σχιστώδη.

Στον γεωλογικό χάρτη-φύλλο Θεσσαλονίκη, κλίμακας 1:50.000 (ΙΓΜΕ, 1978), η χαρτογραφική αυτή μονάδα αναφέρεται ως «Γάββρος (θ₂)». Σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη η ηλικία των πετρωμάτων αντιστοιχεί στο Ανώτερο Ιουρασικό. Ωστόσο, από χρονολογήσεις που έγιναν στα πετρώματα αυτά με τη μέθοδο U-Th προέκυψε ηλικία Μέσου Ιουρασικού (169±1Ma) (Zachariadis, 2007).

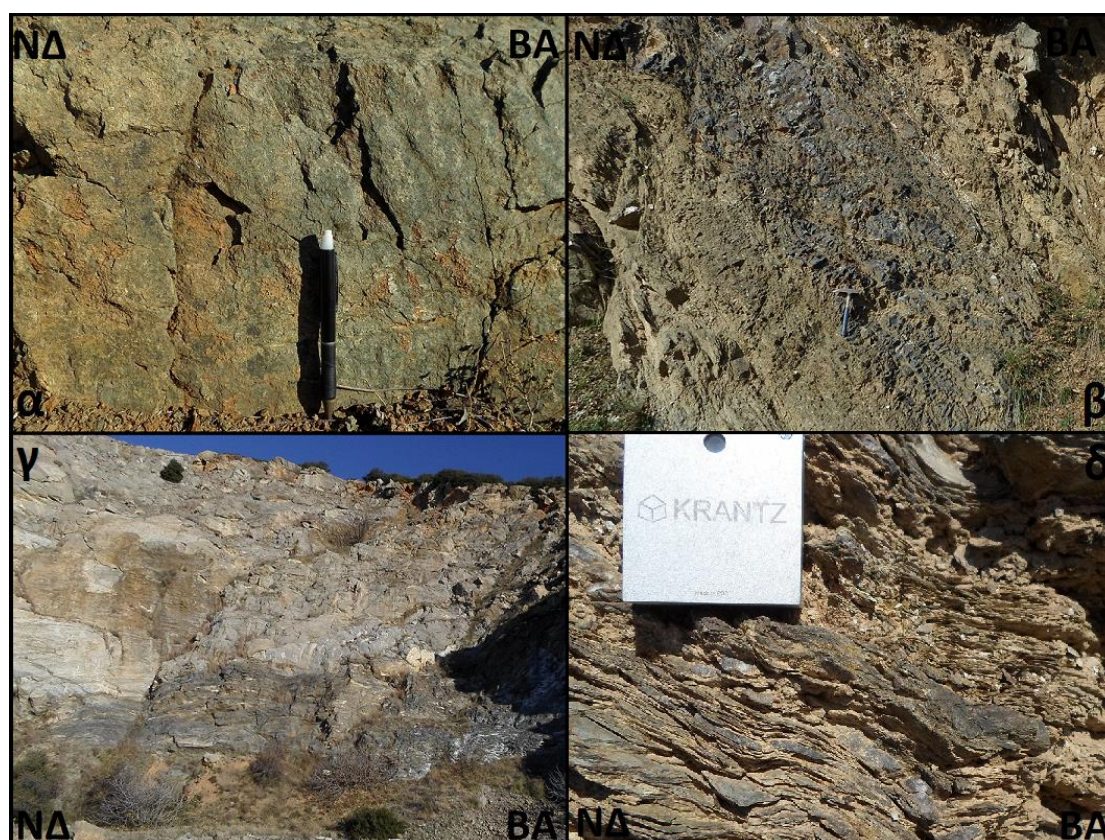
4.3 ΓΡΑΦΙΤΙΚΟΙ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ

Λεπτόκοκκα κλαστικά πετρώματα, καστανότεφρου έως τεφρόμαυρου χρώματος, τα οποία έχουν υποστεί μια χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση (πρασινοσχιστολιθική φάση). Κυρίαρχος λιθολογικός τύπος αυτής της χαρτογραφικής μονάδας είναι ο γραφιτικός σχιστόλιθος, εξαιτίας του οποίου και η αντίστοιχη ονομασία της χαρτογραφικής μονάδας. Οι γραφιτικοί σχιστόλιθοι υπέρκεινται τεκτονικά των μαφικών πετρωμάτων και το πάχος τους δεν υπερβαίνει τα 30m, με αποτέλεσμα να εμφανί-

ζονται ως μια ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης λεπτή, επιμήκης λωρίδα, παράλληλη στο ΒΑ άκρο αυτών. Συγκεκριμένα, η ύπαρξη κατακλαστίτη και ζωνών διάτμησης στα όρια με τα υποκείμενα μαφικά πετρώματα, συνηγορεί στην τεκτονική επαφή των γραφιτικών σχιστόλιθων με τους υποκείμενους γάββρους. Αξιοσημείωτο είναι ότι οι γραφιτικοί σχιστόλιθοι εμφανίζονται υποκείμενοι της προς τα ΒΑ επόμενης χαρτογραφικής μονάδας, αυτής των ασβεστολίθων, αλλά και ως ενστρώσεις μέσα σ' αυτή, γεγονός που προσδιορίζει μια αρχική πρωτογενή σχέση ανάμεσα στις δύο αυτές χαρτογραφικές μονάδες, μολονότι οι επαφές έχουν μετατραπεί σε τεκτονικές, λόγω της μεταγενέστερης παραμόρφωσης που έχουν υποστεί. Η θέση της παρούσας χαρτογραφικής μονάδας, καθώς και το γεγονός ότι δεν βρέθηκαν μέσα σ' αυτή ενστρώσεις ή φακοί από κερατόλιθους, συνηγορεί στο ότι δεν έχουν σύνδεση με την χαρτογραφική μονάδα «μεταπηλίτες-κερατόλιθοι» που θα περιγραφεί παρακάτω.

Στον γεωλογικό χάρτη-φύλλο Θεσσαλονίκη, κλίμακα 1:50.000 (ΙΓΜΕ, 1978), τα πετρώματα αυτά χαρτογραφούνται ως «Αμμούχοι αργιλικοί σχιστόλιθοι (Ji-m?ag)», δηλαδή έχουν χαρτογραφηθεί να ανήκουν στην χαρτογραφική μονάδα της παρούσας εργασίας «Μεταπηλίτες-κερατόλιθοι», γεγονός που αποτελεί μια σημαντική διαφοροποίηση της παρούσας χαρτογράφησης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η ηλικία της χαρτογραφικής αυτής μονάδας είναι πιθανόν Μέσο-Άνω Τριαδική, αφού φαίνεται να συνδέονται πρωτο-γενώς με την επόμενη χαρτογραφική μονάδα, δηλαδή τους ασβεστόλιθους.



Σχ. 5. α: Τυπική εμφάνιση μαφικών (βασικών) πετρωμάτων, β: Κερατολιθικές ενστρώσεις στους «μεταπηλίτες-κερατόλιθους» με πάχος μεγαλύτερο του 1m, γ: Ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι με γραφιτικές ενστρώσεις, δ: Κερατολιθικές ενστρώσεις στους «μεταπηλίτες-κερατόλιθους» με πάχος μικρότερο από 2cm.

4.4 ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΙ

Οι ασβεστόλιθοι στη περιοχή της μελέτης εμφανίζονται ως ανακρυσταλλωμένοι λευκοί, γαλάζιοι αλλά και τεφροί, και είναι κυρίως παχυστρωματώδεις. Σε λίγες θέσεις μεταπίπτουν σε λεπτοστρωματώδεις. Το γεγονός ότι είναι ανακρυσταλλωμένοι αποδίδεται στην χαμηλού βαθμού μεταμορφική διεργασία (πρασινοςχιστολιθικής φάσης) που αναγνωρίζεται σ' όλα τα ιζηματογενή πετρώματα της περιοχής. Κατά θέσεις μέσα στον ασβεστόλιθο, εμφανίζονται ενστρώσεις από γραφιτικούς σχιστόλιθους, όπως ήδη έχει αναφερθεί. Τέλος η χαρτογραφική αυτή μονάδα εμφανίζεται να έχει υποστεί έντονη καρστικοποίηση.

Οι ασβεστόλιθοι στη περιοχή της μελέτης εμφανίζονται κυρίως ως μια σχετικά λεπτή επιμήκης λωρίδα με παράταξη ΒΔ-ΝΑ με κυμαινόμενο πάχος, το οποίο προσεγγίζει κατά θέσεις και τα 200m. Η επιμήκης αυτή λωρίδα διακόπτεται από κανονικά ρήγματα, τα οποία ενώ τη μετατοπίζουν, δεν επηρεάζουν την παράταξή της.

Η χαρτογραφική αυτή μονάδα στα ΒΑ έρχεται σε επαφή με τους «πρασινοςχιστόλιθους-πρασινίτες», αλλά και με τους «μεταπηλίτες-κερατόλιθους». Τα πετρώματα αυτά υπέρκεινται τεκτονικά των ασβεστολίθων. Σε αυτό συνηγορεί η ύπαρξη κατακλαστικού υλικού κατά μήκος των επαφών των ασβεστολίθων με τα πετρώματα αυτά (Σχ.6).



Σχ. 6. Τεκτονική επαφή μεγάλης γωνίας (επώθηση), «μεταπηλιτών-κερατολίθων» στους «ασβεστολίθους».

Εκτός από τη παραπάνω κύρια εμφάνιση οι ασβεστόλιθοι εμφανίζονται με τη μορφή, μικρών σε μέγεθος σωμάτων, τεκτονικά εγκλωβισμένων μέσα στα μαφικά (βασικά) πετρώματα, που μπορούν να ερμηνευτούν ως αποτέλεσμα της μεταγενέστερης παραμόρφωσης που έχει πλήξει όλες τις χαρτογραφικές μονάδες.

Στον γεωλογικό χάρτη-φύλλο Θεσσαλονίκη, κλίμακα 1:50.000 (ΙΓΜΕ, 1978), αναφέρονται ως «Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι (Tm-s.k)» και χρονολογούνται στο

Μέσο-Άνω Τριαδικό. Η χαρτογραφική αυτή μονάδα μπορεί να ταυτιστεί με τον κατώτερο ανθρακικό Σχηματισμό της Ενότητας Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη, όπως αυτή έχει αναλυθεί σε προηγούμενα κεφάλαια.

4.5 ΜΕΤΑΠΗΛΙΤΕΣ-ΚΕΡΑΤΟΛΙΘΟΙ

Η χαρτογραφική αυτή μονάδα αποτελείται κυρίως από καστανά, λαδοπράσινα, τεφρά έως και μαύρα πηλικά, λεπτοφυλλώδη πετρώματα, τα οποία έχουν υποστεί χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση (πρασινοσχιστολιθική φάση) και εμφανίζονται κυρίως ως αργιλικόι σχιστόλιθοι.

Το κυριότερο χαρακτηριστικό τους είναι οι κερατολιθικοί φακοί και ενστρώσεις, το πάχος των οποίων μπορεί να φτάνει και τα 1.5m. Οι εμφανίσεις αυτές είναι το πλέον χαρακτηριστικό της χαρτογραφικής αυτής μονάδας, ωστόσο δεν κατανέμονται ομοιόμορφα σε όλη την έκταση της. Γενικά παρατηρείται τόσο το πάχος, όσο και η συχνότητα της εμφάνισης των κερατολιθικών φακών και ενστρώσεων να μειώνεται, από τα ΒΔ προς τα ΝΑ.

Όσον αφορά το πάχος της χαρτογραφικής αυτής μονάδας, αυτό ποικίλλει από 300-600m.

Οι μεταπηλίτες-κερατόλιθοι βρίσκονται σε κανονική επαφή με τα μαφικά (βασικά) πετρώματα. Αντίθετα, βρίσκονται σε τεκτονική επαφή με τον διμαρμαρυγιακό σχιστόλιθο, αλλά και το γνευσιομένο γρανίτη. Τούτο γιατί στην επαφή τους εμφανίζεται κατακλαστικό υλικό.

Μέσα στους «μεταπηλίτες-κερατόλιθους» φαίνεται να διεισδύουν χαλαζιακές φλέβες και πρασινοσχιστόλιθοι-πρασινίτες, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω.

Στον γεωλογικό χάρτη-φύλλο Θεσσαλονίκη, κλίμακας 1:50.000 (ΙΓΜΕ, 1978), η χαρτογραφική αυτή μονάδα αναφέρεται ως «Αμμούχοι αργιλικόι σχιστόλιθοι (Ji-m? ag)» και η ηλικία που της προσδίνεται είναι Κάτω-Μέσο (?) Ιουρασική. Ωστόσο, αν λάβουμε υπόψη τη Μέσο Ιουρασική ηλικία των μαφικών πετρωμάτων, όπως αυτή αναφέρεται παραπάνω, και το γεγονός ότι, στρωματογραφικά τα πετρώματα αυτά είναι παλαιότερα από τα κροκαλοπαγή της Νεοχωρούδας που έχουν Άνω Ιουρασική ηλικία (Stais, 1994), προκύπτει ότι η χαρτογραφική αυτή μονάδα έχει ηλικία Μέσο-Άνω Ιουρασικό.

4.6 ΠΡΑΣΙΝΟΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ-ΠΡΑΣΙΝΙΤΕΣ

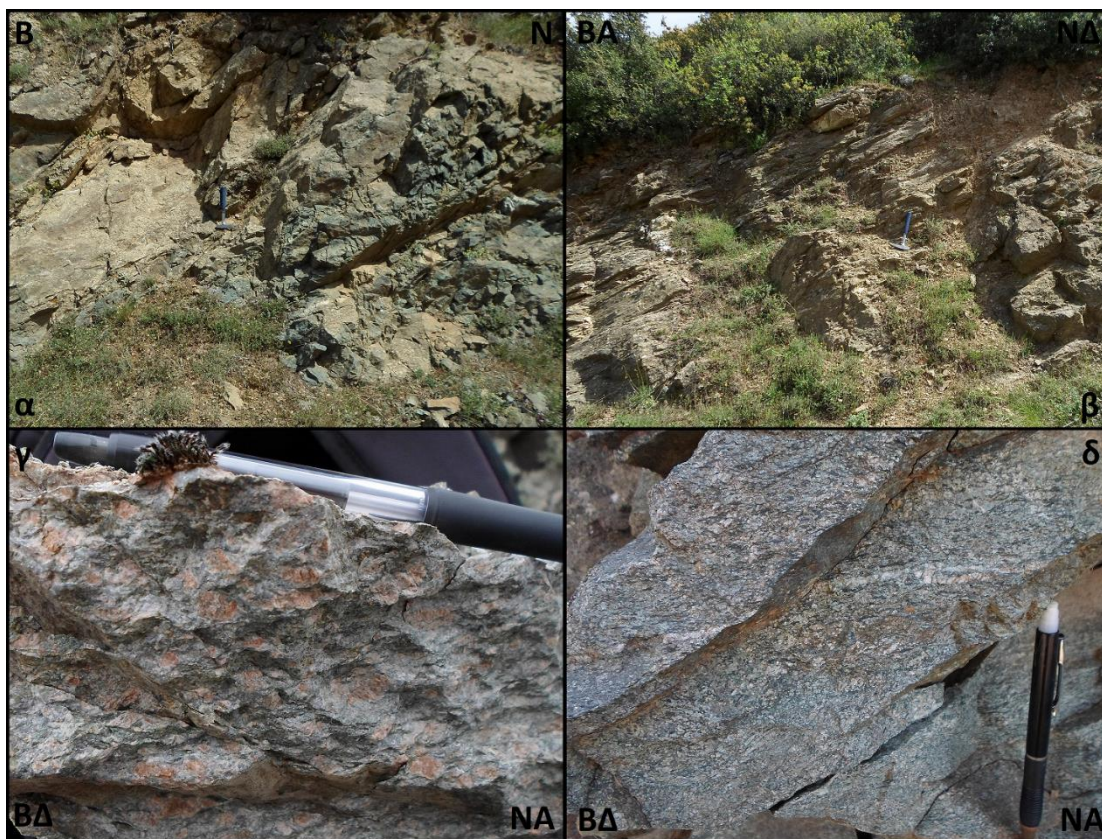
Τα πετρώματα αυτά αποτελούν πυριγενή πετρώματα ενδιάμεσης-όξινης σύστασης τα οποία έχουν υποστεί μεταμόρφωση χαμηλού βαθμού. Πιο συγκεκριμένα η χαρτογραφική αυτή μονάδα αποτελείται από διοριτικής σύστασης πετρώματα (Σαπουντζής, 1969; Mussallam and Jung, 1986). Μακροσκοπικά είναι κυρίως πράσινου, σκουροπράσινου έως και τεφρού χρώματος, διακρίνεται εύκολα ο χαλαζίας και διακατέχονται από μια κοκκώδη υφή.

Από μικροσκοπικές παρατηρήσεις προκύπτει ότι τα πετρώματα αυτά αποτελούνται κυρίως από χαλαζία, ο οποίος φαίνεται εμφανώς ανακρυσταλλωμένος, χλωρίτη και σερικίτη. Επιπλέον εμφανίζονται και καλιούχοι άστριοι, πλαγιόκλαστα, ασβεστίτης και απατίτης. Επικρατεί ο γρानοβλαστικός ιστός, ο οποίος κατά θέσεις μεταβαίνει σε λεπιδοβλαστικό.

Τα πετρώματα αυτά, διακρίνονται σε πρασινοσχιστόλιθους (ευδιάκριτη η φύλλωση με μορφή σχιστότητας) και στους πρασινίτες (μη ευδιάκριτη σχιστότητα). Λόγω όμως της παρόμοιας σύστασης αλλά και φύσης των πετρωμάτων αυτών στη παρούσα εργασία αναφέρονται ως μια γεωλογική χαρτογραφική μονάδα.

Τα πετρώματα αυτά εμφανίζονται κυρίως σε επιμήκεις λωρίδες με ΒΔ-ΝΑ έως ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνση και σε τεκτονική επαφή με τις χαρτογραφικές μονάδες του «Διμαρμαρυγιακού και μοσχοβιτικού σχιστόλιθου» και «Μεταφλύσχη». Το πάχος τους φτάνει και τα 150m, ενώ εμφανίζονται και σε περισσότερο ακανόνιστα σώματα μεταξύ ασβεστολίθων και «μεταπηλιτών-κερατολίθων» με μεγαλύτερο πάχος. Τέλος αξίζει να σημειωθεί, ότι βρέθηκαν και μικρότερα σώματα πρασινοσχιστόλιθων-πρασινιτών μέσα στους «Μεταπηλίτες-κερατόλιθους», τα οποία λόγω του μικρού τους μεγέθους δεν έχουν χαρτογραφηθεί.

Η χαρτογραφική αυτή μονάδα στο γεωλογικό χάρτη-φύλλο Θεσσαλονίκη, κλίμακας 1:50.000, (ΙΓΜΕ,1978) αναφέρεται ως «Λευκοκρατικοί αλβιτικοί - σερικιτικοί - μικροκλινικοί γνεύσιοι, επιγνεύσιοι και πρασινοσχιστόλιθοι (sch.gr)», τα οποία ανήκουν στη Μαγματική Σειρά Χορτιάτη και χαρτογραφείται σε δύο σχετικά μικρές εμφανίσεις στην περιοχή μελέτης. Από χρονολογήσεις διοριτικών πετρωμάτων, με τη μέθοδο U-Th, της Μαγματικής Σειράς Χορτιάτη σε άλλες θέσεις του ορεινού συγκροτήματος Χορτιάτη, προέκυψε η Άνω Ιουρασική ηλικία ($159\pm 4\text{Ma}$) (Zachariadis, 2007).



Σχ. 7. Τυπικές εικόνες αποκάλυψης α. Πρασινοσχιστόλιθων-πρασινιτών, β: Διμαρμαρυγιακών σχιστόλιθων, γ: Γνευσιομένου γρανίτη, δ: Πρασινίτη.

4.7 ΔΙΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑΚΟΙ ΚΑΙ ΜΟΣΧΟΒΙΤΙΚΟΙ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟΙ

Η γεωλογική αυτή χαρτογραφική μονάδα αποτελείται από σκούρους καστανούς διμαρμαρυγιάκους σχιστόλιθους και ανοικτοκάστανους μοσχοβιτικούς σχιστόλιθους με καλή φύλλωση, λεπιδοβλαστικό ιστό και εμφανή στη μακροσκοπική παρατήρηση τον μοσχοβίτη. Στους διμαρμαρυγιάκους σχιστόλιθους τα κύρια φυλλόμορφα ορυκτά είναι ο μοσχοβίτης και ο βιοτίτης, ενώ σε μικροσκοπική παρατήρηση αναγνωρίζεται και χλωρίτης από απομεταμόρφωση. Επίσης σε μικροσκοπική παρατήρηση διακρίνονται οι χαλαζίας, γρανάτης και απατίτης.

Η χαρτογραφική αυτή μονάδα αναπτύσσεται κυρίως σε δύο επιμήκεις λωρίδες-εμφάνσεις, ΒΔ-ΝΑ και ΒΒΔ-ΝΝΑ παράταξης, πάχους από ~100m έως και περισσότερο από 300m.

Σε μικροσκοπικές παρατηρήσεις φαίνεται ότι ο γρανάτης αλλά και ο βιοτίτης, που περιέχει το πέτρωμα, μετατρέπονται σε χλωρίτη. Ο γρανάτης ξεκινά να σχηματίζεται από την άνω πρασινοσχιστολιθική μεταμορφική φάση και φτάνει έως πολύ υψηλές μεταμορφικές συνθήκες. Η εμφάνιση του συγκεκριμένου ορυκτού και η μετατροπή του σε χλωρίτη υποδεικνύει, πως το πέτρωμα παλαιότερα υπέστη μεταμόρφωση σε υψηλότερες συνθήκες (αμφιβολιτική φάση?), ενώ στη συνέχεια δέχτηκε ανάδρομη μεταμόρφωση πρασινοσχιστολιθικής φάσης. Παρόμοια συμπεράσματα προκύπτουν και από την παρουσία του βιοτίτη.

Στον γεωλογικό χάρτη-φύλλο Θεσσαλονίκη, κλίμακας 1:50.000 (ΙΓΜΕ, 1978), η χαρτογραφική αυτή μονάδα αναφέρεται ως «Διμαρμαρυγιάκοι γνεύσιοι, μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι και αμφιβολίτες (gn₂)». Η ηλικία της χαρτογραφικής αυτής μονάδας φαίνεται πιθανόν να είναι παλαιοζωική αφού παρουσιάζει παρόμοια λιθολικά χαρακτηριστικά με αυτά της Ενότητας Βερτίσκου της Σερβομακεδονικής Μάζας. Έτσι φαίνεται, ότι αποτελεί ένα κομμάτι του υποβάθρου της Περιοδοπικής ζώνης και να δεν σχετίζεται με τα πετρώματα αυτής της ζώνης. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι στην Περιοδοπική ζώνη, υπάρχουν σχηματισμοί, όπως για παράδειγμα ο Σχηματισμός Πυργωτού, που έχουν δεχτεί μεταμόρφωση υψηλής πίεσης-χαμηλής θερμοκρασίας (Michard et al., 1994a, b). Το γεγονός ότι τόσο ο γρανάτης, όσο και ο βιοτίτης, μπορούν να σχηματιστούν στις παραπάνω συνθήκες, αφήνει ανοιχτό το ενδεχόμενο τα πετρώματα αυτά να ανήκουν στη Περιοδοπική ζώνη.

4.8 ΓΝΕΥΣΙΟΜΕΝΟΣ ΓΡΑΝΙΤΗΣ

Η χαρτογραφική αυτή μονάδα αποτελεί ένα γρανίτη πράσινου χρώματος, ο οποίος έχει υποστεί μεταμόρφωση και έχει γνευσιωθεί. Μακροσκοπικά αποτελείται από πορφυροβλάστες καλιούχων αστρίων με διάμετρο έως και 2cm, χαλαζία, πλαγιόκλαστο και χλωρίτη. Σε μικροσκοπικές παρατηρήσεις μπορούν να εντοπιστούν ως και επουσιώδη ορυκτά βιοτίτης και σερικήτης. Ο ιστός του πετρώματος είναι πορφυροβλαστικός, αλλά και γρανοβλαστικός. Τέλος, σε παρατηρήσεις στο πολωτικό μικροσκόπιο εντοπίζονται περθίτες στους καλιούχους αστρίους, αλλά και η εξαλλοίωσή τους σε σερικήτη.

Χαρτογραφείται σε δύο κύριες παράλληλες λωρίδες με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ έως ΒΒΔ-ΝΝΑ. Όσον αφορά το πάχος τους, η πρώτη κύρια λωρίδα στα ΝΔ, κατά θέσεις

μπορεί να υπερβεί ακόμη και τα 500m, ενώ η δεύτερη λωρίδα στα ΒΑ, φτάνει το μέγιστο στα 250m.

Οι επαφές του γνευσιομένου γρανίτη με τις γειτονικές του χαρτογραφικές μονάδες έχουν υποστεί κατάκλαση, γεγονός που υποδεικνύει ότι είναι τεκτονικές λόγω παραμόρφωσης. Αντίθετα, οι ΝΔ επαφές του κύριου γρανιτικού σώματος με τον διμαρμαρυγιακό σχιστόλιθο, φαίνεται να αποτελεί την πρωταρχική επαφή δηλαδή να είναι μια επαφή διείσδυσης, μολονότι δεν αναγνωρίστηκαν μακροσκοπικά κατά μήκος αυτής φαινόμενα επαφής.

Στον γεωλογικό χάρτη-φύλλο Θεσσαλονίκη, κλίμακας 1:50.000 (ΙΓΜΕ, 1978), τα η χαρτογραφική αυτή μονάδα αναφέρεται ως «πλαγιοκλαστικός-μικροκλινικός γνεύσιος ((gn)_{Pz})», συνδεδεμένος με τους διμαρμαρυγιακούς και μοσχοβιτικούς σχιστόλιθους δηλαδή τμήματα-κομμάτια του υποβάθρου παλαιοζωικής ηλικίας και με παρόμοια χαρακτηριστικά αυτά της Ενότητας Βερτίσκου. Ωστόσο, όσον αφορά τη λιθολογική του εικόνα, όπως αυτή αποτυπώθηκε κατά τη χαρτογράφιση της παρούσας εργασίας, φαίνεται να εμφανίζει αρκετές ομοιότητες με τα πετρώματα της Μαγματικής Σειράς Χορτιάτη, οπότε είναι πιθανό να έχει ηλικία νεότερη του παλαιοζωικού και πιο συγκεκριμένα Άνω Ιουρασικού, όμοια με την ηλικία της Μαγματικής Σειράς Χορτιάτη.

4.9 ΜΕΤΑΦΛΥΣΧΗΣ

Με τον όρο μεταφλύσχη περιγράφεται μια τυπική μορφή τουρβιδίτη με ρυθμικές εναλλαγές λεπτόκοκκων και αδρόκοκκων στρωμένων κλαστικών ιζημάτων. Παρατάυτα, σε ορισμένες θέσεις η δομή αυτή δεν είναι αναγνωρίσιμη, πιθανά λόγω και της χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης που έχουν υποστεί, μ' αποτέλεσμα να γίνεται δύσκολη η διάκριση των παραπάνω πρωτογενών χαρακτηριστικών του πετρώματος, όπως για παράδειγμα της στρώσης. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της χαρτογραφικής αυτής ενότητας είναι η αυξημένη παρουσία τόσο ασβεσταρενιτικών ενστρώσεων και φακών, όσο και καθαρά ασβεστολιθικών ενστρώσεων και φακών.

Στην ύπαιθρο χαρακτηρίζονται ως μεταψαμμίτες, μεταϊλύολιθοι, με ενστρώσεις αλλά και φακούς από ανοικτοκάστανους ασβεσταρενίτες, μαύρους αλλά και τεφρούς λεπτοστρωματώδεις, και κατά θέσεις, ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους. Επιπλέον, στα πετρώματα παρατηρούνται ολισθόλιθοι από λευκούς έως γαλάζιους, παχυσωματώδεις ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, που το μέγεθός τους φτάνει έως και τα 3-4m.

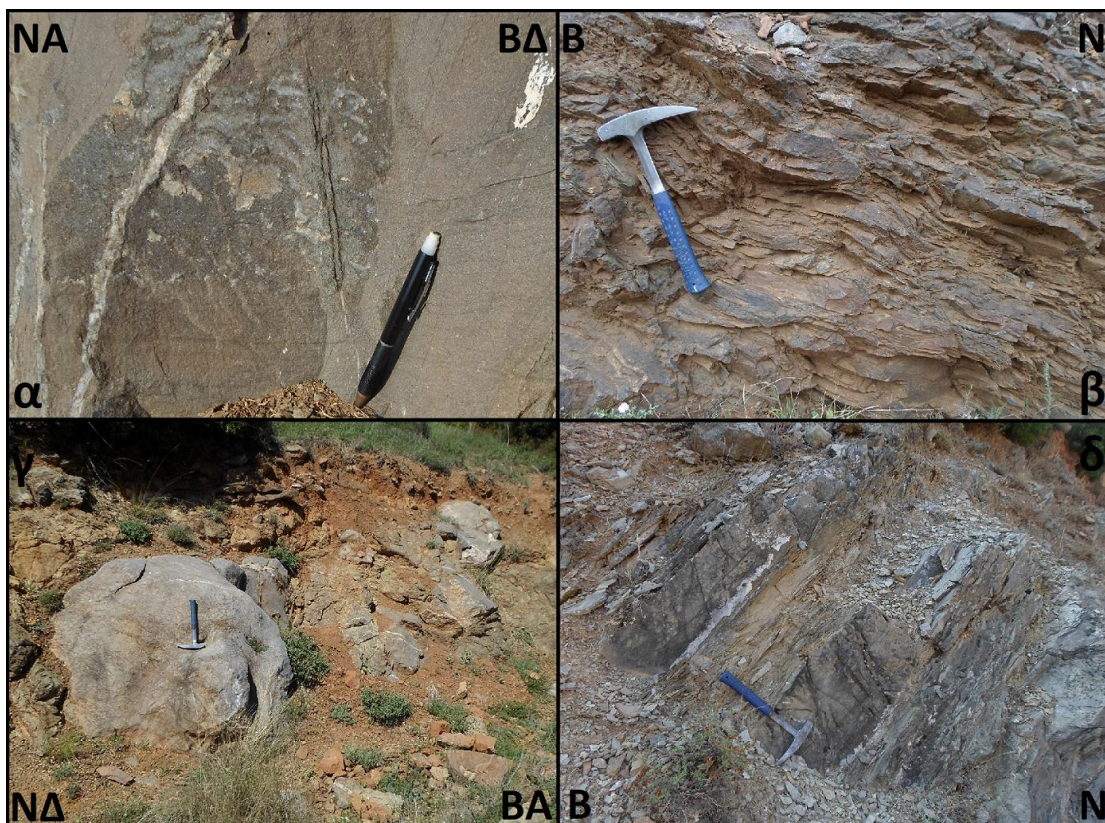
Οι ασβεσταρενίτες αποτελούνται κυρίως από χαλαζία και άστριο σε κρυσταλλικό ασβεστιτικό υλικό συγκόλλησης. Κατά θέσεις εμφανίζονται ακόμα και ως παχυστρωματώδεις με το πάχος τους ωστόσο να μην υπερβαίνει τα 1.5-2.5m. Οι τεφροί ασβεστόλιθοι εμφανίζονται λεπτοστρωματώδεις με το πάχος της στρώσης να φτάνει ακόμη και τα 10cm, ενώ οι μαύροι λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι, κατά θέσεις εμφανίζονται και κοκκινωποί και η στρώση τους δεν υπερβαίνει τα 5cm.

Χαρακτηριστικό των μεταψαμμιτών, των ασβεσταρενιτών και των μαύρων λεπτοστρωματώδων ασβεστόλιθων είναι ότι αυτά, διατρέχονται από φλεβίδια ασβεστίτη περιορισμένου μήκους και με πάχος έως και 5cm. Τα φλεβίδια αυτά δεν φαίνε-

ται να εμφανίζουν συγκεκριμένη γεωμετρία και κατά βάση σχηματίζουν γωνία με τη στρώση των παραπάνω πετρωμάτων.

Η σχέση της χαρτογραφικής αυτής μονάδας με όλες τις υπόλοιπες χαρτογραφικές μονάδες είναι τεκτονική, όπως φαίνεται από το σχηματισμό του κατακλαστικού υλικού κατά μήκος των επαφών του με αυτές.

Στον γεωλογικό χάρτη-φύλλο Θεσσαλονίκη, κλίμακας 1:50.000 (ΙΓΜΕ, 1978), η χαρτογραφική αυτή μονάδα αναφέρεται ως «Ασβεστιτικός Φλύσχος (T-Jm.st)» και χρονολογείται στο Άνω Τριαδικό-Μέσο Ιουρασικό και είναι νεότερος των Μέσο-Άνω Τριαδικών Ασβεστολίθων.



Σχ. 8. Μακροσκοπικές εικόνες αποκάλυψης του «μεταφλύσχη». α: Ασβεστιτικός ψαμμίτης με ασβεστιτικά φλεβίδια, β: Μαύροι έως κοκκινωποί κρυσταλλικοί λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι, γ: Ασβεστολιθικός ολισθόλιθος εντός του μεταφλύσχη, δ: Χαρακτηριστικές εναλλαγές λεπτόκκων και αδρόκκων στρώσεων του μεταφλύσχη.

4.10 ΧΑΛΑΖΙΑΚΕΣ ΦΛΕΒΕΣ

Πρόκειται για λευκές, ροδόλευκες φλεβικές διεισδύσεις χαλαζιακής σύστασης, μέσα στις οποίες σπάνια αναγνωρίζονται και φυλλόμορφα ορυκτά όπως ο βιοτίτης και μοσχοβίτης. Τα πετρώματα αυτά διεισδύουν κυρίως στους μεταπηλίτες-κερατόλιθους, αλλά και στα όρια αυτών με τους πρασινοσχιστόλιθους-πρασινίτες.

Στον γεωλογικό χάρτη-φύλλο Θεσσαλονίκη, κλίμακας 1:50.000, (ΙΓΜΕ, 1978), χαρτογραφούνται ως «Φλέβες χαλαζία (q)» και μολονότι η ηλικία τους δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια φαίνεται να είναι τουλάχιστον νεότερη του Άνω Ιουρασικού.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι Mussallam and Jung (1986), αναφέρουν, κυρίως νότια, στο χώρο της χερσονήσου της Χαλκιδικής, γρανοφύρες. Αυτοί αποτελούνται από

χαλαζία, πλαγιόκλαστο και σπάνια περιέχουν μοσχοβίτη και βιοτίτη. Σύμφωνα με τους παραπάνω συγγραφείς, οι γρανοφύρες ανήκουν στη Μαγματική Σειρά Χορτιάτη. Αυτό σημαίνει ότι αν οι χαλαζιακές διεισδύσεις είναι ανάλογες με τους γρανοφύρες, τότε πιθανά να σχετίζονται με τη Μαγματική Σειρά Χορτιάτη και με ηλικία Άνω Ιουρασικό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ-ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν οι σχέσεις μεταξύ των γεωλογικών χαρτογραφικών μονάδων με την παρουσίαση αναλυτικών γεωλογικών τομών. Συνολικά θα παρουσιαστούν τρεις γεωλογικές τομές σε διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ, το μήκος των οποίων κυμαίνεται από 2.3-2.8km. Επίσης θα αναλυθούν τα δομικά στοιχεία (φύλλωση) και η παραμόρφωση (ανάστροφα ρήγματα κ.α.) της περιοχής στην οποία έλαβε χώρα η παρούσα μελέτη.

5.2 ΤΟΜΗ Α-Α'

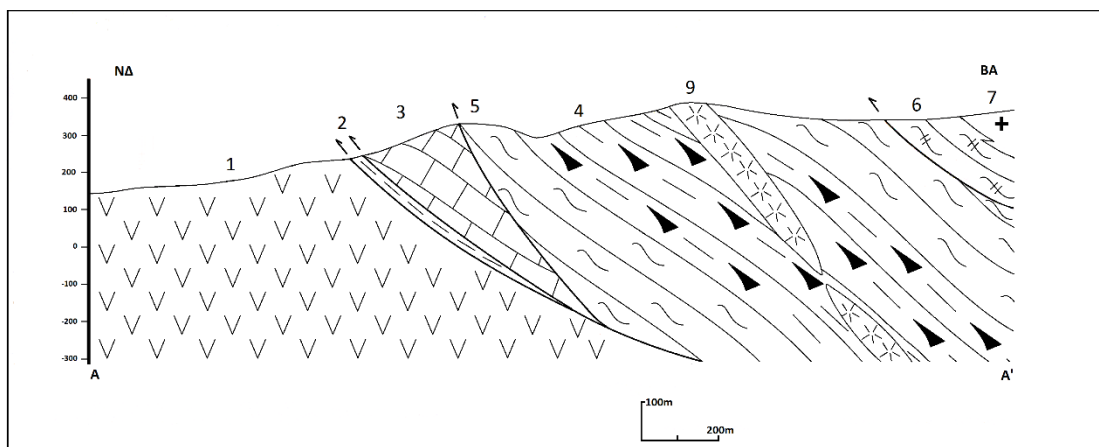
Η τομή Α-Α' έχει μήκος 2.47km (Σχ. 9) και δείχνει από τα ΝΔ προς τα ΒΑ μαφικά πετρώματα να υπόκεινται τεκτονικά των γραφιτικών σχιστολίθων. Η τεκτονική αυτή επιφάνεια κλίνει με γωνία κλίσης $\sim 35^\circ$ προς τα ΒΑ, όπως και η φύλλωση των γραφιτικών σχιστόλιθων. Το πάχος των τελευταίων δεν ξεπερνά τα 30m, και πάνω σε αυτούς τοποθετούνται τεκτονικά οι ασβεστόλιθοι. Η επαφή μεταξύ τους διακατέχεται από παρόμοια χαρακτηριστικά με προηγούμενως, δηλαδή είναι τεκτονική και έχει όμοια γωνία και κατεύθυνση κλίσης. Επιπλέον, τόσο η γωνία κλίσης όσο και η κατεύθυνση κλίσης της φύλλωσης του ασβεστόλιθου είναι παρόμοια με την επιφάνεια της τεκτονικής επαφής προς τα ΒΑ. Το πάχος των ασβεστολίθων φτάνει έως και τα 200m.

Πάνω στα παραπάνω πετρώματα τοποθετούνται τεκτονικά με γωνία κλίσης $\sim 60^\circ$ προς τα ΒΒΑ οι πρασινοσχιστόλιθοι-πρασινίτες. Αυτή, η μεγάλης γωνίας τεκτονική, φαίνεται ότι διακόπτεται από τη προηγούμενη, της σχετικά μικρής γωνίας, κάτι που σημαίνει ότι είναι και παλαιότερη. Αντίθετα με τα προηγούμενα, η επαφή μεταξύ των πρασινοσχιστόλιθων-πρασινιτών και των μεταπηλίτων-κερατόλιθων, που ακολουθεί, φαίνεται να μην είναι τεκτονική. Στο σημείο αυτό οι πρασινοσχιστόλιθοι-πρασινίτες έχουν πάχος $\sim 150m$. Όμως περισσότερο ΒΔ πάνω στον χάρτη, το πάχος τους αυξάνει σημαντικά έως και τα 350m. Όμοια και το πάχος των «μεταπηλίτων-κερατόλιθων» αυξάνει από τα $\sim 350m$ στη τομή, πάνω από τα 600m πιο ΒΔ. Όσον αφορά τη φύλλωση των τελευταίων, φαίνεται ότι έχει σχετικά μικρή γωνία κλίσης ($\sim 35^\circ$) προς τα ΒΒΑ.

ΒΑ των «μεταπηλίτων-κερατόλιθων» σε επαφή με τους πρασινοσχιστόλιθους-πρασινίτες, οι οποίοι επανεμφανίζονται, διεισδύουν χαλαζιακές φλέβες. Επιφανειακά φαίνεται ότι οι χαλαζίτες αυτοί διεισδύουν και σχηματίζουν μεγάλη γωνία κλίσης με τα γειτονικά τους πετρώματα ($>60^\circ$). Το πάχος των χαλαζιακών φλεβών, στη συγκεκριμένη θέση αλλά και γενικότερα, δεν ξεπερνά τα 100m. Στη συνέχεια όπως αναφέρεται και προηγούμενως, εμφανίζονται και πάλι πρασινοσχιστόλιθοι-πρασινίτες με πάχος $\sim 250m$, η φύλλωση των οποίων αρχικά έχει γωνία κλίσης $\sim 35^\circ$ προς τα ΒΒΑ που σταδιακά μεταβαίνει σε μεγαλύτερης κλίσης γωνία ($\sim 50^\circ$) προς τα ΒΑ. Αυτή η αλλαγή της γωνίας αποδίδεται σε πτυχογόνο τεκτονική.

Πάνω στους πρασινοσχιστόλιθους-πρασινίτες τοποθετείται τεκτονικά ο διμαρμαρυγιακός σχιστόλιθος με γωνία κλίσης $\sim 35^\circ$ προς τα ΒΑ. Η γωνία κλίσης της φύλλωσης του διμαρμαρυγιακού σχιστόλιθου φαίνεται ότι είναι ελαφρώς μεγαλύτερη προς την ίδια όμως κατεύθυνση. Τέλος εμφανίζεται και ο γνευσιομένος γρανί-

της, η επαφή του οποίου με τον διμαρμαρυγιακό σχιστόλιθο δεν φαίνεται να είναι τεκτονική.



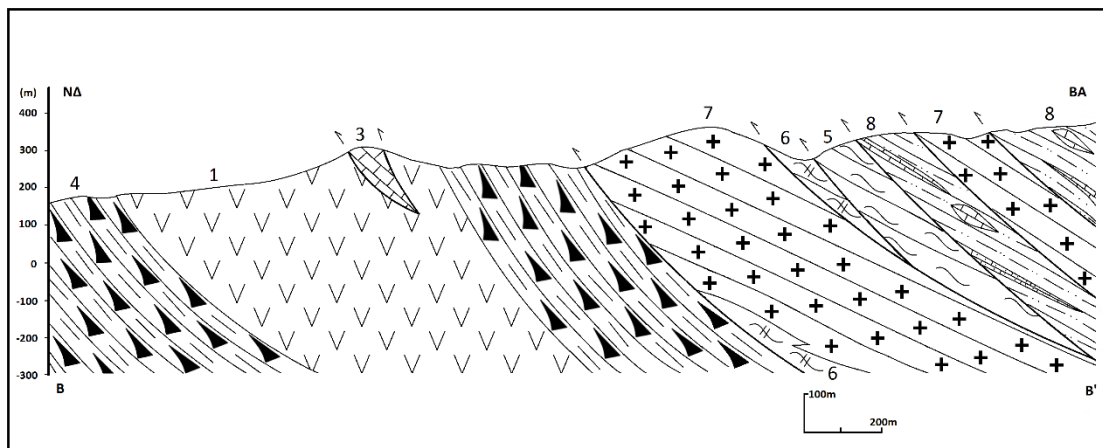
Σχ. 9. Τομή A-A', 1:Μαφικά (βασικά) πετρώματα, 2: Γραφιτικοί σχιστόλιθοι, 3: Ασβεστόλιθοι, 4: Μεταπηλίτες-κερατόλιθοι, 5: Πρασινοσχιστόλιθοι-πρασινίτες, 6: Διμαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι και μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι, 7:Γνευσιομένος Γρανίτης, 9: Χαλαζιακές φλέβες

5.3 ΤΟΜΗ B-B'

Η τομή B-B' έχει μήκος 2.8km (Σχ. 10) και από τα ΝΔ προς τα ΒΑ παρουσιάζονται «μεταπηλίτες-κερατόλιθοι» πάνω στα οποία εμφανίζονται μαφικά πετρώματα και στη συνέχεια επανεμφανίζονται «μεταπηλίτες-κερατόλιθοι». Οι επαφές μεταξύ τους δεν φαίνεται να είναι τεκτονικές. Αντίθετα, σχηματίζεται μια δομή που μοιάζει σε σύγκλινο, ωστόσο δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια. Το πάχος των μαφικών πετρωμάτων στη θέση αυτή φαίνεται ότι φτάνει έως και τα 700m. Στη θέση αυτή τα μαφικά πετρώματα έχουν εγκλωβίσει τέμαχος από ασβεστόλιθο με πάχος μικρότερο από 100m. Οι μεταπηλίτες-κερατόλιθοι ΝΔ των μαφικών πετρωμάτων, εμφανίζουν κλίσεις της φύλλωσης ~50° προς ΒΑ, ενώ στα ΒΑ οι κλίσεις αυτές είναι ελαφρώς μεγαλύτερες.

Στη θέση αυτή ξεκινά μια γενικότερη λεπίωση μεγάλης γωνίας, λόγω της οποίας εναλλάσσονται τεκτονικά, διαφορετικές ομάδες πετρωμάτων. Έτσι πάνω στους μεταπηλίτες - κερατόλιθους, οι οποίοι έχουν πάχος ~300m, στα ΒΑ των μαφικών πετρωμάτων, τοποθετείται τεκτονικά ο γνευσιομένος γρανίτης. Η παραπάνω τεκτονική επιφάνεια είναι μεγάλης γωνίας (~50°), κλίνει προς τα ΒΑ και καλύπτει το διμαρμαρυγιακό σχιστόλιθο. Ο γνευσιομένος γρανίτης στη θέση αυτή, εμφανίζει πάχος ~400m, και διακατέχεται από φύλλωση με γωνία ~30° προς τα ΒΑ. Στη συνέχεια πάνω στο γνευσιομένο γρανίτη τοποθετείται τεκτονικά, με γωνία κλίσης ~40° προς τα ΒΑ, ο διμαρμαρυγιακός σχιστόλιθος με πάχος μικρότερο των 100m. Πάνω στον διμαρμαρυγιακό σχιστόλιθο τοποθετούνται τεκτονικά, με μεγαλύτερη ωστόσο γωνία κλίσης (~55°) οι πρασινοσχιστόλιθοι - πρασινίτες με πάχος ~150m. Οι πρασινοσχιστόλιθοι - πρασινίτες διακατέχονται από φύλλωση γωνίας ~30° προς τα ΒΑ. Με όμοια τεκτονική επαφή μεγάλης γωνίας, τοποθετείται πάνω στους πρασινοσχιστόλιθους - πρασινίτες ο μεταφλύσχος. Η χαρτογραφική αυτή μονάδα στη παραπάνω θέση έχει πάχος ~150m και η φύλλωσή του κλίνει με γωνία ~40° προς τα ΒΒΑ. Πάνω στο μεταφλύσχο τοποθετείται τεκτονικά ο γνευσιομένος γρανίτης. Η επαφή αυτή

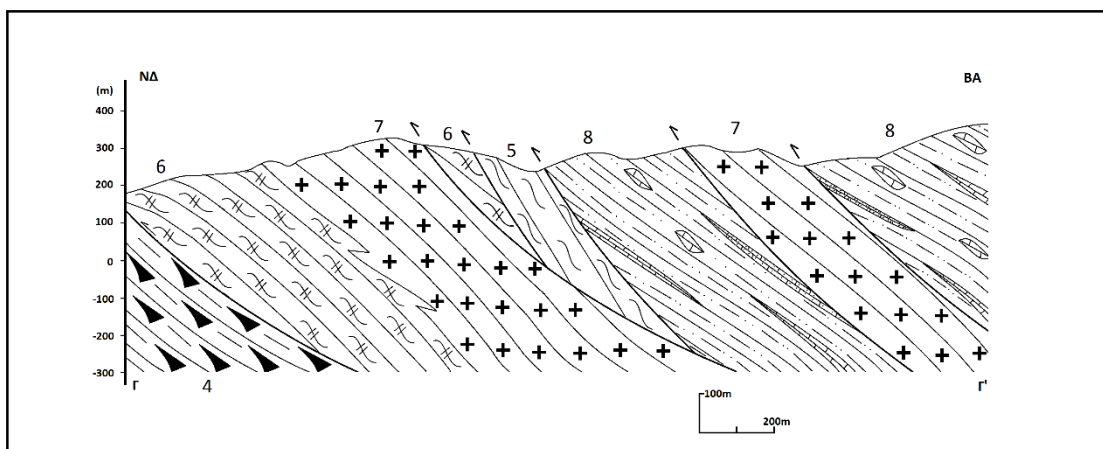
παρουσιάζει μεγάλη γωνία κλίσης (~50°) όμοια με τις προηγούμενες, προς τα ΒΑ. Αντίθετα με τη φύλλωση του πετρώματος, η οποία κλίνει και αυτή προς τα ΒΑ αλλά με μικρότερη γωνία κλίσης (~30°). Τέλος, πάνω στο γνευσιομένο γρανίτη τοποθετείται τεκτονικά ο μεταφλύσχη με μεγάλη γωνία κλίσης (~50°). Η φύλλωση του μεταφλύσχη στο σημείο αυτό, κλίνει προς ΑΒΑ με γωνία κλίσης ~35°.



Σχ.10. Τομή Β-Β', 1: Μαφικά (βασικά) πετρώματα, 3: Ασβεστόλιθοι, 4: Μεταπηλίτες-κερατόλιθοι, 5: Πρασινοσχιστόλιθοι-πρασινίτες, 6: διμαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι και μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι, 7: Γνευσιομένος Γρανίτης, 8: Μεταφλύσχη, 9: Χαλαζιακές φλέβες.

5.4 ΤΟΜΗ Γ-Γ'

Η τομή Γ-Γ' έχει μήκος 2.3 km (Σχ.11) και από τα ΝΔ προς τα ΒΑ αποτελείται από διμαρμαρυγικό σχιστόλιθο, ο οποίος έχει πάχος~300m και τοποθετείται τεκτονικά πάνω στους «μεταπηλίτες-κερατόλιθους». Η τεκτονική αυτή επαφή κλίνει προς τα ΒΒΑ με μικρή σχετικά γωνία (~35°). Η φύλλωση του διμαρμαρυγικού σχιστόλιθου κλίνει επίσης με μικρή γωνία κλίσης (~35°), αλλά προς τα ΒΑ. Πάνω στο διμαρμαρυγικό σχιστόλιθο εμφανίζεται ο γνευσιομένος γρανίτης και η επαφή μεταξύ τους δεν φαίνεται να είναι τεκτονική. Ο γνευσιομένος γρανίτης παρουσιάζει πάχος~300m και διακατέχεται από φύλλωση μεγαλύτερης γωνίας (~50°) από ότι προηγουμένως ο διμαρμαρυγικός σχιστόλιθος με κατεύθυνση προς τα ΒΒΑ. Προς τα ΒΑ, πάνω στο γνευσιομένο γρανίτη, τοποθετείται αυτή τη φορά όμως τεκτονικά, ο διμαρμα-



Σχ.11. Τομή Γ-Γ'. 4: Μεταπηλίτες-κερατόλιθοι, 5: Πρασινοσχιστόλιθοι-πρασινίτες, 6: Διμαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι και μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι, 7: Γνευσιομένος Γρανίτης, 8: Μεταφλύσχη.

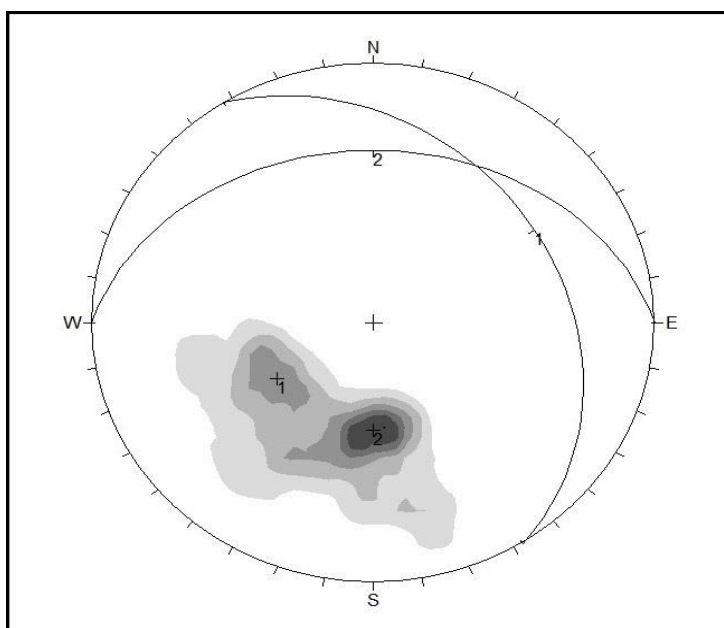
ρυγιάκος σχιστόλιθος με γωνία κλίσης ($\sim 45^\circ$) προς τα ΑΒΑ και πάχος μικρότερο από 100m.

Στη συνέχεια ξεκινά μια ζώνη, η οποία αποτελείται από τεκτονικά λείπια μεγάλης γωνίας, λόγω των οποίων εναλλάσσονται διαφορετικές ομάδες πετρωμάτων. Η Ζώνη αυτή ξεκινά με τη τοποθέτηση πρασινοσχιστόλιθων - πρασινιτών πάνω στο διμαρμαρυγιάκο σχιστόλιθο. Το πάχος αυτών είναι $\sim 150\text{m}$ και η φύλλωση που το διακατέχει έχει μεγάλη γωνία κλίσης ($\sim 60^\circ$) προς τα ΒΑ. Πάνω σε αυτά τοποθετείται ο μεταφλύσχος με πάχος $\sim 350\text{m}$ και φύλλωση γωνίας $\sim 40^\circ$ προς τα ΑΒΑ. Πάνω από το μεταφλύσχο τοποθετείται ο γνευσιομένος γρανίτης ο οποίος έχει πάχος $\sim 200\text{m}$ και διακατέχεται από φύλλωση μεγαλύτερης γωνίας από αυτή του φλύσχη ($\sim 45^\circ$). Τέλος η παραπάνω λεπίωση ολοκληρώνεται, τουλάχιστον στα πλαίσια της συγκεκριμένης τομής, με την τοποθέτηση ξανά του μεταφλύσχη πάνω στο γνευσιομένο γρανίτη. Η φύλλωση του μεταφλύσχη αυτή τη φορά κλίνει προς τα ΒΑ με γωνία κλίσης $\sim 40^\circ$.

5.5 ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ

Στη περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας, οι καθαρές δομές πάνω στις οποίες μπορεί να γίνουν σαφές διακρίσεις είναι λίγες. Για το λόγο αυτό, παρακάτω θα αναλυθούν κυρίως οι φυλλώσεις και τα ανάστροφα ρήγματα. Μετρήθηκαν επίσης γραμμώσεις έκτασης και στοιχεία πτυχών. Από αυτές, οι γραμμώσεις δείχνουν έκταση σε διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ. Όσον αφορά τις πτυχώσεις, αυτές εμφανίζονται στους μεταπηλίτες-κερατόλιθους, με κλειστές, ασύμμετρες πτυχές η αξονική επιφάνεια των οποίων κλείνει προς τα ΝΔ και ερμηνεύονται ως back fold πτυχές, και στο μεταφλύσχο με κλειστές γωνιώδης πτυχές η αξονική επιφάνεια των οποίων κλίνει προς τα ΒΒΑ.

Τέλος τα κανονικά ρήγματα που επικρατούν στη περιοχή της μελέτης εμφανίζουν παράταξη από ΒΒΔ-ΝΝΑ μέχρι ΑΒΑ-ΔΝΔ.



Σχ. 12. Στερεογραφική προβολή (κατώτερο ημισφαίριο, ισοεμβαδική προβολή) των συγκεντρώσεων των πόλων των επιφανειών της φύλλωσης, και οι αντίστοιχες επιφάνειες που προκύπτουν από αυτές.

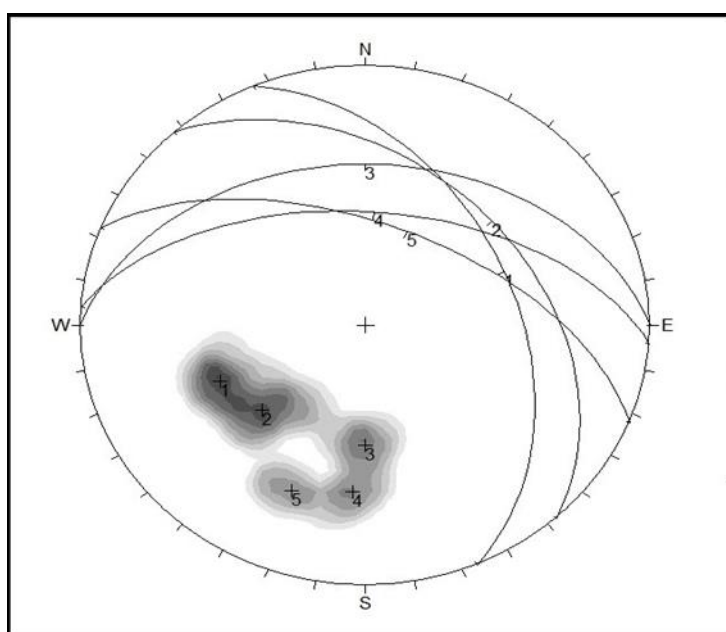
5.5.1 Φυλλώσεις

Από τις μετρήσεις της κύριας φύλλωσης των γεωλογικών χαρτογραφικών μονάδων προκύπτουν δύο κύριες συγκεντρώσεις φύλλωσης (Σχ. 12) με στοιχεία (Κατ. Κλίσης-Γωνία Κλίσης) α. 058° - 33° και β. 000° - 34° , γεγονός που αποδίδεται στην πτυχογόνο τεκτονική που έχει υποστεί η περιοχή.

5.5.2 Ανάστροφα ρήγματα

Από τις μετρήσεις των μεσοσκοπικής κλίμακας ανάστροφων ρηγμάτων που αναγνωρίστηκαν κατά την διεργασία της χαρτογράφησης φαίνεται αυτά, να μπορούν να περιγραφούν με πέντε κύριες επιφάνειες με στοιχεία (Κατ. Κλίσης-Γωνία κλίσης): 1. 067° - 46° , 2. 048° - 40° , 3. 000° - 38° , 4. 004° - 54° , και 5. 022° - 58° (Σχ. 13).

Φαίνεται ότι η λεπίωση που έχει υποστεί η περιοχή περιλαμβάνει ενδιάμεσης-μεγάλης γωνίας κλίσης ανάστροφα ρήγματα (επωθήσεις) με κατεύθυνση κίνησης προς τα ΝΔ, ενώ αναγνωρίζονται και μικρότερης γωνίας κλίσης ανάστροφα ρήγματα (εφιππεύσεις) με κατεύθυνση κίνησης προς τα ΝΝΔ, γεγονός που δείχνει ότι η σμικρυντική παραμόρφωση που έπληξε την περιοχή κατά το Τριτογενές μάλλον περιλαμβάνει δύο μερικά διαφοροποιήσεις ως προς τη διεύθυνση σμίκρυνσης μία καθαρά ΒΔ-ΝΑ όπως περιγράφει ο ορεογραφικός όγκος Ωραιοκάστρου-Χορτιάτη, και μια μικρότερης έντασης και περισσότερο ΒΒΑ-ΝΝΔ διεύθυνση που ταιριάζει με την transpression παραμόρφωση που περιγράφουν οι Tranos et al., (1999) και αφορά τις βραδυ-ορογενετικές διεργασίες παραμόρφωσης.



Σχ. 13. Στερεογραφική προβολή (κατώτερο ημισφαίριο, ισοεμβαδική προβολή) των συγκεντρώσεων των πόλων των επιφανειών των ανάστροφων ρηγμάτων, και οι αντίστοιχες μέσες επιφάνειες που προκύπτουν από αυτές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τη λεπτομερή γεωλογική χαρτογράφηση στην οποία προσδιορίζονται πετρώματα τόσο από ηπειρωτικό, όσο και ωκεάνιο φλοιό, δείχνει την γεωλογική πολυπλοκότητα της περιοχής. Η χαρτογράφηση της χαρτογραφικής μονάδας «Πρασινοσχόλιθοι-πρασινίτες» αποτελούμενη από ενδιάμεσα-όξινα πυριγενή πετρώματα χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης (πρασινοσχιστολιθική φάση), η οποία λιθολογικά είναι παρόμοια με τη Μαγματική Σειρά Χορτιάτη δείχνει ότι η Μαγματική Σειρά Χορτιάτη δεν αναγνωρίζεται μόνο στο νότιο τμήμα του ορεινού όγκου του Χορτιάτη (τεκτονική ενότητα TD1, Tranos et al. 1999), αλλά και στο βόρειο τμήμα αυτού εμπλεκόμενη σε άλλη τεκτονική θέση μέσα στην Περιοδοπική ζώνη (ανάμεσα στις τεκτονικές ενότητες TD2 και TD3, Tranos et al. 1999). Η επαφή μεταξύ των Ενοτήτων Μελισσοχωρίου-Χολομώντα και Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη, είναι μια ζώνη έντονης λεπίωσης εντός της οποίας συμμετέχουν επιπρόσθετα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του προ-Μεσοζωϊκού υποβάθρου, πιθανά παρόμοια αυτών της Σερβομακεδονικής Μάζας. Η παραμόρφωση της περιοχής είναι χαρακτηριστική μιας πτυχο-εφιππευτικής ζώνης αποτέλεσμα της Τριτογενούς κύριας αλπικής ορογένεσης με φορά προς τα ΝΔ, ενώ μικρότερες και σχετικά νεότερες εφιππεύσεις με φορά προς τα ΝΝΔ αποτελούν δομές της βραδυ-ορογενετικής αλπικής διεργασίας, η οποία συνδέεται με πλάγιο-συμπιεστική παραμόρφωση.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anders, B., Reischmann, T., Poller, U., Kostopoulos, D., 2005. Age and origin of granitic rocks of the eastern Vardar Zone, Greece: new constraints on the evolution of the Internal Hellenides. *Journal of the Geological Society, London* 162, 857–870.
- Dimitriadis, S., Asvesta, A., 1993. Sedimentation and magmatism related to the Triassic rifting and later events in the Vardar-Axios Zone. *Bulletin of the Geological Society of Greece* 28, 149–168.
- Asvesta A., Dimitriadis S., 2013. Magma—sediment interaction during the emplacement of syn-sedimentary silicic and mafic intrusions and lavas into and onto Triassic strata (Circum-Rhodope Belt, northern Greece). *Geologica Carpathica* 64, 3, 181-194.
- Ferrière, J., Stais, A., 1995. Nouvelle interprétation de la suture téthysienne vardarienne d'après l'analyse des séries de Péonias (Vardar oriental, Hellénides internes). *Bulletin de la Société Géologique de France* 166, 327–339.
- Kauffmann, G., Kockel, F., Mollat, H., 1976. Notes on the stratigraphic and paleogeographic position of the Svoula formation in the innermost Zone of Hellenides (Northern Greece). *Bulletin de la Societe Geologique de France* 18, 225-230.
- Kelepertsis, A., Chatsidimitriadis, E., Andrulakis, J., 1985. Geology, geochemistry and tectonic setting of the volcanosedimentary series, Kilkis, central Macedonia, Greece. *Chemie der Erde* 44, 151–174.
- Kockel F., Walther H., 1965. Die Strimonlinie als Grenze zwischen Serbo-Mazedonischem und Rila-Rhodope Massiv in Ost Mazedonien. *Geol Jahrb* 83, 575–602.
- Kockel F., Walther H., 1968. Zur geologischen entwicklung des sublichen Serbo-Mazedonischen Massivs (Nord-Griechenland). *Bull. of the Geol. Inst.ser geotact. strat. lithol.* 17, 133-142.
- Kockel, F., Mollat, H., Walther, H.W., 1971. Geologie des Serbo-Mazedonischen Massivs und seines mesozoischen Rahmens (Nordgriechenland). *Geologisches Jahrbuch* 89, 529 551.
- Kockel, F., Mollat, H., Walther, H.W., 1977. Erläuterungen zur Geologischen Karte der Chalkidiki und angrenzender Gebiete 1: 100 000 (Nord-Griechenland). *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover*, 119 pp.
- Kostopoulos, D., Reischmann, T., Sklavounos, S., 2001. Palaeozoic and Early Mesozoic magmatism and metamorphism in the Serbo-Macedonian Massif, Central Macedonia, northern Greece. *EUG XI, Journal of Conference Abstracts* 6, 318.

- Kougoulis, C., Veranis, N., Kassoli-Fournaraki, A., 1990. Meta-volcanic rocks in the Examili formation (North Greece). *Chemie der Erde* 50, 67–79.
- Meinhold, G., 2007. Sedimentary rocks of the Internal Hellenides, Greece: age, source, and depositional setting. PhD Thesis, University of Mainz, Germany.
- Meinhold, G., Kostopoulos, D., Reischmann, T., Frei, D., BouDagher-Fadel, M.K., 2009. Geochemistry, provenance and stratigraphic age of metasedimentary rocks from the eastern Vardar suture zone, northern Greece. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 277, 199–225.
- Mercier, J., 1968. Étude géologique des zones internes des Hellénides en Macédoine centrale (Grèce). Contribution a l'étude du métamorphisme et de l'évolution magmatique des zones internes des Hellénides. *Annales Géologiques des Pays Helléniques* 20, 1–792.
- Michard, A., Goffé, B., Liati, A., Mountrakis, D., 1994a. Blueschist-facies assemblage in the Peri-Rhodopian zone and hints for an eohellenic HP-LT belt in northern Greece. *Bulletin of the Geological Society of Greece* 30, 185–192.
- Michard, A., Goffé, B., Liati, A., Mountrakis, D., 1994b. Découverte du faciès schists bleu dans les nappes du Circum-Rhodope: un élément d'une ceinture HP-BT éohellénique en Grèce septentrionale? *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Paris* 318, 1535–1542.
- Mussallam, K., Jung, D., 1986. Petrology and geotectonic significance of the salic rocks preceding ophiolites in the Eastern Vardar zone, Greece. *TMPM Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 35, 217-242.
- Mussallam, K., 1991. Geology, geochemistry, and the evolution of an oceanic crustal rift at Sithonia, NE Greece. In: Peters, T., Nicolas, A., Coleman, R.G. (Eds.), *Ophiolite Genesis and Evolution of the Oceanic Lithosphere*. Kluwer, pp. 685–704.
- Papadopoulos, P., Arvanitidis, N., Zanas, I., 1989. Some preliminary geological aspects on the Makri Unit (Phyllite Series), Peri-Rhodope Zone. *Geologica Rhodopica* 1, 34-42.
- Ricou, L.-E., Godfriaux, I., 1994. The Thessaloniki klippe. A nappe of Vertiskos originemplaced upon the Mesozoic flysches of the Vardar basin. *Bulletin of the Geological Society of Greece* 30, 69–78.
- Ricou, L.-E., Burg, J.-P., Godfriaux, I., Ivanov, Z., 1998. Rhodope and Vardar: The metamorphic and olistostromatic paired belts related to the Cretaceous subduction under Europe. *Geodinamica Acta* 11, 285-309.
- Stais, A. 1994. Evolution geodynamique des bassins Mesozoïques Vardariens (domaines de Peonias et d'Almopias), Hellenides orientales. PhD thesis. University of Lille.

- Tranos, M.D., Kiliyas, A.A., Mountrakis, D.M., 1999. Geometry and kinematics of the Tertiary post-metamorphic Circum Rhodope Belt Thrust System (CRBTS), Northern Greece. *Bulletin of the Geological Society of Greece* 33, 5-16.
- Zachariadis, P., 2007. Ophiolites of the eastern Vardar Zone, N. Greece. PhD Thesis, University of Mainz, Germany.
- Μουντράκης Δ.Μ., 1985. Γεωλογία της Ελλάδας University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Μουντράκης Δ.Μ., 2010. Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 1-373.
- Πλούγαρης Α., 2011. Γεωλογική και τεκτονική δομή της νήσου Αμμουλιανής (χερσόνησος Χαλκιδικής). Διατριβή Ειδίκευσης, Α.Π.Θ..
- Σαπουντζής, Η. Σ., 1969. Πετρογραφία και γεωλογικής τοποθέτηση των πράσινων γνευσίων της Θεσσαλονίκης. Διδακτορική Διατριβή Α.Π.Θ..
- Τρανός Μ.Δ., 1998. Συμβολή στη μελέτη της νεοτεκτονικής παραμόρφωσης στο χώρο της Κεντρικής Μακεδονία και του Βορείου Αιγαίου. Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ.
- Τρανός Μ.Δ., 2011. Γεωλογικές χαρτογραφήσεις, γεωλογικοί χάρτες και τομές. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 1-306.

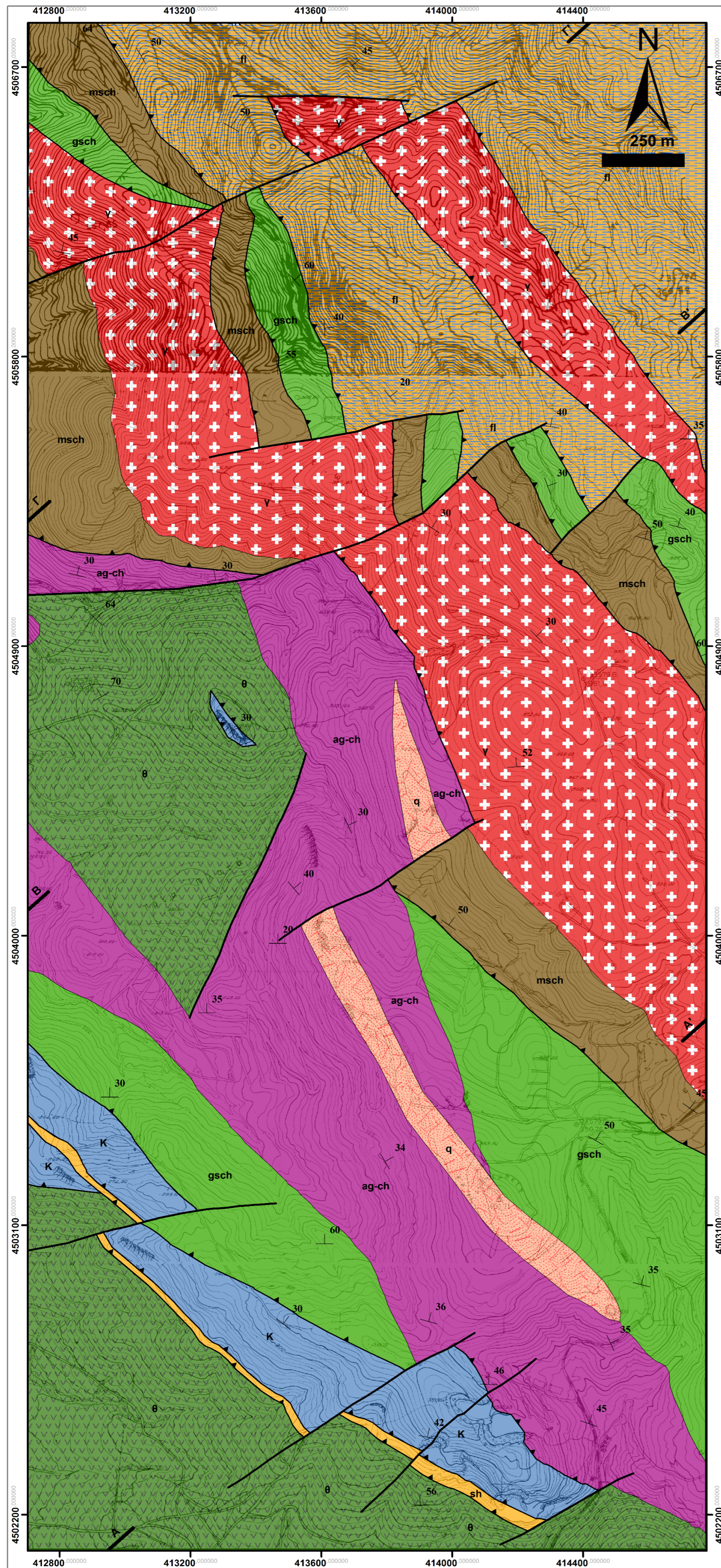
ΠΗΓΕΣ ΧΑΡΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

- Τοπογραφικός χάρτης, φύλλο Θεσσαλονίκη, κλίμακας 1:50.000 (Γ.Υ.Σ. 1978).
- Τοπογραφικός χάρτης, φύλλο Θέρμη, κλίμακας 1:50.000 (Γ.Υ.Σ. 1978).
- Τοπογραφικό διάγραμμα 3377.8, κλίμακας 1:5.000 (έκδοση Γ.Υ.Σ. 1980).
- Τοπογραφικό διάγραμμα 3387.2, κλίμακας 1:5.000 (έκδοση Γ.Υ.Σ. 1980).
- Τοπογραφικό διάγραμμα 3387.4, κλίμακας 1:5.000 (έκδοση Γ.Υ.Σ. 1980).
- Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας φύλλο Θεσσαλονίκη, κλίμακας 1:50.000 (Ι.Γ.Μ.Ε. 1978).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΕΥΚΑΡΠΙΑΣ-ΦΙΛΥΡΟΥ, ΒΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:10.000



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗ ΖΩΝΗ

ΜΕΣΟΖΩΙΚΟ

- fi** **Μεταφλύσης:** Τουρβιδίτης, με εναλλαγές λεπτόκοκκων - αδρόκοκκων καστανών κλαστικών ιζημάτων. Ελαφρώς μεταμορφωμένος. Περιέχει επίσης φακούς και ενστρώσεις από καστανούς ασβεσταρηνίτες, τεφρούς αλλά και μαύρους λεπτοστρωματώδεις ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους αλλά και ολισθόλιθους από ανακρυσταλλωμένους, παχυστρωματώδεις, λευκούς έως γαλάζιους ασβεστόλιθους (Ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα).
Ηλικία: Άνω Τριαδικό-Μέσο Ιουρασικό.
- gsch** **Πρασινοσχιστόλιθοι-πρασινίτες:** Πράσινα, σκουροπράσινα αλλά και τεφρόχρωμα πυριγενή πετρώματα που έχουν υποστεί χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση (Πρασινοσχιστολιθική φάση). Περιέχουν χαλαζία, χλωρίτη, σερίκητη, καλιόχο άστρο, πλαγιόκλαστο, ασβεσίτη και απατίτη. Διακατέχονται από γρανοβλαστικό ιστό που μεταβαίνει σε λεπιδοβλαστικό και μακροσκοπικά εμφανίζει κοκκώδη υφή. Ευδιάκριτη φύλλωση με μορφή σχιστότητας στους πρασινοσχιστόλιθους (Ενότητα Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη). Πάχος 150-300m.
Ηλικία: Άνω Ιουρασικό.
- ag-ch** **Μεταπηλίτες-κερατόλιθοι:** Λεπτοφυλλώδεις καστανί, λαδοπράσινοι, τεφροί, αλλά και μαύροι αργιλοκοί σχιστόλιθοι με κερατολιθικούς φακούς και ενστρώσεις (Ενότητα Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη). Πάχος 300-600m.
Ηλικία: Μέσο-Άνω Ιουρασικό.
- K** **Ασβεστόλιθοι:** Ανακρυσταλλωμένοι λευκοί, γαλάζιοι αλλά και τεφροί, παχυστρωματώδεις, καρστικοποιημένοι και κατά θέσεις με γραφικές ενστρώσεις. Πάχος έως και 200m.
Ηλικία: Μέσο-Άνω Τριαδικό.
- sh** **Γραφικοί σχιστόλιθοι:** Λεπτόκοκκα, λεπτοστρωματώδη, με γραφικές ενστρώσεις κλαστικά πετρώματα χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης, χρώματος καστανού έως τεφρόμαυρου. Πάχος έως και 30m.
Ηλικία: Πιθανόν Κάτω-Μέσο Ιουρασικό.

ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟ Ή ΠΑΛΑΙΟΤΕΡΑ

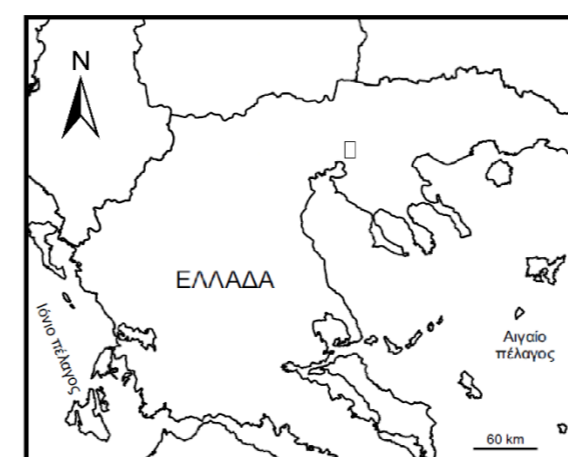
- msch** **Διμαρμαρυγιακοί και μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι:** Σκούρο καστανί διμαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι και ανοικτοκάστανι μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι, με καλή φύλλωση και εμφανή στη μακροσκοπική παρατήρηση κρυστάλλων μοσχοβίτη. Κυρίως στους διμαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους μικροσκοπικά παρατηρείται μοσχοβίτης, βιοτίτης, χαλαζίας, γρανάτης και χλωρίτης, από απομεταμόρφωση, σε λεπιδοβλαστικό ιστό. Όμοια με τα πετρώματα της Ενότητας του Βερτίσκου της Σερβομακεδονικής Μάζας. Πάχος 100-300m.
Ηλικία: Πιθανόν Παλαιοζωικό.

ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

- q** **Χαλαζιακές φλέβες:** Λευκές, ροδόχρωμες φλεβικές διεισδύσεις κυρίως στους «Μεταπηλίτες-κερατόλιθους». Περιέχουν χαλαζία, άστρο και σπάνια μοσχοβίτη, βιοτίτη. Πάχος μικρότερο από 100m.
Ηλικία: Νεότερη του Μέσου Ιουρασικού.
- θ** **Μαφικά (βασικά) πετρώματα:** Σκουροπράσινοι αδρόκοκκοι-μεσόκοκοι γάββροι και λεπτόκοκκοι δολερίτες. Έντονα αποσαθρωμένοι και εξαλλοιωμένοι με σκούρο ή ανοικτό καστανό χρώμα αποσάθρωσης. Περιέχουν κυρίως πυρόξενο, πλαγιόκλαστο, κερροσίτη. Δυσδιάκριτη φύλλωση. Εντάσσονται στην Υποζώνη Παιονίας της Ζώνης Αξίου.
Ηλικία: Μέσο Ιουρασικό.
- γ** **Γνευσιομένος γρανίτης:** Πράσινο, ελαφρώς μεταμορφωμένος γρανίτης με δυσδιάκριτη φύλλωση. Περιέχει χαλαζία, πλαγιόκλαστο, χλωρίτη, ροδόχρωμους πορφυροβλάστες καλιούχων αστρίων και εποουσιώδη ορυκτά.
Ηλικία: Πιθανόν Παλαιοζωικό.

ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Γεωλογική όριο
- ▲ Επώθηση
- Ρήγμα
- 30 Κλίση και παράταξη φύλλωσης



ΣΥΝΤΑΞΗ-ΣΧΕΔΙΑΣΗ: ΛΕΒΑΝ Α. ΜΑΪΣΟΥΡΑΤΖΕ
ΕΠΙΒΛΕΨΗ: ΜΑΡΚΟΣ Δ. ΤΡΑΝΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2016