



ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΓΡΙΑΝΗΣ ΝΟΜΟΣ ΣΕΡΡΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΙΔΗΣ Θ. ΙΩΑΝΝΗΣ

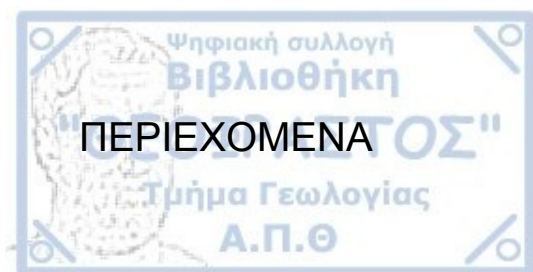
ΑΕΜ:3820

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Υπό την καθοδήγηση του Μάρκου Δ. Τρανού,
Λέκτορα Γεωλογίας



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός της μελέτης	1
1.2 Μεθοδολογία	1
1.3 Γεωγραφικά στοιχεία της περιοχής μελέτης	2
1.4 Γεωμορφολογικά στοιχεία της περιοχής μελέτης	4

2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΝΔΟΧΩΡΑΣ

2.1 Γενικά	4
2.2 Η κρυσταλλική μάζα της Ροδόπης	4
2.3 Μεταλπικά ιζήματα	6
2.4 Τεκτονική Ροδόπης	7
2.5 Νεοτεκτονική παραμόρφωση της ευρύτερης περιοχής	8

3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

3.1. Κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο	9
3.1.1 Ανοιχτόχρωμοι γνεύσιοι-σχιστογνεύσιοι	9
3.1.2 Μάρμαρα (marble-mr)	13
3.1.3 Σκουρόχρωμοι γνεύσιοι	16
3.2 Μεταλπικά ιζήματα	
3.2.1 Συμπαγές Κροκαλοπαγές	20



4. ΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

4.1 Φύλλωση	27
4.2 Πτυχές	32
4.3 Διατμητικές ζώνες – Κινηματικοί δείκτες	36
4.4 Ρήγματα	40

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	44
-----------------------	----

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	45
-----------------------	----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ	47
-------------------------	----

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ Α-Α'	48
---------------------------	----

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ Β-Β'	49
---------------------------	----

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ Γ-Γ'	50
---------------------------	----



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός της μελέτης

Η μελέτη αυτή εκπονήθηκε ως διπλωματική εργασία, στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ). Σκοπός της μελέτης είναι η διερεύνηση της ευρύτερης περιοχής Αγριανής έτσι ώστε να προσεγγιστεί χαρτογραφικά ο ορεινός όγκος του Μενοικίου που γεωλογικά ανήκει στην Ενότητα Παγγαίου της Μάζα της Ροδόπης. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε:

- (α) γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:15.000
- (β) τεκτονική ανάλυση των τεκτονικών δομών.

1.2 Μεθοδολογία

Στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιλαμβάνονται κατά διαδοχικά στάδια:

- α) συλλογή γεωλογικών χαρτών της ευρύτερης περιοχής της Ροδόπης καθώς επίσης και τοπογραφικών χαρτών κλίμακας 1:15.000,
- β) βιβλιογραφική ενημέρωση με σχετικές για τη γεωλογία της ευρύτερης περιοχής εργασίες,
- γ) εργασίες υπαίθρου και
- δ) εργασίες γραφείου

Ειδικότερα, στις εργασίες υπαίθρου περιλαμβάνονται μετρήσεις που αφορούν:

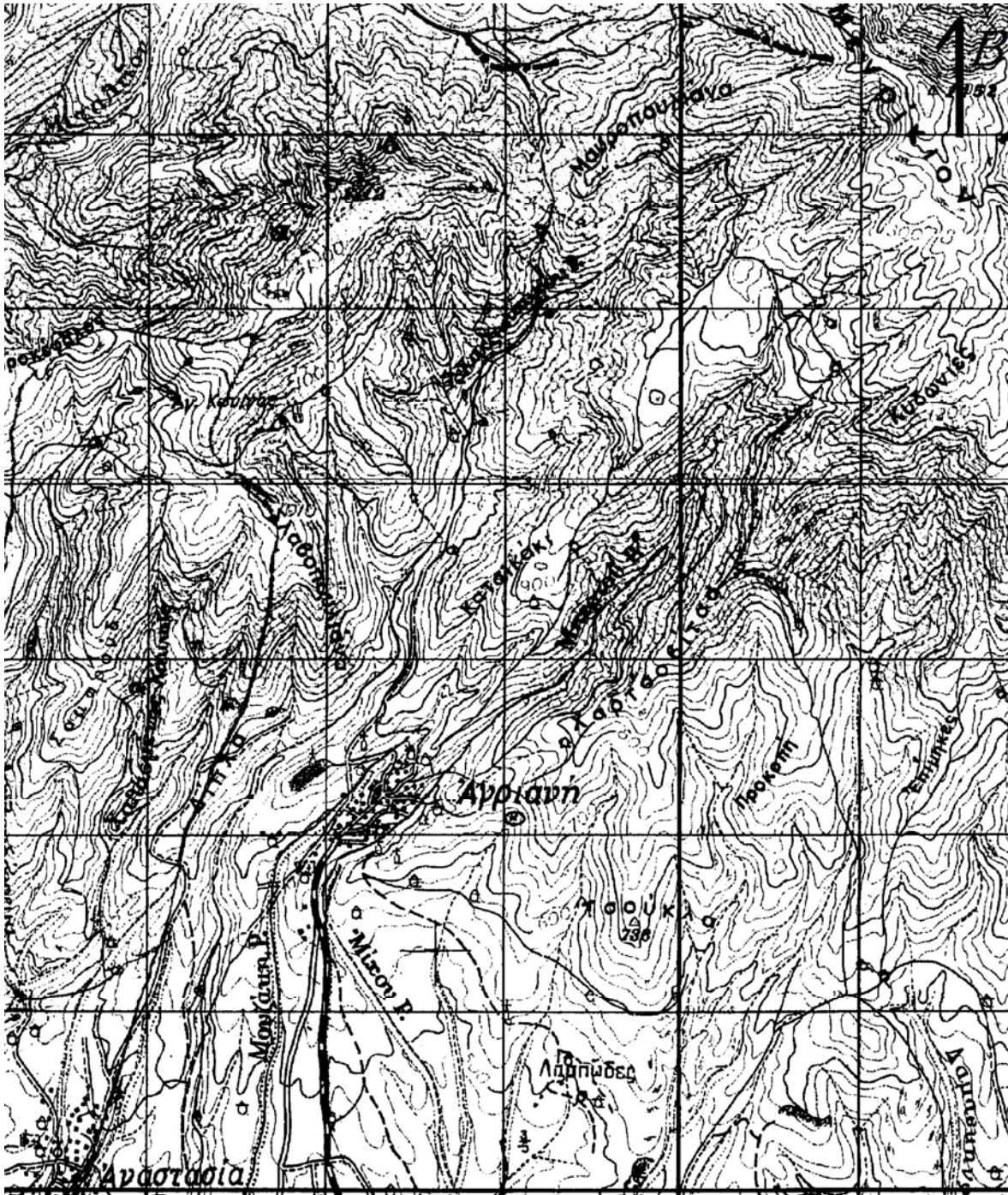
- (α) τη διάκριση των γεωλογικών χαρτογραφικών μονάδων
- (β) τη καταγραφή της φύλλωσης και της γράμμωσης των γεωλογικών μονάδων της περιοχής,
- (γ) τις πτυχές (άξονα, αξονική επιφάνεια, πτερύγια και άνοιγμα πτυχής).
- (δ) τις διατμητικές ζώνες και τους κινηματικούς τους δείκτες
- (ε) τα ρήγματα μεσοκλίμακας και των μικροτεκτονικών δομών πάνω στις επιφάνειές τους

Στις εργασίες γραφείου περιλαμβάνονται:

Επεξεργασία των καταγεγραμμένων τεκτονικών στοιχείων και αξιολόγησή τους με τη χρήση των προγραμμάτων: StereoNett Version 2.46, (β) MapInfo Professional 9.0 και (γ) Corel Draw 12.0.

1.3 Γεωγραφικά στοιχεία της περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στα ανατολικά του νομού Σερρών, στην κεντρική Μακεδονία, βόρεια του οικισμού “Αγριανή”, 25 km Ανατολικά από την πόλη των Σερρών. Η χαρτογραφηθείσα περιοχή (Σχ. 1) οριοθετείται στα Δυτικά από την επιμήκη βουνοσειρά “Σαμαρούδι”, στα Βόρεια από τα υψώματα “Φλόγα” και “Μενοίκιο” και στα Ανατολικά από το ρέμα “Επίμηκες”. Στα Νότια η χαρτογράφηση σταματά στη σταδιακή αλλαγή αναγλύφου όπου οι μορφολογικές κλίσεις μειώνονται σταδιακά μέχρι την πεδιάδα των Σερρών όπου το ανάγλυφο από ορεινό γίνεται λοφώδες.



Σχ.1. Τμήμα τοπογραφικού χάρτη κλίμακας 1:50.000, (φύλλο Προσοτσάνη Γ.Υ.Σ, 1968), στο οποίο απεικονίζεται η ευρύτερη περιοχή μελέτης και τα τοπωνύμια που αναφέρονται στο κείμενο. Η ακμή κάθε τετραγώνου αντιστοιχεί σε 1km.

1.4 Γεωμορφολογικά στοιχεία της περιοχής μελέτης

Στα γεωγραφικά πλαίσια του νομού Σερρών, η τοπογραφία της περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί ως ορεινή στα Βόρεια και χαμηλή ορεινή στα Νότια, με υψόμετρα που ξεκινούν από τα 550m και φτάνουν τα 1100m και με μέγιστο υψόμετρο στα 1453 m της κορυφής του Μενοικίου. Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής είναι κυρίως δενδριτικού τύπου, αλλά κατά θέσεις μεταπίπτει σε παράλληλο λόγω της παράλληλης διάταξης των ρεμάτων που δημιουργήθηκαν από ανάλογο προσανατολισμού ρήγματα, ενώ η γενική ροή των κλάδων της περιοχής μελέτης είναι προς τα ΝΔ.

Η βλάστηση περιλαμβάνει χορτολιβαδικές εκτάσεις, περιοχές με δάση και θαμνώδη βλάστηση, ενώ υπάρχουν και περιοχές που στερούνται βλάστησης.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΝΔΟΧΩΡΑΣ

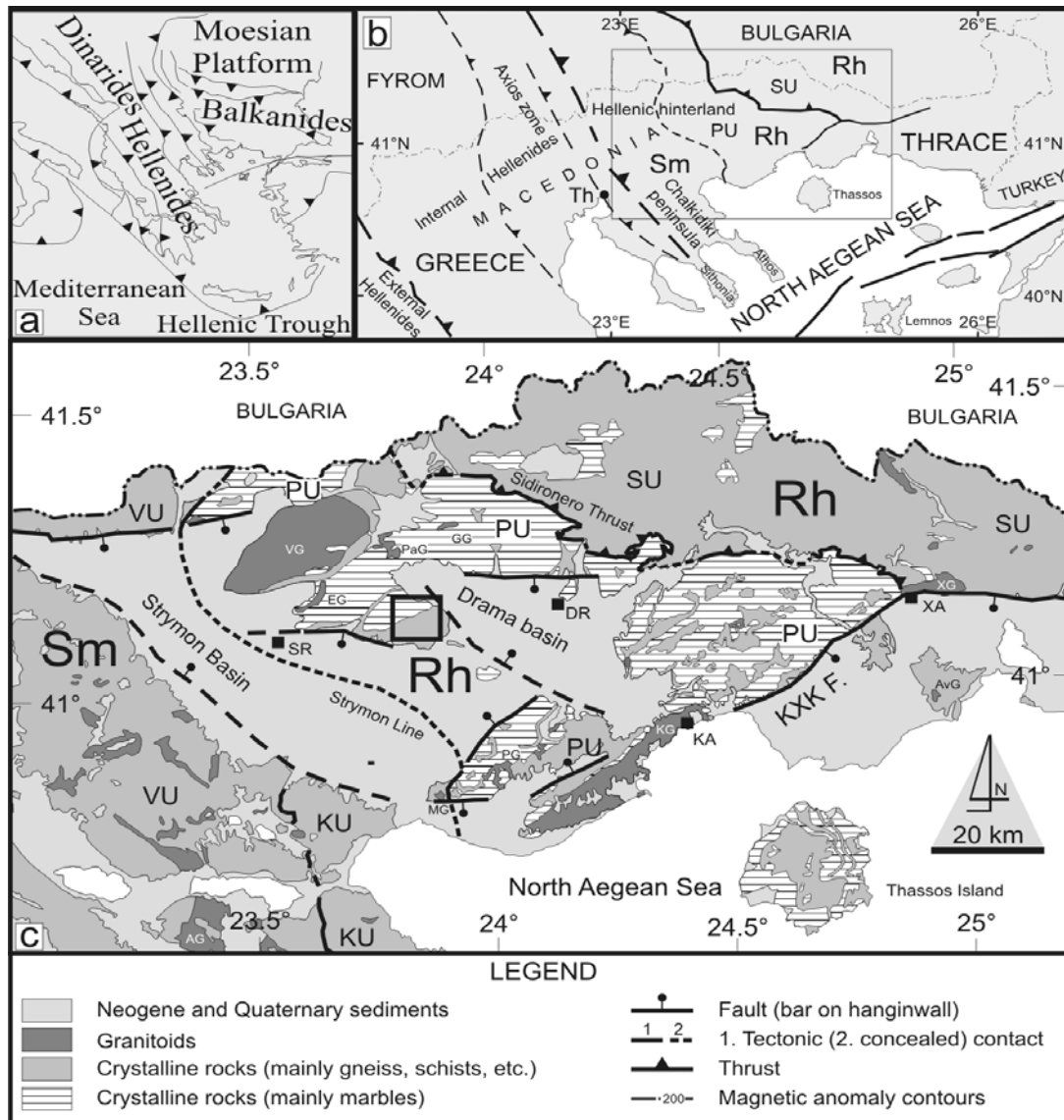
2.1 Γενικά

Η περιοχή μελέτης από γεωλογική άποψη αποτελεί τμήμα της Ελληνικής Ενδοχώρας, η οποία περιλαμβάνει το χώρο της Κεντρικής-Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης εσωτερικά του κύριου χώρου ανάπτυξης του Ελληνικού ορογενούς (Σχ. 2). Η Ελληνική Ενδοχώρα περιλαμβάνει τις κρυσταλλικές μάζες της Ροδόπης και της Σερβομακεδονικής και η περιοχή που μελετούμε βρίσκεται στο δυτικό άκρο της κρυσταλλικής μάζας της Ροδόπης προς τη στα δυτικά κρυσταλλική μάζα της Σερβομακεδονικής.

2.2 Η κρυσταλλική μάζα της Ροδόπης

Η κρυσταλλική μάζα της Ροδόπης καταλαμβάνει περιοχές στη Βόρεια Ελλάδα και τη Νότια Βουλγαρία (Σχ. 2). Αναφέρεται από τον Dimitrov (1955) ως μάζα Ρίλα-Ροδόπης, συμπεριλαμβάνοντας ουσιαστικά τις ομώνυμες οροσειρές στις περιοχές της Νότιας Βουλγαρίας και της Ελλάδας αντίστοιχα. Αποτελεί ένα μεταμορφικό και τεκτονικό σύμπλεγμα που στον Ελληνικό χώρο διακρίνεται σε δύο τεκτονικές ενότητες, στις οποίες αναγνωρίζονται πολλές πυριγενείς διεισδύσεις που αντικατοπτρίζουν τη πολύπλοκη γεωτεκτονική εξέλιξη και τα μαγματικά επεισόδια που έχει υποστεί η κρυσταλλική αυτή

μάζα μέχρι σήμερα. Συγκεκριμένα, διακρίνεται στην Ενότητα Παγγαίου, που καταλαμβάνει τις δυτικές και νοτιοδυτικές περιοχές της μάζας και στην Ενότητα Σιδηρόνερου. Από τεκτονικής απόψης, η Ενότητα Παγγαίου θεωρείται ως κατώτερη, ενώ η Ενότητα Σιδηρόνερου ως τεκτονικά ανώτερη.



Σχ. 2. (α), (β) Χάρτες αναφοράς που δείχνουν τα κύρια στοιχεία των ορογενετικών ζωνών στη Νότια Βαλκανική, (γ) Η περιοχή μελέτης (τετράγωνο πλαίσιο) στο χώρο της Ελληνικής Ενδοχώρας και των κρυσταλλικών μαζών Ροδόπης και Σερβομακεδονικής (Tranos et al. 2009).

Τα πετρώματα από τα οποία δομείται όλη η Ροδόπη είναι μεταμορφωμένα στις υποφάσεις χαλαζία–αλβίτη–επίδοτου–βιοτίτη και χαλαζία–αλβίτη–επίδοτου–αλμανδίνη στα

πιο βόρεια τμήματα (Μουντράκης 1985).

Οι παραπάνω εκτιμήσεις της ηλικίας των πετρωμάτων βασίζονται σε λιθολογικές και τεκτονικές συγκριτικές παρατηρήσεις και όχι σε στρωματογραφικά στοιχεία τόσο στις ελληνικές όσο και στις βουλγαρικές περιοχές.

2.3 Μεταλπικά ιζήματα

Μεταλπικά ιζήματα θεωρούνται τα ιζήματα που έχουν προκύψει από τις αποθετικές διεργασίες που έχουν λάβει χώρα κατά το τέλος της τελευταίας κύριας Αλπικής ορογενετικής φάσης και μετέπειτα.

Στο χώρο της Κεντρικής Μακεδονίας και του Βορείου Αιγαίου τα μεταλπικά ιζήματα που αναγνωρίζονται είναι τα μολασσικού-τύπου ιζήματα της λεκάνης Αξιού-Θερμαϊκού κόλπου και τα μολλασσικού τύπου ιζήματα του Βορείου Αιγαίου και της Θράκης. Επιπρόσθετα, σήμερα αναγνωρίζονται μεγάλες λεκάνες να διακόπτουν τη συνέχεια του αλπικού υποβάθρου και οι οποίες έχουν πληρωθεί με χερσαία κυρίως μεταλπικά ιζήματα από το Ανω Μειόκαινο όπως αυτές της λεκάνης Αξιού-Θεσσαλονίκης, Στρυμώνα, Δράμας, Καβάλας-Ξάνθης-Κομοτηνής κλπ. Η εξέλιξη αυτή συνδυάζεται με τη μετανάστευση του Ελληνικού ορογενούς προς τα ΔΝΔ και τη μετατροπή του γεωτεκτονικού καθεστώτος στη νεοτεκτονική περίοδο που χαρακτηρίζεται από ένα εκτενή εφελκυστικό σε διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ κατά το Ανω Μειόκαινο-Πλειόκαινο και σε διεύθυνση Β-Ν από την αρχή του Τεταρτογενούς μέχρι σήμερα.

Πιο συγκεκριμένα στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, τα μεταλπικά ιζήματα που αναγνωρίζονται είναι:

(α) Ενα κροκαλοπαγές που θεωρείται τριτογενούς (Μειοκαινικής) ηλικίας, χωρίς όμως αυτή η ηλικία να είναι με ακρίβεια προσδιορισμένη. Το κροκαλοπαγές αυτό έχει αρκετά μεγάλο πάχος και περιλαμβάνει επίσης ορίζοντες ασβεστολιθικούς και ψαμμιτικούς. Το κροκαλοπαγές αυτό περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.

(β) Ιζήματα της λεκάνης των Σερρών που περιλαμβάνουν κυρίως χερσαίας φάσης ιζηματογένεση με ποταμοχειμνάρια και λιμναία ιζήματα όπως ασβεστιτικούς ψαμμίτες, κροκάλο-λατυποπαγή, μάργες και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους

(γ) Τεταρτογενή χερσαία ιζήματα και αποθέσεις στις πλαγιές και στα κατώτερα τμήματα του ορεινού όγκου όπως πλευρικά κορήματα και κροκαλολατυποπαγή.

2.4 Τεκτονική Ροδόπη

Οι δύο ενότητες της Μάζας της Ροδόπης αποτελούνται από Προκάμβρια και Κ. Παλαιοζωϊκά κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα παλιού ηπειρωτικού φλοιού. Οι κύριες παραμορφώσεις που έπληξαν την Ροδόπη, ήταν οι παραμορφώσεις πριν την Αλπική ορογένεση που επηρέασαν τα πετρώματα ηπειρωτικού φλοιού πριν από τον Αλπικό ορογενετικό κύκλο και κατά την Αλπική ορογένεση σε διάφορες φάσεις, από το Ιουρασικό έως το τριτογενές.

Ιδιαίτερα σημαντικές είναι οι παραμορφωτικές φάσεις που αναγνωρίζονται στην περιοχή κατά το Τριτογενές και αυτές είναι (Κίλιας και Μουντράκης 1990):

(α) Ο σχηματισμός μιας διαπεραστικής υφής, της σχιστότητας (S1), πάνω στην οποία αναγνωρίζεται μια γράμμωση έκτασης με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, παράλληλα στην οποία αναπτύσσονται ορυκτά όπως βιοτίτης, αμφίβολοι κ.α. Η σχιστότητα αυτή είναι παράλληλη στην αξονική επιφάνεια της ισοκλινούς πτύχωσης (F1) οι οποία συχνά αναπτύσσεται σαν αποτέλεσμα μιας εντατικής διάτμησης μεταξύ των επιφανειών. Η F1 πτύχωση φαίνεται να είναι ενδοφυλλώδης ανάμεσα στις S1 επιφάνειες και φαίνεται να επηρεάζει μια παλιότερη φύλλωση S0 ή ακόμα και λευκοκρατικές χαλαζιοαστριούχες φλέβες. Οι β-άξονες της F1 πτύχωσης είναι παράλληλοι στη L1 γράμμωση έκτασης, και θεωρούνται ότι έχουν περιστραφεί προοδευτικά κατά την παραμόρφωση στην κατεύθυνση της κύριας έκτασης και της όλκιμης επιμήκυνσης, η οποία σημαδεύεται από γράμμωση έκτασης (Ramsay 1980, Cobbold & Quinquis 1980, Sanderson & Marchini 1984). Σε μερικές περιπτώσεις σε ζώνες μεγαλύτερης εντατικής διάτμησης, οι F1 πτυχές αναπτύσσονται σαν τυπικές “sheath” πτυχές επιμηκυμένες κατά τη διεύθυνση της L1.

(β) Με τον ίδιο Β-άξονα, ΒΑ-ΝΔ προσανατολισμού, παρατηρούνται και πτυχές κλειστές ασύμμετρες, ονομάζονται B2, και αποτελούν εξελικτικό στάδιο.

(γ) Άλλη μία σημαντική δομή της δυτικής Ροδόπης συνίσταται στις ασύμμετρες κεκλιμένες συζυγείς F1' πτυχές ομοαξονικές ως προς τις F1 πτυχές και με κύρια φορά προς τα ΝΑ και σε μερικές περιπτώσεις και προς τα ΒΔ. Οι F1' πτυχές επαναπτυχώνουν τις F1 πτυχές όπως και τη S1 φύλλωση. Συχνά οι F1' πτυχές συνοδεύονται από ρηξισχισμό παράλληλα στα αξονικά τους επίπεδα, χωρίς όμως ανακρυστάλλωση ορυκτών κατά μήκος του σχισμού αυτού που αναφέρεται ως S1' σχισμός.

(δ) Μικρά και μεγάλα ανάστροφα ρήγματα ΒΑ-ΝΔ παράταξης και με την κύρια κίνηση του υπερκείμενου προς τα ΝΑ και σπανιότερα προς τα ΒΔ, τα οποία είναι συχνά συνδεδεμένα με ημιπλαστικές συνθήκες διάτμησης, και θεωρούνται ως μια εξελικτική φάση της F1' πτύχωσης.

2.5 Νεοτεκτονική παραμόρφωση της ευρύτερης περιοχής

Η νεοτεκτονική παραμόρφωση αφορά το σύνολο των τεκτονικών διεργασιών που έχουν λάβει χώρα στην περιοχή και μπορούν να συσχετιστούν με το σημερινό γεωδυναμικό καθεστώς.

Συγκεκριμένα, η νεοτεκτονική παραμόρφωση προσδιορίζεται χρονικά στην ευρύτερη περιοχή μετά το Μέσο Μειόκαινο και αφορά κυρίως εκτατικά ρήγματα σε διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ κατά το διάστημα Ανω Μειόκαινο-Πλειόκαινο και ρήγματα διεύθυνσης Α-Δ από το Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα (Mercier et al. 1989; Pavlides and Kiliass 1987; Τρανός 1998, Mountrakis et al. 2006).

Αποτέλεσμα αυτού του εκτενούς εφελκυσμού κατά τη νεοτεκτονική περίοδο είναι ο σχηματισμός των μεταλπικών λεκανών που αναφέρθηκαν προηγουμένως και κυρίως αυτή της λεκάνης του Στρυμώνα, η οποία θεωρείται από τους Dinter and Royden (1993), αλλά αργότερα και από τους Kiliass et al. (1999) ότι συνδέεται με ένα ρήγμα εκτατικής αποκόλλησης που ονομάζεται Σύστημα Εκτατικής Αποκόλλησης Κοιλιάδας Στρυμώνα (Strymon Valley Detachment System) και το οποίο προς τα ΝΑ, μολονότι υπάρχουν νεότερες έρευνες που αμφισβητούν αυτό (Kokkalas et al. 2005; Brun and Sokoutis 2007).

3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Γεωλογική χαρτογράφηση - Γεωλογικές χαρτογραφικές μονάδες

3.1. Κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο

Κατά την έρευνα που πραγματοποιήθηκε για τη γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής μελέτης εντοπίστηκαν οι παρακάτω χαρτογραφικές μονάδες οι οποίες και περιγράφονται από τον κατώτερο προς το ανώτερο όπως εμφανίζονται σήμερα στη περιοχή. Η διαδοχή στην πραγματικότητα είναι αντίθετη καθώς οι χαρτογραφικές αυτές μονάδες είναι ανεστραμένες, όπως περιγράφεται στο 5ο κεφάλαιο.

3.1.1 Ανοιχτόχρωμοι γνεύσιοι-σχιστογνεύσιοι

Εμφανίζονται σχετικά ομογενείς σε όλη την έκταση της χαρτογραφηθείσας περιοχής και μέσα σε αυτούς έχουν συμπεριληφθεί πετρώματα που από τη βάση προς την οροφή είναι (Α) τεφροί μιγματιτικοί γνεύσιοι, (Β) γκρίζοι γρανατούχοι χαλαζιοαστριούχοι σχιστογνεύσιοι με σαφή φύλλωση και αραιές διακλάσεις, (Γ) λευκοκρατικοί οφθαλμοειδείς γνεύσιοι με τυπική γνευσιακή υφή και μεταμορφική στρωμάτωση (gneiss banding), (Δ) τεφροί σχιστογνεύσιοι με κρυστάλλους οξειδωμένου σιδηροπυρίτη (FeS_2), (Ε) τεφροί παρά-αμφιβολίτες και (ΣΤ) ερυθροκάσταντοι διμαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι πλούσιοι σε φυλλάρια μοσχοβίτη. Οι ηλικίες γενικά των πετρωμάτων του υποβάθρου είναι Κατω Παλαιοζωικές. Τα όρια τους δεν είναι σαφή και επειδή δεν παρατηρούνται στοιχεία που να τις προσδιορίζουν ως τεκτονικές επαφές, θεωρούνται ως μεταβατικές στρωματογραφικές επαφές με συνέπεια ο περαιτέρω λεπτομερής διαχωρισμός τους να μην αποτελεί αντικείμενο της παρούσας χαρτογράφησης.

Τα πετρώματα της χαρτογραφικής αυτής μονάδας περιγράφονται από τον κατώτερο προς τον ανώτερο:



Σχ.3 Μιγματικός γνεύσιος με φαινόμενα δυσαρμονικής πτύχωσης και δημιουργίας πτυγματικών πτυχών. Διακρίνονται οι λευκρατικές και οι μελανοκρατικές μπάντες.



Σχ.4 Γρανατούχος διμαρμαρυγιακός χαλαζιοαστριούχος σχιστογνεύσιος.



Σχ.5 Λευκοκρατικός-οφθαλμοειδής γνεύσιος.



Σχ.6 Τεφρός σχιστογνεύσιος με κρυστάλλους οξειδωμένου σιδηροπυρίτη (FeS_2).



Σχ.7 Φακός παρά-αμφιβολίτη, διακρίνεται η μαζώδης δομή του.



Σχ.8 Ερυθρώπός διαμαρμαρυγιακός σχιστόλιθος. Διακρίνονται συμπαγέστερες φλέβες

εμποτισμού.

Η παρουσία σιδηροπυρίτη και η ύπαρξη του μαρμάρου συνηγορεί στην εκτίμηση πως τα πετρώματα της περιοχής είναι μετα-ιζημάτα. Επίσης οι συχνές παρεμβολές μαρμάρων μέσα στους σκουρόχρωμους βιοτιτικούς γνευσίους συνηγορεί στο συμπέρασμα αυτό. Επίσης η παρουσία γρανάτη είναι δείκτης πως η μεταμόρφωση έφτασε και σε ανώτερα αμφιβολιτικά επίπεδα.

Ο αμφιβολίτης εντοπίζεται σε μια αποκάλυψη στα ΔΝΔ του οικισμού της Αγριανής σε μια εμφάνιση λίγων μέτρων, μέσα στον ανοιχτόχρωμο γνεύσιο. Προέρχεται κατά πάσα πιθανότητα από έναν ασβεστομιγή αργιλικό πρωτόλιθο, καθώς η επαφή του φαίνεται κανονική με τα πετρώματα που το περιβάλλουν τα οποία έχουν δημιουργηθεί από μεταμόρφωση ιζηματογενούς πρωτολίθου. Το χρώμα του είναι τεφροκύανο σκούρο, και εμφανίζεται πτυχωμένος. Είναι πολύ συνεκτικός και σκληρός και ο σχισμός του είναι αραιός, δημιουργώντας μεγάλα συμπαγή κομμάτια.

3.1.2 Μάρμαρα (marble-mr)

Τα μάρμαρα αποτελούν μια χαρτογραφική μονάδα με μικρό πάχος αλλά με μεγάλη εξάπλωση και ιδιαίτερη σημασία για την κατανόηση της γεωλογικής δομής και της τεκτονικής της περιοχής. Υπόκειται των ανοιχτόχρωμων γνευσίων και υπέρκειται των σκουρόχρωμων γνευσίων. Σ' αυτά αναγνωρίζονται δύο λιθολογικές διαφοροποιήσεις-μέλη: (α) ένα τεφρό μάρμαρο που περιέχει ενστρώσεις χαλαζία, το οποίο δείχνει έντονα φαινόμενα διάτμησης, (β) μικρό- έως μέσο-κοκκώδη, λευκά και λευκότεφρα, μαζώδη μάρμαρα που καλύπτουν το μεγαλύτερο τμήμα των μαρμάρων και κατά θέσεις χαρακτηρίζονται από εναλλαγές ανοιχτόχρωμων και σκουρόχρωμων ταινιών. Το πάχος των μαρμάρων κυμαίνεται από 5 έως 30 μέτρα αλλά κατά θέσεις αποσφηνώνεται ανάμεσα στους δύο γνευσίους λόγω φαινομένων boudinage, καθώς το μάρμαρο γίνεται όλκιμο σε πιο χαμηλές θερμοκρασίες απ' ότι οι γνεύσιοι.



εικ.1



εικ.2

Σχ.9 στην εικ.1 μια γενική άποψη του μαρμάρου, το οποίο υπόκειται του ανοιχτόχρωμου γνευσίου και στην εικ.2 το πρώτο μέλος των μαρμάρων γκρίζου χρώματος με χαλαζιακές ενστρώσεις.



Σχ.10 Χαλαζιακοί πορφυροκλάστες μέσα στο τεφρό μάρμαρο που γίνονται δ-κλάστες λόγω διάτμησης παράλληλης με τις S1 επιφάνειες του μαρμάρου.



εικ.α

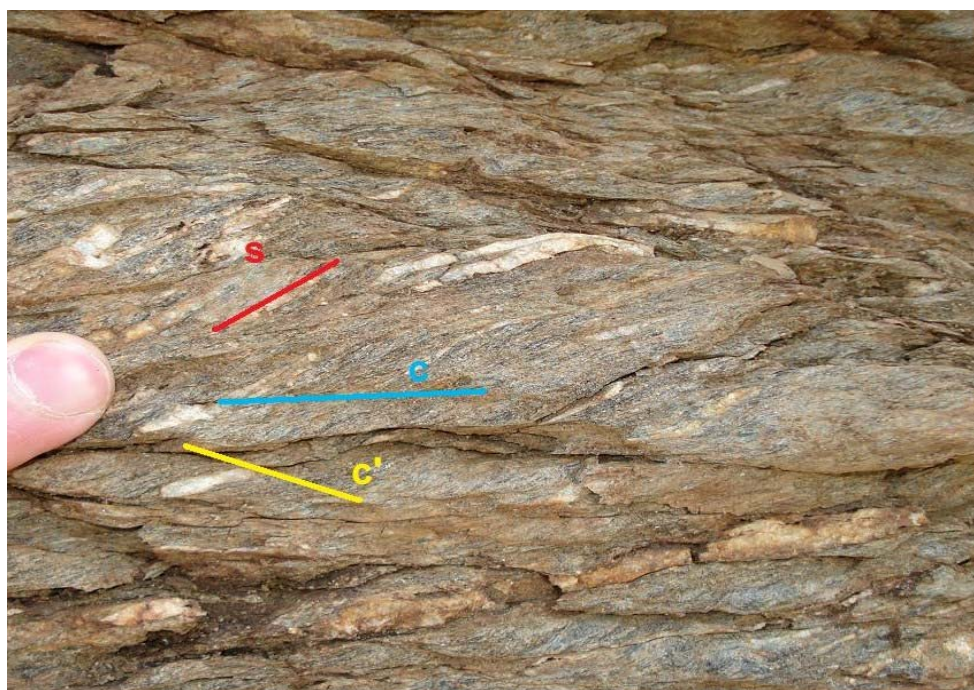


εικ.β

Σχ.11 *εικ.α* Πυριτικές ενστρώσεις μέσα στο μάρμαρο που υφίστανται διατμητικές διεργασίες. *Εικ.β* Εναλλαγές λευκών και σκούρων ταινιών του μαζώδους μαρμάρου.

3.1.3 Σκουρόχρωμοι γνεύσιοι

Οι σκουρόχρωμοι γνεύσιοι είναι μαρμαρυγιακοί γνεύσιοι τεφροκύανης έως τεφροπράσινης απόχρωσης με χαλαζιακές ενστρώσεις και πορφυροκλάστες. Είναι ομογενείς σε όλον τον όγκο που καταλαμβάνουν ως προς την λιθολογία και τη σύστασή τους και το μόνο που φαίνεται να διαφοροποιεί τη χαρτογραφική μονάδα είναι η ένταση των φαινομένων διάτμησης που έχουν ως αποτέλεσμα το σχηματισμό σ- και δ-χαλαζιοαστριούχων πορφυροκλαστών και τον σχηματισμό μιας διαμπερούς μυλωνικής S-C υφής. Εξαιτίας αυτής της διάτμησης σχηματίζονται και ενδοφυλλώδεις χωρίς ρίζα ασύμμετρες πτυχές που πτυχώνουν τους ορίζοντες του χαλαζιοαστριούχου υλικού και τους πορφυροκλάστες.



Σχ.12 Εικόνα του σκουρόχρωμου γνευσίου. Διακρίνονται με χρώματα οι scc' επιφάνειες καθώς και οι ενδοφυλλώδεις πτυχές των χαλαζιακών φλεβιδίων.



Σχ.13 Τυπική εμφάνιση σκουρόχρωμου γνευσίου, φυσική τομή κάθετη στην φύλλωση, ορατοί οι πορφυροκλάστες παραμορφωμένοι από φαινόμενα διάτμησης.

Είναι ιδιαίτερα εύκολο-διάβρωτο πέτρωμα, με προϊόν διάβρωσης ένα σκούρο τεφρό έως πρασινότεφρο ίζημα. Ωστόσο, υπάρχουν συχνά οριζόντες πάχους έως και 1 m που εμφανίζουν μεγαλύτερη αντίσταση στη διάβρωση δημιουργώντας προεξοχές στην ελεύθερη αποσαθρωμένη επιφάνεια του πετρώματος.



Σχ.14 Προεξοχές του συμπαγούς σκουρόχρωμου γνευσίου. Φωτογραφία 0,7 km βόρεια του οικισμού Αγριανή.



Εικ.15 Ο σχηματισμός των σκουρόχρωμων γνευσίων. Φαίνεται η έντονη αποσάθρωση και διάβρωση που υφίστανται με το σχηματισμό κολλουβιακών αποθέσεων (αποθέσεων απόπλυσης πλαγιών) στους πρόποδες του βουνού. (φωτογραφία 0,6 km Β του οικισμού Αγριανή).

Τα όριά του περιλαμβάνονται εξ ολοκλήρου στην χαρτογραφηθείσα περιοχή. Το πάχος του σχηματισμού φτάνει τα 100-120 m (το πάχος που υπολογίζεται δεν λαμβάνει υπόψιν την πτύχωση). Η οροφή και το πάτωμα του σχηματισμού σε όλη την περιοχή είναι το μάρμαρο. Φαίνεται ξεκάθαρα δηλαδή πως η περιοχή είναι πτυχωμένη σε ισοκλινείς κατακείμενες πτυχές και οι σκουρόχρωμοι γνεύσιοι είναι ο πυρήνας των πτυχών τουλάχιστον για την περιοχή μελέτης.

Εικ.α

Εικ. β

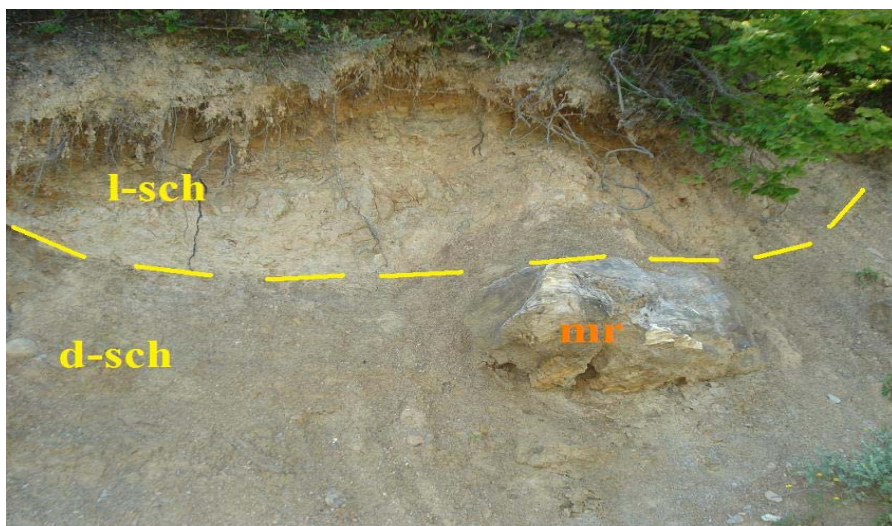




ΕΙΚ.γ

Σχ.16 Εικ.α Το "πάτωμα" των μαρμάρων για τους σκουρόχρωμους γνευσίους (κάτω). Εικ. β Η "οροφή" των μαρμάρων για τους σκουρόχρωμους γνευσίους (πάνω δεξιά). Εικ.γ Οι δύο ορίζοντες του μαρμάρου φαίνεται πως αποτελούν τα ανώτερα και τα κατώτερα όρια του σκουρόχρωμου βιοιτιτικού γνευσίου. Η δομή αυτή πιθανότατα οφείλεται σε πτύχωση που προκαλεί αναστροφή των σχηματισμών.

Λαμβάνοντας υπόψιν την θεώρηση αυτή, η αποσφήνωση και αποκοπή ατρακτοειδών σωμάτων του μαρμάρου ανάμεσα σε ανοιχτόχρωμους και σκουρόχρωμους γνευσίους, δικαιολογείται ως ένα φαινόμενο boudinage, που συνοδεύει την ισοκλινή πτύχωση.



Σχ.17 Η διακεκομμένη γραμμή καθορίζει την απευθείας επαφή των σκουρόχρωμων γνευσίων με τους ανοιχτόχρωμους γνευσίους. Φαίνεται καθαρά η αποσφήνωση και η αποκοπή ατρακτοειδούς σώματος του μαρμάρου ανάμεσα στους δύο σχηματισμούς .

3.2 Μεταλπικά ιζήματα

3.2.1 Συμπαγές Κροκαλοπαγές

Το κύριο ίζηματογενές πέτρωμα που χαρτογραφείται στην περιοχή μελέτης είναι ένα ανθρακικό κροκαλοπαγές. Πρόκειται για ένα μονόμεικτο εκ πρώτης όψεως, συμπαγές κροκαλοπαγές μαρμάρου, αλλά προσεκτικότερη μελέτη όμως έδειξε πως το κροκαλοπαγές αυτό περιέχει και γνευσιακές λατύπες. Οι κροκάλες μπορεί να είναι μαύρες, ερυθρές, αλλά το χρώμα που επικρατεί είναι το λευκό και το τεφρό. Το μέγεθος των κροκαλών κυμαίνεται από λίγα χιλιοστά ή και ακόμα μικρότερο και συμμετέχει στο συνδετικό υλικό, για να φτάσει σε ορισμένες θέσεις και τα 1,5 μέτρα. Μια μέση κοκκομετρία καλύπτεται από τιμές της τάξης των 5 έως 15-20 εκατοστόμετρων.



Σχ.18 Γενική άποψη των συμπαγών κροκαλοπαγών.



Σχ.19 Τυπική εικόνα του κροκαλοπαγούς



Σχ.20 Γνευσιακή λατύπα μέσα στο κροκαλοπαγές . (φωτογραφία 1 km ΒΑ του οικισμού Αγριανή)

Οι κροκάλες των μαρμάρων είναι καλά αποστρογγυλωμένες και αρκετά μεγάλου βαθμού σφαιρικότητας εν αντιθέσει με τα θραύσματα σχιστόλιθου που είναι γωνιώδη, μικρότερα και σπάνια. Το συνδετικό υλικό είναι κατά βάση ασβεστιτικό, λευκού, τεφρού, κίτρινου χρώματος. Σε μπάντες πάχους λίγων μέτρων, μπορεί ακόμα και να εμφανίζεται όμως ως ερυθρό, δείχνοντας πιθανά ποταμοχειμάρειες συνθήκες.

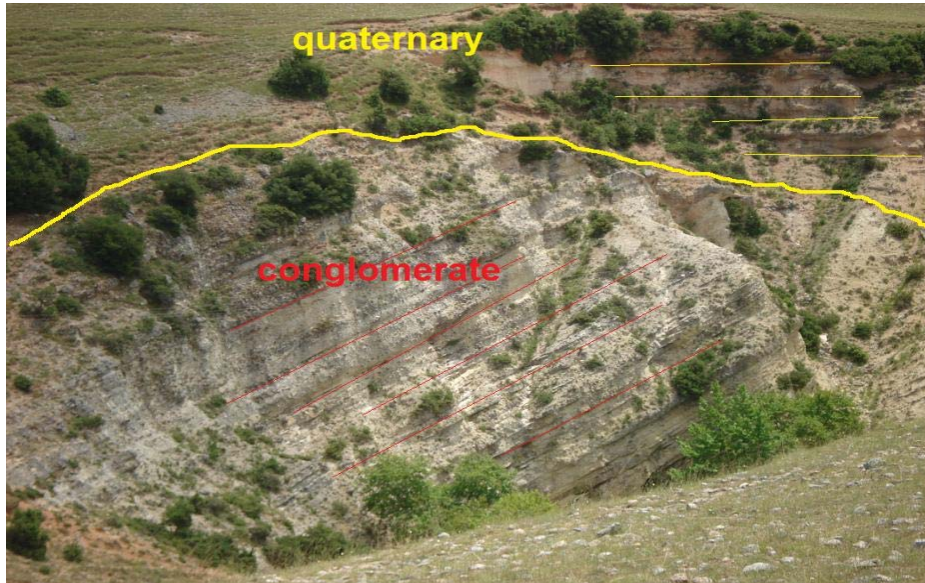
Μέσα στο κροκαλοπαγές υπάρχουν και ορίζοντες πάχους λίγων δεκάδων εκατοστών από ασβεστοψαμμίτες, οι οποίοι μπορούν να εμφανίζονται ως άμμοι, καθώς και ορίζοντες ασβεστολίθων με διασταυρωτή κατά τόπους στρώση, με πάχος έως λίγων δεκάδες μέτρα λευκού αλλά κυρίως κίτρινου χρώματος που περιέχουν απολιθώματα γαστερόποδων.



Σχ.21. Απολιθώματα γαστερόποδων στο στρώμα ασβεστολίθου του κροκαλοπαγούς.

Το κροκαλοπαγές απαντάται κυρίως στα ανατολικά της μελετηθείσας περιοχής, αλλά μια αρκετά εκτεταμένη εμφάνισή του βρίσκεται και στα ΒΔ της περιοχής, δομώντας το ύψωμα με το τοπωνύμιο “Φλόγα”. Το κροκαλοπαγές της “Φλόγας” είναι πιο λεπτόκοκκο και στη μάζα του συμμετέχει περισσότερο συνδετικό υλικό (matrix) απ’ ότι στις υπόλοιπες περιοχές που εμφανίζεται, επίσης δεν βρέθηκαν να συμμετέχουν γνευσιακές λατύπες.

Άλλες μικρότερες εμφανίσεις βρίσκονται διάσπαρτες. Στα νότια της περιοχής το κροκαλοπαγές είναι καλυμένο από τα τεταρτογενή ιζήματα τα οποία ιζήματα αποτελούνται σχεδόν εξ ολοκλήρου από το κροκαλοπαγές, ιδιαίτερα σε κοντινές περιοχές στη μητρική πηγή. Σε αυτές τις θέσεις είναι και ιδιαίτερα συμπαγή, όσο και το ίδιο το κροκαλοπαγές.



Σχ.22 Τοποθέτηση των τεταρτογενών ιζημάτων (κίτρινες γραμμές στρώσης) πάνω στο κροκαλοπαγές (κόκκινες γραμμές στρώσης), με δημιουργία γωνιώδους ασυμφωνίας (Φωτογραφία στα 2 km νοτιοδυτικά του οικισμού Αγριανή)

Ιδιαίτερης σημασίας και συμβολής στην προσπάθεια ερμηνείας τη γεωτεκτονικής εξέλιξης της περιοχής, είναι η εύρεση ενός εκτεταμένου οριζοντα υπέρ-κατακλαστίτη, ο οποίος βρίσκεται στη διαχωριστική επιφάνεια του κροκαλοπαγούς με τον ανοιχτόχρωμο γνεύσιο. Το κροκαλοπαγές λοιπόν φαίνεται πως είναι τεκτονικά τοποθετημένο αποκλειστικά πάνω στον ανοιχτόχρωμο γνεύσιο. Ο ορίζοντας αυτός λόγω ακριβώς αυτής του της σημασίας, αν και έχει μικρό πάχος σε σχέση με μια χαρτογραφική μονάδα, αποτυπώνεται στην χαρτογράφηση της περιοχής.

Το πάχος του είναι πολύ μεγάλο για τις συνθήκες επιφάνειας που δημιουργήθηκε, ενδεικτικό του γεγονότος πως η κίνηση αυτή του κροκαλοπαγούς ήταν ιδιαίτερα εκτεταμένη και έντονη. Φτάνει κατά θέσεις και τα 15-20 m, από το ένα υγιές πέτρωμα στο άλλο, ενώ κατά μήκος αυτής σειράς η ένταση των φαινομένων της διάτμησης ποικίλει.



Σχ.23 Γενική άποψη της ζώνης υπέρ-κατακλαστίτη.



Σχ.24 Λεπτομέρεια της ζώνης κατακλαστίτη. Οι κίτρινες λωρίδες που διακρίνονται

αφορούν σε μικρά και μεγαλύτερα κομμάτια του κροκαλοπαγούς που έχουν κονιορτοποιηθεί από τη διάτμηση και οι μαύρες κονιορτοποιημένος ανοιχτόχρωμος γνεύσιος που περιέχει σημαντική υγρασία. Όταν είναι ελεύθερο από υγρασία το χρώμα του είναι γκρίζο-υπόλευκο.



Σχ.25 Τεκτονική τοποθέτηση των κροκαλοπαγών πάνω στον ανοιχτόχρωμο γνεύσιο. Κάτω αριστερά στη φωτ. Διακρίνεται ο γνεύσιος και πάνω δεξιά το κροκαλοπαγές. Ανάμεσά τους διακρίνεται με μαύρες και κίτρινες μπάντες ο υπέρ-κατακλαστίτης.



Σχ.26 Κοντινή λήψη του κατακλαστίτη. Διακρίνονται διάσπαρτα κατά επίπεδα, κομμάτια του κροκαλοπαγούς τα οποία λόγω μεγαλύτερης σκληρότητας δεν έχουν διαλυθεί τελείως από την κίνηση. Με προσεκτική παρατήρηση διακρίνεται η φορά της διάτμησης προς τα δεξιά της φωτογραφίας (NNA). (Φωτογραφία 1,5 km ΒΑ του οικισμού Αγριανή).

4. ΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

4.1 Φύλλωση

Τα πετρώματα του υποβάθρου της περιοχής εμπίπτουν στην κατηγορία της “φύλλωσης κρυστάλλωσης” καθ' ότι μεταμορφωμένα. Η φύλλωση των νεογενών και τεταρτογενών ιζημάτων εμπίπτει στην κατηγορία της “πρωτογενούς ή ιζηματογενούς φύλλωσης” .

Η κύρια φύλλωση (S1) του υποβάθρου της περιοχής έχει αναπτυχθεί ως αξονική σχιστότητα στην F1 πτύχωση που έπληξε την περιοχή κατά το (D1) παραμορφωτικό γεγονός και δημιούργησε ισοκλινείς κατακείμενες πτυχές.

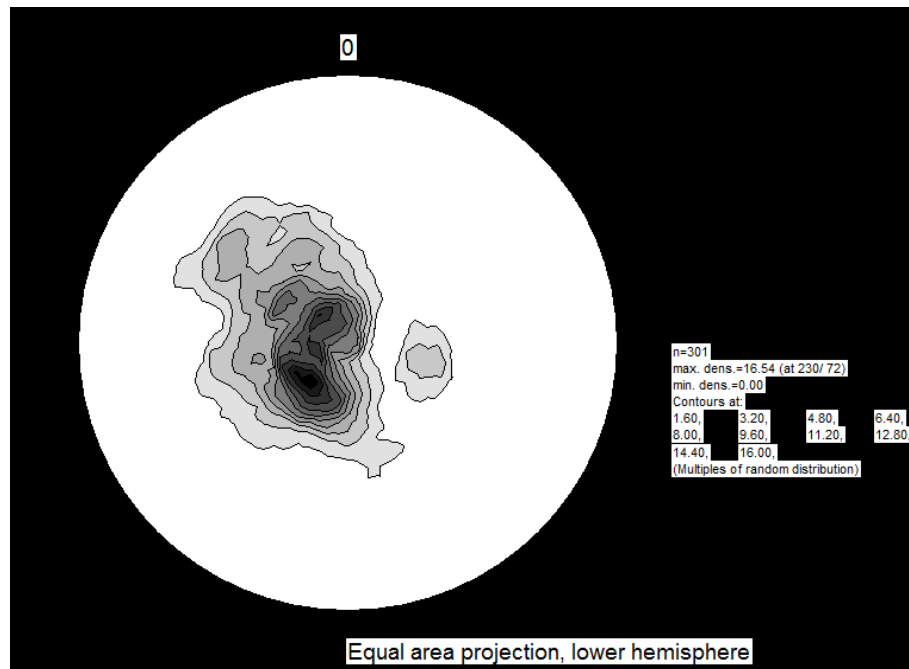
Οι τρεις λιθοστρωματογραφικές ενότητες (χαρτογραφικές μονάδες) του υποβάθρου έχουν μια γενική διεύθυνση κλίσης προς τα Α, συγκεκριμένα και ανά ενότητα:

i) Οι ανοιχτόχρωμοι γνεύσιοι-σχιστογνεύσιοι εμφανίζουν μια κύρια συγκέντρωση μετρήσεων γύρω από την τιμή των $050^{\circ}/20^{\circ}$, διεύθυνση η οποία είναι η πιο συχνά μετρούμενη στην περιοχή, ενώ αναγνωρίζονται ακόμη δύο μικρότερες συγκεντρώσεις γύρω από τις τιμές $130^{\circ}/50^{\circ}$ και $300^{\circ}/30^{\circ}$. Οι πόλοι αυτοί έχουν εμφανώς μικρότερη συγκέντρωση από τον πόλο των 50 μοιρών.

ii) Τα μάρμαρα εμφανίζουν δύο διακριτούς πόλους συγκέντρωσης. Ο ένας πόλος αφορά σε τιμές της περιοχής των $130^{\circ}/10^{\circ}$ ($210/10$ NA) και ο άλλος αφορά σε τιμές της περιοχής των $160^{\circ}/30^{\circ}$ ($070/30$ NNA).

iii) Οι σκουρόχρωμοι γνεύσιοι εμφανίζουν μια κύρια συγκέντρωση χωρίς ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις στην περιοχή των $110^{\circ}/10^{\circ}$. Όλες σχεδόν οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο πέτρωμα αυτό, αφορούσαν τιμές από κατεύθυνση κλίσης 030° έως 130° , με μέγιστη συγκέντρωση τιμών στις 110° .

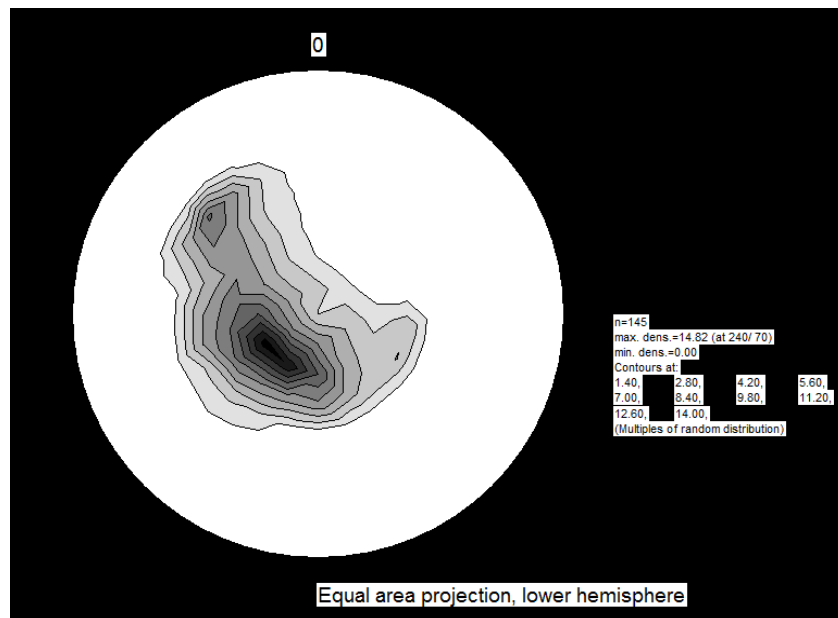
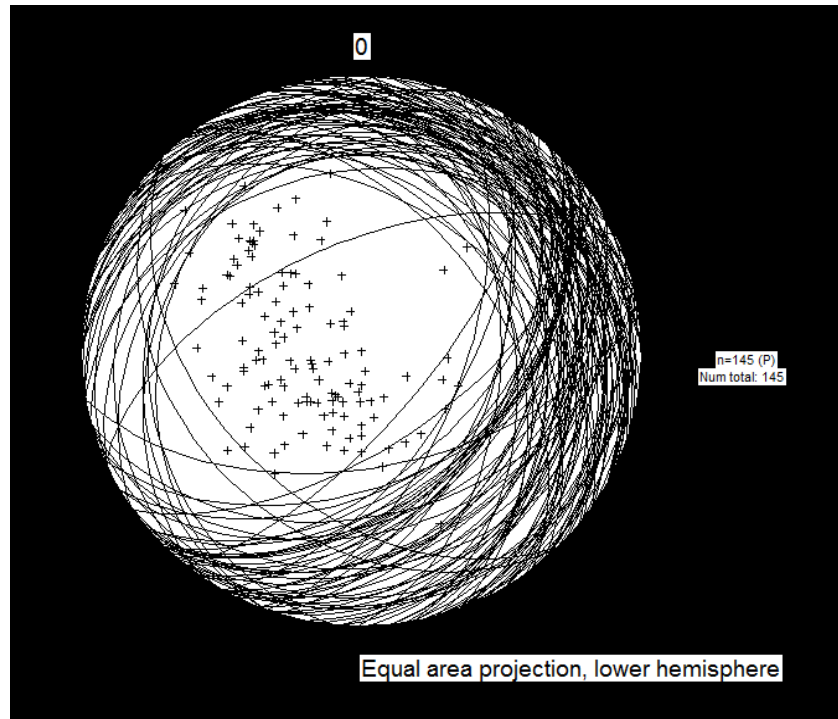
Παρατηρείται σαφώς μια συγκέντρωση των τιμών κατεύθυνσης κλίσης του υποβάθρου προς τα Α γενικώς. Η κύρια συγκέντρωση μετρήσεων βρίσκεται στην περιοχή των 040° - 050° κατεύθυνσης κλίσης, ενώ μια δεύτερη λιγότερο έντονη στην περιοχή των 130° .



Σχ.27 Στερεογραφική προβολή όλων των μετρήσεων της φύλλωσης του υποβάθρου. Διακρίνονται οι δύο πόλοι έντονης συγκέντρωσης μετρήσεων στις προαναφερθείσες στο κείμενο περιοχές τιμών των 50 και 130 μοιρών δ. κλ.

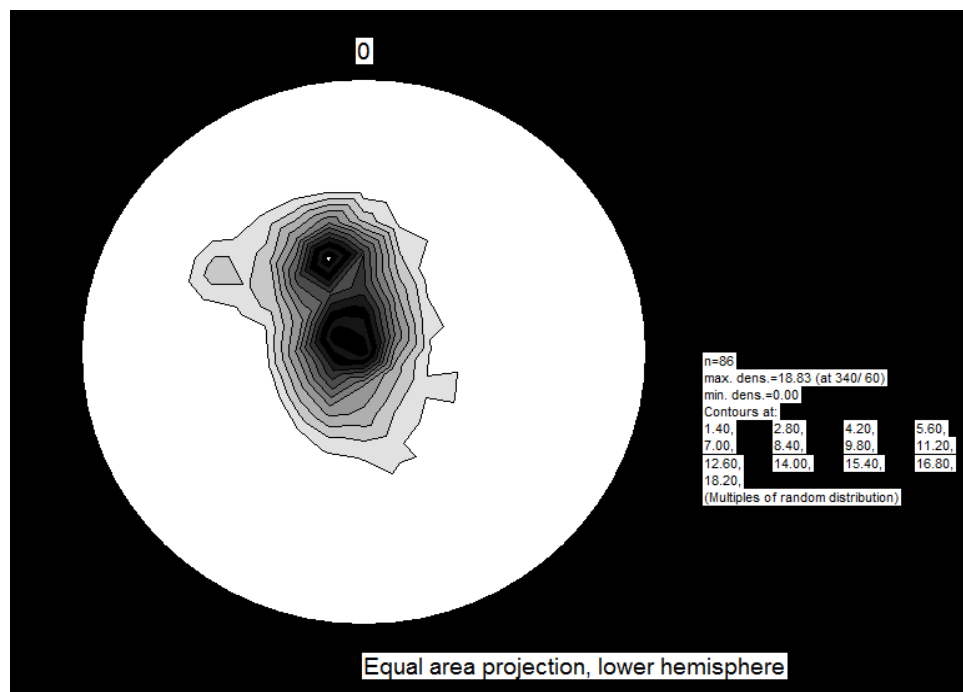
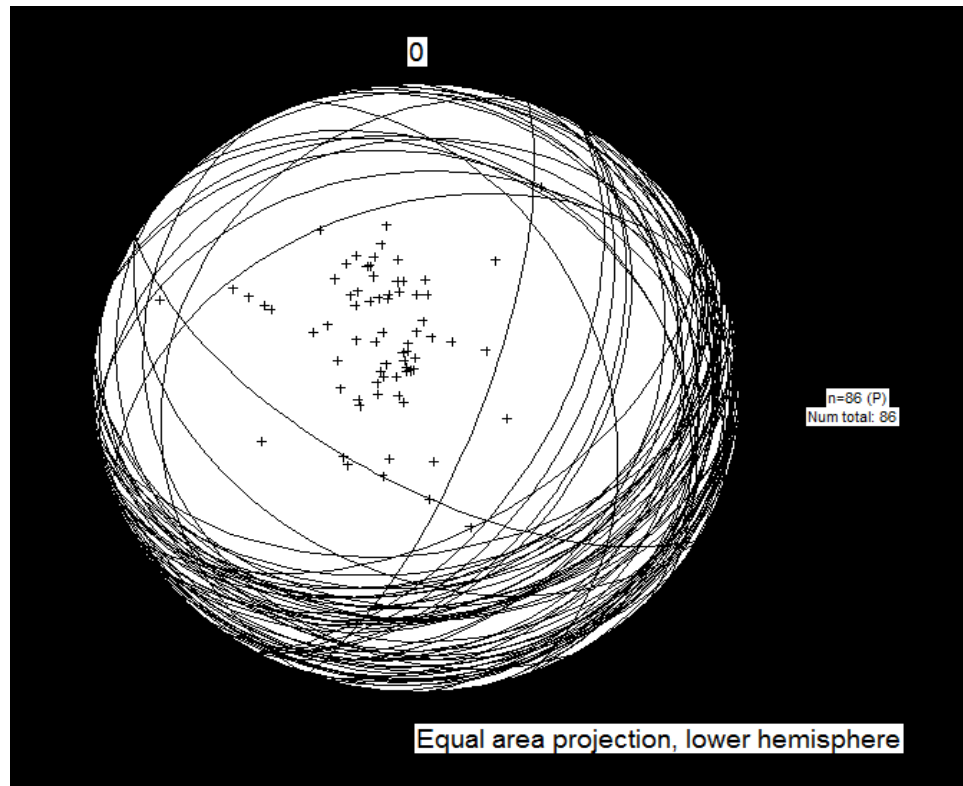
Στερεογραφικές προβολές σε stereonet 2.14 των επί μέρους χαρτογραφικών μονάδων:

A) ανοιχτόχρωμοι γνεύσιοι



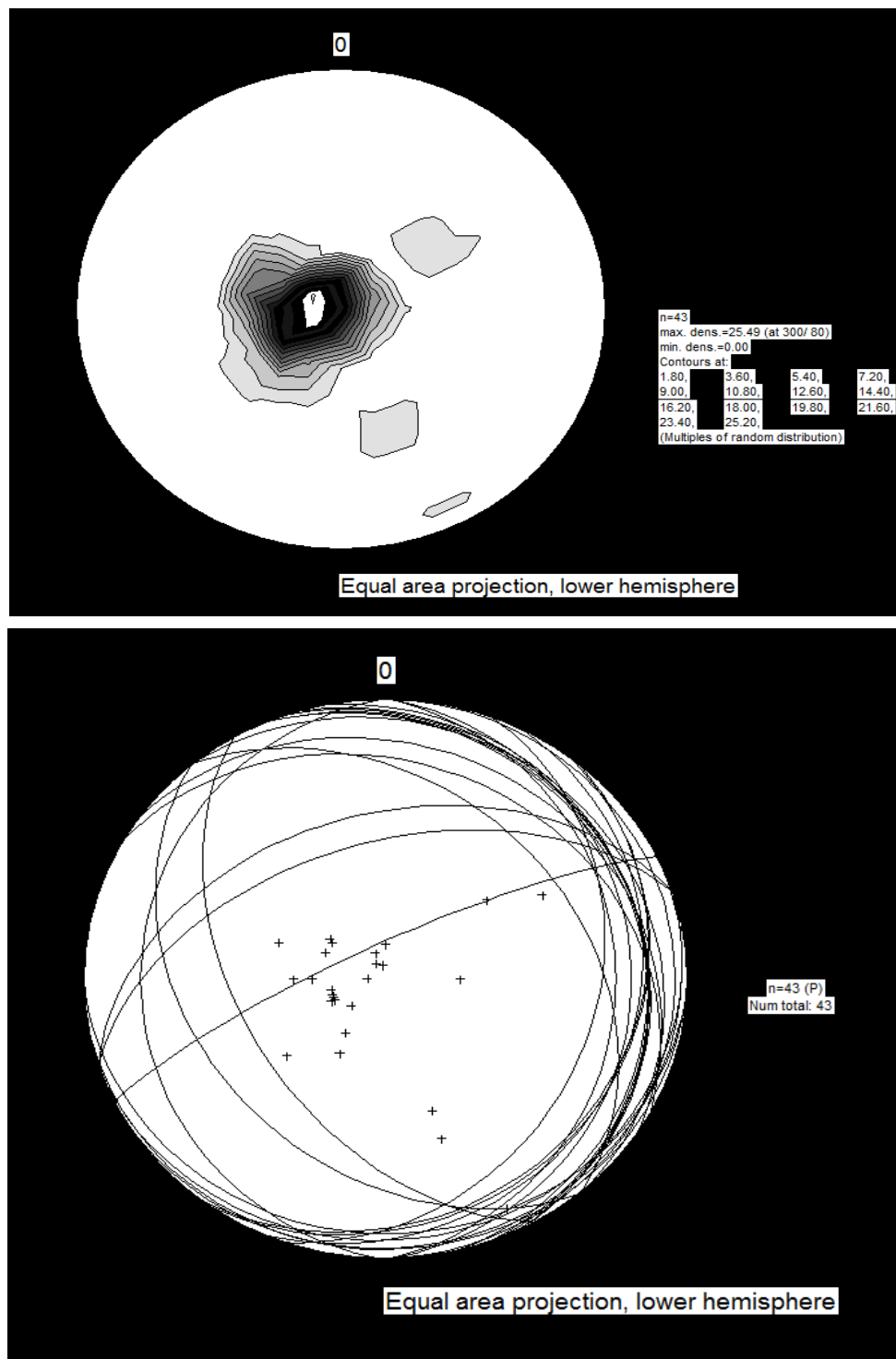
Σχ.28 Η φύλλωση των ανοιχτόχρωμων γνευσίων με τη μορφή μέγιστων κύκλων και πόλων. Παρατηρείται στο διάγραμμα της στερεογραφικής προβολής των πόλων των επιφανειών φύλλωσης (S1) πως το μέγιστο της συγκέντρωσης πραγματοποιείται στην περιοχή των 50°.

B) Μάρμαρα



Σχ.29 Οι μετρήσεις της φύλλωσης του μαρμάρου με τη μορφή μέγιστων κύκλων και πόλων. Στη στερεογραφική προβολή του διαγράμματος των πόλων διακρίνονται οι δύο πόλοι μέγιστης συγκέντρωσης επιφανειών φύλλωσης (S1).

γ)Σκουρόχρωμοι γνεύσιοι



Σχ.30 Οι μετρήσεις της φύλλωσης του σκουρόχρωμου γνευσίου. Στη στερεογραφική προβολή των πόλων των μέγιστων κύκλων διακρίνεται η κύρια συγκέντρωση τιμών γύρω από τις 115°.

4.2 Πτυχές

α) Μεταμορφωμένο υπόβαθρο: Τα πετρώματα του υποβάθρου της περιοχής, φαίνονται πολυπτυχωμένα σε τέσσερις διακριτές φάσεις.

α) η πρώτη φάση πτυχώσεων F0, δημιούργησε ισοκλινείς, χωρίς ρίζα, ενδοφυλλώδεις πτυχές. Εντοπίζονται μόνο μέσα στους σκουρόχρωμους γνευσίους.

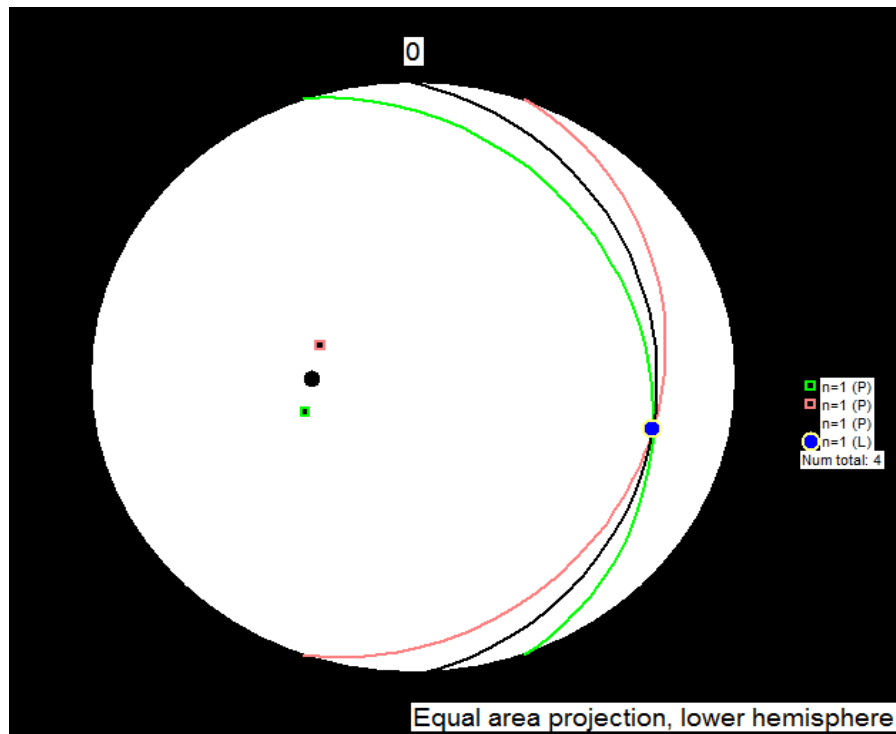
β) η δεύτερη φάση πτυχώσεων F1, δημιούργησε κατακείμενες ισοκλινείς πτυχές. Η γωνία ανοίγματος των πτερυγίων υπολογίστηκε σε 5° - 15° . Η πτύχωση αυτή έδωσε και την κύρια μετρούμενη φύλλωση S1 ως αξονική σχιστότητα, στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο της περιοχής. Η διεύθυνση του β-άξονα της πτύχωσης αυτής είναι ΔΒΔ-ΑΝΑ ($103^{\circ}/25^{\circ}$).

γ) η τρίτη φάση πτυχώσεων F2, δημιούργησε πτυχές κλειστές. Η γωνία ανοίγματος των πτερυγίων υπολογίστηκε σε 45° - 50° . Η διεύθυνση του β-άξονα της πτύχωσης αυτής είναι ΒΑ-ΝΔ ($058^{\circ}/19^{\circ}$).

δ) η τέταρτη φάση πτυχώσεων F3, δημιούργησε πτυχές ανοιχτές, ασύμμετρες, μεγάλου μήκους κύματος. Οι πτυχές αυτές δομούν τις μεγάλες αντικλινικές δομές της περιοχής. Η γωνία ανοίγματος των πτερυγίων υπολογίστηκε στις 110° . Η διεύθυνση του β-άξονα της πτύχωσης αυτής είναι ΒΑ-ΝΔ ($206^{\circ}/05^{\circ}$).



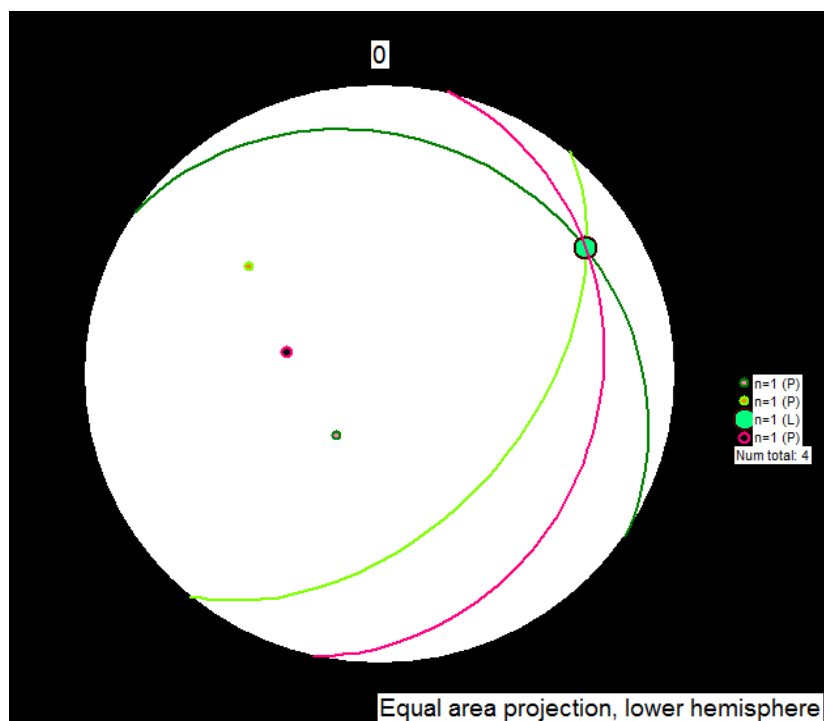
Σχ.31 ενδοφυλλώδης πτυχή ("χωρίς ρίζα") μέσα στους σκουρόχρωμους γνευσίους της F1 φάσης πτυχώσεων.



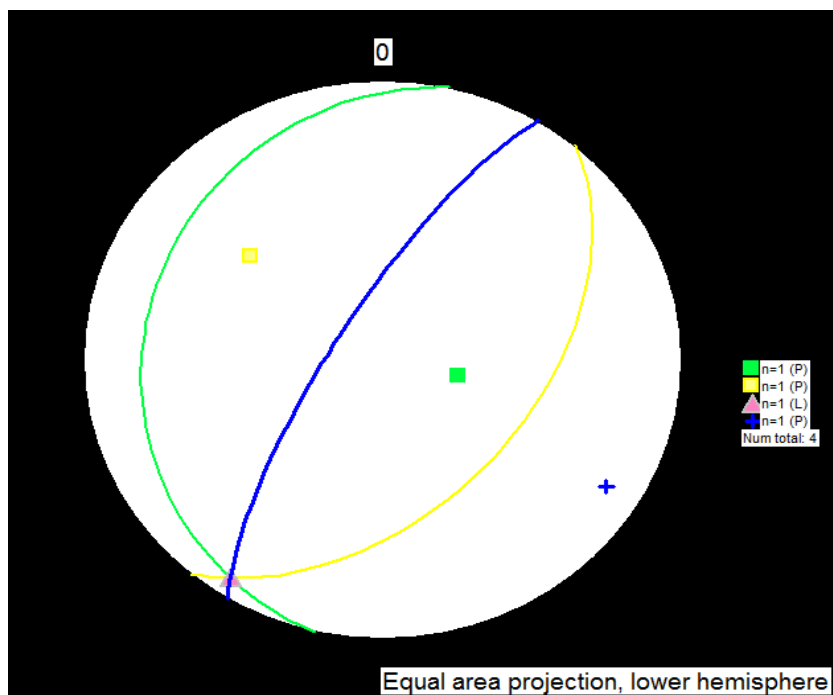
Σχ.32 Η πρώτη πτύχωση F1 που έπληξε τους σχηματισμούς του υποβάθρου και δημιούργησε ισοκλινείς κατακείμενες πτυχές με φορά προς τα ΝΔ. Με ροζ και πράσινο τα πτερύγια και με μαύρο η αξονική επιφάνεια. Με μπλε τελεία ο β - άξονας. Γωνία ανοίγματος πτερυγίων 5°-15°.



Σχ.33 Η F1 ισοκλινής πτύχωση, που έπληξε το υπόβαθρο. Στην εικόνα, πτυχωμένη λευκοκρατική φλέβα μέσα στον ανοιχτόχρωμο γνεύσιο.



Σχ.34 Στερεογραφική προβολή της F2 πύκνωσης. Με σκούρο πράσινο το κύριο πτερύγιο, με ανοιχτό πράσινο το μικρότερο πτερύγιο, με την διακεκομμένη γραμμή η αξονική επιφάνεια και στη συμβολή των κύκλων αυτών ο β άξονας (πράσινος κύκλος).

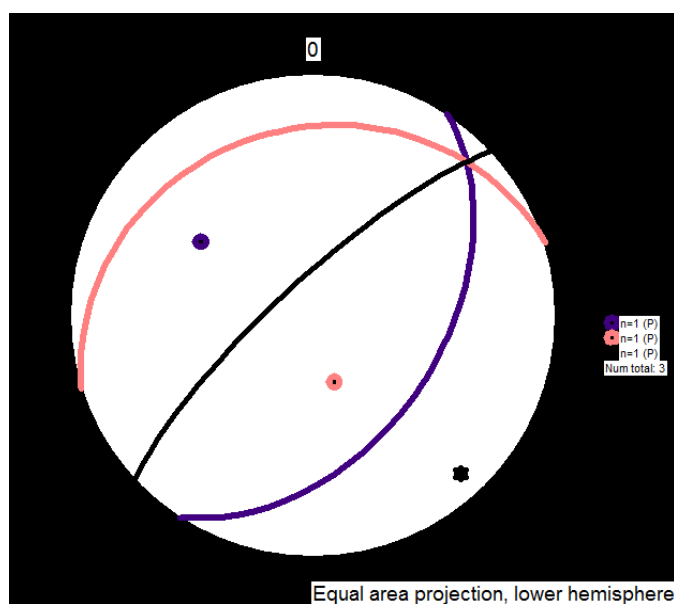


Σχ.35 Στερεογραφική προβολή της F3 πύκνωσης. Με κίτρινο το κύριο πτερύγιο και πράσινο το μικρότερο πτερύγιο. Με μπλε η αξονική επιφάνεια και με ροζ ο β-άξονας.

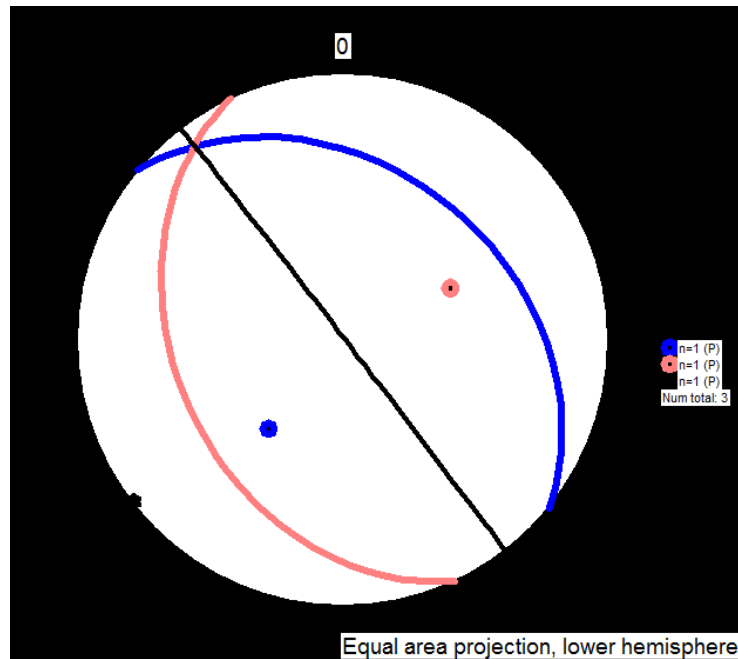
β) Κροκαλοπαγές

Εκτός από τα πετρώματα του υποβάθρου, τα συμπαγή κροκαλοπαγή του Νεογενούς φαίνονται επίσης επηρεασμένα από δύο φάσεις πτύχωσης. Γενικά, η πτυχωσιγενής παραμόρφωση αφορά μεγάλου μήκους κύματος ανοιχτές πτυχές, από τις οποίες στη πρώτη πτύχωση εμφανίζονται με ελαφρά απόκλιση προς τα ΝΑ και στη δεύτερη εμφανίζονται χωρίς φορά. Οι αξονικές επιφάνειές τους σχηματίζουν περίπου ορθές γωνίες μεταξύ τους, ενώ οι γωνίες ανοίγματος των πτερυγίων τους κυμαίνονται από 100° έως 120°.

Η πρώτη πτύχωση είναι ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης, ενώ η δεύτερη πτύχωση είναι ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης.



Σχ.36 Στερεογραφική προβολή της δεύτερης πτύχωσης που συνδέεται με την ολίσθηση του κροκαλοπαγούς πάνω στο υπόβαθρο.



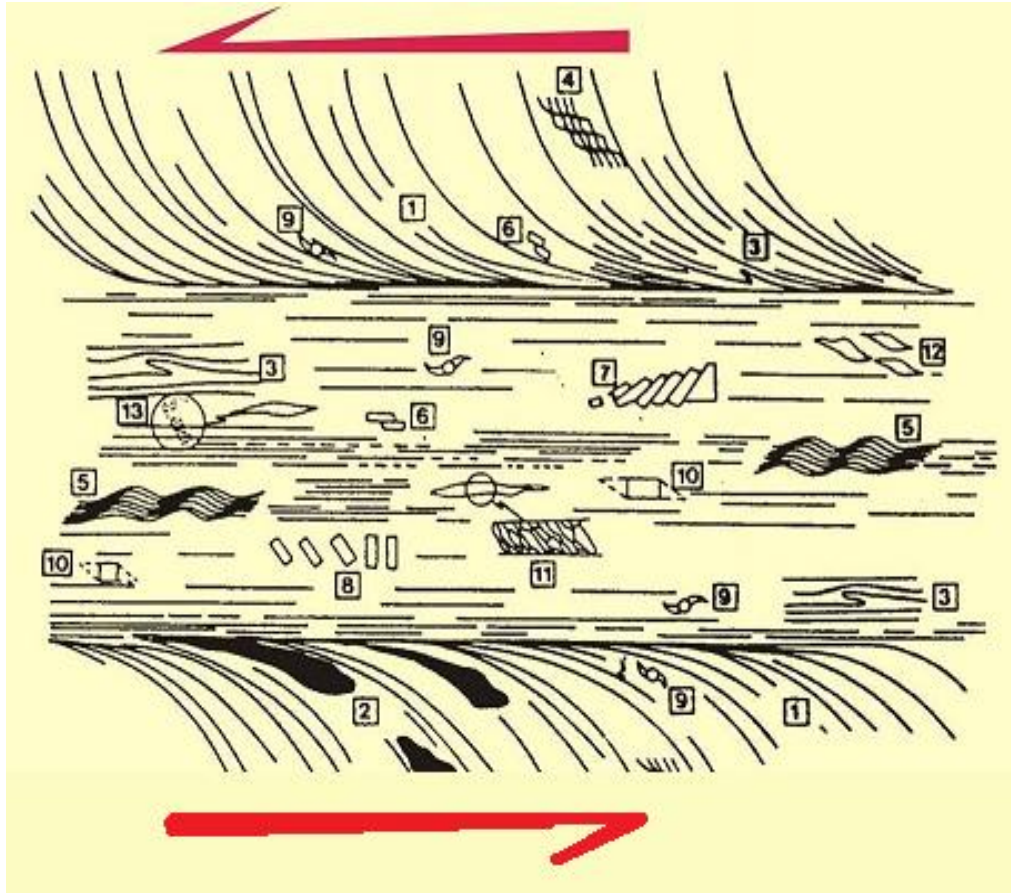
Σχ.37 Στερεογραφική προβολή της πρώτης πύχωσης που έπληξε το κροκαλοπαγές. Με κόκκινο και μπλε τα πτερύγια και με μαύρο η κατακόρυφη αξονική επιφάνεια.

4.3 Διατμητικές ζώνες – Κινηματικοί δείκτες

Ζώνες διάτμησης ονομάζονται περιοχές μέσα στον φλοιό όπου οι διατμητικές δυνάμεις εντοπίζονται πολύ ισχυρότερες απ' ότι στο περιβάλλον της ζώνης καθ' ότι οι παραμορφωτικές δυνάμεις δεν κατανέμονται ομοιογενώς στο εσωτερικό της Γης. Οι ζώνες αυτές έχουν συνήθως επίπεδα τα άνω και κάτω όρια και λόγο διαστάσεων περίπου 5:1 όσον αφορά το μήκος : ύψος. Η κλίμακά μεγέθους τους κυμαίνεται από λίγα εκατοστά έως πολλές εκατοντάδες μέτρα. Στις ζώνες διάτμησης εκτονώνεται η κίνηση άκαμπτων τεμαχίων και μέσα τους για αυτόν τον λόγο συγκεντρώνουν πλήθος ιδιαίτερων χαρακτήρων υφής και γεωμετρίας των διατμηθέντων ζωνών.

Οι ζώνες αυτές αναπτύσσονται σε διάφορα βάθη, άρα και θερμοκρασίες, και με αυτόν τον τρόπο δημιουργούν θραυσσιγενή και πλαστικά φαινόμενα διάτμησης. Προφανώς τα πλαστικά φαινόμενα αφορούν σε υψηλότερες θερμοκρασίες και τα θραυσσιγενή είναι πιο κοντά σε συνθήκες επιφανείας. Υπάρχουν και ενδιάμεσα φαινόμενα διάτμησης που αντιστοιχούν σε ενδιάμεσες συνθήκες. Τα φαινόμενα αυτά πλήτουν με διαφορετικό τρόπο και ένταση τα διάφορα πετρώματα ή ορυκτά. Για παράδειγμα ένα μάρμαρο μπορεί να

παραμορφωθεί όλκιμα σε δεδομένες συνθήκες, ενώ στις ίδιες συνθήκες ένας χαλαζίτης να παραμορφωθεί θραυστιγενώς. Έτσι τα πετρώματα δημιουργούν χαρακτηριστικά διάτμησης και χαρακτηρίζονται από κινηματικούς ή μικροκινηματικούς δείκτες.



Σχ.38 Σκαριφηματική εικόνα που απεικονίζει μερικά από τα φαινόμενα διάτμησης όπως διάτμηση φύλλωσης (1), διάτμηση προϋπαρχόντων δομών (2), ασυμμετρία μικροπτυχών που αναπτύσσονται εσωτερικά στη μυλονιτική φύλλωση - ενδοφυλλώδεις πτυχές (3), s-c fabric (4), kink bands (5), μετακίνηση πορφυροκλαστών που έχουν σπάσει σε μικρότερα κομμάτια λόγω μικροδιαρρήξεων παράλληλων στα όρια της ζώνης (6), διατμητικές ρωγμές (7), εφελκυστικές ρωγμές (8), σ και δ πορφυροκλάστες (9), ασύμμετροι επιμήκεις κρύσταλλοι χαλαζία-ribbon quartz (11), mica fish (12).

Η παρουσία μικροκινηματικών δεικτών είναι εκτεταμένη στους σκουρόχρωμους γνευσίους.



φωτ.α



φωτ.β

Σχ.39 Στάδια εξέλιξης των ενδοφυλλωδών πτυχών. Στη φωτ.α οι χαλαζιοαστριούχοι πορφυροκλάστες εμφανίζονται επιμηκυμένοι και αναδιπλωμένοι παράλληλα μέσα στη φύλλωση και στη φωτ.β η αναδίπλωση αυτή έχει εξελιχθεί σε αποκοπή σιγμοειδών και ατρακτοειδών σωμάτων. Εικόνα στο σκουρόχρωμο γνεύσιο.



φωτ.α



φωτ.β

Σχ.40 φωτ.α Τυπική εικόνα δ-πορφυροκλάστη σε μεγάλες διαστάσεις. φωτ.β Μετάβαση από σ- πορφυροκλάστη σε δ-πορφυροκλάστη.

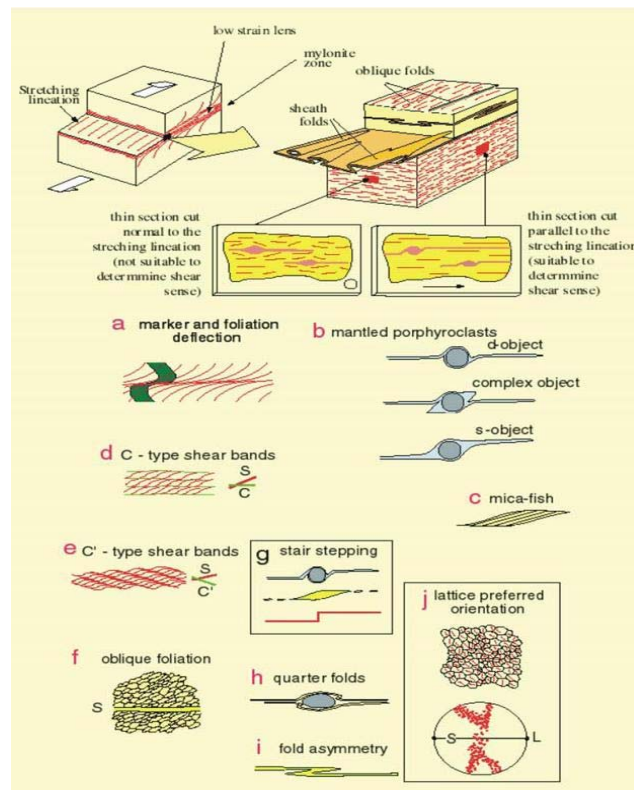


Εικ.α



Εικ.β

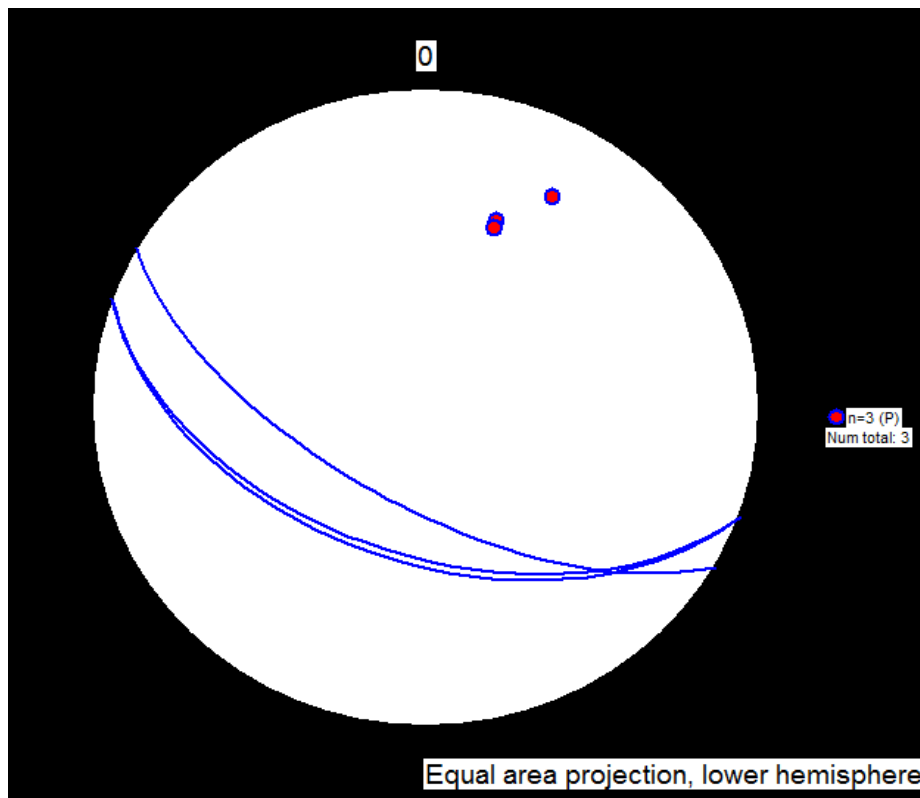
Σχ.41 Εικ.α Γεώδες που δημιουργήθηκε λόγω της διάτμησης με ανάπτυξη αυτοφυούς χαλαζία. (Φωτογραφία 0,3 km Δ απο τον οικισμό Αγριανή). Εικ.β φλέβα χαλαζία που έχει σπάσει με σύμφωνα με το στυλ των "ντόμινο" δομών. (Φωτογραφία 2 km Β του οικισμού Αγριανή).Εικόνα στον σκουρόχρωμο γνεύσιο.



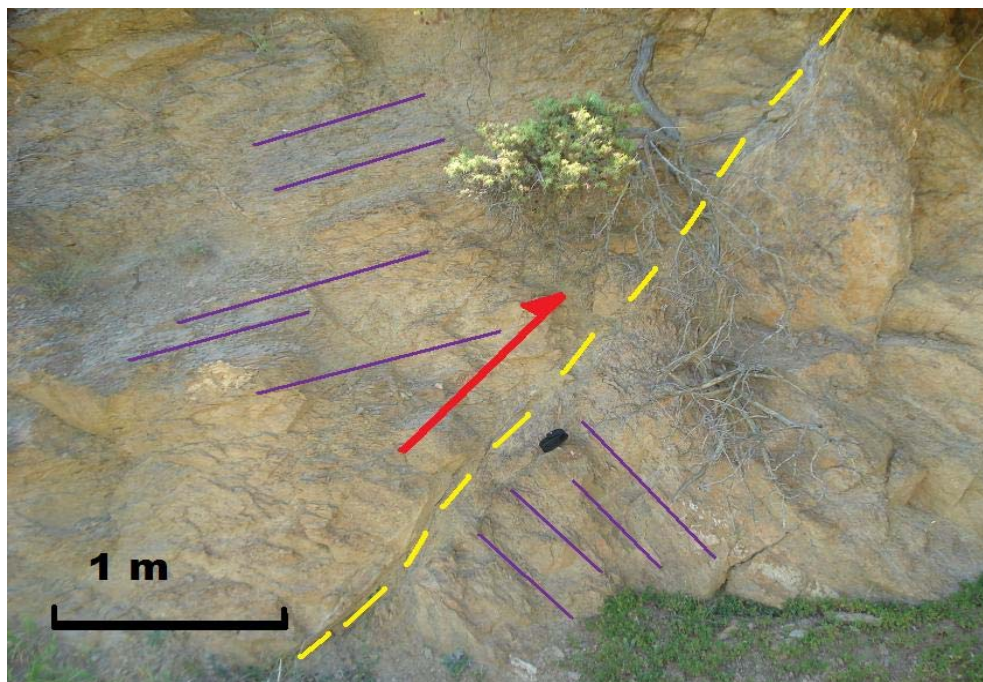
Σχ.42. Σχεδιαστική απεικόνιση των κυριότερων δομών που σχετίζονται με διατμητικές

τάσεις(Λόζιος 2002-2003).
4.4 Ρήγματα

Στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της περιοχής μελέτης έχουν εντοπιστεί τόσο κανονικά όσο και ανάστροφα ρήγματα.



Σχ.44 Στερεογραφική προβολή ομάδας ανάστροφων ρηγμάτων που εντοπίστηκαν στην περιοχή μελέτης.



Σχ.45 Ανάστροφο ρήγμα (200/52) μέσα στους σκούρους γνευσίους της περιοχής μελέτης. Με κίτρινη διακεκομμένη γραμμή το στίγμα της επιφάνειας του ρήγματος πάνω στο τεχνητό πρανές, με κόκκινο βέλος η φορά κίνησης του υπερκείμενου τεμάχους, οι μοβ γραμμές ως ενδεικτικές της φύλλωσης εκατέρωθεν του ρήγματος. Φαίνεται καθαρά η κάμψη της φύλλωσης εξαιτίας του ρήγματος. (Φωτογραφία 2 km Β του οικισμού "Αγριανή")



Εικ. Α



Εικ. Β

Σχ.47 Εικ. Α Ανάστροφο ρήγμα (110/65) που φέρνει σε επαφή το μάρμαρο με τον σκουρόχρωμο γνεύσιο. Εικ. Β Λεπτομέρεια από τον καθρέπτη του ρήγματος όπου διακρίνονται οι γραμμώσεις ολίσθησης και η συμπαγοποίηση του λατυποποιημένου μαρμάρου. (Φωτογραφία 0,4 km ΒΒΔ του οικισμού "Αγριανή").



Σχ.48 Φωτογραφία του μεγάλου κανονικού ρήγματος (160/65) στα NNΔ του οικισμού Αγριανή, που φέρνει σε επαφή τα Τεταρτογενή ιζήματα (δεξιά στη φωτ.) με τους ανοιχτόχρωμους σχιστόλιθους Κ. Παλαιοζωϊκού του υποβάθρου (αριστερά στη φωτ.). Διακρίνεται ανάμεσά τους η ζώνη κατακλαστίτη με λευκό χρώμα. (Φωτογραφία 0,5 km ΝΔ του οικισμού Αγριανή).



ΕΙΚ.Α



ΕΙΚ.Β

Σχ.49 εικ.α Μικρά κανονικά συνθετικά ρήγματα (070/85) που κόβουν μια λευκοκρατική φλέβα μέσα στον σχηματισμό των ανοιχτόχρωμων γνευσίων. Εικ.β κανονικό ρήγμα που φέρνει σε επαφή το κροκαλοπαγές με ασβεστολιθικό στρώμα. (φωτογραφία α, 2,5 km ΒΒΑ του οικισμού Αγριανή, φωτογραφία β, 4 km Α του οικισμού Αγριανή).

Περιγράφονται ρήγματα που μετρήθηκαν μέσα στα κροκαλοπαγή:

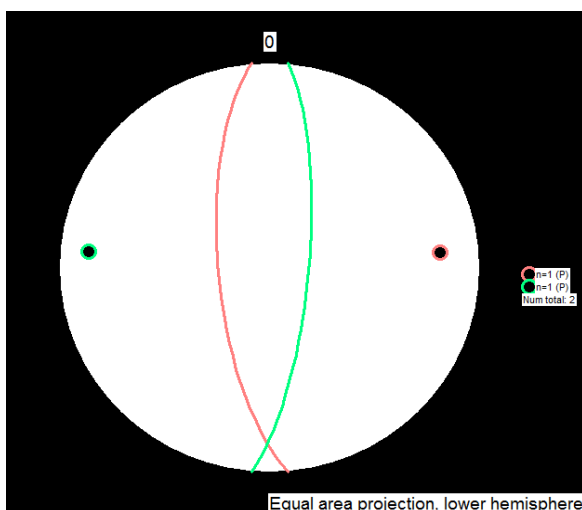
α) Ρήγματα με στοιχεία $187^\circ/57^\circ$. Αυτά εντοπίζονται να ρηγματώνουν τα κροκαλοπαγή στα κατώτερα σημεία τους, στην επαφή με τον κατακλαστίτη και τον ανοιχτόχρωμο γνεύσιο στην περιοχή που εντοπίζεται 2 km ΒΑ του οικισμού Αγριανή. Η ομάδα αυτή ρηγμάτων φαίνεται πως είναι σχεδόν κάθετη στη διεύθυνση κίνησης του κροκαλοπαγούς πάνω στον ανοιχτόχρωμο γνεύσιο.

β) Ρήγματα με στοιχεία $095^\circ/75^\circ$. Αυτά εντοπίζονται επίσης στην επαφή του κροκαλοπαγούς με τον υποκείμενο γνεύσιο στην περιοχή 1 km ΒΑ του οικισμού Αγριανή. Αποτελούν συζυγή ρήγματα με την αμέσως επόμενη ομάδα ρηγμάτων.

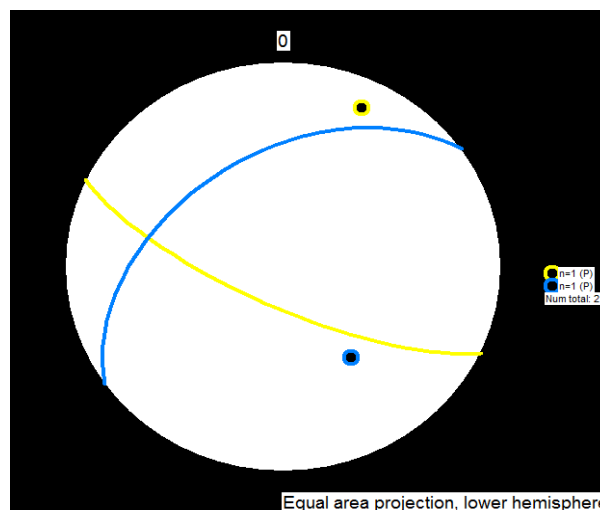
γ) Ρήγματα με στοιχεία $265^\circ/70^\circ$. Αυτά εντοπίζονται ως συζυγή στην προηγούμενη ομάδα ρηγμάτων, στην ίδια θέση.

δ) Ρήγματα με στοιχεία $325^\circ/45^\circ$. Εντοπίζονται στη βάση του κροκαλοπαγούς με τον ανοιχτόχρωμο γνεύσιο, στα ΝΔ του υψώματος “Φλόγα”, 2,5 km ΒΒΔ από τον οικισμό Αγριανή. Αποτελούν συζυγές ζεύγος ρηγμάτων με την παρακάτω ομάδα.

ε) Ρήγμα με στοιχεία $205^\circ/74^\circ$ στην ίδια θέση με την δ) ομάδα.



ΕΙΚ.α



ΕΙΚ.β

Σχ.46 Εικ.α Στερεογραφική προβολή συζυγούς ζεύγους κανονικών ρηγμάτων β+γ ομάδας. Εικ.β Στερεογραφική προβολή συζυγούς ζεύγους κανονικών ρηγμάτων δ+ε ομάδας.

Το μεγάλο κανονικό ρήγμα $160^\circ/60^\circ$ στα ΝΔ της Αγριανής, επηρεάζει τα Τεταρτογενή ιζήματα χερσαία κροκαλολατυποπαγή.

Στο υπόβαθρο της περιοχής αλλά και μέσα στα κροκαλοπαγή μετρήθηκαν Α) μικρά

συνθετικά κανονικά και κανονικά ρήγματα με ΒΒΔ-ΝΝΑ προσανατολισμό και μεγάλες γωνίες κλίσης ($\sim 80^\circ$).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η περιοχή μελέτης δομείται από μέσου βαθμού μεταμόρφωσης πετρώματα και από μεταλπικά (Τριτογενή) ιζηματογενή πετρώματα. Από την τεκτονική ανάλυση όλων των στοιχείων των πετρωμάτων του υποβάθρου και των μεταλπικών πετρωμάτων της περιοχής προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1) Το μεταμορφωμένο υπόβαθρο διακρίθηκε σε τρεις χαρτογραφικές μονάδες: (α) στους σκουρόχρωμους γνεύσιους, (β) στα μάρμαρα και (γ) στους ανοιχτόχρωμους γνεύσιους-σχιστογνεύσιους.

2) Το συμπαγές κροκαλοπαγές έχει πτυχωθεί από δύο γεγονότα τα οποία δημιούργησαν ανοιχτές πτυχές σε αξονική διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ.

3) Η επαφή του κροκαλοπαγούς με το υπόβαθρο είναι τεκτονική και κατά μήκος αυτής σχηματίζεται υπερκατακλαστίτης.

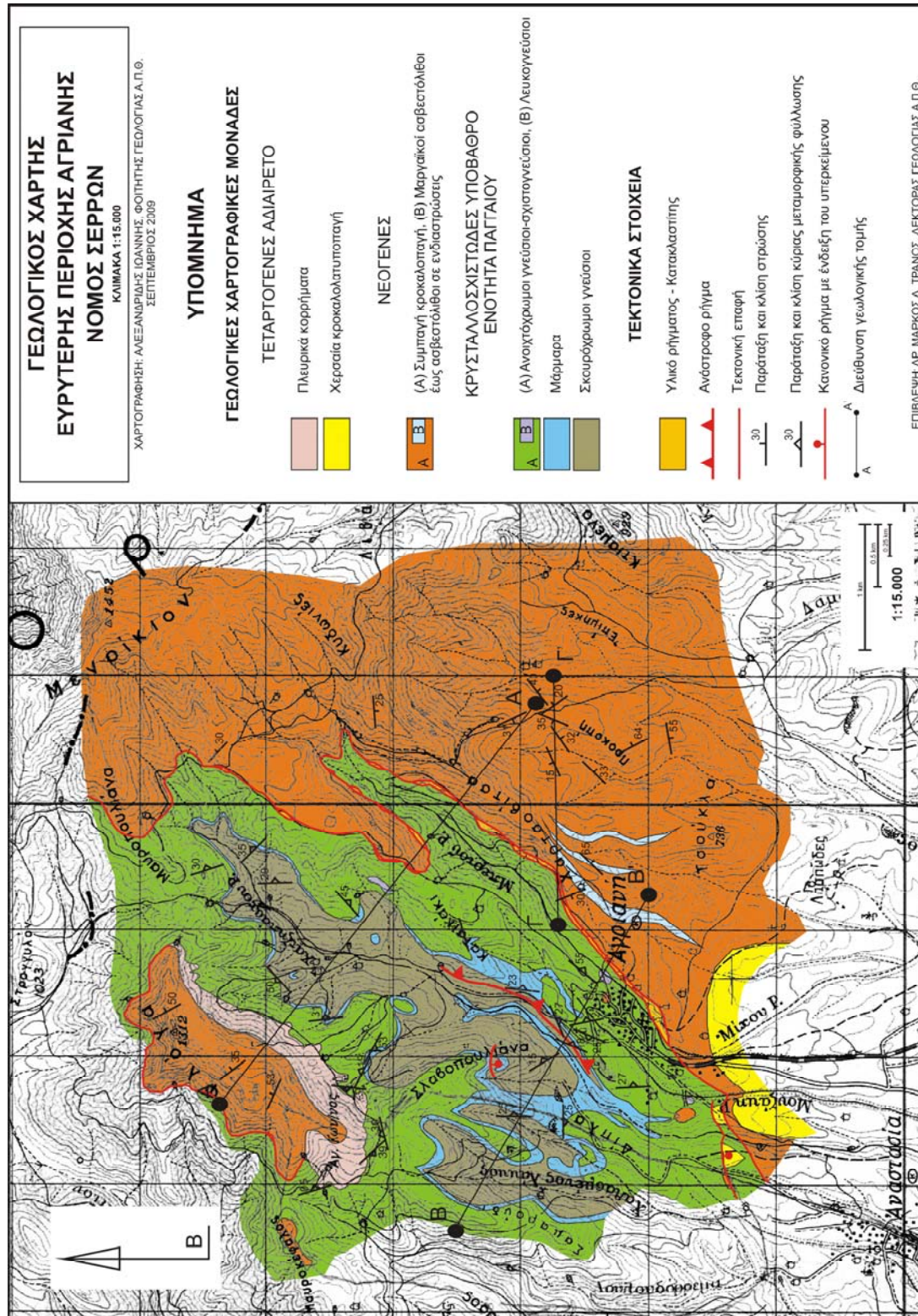
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ALSOP G.I., J. CARRERAS, (2007), The structural evolution of sheath folds: A case study from Cap de Creus, *Journal of Structural Geology* 29.
- ΒΟΥΒΑΛΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, (2004), Μαθήματα φυσικής γεωγραφίας, Θεσσαλονίκη, 1-145p.
- ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗ Θ. ΣΑΡΑΝΤΗ, (1988), Εισαγωγή στην πετρολογία των μεταμορφωμένων πετρωμάτων. Εκδόσεις ΓΙΑΧΟΥΔΗ-ΓΙΑΠΟΥΛΗ, 1-254p.
- ΚΑΡΥΣΤΙΝΑΙΟΣ, Ν. Κ., (1984), Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης των Σερρών. Διδakt. Διατρ., Πανεπ., Θεσσαλονίκης, 1-230p.
- ΚΙΛΙΑΣ, Α. (1985). Εισαγωγή στην Τεκτονική Γεωλογία, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 312σελ.
- KILIAS, A & D. MOUNTRAKIS, (1998), Tertiary extension of the Rhodope massif associated with granite emplacement (Northern Greece). *Acta Vulcanologica*, vol. 10, 2, 331-337.
- KILIAS, A. & MOUNTRAKIS, D., (1990), Kinematics of the crystalline sequences in the Western Rhodope Massif. *Geologica Rhodopica* 2, 100-116.
- KILIAS A., G. FALALAKIS, D. MOUNTRAKIS, (1999), Cretaceous–Tertiary structures and kinematics of the Serbomacedonian metamorphic rocks and their relation to the exhumation of the Hellenic hinterland (Macedonia, Greece), *Int Journ Earth Sciences* 88, 513–531.
- KILIAS A. A., M. D. TRANOS, M. OROZCO, F. M. ALONSO-CHAVES and J.I. SOTO, (2002). Extensional Collapse of The Hellenides: A Review.
- ΛΟΖΙΟΣ, Σ. (2002-2003). Εισαγωγή στη μικροτεκτονική, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ Δ., (1985), Γεωλογία της Ελλάδας. Univ. Studio Press, Θεσσαλονίκη, 1-207p.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ., (1987), Συνοπτική γεωτεκτονική εξέλιξη του ευρύτερου Ελληνικού χώρου. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 1-105p.
- MOUNTRAKIS D. , M. TRANOS, C. PAPAACHOS, E. THOMAIDOU, E. KARAGIANNI & D. VAMVAKARIS, (2006), Neotectonic and seismological data concerning major active faults, and the stress regimes of Northern Greece.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ., (1986), Γεωλογία της Ελλάδας, Εκδόσεις Επτάλοφος Α.Β.Ε.Ε., Αθήνα, 1-240p .

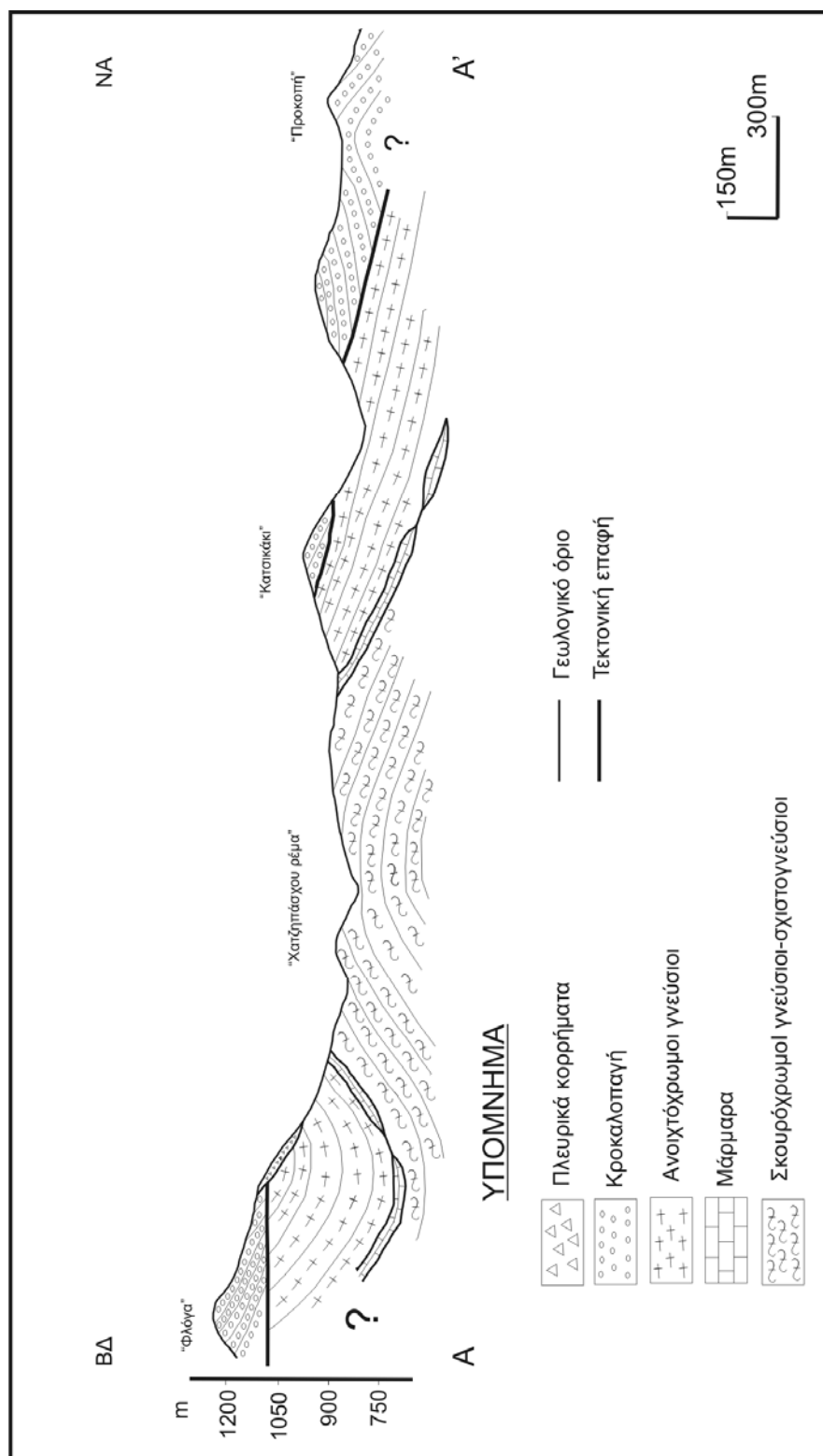
- PAPANIKOLAOU, D. & A. PANAGOPOULOS., (1981), On the structural style of Southern Rhodope, Greece. Geol. Balkanica, 11, 3, 13-22.
- ΠΑΥΛΙΔΗΣ ΣΠΥΡΟΣ Β., (2003), Γεωλογία των σεισμών,, Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 1-378p .
- ΤΡΑΝΟΣ ΜΑΡΚΟΣ Δ., (1998), Συμβολή στη μελέτη της νεοτεκτονικής παραμόρφωσης στο χώρο της κεντρικής Μακεδονίας και του βορείου Αιγαίου, Διδακτορική Διατριβή Θεσσαλονίκη, 1-355p.
- TRANOS, M.D. ELEFThERiADIS, G.E., KILIAS, A.A. 2009. Philippi granitoid as a proxy for the Oligocene and Miocene crustal deformation in the Rhodope Massif (Eastern Macedonia, Greece). Geotectonic Research, v. 96, 67-83 (in press).
- WHITTEN E.H., TIMOTHY, (1966), Structural Geology Of Folded Rocks, 678p.
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ, (1984), Μαθήματα ιζηματολογίας, Θεσσαλονίκη, 1-131p.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

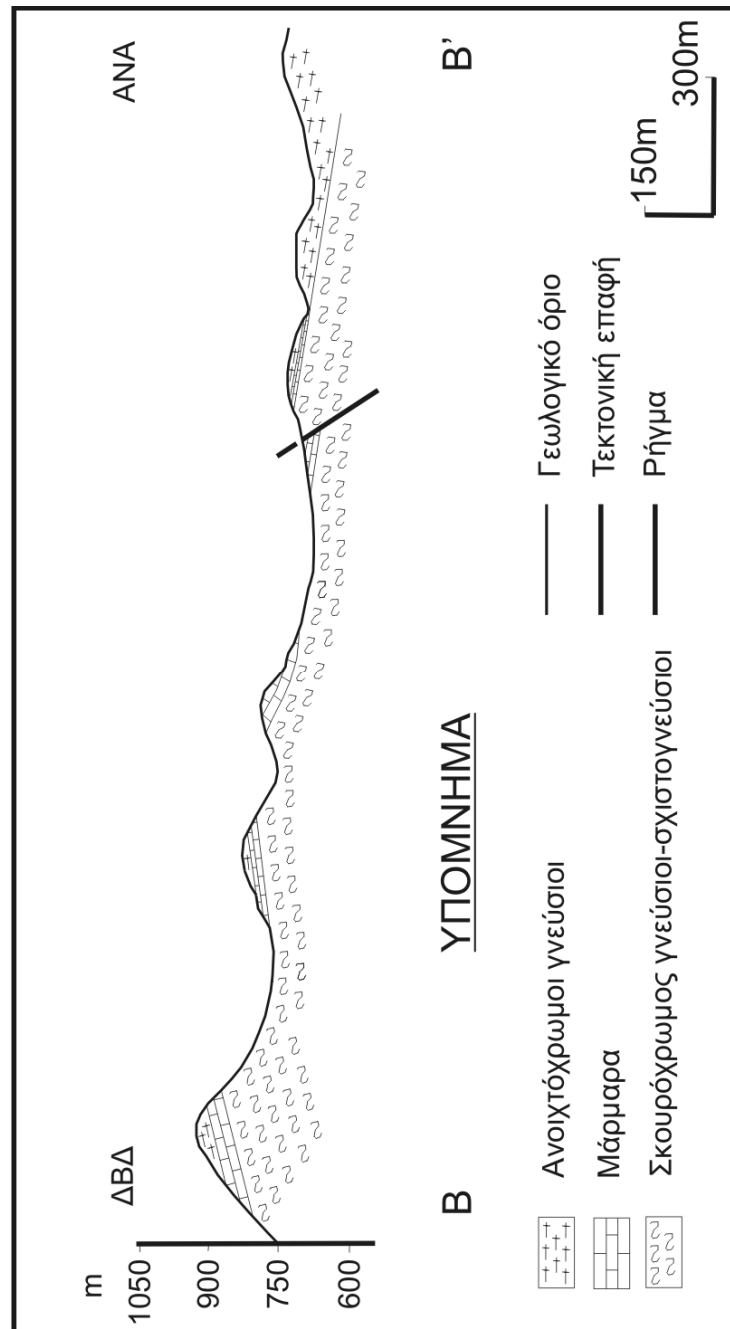
ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ



ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ Α-Α΄



ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ Β-Β'



ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ Γ-Γ'

