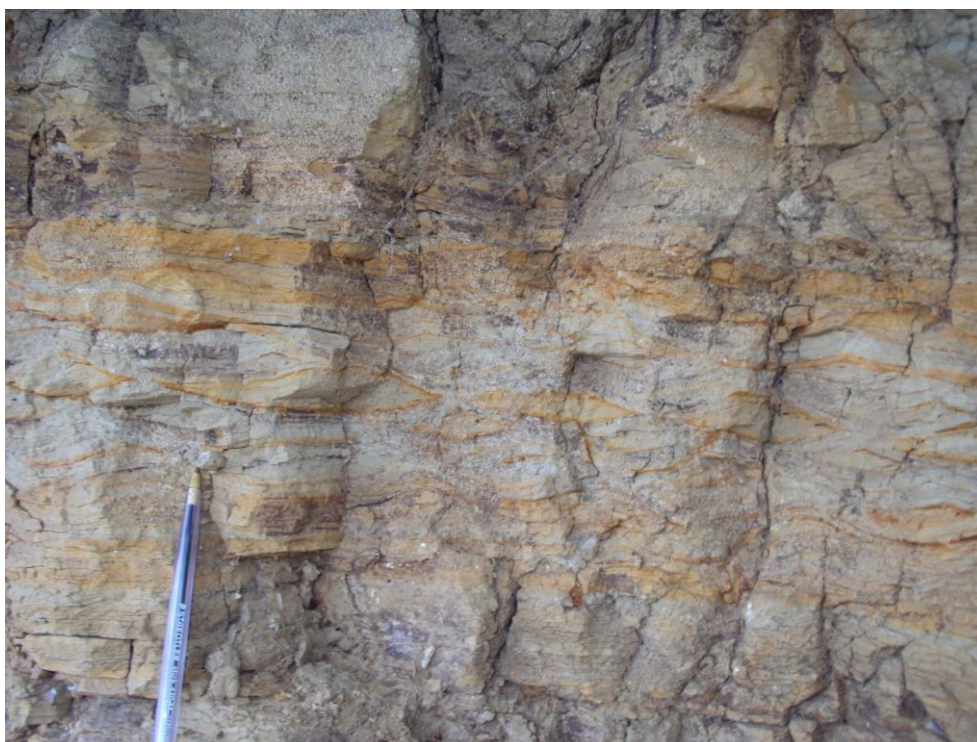




ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΙΚΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ



ΒΕΝΕΤΙΚΙΔΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Α.Ε.Μ.: 4267

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων
Ν. Καντηράνης
Λέκτορας Α.Π.Θ.

Θεσσαλονίκη 2010

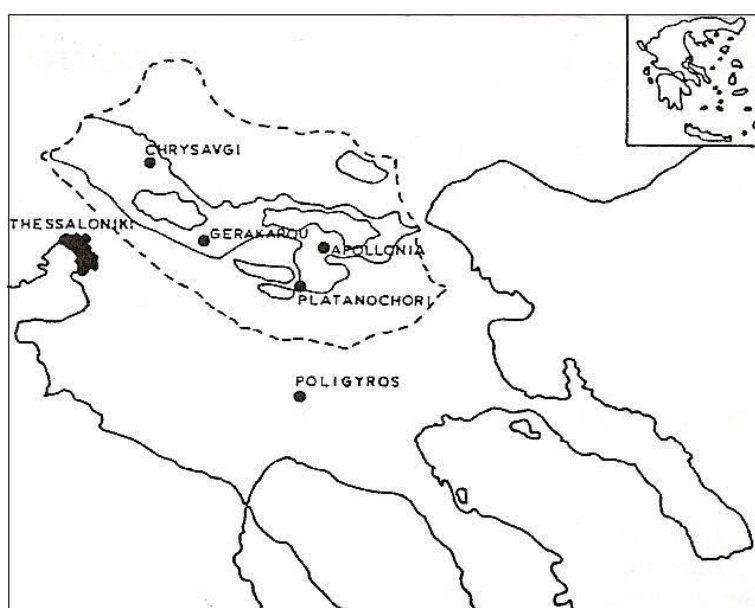


ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ-ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	4
3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ	
3.1 ΠΡΟΝΕΟΓΕΝΕΣ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	5
3.2 ΛΙΘΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΝΕΟΓΕΝΟΥΣ – ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΟΥΣ ..	9
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ	14
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ και ΣΥΖΗΤΗΣΗ	
5.1 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	19
5.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ FOLK	19
5.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	23
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	31
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	32

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λεκάνη της Μυγδονίας αποτελεί ένα επίμηκες τεκτονικό βύθισμα, διεύθυνσης Α-Δ, που βρίσκεται βορειοανατολικά της Θεσσαλονίκης, στην Κεντρική Μακεδονία (Ελλάδα) (Σχ. 1). Από γεωτεκτονική άποψη, το υπόβαθρο της Μυγδονίας στο κεντρικό και ανατολικό τμήμα της λεκάνης αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα (σχιστόλιθοι, γνεύσιοι, αμφιβολίτες) της Σερβομακεδονικής Μάζας, ενώ στο δυτικό τμήμα της αποτελείται από ελαφρά μεταμορφωμένα ιζηματογενή πετρώματα (φυλλίτες, ασβεστόλιθοι, ψαμμίτες) της Περιοδοπικής Ζώνης (Σχ. 3). Η λεκάνη της Μυγδονίας, όπως και κάποιες άλλες γειτονικές λεκάνες (λεκάνη του Ζαγκλιβερίου, της Μαραθούσας, της Δουμπιάς) αποτελούν τα υπολείμματα μιας πρώιμης, παλαιότερης και πιο εκτεταμένης λεκάνης, που ονομάζεται Προμυγδονία (Σχ. 1). Η πρώιμη λεκάνη σχηματίστηκε από τεκτονική δράση πιθανώς κατά το Άνω Παλαιογενές - Κάτω Νεογενές. Κατά το Άνω Νεογενές - Κάτω Πλειστόκαινο, μια σειρά από χερσοποτάμια και λιμναία ιζήματα αποτέθηκε στη λεκάνη. Μια νέα τεκτονική δραστηριότητα στο τέλος του Κάτω Πλειστοκαίνου, κατακερμάτισε την Προμυγδονιακή λεκάνη σχηματίζοντας τις μικρότερες λεκάνες της Μυγδονίας, Ζαγκλιβερίου, Μαραθούσας και Δουμπιάς. Η μεγαλύτερη από αυτές, η Μυγδονία λεκάνη, γέμισε με νερό σχηματίζοντας μια μεγάλη λίμνη, τη Μυγδονία λίμνη. Αυτή η λίμνη σταδιακά αποστραγγίστηκε κατά το Μέσο - Άνω Πλειστόκαινο. Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε στη λεκάνη κυρίως με λιμναίες αποθέσεις (Ψιλοβίκος 1977, Psilovikos & Sotiriadis 1983). Οι σημερινές λίμνες του Λαγκαδά και της Βόλβης αποτελούν υπολείμματα της αρχικής Μυγδονίας λίμνης (Koufos et al. 1995).

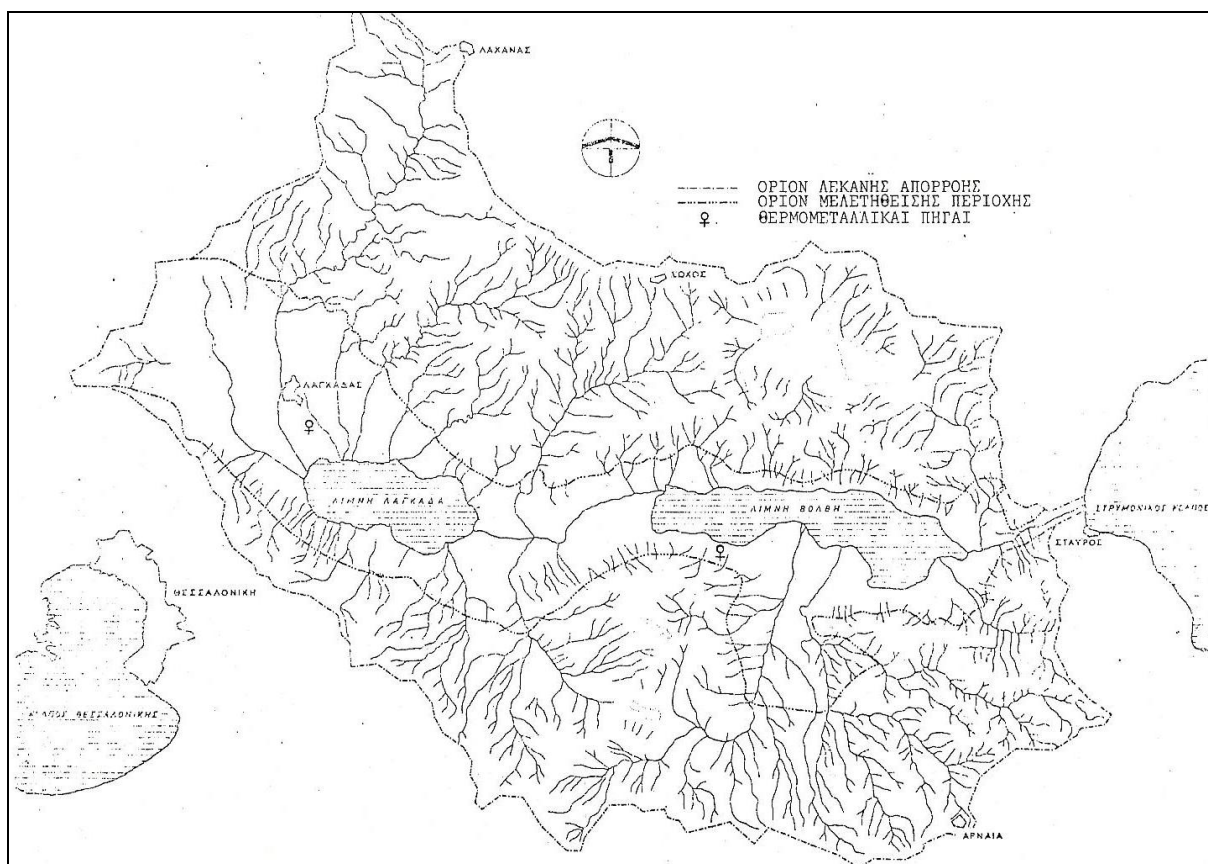


Σχήμα 1. Χάρτης της Μυγδονίας λεκάνης. ----: Προμυγδονία λεκάνη, — : Μυγδονία λεκάνη (Koufos et al. 1995).

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ-ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η λεκάνη της Μυγδονίας αποτελεί το βαθύτερο τμήμα ενός ευρύτερου βυθίσματος, της επονομαζόμενης Προμυγδονίας λεκάνης, η οποία περιλαμβάνει επίσης και τις λεκάνες του Ζαγκλιβερίου, της Μαραθούσας και της Δουμπιάς. Η λεκάνη της Μυγδονίας διακρίνεται στις υπολεκάνες του Λαγκαδά και της Βόλβης με διαχωριστικό όριο ένα σύστημα ράχων, λοφίσκων και αναβαθμίδων στην κεντρική της περιοχή (Στίβος-Σχολάρι).

Η υδρογραφία της περιοχής (Σχ. 2) περιλαμβάνει δύο συστήματα χειμάρρων, η ανάπτυξη των οποίων καθορίζεται από τα στοιχεία του επιφανειακού ανάγλυφου της Προμυγδονίας λεκάνης. Το δυτικό σύστημα των χειμάρρων καταλήγει στη λίμνη Λαγκαδά (+ 75m), ενώ το ανατολικό σύστημα των χειμάρρων καταλήγει στη λίμνη Βόλβη (+ 37m). Η λίμνη Λαγκαδά, με έκταση 46,2 km² και μέγιστο βάθος 8,5m, επικοινωνεί με τη λίμνη Βόλβη μέσω μιας τεχνητής τάφρου. Η λίμνη Βόλβη, με έκταση 68,6 km² και μέγιστο βάθος 23,5m, επικοινωνεί με τον Στρυμονικό κόλπο μέσω του Ρήχιου ποταμού, που διέρχεται από την κοιλάδα της Ρεντίνας. Οι θερμομεταλλικές πηγές του Λαγκαδά και της Βόλβης αποτελούν υπολειμματικές μορφές των μεγάλων θερμοπηγών του παρελθόντος (Ψιλοβίκος 1977).



Σχήμα 2. Υδρογραφικά στοιχεία της λεκάνης της Μυγδονίας και της ευρύτερης (Προμυγδονία) λεκάνης απορροής (Ψιλοβίκος 1977).

3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

3.1 Προνεογενές υπόβαθρο

Το Προνεογενές υπόβαθρο της περιοχής εξεταζόμενο από γεωτεκτονική άποψη θεωρείται ότι ανήκει στη Σερβομακεδονική μάζα, με εξαίρεση το δυτικό τμήμα αυτής (υπολεκάνη Λαγκαδά) το οποίο αποτελεί το όριο αυτής της μάζας με την Περιοδοπική ζώνη.

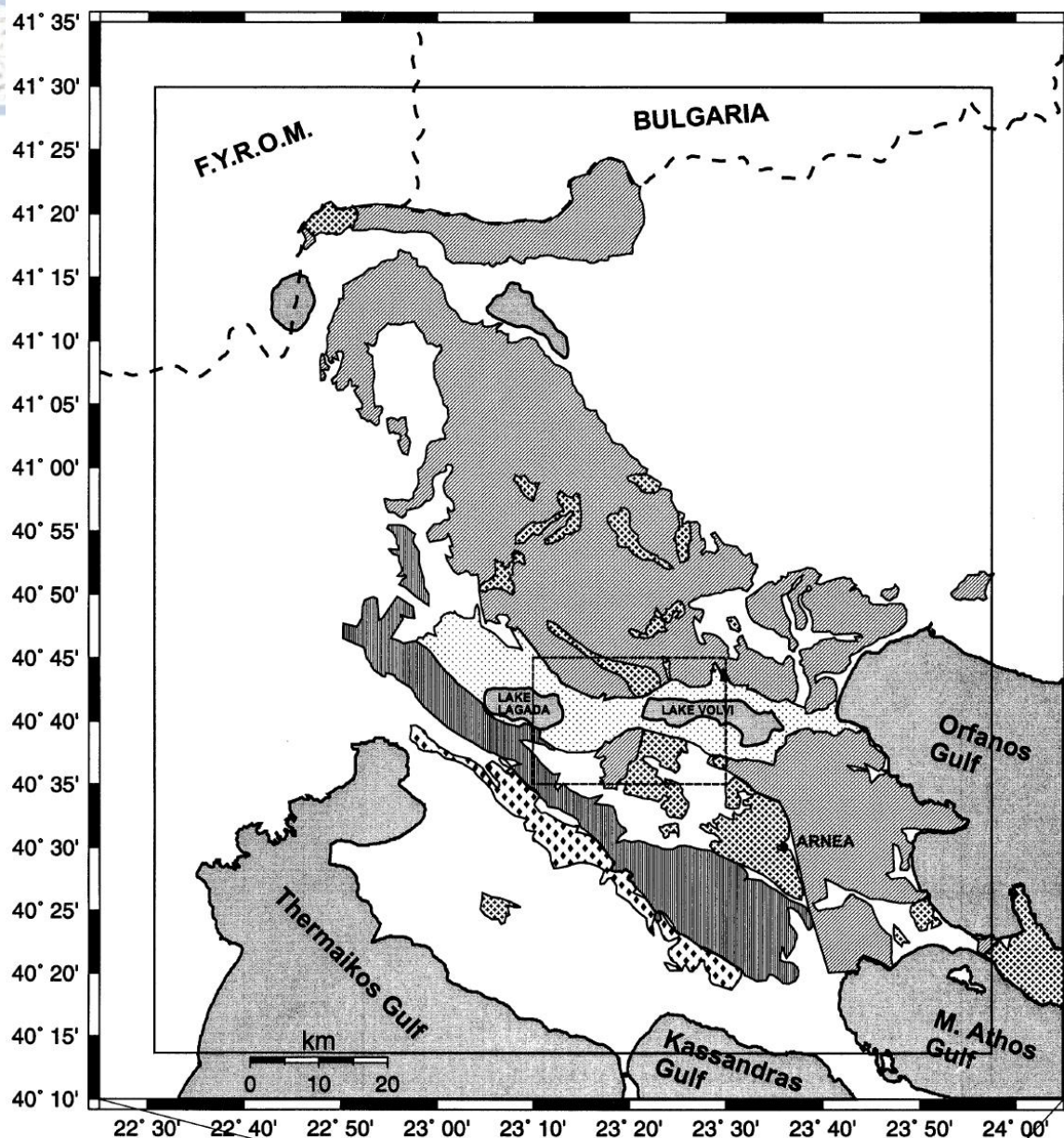
Οι προνεογενείς σχηματισμοί είναι γνευσιακά πετρώματα, μέσα στα οποία απαντώνται ορίζοντες μαρμάρων, αμφιβολίτες, πετρώματα της φυλλιτικής σειράς, περιορισμένης έκτασης και σημασίας ασβεστόλιθοι και χαλαζίτες, έως και γρανίτες. Η πετρολογική σύσταση και η γεωγραφική εξάπλωση των ανωτέρω σχηματισμών έχει ως εξής (Σχ. 3) :

Α. Γνευσιακά πετρώματα

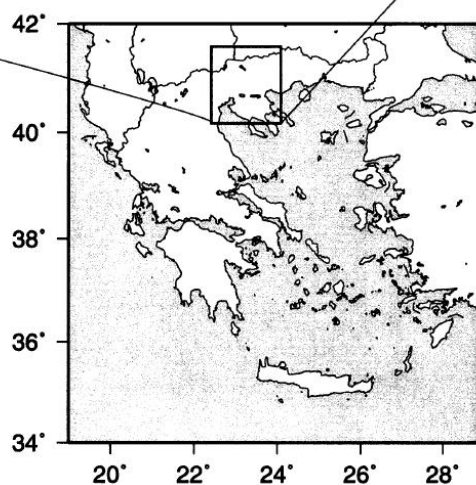
Οι σχηματισμοί των γνευσίων διακρίνονται στην κατώτερη σειρά των Κερδυλλίων προς τα ανατολικά και στην ανώτερη σειρά του Βερτίσκου προς τα δυτικά.

Οι γνεύσιοι της σειράς των Κερδυλλίων είναι κυρίως βιοτιτικοί γνεύσιοι, χαλαζιοδιωριτικής σύστασης με γρανοβλαστικό ιστό και εξαπλώνονται εκατέρωθεν της κοιλάδας της Ρεντίνας με διεύθυνση Β-Ν. Κατά τον Δημητριάδη (1974) αυτοί οι γνεύσιοι προήλθαν από μεταμόρφωση παλαιότερων ιζημάτων ασβεσταλκαλικής σύστασης και θεωρούνται παραγνεύσιοι. Στη βορειοανατολική πλευρά της λεκάνης παρατηρείται εμφάνιση κεροστιλβικών γνευσίων που εναλλάσσονται τόσο με βιοτιτικούς γνεύσιους όσο και με αμφιβολίτες. Οι κεροστιλβικοί γνεύσιοι θεωρούνται ως μεταβατική μορφή προς τους αμφιβολίτες.

Οι γνεύσιοι της σειράς του Βερτίσκου είναι διμαρμαρυγικοί, βιοτιτικοί και μοσχοβιτικοί, με σαφή προσανατολισμό των φυλλόμορφων συστατικών και εμφανή σχιστότητα. Η ορυκτολογική σύστασή τους δεν είναι σταθερή σε όλη τη σειρά, αλλά κατά θέσεις παρατηρείται κυριαρχία ορισμένων ορυκτών, όπως του χαλαζία και του μοσχοβίτη στη βόρεια πλευρά της λεκάνης. Στις περιοχές των χωριών Νέα Μάδυτος, Στίβος και Παλιά Χρυσανγή παρουσιάζονται μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι. Στη βόρεια πλευρά της Μυγδονίας λεκάνης οι γνεύσιοι εξαπλώνονται από την Άσσηρο μέχρι την Μεγάλη Βόλβη περίπου, ενώ στη νότια πλευρά κατέχουν τις περιοχές που βρίσκονται νότια από τη γραμμή που ορίζουν τα χωριά Λαγκαδίκια-Στίβος και Κοκκαλού-Μόδιο, στην κεντρική και ανατολική περιοχή της λεκάνης. Τα γνευσιακά πετρώματα διαπερνώνται από πυκνό δίκτυο πηγματιτικών φλεβών σε όλη τους την έκταση. Η ηλικία των γνευσιακών πετρωμάτων θεωρείται Παλαιοζωική – Προκάμβρια (Osswald 1938, Kockel et al. 1971, Δημητριάδης 1974).



- Αλουβιακές αποθέσεις
- Ιζήματα
- Μαγματική σειρά Χορτιάτη
- Ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα (σχιστόλιθοι, ψαμμίτες, μάρμαρα, φυλλίτες)
- Σερβομακεδονική μάζα, υπόβαθρο (σχιστόλιθοι, γνεύσιοι)
- Γρανίτες



Σχήμα 3. Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής (Savvaidis et al. 2000).

Β. Μάρμαρα

Τα μάρμαρα απαντώνται με μορφή ταινιών ή οριζόντων, μέσα στα γνευσιακά πετρώματα της ανατολικής περιοχής της Μυγδονίας (Osswald 1938, Kockel et al. 1971, Δημητριάδης 1974). Στην περιοχή εκατέρωθεν της κοιλάδας της Ρεντίνας τα μάρμαρα έχουν διεύθυνση Β-Ν. Παρόμοιοι ορίζοντες μαρμάρων εντός των γνευσίων της σειράς του Βερτίσκου εμφανίζονται στην περιοχή νότια της γραμμής που ορίζεται από τα χωριά Κοκκαλού-Νέα Μάδυτος, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Επίσης, φαίνεται ότι αυτοί οι ορίζοντες συνεχίζονται και προς τα βόρεια, όπως αποδεικνύει η παρουσία τους στη βόρεια πλευρά της υπολεκάνης Βόλβης.

Γ. Αμφιβολίτες

Το σύστημα των αμφιβολιτών κατέχει τη βορειοανατολική πλευρά της λεκάνης της Μυγδονίας και εκτείνεται μεταξύ του χωριού Μικρή Βόλβη και της περιοχής Αγριελιά. Οι αμφιβολίτες της Βόλβης δεν παρουσιάζονται παντού με την ίδια ορυκτολογική σύσταση. Η κεροστίλβη αποτελεί το κυρίαρχο ορυκτό συστατικό, ενώ οι άστριοι και ο χαλαζίας συμμετέχουν με πολύ περιορισμένη αναλογία. Τα πλαγιόκλαστα καθίστανται άλλοτε όξινα και άλλοτε βασικά. Ενίοτε εμφανίζεται πυρόξενος κατά θέσεις.

Η προέλευση των αμφιβολιτών αποδόθηκε στη μεταμόρφωση παλαιών πυριγενών βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων (διαβασών – γάβρων) της οφειολιθικής σειράς του Παλαιοζωικού (Osswald 1938, Neubauer 1957, Kockel et al. 1971). Μεμονωμένες όμως εμφανίσεις αμφιβολιτών εντός των γνευσιακών πετρωμάτων της σειράς των Κερδυλλίων, στα ανατολικά, βρέθηκε ότι προήλθαν από μεταμόρφωση παλαιών ιζημάτων και θεωρούνται παρα-αμφιβολίτες (Δημητριάδης 1974).

Δ. Φυλλιτική σειρά

Με τον όρο φυλλιτική σειρά εννοείται ένα ιδιαίτερο σύστημα πετρωμάτων φυλλιτικής σύστασης, που διαφέρει σαφώς από τους πετρολογικούς σχηματισμούς της Σερβομακεδονικής μάζας και κατέχει τη νοτιοδυτική πλευρά της λεκάνης της Μυγδονίας, από το χωριό Μελισσοχώρι μέχρι το χωριό Βασιλούδι με προέκταση προς τα νοτιοανατολικά (Osswald 1938, Mercier 1968, Monod 1965, Σαπουντζής 1969, Kockel et al. 1971).

Η σειρά αυτή αποτελείται από μεταμορφωμένα και ιζηματογενή πετρώματα, κυρίως φυλλίτες σκοτεινόχρωμους, γραφιτικούς, μερικώς ψαμμιτικούς, εναλλασσόμενους με ψαμμιτικούς ασβεστόλιθους και χαλαζίτες με παρενθέσεις μαρμάρων, σιπολινών και φακών ασβεστόλιθων.

Εξαιτίας της θέσης και της σύστασης της, η φυλλιτική σειρά θεωρήθηκε ως ιδιαίτερος σχηματισμός των ορίων της Σερβομακεδονικής μάζας προς τη ζώνη του Αξιού και χαρακτηρίστηκε ως φλύσχης του Μελισσοχωρίου από τον Mercier (1968) ή ως σειρά της Σβούλας από τους Kockel et al. (1971). Η κατά πλάτος έκταση αυτής της σειράς, στην περιοχή της λεκάνης της Μυγδονίας, περιορίζεται στη βόρεια πλευρά του όρους Χορτιάτη. Η γενική διεύθυνση των πετρωμάτων είναι ΒΔ-ΝΑ και η διεύθυνση κλίσης τους προς ΒΑ. Η ηλικία των φυλλιτικών σχηματισμών θεωρείται ως Μεσοζωική.

Ε. Ασβεστόλιθοι της Καμήλας (Ντεβέ Κοράν)

Πρόκειται περί συμπαγών ασβεστόλιθων, στρωμένων, με εναλλαγές μαρμάρων και δολομιτικών ασβεστόλιθων (Osswald 1938, Mercier 1966, Kockel et al. 1971). Από μικροπαλαιοντολογικά στοιχεία προκύπτει ότι οι ασβεστολιθικοί αυτοί σχηματισμοί είναι Μέσο-Άνω Τριαδικοί.

Το σύστημα των ασβεστόλιθων υπέρκειται των σχηματισμών μιας ηφαιστειοϊζηματογενούς σειράς (Mercier 1968, Kockel et al. 1971), η οποία υπέρκειται των γενεσίων της σειράς του Βερτίσκου. Ο απότομα υψούμενος ορεινός όγκος της Καμήλας, του οποίου την κεντρική κατά άξονα ζώνη κατέχουν οι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί, αποτελεί το μοναδικό ορεινό όγκο της δυτικής πλευράς της λεκάνης της Μυγδονίας.

Στ. Χαλαζίτες

Οι χαλαζίτες και τα κροκαλοπαγή που τους συνοδεύουν κατέχουν, στη βόρεια πλευρά της υπολεκάνης του Λαγκαδά, ορισμένους μικρού εύρους ορίζοντες εντός της γενεσιακής σειράς του Βερτίσκου (Kockel et al. 1971). Η γενική διεύθυνση των οριζόντων αυτών είναι ΒΔ-ΝΑ. Ιδιαίτερης σημασίας χαλαζιτικοί σχηματισμοί βρίσκονται μεταξύ των χωριών Ευαγγελισμός και Δρακόντιο, βόρεια της λίμνης Λαγκαδά.

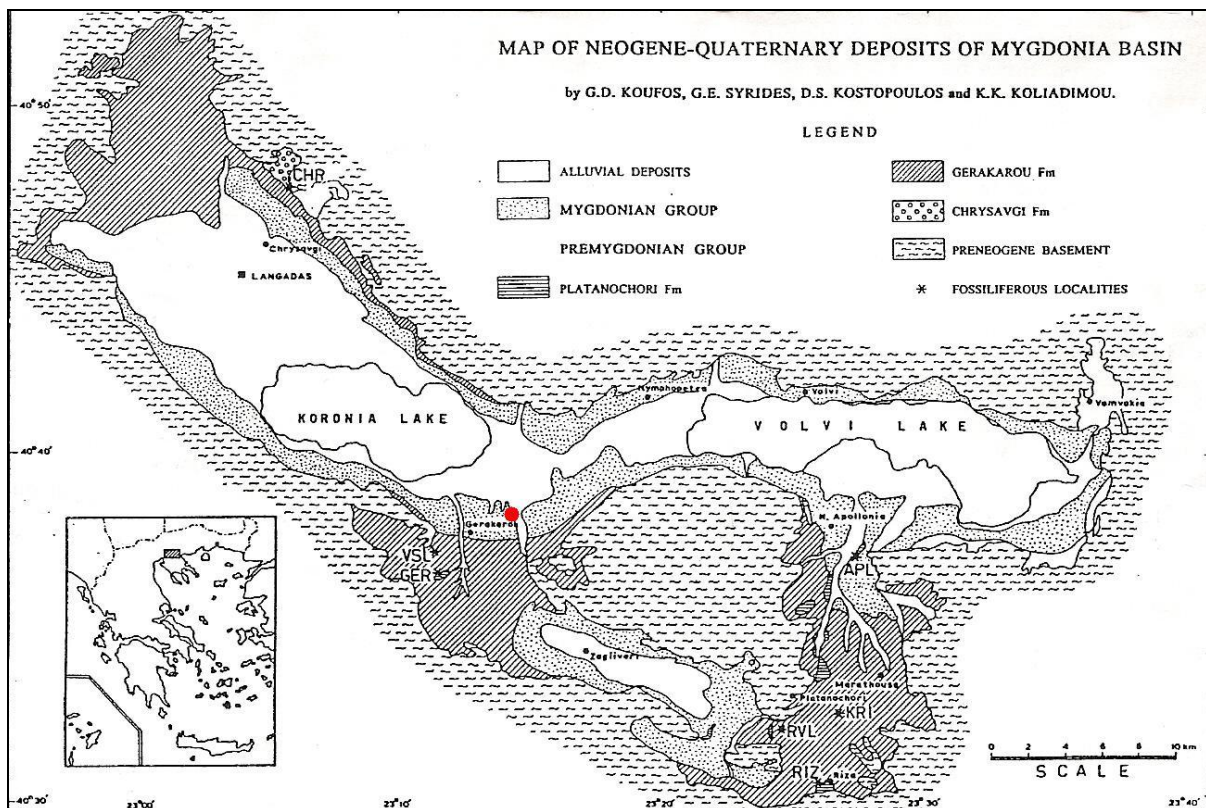
Ζ. Γρανίτες

Οι γρανίτες απαντώνται εντός του συστήματος των γενεσίων της σειράς του Βερτίσκου με μορφή γρανιτικών διεισδύσεων, στην περιοχή εκατέρωθεν του δυτικού τμήματος της λίμνης Βόλβης (βορειοδυτικά του Βαϊοχωρίου και νότια των Λουτρών Βόλβης). Οι γρανίτες αυτοί είναι κατά τον Osswald (1938) τυπικοί γρανίτες και γενεσιακοί γρανίτες, αντίστοιχοι των Ηωκαινικών γρανιτών τύπου Συμβόλου, ενώ κατά τους Kockel et al. (1971) είναι μοσχοβιτικοί, βιοτιτικοί, λευκοκρατικοί, μερικώς πηγματιτικοί, αντίστοιχοι των Μεσοζωικών γρανιτών τύπου Αρναίας. Σε ορισμένες περιοχές οι γρανίτες έχουν γενεσιακή εμφάνιση. Οι γρα-

νίτες αυτοί εξαπλώνονται με μορφή ζώνης από την Αρναία μέχρι τον Σοχό, στην κεντρική περιοχή της Μυγδονίας, διακοπτόμενοι στη λεκάνη της Μαραθούσας και Μυγδονίας, εξαιτίας επικάλυψης από νεότερης ηλικίας ιζηματογενούς σχηματισμούς (Ψιλοβίκος 1977).

3.2 Λιθοστρωματογραφία του Νεογενούς-Τεταρτογενούς

Οι Νεογενείς-Τεταρτογενείς αποθέσεις της Μυγδονίας λεκάνης έχουν διακριθεί σε δύο κύριες ομάδες που αναφέρθηκαν ως Προμυγδονιακό και Μυγδονιακό Σύστημα (Ψιλοβίκος 1977). Αργότερα οι Koufos et al. (1989) αναγνώρισαν αυτές τις δύο κύριες διαιρέσεις και τις μετονόμασαν σε Προμυγδονιακή και Μυγδονιακή Ομάδα. Κατά τα χρόνια που ακολούθησαν, η συνεχιζόμενη έρευνα στη λεκάνη, επέτρεψε μια πιο λεπτομερή διαίρεση, ιδιαίτερα της Προμυγδονιακής Ομάδας. Οι κύριες λιθοστρωματογραφικές ενότητες της Μυγδονίας λεκάνης δίνονται στο χάρτη του Σχήματος 4 (Koufos et al. 1995).

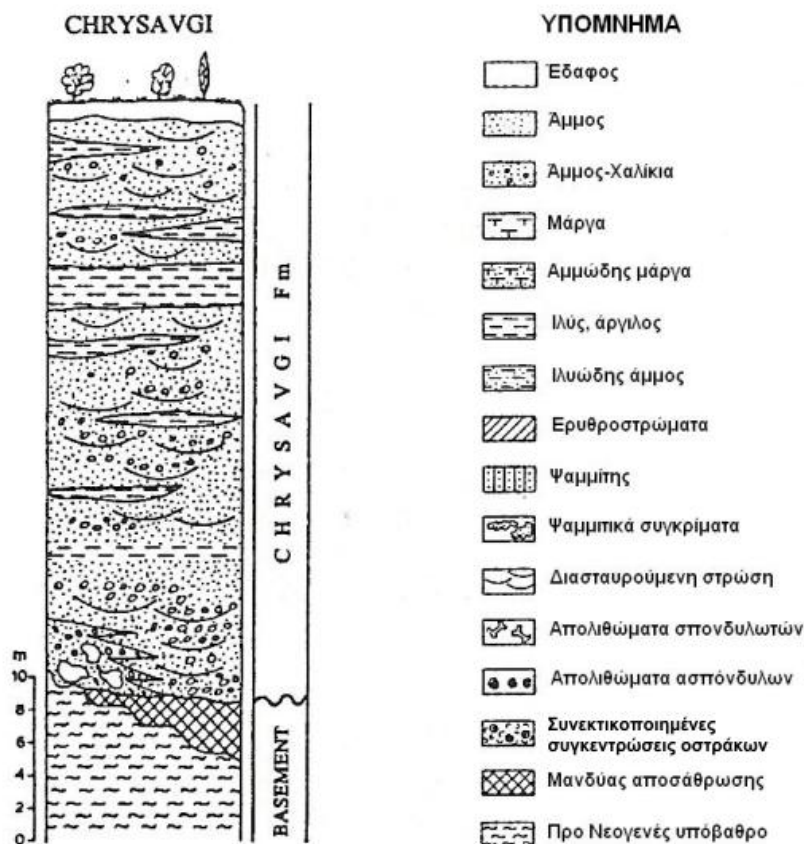


Σχήμα 4. Γεωλογικός χάρτης της Μυγδονίας λεκάνης με τις κύριες λιθοστρωματογραφικές ενότητες και απολιθωματοφόρες θέσεις (Koufos et al. 1995). ● θέση δειγματοληψίας της παρούσας εργασίας.

Α. Προμυγδονιακή ομάδα

Α1. Σχηματισμός Χρυσανγής

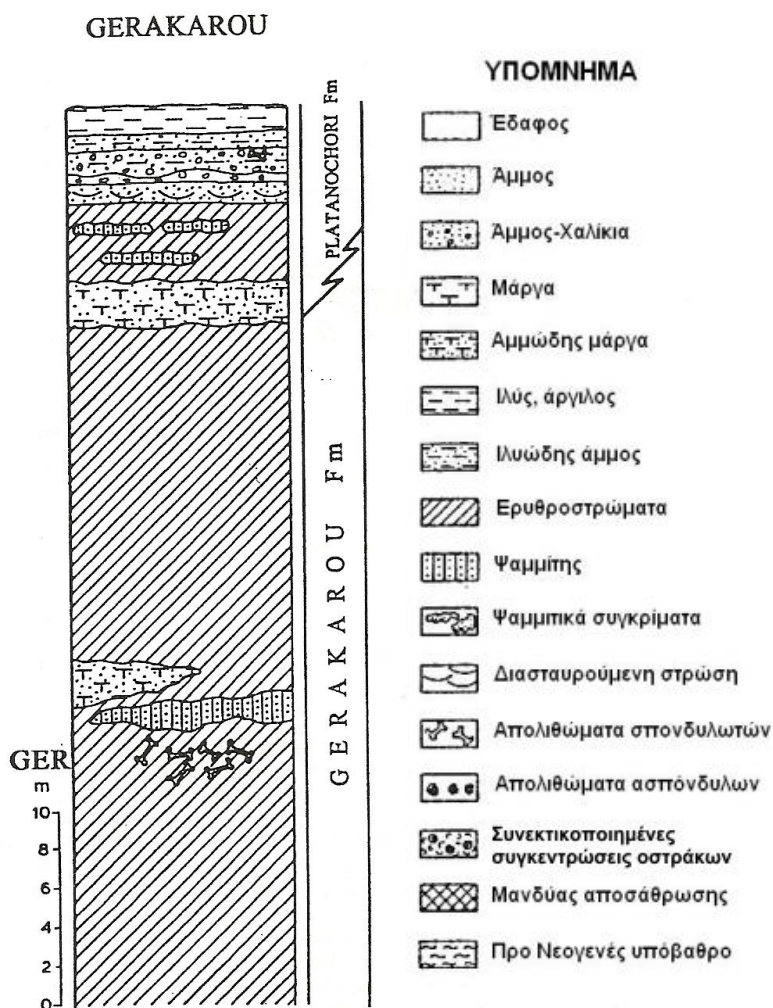
Μπορεί να θεωρηθεί ως ο μέχρι τώρα παλαιότερος σχηματισμός που παρατηρείται στη λεκάνη και έχει αποτεθεί πάνω στο προνεογενές υπόβαθρο. Είναι ένας πρόσφατα καθιερωμένος σχηματισμός, με περιορισμένη εμφάνιση, βόρεια του χωριού Χρυσανγή (Σχ. 4). Αρκετές τομές στην περιοχή έχουν μελετηθεί και μια λιθοστρωματογραφική στήλη του Σχηματισμού Χρυσανγής δίνεται στο σχήμα 5. Ο Σχηματισμός Χρυσανγής αποτελείται από εναλλασσόμενους φακούς και φακοειδείς εναλλαγές τεφρών-λευκών, μη συνεκτικών, χονδροκλαστικών κροκαλοπαγών (καλά αποστρογγυλεμένες κροκάλες και χαλίκια μαρμαρυγιακού σχιστόλιθου, γνεύσιου, γρανίτη, χαλαζίτη, πηγματίτη με μέγεθος μέχρι και ~ 40cm) και άμμων με ιλυοαργιλώδεις φακούς. Το κατώτερο τμήμα του σχηματισμού κυριαρχείται από χονδρόκοκκα κροκαλοπαγή, ενώ μια βαθμιαία μείωση του μεγέθους των χαλικιών και κροκάλων παρατηρείται από τη βάση έως την κορυφή του σχηματισμού. Φακοί και στρώματα ιλύων, ιλυωδών άμμων και ιλυοαργίλων βρίσκονται σε εναλλαγές, κυρίως στα ανώτερα τμήματα του σχηματισμού. Το πάχος του Σχηματισμού Χρυσανγής εκτιμάται στα 40 – 50m περίπου (Koufos et al. 1995).



Σχήμα 5. Συνοπτική στρωματογραφική στήλη του Σχηματισμού Χρυσανγής (Koufos et al. 1995).

A2. Σχηματισμός Γερακαρούς

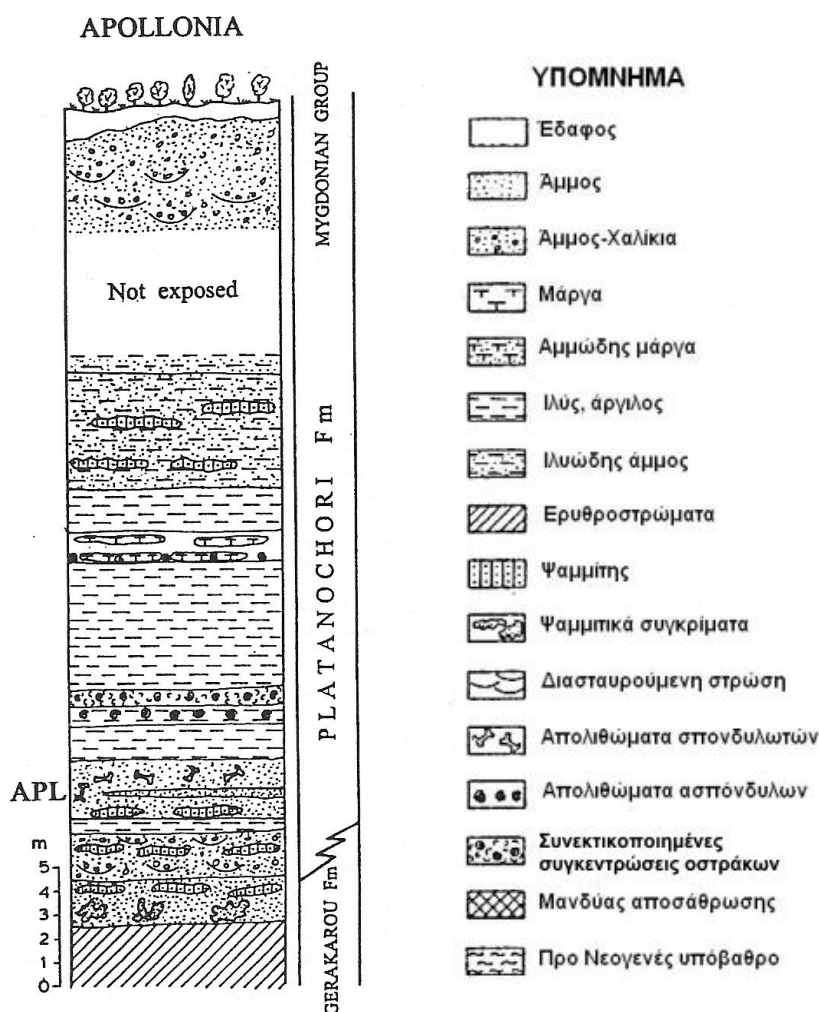
Ο σχηματισμός αυτός αποτελείται κυρίως από ερυθροστρώματα (Σχ. 6). Είναι ιδιαίτερα εξαπλωμένος στην ευρύτερη περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης (Σχ. 4) με τυπικές εμφανίσεις κοντά στο χωριό Γερακαρού. Το πάχος του σχηματισμού είναι πάνω από 100m, σύμφωνα με δεδομένα γεωτρήσεων. Τα ερυθροστρώματα αποτελούνται από φακούς και φακοειδή στρώματα χαλαρών κροκαλών και χαλικιών, χονδρόκοκκων άμμων και ερυθρών-καστανών ιλύων και αργίλων, που αποτέθηκαν σε ένα χερσοποτάμιο περιβάλλον. Η δομή των ερυθροστρωμάτων αποκαλύπτει ρυθμική απόθεση. Λίγοι φακοί ψαμμιτών και μαργών εναλλάσσονται τοπικά μέσα στα ερυθροστρώματα. Στο ύπαιθρο, τα ερυθροστρώματα εμφανίζουν μια πολύ χαρακτηριστική μορφή διάβρωσης, σχηματίζοντας βαθιές και στενές κοιλάδες με απότομες πλευρές (Εικ. 3). Αυτή η μορφή διάβρωσης και το ερυθρό-καστανό χρώμα των ιζημάτων επιτρέπουν την εύκολη αναγνώριση του σχηματισμού στο ύπαιθρο (Koufos et al. 1995).



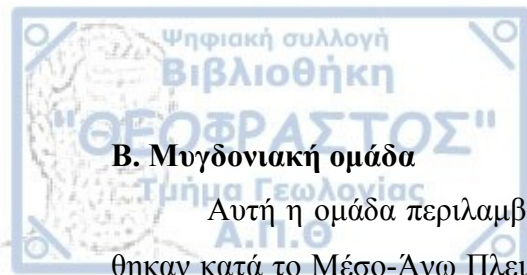
Σχήμα 6. Στρωματογραφική στήλη του Σχηματισμού Γερακαρούς που παρουσιάζει την μετάβαση στο Σχηματισμό Πλατανοχωρίου (Koufos et al. 1995).

Α3. Σχηματισμός Πλατανοχωρίου

Αποτελείται από ποτάμια, ποταμολιμναία ιζήματα (άμμοι, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, ιλυώδεις άμμοι, αργιλοίλυες, μάργες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι) (Σχ. 6 και 7) και υπέρκειται του Σχηματισμού Γερακαρούς. Μια μεταβατική ζώνη, αποτελούμενη από εναλλασσόμενους φακούς και φακοειδή στρώματα ψαμμιτών, αμμούχων μαργών και ερυθροστρωμάτων, παρατηρείται τοπικά μεταξύ των Σχηματισμών Γερακαρούς και Πλατανοχωρίου (Σχ. 6 και 7) (Koufos et al. 1989). Οι εμφανίσεις του Σχηματισμού Πλατανοχωρίου είναι μικρές και διασκορπισμένες (Σχ. 4), ενώ παρουσιάζουν μεταβαλλόμενο πάχος μεταξύ 10m και 20m. Ο σχηματισμός αποκαλύπτεται κυρίως στα ανώτερα τμήματα του λοφώδους ανάγλυφου ως υπολείμματα διάβρωσης στην ευρύτερη περιοχή των χωριών Πλατανοχώρι, Ριζά, Απολλωνία (ΝΑ τμήμα της Μυγδονίας λεκάνης). Οι αποθέσεις του Σχηματισμού Πλατανοχωρίου δείχνουν ένα βαθμιαίο σχηματισμό μικρών λιμνών πριν την ολοκληρωτική πλήρωση της λεκάνης με νερό και την απόθεση της Μυγδονιακής Ομάδας (Koufos et al. 1995).



Σχήμα 7. Στρωματογραφική στήλη του Σχηματισμού Πλατανοχωρίου με τη μετάβαση από την Προμυγδονιακή στη Μυγδονιακή Ομάδα (Koufos et al. 1995).



Β. Μυγδονιακή ομάδα

Αυτή η ομάδα περιλαμβάνει τα λιμναία ιζήματα της Μυγδονίας λεκάνης που αποτέθηκαν κατά το Μέσο-Άνω Πλειστόκαινο και επικάθονται ασύμφωνα πάνω στη Προμυγδονιακή Ομάδα. Το κατώτερο τμήμα της ομάδας αποτελείται από χονδρόκοκκα κλαστικά ιζήματα, που ακολουθούνται από πιο λεπτόκοκκα: άμμους, αργίλους, ιλύες. Το ανώτερο τμήμα της Μυγδονιακής Ομάδας αποτελείται από ιλυοαργιλώδη και αμμώδη ιζήματα, ενώ στο ανώτατο τμήμα της ομάδας υπάρχουν κάποιες μικρές εμφανίσεις ψαμμιτών, κροκαλών, άμμων και τραβερτινών (Koufos et al. 1995).

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Για τη μελέτη των συνθηκών ιζηματογένεσης στις πλειστοκαινικές αποθέσεις της Μυγδονίας λεκάνης πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία στο σύνολο των στρωμάτων της ιζηματογενούς ακολουθίας που αποκαλύπτεται στη δυτική αναβαθμίδα του ρέματος Πλατανόρεμα, νότια του χωριού Λαγκαδίκια (Σχ. 3 και Εικ. 1). Συγκεκριμένα, πάρθηκαν δείγματα από τα δέκα κύρια στρώματα που αναγνωρίστηκαν στη συγκεκριμένη ακολουθία της Μυγδονιακής Ομάδας και ένα δείγμα από τα υποκείμενα ερυθροστρώματα του Σχηματισμού Γερακαρούς, όπου είναι φανερή η ασυμφωνία (γωνιώδης και διαβρωσιγενής ασυμφωνία) μεταξύ των δύο Ομάδων (Εικ. 2).



Εικόνα 1. Συνολική εικόνα της θέσης/τομής δειγματοληψίας.

Στη συνέχεια, στα συνολικά 11 δείγματα πραγματοποιήθηκε κοκκομετρική ανάλυση με τη χρήση κόσκινων στα αδρόκοκκα κλάσματα ενώ το $< 2\text{mm}$ κλάσμα των δειγμάτων υποβλήθηκε τις απαραίτητες χημικές κατεργασίες για το διαμερισμό των συστατικών τους (κατεργασίες κατά Jackson 1974). Ο διαμερισμός των συστατικών ενός ιζηματος ή εδάφους είναι απαραίτητος, για να είναι αξιόπιστος ο μηχανικός διαχωρισμός του στα διάφορα κλάσματα άμμου, ιλύος και αργίλου. Ο διαμερισμός περιλαμβάνει την απομάκρυνση των διαλυτών ηλεκτρολυτών και των δισθενών εναλλακτικών κατιόντων, καθώς επίσης και την απομάκρυνση των χημικών συγκολλητικών ουσιών όπως είναι :

- α. Ανθρακικά άλατα του Ca και Mg.
- β. Οργανική ύλη
- γ. Ελεύθερα οξείδια του Fe και Mn και υδροξείδια του Fe.
- δ. Κolloειδή οξείδια του Si και Al.

Τα ρυθμιστικά διαλύματα που χρησιμοποιήθηκαν στις χημικές κατεργασίες είναι:

- α) Ρυθμιστικό διάλυμα 1N οξικού νατρίου (NaOAc) – οξικού οξέος (HOAc) με pH 5,0.
- β) Ρυθμιστικό διάλυμα 0,3M κιτρικού νατρίου ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) – 1M διττανθρακικού νατρίου (NaHCO_3) με pH 7,3.

Οι χημικές κατεργασίες που πραγματοποιήθηκαν με στόχο το διαμερισμό των συστατικών των υπό μελέτη ιζημάτων έχουν ως εξής :

Απομάκρυνση ανθρακικών αλάτων

Από το αποσυσσωματωμένο και κονιοποιημένο αρχικό υλικό ζυγίζουμε ποσότητα 20 g του $< 2\text{mm}$ κλάσματος που τοποθετούμε σε φιάλη φυγοκέντρισης των 250 ml. Προσθέτουμε περίπου 100 ml ρυθμιστικού διαλύματος 1 N οξικού νατρίου – οξικού οξέος με pH 5,0 και φέρνουμε το υλικό σε αιώρηση με ανάδευση, χρησιμοποιώντας γυάλινη ράβδο με τρίφτη. Το αιωρούμενο υλικό χωνεύεται σε υδρόλουτρο στους 80°C για 30 λεπτά περίπου με συχνές αναδεύσεις. Ακολουθούν τρεις φυγοκεντρικές πλύσεις με το ρυθμιστικό διάλυμα.

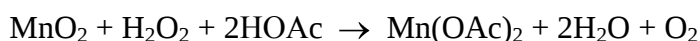
Απομάκρυνση οργανικής ύλης και MnO_2

Το δείγμα είναι τώρα ελεύθερο ανθρακικών ενώσεων και ελαφρώς όξινο, εξαιτίας της κατεργασίας του με το προηγούμενο ρυθμιστικό διάλυμα το οποίο διευκολύνει την αντίδραση του H_2O_2 με την περιεχόμενη οργανική ύλη.

Η τυχόν παρουσία ανθρακικών ενώσεων, εξαιτίας πλημμελούς αφαίρεσης κατά την προηγούμενη κατεργασία, προξενεί ανάπτυξη ανθρακικών πηκτών (gels) που εμποδίζουν την οξείδωση της οργανικής ύλης του δείγματος από το H_2O_2 .

Σε κάθε φιάλη φυγοκέντρισης των 250 ml προσθέτουμε περίπου 20 ml απιονισμένου νερού για να αποφύγουμε τέλεια ξήρανση του δείγματος και τις τοποθετούμε στο υδρόλουτρο με θερμοκρασία περίπου 80°C . Προσθέτουμε 5 ml H_2O_2 σε κάθε φιάλη αναδεύοντας συνεχώς. Μερικές φορές η αντίδραση είναι τόσο έντονη που απαιτείται διαρκής ανάδευση για αποφυγή υπερχειλίσης, εξαιτίας του αφρίσματος, ιδιαίτερα σε δείγματα πλούσια σε οργανική ύλη. Αν η αντίδραση είναι έντονη ψύχουμε σε κρύο νερό τη φιάλη για να σταματήσουμε το άφρισμα και να αποφύγουμε την υπερχειλίση και επομένως την απώλεια υλικού. Όταν σταματήσει το άφρισμα προσθέτουμε άλλα 5 ml H_2O_2 αναδεύοντας συνεχώς. Παρατηρούνται τα ίδια φαινόμενα σε μικρότερο βαθμό και παίρνονται οι ίδιες προφυλάξεις. Συνεχίζουμε με άλλες τέσσερις προσθήκες των 5 ml H_2O_2 (συνολικά 30 ml H_2O_2) με τον ίδιο ρυθμό. Μετά την τελευταία προσθήκη καλύπτουμε τις φιάλες με ύαλους ωρολογίου και τις αφήνουμε στο υδρόλουτρο περίπου για 3 ώρες. Μετά βγάζουμε τις φιάλες, πλένουμε τα τοιχώματά τους με το ρυθμιστικό διάλυμα με pH 5,0, συμπληρώνουμε μέχρι 100 ml διαλύματος και φυγοκεντρούμε. Ακολουθούν μια φυγοκεντρική πλύση με το ίδιο διάλυμα και μια με μεθανόλη. Το σκούρο χρώμα του αρχικού υλικού που οφείλεται στην παρουσία οργανικής ύλης, έχει σχεδόν εξαφανιστεί.

Η χρησιμοποίηση H_2O_2 για την αφαίρεση της οργανικής ύλης επιδρά επίσης στη διάλυση του MnO_2 σύμφωνα με την ακόλουθη αντίδραση :



Το ατομικό οξυγόνο που απελευθερώνεται κατά τη διάσπαση του H_2O_2 ($\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2} \text{O}_2$) είναι εκείνο που οξειδώνει την οργανική ύλη. Αν και πολλές φορές το περιεχόμενο σε οργανική ύλη είναι αμελητέο, η κατεργασία με H_2O_2 δεν παραλείπεται, γιατί έχει ευνοϊκή επίδραση στο διαμερισμό των τυχόν κolloειδών κρυστάλλων ορυκτών του δείγματος.

Απομάκρυνση οξειδίων και υδροξειδίων του σιδήρου

Η απομάκρυνση των άμορφων χιτώνων και κρυστάλλων των οξειδίων και υδροξειδίων του σιδήρου (ιδίως του αιματίτη και του γκαϊτίτη), βοηθάει στο διαμερισμό των πυριτικών ορυκτών του δείγματος.

Η μέθοδος που περιγράφεται χρησιμοποιεί διθειονικό νάτριο ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) για την αναγωγή, διττανθρακικό νάτριο (NaHCO_3) ως ρυθμιστικό διάλυμα και κιτρικό νάτριο ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ως παράγοντα συμπλοκοποίησης του Fe^{2+} και Fe^{3+} .

Μετά την τελευταία πλύση μεθανόλης στην προηγούμενη κατεργασία, προσθέτουμε περίπου 15 ml κορεσμένου διαλύματος NaCl σε κάθε φιάλη, συμπληρώνουμε με 150 ml περίπου απιονισμένου H_2O , αναδεύουμε, φυγοκεντρούμε και αποχύνουμε. Μετά προσθέτουμε σε κάθε φιάλη περίπου 100 ml του ρυθμιστικού διαλύματος με $pH = 7,3$, αναδεύουμε και τοποθετούμε στο υδρόλουτρο. Όταν η θερμοκρασία φτάσει στους $75-80^\circ C$ (όχι μεγαλύτερη γιατί σχηματίζεται FeS_2), προσθέτουμε περίπου 4 g διθειονικού νατρίου. Αναδεύουμε γρήγορα και αφήνουμε στο υδρόλουτρο για 15 λεπτά περίπου. Βγάζουμε, φυγοκεντρούμε και αποχύνουμε. Ακολουθούν μια ακόμη φυγοκεντρική πλύση με 50 ml περίπου του ίδιου ρυθμιστικού διαλύματος, μια με απιονισμένο νερό (2.500 στροφές/λεπτό για 15 λεπτά) και μια με μεθανόλη. Μετά προσθέτουμε απιονισμένο νερό, αναδεύουμε καλά με γυάλινη ράβδο με τρίφτη (προτιμότερο με δονητή υπερήχων, αν υπάρχει) και προχωρούμε στην κλασματοποίηση των κόκκων του δείγματος.

Κλασματοποίηση

Η κλασματοποίηση των δειγμάτων σε κλάσματα άμμου, ιλύος και αργίλου βασίζεται στην ταχύτητα καθίζησης των κόκκων, από αιώρηση σε απιονισμένο νερό, σύμφωνα με το νόμο του Stokes.

Συχνά οι κόκκοι των ορυκτών και ιδίως των φυλλοπυριτικών είναι φυλλώδεις. Διεθνώς όμως παραδεχόμαστε την ισοδύναμη σφαιρική διάμετρο των κόκκων για διαμέτρους $<20 \mu m$, γεγονός που σημαίνει ότι αυτά τα θεωρητικά σφαιρικά σωματίδια έχουν τις ίδιες ταχύτητες καθίζησης, σύμφωνα με το νόμο του Stokes, με τα πραγματικά. Για μέγεθος σωματιδίων $>20 \mu m$, η ισοδύναμη σφαιρική διάμετρος αναφέρεται στο μέγεθος των οπών (βροχίδες) του κόσκινου που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό αυτών των σωματιδίων.

Κατά τον Stokes, η ταχύτητα καθίζησης U (cm/sec) ενός σωματιδίου πυκνότητας ρ_s (g/cm^3) και διαμέτρου d (cm) μέσα σε ένα υγρό πυκνότητας ρ (g/cm^3) και ιξώδους η (poises) (όπου poise = g/sec.cm), είναι :

$$U = [(\rho_s - \rho) \times g \times d^2] / (18 \times \eta)$$

όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας (cm/sec^2).

Επειδή οι πυκνότητες των σωματιδίων ποικίλλουν από ορυκτό σε ορυκτό, χρησιμοποιούμε μια μέση πυκνότητα για ένα συγκεκριμένο κλάσμα. Έτσι, για κλάσματα ιζημάτων με διαμέτρους κόκκων $>2 \mu m$ η πυκνότητα παίρνεται ίση με $2,65 g/cm^3$, ενώ για διαμέτρους κόκκων $<2 \mu m$ παίρνεται ίση με $2,50 g/cm^3$.

Τα κλάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη μαζί με τους αναγκαίους χρόνους απόληψής τους (σε θερμοκρασία νερού περίπου $20^\circ C$), παρουσιάζονται

στον Πίνακα 1. Το κλάσμα της άμμου πάρθηκε με ελεύθερη πτώση των κόκκων, εξαιτίας της επιτάχυνσης της βαρύτητας, σε αιώρημα απιονισμένου νερού. Ο διαχωρισμός της ιλύος από την άργιλο πραγματοποιήθηκε με φυγοκεντρική επιτάχυνση.

Πίνακας 1. Κοκκομετρικά μεγέθη και χρόνοι απόληψής τους (Τσιραμπίδης 2008).

Κλάσμα	Διάμετρος Κόκκων (μm)	Χρόνος απόληψης
Άμμος	> 63	Πτώση σε στήλη νερού 4cm: 12 sec
Ιλύς	63 – 2	Ότι καθιζάνει στις 1000 rpm για 2,5'
Άργιλος	< 2	Ότι αιωρείται στις 1000 rpm για 2,5'

Πριν από κάθε ελεύθερη πτώση ή φυγοκέντρωση γίνεται έντονη ανάδευση με δονητή υπερήχων για πλήρη διαμερισμό του υλικού. Για κάθε κλάσμα επαναλήφθηκε τρεις φορές ο τρόπος απόληψης του (καθίζηση ή φυγοκέντρωση) πάντα μετά από ανάδευση με το δονητή υπερήχων και αποταμίευση του υπερκείμενου αιωρήματος που περιέχει το λεπτομερέστερο κλάσμα. Η εκτίμηση του βαθμού διαύγειας του υπερκείμενου υγρού για ολοκλήρωση της απόληψης ενός συγκεκριμένου κλάσματος είναι υποκειμενική. Επίσης, ο χρόνος χρήσης του δονητή υπερήχων δεν πρέπει να είναι μεγάλος για να αποφεύγεται η θρόμβωση των κόκκων, εξαιτίας της υπερθέρμανσης του αιωρήματος (Τσιραμπίδης 2008).

Τέλος, όλα τα κλάσματα τοποθετήθηκαν σε φούρνο με θερμοκρασία 110°C, στέγνωσαν, ζυγίστηκαν και προσδιορίστηκε η εκατοστιαία αναλογία κατά βάρος κάθε κλάσματος, καθώς και το συνολικό περιεχόμενο των ανθρακικών αλάτων, της οργανικής ύλης και των οξειδίων και υδροξειδίων του σιδήρου κάθε δείγματος.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ και ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Κοκκομετρική ανάλυση

Τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Η αρίθμηση των δειγμάτων ξεκινά από το κατώτερο στρώμα (Π1) προς το ανώτερο (Π9) αντίστοιχα με τη στρωματογραφική διαδοχή τους από τον κατώτερο, στον ανώτερο ορίζοντα.

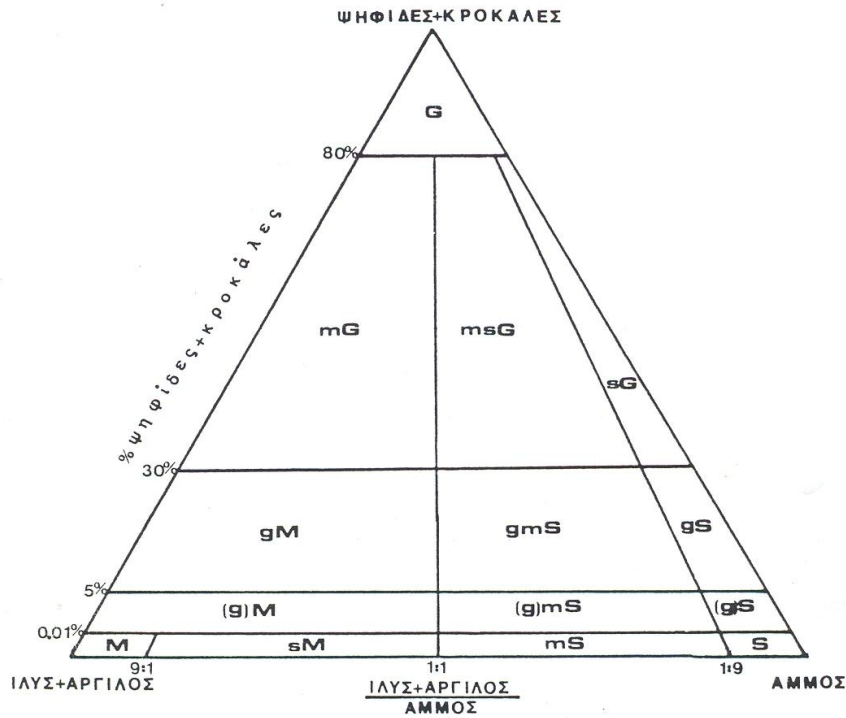
Πίνακας 2. Κοκκομετρική κατανομή (% κ.β.) των δειγμάτων που αναλύθηκαν.

Δείγμα	Κροκάλες (> 2mm)	Άμμος (2mm–63μm)	Ιλύς (63–2 μm)	Αργίλος (< 2μm)	COI *	Σύνολο
Π9	0,0	16,9	42,1	38,1	2,9	100,0
Π8	0,0	53,1	23,9	12,1	11,0	100,0
Π6	0,0	62,6	26,6	7,7	3,1	100,0
Π7	0,0	17,4	58,8	19,0	4,8	100,0
Π5	42,9	43,1	10,2	2,4	1,6	100,0
Π4	0,0	20,0	58,0	18,8	3,2	100,0
Π3B	3,7	73,3	16,2	4,4	2,5	100,0
Π2B	56,8	28,9	10,1	2,7	1,5	100,0
Π3	0,0	57,5	29,3	9,9	3,4	100,0
Π2	69,5	21,0	7,1	2,4	0,0	100,0
Π1	41,0	33,6	7,1	17,0	1,3	100,0

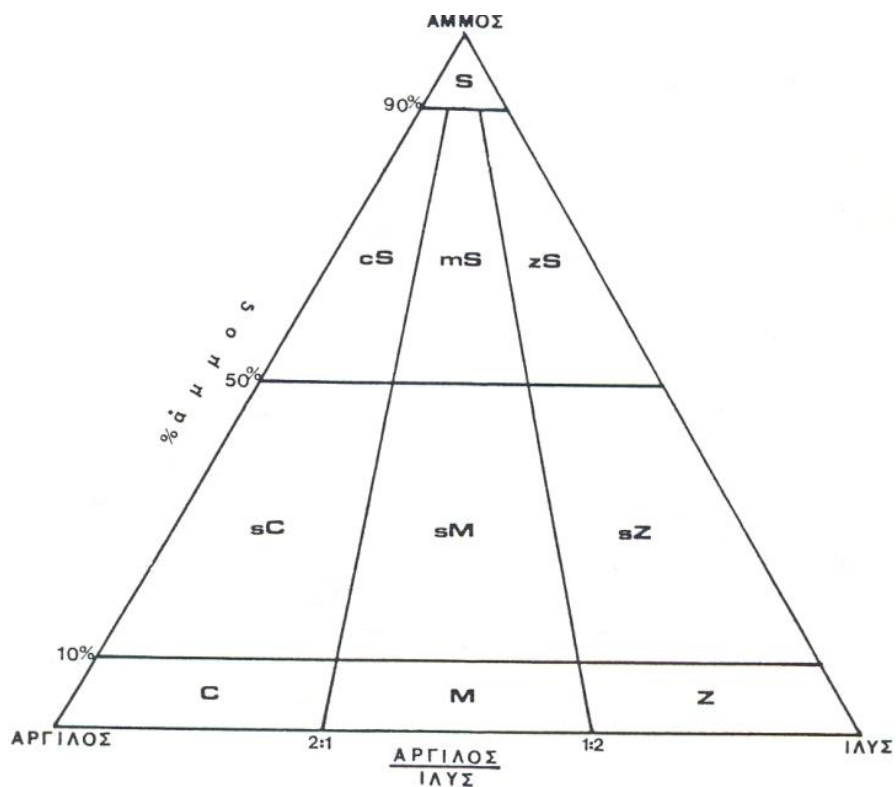
* COI : ανθρακικά + οργανικά + οξείδια και υδροξείδια του σιδήρου

5.2 Ταξινόμηση κατά Folk

Στα τριγωνικά διαγράμματα κατά Folk et al. (1970) (Σχ. 8 και 9) γίνεται ταξινόμηση κλαστικών ιζημάτων με βάση την εκατοστιαία αναλογία των κροκαλών, της άμμου, της ιλύος και της αργίλου. Οι λιθολογικές τάξεις που προκύπτουν παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Στο Σχήμα 8 οι τάξεις προσδιορίζονται από το ποσοστό των κροκαλών (> 2mm) και τη σχέση άμμος (2-0,063mm)/(ιλύς+άργιλος)(< 0,063mm). Στο Σχήμα 9 οι τάξεις προσδιορίζονται από το ποσοστό της άμμου (2-0,063mm) και τη σχέση ιλύς (0,063-0,004mm)/άργιλος (<0,004 mm) (Τσιραμπίδης 2008).



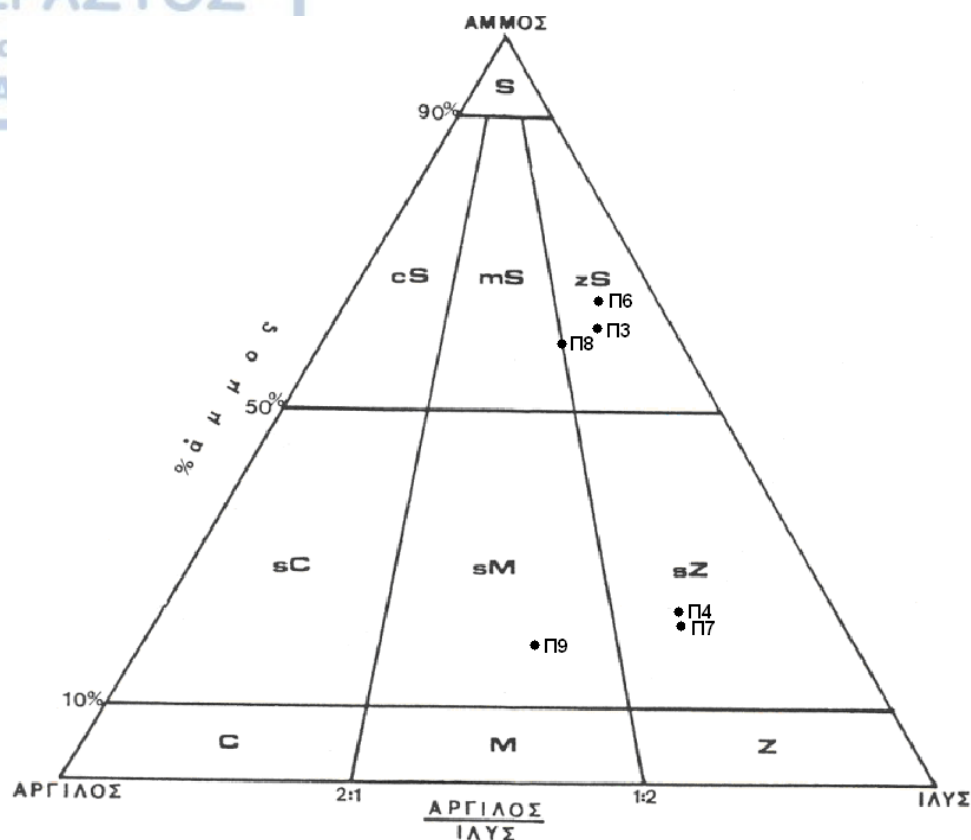
Σχήμα 8. Ταξινόμηση κροκαλοφόρων ιζημάτων (Folk et al. 1970).



Σχήμα 9. Ταξινόμηση ιζημάτων χωρίς παρουσία κροκάλων (Folk et al. 1970).

G ή g=gravel (κροκάλες), S ή s=sand (άμμος), M ή m=mud (πηλός), Z ή z=silt (ιλός) και C ή c=clay (άργιλος).

Σχήμα 10. Ταξινόμηση των κροκαλοφόρων δειγμάτων (δείγματα Π1, Π2, Π2Β, Π3Β, Π5).



Σχήμα 11. Ταξινόμηση των δειγμάτων χωρίς κροκάλες (δείγματα Π3, Π4, Π6, Π7, Π8, Π9).

Η λιθολογική ταξινόμηση των δειγμάτων που αναλύθηκαν παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Τάξη και λιθολογικός χαρακτήρας των δειγμάτων.

Δείγμα	Τάξη	Λιθολογικός χαρακτήρας
Π9	sM	αμμοπηλώδης
Π8	mS	πηλοαμμώδης
Π6	zS	ίλυοαμμώδης
Π7	sZ	αμμοϊλυώδης
Π5	msG	πηλοαμμοκροκαλώδης
Π4	sZ	αμμοϊλυώδης
Π3B	(g)mS	ημικροκαλοπηλοαμμώδης
Π2B	msG	πηλοαμμοκροκαλώδης
Π3	zS	ίλυοαμμώδης
Π2	msG	πηλοαμμοκροκαλώδης
Π1	msG	πηλοαμμοκροκαλώδης

5.3 Περιγραφή των στρωμάτων

Το στρώμα που πάρθηκε το δείγμα Π1 ανήκει στα ερυθροστρώματα του Σχηματισμού Γερακαρούς και αποτελεί το υπόβαθρο πάνω στο οποίο αποτέθηκαν ασύμφωνα τα ιζήματα της Μυγδονιακής Ομάδας στη συγκεκριμένη περιοχή. Το στρώμα αυτό είναι κροκαλοπαγές, με κροκάλες κυρίως μεταμορφικές, χαλαζιακές, πιθανής πηγματιτικής προέλευσης και πυριγενείς (Εικ. 2). Η οροφή του στρώματος είναι μια γωνιώδης και διαβρωσιγενής ασυμφωνία όπου πάνω επικάθονται τα ιζήματα της Μυγδονιακής Ομάδας (Εικ. 3).

Την βάση των ιζημάτων της Μυγδονιακής Ομάδας αποτελεί ένα κροκαλοπαγές στρώμα (δείγμα Π2) με πάχος ~ 1,2m, με κροκάλες κυρίως μεταμορφικές και χαλαζιακές και δευτερευόντως πυριγενείς, μεγέθους έως και ~ 40cm (Εικ. 4).

Το κροκαλοπαγές αυτό στρώμα διαδέχεται ένα φακοειδές στρώμα πάχους ~ 15cm, που παρουσιάζει διαβαθμισμένη στρώση, ξεκινώντας από χονδρόκοκκη άμμο έως ιλυώδη άμμο (δείγμα Π3) (Εικ. 5).



Εικόνα 2. Ασυμφωνία μεταξύ του υποκείμενου κροκαλοπαγούς των ερυθροστρωμάτων του Σχηματισμού Γερακαρούς και κροκαλοπαγούς της Μυγδονιακής Ομάδας.



Εικόνα 3. Γωνιώδης ασυμφωνία μεταξύ των ερυθροστρωμάτων του Σχηματισμού Γερακαρούς και των ιζημάτων της Μυγδονιακής Ομάδας.



Εικόνα 4. Κροκαλοπαγές στρώμα-Βάση των ιζημάτων της Μυγδονιακής Ομάδας.



Εικόνα 5. Φακοειδές στρώμα με σαφή διαβάθμιση μεταξύ κροκαλοπαγών.

Στη συνέχεια επαναλαμβάνεται ένα κροκαλοπαγές στρώμα (δείγμα Π2Β) λιγότερο αδρόκοκκο του δείγματος Π2, με μέσο πάχος ~ 80cm και κροκάλες μεταμορφικής και πυριγενούς προέλευσης (Εικ. 6).



Εικόνα 6. Αδρόκοκκο κροκαλοπαγές στη βάση που μεταβαίνει στο κροκαλοπαγές του δείγματος Π2Β.

Το λιγότερο αδρόκοκκο κροκαλοπαγές (δείγμα Π2Β) μεταβαίνει ανώτερα σε ένα πηλοαμμώδες στρώμα με λίγες κροκάλες (δείγμα Π3Β), πάχους ~ 30cm, που στην οροφή του διακρίνεται ένας οξειδωμένος ορίζοντας, με πτυχοειδή μορφή, πιθανώς μεταποθετικής προέλευσης (Εικ. 7).



Εικόνα 7. Το ημικροκαλοπηλοαμμώδες στρώμα και ο οξειδωμένος ορίζοντας με την πτυχοειδή μορφή στην οροφή του στρώματος.

Πάνω από τον οξειδωμένο ορίζοντα ακολουθεί ένα στρώμα ιλύος (δείγμα Π4), πάχους ~ 1,5m που εμφανίζει φύλλωση (lamination) και πολλαπλούς καστανούς οξειδωμένους ορίζοντες (Εικ. 8).

Στη συνέχεια, πάνω από το στρώμα των ιλύων, επαναλαμβάνεται ένα κροκαλοπαγές στρώμα (δείγμα Π5), πάχους ~ 80cm, με μεταμορφικές και χαλαζιακές κροκάλες, που μεταβαίνει με σαφή διαβάθμιση σε χονδρόκοκκη άμμο (Εικ. 8 και 9).

Ακολουθεί στρώμα ιλύος (δείγμα Π7), πάχους ~ 1,5m με εμφανή φύλλωση (lamination) και πολλαπλούς οξειδωμένους ορίζοντες (Εικ. 10), που είναι παρενστρωμένο με αμμώδη στρώματα (δείγματα Π6 και Π8), πάχους 10 – 15cm. Τα στρώματα αυτά εμφανίζουν διασταυρούμενη στρώση (Εικ. 11 και 12).

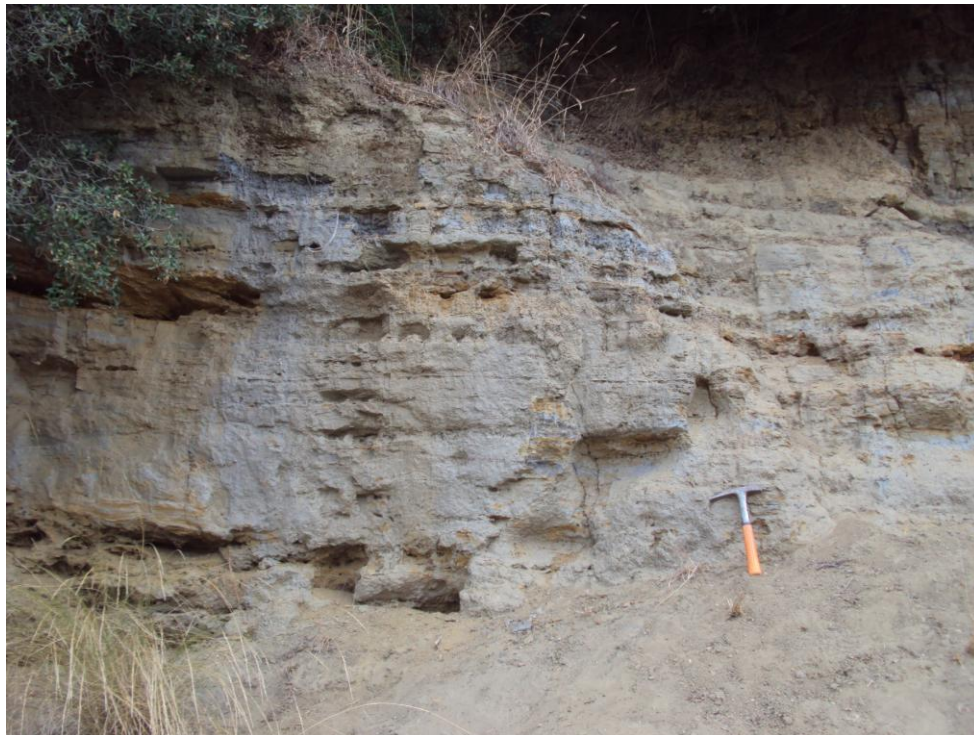


Εικόνα 8. Παχύ στρώμα ιλύος με πολλαπλούς οξειδωμένους ορίζοντες που μεταβαίνει σε κροκαλοπαγές.



Εικόνα 9. Κροκαλοπαγές στρώμα με διαβαθμισμένη στρώση, που ακολουθείται από ιλύες.

Στο ανώτερο τμήμα της τομής επαναλαμβάνονται ιλύες με πολλαπλούς οξειδωμένους ορίζοντες (δείγμα Π9), πάχους ~ 4m (Εικ. 13). Κατά θέσεις επιδεικνύουν ρητιδώσεις και διασταυρούμενη στρώση με συμμετρική μορφή, πιθανώς εξαιτίας επίδρασης κυματισμών (Εικ. 14).



Εικόνα 10. Στρώμα ιλύος με πολλαπλούς οξειδωμένους ορίζοντες.



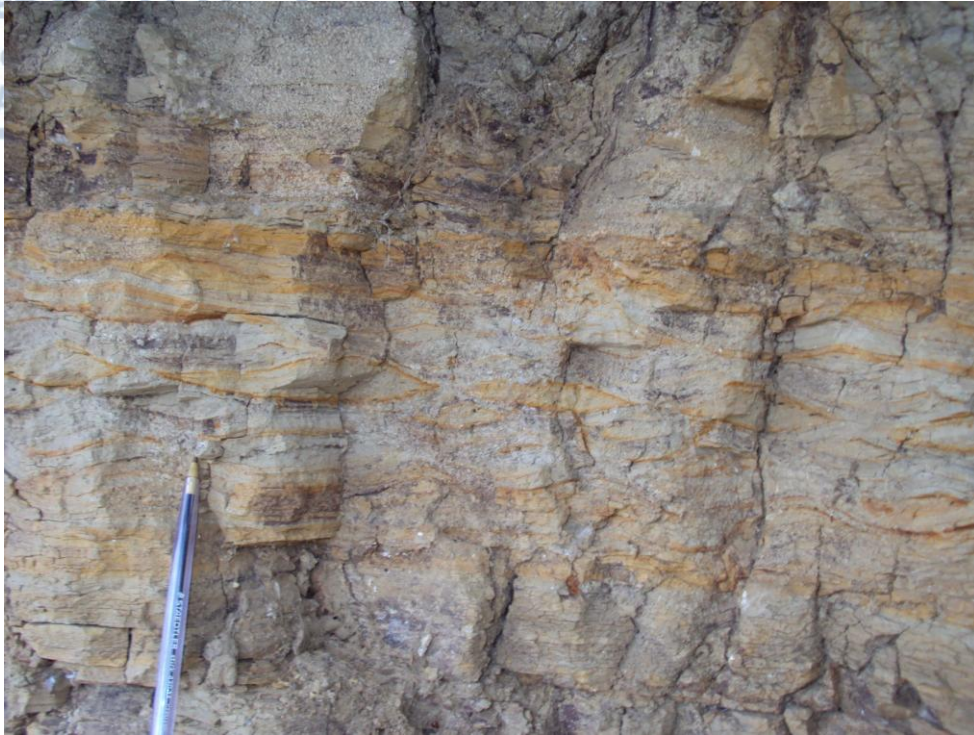
Εικόνα 11. Παρενστρωμένο αμμώδες στρώμα με διασταυρούμενη στρώση.



Εικόνα 12. Παρενστρωμένο αμμώδες στρώμα με διασταυρούμενη στρώση.



Εικόνα 13. Ανώτερο στρώμα ιλύος με πολλαπλούς οξειδωμένους ορίζοντες.



Εικόνα 14. Συμμετρικές ρητιδώσεις στις ανώτερες ιλίες.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

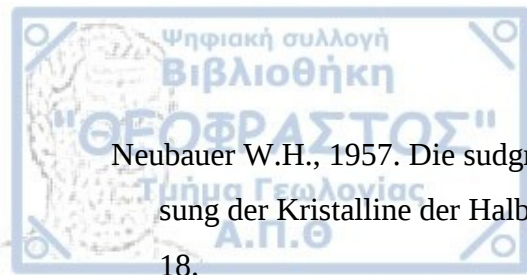
Η υπαίθρια παρατήρηση και η κοκκομετρική ανάλυση δειγμάτων από την πλειστοκαινική ιζηματογενή ακολουθία της Μυγδονιακής Ομάδας, στην δυτική αναβαθμίδα του ρέματος Πλατανόρεμα, νοτίως του χωριού Λαγκαδίκια, δείχνει ότι:

- Οι συνθήκες ιζηματογένεσης μεταβάλλονται μεταξύ δύο κύριων αποθετικών προϊόντων, μίας αδρόκοκκης κροκαλοπαγούς φάσης και μίας λεπτόκοκκης ιλυώδους φάσης.
- Η πετρογραφική εξέταση των κροκαλών, των αδρόκοκκων στρωμάτων δείχνει κυρίως μεταμορφική και δευτερευόντως πυριγενή προέλευση. Συγκεκριμένα, φαίνεται ότι προέρχονται από ραγδαία αποσάθρωση και διάβρωση των μεταμορφωμένων και πυριγενών πετρωμάτων του υποβάθρου.
- Τα κροκαλοπαγή στρώματα ανταποκρίνονται σε ένα χερσοποτάμιο αποθετικό περιβάλλον και αντιστοιχούν σε περιόδους χαμηλής θέσης του τοπικού βασικού επιπέδου, κατά την διαδικασία πλήρωσης της Μυγδονίας λεκάνης με νερό. Ως τοπικό βασικό επίπεδο εννοείται η νοητή επιφάνεια όπου ισορροπούν οι διαβρωτικές και αποθετικές διεργασίες, και στα πλαίσια μιας κλειστής ενδοηπειρωτικής λεκάνης, όπως η Μυγδονία λεκάνη, συμπίπτει με τη στάθμη της λίμνης κατά τα διάφορα στάδια εξέλιξης της..
- Τα ιλυώδη στρώματα ανταποκρίνονται σε ένα λιμναίο αποθετικό περιβάλλον και αντιστοιχούν σε περιόδους υψηλής θέσης του τοπικού βασικού επιπέδου, όπου έχει πλέον διαμορφωθεί η Μυγδονία λίμνη.
- Η παρουσία πολλαπλών οξειδωμένων οριζόντων στα ιλυώδη στρώματα, πιθανώς, σχετίζεται με περιοδική μεταβολή της στάθμης της λίμνης, εξαιτίας κλιματικών παραγόντων με επακόλουθη υπαέρια οξείδωση των ιζημάτων.
- Η παρουσία αμμωδών παρενστρώσεων με διασταυρούμενη στρώση στα ιλυώδη στρώματα, επίσης, αποδεικνύει μεταβολές στη στάθμη της λίμνης που σχετίζονται με κλιματικά αίτια.
- Η επανάληψη της ακολουθίας κροκαλοπαγών – ιλύων (δείγματα Π2 έως Π4 και δείγματα Π5 έως Π9) υποδεικνύει μια ευρεία μεταβολή του τοπικού βασικού επιπέδου σε επίπεδο λεκάνης που οφείλεται, πιθανώς, σε τεκτονικά ή κλιματικά αίτια.

- Δημητριάδης Σ., 1974. Πετρολογική μελέτη των μιγματιτικών γνευσίων και αμφιβολιτών των περιοχών Ρεντίνας - Ασπροβάλτας - Σταυρού - Ολυμπιάδος. Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 232 σ.
- Σαπουντζής Η., 1969. Πετρογραφία και γεωλογική τοποθέτησις των πράσινων γνευσίων της Θεσσαλονίκης. Διδακτορική Διατριβή. Επιστ. Επετ. Σχολ. Φυσ. & Μαθ., Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 11, 20-124.
- Τσιραμπίδης Α., 2008. Ιζηματογενή Πετρώματα. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, 317 σ.
- Ψιλοβίκος Α., 1977. Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης και της λίμνης της Μυγδονίας (Λαγκαδά - Βόλβης). Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 156 σ.

B. Διεθνής

- Folk R. L., Andrews P.B., and Lewis D.W., 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand. N.Z.J. Geol. Geophys. 13, 937-968.
- Jackson M.L., 1974. Soil chemical analysis. Advanced course, 2nd ed. Madison, Wisconsin, 690 p.
- Kockel F., Mollat H., and Walther H., 1971. Geologie des Serbo-macedonischen massivs und seines mesozoischen Rahmens (Nordgriechenland). Hannover, Geol. Jb. 89, 529-551.
- Koufos G., Syrides G., and Koliadimou K., 1989. A new Pleistocene mammal locality from Macedonia (Greece). Contribution to the study of Villafranchian (Villanyian) in Central Macedonia. Bull. Geol. Soc. Greece 23 ; 113-124.
- Koufos G.D., Syrides G.E., Kostopoulos D.S., and Koliadimou K.K., 1995. Preliminary results about the stratigraphy and the palaeoenvironment of Mygdonia Basin, Macedonia, Greece. GEOBIOS, M.S. 18 ; 243-249.
- Mercier J., 1966. Movements orogeniques, epirogeniques et magmatisme d'age Jurassique superieur-eocretace dans les zones internes des Hellenides (Macedoine, Grece). Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn., VIII, 265-278.
- Mercier J., 1968. Etude geologique des zones internes des Hellenides en Macedoine centrale (Grece). 1re These. Ann. Geol. Pays Hellen. 20, 596 p.
- Monod Ol., 1965. Etude geologique du Massif du mont Chortiatis (Macedoine). Γεωλ. & Γεωφ. Μελέται, Αθήναι, Ι.Γ.Ε.Υ., X, 4.



Neubauer W.H., 1957. Die sudgrenze der Rodopen. Ein Beitratz zur stratigraphischen Auflo-
sung der Kristalline der Halbinsel Chalkidikie. Sb. Ak. Wiss., Wien, Abt. 1, 13 d. 166, 1-
18.

Osswald K., 1938. Geologische Geschichte von Griechisch – Nordmakedonien. Denkschr.
Der geol. Landesanstalt von Griechenland. Heft 3, Athen.

Psilovikos A. and Sotiriadis L., 1983. The neotectonic graben complex of the Serbomacedo-
nian massif at the area of Promygdonia Basin in northern Greece. Claust. Geol. Abh. 44 ;
22-52.

Savvaidis A.S., Pedersen L.B., Tsokas G.N., and Dawes G.J., 2000. Structure of the Mygdo-
nia basin (N. Greece) inferred from MT and gravity data .Tectonophysics 317, 171–186.