



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΣΙΔΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΡΒΑΡΑ

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΥΚΛΩΝ
ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗΣ ΤΗΣ ΤΟΜΗΣ ΑΓΓΕΛΟΧΩΡΙΟΥ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2017





ΣΙΔΗΡΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΡΒΑΡΑ

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΥΚΛΩΝ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗΣ
ΤΗΣ ΤΟΜΗΣ ΑΓΓΕΛΟΧΩΡΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας
Τομέας Γεωλογίας

Επιβλέπων Καθηγητής

Αναπλ.Καθηγητής Δημήτρης Σ. Κωστόπουλος

Συνεπιβλέπουσες

Δρ. Καλλιόπη Κολιαδήμου ΕΔΙΠ

Δρ. Ιωάννα Συλβέστρου ΕΔΙΠ



© Βαρβάρα Σιδηροπούλου, Τομέας Γεωλογίας, 2017
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All right reserved.

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΥΚΛΩΝ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣΗΣ ΤΗΣ ΤΟΜΗΣ ΑΓΓΕΛΟΧΩΡΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

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.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία έγινε ανάλυση των ιζημάτων μιας φυσικής τομής δίπλα στην θάλασσα στην τοποθεσία Αγγελοχώρι Θεσσαλονίκης. Μια νέα απολιθωματοφόρα θέση βρέθηκε μέσα στα ιζήματα της φυσικής τομής που συσχετίστηκε με τα απολιθώματα της θέσης «Μεγάλο Έμβολο». Η απολιθωματοφόρα θέση «Μεγάλο Έμβολο» ανήκει στον Σχηματισμό Γωνιάς. Στην παρούσα εργασία έγινε στρωματογραφική ανάλυση των ιζημάτων. Χωρίστηκε και εξετάστηκε σε 7 στρωματογραφικές στήλες. Λήφθηκαν δείγματα και αναλύθηκαν εργαστηριακά. Σκοπός ήταν η κατανόηση του μοντέλου ιζηματογένεσης. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης φάνηκε ότι οι αποθέσεις και το παλαιοπεριβάλλον της θέσης, συσχετίζονται με τον Σχηματισμό Γωνιάς και στους ανώτερους ορίζοντες με τον Σχηματισμό Μουδανιών.



ABSTRACT

In this study, a natural section along the Sea in Aggelochori, NE of Thessaloniki has been analyzed by means of stratigraphy and sedimentology. The site includes at its basal horizons a new fossil vertebrate spot, relative to those of Megalo Emvolo, of Ruscinian age. The section divided in seven succeeded stratigraphic columns which have been studied thoroughly. A further analysis of sedimentological samples has been undertaken in order to reveal the granulometry of particular horizons and the facies in which they have been deposited. The results indicate that the four successive lithostratigraphic units represent a transition from a shallow lake to a fluvial system and they are correlated with the uppermost strata of Gonia Formation and the lower ones of Moudania Formation.



Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Δ.Σ. Κωστόπουλο για την υποστήριξη του και την βοήθεια του καθ' όλη την διάρκεια της διπλωματικής εργασίας.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρ. κ. Κ.Κολιαδήμου για την βοήθεια της σε όλο το τεχνικό κομμάτι της εργαστηριακής ανάλυσης αλλά και την βοήθεια της σε οτιδήποτε παραπάνω χρειάστηκα. Για το εργαστηριακό μέρος της εργασίας θέλω να ευχαριστήσω επίσης και την υποψήφια διδάκτωρ κ. Σ.Δοάνη, που με βοήθησε σε όλες τις εργαστηριακές αναλύσεις στο πρακτικό μέρος, που ήταν αναγκαίο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρ. κ Ι. Συλβέστρου, για την βοήθεια της στην στρωματογραφική ανάλυση, στο υπαίθριο μέρος της εργασίας και τεχνικά αλλά κυρίως για την βοήθεια της στο κομμάτι της επεξήγησης και κατανόησης συνολικά της δουλειάς που πρέπει να γίνεται στην υπαίθρια εργασία.

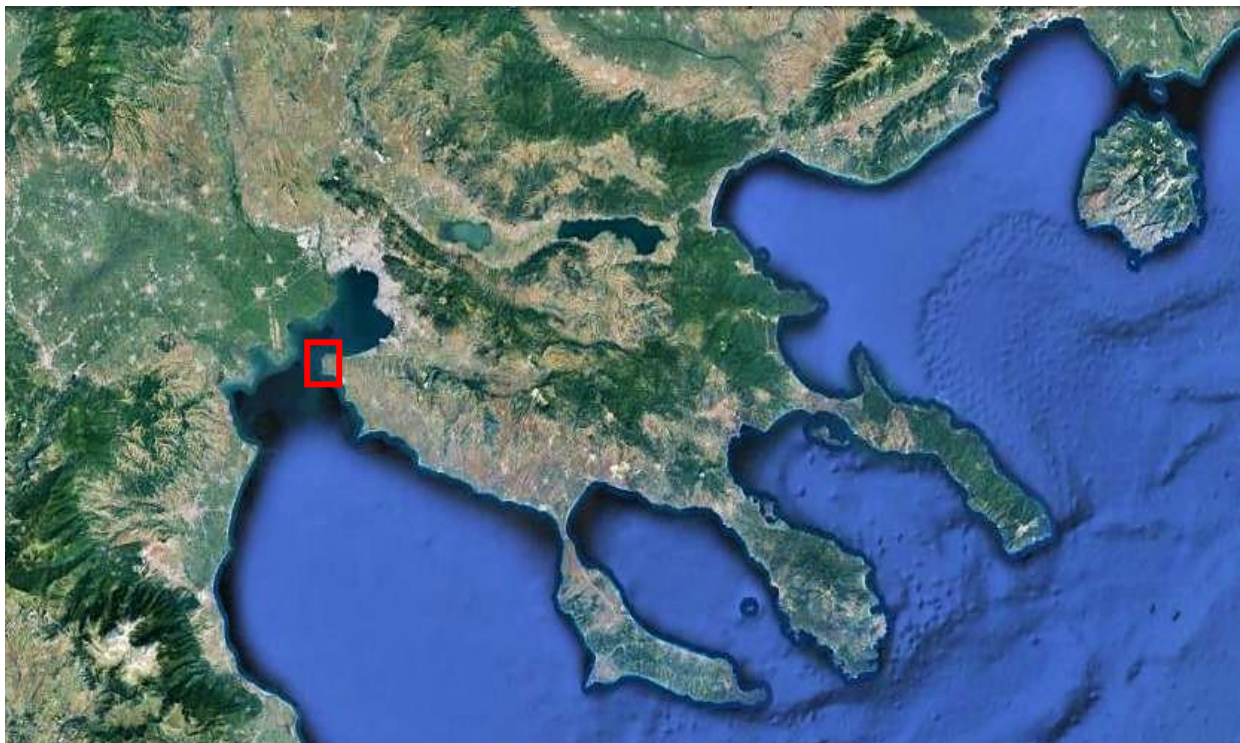


Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1 Σκοπός της εργασίας.....	8
1.2 Γεωλογικά στοιχεία της περιοχής μελέτης.....	9
1.3 Στρωματογραφία Νεογενούς-Τεταρτογενούς της περιοχής μελέτης	11
1.4 Απολιθωματοφόρος θέση Μεγάλου Εμβόλου	17
2ο: ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ	19
2.1 Εργασία πεδίου.....	19
2.2 Εργαστηριακές αναλύσεις.....	22
2.2.1 Μηχανική ανάλυση χονδρόκοκκων υλικών	23
2.2.2 Μηχανική ανάλυση λεπτόκοκκων υλικών	24
Κεφάλαιο 3ο: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	26
3.1 Στρωματογραφικά αποτελέσματα	26
3.2.1 Αποτελέσματα χονδρόκοκκων υλικών	48
3.2.2 Αποτελέσματα λεπτόκοκκων υλικών	52
3.2.3 Δείγμα που ήταν αδύνατη η ανάλυση του	58
Κεφάλαιο 4ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	59
Κεφάλαιο 5ο: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64
Βιβλιογραφία	64

1.1 Σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση και κατανόηση των κύκλων και συνθηκών ιζηματογένεσης που δημιουργήθηκαν κατά τις προηγούμενες γεωλογικές περιόδους στην περιοχή του Αγγελοχωρίου- Μεγάλου Εμβόλου (Σχ.1). Η συγκεκριμένη περιοχή επιλέχθηκε λόγω της παρουσίας της απολιθωματοφόρου θέσης «Μεγάλο Έμβολο» (MEV) και με απώτερο στόχο να συνδυαστούν τα στρωματογραφικά και ιζηματολογικά με τα παλαιοντολογικά δεδομένα και ιδίως με την παρουσία του πρωτεύοντος *Dolichopithecus ruscinensis* (Koufos et al. 1991). Το γένος αυτό είναι γνωστό από το Πλειόκαινο της Ευρώπης και ευρήματα παρόμοια με εκείνα της θέσης MEV του Μεγάλου Εμβόλου έχουν βρεθεί επίσης στη Γερμανία, Γαλλία (Περπινιαν), Ουγγαρία, Ρωσία και Ρουμανία. Η εμφάνιση του *Dolichopithecus ruscinensis* στο Μεγάλο Έμβολο αποτελεί την πρώτη εμφάνιση του γένους στην ανατολική Μεσόγειο (Koufos et al. 1991).



Σχήμα 1. Η περιοχή όπου βρίσκεται η φυσική τομή που μελετήθηκε, στο Αγγελοχώρι της Θεσσαλονίκης.

Μετά το τέλος του Τριτογενούς, η ιζηματογένεση στην ευρύτερη περιοχή υπήρξε πολυποίκιλη λόγω των πολλών αλλαγών του παλαιοπεριβάλλοντος. Βασιζόμενοι σε μια φυσική τομή, επί μέρους στρωματογραφικές στήλες, καθώς και δείγματα που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν ιζηματολογικά στο εργαστήριο γίνεται προσπάθεια, σε συνδυασμό και με την διαθέσιμη βιβλιογραφία, να βγει ένα συμπέρασμα σε σχέση με την ταυτότητα των αποθέσεων, την φάση της εξέλιξης της παλαιολεκάνης Θερμαϊκού- Αξιού στην οποία αντιστοιχούν και τις συνθήκες που επικρατούσαν τότε στην συγκεκριμένη περιοχή.

1.2 Γεωλογικά στοιχεία της περιοχής μελέτης

1) Στοιχεία περιοχής Αγγελοχωρίου:

Το Αγγελοχώρι/ Μεγάλο Έμβολο βρίσκεται στο ΝΔ τμήμα του Νομού Θεσσαλονίκης και ΝΑ της πόλης της Θεσσαλονίκης, στον Δήμο Μηχανιώνας/ Θερμαϊκού (Σχ.1,2). Πιο συγκεκριμένα η περιοχή που μελετήθηκε βρίσκεται στην παραλία του Αγγελοχωρίου και αποτελείται από μια τομή 510m με την αρχή της σε γεωγραφικό πλάτος: $40^{\circ} 30' 6,61''$ Β και γεωγραφικό μήκος: $22^{\circ} 48' 59,49''$ Α και το τέλος της σε γεωγραφικό πλάτος: $40^{\circ} 29' 50,80''$ Β και γεωγραφικό μήκος: $22^{\circ} 49' 2,68''$ Α (Σχ. 2). Η φυσική τομή έχει προσανατολισμό ΒΒΑ-ΝΝΔ και γεωλογικά η περιοχή ανήκει στην λεκάνη του Θερμαϊκού- Αξιού.



Σχήμα 2. Η εμφάνιση της φυσικής τομής στην παραλία του Αγγελοχωρίου. Φαίνονται η αρχή και το τέλος της.

Το υπόβαθρο της περιοχής μελέτης ανήκει στη ζώνη του Αξιού και στην υποζώνη της Παιονίας και δέχτηκε την ορογενετική διαδικασία που συνέβη στον Ελλαδικό χώρο, κατά τους ύστερους Αλπικούς χρόνους (Μουντράκης 2010, Συρίδης 1990). Η ολοκλήρωση της ορογενετικής διαδικασίας λαμβάνει χώρα στο Τριτογενές με την τελική ανάδυση του ορογενούς και τη χέρσωση της περιοχής (Μουντράκης 2010).

Έπειτα από την ολοκλήρωση της ορογένεσης, στο Τριτογενές, ξεκινάει έντονη τεκτονική δραστηριότητα στον Ελλαδικό χώρο, ενώ αρχίζουν να δημιουργούνται αύλακες μέσα στις οποίες αποτίθενται μολассικού τύπου ιζήματα. Μια από αυτές είναι και η μολассική αύλακα του Αξιού στην οποία αποτίθενται Άνω Ηωκαινικά έως Κάτω Ολιγοκαινικά μολассικά ιζήματα (Συρίδης 1990). Ο χώρος της αύλακας τους Αξιού, πιθανά να εκτεινόταν από την Σερβομακεδονική μέχρι και την Πελαγονική ενώ υπάρχουν εμφανίσεις της στην

υποζώνη Παιονίας (Μουντράκης 2010). Τα μολασσικά ιζήματα εντοπίστηκαν με υποθαλάσσιες γεωτρήσεις στον χώρο του Θερμαϊκού κόλπου καθώς και στην Επανομή της Θεσσαλονίκης ενώ οι Stoykova et al. (2012) και Lazaridis (2015) αναφέρουν αντίστοιχα ιζήματα εκτεθειμένα στη χέρσο στην περιοχή της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Η μολασσική ιζηματογένεση της αύλακας του Αξιού αποτελούνταν από διάφορες φάσεις με θαλάσσια (πελαγική- νηριτική), έως λιμναία χερσαία πετρώματα: ψαμμιτικά, μαργαϊκά, κροκαλοπαγή, λατυποπαγή και ασβεστολιθικά ηλικίας Άνω Ηώκαινου έως Κάτω Μειόκαινου (Μουντράκης 2010). Η ακολουθία αυτών των πετρωμάτων είναι τοποθετημένη με επικλυσιογενή ασυμφωνία πάνω στα αλπικά πετρώματα της Παιονίας.

Από το Κ-Μ.Μειόκαινο και έπειτα, φαίνεται να δημιουργείται τεκτονικά η ευρύτερη λεκάνη του Αξιού-Θερμαϊκού στην οποία, αποτίθενται ιζήματα του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς μέσα στις λεκάνες, ταφρογενείς- τεκτονικές ή όχι, που σχηματίστηκαν τότε (Μουντράκης, 2010).

Η λεκάνη του Αξιού- Θερμαϊκού, έχει μεγάλο πλάτος και διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Αναπτύσσεται πάνω στο αλπικό υπόβαθρο της ζώνης του Αξιού καθώς και στην υπερκείμενη της ζώνης, μολασσική αύλακα του Αξιού (Μουντράκης 2010). Το κάλυμμα ιζημάτων πάχους έως 4Km της τάφρου αποτελείται από αργίλους, άμμους, μάργες, ιλύες, μαζώδεις ασβεστόλιθους (Συρίδης 1990). Η γεωλογική αποτύπωση της περιοχής φαίνεται στο φύλλο «Θεσσαλονίκη» του Ι.Γ.Μ.Ε. (Σχ.3).

Συνοψίζοντας, η περιοχή μελέτης, με βάση και τα παραπάνω φαίνεται να υπέστη τις παρακάτω φάσεις κατά την εξέλιξη της:

- 1) Τεκτονισμός και δημιουργία της λεκάνης Θερμαϊκού- Αξιού επί του προ- Νεογενούς υποβάθρου της ζώνης του Αξιού και συγκεκριμένα της υποζώνης Παιονίας.
- 2) Απόθεση μολασσικών ιζημάτων.
- 3) Χέρσευση, διάβρωση και τεκτονισμός.
- 4) Δημιουργία λιμναίου περιβάλλοντος σε επικοινωνία με την θάλασσα και εξέλιξη σε πολυσύνθετο ποταμολιμναίο περιβάλλον με υφάλμυρες συνθήκες και απόθεση απολιθωματοφόρων ιζημάτων κατά θέσεις.
- 5) Εξέλιξη σε ποταμολιμναίο χωρίς επικοινωνία με την θάλασσα και έπειτα σε ποταμοχειμνάριο περιβάλλον με απόθεση ανθρακικών, αργιλικών και κλαστικών ιζημάτων.
- 6) Δεύτερη χέρσευση της περιοχής.
- 7) Εφελκυστική τεκτονική και ρηγμάτωση της περιοχής κατά το Τεταρτογενές, καθώς και μερική είσοδος της θάλασσας.

της πόλης της Θεσσαλονίκης και μέχρι και το πρώτο πόδι της Κασσάνδρας της Χερσονήσου της Χαλκιδικής κατά το Νεογενές-Τεταρτογενές λαμβάνουν χώρα μία σειρά από γεωλογικά γεγονότα και αντίστοιχα εμφανίζονται διαδοχικοί χερσαίοι σχηματισμοί που από τους παλαιότερους προς τους νεότερους έχουν ως εξής:

1) Κάτω Μειόκαινο- Μέσο Μειόκαινο

Αυτή την περίοδο λαμβάνει χώρα τεκτονική δράση στην περιοχή και κατά αυτόν τον τρόπο δημιουργείται η λεκάνη Θερμαϊκού- Αξιού. Με την βύθιση της λεκάνης αλλάζει το βασικό επίπεδο, και αποτίθενται τα τελευταία μολассικού τύπου ιζήματα που καλύπτουν το προ-Νεογενές υπόβαθρο. Σχετικά πρόσφατα, οι Stoykova et al. (2012) όρισαν έναν ακόμα σχηματισμό, παλαιότερο από αυτούς που έχει υποδιαιρέσει ο (Συρίδης 1990) στην περιοχή, τον Σχηματισμό Σίβηρης, ο οποίος είναι μολассικός και η ηλικία του θεωρείται ως Α.Ολιγόκαινο- Κ.Μειόκαινο. Μετά το πέρας την απόθεσης των παραπάνω ιζημάτων ξεκινάει ένας νέος κύκλος ιζηματογένεσης. Μεγάλες ποσότητες κλαστικών υλικών αμφίπλευρης τροφοδοσίας πληρώνουν τη λεκάνη (Συρίδης 1990).

Σχηματισμός Αντωνίου: Στην περιοχή της Δ. Χαλκιδικής εντοπίζεται επιφανειακά ο σχηματισμός του Αντωνίου. Είναι ο κατώτερος καθώς και παλαιότερος σχηματισμός του Νεογενούς καλύμματος που υπάρχει στην περιοχή. Τα ιζήματα αποτέθηκαν αμέσως μετά τον σχηματισμό της λεκάνης, φτάνουν σε υψόμετρο μέχρι και τα 200m περίπου και βρίσκονται τοποθετημένα πάνω σε μεσοζωικούς ασβεστόλιθους της Παιονίας ή/και στον γρανίτη του Μονοπήγαδου (Συρίδης 1990), ενώ οι Λαζαρίδης (2015), και Lazaridis et al. (2017) τα εντοπίζουν και επί των μολассικών ιζημάτων στην περιοχή της Σίβηρης. Ακόμα εμφανίζεται ΒΑ του βουνού Κατσίκας.

Η προέλευση των ιζημάτων που πλήρωσαν την λεκάνη ήταν από τα ΒΔ περιθώρια της, πιθανά από τον Φανό του Κιλκίς. Υπάρχουν χαρακτήρες απόθεσης, όπως αποστρογγυλεμένες κροκάλες, και κακής ταξινόμησης άμμοι με διασταυρούμενη στρώση που οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το περιβάλλον ήταν ποταμοχειμμάρειο πιθανά με περιοδικής ροής και μεγάλης μεταφορικής ικανότητας ρεύματα (Συρίδης 1990).

26km νότια της Θεσσαλονίκης, στον δρόμο ανάμεσα στα χωριά Σουρωτή και Αγ. Αντώνιος (23.00°B, 40.30°A) βρέθηκε η απολιθωματοφόρος θέση «Αντώνιος» (ANT). Πρόκειται για απολιθώματα θηλαστικών που βρέθηκαν μέσα σε ρωγμές πλήρωσης σε καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους του Μεσοζωικού που καλύπτονται από τις πρώτες αποθέσεις, δηλαδή τα κλαστικά ιζήματα του σχηματισμού Αντωνίου (Koufos et al. 1997). Τα ιζήματα, αφού πρώτα πλήρωσαν τα καρστικά έγκοιλα, συνέχισαν να αποτίθενται και κάλυψαν τους ασβεστόλιθους (Koufos et al. 1997). Η πανίδα μικρών και μεγαλύτερων θηλαστικών που ανακαλύφθηκε αποτελείται από: *Insectivora indet*, *Megacriceton primitivus*, *Cricetodon meini*, *Democricetodon mutilus*, *Mastodon* sp., *Pseudaelurus* cf. *lorteti*, *Pseudaelurus quadridentatus*, *Bunolistriodon lockharti*, *Sanitherium*, *Eotragus* sp., *Dorcatherium* cf. *peneckeii*, *Dorcatherium* sp. (small sized), *Palaeomeryx* cf. *kaupi*. (Vasileiadou and Koufos, 2005) και βοηθάει στην άμεση χρονική τοποθέτηση της βάσης του Σχηματισμού του Αντωνίου στο όριο των MN4/5 βιοζωνών, στο Κάτω-Μέσο Μειόκαινο (Koufos, 2007, Koufos and Syrides, 1997, Vasileiadou and Koufos, 2005).

2) Άνω Μειόκαινο (Βαλλέζιο- Κατώτερο Τουρόλιο)

Χαρακτηριστικό της περιόδου στην περιοχή της λεκάνης είναι η απόθεση επί του Σχηματισμού Αντωνίου μεγάλης έκτασης ερυθροστρωμάτων (Σχηματισμός Τρίγλιας), κυρίως στα ανατολικά περιθώρια της λεκάνης, στα οποία εντοπίζονται πλούσιες πανίδες σπονδυλωτών (Συρίδης 1990, Λαζαρίδης 2015). Η απόθεση τους δείχνει εναλλασσόμενες θερμές-υγρές με θερμές ξηρές συνθήκες εκείνης της περιόδου. Η ηλικία τους προσδιορίστηκε από τα απολιθώματα που βρέθηκαν κατά θέσεις μέσα στα ιζήματα. Στον σχηματισμό της Τρίγλιας βρίσκεται η απολιθωματοφόρος θέση TRG σε ερυθροστρώματα και περιέχει πανίδα θηλαστικών ηλικίας Κατώτερου Τουρόλιου. Αντίστοιχα, στην θέση Κρυοπηγή της Χαλκιδικής, μέσα στα ερυθροστρώματα του Σχηματισμού Τρίγλιας, βρέθηκε η απολιθωματοφόρος θέση (KRY) με πανίδα μεγάλων θηλαστικών ηλικίας Ανώτερου Μειοκαίνου. Τα κύρια θηλαστικά που βρέθηκαν ήταν ιπάρια και βοοειδή ενώ υπήρχε και παρουσία σαρκοφάγων (Λαζαρίδης, 2015) Τα μεσαία και μικρά θηλαστικά είναι πολύ λιγότερα από τα μεγάλα και αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα για ανοιχτό, θερμό και ξηρό περιβάλλον με συνθήκες σαβάνας (Συρίδης, 1990, Λαζαρίδης 2015). Η πανίδα της KRY περιλαμβάνει: *Mesopithecus pentelicus*, *Adcrocuta eximia*, *Hyaenictitherium wongii*, *Plioviverrops orbigny*, *Metailurus parvulus*, *Amphimachairodus giganteus*, *Promephitis lartetii*, *Choerolophodon pentelici*, *Propotamochoerus aegaeus*, *Microstonyx major*, *Hipparion phlegrae*, cf. *H. brachypus*, *C. aff. nikosi*, *Palaeotragus rouenii*, *Helladotherium duvernoyi*, *Gazella pilgrimi*, *Gazella capricornis*, *Nisidorcas planicornis*, *Prostrepsiceros axiosiminus*, *Helladorcas* sp., *Skoufotragus* sp., *Tragoportax amalthea*, *Hystrix (Hystrix) primigenia*, *Occitanomys* sp., *Varanussp.*, *Titanochelon* sp., *Otishellenica*, *Bovidae* indet., *Lagomorpha* indet.

3) Ανώτερο Μειόκαινο (Τουρόλιο)

Την περίοδο αυτή ανοίγει διάυλος επικοινωνίας και η λεκάνη Θερμαϊκού- Αξιού έρχεται σε επικοινωνία με την Ευξεινική λεκάνη. Πιθανά ο διάυλος επικοινωνίας και η είσοδος του νερού να έγινε από τα νότια του Θερμαϊκού, γιατί σε αυτή την περιοχή υπήρξε η μεγαλύτερη βύθιση της παλαιολέκανης και μάλλον από αυτή τη θέση έγινε η είσοδος της Παρατηθύος (Συρίδης 1990). Αποτέλεσμα αυτής της επικοινωνίας είναι ο σχηματισμός υφάλμυρης λίμνης με χαρακτηρίστηκες πανίδες από μαλάκια. Οι ίδιες πανίδες εμφανίζονται και στο δυτικό περιθώριο της λεκάνης στην περιοχή της Κατερίνης, καθώς παρόμοια είναι και τα απολιθωματοφόρα ιζήματα, αργιλικά και αμμώδη του Σχηματισμού Σφενδάμης (Συλβέστρου 2002). Από αυτά τα δεδομένα συμπεραίνεται ότι η θάλασσα εισχώρησε σε ολόκληρη την έκταση της λεκάνης και ότι υπήρξε επικοινωνία της λίμνης με την αρχική θάλασσα και μετέπειτα διαφοροποίηση της σε λιμνοθάλασσα. Φαίνεται από την ευρεία εξάπλωση της απολιθωματοφόρου αργίλου, ότι κατά την περίοδο αυτή υπήρξε τεκτονική ηρεμία και σταθερές κλιματικές συνθήκες. Το κλαστικό υλικό έχει πολύ μικρότερο μέγεθος από τις προηγούμενες εξελικτικές φάσεις, κάτι που δείχνει ότι το ανάγλυφο της περιοχής ήταν πλέον πιο ήπιο. Στο τέλος αυτής της φάσης η επικοινωνία της λεκάνης Θερμαϊκού-Αξιού με τη Ευξεινική λεκάνη διακόπτεται, με αποτέλεσμα τα νερά να μεταβούν από υφάλμυρα σε γλυκά αφού πλέον το προσφερόμενο νερό ήταν μόνο το ποτάμιο.

Σχηματισμός Τριλόφου: Ο Σχηματισμός Τριλόφου, υπέρκειται του Σχηματισμού της

Τρίγλιας ενώ υπόκειται αυτού της Γωνιάς. Εμφανίζεται στη νότια πλευρά του Ανθεμούντα κυρίως ενώ παρατηρούνται και κάποιες εμφανίσεις του στην Κασσάνδρα (Συρίδης 1990). Τα ιζήματα που αποτελούν αυτόν τον σχηματισμό είναι άμμοι, άργιλοι και ασβεστόλιθοι πάχους 40-60m, στα οποία υπάρχουν απολιθώματα τόσο γλυκίων (*Planorbis* sp., *Theodoxus*, *Unio*) όσο και υφάλμυρων υδάτων (*Limnocardidae*- *Dreissenidae*).

Στην Δ. Χαλκιδική ο σχηματισμός αυτός συνίσταται, από κάτω προς τα πάνω από: άμμους-ψαμμίτες, άργιλους, άμμους, ασβεστόλιθους και πάλι άμμους. Επίσης, στις θέσεις των περιθωρίων απόθεσης της λεκάνης παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στα ιζήματα. Τα χαρακτηριστικά των ιζημάτων μαρτυρούν ένα πολυσύνθετο ποταμολιμναίο περιβάλλον απόθεσης που έχει μικρές χερσεύσεις καθώς και υφάλμυρα περιβάλλοντα κατά θέσεις (Συρίδης 1990). Τα υλικά που αποτίθενται μεταφέρονται με ποταμοχειμάρρειες διαδικασίες. Πιο συγκεκριμένα αναμειγνύονται *Limnocardidae*-*Dreissenidae* με *Theodoxus* και *Unio* κάτι που δείχνει πιθανή μεταφορά ιζημάτων με ποταμοχειμάρρειες διεργασίες σε ένα λιμναίο-αβαθές περιβάλλον. Αντίστοιχα στην περιοχή της Κατερίνης οι αντίστοιχης ηλικίας και λιθολογίας απολιθωματοφόροι άργιλοι και άμμοι του Σχηματισμού Σφενδάμης περιέχουν κατά θέσεις: *Melanopsis* sp., *Congerina/Dreissena*, *Theodoxus* sp., *Abra* sp., *Planorbis* sp., *Lymnaea* sp., *Limnocardidae*, *Purgula* sp., *Hydrobia* sp., *Parvivemus widhalm*, *Pseudoprosodacna littoralis* (Συλβέστρου 2002). Φαίνεται, ότι τα απολιθώματα είναι αντίστοιχων φάσεων (γλυκών και υφάλμυρων υδάτων), καθώς όμοια είναι και τα ιζήματα που αποτέθηκαν αυτό το χρονικό διάστημα και συνεπώς η είσοδος και η επικοινωνία της θάλασσας με την παλαιολεκάνη αυτήν την περίοδο, είχε επηρεάσει όλο το εύρος της, από τα δυτικά περιθώρια (Κατερίνη) μέχρι τα ανατολικά (Δ.Χαλκιδική). Τέλος απολιθωματοφόροι άμμοι, στον σχηματισμό Τριλόφου, μαζί με κροκάλες κατά θέσεις δείχνουν υλικό που μεταφέρθηκε από περιφερειακούς ποταμούς σε λιμναίο περιβάλλον. Αυτό φαίνεται και από την διαβάθμιση που υπάρχει από την άργιλο στην άμμο κατά την μετάβαση σε ανώτερους στρωματογραφικούς ορίζοντες (Συρίδης 1990).

Τα ανώτερα στρώματα αποτελούνται από άμμους, ψαμμίτες, κροκάλες και ερυθροστρώματα σε μεγάλη έκταση ενώ τα απολιθώματα εξαφανίζονται προς το τέλος του σχηματισμού Τριλόφου. Η μετάβαση προς τον επόμενο σχηματισμό γίνεται βαθμιαία.

4) Πλειόκαινο (Ρουσίνιο)

Η περιοχή μεταβαίνει από λιμναία σε ποταμολιμναία. Το τέλος της προηγούμενης εξελικτικής φάσης και η αρχή αυτής, χαρακτηρίζεται από την εξαφάνιση των πανίδων των μαλακίων υφάλμυρων νερών. Δημιουργείται στην περιοχή ποταμολιμναίο περιβάλλον, πιθανόν σε μη σταθερές συνθήκες (Συρίδης 1990). Από την Αλμωπία και τον Φανό του Κιλκίς κύρια, και γενικότερα από τα περιθώρια της λεκάνης, μεταφέρονται από τα ρεύματα κλαστικά υλικά, τα οποία αποτίθενται στην λεκάνη. Φαίνεται ότι η περιοχή εξακολουθούσε να έχει σχετικά ήπιο ανάγλυφο γιατί τα κλαστικά φτάνουν μέχρι και την Καλλικράτεια. Η συνθήκη αυτή φανερώνει ότι δεν υπήρχαν πολλά εμπόδια που να σταματούν την μεταφορά των ιζημάτων σε αυτήν την διαδρομή.

Γενικότερα, υπάρχει περιοδικότητα στην τροφοδοσία και με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται εναλλασσόμενες αποθέσεις άμμων, άργιλων, κροκαλών και μαργών. Μέσα στην λεκάνη αρχικά δημιουργούνται αβαθείς λίμνες που είναι μικρές, στην συνέχεια όμως διευρύνονται κυρίως στο χώρο της Δ. Χαλκιδικής. Αρχίζει έπειτα από την επέκτασή τους να αποτίθεται σε αυτές μαργαϊκός ασβεστόλιθος που μαρτυρά τα αβαθή και λιμναία

περιβάλλοντα που καταλάμβαναν μεγάλες εκτάσεις. Τέλος, στους ανώτερους ορίζοντες αποτίθενται ποταμοχειμάρεια ιζήματα, αρχικά ως φακοί από ερυθροστρώματα, οι οποίοι γίνονται όλο και συχνότεροι κατά την μετάβαση σε ανώτερες στρωματογραφικές θέσεις και υποδηλώνοντας την πιθανότητα ύπαρξης μικρών σε έκταση χερσαίων τμημάτων.

Σχηματισμός Γωνιάς: Έχει αποθεθεί πάνω στον σχηματισμό Τριλόφου με διαβαθμισμένη μετάβαση. Όγκος ιζημάτων του σχηματισμού, βρίσκεται ΝΑ της Θεσσαλονίκης και στο Μεγάλο Έμβολο. Υπόκειται του σχηματισμού Μουδανιών. Παρουσιάζει ποικιλία ιζημάτων όπως άμμοι, ψαμμίτες, άργιλοι, κροκαλοπαγή, μάργες, ασβεστόλιθοι ενώ υπάρχουν αρκετές δομές στην στρώση όπως διασταυρούμενη, μαζώδης ή παράλληλη. Το πάχος εκτιμάται στα 100-150m. Χαρακτηριστικό είναι ότι μέσα στα ιζήματα παρεμβάλλονται 3 στρώματα μαζώδων-τοφωδών ασβεστόλιθων. Από τον Συρίδη (1990) γίνεται διαίρεση του σχηματισμού σε τρία μέλη από κάτω προς τα πάνω:

- 1) Μέλος Σιλάτων
- 2) Μέλος Ροδόκηπου
- 3) Μέλος Καλλικράτειας

Ο σχηματισμός περιέχει ηφαιστειακές κροκάλες που είναι όμοιες με τα ηφαιστειακά της Αλμωπίας. Βρέθηκαν σε στρώματα άμμων με διασταυρούμενη στρώση και δείχνουν μεταφορά με ποταμοχειμάρρειες διεργασίες. Αντίστοιχος σχηματισμός υπάρχει και στην λεκάνη της Κατερίνης, ο Σχηματισμός Μακρύγιαλου, ο οποίος περιέχει αργίλους, άμμους, κροκαλοπαγή και ψαμμίτες σε εναλλαγές αλλά και σημαντική ποσότητα ηφαιστειακού υλικού μέσα στα ιζήματα. Το περιβάλλον του σχηματισμού είναι ποταμολιμναίο- ποτάμιο και η ροή της τροφοδοσίας είναι από τα ΒΔ προς τα ΝΑ στο βόρειο τμήμα της λεκάνης της Κατερίνης. (Συλβέστρου, 2002). Στα ανώτερα στρώματα του Σχηματισμού Μακρύγιαλου εντοπίστηκε χαρακτηριστικός λευκός τοφωδής ορίζοντας πάχους 30cm από την Συλβέστρου (2002) και υπάρχει σε όλο το μήκος της εθνικής οδού μέχρι την Θεσσαλονίκη. Ο ορίζοντας αυτός φαίνεται να "συνυπάρχει" με ένα ροδόχρωμο κατώτερο ηφαιστειακό στρώμα πάχους μέχρι 15cm (Συλβέστρου 2002). Ηφαιστειακός ορίζοντας με παρόμοια χαρακτηριστικά βρέθηκε και στα ανώτερα στρώματα της τομής που εξετάζεται.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά των σχηματισμών μαρτυρούν ένα πιθανά ποταμολιμναίο περιβάλλον με μεγάλες διακυμάνσεις και διαφοροποιήσεις κατά θέσεις που οφείλονται στην διακύμανση της τροφοδοσίας του υλικού. Χαρακτηριστικές είναι οι εναλλαγές χονδρόκοκκων με λεπτόκοκκα ιζήματα, άμμοι και ψαμμίτες εναλλάσσονται με αργίλους και μάργες.

Η τόσο μεγάλη ποικιλία των ιζημάτων δείχνει και αρκετά διαφορετικά μεταξύ τους περιβάλλοντα μέσα στην ίδια παλαιολεκάνη, λόγω της περιοδικής τροφοδοσίας υλικού κατά θέσεις. Στα ανώτερα στρώματα του σχηματισμού υπάρχει απόθεση φακών ερυθροστρωμάτων κατά θέσεις, δείχνοντας την χέρσωση της λεκάνης στις θέσεις αυτές.

Η απολιθωματοφόρος θέση μικροθηλαστικών «Σίλατα» (SLT) που στρωματογραφικά τοποθετείται στο κατώτερο Μέλος Σιλάτων του Σχηματισμού Γωνιάς περιλαμβάνει τα είδη: *Vespertilionidae* sp., *Amblyeoptus* cf. *jessiae*, *Erinaceus* sp., *Asoriculus gibberodon*, *Deinsdorfia kerkhoffi*, *Occitanomys brailloni*, *Apodemus dominans*, *Apodemus garafensis*, *Micromys* cf. *paricioi*, *Mesocricetus primitivus*, *Piopetautista dehneli*, *Spermophilinus* cf. *turolensis*, *Myomimus maritsensis*, *Piospalax* cf. *macoveii*, *Prolagus michauxi*, *Leporidae* indet. και χρονολογεί την βάση του σχηματισμού στο όριο Τουρόλιου-Ρουσίνιου (Μειόκαινο-Πλειόκαινο) (Vasileiadou et al., 2003). Η ύπαρξη απολιθωμάτων από μαλάκια

γλυκών υδάτων αλλά και τα ποσοστά λιγνιτικών στοιχείων επιβεβαιώνουν την ύπαρξη λίμνης στην περιοχή. Το παλαιοπεριβάλλον φαίνεται να ήταν ξηρό και ανοιχτό ενώ κατά θέσεις κυρίως γύρω από την λίμνη υπήρχε πυκνή βλάστηση (Vasileiadou et al., 2003).

5) Α.Πλειόκαινο- Κ.Πλειστόκαινο (Βιλλαφράγκιο)

Κατά την περίοδο αυτή υπάρχει ανάπτυξη και διεύρυνση των περιβαλλοντικών συνθηκών που είχαν αρχίσει να λειτουργούν ήδη από προηγούμενες περιόδους. Υπάρχει διάβρωση των υποκείμενων ιζημάτων και ταυτόχρονη απόθεση των ερυθροστρωμάτων ως κάλυμμα. Το κάλυμμα αυτό περιέχει φακούς από άμμους κροκάλες ψαμμίτες, και καλύπτει κυρίως τον χώρο της Δ. Χαλκιδικής, δηλαδή την ανατολική πλευρά της λεκάνης. Από την απόθεση των ερυθροστρωμάτων που περιγράφηκε, γίνεται κατανοητό ότι κατά την διάρκεια του Πλειο-Πλειστόκαινου επικρατούσαν θερμές και ξηρές συνθήκες οι οποίες εναλλάσσονταν κατά διαστήματα με υγρές, στην περιοχή του Β. Αιγαίου.

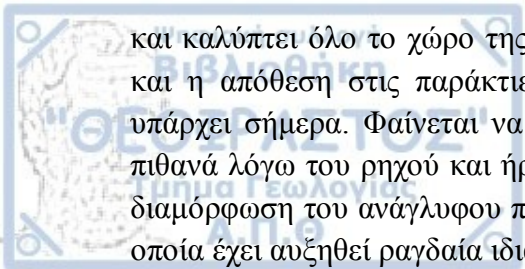
Σχηματισμός Μουδανιών: Τοποθετείται πάνω στον Σχηματισμό Γωνιάς και ανάμεσά τους υπάρχει επιφάνεια διάβρωσης. Υπόκειται του Σχηματισμού Ελαιοχωρίων. Εμφανίζεται ανατολικά του σχηματισμού Γωνιάς και έχει πάχος περίπου 200m. Τα ιζήματα που συνιστούν αυτόν τον σχηματισμό είναι ερυθροστρώματα σε εναλλαγές με φακούς κροκαλών, ψαμμιτών και άμμων σε παράλληλη στρώση, ενώ παρατηρούνται αμμούχοι- ιλυούχοι άργιλοι. Πολλές φορές συγχέονται με τα ιζήματα του σχηματισμού της Τρίγλιας, Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το περιβάλλον ήταν χερσαίο έως χερσοποτάμιο με οξειδωτικές συνθήκες ενώ λάμβαναν χώρα διεργασίες των ποταμών που καθιστούσαν το ανάγλυφο πιο ήπιο και δημιουργούσαν και αναβαθμίδες. Ο σχηματισμός έχει μεγάλη εξάπλωση φτάνοντας μέχρι και τα όρια της παλαιολεκάνης, ενώ κατά θέσεις τοποθετείται όχι μόνο πάνω στον Σχηματισμό Γωνιάς αλλά και σε αυτόν του Τριλόφου.

Γενικότερα, γίνεται κατανοητό, ότι μετά την απόθεση του Σχηματισμού Γωνιάς, η περιοχή χερσεύει, διαβρώνεται και αρχίζουν να αποτίθενται τα ερυθροστρώματα του Σχηματισμού των Μουδανιών. Τα ρηγματωμένα κατά θέσεις ιζήματα δείχνουν τεκτονική δραστηριότητα την περίοδο αυτή.

6) Κ.-Μ. Πλειστόκαινο- Σήμερα

Έπειτα από την απόθεση του καλύμματος των ερυθροστρωμάτων, διατηρείται το χερσαίο περιβάλλον στην λεκάνη. Το ανάγλυφο που υπήρχε κατά τις προηγούμενες περιόδους μεταβάλλεται κατά το Κ.-Μ. Πλειστόκαινο, εξαιτίας έντονης τεκτονικής δραστηριότητας που αναπτύσσεται. Στην περιοχή επικρατεί εφελκυστικό πεδίο τάσεων και δημιουργούνται κατεξοχήν κανονικά ρήγματα. Η περιοχή ρηγματώνεται, με τα διάφορα τεμάχια να ακολουθούν κινήσεις κατακόρυφες και να δημιουργούν τις λεκάνες-βυθίσματα του Ανθεμούντα, του Θερμαϊκού Κόλπου, του Τορωναίου Κόλπου και του Σιγγιτικού Κόλπου. Επίσης δημιουργούν τα τεκτονικά κέρατα της Κασσάνδρας, της Σιθωνίας και του Αγ. Όρους (Συρίδης 1990). Πιθανά στην τεκτονική αυτή να οφείλονται και οι θερμές πηγές που δημιουργήθηκαν, με απόθεση τραβερτινών και ασβεστιτικών τόφων, η οποία εξασθένησε στο πέραςμα του χρόνου.

Στο Α. Πλειστόκαινο στα τμήματα που βυθίστηκαν προηγούμενα, εισέρχεται η θάλασσα

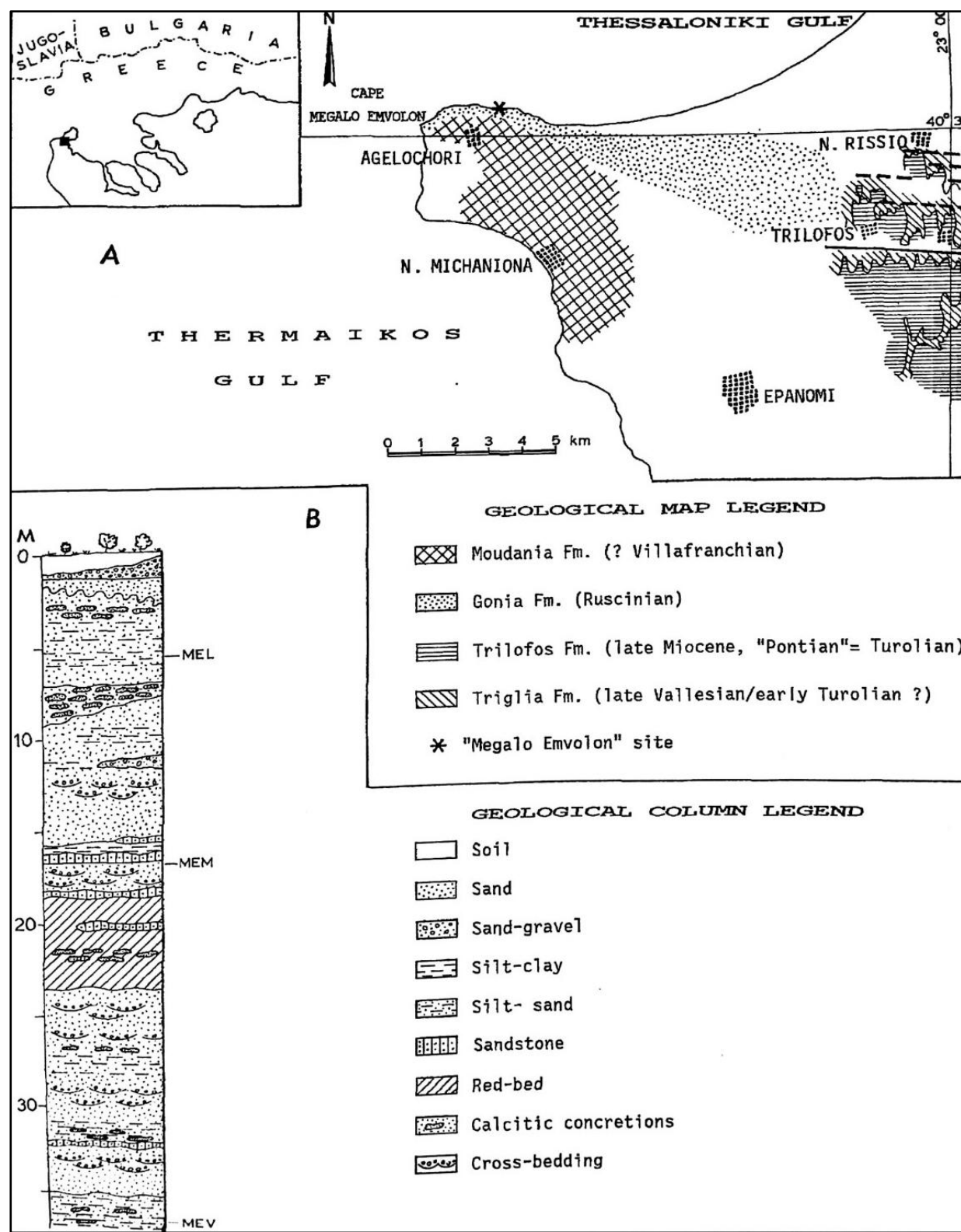


και καλύπτει όλο το χώρο της σημερινής πεδιάδας του Αξιού. Έπειτα ξεκινά η διάβρωση και η απόθεση στις παράκτιες περιοχές και διαμορφώνεται περίπου το ανάγλυφο που υπάρχει σήμερα. Φαίνεται να υπήρξε έντονη απόθεση στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, πιθανά λόγω του ρηχού και ήρεμου περιβάλλοντος που δημιουργήθηκε. Ρόλο στην τελική διαμόρφωση του ανάγλυφου πέρα από τα παραπάνω παίζει και η ανθρώπινη παρέμβαση η οποία έχει αυξηθεί ραγδαία ιδιαίτερα τους τελευταίους αιώνες.

1.4 Απολιθωματοφόρος θέση Μεγάλου Εμβόλου

Οι αποθέσεις της περιοχής του Μεγάλου Εμβόλου συσχετίζονται με αυτές του Σχηματισμού Γωνιάς (Koufos et al. 1991) και από τους κατώτερους προς τους ανώτερους ορίζοντες αποτελούνται από άμμους, άμμους με διασταυρούμενη στρώση, αργίλους και ερυθροστρώματα. Στους ορίζοντες αυτούς και βόρεια του Φάρου της Ναυτικής Διοίκησης οι Koufos et al. (1991) εντοπίζουν τρεις απολιθωματοφόρους ορίζοντες: “Megalo Emvolon 1,2,3” ή MEV, MEM, MEL (Σχ.4). Η θέση MEV βρίσκεται στο χαμηλότερο στρώμα δίπλα στην θάλασσα. Η MEM είναι 20m ψηλότερα από την MEV και η MEL 10m ψηλότερα από την MEM. Ο Κωστόπουλος (προσ. επικ. 2017) εντόπισε πρόσφατα έναν ακόμη απολιθωματοφόρο φακό ΝΔ των αρχικών θέσεων που αναφέρονται από τους Koufos et al. (1991). Πρόκειται για μία περιορισμένη εμφάνιση απολιθωμάτων στη βάση της μελετώμενης τομής Αγγελοχωρίου, πιθανότατα στον ίδιο ορίζοντα με την MEV, η οποία αναφέρεται με τον κωδικό MVL.

Η πανίδα του Μεγάλου Εμβόλου περιέχει τα είδη: *Dolichopithecus ruscinensis*, *Sus minor*, *Testudo* cf. *graeca*, *Testudo* sp., *Hipparion longipes*, *Parabos macedoniae*, *Gazella bailloudi*, *Microspalax odessanus*, *Trischizolagus* cf. *maritsae*, *Oryctolagus* cf. *laynensis* και χρονολογείται στο Ρουσίνιο. Από τη θέση MVL πρόδρομα δεδομένα υποδηλώνουν την παρουσία των taxa: *Testudo* sp., *Trischizolagus*, *Bovidae* indet. (Κωστόπουλος, προσ. επικ. 2017).



Σχήμα 4. Γεωγραφική τοποθέτηση και στρωματογραφία του Μεγάλου Εμβόλου. Διακρίνονται οι 3 ορίζοντες των παλαιών απολιθωματοφόρων θέσεων και τα ιζήματα του σχηματισμού Γωνιάς όπως καταγράφηκαν από τους Koufos et al. (1991).

2^ο: ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1 Εργασία πεδίου

Για τις ανάγκες της έρευνας με σκοπό την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκε εργασία στο ύπαιθρο, έτσι ώστε να παρατηρηθούν και να μελετηθούν τα ιζήματα και οι δομές τους, στις φυσικές τους θέσεις αλλά και για να γίνει η δειγματοληψία. Επιλέχθηκε η φυσική τομή μεταξύ Φάρου Αγγελοχωρίου και Αλικών (Σχ. 2, 5) με συντεταγμένες:

Αρχή τομής: Γεωγραφικό πλάτος: $40^{\circ} 30' 6,61''$ B

Γεωγραφικό μήκος: $22^{\circ} 48' 59,49''$ A

Τέλος τομής: Γεωγραφικό πλάτος: $40^{\circ} 29' 50,80''$ B

Γεωγραφικό μήκος: $22^{\circ} 49' 2,68''$ A

Μήκος τομής: 510m

Προσανατολισμός τομής: BBA-NNΔ

Παρατηρήθηκαν οι σχηματισμοί της τομής και έγινε προσπάθεια να βρεθούν οι επαφές που είχαν μεταξύ τους τα ιζήματα της τομής. Παρατηρήθηκαν και καταγράφηκαν επίσης οι επαναλήψεις των στρωμάτων, κλίσεις, υψόμετρα, επιφάνειες επαφής, πάχη, χρώμα, όπως και οι δομές που είχαν (π.χ. διασταυρούμενη στρώση κ.α) ή συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως απολιθώματα, οξειδωμένα ιζήματα κατά θέσεις και ηφαιστειακά. Παρατηρήθηκε ακόμα, η βύθιση των οριζόντων της τομής (Σχ.6, 7). Τέλος φωτογραφήθηκε όλη η τομή έτσι ώστε να φαίνεται η φυσική ακολουθία των στρωμάτων.



Σχήμα 5. Η φυσική τομή Αγγελοχωρίου όπως φαίνεται από το τέλος της και κατά μήκος της ακτής.



Σχήμα 6. Γενική άποψη της τομής Αγγελοχωρίου. Η λευκή γραμμή δείχνει τη βύθιση των στρωμάτων προς τα ΒΒΑ.



MVL

Σχήμα 7. Άποψη από την αρχή της τομής. Διακρίνονται οι ορίζοντες που βυθίζονται καθώς και η απολιθωματοφόρος θέση MVL κατά την ανασκαφή του 2016.

Για την δειγματοληψία χρησιμοποιήθηκαν κλασικά πρότυπα. Αρχικά, σχεδιάστηκε σε χαρτί η τομή κατά τμήματα και χωρίστηκε σε στήλες. Τα δείγματα λήφθηκαν με γεωλογικό σφυρί και κάθε ένα τοποθετήθηκε σε σακουλάκι μαζί με ετικέτα που ανέγραφε τον αριθμό του, τα βασικά χαρακτηριστικά του, την ημερομηνία λήψης, το υψόμετρο που βρισκόταν, την κλίση και τον προσανατολισμό όπου ήταν εφικτό, αλλά και τη σχετική του θέση μέσα στην τομή.



Σχήμα 8. Διασταυρούμενη στρώση των ιζημάτων. Φακός με λεπτόκοκκα υλικά, μέσα σε ορίζοντα από άμμους και κροκάλες.

Επίσης κάθε ένας ορίζοντας δειγματοληψίας φωτογραφήθηκε σε κοντινή απόσταση, με κάποια σχετική κλίμακα, όπως το γεωλογικό σφυρί (Σχ.8, 9). Τέλος η θέση κάθε δείγματος σημειώθηκε πάνω στο σκαρίφημα της τομής με τον ξεχωριστό αριθμό του καθενός.



Σχήμα 9. Ιζήματα οξειδωμένα και με διασταυρούμενη στρώση.

Έγινε προσπάθεια τα δείγματα να αποτελούνται από όσο το δυνατό λιγότερο αποσαθρωμένο υλικό κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει σε λάθος αποτελέσματα στην ανάλυση. Έτσι η λήψη των δειγμάτων γινόταν από βαθύτερους ορίζοντες των στρωμάτων και όχι από τους επιφανειακούς.

2.2 Εργαστηριακές αναλύσεις

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν από την ύπαιθρο μέσω της προηγούμενης διαδικασίας, απλώθηκαν στο εργαστήριο σε καθαρό μέρος, σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι να στεγνώσουν. Αναλύθηκαν με βάση την μεθοδολογία κατά Ψ & Ψ, (2015). Έπειτα, από όλη την ποσότητα των δειγμάτων και ανάλογα με τα διάφορα ποσοστά μεγέθους των κόκκων που είχε κάθε δείγμα, έγινε ο χωρισμός με την μέθοδο του σταυρού. Για δείγματα:

- Με πολλές κροκάλες και χονδρόκοκκη άμμο χρησιμοποιήθηκαν 150-200gr
- Με πολλά λεπτόκοκκα υλικά χρησιμοποιήθηκαν 20-30gr.

Από τα χονδρόκοκκα δείγματα, αφαιρέθηκαν τα ξένα σώματα όπως ρίζες μικρά ξύλα και φύκια, ζυγίστηκε το δείγμα σε ζυγαριά ακριβείας και γράφτηκε το καθαρό τους βάρος καθώς και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του στο φύλλο με τον πίνακα της μηχανικής ανάλυσης. Κάποια από τα δείγματα των λεπτόκοκκων υλικών που προορίζονταν για ανάλυση και ήταν

πολύ συμπαγή, τοποθετήθηκαν στο γουδί και με το γουδοχέρι έγινε προσπάθεια αποσυγκόλλησης του υλικού που είχε την μορφή συσσωματώματος έτσι ώστε ο κάθε κόκκος να χωριστεί από τους υπόλοιπους, χωρίς όμως να λιώσει το συσσωμάτωμα γιατί το αποτέλεσμα που θα προέκυπτε από αυτούς τους αλλαγμένους ουσιαστικά κόκκους θα δημιουργούσε σφάλμα.

Τέλος, έγινε η επιλογή της μεθόδου ανάλυσης για κάθε δείγμα. Τα δείγματα που αποτελούνταν από χονδρόκοκκα υλικά όπως κροκάλες και άμμος αναλύθηκαν με την μέθοδο του κοσκινίσματος. Τα δείγματα που αποτελούνταν από λεπτόκοκκα υλικά όπως ιλύς, άργιλος και λεπτή άμμος αναλύθηκαν με την μέθοδο του σιφωνίου. Δεν χρειάστηκε σε κάποιο δείγμα των χονδρόκοκκων υλικών να γίνει περεταίρω ανάλυση.

2.2.1 Μηχανική ανάλυση χονδρόκοκκων υλικών

Τα δείγματα 3.1 και 4.1 που αποτελούνταν από χονδρόκοκκα υλικά, αναλύθηκαν με την μέθοδο του κοσκινίσματος. Μέσα από την διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω, τα δείγματα στέγνωσαν, ζυγίστηκαν και με την μέθοδο του σταυρού, χωρίστηκε κάθε δείγμα σε τέσσερα ίσα μέρη και για το καθένα πάρθηκαν σταυρωτά δύο από αυτά, που εκτιμήθηκαν ως τα πιο αντιπροσωπευτικά.

Στην συνέχεια το υλικό του κάθε δείγματος τοποθετήθηκε σε μια σειρά (στήλη) από κόσκινα διαμέτρου βροχίδων 14mm-3mm ($\Phi = -6.00$ έως -1.50) και κοσκινίστηκε για 5 λεπτά και κατόπιν χωρίστηκαν τα υλικά που έμειναν μέσα σε κάθε κόσκινο από το υλικό που έμεινε μέσα στο δίσκο. Στην συνέχεια ανοίχθηκαν τα κόσκινα ένα προς ένα από πάνω προς τα κάτω (από την μεγαλύτερη διάμετρο προς την μικρότερη), αδειάστηκε το περιεχόμενο τους σε καθαρό χαρτί και με το βουρτσάκι καθαρίστηκε το πλέγμα τους. Το υλικό του κάθε κόσκινου ζυγίστηκε και το βάρος του γράφτηκε στο φύλλο της μηχανικής ανάλυσης με τον πίνακα, δίπλα στο αντίστοιχο μέγεθος.

Έπειτα το περιεχόμενο του δίσκου μεταφέρθηκε σε μια άλλη στήλη από κόσκινα, διαμέτρου βροχίδων 2mm- 0.5mm ($\Phi = -1.00$ έως 1.00). Ολόκληρη η στήλη με τα κόσκινα μεταφέρθηκε στο δονητή, που τέθηκε σε λειτουργία για 10 λεπτά. Μετά το πέρας των 10 λεπτών χωρίστηκαν πάλι τα υλικά που έμειναν μέσα σε κάθε κόσκινο και το υλικό που έμεινε στον υποκείμενο δίσκο συλλογής και ακολουθήθηκε η προηγούμενη διαδικασία για κάθε κόσκινο ξεχωριστά και πάλι.

Ακόμα, το υλικό που είχε μείνει μέσα στο δίσκο, πέρασε και αυτό με τη σειρά του πάλι σε μία στήλη κόσκινων με διάμετρο βροχίδων 0.375mm- 0.0625mm ($\Phi = 1.50$ έως 4.00). Το τελευταίο κόσκινο με διάμετρο 0.0625mm αντιπροσωπεύει το τελευταίο κλάσμα της άμμου. Κάτω από τα κόσκινα τοποθετήθηκε πάλι ένας δίσκος και ολόκληρη η στήλη τέθηκε στον δονητή για 15 λεπτά. Ακολούθησε η προηγούμενη διαδικασία με το άνοιγμα των κόσκινων και τη ζύγιση του εκάστοτε κλάσματος που είχε μείνει μέσα για όλα τα κόσκινα της στήλης.

Τέλος, ζυγίστηκε και το περιεχόμενο του δίσκου που βρισκόταν κάτω από το τελευταίο κόσκινο και περιείχε τα λεπτόκοκκα υλικά όπως ιλύ και άργιλο και γράφτηκε και αυτό το βάρος στον πίνακα. Το βάρος από το περιεχόμενο του δίσκου δεν ξεπέρασε το 5% το αρχικού βάρους του δείγματος οπότε δεν χρειάστηκε πιο λεπτομερής ανάλυση για κανένα από τα δύο δείγματα.

Ακολούθησε ο υπολογισμός των ποσοστών (%) κατά βάρος για κάθε κλάσμα μεγέθους κόκκων και για το αθροιστικό ποσοστό (%). Όπως αναφέρθηκε και πριν, αυτή η διαδικασία ακολουθήθηκε για τα δείγματα 3.1 και 4.1 που αποτελούνταν από χονδρόκοκκα υλικά και τα αποτελέσματα θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

2.2.2 Μηχανική ανάλυση λεπτόκοκκων υλικών

Απομάκρυνση οργανικών υλικών

Τα δείγματα 2.1, 2.2, deig1, deig2, deig3 αποτελούνται από λεπτόκοκκα υλικά και για αυτό αναλύθηκαν με την μέθοδο του σιφωνίου. Τα πέντε δείγματα περιείχαν οργανικά υλικά, τα οποία έπρεπε να απομακρυνθούν για να μπορέσει η ανάλυση να είναι ακριβής.

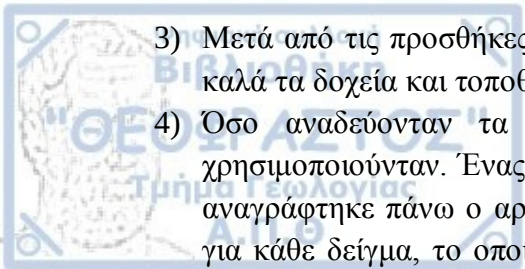
Η διαδικασία της απομάκρυνσης των οργανικών υλικών είχε ως εξής:

- 1) Τα δείγματα ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε ξηρή κατάσταση σε ποτήρια ζέσεως (1000ml) όπου προστέθηκαν 25ml απιονισμένο νερό και σταδιακά 30ml Peridrol (H_2O_2).
- 2) Παρατηρήθηκε η αντίδραση των δειγμάτων για τις επόμενες 1-2 μέρες. Τα δείγματα μετά την προσθήκη του Peridrol, είχαν αρχίσει να αναβράζουν και κάθε φορά που μειωνόταν ο αναβρασμός προστίθονταν 10-15 ml Peridrol.
- 3) Μετά το πέρας των 2 ημερών και εφόσον ο αναβρασμός δεν είχε σταματήσει μετά από τις προσθήκες Peridrol, τοποθετήθηκαν τα ποτήρια ζέσεως με τα δείγματα σε μια εστία που θερμάνθηκε στους 60-70°C. Αναδεύτηκαν τα δείγματα μέσα στα ποτήρια και όταν σταματούσε ο αναβρασμός, προστίθονταν Peridrol και πάλι σε μικρές ποσότητες μέχρι ωσότου να σταματούσε ο αναβρασμός.
- 4) Στην συνέχεια απομακρύνθηκαν τα δείγματα από την εστία και έμειναν να κρυσώσουν σε θερμοκρασία δωματίου.
- 5) Αδειάστηκαν τα δείγματα σε μικρότερα ποτήρια ζέσεως (500 ml) και ξεπλύθηκαν τα προηγούμενα ποτήρια με απιονισμένο νερό μέχρι να είναι τελείως καθαρά από υλικό, το οποίο τοποθετήθηκε και αυτό στα νέα ποτήρια ζέσεως. Αυτό έγινε για να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα απώλειας υλικού των δειγμάτων.
- 6) Τα δείγματα ξηράθηκαν σε χαμηλή θερμοκρασία στο φούρνο για 4 ημέρες. Έπειτα τοποθετήθηκαν απευθείας στον αφυγραντήρα για να κρυσώσουν.
- 7) Ζυγίστηκαν τα ξηρά δείγματα ώστε να βρεθεί η απώλεια τους από το αρχικό ξηρό δείγμα. Η διαφορά αυτή του βάρους είναι το ποσοστό των οργανικών υλικών που απομακρύνθηκαν.

Διαδικασία ανάλυσης με την μέθοδο του σιφωνίου

Για την ανάλυση των δειγμάτων με την μέθοδο του σιφωνίου

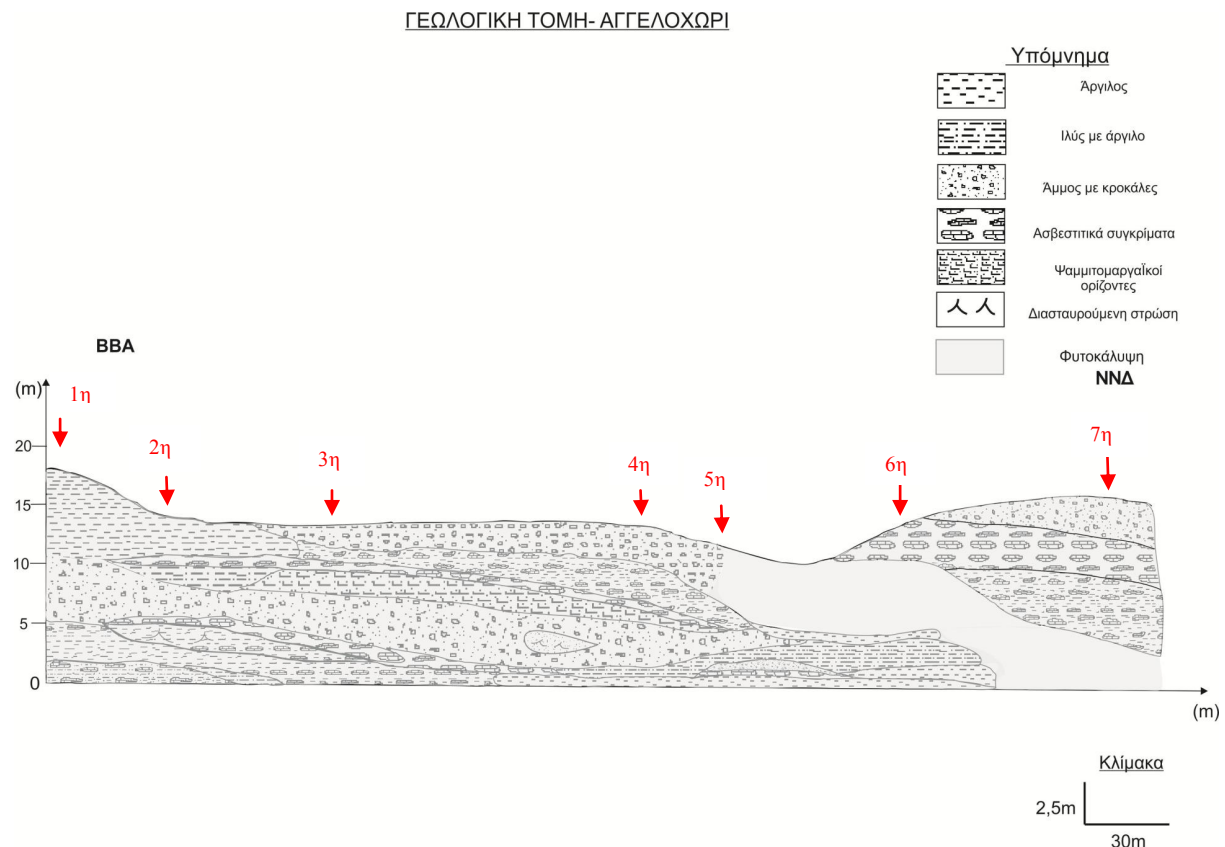
- 1) Μετά την απομάκρυνση των οργανικών ζυγίστηκαν περίπου 20gr από κάθε δείγμα και τοποθετήθηκαν σε φλασκοειδή δοχείο όπου και προστέθηκαν 500ml απιονισμένου νερού.
- 2) Στην συνέχεια προστέθηκαν 20ml Calgon (εξαμεταφωσφορικό νάτριο). Η ουσία αυτή προστέθηκε στα δείγματα με σκοπό να διατηρήσει τους κόκκους του υλικού σε διασπορά και να μην τους επιτρέπει να δημιουργήσουν συσσωματώματα μέσα στο νερό. Για τον λόγο αυτό είναι γνωστή με το όνομα παράγοντας διασποράς.

- 
- 3) Μετά από τις προσθήκες απιονισμένου νερού και Calgon στα δείγματα, κλείστηκαν καλά τα δοχεία και τοποθετήθηκαν στον αναδευτή για μια ώρα περίπου.
 - 4) Όσο αναδεύονταν τα δείγματα ετοιμάστηκαν τα υπόλοιπα όργανα που θα χρησιμοποιούνταν. Ένας ογκομετρικός κύλινδρος των 1.000ml για κάθε δείγμα που αναγράφηκε πάνω ο αριθμός του εκάστοτε δείγματος, ένα σιφώνιο των 20ml πάλι για κάθε δείγμα, το οποίο σημαδεύτηκε στα 10cm και στα 5cm από το στόμιο του καθώς και μια αντλία εισροής και εκροής στην άλλη άκρη του.
 - 5) Ζυγίστηκαν πλαστικά ποτήρια που θα τοποθετούνταν τα δείγματα και αναγράφηκαν στα στοιχεία του κάθε δείγματος πάνω σε κάθε ποτήρι.
 - 6) Δίπλα σε κάθε ογκομετρικό κύλινδρο ετοιμάστηκε ένα χρονόμετρο ακριβείας και ένα ποτήρι ζέσεως με απιονισμένο νερό.
 - 7) Αδειάστηκε το περιεχόμενο των φλασκοειδών δοχείων (υλικό, απιονισμένο νερό, Calgon) με την σειρά μέσα στους ογκομετρικούς κυλίνδρους που είχαν ετοιμαστεί για το καθένα. Επίσης ξεπλύθηκαν με απιονισμένο νερό ώστε να μην μείνει υλικό μέσα στα δοχεία.
 - 8) Συμπληρώθηκε ο κάθε ογκομετρικός κύλινδρος μέχρι τα 1.000ml ακριβώς, με απιονισμένο νερό. Με την παλάμη του χεριού κλείστηκε το στόμιο κάθε κυλίνδρου και πιάνοντάς τον με το άλλο χέρι από την βάση αναταράχθηκε καλά και ανάποδα για 3-4 λεπτά, μέχρι που το υλικό που βρισκόταν στον πάτο του κυλίνδρου ήρθε στην επιφάνεια. Έπειτα τοποθετήθηκε στον πάγκο εργασίας ο κύλινδρος και μπήκε αμέσως σε λειτουργία το χρονόμετρο.
 - 9) Ανάλογα με την θερμοκρασία που είχε το εργαστήριο υπολογίζονταν ο χρόνος στον οποίο έπρεπε να πάρουμε δείγμα γιατί υπήρχε διαφορά στον χρόνο δειγματοληψίας πχ στους 23°C με τους 24°C. Τοποθετούνταν το σιφώνιο, μόλις πλησίαζε ο χρόνος της δειγματοληψίας, μέσα στον κύλινδρο σε βάθος 10cm (για το Φ=4) και 5cm (για το Φ=8). Αναρροφούνταν ποσότητα 20ml και τοποθετούνταν στο κατάλληλο πλαστικό ποτήρι κάθε φορά. Έπειτα ξεπλενόταν το σιφώνιο με 20ml αποσταγμένο νερό από το ποτήρι ζέσεως που υπήρχε δίπλα και το διάλυμα προστίθονταν και αυτό στο ποτήρι του δείγματος. Να σημειωθεί ότι η διαδικασία ήταν χρονοβόρα και για να είναι ακριβής τα δείγματα αναλύονταν στην σειρά και όχι όλα ταυτόχρονα.
 - 10) Αφού τελείωσε η δειγματοληψία τοποθετήθηκαν όλα τα δείγματα στον φούρνο στους 110°C για 2-3 ημέρες έτσι ώστε να εξατμιστεί το υγρό μέρος τους και να παραμείνει το στερεό. Μετά το τέλος της ξήρανσης βγήκαν από το φούρνο και τοποθετήθηκαν γρήγορα στον αφυγραντήρα να κρυσώσουν χωρίς να πάρουν υγρασία. Ζυγίστηκαν εξίσου γρήγορα για τον ίδιο λόγο και με αφαίρεση τον βάρους του πλαστικού ποτηριού βρέθηκε το καθαρό βάρος κάθε δείγματος. Η διαδικασία τελείωσε και έγιναν οι απαραίτητοι υπολογισμοί.

Κεφάλαιο 3^ο: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Στρωματογραφικά αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα από την εργασία πεδίου, η στρωματογραφική ακολουθία, οι δομές των ιζημάτων, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, το χρώμα και η υφή τους καταγράφηκαν σε 7 στρωματογραφικές στήλες (Σχ.10).



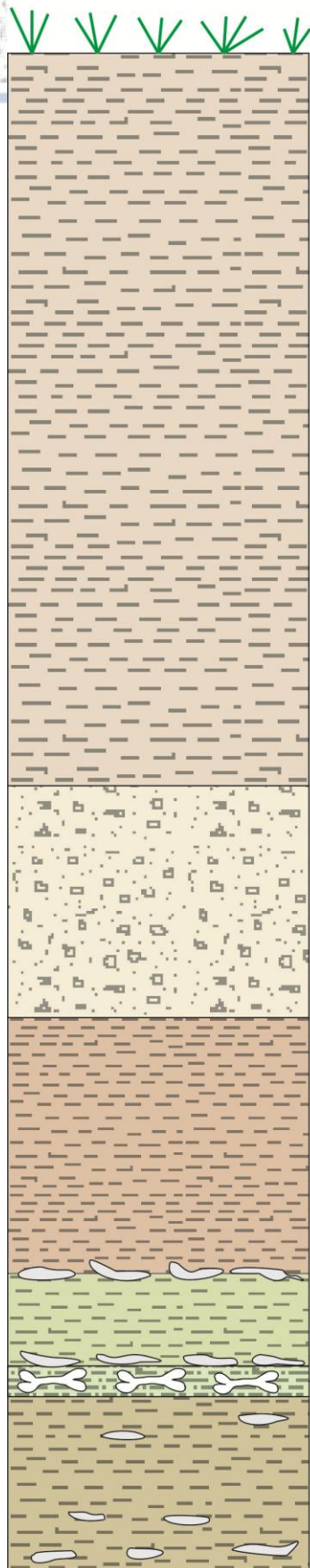
Σχήμα 10. Η φυσική τομή που μελετήθηκε. Με τα κόκκινα βέλη φαίνεται ο αριθμός και η θέση των 7 στρωματογραφικών στηλών.

Στην πρώτη στρωματογραφική στήλη (Σχ.11) από κάτω προς τα πάνω εντοπίστηκαν: ιλύς και άργιλος καστανού έως καστανοπράσινου χρώματος, πληρωμένα δευτερογενώς με ασβεστιτικά συγκρίματα κατά θέσεις και οξείδια. Στο επόμενο στρώμα που αποτελείται από άργιλο και λεπτόκοκκη άμμο καστανοπράσινου χρώματος βρίσκεται η απολιθωματοφόρος θέση MVL με μικροθηλαστικά (Σχ.12). Ακολουθούσαν άργιλοι με οριζόντια στρώση καστανοπράσινου και καστανέρυθρου χρώματος που χωρίζονταν από οριζόντια ασβεστιτικών συγκριμάτων (Σχ.13), αδρόκοκκη άμμος με κροκάλες και στο τέλος άργιλος με πιθανή παρουσία ασβεστιτικών συγκριμάτων.



1η Στρωματογραφική Στήλη

Κλίμακα
0,5m
1m



Άργιλοι και πιθανά να υπάρχουν ασβεστιτικά συγκρίματα κατά θέσεις.

Αδρόκοκκη άμμος και κροκάλες.

Άργιλος. Από τον ορίζοντα των ασβεστιτικών συγκριμάτων και πάνω είναι καστανέρυθρη ενώ από κάτω καστανοπράσινη. Το καστανοπράσινο κάτω τμήμα είναι πιο αμώδες.

Απολιθωματοφόρος ορίζοντας με άργιλο και μικρό ποσοστό λεπτόκοκκης άμμου. Καστανοπράσινο χρώμα. Κυρίως μικροθηλαστικά αλλά και μεγάλα θηλαστικά. (σχήμα 12)

Ιλύς και άργιλος με ασβεστιτικά συγκρίματα. Ιδιαίτερα συμπαγείς με σκούρο καστανό έως καστανοπράσινο κατά θέσεις χρώμα. Μεγάλο ποσοστό ασβεστιτικών συγκριμάτων κυρίως στο κατώτερο τμήμα και όχι στο ανώτερο. Υπάρχουν και οξείδια.

Σχήμα 11. Η πρώτη στρωματογραφική στήλη, με την απολιθωματοφόρο θέση MVL.



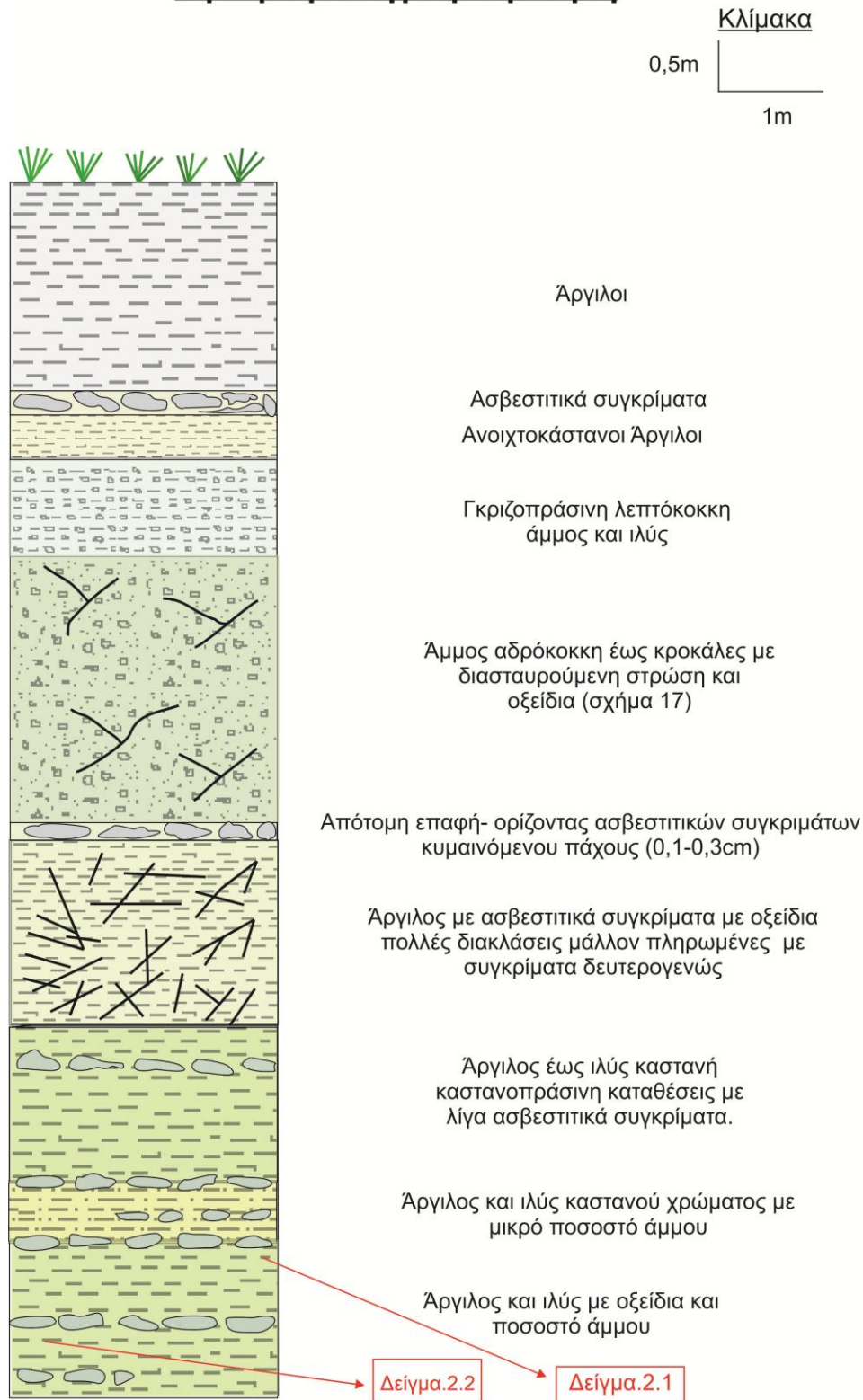
Σχήμα 12. 1η Στρωμ. Στήλη. Απολιθωματοφόρος ορίζοντας (θέση MVL) πάχους 0,4m.



Σχήμα 13. 1^η Στρωμ. Στήλη. Τα ασβεστιτικά συγκρίματα μέσα στην άργιλο όπως καταγράφηκαν/αποτυπώθηκαν στην στήλη. Διακρίνονται οι επιφλοιώσεις.

Στην δεύτερη στρωματογραφική στήλη (Σχ.14) από κάτω προς τα πάνω βρέθηκαν: Ιλύς και άργιλος καστανού χρώματος με μικρό ποσοστό άμμου και κατά θέσεις οξειδία (Σχ. 15,16). Στο επόμενο στρώμα ιλύς και άργιλος με καστανοπράσινο χρώμα με διακλάσεις και ασβεστιτικά συγκρίματα που πλήρωσαν δευτερογενώς τις διακλάσεις ή απλώς κατά θέσεις. Έπειτα βρέθηκαν αδρόκοκκη άμμος έως κροκάλες με διασταυρούμενη στρώση (Σχ.17) και οξειδία και στα ανώτερα στρώματα υπήρχαν άργιλοι και ασβεστιτικά συγκρίματα και ορίζοντας πιθανώς τοφώδους ασβεστόλιθου (Σχ.18)

2η Στρωματογραφική Στήλη



Σχήμα 14. Δεύτερη στρωματογραφική στήλη.



Σχήμα 15. 2^η Στρωμ. Στήλη. Θέση εξαγωγής δείγματος 2.1. Ιλός κάτω από ορίζοντα ασβεστιτικών συγκριμάτων.



Σχήμα 16. 2^η Στρωμ. Στήλη. Θέση από την οποία λήφθηκε το δείγμα 2.2. Αμμόδες υλικό ανάμεσα στους δύο ορίζοντες ασβεστιτικών συγκριμάτων.



Σχήμα 17 . 2^η Στρωμ. Στήλη. Αδρόκοκκη άμμος έως κροκάλες ανάμεσα στην 1^η και την 2^η στήλη. Φακός με πιο λεπτόκοκκο υλικό και διασταυρούμενη στρώση.

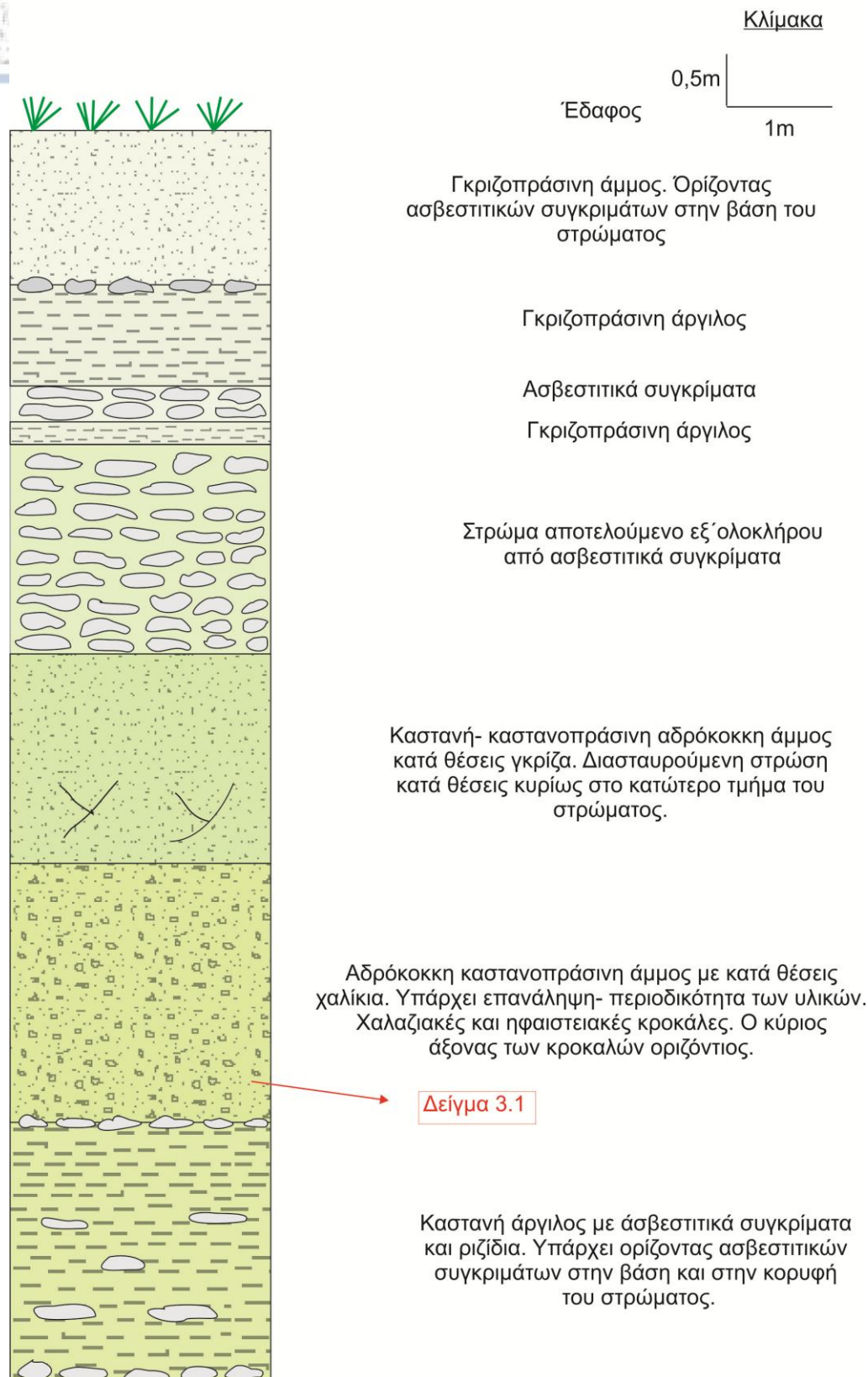


Σχήμα 18. 2^η Στρωμ. Στήλη. Ασβεστιτικός ορίζοντας, πιθανώς τοφωδούς ασβεστόλιθου και οι διακλάσεις της ιλύος και αργίλου που έχουν πληρωθεί δευτερογενώς.

Στην τρίτη στρωματογραφική στήλη (Σχ.19) βρέθηκαν από κάτω προς τα πάνω: καστανή άργιλος με ασβεστιτικά συγκρίματα (Σχ.20), καστανοπράσινη άμμος με κατά θέσεις χαλίκια από όπου λήφθηκε το δείγμα 3.1 (Σχ.21), χαλαζιακές και ηφαιστειακές κροκάλες που μεταβαίνουν σε καστανή έως καστανοπράσινη αδρόκοκκη άμμο με διασταυρούμενη στρώση

(Σχ.22,23). Ακολουθούν συγκρίματα σε εναλλαγές με αργίλους (Σχ.24) και στο τέλος γκρίζα άμμος. Υπήρχε έντονη επανάληψη των υλικών (Σχ.20,21,25).

3η Στρωματογραφική Στήλη



Σχήμα 19. Τρίτη στρωματογραφική στήλη.



Σχήμα 20. 3^η Στρωμ. Στήλη. Καστανή αδρόκοκκη άμμος με χαλίκια πάνω σε άργιλο. Διακρίνεται ο ορίζοντας ασβεστιτικών συγκριμάτων που χωρίζει τα δύο στρώματα.



Σχήμα 21. 3^η Στρωμ. Στήλη. Καστανοπράσινη έως γκρίζα άμμος κατά θέσεις με διασταυρούμενες στρώσεις.



Σχήμα 22. 3^η Στρωμ. Στήλη. Άργιλος και προς άνω αδρόκοκκη άμμος με επανάληψη των υλικών. Περιέχει ηφαιστειακές και χαλαζιακές κροκάλες.



Σχήμα 23. 3^η Στρωμ. Στήλη. Η διασταυρούμενη στρώση της χονδρόκοκκης άμμου. Παρατηρείται περιοδικότητα στο υλικό.



Σχήμα 24. 3^η Στρωμ. Στήλη. Άργιλος σκούρη καστανή, ανάμεσα στους ορίζοντες συγκριμάτων.

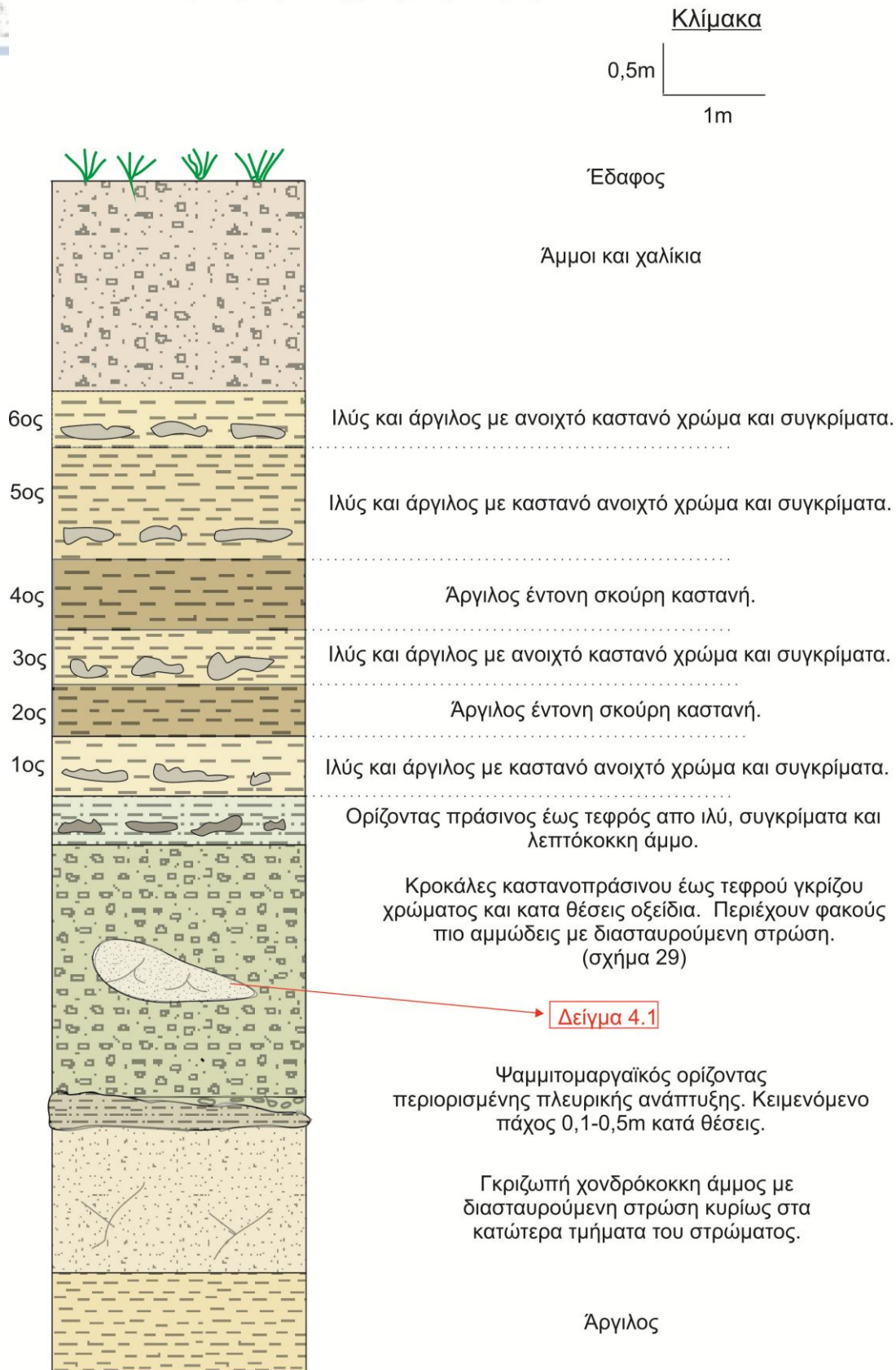


Σχήμα 25. 3^η Στρωμ. Στήλη. Ανάμεσα στην 3^η και την 4^η στρ. στήλη, εμφανιζόταν οξειδωμένη άμμος με κροκάλες. Διασταυρούμενη στρώση και επανάληψη υλικών.

Στην τέταρτη στρωματογραφική στήλη (Σχ.26) βρέθηκαν από κάτω προς τα πάνω: άργιλος, γκρίζα άμμος με διασταυρούμενη στρώση (Σχ.27,28), ψαμμιτομαργαϊκός ορίζοντας με κυμαινόμενο πάχος. Κροκάλες με φακούς πιο αμμώδεις με διασταυρούμενη στρώση (Σχ.29,30). Ξεχωρίζει ορίζοντας με τεφρό πράσινο χρώμα και συγκρίματα στην βάση του επόμενου στρώματος (Σχ.31), το οποίο ανώτερα αποτελείται από ορίζοντες ιλύος και

αργίλου σε εναλλαγές με οριζόντες ασβεστιτικών συγκριμάτων (Σχ.32) (καταγράφηκαν 6 οριζόντες συγκριμάτων σε αυτό το στρώμα). Η στήλη ολοκληρώνεται με άμμους και χαλίκια.

4η Στρωματογραφική Στήλη



Σχήμα 26. Τέταρτη στρωματογραφική στήλη.



Σχήμα 27. 4^η Στρωμ. Στήλη. Η άργιλος και η υπερκείμενη άμμος με διασταυρούμενη στρώση.



Σχήμα 28. 4^η Στρωμ. Στήλη. Γκριζωπή χονδρόκοκκη άμμος με διασταυρούμενη στρώση.



Σχήμα 29. 4^η Στρωμ. Στήλη. Αμμώδης φακός μέσα σε κροκάλες. Θέση εξαγωγής του δείγματος 4.1



Σχήμα 30. 4^η Στρωμ. Στήλη. Αμμώδεις φακοί μέσα στο στρώμα με κροκάλες



Σχήμα 31. 4^η Στρωμ. Στήλη. Κροκάλες και άμμος με οξείδια. Πιο πάνω ξεχωρίζει ο πράσινος ορίζοντας με ιλύ.



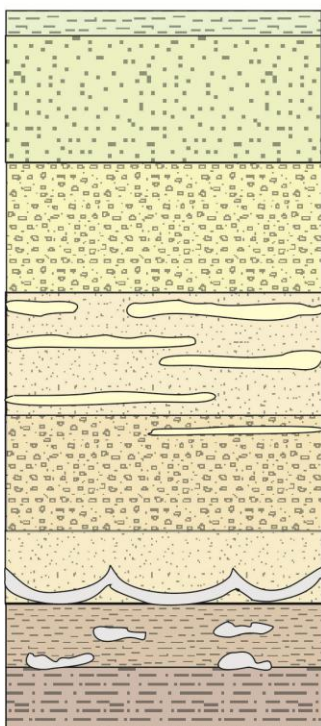
Σχήμα 32. 4^η Στρωμ. Στήλη. Οι έξι ορίζοντες ασβεστιτικών συγκριμάτων. Ξεχωρίζουν ενδιάμεσα οι ορίζοντες καστανής αργίλου.

Στην πέμπτη στρωματογραφική στήλη (Σχ.33) από κάτω προς τα επάνω βρέθηκε άργιλος και ιλύς, πληρωμένα δευτερογενώς με ασβεστιτικά συγκρίματα. Έπειτα υπάρχουν χαρακτηριστικές κυματοειδείς δομές ασβεστιτικών συγκριμάτων πάχους 0,3m (Σχ.34) και πιο πάνω άμμοι με διασταυρούμενη στρώση και κροκάλες (Σχ.35). Εμφανίζονται ψαμμιτομαργαϊκοί ορίζοντες ως συνέχεια της προηγούμενης στρωματογραφικής στήλης και στα επόμενα μέτρα ενοποιούνται και γίνονται ένας ορίζοντας (Σχ.36). Ακολουθούν άμμοι και κροκάλες και τέλος εμφανίζεται πάλι ο πράσινος αργιλικός ορίζοντας από προηγούμενα. Παραπάνω υπάρχει φυτοκάλυψη και δεν είναι δυνατό να βρεθούν ιζήματα. Χαρακτηριστική δομή, έχει η άμμος λίγα μέτρα παρακάτω από την 5^η στρωματογραφική στήλη, σχηματίζει «σπηλιές» (Σχ.37).



5η Στρωματογραφική Στήλη

Κλίμακα
0,5m
1m



Πράσινη άργιλος όπως στην 4η στρωματογραφική στήλη.

Άμμοι καστανοπράσινου χρώματος.

Κροκάλες καστανού χρώματος.

Ψαμμιτομαργαϊκοί ορίζοντες με άμμους ενδιάμεσα.
Σε επόμενα μέτρα της τομής, ενοποιούνται και
γίνονται ένας ορίζοντας.

Άμμοι και κροκάλες καστανού χρώματος. Στη βάση του
στρώματος υπάρχει ορίζοντας απο ασβεστιτικά
συγκρίματα πάχους 0,3m μέσα σε άμμο με
διασταυρούμενη στρώση. (σχήμα 34)

Στα κατώτερα τμήματα του στρώματος υπάρχει
άργιλος και ιλύς καστανέρυθρη έως πρασινωπή κατά
θέσεις. Στα ανώτερα τμήματα άργιλος καστανή,
πληρωμένη δευτερογενώς με ασβεστιτικά
συγκρίματα.

Σχήμα 33. Η πέμπτη στρωματογραφική στήλη.



Σχήμα 34. 5^η Στρωμ. Στήλη. Ασβεστιτικά συγκρίματα με κυματοειδή δομή. Από πάνω ακριβώς διακρίνεται λεπτόκοκκη άμμος με διασταυρούμενη στρώση.



Σχήμα 35. 5^η Στρωμ. Στήλη. Η διασταυρούμενη στρώση πάνω από τα ασβεστιτικά συγκρίματα.

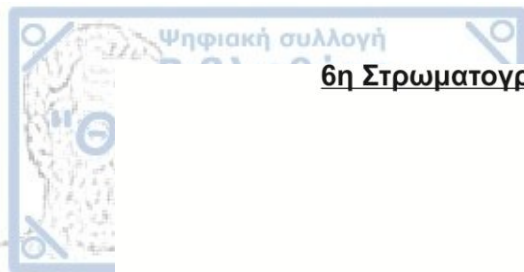


Σχήμα 36. 5^η Στρωμ. Στήλη. Ο ψαμμιτομαργαϊκός ορίζοντας και πιο πάνω η πράσινη άργιλος.



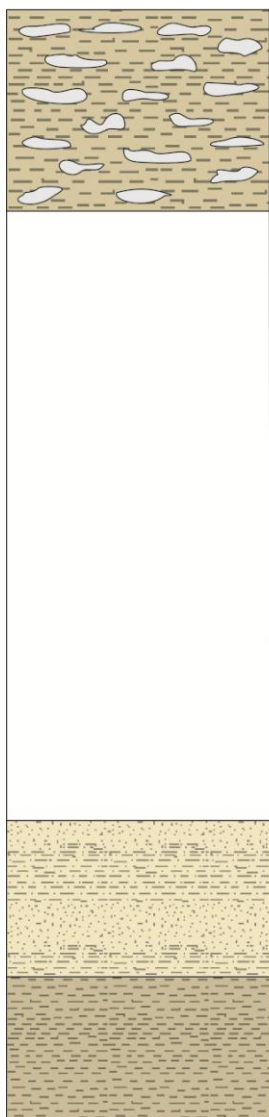
Σχήμα 37. Άμμος με διασταυρούμενη στρώση σχηματίζει «σπηλιές». Λίγα μέτρα μετά την 5^η στήλη.

Στην έκτη στρωματογραφική στήλη (Σχ.38) βρέθηκαν από κάτω προς τα πάνω: άργιλος με οξειδώσεις, και ψαμμιτομαργαϊκά με παρεμβλλόμενους ορίζοντες άμμου. Επειτα υπάρχει φυτοκάλυψη που εμποδίζει την αναγνώριση ιζημάτων. Τέλος ξεχωρίζει άργιλος με μεγάλο ποσοστό ασβεστιτικών, μάλλον τοφφώδους ασβεστόλιθου (Σχ.39,40).



6η Στρωματογραφική Στήλη

Κλίμακα
0,5m
1m



Τοφώδης ασβεστόλιθος σε εναλλαγές με
αργίλο σκούρη καστανή.

Πιθανά άμμοι. Είναι καλυμμένο από φυτοκάλυψη.

Ψαμμιτομαργαϊκά με παρεμβالόμενους ορίζοντες
άμμου.

Κάστανή άργιλος με οξειδώσεις.

Σχήμα 38. Έκτη στρωματογραφική στήλη.



Σχήμα 39. 6^η Στρωμ. Στήλη. Τοφώδης ασβεστόλιθος πάνω από την καστανή άργιλο με τα ασβεστιτικά συγκρίματα.



Σχήμα 40. 6^η Στρωμ. Στήλη. Τοφφώδης ασβεστόλιθος.

Στην έβδομη στρωματογραφική στήλη (Σχ.41) από κάτω προς τα πάνω βρέθηκαν: στους κατώτερους ορίζοντες υπήρχε φυτοκάλυψη, ακολουθούσαν ιλύς και άργιλος με μεγάλο ποσοστό ασβεστιτικών συγκριμάτων – τοφφώδους ασβεστόλιθου (Σχ.42). Ακολουθούσε ηφαιστειακός ροδόχρωμος ορίζοντας πάχους 0,2m και στη συνέχεια ιλύς και άργιλος με ασβεστόλιθο (Σχ.43) και τέλος άμμοι και χαλίκια.

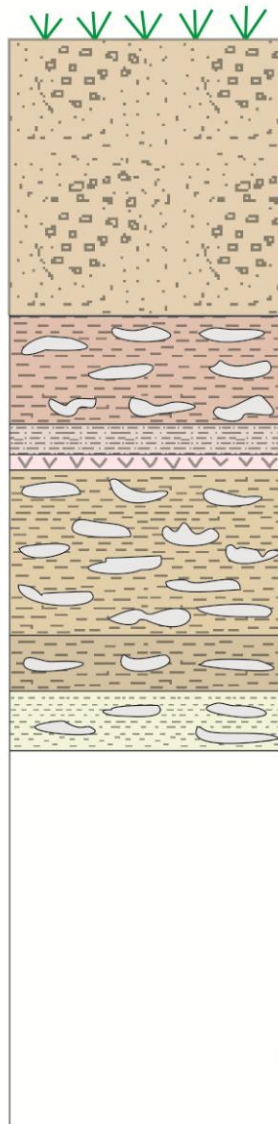
7η Στρωματογραφική Στήλη



Κλίμακα

0,5m

1m



Άμμοι και κατά θέσεις χαλίκια.

Καστανοκόκκινη άργιλος με συγκρίματα.

Ιλύς με λίγη άργιλο.

Χαρακτηριστικός ορίζοντας ροδόχρωμος ηφαιστειακός. Κυμαινόμενο πάχος 0,1-0,2m. (δείγμα)

Τοφώδης ασβεστόλιθος και καστανή άργιλος.

Καστανή άργιλος με ασβεστιτικά συγκρίματα.

Υπόλευκη ιλύς με ασβεστιτικά συγκρίματα.

Υπάρχει φυτοκάλυψη που εμποδίζει την αναγνώριση των στρωμάτων.

Σχήμα 41. Έβδομη στρωματογραφική στήλη.



Σχήμα 42. Τοφφώδης ασβεστόλιθος κάτω από τον ηφαιστειακό ορίζοντα.

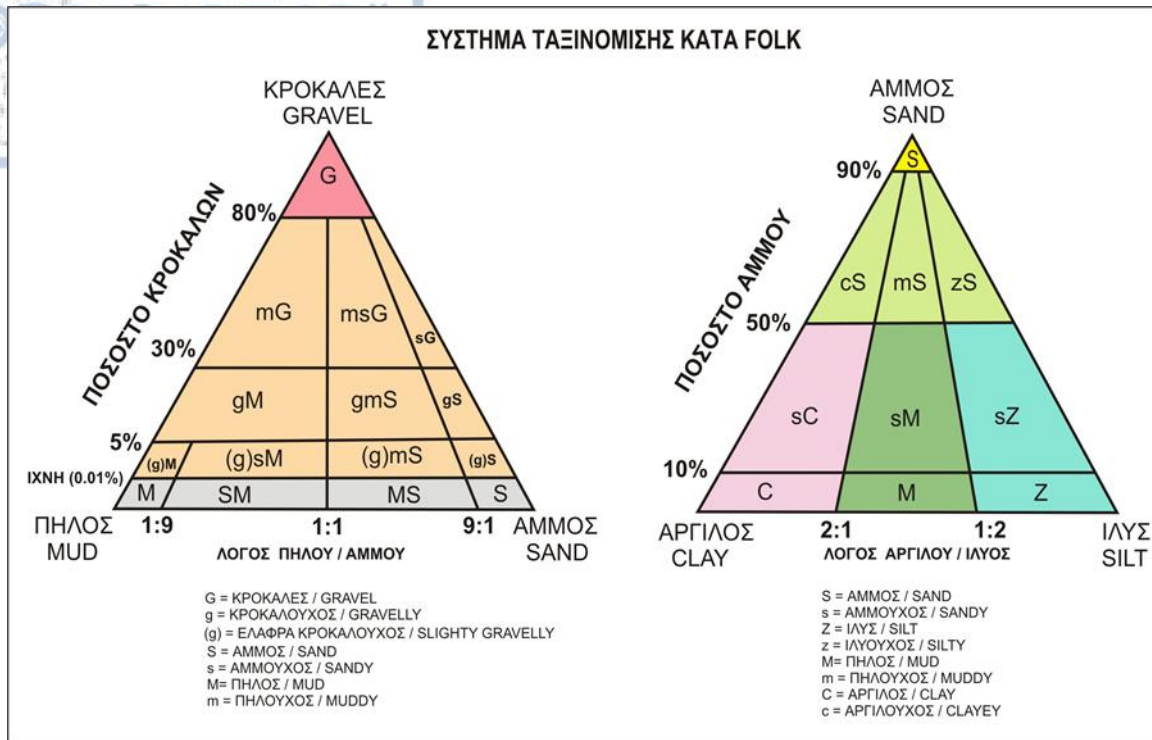


Σχήμα 43. Τοφφώδης ασβεστόλιθος, όπως προεκτείνεται από την προηγούμενη στρωματογραφική στήλη.

3.2 Εργαστηριακά αποτελέσματα

Τα δείγματα που αναλύθηκαν με τη διττή διαδικασία που περιγράφηκε στο μεθοδολογικό κεφάλαιο οδήγησαν στην εξαγωγή αποτελεσμάτων με δύο διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με τον αν το δείγμα ήταν χονδρόκοκκο ή λεπτόκοκκο. Για τα χονδρόκοκκα χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση GRADISTATv7.xls

ενώ για τα λεπτόκοκκα η ανάλυση με το ALBANAKISfastpipetanalysis.xls. Για την ταξινόμηση χρησιμοποιήθηκε το σύστημα Folk (Σχ.44).



Σχήμα 44. Σύστημα ταξινόμησης κατά Folk.

3.2.1 Αποτελέσματα χονδρόκοκκων υλικών

Τα δείγματα με χονδρόκοκκο υλικό είναι τα δείγματα: 3.1 και 4.1. Λήφθηκαν από τις στρωματογραφικές στήλες 3 και 4 αντίστοιχα και τα δύο από τους κατώτερους ορίζοντες της κάθε στήλης. Ακόμα, τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την μηχανική ανάλυση των συγκεκριμένων δειγμάτων, επεξεργάστηκαν με το GRADISTATv7 έτσι ώστε να φανούν τα ποσοστά των ιζημάτων που περιέχει το κάθε ένα από αυτά.

Για το δείγμα 3.1: Το δείγμα 3.1 προέρχεται από την 3^η στρωματογραφική στήλη, από τους χαμηλότερους σχετικά ορίζοντες (Σχ. 19). Είχε αρχικό βάρος 193,89 gr και τελικό-αθροιστικό 192,66gr (Πιν.1). Το στρώμα αποτελούνταν από καστανή έως καστανοπράσινη αδρόκοκκη άμμο με κατά θέσεις χαλίκια. Υπήρχε επανάληψη- περιοδικότητα των υλικών. Έντονη εμφάνιση είχαν χαλαζιακές και ηφαιστειακές κροκάλες με οριζόντιο τον κύριο άξονα τους. Από την ανάλυση των δειγμάτων προέκυψε ότι το δείγμα αποτελείται από 41,2% κροκάλες, 57,8% άμμο και 1% άργιλο-ιλύ. (Σχ.45). Συγκεκριμένα πρόκειται για στρώμα με αμμάδεις κροκάλες (sG) (Σχ.46) και με ελάχιστο ποσοστό από λεπτόκοκκα υλικά. Η άμμος και οι κροκάλες είναι κυρίως μέτρια ταξινομημένες με πολύ μικρό βαθμό στρογγυλότητας και ενδιάμεση σφαιρικότητα. Η κακή στρογγυλότητα και η ενδιάμεση σφαιρικότητα προκύπτουν και από το διάγραμμα κατά Krumbein&Sloss (1963) με βάση το οποίο εξετάστηκαν οπτικά 50 χαλαζιακοί κόκκοι από το δείγμα με στερεοσκόπιο.

Πίνακας 1. Το καθαρό βάρος και το ποσοστό του βάρους του δείγματος 3.1 που έμεινε σε κάθε κόσκινο κατά την ανάλυση.

Αρχικό Βάρος:193,89gr		
Φ	Βάρος	Βάρος %
-6		0
-5,5		0
-5		0
-4,5		0
-4	12,65	6.52%
-3,5	9,79	5.04%
-3	6,93	3.57%
-2,5	9,41	4.85%
-2	11,89	6.13%
-1,5	19,11	9.85%
-1	9,58	4.94%
-0,5	14,94	7.70%
0	14,51	7.48%
0,5	14,87	7.66%
1	19,25	9.92%
1,5	22,52	11.61%
2	16,87	8.70%
2,5	4,92	2.53%
3	1,87	0.96%
3,5	0,94	0.48%
4	0,71	0.36%
Δίσκος	1,88	0.96%
Αθροιστικό βάρος: 192,66		

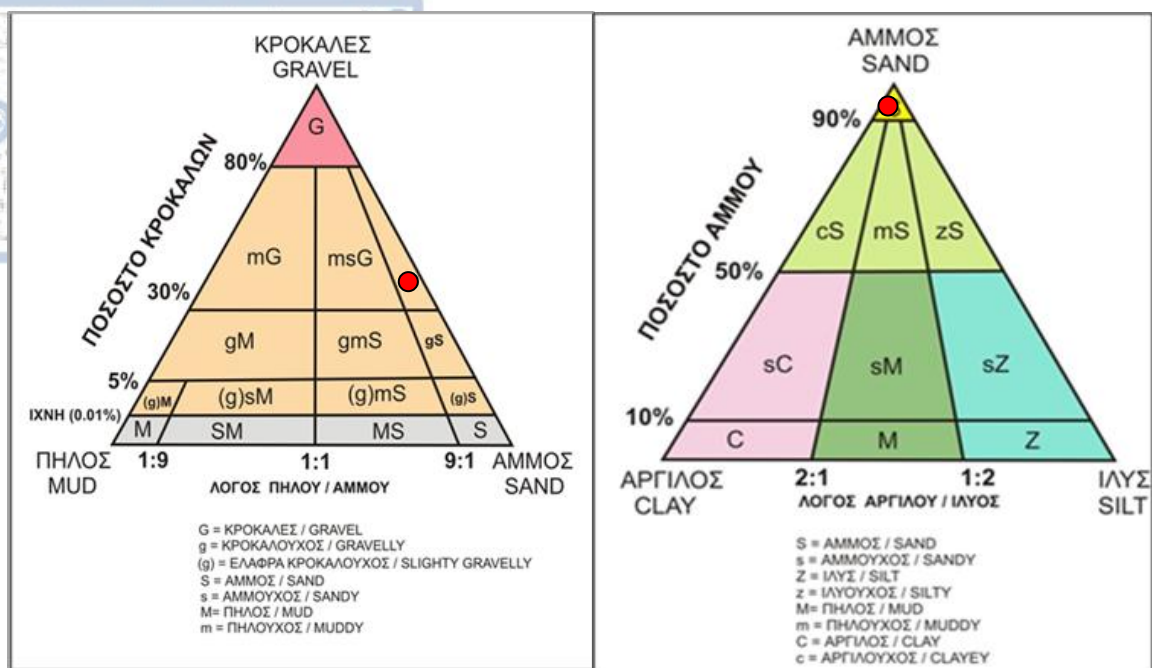
Gravel:	41,2%
Sand:	57,8%
Mud:	1,0%
Very Coarse Gravel:	0,0%
Coarse Gravel:	6,6%
Medium Gravel:	8,7%
Fine Gravel:	11,1%
Very Fine Gravel:	14,9%
Very Coarse Sand:	15,3%
Coarse Sand:	17,7%
Medium Sand:	20,4%
Fine Sand:	3,5%
Very Fine Sand:	0,9%
Very Coarse Silt:	0,2%
Coarse Silt:	0,2%
Medium Silt:	0,2%
Fine Silt:	0,2%
Very Fine Silt:	0,2%
Clay:	0,2%

Σχήμα 45. Ταξινομική ανάλυση δείγματος 3.1. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης φαίνεται η μέτρια ταξινόμηση του δείγματος.

ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ- ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ: 1,23gr

ΣΦΑΛΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: 0,6%

ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΑΡΟΥΣ ΤΕΛΙΚΟΥ ΔΙΣΚΟΥ: 0,96



Σχήμα 46. Αποτελέσματα της ανάλυσης του δείγματος 3.1 κατά Folk.

Για το δείγμα 4.1: Το δείγμα 4.1 προέρχεται από την 4^η στρωματογραφική στήλη από ενδιάμεσους ορίζοντες, και συγκεκριμένα από έναν πιο αμμώδη φακό που περικλείονταν από κροκάλες (Σχ.26). Είχε αρχικό βάρος 175,15gr και τελικό- αθροιστικό 175,07 gr (Πιν.2). Οι φακοί μέσα στις κροκάλες είχαν διασταυρούμενη στρώση. Οι κροκάλες του στρώματος είχαν κατά θέσεις οξείδια. Το χρώμα του στρώματος ήταν από καστανοπράσινο έως τεφρό γκρίζο. Από την ανάλυση στο εργαστήριο προέκυψε ότι το ποσοστό των κροκάλων είναι 82,5%, της άμμου 16,8% και της αργίλου-ιλύος 0.7% (Σχ.47). Συγκεκριμένα πρόκειται για κροκάλες έως αμμώδεις κροκάλες με μικρό ποσοστό άμμου και μηδαμινά λεπτόκοκκα υλικά (ιλύς-άργιλος) (Σχ.48). Το δείγμα είναι κακώς ταξινομημένο, με ενδιάμεσο βαθμό στρογγυλότητας και σφαιρικότητας. Η στρογγυλότητα και η σφαιρικότητα προκύπτουν και από το διάγραμμα κατά Krumbein&Sloss (1963) με βάση το οποίο εξετάστηκαν οπτικά 50 χαλαζιακοί κόκκοι από το δείγμα με στερεοσκόπιο.

Πίνακας 2. Το καθαρό βάρος και το ποσοστό του βάρους του δείγματος 4.1 που έμεινε σε κάθε κόσκινο κατά την ανάλυση.

Αρχικό Βάρος:175.15gr		
Φ	Βάρος(gr)	Βαρος %
-6		0
-5,5		0
-5		0
-4,5		0
-4	31,92	18,23%
-3,5	30,76	17,57%
-3	29,61	16,91%
-2,5	22,47	12,83%
-2	15,34	8,71%
-1,5	10,54	6,02%
-1	3,69	2,11%
-0,5	5,6	3,20%
0	4,68	2,68%
0,5	4,12	2,36%
1	3,74	2,14%
1,5	3,66	2,08%
2	3,4	1,94%
2,5	1,85	1,06%
3	1,11	0,64%
3,5	0,78	0,46%
4	0,51	0,29%
Δίσκος	1,27	0,73%
Αθροιστικό βάρος : 175,07		

Gravel:	82,5%
Sand:	16,8%
Mud:	0,7%

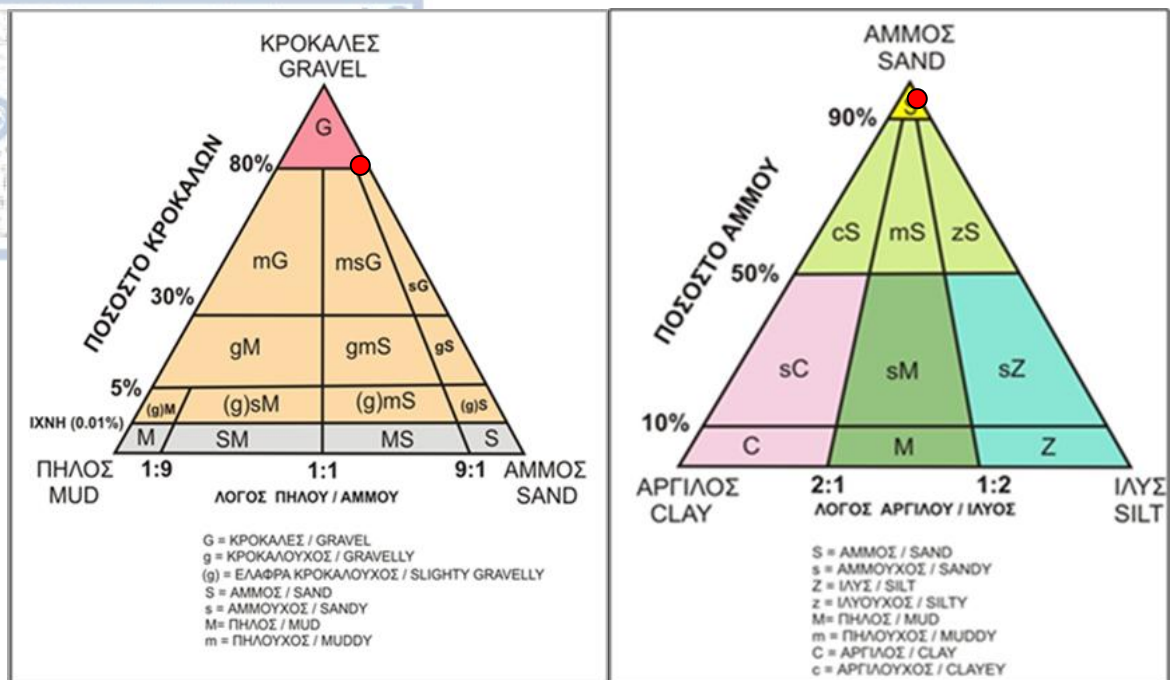
Very Coarse Gravel:	0,0%
Coarse Gravel:	18,2%
Medium Gravel:	34,5%
Fine Gravel:	21,6%
Very Fine Gravel:	8,1%
Very Coarse Sand:	5,9%
Coarse Sand:	4,5%
Medium Sand:	4,0%
Fine Sand:	1,7%
Very Fine Sand:	0,7%
Very Coarse Silt:	0,1%
Coarse Silt:	0,1%
Medium Silt:	0,1%
Fine Silt:	0,1%
Very Fine Silt:	0,1%
Clay:	0,1%

Σχήμα 47. Ταξινομική ανάλυση του δείγματος 4.1 Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης φαίνεται η κακή ταξινόμηση του δείγματος.

ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ- ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ: 0,08gr

ΣΦΑΛΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ: 0,04%

ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΑΡΟΥΣ ΤΕΛΙΚΟΥ ΔΙΣΚΟΥ: 0,72

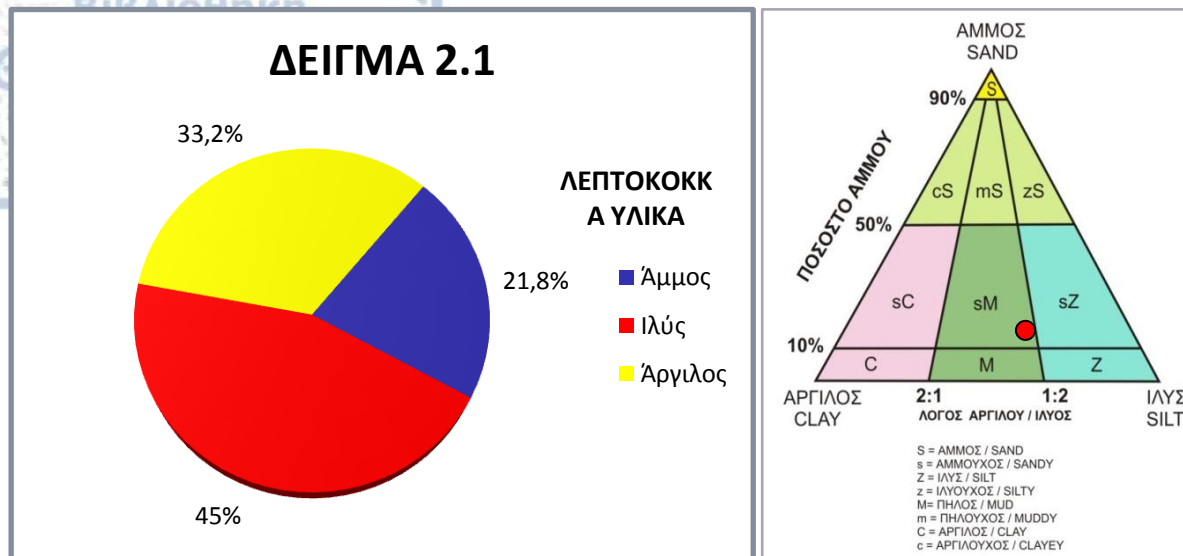


Σχήμα 48. Αποτελέσματα από την ανάλυση του δείγματος 4.1. Προκύπτει ότι πρόκειται για αμμούχες κροκάλες στο όριο με μόνο κροκάλες (sG-G), κατά Folk.

3.2.2 Αποτελέσματα λεπτόκοκκων υλικών

Τα λεπτόκοκκα δείγματα είναι τα: 2.1, 2.2, που λήφθηκαν από την 2^η στρωματογραφική στήλη και τα deig1, deig2, deig3 που λήφθηκαν από ενδιάμεσες θέσεις των στρωματογραφικών στηλών. Αναλύθηκαν με την μέθοδο του σιφωνίου όπως περιγράφηκε προηγουμένως και στα αποτελέσματα έγινε επεξεργασία με το ALBANAKISfastpipetanalysis.xls. Στο τέλος, ταξινομήθηκαν κατά Folk.

Για το δείγμα 2_1: Το δείγμα 2.1 εξάχθηκε από την στρωματογραφική στήλη 2 από τους κατώτερους ορίζοντες (Σχ.14). Το στρώμα από το οποίο προέρχεται είναι καστανού έως καστανοπράσινου κατά θέσεις χρώματος και βρίσκεται ενδιάμεσα σε δύο ορίζοντες με ασβεστιτικά συγκρίματα. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση δείχνουν ότι πρόκειται για αμμούχο πηλό (sM) (Σχ.49) με μεγάλο ποσοστό ιλύος.

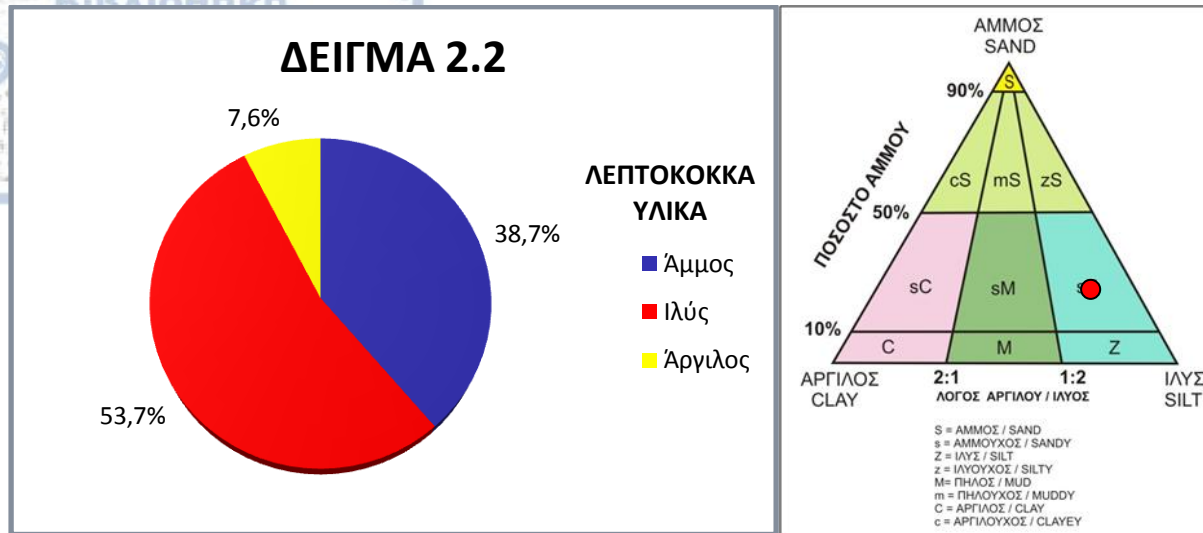


Σχήμα 49. Αποτελέσματα ποσοστών λεπτόκοκκων υλικών στο δείγμα 2.1. Πρόκειται για αμμούχο πηλό (sM), κατά Folk.

Για το δείγμα 2_2: Το δείγμα 2.2 εξάχθηκε από την στρωματογραφική στήλη 2 από τον κατώτερο ορίζοντα (Σχ.14). Το στρώμα από το οποίο προέρχεται είναι καστανού χρώματος και βρίσκεται ενδιάμεσα σε δύο ορίζοντες με ασβεστιτικά συγκρίματα που υπάρχουν ενδιάμεσα στα ιζήματα (Σχ.50). Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης προκύπτει ότι πρόκειται για αμμούχο ιλύ (sZ) όπως φαίνεται και στο (Σχ.51) Στη θέση εξαγωγής του φαινόταν να υπάρχουν οξειδία και το υλικό ήταν πιο λεπτόκοκκο από το υπόλοιπο στρώμα, υπήρχε διαφοροποίηση.

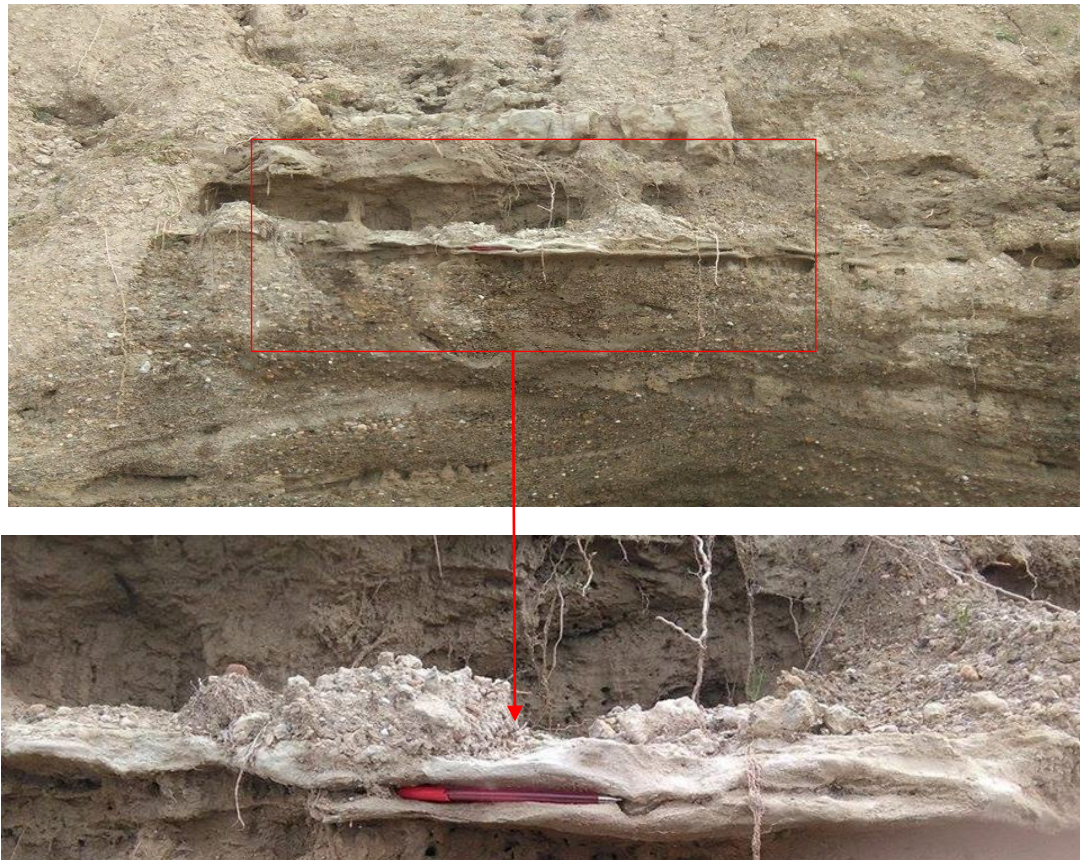


Σχήμα 50. Θέση λήψης του δείγματος 2.2, ανάμεσα στους ορίζοντες.

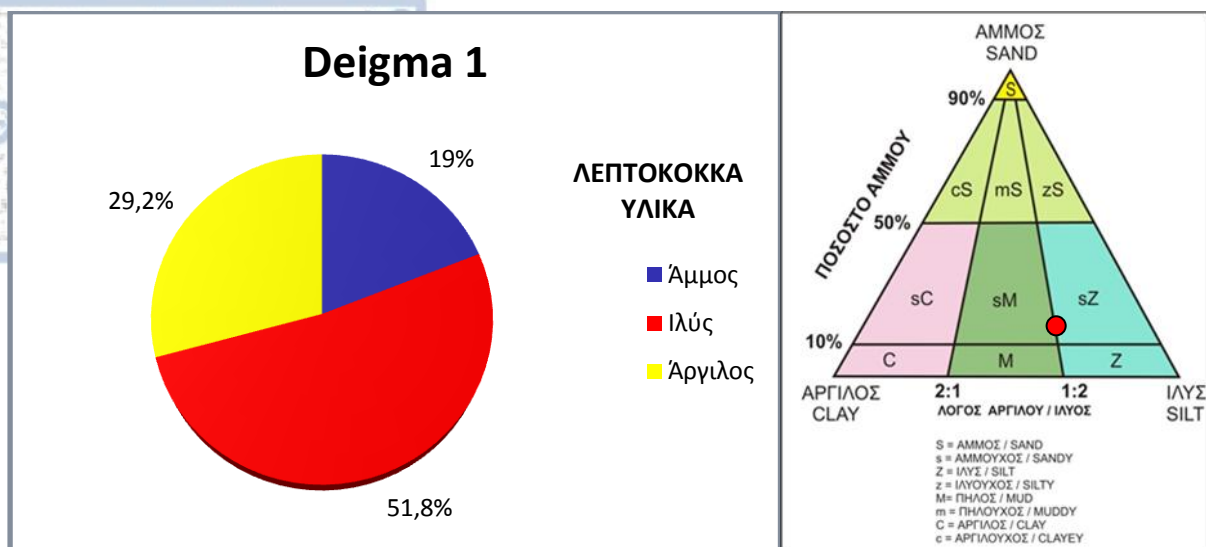


Σχήμα 51. Αποτελέσματα ποσοστών λεπτόκοκκων υλικών στο δείγμα 2.2. Πρόκειται για αμμούχο ιλύ(sZ), κατά Folk.

Για το δείγμα deig1: Το δείγμα deig1 εξάχθηκε από θέση ανάμεσα στην πρώτη και την δεύτερη στρωματογραφική στήλη. Ήταν θέση σε ενδιάμεσου ύψους ορίζοντα. Είχε πρασινωπό χρώμα και διαφοροποιούνταν από τα κοντινά ιζήματα, έμοιαζε με μαργαϊκό ορίζοντα (Σχ.52). Φαίνονταν πιο λεπτόκοκκο ενώ ήταν κάτω ακριβώς από έναν ορίζοντα με ασβεστιτικά συγκρίματα. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης στο εργαστήριο προκύπτει ότι πρόκειται για αμμούχο πηλό έως αμμούχοιλύ (sM-sZ) όπως φαίνεται και στο (Σχ.53).



Σχήμα 52. Πιθανά μαργαϊκός ορίζοντας.

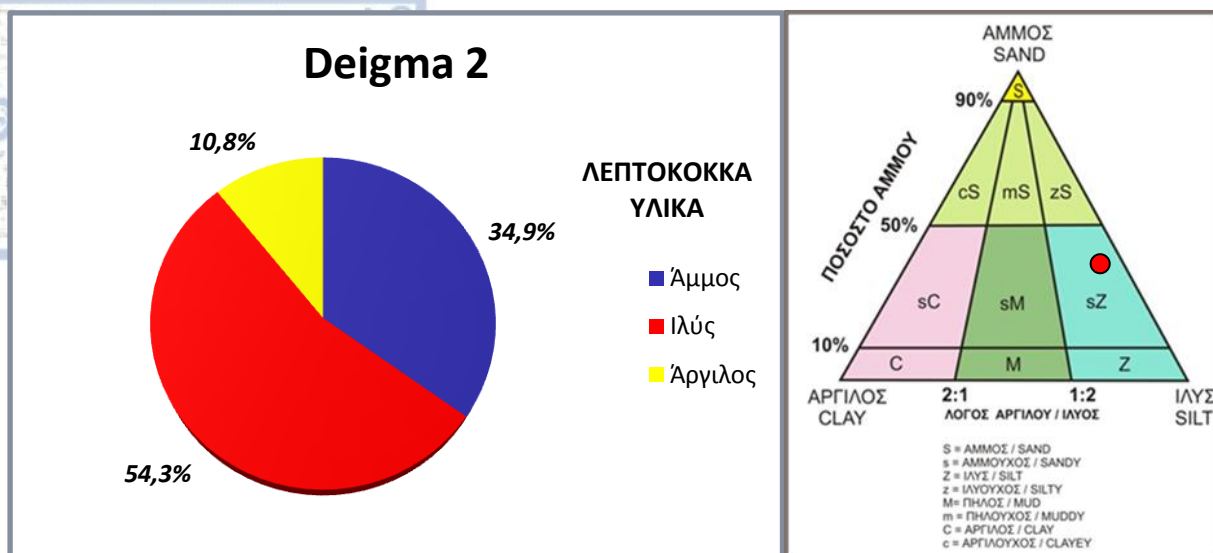


Σχήμα 53. Αποτελέσματα ποσοστών λεπτόκοκκων υλικών στο δείγμα deig1. Πρόκειται για αμμούχο πηλό έως αμμούχο ιλύ (sM- sZ), κατά Folk.

Για το δείγμα deig2: Το δείγμα deig2 εξάχθηκε από θέση λίγα μέτρα μετά την 2^η στρωματογραφική στήλη. Ήταν θέση ενδιάμεσου ύψους περίπου στα 6m από την επιφάνεια της θάλασσας, υπήρχαν οξειδία στα ιζήματα καθώς και διασταυρούμενη στρώση (Σχ.54). Η δομή ήταν τέτοια, που σχηματίζονταν «σπηλιές». Το δείγμα συλλέχθηκε από πεσμένο υλικό, καθώς θεωρήθηκε καλύτερο να μην χαλάσουν οι δομές. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης στο εργαστήριο προκύπτει ότι πρόκειται για αμμούχο ιλύ όπως φαίνεται και στο (Σχ.55).

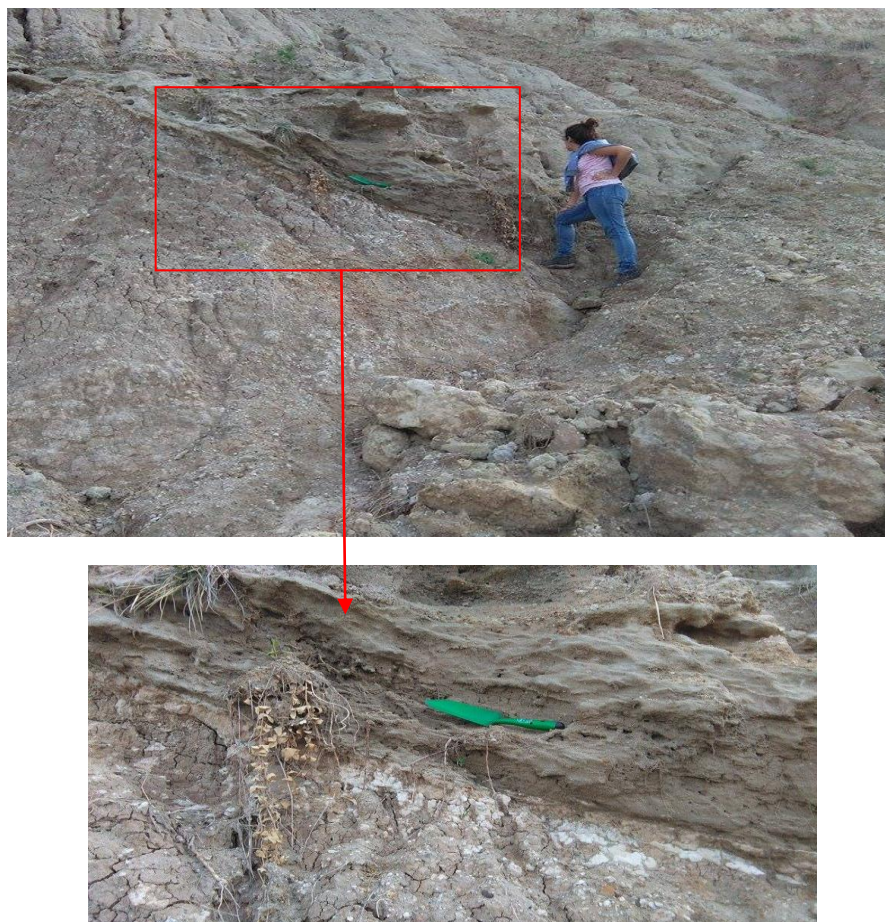


Σχήμα 54. Θέση ανάμεσα στην 2^η και 3^η στρωματογραφική στήλη. Οξειδωμένα ιζήματα. Αποτελούνται κυρίως από άμμο. Σχηματίζουν «σπηλιές».

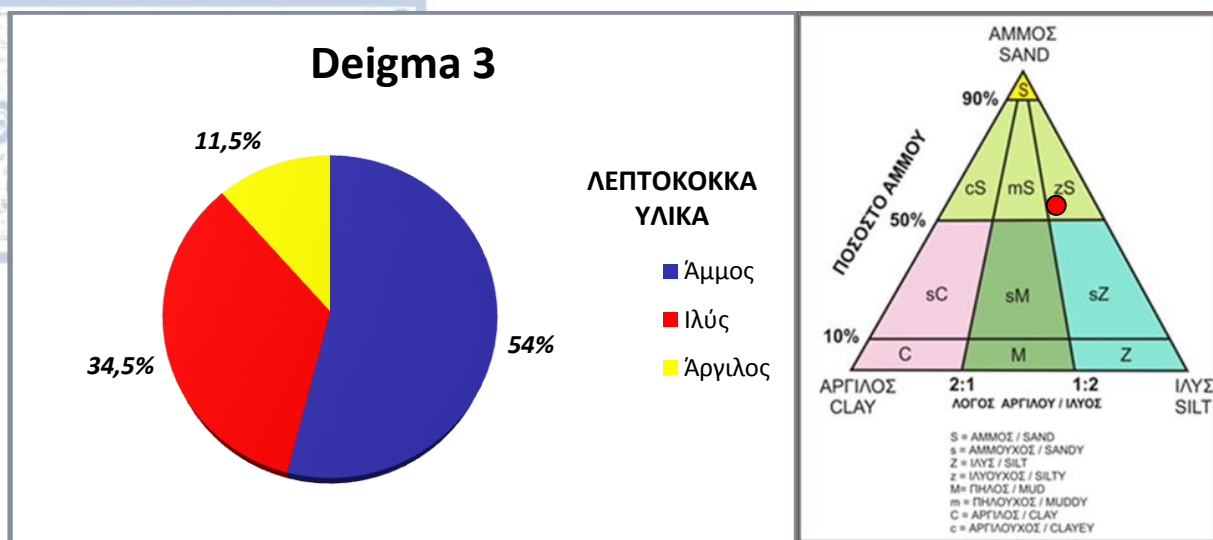


Σχήμα 55. Αποτελέσματα ποσοστών λεπτόκοκκων υλικών στο δείγμα deig2. Πρόκειται για αμμούχο ιλύ (sZ), κατά Folk.

Για το δείγμα deig3: Το δείγμα deig3 λήφθηκε από θέση ανάμεσα στην 3^η και στην 4^η στρωματογραφική στήλη. Ήταν θέση ενδιάμεσου ύψους. Βρισκόταν πάνω από έναν ορίζοντα από ασβεστιτικά συγκρίματα, ο οποίος από κάτω είχε άργιλο (Σχ.56). Στα επόμενα 2-3m εξαφανιζόταν ο ασβεστιτικός ορίζοντας και η άργιλος ερχόταν σε επαφή με τον ορίζοντα από τον οποίο συλλέχθηκε το δείγμα. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης στο εργαστήριο προκύπτει ότι πρόκειται για ιλυούχο άμμο (zS) (Σχ.57).



Σχήμα 56. Ιλυούχος άμμος πάνω από άργιλο και συγκρίματα.



Σχήμα 57. Ποσοστά των λεπτόκοκκων υλικών στο δείγμα 3 προέκυψαν από την εργαστηριακή ανάλυση και χαρακτηρισμός του ως ιλιούχος άμμος (zS) κατά Folk.

Στον παρακάτω πίνακα (Πιν.3) φαίνονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα για τα δείγματα που αναλύθηκαν και ο χαρακτηρισμός κάθε δείγματος.

Πίνακας 3. Συγκεντρωτικός πίνακας με τα ποσοστά των ιζημάτων για όλα τα δείγματα που αναλύθηκαν, και ο χαρακτηρισμός τους.

<u>Όνομα δείγματος</u>	<u>Άμμος (%)</u>	<u>Ιλύς (%)</u>	<u>Άργιλος (%)</u>	<u>Κροκάλες-Χαλίκια(%)</u>	<u>Χαρακτηρισμός δείγματος</u>
2.1	21,8	45	33,2	-	Αμμούχος πηλός (sM)
2.2	38,7	53,7	7,6	-	Ιλυούχος πηλός (sZ)
3.1	57,8	0,8	0,2	41,2	Αμμούχες κροκάλες (sG)
4.1	16,8	0,6	0,1	82,5	Αμμούχες κροκάλες-κροκάλες (sG-G)
Deig1	19	51,8	29,2	-	Αμμούχος πηλός-αμμούχος ιλύς (sM-sZ)
Deig2	34,9	54,3	10,8	-	Αμμούχος ιλύς (sZ)
Deig3	54	34,5	11,5	-	Ιλιούχος άμμος (zS)

3.2.3 Δείγμα που ήταν αδύνατη η ανάλυση του

Ενα δείγμα που δεν ήταν δυνατή η ανάλυση του ήταν το δείγμα που λήφθηκε από τον ηφαιστειακό ορίζοντα (7^η στρωματογραφική στήλη) (σχ.40). Η ανάλυση του δεν ήταν δυνατή γιατί, ήταν εξαιρετικά λεπτόκοκκο και με την ανάλυση του σιφωνίου θα διαλυόταν εντελώς χωρίς να δώσει αποτελέσματα. Στο σχήμα (Σχ.58) φαίνεται το ηφαιστειακής προέλευσης πέτρωμα και ξεχωρίζει το χαρακτηριστικό λευκό έως ροδόχρωμο χρώμα του. Η παρουσία του ηφαιστειακού ορίζοντα στην φυσική τομή είναι πολύ σημαντική γιατί όπως αναφέρθηκε και παραπάνω βρίσκεται και στην άλλη πλευρά της λεκάνης Θερμαϊκού Αξιού, στην περιοχή της Κατερίνης στον σχηματισμό Μακρύγυαλου. Ο εντοπισμός του στρώματος υποδηλώνει την μεταφορά και την απόθεση στάχτης ακτινωτά από την περιοχή της Αλμωπίας σ' όλο το πλάτος της λεκάνης σε υδάτινες αβαθείς λεκάνες (Συλβέστρου 2002).



Σχήμα 58. Ο χαρακτηριστικός ροδόχρωμος ηφαιστειακός ορίζοντας. Διακρίνονται οι ηφαιστειακές μαύρες κροκάλες.

Κεφάλαιο 4ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα της στρωματογραφίας καθώς και της ιζηματολογικής εργαστηριακής ανάλυσης των δειγμάτων προκύπτουν κάποια συμπεράσματα για την περιοχή. Σκοπός είναι η κατανόηση και η ταυτοποίηση των κύκλων ιζηματογένεσης της ευρύτερης περιοχής με τα διαφορετικά στρώματα που υπάρχουν στην φυσική τομή. Ένας βασικός τρόπος να προσδιοριστεί το παλαιοπεριβάλλον είναι η υφή, η ταξινόμηση, η στρογγυλότητα και το μέγεθος των κόκκων των ιζημάτων. Βοηθά επίσης στον προσδιορισμό η δομή των στρώσεων που πιθανά να έχουν τα ιζήματα. Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητός ο μηχανισμός μεταφοράς και η ροή του υλικού. Ακόμα, η ύπαρξη ανθρακικών ιζημάτων, τα ασβεστιτικά συγκρίματα, είναι χαρακτηριστική για τον προσδιορισμό του παλαιοπεριβάλλοντος και τον διαχωρισμό από άλλα πιθανά παλαιοπεριβάλλοντα.

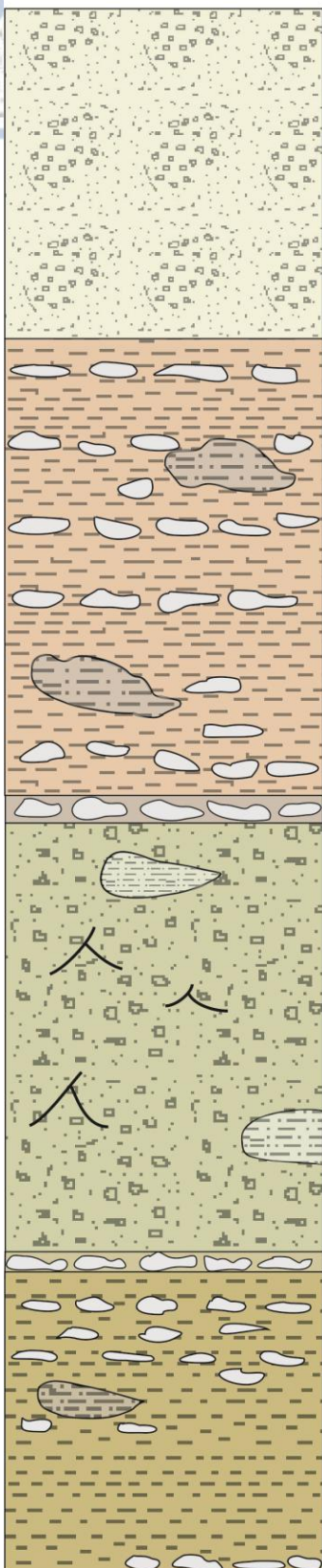
Όπως φαίνεται στην συνοπτική στρωματογραφική στήλη (Σχ.59), υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά στρώματα στο σύνολο της φυσικής τομής που εξετάστηκε. Ακόμα, στο σχήμα (Σχ.60) φαίνεται κατασκευασμένη η γεωλογική τομή, με βάση και τα παραπάνω αποτελέσματα.

Συνοπτική Στρωματογραφική Στήλη



Κλίμακα
0,5m
1m

Άμμοι και κροκάλες με κατά θέσεις χαλίκια.



Καστανή έως καστανέρυθη άργιλος με πολύ μεγάλο ποσοστό ασβεστιτικών συγκριμάτων. Φακοί με ιλύ κατά θέσεις. Τα ασβεστιτικά συγκρίματα εμφανίζονται κυρίως σε ορίζοντες. Σε ένα σημείο της φυσικής τομής εμφανίζονται μέχρι και 6 ορίζοντες ασβεστιτικών συγκριμάτων σε εναλλαγές με τις αργίλους. Άργιλος κυρίως στο πάνω μέρος.

Ορίζοντας ασβεστιτικών συγκριμάτων πάχους 0,3-0,4m.

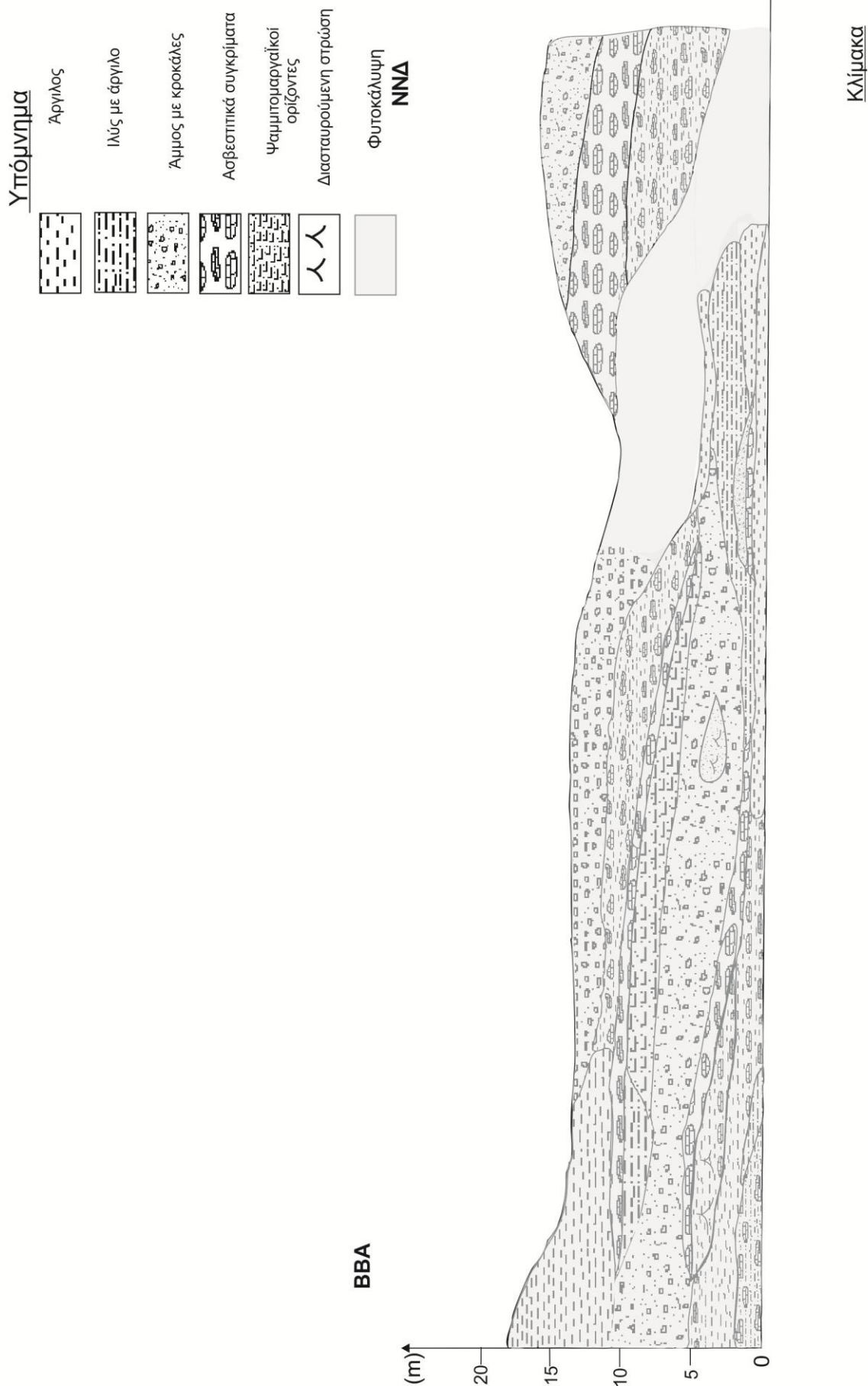
Αδρόκοκκη άμμος με κροκάλες. Κατά θέσεις διασταυρούμενη στρώση και οξειδία. Υπάρχει επανάληψη υλικών. Χαλαζιακές και ηφαιστειακές κροκάλες. Καστανό, καστανοπράσινο και κατά θέσεις γκρίζο χρώμα. Υπάρχουν φακοί πιο αμμώδεις και εμφανίζεται ψαμμιτομαργαϊκός ορίζοντας.

Ορίζοντας ασβεστιτικών συγκριμάτων (κυματισμός κατά θέσεις), 0,3m πάχος.

Ιλύς και άργιλος. Σκούρο καστανό έως καστανοπράσινο χρώμα κατά θέσεις. Οξειδία και μεγάλος αριθμός συγκριμάτων κυρίως στους ανώτερους ορίζοντες. Κατά θέσεις φακοί με πιο λεπτόκοκκο υλικό (κυρίως ιλύ) με καστανέρυθρο χρώμα και πληρωμένοι δευτερογενώς με ασβεστιτικά συγκρίματα.

Σχήμα 59. Συνοπτική στρωματογραφική στήλη.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ- ΑΓΓΕΛΟΧΩΡΙ



Σχήμα 60. Η γεωλογική τομή με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης της περιοχής.

Η κατώτερη ενότητα έχει πάχος 2,5m και αποτελείται από λεπτόκοκκα υλικά κυρίως. Περιέχει ιλύ στο μεγαλύτερο ποσοστό του και μεγάλο ποσοστό άργιλου. Έχει σκούρο καστανό χρώμα έως και καστανοπράσινο κατά θέσεις. Ακόμα, υπάρχουν οξείδια καθώς μεγάλος αριθμός ασβεστιτικών συγκριμάτων κυρίως στους ανώτερους ορίζοντες του στρώματος και όχι τόσο στους κατώτερους. Πιθανά τα λεπτόκοκκα υλικά να είναι πληρωμένα δευτερογενώς με τα ασβεστιτικά συγκρίματα. Υπάρχουν φακοί κατά θέσεις που αποτελούνται από ιλύ και έχουν μικρό ποσοστό ασβεστιτικών συγκριμάτων. Το μέγεθος των κόκκων, οι ορίζοντες στρώσεις αλλά και η παρουσία ασβεστιτικών συγκριμάτων στους ορίζοντες φανερώνουν ένα περιβάλλον σύνθετο με διαφορετικές και εναλλασσόμενες αποθέσεις. Η απόθεση των λεπτόκοκκων ιζημάτων φανερώνει ένα περιβάλλον σχετικά ήρεμο χωρίς πολλές διακυμάνσεις (Ψ&Ψ 2015, Boggs Jr. 2005). Τα ασβεστιτικά συγκρίματα δείχνουν ότι πιθανόν να πρόκειται για αβαθή λίμνη στο συγκεκριμένο σημείο, η οποία όδευε προς χέρσευση, όπως φαίνεται κι από το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των συγκριμάτων είναι συγκεντρωμένο στους ανώτερους ορίζοντες του στρώματος (Ψ&Ψ 2015). Είναι πιθανό η τροφοδοσία να ήταν ποτάμια και να μεταφέρονταν μεγάλο ποσοστό διαλυμένου ανθρακικού ασβεστίου το οποίο εκβάλλονταν στην παλαιολεκάνη μαζί με τον νερό. Σε μικρές αβαθείς λίμνες ή σε περιθώρια μικρών λιμνών υπήρχαν συνθήκες κατάλληλες για τον σχηματισμό των ασβεστιτικών δομών – συγκριμάτων. Η παρουσία τους είναι σημαντική γιατί φανερώνει την αλλαγή φάσης του περιβάλλοντος, από ποταμολιμναίο σε ποτάμιο, με βάση και τα στρωματογραφικά στοιχεία (Reading 1996, Boggs 2005). Ρόλο σε αυτό πιθανά να έπαιξε και τη τροφοδοσία της παλαιολεκάνης από τα ποτάμια που μάλλον αυξήθηκε. Στο στρώμα αυτό εμφανίζεται και η απολιθωτοφόρος θέση MV.L.

Ορίζοντας ασβεστιτικών συγκριμάτων πάχους 0,3m διαχωρίζει το προηγούμενο στρώμα από το επόμενο. Παρατηρείται ότι σε αυτήν την ενότητα η άργιλος είναι σε πολλές θέσεις πληρωμένη δευτερογενώς με συγκρίματα. Ο ορίζοντας των συγκριμάτων πιθανόν να σχηματίστηκε στο ρηχό και ήρεμο ποταμολιμναίο περιβάλλον και να είναι το τελευταίο ίζημα που σχηματίστηκε σε αυτή την φάση.

Η επόμενη ενότητα έχει πάχος περίπου 4m και αποτελείται από αδρόκοκκη άμμο και κροκάλες. Το χρώμα του είναι καστανό καστανοπράσινο έως και γκρίζο κατά θέσεις. Υπάρχουν οξείδια κατά θέσεις και διασταυρούμενη στρώση. Εμφανίζονται ηφαιστειακές και χαλαζιακές κροκάλες. Ακόμα υπάρχουν φακοί με πιο αμμόδες υλικό, κυρίως ιλύ και λιγότερο άργιλο. Από το ενδιάμεσο της τομής και έπειτα εμφανίζονται ψαμμιτομαργαϊκοί ορίζοντες. Από την εργαστηριακή ανάλυση προέκυψε ότι πρόκειται για αμμούχες κροκάλες (sG) με μέτρια ταξινόμηση, κακή έως μέτρια σφαιρικότητα και μέτρια στρογγυλότητα. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η περιοχή από ποταμολιμναία που ήταν προηγούμενα μετέβηκε σε ποτάμια (Reading 1996). Η δομή, η ταξινόμηση και η υφή των ιζημάτων φανερώνει ότι ο τύπος ποταμού που προήλθαν ήταν μάλλον πλεξοειδής και ότι η κλίση του ήταν σχετικά μικρή. Με βάση το ποτάμιο αλλουβιακό μοντέλο ιζηματογένεσης (Reading, 1996) πρόκειται για αποθέσεις που προήλθαν ως στρώματα που σχηματίστηκαν ως πλευρικές αποθέσεις στην κοίτη του ποταμού που φαίνεται να είχε μεγάλη μεταφορική ικανότητα εκείνη τη χρονική περίοδο. Αυτό εξηγεί και την κοινή παρουσία του χονδρόκοκκου μαζί με πιο λεπτόκοκκο υλικό μέσα σε φακούς. Οι δομές με την διασταυρούμενη, την οριζόντια και κατά θέσεις κυματοειδή στρώση δείχνουν περιβάλλον υψηλής ενέργειας και ενισχύουν την άποψη ότι πρόκειται για αυτή την ζώνη. Ακόμα, η ρυθμικότητα- επανάληψη που υπάρχει στα ιζήματα κατά θέσεις δείχνει ότι η τροφοδοσία των ποταμών με υλικό δεν ήταν σταθερή αλλά είχε διακυμάνσεις, χαρακτηριστικό των πλεξοειδών –αναστομωμένων ποταμών (Reading 1996, Miall 2014)

Ορίζοντας ασβεστιτικών συγκριμάτων πάχους 0,4-0,5m διαχωρίζει το προηγούμενο στρώμα από το επόμενο στο οποίο πιθανώς και να ανήκει. Φαίνεται να σηματοδοτεί την αρχή νέας φάσης. Η απόθεσή του μαρτυρά ένα ρηχό και ήρεμο περιβάλλον.

Η τρίτη ενότητα αποτελείται από καστανή έως καστανέρυθρη άργιλο και φακούς ιλύος κατά θέσεις. Υπάρχει πολύ μεγάλο ποσοστό ασβεστιτικών συγκριμάτων και ξεχωρίζει τοφφώδης ασβεστόλιθος από ένα σημείο της τομής και έπειτα, μέχρι το τέλος της. Σε ένα τμήμα της φυσικής τομής, εμφανίζονται μέχρι και έξι διαφορετικοί ορίζοντες συγκριμάτων σε εναλλαγές με τις αργίλους. Τα συγκρίματα εμφανίζονται κυρίως σε ορίζοντες αλλά και χωρίς συγκεκριμένη δομή σε κάποιες θέσεις. Στον ανώτερο ορίζοντα της ενότητας, υπάρχει άργιλος κυρίως. Η στρωματογραφία αυτή και το πολύ μεγάλο ποσοστών ασβεστιτικού υλικού είτε ως συγκρίματα είτε ως τοφφώδης ασβεστόλιθος, φανερώνει ότι το περιβάλλον γίνεται πιο ρηχό και με μικρότερη τροφοδότηση (Reading 1996, Boggs Jr. 2005) Τα λεπτόκοκκα αλλά και τα ασβεστιτικά υλικά, βρίσκονται σε συνθήκες όπου μπορούν να σχηματιστούν και πιθανόν να είναι πλημμυρικές αποθέσεις. Φαίνεται δηλαδή ότι εκτός από την τροφοδότηση με υλικό μειώνεται και η παροχή του νερού και δημιουργείται ήρεμο και ρηχό περιβάλλον χαμηλής ενέργειας.

Η ανώτερη ενότητα του σχηματισμού, περιέχει άμμους και κροκάλες με κατά θέσεις χαλίκια ενώ είναι καστανού ανοιχτού έως ανοιχτού καστανέρυθρου κατά θέσεις χρώματος. Φαίνεται αυτή την χρονική περίοδο, σε συνέχεια και από την προηγούμενη ενότητα, η περιοχή να χερσεύει εντελώς, να διαβρώνεται και να αποτίθενται χερσαία ιζήματα μάλλον ερυθροστρωμάτων (Ψ&Ψ 2015).

Συνολικά, φαίνεται ότι η θέση είχε ένα ποταμολιμναίο αβαθές, ήρεμο περιβάλλον όπου αποτίθενται λεπτόκοκκα ιζήματα μαζί και κάποια ασβεστιτικά. Έπειτα, αυξήθηκε η παροχή νερού του ποταμού και η μεταφορική του ικανότητα και άρχισαν να αποτίθενται ποτάμια ιζήματα σε αυτή την θέση. Αργότερα, πιθανώς να μειώθηκε η παροχή του νερού και η περιοχή έγινε πιο ρηχή και ήρεμη και αποτέθηκαν πάλι λεπτόκοκκα ιζήματα με μεγάλο ποσοστό ασβεστιτικού υλικού είτε με μορφή τοφφώδους ασβεστόλιθου είτε με μορφή ασβεστιτικών συγκριμάτων όπως προηγούμενα. Τέλος, υπήρξε απόθεση χονδρόκοκκων υλικών και φαίνεται ότι η περιοχή χερσεύει και διαβρώνεται. Με βάση τα παραπάνω στρωματογραφικά και λιθολογικά στοιχεία, για τον σχηματισμό της φυσικής τομής που εξετάστηκε σε συνδυασμό με την παρουσία της απολιθωματοφόρου θέσης MVL στους κατώτερους ορίζοντες της τομής και την σημαντική παρουσία του μεγάλου ποσοστού συγκριμάτων και του τοφφώδους ασβεστόλιθου στο σύνολο της τομής, προκύπτει το συμπέρασμα ότι μπορεί να παραλληλιστεί με τον Σχηματισμό Γωνιάς και στο ανώτερο στρώμα με την χέρσευση, τη διάβρωση και συνολικά την μετάβαση προς τον Σχηματισμό Μουδανιών.

BOGGS, S. JR., 2005. Principles of sedimentology and stratigraphy. PRENTICE HALL University of Oregon.

KOUFOS, G. D., 2007. Suoids (Mammalia, Artiodactyla) from Early/ Middle Miocene locality of Antonios. Macedonia, Greece. Thessaloniki, Greece. Senckenbergianna Iethaea, 87, 171-186.

KOUFOS, G. D., KOLIADIMOU, K. K., 1993. Two lagomorphs, from Pliocene of Macedonia, Greece. Aristotle University of Thessaloniki. Bulletin of the Geological Society of Greece, XXVIII/3, 117-129.

KOUFOS, G. D., SYRIDES, G. E., 1997. A new Early/Middle Miocene Mammal locality from Macedonia, Greece. Laboratory of Geology and Palaeontology. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 325, 511-516.

KOUFOS, G. D., SYRIDES, G. E., KOLIADIMOY, K. K., 1991. A Pliocene primate from Macedonia (Greece). Journal of Human Evolution, 21, 283-294.

LAZARIDIS, G., KOSTOPOULOS, D. S., LYRAS, G., ROUSSIAKIS, S., 2017. A new Late Miocene ovibovine-like bovid (Bovidae, Mammalia) from the Kassandra Peninsula (Chalkidiki, Northern Greece) and implications to the phylogeography of the group.

MIALL, A., 2014. Fluvial Depositional Systems. SPRINGER. University of Toronto. Toronto, Canada.

STOYKOVA, K., ZAGORCHEV, I., SUC, J-P., 2013. Siviris formation (upper Oligocene lower Miocene), a new lithostratigraphic unit, Kassandra peninsula (Chalkidiki, northern Greece). Bulgarian Academy of Sciences. Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, 65(8), 1117-1124.

READING, H. G., 1996. Sedimentary Environments: Processes, facies and stratigraphy. BLACKWELL. University of Oxford.

VASILEIADOU, K., KOUFOS, G. D. 2005. The micromammals from the Early/Middle Miocene locality of Antonios, Chalkidiki, Greece. Annales de Paléontologie, 91, 197-225.

VASILEIADOU, K.V., KOUFOS, G.D., SYRIDES, G.E., 2003. Silata, a new locality with micromammals from the Miocene/Pliocene boundary of the Chalkidiki peninsula, Macedonia, Greece. Deinsea, 10, 549-562.

ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ, Γ. Θ., 2015. Μελέτη της ανωμειοκαινικής απολιθωματοφόρου θέσης σπονδυλωτών της Κρυοπηγής και άλλων θέσεων της Κασσάνδρας Χαλκιδικής.

Συστηματική, ταφονομία, παλαιοοικολογία, βιοχρονολόγηση. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ., 2010. Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας. UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.

ΣΥΛΒΕΣΤΡΟΥ, Ι. Α., 2002. Στρωματογραφική παλαιοντολογική και παλαιογραφική μελέτη των Νεογενών- Τεταρτογενών αποθέσεων της λεκάνης Κατερίνης. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

ΣΥΡΙΔΗΣ, Γ., 1990. Λιθοστρωματογραφική, βιοστρωματογραφική και παλαιογεωγραφική μελέτη των Νεογενών- Τεταρτογενών ιζηματογενών σχηματισμών της Χερσονήσου Χαλκιδικής. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α., ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α., 2015. Ιζηματολογία. Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.