

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΙΩΑΝΝΗΣ Ν. ΤΣΟΚΑΡΙΔΗΣ

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ –ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΡΟΑΣΤΕΙΟΥ,
ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2015

ΙΩΑΝΝΗΣ Ν. ΤΣΟΚΑΡΙΔΗΣ

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ-ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΡΟΑΣΤΕΙΟΥ,
ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας

Εργαστήριο Γεωλογίας

Επιβλέπων Καθηγητής

Καθηγητής: Δ.Σ Κωστόπουλος

Συνεπιβλέπουσες:

Κ. Κολιαδήμου

Ι. Σουλβέστρου

© Ιωάννης Ν. Τσοκαρίδης, Εργ. Γεωλογίας, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All right reserved.

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ–ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΡΟΑΣΤΕΙΟΥ,
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ

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

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

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	
1.1 Γεωγραφία και Γεωλογία τηςπεριοχής.....	1
1.2 Στρωματογραφία Λεκάνης Πτολεμαΐδας.....	5
1.2.1 Υποκείμενη «στοιβάδα».....	7
1.2.2 Λιγνιτοφόρος «στοιβάδα».....	7
1.2.3 Υπερκείμενη «στοιβάδα».....	9
1.2.4 Μετα- Λιγνιτικές αποθέσεις.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΡΟΑΣΤΕΙΟΥ.....	
2.1 Βιβλιογραφικές πληροφορίες.....	13
2.2Ιζηματολογία.....	13
2.3 Πετρολογία.....	17
2.4 Στρωματογραφία.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	51
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	55
SUMMARY.....	56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, μου ανατέθηκε η Στρωματογραφική- Ιζηματολογική μελέτη του σχηματισμού Προαστίου, Πτολεμαΐδας. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στον ευρύτερο χώρο της λεκάνης της Πτολεμαΐδας και είχε ως σκοπό τη διερεύνηση των υπερκείμενων Τεταρτογενών σχηματισμών που εμφανίζονται στον ευρύτερο χώρο της λεκάνης, με τη μεγαλύτερη εξάπλωση τους γύρω από το ομώνυμο χωριό Προάστειο. Οι αποθέσεις αυτές τοποθετούνται στρωματογραφικά επάνω από τα λιγνιτικά στρώματα της λεκάνης που χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα εργοστάσια της ΔΕΗ που εδρεύουν στην περιοχή της μελέτης με αποτέλεσμα να έχουν ερευνηθεί από πολλούς επιστήμονες.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά τον καθηγητή κ. Κωστόπουλο για την καθοδήγηση και την βοήθεια του στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας, αλλά και την κ. Κ. Κολιαδήμου και την κ. Ι. Συλβέστρου για την βοήθεια τους στο εργαστηριακό κομμάτι της εργασίας μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω το ορυχείο Καρδιάς και συγκεκριμένα το τμήμα Μελετών και ιδιαίτερα τον γεωλόγο κ. Τ. Μπάρμπα για τη βοήθεια και τη συνεργασία όσον αφορά την είσοδο μου στο ορυχείο, τη συλλογή δειγμάτων, και όποια εργασία ήταν αναγκαία για τη λήψη πληροφοριών εντός του ορίου των ορυχείων. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την στήριξη τους και τη βοήθεια τους στην ύπαιθρο ώστε να λάβω οποιαδήποτε χρήσιμη πληροφορία για την εκπόνηση της εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γεωγραφία και Γεωλογία της περιοχής

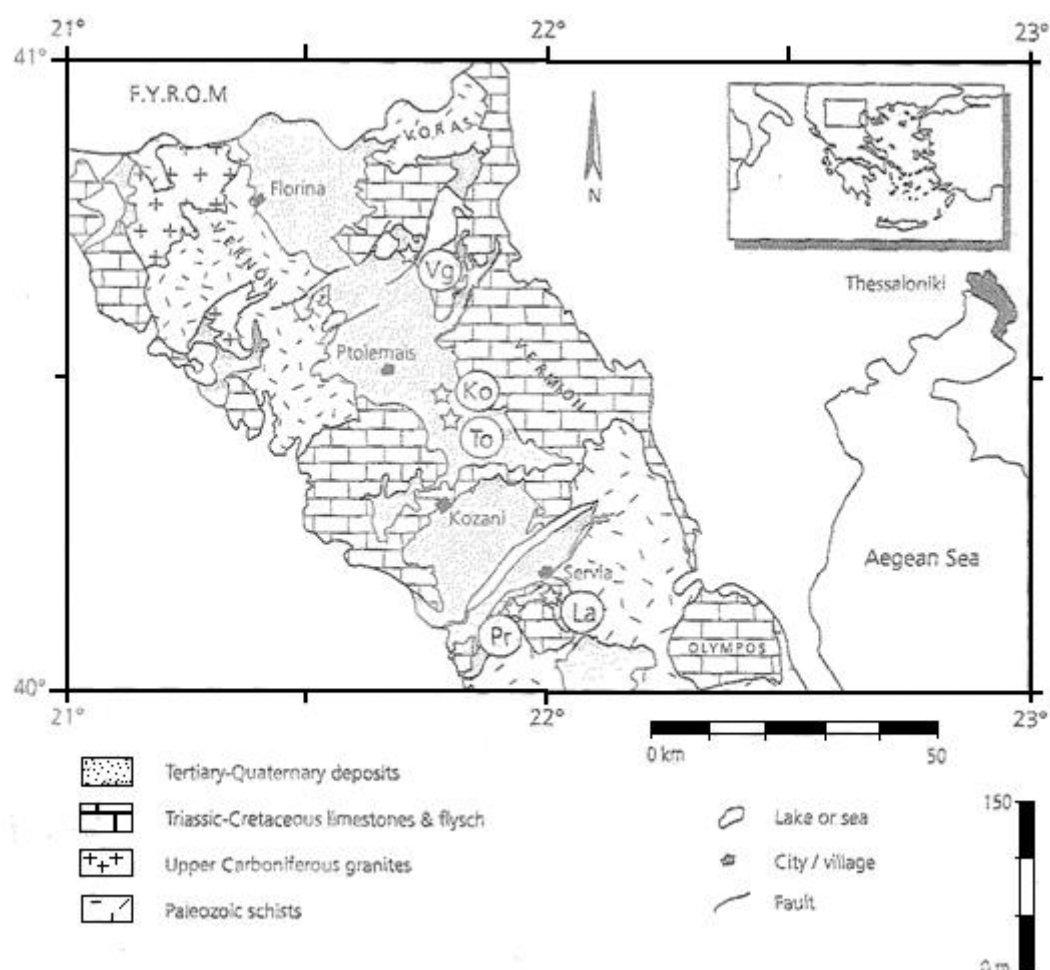
Ο Νομός Κοζάνης εκτείνεται σε περίπου 432km^2 και η πόλη της Κοζάνης είναι η πρωτεύουσα και μεγαλύτερη πόλη της περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας, καθώς και της ομώνυμης περιφερειακής ενότητας. Η Πτολεμαΐδα, πρώην Καϊλάρια, είναι πόλη στη βόρεια Ελλάδα, στο Διοικητικό Διαμέρισμα της Δυτικής Μακεδονίας, ανήκει στο νομό Κοζάνης, και είναι πρωτεύουσα της επαρχίας Εορδαίας. Το Προάστειο, απ' όπου παίρνει και το όνομα του ο ομώνυμος σχηματισμός, που αποτελεί αντικείμενο της έρευνας, είναι προάστιο της Πτολεμαΐδας και απέχει από αυτήν 4 χιλ, στο δρόμο από Πτολεμαΐδα προς Κοζάνη. Σύμφωνα με τους Varvarousis et al. (1998) η περιοχή της Κοζάνης αποτελεί το νότιο μέρος της τεκτονικής τάφρου της Φλώρινας-Πτολεμαΐδας- Κοζάνης, η οποία εκτείνεται ΒΔ της πόλης της Κοζάνης, και ο ποταμός Αλιάκμονας τη διασχίζει στο νότιο τμήμα με κατεύθυνση από ΝΔ προς ΒΑ. Αυτή η τάφρος έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, δημιουργήθηκε στο μέσο Τριτογενές από μεγάλα, εντυπωσιακά ρήγματα ΒΔ-ΝΑ έως ΒΒΔ σε ΝΝΔ διεύθυνσης. Κατά τον Μουντράκη (2010) η τάφρος αυτή ξεκινά από το Μοναστήρι της Γιουγκοσλαβίας και διαμέσου Φλώρινας, Αμυνταίου και Πτολεμαΐδας φτάνει στη Κοζάνη. Έχει συνολικό μήκος 100km περίπου και μέσο πλάτος 15km. Η γεωλογική της τοποθέτηση είναι ενδιαφέρουσα γιατί είναι παράλληλη στον ορογραφικό-ορογενετικό άξονα των Ελληνίδων και αποτελεί την πρώτη νεογενή λεκάνη πίσω (Ανατολικά) από τη Μεσοελληνική μολассική αύλακα και παράλληλα προς αυτήν. Κατά τους Κεφαλά et al. (1986) στο σύνολό του το λεκανοπέδιο παρουσιάζει περίπου μορφή ορθογωνίου, διογκωμένου στο μέσο, του οποίου ο επιμήκης άξονας (μήκους 40χλμ) διευθύνεται από ΒΒΔ προς ΝΝΔ και ο εγκάρσιος προς αυτόν άξονας (μήκους 10χλμ) από ΑΒΑ προς ΑΝ. Στα βόρεια περικλείεται από τις λίμνες Χειμαδίτιδας, Πετρών και Βεγορίτιδας, ανατολικά από την οροσειρά του Βερμίου, νότια από τους βόρειους πρόβουνους του Σινιάτσικου και του Σκοπού και δυτικά από την οροσειρά του Σινιάτσικου. Το ρέμα Σουλού (ανατολικά του χωριού Ποντοκώμη, περίπου 6km) αποτελούσε τη συλλεκτήρια και αποχετευτική τάφρο των υδάτων του έλους Σαριγκιόλ και του υπόλοιπου Βόρειου τμήματος της λεκάνης, και έρεε από Νότο προς Βορρά, εκβάλλοντας μετά από 30 km περίπου εντός της λίμνης Βεγορίτιδας και αποστραγγίζοντας έτσι σχεδόν ολόκληρη την λεκάνη Πτολεμαΐδας.

Κατά τους Varvarousis et al. (1998) το υπόβαθρο και τα όρια της τάφρου αποτελεί η Πελαγονική σειρά, η οποία σήμερα εκτίθεται στο ανατολικό περιθώριο, ενώ το ΝΔ τμήμα της τάφρου συγκροτούν οι οφειόλιθοι του Βούρινου. Τρεις κύριες

στρωματογραφικές αλληλουχίες της Πελαγονικής ζώνης διακρίνονται στα βουνά που συνορεύουν με την τάφρο:

1. Τα προ-Παλαιοζωικής και Παλαιοζωικής ηλικίας πετρώματα υψηλού βαθμού μεταμόρφωσης, με παρεμβάσεις από Παλαιοζωικούς γρανίτες.
2. Η Πέρμιο- Τριαδική μεταμορφωμένη ηφαιστειο-ιζηματογενής σειρά.
3. Τα Μεσοζωικής ηλικίας, Τριαδικο-Ιουρασικά μάρμαρα.

Στις αρχές του Κρητιδικού τα λατυποπαγή και ανθρακικά της ζώνης του Αξιού αυξήθηκαν πάνω από την Πελαγονική σειρά. Στο τέλος του Κενομάνιου οι ανθρακικές αποθέσεις λόγω επίκλησης, επικάλυψαν τα Πελαγονικά πετρώματα.



Σχήμα 1: Βασικός Γεωλογικός Χάρτης της λεκάνης της Φλώρινας-Πτολεμαΐδας-Σερβίων (κατά Steenbrink, 2001).

Κατά τον Μουντράκη (2010) η λεκάνη Φλώρινας- Πτολεμαΐδας- Κοζάνης αποτελεί ίσως την πιο ενδιαφέρουσα Νεογενή λεκάνη του Ελληνικού χώρου λόγω των πλούσιων λιγνιτικών κοιτασμάτων της, τα οποία και την καθιέρωσαν σαν το

ενεργειακό κέντρο της Ελλάδας. Η Γεωλογία και Τεκτονική ιστορία της λεκάνης αποτέλεσαν αντικείμενο πολυάριθμων μελετών ελλήνων και ξένων επιστημόνων και συνοψίζεται στα εξής (Κεφαλάς et al. 1986, Varvarousis et al. 1998, Μουντράκης 2010 και αναφερόμενη βιβλιογραφία):

Στο τέλος της Τριτογενούς περιόδου, συνέπεια των συνορογενετικών φάσεων των νεοαλπικών πτυχώσεων έλαβε χώρα ο σχηματισμός της μεγάλης τεκτονικής τάφρου, ως συνέπεια διαρρήξεων ΒΔ-ΝΑ διευθύνσεων. Πρόκειται ουσιαστικά για μία ζώνη επί μέρους ταφροειδών βυθισμάτων που συνιστούν τις λιγνιτοφόρες λεκάνες Φλώρινας- Αμυνταίου- Πτολεμαΐδας και Κοζάνης- Σερβίων. Κατά την διάρκεια του Άνω Μειόκαινου έως τις αρχές του Πλειόκαινου η λεκάνη άρχισε να γεμίζει με ιζήματα ποτάμιας και λιμναίας προέλευσης. Σε αυτή τη φάση εντάσσεται και η δημιουργία ξυλιτών. Κατά τη διάρκεια του Πλειόκαινου επικρατεί ένα λιμναίο τελματικό περιβάλλον με απόθεση αργίλων, μάργας, ιλύων και μαργαϊκών ασβεστόλιθων. Σε αυτή τη φάση εντάσσεται η δημιουργία λιγνίτη σε ελώδες περιβάλλον.

Η πλήρωση της λεκάνης με ιζηματογενείς αποθέσεις έλαβε χώρα από το Μ.-Α. Μειόκαινο έως και το τέλος Πλειόκαινου. Η εφελκυστική ρηξιγενής τεκτονικής του Τεταρτογενούς δημιούργησε ρήγματα γενικής Α-Δ διεύθυνσης που οδήγησαν σε κατακερματισμό της αρχικής λεκάνης. Η υπολεκάνη της Πτολεμαΐδας διαχωρίστηκε σε μικρότερα ταφροειδή βυθίσματα (Πτολεμαΐδας- Έλους Σαριγκιόλ κλπ) και ενδιάμεσα εξάρματα (Αγ. Χριστοφόρου, Κομάνου κ.α.). Συνοπτικά η στρωματογραφική ακολουθία της λεκάνης αντιπροσωπεύεται από:

1. Κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες και ξυλίτες, Ανώτερου Μειόκαινου- Κατώτερου Πλειόκαινου.
2. Μάργες, ψαμμιτικές μάργες, ψαμμίτες και άργιλοι με παρεμβολές λιγνιτικών στρωμάτων ηλικίας Πλειόκαινου.
3. Χερσαία και ποταμοχειμάρρια κροκαλοπαγή, ψαμμίτες και ερυθροπηλοί του Πλειστοκαίνου.

Κατά τους Κεφαλά & Διαμαντή-Ξηροπούλου (1986) από τη δημιουργία της λεκάνης μέχρι σήμερα τα ρήγματα δεν έδρασαν μόνο μια φορά, αλλά επαναδραστηριοποιήθηκαν σε διαδοχικές περιόδους και επέδρασαν επί των ιζημάτων που εν τω μεταξύ είχαν αποτεθεί. Για τον εντοπισμό των ρηγμάτων στη λεκάνη της Πτολεμαΐδας βασίστηκαν κυρίως στον καθοδηγητικό ορίζοντα Neritina, καθώς και σε εκείνον της χαρακτηριστικής άμμου. Τα ρήγματα που εντοπίστηκαν φανερώνουν ότι η περιοχή είναι αρκετά διαρρηγμένη, ιδιαίτερα στο βόρειο και στο νότιο τμήμα της. Στο βόρειο τμήμα της περιοχής μια κύρια μετάπτωση (f2) με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, που το άλμα της φτάνει και τα 200μ, χωρίζει το κοίτασμα από εκείνο του Προαστίου, ενώ παράλληλα κλιμακωτά ρήγματα, σχεδόν κάθετα προς αυτή, βυθίζουν τους σχηματισμούς της λιγνιτοφόρου στιβάδας, από ανατολικά προς

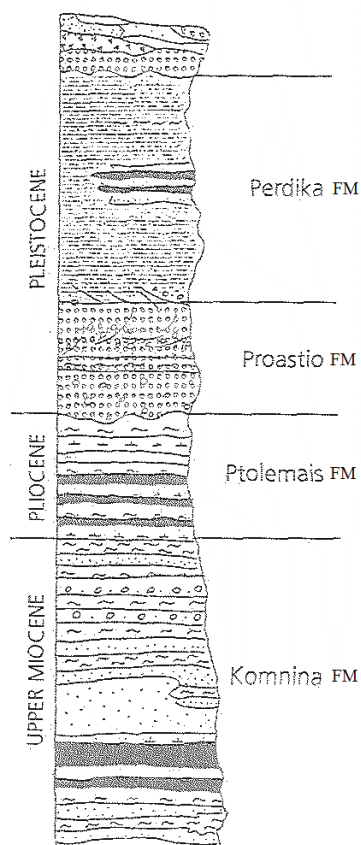
τα δυτικά. Περισσότερο πολύπλοκη είναι η τεκτονική στο νότιο τμήμα του κοιτάσματος, όπου κύριες και δευτερεύουσες μεταπτώσεις έχουν δημιουργήσει μια συγκλίνουσα, προς το κέντρο του τμήματος, βύθιση των νεογενών λιγνιτοφόρων σχηματισμών. Έτσι σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι το λιγνιτικό κοίτασμα χωρίζεται σε τρία τμήματα ΒΔ, Νότιο και το υπόλοιπο τμήμα (κεντρικό, ΒΑ). Τα δύο πρώτα παρουσιάζονται αρκετά βυθισμένα ως προς το τρίτο. Τα ρήγματα που εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν στη περιοχή έφθασαν στα 37, συμπεριλαμβανόμενων και των κρασπεδικών των δυτικών περιθωρίων. Κύριο χαρακτηριστικό σχεδόν όλων των ρηγμάτων είναι ότι το άλμα τους παραμένει σταθερό καθ' όλο το μήκος τους. Η διαφοροποίηση αυτή του άλματος των ρηγμάτων οφείλεται, αφενός μεν στην πλαστικότητα των ιζημάτων και στη διαφορετική κάμψη που υπέστησαν αυτά κατά την μετακίνηση των τεμαχών, αφετέρου δε στη διάτμηση πολλών ρηγμάτων, ιδίως παλαιότερων, από άλλα νεότερης ηλικίας ρήγματα. Οι προαναφερθείσες τεκτονικές διαταραχές έχουν προκαλέσει, κατά τόπους, κλίση στα νεογενή ιζήματα, καθώς και πτύχωση αυτών ιδιαίτερα κοντά στο ίχνος των ρηγμάτων. Η κατά τόπους κλίση των νεογενών λιγνιτοφόρων ιζημάτων είναι σχετικά μικρή και δεν υπερβαίνει τις 30°, ενώ γενικά κλίνουν προς τα δυτικά.

Οι Varvarousis et al. (1998) και άλλοι ερευνητές με βάση παλαιομαγνητικά, κυκλοστρωματογραφικά, παλαιοοντολογικά και ραδιομετρικά δεδομένα έδειξαν ότι ο λιγνίτης που εμφανίζεται στην περιοχή αναπτύσσεται σε δύο σχηματισμούς, οι οποίοι διαφέρουν ως προς την ηλικία τους και το είδος των γαιανθράκων που περιλαμβάνουν. Ο πρώτος σχηματισμός είναι Μειοκαινικής ηλικίας και τύπου ξυλίτη και εμφανίζεται στο νότιο-νοτιοανατολικό τμήμα της λεκάνης, υποδηλώνοντας ένα ποτάμιο- λιμναίο περιβάλλον. Τα ιζήματα που αντιστοιχούν στις αποθέσεις των ανατολικών περιθωρίων των λεκανών Πτολεμαΐδας- Αμυνταίου και στα ανατολικά περιθώρια της μεγαλύτερης λεκάνης Φλώρινας είναι ηλικίας Άνω Μειόκαινου και Κάτω Πλειόκαινου, και αποτελούν το δεύτερο σχηματισμό με τη μεγαλύτερη έκταση στη λεκάνη. Αποτελούνται από λιμναία ιζήματα, ενώ οι λιγνίτες που περιλαμβάνει αντιστοιχούν σε ένα ελώδες περιβάλλον. Σύμφωνα με τους Weber et al. (2012) οι λιγνιτικές αποθέσεις στη λεκάνη Πτολεμαΐδας χρονολογούνται μεταξύ δύο σημαντικών γεγονότων: την κρίση αλατότητας του Μεσσηνίου του Ανώτερου Μειόκαινου (5,96 έως το 5,33 Μα) και στο Ανώτερο Πλειόκαινο, με την έναρξη των παγετώνων του βορείου ημισφαιρίου.

1.2 Στρωματογραφία Λεκάνης Πτολεμαΐδας

Το υπόβαθρο της λεκάνης αποτελείται από προ-Τριτογενείς σχηματισμούς, κύρια κρυσταλλικούς μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους με παρουσία οφιολίθων, το κρυσταλλοσχιστώδες του όρους Άσκιου και τους τεφρούς κρυσταλλικούς-ασβεστόλιθους με παρεμβολές δολομιτών και δολομιτικών ασβεστόλιθων, Τριαδικο-Ιουρασικής ηλικίας του Μεσοζωικού καλύμματος Κοζάνης. Ποιο συγκεκριμένα σύμφωνα με το φύλλο Πτολεμαΐδας του ΙΓΜΕ στην περιοχή εμφανίζεται το κρυσταλλικό υπόβαθρο, το οποίο αποτελείται από σχιστόλιθους και γνεύσιους Παλαιοζωικής ηλικίας και το Πελαγονικό κάλυμμα το οποίο αποτελείται από σχιστόλιθους ηλικίας Νεοπαλαιοζωικής και κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους-μάρμαρα ηλικίας Μέσου Τριαδικού έως Κατώτερου Ιουρασικού.

Πάνω από το υπόβαθρο τοποθετούνται τα νεογενή ιζήματα, λιγνιτοφόρα ή μη που αποτέθηκαν στη λεκάνη Πτολεμαΐδας μετά το σχηματισμό της ή κατά την διάρκεια του Νεογενούς (Μειόκαινο- Πλειόκαινο). Ανάλογα με την ηλικία τους και τον τύπο της λιγνιτοφορίας που φιλοξενούν, τα παραπάνω ιζήματα έχουν χωριστεί σε δυο σειρές, την ανώτερη και την κατώτερη (Κουκούζας 1979).



Σχήμα 2: Λιθοστρωματογραφική στήλη της Λεκάνης Πτολεμαΐδας (κατά Steenbrink, 2001).

Η κατώτερη σειρά φιλοξενεί τη λιγνιτοφορία τύπου ξυλώδη λιγνίτη (λιγνίτες Κομνηνών) και αποτέθηκε, μάλλον κατά το Ανώτερο Μειόκαινο- Κατώτερο Πλειόκαινο ενώ η ανώτερη σειρά φιλοξενεί την λιγνιτοφορία τύπου γαιώδη λιγνίτη (λιγνίτες Πτολεμαΐδας) και αποτέθηκε κατά το Ανώτερο Πλειόκαινο. Η μετάβαση από τη μία σειρά στην άλλη είναι κανονική και δεν έχουν παρατηρηθεί στρωματογραφικές ασυμφωνίες. Βέβαια, όπως συμπεραίνεται από τις μέχρι τώρα έρευνες, η ιζηματογένεση δεν υπήρξε ενιαία καθ' όλη την έκταση της λεκάνης. Παραδείγματος χάριν στην περιοχή του κοιτάσματος Αναργύρων- Αμυνταίου συναντώνται και οι δύο προαναφερόμενες σειρές, σε στρωματογραφική συνέχεια ενώ στις περιοχές του κοιτάσματος Κομνηνών και Μαυροπηγής- Ποντοκώμης συναντήθηκαν αντίστοιχα μόνο η κατώτερη και ανώτερη σειρά. Επίσης διαφορετική είναι η λιθολογική σύσταση των δύο σειρών. Η κατώτερη σειρά συνίσταται κυρίως από λεπτόκοκκους άμμους και αργίλους ισχυρά αμμούχους, χρώματος τεφροκίτρινου- τεφροπράσινου, ενώ η ανώτερη από εναλλαγές ασβεστούχων αργίλων, αμμούχων, ιλυομιγών αργιλούχων μαργών καθώς και ανθρακομιγών αργίλων. Η μη ενιαία εξάπλωση της ιζηματογένεσης είναι συνέπεια των ανωμαλιών του αρχικού υποβάθρου της λεκάνης που δημιουργήθηκαν από γενεσιουργά τεκτονικά φαινόμενα. Έτσι κατά τη διάρκεια του Ανώτερου Μειόκαινου- Κατώτερου Πλειόκαινου τμήματα του υποβάθρου κατακλύζονται από τα νερά με αποτέλεσμα να δημιουργούνται τέλματα και λίμνες που πληρώθηκαν με διάφορα ιζήματα, ενώ άλλα τμήματα του υποβάθρου παρέμειναν στην επιφάνεια. Την πρώτη αυτή φάση ιζηματογένεσης ακολούθησε έντονος τεκτονισμός με καταβύθιση και ανύψωση τεμαχών και ακολουθεί κατά τον ίδιο μηχανισμό δεύτερη φάση ιζηματογένεσης. Μετά από την απόθεση των Νεογενών ιζημάτων στο τέλος Πλειοκαίνου, ακολούθησαν πάλι έντονα τεκτονικά φαινόμενα τα οποία συνεχίστηκαν και κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς. Τα φαινόμενα αυτά, σε συνδυασμό με το σύγχρονο σύστημα διάβρωσης- απόθεσης δημιούργησαν το σημερινό ανάγλυφο της λεκάνης. Στην περιοχή μελέτης, μεταξύ Πτολεμαΐδας, Προαστείου, Μαυροπηγής και Ποντοκώμης εμφανίζεται μόνο η Ανώτερη Νεογενής Σειρά η οποία συνιστά και το υπόβαθρο του Σχηματισμού Προαστείου. Οι Κεφαλά & Διαμαντή-Ξηροπούλου (1986), με βάση στοιχεία γεωτρήσεων στην περιοχή μελέτης που έφτασαν μέχρι το προ-Νεογενές υπόβαθρο, περιγράφουν τα εξής: Από τη συσχέτιση της Ανώτερης Νεογενούς σειράς με αντίστοιχες άλλων περιοχών της λεκάνης Πτολεμαΐδας, φαίνεται ότι τα Νεογενή ιζήματα της περιοχής του κοιτάσματος Προαστείου-Μαυροπηγής- Ποντοκώμης δε διαφέρουν σε γενικές γραμμές από τα αντίστοιχα της υπόλοιπης λεκάνης, αν εξαιρέσει κανείς τοπικές διαφοροποιήσεις παλαιογεωγραφικού χαρακτήρα. Διαφοροποιήσεις τοπικού χαρακτήρα υπάρχουν επίσης και μέσα στο μικρό σχετικά χώρο της περιοχής μελέτης, όπου παρατηρούνται συχνά πλευρικές μεταβάσεις αργίλου με μάργα ή άμμο καθώς και λιγνίτη με χουμώδεις μάργες ή αργίλους. Το γενικό χαρακτηριστικό των ιζημάτων είναι η μεγάλη παρουσία του ανθρακικού ασβεστίου, το οποίο συμμετέχει στη

σύσταση των διαφόρων σχηματισμών, συμπεριλαμβανόμενου και του λιγνίτη. Οι μάργες συγκριτικά επικρατούν των αργίλων. Οι άργιλοι είναι, κατά κανόνα ασβεστούχες σε διάφορα ποσοστά, ενώ καθαρές άργιλοι σπανίζουν. Τα ιζήματα της σειράς έρχονται στην επιφάνεια στο ΒΑ τμήμα της περιοχής, όπου η διάβρωση έχει αποσύρει, κατά τόπους, το τεταρτογενές κάλυμμα.

Όλη η ανώτερη Νεογενής σειρά χωρίστηκε συμβατικά σε τρείς «στοιβάδες»:

α) υποκείμενη, β) λιγνιτοφόρα, γ) υπερκείμενη

Στη συνέχεια θα παραθέσουμε τα κύρια γνωρίσματα κάθε μιας από τις παραπάνω στοιβάδες με σειρά αποθέσεως, δηλαδή από κάτω προς τα πάνω.

1.2.1 Υποκείμενη «στοιβάδα» :

Περιλαμβάνει τα νεογενή ιζήματα που υπόκεινται του τελευταίου λιγνιτικού στρώματος, δηλαδή του βαθύτερου λιγνιτικού στρώματος που συναντήθηκε σε γεώτρηση. Όπως προκύπτει από τις γεωτρήσεις που έφτασαν στο υπόβαθρο, το πάχος των ιζημάτων της στοιβάδας αυτής δεν είναι σταθερό, αλλά κυμαίνεται από λίγα μέχρι αρκετές δεκάδες μέτρα. Η ανομοιομορφία αυτή ανάπτυξη οφείλεται, αφ' ενός μεν στις ανωμαλίες του υποβάθρου, αφετέρου δε στη μη ενιαία εξάπλωση του βαθύτερου λιγνιτικού στρώματος. Κατά κανόνα η υποκείμενη στοιβάδα αρχίζει, από πάνω προς τα κάτω, με μια λευκότεφρη μάργα, ή *τελική μάργα* όπως λέγεται, η οποία σε συνδυασμό με τον ορίζοντα της χαρακτηριστικής άμμου αποτελεί οδηγό για τη διακοπή των γεωτρήσεων. Σε ορισμένες γεωτρήσεις η λευκότεφρη μάργα δεν υπόκειται αμέσως του τελευταίου λιγνιτικού στρώματος αλλά μεταξύ αυτών παρεμβάλλεται ανοικτότεφρη απολιθωματοφόρος μάργα, αρκετές φορές χουμώδης. Κάτω από τη λευκότεφρη αυτή μάργα ακολουθούν ανοικτότεφρες αργιλούχες μάργες, συνοδευόμενες κατά τόπους από ιλύ και λεπτόκοκκη άμμο. Ακολουθεί μία σειρά από τεφροπράσινες αμμούχες αργίλους με παρεμβολές άμμων και η σειρά των ιζημάτων της υποκείμενης στοιβάδας τελιώνει με την απόθεση μιας σειράς από ερυθροπηλούς με κροκάλες και ερυθροπράσινες αργίλους με χαλίκια και άμμο. Η τελευταία αυτή σειρά ιζημάτων παρατηρείται κυρίως προς τα κράσπεδα, στα δυτικά όρια του κοιτάσματος. Η πανίδα που συναντάται στην υποκείμενη σειρά αποτελείται κυρίως από οστρακώδη. Σπανιότερη είναι η παρουσία γαστερόποδων τα οποία όπως θα δούμε παρακάτω αφθονούν στη λιγνιτοφόρα σειρά.

1.2.2 Λιγνιτοφόρος «στοιβάδα»

Η λιγνιτοφόρος στοιβάδα αρχίζει με το ανώτερο λιγνιτικό στρώμα και τελιώνει με το κατώτερο. Περιλαμβάνει δηλαδή το σύνολο των λιγνιτικών στρωμάτων και τις ενδιάμεσες στείρες αποθέσεις. Το πάχος της δεν είναι ενιαίο, αλλά μεταβάλλεται από γεώτρηση σε γεώτρηση. Το μεγαλύτερο πάχος της

στοιβάδας παρατηρείται στο ΒΔ και Νότιο τμήμα του κοιτάσματος, όπου το πάχος φθάνει τα 215,6 και 217,5 μ αντίστοιχα σύμφωνα με τις γεωτρήσεις. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι για το βόρειο και κεντρικό τμήμα του κοιτάσματος παρατηρείται μία αύξηση του πάχους της λιγνιτοφόρου στιβάδας από τα ανατολικά προς τα δυτικά, ενώ στο νότιο τμήμα του κοιτάσματος η στοιβάδα αυξάνεται από την περιφέρεια προς το κέντρο. Οι μεταβολές αυτές του πάχους της στιβάδας στα διάφορα τμήματα της περιοχής οφείλονται στις ανωμαλίες του υποβάθρου και στη συνιζηματογενή τεκτονική, ενώ σπουδαίο ρόλο έπαιξε η διάβρωση, η οποία έχει αφαιρέσει, ιδιαίτερα στο ΒΔ και κεντρικό τμήμα του κοιτάσματος, μεγάλο τμήμα της λιγνιτοφόρου στοιβάδας. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η λιγνιτοφόρος στοιβάδα αποτελείται από στρώματα λιγνίτη και ενδιάμεσες στείρες ενστρώσεις. Το πάχος και ο αριθμός των λιγνιτικών στρωμάτων κυμαίνεται ευρύτατα από θέση σε θέση και γενικά ακολουθεί τις μεταβολές του πάχους της λιγνιτοφόρου στοιβάδας. Το ίδιο συμβαίνει και με τις ενδιάμεσες στείρες ενστρώσεις, οι οποίες κυρίως συνίστανται από χουμώδεις μάργες γκριζοπράσινες, ασβεστούχες, αμμούχους αργίλους και λεπτόκοκκους άμμους, μεταξύ αυτών και τους ορίζοντες της χαρακτηριστικής άμμου (στρώμα οδηγός) και κιτρινότεφρης μάργας, οι οποίοι περιέχουν κατά θέσεις λεπτές φακοειδείς ενστρώσεις μαργαϊκού ασβεστόλιθου. Γενικά οι ενδιάμεσες στείρες ενστρώσεις εναλλάσσονται με τα λιγνιτικά στρώματα εκτός από το νότιο τμήμα του πεδίου, στην περιοχή Ποντοκώμης, όπου μια ικανού πάχους απόθεση στείρων, στο μέσο περίπου της στοιβάδας, τη διαχωρίζει σε δύο τμήματα: ανώτερο και κατώτερο. Ο λιγνίτης της περιοχής Προαστείου-Μαυροπηγής- Ποντοκώμης κατατάσσεται στην κατηγορία του γαιώδη λιγνίτη και δεν διαφέρει από τους λιγνίτες της ίδιας ηλικίας των άλλων περιοχών της λεκάνης Πτολεμαΐδας- Αμυνταίου. Στη φυσική του κατάσταση έχει χρώμα σκούρο καστανό έως καστανόμαυρο, είναι συνήθως μαλακός και αποσαθρώνεται εύκολα στον αέρα. Παρουσιάζεται λεπτοστρωματώδης, συχνά φυλλώδης και σπάνια συμπαγής. Η λεπτοστρωματώδης υφή του οφείλεται κυρίως στην παρουσία αγόνων υλικών και φυτικών λειψάνων, όπως φύλλα, καρποί κλπ, τα οποία παρεμβάλλονται σε συχνές εναλλαγές εντός των στρωμάτων. Μέσα στα λιγνιτικά στρώματα παρατηρούνται επίσης και κελύφη μαλακίων, σε ποικίλο ποσοστό, τα οποία μερικές φορές διατάσσονται σε λεπτότατες ευδιάκριτες ενστρώσεις στείρων υλικών, στο ποσοστό της τέφρας του λιγνίτη. Το κύριο συστατικό των ανόργανων υλών είναι η άργιλος, χωρίς να λείπουν αμμούχες και ασβεστολιθικές προσμίξεις. Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε άργιλο, οι λιγνίτες χαρακτηρίζονται συμβατικά σαν πολύ λίγο αργιλούχοι, λίγο αργιλούχοι, αργιλούχοι, πολύ αργιλούχοι και πάρα πολύ αργιλούχοι. Η μέση υγρασία του κοιτάσματος υπολογίζεται σε 55,8%. Από την συσχέτιση των τιμών της υγρασίας και της τέφρας των δειγμάτων των γεωτρήσεων, παρατηρείται ότι η υγρασία είναι αντιστρόφως ανάλογη της περιεχόμενης τέφρας επί ξηρού. Η υγρασία, επίσης, ελαττώνεται όσο το βάθος του δείγματος αυξάνεται. Χαρακτηριστικό της λιγνιτοφόρου σειράς είναι και η παρουσία πολλών

απολιθωμάτων, τόσο στα ενδιάμεσα στείρα όσο και στον λιγνίτη. Οι κυριότεροι αντιπρόσωποι των απολιθωμάτων είναι τα γαστερόποδα *Planorbis*, *Melanopsis*, *Paludina* και *Theodoxus macedonicus* κοινώς *Neritina*, που απαντάται σε συγκεκριμένο και μεγάλης έκτασης ορίζοντα, ο οποίος βοηθά σημαντικά στην συσχέτιση των γεωτρήσεων και στην τεκτονική.

1.2.3 Υπερκείμενη «στοιβάδα»

Περιλαμβάνει τους Νεογενείς σχηματισμούς που υπέρκεινται του ανώτερου λιγνιτικού στρώματος. Αποτελείται από αμμούχους- ασβεστούχους αργίλους, μάργες, χουμώδεις μάργες, κυρίως πλησίον της λιγνιτοφόρου στοιβάδας, καθώς και λεπτόκοκκους άμμους, εντός των οποίων παρατηρούνται κατά τόπους φακοειδείς ενστρώσεις ψαμμιτών ή πηλιτών μικρού πάχους. Το χρώμα των ιζημάτων είναι τεφροπράσινο έως τεφρό. Το πάχος της στοιβάδας κυμαίνεται ευρύτατα. Στη διακύμανση του πάχους, καθοριστικό ρόλο διαδραμάτισαν οι προ-Πλειστοκαινικές τεκτονικές μεταπτώσεις που βύθισαν ή ανύψωσαν επί μέρους τμήματα της περιοχής, δημιουργώντας στην πρώτη περίπτωση συνθήκες νεώτερης ιζηματογένεσης και στη δεύτερη, διάβρωση και αποκομιδή μέρους ή όλης της υπερκείμενης Νεογενούς στοιβάδας. Μερικές φορές μάλιστα η διάβρωση έχει προχωρήσει και μέσα στη λιγνιτοφόρα στοιβάδα αποκομίζοντας μεγάλο μέρος της. Έτσι συμβαίνει να παρουσιάζονται σαν υπερκείμενη στιβάδα άγονα ιζήματα, τα οποία ουσιαστικά ανήκουν στη λιγνιτοφόρο στοιβάδα.

1.2.4 Μετα-Λιγνιτικές αποθέσεις

Μετά την απόθεση των Νεογενών ιζημάτων και κατά το Κατώτερο Πλειστόκαινο, εκδηλώθηκε έντονος τεκτονισμός στην περιοχή μελέτης, με ανοδικές και καθοδικές κινήσεις, οι οποίες δημιούργησαν εξάρματα και βυθίσματα. Με τη βοήθεια του ευνοϊκού κλίματος, του ανάγλυφου και της φύσης των πετρωμάτων, άρχισε έντονη μηχανική διάβρωση και απόθεση. Τα κλαστικά υλικά μεταφέρθηκαν στα χαμηλότερα σημεία και δημιούργησαν τις Τεταρτογενείς αποθέσεις της λεκάνης, οι οποίες έχουν καλύψει σχεδόν ολόκληρη την περιοχή. Από άποψη ηλικίας οι παραπάνω αποθέσεις καταλαμβάνουν όλο το Τεταρτογενές, από το Πλειστόκαινο μέχρι και το Ολόκαινο. Κατά τους Κεφαλά & Διαμαντή-Ξηροπούλου (1986) στις Ολοκαινικές αποθέσεις ανήκουν α) τα προϊόντα αποσάθρωσης των παλαιότερων πετρωμάτων, β) σύγχρονες ποτάμιες προσχώσεις που πληρούν σήμερα τα βαθύπεδα και τις κοιλάδες μεταξύ των υψιπέδων, γ) λιμναίες ή ελώδεις αποθέσεις της περιοχής του Σαριγκιόλ και δ) τα πλευρικά κορήματα των ορέων τα οποία αποτέθηκαν στα κράσπεδα αυτών. Αργιλοαμμώδη ερυθροχώματα (αλλουβιακός μανδύας) που αποτελούν το καλλιεργήσιμο έδαφος καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος της περιοχής, με το πάχος τους να φτάνει μέχρι ένα μέτρο ενώ κατά θέσεις επικάθονται στο συνεκτικό κροκαλοπαγές.

Κατά τους Κεφαλά & Διαμαντή-Ξηροπούλου (1986) την ίδια χρονική περίοδο (Τεταρτογενές) με το σχηματισμό των προηγούμενων ιζημάτων, το μεταφερόμενο υλικό από τη διάβρωση, από τους χείμαρρους και τα ποτάμια και την αποσάθρωση, αποτέθηκε εντός των καταβυθίσεων και βαθύτερων τμημάτων της λεκάνης και σχημάτισαν τα μεγάλου πάχους κλαστικά ιζήματα τα οποία αποτελούν έναν πλευρικό σχηματισμό ισόχρονο του Προαστείου. Ο σχηματισμός αυτός αποτελείται από εναλλαγές ερυθροχρόων αργίλων με διάσπαρτες κροκάλες ή χαλίκια και χαλαρά έως συνεκτικά κροκαλοπαγή με ερυθρή αργιλομαργαϊκή ή αργιλοαμμούχα συνδετική ύλη. Τα ιζήματα αυτά αναφέρονται ως σειρά καστανέρυθρων αργίλων και κροκαλοπαγών. Οι κροκάλες (ασβεστολιθικές, σχιστολιθικές, χαλαζιακές) είναι διαφόρου μεγέθους, από λίγα έως μερικά εκατοστά, και παρατηρείται περιορισμός του μεγέθους τους από τα κράσπεδα προς το εσωτερικό της λεκάνης δηλαδή από τα δυτικά προς τα ανατολικά του κοιτάσματος. Τα κατώτερα μέλη της σειράς επικάθονται των νεογενών ιζημάτων στο κεντρικό και ΒΑ τμήμα της περιοχής.

Επιστέγασμα της καστανέρυθρης σειράς αποτελούν οι ριπιδοειδής κώνοι κορημάτων με λατύπες και κροκάλες, κυρίως ασβεστολιθικές, μεγάλου μεγέθους που κατέρχονται από τα δυτικά κράσπεδα της λεκάνης (όρος Άσκιο). Επίσης σύμφωνα με τους Αναστασόπουλο & Κούκουζα (1970) στις κροκάλες των εν λόγω ιζημάτων επικρατεί το ασβεστολιθικό υλικό, από το ασβεστολιθικό κυρίως κράσπεδο του Βερμίου και Άσκιου.

Μετά την πλήρωση της λεκάνης από τα προηγούμενα ιζήματα, στο μεγαλύτερο μέρος του Νότιου τμήματος της λεκάνης της Πτολεμαΐδας συνεχίστηκε η μεταφορά υλικού, κυρίως από τα κράσπεδα των ανατολικών και δυτικών περιθωρίων της λεκάνης σχηματίζοντας κώνους λατυποκροκαλοπαγών. Πρόκειται για ριπιδοειδείς σχηματισμούς, συνέπεια της μικρής σχετικά απόστασης μεταφοράς του υλικού, οι οποίοι εμφανίζονται σήμερα τόσο αμφότερα των περιθωρίων του νοτίου τμήματος της λεκάνης όσο και πέραν των κρασπέδων των υψωμάτων άλλων τμημάτων. Οι σχηματισμοί αυτοί αποτέλεσαν τα τελευταία γεμίσματα της λεκάνης. Η πλήρωση του Νότιου τμήματος της λεκάνης Πτολεμαΐδας από τα προηγούμενα ιζήματα δεν υπήρξε καθολική και στην περιοχή Σαριγκιόλ σχηματίστηκε αβαθής λίμνη η οποία τελικά εξελίχθηκε στο ομώνυμο έλος. Εντός της λίμνης συνεχίστηκε η ιζηματογένεση και μετά την αποξήρανση του έλους αποκαλύφθηκαν στρώματα αργιλούχων σκοτεινότεφρων μαλακών μαργών και αργίλων εντός των οποίων βρίσκονται απολιθώματα μικρών γαστερόποδων και διθύρων. Οι εν λόγω σχηματισμοί στο κέντρο του έλους Σαριγκιόλ καλύπτονται από πρόσφατες σκουρότεφρες αργιλούχες χουμώδεις αποθέσεις, με θραύσματα λευκοκελύφων μαλακίων που έχουν πάχος 2-4 μέτρα και αποτελούν το πλέον γόνιμο έδαφος της περιοχής.

Το πάχος και η τοποθέτηση των ανώτερων ιζημάτων, ως προς τα υποκείμενα λιγνιτοφόρα στρώματα και αυτά του υποβάθρου της λεκάνης ποικίλει. Έτσι τα ιζήματα αυτά επικάθονται ασύμφωνα επί των ανώτερων οριζόντων και λιγνιτοφόρων στρωμάτων, ενώ κατά θέσεις επικάθονται απ' ευθείας στο λιγνιτικό κοίτασμα όπως στη κοιλάδα του Κομάνου και Καρυοχωρίου, και σε κάποιες περιπτώσεις κατευθείαν πάνω στους σχηματισμούς των περιθωρίων της λεκάνης. Η απόθεση τους αντιστοιχεί σε φάση πρόσχωσης και περιορισμού της λίμνης. Ορμητικοί χείμαρροι κατερχόμενοι από το Βέρμιο και το Σινιάτσικο απέθεσαν το υλικό τους υπό μορφή παράκτιων αποθέσεων και υπό-λιμναίων δέλτα, τα οποία ανάλογα την ορμητικότητα των χειμάρρων και του ποσού του μεταφερόμενου υλικού επεκτείνονται σε ικανή απόσταση από την ακτή. Αυτό οδήγησε σε μία υπό-λιμναία ιζηματογένεση, με τέτοιο τρόπο ώστε στα πλησιέστερα τμήματα της ακτής να αποτίθενται τα χονδροκλαστικά υλικά. Προς το κέντρο της λεκάνης αποτέθηκαν τα πλέον λεπτοκλαστικά σε αιώρηση υλικά με αποτέλεσμα τον σχηματισμό αμμωδών αργίλων. Η παρατηρούμενη εναλλαγή λεπτοκλαστικών (αργιλοαμμωδών) και χονδροκλαστικών (κροκαλοπαγών) ιζημάτων είναι χαρακτηριστική της τυπικής δομής των λιμναίων δέλτα και έχει σχέση με την μεταβολή του όγκου και της ορμητικότητας των ρεόντων υδάτων. Στη περιοχή του νοτίου πεδίου τα ιζήματα της εν λόγω σειράς προέρχονται από τους χείμαρρους που κατέρχονται από το Βέρμιο. Το πάχος τους είναι μεγαλύτερο των 60 μέτρων προς τα περιθώρια της λεκάνης και κυρίως στην περιοχή του χωριού Αμύγδαλα και μειώνεται προς το κέντρο της λεκάνης στα 15 έως 20 μέτρα. Σε ορισμένα σημεία έχει μικρότερο πάχος λόγω της διάβρωσης. Λίγο δυτικότερα οι χειμαρρολιμναίες αποθέσεις εντός των οποίων δεν βρέθηκαν κελύφη μαλακίων ή άλλων απολιθωμάτων μεταπίπτουν πλευρικά σε τυπικά λιμναία ιζήματα που συνίστανται από αργίλους ισχυρά ασβεστούχους, αμμούχους και αργιλοαμμούχες μάργες με πολλά ασβεστιτικά συγκρίματα και ασβεστολιθικούς κονδύλους. Μέσα σε αυτούς βρέθηκαν πολλά θραύσματα μαλακίων και αντιπρόσωποι του γένους *Planorbis*. Μέσα σε αυτόν τον σχηματισμό είχε ανοίξει η αποχετευτική τάφρος Σουλού για να αποχετεύονται τα ύδατα της περιοχής του πρώην έλους Σαριγκιόλ. Επί της ερυθροφαίας χειμαρρολιμναίας σειράς ιζημάτων επικάθονται οι ριπιδοειδείς κώνοι χειμάρρων αποθέσεων του Βερμίου. Αποτελούνται από κροκαλοπαγή με κροκάλες και λατύπες κυρίως ασβεστολιθικής σύστασης με αποστρογγυλωμένες ακμές. Το μέγεθος των κροκαλών ποικίλει, και διαβαθμίζεται από τα περιθώρια της λεκάνης προς το εσωτερικό της. Μερικές φορές συναντώνται ασβεστολιθικές κροκάλες διαμέτρου 30 εκατοστών και μεγαλύτερες. Παρουσιάζουν πρωταρχική κλίση 3 έως 5 μοίρες. Μέχρι βάθος 0,50 έως 1 μέτρο από την επιφάνεια τα κροκαλοπαγή αυτά είναι συνεκτικά και αποτελούν ένα εκτεταμένο συμπαγή μικρού πάχους ορίζοντα. Λόγω του μικρού πάχους του κροκαλοπαγούς μανδύα αυτός έχει διαβρωθεί από ορισμένα σύγχρονα αβαθή ρέματα (πχ. αβαθές ρέμα μεταξύ των χωριών Χαραυγή και Κλείτος) και το

υλικό έχει μεταφερθεί προς το εσωτερικό της λεκάνης και έχει αποτεθεί κατά μήκος της στενής και αβαθής κοίτης των ρεμάτων υπό μορφή σύγχρονων προσχώσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΡΟΑΣΤΕΙΟΥ

2.1. Βιβλιογραφικές πληροφορίες

Ο σχηματισμός Προαστείου σύμφωνα με το φύλλο Πτολεμαΐδας του ΙΓΜΕ (1954) περιγράφεται ως «*σύστημα ποταμοχειμάρριων αποθέσεων ασύμφωνα επικαθήμενο στα Νεογενή ιζήματα, αποτελούμενο από πολύμικτα κροκαλοπαγή, με κροκάλες ποικίλου μεγέθους καλά στρογγυλεμένες, κατά θέσεις σκληρά, με φακοειδείς ενστρώσεις αμμούχων κιτρινέρυθρων αργίλων και ψηφιδομιγών άμμων, εναλλασσόμενα στους βαθύτερους ορίζοντες, με στρώματα ερυθρών πηλών και ερυθροκίτρινων χαλικομιγών αργιούχων άμμων*». Οι ανώτεροι ορίζοντες χαρακτηρίζονται από την έλλειψη αργιλικών ενστρώσεων και αποτελούνται από χαλαρότερα κροκαλοπαγή με φακοειδείς ενστρώσεις άμμων με ευδιάκριτη διασταυρούμενη στρώση. Φαίνεται να μεταπίπτουν προοδευτικά, με τοπικές μόνον ασυμφωνίες προς τον υπερκείμενο σχηματισμό Περδίκκα. Κατά το Φύλλο Πτολεμαΐδας του ΙΓΜΕ στο σχηματισμό δεν έχουν βρεθεί απολιθώματα, ενώ η ηλικία του πιθανολογείται Βιλλαφράγκια και το πάχος του φτάνει τα 150 μέτρα περίπου. Επίσης κατά τους Αναστασόπουλος & Κούκουζα (1970) και Κεφαλά & Διαμαντή-Ξηροπούλου (1986) ο Σχηματισμός Προαστείου συνιστά ποταμοχειμάρριες Πλειστοκαινικές αποθέσεις και έχει πάρει το όνομα του από το ομώνυμο χωριό στο οποίο εμφανίζει την μεγαλύτερη εξάπλωση του. Αποτελείται από εναλλασσόμενες και διασταυρούμενες στρώσεις πολυγενετικών κροκαλοπαγών συνεκτικών ή μη, ψηφιδοπαγών, ψαμμιτών, άμμων και αργίλων. Οι κροκάλες μεγέθους μερικών χιλιοστών έως λίγων εκατοστών, είναι σχεδόν αποστρογγυλεμένες και συνδέονται μεταξύ τους με αργιλοαμμούχο υλικό. Οι κροκάλες είναι ασβεστολιθικής, κερατολιθικής, περιδοιτικής, διαβασικής, γαββρικής, τραχιτικής, σχιστολιθικής και γνευσιακής σύστασης και επικάθονται της ανώτερης Νεογενούς σειράς κυρίως στο Νότιο και ΒΔ τμήμα του κοιτάσματος όπου έχουν και το μεγαλύτερο πάχος, το οποίο κυμαίνεται κατά τόπους από μερικά μέτρα έως μερικές δεκάδες μέτρα. Από άποψη ηλικίας, θεωρούνται ότι ανήκουν στο Κάτω Πλειστόκαινο.

2.2 Ιζηματολογία

Έχοντας ως σκοπό την ιζηματολογική μελέτη του σχηματισμού Προαστείου και χρησιμοποιώντας τόσο γεωλογικούς χάρτες του ΙΓΜΕ όσο και δορυφορικά συστήματα όπως το Google earth και το ΕΓΣΑ87, λήφθηκαν 5 δείγματα από συγκεκριμένες θέσεις με σκοπό να μελετηθούν στο εργαστήριο ιζηματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Αρχικά

πραγματοποιήθηκε μια συσχέτιση του γεωλογικού με τον πολιτικό χάρτη, ενώ έπειτα ακολούθησε πολυήμερη αναγνώριση στο ύπαιθρο με σκοπό να ληφθούν τα πιο αντιπροσωπευτικά δείγματα, τα οποία συνέβαλαν καταλυτικά στη μελέτη του συγκεκριμένου σχηματισμού. Έτσι ένα δείγμα λήφθηκε ακριβώς έξω από το χωριό Προάστιο, και τέσσερα εντός του ορυχείου Μαυροπηγής με τους υπεύθυνους του οποίου η συνεργασία ήταν καθοριστική για τη συνέχεια της έρευνας, καθώς μεγάλο μέρος του σχηματισμού εκτείνεται εντός του ορίου του ενεργού ορυχείου, όπου και η είσοδος απαγορεύεται εκτός του προσωπικού.

Οι θέσεις των δειγμάτων αποτυπώθηκαν με την χρήση της εφαρμογής ΕΓΣΑ87 και έπειτα μετατράπηκαν σε Google earth ώστε να τοποθετηθούν σε αυτό και να προκύψει μια απεικόνιση της θέσης των δειγμάτων. Έτσι προκύπτει ο Πίνακας 1:

Δείγμα	Γεωγραφικό μήκος	Γεωγραφικό πλάτος	Υψόμετρο	Ακρίβεια	Δορυφόροι
PRS1	40° 28' 33,121"	21° 43' 28,215"	678,2	5,0μ	9
PRS2	40° 28' 12,45"	21° 42' 59,96"	678	5,0μ	9
PRS3	40° 28' 19,56"	21° 43' 3,36"	710,4	10,0μ	5
PRS4	40° 27' 51,48"	21° 43' 5,52"	694,9	5,0μ	9
PRS5	40° 29' 15"	21° 43' 5,52"	689,80	5,0μ	9

Πίνακας 1: Γεωγραφικές συντεταγμένες θέσεων δειγματοληψίας.

Οι θέσεις δειγματοληψίας εμφανίζονται στη παρακάτω φωτογραφία του google earth καθώς και στο γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ (Σχήμα 3):



Σχήμα 3: Θέσεις δειγματοληψίας (PRS1-5).

Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο ιζηματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας του ΑΠΘ όπου πραγματοποιήθηκαν κοκκομετρικές αναλύσεις. Αρχικά για να αποδεσμευτεί η υγρασία από τα δείγματα απλώθηκαν σε καθαρά χαρτιά και παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου έως ότου στεγνώσουν. Το βάρος τους υπερέβαινε το ενδεδειγμένο βάρος για κοκκομετρία γιατί τα δείγματα περιείχαν από ιλύ έως κροκάλες βάρους 786,54gr και ο επιμερισμός του δείγματος σε μικρότερα κλάσματα δε θα έδινε αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα. Έτσι τα δείγματα χωρίστηκαν με την μέθοδο του σταυρού διατηρώντας όλα τα μεγέθη κόκκων-κροκαλών και ζυγίστηκαν σε ζυγαριά Mettler P1200, η οποία είχε την δυνατότητα να ζυγίζει τέτοιου μεγέθους βάρη. Η κοκκομετρική ανάλυση για τα δείγματα PRS1, PRS2, PRS5 πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο του κοσκινίσματος. Τα δείγματα πέρασαν από κόσκινα ανά 0,5 φ από -6φ έως 4φ. Λόγω έλλειψης των κοσκίνων -3,5φ, -4,5φ και -5,5φ χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία του Αλμπανάκη (προσ. επικ.) για να υπολογιστούν κατά προσέγγιση τα συγκεκριμένα κλάσματα. Από -6φ έως -2,5φ τα δείγματα κοσκινίστηκαν χειροκίνητα, ενώ το υλικό που έμεινε στο δίσκο βάσης κοσκινίστηκε αρχικά σε κόσκινα από -2,0φ έως 0,5φ με χρήση μηχανήματος ανάδευσης που λειτούργησε για 15 λεπτά στις 60 στροφές. Το υλικό που έμεινε στο δίσκο βάσης κοσκινίστηκε στη συνέχεια σε κόσκινα από 1φ έως 4,0φ με χρήση μηχανήματος ανάδευσης στις ίδιες στροφές και λεπτά. Έπειτα ζυγίστηκε το βάρος των κλασμάτων που διαχωρίστηκαν στο κάθε κόσκινο. Για την ακρίβεια της διαδικασίας υπολογίστηκε η απώλεια δείγματος, η οποία πρέπει να είναι έως 2% ώστε να είναι η ανάλυση αποδεκτή και έγκυρη. Επίσης ελέγχθηκε εάν το βάρος του υλικού που έμεινε στο δίσκο βάσης είναι πάνω από 5% , διότι σε αυτή την περίπτωση θα έπρεπε να γίνει ανάλυση αυτού του υλικού με τη μέθοδο του σιφωνίου. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων τοποθετήθηκαν στο πρόγραμμα Gradistat (Version 6.0, Developed by Dr. Simon, J. Blott) και προέκυψε ο πίνακας 2. Αναλυτικοί πίνακες και διαγράμματα εμφανίζονται λεπτομερώς στο υπόμνημα όπως υπολογίστηκαν από το Gradistat.

Όσον αφορά στα δείγματα PRS3 και PRS4 χρησιμοποιήθηκε διαφορετική μεθοδολογία λόγω της λιθολογικής διαφοροποίησης τους από τα άλλα 3 δείγματα. Έτσι για το PRS4 δείγμα, λόγω παρουσίας μόνο λεπτόκοκκου υλικού, το οποίο όμως είχε συσσωματωθεί ξεκίνησε μια διεργασία απομάκρυνσης αρχικά των ανόργανων αλάτων και στη συνέχεια των οργανικών συστατικών, ακολουθώντας τη μεθοδολογία που περιγράφεται από Ψιλοβίκο (2010). Λήφθηκαν 20,57gr από το δείγμα και προστέθηκαν 20ml απιονισμένο νερό και 20ml διαλύματος HCl 35% v/v. Το δείγμα τοποθετήθηκε πάνω σε εστία θέρμανσης στους 60-80 βαθμούς Κελσίου. Προστέθηκαν ακόμα 10ml διαλύματος HCl περιοδικά μέχρι να σταματήσει ο αναβρασμός με παράλληλη συνεχή ανάδευση. Μόλις σταμάτησε ο αναβρασμός το δείγμα αφέθηκε να κρυώσει σε θερμοκρασία δωματίου και στη συνέχεια να

κατακαθίσει πλήρως το ίζημα. Μετά την απομάκρυνση του HCl, με αναρρόφηση, το δείγμα τοποθετήθηκε σε φούρνο για μία ημέρα και την επομένη ζυγίστηκε το ξηρό πλέον δείγμα. Από τη διαφορά βάρους με το αρχικό δείγμα υπολογίστηκαν τα ανόργανα άλατα που περιείχε, τα οποία ήταν 5,12gr, ποσοστό 24,89%.

Για την απομάκρυνση του οργανικού υλικού στα 15,45gr του δείγματος που έμειναν μετά την απομάκρυνση των ανόργανων αλάτων, προστέθηκαν 30ml διαλύματος H_2O_2 , 30% v/v και 30 ml απιονισμένο νερό και το δείγμα θερμάνθηκε σε εστία θέρμανσης στους 60° C μέχρι να σταματήσει ο αναβρασμός. Η διαδικασία επαναλήφθηκε μέχρι το δείγμα να μην αναβράζει πλέον με περίσσεια H_2O_2 . Έπειτα, όπως και προηγουμένως, το δείγμα αφέθηκε να κρυώσει σε θερμοκρασία δωματίου και αφού καθίσει πλήρως το ίζημα απομακρύνθηκε με αναρρόφηση η περίσσεια H_2O_2 . Στη συνέχεια το δείγμα τοποθετήθηκε σε φούρνο για 1 ημέρα. Μετά την πλήρη ξήρανσή του επαναζυγίστηκε και από την αφαίρεση του τελικού βάρους από το αρχικό δείγμα υπολογίστηκαν τα οργανικά υλικά σε 0,48gr, ποσοστό 2,33%. Στο καθαρό πλέον δείγμα βάρους 14,97gr προστέθηκαν 20 ml διαλύματος εξαμεταφορφωρικού νατρίου (Calgon) περιεκτικότητας 0,016 w/v, που χρησιμοποιήθηκε ως παράγοντας διασποράς με σκοπό την αποσυσσωμάτωση της αργίλου και 10 ml απιονισμένο νερό και το δείγμα τοποθετήθηκε σε μηχανήμα δόνησης για 6 ώρες. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η μέθοδος του σιφωνίου. Το δείγμα τοποθετήθηκε σε ογκομετρικό σωλήνα 1000ml που συμπληρώθηκε έως τα 1000ml με απιονισμένο νερό. Με την παλάμη σφραγίστηκε το στόμιο του ογκομετρικού κυλίνδρου και αναταράχθηκε δυνατά και ανάποδα μέχρι το υλικό να βρεθεί σε πλήρη αιώρηση. Μόλις ο ογκομετρικός σωλήνας τοποθετήθηκε στον εργαστηριακό πάγκο μπήκε σε λειτουργία το χρονόμετρο. Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες στα 4φ (όριο άμμου-ιλύος) και στα 8φ (όριο ιλύος-αργίλου). Οι χρόνοι δειγματοληψίας υπολογίστηκαν με το φύλλο excel κατά Αλμπανάκη (2011) σε συνάρτηση με το βάθος δειγματοληψίας και τη θερμοκρασία του ρευστού μέσου. Τα δεδομένα τοποθετήθηκαν στο φύλλο excel κατά Αλμπανάκη (2011) και προέκυψαν τα ποσοστά περιεκτικότητας του δείγματος σε άμμο, ιλύ και άργιλο. (βλ. πίνακες υπομνήματος)

Όσον αφορά το δείγμα PRS3 για να πραγματοποιηθεί κοκκομετρική ανάλυση αλλά και να χαρακτηριστεί το δείγμα ως προς το βαθμό ωριμότητας του κρίθηκε αναγκαίο να αναλυθεί χωριστά, το λεπτόκοκκο υλικό, ώστε να διαπιστωθεί εάν υπάρχει άργιλος. Έτσι αρχικά πραγματοποιήθηκε κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα από -6φ έως 4φ όπως έχει περιγραφεί για τα δείγματα PRS1, PRS2 και PRS5 (οι πίνακες με τα αποτελέσματα δίνονται στο υπόμνημα). Λόγω της πολύ κακής ταξινόμησής του κρίθηκε σκόπιμο να αναλυθεί το δείγμα και με τη μέθοδο του σιφωνίου, παίρνοντας ένα αντιπροσωπευτικό βάρος των 20,005gr και ακολουθώντας την ίδια μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για το δείγμα PRS4. Εντούτοις, διαπιστώθηκε ότι η περιεκτικότητα σε ιλύ-άργιλο ήταν μικρότερο από 5%

και για το λόγο αυτόν τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης ιλύος-αργίλου δεν συνεκτιμήθηκαν στον τελικό χαρακτηρισμό του δείγματος.

Έτσι συνοψίζοντας τα αποτελέσματα των κοκκομετρικών αναλύσεων προκύπτει ο πίνακας 2:

Πίνακας περιγραφής δειγμάτων						
Ονομασία δείγματος	FOLK & WARD METHOD (Φ)					
	Μέσος όρος του μεγέθους Μ (σε Φ)	Τυπική απόκλιση σ	Λοξότητα sk	Κύρτωση ku	Χαρακτηρισμός Gradistat	Χαρακτηρισμός δείγματος
PRS1	-2,521 λεπτόκοκκο χαλίκι	2,455 πολύ κακή	0,373 πολύ θετική	1,014 μεσόκυρτη	Αμμοχάλικο	Άμμος με χαλίκια
PRS2	-3,505 μεσόκοκκο χαλίκι	2,004 πολύ κακή	0,289 θετική	0,760 πλατύκυρτη	Πολύ χοντρόκοκκο χαλίκι	Κροκάλες-χαλίκια
PRS3	-3,887 μεσόκοκκο χαλίκι	2,605 πολύ κακή	0,473 πολύ θετική	1,216 λεπτόκυρτη	Πολύ χοντρόκοκκο χαλίκι	Άμμος με χαλίκια
PRS5	-5,483 πολύ χοντρόκοκκο χαλίκι	1,420 κακή	0,685 πολύ θετική	1,963 πολύ λεπτόκυρτη	Πολύ χοντρόκοκκο χαλίκι	Κροκάλες-χαλίκια

Δείγμα	Άμμος	Ιλύς	Άργιλος	Χαρακτηρισμός δείγματος
PRS4	28,8%	16,2%	55%	Αμμούχος άργιλος

Πίνακας 2: Πίνακας περιγραφής δειγμάτων.

2.3 Πετρολογία

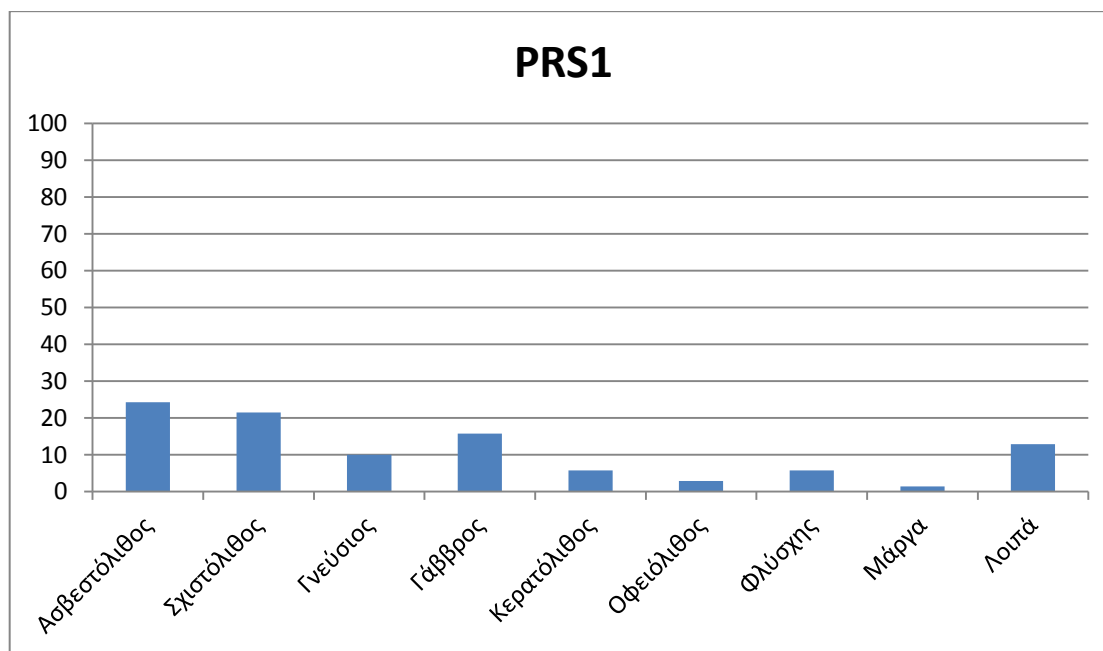
Στην συνέχεια μελετήθηκαν τα δείγματα που λήφθηκαν από την ύπαιθρο (PRS1,PRS2,PRS3,PRS4 και PRS5) ως προς την πετρολογία τους. Η κύρια σύσταση των κροκαλών είναι σχιστόλιθοι, ασβεστόλιθοι, μάργα, γνεύσιοι, κερατόλιθοι, οφιόλιθοι, φλύσχης, γάββροι, πετρώματα τα οποία σύμφωνα με τους χάρτες του ΙΓΜΕ αποτελούν τα περιθώρια της λεκάνης, αλλά και του υποκείμενου λιγνιτοφόρου σχηματισμού. Το κάθε δείγμα διαχωρίστηκε ως προς το είδος των πετρωμάτων που περιέχει, ζυγίστηκαν ως προς την ομάδα πετρωμάτων και δημιουργήθηκαν διαγράμματα περιεκτικότητας (Διάγραμμα 1-4). Το δείγμα PRS4

αποτελεί ερυθρόστρωμα και για το λόγο αυτό δεν μελετήθηκε λεπτομερέστερα ως προς την πετρολογία του. Σύμφωνα με τον Κουφό (2008) τα ερυθροστρώματα είναι δείκτες χερσαίου περιβάλλοντος κυρίως σε ξηρές ή τροπικές- υγρές περιοχές και αποτελούνται από ερυθρούς ψαμμίτες, άμμους, ιλύ, άργιλο. Η πετρολογική σύσταση των υπόλοιπων δειγμάτων φαίνεται στον Πίνακα 3.

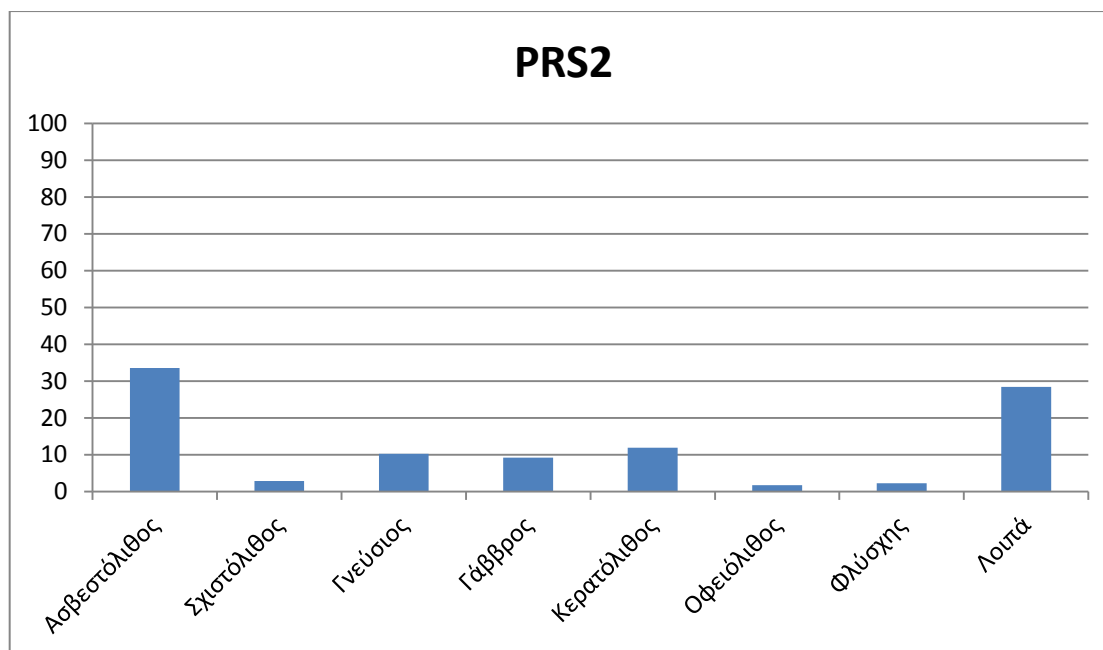
Πέτρωμα	PRS1	PRS2	PRS3	PRS5
Ασβεστόλιθος	170gr	590 gr	680 gr	850 gr
Σχιστόλιθος	150gr	50 gr	40 gr	20 gr
Γνεύσιος	70gr	180 gr	160 gr	60 gr
Γάββρος	110gr	160 gr	120 gr	50 gr
Κερατόλιθος	40gr	210 gr	50 gr	210 gr
Οφειόλιθος	20gr	30 gr	20 gr	20 gr
Φλύσχης	40 gr	40 gr	20 gr	10 gr
Μάργα	10gr	0 gr	760 gr	0 gr
Λοιπά	90gr	500gr	130gr	80gr
Συνολικό δείγμα	700gr	1760gr	1980gr	1300gr

Πίνακας 3: Πετρολογική σύσταση των δειγμάτων ζυγισμένα σε ζυγαριά ακριβείας σε gr. Ως λοιπά αναφέρονται οι κόκκοι το μέγεθος των οποίων δεν επιτρέπει την αναγνώριση τους.

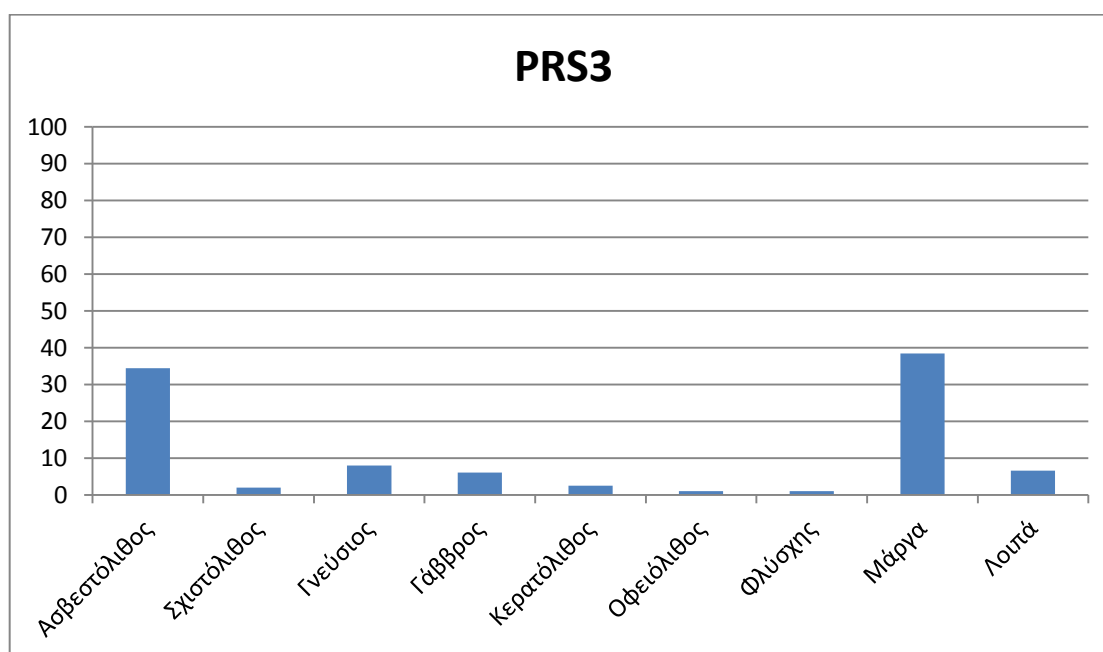
Παρακάτω εμφανίζονται Γραφήματα περιεκτικότητας των δειγμάτων εκφρασμένα σε % αναλογία:



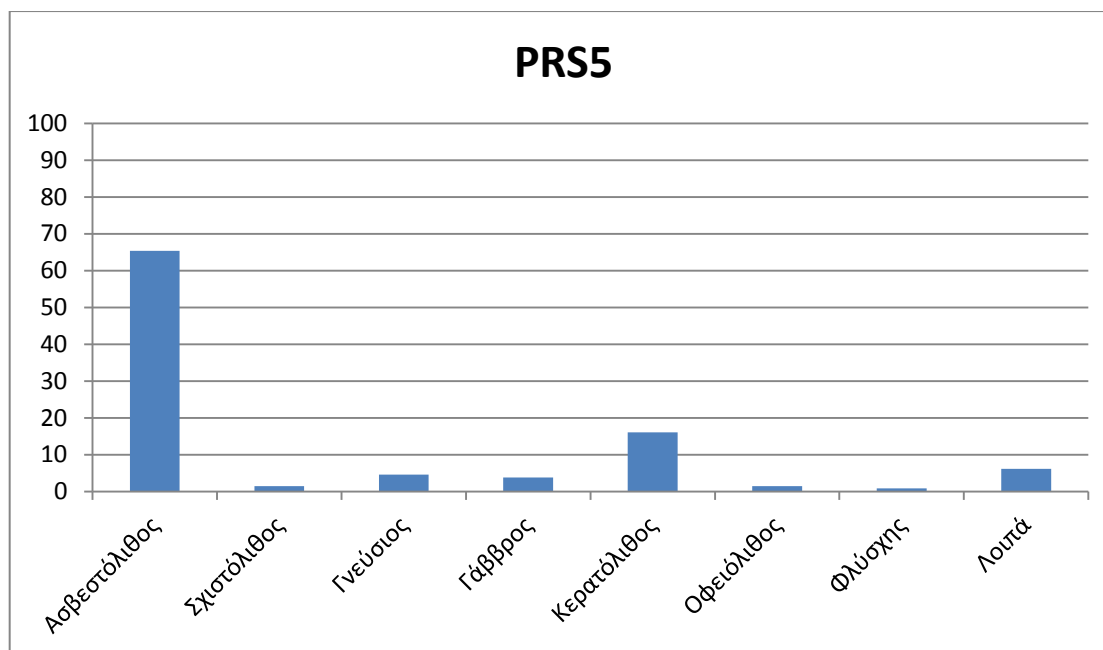
Γράφημα 1: Πετρολογική σύσταση δείγματος PRS1.



Γράφημα 2: Πετρολογική σύσταση δείγματος PRS2.



Γράφημα 3: Πετρολογική σύσταση δείγματος PRS3.



Γράφημα 4: Πετρολογική σύσταση δείγματος PRS5.

Σύμφωνα με τα παραπάνω γραφήματα παρατηρούμε πως η παρουσία του ασβεστόλιθου και στα 4 δείγματα καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος. Ενώ στο δείγμα PRS3 παρατηρούμε πως είναι μεγαλύτερη η παρουσία μάργας.

2.4 Στρωματογραφία

Όσον αφορά την στρωματογραφική μελέτη του σχηματισμού Προαστείου χρειάστηκαν αρκετές ώρες υπαίθριας εργασίας στην αναζήτηση του σχηματισμού, την λήψη φωτογραφιών και τη δημιουργία στρωματογραφικών στηλών με σκοπό την κατά το δυνατό πλήρη μελέτη και διερεύνηση του. Η αναζήτηση του σχηματισμού, παρ' όλο που στον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ εμφανίζεται ξεκάθαρα, αποδείχθηκε μια επίπονη διαδικασία διότι το κύριο μέρος του εκτείνεται εντός του πεδίου των λιγνιτωρυχείων που εδρεύουν στη περιοχή. Ως αποτέλεσμα η πρόσβαση στα σημεία παρατήρησης καθίσταται δύσκολη έως απαγορευτική χωρίς την παρουσία προσωπικού της ΔΕΗ, ενώ η ίδια η δράση των επιφανειακών ορυχείων αλλοιώνει τη γεωμορφολογία της περιοχής και μεταφέρει λόγω αποκομιδής γεωλογικούς σχηματισμούς σε άλλες θέσεις από αυτές που αρχικά αποτέθηκαν. Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ πως η βοήθεια και συνεργασία του τομέα Μελετών του ορυχείου Καρδιάς, ήταν καθοριστική στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας. Να σημειωθεί επίσης πως στην κύρια έκταση του σχηματισμού δραστηριοποιείται σήμερα το ορυχείο Μαυροπηγής με αποτέλεσμα μεγάλο μέρος του να έχει απομακρυνθεί για την εμφάνιση του λιγνίτη ενώ ένα άλλο μεγάλο μέρος του έχει

καλυφθεί από τις στείρες αποθέσεις του ορυχείου. Όλα αυτά εμφανίζονται στο Σχήμα 6 το οποίο έχει τροποποιηθεί στα σημερινά δεδομένα.

Αρχικά δημιουργήθηκε ένας γεωλογικός χάρτης με συνένωση 4 φύλλων γεωλογικών χαρτών του ΙΓΜΕ (Σχήμα 4) ώστε να υπάρχει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της εξάπλωσης του σχηματισμού αλλά και να είναι πιο εύκολη η υπαίθρια αναζήτηση του.



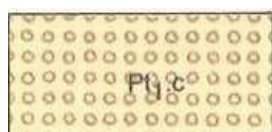
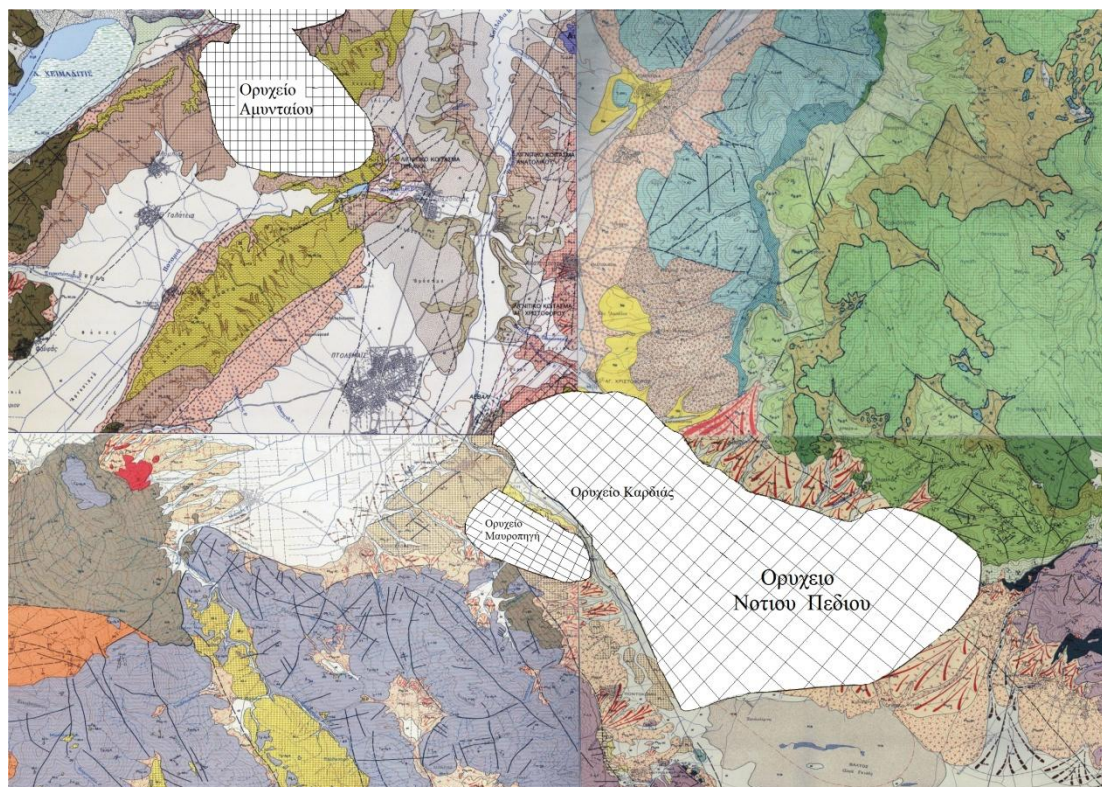
Σχήμα 4: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης με συνένωση 4 γεωλογικών φύλλων του ΙΓΜΕ. Με κίτρινο χρώμα και με κόκκινο στο πάνω αριστερό και κροκάλες εμφανίζεται ο σχηματισμός Προαστείου.

Σε πρώτη φάση συσχετίστηκε ο γεωλογικός χάρτης του Σχήματος 4 με το Google earth και ξεκίνησε μια υπαίθρια αναζήτηση του σχηματισμού, σε φυσικές τομές αλλά και τεχνίτες. Λήφθηκαν φωτογραφίες και δημιουργήθηκαν στρωματογραφικές στήλες και προφίλ για κάθε θέση. Εντός του ορυχείου είχαμε την ευκαιρία να δούμε σε τεχνιτή τομή το πλήρες πάχος του σχηματισμού και την ανάπτυξη του. Οι θέσεις που λήφθηκαν οι εικόνες σηματοδοτήθηκαν με το πρόγραμμα ΕΓΣΑ87 και μετατράπηκαν σε Google earth, όπως και οι θέσεις των δειγμάτων. Οι θέσεις παρατήρησης εμφανίζονται στο Σχήμα 5.

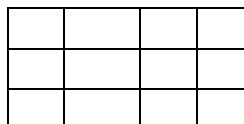


Σχήμα 5: Απεικόνιση των θέσεων λήψης φωτογραφιών και μελέτης στο Google earth.

Έπειτα από πολυήμερη υπαίθρια εργασία στην αναζήτηση και απεικόνιση της σημερινής γεωμορφολογίας προέκυψε ο χάρτης του Σχήματος 6.



Κροκαλοπαγή Προαστείου



Ορυχεία Πτολεμαΐδας

Σχήμα 6: Απεικόνιση των ορίων που εκτείνονται σήμερα τα ορυχεία στο γεωλογικό χάρτη του σχήματος 4.

Στο χάρτη του Σχήματος 6 έγινε μια προσπάθεια αποτύπωσης των ορίων του ορυχείου με σκοπό να φανεί η επιρροή των εργασιών των λιγνιτωρυχείων στον υπό μελέτη σχηματισμό, καθώς τα ορυχεία είτε επικαλύπτει τον σχηματισμό με τις αποθέσεις τους είτε έχουν απομακρύνει το σχηματισμό με σκοπό την εξόρυξη του υποκείμενου λιγνίτη.

Ξεκινώντας τη μελέτη του κύριου όγκου του σχηματισμού δηλαδή Νότια του χωριού Προαστείου, θεωρήθηκε αναγκαία η είσοδος στο ορυχείο Μαυροπηγής όπου οι τομές που δημιουργούν τα μηχανήματα, αλλά και το βάθος της εξόρυξης δίνουν μια όσο το δυνατό συνολική και εποπτική εικόνα της ανάπτυξης του μελετούμενου σχηματισμού, ο οποίος επικάθεται ασύμφωνα επάνω από τους λιγνίτες.

Στο Σχήμα 7 δίνονται τα σημεία παρατήρησης και δειγματοληψίας εντός του ορυχείου. Η κάτω αριστερή εικόνα έχει ληφθεί από το Google earth και δείχνει το ορυχείο Μαυροπηγής και αντίστοιχα δεξιά οι εμφανίσεις στο γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ.



Σχήμα 7: Θέσεις δειγματοληψίας, λήψης φωτογραφιών εντός του ορυχείου Μαυροπηγής.

Όλα τα δείγματα, εκτός του PRS5 λήφθηκαν από τεχνητές τομές εντός του ορυχείου, όπου ο σχηματισμός Προαστείου εμφανίζεται στο Βόρειο τμήμα του και απ' όπου μπορούμε να αντλήσουμε πολύτιμες στρωματογραφικές πληροφορίες.



Σχήμα 8: Επαφή του σχηματισμού Προαστείου με τον υποκείμενο σχηματισμό Πτολεμαΐδας στο ορυχείο Μαυροπηγής.

Ο σχηματισμός Προαστείου, στο ορυχείο Μαυροπηγής φαίνεται να επικάθεται ασύμφωνα επί των ανώτερων οριζόντων του υποκείμενου Σχηματισμού Πτολεμαΐδας (Σχήμα 8).

Στις παρακάτω φωτογραφίες (Σχήμα 9) φαίνεται πως λόγω ρηγματών δημιουργήθηκε η κατάλληλη γεωμορφολογία για την απόθεση του υλικού ασύμφωνα επάνω στους λιγνίτες :



Σχήμα 9: Εμφανίζεται ο σχηματισμός Προαστείου να επικάθεται ασύμφωνα πάνω στο σχηματισμό Πτολεμαΐδας.

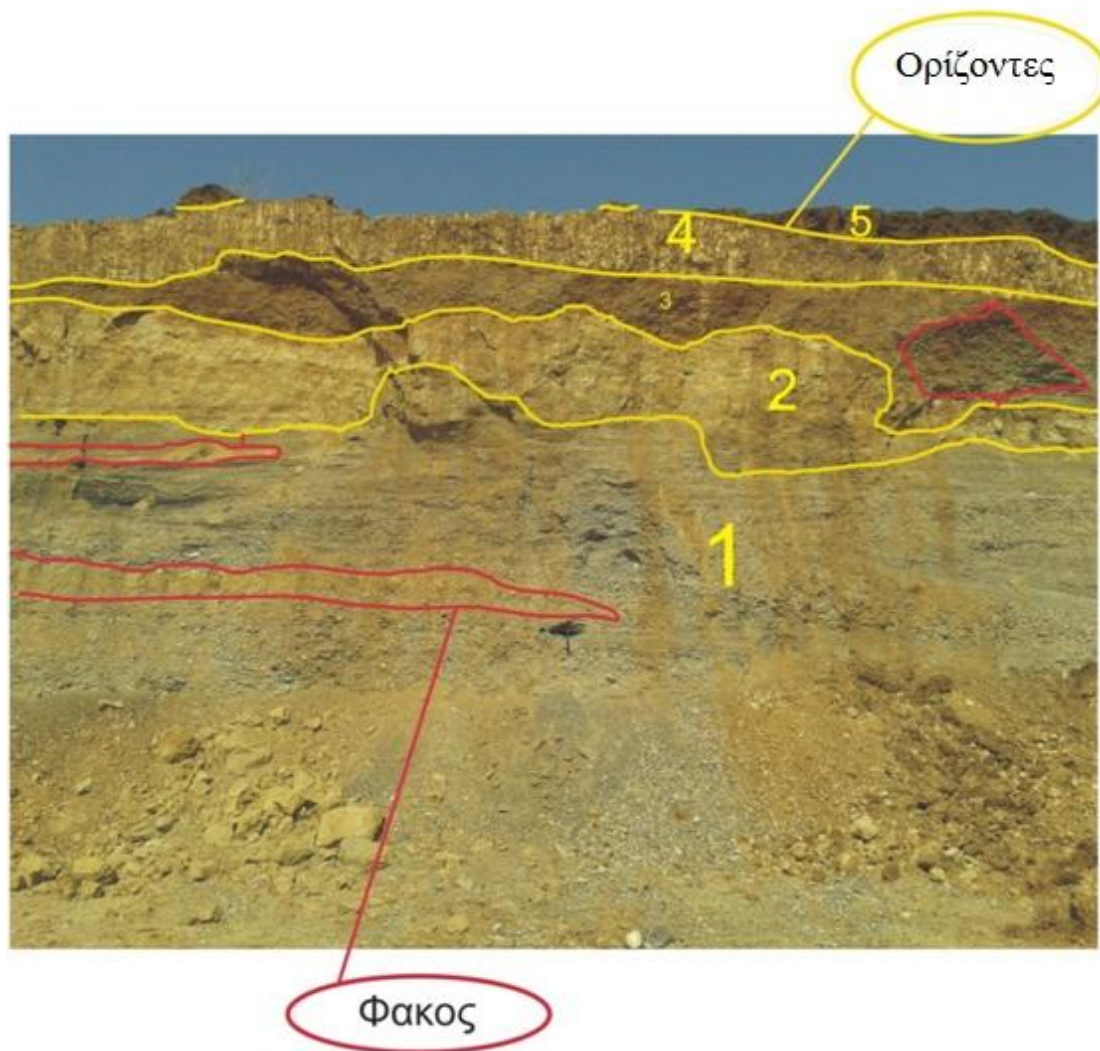
Στο σημείο που έγινε η δειγματοληψία του δείγματος PRS1 έχουμε το παρακάτω πρανές (Σχήμα 10):



Σχήμα 10: Πρανές δείγματος PRS1 ύψους 6 μέτρα.

Θέση παρατήρησης PRS1: Όπως παρατηρούμε στο Σχήμα 10 το πρανές ύψους 6 μέτρων χωρίζεται σε δύο ορίζοντες τον άνω και τον κάτω. Ο κατώτερος ορίζοντας αποτελείται κυρίως από πολύμικτα χαλαρά κροκαλοπαγή χρώματος κιτρινόχρωου με διασταυρούμενη στρώση μεγάλης κλίμακας. Ο ανώτερος ορίζοντας αποτελείται και πάλι από χαλαρά πολύμικτα κροκαλοπαγή με φακούς πιο λεπτόκοκκου υλικού μεγέθους ψηφίδας έως και άμμου/αργίλου στο οποίο παρατηρούνται κατά θέσεις διασταυρούμενη στρώση μικρότερης κλίμακας.

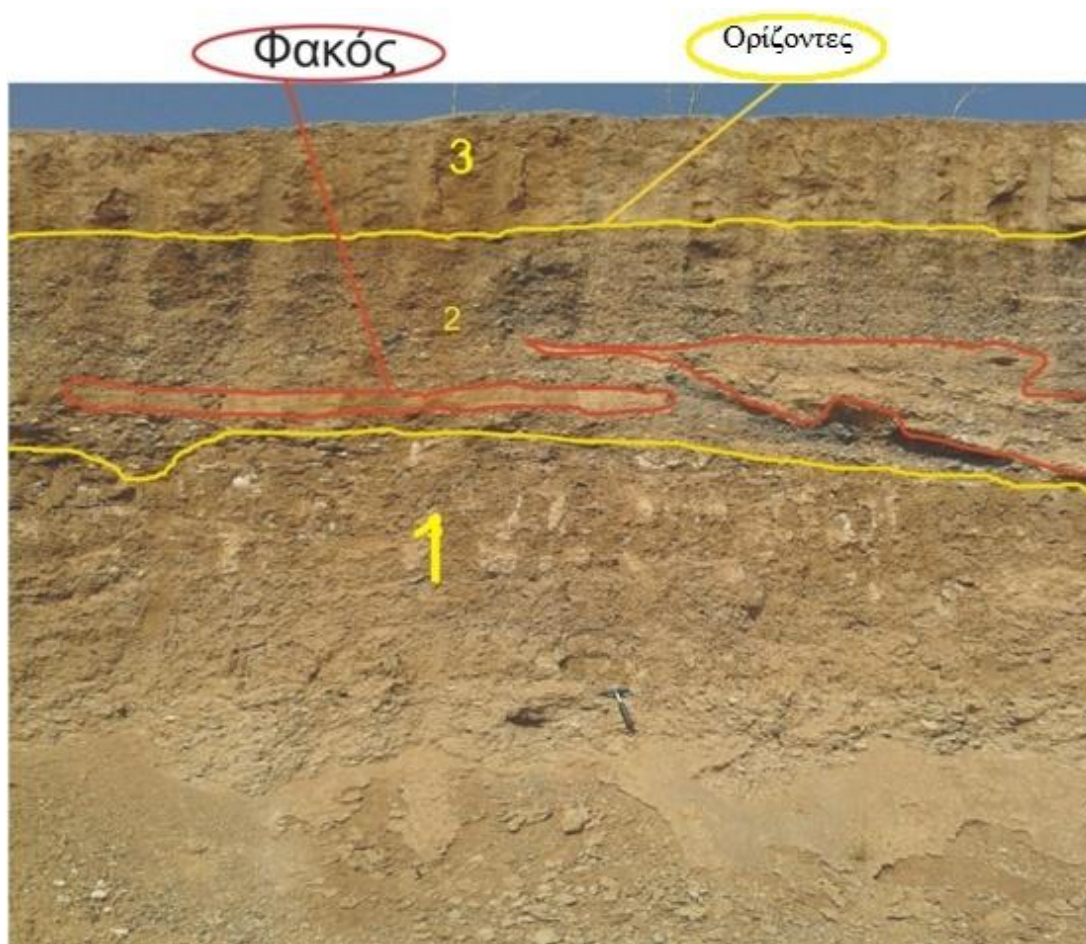
Στο σημείο που έγινε η δειγματοληψία του δείγματος PRS2 έχουμε το παρακάτω πρανές:



Σχήμα 11: Πρανές δείγματος PRS2 ύψους 6 μέτρα.

Θέση παρατήρησης PRS2: Το πρανές του Σχήματος 11, ύψους 6 μέτρων χωρίζεται σε 5 ορίζοντες. Ο κατώτερος ορίζοντας 1, αποτελείται από χαλαρά πολύμικτα κροκαλοπαγή χρώματος γκριζότεφρου μεγέθους από ψηφίδες έως άμμου/αργίλου ενώ στο εσωτερικό του εμφανίζεται φακός λεπτότερου υλικού μεγέθους άμμου/αργίλου καστανόχρωου χρώματος. Ο ορίζοντας 2 αποτελείται από κροκάλες μεγέθους ψηφίδας έως άμμου/ιλύος χρώματος καστανοκίτρινου ενώ ο ορίζοντας 3 αποτελείται από κροκάλες ίδιου μεγέθους αλλά διαφορετικού καστανοκόκκινου χρώματος και παρεμβάλλεται στο εσωτερικό του φακός καστανού χρώματος μεγέθους κροκάλων/ψηφίδων. Ο ορίζοντας 4 αποτελείται από κροκάλες μεγέθους χαλίκων έως άμμου- αργίλου κιτρινόχρωου χρώματος. Τέλος ο ορίζοντας 5, χρώματος καστανού αποτελείται από κροκάλες μεγέθους άμμου/αργίλου.

Στο σημείο που έγινε η δειγματοληψία του δείγματος PRS3 έχουμε το παρακάτω πρανές (Σχήμα 12):



Σχήμα 12: Πρανές δείγματος PRS3 ύψους 6 μέτρα.

Θέση παρατήρησης PRS3: Στο πρανές του Σχήματος 12, ύψους 6 μέτρων εμφανίζονται 3 ορίζοντες. Ο ορίζοντας 1 αποτελείται από πολύμικτα χαλαρά κροκαλοπαγή μεγέθους από χαλίκια έως άμμου/αργίλου χρώματος καστανοκόκκινου. Ο ορίζοντας 2 τεφρού χρώματος αποτελείται από χαλαρές κροκάλες μεγέθους ψηφίδας ενώ παρεμβάλλονται στο εσωτερικό του και φακοί πιο λεπτού υλικού, μεγέθους άμμου/αργίλου, χρώματος καστανοκόκκινου. Τέλος ο ορίζοντας 3, αποτελείται από κροκάλες μεγέθους άμμου/ αργίλου, χρώματος καστανού.

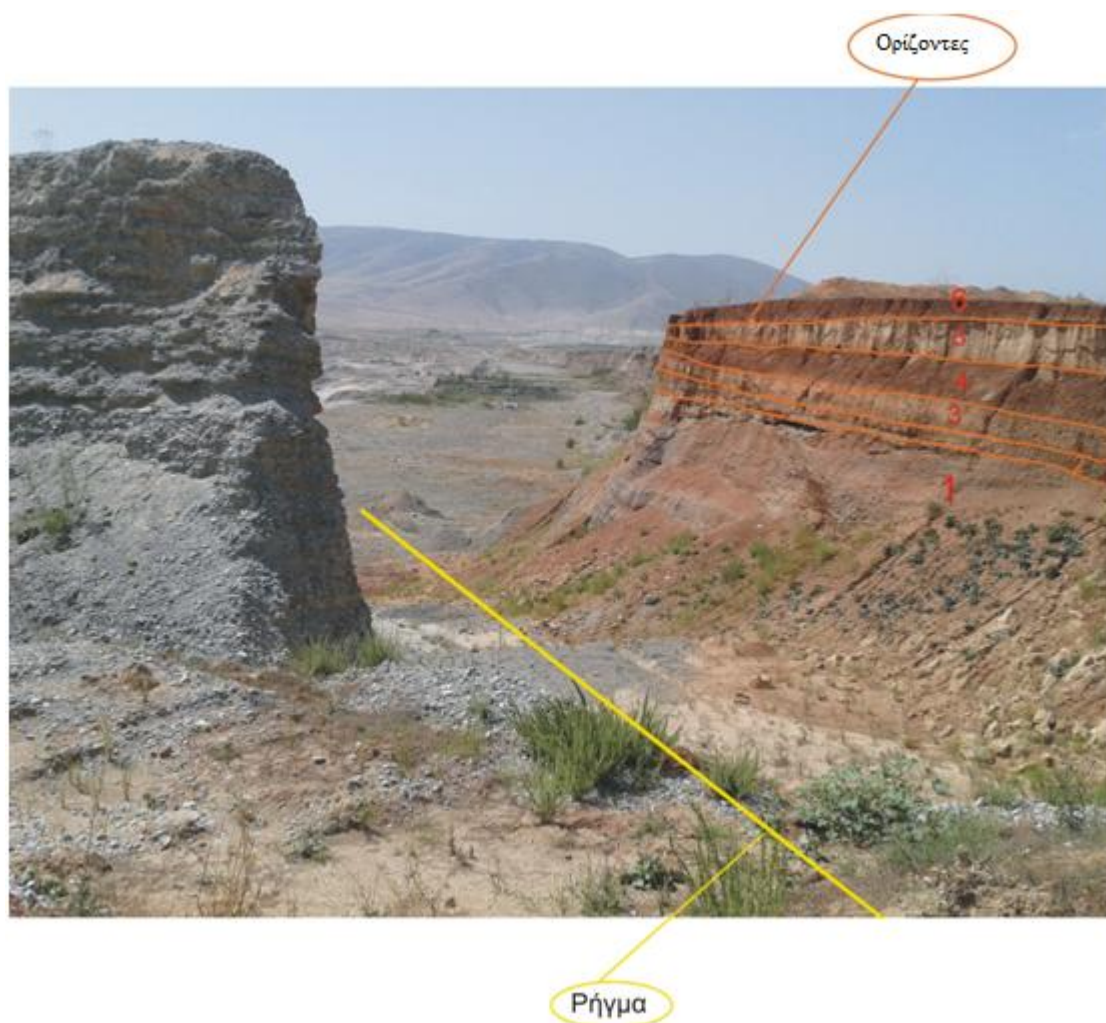
Στο σημείο που έγινε η δειγματοληψία του δείγματος PRS4 έχουμε την απόθεση ερυθροστρώματος, εντός του σχηματισμού Προαστείου, η ιζηματογενής μελέτη του οποίου το χαρακτήρισε ως αμμούχο άργιλο και φαίνεται στις φωτογραφίες του Σχήματος 13:



Σχήμα 13: Θέση λήψης δείγματος PRS4.

Οι διαφορές σε αποχρώσεις του ερυθρού χρώματος εντός της απόθεσης, όπως εμφανίζεται και παραπάνω, υποδεικνύει διαφορετικές συνθήκες. Αποτελείται από άμμους/αργίλους και καταλαμβάνει μικρή έκταση.

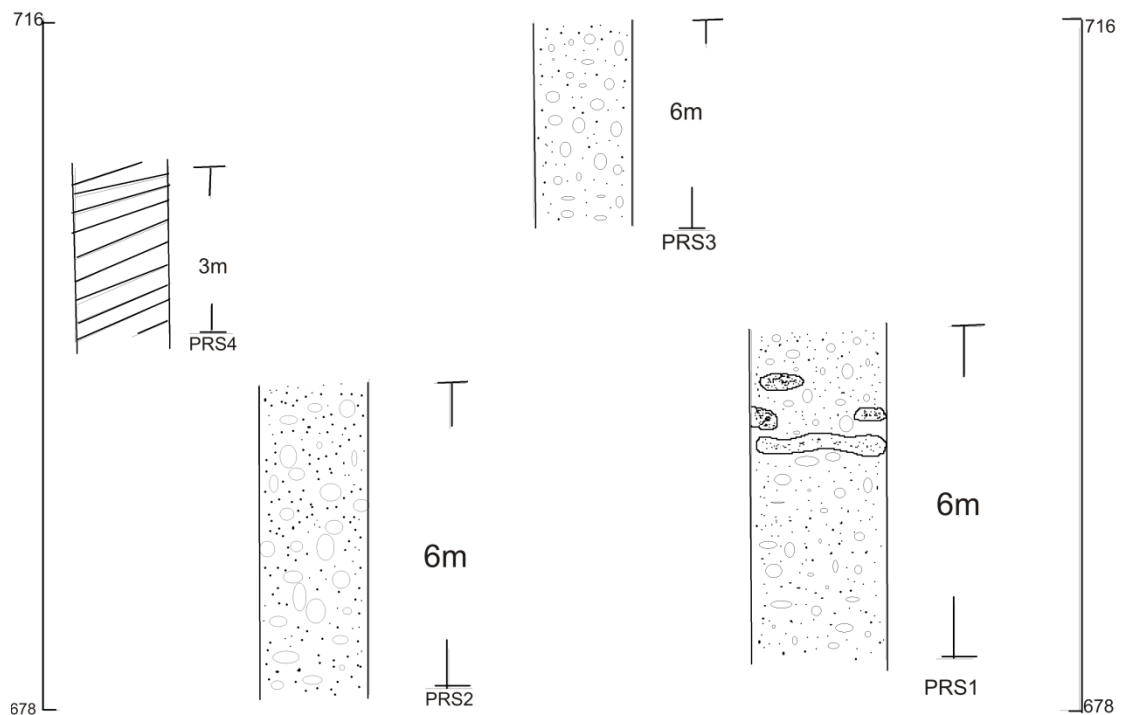
Επίσης εντός του ορυχείου λήφθηκε και η φωτογραφία του Σχήμα 14:



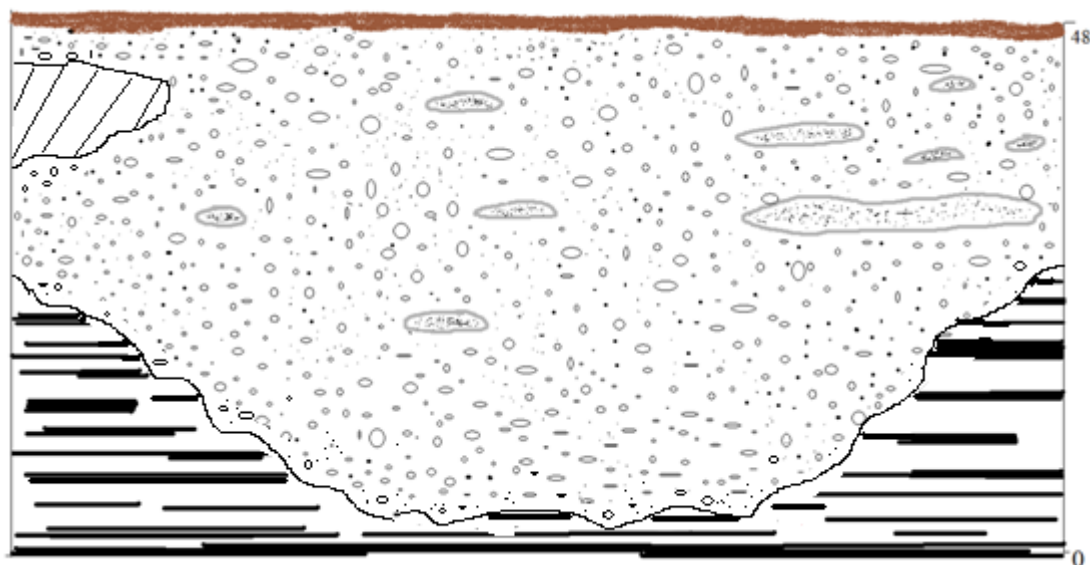
Σχήμα 14: Εικόνα εντός του ορυχείου όπου έχουμε την εμφάνιση ρήγματος.

Δεξιά του ρήγματος που εντοπίζεται στην περιοχή, όπως φαίνεται στο Σχήμα 14, το πρανές αποτελείται από 6 διακριτούς ορίζοντες. Ο κατώτερος ορίζοντας 1 αποτελείται από χαλαρά κροκαλοπαγή μεγέθους ψηφίδας έως άμμου/ αργίλου, χρώματος γκριζότεφρου ενώ οι ανώτεροι 5 ορίζοντες αποτελούνται από κροκαλοπαγή πιο λεπτόκοκκου υλικού, χρώματος από καστανοκόκκινο έως κόκκινο. Στα αριστερά παρατηρείται πρανές χαλαρού κροκαλοπαγούς μεγέθους από χαλίκια έως άμμου/ αργίλου, χρώματος γκριζότεφρου, το οποίο όπως παρατηρείται είναι το ίδιο υλικό με τον ορίζοντα 1 του δεξιού πρανούς, έτσι μπορούμε να ισχυριστούμε πως το ρήγμα που εμφανίζεται στη μέση ίσως να βύθισε τα δεξιά ιζήματα σε διαφορετικό βάθος με αποτέλεσμα να δημιουργήσει κατάλληλο ανάγλυφο ώστε να αποτεθούν και τα υπόλοιπα ιζήματα καστανοκόκκινου χρώματος.

Στα Σχήματα 15 και 16 δίνονται οι στρωματογραφικές στήλες των θέσεων δειγματοληψίας αλλά και το στρωματογραφικό προφίλ του πρανούς που εμφανίζεται ο σχηματισμός εντός του ορυχείου.



Σχήμα 15: Στρωματογραφικές στήλες των θέσεων δειγματοληψίας.



Σχήμα 16: Στρωματογραφικό προφίλ του πρανούς που εμφανίζεται ο Σχηματισμός Προαστείου εντός του ορυχείου.

Στη συνέχεια αναζητήθηκε ο σχηματισμός Προαστείου εντός αλλά και γύρω από το χωριό Προάστειο (Σχήμα 17).



Σχήμα 17: Θέσεις λήψης φωτογραφιών και δεδομένων στη περιοχή του χωριού Προάστειο, απεικονισμένα στο Google earth και στο χάρτη του ΙΓΜΕ.

Κατευθυνόμενοι στον επαρχιακό δρόμο από Κοζάνη για Πτολεμαΐδα, λίγο πριν το χωριό Προάστειο έχουν δημιουργηθεί τεχνητά πρανή ώστε να περάσει ο αγωγός της τηλεθέρμανσης (Σχήμα18) και στη θέση αυτή έχουμε την εμφάνιση του σχηματισμού όπως φαίνεται παρακάτω. Οι θέσεις αναφέρονται στο Σχήμα 17 ως Foto Αγωγός.



Σχήμα 18: Τεχνητό πρανές εμφάνισης του σχηματισμού Προαστείου λόγω διέλευσης αγωγού τηλεθέρμανσης.

Στην περιοχή παρατήρησης (Σχήμα 18) εμφανίζονται πρανή από 10 έως 15 μέτρα, τα οποία αποτελούνται από ψηφίδες έως άμμο/άργιλο χρώματος γκριζο-γκριζοκίτρινου. Χαρακτηριστικό της θέσης είναι η παρουσία φάσης άμμου που αναπτύσσεται σε μεγάλο πάχος, φέρει διάσπαρτους ψαμμιτικούς φακούς και εναλλάσσεται σε όλη την ανάπτυξη της με την φάση των αργίλων. Η άμμος εμφανίζεται από μεσόκκοκη έως χονδρόκοκη τεφροκίτρινου χρώματος και εμφανίζει από μέτρια έως κακή ταξινόμηση. Ασβεστιτικά συγκρίματα που περιέχονται μέσα στην άμμο και συμπεριφέρονται ως κλάστες ακολουθούν τις στρώσεις των υλικών αποδίδοντας έτσι ποιο έντονα τις εικόνες των δομών.

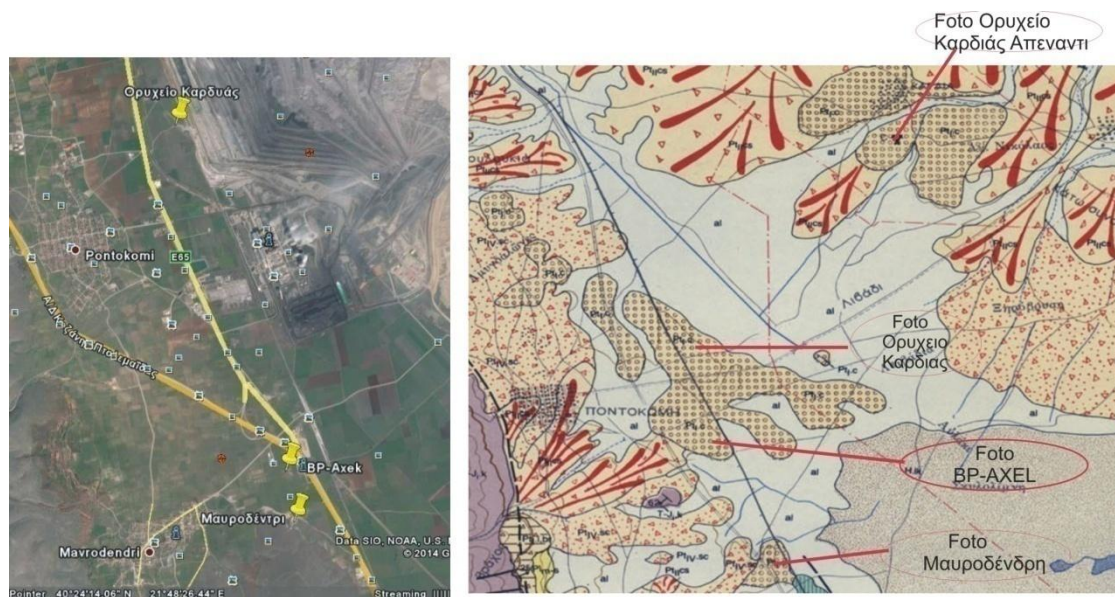
Αλλά και μέσα από το χωριό του Προαστείου και κατευθυνόμενοι Νότια αναζητήθηκαν θέσεις όπου εμφανίζεται ο σχηματισμός ο οποίος εντοπίστηκε σε δυο χαράδρες έξω από το χωριό (Σχημα 19).



Σχήμα 19: Πρανές εμφάνισης του σχηματισμού Προαστείου στο χωριό Προάστιο.

Βρέθηκαν μικρά πρανή 1,5 έως 3 μέτρων τα οποία αποτελούνταν από χαλαρές αποθέσεις γκρίζου έως καστανού χρώματος μεγέθους ψηφίδας έως άμμου/αργίλου. Οι θέσεις αναφέρονται στο σχήμα 17 ως Foto ρέμα και εκκλησία και Foto Προάστιο.

Στη συνέχεια ξεκίνησε η αναζήτηση του σχηματισμού από νότο προς βορά σύμφωνα με τον συνθετικό γεωλογικό χάρτη του σχήματος 4. Ο σχηματισμός εντοπίστηκε να εκτίθεται σε όλες τις θέσεις που εμφανίζονται στον χάρτη του Σχήματος 20:



Σχήμα 20: Θέσεις λήψης φωτογραφιών και στοιχείων BP-AXEL και ορυχείο Καρδιάς, απεικόνιση αυτών στο Google earth και σε γεωλογικό χάρτη.

Θέση παρατήρησης Μαυροδένδρι: Λίγο έξω από το χωριό Μαυροδένδρι ακολουθώντας τον χάρτη του ΙΓΜΕ βρέθηκε ο σχηματισμός Προαστείου με ευκολία, καθώς στο σημείο υπάρχει λατομείο που εκμεταλλεύεται τα κροκαλοπαγή για εμπορική χρήση. Έτσι στο σημείο υπήρχαν τομές και σκάμματα όπου φαινόταν ο σχηματισμός. Στο σημείο λήφθηκαν φωτογραφίες (Σχήμα 21, 22) και δημιουργήθηκε η στρωματογραφική στήλη (Σχήμα 23):



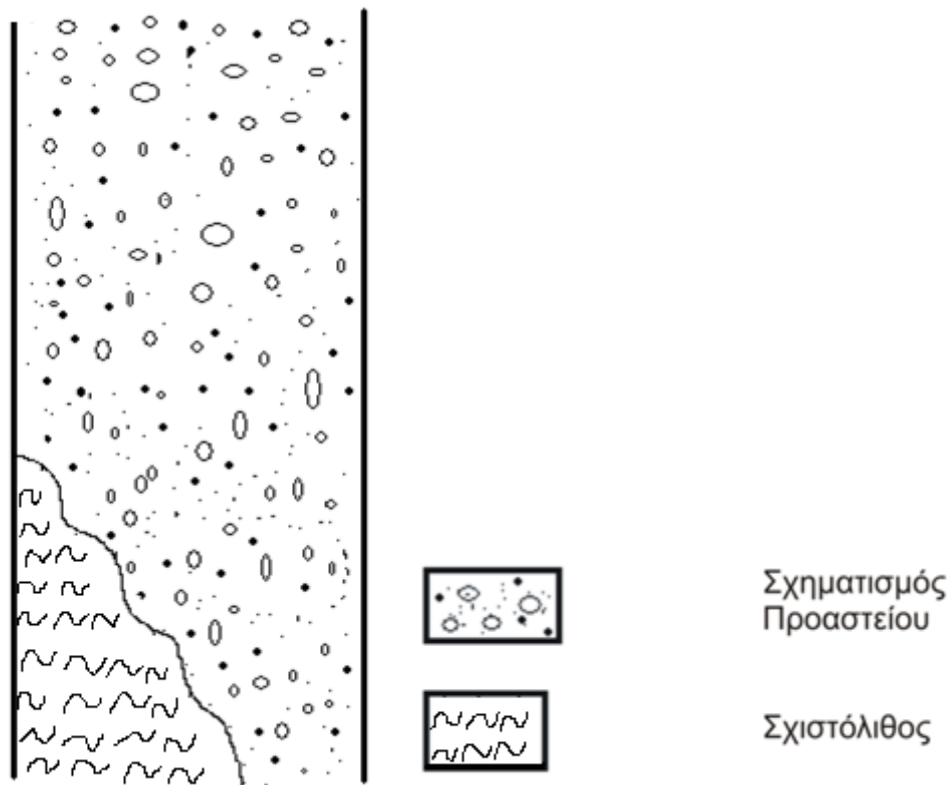
Σχήμα 21: Φωτογραφικό υλικό της θέσης Μαυροδέντρι.

Ο σχηματισμός στη θέση αυτή αποτελείται από χαλαρά κροκαλοπαγή γκριζότεφρου κυρίως χρώματος μεγέθους από μεγάλες κροκάλες έως άμμο/ άργιλο. Στο σημείο παρατηρούνται κυρίως κροκάλες ικανοποιητικού μεγέθους για την λειτουργία λατομείου. Επιπλέον, ο σχηματισμός φαίνεται εδώ σε ασύμφωνη επαφή με το σχιστόλιθο του υποβάθρου (Σχήμα 22).



Σχήμα 22: Φωτογραφικό υλικό της θέσης Μαυροδέντρι.

Με βάση τα δεδομένα της θέσης παρατήρησης Μαυροδέντρι κατασκευάστηκε η στρωματογραφική στήλη του Σχήματος 23.



Σχήμα 23: Στρωματογραφική στήλη θέσεως Μαυροδέντρι.

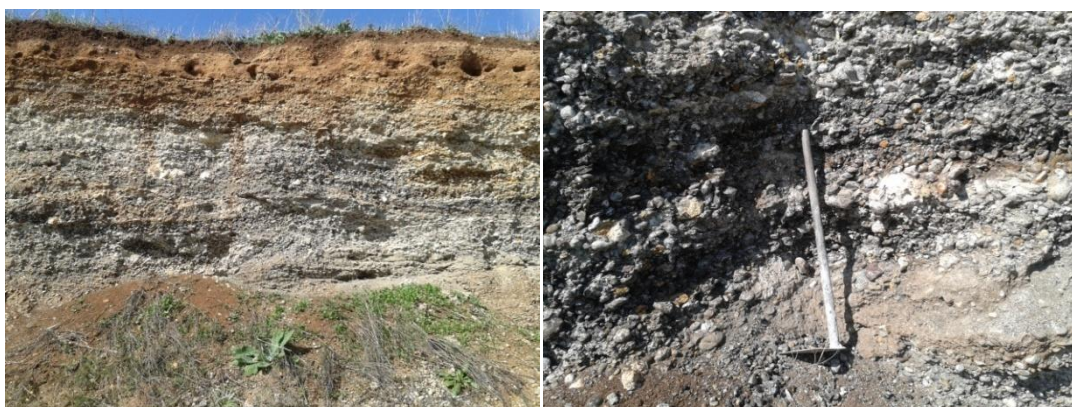
Θέση παρατήρησης BP-AXEL. Στην συνέχεια ο σχηματισμός Προαστείου εντοπίστηκε πίσω από το βενζινάδικο BP και την έκθεση επίπλων AXEL, σε τεχνητό πρανές λόγω καλλιεργειών (Σχήμα 24, 25). Στο σημείο λήφθηκαν φωτογραφίες και δημιουργήθηκε στρωματογραφικό προφίλ:





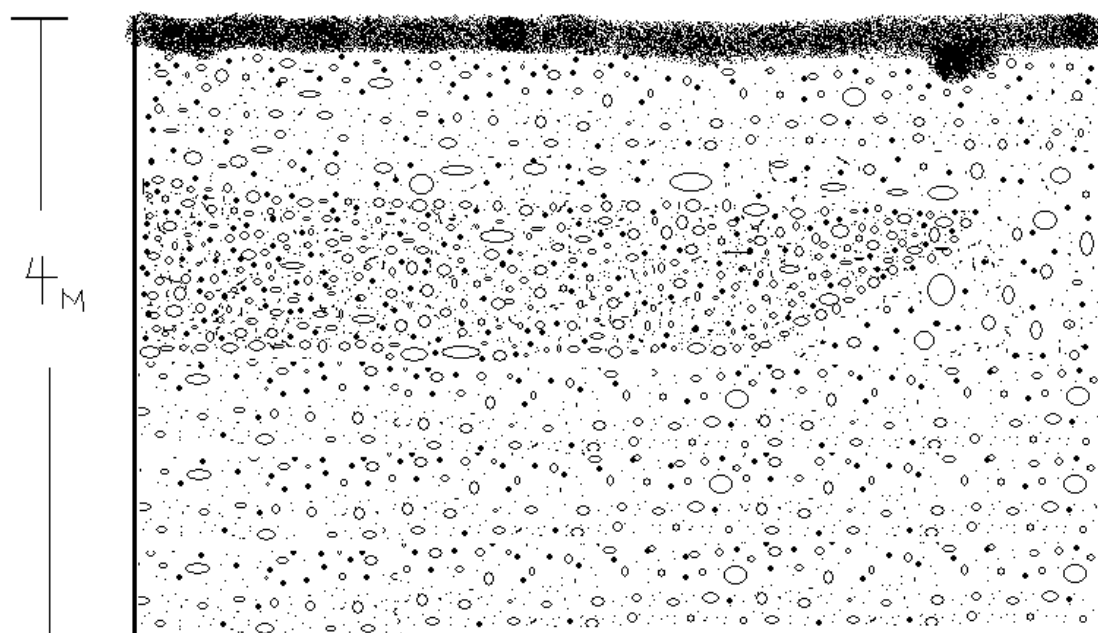
Σχήμα 24: Τεχνητό πρανές εμφάνισης σχηματισμού Προαστειου ύψους 4 μέτρων στη θέση AXEL-BP.

Ο σχηματισμός όπως φαίνεται στις παραπάνω φωτογραφίες (Σχήμα 24) μπορεί να χωριστεί σε 3 ορίζοντες. Το πρανές έχει ύψος 4 μέτρα. Ο ορίζοντας 1 αποτελείται από συμπαγή κροκαλοπαγή γκριζότεφρου χρώματος τα οποία είναι ισχυρά συγκολλημένα μεταξύ τους και είναι μεγέθους ψηφίδας και ο οποίος εισέρχεται ως φακός εντός του ορίζοντα 2, χρώματος καστανού ο οποίος αποτελείται από κροκάλες κυρίως μικρότερου μεγέθους, από ψηφίδες έως κυρίως άμμους/αργίλους, και είναι χαλαρός. Ο ορίζοντας 3 αποτελεί το έδαφος της περιοχής.



Σχήμα 25: Λεπτομέρεια του τεχνητού πρανούς στη θέση AXEL-BP. Αριστερά διακρίνονται οι διασταυρούμενες στρώσεις εντός των κροκαλοπαγών.

Με βάση τις επιτόπιες παρατηρήσεις δημιουργήθηκε το παρακάτω στρωματογραφικό προφίλ (Σχήμα 26):



Σχήμα26: Στρωματογραφικό προφίλ του σχηματισμού Προαστείου στη θέση παρατήρησης BP-AXEL.

Θέση παρατήρησης Ορυχείο Καρδιάς. Στη συνέχεια ο σχηματισμός εντοπίστηκε εντός του ορυχείου Καρδιάς σε διάφορες θέσεις(Σχήμα 27).

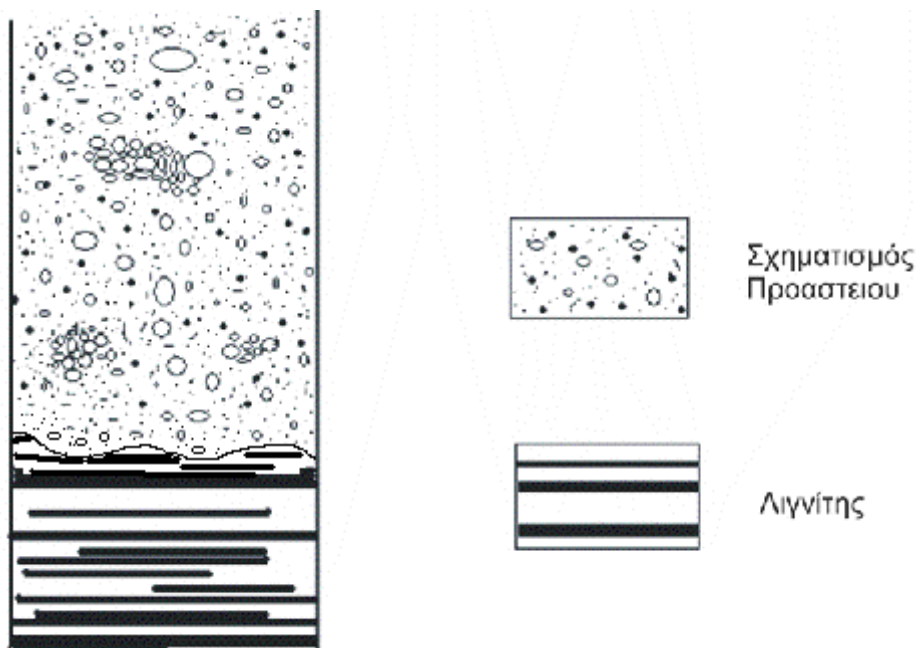




Σχήμα 27: Φωτογραφικό υλικό εντός του ορυχείου Καρδιάς.

Ο σχηματισμός εμφανίζεται σε μεγάλη έκταση, καθώς βασικό μέλημα των εργασιών του Ορυχείου Καρδιάς είναι η απομάκρυνση του, προκειμένου να εμφανιστεί το υποκείμενο εκμεταλλεύσιμο κοίτασμα λιγνίτη. Από τις επιτόπιες παρατηρήσεις (Σχήμα 27) διακρίνεται σαφής διαστρωρωτή στρώση εντός των κροκαλοπαγών, τα οποία εμφανίζουν ισχυρή συγκόλληση μεταξύ τους. Το χρώμα τους είναι κιτρινόχρωμο έως τεφρό και έχουν μέγεθος από μεγάλες κροκάλες έως άμμο/άργιλο.

Με βάση τις παρατηρήσεις κατασκευάστηκε η στρωματογραφική στήλη της θέσης παρατήρησης (Σχήμα 28):



Σχήμα 28: Στρωματογραφική στήλη σχηματισμού Προαστίου εντός του ορυχείου Καρδιάς.

Ακολουθώντας ο σχηματισμός Προαστίου αναζητήθηκε γύρω από τα χωριά Άγιος Χριστόφορος και Ανατολικό όμως δεν εντοπίστηκε πουθενά επιφανειακή εμφάνιση αυτού. Έτσι ακολουθώντας τον χωματόδρομο από Άγιο Χριστόφορο προς ΑΕΒΑΛ παρατηρήθηκε πως ο σχηματισμός Προαστίου από τον Άγιο Χριστόφορο έως τις πρώτες θέσεις εμφάνισης του σχηματισμού (όπως φαίνεται στον παρακάτω χάρτη) έχουν επικαλυφθεί από τις αποθέσεις του ορυχείου ενώ καθώς φτάνουμε στις εκσκαφές του ορυχείου Βόρειου πεδίου εμφανίζεται ο σχηματισμός σε μεγάλη έκταση και σε συνέχεια των θέσεων που αναφέρθηκαν στο Σχήμα 17 και Σχήμα 18.



Σχήμα 29: Θέσεις λήψης φωτογραφιών και στοιχείων έξω από το χωριό του Αγίου Χριστοφόρου, και απεικόνιση αυτών σε χάρτη Google earth και γεωλογικό χάρτη.

Θέσεις παρατήρησης Άγιος Χριστόφορος- Προάστιο 1, 2 και 3. Στο σημείο λήφθηκαν οι παρακάτω φωτογραφίες:



Σχήμα 30: Φωτογραφικό υλικό του σχηματισμού Προαστείου εντός του ορυχείου Βορείου Πεδίου.

Οι παραπάνω φωτογραφίες (Σχήμα 30) αποτελούν κλασική εικόνα σχηματισμού Προαστείου με κροκάλες ποικίλου μεγέθους και σύστασης, χρώματος καστανότεφρου και μεγέθους από μεγάλες κροκάλες έως άμμο/άργιλο.



Σχήμα 31: Φωτογραφικό υλικό του σχηματισμού Προαστείου εντός του ορυχείου Βορείου Πεδίου.

Στις παραπάνω φωτογραφίες (Σχήμα 31) παρατηρείται πρυνές ύψους 12 μέτρων, το οποίο μπορεί να χωριστεί σε τρεις ορίζοντες. Ο ορίζοντας 1 αποτελεί τον σχηματισμό Προαστείου, ο 2 αποτελεί παλαιοέδαφος, ενώ ο 3 αποτελεί αποθέσεις των έργων της ΔΕΗ, εντός του οποίου παρατηρείται και η ύπαρξη κορμού δέντρου.



Σχήμα 32: Κατολίσθηση αποθέσεων της ΔΕΗ, που αποτέθηκαν πάνω στο σχηματισμό Προαστείου.

Σε ορισμένες περιπτώσεις λόγω ανθρωπογενών επεμβάσεων δημιουργούνται φαινόμενα κατολίσθησης (Σχήμα 32).



Σχήμα 33: Αριστερό μέλος του Σχήματος 32 με περισσότερη λεπτομέρεια.

Στο Σχήμα 33 φαίνεται με λεπτομέρεια το δυτικό μέρος του Σχήματος 32 και χωρίζεται σε δύο ορίζοντες. Ο ορίζοντας 1 αποτελεί τον σχηματισμό Προαστείου, ενώ ο 2 αποτελεί αποθέσεις της ΔΕΗ οι οποίες κατολίσθησαν. Ο σχηματισμός Προαστείου αποτελείται και σε αυτή την τομή από κροκάλες ποικίλου μεγέθους και σύστασης, χρώματος καστανότεφρου και μεγέθους από μεγάλες κροκάλες έως άμμου/αργίλου.



Σχήμα 34: Εμφανίζεται η θέση αγωγός και έτσι παρατηρούμε πως ενώνεται με την θέση Άγιος Χριστόφορος όπου βρισκόμαστε.

Σε διάφορες θέσεις εντός του Σχηματισμού Προαστείου παρατηρούνται ασβεστιτικά συγκρίματα, τα οποία δημιουργούνται από την εξάτμιση του νερού με αποτέλεσμα να αποτίθεται το ασβέστιο (Σχήμα 35).



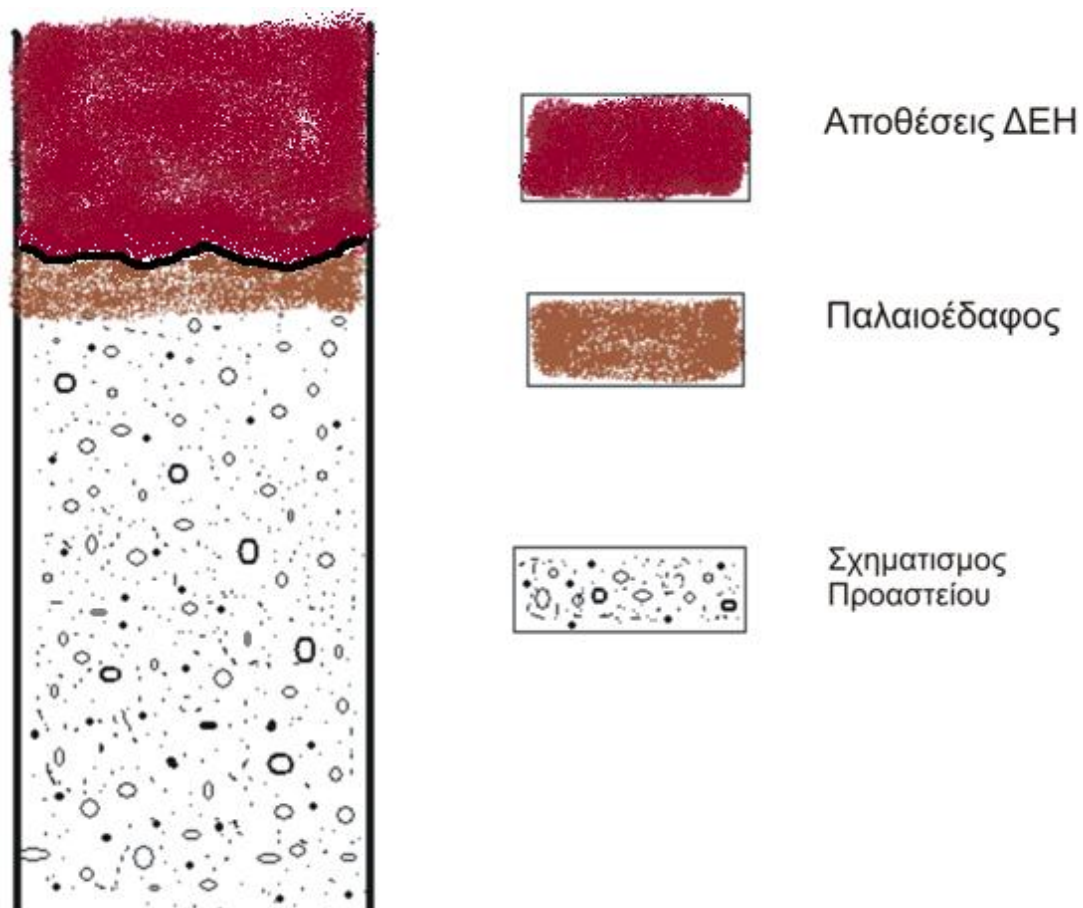
Σχήμα 35: Ασβεστιτικά συγκρίματα.

Μερικές ακόμα φωτογραφίες εντός του σχηματισμού:

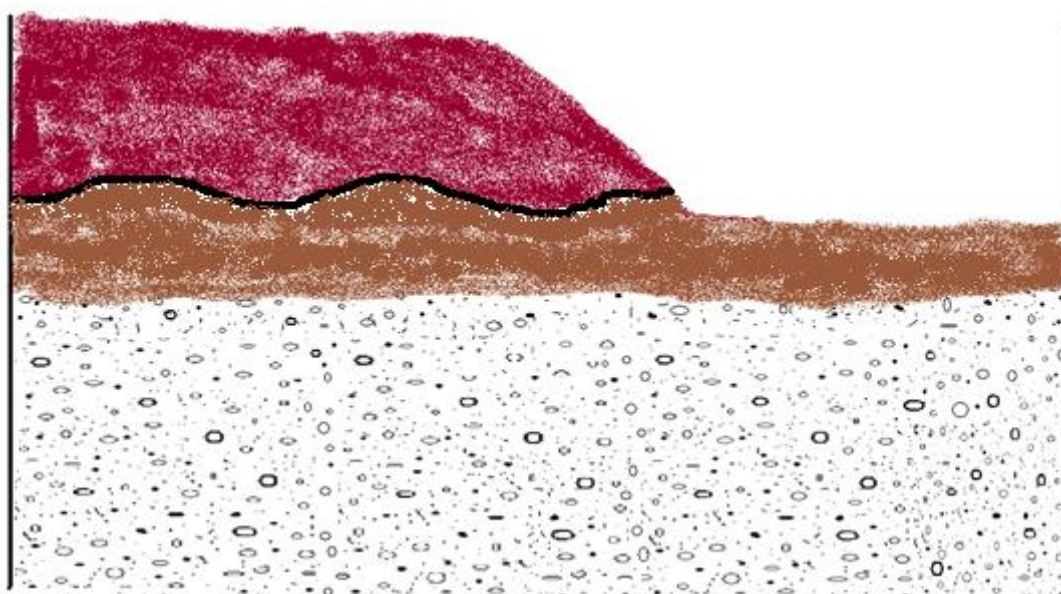


Σχήμα 36: Φωτογραφικό υλικό θέσης Άγιος Χριστόφορος 1, 2 και 3.

Από αυτό το σημείο παρατήρησης κατασκευάστηκε η στρωματογραφική στήλη και το στρωματογραφικό προφίλ της θέσης (Σχήμα 37 και 38):



Σχήμα 37: Στρωματογραφική στήλη της θέσης Άγιος Χριστόφορος 1, 2 και 3.



Σχήμα 38: Στρωματογραφικό προφίλ της θέσης Άγιος Χριστόφορος 1, 2 και 3.

Θέση παρατήρησης Ποντοκώμη. Έπειτα από το χωριό Ποντοκώμη και ακολουθώντας το δρόμο προς τα χωριά Λιβερά, Σιδερά, ανεβαίνοντας το όρος Άσκιο εμφανίζεται ο σχηματισμός αρχικά σε ένα σκουπιδότοπο και έπειτα στη πλαγιά του βουνού (Σχήμα 39, 40, 41).



Σχήμα 39: Θέσεις λήψης φωτογραφιών και στοιχείων σχηματισμού Προαστείου στο όρος Άσκιο και απεικόνιση αυτών στο Google earth και σε γεωλογικό χάρτη.



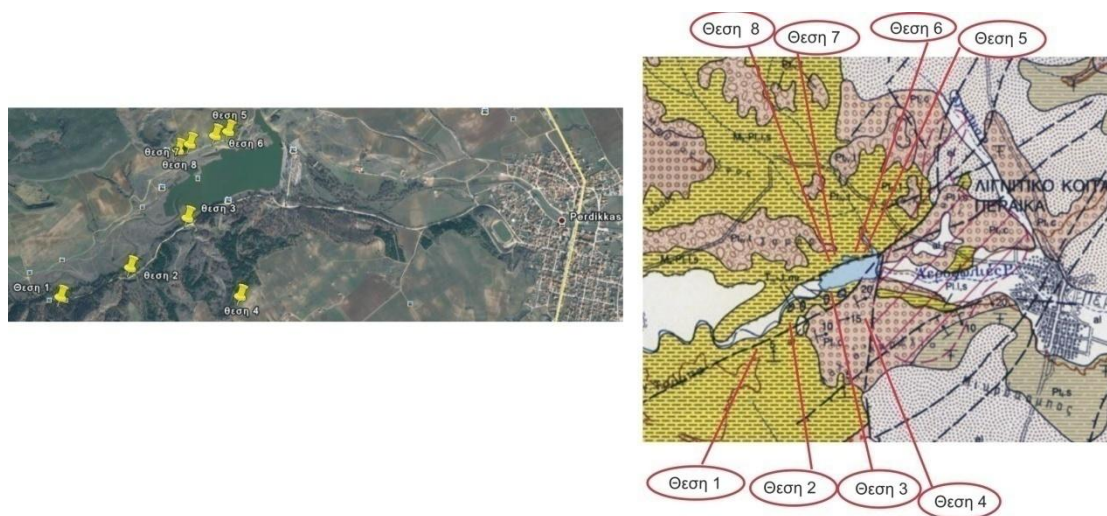
Σχήμα 40: Φωτογραφικό υλικό όρους Άσκιο.

Στις θέσεις αυτές ο σχηματισμός Προαστείου φαίνεται να επικάθεται πάνω στον ασβεστόλιθο του υποβάθρου με μικρό πάχος. Έχει αποτεθεί στην πλαγιά του βουνού Άσκιο με κατεύθυνση προς την λεκάνη της Πτολεμαΐδας. Το γεγονός αυτό μας δείχνει πως από το σημείο αυτό έχει περάσει ο σχηματισμός και έχει φτάσει εντός της λεκάνης. Αποτελεί ένδειξη πως η πηγή τροφοδοσίας του υλικού αποτελεί το βουνό Άσκιο. Στην ίδια περιοχή και σε χωματερή, ο σχηματισμός Προαστείου εμφανίζεται με μικρό πάχος (2- 5 μέτρα) πάνω από τον ασβεστόλιθο. Στο σημείο ο σχηματισμός εμφανίζεται συμπαγής, οι κροκάλες είναι συγκολλημένες καλά, κατά τόπους, το χρώμα τους είναι κιτρινόχρωμο και αποτελείται από κροκάλες μεγέθους ψηφίδας έως άμμους/αργίλους.



Σχήμα 41: Εμφάνιση του σχηματισμού Προαστείου στο όρος Άσκιο στο σκουπιδότοπο.

Τέλος ο σχηματισμός Προαστείου αναζητήθηκε πλησίον του χωριού Περδίκκα και συγκεκριμένα στο φράγμα του Περδίκκα, με σκοπό την διερεύνηση της επαφής του με τον υπερκείμενο σχηματισμό Περδίκκα (Σχήμα 42).



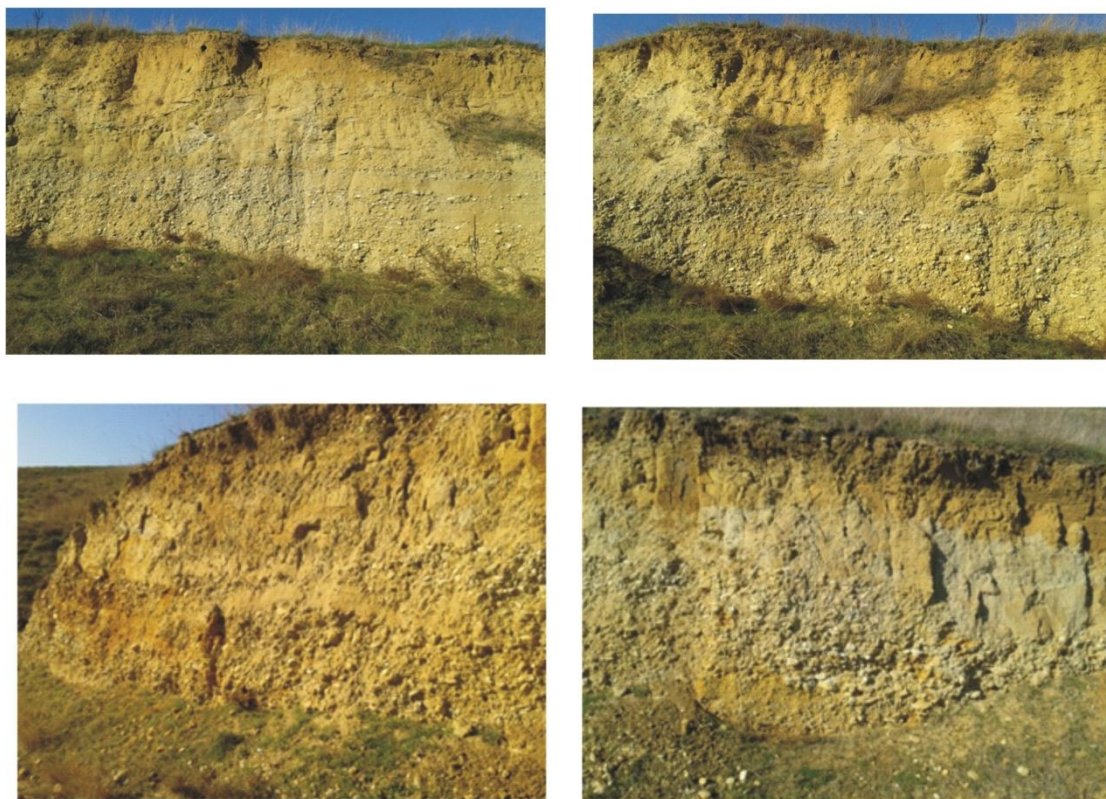
Σχήμα 42: Θέσεις λήψης φωτογραφιών και στοιχείων του σχηματισμού Περδίκκα και Προαστείου πλησίον του χωριού Περδίκκα.

Σύμφωνα με το γεωλογικό φύλλο Πτολεμαΐδας του ΙΓΜΕ ο σχηματισμός Προαστείου ηλικίας Βιλλαφράγκιου μεταπίπτει προοδευτικά με τοπικές μόνο ασυμφωνίες προς τον υπερκείμενο σχηματισμό του Περδίκκα ο οποίος έχει ηλικία Κατώτερο- Μέσο Πλειστόκαινο και ο οποίος αποτελείται από ποταμολιμναία ιζήματα με εξέλιξη σε λιμνοτελματικά στον κεντρικό βυθισμένο τομέα της τάφρου Άρδασσας- Πτολεμαΐδας- Βεγορίτιδας. Τα ιζήματα που εμφανίζονται στην επιφάνεια και αντιστοιχούν στους περιφερειακούς- παραλίμνιους τομείς και τα περιθώρια της

τότε λίμνης, αποτελούνται από ενστρώσεις άμμων ποικίλης κοκκομετρικής σύστασης, με επικράτηση των λεπτόκοκκων, σε εναλλαγή με αμμούχες αργίλους και φακοειδείς ενστρώσεις χαλαρών, συνήθως ψηφιδωπαγών και πολύμικτων μικροκροκαλοπαγών. Χαρακτηρίζονται από τη διασταυρούμενη στρώση, τα ασβεστιτικά συγκρίματα, τα ασβεστομαργαϊκά ειδώλια (συγκρίματα) και την παρουσία αντιπροσώπων μαλακίων (Unio). Στους ορίζοντες αυτούς έχουν βρεθεί σε διάφορες θέσεις οστά διαφόρων θηλαστικών (όπως ελέφαντες με ευθύ χαυλιόδοντα, ιπποπόταμοι, ελάφια, άλογα κ.α.). Παρενεστρωμένο σύστημα μαργαϊκών, αργιλικών και λιγνιτικών εναλλασσόμενων στρωμάτων, μικρού σχετικά πάχους εμφανίζεται επίσης στην περιοχή. Λαμβάνει προς την περιοχή Άρδασσας το μέγιστο πάχος του (περίπου 150 μέτρα) και διαμορφώνει το πλειστοκαινικό λιγνιτικό κοίτασμα Άρδασσας. Στην περιοχή εκείνη το πάχος του όλου σχηματισμού Περδίκκα ανέρχεται στα 350 μέτρα περίπου. Ο σχηματισμός Περδίκκα ή οι μεσαίοι τουλάχιστον ορίζοντες και οι λιγνιτοφόροι έχουν αποτεθεί σε μια εποχή με κλίμα θερμό κατά την διάρκεια ίσως της Γκούτζιου- Μινδελίου (Κρομερίου) μέσο-παγετώδους περιόδου μεταξύ δηλαδή κατώτερου και μέσου Πλειστοκαίνου.

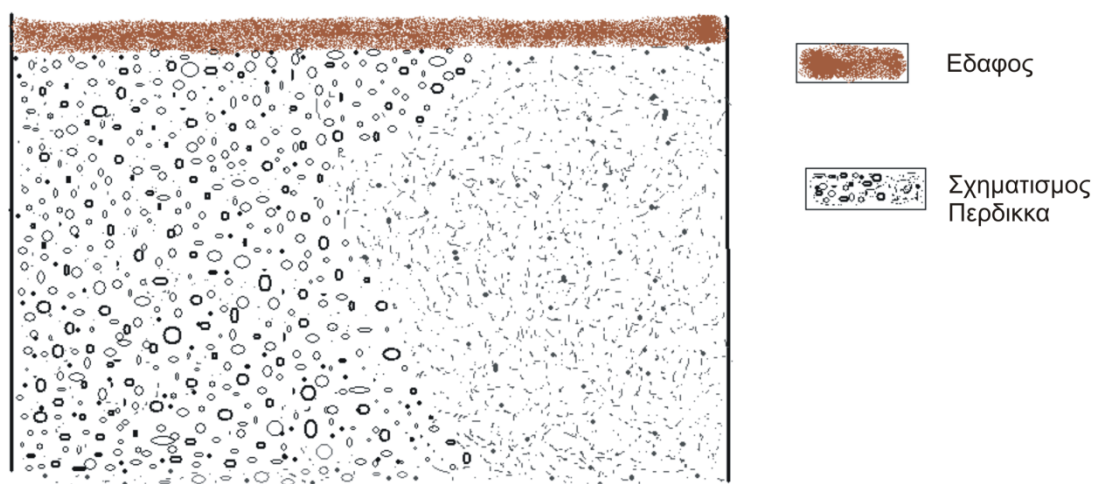
Θέση παρατήρησης Περδίκκας:

Σ' αυτή τη θέση παρατήρησης λήφθηκαν οι παρακάτω φωτογραφίες (Σχήμα 43) όπου παρατηρούμαι τον σχηματισμό του Περδίκκα. Ο σχηματισμός αποτελείται από χαλαρές κροκάλες ποικίλης σύστασης και μεγέθους από μεγάλες κροκάλες έως άμμο/ άργιλο. Το χρώμα τους είναι κιτρινόχρωμο έως τεφρό ενώ παρατηρούνται θέσεις όπου οι κροκάλες μεγάλης κλίμακας μεταπίπτουν σε λεπτόκοκκο αμμούχο υλικό.



Σχήμα 43: Φωτογραφικό υλικό σχηματισμού Περδίκκα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία παρατήρησης δημιουργήθηκε το στρωματογραφικό προφίλ του Σχήματος 44:



Σχήμα 44: Στρωματογραφικό προφίλ του σχηματισμού Περδίκκα.

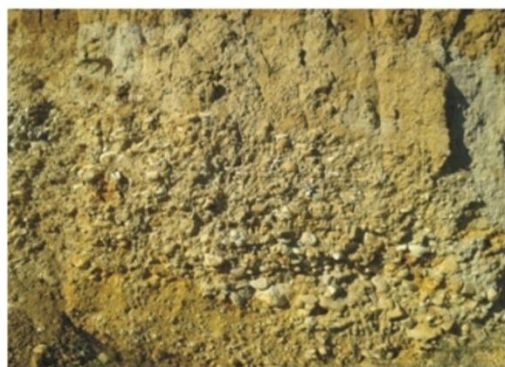
Στις παρακάτω εικόνες (Σχήμα 45) εμφανίζεται ο σχηματισμός Προαστείου όπως αυτός έχει αναγνωριστεί και στις προηγούμενες θέσεις, επηρεασμένος όμως ως

προς το χρώμα του σχηματισμού, από την βροχόπτωση των προηγούμενων ημερών. Ύψος πρανούς 4 μέτρα. Αποτελείται από κροκάλες μεγέθους μεγάλης κροκάλας έως άμμο/άργιλο και έχει χρώμα καστανοκόκκινο.



Σχήμα 45: Φωτογραφικό υλικό του σχηματισμού Προαστείου στο φράγμα του Περδίκκα.

Στις παρακάτω φωτογραφίες εμφανίζεται ο σχηματισμός Περδίκκα με λεπτομερέστερη εικόνα του σχηματισμού (Σχήμα 46):



Σχήμα 46: Λεπτομερέστερη εικόνα του σχηματισμού Περδίκκα.

Παρ όλη την προσπάθεια αναζήτησης στην περιοχή τομής με επαφή του σχηματισμού Προαστείου με αυτόν του Περδίκκα δεν εμφανίστηκε πουθενά και στις 8 θέσεις που είχαμε σαφή πρηνή προς αναγνώριση. Έτσι θα αρκεστούμε στην βιβλιογραφική πληροφορία που αναφέρει το γεωλογικό φύλλο του ΙΓΜΕ πως ο σχηματισμός Προαστείου μεταπίπτει προοδευτικά με τοπικές μόνο ασυμφωνίες προς τον υπερκείμενο σχηματισμό του Περδίκκα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΖΗΤΗΣΗ

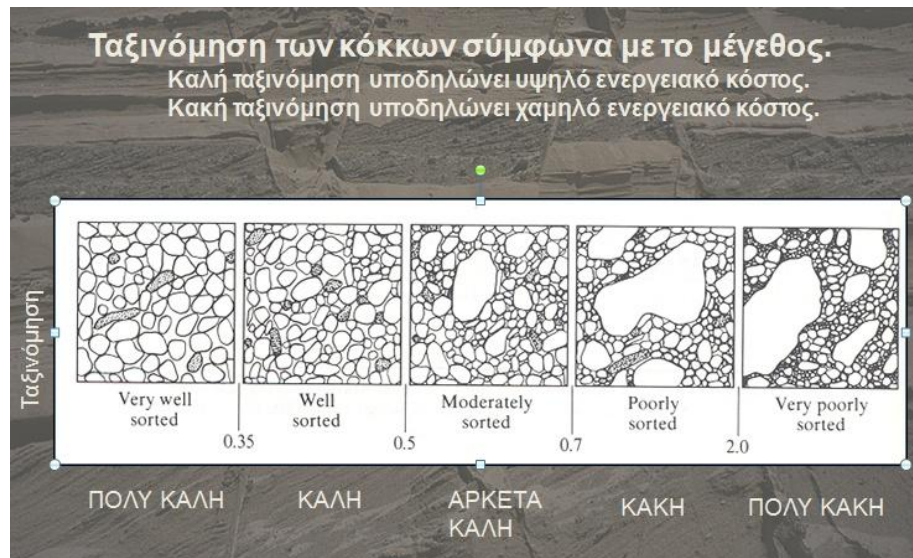
Σύμφωνα με την έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή, τις υπαίθριες παρατηρήσεις και εργαστηριακές αναλύσεις συμπεραίνουμε πως ο σχηματισμός Προαστείου αποτελείται από πολύμικτα κροκαλοπαγή με διασταυρούμενη στρώση. Στο εσωτερικό τους εμφανίζονται λεπτόκοκκοι ορίζοντες, ενώ σε λίγες αλλά αξιοσημείωτες θέσεις εμφανίζονται ερυθροστρώματα. Τα κροκαλοπαγή του σχηματισμού σύμφωνα με τα δείγματα που λήφθηκαν αναφέρονται από ιζηματολογική άποψη ως άμμος με χαλίκια, κροκάλες με χαλίκια, κροκάλες- χαλίκια, ενώ το δείγμα από τα ερυθροστρώματα εντός του σχηματισμού χαρακτηρίστηκε αμμούχος άργιλος. Οι λεπτόκοκκοι ορίζοντες αποτελούνται από άμμο, ιλύ και άργιλο. Από πετρολογική άποψη παρατηρούμε πως έχουμε κυριαρχία των αββεστολίθων από τα πετρώματα του γειτονικού υποβάθρου.

Κατά τους Αναστασόπουλο-Κούκουζα (1970) μετά την πλήρωση της λεκάνης της Πτολεμαΐδας από τα νεογενή λιγνιτοφόρα και μη ιζήματα και στις αρχές του κατώτερου Πλειστοκαίνου εκδηλώθηκαν κατακόρυφες κινήσεις, ανοδικές σε ορισμένα τμήματα της λεκάνης και καθοδικές σε άλλα που επηρέασαν και τα λιγνιτοφόρα στρώματα. Από τις κατακόρυφες αυτές κινήσεις τα αναδυθέντα τμήματα της λεκάνης δημιούργησαν όπως αναφέρθηκε λόφους και κοιλάδες και στη συνέχεια ρυάκια και ποταμούς. Μετά τον σχηματισμό αυτών και με τη βοήθεια του κλίματος, του ανάγλυφου της περιοχής και του κατακερματισμού των πετρωμάτων από τις κατακόρυφες κινήσεις, άρχισε έντονη διάβρωση και αποσάθρωση τόσο επί των εξαρμάτων και κοιλάδων εντός της λεκάνης, όσο και επί των περιβαλλόντων τμημάτων και κρασπέδων. Το κλαστικό υλικό, από την προηγούμενη διάβρωση, άρχισε, από τα ρυάκια και τα ποτάμια, να μεταφέρεται και να αποτίθεται στα χαμηλότερα σημεία της λεκάνης είτε ως λεπτομερές υλικό (ιλύς, άργιλος, λεπτομερής άμμος κλπ) είτε ως αδρομερές (ψηφίδες, κροκάλες). Το υλικό αυτό στα χερσαία και αβαθή τμήματα της λεκάνης αποτέθηκε και σχημάτισε, τις χειμάρριες και ποτάμιες αποθέσεις καθώς επίσης και τους κώνους κορημάτων. Οι συνεχόμενες εναλλαγές των αποθέσεων άλλαζαν την κοίτη με συνέπεια την παρατηρούμενη σήμερα διασταυρούμενη στρώση των ιζημάτων καθώς και τις φακοειδείς αποσφηνώσεις των διαστρώσεων του υλικού. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα κροκαλοπαγή του Προαστείου. Εμφανίζονται επιφανειακά στους χαμηλούς λόφους μεταξύ Προαστείου και Αγ. Χριστοφόρου, υπό μορφή νησίδων στη διασταύρωση της σιδηροδρομικής γραμμής και στο δρόμο της Ποντοκώμης προς το χωριό Αμυγδαλιά, στα τοιχώματα του Κόμανου και στο υψίπεδο του Μπόρντω όπου οι κροκάλες τους συνίστανται από γνευσίους κυρίως και σχιστόλιθους, προέρχονται δηλαδή από τα κρυσταλοσχιστώδη του Σινιάτσικου και της Κλεισούρας. Σε αντίθεση με τα ερυθρόχρωα χειμαρρολιμναία ιζήματα

πλήρωσης της λεκάνης, των οποίων η απόθεση συνδέεται με τους μικρές διαδρομής χειμάρρους, που κατέρχονται από το Βέρμιο, τα εν λόγω κροκαλοπαγή αποτέθηκαν από χειμάρρους μεγάλης διαδρομής, δηλαδή μεταφέρθηκαν από μεγάλη απόσταση. Σε αυτό συνηγορεί τόσο η πολύμικτη σύσταση τους όσο και το μεγάλο σχετικά μήκος της ζώνης εντός της οποίας συναντώνται (Άγιος Χριστόφορος, Προάστιο, Ποντοκώμη, Μαυροδένδρι). Από τον Παπασταματίου (1952) στην περιοχή Άγιου Χριστοφόρου-Προαστείου αναφέρεται ως διεύθυνση της ζώνης ΒΑ-ΝΔ. Στο νότιο τμήμα παρατηρείται με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και περιορίζεται δυτικά και κατά μήκος της αποχετευτικής τάφρου Σουλού. Ο Ehlers (1962) στην προσπάθεια του να προσδιορίσει την φορά του χειμάρρου που μετέφερε το υλικό του σχηματισμού Προαστείου στηρίχτηκε μόνο στην λιθολογική σύσταση των κροκάλων, και θεωρεί την ύπαρξη ενός ποταμού που ρέει από νότο προς βορρά ξεκινώντας από την οροσειρά του Βούρινου και φτάνοντας μέχρι την λεκάνη Φλώρινας-Μοναστηρίου. Ακόμα όμως και ο ίδιος παραδέχεται ότι είναι διακινδυνευμένη η εξαγωγή συμπερασμάτων μόνο από την εξέταση της λιθολογικής συστάσης των κροκάλων. Σε ότι αφορά την στρωματογραφική τοποθέτηση οι Αναστασόπουλος & Κούκουζας (1970) πιστεύουν ότι αυτά είναι νεότερα των ερυθρόχρωων χειμαρρολιμναίων αποθέσεων αλλά και των πλευρικών σε αυτά τεταρτογενών λιμναίων αποθέσεων που αναπτύσσονται κατά μήκος της τάφρου Σουλού. Λίγο πιο νότια από την γέφυρα στο δρόμο Ποντοκώμη - Χαραυγή και στο δυτικό τοίχωμα της αποχετευτικής τάφρου φαίνεται σε διατομή παλιά κοίτη χειμάρρου διανοιγμένη μέσα στα Τεταρτογενή λιμναία ιζήματα. Η κοίτη είναι πληρωμένη από κροκάλες ίδιας σύστασης και μορφής με εκείνα του λατομείου. Οπωσδήποτε τα κροκαλοπαγή αυτά είναι νεότερα των ιζημάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω και ανήκουν πιθανότατα στο Τεταρτογενές.

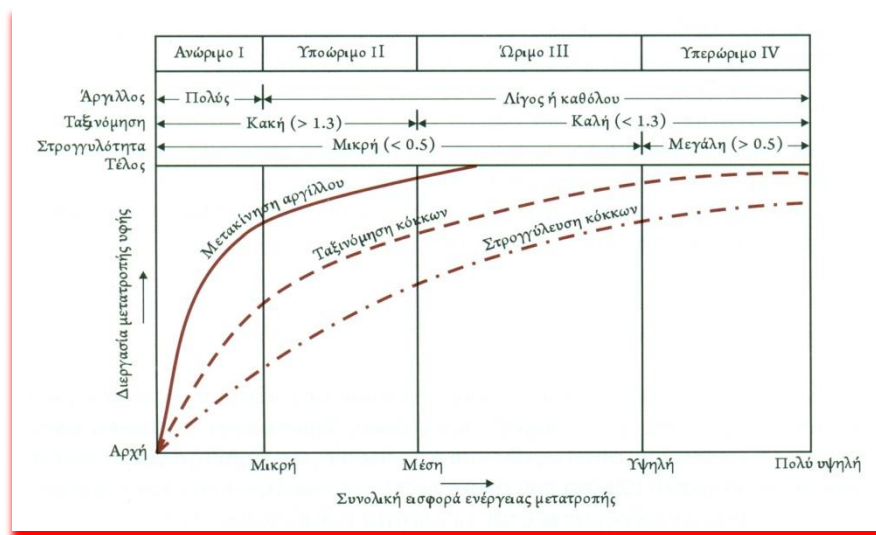
Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε για την σύνταξη της παρούσας εργασίας, και σύμφωνα με την προσωπική άποψη του συντάκτη ο σχηματισμός του Προαστείου αποτελεί αλλουβιακά ριπίδια τα οποία έχουν ως πηγή προέλευσης τα γύρω βουνά και κυρίως το όρος Άσκιο, το οποίο αποτελείται από ασβεστόλιθους, που αποτελούν και την κύρια σύσταση του σχηματισμού. Λόγω τεκτονικών κινήσεων στο Τεταρτογενές δημιουργήθηκαν οι κατάλληλες συνθήκες ώστε να κατακερματιστούν τα πετρώματα τους και ακολουθώντας τα ρυάκια και χειμάρρους που κατέβαιναν από τα βουνά μετέφεραν υλικό εντός της λεκάνης της Πτολεμαΐδας, όπου και αποτέθηκαν. Απόδειξη των παραπάνω αποτελεί το Σχήμα 40 όπου παρουσιάζεται υλικό (κροκαλοπαγή) ίδιο με τον σχηματισμό Προαστείου να έχει αποτεθεί σαν φλούδα στην πλαγιά του Άσκιου με κατεύθυνση προς τη λεκάνη της Πτολεμαΐδας. Παρατηρήθηκε πως στο σύνολο του σχηματισμού επικρατεί η διασταυρωτή στρώση η οποία σύμφωνα με τους Ψιλοβίκο & Ψιλοβίκο (2010) είναι αποτέλεσμα της δράσης των ρευμάτων έλξης στο νερό και στον αέρα, όπου ρυτιδώσεις, κυματώσεις, θίνες, στάσιμα κύματα, αντιθίνες, υπερκρίσιμες ή

υποκρίσιμες συνθήκες ροής δημιουργούν μεγάλη ποικιλία διασταυρωτής στρώσης, σε όλες τις δυνατές διαστάσεις και μορφές. Παρατηρούμε πολύ κακή ταξινόμηση των κόκκων που σύμφωνα με το Σχήμα 47, υποδηλώνει χαμηλό ενεργειακό κόστος.



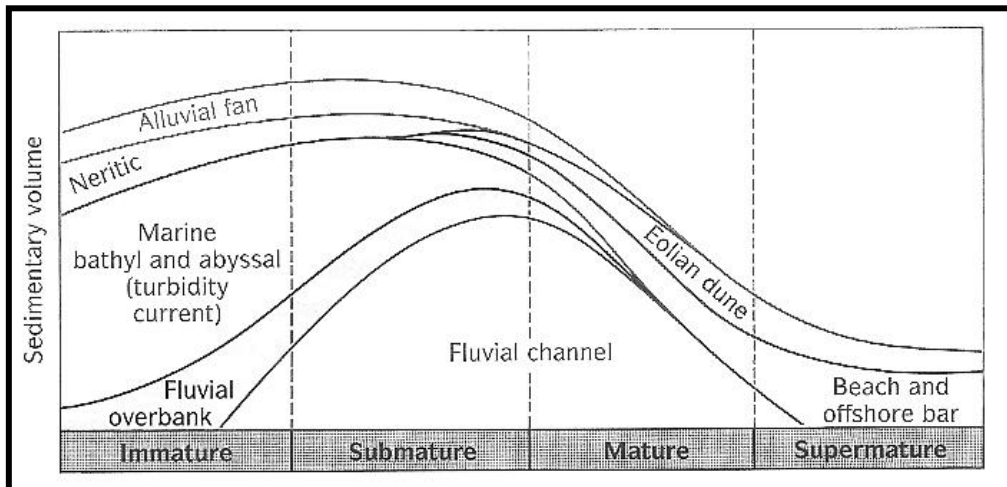
Σχήμα 47: Ταξινόμησης των κόκκων(από Folk,1974, τροποποιημένο από Kendall, 2005).

Επίσης σύμφωνα με το Σχήμα 48, κατά Folk, 1951 (από Ψιλοβίκος & Ψιλοβίκος, 2010) βρισκόμαστε στο όριο ανώριμου και υποώριμου.



Σχήμα 48: Πληροφορίες για την ωριμότητα της υφής Κατά Folk, 1951 (από Ψιλοβίκος & Ψιλοβίκος, 2010).

Και τέλος κατά Folk (1974), (Σχήμα 49), έχουμε alluvial fans.



Σχήμα 49: Αποθετικά περιβάλλοντα(από Folk,1974, τροποποιημένο από Kendall, 2005).

Οι κροκάλες είναι σχεδόν αποστρογγυλεμένες είτε λόγω δευτερευόντων τεκτονικών διεργασιών με αποτέλεσμα την μετακίνηση τους, είτε λόγω μετακίνησης μεγάλων αποστάσεων. Στο εσωτερικό τους εμφανίζονται και ασβεστιτικά συγκρίματα, και ερυθροστρώματα.

Σύμφωνα με τους Harvey et al. (2005) συμπεραίνουμε πως ο σχηματισμός Προαστείου είναι αποτέλεσμα δεβριτικών ροών (debris flow). Οι δεβριτικές ροές μπορούν να μεταφέρουν μέχρι και τεράστιους ογκόλιθους με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αποθέσεις (παρακροκαλοπαγή) εξαιρετικά φτωχής ταξινόμησης, χαοτικής απόθεσης που αποτελούνται από ογκόλιθους, κροκάλες, χαλίκια, άμμο, ιλύ και άργιλο με matrix-supported. Είναι μικρής στρογγυλότητας και σφαιρικότητας όπως ακριβώς τον σχηματισμό του Προαστείου. Ανήκει επίσης στα Proximal fan όπου το πέτρωμα είναι κυρίως κροκαλοπαγές με κλαστικό ή λεπτόκοκκο συνδετικό υλικό, αναπτύσσονται debris flow deposits, και η υφή τους είναι φτωχής ταξινόμησης, πολύ αδρόκοκκου υλικού, με υπογωνιώδης κλάστες και αποτελούν ανώριμα ιζήματα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεκτονική τάφρος της Φλώρινας- Πτολεμαΐδας- Κοζάνης ξεκινάει από το Μοναστήρι της Γιουγκοσλαβίας και φτάνει ως την Κοζάνη με διεύθυνση ΒΔ- ΝΑ. Το υπόβαθρο και τα όρια της τάφρου αποτελεί η Πελαγονική σειρά, η οποία εκτίθεται στο ανατολικό περιθώριο, ενώ το ΝΔ τμήμα της τάφρου συγκροτούν οι οφειόλιθοι του Βούρινου. Κατά την διάρκεια του Άνω Μειοκαίνου έως τις αρχές Πλειοκαίνου η λεκάνη άρχισε να γεμίζει με ιζήματα ποτάμιας και λιμναίας προέλευσης, αργίλους, μάργες, ιλύες και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, ενώ παράλληλα έχουμε την δημιουργία ξυλιτών, αλλά και λιγνιτών σε ελώδη περιβάλλοντα. Η εφελκυστική ρηξιγενής τεκτονική του Τεταρτογενούς δημιούργησε ρήγματα Α- Δ διεύθυνσης που κατακερμάτισαν τη λεκάνη και τη διαχώρισαν σε μικρότερα εξάρματα και βυθίσματα. Μετά την απόθεση των Νεογενών ιζημάτων και κατά το κατώτερο Πλειστόκαινο εκδηλώθηκε έντονος τεκτονισμός στην περιοχή και άρχισε μηχανική διάβρωση και απόθεση. Τα κλαστικά υλικά μεταφέρθηκαν στα χαμηλότερα σημεία και δημιούργησαν τις Τεταρτογενείς αποθέσεις της λεκάνης, οι οποίες έχουν καλύψει ολόκληρη την περιοχή. Ο σχηματισμός Προαστείου, που αποτελεί αντικείμενο αυτής της εργασίας, ανήκει και αυτός στις Τεταρτογενείς αποθέσεις και περιγράφεται ως σύστημα ποταμοχειμάρων αποθέσεων ασύμφωνα επικαθήμενο στα Νεογενή ιζήματα. Για τη μελέτη του Σχηματισμού λήφθηκαν δείγματα από τις θέσεις εμφάνισης του, τα οποία μελετήθηκαν ως προς την ιζηματολογία και την πετρολογία τους, αλλά και στο σύνολο του ο σχηματισμός μελετήθηκε ως προς την στρωματογραφία του και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία. Έπειτα από τις υπαίθριες παρατηρήσεις, τις εργαστηριακές αναλύσεις αλλά και τη βοήθεια κατάλληλης βιβλιογραφίας συμπεραίνεται ότι ο Σχηματισμός Προαστείου αποτελεί αλλουβιακά ριπίδια τα οποία έχουν ως πηγή προέλευσης τα γύρω βουνά και κυρίως το όρος Άσκιο. Παρατηρείται πολύ κακή ταξινόμηση των κόκκων που υποδηλώνει χαμηλό ενεργειακό κόστος. Όσον αφορά την ωριμότητα της υφής βρίσκεται στο όριο ανώριμου και υποώριμου. Είναι αποτέλεσμα δεβριτικών ροών (debrisflow), οι οποίες μπορούν να μεταφέρουν μέχρι και τεράστιους ογκόλιθους με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αποθέσεις (παρακροκαλοπαγή) εξαιρετικά φτωχής ταξινόμησης, χαοτικής απόθεσης που αποτελούνται από ογκόλιθους, κροκάλες, χαλίκια, άμμο, ιλύ και άργιλο με matrix- supported, είναι μικρής στρωγγυλότητας και σφαιρικότητας όπως ακριβώς τον σχηματισμό του Προαστείου. Επίσης στα proximal fan όπου το πέτρωμα είναι κυρίως κροκαλοπαγές με κλαστικό ή λεπτόκοκκο συνδετικό υλικό, αναπτύσσονται debris flow deposits, και η υφή τους είναι φτωχής ταξινόμησης, πολύ αδρόκοκκου υλικού, με υπογωνιώδης κλάστες και αποτελούν ανώριμα ιζήματα.

SUMMARY

The tectonic graben of Florina-Ptolemaida- Kozani begins from Bitola, Yugoslavia and reaches Kozani in a northwestern-southeastern direction. The bed and limits of the graben are the Pelagonic series, which is exposed to the eastern margin, while the southwestern part of the graben consists of the Bourino ophiolites. During the upper Miocene up to the beginning of the Pliocene the basin began to fill with river and lake born sediments, clays, marls, silts, and marginal limestone while at the same time we have the creation of xylites and lignites in swamp environments. The tensional thrust fault tectonics of the Quaternary created faults of E-W direction which broke the basin in parts and divided it in smaller horsts and depressions. After the deposit of Neogene sediments and during the early Pleistocene there was strong tectonic activity in the area and mechanical erosion as well as depositing began. The clastic sediments were carried to the lower areas and created the Quaternary deposits of the basin, which have covered the entire area. The Proasteio formation, which is the subject of this project, also belongs to the Quaternary deposits and it is described as a system of river torrent deposits which is randomly overlaid on the Neogene sediments. For the study of the Formation samples were taken from relevant areas which were studied in terms of their sedimentarity and petrology. Also, the Formation was studied in its entirety regarding its stratigraphy and the results are presented in this project. After field observations, laboratory analyses but also with the help of appropriate bibliography it is concluded that the Proasteio Formation is Alluvial fans which have as source the surrounding mountains and mainly Mount Askio. Very poor classification of grain is observed which suggests low energy cost. As regards the maturity of texture, it is located in the boundary definition between immature and submature. Is the result of debris flow, which can carry even huge boulders. This can result in the creation of depositions of extremely poor classification, chaotic deposition consisting of boulders, gravels, sand, silt, clay with matrix supported, of small roundness and sphericity just as the formation of Proasteio. Also in the proximal fan, where the rock is mainly conglomerate with clastic or fine grained binder material, debris flow deposits develop whose texture is of poor classification, of very coarse material, with subangular clastic and form immature sediments.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλμπανάκης, Κ. (2011). Πρόταση δημιουργίας πρωτοκόλλου κοκκομετρικής ανάλυσης με τη μέθοδο του σιφωνίου (πιπέτας) με υποδεκαπλάσιο χρόνο ανάλυσης. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, τομ. 44.
- Boggs, S. Jr. (2005). Principles of Sedimentology and Stratigraphy (Fourth Edition). Prentice Hall.
- Folk, R. L. (1974). Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Company Austin, Texas 78703.
- Harvey, A. M., Mather, A. E., Strokes, M. (2005). Alluvial Fans. The Geological Society London.
- Κουφός, Γ. Μ. (2008). Μαθήματα Στρωματογραφίας. University Studio Press.
- Μουντράκης, Δ Μ.(2010). Γεωλογία και Γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας. University Studio Press.
- Scholle, P.A., Spreading, D.R. (1982). Sandstone Depositional Environments. The American Association of Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma 74101, U.S.A.
- Steenbrink, J.(2001). Orbital signatures in lacustrine sediments (The Late Neogene intramontane Florina-Ptolemais-Servia basin, northwestern Greece). Διδακτορική Διατριβή, Geologica Ultraiectina 205, University of Utrecht, Holland.
- Varvarousis, G., Metaxas, A., Kotis, Th., Ploumidis, M. (1998). The Neogene lignite deposits of Kozani-Servia basin, Western Macedonia, Greece. Proceedings interim Colloquim RCMNS, Patras, Greece, Geological Society of Greece, Special Publications, 9:227-233.
- Weber, M. E.,Tougiannidis, N., Ricken, W., Rolf, C., Oikonomopoulos, I., Antoniadis, P. (2012). Orbital Control on Carbonate-Lignite Cycles in the

Ptolemais Basin, Northern Greece- An Intergrated Stratigraphic Approach. In ð. Elitok (Ed.) Stratigraphic analysis of Layered Deposits: 87-104.

Ψιλοβίκος, Α., Ψιλοβίκος, Α. (2010). Ιζηματολογία. Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ.

Λοιπά Βοηθήματα:

Αναστασόπουλος, Ι. Χ., Κούκουζας, Κ. Ν. (1970). Οι λιγνίτες του Νοτίου τμήματος της λιγνιτοφόρου λεκάνης Πτολεμαΐδας, (Γεωλογία, Κοιτασματολογία, Γεωτρητική Έρευνα). Ινστιτούτο Γεωλογίας και ερευνών υπεδάφους, Αθήνα.

Blott, J.S. (2008). GRADISTAT Version 6.0 A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments by Sieving or Laser Granulometer.

Ehlers, H. (1960-1962). 'EXPERTISE PTOLEMAIS' Πολυγρ. Εκθ. Τόμοι Ι-2Ι

Παπασταματίου, Ι. (1952). Γεωλογική μελέτη της λιγνιτοφόρου περιοχής Πτολεμαϊδας. ΙΓΕΥ, Αθήνα.

Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Διεύθυνση Μελετών- Κατασκευών Υ/Η.Ε (1980). Υδρογεωλογική έρευνα λεκάνης Σαριγκιόλ- Μαυροδεντρίου (Τεύχος 4, Γεωφυσική Έρευνα).

Κεφαλά, Σ., Διαμαντή-Ξηροπούλου, Ι. (1986). Γεωλογική και Κοιτασματολογική έρευνα περιοχής Διαβολορεύματος- Μαυροπηγής- Ποντοκώμης Λιγνιτοφόρου Λεκάνης Πτολεμαΐδας. (Εσωτερική Μελέτη, Δ.Ε.Η.)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**Ιζηματολογική ανάλυση δειγμάτων (κοσκίνισμα)**

SampleIdentity: PRS1			SampleIdentity: PRS2		
InitialSampleWeight: 832,14			Initial Sample Weight: 1815,374		
Aperture (microns)	ClassWeight Retained (g or %)	Φ	Aperture (microns)	ClassWeight Retained (g or %)	Φ
63000	0	-6	63000	300,375	-6
45000	0	-5,5	45000	196,785	-5,5
31500	42,2175	-5	31500	193,32	-5
22400	57,2125	-4,5	22400	133,265	-4,5
16000	86,28	-4	16000	73,21	-4
11200	89,5175	-3,5	11200	80,555	-3,5
8000	139,1025	-3	8000	131,85	-3
5600	75,74	-2,5	5600	98,24	-2,5
4000	44,3	-2	4000	70,23	-2,0
2800	71,85	-1,5	2800	131,03	-1,5
2000	29,77	-1	2000	55,24	-1
1400	47,74	-0,5	1400	73,9	-0,5
1000	32,73	0	1000	53,91	0
710	26,23	0,5	710	57,09	0,5
500	26,26	1	500	84,56	1
355	17,38	1,5	355	35,3	1,5
250	13,74	2	250	13,35	2
180	11,24	2,5	180	7,47	2,5
125	8,09	3	125	7,02	3
90	4,18	3,5	90	5,73	3,5
63	2,34	4	63	3,67	4
	4,97			7,82	

Sample Identity: PRS5			Sample Identity: PRS3		
Initial Sample Weight: 1273,38			Initial Sample Weight: -		
Aperture (microns)	ClassWeight Retained (g or %)	Φ	Aperture (microns)	ClassWeight Retained (g or %)	Φ
63000	587,905	-6	63000	304,8	-6
45000	259,595	-5,5	45000	129,525	-5,5
31500	120,92	-5	31500	56,85	-5
22400	95,6625	-4,5	22400	87,2	-4,5
16000	60,405	-4	16000	117,55	-4
11200	37,08	-3,5	11200	89,4825	-3,5
8000	20,1325	-3	8000	92,1225	-3
5600	20,68	-2,5	5600	30,87	-2,5
4000	7,1	-2	4000	15,04	-2
2800	13,68	-1,5	2800	6,52	-1,5
2000	3,6	-1	2000	17,99	-1
1400	5,57	-0,5	1400	25,53	-0,5
1000	4,41	0	1000	22,25	0
710	5,24	0,5	710	22,81	0,5
500	7,88	1	500	18,92	1
355	7,13	1,5	355	17,8	1,5
250	6,11	2	250	16,85	2
180	6,9	2,5	180	17,81	2,5
125	7,2	3	125	15,58	3
90	6,12	3,5	90	9,76	3,5
63	5,18	4	63	6,95	4
	9,32			10,85	

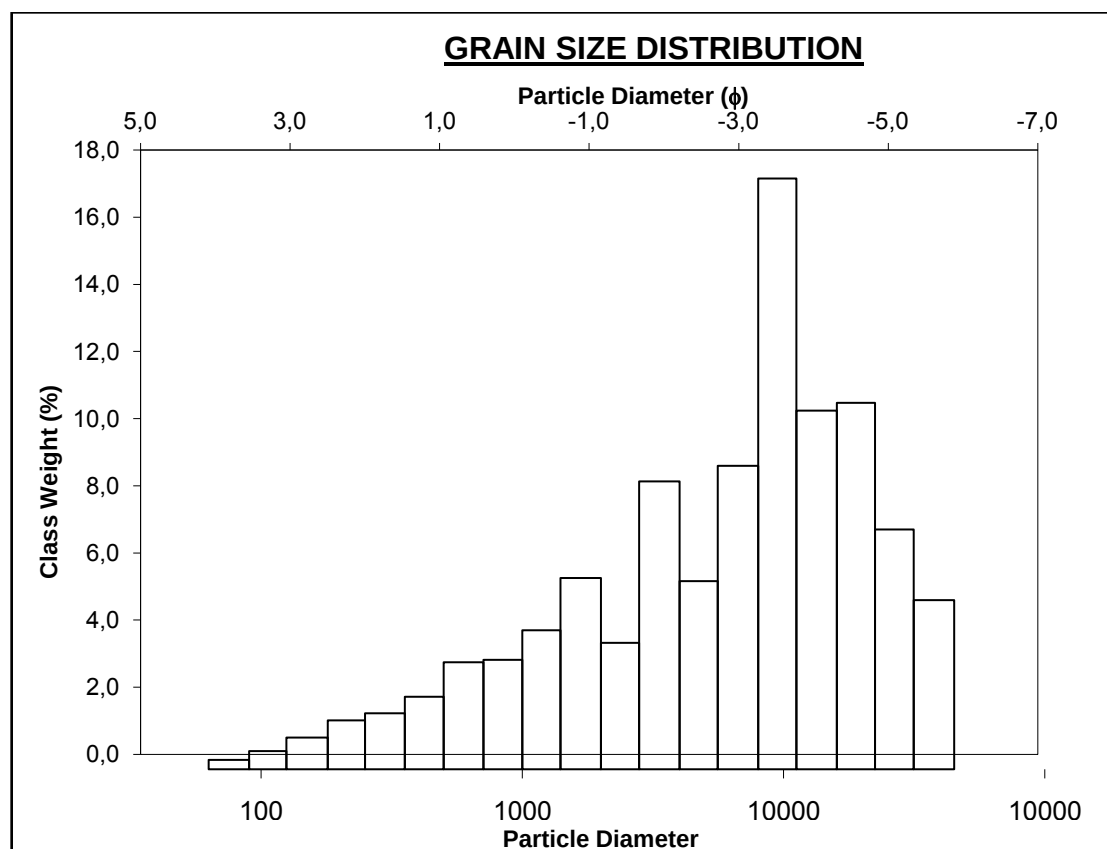
Πίνακας 4: Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δειγμάτων.

Δείγμα	PRS1	PRS2	PRS5	Περιορισμός
Απώλεια δείγματος %	0,75%	0,51%	1,35%	Πρέπει η απώλεια δείγματος να είναι ≤2% ώστε να είναι αποδεκτή και έγκυρη.
Υλικό που έμεινε στο δίσκο βάσης %	0,59%	0,43%	0,73%	Εάν το υλικό που έμεινε στο δίσκο βάσης είναι >5% χρήζει μελέτη με την μέθοδο του σιφωνίου.
Συμπέρασμα	Άρα αποδεκτή, η ανάλυση έγκυρη και δεν χρήζει μελέτη με την μέθοδο του σιφωνίου.	Άρα αποδεκτή, η ανάλυση έγκυρη και δεν χρήζει μελέτη με την μέθοδο του σιφωνίου.	Άρα αποδεκτή, η ανάλυση έγκυρη και δεν χρήζει μελέτη με την μέθοδο του σιφωνίου.	

PRS1

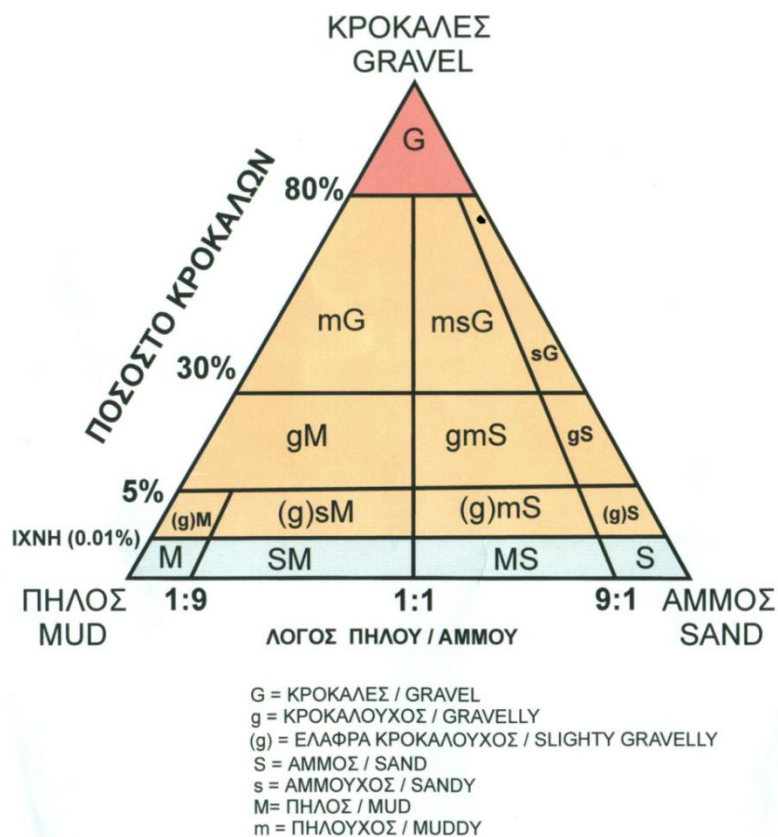
SIEVING ERROR: 0,2%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: PRS1			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Polymodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Sandy Gravel			
SEDIMENT NAME: Sandy Medium Gravel						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	9600,0	-3,243	GRAVEL: 76,5%		COARSE SAND: 6,3%	
MODE 2:	19200,0	-4,243	SAND: 22,9%		MEDIUM SAND: 3,7%	
MODE 3:	3400,0	-1,743	MUD: 0,6%		FINE SAND: 2,3%	
D ₁₀ :	663,2	-4,626			V FINE SAND: 0,8%	
MEDIAN or D ₅₀ :	7958,1	-2,992	V COARSE GRAVEL: 4,9%		V COARSE SILT: 0,1%	
D ₉₀ :	24690,9	0,593	COARSE GRAVEL: 17,5%		COARSE SILT: 0,1%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	37,23	-0,128	MEDIUM GRAVEL: 27,5%		MEDIUM SILT: 0,1%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	24027,8	5,218	FINE GRAVEL: 14,4%		FINE SILT: 0,1%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	6,340	0,312	V FINE GRAVEL: 12,2%		V FINE SILT: 0,1%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	12344,6	2,664	V COARSE SAND: 9,7%		CLAY: 0,1%	
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	10331,4	5218,2	-2,384	5740,9	-2,521	Fine Gravel
SORTING (σ):	9907,5	4,227	2,080	4,012	2,004	Very Poorly Sorted
SKEWNESS (S_k):	1,274	-1,159	1,159	-0,373	0,373	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	4,056	4,788	4,788	1,014	1,014	Mesokurtic

Πίνακας 5: Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS1.



Γράφημα 5: Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS1.

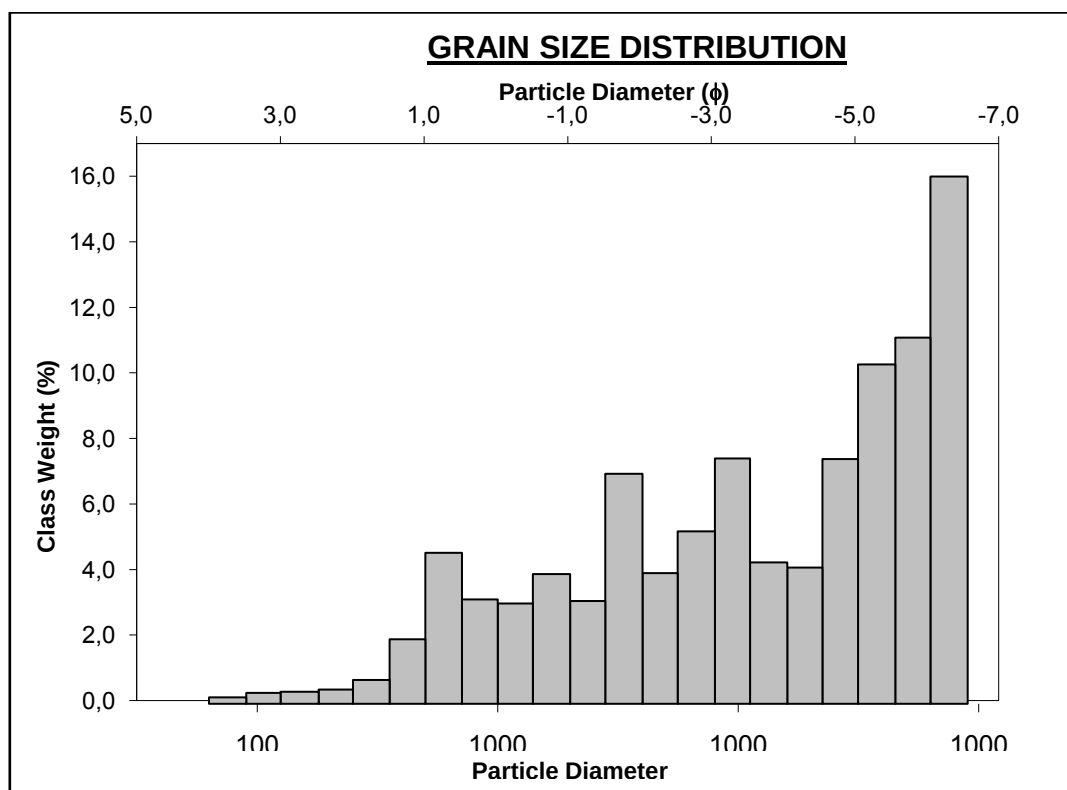
ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗΣ ΚΑΤΑ FOLK



PRS2

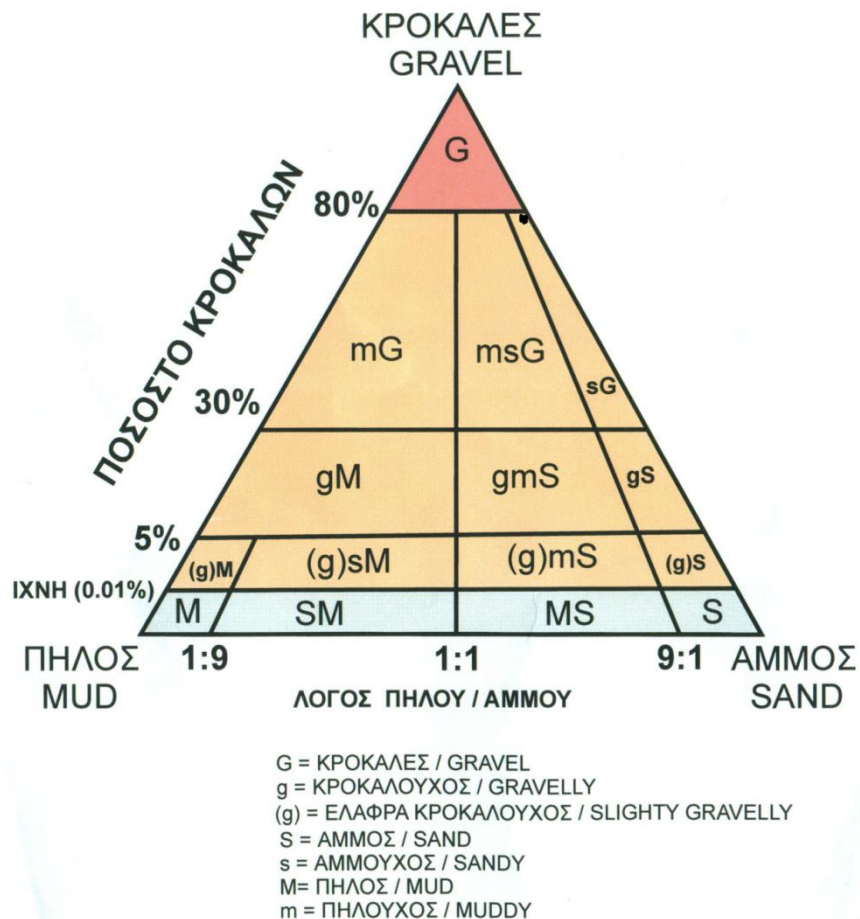
SAMPLE STATISTICS						
SIEVING ERROR: 0,1%						
SAMPLE IDENTITY: PRS2			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Polymodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Gravel			
SEDIMENT NAME: Very Coarse Gravel						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	76500,0	-6,235	GRAVEL: 80,7%	COARSE SAND: 7,8%		
MODE 2:	9600,0	-3,243	SAND: 18,9%	MEDIUM SAND: 2,7%		
MODE 3:	3400,0	-1,743	MUD: 0,4%	FINE SAND: 0,8%		
D ₁₀ :	783,7	-6,181		V FINE SAND: 0,5%		
MEDIAN or D ₅₀ :	15306,7	-3,936	V COARSE GRAVEL: 37,6%	V COARSE SILT: 0,1%		
D ₉₀ :	72560,4	0,352	COARSE GRAVEL: 11,9%	COARSE SILT: 0,1%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	92,58	-0,057	MEDIUM GRAVEL: 11,7%	MEDIUM SILT: 0,1%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	71776,6	6,533	FINE GRAVEL: 9,3%	FINE SILT: 0,1%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	15,18	0,299	V FINE GRAVEL: 10,3%	V FINE SILT: 0,1%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	45295,1	3,924	V COARSE SAND: 7,0%	CLAY: 0,1%		
			METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD	
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	27704,9	10720,4	-3,422	11355,1	-3,505	Medium Gravel
SORTING (σ):	27596,6	5,669	2,503	5,482	2,455	Very Poorly Sorted
SKEWNESS (S_k):	0,692	-0,814	0,814	-0,289	0,289	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	2,000	3,253	3,253	0,760	0,760	Platykurtic

Πίνακας 6:Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS2.



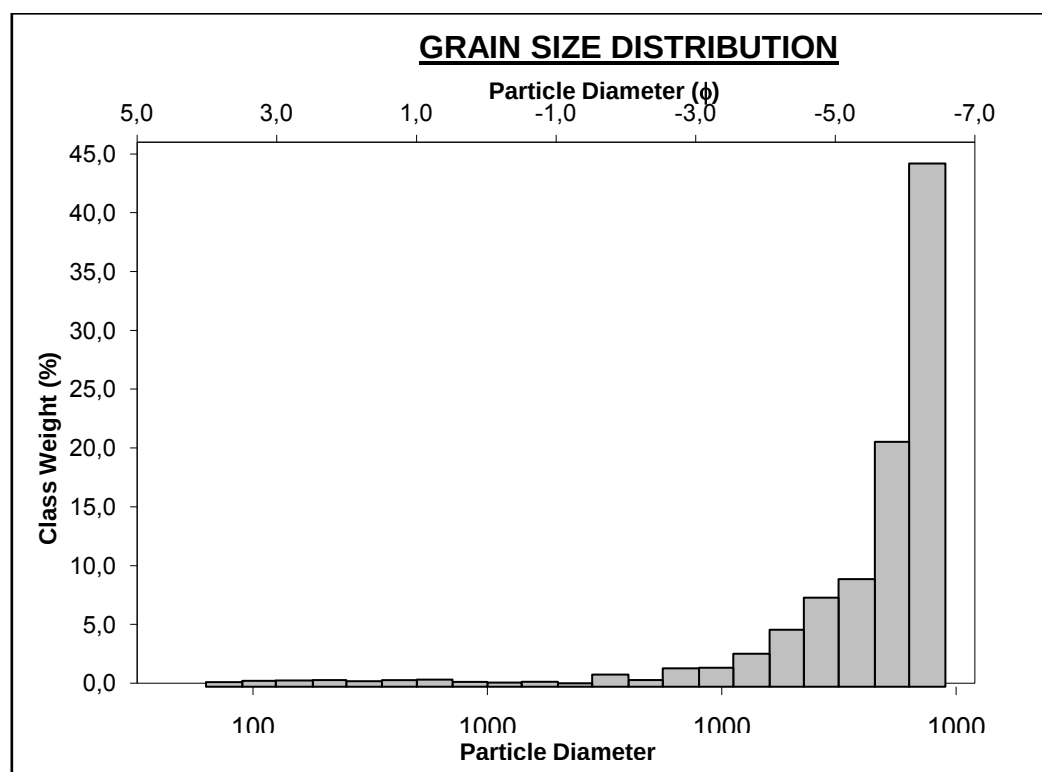
Γράφημα 6:Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS2 (Gradistat v6).

ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗΣ ΚΑΤΑ FOLK

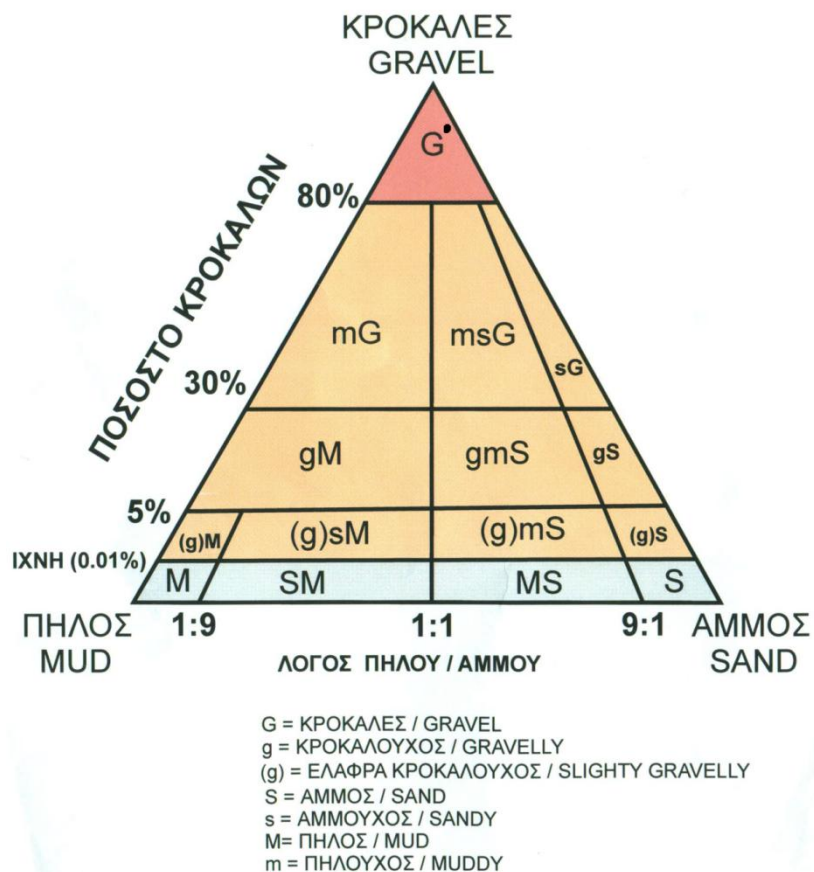


PRS5

SAMPLE STATISTICS						
SIEVING ERROR: -1,9%						
SAMPLE IDENTITY: PRS5			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Gravel			
SEDIMENT NAME: Very Coarse Gravel						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	76500,0	-6,235	GRAVEL: 94,5%		COARSE SAND: 1,0%	
MODE 2:			SAND: 4,8%		MEDIUM SAND: 1,0%	
MODE 3:			MUD: 0,7%		FINE SAND: 1,1%	
D ₁₀ :	10052,0	-6,378			V FINE SAND: 0,9%	
MEDIAN or D ₅₀ :	58210,4	-5,863	V COARSE GRAVEL: 74,2%		V COARSE SILT: 0,1%	
D ₉₀ :	83185,5	-3,329	COARSE GRAVEL: 12,4%		COARSE SILT: 0,1%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	8,276	0,522	MEDIUM GRAVEL: 4,4%		MEDIUM SILT: 0,1%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	73133,4	3,049	FINE GRAVEL: 2,1%		FINE SILT: 0,1%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,388	0,798	V FINE GRAVEL: 1,3%		V FINE SILT: 0,1%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	42969,0	1,256	V COARSE SAND: 0,8%		CLAY: 0,1%	
			METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD	
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	52639,2	34683,4	-5,116	44725,7	-5,483	Very Coarse Gravel
SORTING (σ):	26041,7	4,246	2,086	2,676	1,420	Poorly Sorted
SKEWNESS (S_k):	-0,655	-3,199	3,199	-0,685	0,685	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	2,056	14,57	14,57	1,963	1,963	Very Leptokurtic

Πίνακας 7:Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS5.**Γράφημα 7:**Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS5 (Gradistat v6).

ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗΣ ΚΑΤΑ FOLK



PRS4

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		PRS4				
		ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΑΝΟΡΓ ΑΝΑ ΑΛΑΤΑ	ΒΑΡΟΣ ΜΕ ΟΡΓ	ΟΡΓΑΝΙΚΑ	ΒΑΡΟΣ ΧΩΡΙΣ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝ Α ΑΛΑΤΑ
ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ		20,57	5,12	15,45	0,48	14,97
		%	24,891			
ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ		89,98				
ΒΑΡΟΣ ΠΟΥ ΑΝΑΛΥΘΗΚΕ		14,97				
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑ 20ml		0,2994				
ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΙΦΩΝΙΟΥ						
ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ:		1000 ml νερού				
					Θερμοκρασία 25	ΑΦΑΙΡΕΙΤ ΑΙ 0,0064 gr Calgon
Φ	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ gr	ΜΙΚΤΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ +ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ gr	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜ ΑΤΟΣ gr	ώρες	min	sec
4	43.2800	43,5280	0,2480	0	0	26
8	32.8900	33.0830	0.1930	0	55	46

Πίνακας 8:Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS4.

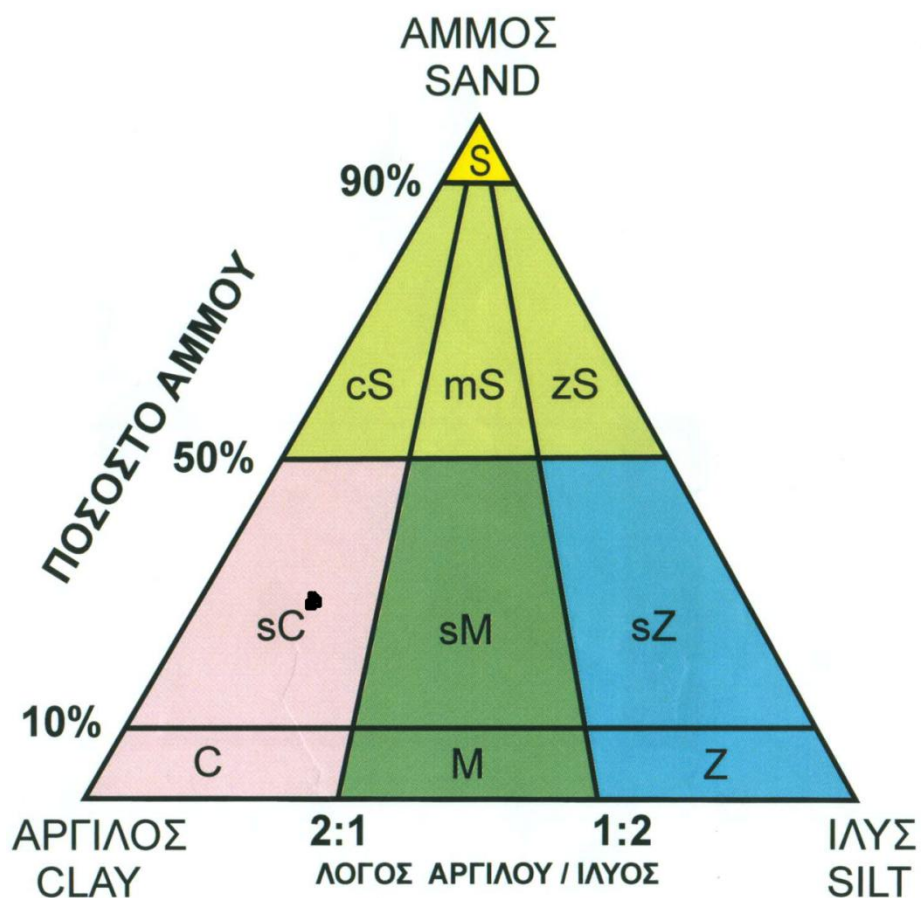
<u>Sand</u>	28,8%
<u>Silt</u>	16,2%
<u>Clay</u>	55,0%

Πίνακας 9:Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS4.

<u>Silt/ silt & clay</u>	<u>sand</u>	<u>Silt diag</u>	<u>Salt diag</u>
22,76	28,8	30,6128402	28,81550
50	99	50	99
22	50	30	50
45	55	47,75	55
15	25	23,75	25
90	40	74	40

Πίνακας 10: Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS4.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗΣ ΚΑΤΑ FOLK

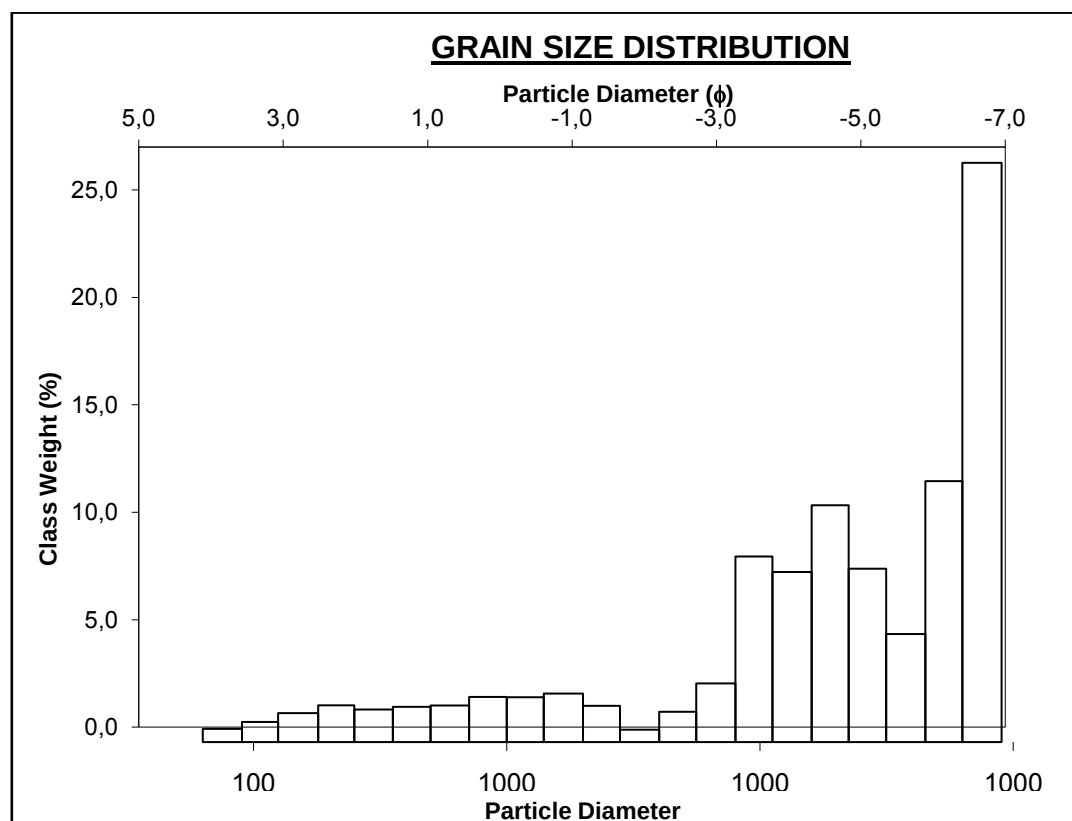


S = ΑΜΜΟΣ / SAND
s = ΑΜΜΟΥΧΟΣ / SANDY
Z = ΙΛΥΣ / SILT
z = ΙΛΥΟΥΧΟΣ / SILTY
M = ΠΗΛΟΣ / MUD
m = ΠΗΛΟΥΧΟΣ / MUDDY
C = ΑΡΓΙΛΟΣ / CLAY
c = ΑΡΓΙΛΟΥΧΟΣ / CLAYEY

PRS3

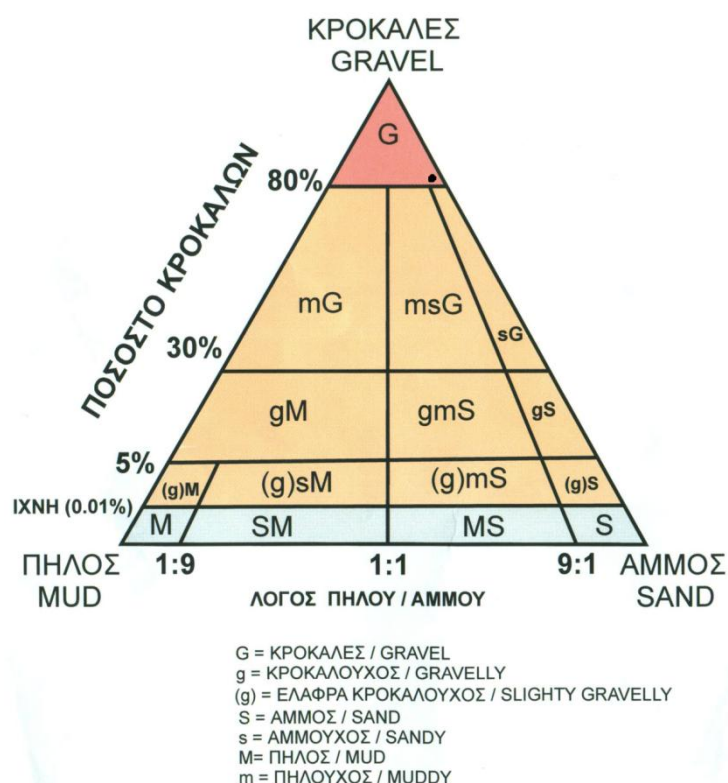
SAMPLE STATISTICS						
SAMPLE IDENTITY: PRS3			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Trimodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Gravel			
SEDIMENT NAME: Very Coarse Gravel						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	76500,0	-6,235	GRAVEL: 83,7%	COARSE SAND: 3,7%		
MODE 2:	19200,0	-4,243	SAND: 15,4%	MEDIUM SAND: 3,1%		
MODE 3:	9600,0	-3,243	MUD: 1,0%	FINE SAND: 2,9%		
D ₁₀ :	694,2	-6,301		V FINE SAND: 1,5%		
MEDIAN or D ₅₀ :	23461,8	-4,552	V COARSE GRAVEL: 43,1%	V COARSE SILT: 0,2%		
D ₉₀ :	78824,2	0,527	COARSE GRAVEL: 18,3%	COARSE SILT: 0,2%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	113,5	-0,084	MEDIUM GRAVEL: 16,0%	MEDIUM SILT: 0,2%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	78130,0	6,827	FINE GRAVEL: 4,1%	FINE SILT: 0,2%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	7,298	0,523	V FINE GRAVEL: 2,2%	V FINE SILT: 0,2%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	55754,9	2,867	V COARSE SAND: 4,2%	CLAY: 0,2%		
METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD			
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	35005,9	14530,6	-3,861	14794,7	-3,887	Medium Gravel
SORTING (σ):	29558,6	6,647	2,733	6,085	2,605	Very Poorly Sorted
SKEWNESS (S_k):	0,353	-1,510	1,510	-0,473	0,473	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	1,506	4,991	4,991	1,216	1,216	Leptokurtic

Πίνακας 11: Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS3.



Γράφημα 8: Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS3.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗΣ ΚΑΤΑ FOLK



Ανάλυση λεπτόκοκκου υλικού στο δείγμα PRS3

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		PRS3				
	ΑΡΧΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΑΛΑΤΑ	ΒΑΡΟΣ ΜΕ ΟΡΓ	ΟΡΓΑΝΙΚΑ	ΒΑΡΟΣ ΧΩΡΙΣ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΑΛΑΤΑ	
ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	20,005	3,705	16,3	0,17	16,13	
						ΠΡΟΣΤΕΘΗΚΕ
ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ	89,57					20ml Calgon
ΒΑΡΟΣ ΠΟΥ ΑΝΑΛΥΘΗΚΕ	16,13					
ΒΑΡΟΣ ΣΤΑ 20ml	0,3226					
ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΙΦΩΝΙΟΥ						
ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ:	1000 ml νερού					
				Θερμοκρασία 25oC		ΑΔΙΑΡΕΙΤΑΙ 0.0064 gr Calgon
Φ	ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ gr	ΜΙΚΤΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ + ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ gr	ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ gr	ΧΡΟΝΟΙ		
				ώρες	min	sec
4	46,9770	47,1810	0,2040	0	0	26
8	35,8010	35,9540	0,1530	0	55	46
						0,1976
						0,1466

Πίνακας 12: Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS3.

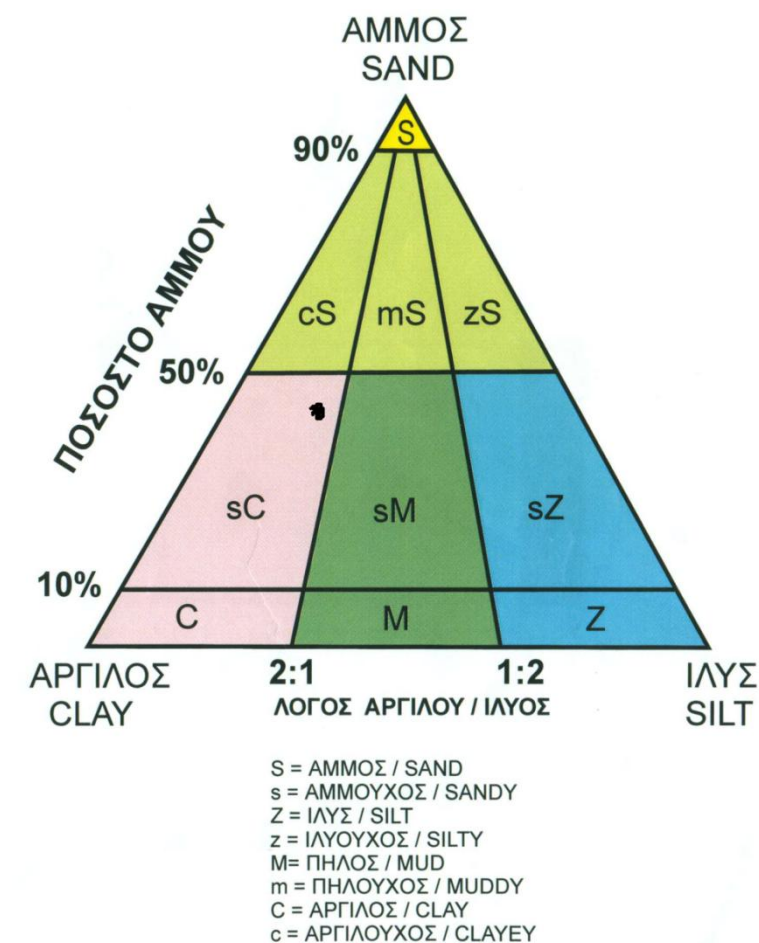
<u>Sand</u>	38,7%
<u>Silt</u>	15,8%
<u>Clay</u>	45,4%

Πίνακας 13:Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS3.

Silt/silt&clay	sand	Silt diag	Sand diag
25,81	38,7	35,18288903	38,74765
50	99	50	99
22	50	36	50
45	55	47,75	55
15	25	23,75	25
90	40	74	40

Πίνακας 14:Αποτελέσματα ιζηματολογικής μελέτης δείγματος PRS3.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗΣ ΚΑΤΑ FOLK



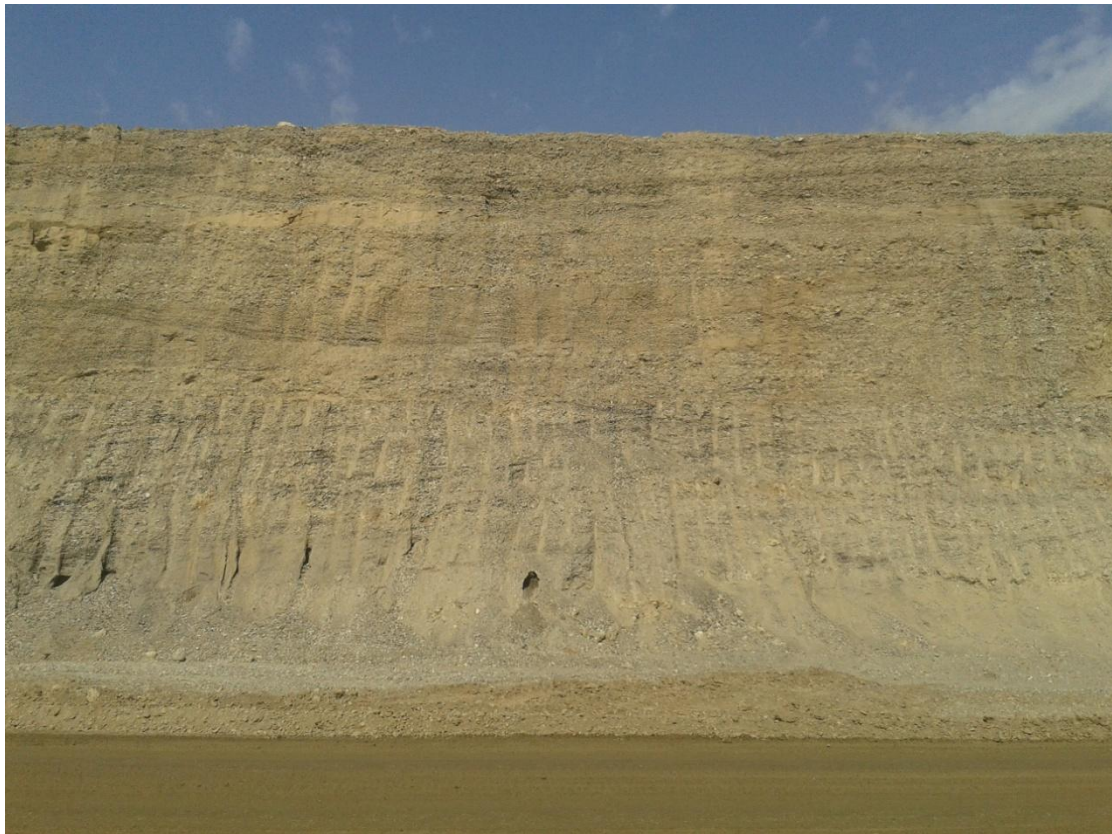
Στρωματογραφία:

Φωτογραφικό υλικό εντός του ορυχείου Μαυροπηγής και των θέσεων των δειγμάτων:



PRS1



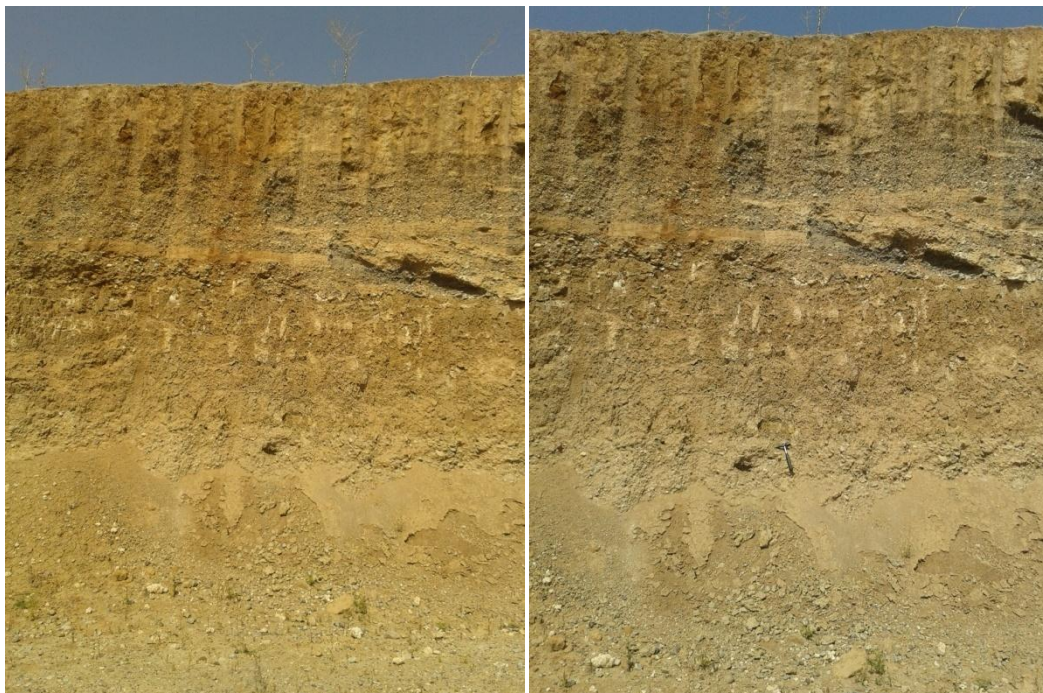


PRS2





PRS3



PRS4



PRS5

