



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΑΣΦΑΛΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Μελέτη των φυσικών διεργασιών της λίμνης Πικρολίμνης του Νομού Κιλκίς



Υπό την επίβλεψη του :

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΒΟΥΒΑΛΙΔΗ,

Επίκουρου καθηγητή

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2011



(Εξώφυλλο: Βορειοδυτική άποψη της λίμνης Πικρολίμνης του Νομού Κιλκίς, Ιούνιος 2011)



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.....	5
2. Γενικά στοιχεία της περιοχής μελέτης.....	6
2.1 Περιοχή μελέτης.....	6
2.2 Γεωλογικά στοιχεία.....	8
3. Μεθοδολογία.....	17
3.1 Έρευνα Πεδίου.....	17
3.2 Έρευνα Εργαστηρίου.....	20
4. Αποτελέσματα.....	27
4.1 Γεωμορφολογία.....	27
4.2 Ιζηματολογία.....	35
5. Συμπεράσματα.....	66
6. Βιβλιογραφία.....	67



Πρόλογος

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος «Διπλωματική Εργασία» του Η' εξαμήνου του 4ου έτους του Γεωλογικού Τμήματος της Σχολής Θετικών Επιστημών του Α.Π.Θ.

Ολοκληρώνοντας την παρούσα εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους που βοήθησαν στην ολοκλήρωσή της.

Καταρχήν τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας κ. Βουβαλίδη Κωνσταντίνο που μου ανέθεσε και μου εμπιστεύθηκε την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αλμπανάκη Κωνσταντίνο για όλες τις συμβουλές του καθ'όλη τη διάρκεια συγγραφής της παρούσας εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στην κ. Καλλιόπη Κολιαδήμου για την πολύτιμη βοήθειά της στο εργαστήριο Ιζηματολογίας και στην ανάλυση των δειγμάτων.



1. Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η σύγκριση διαφορετικών χαρτών και δορυφορικών εικόνων προκειμένου να γίνει σωστή προετοιμασία για την έρευνα πεδίου και την εξαγωγή δειγμάτων από τα ρέματα που ρέουν στη λίμνη Πικρολίμνη του νομού Κιλκίς. Αρχικά έγινε καταγραφή των ορίων της λίμνης, της έκτασής της, του υδρογραφικού δικτύου καθώς και της υδροκριτικής γραμμής. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε υπαίθρια έρευνα και τέλος ανάλυση των δειγμάτων που συλλέχθηκαν στο εργαστήριο Ιζηματολογίας του Τομέα Φυσικής & Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας.

Για τη καταγραφή και εξαγωγή συμπερασμάτων των παραπάνω χρησιμοποιήθηκε τοπογραφικός χάρτης κλίμακας 1:50.000 σε ψηφιακή μορφή, γεωλογικός χάρτης της περιοχής κλίμακας 1:50.000 και η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τα προγράμματα MapInfo 10, Vertical Mapper 3.1 και Global Mapper v12. Για τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα Grapher 5 και Gradistat.

2. Γενικά στοιχεία της περιοχής μελέτης

2.1 Περιοχή μελέτης

Η λίμνη Πικρολίμνη βρίσκεται γεωγραφικά στο νομό Κιλκίς, στα όρια του νομού Θεσσαλονίκης και τοποθετείται ανάμεσα στους ποταμούς Γαλλικό και Αξιό. Το μορφολογικό ανάγλυφο του νομού Κιλκίς διαμορφώνεται από τους ορεινούς όγκους που υψώνονται στο ανατολικό και στο δυτικό τμήμα του. Στα δυτικά υψώνεται η οροσειρά του Πάικου, του οποίου οι ψηλότερες κορυφές (Πολέτι 1.650 μ., Τσούμα 1.219 μ., Πύργος 1.494 μ., Βερτόπια 1.490 μ., Ασπρόχωμα 831 μ.) καθορίζουν τα όρια του νομού Κιλκίς με τον νομό Πέλλης. Στο έδαφος του νομού βρίσκεται μόνο η ανατολική προέκταση του Πάικου, Κοντάστι (1.607 μ.). Στα βόρεια του Πάικου και κοντά στα σύνορα με την ΠΓΔΜ υψώνεται το μικρό αλλά ιστορικό όρος Σκρα (1.097 μ.), όπου έλαβε χώρα η ομώνυμη μάχη (17 Μαΐου 1918). Στα βορειανατολικά του νομού δεσπόζουν οι δυτικές κορυφές της Κερκίνης (Μπέλες), που καθορίζουν στο τμήμα αυτό τα σύνορα με την ΠΓΔΜ. Στα ανατολικά υψώνεται το Δύσωρον ή Κρούσια (860 μ.) και το Μαυροβούνι (1.197 μ.), το οποίο προχωρεί στα νότια με χαμηλότερες κορυφές (Λυκοράχη 713 μ., Πασχαλιά 745 μ. κ.ά.) μέχρι τον νομό Θεσσαλονίκης. Μεταξύ των ορεινών αυτών όγκων στα ανατολικά και δυτικά του νομού, απλώνεται η μεγάλη προσχωσιγενής πεδιάδα του Κιλκίς, η οποία αποτελεί το βόρειο τμήμα της μεγάλης πεδιάδας της κεντρικής Μακεδονίας.

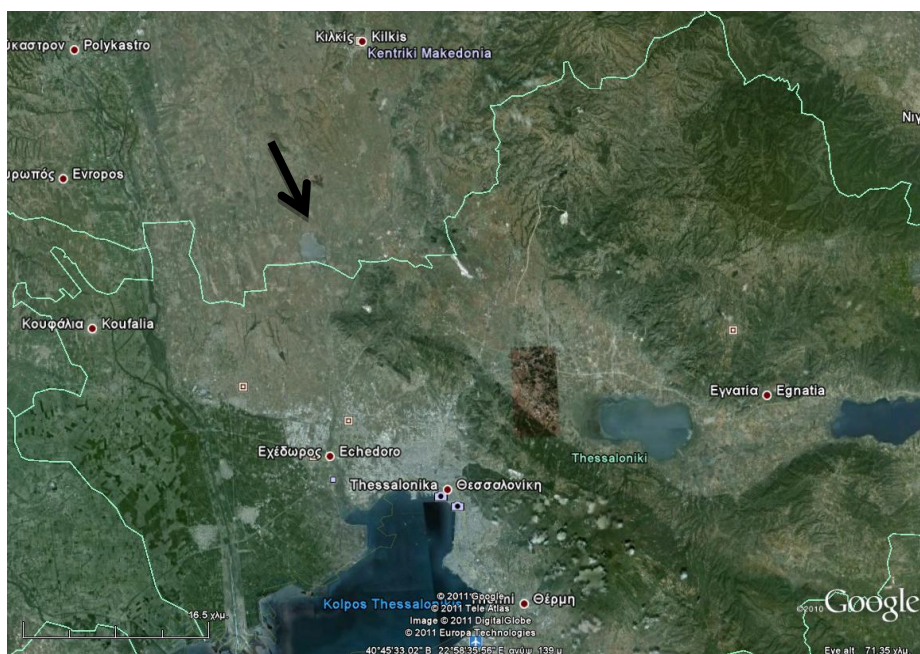
Δύο μεγάλοι ποταμοί διαρρέουν και αποστραγγίζουν το έδαφος του νομού Κιλκίς, ο Αξιός και ο Γαλλικός. Ο Αξιός εισέρχεται στο έδαφος του νομού από την ΠΓΔΜ, μεταξύ Ειδομένης και Ευζώνων, τον διασχίζει ολόκληρο από τα βόρεια προς τα νότια και συνεχίζει την πορεία του στον νομό Θεσσαλονίκης. Ο Γαλλικός αποστραγγίζει την ορεινή περιοχή των Κρουσίων. Στα βορειανατολικά βρίσκεται η λίμνη Δοϊράνη, η οποία ανήκει στην Ελλάδα κατά το ήμισυ και της οποίας τα νερά εκχέονται στον Αξιό σε περίπτωση υπερχειλίσης. Στα νότια βρίσκεται η Πικρολίμνη. Παλαιότερα, στην πεδιάδα του Κιλκίς σχηματίζονταν αβαθείς λίμνες και τέλματα, που αποξηράνθηκαν με αποστραγγιστικά έργα. Το κλίμα του νομού Κιλκίς είναι ηπιότερο στα νότια (εκεί που συνορεύει με τον νομό Θεσσαλονίκης). Προς τα βόρεια γίνεται δριμύτερο και έχει τα χαρακτηριστικά του ηπειρωτικού, ιδιαίτερα στις ορεινές περιοχές. Εκεί το χιόνι αποτελεί συχνό φαινόμενο, το ύψος των

βροχοπτώσεων είναι μεγάλο και επικρατούν οι βόρειοι άνεμοι.
(<http://diocles.civil.duth.gr/links/home/database/kilkis/pr27ge.pdf>)

Η λεκάνη απορροής της Πικρολίμνης βρίσκεται στο Δημοτικό Διαμέρισμα Μικροκάμπου στο Δήμο Πικρολίμνης σε υψόμετρο 50μ καταλαμβάνοντας μια έκταση 1087 ha, η οποία έχει ενταχθεί στο Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000 με τον Κωδικό GR 1230001.

Η σημαντικότητα της περιοχής έγκειται στο γεγονός ότι πρόκειται για μια αλμυρή λίμνη, γεγονός που οφείλεται τόσο στην παρουσία ηφαιστειακών ιζηματογενών πετρωμάτων όσο και στην έντονη εξάτμιση που έλαβε χώρα κατά τη νεογενή περίοδο, η οποία στηρίζει αξιόλογη αλοφυτική βλάστηση, με μια δομή που διαφοροποιείται από αυτή των παραλιακών ζωνών και οφείλεται στο γεγονός ότι η αλμύρωση του νερού (NaCl , Na_2CO_3 , Na_2SO_4) διαφέρει από αυτή του θαλασσινού νερού. (<http://www.anki.gr/OD83D1C4.el.aspx>)

Λόγω των παραπάνω, στην λίμνη δεν απαντάται επιπλέουσα ή υδρόβια βλάστηση, εκτός από φύκη. (<http://www.anki.gr/OD83D1C4.el.aspx>)



Εικόνα 1: Χάρτης της περιοχής Κιλκίς από το πρόγραμμα Google Earth. Με το βέλος υποδεικνύεται η Πικρολίμνη.



Εικόνα 2: Άποψη του ξενοδοχείου που φιλοξενεί τα ιαματικά λουτρά της Πικρολίμνης. (http://www.travelmagic.gr/magictavel/show_business/9361)

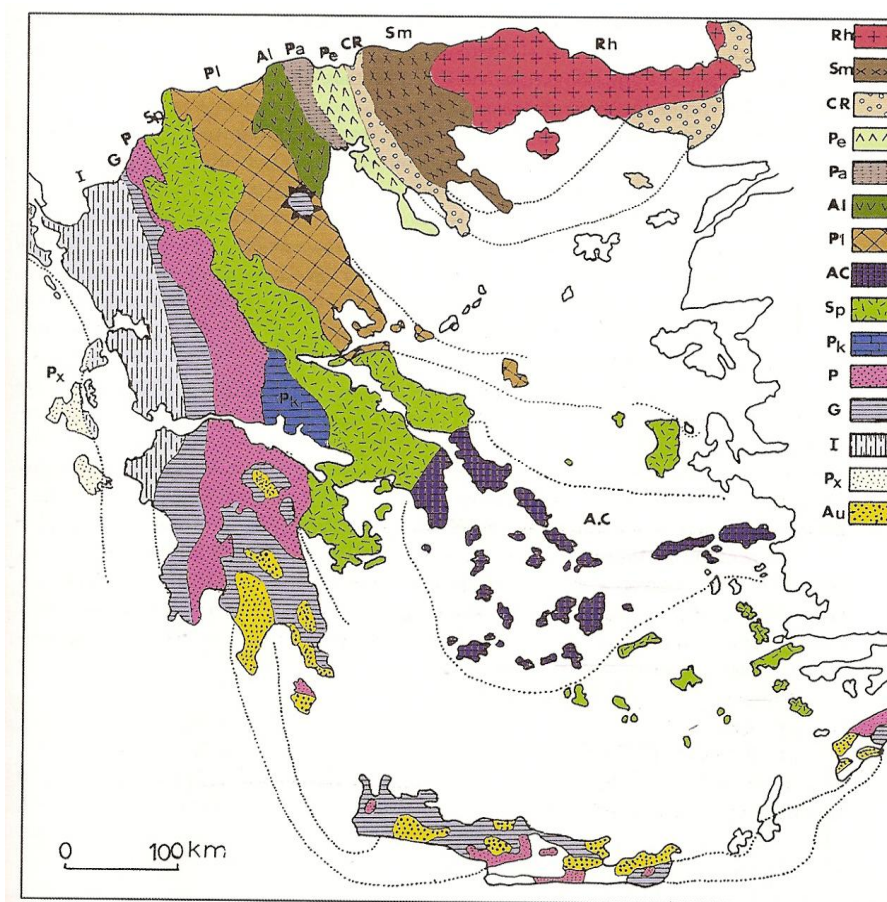
2.2 Γεωλογικά στοιχεία

Οι Ελληνικές οροσειρές που ανήκουν στον Δυναρικό κλάδο του Αλπικού συστήματος υποδιαιρούνται σε γεωτεκτονικές ζώνες οι οποίες συνηθίστηκε να λέγονται απλά «Ελληνίδες Ζώνες» και οι οποίες απεικονίζονται σχηματικά στην Εικόνα 3.

Η Πικρολίμνη ανήκει στη Περιοδοπική γεωτεκτονική ζώνη και βρίσκεται πολύ κοντά στο όριο με τη ζώνη του Αξιού και συγκριμένα την υποζώνη Παιονίας.

Η Περιοδοπική ζώνη καθιερώθηκε στη γεωτεκτονική διαίρεση της Ελλάδας από τους Kauffmann et al(1976) σαν η πιο εσωτερική ζώνη των Ελληνίδων με το όνομα Circum Rhodope belt. Η αρχική καθιέρωση της ζώνης έγινε στη Βουλγαρία και Γιουγκοσλαβία με την έννοια ότι περιβάλλει ολόκληρη την παλιά κρυσταλλική μάζα συμπεριλαμβανομένης της Ροδόπης και της Σερβομακεδονικής. Με την έννοια αυτή τα Περμοτριάδικα και Ιουρασικά μετά-ιζήματα που συγκροτούν την Περιοδοπική εννοείται ότι βρίσκονται περιφερειακά επικλυσιογενώς τοποθετημένα πάνω στον παλιό κρυσταλλικό πυρήνα της Ροδόπης-Σερβομακεδονικής. Η ιδέα όμως της επίκλησης αμφισβητείται έντονα από τις νέες έρευνες οι οποίες διαπιστώνουν ότι τα μετά-

Ιζήματα της Περιοδοπική οριοθετούνται από την κρυσταλλική μάζα με τεκτονικές επαφές.



Εικόνα 3: Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. Rh: Μάζα Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιοδοπική μάζα, (Pe: Υποζώνη Παιονίας, Pa: Υποζώνη Πάικου, Al: Υποζώνη Αλμωπίας) = Ζώνη Αξιού, Pl: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αττικοκυκλαδική ζώνη, Sp: Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρνασσού-Γκίωνα, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβροβου – Τρίπολης, I: Ιόνιος Ζώνη Px: Ζώνη Παξών ή Προαπουλία, Au: Ενότητα «Πλακώδεις ασβεστόλιθοι – Ταλέα Όρη» πιθανόν της Ιονίου ζώνης (Κατά mountrakis et al 1983)

Η Περιοδοπική εκτείνεται ως ζώνη πλάτους 10-20 χλμ με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ στη δυτική πλευρά της Σερβομακεδονικής. Από τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα η ζώνη προεκτείνεται προς τα ΝΑ στη λίμνη Λαγκαδά, τον κορμό της Χαλκιδικής και τη χερσόνησο της Σιθωνίας όπου κάμπτεται προς ΒΑ και με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ περνάει από την άκρη της χερσονήσου Άθω και προεκτείνεται υποθαλάσσια προς το νησί της Σαμοθράκης και τη περιοχή Αλεξανδρούπολη-Έβρου.

Η απότομη αυτή αλλαγή διεύθυνσης της ζώνης δεν έχει πλήρως διευκρινιστεί. Προφανώς οφείλεται στη τελική διαμόρφωση του Ελληνικού τόξου που έδωσε στο ελληνικό ορογενές την τοξοειδή μορφή και έτσι η Περιοδοπική περιβάλλει την Ελληνική ενδοχώρα. Πιθανόν όμως να οφείλεται στη τεκτονική μεταφορά της συμπίεσης που διαμόρφωσε τη δομή αυτή.

Όταν καθιερώθηκε στον Ελληνικό χώρο η Περιοδοπική ορίσθηκε από τους Kauffmann et al (1976) να περιλαμβάνει τις τρεις ενότητες πετρωμάτων του δυτικού περιθωρίου της Σερβομακεδονικής με τα αλπικά ιζήματα καθώς και ορισμένα αντίστοιχα τμήματα της Παιονίας και συγκεκριμένα τμήματα των ενοτήτων Λεβεντοχωρίου, Μεταλλικού, Μεγάλης Στέρνας, Άσπρης Βρύσης, Βαφειοχωρίου και Αρτζάν. Έτσι το παλιο γεωλογικό πρόβλημα το ορίου Σερβομακεδονικής-Παιονίας δεν λύθηκε με τη παρεμβολή της Περιοδοπική αλλά ουσιαστικά μετατέθηκε στο που βρίσκεται πλέον το όριο μεταξύ Περιοδοπική και Παιονίας, όριο το οποίο παραμένει αδιευκρίνιστο διότι τον ίδιο ρόλο της βαθιάς αύλακας που πιστεύαμε για τη ζώνη Παιονίας αποδίδουμε τώρα και στη Περιοδοπική. Επομένως είναι πιθανόν ότι Παιονία και Περιοδοπική αποτελούν ουσιαστικά την ίδια ζώνη γι' αυτό και δε μπορεί να βρεθεί όριο στα πετρώματά της.

Η κύρια παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική σημασία της Περιοδοπική ζώνης είναι ότι αποτελούσε στη διάρκεια του Ιουρασικού χρόνου την ηπειρωτική κατωφέρεια της ηπειρωτικής Ελληνικής ενδοχώρας και κυρίως της Σερβομακεδονικής μάζας η οποία κατωφέρεια κατέληγε σε μια βαθιά αύλακα περιφερειακή της ηπειρωτικής μάζας.

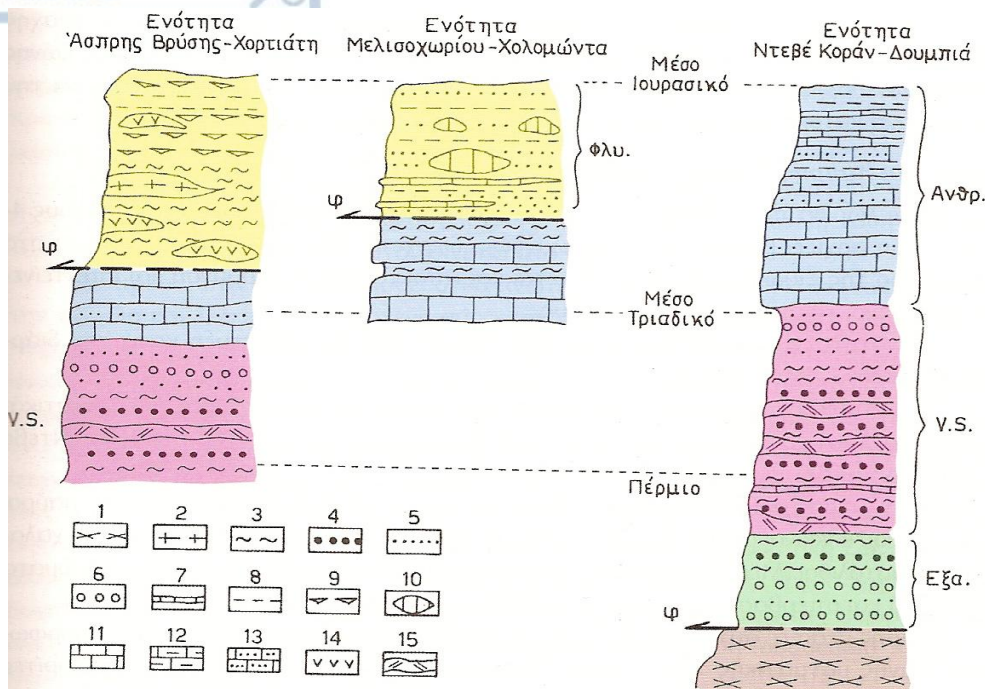
Σύμφωνα με τα σύγχρονα γεωτεκτονικά μοντέλα εξέλιξης του Ελληνικού χώρου αυτή η περιφερειακή αύλακα ήταν η θέση υποβύθισης της ωκεάνιας περιοχής της ζώνης Αξιού κάτω από την ηπειρωτική πλάκα, το περιθώριο της οποίας αποτελούσαν οι μάζες Ροδόπης και Σερβομακεδονικής.

Λιθοστρωματογραφία

Οι τρεις βασικές ενότητες που συγκροτούν τη Περιοδοπική ζώνη με γενική διάταξη των σχηματισμών τους ΒΔ-ΝΑ, είναι από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά :

1. Η ενότητα Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά
2. Η ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα και
3. Η ενότητα Άσπρη Βρύση – Χορτιάτη.

Οι σχηματισμοί που συγκροτούν τις ενότητες περιγράφονται παρακάτω.



Εικόνα 4: Λιθοστρωματογραφικές στήλες των τριών ενοτήτων της Περιοδοπικής ζώνης, 1: κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Σερβομακεδονικής, 2: πράσινοι γνεύσιοι της Θεσσαλονίκης και άλλα μετα-πυριγενή πετρώματα της «Μαγματικής σειράς Χορτιάτη», 3: σχιστόλιθοι και φυλλίτες, 4: πυροκλαστικά υλικά, 5: μεταψαμμίτες, χαλαζίτες, 6: μετα-κροκαλοπαγή, 7: ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι, 8: αργιλικόι σχιστόλιθοι και μάργες, 9: κερατόλιθοι, 10: ολισθόλιθοι Τραδικών μαρμάρων, 11: ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι, μάρμαρα, 12: μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, 13: ψαμμιτικοί ασβεστόλιθοι, 14: οφειολιθικά πετρώματα 15: ηφαιστειακά υλικά (σχιστοποιημένοι ρυόλιθοι, πορφυροειδή κ.α), φ: τεκτονική επαφή, Εξα: σχηματισμός Εξαμιλίου, V.S: ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά, Ανθρ.: ανθρακική νηριτική σειρά, Φλυ: φλύσχης (Κατά Mountrakis et al 1983)

1)Ενότητα Ντεβέ Κοράν-Δουμπία

Περιλαμβάνει στη βάση της ένα σχηματισμό μετακλαστικών ιζημάτων, μετά-ψαμμίτες, χαλαζίτες, χαλαζιακούς σχιστόλιθους και μετα-κροκαλοπαγή ηλικίας Περμίου που είναι γνωστός με το τοπικό όνομα «σχηματισμός Εξαμιλίου».

Πάνω από το σχηματισμό Εξαμιλίου βρίσκεται μια ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά Περμίου- Κάτω Τριαδικού η οποία αποτελείται από εναλλασσόμενα ηφαιστειακά και ιζηματογενή υλικά ημιμεταμορφωμένα, δηλαδή χαλαζιακά

πορφυροειδή, χαλαζιακούς σχιστολίθους, χαλαζίτες, ασβεστιτικούς σχιστολίθους, πυροκλαστικά υλικά και σχιστοποιημένους ρυόλιθους, ανδεσίτες, βασάλτες και δολερίτες. Η ανώτερη στάθμη της σειράς περιέχει μετακλαστικά ιζήματα δηλαδή μετά-ψαμμίτες, μετα-κροκαλοπαγή, μετα-αρκόζες και φυλλίτες.

Η ηφαιστειότητα αυτή του Περμοτριάδικού με όξινα κυρίως πετρώματα αλλά και βασικά, χαρακτηρίζει διεθνώς τον όρο bimodal ηφαιστειότητα (Ασβεστά 1991) και υποδηλώνει συνθήκες αρχικής ηπειρωτικής διάρρηξης.

Η ιζηματογένεση συνεχίζεται προς τα πάνω με την απόθεση μια ανθρακικής νηριτικής σειράς που αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, ψαμμιτικούς και μαργαϊκούς με φύκη και κοράλλια. Η ηλικία απόθεσης της σειράς είναι από το Μέσο Τριαδικό μέχρι το Μέσο Ιουραϊκό. Παρόλο το νηριτικό χαρακτήρα της σειράς αυτής, στις ανώτερες στάθμες της παρουσιάζει ορισμένες αργιλικές και μαργαϊκές ενστρώσεις, πελαγικής φάσης.

2) Ενότητα Μελισχωρίου – Χολομώντα

Έχει τη μεγαλύτερη έκταση από τις τρεις ενότητες της Περιοδοπικής και εκτείνεται σε λωρίδα πλάτους 5-15 χλμ με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, από τη περιοχή της λίμνης Δοϊράνης στα Ελληνογιουγκοσλαβικά σύνορα προς το βουνό Χολομώντα της Χαλκιδικής και τη Σιθωνία.

Ο κατώτερος σχηματισμός της ενότητας είναι μάρμαρα και αποκρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι ηλικίας Μέσου-Άνω Τριαδικού με συχνές παρεμβολές γραφιτικών φυλλιτών και σερικιτικών σχιστόλιθων. Προς τα επάνω ο σχηματισμός γίνεται καθαρά φυλλιτικός με φυλλίτες κοινούς, μαύρους γραφιτικούς, ψαμμιτικούς και έχει πάχος 400μ.

Ο ανώτερος σχηματισμός της ενότητας, ηλικίας Κάτω-Μέσου Ιουραϊκού είναι ένας σχηματισμός φλύσχη με τουρβιδικές εναλλαγές μετα-ιζημάτων (μετα-ψαμμίτες, φυλλίτες, ασβεστολιθικές ενστρώσεις κλπ) μέσα στα οποία συχνά παρατηρούνται μεγάλοι ολισθόλιθοι Τριαδικών μαρμάρων.

Ο φλύσχη αυτός Κάτω -Μέσου Ιουραϊκού αναφέρεται με το όνομα «φλύσχη της Σβούλας» και είναι ο σπουδαιότερος σχηματισμός όλης της Περιοδοπικής ζώνης αυτής ως αντιπροσώπευσα την ηπειρωτική κατωφέρεια και την αύλακα στην περιφέρεια της ηπείρου.

3) Ενότητα Άσπρη Βρύση – Χορτιάτη

Είναι λωρίδα παράλληλη με την ενότητα Μελισχωρίου – Χολομώντα, πλάτους 4-8 χλμ, που αρχίζει βόρεια της Θεσσαλονίκης, διέρχεται από το Χορτιάτη, φτάνει στο νότιο άκρο της Σιθωνίας όπου κάμπτεται και αποκτά ABA κατεύθυνση και επεκτείνεται έτσι μέχρι το άκρο του Αγίου Όρους.

Η ενότητα χαρακτηρίζεται από μια ευγεωσυγκλινική ανάπτυξη κατά τη διάρκεια του Κάτω-Μέσου Ιουρασικού.

Τα κατώτερα τμήματα της ενότητας είναι Περμο-Τριαδικής ηλικίας μετακλαστικά, ηφαιστειοκλαστικά και νηριτικά ανθρακικά ιζήματα ανάλογα με της ενότητας Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά.

Ο ανώτερος ορίζοντας αποτελείται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας όπως μαύροι κερατόλιθοι, κόκκινοι αργιλικοί σχιστόλιθοι, μαύροι γραφιτικοί φυλλίτες, μάργες και χαλαζιακοί σχιστόλιθοι. Μέσα στα ιζήματα αυτά παρεμβάλλονται συχνά οφειολιθικά σώματα με βασικά και υπερβασικά πετρώματα (γάββροι, διορίτες, σερπεντινίτες, διαβάσες).

Επίσης μέσα σ' αυτόν τον ορίζοντα παρεμβάλλονται και πετρώματα μεταμορφωμένα όξινης μαγματικής προέλευσης. Πρόκειται για παλιούς διορίτες, γρανοδιορίτες και γρανίτες που μεταμορφώθηκαν στη πρασινοσχιστολιθική φάση και δημιούργησαν τους σημερινούς πράσινους επιγνεύσιους της Θεσσαλονίκης (ακτινολίθοι, επιδοτιτικοί, χλωριτικοί γνεύσιοι, αμφιβολιτικοί, βιοτιτικοί γνεύσιοι και πρασινίτες). Αυτά τα μετα-πυριγενή πετρώματα ονομάζονται «Μαγματική σειρά Χορτιάτη» και εναλλάσσονται με τα μεταϊζήματα, φυλλίτες, σερικιτικούς σχιστολίθους, μάρμαρα, σιπολίνες, χλωριτικούς- επιδοτιτικούς σχιστολίθους.

Ο Σαπουντζής (1969) που μελέτησε τους επιγνεύσιους της σειράς αυτής διαπίστωσε ότι προήλθαν από παλιά χαλαζιοδιοριτικά πετρώματα. Ραδιοχρονολογήσεις στους γνευσίους αυτούς έδωσαν αποτελέσματα 113 εκ. ετών (ηλικία Κάτω – Μέσο Κρητιδική) που σημαίνει ότι η μεταμόρφωση έγινε σχεδόν ταυτόχρονα με την Άνω Ιουρασική – Κάτω Κρητιδική ορογένεση που έπληξε τις Εσωτερικές Ελληνίδες.

Τα πετρώματα της Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη καλύπτουν γενικά τον ευρύτερο χώρο της πόλης της Θεσσαλονίκης.

Θα πρέπει πάντως να τονισθεί ότι ο ανώτερος ορίζοντας της ενότητας αυτής με την ποίκιλη και τελείως ανομοιογενή σύστασή του, αποτελεί ερωτηματικό διότι συνυπάρχουν με επαφές αδιευκρίνιστες πετρώματα μεγάλων διαφορών στη μεταμόρφωση, ιζημάτα και πυριγενή. Έτσι η προέλευση και ο ρόλος του ορίζοντα αυτού παραμένουν αδιευκρίνιστα γεωλογικά θέματα. Η παρουσία επίσης μέσα στον ορίζοντα αυτόν οφειολιθικών πετρωμάτων υπενθυμίζει το πρόβλημα για το ασαφές όριο της Περιοδοπικής με τη ζώνη Παιονίας – Χορτιάτη αναφέρεται και από άλλους ερευνητές στη Περιοδοπική ζώνη και από άλλους στη ζώνη Παιονίας ως μια ενότητα με οφειολίθους. Η πιο λογική παραδοχή είναι ότι οι οφειολίθοι βρέθηκαν στην ηπειρωτική κατωφέρεια της Περιοδοπικής από την Παιονία (ζώνη Αξιού) κατά την τεκτονική τοποθέτηση πάνω στο περιθώριο – κατωφέρεια.

Τα παλιά πλουτωνικά και ηφαιστειακά πετρώματα της «Μαγματικής σειράς Χορτιάτη» ερμηνεύονται (Michard et al 1998) ως ένα νησιωτικό μαγματικό τόξο που δημιουργήθηκε στο Μέσο Ιουρασικό (150-140 Ma) από ενδοωκεάνια υποβύθιση στον ωκεάνιο χώρο της ζώνης Αξιού. Τα μαγματικά αυτά πετρώματα, στα οποία εντάσσονται και ο γρανίτης του Μονοπηγαδιού (140-150 Ma) και ο γρανίτης του Φανού (153 Ma), διείσδυσαν μέσα στους οφειολίθους του ωκεάνιου πυθμένα και στη συνέχεια με την τεκτονική επώθηση – τοποθέτηση που ακολούθησε βρέθηκαν στην ηπειρωτική κατωφέρεια της Περιοδοπικής.

Η ενότητα Άσπρη Βρύση – Χορτιάτη μετά τον κορμό της Χαλκιδικής συνεχίζεται στη δυτική πλευρά της χερσονήσου Σιθωνίας, όπου παρατηρούνται εικόνες διείσδυσης του Ηωκαινικού γρανίτη της Σιθωνίας μέσα στα πετρώματα της Περιοδοπικής και της Σερβομακεδονικής. Στη συνέχεια κάμπτεται ΒΑ και εμφανίζεται στο νότιο άκρο της χερσονήσου του Αγίου Όρους (Άθως) με πετρώματα πρασινογενευσιακά, πρασινιτικά και πρασινοσχιστολιθικά της «μαγματικής σειράς Χορτιάτη», εντός των οποίων παρεμβάλλονται φυλλίτες και τεκτονικά οφειολιθικά σώματα. Το νότιο άκρο της χερσονήσου με τη ψηλότερη κορυφή του Άθω καταλαμβάνουν τα Τριαδικά μάρμαρα της Περιοδοπικής, ενώ στο μέσο της χερσονήσου, μέσα στα πετρώματα της Μαγματικής σειράς Χορτιάτη διεισδύει ο γρανίτης Μονής Αγίου Γρηγορίου ηλικίας Ηωκαίνου (42 Ma) ο οποίος αποτελεί συνέχεια του γρανίτη της Σιθωνίας.

Στη συνέχεια της Περιοδοπικής ζώνης στη περιοχή Αλεξανδρούπολης – Έβρου εμφανίζεται μια παχιά σειρά φυλλιτών με ενστρώσεις μετακροκαλοπαγών και κρυσταλλικών ασβεστόλιθων μέσα στα οποία βρέθηκαν απολιθώματα κυρίως φυκών και τρηματοφόρων, που οι ηλικίες τους τοποθετούνται μεταξύ Τριαδικού και Κάτω Κρητιδικού. Από τις επισημάνσεις αυτές συμπεραίνεται ότι η ιζηματογένεση στην Περιοδοπική ζώνη συνεχίσθηκε ίσως μέχρι το Κάτω Κρητιδικό, αν και στις τρεις κύριες ενότητες δεν εμφανίζονται πετρώματα νεώτερα του Μέσου Ιουρασικού.

Δεν είναι διαπιστωμένο σε ποια από τις τρεις ενότητες της Περιοδοπικής ανήκει η σειρά φυλλιτών της Αλεξανδρούπολης. Όμως από τη σύσταση της και κυρίως από τη παρουσία μέσα στα μεταϊζημάτα της ορισμένων οφειολιθικών σωμάτων (Μαγανάς 1988) πιστεύεται ότι προσομοιάζει με την ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη.

Συνθήκες μεταμόρφωσης και τεκτονική δομή

Όλα τα πετρώματα της Περιοδοπικής ζώνης και των τριών ενοτήτων εμφανίζονται μεταμορφωμένα. Γενικά οι συνθήκες μεταμόρφωσης της είναι χαμηλού βαθμού πρασινοσχιστολιθικής φάσης αν και κατά τόπους εμφανίζονται αισθητές διαφορές στην ένταση της μεταμόρφωσης των πετρωμάτων. Η μεταμόρφωση όλων των Περμοτριάδικών και Ιουρασικών πετρωμάτων θεωρείται ότι έλαβε χώρα στο Ανώτερο Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό.

Μέσα όμως στα πρασινοσχιστολιθικά πετρώματα βρέθηκαν (Michard et al 1994, Ioannides et al 1999) και υπολειμματικές παραγενέσεις που αντιπροσωπεύουν συνθήκες γλαυκοφανιτικής μεταμόρφωσης HP/LT, υψηλής πίεσης – χαμηλής θερμοκρασίας ($P=6-7$ kbar σε $T=300$ °C και $P=8-9$ kbar σε $T=400$ °C). Οι παραγενέσεις αυτές αποτελούμενες από χαλαζία – φεγγίτη – γλαυκοφάνη – επίδοτο – χλωρίτη – αλβίτη – ασβεστίτη βρέθηκαν μέσα σε πετρώματα χαλαζιτών, πρασινιτών και μαρμάρων της Περμοτριάδικης ηφαιστειοϊζηματογενούς σειράς της ενότητας Άσπρη Βρύση – Χορτιάτη.

Η γλαυκοφανιτική αυτή μεταμόρφωση χρονολογείται στο Άνω Ιουρασικό πριν το Τιθόνιο και προφανώς πριν τη γενική πρασινοσχιστολιθική μεταμόρφωση που έλαβε χώρα είτε στο Ανώτερο Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό (χρονολόγηση των 115 Μα) είτε και στο Τριτογενές.

Όσον αφορά την τεκτονική παραμόρφωση δύο φάσεις πτυχώσεων έχουν μέχρι τώρα αναγνωρισθεί στην Περιροδοπική. Συγχρόνως με την πρασινοσχιστολιθική μεταμόρφωση θεωρείται ότι έγινε η πρώτη, κύρια μεταμόρφωση των σχηματισμών της ζώνης που προκάλεσε πτυχές σχεδόν ισοκλινείς και τη σχιστότητα των πετρωμάτων.

Η δεύτερη φάση πτυχώσεων περιλαμβάνει πτυχές ανοιχτές, μετα-μεταμορφικές, πτυχές τύπου knick ηλικίας Τριτογενούς (Ηωκαίνου – Ολιγοκαίνου)

Οι σχέσεις που έχουν μεταξύ τους οι τρεις ενότητες της Περιροδοπικής φαίνεται ότι είναι πλευρικές παλαιογεωγραφικές μεταβάσεις, ενώ όσον αφορά τη σχέση της Περιροδοπικής με τις μάζες Ροδόπης και Σερβομακεδονικής, οι τεκτονικές μελέτες υποστηρίζουν ότι διαφορετικές ενότητες μεταϊζημάτων, που συνιστούν την Περιροδοπική ζώνη βρίσκονται σε διαφορετική κάθε φορά τεκτονική σχέση με τις κρυσταλλικές μάζες στις διάφορες περιοχές της περιφέρειάς τους.

Εκτός από τις παραπάνω φάσεις πτυχώσεων διαπιστώθηκε ότι η Περιροδοπική υπέστη στο Άνω Ολιγόκαινο - Κάτω Μειόκαινο μια ισχυρή μετα-μεταμορφική παραμόρφωση που χαρακτηρίστηκε (Tranos et al 1999) ως τεκτονική μεταφορά μιας συμπίεσης που ασκήθηκε κατά διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και φοράς προς ΝΔ καθώς και ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης δεξιόστροφα κατά διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ και αριστερόστροφα κατά διεύθυνση ΔΝΔ-ΑΒΑ. Δημιουργήθηκε έτσι μια πολύπλοκη τεκτονική υπευτική μεγαδομή της Περιροδοπικής ζώνης με κίνηση προς ΝΔ, η οποία περιλαμβάνει λέπια με συμμετοχή γνευσίων της Σερβομακεδονικής που εγκλωβίστηκαν. Στη ίδια αυτή τεκτονική παραμόρφωσης αποδίδεται (Γεωργιάδη et al 2007) και το όριο Σερβομακεδονικής – Περιροδοπικής στο νότιο άκρο της χερσονήσου το Άθω, το οποίο όριο είναι μια αριστερόστροφη διατμητική ζώνη διεύθυνσης ΔΝΔ-ΑΒΑ. (Μουντράκης Δ, 2010)

3. Μεθοδολογία

3.1 Έρευνα Πεδίου

Τα ψηφιακά αρχεία των χαρτών αναγνωρίζονται από τον υπολογιστή σαν εικόνες. Προκειμένου λοιπόν να μπορεί να γίνει σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών χαρτών και δορυφορικών εικόνων πρέπει να καταγραφούν οι συντεταγμένες του κάθε αρχείου/εικόνας.

Η δορυφορική εικόνα που παραθέτεται παρακάτω χρησιμοποιήθηκε α) για να γίνει σύγκριση με τον τοπογραφικό χάρτη προκειμένου να διαπιστωθεί αν τα όρια της λεκάνης έμειναν τα ίδια και β) κατά την έξοδο στο ύπαιθρο συνδυαστικά με τον τοπογραφικό και γεωλογικό χάρτη για μια πιο ολοκληρωμένη άποψη της περιοχής και πάρθηκε ως εξής: Αναζητήθηκε η περιοχή της Πικρολίμνης στο πρόγραμμα Google Earth. Στο πρόγραμμα Stichmaps με την επιλογή stich and calibrate Google Earth images και με τις οδηγίες που εμφανίζονταν σε κάθε παράθυρο έγινε επικόλληση της φωτογραφίας.

Η αρχή έγινε με το γεωλογικό χάρτη που έχει στις τέσσερις γωνίες του καταγεγραμμένες τις συντεταγμένες, οι οποίες και εγγράφηκαν χειροκίνητα μόλις η εικόνα ανοίχθηκε στο Global Mapper v12. Η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και για τον τοπογραφικό χάρτη και για την δορυφορική εικόνα.

ΕΓΣΑ '87

Οι χάρτες οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη έχουν κλίμακα 1:50000, είναι χαρτογραφημένοι από τη Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ) και το προβολικό σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα αναφοράς 87 (ΕΓΣΑ 87), με αφετηρία το μετατεθειμένο γεώκεντρο, βάθρο Διονύσου. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος αυτού είναι:

Ελλειψοειδές αναφοράς: GRS'80

Μεγάλος ημιάξονας ελλειψοειδούς a: 6378137.000m

Επιπλάτυνση ελλειψοειδούς (1/f): 1/298.25722101

Συντελεστής κλίμακας Κο 0.9996

Είναι το πλέον πρόσφατο προβολικό σύστημα που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, και είναι προϊόν συνεργασίας της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού και του Οργανισμού Κτηματολογίου και Χαρτογραφήσεων Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε). Θεωρείται μια ενιαία ζώνη για όλη την χώρα με κεντρικό μεσημβρινό $\lambda_0=240$ και χρησιμοποιείται ενιαίος συντελεστής κλίμακας 0.9996. Οι παραμορφώσεις με αυτόν τον τρόπο μπορούν να φτάσουν μέχρι και 1:1.000 στα άκρα της χώρας (δηλ. 1 μέτρο σε απόσταση 1χλμ.). Για να αποφευχθούν αρνητικές τιμές ο κεντρικός μεσημβρινός έχει ως τετμημένη 500000μ. Αρχή των τεταγμένων θεωρείται ο ισημερινός ($\phi=0^\circ$)

Το ΕΓΣΑ'87 είναι σήμερα το πιο ολοκληρωμένο σύστημα αναφοράς για τον Ελληνικό χώρο. Ιδρύθηκε το 1987 με τη συνεργασία της Γ.Υ.Σ. και του Ο.Κ.Χ.Ε. και συνδυάζει Datum και προβολικό σύστημα που έχουν επιλεγεί έτσι ώστε αφενός να υπάρχει ένα ενιαίο σύστημα για όλη την Ελλάδα με τις μικρότερες δυνατές παραμορφώσεις και αφετέρου να είναι εύκολη η σύνδεσή του με τα παγκόσμια δορυφορικά γεωδαιτικά συστήματα όπως το WGS84.

Το Datum χρησιμοποιεί ως ελλειψοειδές το διεθνώς παραδεκτό GRS80, προσανατολισμένο παράλληλα με το WGS84. Το γεγονός αυτό καθιστά πολύ εύκολη τη μετατροπή γεωγραφικών συντεταγμένων λ, ϕ από το ένα Datum προς το άλλο.

Το ΕΓΣΑ'87 χρησιμοποιεί ως προβολή την εγκάρσια μερκατορική προβολή (Transverse Mercator) με ένα κεντρικό μεσημβρινό με $\lambda_0=240$ (ένα μόνο κέντρο φύλλου χάρτη για όλη τη χώρα) και συντελεστή κλίμακας $K_0=0.9996$. Ο κεντρικός μεσημβρινός θεωρείται ότι έχει $\chi=500.000$ για να αποφευχθούν αρνητικές τιμές στα χ .

Οι αναθεωρημένοι έγχρωμοι χάρτες της Γ.Υ.Σ. με κλίμακες από 1/100.000 έως 1/25.000 εμφανίζουν στο πλαίσιό τους και τις επίπεδες συντεταγμένες του ΕΓΣΑ'87.

Παρόλο που το ΕΓΣΑ'87 χρησιμοποιεί το ελλειψοειδές GRS 80, δηλαδή το ίδιο με το γεωδαιτικό σύστημα WGS84 που χρησιμοποιεί το GPS, η αρχή των αξόνων έχει μετατοπισθεί σχετικά με το κέντρο της Γης κατά GRS80 ώστε η επιφάνεια του ελλειψοειδούς να προσαρμόζεται καλύτερα στο γεωειδές στην περιοχή της Ελλάδος. Η προδιαγραφείσα μετατόπιση σε σχέση με το WGS84 (δηλαδή η διαφορά WGS84-ΕΓΣΑ'87) είναι: $\Delta x = -199.87 \text{ m}$, $\Delta y = 74.79 \text{ m}$, $\Delta z = 246.62 \text{ m}$.

Το ΕΓΣΑ'87 προδιαγράφει επίσης μια εγκάρσια μερκατορική (TM) χαρτογραφική προβολή με $m_0=0.9996$, που καλύπτει έξι μοίρες γεωγραφικού μήκους εκατέρωθεν του 24ου μεσημβρινού (180E-300E). Με τον τρόπο αυτό όλη η ελληνική επικράτεια (η οποία εκτείνεται περίπου σε 9 μοίρες γεωγραφικού μήκους) προβάλλεται σε μία ζώνη. Οι χαρτογραφικές συντεταγμένες είναι σε μέτρα. Στην κατεύθυνση Y (S-N) το 0 αντιστοιχεί στον Ισημερινό. Στην κατεύθυνση X (W-E) η τιμή 500000 m αποδίδεται στον κεντρικό μεσημβρινό (240E), ώστε να αποφεύγονται αρνητικές τιμές.

Παρόλο που το ΕΓΣΑ'87 χρησιμοποιείται σήμερα ευρύτατα για τις περισσότερες μη στρατιωτικές εφαρμογές, σταδιακά αντικαθίσταται από το νέο Hellenic Terrestrial Reference System 2007 ή HTRS07. Το HTRS07, το οποίο προδιαγράφεται για χρήση από το Ελληνικό Σύστημα Προσδιορισμού Θέσεως (HEPOS), βασίζεται σε μετρήσεις GPS και είναι συμβατό με το Ευρωπαϊκό Επίγειο Σύστημα Αναφοράς 1989 (European Terrestrial Reference System 1989 ή ETRS89). Το HTRS07 χρησιμοποιείται προς το παρόν στην σύνταξη του Εθνικού Κτηματολογίου.

Ευρωπαϊκό Datum ED50

Το σύστημα ED50 είναι ένα ηπειρωτικό σύστημα, αφορά δηλαδή όλη την Ευρώπη και υπήρξε το αποτέλεσμα της ενοποίησης όλων των ευρωπαϊκών δικτύων, με μετρήσεις της προπολεμικής και πολεμικής περιόδου. Χρησιμοποιεί ως ελλειψοειδές αναφοράς το International (ή Hayfford) και αρχή συντεταγμένων το Potsdam της Γερμανίας. Συνεχίσθηκε η βελτίωσή του με νεότερες μετρήσεις και τεχνικές τα επόμενα χρόνια, με τελευταία έκδοσή του το ED89, που όμως δεν χρησιμοποιήθηκε ποτέ γιατί τα δορυφορικά συστήματα το είχαν ήδη ξεπεράσει.

Στην Ελλάδα χρησιμοποιήθηκε κυρίως για στρατιωτικούς σκοπούς από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού και οι γεωγραφικές συντεταγμένες του λ, φ αναγράφονται στα πλαίσια των περισσότερων χαρτών της Γ.Υ.Σ. από κλίμακα 1/100.000 έως και 1/5.000. Επειδή οι χάρτες της Γ.Υ.Σ. είναι και το βασικό χαρτογραφικό υπόβαθρο της χώρας για κάθε χρήση, οι περισσότεροι ελληνικοί τουριστικοί και οδικοί χάρτες απεικονίζουν λ και φ του ED50. Επίσης είναι δυνατή η συνδυασμένη χρήση τους με GPS, αφού το ED50, ως ευρέως αποδεκτό Datum, συμπεριλαμβάνεται στα διαθέσιμα συστήματα αναφοράς όλων των φορητών ερασιτεχνικών δεκτών. (http://www.transalp.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=64&Itemid=34 κεφ.4)

Η μετάβαση στο ύπαιθρο έγινε με σκοπό την εξαγωγή δειγμάτων από τα κύρια ρέματα που καταλήγουν στη Πικρολίμνη. Συλλέχθηκαν συνολικά 7 δείγματα με τη βοήθεια ενός φτυαριού.

Αρχικά έγινε εισαγωγή της δορυφορικής εικόνας, του γεωλογικού και τοπογραφικού χάρτη στο πρόγραμμα Global Mapper v12, καθώς και όλων των γεωμορφολογικών στοιχείων που χαράχθηκαν στο πρόγραμμα MapInfo. Η μετάβαση στο ύπαιθρο έγινε 3 φορές. Η πρώτη και τρίτη φορά πραγματοποιήθηκε με τη χρήση GPS για την καταγραφή των θέσεων των δειγμάτων αλλά η μετάβαση στο ύπαιθρο τη δεύτερη φορά έγινε αναγνωριστικά.

3.2 Έρευνα Εργαστηρίου

Αρχικά πραγματοποιήθηκε ξήρανση των δειγμάτων και κατόπιν μακροσκοπική εκτίμηση.

Για την ανάλυση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες μέθοδοι.

Ανάλυση με κόσκινα (φωτογραφία 1)



Φωτογραφία 1: Κόσκινα σε διάταξη ανά 1 Φ και μηχανήμα δόνησης στο εργαστήριο ιζηματολογίας του Τομέα Φυσικής & Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Α.Π.Θ. (Ιούλιος 2011)

Αρχικά έγινε τετραμερισμός του δείγματος. Η διαδικασία του οποίου εκτελείται ως εξής: Το προς εξέταση δείγμα αδειάζεται προσεκτικά σε μια επίπεδη επιφάνεια ώστε να σχηματιστεί ένας κώνος. Στη συνέχεια μ' ένα φτυάρι ή μια σπάτουλα επιπεδώνουμε την κορυφή του κώνου και χωρίζουμε το υλικό σε τέσσερα τεταρτημόρια. Απομακρύνουμε τα δυο κατά κορυφή τεταρτημόρια και κρατούμε το υλικό των άλλων δυο. Στη συνέχεια επαναλαμβάνουμε την παραπάνω διαδικασία άλλη μια φορά έτσι που το τελικό προς εξέταση δείγμα να είναι το τέταρτο περίπου του αρχικού δείγματος.

Κατόπιν το προς εξέταση δείγμα τοποθετείται στη συσκευή κοσκινίσματος για 10 λεπτά στα 60 amplitude, όπου τα κόσκινα τοποθετούνται το ένα πάνω από το άλλο με το κόσκινο μεγαλύτερης οπής στη κορυφή και υποδοχέα συλλογής του λεπτότερου υλικού στο τέλος.

Τέλος τα δεδομένα του κάθε δείγματος εισάχθηκαν στο πρόγραμμα Gradistat [ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ & ΙΟΡΔΑΝΙΔΟΥ (2011), BLOTT J. SIMON (2000)] από το οποίο εξήχθηκαν η ονομασία του ιζήματος, η καμπύλη ταξινόμησης των κόκκων, η καμπύλη συχνότητας και η λογαριθμική καμπύλη συχνότητας.

Για τα περισσότερα δείγματα εκτός από ανάλυση με κόσκινα, ακολουθήθηκε και η εξής μεθοδολογία:

Αρχικά και για να διαπιστώσουμε την περιεκτικότητα σε ιλύ-άργιλο, πήραμε ένα μέρος από κάθε δείγμα.

Σε όλα τα μέρη των δειγμάτων προστέθηκε Calgon 2ml και κοσκινίστηκαν σε νεροκόσκινο διαμέτρου 4Φ. Στη συνέχεια και τα δυο μέρη του κάθε δείγματος, δηλαδή και τα διαμέτρου μικρότερης από 4Φ και τα διαμέτρου μεγαλύτερης ή ίσο από 4Φ στέγνωσαν για 2 ημέρες στο φούρνο στους 95°C(φωτογραφία 2)



Φωτογραφία 2: Φούρνος και αφυγραντήρας στο εργαστήριο ιζηματολογίας του Τομέα Φυσικής & Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Α.Π.Θ. (Ιούλιος 2011)

Κατόπιν ζυγίστηκε (φωτογραφία 3) το βάρος των δειγμάτων μεγαλύτερου ή ίσου με 4Φ και υπολογίστηκε με αφαίρεση το βάρος για τα δείγματα μικρότερο από 4Φ.



Φωτογραφία 3: Ζυγαριές ακριβείας στο εργαστήριο ιζηματολογίας του Τομέα Φυσικής & Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Α.Π.Θ. (Ιούλιος 2011)

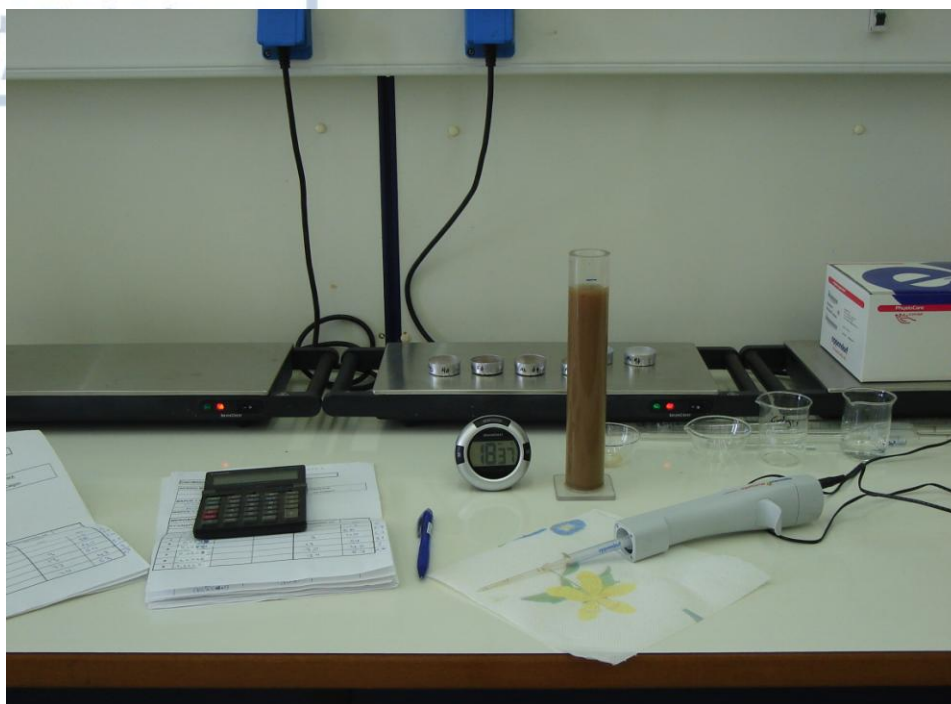
Για το υλικό διαμέτρου μικρότερο από 4Φ πραγματοποιήθηκε ανάλυση με τη μέθοδο Multipipette (Αλμπανάκης Κ, 2011) κατά την οποία ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Στα δείγματα που περιείχαν την άργιλο(<4Φ) είχε προστεθεί 2 ml Calgon κατά την αρχική επεξεργασία με νεροκόσκινο, κατόπιν στέγνωσαν, αδειάστηκε το περιεχόμενο με απιονισμένο νερό σε βάζο και τοποθετήθηκαν στο μηχάνημα δόνησης για 6 ώρες. (φωτογραφία 4)



Φωτογραφία 4: Μηχάνημα δόνησης για την ενεργοποίηση της αργίλου στο εργαστήριο ιζηματολογίας του Τομέα Φυσικής & Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Α.Π.Θ. (Ιούλιος 2011)

Κατόπιν το περιεχόμενο αδειάστηκε σε σωλήνα καθίζησης με 161ml νερού σε θερμοκρασία 25°C, σε χρόνους και βάθη που υπολογίσθηκαν όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα. Συλλέχθηκαν δείγματα των 2ml για Φ4, Φ5, Φ6, Φ7, Φ8 και Φ9 και τοποθετήθηκαν σε προζυγισμένο δοχείο και στη συνέχεια στη θερμαντική επιφάνεια. (φωτογραφία 5)



Φωτογραφία 5: Ανάλυση του δείγματος ΠΚ7 με Multipipette. Κομπιουτεράκι, σημειώσεις, χρονόμετρο, σωλήνας καθίζησης, δοχεία δειγματοληψίας, εστία θέρμανσης και Multipipette στο εργαστήριο ιζηματολογίας του Τομέα Φυσικής & Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Α.Π.Θ. (Ιούλιος 2011)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΣΙΦΩΝΙΟΥ (PIPET)														
Δείγμα:				$t = h / (1500 \cdot A \cdot d^2)$		A. coef		Clays, Quart		Amphibolites				
Computation of A coefficient :		Give Temperature: 25,0				T Celcius		16	3,23	3,92	4,6	Clays, Quartz		
for clays and quartz density (2,65)								20	3,57	4,33	5,08			$A = 0,0004 \cdot T^2 + 0,0715 \cdot T + 1,9826$
								24	3,93	4,76	5,6			
								28	4,3	5,21	6,21			
								32	4,68	5,67	6,6			
Φ	d mm	βάθος h	A. coef	t min	hours	mim	sec		Φ=log,d	time	net dry weight	ml cylinder	161	
1	4,0	0,06250	6,0	0,25	0	0	15	coarse silt	4,0		0,0211	g sediment	2,0479	
2	5,0	0,03120	5,7	0,97	0	0	58	medium silt	5,0		0,0161	ml micro pipet	2	
3	6,0	0,01560	5,4	3,68	0	3	40	fine silt	6,0		0,0134			
4	7,0	0,00780	5,1	13,90	0	13	54	very fine silt	7,0		0,0113			100% pipet ml (g) = 0,0254
5	8,0	0,00390	3,0	32,71	0	32	42	coarse clay	8,0		0,0095			5% of concentration(g) = 0,0013
6	9,0	0,00195	0,8	34,89	0	34	53	medium clay	9,0		0,0063			
	10,0	0,00098	0,8	138,14	2	18	8	fine clay	10,0					sand % = 17,1
	11,0	0,00049	0,8	552,55	9	12	32		11,0					silt % = 45,6
	12,0	0,00024	0,8	2303,2	38	23	14		12,0					clay % = 37,3
	13,0	0,00012	0,8	9212,964	153	32	57		13,0					clay / silt = 9/11
												silt to clay+silt % = 54,98		

Μετά την ξήρανση των δειγμάτων, ζυγίστηκε το κάθε δοχείο και υπολογιστικά με αφαίρεση βρέθηκε το καθαρό βάρος του υλικού. Κατόπιν τα αποτελέσματα εισήχθησαν στο πρόγραμμα Grapher 5.

Για ορισμένα από τα δείγματα πραγματοποιήθηκε δυο φορές η διαδικασία του διαχωρισμού με νεροκόσκινο, με μεγαλύτερο αρχικό βάρος τη δεύτερη φορά καθώς τα γραμμάρια τα οποία έδωσε η αρχική επεξεργασία ήταν ανεπαρκή για ανάλυση αργίλου με τη μέθοδο Multipipette (Αλμπανάκης Κ, 2011)

Στο υλικό διαμέτρου μεγαλύτερο από 4 Φ, αφού είχε ξηρανθεί στο φούρνο, πραγματοποιήθηκε ανάλυση με κόσκινα.

Τέλος σε ένα από τα δείγματα, μετά από μακροσκοπική εκτίμηση, προστέθηκε 30% H_2O_2 (υπεροξείδιο του υδρογόνου ή Peridrol) λόγω των οργανικών συστατικών που περιείχε. Όταν το δείγμα έπαψε να αναβράζει, απομακρύνθηκε το επιφανειακό στρώμα νερού και το Peridrol. Ακολούθησε ξήρανση του δείγματος και η περαιτέρω επεξεργασία για την ανάλυση με Multipipette και κόσκινα.

4. Αποτελέσματα

4.1 Γεωμορφολογία

Η χαρτογράφηση όλων των γεωμορφολογικών στοιχείων έγινε με το πρόγραμμα MapInfo 10 με σκοπό την σωστή προετοιμασία για την έξοδο στο ύπαιθρο.

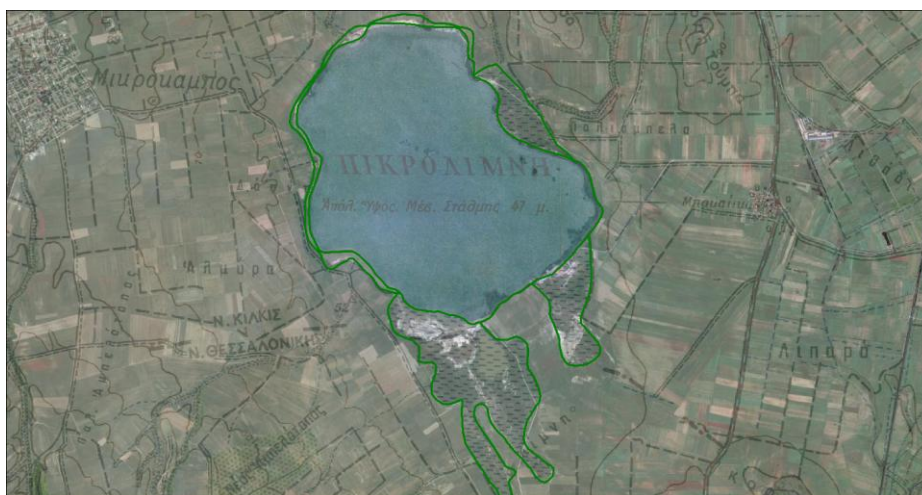
Αρχικά ψηφιοποιήθηκε στο τοπογραφικό χάρτη η λεκάνη απορροής και το υδρογραφικό της δίκτυο. Η αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου έγινε κατά Strahler και η μορφή του δικτύου είναι παράλληλη.



Τάξη	Πλήθος Ρεμάτων
1 ^η	33
2 ^η	18
3 ^η	2

Εικόνα 5: Η κόκκινη γραμμή απεικονίζει τα ρέματα που καταλήγουν στη Πικρολίμνη.

Τέλος σχηματίσθηκαν τα όρια της λίμνης, τα οποία όπως παρατηρούμε με σύγκριση της δορυφορικής εικόνας παραμένουν ίδια. Η συνολική έκταση της λίμνης είναι 3.872 km^2 , η περίμετρός της φτάνει τα 8.018 km και το μήκος της τα $13,5 \text{ km}$.

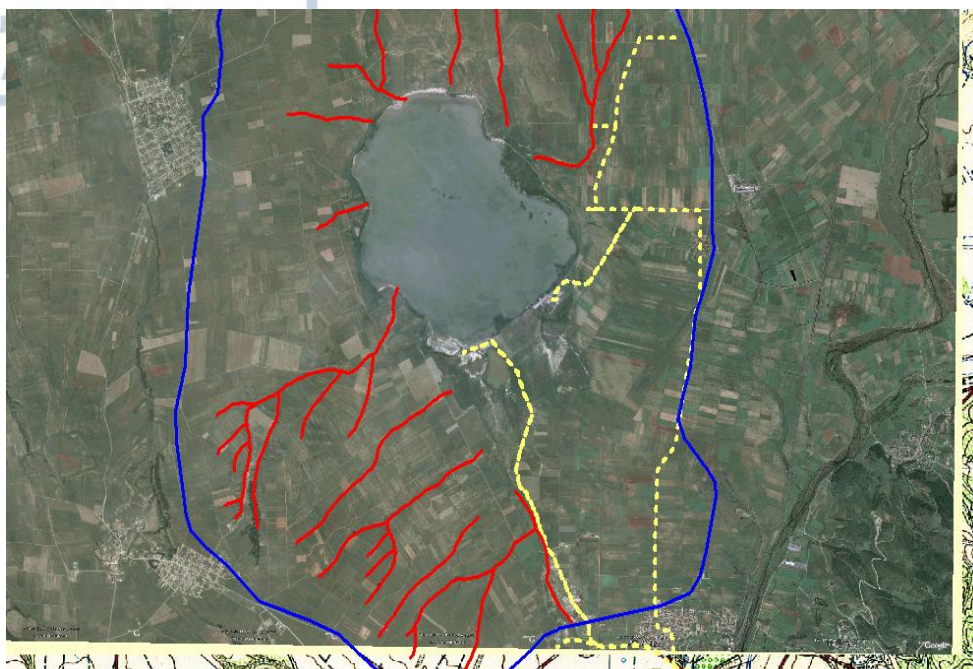


Εικόνα 7: Τοπογραφικός χάρτης και δορυφορική εικόνα της Πικρολίμνης. Με πράσινη γραμμή απεικονίζονται τα όρια της λεκάνης.

Κατά τη πρώτη μετάβαση πραγματοποιήθηκε η εξής διαδικασία:

Μεταφέρθηκαν και ανοίχτηκαν όλα τα παραπάνω δεδομένα (χάρτες κα) σε φορητό ηλεκτρονικό υπολογιστή που εμπεριείχε το πρόγραμμα Global Mapper v12. Ο υπολογιστής συνδέθηκε ενσύρματα με GPS και με την εντολή Start Tracking GPS από το μενού GPS του προγράμματος φαίνονταν στην οθόνη του υπολογιστή το στίγμα της θέσης.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται με κίτρινη γραμμή η διαδρομή που ακολουθήθηκε κατά την οποία αποκτήθηκαν τα δείγματα ΠΚ1 και ΠΚ2 με τη χρήση φτυαριού.



Εικόνα 8: Γεωλογικός και τοπογραφικός χάρτης της Πικρολίμνης. Με μπλε γραμμή απεικονίζεται ο υδροκρίτης, με κόκκινη γραμμή τα ρέματα και με κίτρινη γραμμή η διαδρομή που ακολουθήθηκε κατά τη πρώτη μετάβαση.



Φωτογραφία 6: Νότια άποψη της Πικρολίμνης (Μάιος 2011)



Φωτογραφία 7: Νοτιοδυτική άποψη της Πικρολίμνης (Μάιος 2011)



Φωτογραφία 8: Άποψη ρέματος που καταλήγει στη Πικρολίμνη από το οποίο συλλέχθηκε το δείγμα ΠΚ2. (Μάιος 2011)

Η δεύτερη μετάβαση πραγματοποιήθηκε χωρίς τη χρήση GPS και η πρόσβαση στις περιοχές των ρεμάτων της λίμνης και η λήψη των δειγμάτων ΠΚ3, ΠΚ4, ΠΚ5 και ΠΚ6 έγινε αναγνωριστικά .



Φωτογραφία 9: Άποψη βόρειου ρέματος που καταλήγει στη Πικρολίμνη από το οποίο συλλέχθηκε το δείγμα ΠΚ5. (Ιούνιος 2011)



Φωτογραφία 10: Άποψη του ανατολικού ρέματος που ρέει στη Πικρολίμνη από το οποίο συλλέχθηκε το δείγμα ΠΚ6 (Ιούνιος 2011)

Κατά τη τρίτη μετάβαση πραγματοποιήθηκε η ίδια διαδικασία με τη πρώτη φορά κατά την οποία αποκτήθηκε το δείγμα ΠΚ7. Η διαδρομή που ακολουθήθηκε φαίνεται με κίτρινη γραμμή στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 9: Δορυφορική εικόνα και τοπογραφικός χάρτης της Πικρολίμνης. Με κόκκινη γραμμή απεικονίζεται το υδρογραφικό δίκτυο και με κίτρινη γραμμή η διαδρομή που ακολουθήθηκε κατά τη τρίτη μετάβαση.

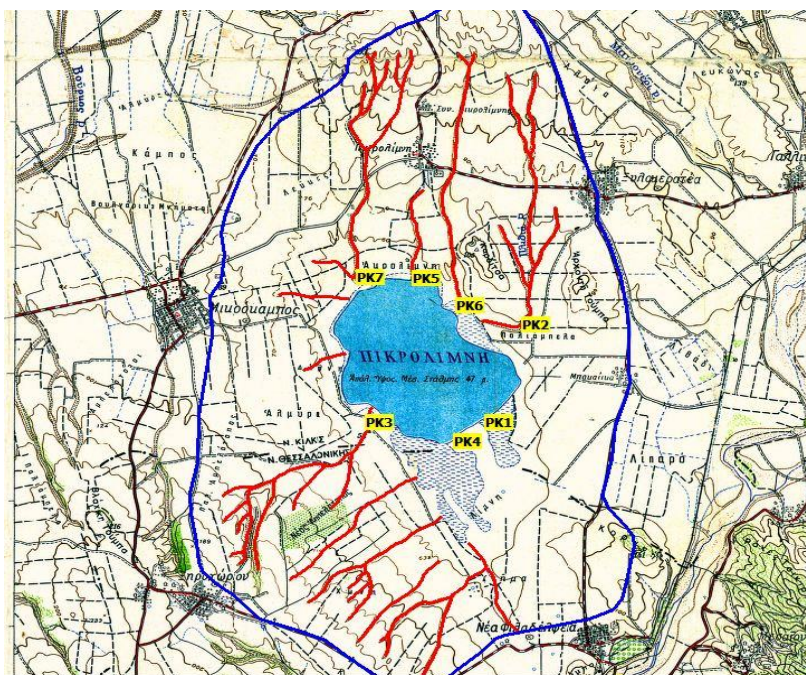


Φωτογραφία 11: Βορειοδυτική άποψη της Πικρολίμνης (Ιούνιος 2011)

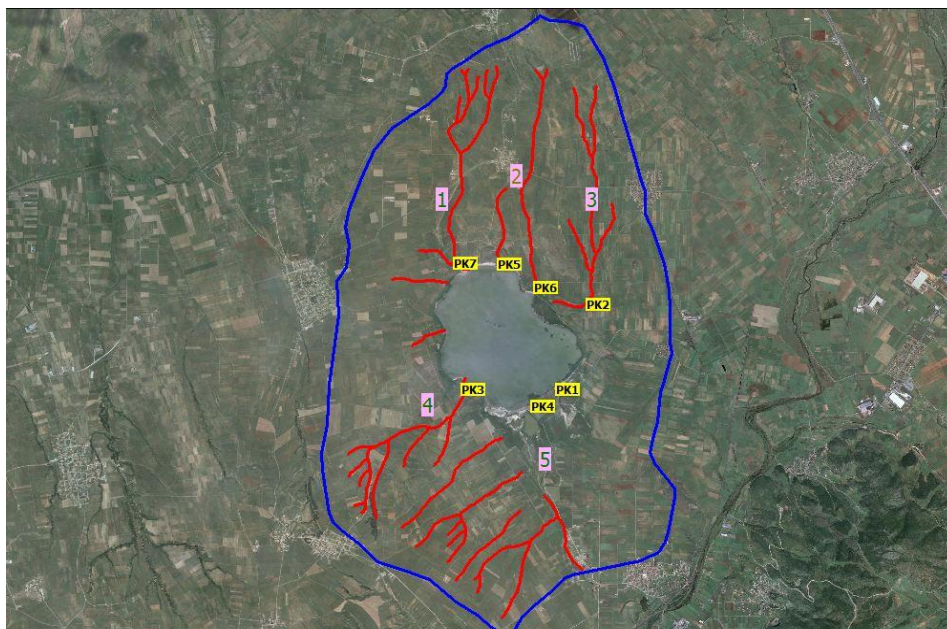


Φωτογραφία 12: Το βορειοδυτικό ρέμα από το οποίο συλλέχθηκε το δείγμα ΠΚ7 (Ιούνιος 2011)

Συνολικά τα δείγματα που συλλέχθηκαν ήταν : τα ΠΚ1 και ΠΚ4 από την παράκτια ζώνη της λίμνης, τα ΠΚ2, ΠΚ3, ΠΚ5, ΠΚ6 και ΠΚ7 από τις κοίτες των ρεμάτων. Απεικονίζονται αναλυτικά στο τοπογραφικό χάρτη (Εικόνα 10) και στη δορυφορική εικόνα (Εικόνα 11).



Εικόνα 10: Τοπογραφικός χάρτης της Πικρολίμνης. Με μπλε γραμμή απεικονίζεται ο υδροκρίτης, με κόκκινη γραμμή το υδρογραφικό δίκτυο της λίμνης και σε κίτρινο πλαίσιο τα δείγματα από τις περιοχές που συλλέχθηκαν.



Εικόνα 11: Δορυφορική εικόνα της Πικρολίμνης. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται ο υδροκρίτης της λίμνης, με κόκκινη γραμμή το υδρογραφικό δίκτυο της λίμνης, σε κίτρινο πλαίσιο βρίσκονται τα δείγματα από τις περιοχές που συλλέχθηκαν και σε ροζ πλαίσιο η αρίθμηση των ρεμάτων.

4.2 Ιζηματολογία

Παραθέτονται αναλυτικά τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις και τα διαγράμματα για το κάθε δείγμα ξεχωριστά.

Αποτελέσματα ανάλυσης με κόσκινα

Το δείγμα ΠΚ1 ήταν εμφανώς μακροσκοπικά ένα χαλικώδες δείγμα όποτε πραγματοποιήθηκε αμέσως ανάλυση με κόσκινα.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έχουν ως εξής:

Ανάλυση χονδροκόκκου δείγματος **ΠΚ1**

Περιοχή	Πικρολίμνη		
Αρχικό βάρος	137,65 grms		
Μέγεθος Φ (κόσκινου)	Καθαρό βάρος στο κόσκινο(grms)	Αθροιστικό βάρος (grms)	Αθροιστικό επι τοις 100 βάρος (%)
-2	1,33	1,33	0,97
-1	2,60	3,93	2,86
0	10,61	14,54	10,58
1	17,48	32,02	23,30
2	74,11	106,13	77,21
3	30,57	136,70	99,45
4	0,74	137,44	99,99
Τελικός δίσκος	0,01	137,45	100,00
Αθροιστικό βάρος όλων των κλασμάτων	137,45	grms	

Τα αποτελέσματα εισήχθησαν στο πρόγραμμα Gradistat και έδωσαν πως το δείγμα μας είναι χαλικοαμμώδες (Λεπτοχαλικώδες-Μεσόκοκκη Άμμος) καθώς και τα εξής συμπεράσματα σχετικά με το γραφικό μέσο όρο, τη γραφική σταθερή απόκλιση (σ), τη γραφική λοξότητα (sk) και τη γραφική κύρτωση (ku) (Ψιλοβίκος Α, 2010):

Στατιστικά Δείγματα

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: ΠΚ1

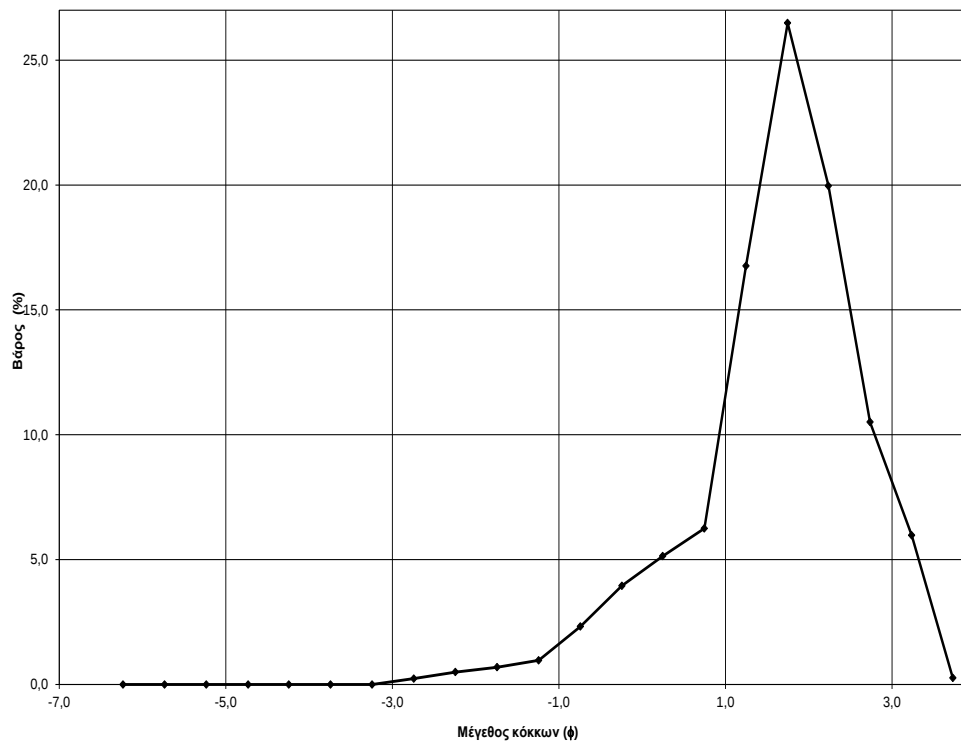
ΑΝΑΛΥΤΗΣ & ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ,

ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: Unimodal, Κακή Ταξινόμηση

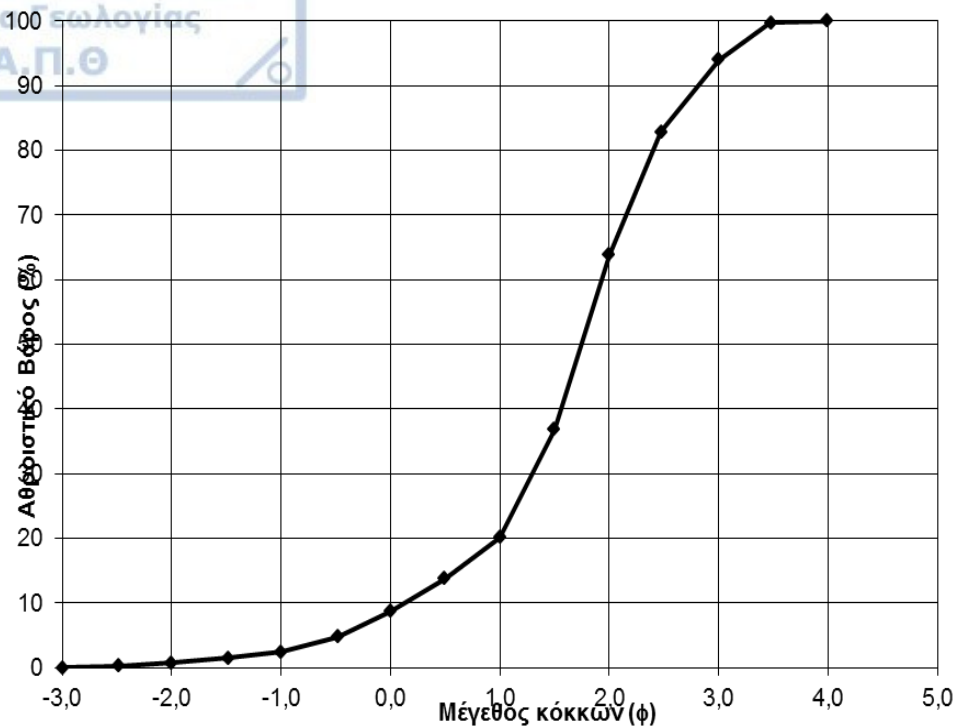
TEXTURAL GROUP: Ελαφρώς Χαλικοαμμώδες

ΟΝΟΜΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ: Ελαφρώς Πολύ Λεπτοκοκκοχαλικάδες Μεσόκοκκη Άμμος

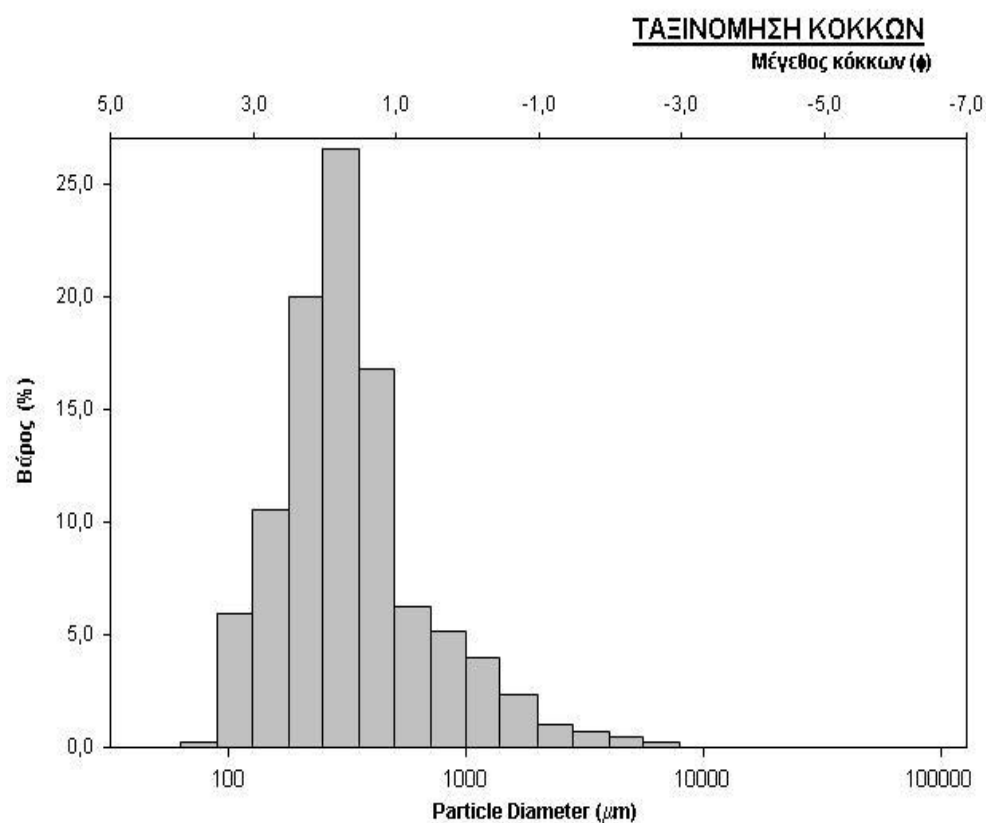
			ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΟΚΚΩΝ		
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 1:	302,5	1,747	ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 2,4%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 11,5%	
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 2:			ΑΜΜΟΣ: 97,6%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 43,7%	
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 3:			ΠΗΛΙΤΕΣ: 0,0%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 30,2%	
D ₁₀ :	142,6	0,129		ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 6,0%	
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ή D ₅₀ :	299,2	1,741	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 0,0%	
D ₉₀ :	914,2	2,810	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 0,0%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	6,411	21,72	ΜΕΣΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 0,0%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	771,6	2,681	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,7%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 0,0%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,195	1,991	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 1,7%	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 0,0%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	246,4	1,134	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 6,3%	ΑΡΓΙΛΛΟΣ: 0,0%	
			METHOD OF MOMENTS		
			Αριθμητική	Γεωμετρική	Λογαριθμική
			μm	μm	φ
($\bar{x}$) ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ :	473,6	330,5	1,597	319,5	1,646
ΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (ταξινόμηση) (σ):	624,3	2,063	1,045	2,001	1,000
ΓΡΑΦΙΚΗ ΛΟΞΟΤΗΤΑ (sk):	5,357	1,033	-1,033	0,198	-0,198
ΓΡΑΦΙΚΗ ΚΥΡΤΩΣΗ (k):	41,49	4,627	4,627	1,280	1,280
			ΜΕΘΟΔΟΣ FOLK & WARD		
			Γεωμετρική	Λογαριθμική	Περιγραφή
			μm	φ	
			319,5	1,646	Μεσόκοκκη Άμμος
			2,001	1,000	Κακή Ταξινόμηση
			0,198	-0,198	Αρνητική Λοξότητα
			1,280	1,280	Λεπτόκυρτη



Καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ1



Λογαριθμική καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ1



Διάγραμμα ταξινόμησης κόκκων δείγματος ΠΚ1

Για τα δείγματα ΠΚ2, ΠΚ3, ΠΚ4, ΠΚ5, ΠΚ6 και ΠΚ7 πραγματοποιήθηκε ανάλυση με κόσκινα για την άμμο και ανάλυση αργίλου με τη μέθοδο Multipipette. Συγκεκριμένα από κάθε δείγμα πάρθηκε δοκιμαστικά ένα μέρος και ακολουθήθηκε η μεθοδολογία για την εύρεση περιεκτικότητας σε ιλύ-άργιλο.

<u>Δείγμα</u>	<u>Αρχικό βάρος</u> (γραμ)	<u>Βάρος δ>4Φ</u> (με δοχείο) (γραμ)	<u>Βάρος Δοχείου</u> (γραμ)	<u>Καθαρό βάρος</u> (δ>4Φ)	<u>Βάρος αργίλου</u> (δ<4Φ)
ΠΚ2	5,02	104,20	99,90	4,30	5,02-4,3=0,72
ΠΚ3	5,20	90,18	85,75	4,43	5,20-4,43=0,77
ΠΚ4	11,22	82,74	75,58	7,16	11,22-7,16= 4,06
ΠΚ5	5,05	82,10	79,01	3,09	5,05-3,09= 1,96
ΠΚ6	6,23	99,78	94,23	5,55	6,23-5,55=0,68
ΠΚ7	6,90	88,36	83,92	4,63	6,90-4,64= 2,27

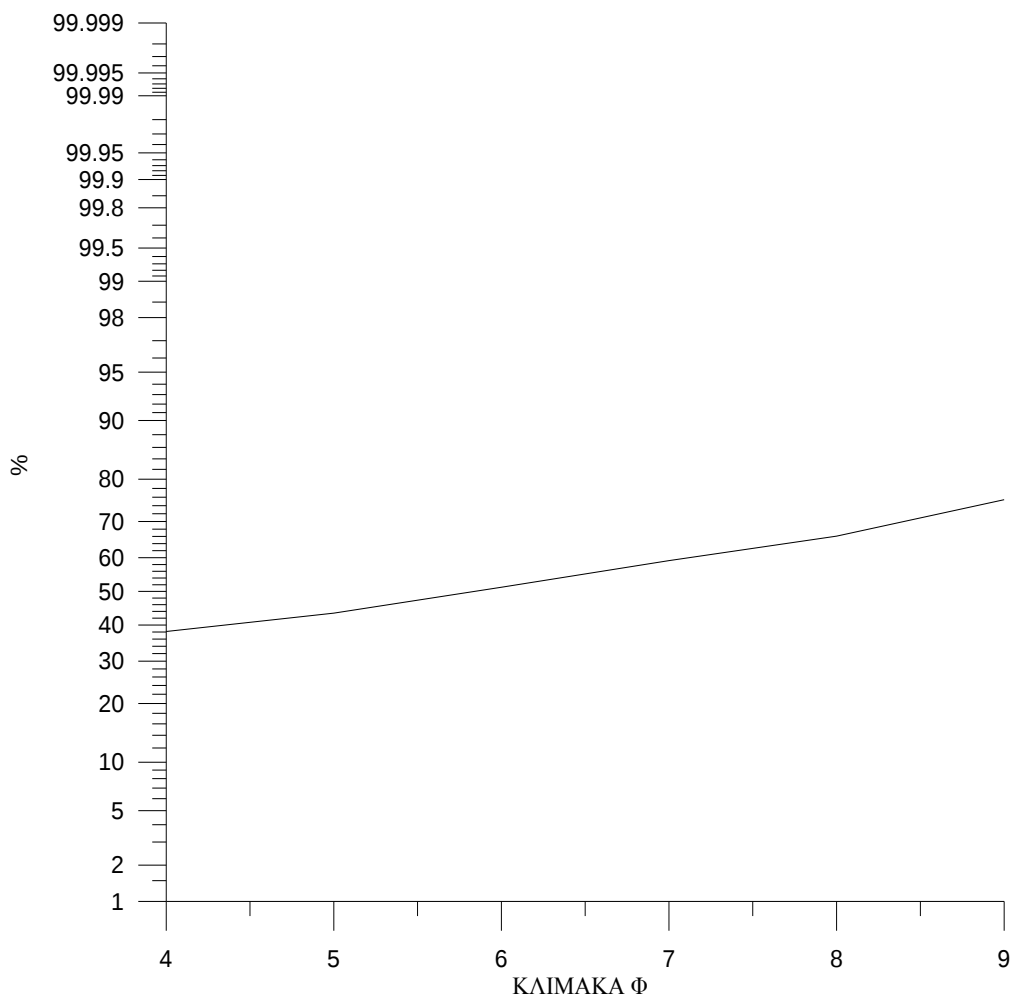
Από τον παραπάνω πίνακα βγήκε το συμπέρασμα πως το βάρος της αργίλου για τα δείγματα ΠΚ4, ΠΚ5 και ΠΚ7 ήταν ικανοποιητικό για ανάλυση με τη μέθοδο Multipipette (Αλμπανάκη).

Πιο συγκεκριμένα για το κάθε δείγμα προέκυψαν τα εξής.



Για το ΠΚ4:

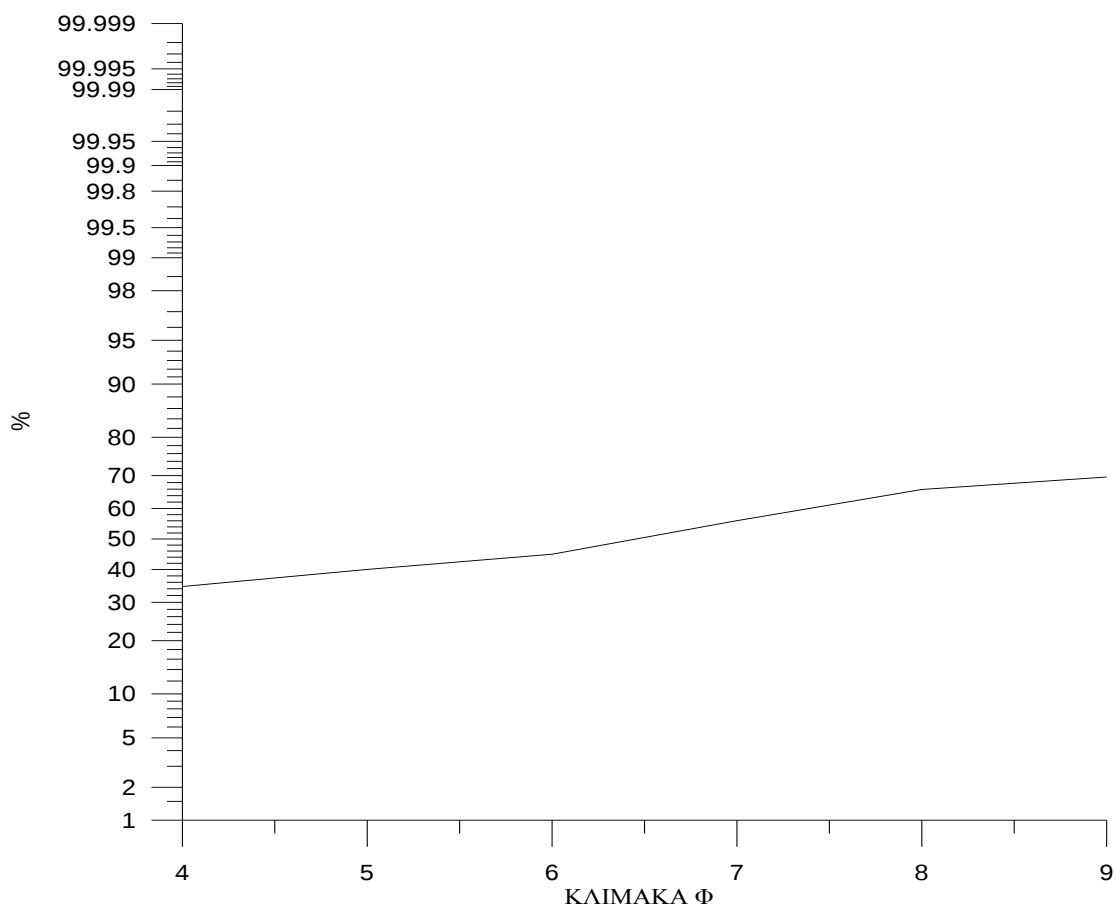
Ανάλυση Αργίλου	Δείγματος ΠΚ4	Μέθοδος :	Multipipette (Αλμπανάκη)							
Αρχικό βάρος	11,22 grams	Κύλινδρος	161 ml νερού							
Βάρος > 4Φ	7,16 grams	Θερμοκρασία	25 °C							
Βάρος < 4Φ	4,06 grams	Προστέθηκαν	2 ml Calgon	Τα grms ιζήματος που περιέχονται σε 2 ml:				0,0504		
Φ	Βάρος δοχείου (grams)	Μικτό βάρος δοχείου + δείγματος (grams)	Καθαρό βάρος δείγματος (grams)	Χρόνος λήψης δείγματος		Βάθος (cm)	Calgon	Καθαρό βάρος χωρίς calgon	% Βάρος Λεπτόκοκκα αργίλου	% Βάρος Χονδρότερα αργίλου
				min	sec					
4	26,5609	26,5932	0,0323		15	6,0	0,0011	0,0312	61,862	38,138
5	26,5267	26,5563	0,0296		58	5,7	0,0011	0,0285	56,509	43,491
6	26,1455	26,1712	0,0257	3	40	5,4	0,0011	0,0246	48,776	51,224
7	26,2293	26,2510	0,0217	13	54	5,1	0,0011	0,0206	40,845	59,155
8	25,9819	26,0001	0,0182	32	42	3,0	0,0011	0,0171	33,905	66,095
9	26,1386	26,1521	0,0135	34	53	0,8	0,0011	0,0124	24,586	75,414



Διάγραμμα λογαριθμικής κλίμακας ποσοστού επί τοις 100 για τα χονδρότερα υλικά της αργίλου και της κλίμακας Φ των κοσκίνων του δείγματος ΠΚ4

Για το ΠΚ5:

Ανάλυση Αργίλου	Δείγματος	PK5	Μέθοδος :	Multipipette (Αλμπανάκη)						
Αρχικό βάρος	5,05	grams	Κύλινδρος	161 ml νερού						
Βάρος > 4Φ	3,09	grams	Θερμοκρασία	25 °C						
Βάρος < 4Φ	1,96	grams	Προστέθηκαν	2 ml Calgon	Τα grms ιζήματος που περιέχονται σε 2 ml:					0,0243
Φ	Βάρος δοχείου (grams)	Μικτό βάρος δοχείου + δείγματος (grams)	Καθαρό βάρος δείγματος (grams)	Χρόνος λήψης δείγματος		Βάθος (cm)	Calgon	Καθαρό βάρος χωρίς calgon	% Βάρος Λεπτόκοκκα αργίλου	% Βάρος Χονδρότερα αργίλου
				min	sec					
4	26,3957	26,4127	0,0170		15	6,0	0,0011	0,0159	65,304	34,696
5	25,9584	25,9741	0,0157		58	5,7	0,0011	0,0146	59,964	40,036
6	26,4386	26,4531	0,0145	3	40	5,4	0,0011	0,0134	55,036	44,964
7	26,5198	26,5316	0,0118	13	54	5,1	0,0011	0,0107	43,946	56,054
8	26,3716	26,3810	0,0094	32	42	3,0	0,0011	0,0083	34,089	65,911
9	26,1972	26,2057	0,0085	34	53	0,8	0,0011	0,0074	30,393	69,607

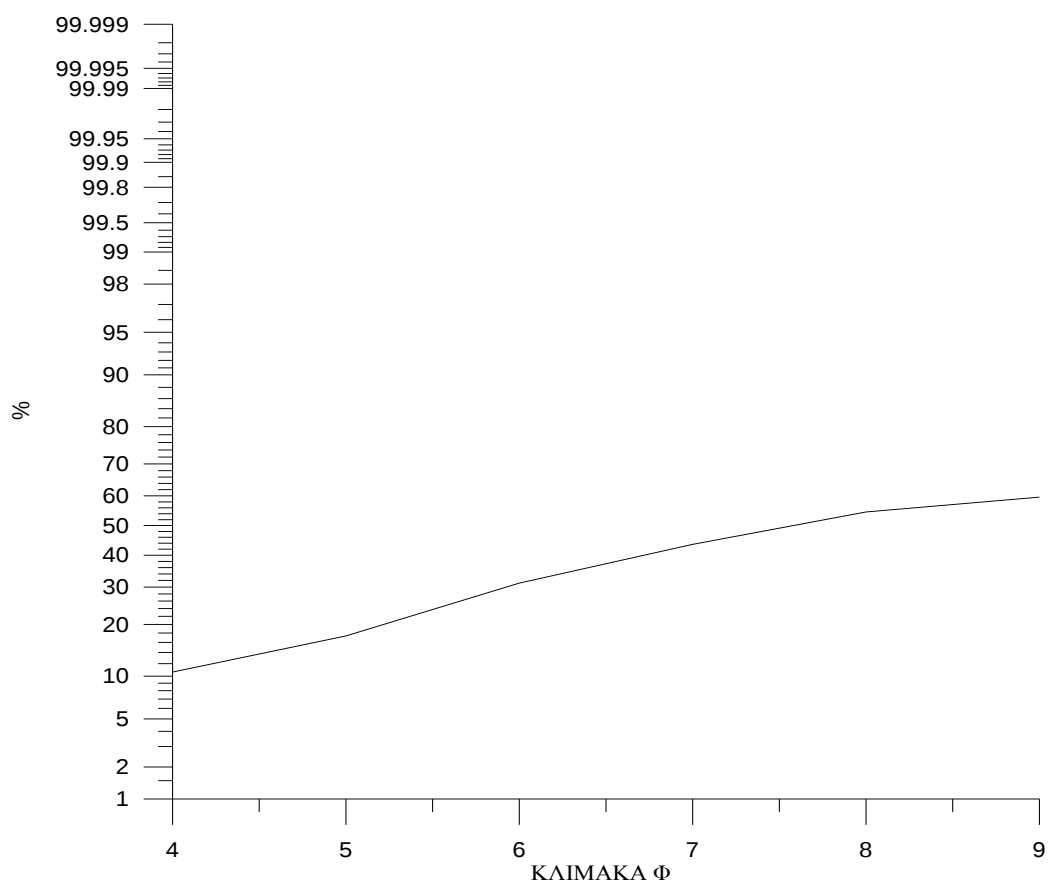


Διάγραμμα λογαριθμικής κλίμακας ποσοστού επί τοις 100 για τα χονδρότερα υλικά της αργίλου και της κλίμακας Φ των κοσκίνων του δείγματος ΠΚ5

Και για το ΠΚ7:

Αρχικά έγινε προσθήκη 30% H_2O_2 , προκειμένου να αφαιρεθούν με αναρρόφηση τα οργανικά και κατόπιν ανάλυση με τη Multipipette και κόσκινα.

Ανάλυση Αργίλου	Δείγματος	ΠΚ7	Μέθοδος :	Multipipette (Αλμπανάκη)						
Αρχικό βάρος	6,90	grams	Κύλινδρος	161 ml νερού						
Βάρος > 4Φ	4,63	grams	Θερμοκρασία	25 °C						
Βάρος < 4Φ	2,27	grams	Προστέθηκαν	2 ml Calgon			Τα grms ιζήματος που περιέχονται σε 2 ml:		0,0282	
Φ	Βάρος δοχείου (grams)	Μικτό βάρος δοχείου + δείγματος (grams)	Καθαρό βάρος δείγματος (grams)	Χρόνος λήψης δείγματος		Βάθος (cm)	Calgon	Καθαρό βάρος χωρίς calgon (grms)	% Βάρος Λεπτόκοκκα αργίλου	% Βάρος Χονδρότερα αργίλου
				min	sec					
4	0,6319	0,6582	0,0263		15	6,0	0,0011	0,0252	89,366	10,634
5	0,6331	0,6575	0,0244		58	5,7	0,0011	0,0233	82,628	17,372
6	0,5270	0,5475	0,0205	3	40	5,4	0,0011	0,0194	68,797	31,203
7	0,6323	0,6493	0,0170	13	54	5,1	0,0011	0,0159	56,385	43,615
8	0,6348	0,6487	0,0139	32	42	3,0	0,0011	0,0128	45,392	54,608
9	0,6363	0,6488	0,0125	34	53	0,8	0,0011	0,0114	40,427	59,573



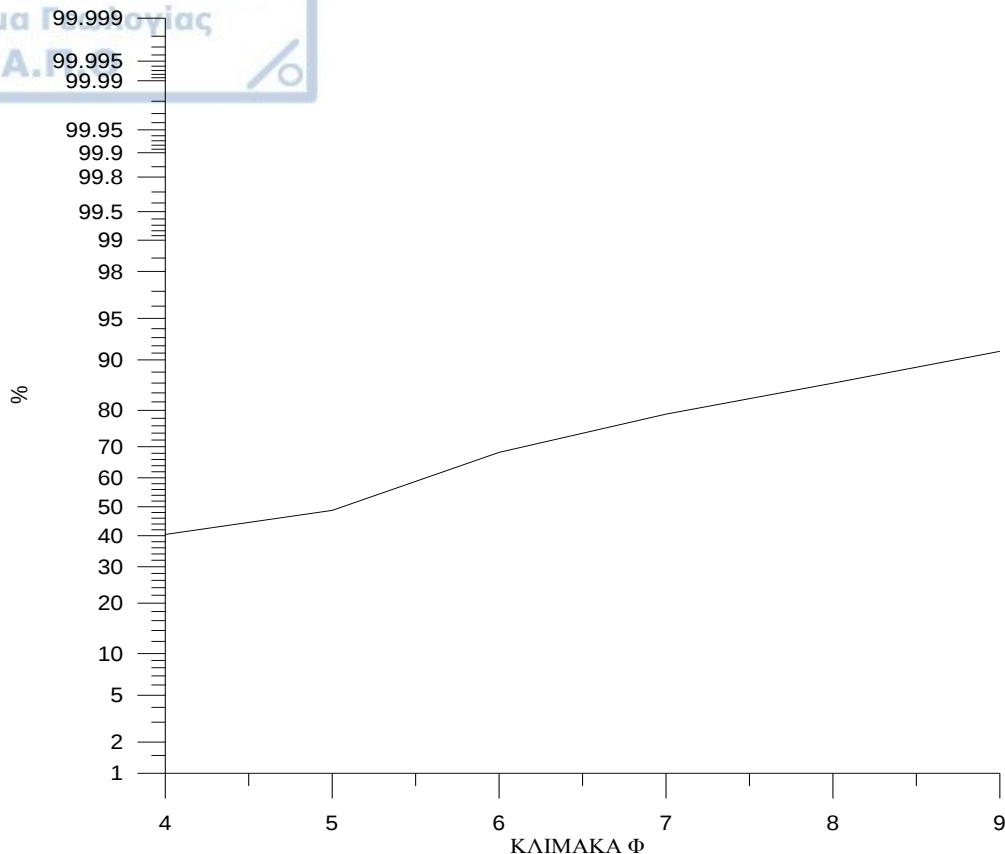
Διάγραμμα λογαριθμικής κλίμακας ποσοστού επί τοις 100 για τα χονδρότερα υλικά της αργίλου και της κλίμακας Φ των κοσκίνων του δείγματος ΠΚ7

Αντίθετα τα δείγματα ΠΚ2, ΠΚ3 και ΠΚ6 έδωσαν πολύ λίγα γραμμάρια για ανάλυση αργίλου οπότε και επαναλήφθηκε η αρχική διαδικασία (κοσκίνισμα σε νεροκόσκινο, στέγνωμα, ζύγισμα) με δείγμα μεγαλύτερου αρχικού βάρους και κατόπιν ακολουθήθηκε η μέθοδος Multipipette (Αλμπανάκης, 2011) που περιγράφηκε παραπάνω.

Αναλυτικά για το κάθε δείγμα έχουμε τα εξής.

Για το ΠΚ2:

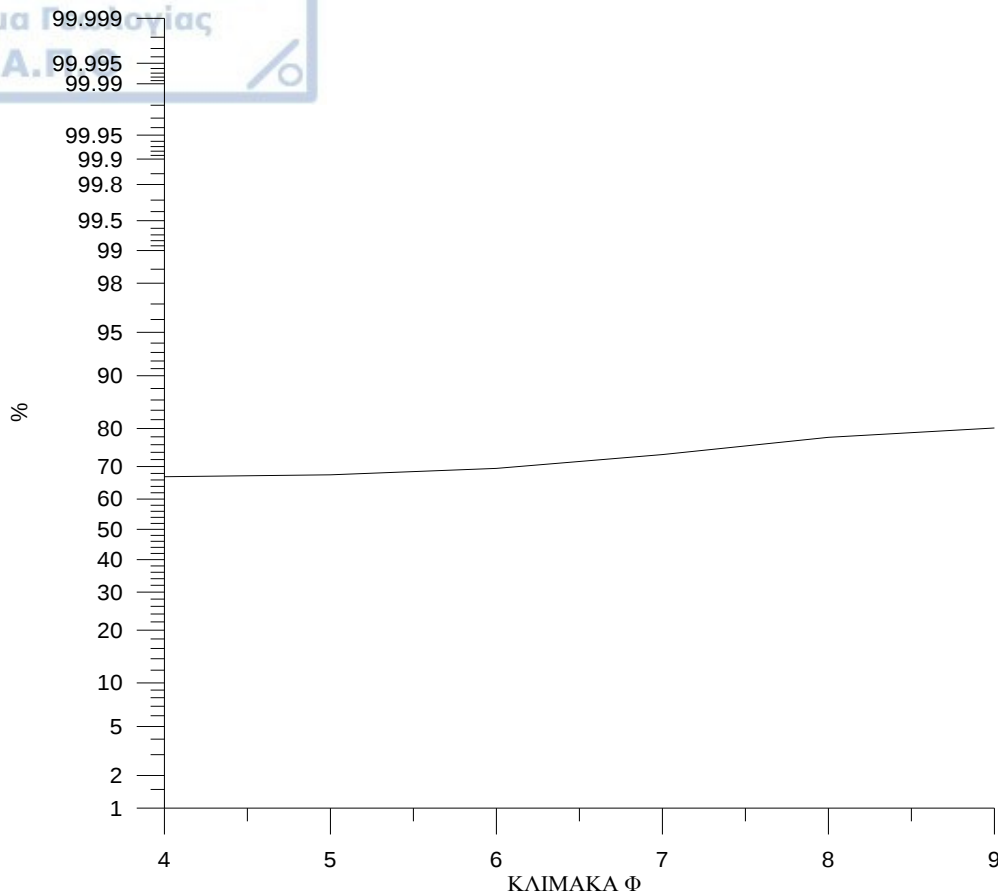
Ανάλυση Αργίλου	Δείγματος	ΠΚ2	Μέθοδος :	Multipipette (Αλμπανάκης)						
Αρχικό βάρος	19,53 grams		Κύλινδρος	161 ml νερού						
Βάρος > 4Φ	16,03 grams		Θερμοκρασία	25 °C						
Βάρος < 4Φ	3,50 grams		Προστέθηκαν	2 ml Calgon			Τα grms ιζήματος που περιέχονται σε 2 ml:		0,0435	
Φ	Βάρος δοχείου (grams)	Μικτό βάρος δοχείου + δείγματος (grams)	Καθαρό βάρος δείγματος (grams)	Χρόνος λήψης δείγματος		Βάθος (cm)	Calgon	Καθαρό βάρος χωρίς calgon (grms)	% Βάρος Λεπτόκοκκα αργίλου	% Βάρος Χονδρότερα αργίλου
				min	sec					
4	26,5610	26,5880	0,0270		15	6,0	0,0011	0,0259	59,570	40,430
5	26,5263	26,5497	0,0234		58	5,7	0,0011	0,0223	51,290	48,710
6	26,1452	26,1601	0,0149	3	40	5,4	0,0011	0,0138	31,740	68,260
7	26,2293	26,2395	0,0102	13	54	5,1	0,0011	0,0091	20,930	79,070
8	25,9821	25,9893	0,0072	32	42	3,0	0,0011	0,0061	14,030	85,970
9	26,1390	26,1439	0,0049	34	53	0,8	0,0011	0,0038	8,740	91,260



Διάγραμμα λογαριθμικής κλίμακας ποσοστού επί τοις 100 για τα χονδρότερα υλικά της αργίλου και της κλίμακας Φ των κοσκίνων του δείγματος PK2

Για το PK3:

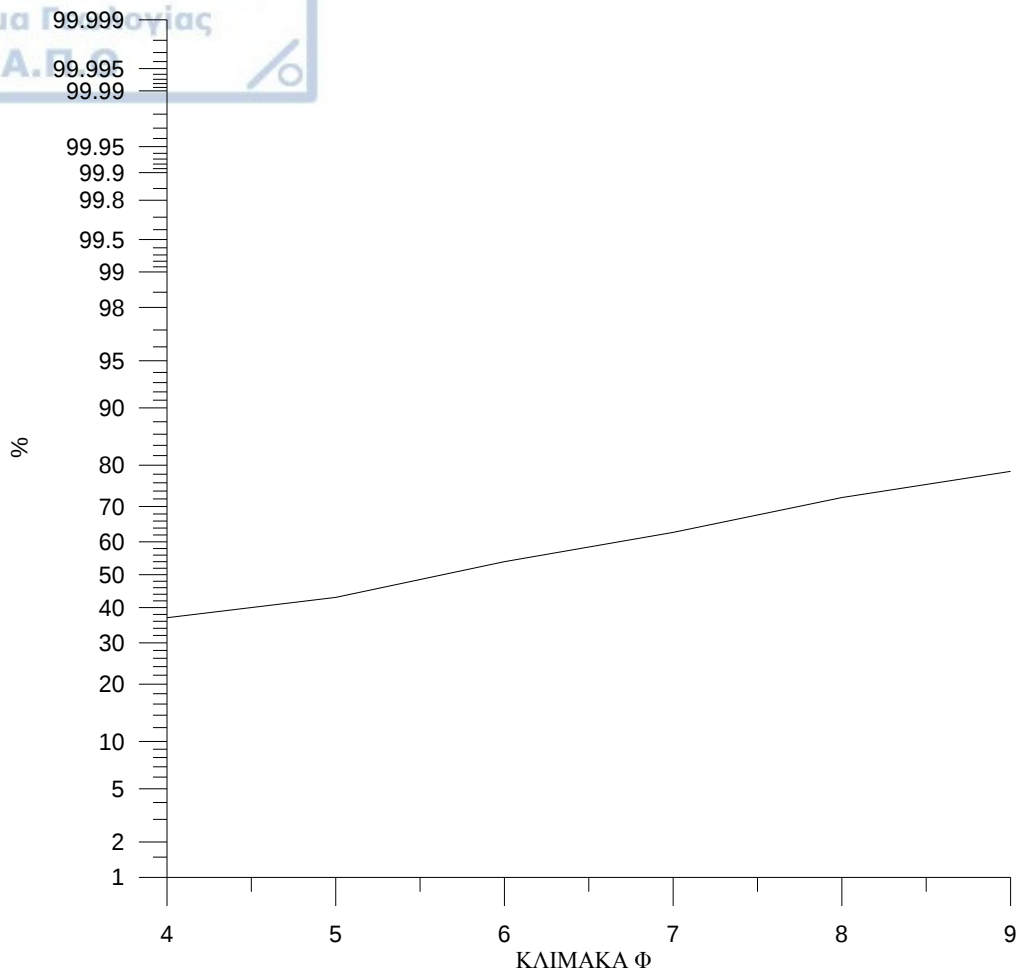
Ανάλυση Αργίλου	Δείγματος	PK3	Μέθοδος :	Multipipette (Αλμπανάκη)						
Αρχικό βάρος	21,30	grams	Κύλινδρος	161 ml νερού						
Βάρος > 4Φ	14,13	grams	Θερμοκρασία	25 °C						
Βάρος < 4Φ	7,17	grams	Προστέθηκαν	2 ml Calgon		Τα grms ιζήματος που περιέχονται σε 2 ml:				0,0891
Φ	Βάρος δοχείου (grams)	Μικτό βάρος δοχείου + δείγματος (grams)	Καθαρό βάρος δείγματος (grams)	Χρόνος λήψης δείγματος		Βάθος (cm)	Calgon	Καθαρό βάρος χωρίς calgon (grams)	% Βάρος Λεπτόκοκκα αργίλου	% Βάρος Χονδρότερα αργίλου
				min	sec					
4	26,3953	26,4258	0,0305		15	6,0	0,0011	0,0294	33,008	66,992
5	25,9579	25,9879	0,0300		58	5,7	0,0011	0,0289	32,447	67,553
6	26,4386	26,4669	0,0283	3	40	5,4	0,0011	0,0272	30,538	69,462
7	26,5199	26,5447	0,0248	13	54	5,1	0,0011	0,0237	26,609	73,391
8	26,3721	26,3929	0,0208	32	42	3,0	0,0011	0,0197	22,118	77,882
9	26,1970	26,2158	0,0188	34	53	0,8	0,0011	0,0177	19,872	80,128



Διάγραμμα λογαριθμικής κλίμακας ποσοστού επί τοις 100 για τα χονδρότερα υλικά της αργίλου και της κλίμακας Φ των κοσκίνων του δείγματος PK3

Για το PK6:

Ανάλυση Αργίλου	Δείγματος	PK6	Μέθοδος :	Multipipette (Αλμπανάκη)						
Αρχικό βάρος	22,44	grams	Κύλινδρος	161 ml νερού						
Βάρος > 4Φ	19,50	grams	Θερμοκρασία	25 °C						
Βάρος < 4Φ	2,94	grams	Προστέθηκαν	2 ml Calgon	Τα grms ιζήματος που περιέχονται σε 2 ml:				0,0365	
Φ	Βάρος δοχείου (grams)	Μικτό βάρος δοχείου + δείγματος (grams)	Καθαρό βάρος δείγματος (grams)	Χρόνος λήψης δείγματος		Βάθος (cm)	Calgon	Καθαρό βάρος χωρίς calgon	% Βάρος Λεπτόκοκκα αργίλου	% Βάρος Χονδρότερα αργίλου
				min	sec					
4	19,7496	19,7737	0,0241		15	6,0	0,0011	0,0230	62,976	37,024
5	19,0461	19,0680	0,0219		58	5,7	0,0011	0,0208	56,952	43,048
6	19,7885	19,8064	0,0179	3	40	5,4	0,0011	0,0168	46,000	54,000
7	20,0830	20,0977	0,0147	13	54	5,1	0,0011	0,0136	37,238	62,762
8	19,9025	19,9137	0,0112	32	42	3,0	0,0011	0,0101	27,655	72,345
9	19,4495	19,4584	0,0089	34	53	0,8	0,0011	0,0078	21,357	78,643



Διάγραμμα λογαριθμικής κλίμακας ποσοστού επί τοις 100 για τα χονδρότερα υλικά της αργίλου και της κλίμακας Φ των κοσκίνων του δείγματος ΠΚ6

Για την ανάλυση με κόσκινα των δειγμάτων ΠΚ2, ΠΚ3, ΠΚ4, ΠΚ5, ΠΚ6 και ΠΚ7 σε ιλύ (άμμο) πάρθηκε ένα μέρος μετά από τετραμερισμό του καθενός αφού είχε προηγηθεί κοσκίνισμα σε νεροκόσκινο διαμέτρου μεγαλύτερο από 4Φ, στέγνωμα για 2 μέρες στο φούρνο στους 95°C και ζύγισμα του βάρους.

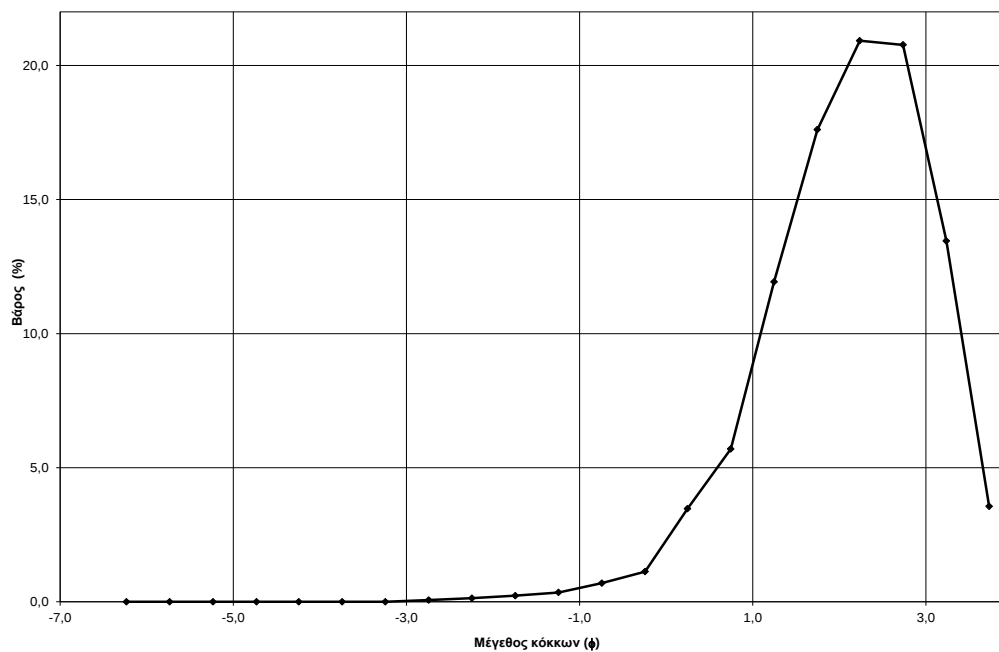
Αναλυτικά για το καθένα έχουμε τα εξής:



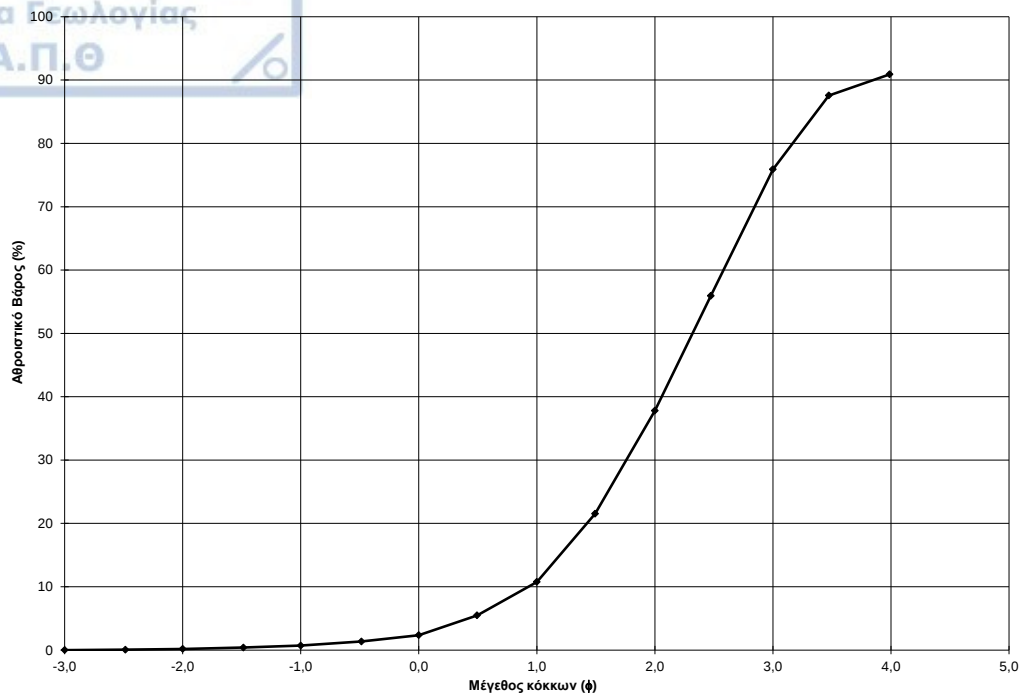
Ανάλυση χονδρόκοκκου δείγματος ΠΚ2			
Περιοχή	Πικρολίμνη		
Αρχικό βάρος	176,55 grms		
Μέγεθος Φ (κόσκινου)	Καθαρό βάρος στο κόσκινο(grms)	Αθροιστικό βάρος (grms)	Αθροιστικό επι τοις 100 βάρος (%)
-2	0,38	0,38	0,22
-1	0,98	1,36	0,77
0	3,17	4,53	2,57
1	16,77	21,30	12,09
2	51,80	73,10	41,48
3	63,54	136,64	77,53
4	10,65	147,29	83,57
Τελικός δίσκος	28,95	176,24	100,00
Αθροιστικό βάρος όλων των κλασμάτων	176,24	grms	

Τα αποτελέσματα εισήχθησαν στο πρόγραμμα Gradistat και έδωσαν πως το δείγμα μας είναι χαλικοαμμώδες (Λεπτοχαλικώδες - Μεσόκοκκη Άμμος) καθώς και τα εξής αποτελέσματα σχετικά με το γραφικό μέσο όρο, τη γραφική σταθερή απόκλιση (σ), τη γραφική λοξότητα (sk) και τη γραφική κύρτωση (ku) (Ψιλοβίκος Α, 2010):

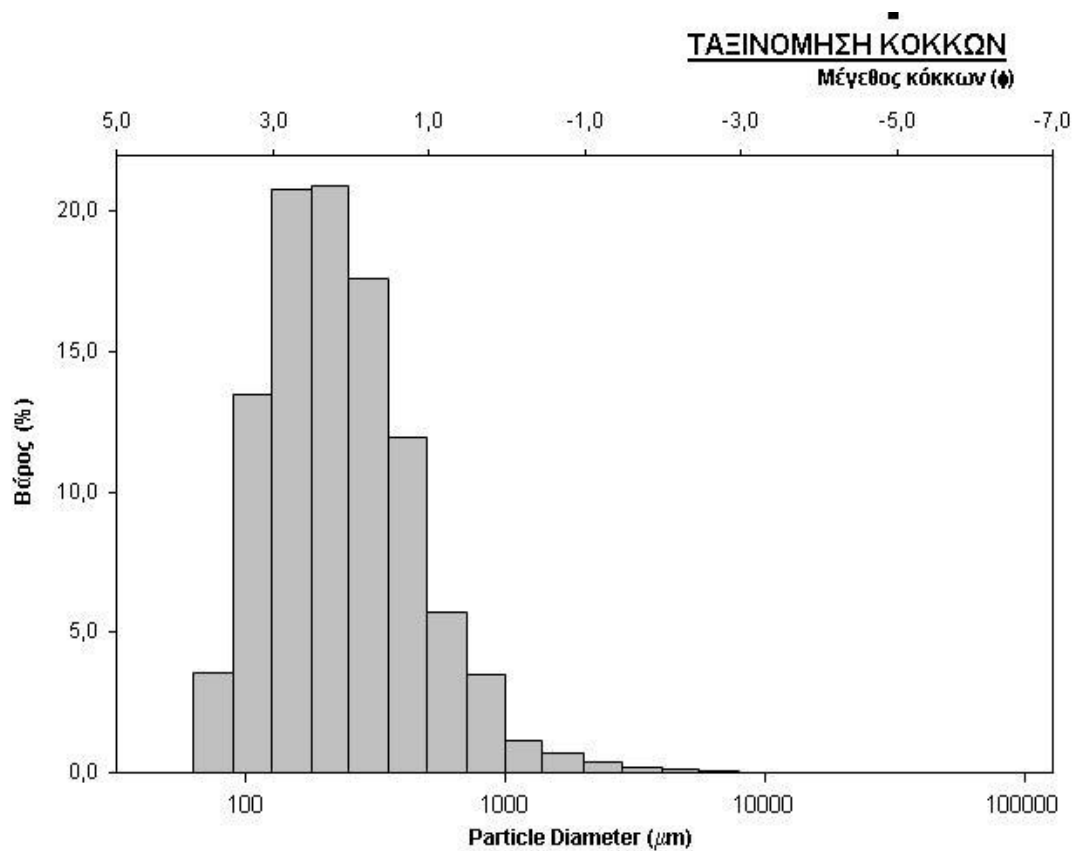
ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: ΠΚ2			ΑΝΑΛΥΤΗΣ & ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ,			
ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: Unimodal, Κακή Ταξινόμηση			TEXTURAL GROUP: Ελαφρώς Χαλικοασμώδες			
ΟΝΟΜΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ: Ελαφρώς Πολύ Λεπτοκοκκοχαλικώδες Λεπτόκοκκη Άμμος						
	μm	φ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΟΚΚΩΝ			
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 1:	215,0	2,237	ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,7%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 8,4%		
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 2:			ΑΜΜΟΣ: 90,2%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 27,1%		
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 3:			ΠΗΛΙΤΕΣ: 9,1%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 38,1%		
D ₁₀ :	69,36	0,928		ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 15,0%		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ή D ₅₀ :	200,4	2,319	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,5%		
D ₉₀ :	525,7	3,850	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,5%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	7,579	4,150	ΜΕΣΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,5%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	456,3	2,922	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,2%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,5%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,592	1,858	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,5%	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,5%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	202,3	1,374	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 1,6%	ΑΡΤΙΛΛΟΣ: 1,5%		
			ΜΕΘΟΔΟΣ FOLK & WARD			
			ΜΕΘΟΔΟΣ OF MOMENTS			
	Αριθμητική	Γεωμετρική	Λογαριθμική			
	μm	μm	φ			
($\bar{x}$) ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ :	288,9	172,3	2,537	203,6	2,296	Λεπτόκοκκη Άμμος
ΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (ταξινόμηση) (σ):	372,5	3,206	1,681	2,526	1,337	Κακή Ταξινόμηση
ΓΡΑΦΙΚΗ ΛΟΞΟΤΗΤΑ (Sk):	7,704	-1,298	1,298	-0,130	0,130	Θετική Λοξότητα
ΓΡΑΦΙΚΗ ΚΥΡΤΩΣΗ (K):	96,95	5,207	5,207	1,604	1,604	Πολύ Λεπτόκυρτη



Καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ2



Λογαριθμική καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ2



Διάγραμμα ταξινόμησης κόκκων δείγματος ΠΚ2

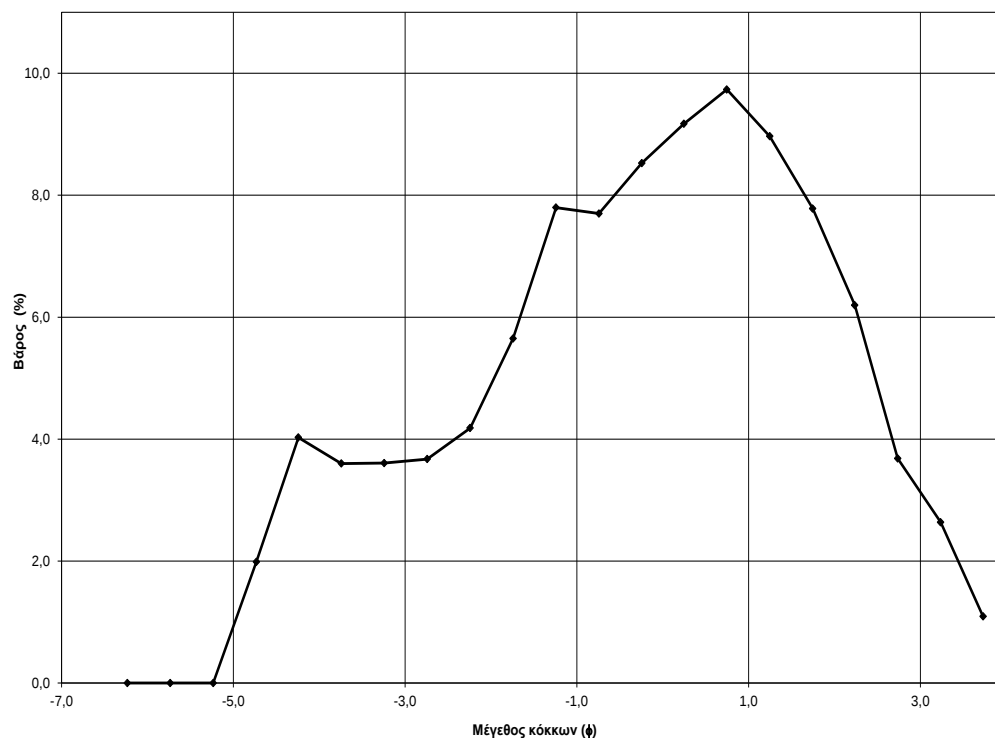
Για το ΠΚ3

Ανάλυση χονδρόκοκκου δείγματος ΠΚ3			
Περιοχή	Πικρολίμνη		
Αρχικό βάρος	199,15 grms		
Μέγεθος Φ (κόσκινου)	Καθαρό βάρος στο κόσκινο(grms)	Αθροιστικό βάρος (grms)	Αθροιστικό επι τοις 100 βάρος (%)
-4	12,26	12,26	6,17
-3	10,98	23,24	11,69
-2	12,73	35,97	18,09
-1	23,74	59,71	30,04
0	25,96	85,67	43,09
1	30,89	116,56	58,63
2	24,69	141,25	71,05
3	12,15	153,40	77,16
4	3,52	156,92	78,93
Τελικός δίσκος	41,88	198,80	100,00
Αθροιστικό βάρος όλων των κλασμάτων	198,80	grms	

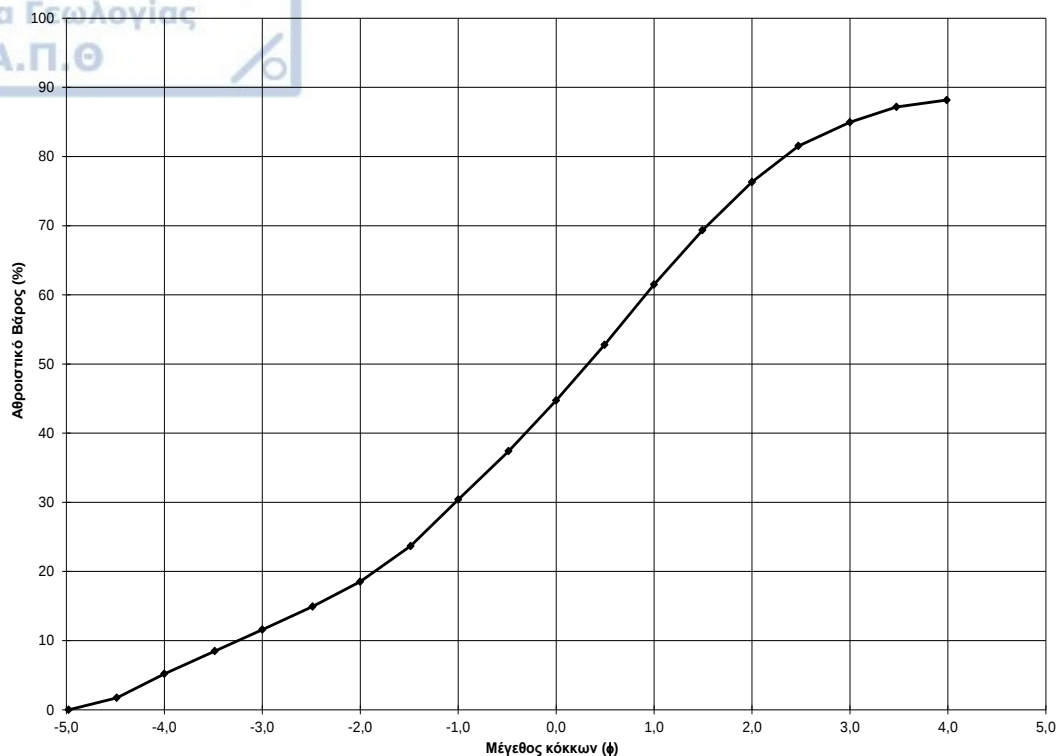
Τα αποτελέσματα εισήχθησαν στο πρόγραμμα Gradistat και έδωσαν πως το δείγμα μας είναι πολύμικτο, κακής ταξινόμησης, που περιλαμβάνει χονδρόκοκκα υλικά (κροκάλες-χαλίκια), άμμο και ιλύ καθώς και τα εξής αποτελέσματα σχετικά με το γραφικό μέσο όρο, τη γραφική σταθερή απόκλιση (σ), τη γραφική λοξότητα (sk) και τη γραφική κύρτωση (ku) (Ψιλοβίκος Α, 2010):

Στατιστικά Δείγματος			ΑΝΑΛΥΤΗΣ & ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :	
ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: ΠΚ3				
ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: Trimodal, Πολύ Κακή Ταξινόμηση			TEXTURAL GROUP: Πηλοσπασμοχαλικώδες	
ΟΝΟΜΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ: Πολύ Χονδροκοκκώδες Αμμώδες Πολύ Λεπτόκοκκες Κροκάλες - Χαλίκια				
	μm	φ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΟΚΚΩΝ	
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 1:	605,0	0,747	ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 30,4%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 16,8%
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 2:	2400,0	-1,243	ΑΜΜΟΣ: 57,8%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 14,8%
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 3:	19200,0	-4,243	ΠΗΛΙΤΕΣ: 11,8%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 8,6%
D ₁₀ :	40,96	-3,247		ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 3,2%
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ή D ₅₀ :	799,0	0,324	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 2,0%
D ₉₀ :	9495,9	4,610	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 5,2%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 2,0%
(D ₉₀ / D ₁₀):	231,8	-1,420	ΜΕΣΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 6,4%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 2,0%
(D ₉₀ - D ₁₀):	9455,0	7,857	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 6,9%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 2,0%
(D ₇₅ / D ₂₅):	9,806	-1,370	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 11,9%	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 2,0%
(D ₇₅ - D ₂₅):	2353,1	3,294	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 14,4%	ΑΡΓΙΛΛΟΣ: 2,0%

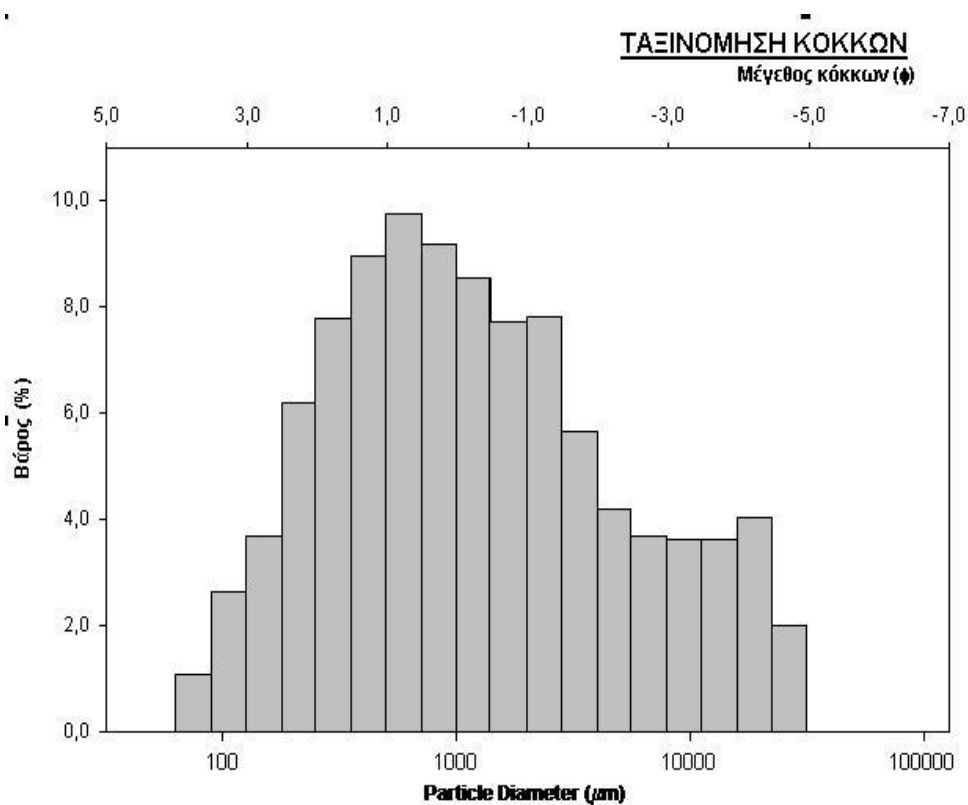
	METHOD OF MOMENTS			ΜΕΘΟΔΟΣ FOLK & WARD		
	Αριθμητική μm	Γεωμετρική μm	Λογαριθμική φ	Γεωμετρική μm	Λογαριθμική φ	Περιγραφή
($\bar{x}$) ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ :	3019,4	667,3	0,584	824,4	0,279	Χονδροκοκκή Άμμος
ΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (ταξινόμηση) (σ):	5379,9	8,240	3,043	7,280	2,864	Πολύ Κακή Ταξινόμηση
ΓΡΑΦΙΚΗ ΛΟΞΟΤΗΤΑ (Sk):	2,713	-0,654	0,654	-0,066	0,066	Συμμετρική Λοξότητα
ΓΡΑΦΙΚΗ ΚΥΡΤΩΣΗ (K):	10,22	3,067	3,067	1,286	1,286	Λεπτόκυρτη



Καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ3



Λογαριθμική καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ3



Διάγραμμα ταξινόμησης κόκκων δείγματος ΠΚ3

Για το ΠΚ4:

Ανάλυση χονδρόκοκκου δείγματος			ΠΚ4
Περιοχή	Πικρολίμνη		
Αρχικό βάρος	188,17 grms		
Μέγεθος Φ (κόσκινου)	Καθαρό βάρος στο κόσκινο(grms)	Αθροιστικό βάρος (grms)	Αθροιστικό επι τοις 100 βάρος (%)
-3	6,08	6,08	3,23
-2	11,72	17,80	9,46
-1	9,60	27,40	14,57
0	12,96	40,36	21,46
1	25,67	66,03	35,10
2	51,67	117,70	62,57
3	30,98	148,68	79,04
4	10,32	159,00	84,53
Τελικός δίσκος	29,11	188,11	100,00
Αθροιστικό βάρος όλων των	188,11	grms	

Τα αποτελέσματα εισήχθησαν στο πρόγραμμα Gradistat και έδωσαν πως το δείγμα μας είναι χαλικοαμμώδες (Λεπτοχαλικώδες - Μεσόκοκκη Άμμος) καθώς και τα εξής αποτελέσματα σχετικά με το γραφικό μέσο όρο, τη γραφική σταθερή απόκλιση (σ), τη γραφική λοξότητα (sk) και τη γραφική κύρτωση (ku) (Ψιλοβίκος Α, 2010):



Στατιστικά Δείγματος

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: ΠΚ4

ΑΝΑΛΥΤΗΣ & ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ,

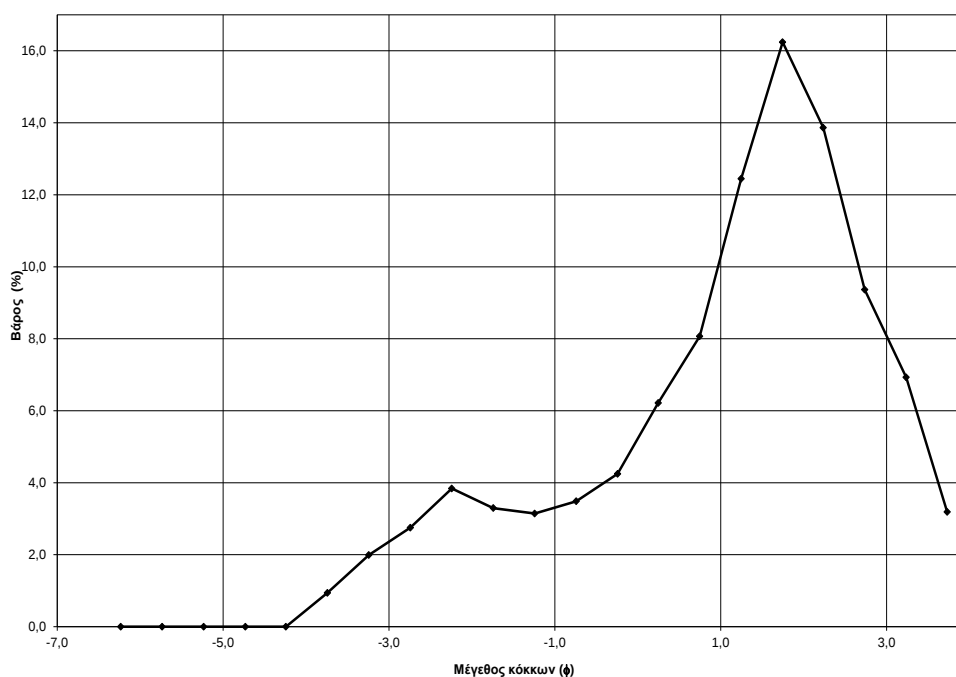
ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: Bimodal, Πολύ Κακή Ταξινόμηση

TEXTURAL GROUP: Χαλικοσαμμίδες

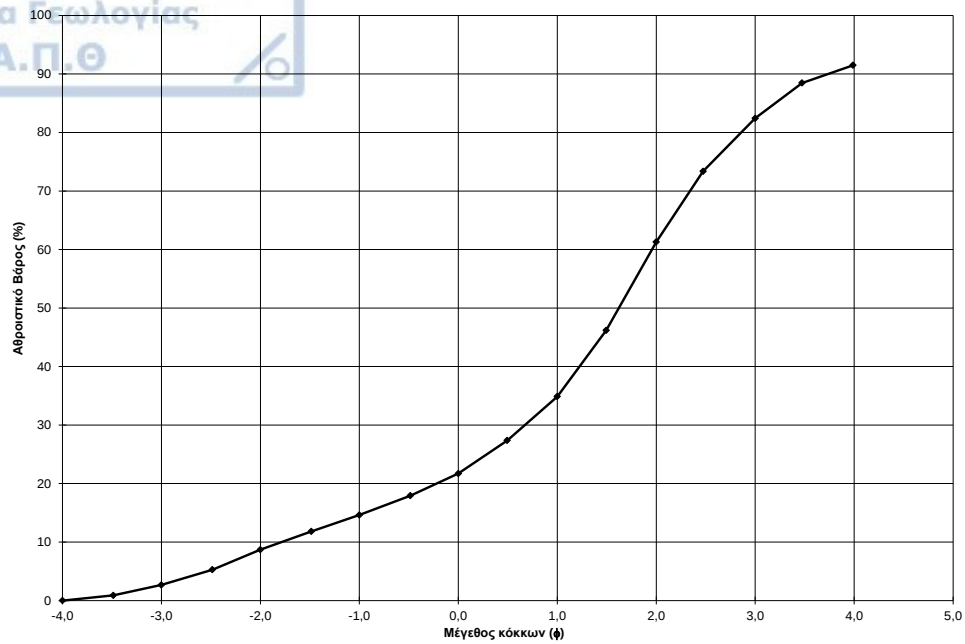
ΟΝΟΜΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ: Λεπτοκοκκοχαλικάδες Μεσόκοκκη Άμμος

	μm	φ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΟΚΚΩΝ	
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 1:	302,5	1,747	ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 14,6%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 13,2%
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 2:	4800,0	-2,243	ΑΜΜΟΣ: 76,9%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 26,4%
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 3:			ΠΗΛΙΤΕΣ: 8,5%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 21,1%
D ₁₀ :	75,10	-1,785		ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 9,1%
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ή D ₅₀ :	324,8	1,622	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,4%
D ₉₀ :	3446,1	3,735	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,4%
(D ₉₀ / D ₁₀):	45,88	-2,092	ΜΕΣΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 2,7%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,4%
(D ₉₀ - D ₁₀):	3371,0	5,520	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 6,0%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,4%
(D ₇₅ / D ₂₅):	4,860	8,927	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 5,9%	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,4%
(D ₇₅ - D ₂₅):	650,6	2,281	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 7,1%	ΑΡΓΙΛΛΟΣ: 1,4%

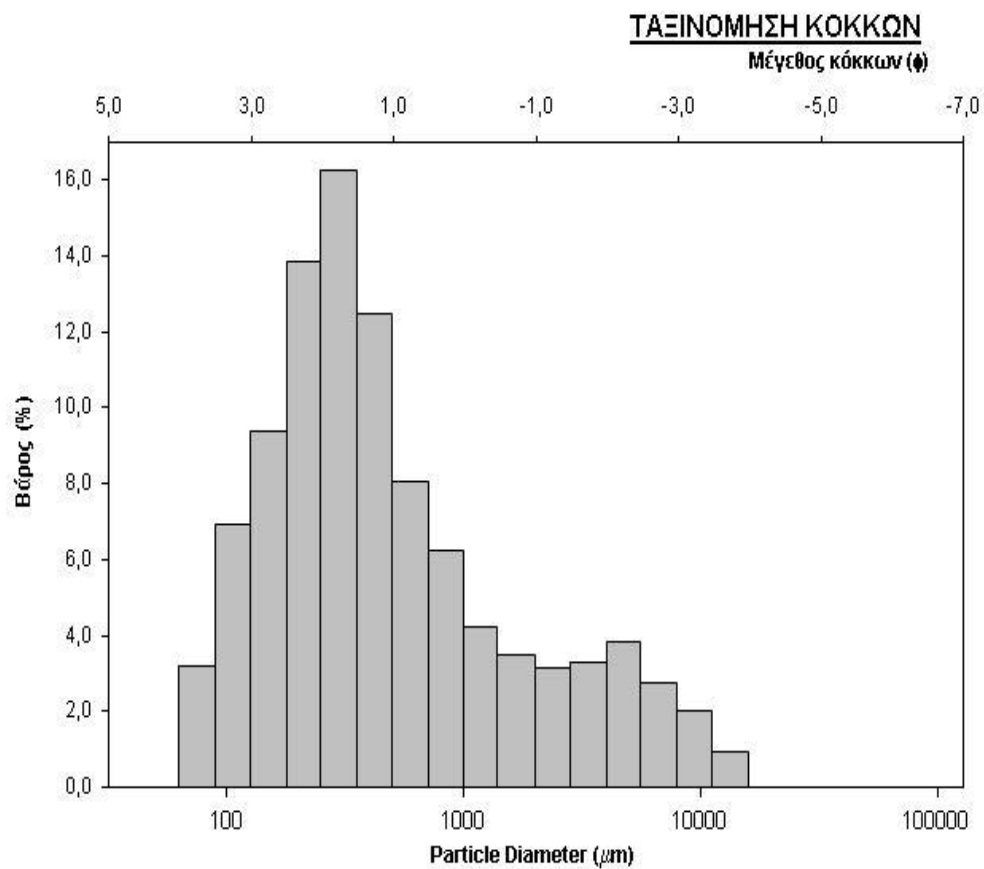
	METHOD OF MOMENTS			ΜΕΘΟΔΟΣ FOLK & WARD		
	Αριθμητική	Γεωμετρική	Λογαριθμική	Γεωμετρική	Λογαριθμική	Περιγραφή
	μm	μm	φ	μm	φ	
($\bar{x}$) ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ :	1147,1	345,1	1,535	400,5	1,320	Μεσόκοκκη Άμμος
ΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (ταξινόμηση) (σ):	2178,1	5,206	2,380	4,649	2,217	Πολύ Κακή Ταξινόμηση
ΓΡΑΦΙΚΗ ΛΟΞΟΤΗΤΑ (sk):	3,304	-0,377	0,377	0,124	-0,124	Αρνητική Λοξότητα
ΓΡΑΦΙΚΗ ΚΥΡΤΩΣΗ (K):	15,05	3,602	3,602	1,470	1,470	Λεπτόκυρτη



Καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ4



Λογαριθμική καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ4



Διάγραμμα ταξινόμησης κόκκων δείγματος ΠΚ4

Για το PK5

Ανάλυση χονδροκόκκου δείγματος			PK5
Περιοχή	Πικρολίμνη		
Αρχικό βάρος	160,46	grms	
Μέγεθος Φ (κόσκινου)	Καθαρό βάρος στο κόσκινο(grms)	Αθροιστικό βάρος (grms)	Αθροιστικό επι τοις 100 βάρος (%)
-3	15,46	15,46	9,65
-2	4,58	20,04	12,50
-1	5,85	25,89	16,15
0	7,19	33,08	20,64
1	10,90	43,98	27,44
2	16,32	60,30	37,62
3	21,55	81,85	51,07
4	7,56	89,41	55,78
Τελικός δίσκος	70,87	160,28	100,00
Αθροιστικό βάρος όλων των κλασμάτων	160,28	grms	

Τα αποτελέσματα εισήχθησαν στο πρόγραμμα Gradistat και έδωσαν πως το δείγμα μας είναι πολύμικτο, κακής ταξινόμησης (Μεσοχαλικώδες-Χονδροκοκκοϊλώδες- Λεπτόκοκκη Άμμος) και τα εξής αποτελέσματα σχετικά με το γραφικό μέσο όρο, τη γραφική σταθερή απόκλιση (σ), τη γραφική λοξότητα (sk) και τη γραφική κύρτωση (ku) (Ψιλοβίκος Α, 2010):

Στατιστικά Δείγματος

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: ΠΚ5

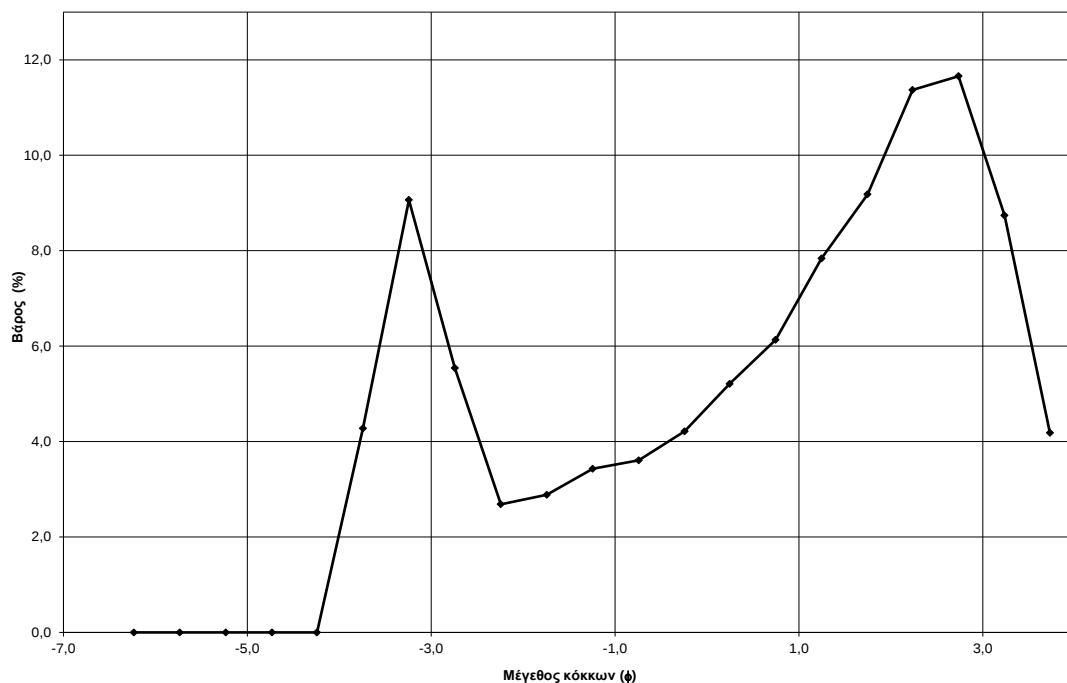
ΑΝΑΛΥΤΗΣ & ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ,

ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: Bimodal, Πολύ Κακή Ταξινόμηση

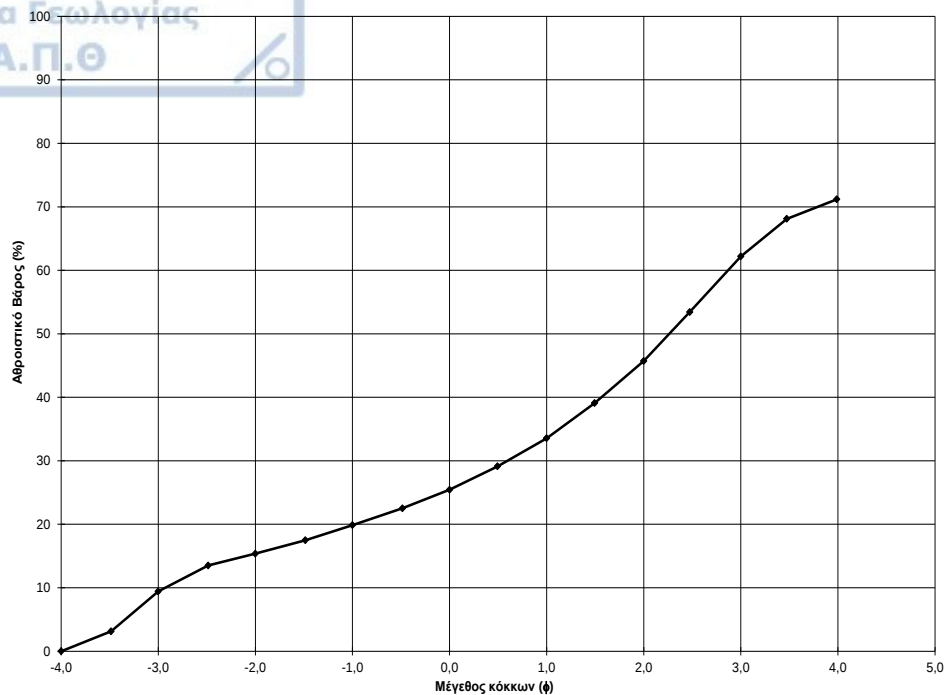
TEXTURAL GROUP: Χαλικοπηλτοσαμμίδες

ΟΝΟΜΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ: Μεσοκοκκοχαλικώδες Χονδροκοκκοίλυδες Λεπτόκοκκη Άμμος

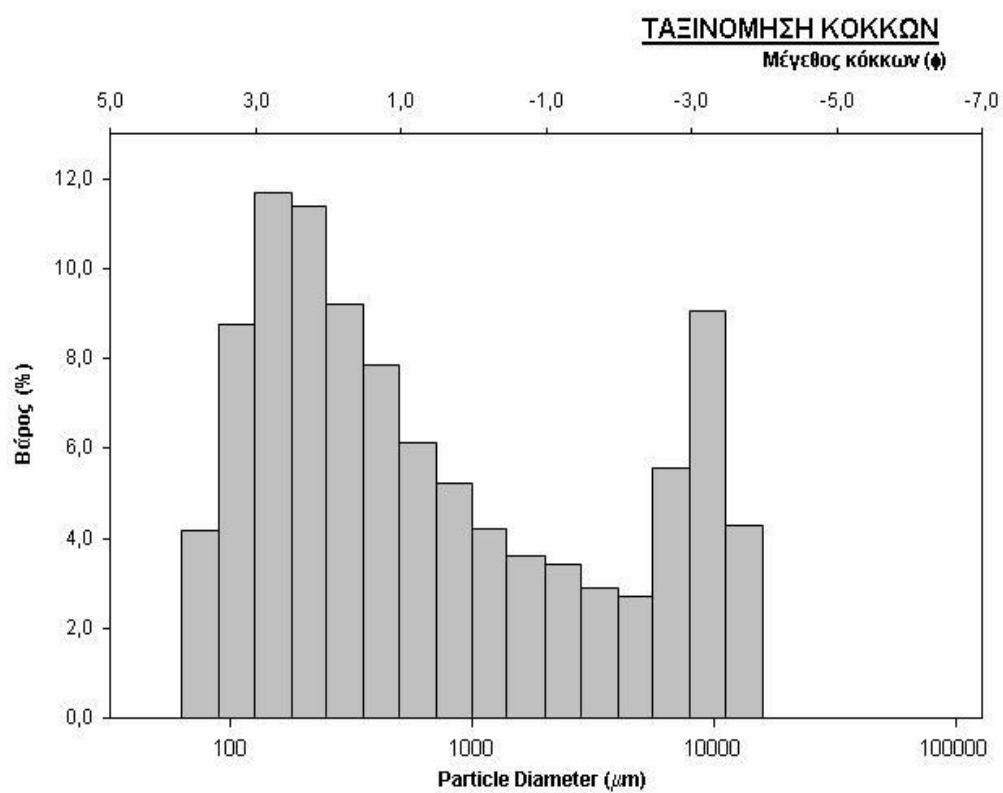
	μm	φ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΟΚΚΩΝ			
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 1:	152,5	2,737	ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 19,9%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 8,1%		
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 2:	9600,0	-3,243	ΑΜΜΟΣ: 51,4%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 12,2%		
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 3:			ΠΗΛΙΤΕΣ: 28,8%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 16,5%		
D ₁₀ :	10,25	-2,928		ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 9,0%		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ή D ₅₀ :	208,3	2,263	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 4,8%		
D ₉₀ :	7610,8	6,608	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 4,8%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	742,4	-2,257	ΜΕΣΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 9,4%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 4,8%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	7600,6	9,536	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 5,9%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 4,8%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	24,14	-61,564	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 4,5%	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 4,8%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	1008,6	4,594	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 5,6%	ΑΡΓΙΛΛΟΣ: 4,8%		
			METHOD OF MOMENTS			
			Αριθμητική	Γεωμετρική	Λογαριθμική	
			μm	μm	φ	
($\bar{x}$) ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ :	1756,7	190,4	2,393	239,3	2,063	Λεπτόκοκκη Άμμος
ΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (ταξινόμηση) (σ):	3376,7	11,48	3,521	11,45	3,518	Πολύ Κακή Ταξινόμηση
ΓΡΑΦΙΚΗ ΛΟΞΟΤΗΤΑ (Sk):	2,219	0,054	-0,054	0,066	-0,066	Συμμετρική Λοξότητα
ΓΡΑΦΙΚΗ ΚΥΡΤΩΣΗ (K):	6,840	1,886	1,886	0,950	0,950	Μεσόκυρτη



Καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ5



Λογαριθμική καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ5



Διάγραμμα ταξινόμησης κόκκων δείγματος ΠΚ5

Για το ΠΚ6

Ανάλυση χονδρόκοκκου δείγματος			ΠΚ6
Περιοχή	Πικρολίμνη		
Αρχικό βάρος	140,88 grms		
Μέγεθος Φ (κόσκινου)	Καθαρό βάρος στο κόσκινο(grms)	Αθροιστικό βάρος (grms)	Αθροιστικό επι τοις 100 βάρος (%)
-4	11,38	11,38	8,08
-3	8,26	19,64	13,94
-2	9,60	29,24	20,76
-1	11,31	40,55	28,79
0	12,29	52,84	37,52
1	16,68	69,52	49,36
2	24,52	94,04	66,77
3	17,94	111,98	79,50
4	7,53	119,51	84,85
Τελικός δίσκος	21,34	140,85	100,00
Αθροιστικό βάρος όλων	140,85	grms	

Τα αποτελέσματα εισήχθησαν στο πρόγραμμα Gradistat και έδωσαν πως το δείγμα μας είναι κακής ταξινόμησης (Πολύ Λεπτοχαλικώδες- Χονδροκοκκοϊλώδες- Μεσόκοκκη Άμμος) καθώς και τα εξής αποτελέσματα σχετικά με το γραφικό μέσο όρο, τη γραφική σταθερή απόκλιση (σ), τη γραφική λοξότητα (sk) και τη γραφική κύρτωση (ku) (Ψιλοβίκος Α, 2010):



Στατιστικά Δείγματα

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: ΠΚ6

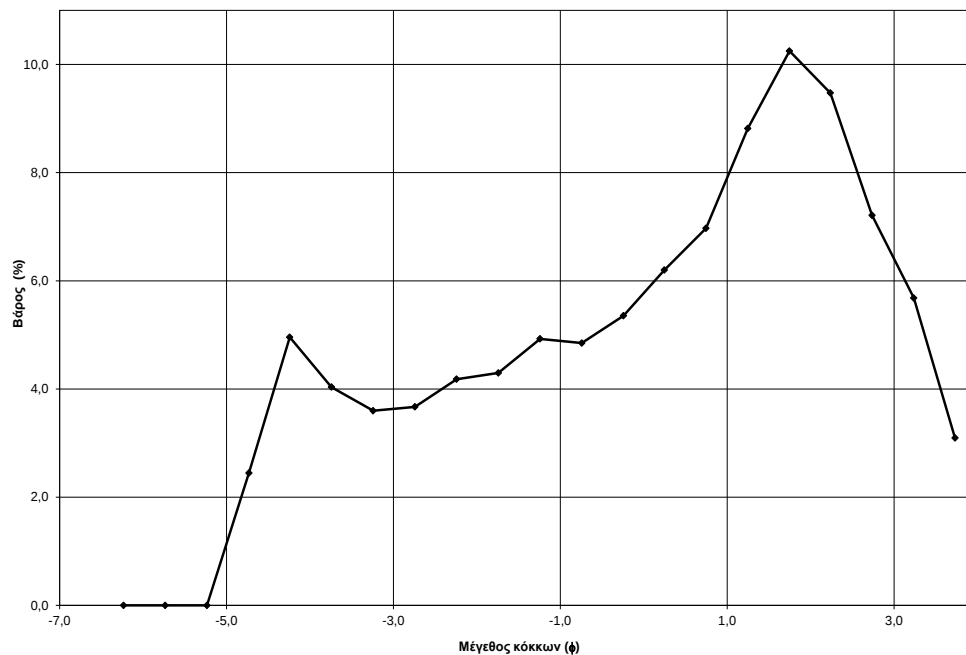
ΑΝΑΛΥΤΗΣ & ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ,

ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: Trimodal, Πολύ Κακή Ταξινόμηση

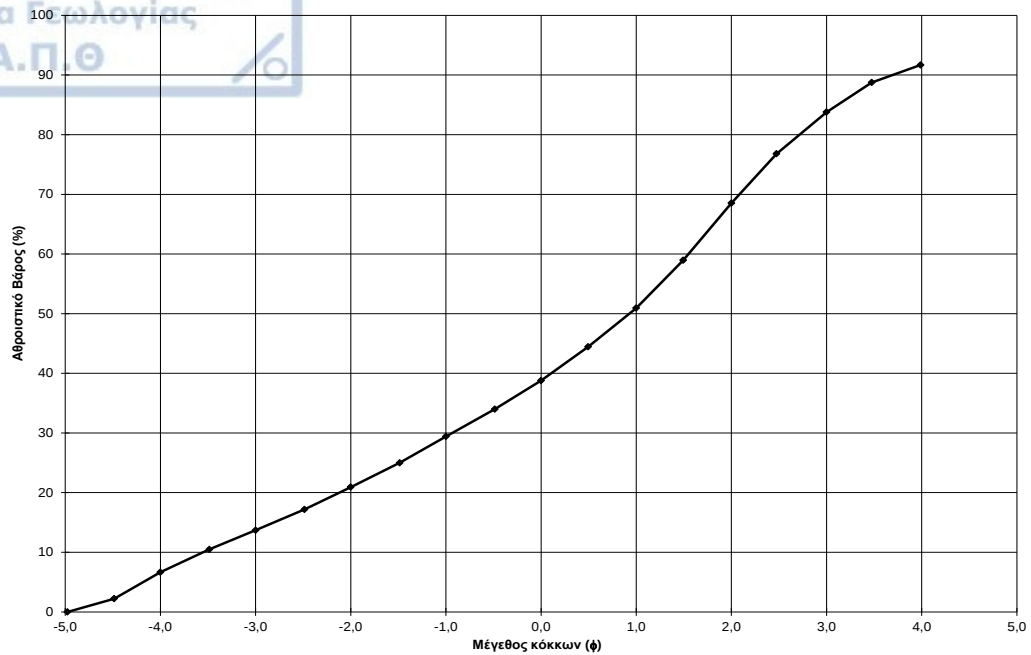
TEXTURAL GROUP: Χαλικοπηλαιοαμύδες

ΟΝΟΜΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ: Πολύ Λεπτοκοκκοχαλικώδες Χονδροκοκκοαίωδες Μεσάκοκκη Άμμος

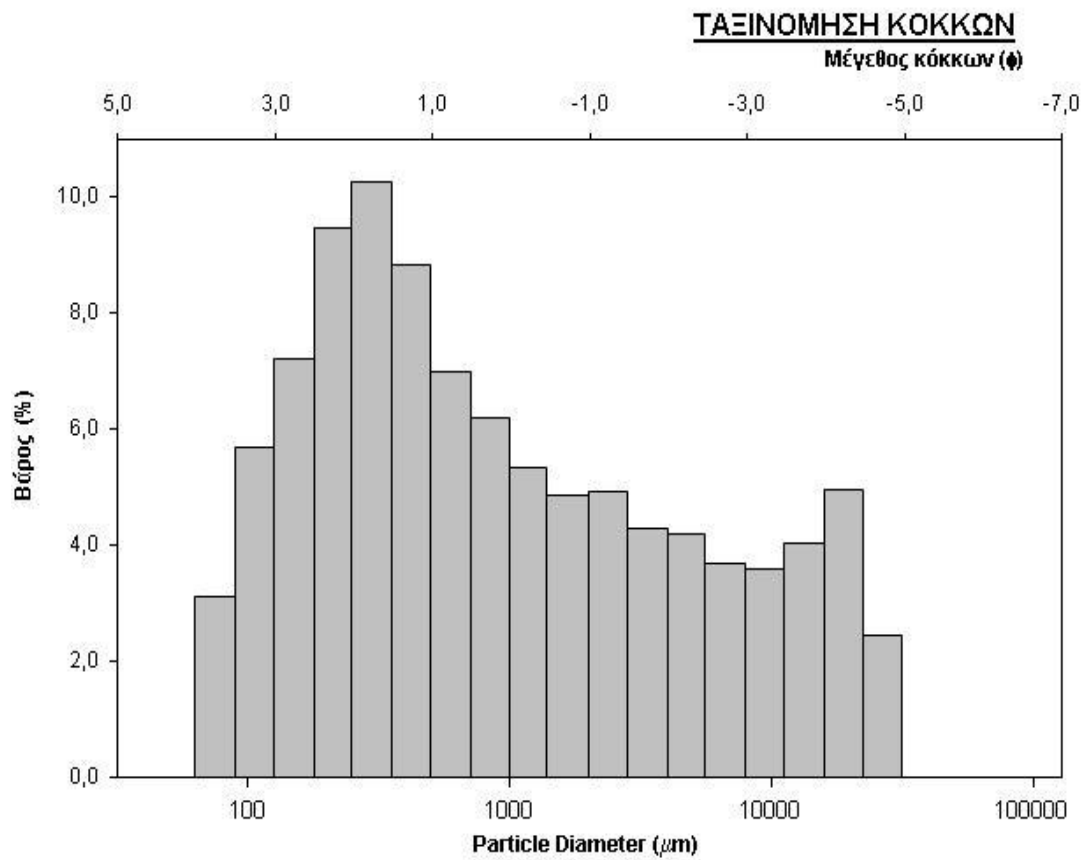
	μm	ϕ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΟΚΚΩΝ			
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 1:	302,5	1,747	ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 29,4%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 12,1%		
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 2:	19200,0	-4,243	ΑΜΜΟΣ: 62,3%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 17,6%		
ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 3:	2400,0	-1,243	ΠΗΛΙΤΕΣ: 8,3%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 15,3%		
D_{10} :	77,30	-3,550		ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 7,9%		
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ή D_{50} :	525,9	0,927	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,4%		
D_{90} :	11711,9	3,693	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 6,7%	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,4%		
(D_{90} / D_{10}) :	151,5	-1,040	ΜΕΣΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 7,0%	ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,4%		
$(D_{90} - D_{10})$:	11634,6	7,243	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 7,2%	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,4%		
(D_{75} / D_{25}) :	14,48	-1,597	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 8,5%	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 1,4%		
$(D_{75} - D_{25})$:	2605,6	3,856	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 9,4%	ΑΡΓΙΛΛΟΣ: 1,4%		
	METHOD OF MOMENTS		ΜΕΘΟΔΟΣ FOLK & WARD			
	Αριθμητική	Γεωμετρική	Λογαριθμική	Περιγραφή		
	μm	μm	ϕ			
($\bar{x}$) ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ :	3264,4	630,2	0,666	742,6	0,429	Χονδροκοκκη Άμμος
ΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (ταξινόμηση) (σ):	5944,5	7,804	2,964	7,465	2,900	Πολύ Κακή Ταξινόμηση
ΓΡΑΦΙΚΗ ΛΟΞΟΤΗΤΑ (sk):	2,426	-0,252	0,252	0,154	-0,154	Αρνητική Λοξότητα
ΓΡΑΦΙΚΗ ΚΥΡΤΩΣΗ (K):	8,315	2,800	2,800	1,038	1,038	Μεσόκυρτη



Καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ6



Λογαριθμική καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ6



Διάγραμμα ταξινόμησης κόκκων δείγματος ΠΚ6

Για το ΠΚ7

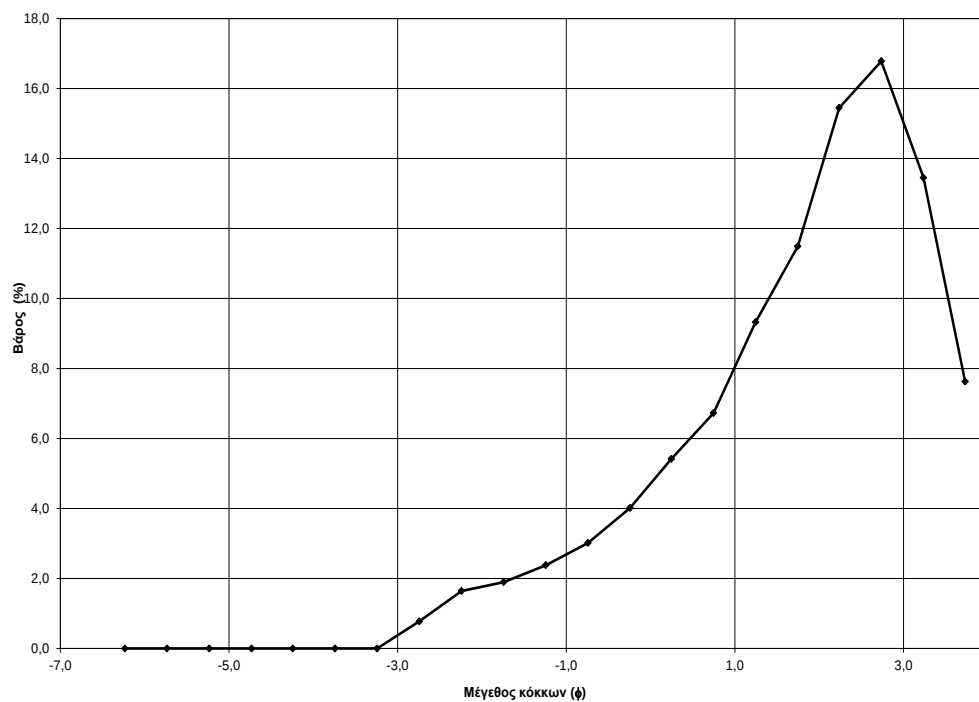
Ανάλυση χονδρόκοκκου δείγματος

ΠΚ7

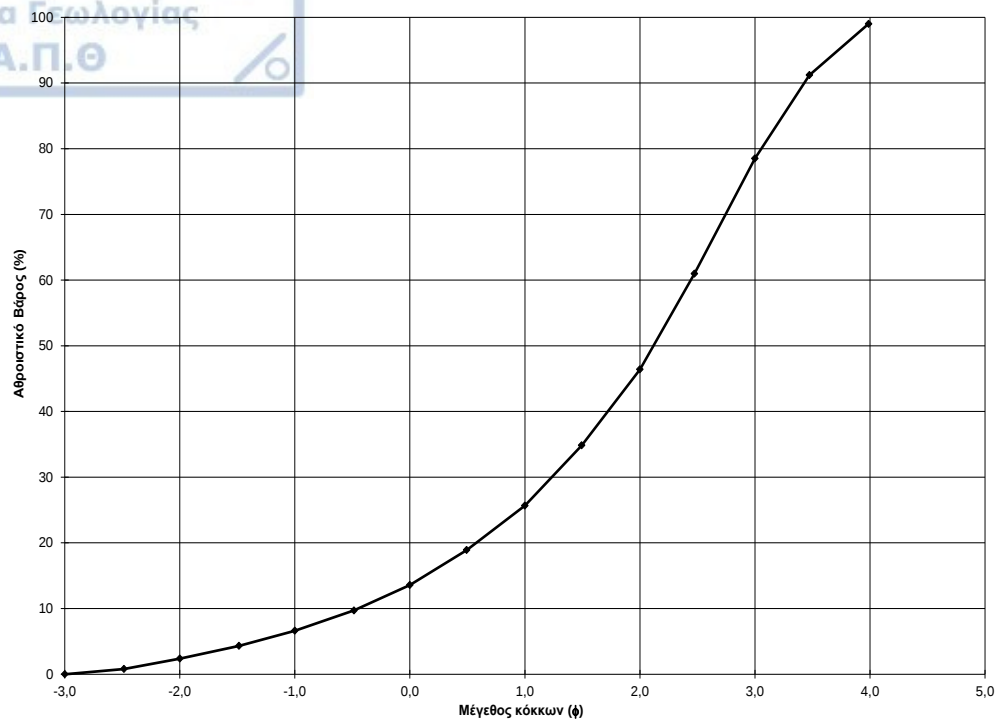
Περιοχή	Πικρολίμνη		
Καθαρό βάρος	100,74 grms		
Βάρος πριν H_2O_2	101,09 grms		
Μέγεθος Φ (κόσκινου)	Καθαρό βάρος στο κόσκινο(grms)	Αθροιστικό βάρος (grms)	Αθροιστικό επι τοις 100 βάρος (%)
-4	0	0,00	0,00
-3	0	0,00	0,00
-2	3,04	3,04	3,02
-1	4,40	7,44	7,40
0	7,43	14,87	14,80
1	12,97	27,84	27,70
2	22,16	50,00	49,75
3	33,65	83,65	83,23
4	14,96	98,61	98,12
Τελικός δίσκος	1,89	100,50	100,00
Αθροιστικό βάρος όλων των κλασμάτων	100,50	grms	

Τα αποτελέσματα εισήχθησαν στο πρόγραμμα Gradistat και έδωσαν πως το δείγμα μας είναι χαλικοαμμώδες (Πολύ Λεπτοχαλικώδες- Λεπτόκοκκη Άμμος) καθώς και τα εξής αποτελέσματα σχετικά με το γραφικό μέσο όρο, τη γραφική σταθερή απόκλιση (σ), τη γραφική λοξότητα (sk) και τη γραφική κύρτωση (ku) (Ψιλοβίκος Α, 2010):

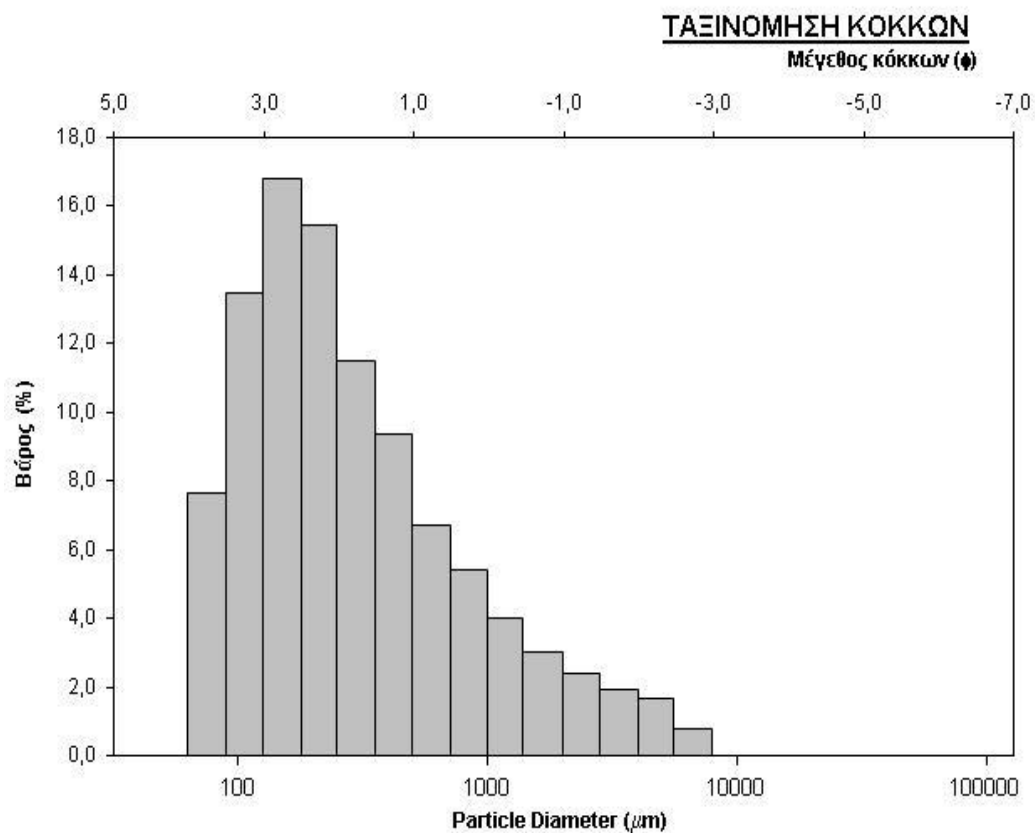
Στατιστικά Δείγματος						
ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: ΠΚ7			ΑΝΑΛΥΤΗΣ & ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ,			
ΤΥΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: Unimodal, Κακή Ταξινόμηση			TEXTURAL GROUP: Χαλικοαμμώδες			
ΟΝΟΜΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ: Πολύ Λεπτοκοκκοχαλικάδες Λεπτοκοκκή Άμμος						
	μm	φ	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΟΚΚΩΝ			
ΕΠΙΚΡΑΤΗΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 1:	152,5	2,737	ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 6,6%		ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 12,1%	
ΕΠΙΚΡΑΤΗΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 2:			ΑΜΜΟΣ: 92,4%		ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 20,7%	
ΕΠΙΚΡΑΤΗΣΤΕΡΗ ΤΙΜΗ 3:			ΠΗΛΙΤΕΣ: 1,0%		ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 32,1%	
D ₁₀ :	92,86	-0,448			ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 20,5%	
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ή D ₅₀ :	230,5	2,117	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%		ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 0,2%	
D ₉₀ :	1364,4	3,429	ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%		ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 0,2%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	14,69	-7,648	ΜΕΣΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 0,0%		ΜΕΣΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 0,2%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	1271,6	3,877	ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 2,4%		ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 0,2%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	3,849	3,047	ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΕΣ ΚΡΟΚΑΛΕΣ - ΧΑΛΙΚΙΑ: 4,2%		ΠΟΛΥ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΗ ΙΛΥΣ: 0,2%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	383,2	1,945	ΠΟΛΥ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΗ ΑΜΜΟΣ: 7,0%		ΑΡΓΙΛΛΟΣ: 0,2%	
	METHOD OF MOMENTS			ΜΕΘΟΔΟΣ FOLK & WARD		
	Αριθμητική	Γεωμετρική	Λογαριθμική	Γεωμετρική	Λογαριθμική	Περιγραφή
	μm	μm	φ	μm	φ	
($\bar{x}$) ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ :	588,8	286,1	1,805	277,6	1,849	Μεσόκοκκη Άμμος
ΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (ταξινόμηση) (σ):	995,5	2,975	1,573	2,853	1,513	Κακή Ταξινόμηση
ΓΡΑΦΙΚΗ ΛΟΞΟΤΗΤΑ (sk):	3,703	0,513	-0,513	0,318	-0,318	Έντονα Αρνητική Λοξότητα
ΓΡΑΦΙΚΗ ΚΥΡΤΩΣΗ (K):	18,66	3,922	3,922	1,068	1,068	Μεσόκυρτη



Καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ7



Λογαριθμική καμπύλη συχνότητας δείγματος ΠΚ7



Διάγραμμα ταξινόμησης κόκκων δείγματος ΠΚ7



Συγκεντρωτικά, πραγματοποιήθηκαν τα εξής για κάθε δείγμα:

<u>Δείγμα</u>	<u>Ανάλυση</u> <u>με κόσκινα</u>	<u>Ανάλυση με</u> <u>Multipipette</u>	<u>Προσθήκη</u> <u>H₂O₂</u>
ΠΚ1	Ναι	-	-
ΠΚ2	Ναι	Ναι	-
ΠΚ3	Ναι	Ναι	-
ΠΚ4	Ναι	Ναι	-
ΠΚ5	Ναι	Ναι	-
ΠΚ6	Ναι	Ναι	-
ΠΚ7	Ναι	Ναι	Ναι

5. Συμπεράσματα

Από τη μελέτη και τη σύγκριση του τοπογραφικού και γεωλογικού χάρτη και της δορυφορικής εικόνας της περιοχής της λίμνης Πικρολίμνης παρατηρείται πως τα όρια καθώς και τα κύρια ρέματα της λίμνης έχουν παραμείνει τα ίδια και δε παρουσιάζουν καμία σημαντική γεωμορφολογική μεταβολή. Η υδρολογική λεκάνη της λίμνης παραμένει απομονωμένη και ανεπηρέαστη από τα ρέματα των ποταμών Γαλλικό και Αξίο που βρίσκονται ανατολικά και δυτικά αυτής.

Το κύριο υλικό τροφοδοσίας της λίμνης προέρχεται από τα ρέματα που βρίσκονται βόρεια και είναι άμμος σε ποσοστό περίπου 75%, ακολουθεί κροκάλες και χαλίκια σε ποσοστό 15% και τέλος ιλύς και άργιλος σε ποσοστό 10%. Παρατηρείται επίσης, πως το βορειοανατολικό και βορειοδυτικό ρέμα της λίμνης (το ρέμα 3 και 1 αντίστοιχα της Εικόνας 11) περιέχουν μεγάλο ποσοστό άμμου και συνεπώς αυτά τα δύο είναι που τροφοδοτούν την Πικρολίμνη. Επίσης το ποσοστό των κροκάλων – χαλικιών δε μπορεί να θεωρηθεί αμελητέο για χειμάρρους όπου η υδρολογική λεκάνη και η παροχή τους δεν είναι σημαντική, όπως αυτή των χειμάρρων 1 και 3 (Εικόνα 11).

Επιπλέον, από τις αναλύσεις των δειγμάτων παρατηρούμε μια γενικώς κακή ταξινόμηση αυτών που ίσως οφείλεται στις διαφορετικές περιοχές τροφοδοσίας και ανατροφοδοσίας των ρεμάτων.

6. Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ, Κ. (2011): Πρόταση δημιουργίας πρωτοκόλλου κοκκομετρικής ανάλυσης με τη μέθοδο του σιφωνίου (πιπέτας) με υποδεκαπλάσιο χρόνο ανάλυσης. *Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας (υπό έκδοση)*

ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ (2010): Γεωλογία και γεωτεκτονική Εξέλιξη της Ελλάδας, *Εκδόσεις University Studio Press*.

ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ & ΙΟΡΔΑΝΙΔΟΥ (2011): Μετατροπή, από την αγγλική στην ελληνική γλώσσα, των οδηγιών, των μενού επιλογής και του κειμένου των αποτελεσμάτων του λογισμικού κοκκομετρικής ανάλυσης GRATISTAT. *Διπλωματική Εργασία, Τομέας Φυσικής & Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*.

ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α (2010): Ιζηματολογία, *Εκδόσεις Τζιόλα*

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

BLOTT J. SIMON (2000): GRADISTAT Version 6.0 A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments by Sieving or Laser Granulometer.

Διαδικτυακή βιβλιογραφία

- <http://www.anki.gr/0D83D1C4.el.aspx>
- <http://diocles.civil.duth.gr/links/home/database/kilkis/pr27ge.pdf>
- http://www.transalp.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=64&Itemid=34
- http://www.travelmagic.gr/magictravel/show_business/9361