



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία

**ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ,
ΑΞΙΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΓΕΩΤΡΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

ΛΙΑΠΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ [21435]



Αθήνα, 2019



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

**Καρύμπαλης Ευθύμιος (Επιβλέπων καθηγητής)
Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

**Παρχαρίδης Ισαάκ
Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

**Χαλκιάς Χρήστος
Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

Ο Ιωάννης Λιάπης του Κωνσταντίνου δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέπων καθηγητή της παρούσας πτυχιακής εργασίας κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη αρχικά για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέφερε, για την πρωτόγνωρη εμπειρία που της εργασίας πεδίου με σκοπό την συλλογή δεδομένων, για τον πολύτιμο χρόνο του που αφιέρωσε ώστε να με βοηθήσει στην πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας και γενικά για την υποστήριξη που μου προσέφερε όλο το χρονικό διάστημα της εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της ερευνητικής ομάδας που εργάστηκαν για την πραγματοποίηση της γεωμορφολογικής μελέτης του δέλτα του Εύηνου ποταμού. Ονοματικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή του Ινστιτούτου Ωκεανογραφίας του Southampton τον κ. Andy Cundy καθώς και τον υιο του που βρισκότανε μαζί μας στην έρευνα πεδίου, τους παλαιούς καθηγητές του Γεωλογικού τμήματος του Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Χαμπίκ Μαρουκιάν και την κ. Γάκη – Παπαναστασίου Καλλιόπη. Καθώς και τους καθηγητές κ. Δημήτριο Παπαναστασίου, τον κ. Κωνσταντίνο Τσανάκα και τον κ. Βασίλειο Μπατζάκη. Η βοήθεια του καθενός ήτανε πολύτιμη για την επίτευξη του σωστού αποτελέσματος της μελέτης που εκπονήθηκε. Όλοι τους μαζί με τον κ. Καρύμπαλη προσπάθησαν να μου μεταβιβάσουν την εμπειρία και τις γνώσεις τους κατά την διάρκεια της εργασίας πεδίου, πάνω στον ευρύτερο τομέα της γεωλογίας.

Θέλω να ευχαριστήσω το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο και όλα τα μέλη του Δ.Ε.Π. για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα κατά την διάρκεια φοίτησης μου σε αυτό και για τις παροχές που προσέφερε σε μένα και στους συμφοιτητές - συναδέλφους μου.

Τέλος, Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους κοντινούς μου ανθρώπους για την συνεχή υποστήριξη και δύναμη που μου έδιναν όλα τα χρόνια της φοίτησης μου στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	12
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	13
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	14
1.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ.....	15
1.3 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ	16
1.4 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	18
1.5 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ	22
1.6 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ	25
1.7 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	27
2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	33
2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΩΝ ΠΥΡΗΝΩΝ.....	33
2.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ED1.....	34
2.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ED2.....	38
2.2 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑΣ	42
2.2.1 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑΣ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ED1	43
2.2.2 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑΣ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ED2	46
2.3 ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ ΒΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ED4	48
2.4 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ	49
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	55
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	56

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η ιζηματολογική - κοκκομετρική μελέτη των γεωτρητικών δεδομένων του Εύηνου ποταμού, τα οποία συλλέχθηκαν έπειτα από υπαίθρια έρευνα πεδίου. Αυτή η μελέτη είχε σκοπό την αναγνώριση των παλαιοπεριβαλλόντων απόθεσης της δελταϊκής πεδιάδας του Εύηνου ποταμού και να καταλήξει σε συμπεράσματα που αφορούν το παλαιοπεριβάλλον, την διάβρωση και την απόθεση ιζημάτων στο συγκεκριμένο δέλτα. Επιπλέον έγιναν παρατηρήσεις κατά μήκος της δελταϊκής ακτογραμμής με σκοπό την αναγνώριση της κυρίαρχης γεωμορφολογικής διεργασίας.

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν τέσσερις γεωτρήσεις στην εν λόγω περιοχή. Ωστόσο στην εργαστηριακή ανάλυση για την υλοποίηση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι τρεις από αυτές καθώς ήταν αρκετές για την διατύπωση πολύτιμων συμπερασμάτων. Οι δύο γεωτρήσεις χρησιμοποιήθηκαν για την κοκκομετρική ανάλυση των ιζημάτων και η μια για την χρονολόγηση των ραδιενεργών στοιχείων. Η πρώτη γεώτρηση, αναφέρεται στην εργασία με των κωδικό ED1, βρίσκεται ανατολικά της σημερινής κοίτης, η δεύτερη γεώτρηση με ονομασία ED2 πραγματοποιήθηκε δυτικά της κοίτης πριν τις εκβολές του ποταμού στην θάλασσα και η γεώτρηση που χρησιμοποιήθηκε για την χρονολόγηση των ραδιενεργών στοιχείων ED4 διανοίχθηκε στο νοτιοδυτικό άκρο του δέλτα στη λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας .

Η εργασία επικεντρώθηκε στην περιγραφή της στρωματογραφίας των ιζημάτων των πυρήνων των γεωτρήσεων και στην κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων του ιζήματος με την μέθοδο της υγρής κοσκίνησης, έτσι ώστε να δοθεί μια εικόνα του παλαιοπεριβάλλοντος απόθεσης.

Επιπλέον πραγματοποιήθηκε συλλογή δειγμάτων για εκτίμηση της περιεκτικότητας ραδιενεργών στοιχείων με σκοπό τον υπολογισμό του ρυθμού της πρόσφατης ιζηματογένεσης στην περιοχή. Κατά την επίσκεψη της ερευνητικής ομάδας στην περιοχή μελέτης έλαβαν χώρο ορισμένες ποιοτικές παρατηρήσεις για την διάβρωση που υφίσταται η εν λόγω περιοχή κατά μήκος της ακτογραμμής της.

Η περιγραφή των ιζηματολογικών χαρακτηριστικών των αποθέσεων και η κοκκομετρική ανάλυση οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η περιοχή από την οποία ελήφθη ο πυρήνας ED1 υφίσταται συχνές εναλλαγές στο παλαιοπεριβάλλον απόθεσης μεταξύ χερσαίου και λιμνοθαλάσσιου περιβάλλοντος. Αντίθετα, στην περιοχή της γεώτρησης ED2 παρατηρήθηκε μια ομοιογενής σύσταση του ιζήματος με μια σημαντική αλλαγή σε αυτήν στα τελευταία εκατοστά του πυρήνα. Σύμφωνα με τα υπάρχοντα δεδομένα το παλαιοπεριβάλλον της ED2 είναι χερσαίο.

Από την επιτόπια παρατήρηση της ακτογραμμής στην συγκεκριμένη περιοχή και την μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας διαπιστώθηκε πως σημαντικός παράγοντας της παράκτιας διάβρωσης είναι η κατασκευή του τεχνητού ταμιευτήρα στο ορεινό κομμάτι της λεκάνης απορροής του Εύηνου ποταμού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να συγκρατεί σημαντική ποσότητα ιζήματος εντός του φράγματος. Η παράκτια διάβρωση έχει διαμορφώσει ένα κατακόρυφο μικρού ύψους κρημνό. Η χρονολόγηση των ραδιενεργών στοιχείων της γεώτρησης ED4 έδειξε ότι η ιζηματογένεση που οφείλεται στην απόθεση μέσω των εγκαταλελειμμένων σήμερα κοιτών του ποταμού, ανέρχεται σε ρυθμό 0.8 έως 1.9 mm/έτος για το χρονικό διάστημα των τελευταίων 54 ετών.

Λέξεις Κλειδιά: Πάλαιοπεριβάλλον, ιζήματα, στρωματογραφία, κοκκομετρία, διάβρωση, δέλτα.

ABSTRACT

The object of this dissertation is the sedimentological - granulometric study of the drilling data of the Evinos river. This data was collected from field research. The aim of this study was the recognition of paleoenvironmental deposition of Evinos delta fan and ended up to some conclusions which refer to the paleoenvironment, the soil erosion and the sediment deposition.

There were accomplished four geomorphological drillings in this fan delta. However, in the laboratory analysis made for this dissertation, they were used the three of them. Two for the granulometric analysis and one for the dating of radioactive elements. The first drilling, which was mentioned in this study as ED1, was located east from the active river bed, the second drilling with designation ED2 was held at the west estuary of the river and the drilling which was used for the dating of radioactive elements (ED4) was located in the lagoon of Klisovas.

The dissertation focused on the description of sedimentological stratigraphy of the core and the granulometric analysis of the sediments with the method of liquid screening, so as to export from them an image of the paleoenvironmental deposit. Moreover, the dating of radioactive elements was taken from the delta fan to estimate the rate of sedimentation. Simultaneously with the procedure of collecting data from the field investigations, the research team made some quality observations about the soil erosion which took place on the coastline at the deltaic environment of Evinos.

It was deduced from the sedimentological characteristics of the granulometric analysis that the ED1 drilling had many interchanges between ground and lagoon paleoenvironment during the years. On the contrary, drilling ED2 had a homogeneous recommendation of sediment with an important change in the last centimeters of the core. According to the present data the paleoenvironment of ED2 was ground.

The investigation on spot on the coastline and from the related literature was ensured that the main reason of coastal erosion was the storage dam, which is located at the mountainous part of the water catchment area. The storage dam keeps inside serious quantity of sediment. The coastal erosion has created a vertical cliff with small height. The dating of the radioactive shows that the sedimentation of ED4 drilling was due to the deposit of today's abandoned river beds, with a rate of 0.8 to 1.9 mm/per year for the last 54 years.

Key Words: Paleoenvironment, sediment, stratigraphy, granulator, soil erosion, delta.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- ΕΙΚΟΝΑ 1. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΤΗΝ ΚΕΝΤΡΟΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ. ΈΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ (ΠΗΓΗ: [HTTP://4.BP.BLOGSPOT.COM/-8YJ9CLGBIKG/T7-ZRA0LA8I/AAAAAAAAADZS/YH8S2Q2TC2C/S1600/XARTIS+YD+DYTSTEREA.JPG](http://4.bp.blogspot.com/-8YJ9CLGBIKG/T7-ZRA0LA8I/AAAAAAAAADZS/YH8S2Q2TC2C/S1600/XARTIS+YD+DYTSTEREA.JPG) {ONLINE}) 16
- ΕΙΚΟΝΑ 2. ΑΡΙΘΜΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΑΤΑ STRAHLER (ΠΗΓΗ: ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ, 1999) 17
- ΕΙΚΟΝΑ 3. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ (ΠΗΓΗ: KARYMBALIS AND MAROUKIAN, 2004) 17
- ΕΙΚΟΝΑ 4. ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ. Ο ΧΑΡΤΗΣ ΈΧΕΙ ΠΡΟΚΥΨΕΙ ΑΠΌ ΤΗΝ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΠΟΥ ΚΑΤΑΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΣΕ ΤΡΕΙΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΆΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΥΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΆ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΌΤΗΤΑ ΣΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ. ΒΑΣΙΚΗ ΠΗΓΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΜΔΟΠΟΙΗΣΗ ΉΤΑΝ ΟΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΪ ΧΆΡΤΕΣ ΚΛΪΜΑΚΑΣ 1:50.000 ΤΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (ΙΓΜΕ) ΠΟΥ ΚΑΛΥΨΤΟΥΝ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ. (ΠΗΓΗ: ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ 2009). 19
- ΕΙΚΟΝΑ 5. ΧΑΡΤΗΣ ΙΣΟΨΕΤΪΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΟΥ ΈΧΕΙ ΠΡΟΚΥΨΕΙ ΑΠΌ ΤΙΣ ΜΈΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΤΙΜΈΣ ΥΨΪΩΝ ΒΡΟΧΗΣ ΤΩΝ ΕΠΤΆ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΪΩΝ ΠΟΥ ΒΡΪΣΚΟΝΤΑΙ ΕΝΤΪΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ. (ΠΗΓΗ: ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ, 2009) 19
- ΕΙΚΟΝΑ 6. ΑΕΡΟΦΩΤΑΓΡΑΦΪΑ ΤΟΥ ΦΡΆΓΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ. ΗΜΕΡΟΜΗΝΪΆ ΛΪΗΨΗΣ ΟΚΤΪΩΒΡΙΟΣ 2016.(ΠΗΓΗ : [HTTP://WWW.AGRINIONEWS.GR/WP-CONTENT/UPLOADS/2016/10/4772503-1024X768.JPG](http://www.agrinionews.gr/wp-content/uploads/2016/10/4772503-1024x768.JPG) {ONLINE}) 20
- ΕΙΚΟΝΑ 7. ΧΑΡΤΗΣ ΧΡΪΣΕΩΝ ΓΗΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΠΌ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΦΡΆΓΜΑΤΟΣ ΑΓΪΟΥ ΔΗΜΗΤΡΪΟΥ ΈΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΕΚΒΟΛΈΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ. (ΠΗΓΗ: ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ, 2009). 21
- ΕΙΚΟΝΑ 8. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΪΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΟΥ ΔΈΛΤΑ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ. (ΠΗΓΗ: ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ, 2010) 23
- ΕΙΚΟΝΑ 9. ΚΪΣΚΙΝΟ ΠΟΥ ΧΡΪΣΙΜΟΠΟΙΕΪΤΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΪΑ.(ΠΗΓΗ : [HTTP://ECOFROST.GR/IMAGES/DETAILED/29/47278.JPG](http://ecofrost.gr/images/detailed/29/47278.JPG)) {ONLINE} 26

ΕΙΚΟΝΑ 10. ΧΑΡΤΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΤΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ OSL ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ. (ΠΗΓΗ : GOOGLE EARTH)	28
ΕΙΚΟΝΑ 11. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ (ΤΥΠΟΥ COBRA).	29
ΕΙΚΟΝΑ 12. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ OSL.	30
ΕΙΚΟΝΑ 13. ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥΣ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΤΟΥ ΙΖΗΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΠΑΡΕΜΕΙΝΕ ΣΤΑ ΚΟΣΚΙΝΑ ΣΕ ΑΛΟΥΜΙΝΕΝΙΟ ΤΑΨΆΚΙ ΑΝΆΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟ ΤΟΥΣ. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟΝ ΦΟΎΡΝΟ ΏΣΤΕ ΝΑ ΣΤΕΓΝΏΣΟΥΝ ΠΛΉΡΩΣ.	32
ΕΙΚΟΝΑ 14. ΠΥΡΗΝΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ED1	35
ΕΙΚΟΝΑ 15. Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΓΕΏΤΡΗΣΗΣ ED1	36
ΕΙΚΟΝΑ 16. ΣΕ ΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΦΑΪΝΟΝΤΑΙ ΟΙ ΤΡΕΙΣ ΠΥΡΉΝΕΣ 100CM ΤΗΣ ΓΕΏΤΡΗΣΗΣ ED2.	40
ΕΙΚΟΝΑ 17. ΠΕΡΙΟΧΗ ΓΕΏΤΡΗΣΗΣ ED2.	41
ΕΙΚΟΝΑ 18. ΚΑΤΆ ΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΓΡΗΣ ΚΟΣΚΙΝΗΣΗΣ ΒΡΈΘΗΚΕ ΟΛΌΚΛΗΡΟ ΚΈΛΥΦΟΣ ΘΑΛΆΣΣΙΟΥ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΞΎ ΤΩΝ 80CM ΚΑΙ 90CM.	44
ΕΙΚΟΝΑ 19. Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΓΕΏΤΡΗΣΗΣ ED4.	48
ΕΙΚΟΝΑ 20. ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΉ ΈΧΕΙ ΚΑΤΑΣΤΡΑΦΕΊ ΚΑΙ ΒΥΘΙΣΤΕΊ ΑΠΌ ΤΗΝ ΠΑΡΆΚΤΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ.	49
ΕΙΚΟΝΑ 21. ΧΑΜΗΛΌΣ ΠΑΡΆΚΤΙΟΣ ΚΡΗΜΝΌΣ ΜΕ ΛΕΠΤΌΚΟΚΚΕΣ ΔΕΛΤΑΪΚΕΣ ΑΠΟΘΈΣΕΙΣ.	50
ΕΙΚΟΝΑ 22. ΣΕ ΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΦΑΪΝΟΝΤΑΙ ΟΙ ΝΗΣΊΔΕΣ ΠΟΥ ΈΧΟΥΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΕΊ ΑΠΌ ΜΙΑ ΠΑΛΑΙΑ ΟΜΆΔΑ ΕΓΚΑΤΑΛΕΛΕΙΜΜΕΝΩΝ ΚΟΙΤΏΝ.	51
ΕΙΚΟΝΑ 23. ΓΊΝΕΤΑΙ ΔΙΑΚΡΙΤΉ Η ΈΝΤΟΝΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΣΤΟΥΣ ΠΑΡΆΚΤΙΟΥΣ ΚΡΗΜΝΌΥΣ.	51

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ED1	34
ΣΧΗΜΑ 2. Η ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ED2.	38
ΣΧΗΜΑ 3. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΗΝ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ED1.	43
ΣΧΗΜΑ 4. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ED4.	46

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Δ.Ε.Π.	Το Διδακτικό Ερευνητικό Προσωπικό
Βλ.	Σύμπτυξη της λέξης βλέπε
Κτλ. κ.α.	Και τα λοιπά και άλλα
Km, M, Cm	Μονάδα μέτρησης : Χιλιόμετρα, Μέτρα, εκατοστά
Mm	Μονάδα μέτρησης : Χιλιοστά
ED1	1η γεώτρηση εργασίας (βλ. Εικόνα 10). Βρίσκεται ανατολικά της σημερινής κοίτης του Εύηνου ποταμού.
ED2	2η γεώτρηση εργασίας (βλ. Εικόνα 10). Βρίσκεται στα δυτικά της σημερινής κοίτης κοντά στις εκβολές του ποταμού.
ED3	3η γεώτρηση εργασίας (βλ. Εικόνα 10). Βρίσκεται δυτικά της γεώτρησης ED2.
ED4	4η γεώτρηση (βλ. Εικόνα 10). Βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του χάρτη, στην λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας.
OSL	Optically Stimulated Luminescence. Μεταφράζεται στα ελληνικά, οπτικά προσομοιωμένη διαύγεια. Είναι μια μέθοδος χρονολόγησης δειγμάτων όπου απαιτεί συγκεκριμένη διαδικασία.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

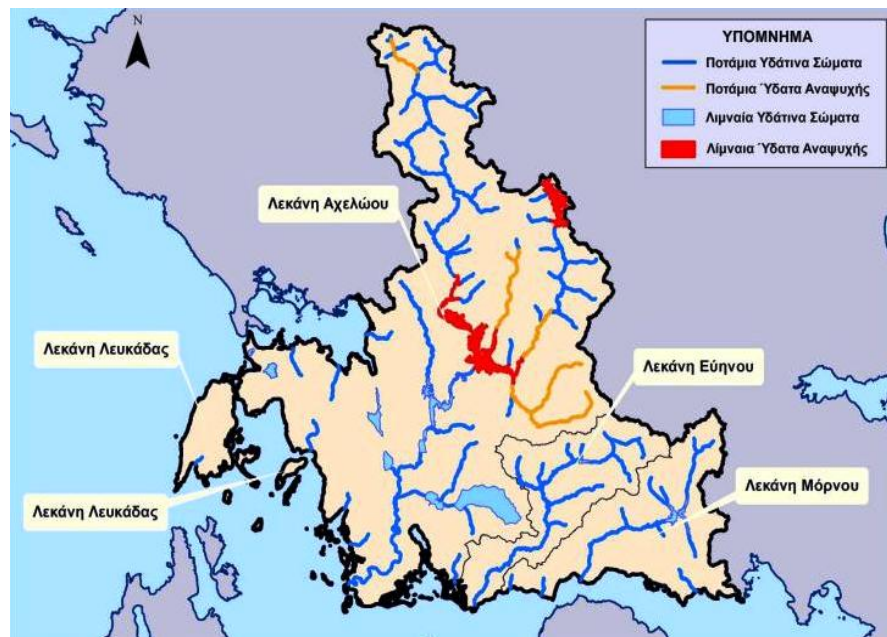
1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με την περιοχή του δέλτα του Ευήνου ποταμού. Συγκεκριμένα με σκοπό τη μελέτη τη παλαιογεωγραφίας του δέλτα πραγματοποιήθηκαν τρεις γεωτρήσεις στην δελταϊκή πεδιάδα με τη χρήση χειρογεωτρήσανου τύπου cobra. Από τις μικρού βάθους γεωτρήσεις που πραγματοποιήθηκαν μελετήθηκαν δείγματα ιζήματος ανά 10 cm και για το ανώτερο τμήμα έγινε ανάλυση των ραδιενεργών στοιχείων με σκοπό την εκτίμηση του ρυθμού ιζηματογένεσης κατά την περίοδο των τελευταίων δεκαετιών. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ιζηματολογικής μελέτης και της κοκκομετρικής ανάλυσης των δειγμάτων ιζήματος από τις γεωτρήσεις και από αυτά γίνεται μια προσπάθεια εκτίμησης των παλαιοπεριβαλλόντων απόθεσης. Επίσης ελήφθησαν υπόψη βιβλιογραφικά δεδομένα και παρατηρήσεις της γεωμορφολογίας του δέλτα.

Αρχικά γίνεται ο γεωγραφικός προσδιορισμός του ποτάμιου περιβάλλοντος, με τον οποίο ασχολείται η εργασία, γίνεται μια αναφορά στο υδρογραφικό δίκτυο και την λεκάνη απορροής του Ευήνου ποταμού δεδομένου ότι ο σχηματισμός και τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του δέλτα σχετίζονται άμεσα με τις συνθήκες και τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής. Επίσης γίνεται η ανάλυση της διαδικασίας της κοκκομετρίας. Στη συνέχεια αναφέρεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε τόσο στο ύπαιθρο, όσο και στο εργαστήριο και έπεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και η αξιολόγησή τους ενώ τέλος της εργασίας παρατίθενται ορισμένα συμπεράσματα.

1.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ

Η περιοχή μελέτης είναι το δέλτα που έχει αναπτυχθεί στις εκβολές του Εύηνου ποταμού. Ο ποταμός Εύηνος ή αλλιώς Φίδαρης βρίσκεται στην Κεντρικοδυτική Ελλάδα και συγκεκριμένα στην Δυτική Στερεά Ελλάδα και το μεγαλύτερο τμήμα της έκτασης που αποστραγγίζει βρίσκεται στον νομό Αιτωλοακαρνανίας (βλ. Εικόνα 1). Το βορειοανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής του ανήκει στον νομό Φωκίδας. Το υδρογραφικό του δίκτυο πηγάζει από τα βουνά Κόρακας και Τσεκούρι του νομού Φωκίδας κοντά στην Γκίωνα στα 2.495μ όπου ανήκουν στον ορεινό όγκο των Βαρδουσίων. Οι ορεινοί όγκοι από τους οποίους διέρχεται ο Εύηνος στα ανατολικά είναι ο ορεινός όγκος των Βαρδουσίων (2.286m), τα όρη της Ναυπακτίας (1.469m) και της Βαράσοβας (914m), στα βόρεια το όρος Οξύα (1.926m) και το Παναιτωλικό όρος (1.924m), ενώ στα Δυτικά υπάρχει το Ξηροβούνι (906m), η Μακρυά ράχη (620m) και το όρος Αράκυνθος (982m). Αποτελείται από πολλούς παραποτάμους οι οποίοι ενώνονται στον κύριο κλάδο του Εύηνου σε όλη την διαδρομή του. Η γενική διεύθυνση ροής του είναι από τα βορειοανατολικά προς τα νοτιοδυτικά και διασχίζει αρκετά χωριά. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι το Θέρμο, η Άνω Χώρα, καθώς περνά και έξω από την πόλη του Αγρινίου. Πολλά χωριά της Ορεινής Ναυπακτίας έχουν χτιστεί και αναπτυχθεί γύρω από τις κοίτες του ποταμού λόγω του εύφορου εδάφους που προκαλούν οι ποτάμιες αποθέσεις. Τέλος καταλήγει στις Βόρειες ακτές του Πατραϊκού κόλπου. Στις εκβολές του έχει αναπτυχθεί ένα, εκτεταμένο για τα ελληνικά δεδομένα, δέλτα από τις αποθέσεις του υδρογραφικού του δικτύου. Στο δέλτα του Εύηνου έχουν αναπτυχθεί οι κοινότητες Ευηνοχωρίου και Γαλατά ενώ στο βορειοδυτικό άκρο της δελταϊκής πεδιάδας βρίσκεται το Μεσολόγγι. (Καρύμπαλης, 1999, p. 51)

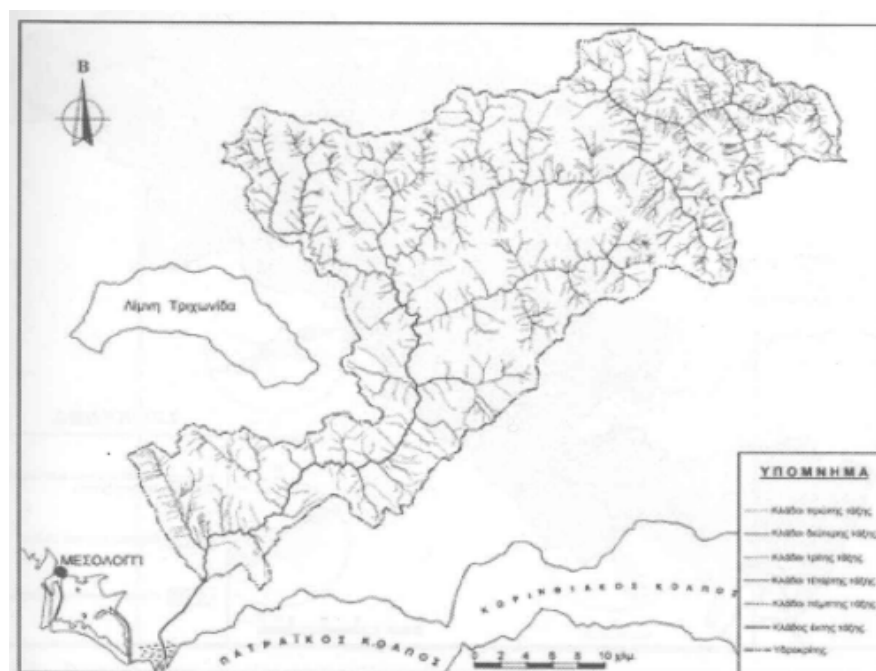


Εικόνα 1. Υδρογραφικά δίκτυα την κεντροδυτική Ελλάδα. Έμφαση στην λεκάνη απορροής του Εύηνου (Πηγή: <http://4.bp.blogspot.com/-8yJ9clgBIkg/T7-ZrA0IA8I/AAAAAAAAADZs/yH8S2Q2tc2c/s1600/XARTIS+YD+DYTSTEREA.JPG> {online})

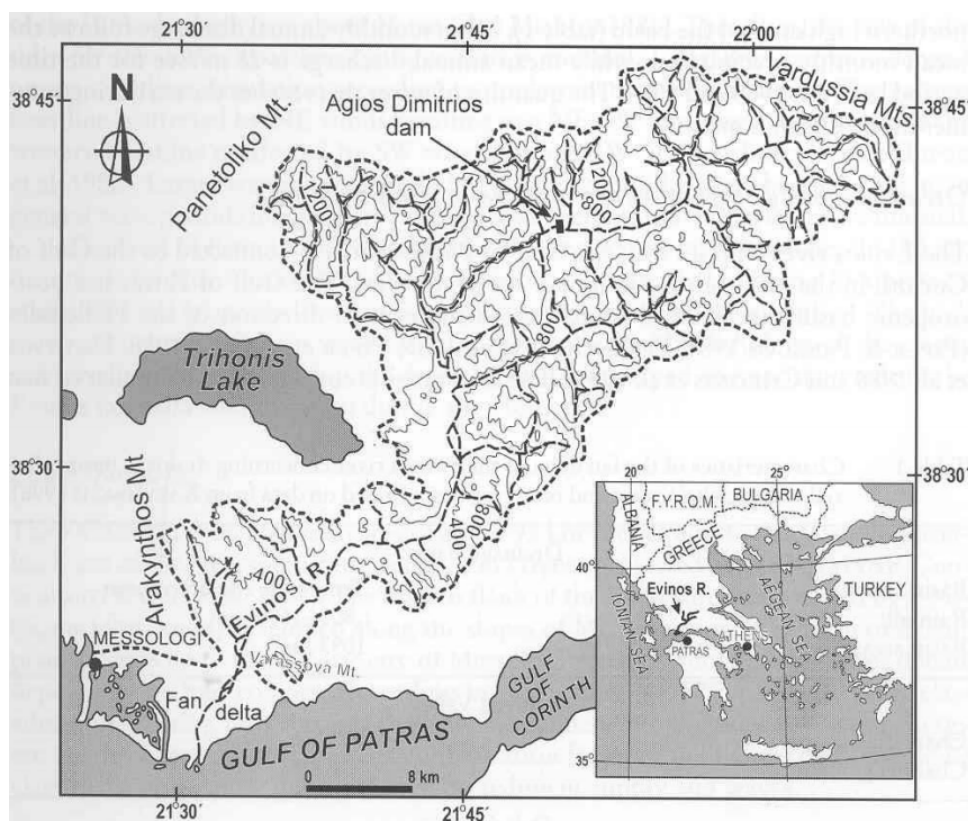
1.3 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

Το υδρογραφικό δίκτυο του Εύηνου ποταμού ανήκει στο σύνθετο τύπο. Η μορφή του έχει επηρεαστεί σε σημαντικό βαθμό από τον τεκτονισμό αλλά κυρίως από τη λιθολογία των γεωλογικών σχηματισμών που καταλαμβάνουν τη λεκάνη απορροής. Στον χάρτη της εικόνας 3 απεικονίζεται ο τοπογραφικός χάρτης και στην εικόνα 2 το υδρογραφικό δίκτυο του Εύηνου ποταμού. Στο βορειοδυτικό του τμήμα το δίκτυο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα (πολλοί κλάδοι σε μικρή έκταση) τόσο εξαιτίας των υψηλών βροχοπτώσεων που σημειώνονται στο ορεινό αυτό τμήμα της λεκάνης όσο και εξαιτίας της παρουσίας του φλύσχη, ο οποίος είναι ένας γεωλογικός σχηματισμός ευδιάβρωτος και αδιαπέρατος που ευνοεί την ανάπτυξη κοιτών. Στο κεντρικό τμήμα η μορφή του δικτύου είναι ορθογώνια – κλιμακωτή καθώς η κεντρική κοίτη του ποταμού και των μεγάλων παραποτάμων του έχουν επηρεαστεί από την παρουσία των ρηγμάτων. Στο νοτιοδυτικό τμήμα του το υδρογραφικό δίκτυο που αποστραγγίζει στις ανατολικές πλαγιές του όρους Αράκυνθος έχει καθαρά ορθογώνια μορφή. Γενικά το δίκτυο σε περιοχές που

καταλαμβάνονται από ανθρακικά πετρώματα είναι περισσότερο αραιό με μεμονομένους κλάδους μεγάλου μήκους. (Καρύμπαλης, 1999, p. 60-62)



Εικόνα 2. Αρίθμηση του υδρογραφικού δικτύου του Εύηνου ποταμού κατά Strahler (πηγή: Καρύμπαλης, 1999)



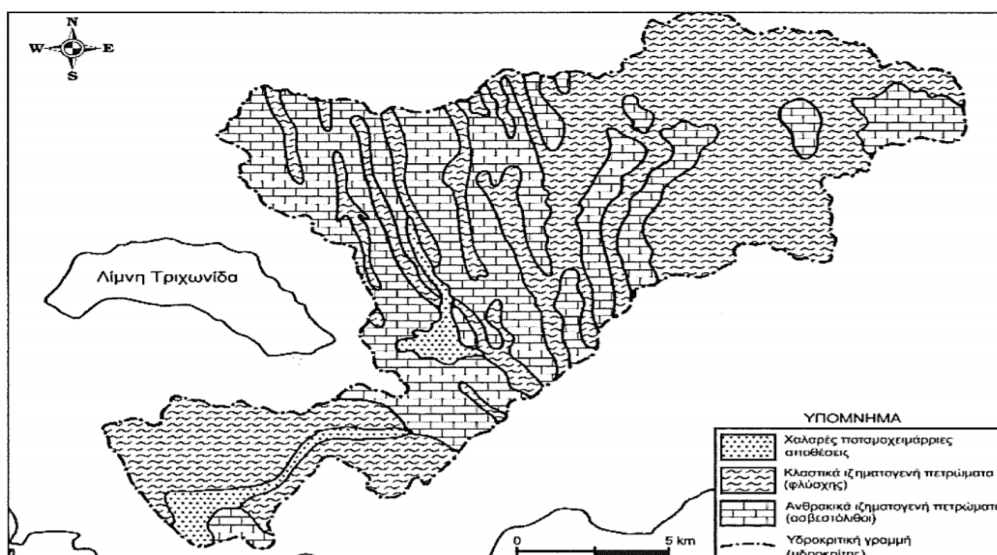
Εικόνα 3. Τοπογραφικός χάρτης και υδρογραφικό δίκτυο του Εύηνου ποταμού (πηγή: Karymbalis and Maroukian, 2004)

Γεωμορφολογική μελέτη του δέλτα του Εύηνου ποταμού, αξιοποιώντας γεωτρητικά δεδομένα Ιωάννης Λιάπης

1.4 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

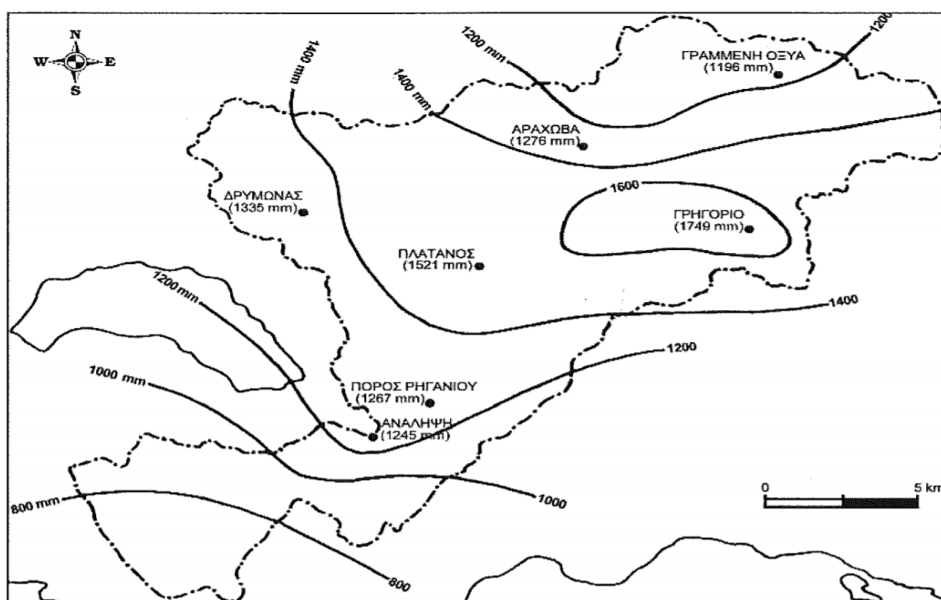
Λεκάνη απορροής είναι η περιοχή όπου αποστραγγίζει ένα υδρογραφικό δίκτυο και αποτελεί κύριο χαρακτηριστικό του υδρογραφικού δικτύου. Κάθε λεκάνη απορροής διαφέρει από την γειτονική λεκάνη απορροής με μία γραμμή που χωρίζει την επιφανειακή απορροή η οποία ονομάζεται υδροκρίτης. Η χάραξη της ξεκινά από τα χαμηλότερο υψομετρικό σημείο του κλάδου όπου συνήθως είναι η συμβολή μεταξύ δύο λεκανών απορροής. Στην ουσία με τον όρο λεκάνη απορροής νοείται η περιοχή στην οποία συγκεντρώνονται τα νερά, τα οποία έχουν προκύψει από κατακρημνίσματα, από υπόγεια νερά και κυρίως από την ροή του υδρογραφικού δικτύου και αυτά τα νερά τελικά καταλήγουν στους κλάδους, και από εκεί γίνεται μεταφορά γενικά υλικών και κυρίως ιζημάτων τα οποία φθάνουν στις εκβολές των ποταμών και δημιουργούν τα δέλτα των ποταμών. (Παυλόπουλος, 2011, p. 239– 243)

Η λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού έχει συνολική έκταση 1.093 km². Γεωλογικά η περιοχή της λεκάνης απορροής αποτελείται από γεωλογικούς σχηματισμούς των γεωτεκτονικών ζωνών Ολονού - Πίνδου και Γαβρόβου – Τριπόλεως. Συγκεκριμένα το βορειοανατολικό τμήμα της λεκάνης του Εύηνου περιλαμβάνει γεωλογικούς σχηματισμούς της ζώνης Ολονού Πίνδου με σημαντική έκταση να καταλαμβάνεται από τον φλύσχη. Αντίθετα το νότιοδυτικό τμήμα της λεκάνης καταλαμβάνεται από τη ζώνη Γαβρόβου – Τριπόλεως και κυρίως από τον φλύσχη της ενότητας αυτής. Λιθολογικά, η λεκανη απορροής του ποταμού αποτελείται από 55.7% φλύσχη, 40.5% αβεστόλιθους και κερατόλιθους και μόλις 3.8% από χαλαρές αποθέσεις που εντοπίζονται κυρίως κατά μήκος των κοιτών των κεντρικών κλάδων του υδρογραφικού δικτύου. Το σημαντικό ποσοστό της παρουσίας του φλύσχη στη λεκάνη απορροής είναι ένας λόγος για την μεγάλη στερεοπαροχή του ποταμού (μεγάλη δηλαδή παραγωγή ιζήματος). Ο φλύσχος είναι ένας σχηματισμός που διβρώνεται εύκολα από τη βροχόπτωση και την επιφανειακή απορροή. Αυτή η σημαντική προσφορά ιζήματος είναι μια από τις αιτίες σχηματισμού του δέλτα στις εκβολές του ποταμού. (Καρύμπαλης, 1999, p. 59-62)



Εικόνα 4. Λιθολογικός χάρτης της λεκάνης απορροής του Εύηνου ποταμού. Ο χάρτης έχει προκύψει από την ομαδοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών που καταλαμβάνουν τη λεκάνη σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την υδρολιθολογική τους συμπεριφορά και την ανθεκτικότητα στη διάβρωση. Βασική πηγή για την ομοδοποίηση ήταν οι γεωλογικοί χάρτες κλίμακας 1:50.000 του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) που καλύπτουν την περιοχή. (πηγή: Καρύμπαλης 2009).

Η μέση ετησία βροχή που καταγράφεται στη λεκάνη απορροής του ποταμού κυμαίνεται από 800mm κοντά στο δέλτα του Εύηνου ποταμού και 1200mm με 1600mm στην υπόλοιπη ορεινή έκταση του και συγκεκριμένα στα πιο βορειοανατολικά τμήματα του (βλ. Εικόνα 5). Ενώ η μέση θερμοκρασία της λεκάνης απορροής είναι περίπου 14° C. (Καρύμπαλης, 1999, p. 61)



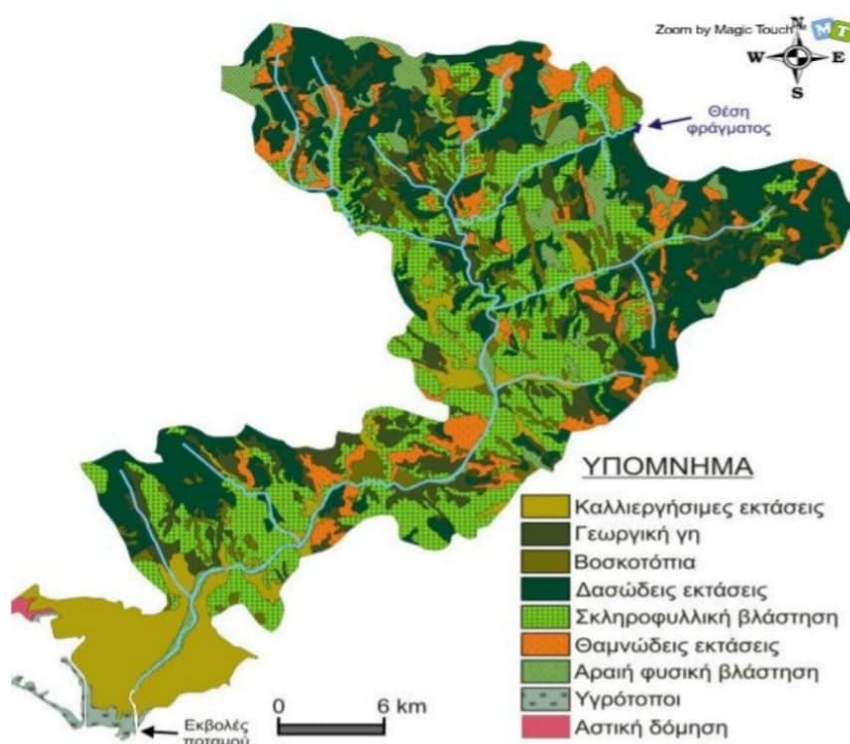
Εικόνα 5. Χάρτης ισοϋετιών καμπυλών της λεκάνης απορροής του Εύηνου ποταμού που έχει προκύψει από τις μέσες ετήσιες τιμές υψών βροχής των επτά μετεωρολογικών σταθμών που βρίσκονται εντός της λεκάνης. (πηγή: Καρύμπαλης, 2009)

Το 1992, την περίοδο της μεγάλης λειψυδρίας στην πρωτεύουσα, ξεκίνησε η κατασκευή ενός τεχνητού φράγματος στην περιοχή του Αγίου Δημητρίου στην Ορεινή Ναυπακτία με σκοπό την τροφοδότηση πόσιμου νερού στην Αττική. Κατασκευάστηκε ένας τεχνητός ταμιευτήρας αποθήκευσης νερού καθώς και μία σήραγγα η οποία ενώνει τον ποταμό Μόρνο με τον ποταμό Εύηνο. Αυτή η προσπάθεια ολοκληρώθηκε το 2002 (ΕΥΔΑΠ, 2007). Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό αυτό το φράγμα προκάλεσε αρκετές αλλαγές στην μορφή του Εύηνου ποταμού, αφού η ποσότητα του νερού στην κοίτη του ποταμού μειώθηκε σημαντικά. Πιο συγκεκριμένα η παροχή νερού στον ποταμό την περίοδο Ιουνίου με Οκτωβρίου είναι πολύ μικρή σχεδόν μηδενική αφού μετά το φράγμα το νερό που ρέει σε αυτόν είναι ελάχιστο, ενώ τη περίοδο Νοεμβρίου μέχρι και τον Μάιο υπάρχει σχετικά υψηλότερη απορροή. Τις μεγαλύτερες επιπτώσεις τις είχε το δέλτα του Εύηνου ποταμού και μάλιστα δεν φάνηκαν αμέσως αλλά μετά την πάροδο δύο δεκαετιών. Οι σημαντικές επιπτώσεις οφείλονται στο γεγονός ότι η μισή ποσότητα της επιφανειακής απορροής του ποταμού (σχεδόν 200 εκατ m³ νερού) μεταφέρονται στον τεχνητό ταμιευτήρα του ποταμού Μόρνου και από εκεί στην Αθήνα για την κάλυψη των αναγκών της πρωτεύουσας. Η κατασκευή και η λειτουργία του φράγματος είχε σημαντικές συνέπειες στην περιοχή του δέλτα του ποταμού καθώς σημαντική ποσότητα ιζήματος δεσμεύεται εντός του φράγματος μη καταλήγοντας στις εκβολές. Μια προκαταρκτική μελέτη σύγκρισης της ακτογραμμής του δέλτα την περίοδο πριν και μετά το φράγμα δείχνει την έντονη διάβρωση που λαμβάνει χώρα με πολύ αρνητικές συνέπειες που περιλαμβάνουν ακόμη και την καταστροφή κατασκευών (Σιδηροπούλου, 2014, p. 9-24).



Εικόνα 6. Αεροφωταγραφία του φράγματος του Ευήνου.
Ημερομηνιά λήψης Οκτώβριος 2016. (Πηγή :
<http://www.agrinionews.gr/wp-content/uploads/2016/10/4772503-1024x768.jpg> {online})

Όσον αφορά τις χρήσεις γης οι περιοχές που βρίσκονται γύρω από τον ποταμό ευνόησαν τη αγροτική καλλιέργεια αλλά και την ανάπτυξη φυσικής βλάστησης. Στις εν λόγω περιοχές έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό και η κτηνοτροφία, η οποία μαζί με την καλλιέργεια της γης αποτελούν την κύρια ασχολία του πληθυσμού. Στις ορεινές εκτάσεις της λεκάνης απορροής του ποταμού αναπτύσσονται κυρίως δασικές εκτάσεις και όσο μεγαλύτερο είναι το υψόμετρο εμφανίζονται σε αυτό κωνοφόρα δέντρα όπως έλατα βλ. εικόνα 7. Οι πλειονότητα των καλλιεργήσιμων εκτάσεων είναι σε χαμηλά υψόμετρα και όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό στην περιοχή του δέλτα, τα εύφορα εδάφη που έχουν δημιουργηθεί από την απόθεση ιζημάτων του ποταμού ευνοούν σε μεγάλο βαθμό την καλλιέργεια της γης. Ωστόσο σε μικρές εκτάσεις καλλιεργήσιμη γη εμφανίζεται και στις ορεινές περιοχές. Τα βοσκοτόπια υπάρχουν κυρίως στα ορεινά της λεκάνης (Καρύμπαλης, 1999, p. 591-598).



Εικόνα 7. Χάρτης χρήσεων γης της λεκάνης του Εύηνου ποταμού από την περιοχή του φράγματος Αγίου Δημητρίου έως και τις εκβολές του ποταμού. (πηγή: Καρύμπαλης, 2009).

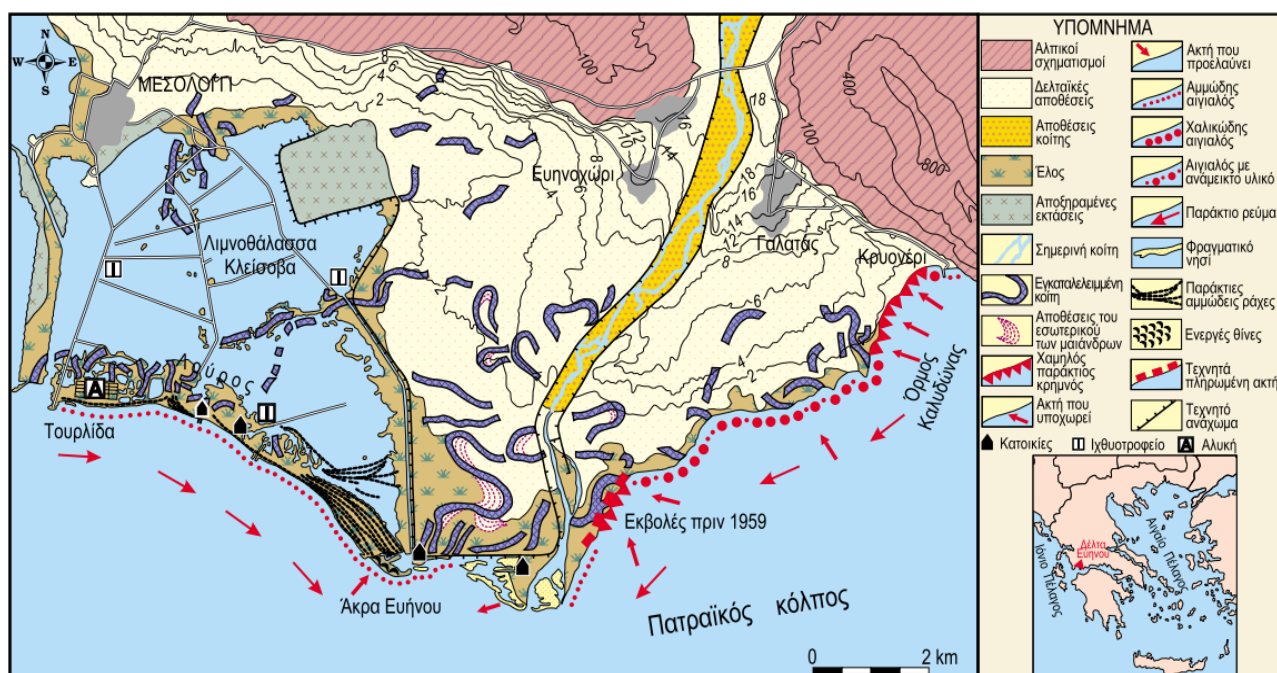
1.5 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

Στις εκβολές του ποταμού Εύηνου έχει διαμορφωθεί από την συσώρευση των ποτάμιων ιζημάτων ένα εκτεταμένο δέλτα $91,84 \text{ km}^2$ και ταξινομείται μεταξύ των δώδεκα μεγαλύτερων του Ελλαδικού χώρου. Να σημειωθεί ότι η σημερινή μορφή του δέλτα είναι απόρροια κυρίως ανθρωπογενων παρεμβάσεων σε όλη την έκταση της κοιτης του ποταμού και όχι μόνο παρέμβασων στο δέλτα. Συγκεκριμένα μετά την τεχνητή ευθυγράμμιση της κοίτης στον χώρο της δελταϊκής πεδιάδας από την περίοδο του 1959 έως και το 1995 προέκυψε ότι η ακτογραμμή του δέλτα έχει εισχωρήσει στην νότια πλευρά του αλλά ταυτόχρονα έχουν αυξηθεί οι αποθέσεις και κατα συνέπεια η χερσαία έκταση σε ένα μικρό σημείο της περιοχής, όπως φαίνεται και στην εικόνα 8 με τα κόκκινα βελάκια προς τα έξω. Ωστόσο είναι και αποτέλεσμα της αλλαγής του κλίματος στον Ελλαδικό χώρο και επηρεάζεται από το ύψος της ετήσιας βροχής που δέχεται ο ποταμός. Κύριο ρόλο στην διαμόρφωση του δέλτα έχει η ποτάμια τροφοδοσία αλλά και ο κυματισμός της περιοχής. Ο υδροβιότοπος που έχει χρησιμοποιηθεί με το πέρασμα των χρόνων έχει χαρακτηρησθεί ως εθνικός υδροβιότοπος και προστατεύεται περιβαλλοντικά από την σύμβαση RAMSAR. Ωστόσο έχει σημαντική ισχύ και στην τοπική κοινωνία για την γεωργική οικονομία της ευρύτερης περιοχής του Μεσολογγίου (Maroukian & Karymbalis, 2004, p.201-207).

Το δέλτα του Εύηνου ποταμού είναι ένας ολοκαινικός σχηματισμός και χρονολογείται πριν από περισσότερα 18.000.000 χρόνια (δηλαδή κατά την τελευταία Παγετώδη περίοδο). Ο Πατραϊκός κόλπος αποτελούσε μια τεράστια πεδιάδα, εκείνη την χρονική περίοδο, η οποία καταλάμβανε την περιοχή της βόρειας σημερινής ακτογραμμής του. Μετά από εκείνη την εποχή με την σταδιακή αλλαγή στην θερμοκρασία (λόγω της μετάβασης στην Μεσοπαγετώδη περίοδο) και την απότομη άνοδο της στάθμης της θάλασσας που πραγματοποιήθηκε η κλίση της κεντρικής κοίτης του τότε υδρογραφικού δικτύου του Εύηνου ποταμού μειώθηκε. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την συσώρευση και τον εγκλωβισμό αλλουβιακών ιζημάτων στην τότε αλλουβιακή πεδιάδα και αυτό με την σειρά του είχε ως συνέπεια την ιζηματογένεση χονδρόκοκκων ποταμοχειμάρων αποθέσεων. Η σημερινή μορφή του το δέλτα ξεκίνησε να σχηματίζεται περίπου πριν από 6.000 χρόνια από την συνεισφορά ιζημάτων των τριών εγκαταλελειμένων κοιτών του Ευήνου όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια. Αυτές οι παλαιοκοίτες

διαμόρφωσαν την δυτική δελταϊκή πεδιάδα στην περιοχή της Τουρλίδας. Η δημιουργία λιμνοθάλασσας στην περιοχή της Κλείσοβας στα δυτικά της δελταϊκής πεδιάδας είναι αποτέλεσμα της εισροής της θάλασσας στην χαμηλής κλίσης περιοχή εξαιτίας της συμπύκνωσης των δελταϊκών αποθέσεων με την πάροδο του χρόνου. Η συμπύκνωση πραγματοποιήθηκε μετά την εγκατάλειψη του τμήματος αυτού της δελταϊκής πεδιάδας όταν οι κλάδοι διανομής (κοίτες του Εύηνου στο δέλτα) μετατοπίστηκαν προς το κεντρικό και ανατολικό τμήμα του δέλτα (Maroukian & Karymbalis, 2004, p. 201-217).

Η γεωμορφολογική χαρτογράφηση οδήγησε στη διαπίστωση πλήθους παλαιοκοιτών στο ανατολικό τμήμα της δελταϊκής πεδιάδας. Το γεγονός ότι αυτά τα ίχνη παλαιάς ροής δεν είναι ευδιάκριτα καθώς και η διαπίστωση ότι αποκόπτονται απότομα στην ακτογραμμή αποτελεί ένδειξη ότι πρόκειται για πολύ παλαιότερες διαδρομές του ποταμού από τη σημερινή κοίτη στο κεντρικό τμήμα του δέλτα (Maroukian & Karymbalis, 2004, p. 201-217).



Εικόνα 8. Γεωμορφολογικός χάρτης του δέλτα του Εύηνου ποταμού. (πηγή: Καρύμπαλης, 2010)

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η επιτόπια έρευνα πεδίου στην περιοχή οδήγησε στη διαπίστωση ότι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη παράκτια διάβρωση η οποία οφείλεται αφενός στην εγκατάλειψη των παλαιών λοβών και αφετέρου στην κατασκευή του φράγματος όπως ήδη αναφέρθηκε στο ορεινό τμήμα της λεκάνης απορροής του Εύηνου που περιόρισε σημαντικά την άφιξη και απόθεση ιζημάτων στο δέλτα. Σημαντικό επίσης ρόλο στην παράκτια διάβρωση παίζει και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας λόγω της κλιματικής αλλαγής αφού εκτιμάται ότι το 13% της δελταϊκής πεδιάδας βρίσκεται στην χαμηλή υψομετρική ζώνη μεταξύ 0 και 0,5 m. Ειδικά στην ανατολική πλευρά του Δέλτα του Εύηνου ποταμού οι θαλάσσιες διεργασίες που επικρατούν διαβρώνουν την παράκτια δελταϊκή ζώνη όλο και περισσότερο. Η διάβρωση αυτή εξαρτάται από τρία χαρακτηριστικά. Το κυματικό περιβάλλον του Πατραϊκού κόλπου, την λιθολογία καθώς και την μορφολογία της ακτογραμμής και στην συγκεκριμένη περίπτωση επειδή το δέλτα αποτελείται από χαλαρά ιζήματα και αιγιαλούς η ακτογραμμή έχει μεγάλη τρωτότητα (Maroukian & Karymbalis, 2004, p.201-217).

1.6 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ ΙΖΗΜΑΤΟΣ

Το ίζημα από το οποίο αποτελούνται οι γεωμορφές ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος, την μορφή και το σχήμα των κόκκων του. Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύεται το μέγεθος των ιζημάτων που συλλέχθηκαν στην εργασία πεδίου για την γεωλογική μελέτη του Εύηνου ποταμού. Το μέγεθος ενός ιζήματος μπορεί να κυμένεται από ολόκληρο ογκόλιθο έως και πολύ λεπτόκοκκο υλικό, το οποίο δεν διακρίνεται εύκολα με γυμνό μάτι. Πολλές φορές η κοκκομετρική ανάλυση οδηγεί σε συμπεράσματα σχετικά με το μέσο που μετέφερε και απόθεσε το συγκεκριμένο ίζημα (θαλάσσιο, ποτάμιο, αέρας, πλημμύρα κτλ.). (Καρύμπαλης, 2010, p.81-85)

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες προέλευσης των ιζηματογενών κόκκων:

- I. Κόκοι που έχουν προκύψει από τον θρυμματισμό πετρωμάτων (lithogenic). Πρόκειται για κόκκους που έχουν προκύψει από την διάβρωση.
- II. Κόκκοι που αποτελούνται από ένα μόνο ορυκτό (minerogenic). Η κύρια διαδικασία σχηματισμού είναι η αποσάθρωση και ο θρυμματισμός των πετρωμάτων.
- III. Οι κόκκοι βιογενούς προέλευσης (biogenic). Οι κόκκοι αυτοί αποτελούνται από κελύφη ή θραύσματα κελυφών θαλάσσιων οργανισμών ή υπολείμματα οστράκων και κοραλλιών (Καρύμπαλης, 2010, p.81-85)

Η σημαντικότερη ιδιότητα των ιζημάτων είναι το μέγεθος των κόκκων τους. Από το μέγεθος του κόκκου του ιζήματος αντλούνται πολύτιμες πληροφορίες για το περιβάλλον αλλά και γενικά για τις γεωμορφολογικές διαδικασίες. Οι μεγάλοι κόκκοι μπορούν να μετρηθούν άμεσα με ένα παχύμετρο. Ενώ για τους μικρότερους κόκκους χρειάζεται περαιτέρω ανάλυση. Το λεπτόκοκκο ή μεσόκοκκο ίζημα μπορεί να μετρηθεί με τρεις τρόπους.

- Με την διαδικασία υγρού κοσκινίσματος,
- Με την παρατήρηση τους στο μικροσκόπιο και
- Με μεθόδους που σχετίζονται με τον ρυθμό καθίζησης του ιζήματος. (Καρύμπαλης, 2010, p.81-85)

Η Βασική ονοματολογία των κόκκων ανάλογα με την διάμετρο τους, μετρημένη σε χιλιοστά (mm) είναι η εξής:

- ❖ Χάλικες (gravel) ή κόκκοι ψηφίδων – παίπαλοι (granules mosaic fume), με διάμετρο μεγαλύτερη των 2mm.
- ❖ Άμμος (sand), με διάμετρο από 2mm έως και 0.0625mm.
- ❖ Ιλύς (silt) ή πηλός (mud), με διάμετρο από 0.0625mm έως και 0.0020mm.
- ❖ Άργιλος (clay), με διάμετρο μικρότερη από 0.0020mm.

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας αναφέρονται δύο ακόμα κατηγορίες ονοματολογίας. Η ιλυώδη άμμος (με διάμετρο από 0.125mm έως 0.0625mm) και η αμμώδη ιλύς (με διάμετρο από 0.62mm έως 0.031mm). (Καρύμπαλης, 2010, p.81-85)

Στην εργαστηριακή ανάλυση της κοκκομετρίας, έγινε η χρήση των κόσκινων για τον προσδιορισμό της διαμέτρου των κόκκων. Τα κόσκινα που χρησιμοποιήθηκαν είναι σαν και αυτό της Εικόνας 13.

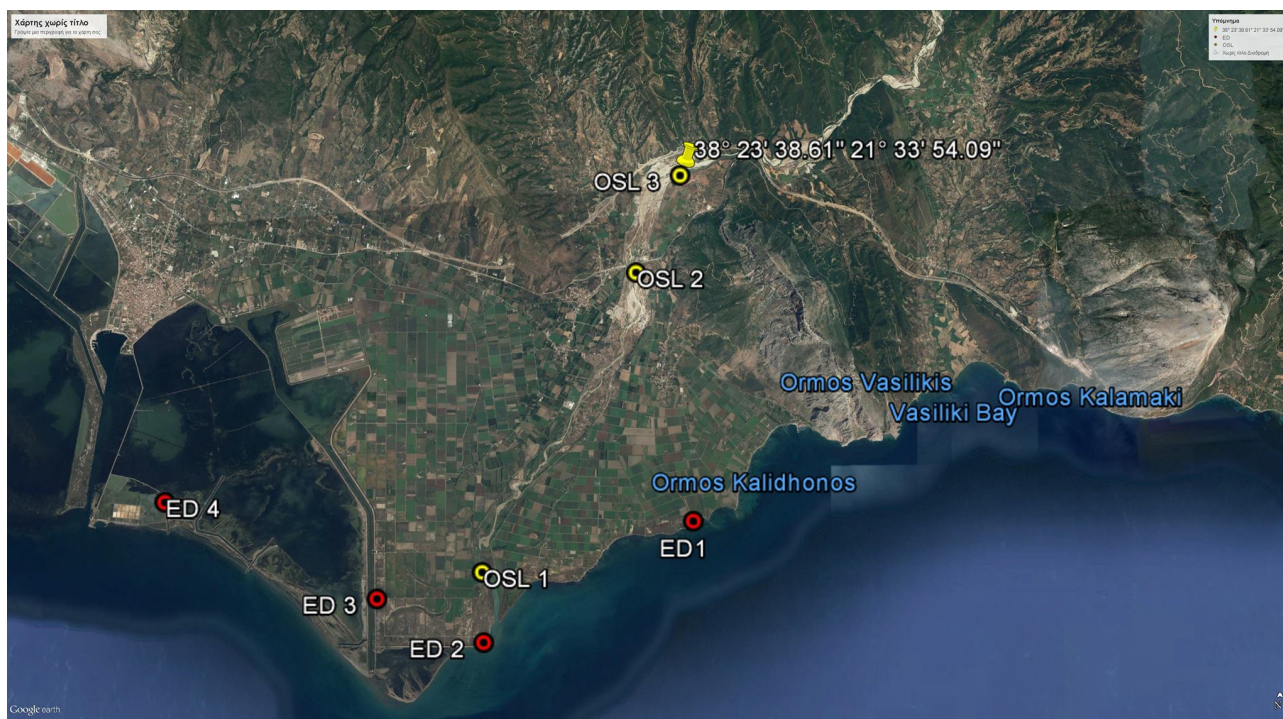


Εικόνα 9. Κόσκινο που χρησιμοποιείτε για την κοκκομετρία. (Πηγή : <http://ecofrost.gr/images/detailed/29/47278.jpg> {online})

1.7 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την εκπόνηση της διπλωματικής αυτής εργασίας πραγματοποιήθηκε εργασία γραφείου, εργασία στο ύπαιθρο και εργασία στο εργαστήριο. Συνεπώς η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε χωρίζεται σε τρία μέρη.

Αρχικά για την επιτυχημένη εργασία στο ύπαιθρο ή αλλιώς στο πεδίο έρευνας, χρειαζόταν η εργασία γραφείου. Πρόκειται για την μελέτη της ευρύτερης περιοχής στην οποία θα πραγματοποιούνταν η εργασία πεδίου που είναι το δέλτα του Εύηνου ποταμού. Ιδιαίτερης σημασίας ήταν η επιλογή των θέσεων των γεωτρήσεων. Για την επιλογή των θέσεων ήταν σημαντική η αναζήτηση, εύρεση και μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας για τον Εύηνο ποταμό, το δέλτα του και γενικότερα για την ευρύτερη περιοχή του Μεσολογγίου. Για την επιλογή των κατάλληλων θέσεων των γεωτρήσεων με σκοπό την μελέτη των παλαιοπεριβαλλόντων απόθεσης μελετήθηκαν εικόνες από το Google Earth αλλά και τα λεπτομερή τοπογραφικά διαγράμματα του δέλτα κλίμακας 1:5.000 της γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού. Ένα από τα κριτήρια που ελήφθη υπόψη ήταν και η δυνατότητα πρόσβασης και μεταφοράς του εξοπλισμού. Έπειτα από την μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και της απόφασης – επιλογής της ευρύτερης περιοχής των γεωτρήσεων προγραμματίστηκε επιτόπια έρευνα και εργασία πεδίου στην περιοχή του δέλτα του Ευήνου για την τελική επιλογή των τελικών ακριβών σημείων τα οποία είχαν αποφασιστεί έπειτα από την έρευνα γραφείου.



Εικόνα 10. Χάρτης με την τοποθεσία των γεωτρήσεων και των δειγμάτων OSL της παρούσας εργασίας. (Πηγή : Google Earth)

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση των γεωτρήσεων ανήκει στο εργαστήριο Φυσικής Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε ένα γεωτρύπανο (τύπου cobra) και όλα τα παρελκόμενα εξαρτήματα αυτού (βλ. Εικόνα 11). Η περιγραφή της στρωματογραφίας των ιζηματολογικών χαρακτηριστικών των επιμέρους στρωμάτων έγινε στο υπαιθρο και από τους «ανοιχτούς» πυρήνες έγινε η δειγματοληψία δειγμάτων ιζήματος για κοκκομετρική ανάλυση. Η εργασία πεδίου πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια ενός τετραήμερου ταξιδιού στην περιοχή μελέτης τον Ιούνιο του 2017 (από την Παρασκευή 23 Ιουνίου του 2017 έως την Δευτέρα 26 Ιουνίου).



Εικόνα 11. Διαδικασία εξόρυξης του πυρήνα με την χρήση του γεωτρύπανου (τύπου cobra).

Σημαντικό μέρος της εργασίας πεδίου ήταν η εύρεση κατάλληλης τοποθεσίας για την πραγματοποίηση των γεωτρήσεων. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 4 γεωτρήσεις (με κωδικές ονομασίες ED1, ED2 και ED4), όπου η επιλογή των θέσεων τους δεν έγινε τυχαία. Όπως φαίνεται και στον χάρτη 1 η γεωγραφική θέση των γεωτρήσεων είναι κατά μήκος της ακτογραμμής της δελταϊκής πεδιάδας. Ο στόχος των συγκεκριμένων θέσεων των γεωτρήσεων είναι η μελέτη των περιβαλλόντων απόθεσης των ιζημάτων στο ευρύτερο τμήμα της δελταϊκής πεδιάδας. Οι γεωτρήσεις έφθασαν μέχρι και τα 4 μέτρα βάθος, και κριτήριο για το βάθος τους ήταν η εξαγωγή συμπερασμάτων για την παλαιογεωγραφία της περιοχής όπως προέκυπτε από τη μακροσκοπική παρατήρηση των πυρήνων. Η ανάκτηση των πυρήνων γινόταν ανά μέτρο και όπως ήδη αναφέρθηκε η περιγραφή της στρωματογραφίας (βάθος επαφών διαφορετικών στρωμάτων, ιζηματολογικά χαρακτηριστικά κλπ) πραγματοποιήθηκε επιτόπου. Μετά την ιζηματολογική περιγραφή του κάθε μέτρου γινόταν δειγματοληψία ιζήματος ανά 10 εκατοστά και αποθήκευση των δειγμάτων σε πλαστικά σακουλάκια με κωδικό τον αριθμό της γεώτρησης και το βάθος της δειγματοληψίας. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Φυσικής Γεωγραφίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου για να αναλυθούν κοκκομετρικά και να γίνουν μακροσκοπικές παρατηρήσεις. Επίσης για κάθε γεώτρηση από το πρώτο μέτρο (σχετικά κοντά στην επιφάνεια) έγινε δειγματοληψία για μελέτη ραδιενεργών στοιχείων με σκοπό τη χρονολόγηση και την εκτίμηση του ρυθμού ιζηματογένεσης. Οι αναλύσεις των δειγμάτων έγιναν στο Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας του Southampton.

Κατά την διάρκεια της παραμονής της ομάδας στη δελταϊκή πεδιάδα έγιναν παρατηρήσεις κατά μήκος της δελταϊκής ακτογραμμής με σκοπό τον εντοπισμό των περιοχών μεγάλου ρυθμού διάβρωσης ενώ παράλληλα έγινε δειγματοληψία ιζημάτων από τα μέτωπα ποτάμιων αναβαθμίδων για χρονολόγηση με τη μέθοδο OSL. Από κάθε μέτωπο αναβαθμίδας συλλέχθηκαν τρία δείγματα ιζημάτων εκ των οποίων ένα από τη βάση του μετώπου ένα από την κορυφή και ένα ενδιάμεσα. Τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν για την χρονολόγηση των αναβαθμίδων, επίσης δεν ήταν τυχαία. Το πρώτο δείγμα OSL πάρθηκε πριν την εκβολή του Εύηνου ποταμού στην θάλασσα, το δεύτερο σε μία ενδιάμεση τοποθεσία του δέλτα του ποταμού και το τρίτο δείγμα στην κορυφή του δέλτα του (διακρίνονται οι τοποθεσίες των δειγμάτων OSL στον χάρτη της Εικόνας 10). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για αυτήν την συλλογή ήταν η εξής: Με ένα καλέμι και ένα σφυρί απομακρύνονταν το εξωτερικό στρώμα του ιζήματος διότι για την χρονολόγηση με OSL το ίζημα που θα συλλεχθεί δεν θα πρέπει να έχει έρθει σε επαφή με το φως του ηλίου. Με έναν πλαστικό σωλήνα και το σφυρί πάρθηκε από το κάθε σημείο ένα δείγμα για OSL. Οι χημικές αλύσεις για την προετοιμασία των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Φυσικής Γεωγραφίας του Χαροκοπέιου Πανεπιστημίου ενώ οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο Τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

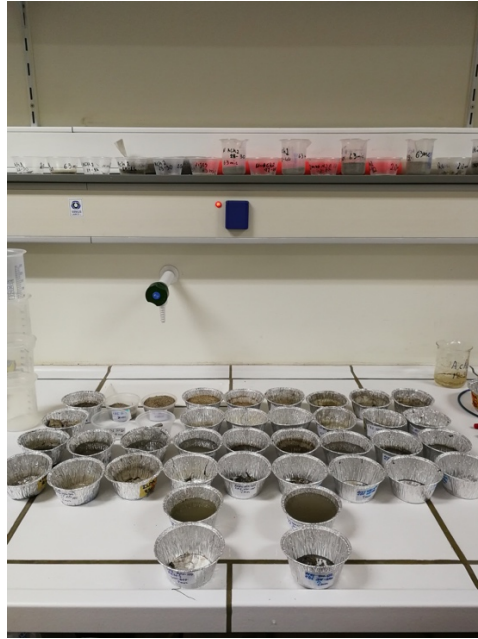


Εικόνα 12. Διαδικασία εξόρυξης δείγματος για ανάλυση OSL

Η μελέτη της στρωματογραφίας των μετόπων και η χρονολόγηση των αποθέσεων των αναβαθμίδων παρότι πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της επίσκεψης στην περιοχή μελέτης, δεν αποτελούν μέρος της παρούσας εργασίας.

Για τη μελέτη των γεωτρήσεων πραγματοποιήθηκε η περιγραφή της στρωματογραφίας των πρόσφατων δελταϊκών ιζημάτων και σχεδιάστηκαν διαγράμματα της κοκκομετρίας των ιζημάτων με το βάθος. Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων περιελάμβανε την εξής διαδικασία:

- Αρχικά τα δείγματα ιζήματος τοποθετήθηκαν σε διάλυμα απεσταγμένου νερού και H_2O_2 (υπεροξειδίου του υδρογόνου) (10%). Σκοπός ήταν η αποκροκίδωση των συσσωματωμάτων ιζήματος και η διάλυση των αλάτων (αποδέσμευση των κόκκων ιζήματος) ώστε να μειωθούν τα σφάλματα κατά την κοκκομετρική ανάλυση. Τα δείγματα έμειναν στο διάλυμα ένα 24ωρο. Η κοκκομετρική ανάλυση έγινε με τη μέθοδο της υγρής κοσκίνησης.
- Πριν την υγρή κοσκίνηση ζυγίστηκε το συνολικό βάρος του δείγματος. Χρησιμοποιήθηκαν δύο κόσκινα με διάμετρο 0,063 mm και 2 mm αντίστοιχα. Αφού πραγματοποιήθηκε η κοσκίνηση η ποσότητα ιζήματος που κατακρατήθηκε σε κάθε κόσκινο συλλέχθηκε προσεκτικά και τοποθετήθηκε σε αλουμινένιο ταψάκι. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε στο φούρνο στους 70 °C ώστε να στεγνώσει πλήρως. Μετά από πάροδο ενός 24ώρου και αφού το ίζημα στέγνωσε ζυγίστηκε με ζυγό ακριβείας και υπολογίστηκε το ποσοστό του βάρους του στο συνολικό βάρος του αρχικού δείγματος. Έτσι το βάρος που κατακρατήθηκε στο κόσκινο διαμέτρου 0,063 mm αντιστοιχεί στο ποσοστό της άμμου, το βάρος που κατακράτησε το κόσκινο διαμέτρου 2 mm αντιστοιχεί σε ίζημα μεγέθους κόκκων ψηφίδων-παιπαλών και το ίζημα που πέρασε από το κόσκινο διαμέτρου 0,063 mm αντιστοιχεί στο μείγμα ιλύος και αργίλου. Για την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων της κοκκομετρικής ανάλυσης σχεδιάστηκαν τα διαγράμματα διακύμανσης του ποσοστού κόκκων ψηφίδων – παίπαλων, άμμου και ιλύος – αργίλου στο σύνολο των δειγμάτων ιζήματος σε σχέση με το βάθος της γεώτρησης. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα κλάσματα ανά δείγμα κρατήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια για την μικρο και μακρο παλαιοντολογική τους ανάλυση μελλοντικά με σκοπό τον ακριβή προσδιορισμό των παλαιοπεριβαλλόντων απόθεσης.



Εικόνα 13. Διαχωρισμούς του υλικού του ιζήματος που παρέμεινε στα κόσκινα σε αλουμινένιο ταψάκι ανάλογα με τη διάμετρο τους. Προετοιμασία για τοποθέτηση τους στον φούρνο ώστε να στεγνώσουν πλήρως.

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

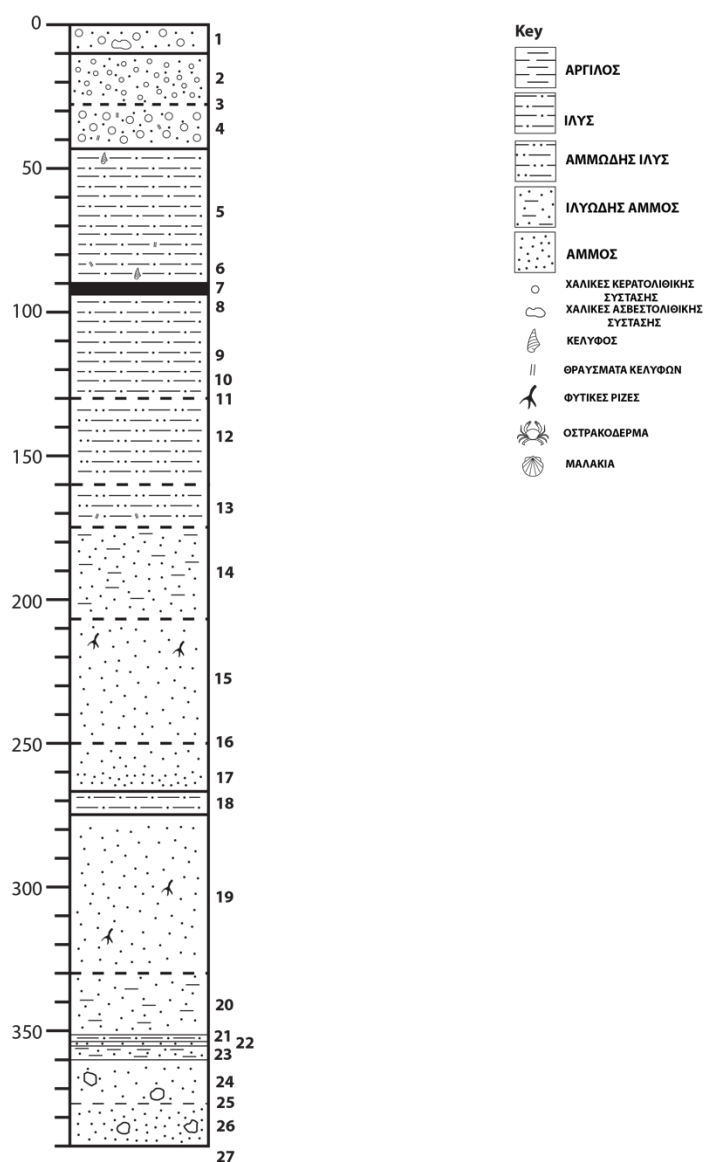
Όπως ήδη προαναφέρθηκε πραγματοποιήθηκαν τέσσερις γεωτρήσεις (ED1 – ED2 – ED3 – ED4) μικρού βάθους με σκοπό την μελέτη της παλαιογραφίας της δελταϊκής πεδιάδας του Εύηνου ποταμού. Και στις τέσσερις γεωτρήσεις ελήφθησαν δείγματα ιζήματος ανά 10cm. Ωστόσο πραγματοποιήθηκε κοκκομετρική ανάλυση στις δύο πρώτες γεωτρήσεις (ED1 και ED2), στις οποίες μελετήθηκε και η στρωματογραφία των πυρήνων τους. Επίσης αντλήθηκαν δεδομένα από την ραδιοχρονολόγηση της περιεκτικότητας των στοιχείων στην γεώτρηση ED4. Οι δύο γεωτρήσεις που μελετήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας βρίσκονται δυτικά και ανατολικά της σημερινής κοίτης του ποταμού. Η ανατολική γεώτρηση (ED1) βρίσκεται σε μια περιοχή του παλαιού δέλτα και σκοπός της είναι η μελέτη του περιβάλλοντος απόθεσης στο τμήμα αυτό της δελταϊκής πεδιάδας. Η δυτική γεώτρηση (ED2) βρίσκεται κοντά στις σύγχρονες εκβολές του ποταμού και στόχος της είναι να αποτυπωθούν τα σύγχρονα περιβάλλοντα απόθεσης στο τμήμα αυτό. Η επιλογή των θέσεων των γεωτρήσεων δεν έγινε τυχαία. Στην επιλογή των συγκεκριμένων σημείων η προσβασιμότητα του εξοπλισμού αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα. Ακολουθεί η ιζηματολογική περιγραφή της στρωματογραφίας των πυρήνων.

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΩΝ ΠΥΡΗΝΩΝ

Η περιγραφή της στρωματογραφίας των πυρήνων είναι βασική ενέργεια για την παλαιογεωμορφολογική μελέτη μιάς περιοχής. Δημιουργεί μια πρώτη εικόνα για το πως είναι κατανομημένη η σύσταση των αποθέσεων των εκάστοτε κάθετων πυρήνων καθώς βοηθάει και στην δημιουργία πρώτων συμπερασμάτων.

Όσον αφορά τους πυρήνες που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα εργασία, η περιγραφή τους γινόταν ταυτόχρονα με την διαδικασία εξόρυξης των πυρήνων. Αμέσως μετά από την εξόρυξη ενός πυρήνα από το υπέδαφος γινόταν η περιγραφή της στρωματογραφίας του. Αφού ολοκληρωνόταν η περιγραφή του ενός πυρήνα, η ερευνητική ομάδα συνέχιζε στην εξόρυξη του επόμενου πυρήνα.

2.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ED1



Σχήμα 1. Περιγραφή στρωματογραφίας του πυρήνα ED1

Η πρώτη γεώτρηση έλαβε χώρα στο ανατολικό τμήμα του δέλτα του Ευήνου ποταμού, ανατολικά της καινούργιας κοίτης του ποταμού. Στο σχήμα 1 έχουν αποτυπωθεί τα ιζηματολογικά χαρακτηριστικά των αποθέσεων του του δέλτα στην περιοχή της γεώτρησης ED1 μέχρι το βάθος των 4m.

Στην Εικόνα 14 φαίνονται οι τρεις πυρήνες, ύψους 100cm ο καθένας, της γεώτρησης ED1.



Εικόνα 14. Πυρήνες της γεώτρησης ED1

Αρχίζοντας από την κορυφή του πυρήνα παρατηρείται πως στα πρώτα 10cm η σύσταση του υλικού στον πυρήνα αποτελείται από χονδρόκοκο υλικό, άμμο σε συνδιασμό με κερατολιθικής και ασβεστολιθικής σύσταση χάλικες. Από τα 10cm μέχρι και τα 42cm η άμμος παραμένει κύριος τύπος ιζήματος, οι κερατόλιθοι έπειτα από τα 10cm αυξάνονται αλλά δεν παρατηρούνται χάλικες ασβεστολιθικής σύστασης. Η σύσταση των χαλίκων σχετίζεται με τα είδη των περτωμάτων που καταλαμβάνουν τη λεκάνη απορροής των ποταμών. Τα στοιχεία αυτά φανερώνουν ότι το συγκεκριμένο σημείο του πυρήνα βρίσκεται σε χερσαίο περιβάλλον. Αυτό προκύπτει από την παρουσία χονδρόκοκκου και μεσόκοκκου υλικού, των χαλίκων αλλά και της άμμου, όπου προσδίδουν μικρή διάβρωση των ιζημάτων και χερσαία απόθεση. Επίσης η ύπαρξη αρκετών ριζών αλλά και η απουσία θαλάσσιων ή λιμναίων απολιθωμάτων ενισχύουν την άποψη ότι το παλαιοπεριβάλλον απόθεσης ήταν χερσαίο. Στα τελευταία εκατοστά της προαναφερθείσας περιοχής (10cm έως 42cm) και συγκεκριμένα μετά τα 28cm εμφανίζονται κάποια θραύσματα κοχυλιών. Μια πρώτη εκτίμηση είναι ότι εκείνη την περίοδο το περιβάλλον απόθεσης ήταν παράκτιο με έντονο κυματισμό λόγω της θραύσης των κελυφών, των απολιθωμάτων και των θαλάσσιων οργανισμών.

Στην εικόνα 15 έχει φωτογραφηθεί η περιοχή όπου έγινε η γεώτρηση ED1.



Εικόνα 15. Η περιοχή της γεώτρησης ED1

Από τα 42cm η σύσταση των ιζημάτων αλλάζει και από άμμος γίνεται ιλύς, δηλαδή γίνεται περισσότερο λεπτομερές. Αυτή η αλλαγή της στρωματογραφίας σε συνδυασμό με την ύπαρξη θραυσμάτων κοχυλιών αλλά και τα ολόκληρα κελύφη που βρέθηκαν, οδηγεί στην υπόθεση πως το παλαιοπεριβάλλον απόθεσης έχει αλλάξει και από χερσαίο έγινε θαλάσσιο. Πρόκειται για ένα σχετικά ήσυχο θαλάσσιο περιβάλλον, πιθανόν λιμνοθάλασσα αφού τα κελύφη έχουν καταφέρει να διατηρηθούν ολόκληρα. Στα 90cm υπάρχει έλλειψη δεδομένων λόγω απώλειας του υλικού του πυρήνα, αλλά είναι μικρής σημασίας καθώς στη συνέχεια διαπιστώνεται πως η σύσταση των αποθέσεων παραμένει ίδια με την προηγούμενη. Αυτό ισχύει μέχρι τα 130cm όπου οι αποθέσεις μετατρέπονται σε αμμώδη ιλύ, συνεπώς αυξάνεται η διάμετρος των κόκκων. Ίσως για την συγκεκριμένη χρονική περίοδο να υπάρχει μικρός κυματισμός στην περιοχή και η διάβρωση των ιζημάτων να είναι μικρότερη από ότι είχε παρατηρηθεί πιο ψηλά στον πυρήνα. Μετά από τα 160cm εμφανίζονται ορισμένα θραύσματα κοχυλιών, άρα η κυματική ενέργεια στην περιοχή πιθανόν να ήταν αρκετά υψηλή ώστε να προκληθεί η θραύση των κελυφών. Το θαλάσσιο περιβάλλον απόθεσης παραμένει το ίδιο έως και τα 174cm, όπου τα ιζηματολογικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων παραμένουν ίδια.

Στην συνέχεια παρατηρείται στον πυρήνα ιλυώδης άμμος. Από εκείνο το σημείο και έπειτα το περιβάλλον απόθεσης του υλικού είναι χερσαίο. Η άποψη αυτή ενισχύεται από την διαπίστωση ότι το υλικό γίνεται πιο αδρομερές και απουσιάζουν θαλάσσια απολιθώματα από τα δείγματα. Αυτή η άποψη τεκμηριώνεται από την παρουσία φυτικών ριζών στα 210cm περίπου, αφού στα 200cm το ίζημα έχει γίνει ακόμα πιο χονδρόκοκκο, δηλαδή έχει γίνει άμμος. Η σύσταση του ιζήματος παραμένει η ίδια μέχρι τα 266cm, όπου και αλλάζει για τα επόμενα 10cm σε ιλύς και στην συνέχεια της κατακόρυφης ανάλυσης το υλικό του πυρήνα που κυριαρχεί είναι η άμμος έως και τα 330cm. Από τα 330cm έως και τα 350cm το υλικό που παρατηρείται στον πυρήνα είναι η ιλυώδης άμμος. Για τα επόμενα 10cm υπάρχουν συνεχόμενες αλλαγές στην σύσταση του ιζήματος, μεταξύ της ιλυώδους άμμου (351-353cm, 354-361cm) και της άμμου (353cm-354cm).

Τέλος από τα 361cm μέχρι και το τέλος του πυρήνα η κοκκομετρία του ιζήματος είναι άμμος, όπου μέσα σε αυτήν περιέχονται και ασβεστολιθικής σύστασης χάλικες.

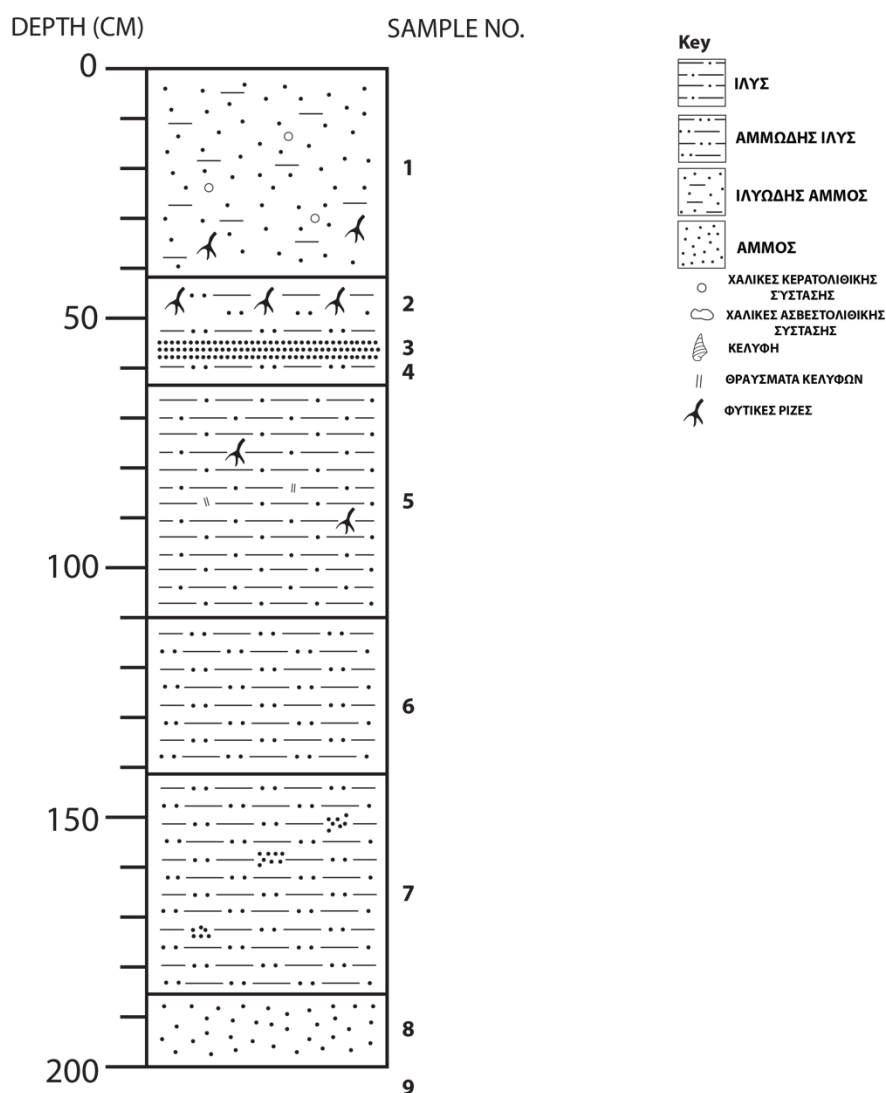
Γενικά από την στρωμοτογραφία γίνεται κατανοητό ότι η συγκεκριμένη περιοχή έχει αρκετές αλλαγές διαχρονικά μεταξύ χερσαίου και θαλάσσιου περιβάλλοντος. Όσον αφορά την ερμηνεία της παλαιοπεριβαλλοντικής απόθεσης, όταν οι αποθέσεις έχουν χάλικες και αδρομερές ίζημα δείχνουν ένα χερσαίο περιβάλλον απόθεσης, που πιθανόν οφείλεται στην τροφοδοσία με ίζημα από το ποτάμι. Σημαντικό χαρακτηριστικό χερσαίου περιβάλλοντος είναι η παρουσία φυτικών ριζών.

Όπου η κοκκομετρία του ιζήματος είναι λεπτόκοκκη (ιλύς – άργιλος – αμμώδη ιλύς) δείχνει ένα ήρεμο περιβάλλον απόθεσης που πιθανόν αντιστοιχεί σε προστατευμένη περιοχή από τις θαλάσσιες διεργασίες. Τέτοια περιβάλλοντα αντιστοιχούν σε λιμνοθάλασσα ή παράκτιο έλος.

Όταν παρατηρούνται θραύσματα κελυφών θαλάσσιων οργανισμών, το περιβάλλον απόθεσης αντιστοιχεί σε παράκτια ζώνη, πιθανόν σε αιγιαλό με έντονο κυματισμό.

2.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ED2

Η δεύτερη γεώτρηση ED2 πραγματοποιήθηκε στο δυτικό τμήμα της κοίτης του Εύηνου ποταμού κοντά στις σημερινές εκβολές του. Αυτή η γεώτρηση έφτασε σε βάθος 190cm λόγω αδυναμίας συλλογής του υλικού που βρισκόταν πιο βαθιά.



Σχήμα 2. Η στρωματογραφία του πυρήνα ED2.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 2 η στρωματογραφία του πυρήνα δεν χαρακτηρίζεται από πολλές εναλλαγές. Πιο αναλυτικά τα πρώτα 41cm έχουν ως κύρια σύσταση των ιζημάτων ιλυώδη άμμο. Μέσα σε αυτήν βρέθηκαν ορισμένες φυτικές ρίζες μεταξύ των 30cm και 40cm αλλά και χαλίκια κερατολιθικής σύστασης. Προφανώς το περιβάλλον απόθεσης είναι χερσαίο καθώς παρατηρήθηκαν φυτικές ρίζες και χάλικες κερατολίθων.

Από τα 41cm έως και τα 63cm η σύσταση του ιζήματος αλλάζει και γίνεται αμμώδης ιλύς δηλαδή το υλικό του πυρήνα το οποίο βρίσκεται σε μεγαλύτερο βάθος είναι πιο λεπτόκοκκο από αυτό που βρίσκεται έως τα 41cm. Στα πρώτα cm της αμμώδους ιλύος βρέθηκαν αρκετές ρίζες γεγονός που δείχνει την έντονη βλάστηση που επικρατούσε εκείνη την εποχή σε ένα ήρεμο περιβάλλον απόθεσης όπως μαρτυρά η λεπτόκοκκη φύση του ιζήματος. Επίσης περίπου στα 45cm εμφανίζεται χονδρόκοκκη άμμος.

Από τα 63cm έως τα 110cm το ίζημα χαρακτηρίζεται από ακόμη πιο λεπτόκοκκο υλικό δηλαδή ιλύ. Και σε αυτό το σημείο εμφανίζονται αρκετές φυτικές ρίζες αλλά ενδιάμεσα από τις ρίζες παρατηρήθηκαν θρυματισμένα κελυφών θαλάσσιων οργανισμών. Αυτά τα θραύσματα κελυφών πιθανόν βρέθηκαν στο συγκεκριμένο σημείο λόγω κάποιας μεγάλης πλημμύρας από την πλευρά της θάλασσας. Αρκετά συχνά, η παρουσία λεπτών στρωμάτων με θραύσματα κελυφών σε ιζήματα που αντιστοιχούν σε ένα ήρεμο, λιμνοθαλάσσιο ή χερσαίο περιβάλλον απόθεσης, φανερώνει ότι η εν λόγω περιοχή επηρεάστηκε από ένα ακραίο γεγονός κυματισμού ή εξαιτίας κάποιας καταιγίδας ή μικρού τσουνάμι. Η περίπτωση το περιβάλλον να είναι θαλάσσιο είναι απίθανη καθώς δεν έχουμε κάποια άλλη σημαντική αλλαγή στην κοκκομετρία του πυρήνα. Επιπλέον η παρουσία των φυτικών ριζών μειώνει την πιθανότητα ύπαρξης θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Από τα 110cm μέχρι τα 186cm το ίζημα χαρακτηρίζεται αποκλειστικά από αμμώδη ιλύ, γεγονός που μαρτυρά το ήρεμο χερσαίο παλαιοπεριβάλλον.

Ενώ στα τελευταία 15cm του πυρήνα εμφανίζεται η άμμος, το οποίο υποδηλώνει ένα παράκτιο περιβάλλον απόθεσης.

Στον συγκεκριμένο πυρήνα συμπαιρένουμε πως το περιβάλλον απόθεσης της εν λόγω περιοχής ήταν χερσαίο. Μάλιστα, ίσως πρόκειται για ένα ήρεμο χερσαίο περιβάλλον της δελταϊκής πεδιάδας του Εύηνου ποταμού. Αυτό τεκμηριώνεται από την σύσταση του υλικού του πυρήνα που αποτελείται από μεσόκοκκο (άμμος) έως και λεπτόκοκκο (αμμώδης ιλύς) ίζημα. Υπάρχει δηλαδή μια πολύ μικρής κλίμακας διαφορά σύστασης του υλικού. Επίσης η παρουσία πολλών φυτικών ριζών σε συνδιασμό με την εκτεταμένη απουσία θαλάσσιων ή λιμναίων απολιθωμάτων ενισχύουν της πιθανότητες της παραπάνω περίπτωσης.

Στην συνέχεια παρατίθενται δύο φωτογραφίες της γεώτρησης ED2, όπου η μια δείχνει τους πυρήνες μετά την εξόρυξη τους και πριν την περιγραφή της στρωματογραφίας τους και η άλλη την περιοχή όπου έγινε η γεώτρηση.



Εικόνα 16. Σε αυτήν την φωτογραφία φαίνονται οι τρεις πυρήνες 100cm της γεώτρησης ED2.



Εικόνα 17. Περιοχή γεώτρησης ED2.

2.2 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑΣ

Η κοκκομετρική ανάλυση των ιζημάτων έγινε στα δείγματα των γεωτρήσεων ED1 και ED2. Για την κοκκομετρική ανάλυση των ιζημάτων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της υγρής κοσκίνησης. Ενδεικτικά ελήφθησαν 40 δείγματα από την γεώτρηση ED1 και 19 δείγματα από την γεώτρηση ED2. Για την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων της κοκκομετρικής ανάλυσης σχεδιάστηκαν διαγράμματα διακύμανσης του ποσοστού κόκκων ψηφίδων – παιπάλων (διάμετρος κόκκου $>2\text{mm}$), άμμου ($2\text{mm} < \text{διάμετρος κόκκου} < 0.0625\text{mm}$) και ιλύος – αργίλου (διάμετρος $< 0.0625\text{mm}$) στο σύνολο των δειγμάτων ιζήματος σε σχέση με το βάθος της γεώτρησης. (Καρύμπαλης, 2010)

Τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των γεωτρητικών δεδομένων, δηλαδή τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις αναλύσεις της κοκκομετρίας στο εργαστήριο οδηγούν στην σύνταξη πολύτιμων συμπερασμάτων για τις περιοχές των γεωτρήσεων. Από την συγκεκριμένη ανάλυση θα επαληθευτούν τα συμπεράσματα που αντλήθηκαν στην προηγούμενη ενότητα 2.1. Οι ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν για την δημιουργία των διαγραμμάτων αναφέρονται στην μεθοδολογία (ενότητα 1.7). Στο παράρτημα βρίσκονται αναλυτικά οι πίνακες με τα στοιχεία που προέκυψαν στο εργαστήριο.

2.2.1 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑΣ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ED1



Σχήμα 3. Κοκκομετρική ανάλυση στην γεώτρηση ED1.

Γενικά στην πρώτη γεώτρηση υπάρχουν αρκετές εναλλαγές στην σύσταση της κοκκομετρίας (όπως φαίνεται στο σχήμα 3). Στα πρώτα 10cm η περιεκτικότητα του δείγματος στην κατηγορία των κόκκων ψηφιδωτών - παίπαλων είναι μεγαλύτερο από τις άλλες δύο κατηγορίες.

Η πρώτη αλλαγή του υλικού ως προς την κοκκομετρία παρατηρείται στα 30cm όπου η άμμος είναι εκείνη που έχει τα μεγαλύτερα ποσοστά σύστασης του ιζήματος. Η κοκκομετρία στο συγκεκριμένο βάθος σε συνδιασμό με την παρουσία αρκετών φυτικών ριζών αλλά και μαύρων στιγμάτων φαναιρώνει ότι το πάλαιοπεριβάλλον απόθεσης του ιζήματος της περιοχής ήταν χερσαίο.

Από τα 41cm αλλάζει η κοκκομετρία του πυρήνα και το υλικό του ιζήματος που κυριαρχεί μέχρι τα 267 cm και μάλιστα στα περισσότερα βάθη με ποσοτό μεγαλύτερο από 80% είναι η ίλυς-άργιλος. Η αλλαγή αυτή του υλικού σε συνδιασμό με την απουσία φυτικών ριζών, την παρουσία ολόκληρων κελυφών (στα 80cm με 90cm), όπως φαίνεται στην εικόνα 18, αλλά και πολλών θραυσμάτων κοχυλιών αποδεικνύουν πως το παλαιοπεριβάλλον απόθεσης ήταν θαλάσσιο. Ίσως πρόκειται για κάποιον αιγιαλό καθώς ο κυματισμός, σύμφωνα με τα γνωστά δεδομένα δεν ήταν σταθερός. Η κυματική δράση στην περιοχή τεκμηριώνεται με τα πολλά θραύσματα κελυφών που βρέθηκαν στον πυρήνα.



Εικόνα 18. Κατά την διαδικασία της υγρής κοσκίνησης βρέθηκε ολόκληρο κέλυφος θαλάσσιου οργανισμού μεταξύ των 80cm και 90cm.

Η επόμενη αλλαγή της σύστασης της κοκκομετρίας υφίσταται στα 272cm όπου η άμμος κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό έναντι των άλλων δυο κατηγοριών κοκκομετρίας. Μάλιστα το παλαιοπεριβάλλον έχει γίνει χερσαίο εξαιτίας της αλλαγής του χρώματος του υλικού, έχει αποκτήσει ένα έντονο χρυσαφί χρώμα και το γεγονός ότι παρατηρούνται φυτικές ρίζες στο συγκεκριμένο δείγμα ενισχύουν αυτήν την υπόθεση. Μέχρι τα 330cm η σύσταση του εδάφους δεν παρουσιάζει πολλές αλλαγές, παρά μόνο στα 300cm έως τα 310cm, όπου βρίσκονται αρκετοί κόκκοι ψηφίδων - παιπάλων.

Η κοκκομετρία στα 330cm αλλάζει, η άμμος είναι επικρατέστερη, συνεπώς το παλαιοπεριβάλλον στο συγκεκριμένο βάθος του πυρήνα υφίσταται έντονη απόθεση αδρομερών υλικών, πιθανόν λόγω της τροφοδοσίας με ίζημα από τον Εύηνο ποταμό.

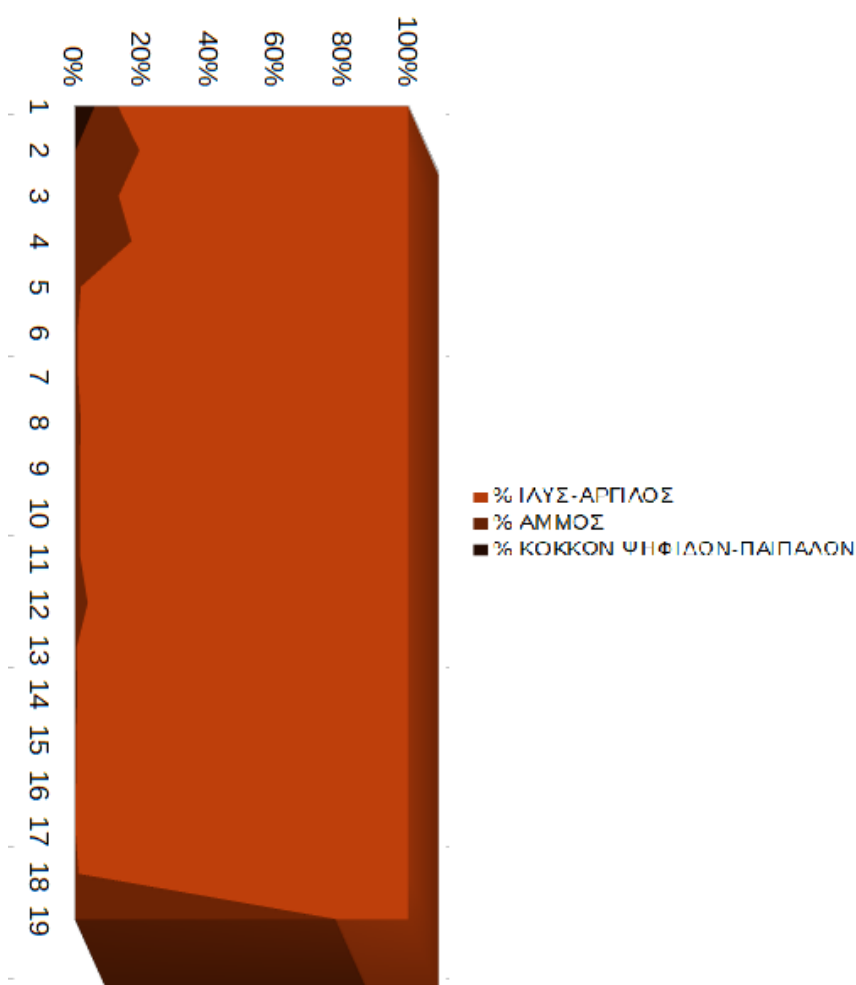
Η επόμενη αλλαγή στα ποσοστά της κοκκομετρίας εμφανίζεται στα 330cm όπου το ποσοστό της ιλύς-αργίλου είναι το μεγαλύτερο. Λόγω και της ύπαρξης φυκιών κατά την ανάλυση των δειγμάτων στο εργαστήριο ενισχύεται η περίπτωση το παλαιοπεριβάλλον να έχει γίνει θαλάσσιο ή λιμναίο.

Στα 370cm αλλάζει απότομα η σύσταση της κοκκομετρίας του υλικού. Η άμμος καταλαμβάνει ένα ποσοστό μεγαλύτερο από το 80%, η απόχρωση του χρώματος γίνεται πιο σκούρα από ότι στον υπόλοιπο πυρήνα και θραύσματα κοχυλιών βρίσκονται εντός του δείγματος στο συγκεκριμένο βάθος.

Οι συνεχείς αλλαγές μεταξύ χερσαίου και λιμνοθαλάσσιου παλαιοπεριβάλλοντος όπου περιγράφησαν είναι λογικές άμα ενστερνιστούμε την γεωγραφική θέση της γεώτρησης όπου βρίσκεται πολύ κοντά στην ακτογραμμή και κοντά στην παλαιά κοίτη του ποταμού.

2.2.2 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑΣ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ED2

Έπειτα από τις απαραίτητες αναλύσεις στο εργαστήριο για την δεύτερη γεώτρηση, συμπαιρνούμε ότι η συγκεκριμένη περιοχή πρόκειται για ένα χερσαίο περιβάλλον όπου δεν υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στην σύσταση του εδάφους ανά τα χρόνια. Η περιοχή μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα περιβάλλον απόθεσης πλημμυρικής πεδιάδας, αφού σε όλα τα βάθη του πυρήνα υπάρχουν οι αποχρώσεις του καφέ, και η παρουσία χλωρίδας είναι πιο ισχυρή από την παρουσία απολιθωμάτων θαλάσσιων μικροοργανισμών, όπου εμφανίζονται μόνο στο βάθος περίπου των 85cm. Η παρουσία των θραυσμάτων κελυφών στο συγκεκριμένο βάθος υποστηρίζει το ενδεχόμενο να υπήρξε κάποιο πλημμυρικό επεισόδιο στην περιοχή, μπορεί να υπερχύλισε ο ποταμός ή να ανέβηκε η στάθμη της θάλασσας και να κάλυψε την δελταϊκή πεδιάδα αποθέτοντας στο εν λόγω σημείο τα θραύσματα των κελυφών.



Σχήμα 4. Κοκκομετρική ανάλυση στην γεώτρηση ED2..

Παρατηρώντας το διάγραμμα 2 γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η κοκκομετρική σύσταση του πυρήνα αποτελείται από ιλύ και άργιλο. Σε ολόκληρο το βάθος του πυρήνα δεν υπάρχει κάποια σημαντική μεταβολή στην σύσταση της κοκκομετρίας, εκτός από τα τελευταία 10cm όπου η ποσότητα της άμμου φθάνει σε ποσοστό μεγαλύτερο από 70%.

Η υφή του δείγματος στα 180cm είναι διαφορετική από την υφή των δειγμάτων του υπόλοιπου πυρήνα καθώς το υλικό έγινε περισσότερο περισσότερο αδρομερές (κυρίως άμμος) και αντιστοιχεί λογικά σε ένα παράκτιο περιβάλλον απόθεσης.

2.3 ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗ ΒΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΑ ED4

Η συγκεκριμένη γεώτρηση έγινε στην λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας. Η χρονολόγηση που βασίζεται στην περιεκτικότητα των ραδιενεργών στοιχείων και πραγματοποιείται σε ιζήματα της γεώτρησης ED4. Η χρονολόγηση έδειξε έναν μέσο ρυθμό απόθεσης από 0.8mm έως 1.9mm ανά έτος, για τα τελευταία 54 χρόνια. Το δείγμα συλλέχθηκε 25cm κάτω από την επιφάνεια. Αυτός ο ρυθμός αντιστοιχεί σε μια ιζηματογένεση σε ένα ήρεμο χερσαίο – ελώδης παράκτιο περιβάλλον στο ένα άκρο του δέλτα. Στην περιοχή αυτή η ιζηματογένεση δεν είναι αποτέλεσμα της ποτάμιας τροφοδοσίας με ίζημα διότι βρίσκεται μακριά από την ενεργό κοίτη του Εύηνου ποταμού. Στην περιοχή αυτή καταλήγει μια παλαιά ομάδα εγκαταλελειμμένων κοιτών του ποταμού που διασχίζουν με την μορφή νησίδων την λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας.



Εικόνα 19. Η περιοχή της γεώτρησης ED4.

2.4 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΕΥΗΝΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

Η παρατήρηση της ακτογραμμής που έγινε κατά την διάρκεια της εργασίας πεδίου έδειξε μεγάλη διάβρωση των ακτών. Σημαντική υποχώρηση παρατηρήθηκε στην ακτογραμμή του ανατολικού δέλτα όπου σε μικρή απόσταση από το Κρυονέρι ανθρωπογενής κατασκευές έχουν καταστραφεί και βρίσκονται σήμερα μέσα στην θάλασσα, όπως φαίνεται και στην εικόνα 20.



Εικόνα 20. Ανθρωπογενής κατασκευή έχει καταστραφεί και βυθιστεί από την παράκτια διάβρωση.

Επιπλέον παρατηρήθηκε ένας χαμηλός παράκτιος κρημνός (βλ. Εικόνα 21), όπου φαίνονται οι λεπτόκοκκες δελταϊκές αποθέσεις και αυτός ο κρημνός είναι αποτέλεσμα της έντονης δράσης του κυματισμού. Το παράκτιο ρεύμα που κατευθύνεται από τα βορειοανατολικά προς τα νοτιοδυτικά σε συνδυασμό με το μεγάλο μήκος αναπτύγματος του κυματισμού που προκαλείται από τους νοτιοανατολικούς ανέμους, έχει σαν αποτέλεσμα την διάβρωση και την απομάκρυνση των ιζημάτων της ανατολικής δελταϊκής πεδιάδας.



Εικόνα 21. Χαμηλός παράκτιος κρημνός με λεπτόκοκκες δελταϊκές αποθέσεις.

Σημαντικό ρόλο στην έντονη διάβρωση που παρατηρείται τις τελευταίες δεκαετίες στην περιοχή της δελταϊκής πεδιάδας του Εύηνου ποταμού, αποτελεί η κατασκευή του φράγματος στην κοίτη του ποταμού στο ορεινό κομμάτι της λεκάνης απορροής του με σκοπό την δημιουργία τεχνητού ταμιευτήρα για την μεταφορά μεγάλης ποσότητας νερού στην Αθήνα για την υδροδότηση της πρωτεύουσας. (Μαρουκιάν – Καρύμπαλης, 2004, p. 201 - 217)

Η κατασκευή του φράγματος έχει σαν αποτέλεσμα την δέσμευση μεγάλης ποσότητας ιζήματος στον τεχνητό ταμιευτήρα, το οποίο ίζημα θα κατέληγε στην ακτογραμμή και θα προκαλούσε την προέλαση του δέλτα. (Μαρουκίαν – Καρύμπαλης, 2004, p. 201 - 217)



Εικόνα 22. Σε αυτήν την φωτογραφία φαίνονται οι νησίδες που έχουν δημιουργηθεί από μια παλαιά ομάδα εγκαταλελειμμένων κοιτών.

Ανάλογες ενδείξεις διάβρωσης παρατηρήθηκαν και στην ακτογραμμή δυτικά των εκβολών του Εύηνου ποταμού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 23. Αυτό είναι συνέπεια της διακοπής τροφοδοσίας του τμήματος αυτού με ίζημα για μεγάλη χρονική περίοδο καθώς οι παλαιοκοίτες που καταλήγουν σε αυτήν την περιοχή είναι οι πλέον παλαιές του δέλτα.



Εικόνα 23. Γίνεται διακριτή η έντονη διάβρωση στους παράκτιους κρημνούς.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της κοκκομετρίας και των ιζηματολογικών χαρακτηριστικών των αποθέσεων του δέλτα του Εύηνου ποταμού στην Δυτική Ελλάδα που πραγματοποιήθηκαν αναλύοντας δείγματα ιζήματος από δύο πυρήνες γεωτρήσεων που διανοίχθηκαν με χειρογεωτρύπανο στην περιοχή της δελταϊκής πεδιάδας δυτικά και ανατολικά της σημερινής ενεργού κοίτης του ποταμού. Επιπλέον κατά την εργασία πεδίου έγιναν ποιοτικές παρατηρήσεις κατά μήκος της ακτογραμμής καθώς επίσης στο νοτιοδυτικό άκρο της δελταϊκής πεδιάδας συλλέχθηκε δείγμα για ανάλυση των ραδιενεργών στοιχείων με σκοπό την εκτίμηση του ρυθμού ιζηματογένεσης.

Κριτήριο για την ερμηνεία των παλαιοπεριβαλλόντων ήταν η κοκκομετρία των ιζημάτων και η περιγραφή των ιζηματολογικών χαρακτηριστικών των αποθέσεων σε συνδυασμό με το περιεχόμενό τους (ρίζες φυτών, κελυφη θαλάσσιων οργανισμών ολόκληρα ή θρυμματισμένα). Από την περιγραφή της στρωματογραφίας των αποθέσεων και της κοκκομετρίας των ιζημάτων από τις δυο γεωτρήσεις που αναλύθηκαν προέκυψαν ορισμένες διαφορές. Οι εναλλαγές τόσο της κοκκομετρίας όσο και η στρωματογραφία των δυο γεωτρήσεων ήταν διαφορετικές. Στην γεώτρηση ED1, η οποία βρίσκεται σε μια περιοχή της παλαιάς κοίτης του Εύηνου ποταμού, στα Ανατολικά της σημερινής κοίτης, αποδείχθηκε πως υπήρχαν συχνές αλλαγές στην σύσταση του υλικού του ιζήματος ενώ στην άλλη γεώτρηση που μελετήθηκε στην ED2, η οποία βρίσκεται στα δυτικά της σημερινής κοίτης του ποταμού, τα ιζηματολογικά και κοκκομετρικά χαρακτηριστικά των αποθέσεων του πυρήνα της ήταν περισσότερο ομοιόμορφα. Το ίδιο ισχύει και με το περιβάλλον απόθεσης με το πέρασμα του χρόνου. Στην γεώτρηση ED1 υπήρχαν συχνές εναλλαγές μεταξύ ενός χερσαίου και ενός θαλάσσιου ή λιμναίου περιβάλλοντος κάτι το οποίο δεν ίσχυε στην γεώτρηση ED2 όπου κατά πάσα πιθανότητα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα, το περιβάλλον απόθεσης παρά το πέρασμα των χρόνων αντιστοιχούσε σε μια χερσαία δελταϊκή πεδιάδα που κυριαρχούσε η τροφοδοσία με ιζημα από την κοίτη του ποταμού, εκτός από το βάθος των 80cm με 90cm όπου παρατηρήθηκε συγκέντρωση θραυσμάτων κελυφών. Η παρουσία θραυσμάτων κοχυλιών αποτελεί ένδειξη πλημμύρας από την πλευρά της θάλασσας εξαιτίας ενός επεισοδίου ακραίου κυματισμού λόγω καταιγίδας ή ενός κύματος τσουνάμι.

Δεδομένου ότι η περιοχή του Πατραϊκού κόλπου είναι τεκτονικά ενεργή η πιθανότητα ενός τσουνάμι δεν μπορεί να αποκλειστεί.

Η γεώτρηση ED1 λόγω και της γεωγραφικής της θέσης, βρίσκεται κοντά στην ακτογραμμή είναι πολύ πιθανό το παλαιοπεριβάλλον απόθεσης να μην είναι σταθερό και να μεταβάλλεται. Ανά κάποια διαστήματα το περιβάλλον ήταν θαλάσσιο - παράκτιο όπως αποδεικνύει η παρουσία κελυφών θαλάσσιων οργανισμών ή η παρουσία "εκπλυμένης" άμμου ενώ κάποιες άλλες χρονικές περιόδους ήταν χερσαίο - λιμνοθαλάσσιο ή παράκτιο έλος όπως δείχνει η λεπτόκοκκη υφή των ιζημάτων (ιλύς και άργιλος). Αυτό δείχνει πως η περιοχή της δελταϊκής πεδιάδας είχε μεταβολές εξαιτίας των διαφοροποιήσεων της γεωμορφολογίας. Η στάθμη της θάλασσας κάλυπτε ορισμένα χρόνια την περιοχή είτε λόγω τεκτονικών φαινομένων είτε λόγω κλιματικών φαινομένων.

Η ανάλυση των ιζημάτων της γεώτρησης ED2, δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις δείχνοντας ένα ενιαίο περιβάλλον απόθεσης που αντιστοιχεί σε μια λιμνοθάλασσα - παράκτιο έλος με την διαφορά του ανώτερου και κατώτερου τμήματος της γεώτρησης όπου η παρουσία περισσότερο αδρομερούς υλικού υποδεικνύει ένα παράκτιο - περιβάλλον. Δεν εντοπίζονται μεγάλες αλλαγές τόσο στην στρωματογραφία του πυρήνα όσο και στην κοκκομετρία. Είναι προφανές ότι για την ακριβή περίοδο εναλλαγών των παλαιοπεριβαλλόντων απόθεσης όπως αναγνωρίστηκαν από την ιζηματολογική ανάλυση των πυρήνων των δύο γεωτρήσεων απαιτείται η χρονολόγηση συγκεκριμένων οριζόντων η οποία ανμένεται να γίνει μελλοντικά.

Η χρονολόγηση των πρόσφατων ιζημάτων του νοτιοδυτικού άκρου του δέλτα με τη μέτρηση της περιεκτικότητας ραδιενεργών στοιχείων έδειξε ένα μέσο ρυθμό απόθεσης από 0.8mm έως 1.9mm ανά έτος, για τα τελευταία 54 χρόνια. Αυτός ο ρυθμός αντιστοιχεί σε μια ιζηματογένεση σε ένα ήρεμο χερσαίο – ελώδης παράκτιο περιβάλλον στο ένα άκρο του δέλτα. Στην περιοχή αυτή η ιζηματογένεση δεν είναι αποτέλεσμα της ποτάμιας τροφοδοσίας με ίζημα διότι βρίσκεται μακριά από την ενεργό κοίτη του Εύηνου ποταμού. Στην περιοχή αυτή καταλήγει μια παλαιά ομάδα εγκαταλελειμμένων κοιτών του ποταμού που διασχίζουν με την μορφή νησίδων την λιμνοθάλασσα της Κλείσοβας.

Επιπλέον παρατηρήθηκε έντονη διάβρωση κατά μήκος της δελταϊκής ακτογραμμής με χαρακτηριστική την παρουσία ενός χαμηλού παράκτιου κρημνού στο ανατολικό παλαιό δέλτα και κατασκευές κατεστραμμένες από τη δράση των παράκτιων διεργασιών που προκαλούν την έντονη διάβρωση της δελταϊκής πεδιαδας. Η έντονη διάβρωση του δελταϊκού μετώπου είναι αποτέλεσμα της επίδρασης από την κατασκευή του φράγματος στο ορεινό κομμάτι της λεκάνης απορροής του ποταμού για τη μεταφορά πόσιμου νερού στην Αθήνα. Το φράγμα εμποδίζει τη μεταφορά και απόθεση του ιζήματος στις εκβολές προκαλώντας την διάβρωση καθώς δημιουργείται αρνητικό ισοζύγιο ιζημάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Maroukian H. & Karymbalis E. (2004), Geomorphic evolution of fan delta of Evinos river in Western Greece and human impacts in the last 150 years, D. Berlin, p. 201-217
- ΕΥΔΑΠ (2007), Ταμειευτήρας Εύηνου: Τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος, [Online] Retrieved from: <https://www.eydap.gr/userfiles/c3c4382d-a658-4d79-b9e2-ecff7ddd9b76/fact-sheet-tamieutira-euinou.pdf> , [accessed : 20 Νοεμβρίου 2018]
- Καρύμπαλης Ε. (1999), Γεωμορφολογική μελέτη του υδρογραφικού δικτύου του Εύηνου ποταμού, Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου γεωγραφικού συνεδρίου, Αθήνα: 1999
- Καρύμπαλης Ε. (1999), Ανθρωπογενείς επεμβάσεις στο δέλτα του Ευήνου ποταμού, Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου γεωγραφικού συνεδρίου, Αθήνα: 1999
- Καρύμπαλης Ε. (2010), Παράκτια γεωμορφολογία, Αθήνα: εκδόσεις Ιων, p.47 & p. 81-85 & p. 199-209
- Παυλόπουλος Κ. (2011), Γεωμορφολογία: Εφαρμογές στις γεωεπιστήμες, Αθήνα: εκδόσεις Ιών, p.239-253
- Σιδηροπούλου Α. (2014), Γεωλογικές και γεωτεχνικές συνθήκες στο χωμάτινο φράγμα του Εύηνου (Διπλωματική εργασία), Πάτρα: 2014, retrieved from: <http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/7850/1/ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ%20ΚΑΙ%20ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ%20ΣΥΝΘΗΚΕΣ%20ΣΤΟ%20ΧΩΜΑΤΙΝΟ%20ΦΡΑΓΜΑ%20ΤΟΥ%20ΕΥΗΝΟΥ.pdf> [accessed: 3 Δεκεμβρίου 2018].

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παρακάτω παρατίθενται οι πίνακες αποτελεσμάτων της κοκκομετρίας μετά την ανάλυση της ιζηματολογίας του με την διαδικασία της υγρής κοσκίνησης.

- Για την ED1:

#	Βάθος (cm)	Βάρος δείγματος (g)	> 2mm (g)	>63 mic (g)	<63 mic (g)
1	0-10	149.858	72.012	65.154	12.692
2	10-20.	125.995	3.099	54.093	68.803
3	20-30	153.479	14.570	121.274	17.635
4	30-40	128.825	2.515	125.917	393
5	40-50	68.296	2.510	32.107	33.679
6	50-60	101.238	2.815	27.653	70.770
7	60-70	59.420	2.369	19.217	37.834
8	70-80	48.650	2.763	17.962	27.925
9	80-90	87.832	4.912	15.468	67.452
10	90-100	49.827	63	3.394	46.370
11	100-110	113.754	2.768	10.711	100.275
12	110-120	46.732	2.710	6.695	37.327
13	120-130	80.562	2.981	12.535	65.046
14	130-140	70.717	2.788	10.670	57.259
15	140-150	125.922	6.460	11.180	108.282
16	150-160	99.034	5.807	11.521	81.706
17	160-170	136.820	7.081	20.566	109.173
18	170-180	84.535	5.813	16.817	61.905
19	180-190	25.827	2.900	9.343	13.584
20	200-207	62.855	3.013	12.975	46.867
21	207-220	60.157	4.520	25.786	29.851
22	220-230	61.834	2.791	21.283	37.760
23	230-240	54.954	3.872	5.817	45.265
24	240-250	43.022	719	9.908	32.395
25	250-260	61.413	0	23.361	38.052
26	260-267	58.186	63	16.867	41.256
27	272-280	67.519	208	55.481	11.830
28	280-290	86.057	250	71.441	14.366
29	290-300	37.957	90	32.594	5.273
30	300-310	49.181	6.500	24.446	18.235
31	310-320	54.763	94	45.588	9.081
32	320-330	69.246	129	58.643	10.474
33	330-340	61.804	116	28.855	32.833
34	340-350	35.003	82	5.483	29.438
35	350-360	38746	114	5754	32.878
36	360-370	70.361	474	81.619	-11.732
37	370-380	64.569	557	59.514	4.498
38	380-390	51.702	702	41.950	9.050
39	400 Upper	70.963	35	59.041	11.887
40	400 Lower	76.091	584	63.252	12.255

#	% ΚΟΚΚΩΝ ΨΗΦΙΔΩΝ-ΠΑΙΠΑΛΩΝ	% ΑΜΜΟΣ	% ΙΛΥΣ-ΑΡΓΙΛΟΣ
1	48,05	43,48	8,47
2	2,46	42,93	54,61
3	9,49	79,02	11,49
4	1,95	97,74	0,31
5	3,68	47,01	49,31
6	2,78	27,31	69,90
7	3,99	32,34	63,67
8	5,68	36,92	57,40
9	5,59	17,61	76,80
10	0,13	6,81	93,06
11	2,43	9,42	88,15
12	5,80	14,33	79,87
13	3,70	15,56	80,74
14	3,94	15,09	80,97
15	5,13	8,88	85,99
16	5,86	11,63	82,50
17	5,18	15,03	79,79
18	6,88	19,89	73,23
19	11,23	36,18	52,60
20	4,79	20,64	74,56
21	7,51	42,86	49,62
22	4,51	34,42	61,07
23	7,05	10,59	82,37
24	1,67	23,03	75,30
25	0,00	38,04	61,96
26	0,11	28,99	70,90
27	0,31	82,17	17,52
28	0,29	83,02	16,69
29	0,24	85,87	13,89
30	13,22	49,71	37,08
31	0,17	83,25	16,58
32	0,19	84,69	15,13
33	0,19	46,69	53,12
34	0,23	15,66	84,10
35	0,29	14,85	84,86
36			
37	0,86	92,17	6,97
38	1,36	81,14	17,50
39	0,05	83,20	16,75
40	0,77	83,13	16,11

#	Βάθος (cm)	Σημειώσεις
1	0-10	Μεγάλες Κροκάλες - ρίζες - ζωική οργανισμοί
2	10-20.	Ρίζες (ατύχημα στα 63 μικ)
3	20-30	Κροκάλες-Λίγες ρίζες-Μαύρα σημαδάκια
4	30-40	Περισσότερες ρίζες- Λίγα Μαυράκια
5	40-50	ρίζες-κοχύλια
6	50-60	Πολλά κοχύλια-ρίζες
7	60-70	Κοχύλια - μεγάλες Ρίζες (ατύχημα)
8	70-80	κοχύλια- ρίζες
9	80-90	Αρκετά κοχύλια(φωτο)-ρίζες
10	90-100	λίγες ρίζες-θραύσματα κοχύλια
11	100-110	Μπουκώνει τα 2μμ-αρκετές ρίζες
12	110-120	Λίγες Ρίζες-πολλά θραύσματα κοχυλίων
13	120-130	πολλές ρίζες-(φύκια)-θραύσματα κοχύλια
14	130-140	λίγες ρίζες-κροκάλες στα 2μμ
15	140-150	λίγες ρίζες-πολλές κροκάλες-καθόλου κοχύλια
16	150-160	πολλές μικρές κροκάλες-λίγες ρίζες-πλήρης αλλαγή μορφής
17	160-170	Αρκετές κροκαλές-λίγες ρίζες-Αλλαγή μορφης όπως 130
18	170-180	κροκάλες στα 2μμ -όχι ρίζες
19	180-190	κροκάλες στα 2μμ -όχι ρίζες
20	200-207	κροκάλες στα 2μμ -όχι ρίζες
21	207-220	κροκάλες στα 2μμ -όχι ρίζες
22	220-230	κροκάλες στα 2μμ -όχι ρίζες
23	230-240	πολλές κροκάλες - καθόλου Ρίζες
24	240-250	λίγες κροκάλες - καθόλου Ρίζες -φύκια
25	250-260	καθόλου κροκάλες-όχι ρίζες -χρυσή άμμος
26	260-267	λίγες κροκάλες-λίγες ρίζες στα 2μμ-λίγα φυκια
27	272-280	αρκετά φύκια-καθόλου κροκάλες- χρυσή αμμος-αρκετό δείγμα στα 63
28	280-290	φυτικές ίνες - χρυσή άμμος
29	290-300	1 φύκι-χρυσή 'άμμος
30	300-310	εμφάνιση κροκάλων(χοντρές-πολλές)
31	310-320	φυτικές ίνες-χρυσή άμμος-φυκια μονο στα 2μμ
32	320-330	φυτικές ίνες-χρυσή άμμος-φυκια μονο στα 2μμ
33	330-340	φυτικές ίνες-χρυσή άμμος-φυκια μονο στα 2μμ
34	340-350	φυτικές ίνες-χρυσή άμμος-φυκια μονο στα 2μμ
35	350-360	φυτικές ίνες-χρυσή άμμος-φυκια μονο στα 2μμ
36	360-370	χοντροκοκκή άμμος- κροκάλες
37	370-380	σκούρο χρώμα-χοντρόκοκη άμμος
38	380-390	πιο σκούρο χρώμα-λίγες ίνες-κοχύλια
39	400 Upper	ανοίγει το χρώμα - τίποτα στα 2μμ
40	400 Lower	κροκάλες

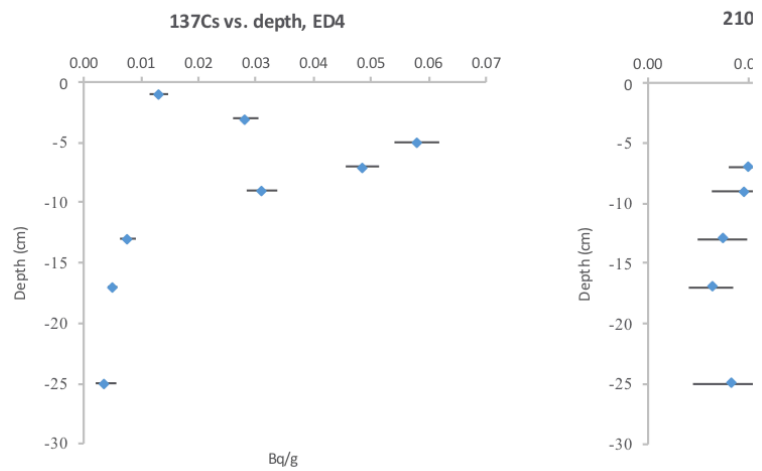
- Για την ED2 :

#	Βάθος (cm)	Βάρος δείγ(g)	Βάρος > 2mm (g)	Βάρος > 63 mic (g)	Βάρος <63 mic (g)
1	0-10	130.083	7.812	8.850	113.421
2	10-20.	170.316	186	32.770	137.360
3	20-30	199.659	116	26.103	173.440
4	30-42	194.255	180	32.817	161.258
5	42-50	111.681	165	1.943	109.573
6	50-63	129.814	87	1.008	128.719
7	63-70	173.675	0	1.813	171.862
8	70-80	224.130	120	3.808	220.202
9	80-90	272.045	87	3.989	267.969
10	100-110	141021	0	2.010	139.011
11	110-117	84.485	85	1.291	83.109
12	117-127	103.689	0	3.971	99.718
13	127-136	106.189	0	540	105.649
14	136-142	71.662	0	519	71.143
15	142-150	63.465	0	215	63.250
16	150-160	130.364	0	485	129.879
17	160-170	119.045	0	255	118.790
18	170-180	124.185	0	1.495	122.690
19	180-200	111.921	96	87.607	24.218

#	% ΚΟΚΚΩΝ ΨΗΦΙΔΩΝ-ΠΑΙΠΑΛΩΝ	% ΑΜΜΟΥ	% ΙΛΥΣ – ΑΡΓΙΛΟΣ
1	0,060	0,068	0,872
2	0,001	0,192	0,807
3	0,001	0,131	0,869
4	0,001	0,169	0,830
5	0,001	0,017	0,981
6	0,001	0,008	0,992
7	0,000	0,010	0,990
8	0,001	0,017	0,982
9	0,000	0,015	0,985
10	0,000	0,014	0,986
11	0,001	0,015	0,984
12	0,000	0,038	0,962
13	0,000	0,005	0,995
14	0,000	0,007	0,993
15	0,000	0,003	0,997
16	0,000	0,004	0,996
17	0,000	0,002	0,998
18	0,000	0,012	0,988
19	0,001	0,783	0,216

Gamma spec data, core ED4 (Evinos Delta)

Sample ID	Cs137	2 s.d.	Pb210	2 s.d.	Am241	2 s.d.
ED4 0-2cm	0,01	0,00	0,16	0,02	0,00	-
ED4 2-4cm	0,03	0,00	0,14	0,02	0,00	-
ED4 4-6cm	0,06	0,00	0,12	0,02	0,00	0,00
ED4 6-8cm	0,05	0,00	0,05	0,01	0,00	-
ED4 8-10cm	0,03	0,00	0,05	0,02	0,00	-
ED4 12-14cm	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	-
ED4 16-18cm	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	-
ED4 24-26cm	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	-

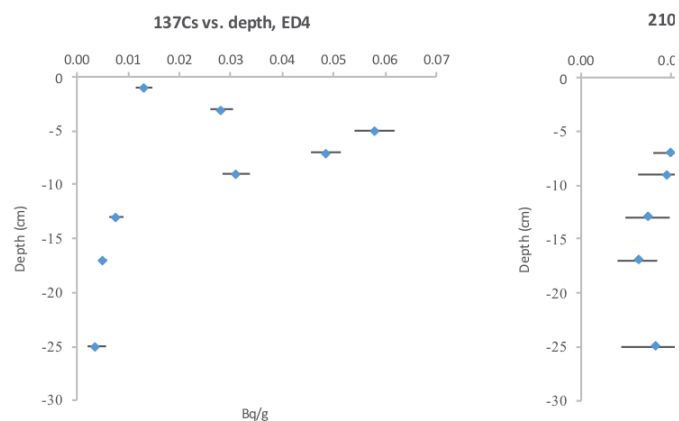


#	Βάθος (cm)	Σημειώσεις
1	0-10	Ρίζες-Μεγάλες κροκάλες-Μαυράκια-Καφέχοντρή άμμος
2	10-20.	Λιγότερες ρίζες-καφέ άμμος-το 63μικ μπουκώνει
3	20-30	λίγες ρίζες στο 2μμ
4	30-42	λίγο δείγμα στα 2μμ- θραύσματα κοχυλιών
5	42-50	Πολύ υλικό <63μικ-καθόλου στα 2μμ
6	50-63	Πολύ υλικό <63μικ-καθόλου στα 2μμ
7	63-70	Καθόλου υλικό στα 2μμ-Πολλές ρίζες(μαυράκια)στα 63 μικ-Κροκάλες μικρές
8	70-80	Καθόλου υλικό στα 2μμ-Λίγες ρίζεςστα 2μμ
9	80-90	Καθόλου υλικό στα 2μμ
10	100-110	Καθόλου υλικό στα 2μμ
11	110-117	Γίνεται πιο λεπτό το δείγμα στα 63μικ-Καθόλου στα 2μμ
12	117-127	Ακόμα πιο λεπτό
13	127-136	Ακόμα πιο λεπτό
14	136-142	Ακόμα πιο λεπτό
15	142-150	Πιο λίγο υλικό έμεινα στα κόσκινα
16	150-160	Πιο λίγο υλικό έμεινα στα κόσκινα
17	160-170	Πιο λίγο υλικό έμεινα στα κόσκινα
18	170-180	Πιο λίγο υλικό έμεινα στα κόσκινα
19	180-200	Καθόλου στα 2μμ.Άλλαξε τελείως το υλικό(Αμμώδης)

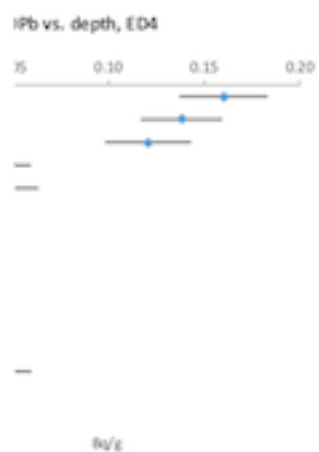
Αποτελέσματα από την χρονολόγηση των ραδιενεργών στοιχείων.

Gamma spec data, core ED4 (Evinos Delta)

Sample ID	Cs137	2 s.d.	Pb210	2 s.d.	Am241	2 s.d.
ED4 0-2cm	0,01	0,00	0,16	0,02	0,00	-
ED4 2-4cm	0,03	0,00	0,14	0,02	0,00	-
ED4 4-6cm	0,06	0,00	0,12	0,02	0,00	0,00
ED4 6-8cm	0,05	0,00	0,05	0,01	0,00	-
ED4 8-10cm	0,03	0,00	0,05	0,02	0,00	-
ED4 12-14cm	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	-
ED4 16-18cm	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	-
ED4 24-26cm	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	-



Pb214	2 s.d.	Depth (cm)
0,02	0,00	-1
0,02	0,00	-3
0,03	0,00	-5
0,02	0,00	-7
0,02	0,00	-9
0,02	0,00	-13
0,02	0,00	-17
0,02	0,00	-25



Sampling date: June 2017
Cs-137 dating 50mm accumulation
 SAR = 0,925926
 0,9 mm/y

²¹⁰Pb dating calculation
Simple model

Pb-210 Act. (Bq/g)	Depth (cm)	Value of λ	Unsup Pb-210 at depth	Ln (210Pb)	Ln (210Pb ₀)
0,160	-1	0,03	0,1302	-2,03899	-1
0,138	-3	0,03	0,1083	-2,22331	-3
0,121	-5	0,03	0,0908	-2,39965	-5
0,050	-7	0,03	0,0198	-3,92207	-7
0,048	-9	0,03	0,0175	-4,04441	-9
0,037	-13	0,03	0,0070	-4,96758	-13
0,031	-17	0,03	0,0013	-6,6609	-17
0,041	-25	0,03	0,0110	-4,50623	-25

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,96063
R Square	0,92281
Adjusted R	0,903512
Standard Error	0,374687
Observations	6

<i>ANOVA</i>		
	<i>df</i>	<i>SS</i>
Regression	1	6,713475
Residual	4	0,561561
Total	5	7,275036

<i>Coefficients and Standard Error</i>		
Intercept	-1,56742	0,289366
X Variable 1	0,268198	0,038784

Sampling date: June 2017

Cs-137 dating 50mm accumulation since 1963

SAR = 0,925926

0,9 mm/y

Sed. Acc.Rate (simple model)

lambda/gra 0,115586 cm/y

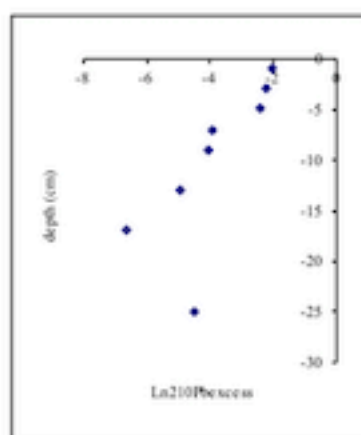
= 1.1 mm/y

If peak is 1cm deeper at 6cm depth:

SAR = 1,11 mm/y

2s range = 0.8-1.9 mm/y

0,193126 0,082473



MS	F	significance F
6,713475	47,82013	0,002294
0,14039		

t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
-5,41672	0,005629	-2,37082	-0,76401	-2,37082	-0,76401
6,91521	0,002294	0,160517	0,375879	0,160517	0,375879

