



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ



ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΟΛΥΝΘΙΟΥ ΣΤΟ ΔΕΛΤΑΪΚΟ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟ

ΤΟΠΑΛΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ 4490

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : κ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΒΟΥΒΑΛΙΔΗΣ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΣΕΛ.
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1-22
2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	2
<u>2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</u>	2
2.1.1 Γεωγραφική θέση	2
2.1.2 Υδρολογική λεκάνη	3
2.1.3 Ιστορικά στοιχεία	4
<u>2.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</u>	5
<u>2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</u>	7
2.3.1 Γεωτεκτονική θέση, παλαιογεωγραφία, μεταμόρφωση και τεκτονική δομή της ευρύτερης περιοχής	7
2.3.2 Γεωλογία της περιοχής έρευνας	14
<u>2.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</u>	15
2.4.1 Ανθρωπογενείς επεμβάσεις στη λεκάνη απορροής του Ολύμπιου	15
<u>2.5 ΔΕΛΤΑΪΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΠΟΘΕΣΗΣ</u>	16
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	23-32
<u>3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ</u>	23
<u>3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ</u>	29
<u>3.3 ΧΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ</u>	32
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	33-59
<u>4.1 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ</u>	33
<u>4.2 ΧΑΡΤΕΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ GIS</u>	55
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	60-61
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	62-64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή μελέτης της εργασίας μας είναι η περιοχή του δέλτα του ποταμού Ολύνθιου του Νομού Χαλκιδικής καθώς και το αλλουβιακό ριπίδιο που αυτός δημιουργεί. Η περιοχή ξεκινάει στα βόρεια από το χωριό Όλυνθος και φτάνει μέχρι τις εκβολές του ποταμού στη θάλασσα, κοντά στο χωριό Άγιος Μάμας. Η περιοχή έχει ήπιο ανάγλυφο με μικρές ή ελάχιστες κλίσεις. Η μεγαλύτερη επιφάνεια της περιοχής καλύπτεται από καλλιέργειες με κύρια καλλιέργεια την ελιά.

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη των ιζηματολογικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών της κοίτης του ποταμού Ολύνθιου. Για το σκοπό αυτό έγιναν οι κοκκομετρικές αναλύσεις σε δείγματα τα οποία πάρθηκαν από την περιοχή. Τέλος, αναλύθηκαν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής με τη χρήση προγράμματος GIS.



Εικόνα 1. Εκβολές ποταμού Ολύνθιου

2.ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1.1 Γεωγραφική θέση

Ο ποταμός Ολύνθιος ή Βατόνια βρίσκεται στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και συγκεκριμένα στον Νομό Χαλκιδικής . Ο ποταμός πηγάζει από το Όρος Χολομώντα στο χωριό Άγιος Πρόδρομος, από όπου ξεκινάει και η λεκάνη απορροής του. Ο Ολύνθιος εκβάλλει στον Τορωναίο κόλπο νότια από το χωριό Άγιος Μάμας του Νομού Χαλκιδικής. Η υδρολογική λεκάνη του ποταμού έχει περίμετρο μήκους 88,61 km και καλύπτει ένα μεγάλο μέρος του κεντρικού τμήματος του Νομού Χαλκιδικής, έκτασης 243,7 km². Η λεκάνη έχει γενική διεύθυνση Β-Ν. Το μικρότερο υψόμετρο της περιοχής είναι τα 0 m στην εκβολή του ποταμού στη θάλασσα, ενώ το μέγιστο είναι τα 1160 m.

Η λεκάνη απορροής του ποταμού καλύπτεται κυρίως από θαμνώδη και δασώδη βλάστηση, ενώ οι καλλιεργούμενες εκτάσεις καλύπτουν ένα μικρό μέρος μόνο και οι περισσότερες βρίσκονται στο πεδινό τμήμα της περιοχής.

Το όνομά του ο ποταμός το πήρε από τον οικισμό της Αρχαίας Ολύνθου, από όπου διέρχεται και ο ποταμός, ενώ το όνομα Βατόνια το πήρε διότι στην περιοχή υπήρχαν πολλοί βάτοι. (Γαρέζος, Πισανίδης 2007)



Εικόνα 2 Χάρτης της περιοχής

2.1.2 Υδρολογική λεκάνη

Η υδρολογική λεκάνη του ποταμού (ή χειμάρρου) Ολύνθιου βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του Νομού Χαλκιδικής και καλύπτει ένα μεγάλο μέρος αυτού. Η λεκάνη βρίσκεται βόρεια του Τορωναίου κόλπου και έχει έκταση περίπου 244 km².

Ο Ολύνθιος πηγάζει από τον ορεινό όγκο Σήμαντρων – Πολυγύρου, ο οποίος βρίσκεται σε απόσταση περίπου 10 km από την εκβολή του. Κατάντη των πηγών του ποταμού, ο ποταμός αρχίζει να διευρύνεται και το πλάτος της κοίτης του γίνεται σημαντικό στην περιοχή κοντά στο χωριό Νέα Όλυνθος, όπου σχηματίζει και μεγάλους μαιανδρισμούς. Στον αντίποδα η λεκάνη του ποταμού γίνεται στενή σε αυτή την περιοχή. Οι κλίσεις του ποταμού είναι σχετικά μεγάλες και έτσι βοηθούν στο να μεταφερθούν τα υλικά του ποταμού σε μεγάλες αποστάσεις. (Γαρέζος, Πισανίδης 2007)

Επειδή στην περιοχή σχεδιάζονταν η κατασκευή χωμάτινου φράγματος για την αποταμίευση του νερού του Ολύνθιου και την χρησιμοποίησή του για αρδευτικούς και υδρευτικούς σκοπούς, η λεκάνη του ποταμού διαθέτει δεδομένα βροχής και απορροής. Αυτά τα δεδομένα προέρχονται από τον υδρομετρικό σταθμό που εγκαταστάθηκε το 1971 και βρίσκεται αμέσως κατάντη της θέσης που προβλεπόταν να κατασκευαστεί το φράγμα. Μετρήσεις τόσο των παροχών όσο και της στάθμης γινόνταν τακτικά από την 1^η ΔΕΚΕ Θεσσαλονίκης την περίοδο από το 1971 ως το 1975. Οι μετρήσεις συνεχίστηκαν με ενδιάμεσα διαστήματα διακοπών μέχρις ότου διακόπηκαν οριστικά το 1985. Η μέγιστη καταμετρηθείσα παροχή ήταν 55224 m³/h και έλαβε χώρα την 23/01/1981. (Γαρέζος, Πισανίδης 2007)

2.1.3 Ιστορικά στοιχεία

Στη λεκάνη απορροής του Ολύνθιου, σε μικρή απόσταση από τη Νέα Όλυνθο (5 km Β από τις εκβολές του ποταμού), βρίσκονται τα ερείπια της Αρχαίας Ολύνθου η οποία είναι κτισμένη πάνω σε μια παλιά αναβαθμίδα του ποταμού. Η πόλη στην Αρχαιότητα αποτελούσε αποικία των Χαλκιδέων και των Αθηναίων και καταστράφηκε από το Φίλιππο Β΄ τον Μακεδόνα το 349 π.Χ. Η καταστροφή της πόλης ήταν ολοκληρωτική και δεν ξανακατοικήθηκε (Κούλας 2004). Οι αρχαιολογικές ανασκαφές στην αρχαία Όλυνθο, που διενεργήθηκαν από τον Αμερικανό Αρχαιολόγο Ντ. Ρόμπινσον, έδειξαν πως η πόλη αριθμούσε περίπου 40.000 κατοίκους. Η πόλη χαρακτηριζόταν για την άρτια ρυμοτομία της που βασιζόταν στο ιπποδάμειο σύστημα. Οι οικίες ήταν πολυτελείς και διακοσμημένες με μοναδικής τέχνης μωσαϊκά. Αξίζει να σημειωθεί ότι η υδροδότηση της πόλης γινόταν με σύστημα Κανάτ. (Κούλας 2004)

Στο χωριό Άγιος Μάμας (2,8 km ΒΑ από τις εκβολές του ποταμού) βρίσκεται η Τούμπα του Αγίου Μάμα στην οποία έγιναν ανασκαφές τα τελευταία χρόνια, από το Αρχαιολογικό Τμήμα του Πανεπιστημίου του Βερολίνου με επικεφαλής τον καθηγητή Benhard Hansel (Κούλας 2004). Οι ανασκαφές έδειξαν ότι η Τούμπα αποτελούσε διαδοχικούς οικισμούς από το 4000 π.Χ. μέχρι τα βυζαντινά χρόνια. Κάθε νέος οικισμός χτιζόταν πάνω στα ερείπια του προηγούμενου και αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή ανύψωση της και τον σχηματισμό σε τελική φάση της τούμπας. Το ότι η Τούμπα βρίσκεται πολύ κοντά στον οικισμό της Αρχαίας Ολύνθου έκανε τους αρχαιολόγους να υποθέσουν, ότι πιθανώς οι κάτοικοι μετακινήθηκαν από την τούμπα στο λόφο της Αρχαίας Ολύνθου. Τα ευρήματα από ανασκαφές γερμανών αρχαιολόγων συνδέουν τον οικισμό με τις Μυκήνες και τον χαρακτηρίζουν ως έναν από τους σημαντικότερους της Βόρειας Ελλάδας μαζί με την τούμπα της Θεσσαλονίκης. (Κούλας 2004)

2.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η υδρολογική λεκάνη του Ολύνθιου διαθέτει τους μετεωρολογικούς σταθμούς του Ταξιάρχη και του Αγίου Πρόδρομου. Η κλιματολογία και η υδρολογία της υπό μελέτη λεκάνης διερευνήθηκε με τη βοήθεια μετρήσεων κλιματικών παραμέτρων από τους σταθμούς του Ταξιάρχη, του Αγίου Πρόδρομου, της Αρναίας, της Μεγάλης Παναγίας, των Πλανών, της Ορμύλιας και του Αγίου Μάμα. (Κούλας 2004)

Με τη βοήθεια των κλιματικών στοιχείων των παραπάνω σταθμών, υπολογίστηκε η μέση βροχόπτωση και η μέση θερμοκρασία της λεκάνης του Ολύνθιου για κάθε μήνα, για τη χρονική περίοδο των υδρολογικών ετών 1974-1975 μέχρι 1997-1998. Με βάση τα παραπάνω γίνεται η κατάταξη του κλίματος της περιοχής με τη βοήθεια της σχέσης του De Martonne's [Φλόκας(1986), από Καραμούζη(2000)]:

$$I=12P/(t+10)$$

Όπου I= δείκτης ο οποίος χαρακτηρίζει το κλίμα της περιοχής και οι χαρακτηριστικές του τιμές δίνονται στον πίνακα , P= η μέση μηνιαία βροχόπτωση και t= μέση μηνιαία θερμοκρασία

ΟΡΙΑ ΤΙΜΩΝ ΤΟΥ I	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ
$I < 5$	Πολύ ξηρό
$5 < I < 15$	Ξηρό
$15 < I < 20$	Ημίξηρο
$20 < I < 30$	Ύφυγρο
$30 < I < 60$	Υγρό
$I > 60$	Πολύ υγρό

Πίνακας 1 : Χαρακτηρισμός του κλίματος από τα όρια τιμών του I

Στον πίνακα 2 δίνεται ο χαρακτηρισμός του κλίματος της υδρολογικής λεκάνης για κάθε μήνα , που βασίζεται στην εκτίμηση του δείκτη I του De Martonne's, με βάση τα στοιχεία των μετεωρολογικών σταθμών. Από τον πίνακα συμπεραίνουμε ότι το κλίμα της περιοχής είναι ξηρό το μήνα Σεπτέμβριο και ημίξηρο την περίοδο Ιουλίου – Αυγούστου. Από το Νοέμβρη μέχρι το Μάρτιο το κλίμα χαρακτηρίζεται υγρό, ενώ την περίοδο Απριλίου – Ιουνίου και το μήνα Οκτώβριο το κλίμα είναι ύφυγρο. Το κλίμα το μήνα Δεκέμβριο χαρακτηρίζεται πολύ υγρό. Η μέγιστη θερμοκρασία είναι 22,36 °C τον Ιούλιο ενώ η ελάχιστη 3,55 °C τον Ιανουάριο. Όσον αφορά την βροχόπτωση, αυτή είναι μέγιστη τον Δεκέμβριο με 87,81 mm και ελάχιστη το Σεπτέμβριο με 22,32 mm.

ΜΗΝΑΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	ΔΕΙΚΤΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΛΙΜΑΤΟΣ
Ιανουάριος	3,55	49,81	44,12	Υγρό
Φεβρουάριος	3,71	66,84	58,5	Υγρό
Μάρτιος	6,23	48,61	35,94	Υγρό

Απρίλιος	10,28	49,06	29,04	Ύφυγρο
Μάιος	15,61	54,93	25,74	Ύφυγρο
Ιούνιος	20,21	54,4	21,61	Ύφυγρο
Ιούλιος	22,36	41,47	15,38	Ημίξηρο
Αύγουστος	21,8	40,28	15,2	Ημίξηρο
Σεπτέμβριος	18,11	22,32	9,53	Ξηρό
Οκτώβριος	13,42	49,73	25,48	Ύφυγρο
Νοέμβριος	7,95	80,55	53,86	Υγρό
Δεκέμβριος	4,79	87,81	71,24	Πολύ υγρό

Πίνακας 2 : Μέση μηνιαία θερμοκρασία και βροχόπτωση για την περίοδο 1974-1998 και χαρακτηρισμός του κλίματος με βάση τον δείκτη I (από Καραμούζη, 2000)

Το κλίμα αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα για τον σχηματισμό αλλά και τη διάβρωση του εδάφους . Μπορούμε να πούμε ότι ελέγχει την αποσάθρωση , τον τύπο των εδαφών , τη βλάστηση , ενώ ταυτόχρονα αποτελεί ρυθμιστικό παράγοντα στον σχηματισμό των βιογενών ή χημικών ιζημάτων (Τσιραμπίδης 1993). Δεδομένου ότι το κλίμα στην λεκάνη απορροής για ένα μεγάλο διάστημα χαρακτηρίζεται υγρό , η διάβρωση από το νερό στα πετρώματα αλλά και στους ιζηματογενείς σχηματισμούς αναμένεται να είναι έντονη . Παράλληλα υπάρχει σημαντική φυτοκάλυψη και η πανίδα της περιοχής είναι πλούσια σε είδη, πολλά από τα οποία προστατεύονται και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. (Κούλας 2004)

2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

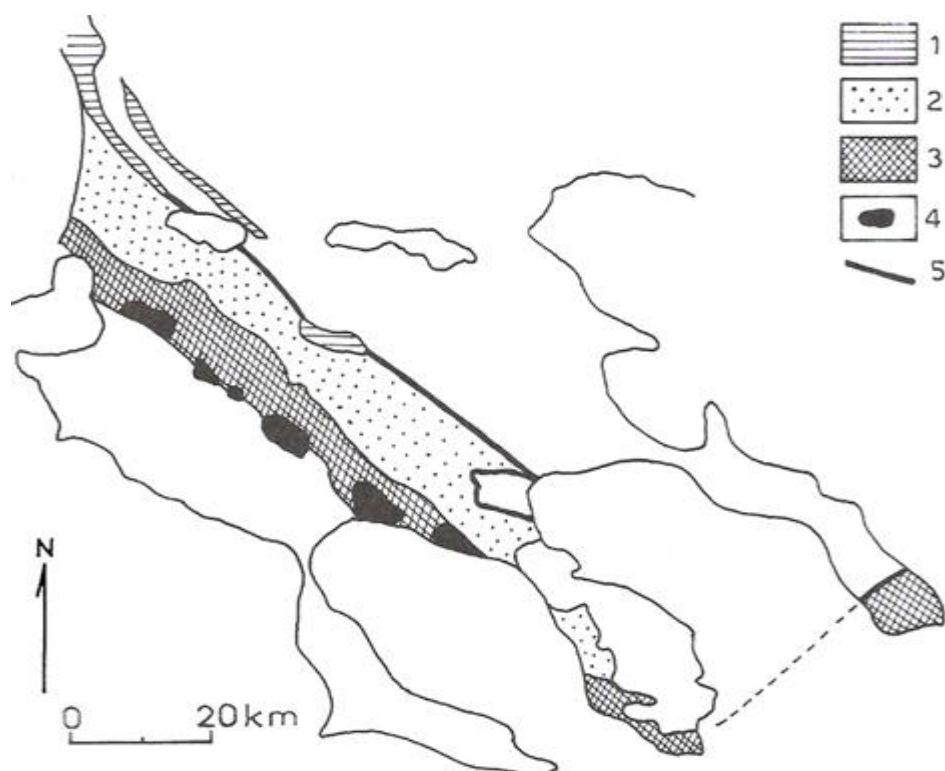
2.3.1 Γεωτεκτονική θέση, παλαιογεωγραφία, μεταμόρφωση και τεκτονική δομή της ευρύτερης περιοχής

Η περιοχή ανήκει στην Περιροδοπική ζώνη, η οποία και θα αναπτυχθεί παρακάτω.

ΠΕΡΙΡΟΔΟΠΙΚΗ ΖΩΝΗ

Γεωτεκτονική θέση και παλαιογεωγραφία

Η Περιροδοπική 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 όμως 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 Περιροδοπική εννοείται ότι βρίσκονται περιφερειακά επικλυσιογενώς τοποθετημένα πάνω στον παλιό κρυσταλλικό πυρήνα Ροδόπης – Σερβομακεδονικής. Η ιδέα όμως της επίκλυσης αμφισβητείται έντονα από τις πιο νέες έρευνες οι οποίες διαπιστώνουν ότι τα μετά – ιζήματα της Περιροδοπικής οριοθετούνται από την κρυσταλλική μάζα με τεκτονικές επαφές. (Μουντράκης 2010)



Χάρτης Περιροδοπικής ζώνης με τις τρεις ενότητες: 1. Ενότητα Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά, 2. Ενότητα Μελισσοχωρίου – Χολομώντα, 3. Ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη, 4. Οφειόλιθοι, 5. Όριο της ζώνης με την Σερβομακεδονική (Μουντράκης 2010)

Η Περιροδοπική εκτείνεται με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ στη δυτική πλευρά της Σερβομακεδονικής ως ζώνη πλάτους 10-20 km. Από τα Ελληνοσκοπιανικά σύνορα η ζώνη προεκτείνεται προς τα ΝΑ στη λίμνη Κορώνεια, τον κορμό της Χαλκιδικής και τη χερσόνησο της Σιθωνίας όπου σημειώνει κάμψη προς τα ΒΑ και με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ περνάει από την άκρη της χερσονήσου του Άθω και προεκτείνεται υποθαλάσσια προς το νησί της Σαμοθράκης και την περιοχή Αλεξανδρούπολης – Έβρου. (Μουντράκης 2010)

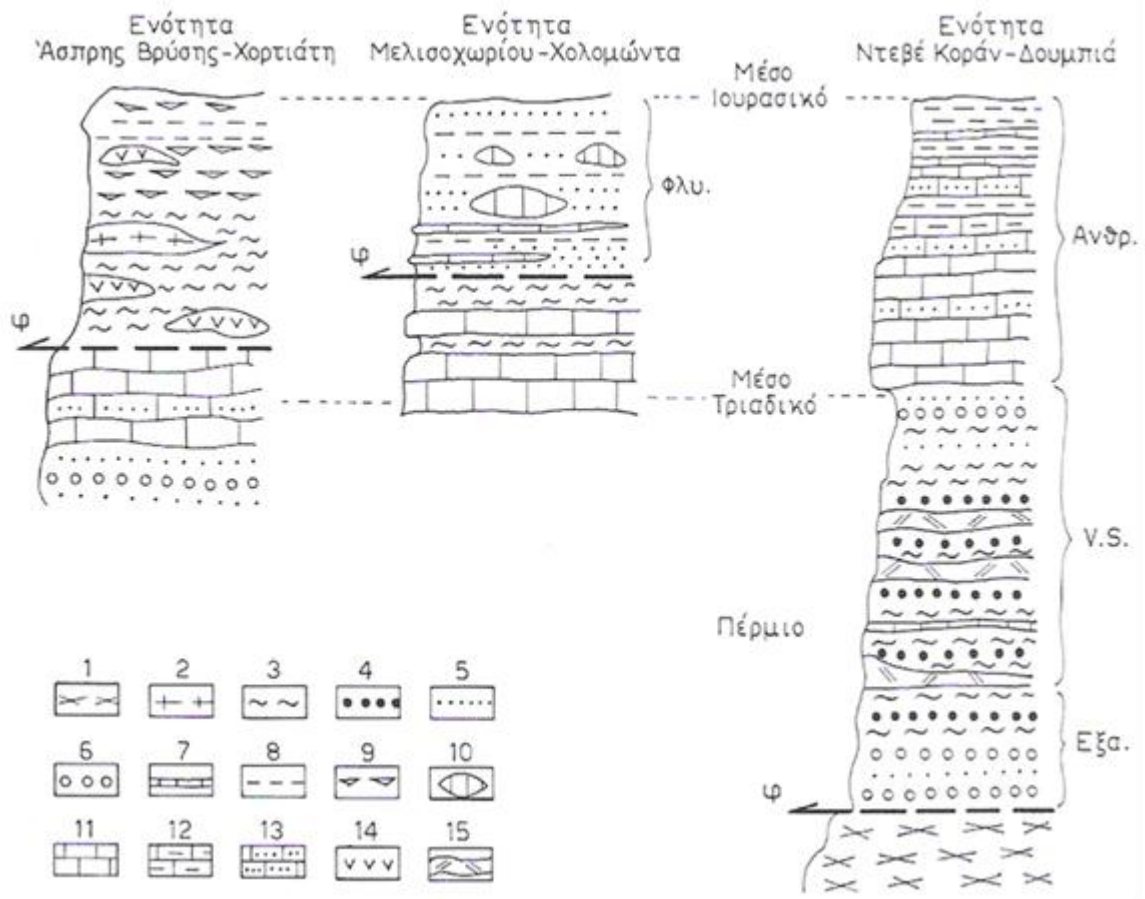
Η αλλαγή αυτή διεύθυνσης της ζώνης δεν έχει πλήρως διευκρινισθεί. Μάλλον οφείλεται στην τελική διαμόρφωση του Ελληνικού τόξου που έδωσε στο Ελληνικό ορογενές την τοξοειδή μορφή και έτσι η Περιροδοπική περιβάλλει την Ελληνική Ενδοχώρα. Πιθανόν όμως να οφείλεται στην τεκτονική μεταφορά της συμπίεσης (transpressional) που διαμόρφωσε τη δομή αυτή όπως θα περιγραφεί παρακάτω. (Μουντράκης 2010)

Η Περιροδοπική ζώνη ορίσθηκε από τους Kauffmann et al (1976) να περιλάβει τις τρεις ενότητες πετρωμάτων του δυτικού περιθωρίου της Σερβομακεδονικής με τα Αλπικά ιζήματα, καθώς και τα αντίστοιχα τμήματα στη ζώνη Παιονίας και συγκεκριμένα τμήματα των ενοτήτων Λεβεντοχωρίου, Μεταλλικού, Μεγάλης Στέρνας, Άσπρης Βρύσης, Βαφειοχωρίου και Αρτζάν. Το παλιό όμως γεωλογικό πρόβλημα του ορίου Σερβομακεδονικής – Παιονίας δε λύθηκε με την παρεμβολή της Περιροδοπικής ζώνης, αλλά μετατέθηκε στο που βρίσκεται πλέον το όριο μεταξύ Περιροδοπικής και Παιονίας, όριο το οποίο παραμένει αδιευκρίνιστο διότι τον ίδιο ρόλο της βαθιάς αύλακας που πιστεύαμε για τη ζώνη Παιονίας, αποδίδουμε τώρα στην Περιροδοπική. Επομένως είναι πιθανόν ότι Παιονία και Περιροδοπική αποτελούν ουσιαστικά την ίδια ζώνη γι' αυτό και δεν μπορεί να βρεθεί το όριο στα πετρώματά της. (Μουντράκης 2010)

Η κύρια σημασία της Περιροδοπικής ζώνης στην παλαιογεωγραφία και στη γεωτεκτονική είναι ότι αποτελούσε στη διάρκεια του Ιουρασικού την ηπειρωτική κατωφέρεια της ηπειρωτικής Ελληνικής Ενδοχώρας και κυρίως της Σερβομακεδονικής μάζας, η οποία κατωφέρεια κατέληγε σε μια βαθιά αύλακα, περιφερειακή της ηπειρωτικής μάζας (Μουντράκης 2010). Τα γεωτεκτονικά μοντέλα εξέλιξης του Ελληνικού χώρου, δείχνουν ότι αυτή η περιφερειακή αύλακα ήταν η θέση υποβύθισης (subduction) της ωκεάνιας περιοχής της ζώνης Αξιού κάτω από την ηπειρωτική πλάκα, το περιθώριο της οποίας αποτελούσαν οι μάζες Ροδόπης και Σερβομακεδονικής. (Μουντράκης 2010)

Λιθοστρωματογραφία

Οι τρεις βασικές ενότητες που συγκροτούν την Περιροδοπική ζώνη, είναι από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά: 1.Η ενότητα Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά, 2.η ενότητα Μελισσοχωρίου – Χολομώντα και 3.η ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη. Όλες οι ενότητες έχουν την ίδια γενική διάταξη σχηματισμών ΒΔ – ΝΑ.



1) Ενότητα Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά

Η βάση της ενότητας αποτελείται από ένα σχηματισμό μετακλαστικών ιζημάτων, χαλαζιακούς σχιστόλιθους, μετά – ψαμμίτες, χαλαζίτες, και μετά – κροκαλοπαγή ηλικίας Περμίου, που είναι γνωστός με το τοπικό όνομα «σχηματισμός Εξαμιλίου».

Πάνω από το σχηματισμό Εξαμιλίου βρίσκεται μια ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά (Volkacosedimentaire) ηλικίας Περμίου – Κάτω Τριαδικού, η οποία αποτελείται από εναλλασσόμενα ιζηματογενή και ηφαιστειακά υλικά ημιμεταμορφωμένα, δηλαδή χαλαζίτες, χαλαζιακά πορφυροειδή, ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, χαλαζιακούς σχιστόλιθους, πυροκλαστικά υλικά και σχιστοποιημένους ρυόλιθους, ανδεσίτες, βασάλτες και δολερίτες. Η ανώτερη στάθμη της σειράς περιέχει μετακλαστικά ιζήματα δηλαδή μετά – ψαμμίτες, μετά – κροκαλολατυτοπαγή, μετά – αρκόζες και φυλλίτες. (Μουντράκης 2010)

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

Η ιζηματογένεση συνεχίζεται με την απόθεση μιας 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 Ιουρασικό. Παρ' όλο το νηριτικό χαρακτήρα της σειράς αυτής, στις ανώτερες στάθμες της παρουσιάζει ορισμένες αργιλικές και μαργαϊκές ενστρώσεις, πελαγικής φάσης. (Μουντράκης 2010)

2) Ενότητα Μελισσοχωρίου – Χολομώντα

Αποτελεί τη μεγαλύτερη σε έκταση ενότητα από τις τρεις ενότητες της Περιοδοτικής και εκτείνεται σαν λωρίδα πλάτους 5-15 km, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, από την περιοχή της λίμνης Δοϊράνης στα Ελληνοσκοπιανικά σύνορα προς το βουνό Χολομώντα της Χαλκιδικής και τη Σιθωνία.

Ο κατώτερος σχηματισμός της ενότητας είναι μάρμαρα και ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι, ηλικίας Μέσου – Άνω Τριαδικού με συχνές παρεμβολές γραφιτικών φυλλιτών και σερικιτικών σχιστόλιθων. Προς τα πάνω ο σχηματισμός γίνεται καθαρά φυλλιτικός με φυλλίτες κοινούς, μαύρους γραφιτικούς, ψαμμιτικούς και έχει πάχος 400 m. (Μουντράκης 2010)

Ο ανώτερος σχηματισμός της ενότητας έχει ηλικία Κάτω – Μέσου Ιουρασικού και είναι ένας σχηματισμός φλύσχη με τουρβιδιτικές εναλλαγές μετά – ιζημάτων (μετά – ψαμμίτες, ασβεστολιθικές ενστρώσεις κλπ.) μέσα στα οποία συχνά παρατηρούνται μεγάλοι ολισθόλιθοι Τριαδικών μαρμάρων.

Ο φλύσχη αυτός Κάτω – Μέσου Ιουρασικού αναφέρεται με το όνομα «φλύσχη της Σβούλας» και είναι ο σπουδαιότερος σχηματισμός όλης της Περιοδοτικής ζώνης καθ' ότι καθορίζει τη ζώνη αυτή ως αντιπροσωπεύουσα την ηπειρωτική κατωφέρεια και την αύλακα στην περιφέρεια της ηπείρου. (Μουντράκης 2010)

3) Ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη

Η ενότητα αυτή είναι μια λωρίδα παράλληλη με την ενότητα Μελισσοχωρίου – Χολομώντα, πλάτους 4-8 km, που αρχίζει βόρεια της Θεσσαλονίκης, διέρχεται από το Χορτιάτη, φτάνει στο νότιο άκρο της Σιθωνίας, όπου κάμπτεται και αποκτά ΑΒΑ κατεύθυνση και επεκτείνεται έτσι μέχρι το άκρο του Αγίου Όρους.

Η ενότητα χαρακτηρίζεται από μια ευγεωσυγκλιτική ανάπτυξη κατά τη διάρκεια του Κάτω – Μέσου Ιουρασικού.

Τα κατώτερα τμήματα της ενότητας είναι μετακλαστικά, ηφαιστειοκλαστικά και νηριτικά ανθρακικά ιζήματα ανάλογα με της ενότητας Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά και έχουν ηλικία Περμοτριάδική. (Μουντράκης 2010)

Ο ανώτερος ορίζοντας αποτελείται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας (μαύροι κερατόλιθοι, κόκκινοι αργιλικοί σχιστόλιθοι, μαύροι γραφικοί φυλλίτες, μάργες και χαλαζιακοί σχιστόλιθοι). Μέσα στα ιζήματα αυτά παρεμβάλλονται συχνά οφειολιθικά σώματα με βασικά και υπερβασικά πετρώματα (γάββροι, διορίτες, σερπεντινίτες, διαβάσες). Ακόμα μέσα σ' αυτόν τον ορίζοντα παρεμβάλλονται και μεταμορφωμένα πετρώματα όξινης μαγματικής προέλευσης. Είναι παλιοί διορίτες, γρανοδιορίτες και γρανίτες που μεταμορφώθηκαν στην πρασινοσχιστολιθική φάση και δημιούργησαν τους σημερινούς πράσινους επιγνεύσιους της Θεσσαλονίκης (ακτινολιθικοί, επιδοιτικοί, χλωριτικοί γνεύσιοι, αμφιβολιτικοί, βιοιτικοί γνεύσιοι και πρασινίτες). Αυτά τα μετά – πυριγενή πετρώματα ονομάζονται «Μαγματική σειρά Χορτιάτη» και εναλλάσσονται με τα μετά – ιζήματα, φυλλίτες, σερικιτικούς σχιστόλιθους, μάρμαρα, σιπολίτες, χλωριτικούς – επιδοιτικούς σχιστόλιθους. (Μουντράκης 2010)

Οι επιγνεύσιοι της σειράς αυτής διαπιστώθηκε ότι προήλθαν από παλιά χαλαζιοδιοριτικά πετρώματα. Ραδιοχρονολογήσεις που στους γνεύσιους αυτούς έδωσαν αποτελέσματα 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 ενότητας Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη καλύπτουν γενικά την περιοχή της πόλης της Θεσσαλονίκης.

Θα πρέπει πάντως να σημειωθεί ότι ο ανώτερος ορίζοντας της ενότητας αυτής, με την σύσταση αυτή, αποτελεί ερωτηματικό διότι συνυπάρχουν, με επαφές αδιευκρίνιστες, πετρώματα μεγάλων διαφορών στην μεταμόρφωση. Έτσι η προέλευση και ο ρόλος του ορίζοντα αυτού παραμένουν αδιευκρίνιστα γεωλογικά θέματα. Επίσης η παρουσία οφειολιθικών πετρωμάτων υπενθυμίζει το πρόβλημα που αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου για το ασαφές όριο της Περιοδοπικής με τη ζώνη Παιονίας, η οποία έχει τις μεγάλες οφειολιθικές μάζες. Έτσι λοιπόν η ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη αναφέρεται από άλλους ερευνητές στην Περιοδοπική ζώνη και από άλλους στην υποζώνη Παιονίας ως μια ενότητα με οφειολίθους. Η πιο λογική παραδοχή είναι ότι οι οφειόλιθοι βρέθηκαν στην ηπειρωτική κατωφέρεια της Περιοδοπικής από την Παιονία (ζώνη Αξιού) κατά την τεκτονική τοποθέτηση (obduction) πάνω στο περιθώριο – κατωφέρεια. (Μουντράκης 2010)

Τα πετρώματα της «Μαγματικής σειράς Χορτιάτη» ερμηνεύονται ως ένα νησιωτικό μαγματικό τόξο που δημιουργήθηκε στο Μέσο Ιουρασικό από ενδοωκεάνια υποβύθιση στον ωκεάνιο χώρο της ζώνης Αξιού. Τα μαγματικά αυτά πετρώματα, στα

οποία εντάσσονται και ο γρανίτης του Μονοπήγαδου (140-150 Ma) και ο γρανίτης του Φανού (153 Ma), διείσδυσαν μέσα στους οφειόλιθους του ωκεάνιου πυθμένα και στη συνέχεια με την τεκτονική επώθηση – τοποθέτηση που ακολούθησε βρέθηκαν στην ηπειρωτική κατωφέρεια της Περιροδοπικής. (Μουντράκης 2010)

Η ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη μετά τον κορμό της Χαλκιδικής συνεχίζεται στη δυτική πλευρά της χερσονήσου Σιθωνίας, όπου ο Ηωκαινικός Γρανίτης της Σιθωνίας διεισδύει μέσα στα πετρώματα της Περιροδοπικής και της Σερβομακεδονικής. Στη συνέχεια κάμπτεται ΒΑ και εμφανίζεται στο νότιο άκρο της χερσονήσου του Αγίου Όρους με πετρώματα πρασινογενευσιακά και πρασινοσχιστολιθικά της «μαγματικής σειράς Χορτιάτη», εντός των οποίων παρεμβάλλονται φυλλίτες και τεκτονικά οφειολιθικά σώματα. Το νότιο άκρο της χερσονήσου με την υψηλότερη κορυφή του Άθω καταλαμβάνουν τα Τριαδικά μάρμαρα της Περιροδοπικής, ενώ στο μέσο της χερσονήσου, ο γρανίτης Μονής Αγίου Γρηγορίου ηλικίας Ηωκαίνου (42 Ma) ο οποίος μάλλον αποτελεί συνέχεια του γρανίτη της Σιθωνίας διεισδύει μέσα στα πετρώματα της μαγματικής σειράς Χορτιάτη. (Μουντράκης 2010)

Στην περιοχή Αλεξανδρούπολης – Έβρου, η Περιροδοπική εμφανίζεται με μια παχιά σειρά φυλλιτών με ενστρώσεις μετά – κροκαλοπαγών και κρυσταλλικών ασβεστόλιθων, που οι ηλικίες τους τοποθετούνται μεταξύ Τριαδικού και Κάτω Κρητιδικού. Από αυτά συμπεραίνεται ότι η ιζηματογένεση στην Περιροδοπική ζώνη συνεχίστηκε ίσως μέχρι το Κάτω Κρητιδικό, αν και στις τρεις κύριες ενότητες δεν εμφανίζονται πετρώματα νεότερα του Μέσου Ιουρασικού. (Μουντράκης 2010)

Από τη σύσταση της η σειρά φυλλιτών της Αλεξανδρούπολης και κυρίως από την παρουσία της μέσα στα μετά – ιζήματά ορισμένων οφειολιθικών σωμάτων πιστεύεται ότι προσομοιάζει με την ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη. Παρόλα αυτά δεν είναι διαπιστωμένο πλήρως σε ποια από τις τρεις κύριες ενότητες της Περιροδοπικής ανήκει. (Μουντράκης 2010)

Συνθήκες μεταμόρφωσης και τεκτονική δομή

Τα πετρώματα της Περιροδοπικής ζώνης, εμφανίζονται στην πλειοψηφία τους μεταμορφωμένα. Γενικά οι συνθήκες μεταμόρφωσης είναι της πρασινοσχιστολιθικής φάσης, αν και κατά τόπους εμφανίζονται αισθητές διαφορές στην ένταση της μεταμόρφωσης των πετρωμάτων. Η μεταμόρφωση όλων των Περιροδοπικών 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 από Μουντράκη 2010) και υπολειμματικές παραγενέσεις που αντιπροσωπεύουν συνθήκες γλαυκοφανικής μεταμόρφωσης HP/LT, υψηλής πίεσης – χαμηλής θερμοκρασίας ($P=6-7$ kbar σε $T=300^{\circ}$ και $P=8-9$ kbar σε $T=400^{\circ}$). Οι παραγενέσεις αποτελούμενες από χαλαζία – φεγγίτη – γλαυκοφανή – επιδότο – χλωρίτη – αλβίτη – ασβεστίτη βρέθηκαν μέσα σε πετρώματα χαλαζιτών, πρασινιτών και μαρμάρων της Περιροδοπικής ηφαιστειοϊζηματογενούς σειράς της ενότητας Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη. (Μουντράκης 2010)

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

Όσον αφορά την τεκτονική παραμόρφωση, έχουν μέχρι τώρα αναγνωρισθεί στην Περιροδοπική δύο φάσεις πτυχώσεων. Η πρώτη θεωρείται ότι έγινε συγχρόνως με την πρασινοσχιστολιθική μεταμόρφωση και προκάλεσε πτυχές σχεδόν ισοκλινείς και τη σχιστότητα των πετρωμάτων.

Η δεύτερη φάση πτυχώσεων περιλαμβάνει πτυχές ανοιχτές, μετά – 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 της Ροδόπης και Σερβομακεδονικής, οι μελέτες υποστηρίζουν ότι διαφορετικές ενότητες μετά – ιζημάτων, που συνιστούν την Περιροδοπική ζώνη, βρίσκονται σε διαφορετική κάθε φορά τεκτονική σχέση με τις κρυσταλλικές μάζες στις διάφορες περιοχές της περιφέρειάς τους. (Μουντράκης 2010)

Οι σχηματισμοί της Περιροδοπικής όσο και το κρυσταλλοσχιστώδες της Σερβομακεδονικής εμφανίζονται στην περιοχή του ορίου των δύο ζωνών, ανεστραμμένοι εξ αιτίας του Τριτογενούς τεκτονισμού. (Μουντράκης 2010)

Εκτός από τις παραπάνω φάσεις πτυχώσεων, διαπιστώθηκε ότι η Περιροδοπική υπέστη στο Άνω Ολιγόκαινο – Κάτω Μειόκαινο μια ισχυρή μεταμορφική παραμόρφωση που χαρακτηρίστηκε (Tranos et al 1999 από Μουντράκη 2010) ως τεκτονική μεταφορά μιας συμπίεσης (transpressional) που ασκήθηκε κατά διεύθυνση Β-Ν και η οποία προκάλεσε αλληπάλληλα ανάστροφα ρήγματα διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ και φοράς προς τα ΝΔ, όπως και ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης δεξιόστροφα κατά διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ και αριστερόστροφα κατά διεύθυνση ΔΝΔ-ΑΒΑ. Έτσι δημιουργήθηκε μια εφιππευτική μεγαδομή της Περιροδοπικής ζώνης με κίνηση προς τα ΝΔ, η οποία περιλαμβάνει λέπια με συμμετοχή και γνευσίων της Σερβομακεδονικής που εγκλωβίστηκαν. Σε αυτή την τεκτονική παραμόρφωση αποδίδεται (Γεωργιάδης et al 2007 από Μουντράκη 2010) και το όριο Σερβομακεδονικής – Περιροδοπικής στο νότιο άκρο της χερσονήσου του Άθω, το οποίο είναι μια αριστερόστροφη διατμητική ζώνη διεύθυνσης ΔΝΔ-ΑΒΑ. (Μουντράκης 2010)

2.3.2 Γεωλογία της περιοχής έρευνας

Από το γεωλογικό χάρτη της περιοχής και το αντίστοιχο υπόμνημα μπορούμε να κάνουμε τις εξής παρατηρήσεις που αφορούν τη γεωλογία της λεκάνης απορροής του Ολύnthiou:

Το βόρειο τμήμα της λεκάνης απορροής αποτελείται κυρίως από σχηματισμούς της ενότητας Μελισσοχωρίου – Χολομώντα (ομάδα Σβούλας). Το μεγαλύτερο μέρος καλύπτεται από χαλαζίες και χαλαζιτικούς ψαμμίτες , ενώ σε μικρότερο ποσοστό συναντώνται φυλλίτες ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι και μάρμαρα. Στον Άγιο Πρόδρομο έχουμε την μικρή εμφάνιση νεογενών αποθεμάτων, με τη βασική σειρά κροκαλοπαγών, που αποτελούν τους κατώτερους ορίζοντες των ερυθρών αργίλων. Στην ίδια περιοχή έχουμε ολοκαινικές αποθέσεις του ελουβιακού μανδύα (αποσαθρώματα και λατύπες από σχιστολιθικά πετρώματα). (Γαρέζος, Πισανίδης 2007)

Το κεντρικό τμήμα της λεκάνης απορροής αποτελείται κατά κύριο λόγο από την μαγματική σειρά του Χορτιάτη με μεταμορφωμένα πετρώματα όπως επιγνεύσιοι και πραιοσχιστόλιθοι. Ακόμα εμφανίζεται στην περιοχή της Βάβδου η γαββρική σειρά Λαναρίου και η υπερβασική σειρά με την εμφάνιση γάββρων, πυροξενιτών, δουνιτών και περιδοιτών. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι στους δουνίτες αυτούς γινόταν εξόρυξη λευκολίθου. Σε μικρό ποσοστό έχουμε και την εμφάνιση της ενότητας Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη, με αργιλικούς σχιστόλιθους και μάρμαρα. (Γαρέζος, Πισανίδης 2007)

Το νότιο τμήμα της λεκάνης απορροής καλύπτεται από νεογενείς κυρίως αποθέσεις , όπως την σειρά των ερυθρών αργίλων (Α.Μειόκαινο- Κ.Πλειόκαινο) και τη βασική σειρά των κροκαλοπαγών (Α. Μειόκαινο) , που αποτελεί τον κατώτερο ορίζοντα της σειράς των ερυθρών αργίλων. Ακόμα στην πεδινή διαδρομή του ποταμού και στις εκβολές του έχουμε την εμφάνιση αλλουβιακών αποθέσεων (άμμος, ψηφίδες, άργιλοι κλπ.) που έχουν ηλικία Ολόκαινου. Τέλος έχουμε και τους σχηματισμούς του ανώτερου και του κατώτερου συστήματος αναβαθμίδων (άμμοι ,κροκάλες , και ψηφίδες) του Ολύnthiou (σύμφωνα με τον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ) και δεν είναι ανθρωπογενούς προέλευσης. (Γαρέζος, Πισανίδης 2007)

2.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.4.1 Ανθρωπογενείς επεμβάσεις στην λεκάνη απορροής του Ολύνθιου

Η πρώτη ανθρώπινη επέμβαση στη λεκάνη απορροής του χειμάρρου έγινε πριν 2500 χρόνια περίπου με την κατασκευή του συστήματος υδροδότησης της αρχαίας Ολύνθου, με το σύστημα Κανάτ. Αυτό το σύστημα υδρομάστευσης, έχει μελετηθεί και σε πολλές άλλες αρχαίες ελληνικές πόλεις (Βαβυλίας, 1989 από Κουλά 2004) και ως γνωστόν αποτελούνταν από ένα δίκτυο αγωγών – τούνελ, με αρκετά μεγάλο μήκος το οποίο αφού εντόπιζε τον υδροφόρο ορίζοντα, μετέφερε το νερό στην αρχαία πόλη. (Κούλας 2004)

Οι καλλιέργειες στη λεκάνη απορροής του Ολύνθιου συναντώνται στο νότιο τμήμα της (σειρά των ερυθρών αργίλων) και αποτελούνται κυρίως από ελιές, βαμβάκι, βερίκοκα και φιστίκια.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετές έρευνες για την κατασκευή έργων στην κοίτη του Ολύνθιου (μελέτες για κατασκευή φραγμάτων στο βόρειο τμήμα του ή κατασκευή μαρίνας στις εκβολές του), παρόλα αυτά μέχρι σήμερα δεν έχει κατασκευαστεί κανένα από αυτά. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι ο ταμειευτήρας που σχεδιάστηκε να γίνει στον Ολύνθιο θα είχε ωφέλιμη χωρητικότητα 22.500.000 m³ (από Καραμούζη 2002 από Κούλας 2004). Στο μέλλον πάντως αποτελεί έναν από τους κύριους χείμαρρους που προορίζονται να λύσουν τα προβλήματα άρδευσης της ευρύτερης περιοχής της Χαλκιδικής. (Κούλας 2004)

Οι μόνες επεμβάσεις που έγιναν στην κοίτη του Ολύνθιου αφορούν στον κάτω ρου του ποταμού. Σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων του Αγίου Μάμα, την δεκαετία του '50 έγιναν από το Τμήμα Εγγύων Βελτιώσεων, αποστραγγιστικά έργα, για την άρδευση των γειτονικών καλλιεργειών.

Ακόμα το 1967, δόθηκε άδεια για αμμοληψία στις εκβολές του χειμάρρου. Με βάση τους κατοίκους του Αγίου Μάμα, η κοίτη του χειμάρρου κοντά στη θάλασσα ήταν βαθιά από οχήματα μέχρι το 1967. Το αποτέλεσμα της μεγάλης σε έκταση αμμοληψίας ήταν να εισέλθει η θάλασσα στην κοίτη του χειμάρρου και να ρυπανθούν οι γειτονικοί υδροφόροι ορίζοντες, με θαλασσινό νερό (υφαλμύρωση). (Κούλας 2004)

Στον κάτω ρου έχουν γίνει κάποια έργα ώστε να ελεγχθεί η ροή κάποιων πλευρικών χείμαρρων του Ολύνθιου, οι οποίοι προφανώς στο παρελθόν είχαν δημιουργήσει προβλήματα. (Κούλας 2004)

2.5 ΔΕΛΤΑΪΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΠΟΘΕΣΗΣ

Τα δέλτα, είναι γλωσσοειδείς ή ριπιδοειδείς αποθέσεις υλικού που μεταφέρθηκε από τα ποτάμια και αποτέθηκε μπροστά στους χώρους των εκβολών, στα ρηχά υδάτινων λεκανών (λιμνών, θαλασσών) (Ψιλοβίκος 2010). Τον όρο «Δέλτα» πρώτος έδωσε ο Ηρόδοτος που περιέγραψε το εντυπωσιακό δέλτα του Νείλου στις Αιγυπτιακές ακτές. Τα δέλτα μοιάζουν στο σχήμα με τα ριπίδια είτε τα αλουβιακά (χερσαία) είτε τα υποθαλάσσια, αλλά διαφέρουν σημαντικά από αυτά στα υλικά, στις δυναμικές συνθήκες και στις εξελικτικές διεργασίες. (Ψιλοβίκος 2010)

Τα δέλτα είναι αποθέσεις κλαστικών υλικών που γίνονται είτε σε χερσαίο περιβάλλον (έξω από το νερό) είτε σε υδάτινο ρηχό περιβάλλον (μέσα στο νερό) και για αυτό, οι παράγοντες που επηρεάζουν το σχηματισμό τους και οι δυναμικές συνθήκες που καθορίζουν την εξέλιξή τους είναι πολυσύνθετες:

Η συμπεριφορά – δίαιτα των ποταμών και οι τοπικές συνθήκες της λεκάνης απορροής τους παίζουν σημαντικό ρόλο. Αν οι ποταμοί πλημμυρίζουν τότε η μεταφορά υλικού σε μορφή στρώματος και σε αιώρηση, όπως και το μέγεθος του υλικού, αυξάνουν σημαντικά. Το αντίθετο συμβαίνει, όταν το νερό στους ποταμούς λιγοστεύει. (Ψιλοβίκος 2010)

Τα πετρώματα και η καταπόνησή τους καθώς και το επιφανειακό ανάγλυφο στο χώρο της λεκάνης απορροής καθορίζουν το είδος, το μέγεθος, την ποσότητα και τη μορφή του υλικού που ξεκινάει από τη πηγή και κατευθύνεται στις εκβολές.

Η γενική τεκτονική κατάσταση της περιοχής όπου δραστηριοποιούνται οι ποταμοί καθώς και οι χώροι που εκβάλλουν, καθορίζουν και την ανάπτυξη των δέλτα.

- Σε σταθερές τεκτονικά περιοχές τα δέλτα αναπτύσσονται προς τα εμπρός.
- Σε περιοχές που παρουσιάζουν αργή βύθιση τα δέλτα αναπτύσσονται κατακόρυφα (τα νέα καλύπτουν τα παλιά).
- Σε περιοχές που παρουσιάζουν ανύψωση τα δέλτα καταστρέφονται και νέα δέλτα δημιουργούνται.

Ανάλογη συμπεριφορά παρουσιάζουν τα δέλτα και στην περίπτωση των ευστατικών κινήσεων (άνοδος ή πτώση της στάθμης της θάλασσας). Σε περιοχές μεγάλης τεκτονικής αστάθειας συνήθως δε σχηματίζονται δέλτα (θαλάσσια). (Ψιλοβίκος 2010)

Ένας ακόμα παράγοντας είναι το κλίμα που επιδρά έμμεσα στο σχηματισμό και στην εξέλιξη των δέλτα με τους ανέμους, τις βροχοπτώσεις, τη βλάστηση, τη θερμοκρασία και άλλους επί μέρους παράγοντες.

- Σε κλίματα υγρά και θερμά αναπτύσσεται βλάστηση στη λεκάνη απορροής που προστατεύει από τη διάβρωση και δεν αφήνει τα υλικά να μεταφερθούν από τα ποτάμια, άρα δεν ευνοεί την ανάπτυξη των δέλτα (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι σ' αυτές τις περιοχές δε σχηματίζονται δέλτα).
- Σε κλίματα υγρά και ψυχρά ή δροσερά με εποχιακό χαρακτήρα βροχόπτωσης, τα ποτάμια είναι σε θέση να μεταφέρουν υλικά, αφού η βλάστηση έχει και αυτή εποχιακό χαρακτήρα. Άρα στην περίπτωση αυτή

ευνοείται ο σχηματισμός δέλτα (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι σ' αυτά τα κλίματα σχηματίζονται πάντοτε δέλτα).

- Σε ξηρά κλίματα είτε θερμά, είτε ψυχρά, η βλάστηση είναι αραιή, η διάβρωση έντονη, οι βροχές λίγες, εποχιακές και απότομες και η μεταφορά των υλικών μεγάλη κατά τις περιόδους των πλημμυρών. Οι καταστάσεις αυτές ευνοούν το σχηματισμό δέλτα.

Ο άνεμος επίσης παίζει σημαντικό ρόλο, γιατί επηρεάζει τη δράση των κυμάτων στο χώρο των εκβολών. (Ψιλοβίκος 2010)

Οι παράκτιες συνθήκες και δραστηριότητες παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των δέλτα.

- Το βάθος του νερού πρέπει να είναι μικρό.
- Τα κύματα πρέπει να είναι χαμηλής ενέργειας, γιατί διαφορετικά δημιουργούν στροβιλώδεις ροές και έτσι δεν αφήνουν το υλικό να καθιζάνει στον πυθμένα ή το διαβρώνουν αν έχει καθιζάνει και το απομακρύνουν προς τα έξω ή μέσα στη θάλασσα.
- Τα ρεύματα δεν πρέπει να είναι ισχυρά, γιατί διαφορετικά σηκώνουν και απομακρύνουν τα υλικά κατά μήκος της ακτής ή προς τα εσωτερικά βαθύτερα τμήματα του πυθμένα.
- Οι παλίρροιες δεν πρέπει να είναι υψηλές, γιατί διαφορετικά ενισχύουν τη δραστηριότητα των κυμάτων και ρευμάτων και σκορπίζουν το υλικό σ' ολόκληρη την παλιρροϊκή ζώνη.

Συμπερασματικά για να σχηματιστεί ένα δέλτα χρειάζεται να συνυπάρχουν:

1. Ποτάμια τροφοδοσία σε υλικά.
2. Όχι γρήγορες μεταβολές στην τεκτονική κατάσταση.
3. Ρηχή και ήσυχη παράκτια ζώνη.

Οι προϋποθέσεις αυτές δεν είναι απαραίτητες για το σχηματισμό λιμναίων δέλτα.

Ανάλογα με τις επιφανειακές διεργασίες που κυριαρχούν στο χώρο των εκβολών τους, τα δέλτα αποκτούν τους χαρακτήρες και τη μορφή τους. (Ψιλοβίκος 2010)

Αν η επίδραση της ποτάμιας μεταφοράς υλικού κυριαρχεί και οι άλλοι παράγοντες παίζουν μικρότερο ρόλο, τότε τα δέλτα σχηματίζονται σε περιβάλλον υψηλής ενέργειας. Στις λίμνες, αναγκάζονται το νερό και τα υλικά να κινηθούν μέσα στα ρηχά λόγω της εισόδου της ποτάμιας και πυκνής στροβιλώδους ροής και η απόθεση χονδρόκοκκων και λεπτόκοκκων υλικών αποκτά μια γλωσσοειδή – ζωνώδη διάταξη. Η ροή ρυθμίζεται από δυνάμεις αδράνειας και τριβής, ενώ το σχήμα του δέλτα αποκτά τη μορφή ενός τόξου ή ενός λοβού. Στη θάλασσα, στις ίδιες συνθήκες ποτάμιας συμπεριφοράς, σχηματίζονται δύο φυσικά φράγματα στις άκρες κάθε όχθης και ένας κώνος από υλικά με μορφή φράγματος μπροστά από το στόμιο. Τα λεπτόκοκκα υλικά προχωρούν στη βάση του ενώ τα χονδρόκοκκα υλικά μένουν στην κορυφή του φράγματος. Το σχήμα του δέλτα μπορεί να πάρει τη μορφή πέλματος πτηνού ή να αποκτήσει ένα πολύπλοκο ακτινωτό σχήμα. (Ψιλοβίκος 2010)

Αν η επίδραση της θαλάσσιας συμπεριφοράς είναι αυτή που κυριαρχεί και οι άλλοι παράγοντες παίζουν μικρότερο ρόλο, τότε τα δέλτα σχηματίζονται σε χαμηλής ενέργειας περιβάλλον.

Όταν τα κύματα παίζουν κύριο ρόλο στη διασπορά και απόθεση του υλικού, τότε σχηματίζονται τα κλασικά τοξοειδή δέλτα (τύπου Νείλου) με μεγάλους πλευρικούς λοβούς και μετωπικά εγκάρσια φράγματα άμμου (λουρονησίδες). (Ψιλοβίκος 2010)

Όταν η παλίρροια παίζει κύριο ρόλο στη διασπορά και απόθεση του υλικού, τότε σχηματίζονται φακοειδούς μορφής φράγματα ακτινωτά από την εκβολή προς τη θάλασσα και το δέλτα έχει μια λοβοειδή μορφή (τύπου Γάγγη, Βραχμαπούτρα, Μεκόνγκ). Στην περίπτωση που τα κύματα και οι παλίρροιες δεν είναι ισχυροί παράγοντες για τη διασπορά και απόθεση του υλικού, τότε το δέλτα παίρνει το σχήμα πέλματος πτηνού (τύπου Μισισιπή) με κοίτες που αλλάζουν πορεία. (Ψιλοβίκος 2010)

Συμπερασματικά, οι μορφές που παίρνουν τα δέλτα είναι αποτέλεσμα των δυναμικών διεργασιών ποταμού – θάλασσας και παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία (απλές – σύνθετες μορφές). Ανάλογη ποικιλία παρουσιάζουν και τα επί μέρους περιβάλλοντα των δέλτα και οι αντίστοιχες δελταϊκές αποθέσεις.

Από περιβαλλοντική άποψη ένα δέλτα χωρίζεται σε μια περιοχή που βρίσκεται έξω από το νερό και μια περιοχή που βρίσκεται μέσα – κάτω από το νερό.

Στην περιοχή που βρίσκεται έξω από το νερό, σχηματίζονται πολλές κοίτες διασποράς με διακλαδώσεις και πολύπλοκα σχήματα που διαρκώς μεταβάλλονται. Ανάμεσα από αυτές τις κοίτες δημιουργούνται μικρές κοιλότητες που γεμίζουν με νερό και σχηματίζουν έλη ή λίμνες. Επίσης κοντά στο μέτωπο του δέλτα σχηματίζονται λιμνοθάλασσες που δέχονται και γλυκό και αλμυρό νερό. Τις περισσότερες φορές υπάρχουν μια ή δύο μεγάλες κοίτες διασποράς σε κάθε δέλτα με πλευρικά φυσικά φράγματα, φράγματα κοίτης και φράγματα όχθης, όπως σε κάθε κανονική κοίτη ποταμού. Ολόκληρη αυτή η περιοχή του δέλτα ονομάζεται Δελταϊκή Πλατφόρμα (Δελταϊκό Πεδίο) και χαρακτηρίζεται από πολύπλοκη ποτάμια δραστηριότητα και απόθεση υλικού. (Ψιλοβίκος 2010)

Στην περιοχή που βρίσκεται μέσα στο νερό, σε ορισμένες ζώνες σχηματίζονται φράγματα παράλληλα ή κάθετα προς την πορεία ροής του νερού και υλικών. Τα φράγματα αυτά είτε υψώνονται πάνω από τη στάθμη του νερού, είτε παραμένουν κάτω από αυτή και χωρίζονται μεταξύ τους από αυλακοειδείς σχηματισμούς. Ακόμα, μπροστά από το στόμιο του ποταμού και κάτω από το νερό σχηματίζεται ένας κώνος από υλικά που κλίνει και έχει άνοιγμα προς τα βαθύτερα. Ολόκληρη αυτή η περιοχή του δέλτα ονομάζεται Δελταϊκό Μέτωπο ή Δελταϊκή Κατωφέρεια. (Ψιλοβίκος 2010)

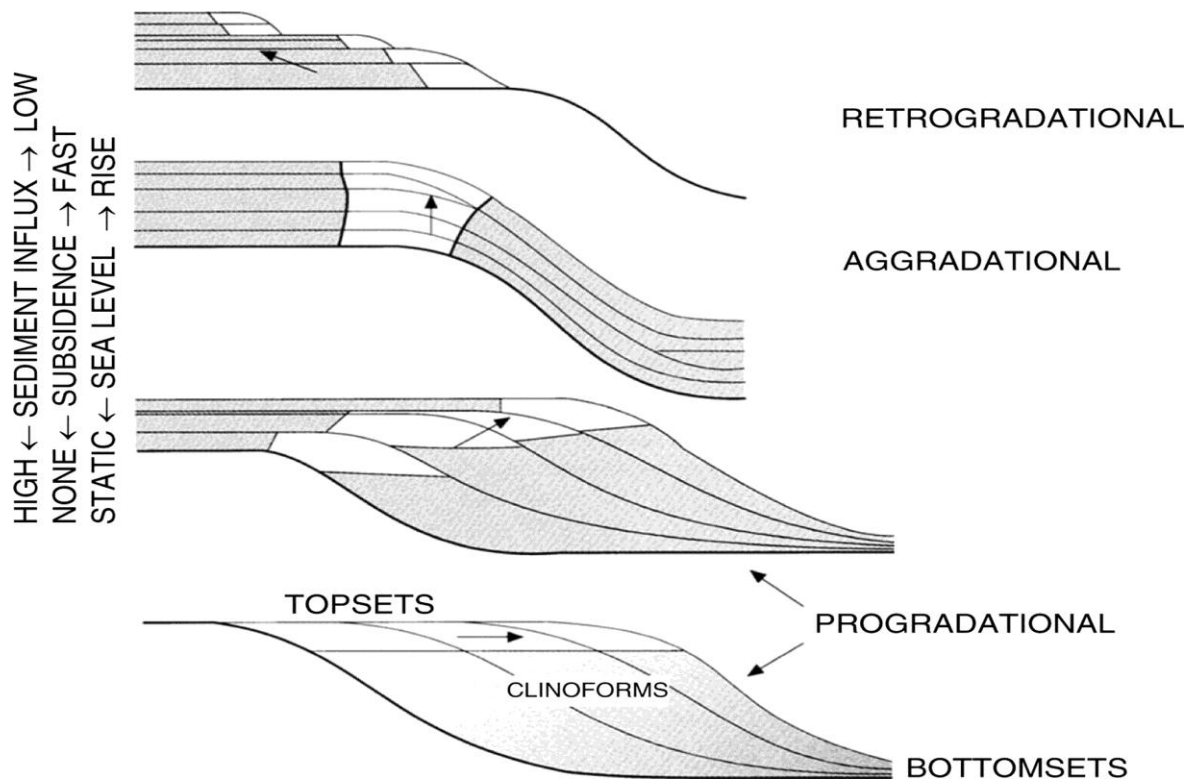
Στην περιοχή μπροστά από το δελταϊκό μέτωπο, υπάρχει μια περιθωριακή ζώνη με ήπιο ανάγλυφο και ήρεμες συνθήκες που είναι γνωστή με τον όρο Προδελταϊκή Πλατφόρμα. (Ψιλοβίκος 2010)

Οι ιζηματογενείς αποθέσεις των δέλτα, σχηματίζονται κάτω από πολύπλοκες δυναμικές συνθήκες στα παραπάνω περιβάλλοντα και υποπεριβάλλοντα και χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

A) Κορυφαία στρώματα (topsets). Σε αυτά περιλαμβάνονται αποθέσεις χονδρόκοκκου υλικού σε κοίτες – φράγματα με φακοειδή ή επιμήκη μορφή, σταυρωτές στρώσεις και διαβαθμισμένα στρώματα. Οι αποθέσεις συνδέονται πλευρικά ή κατακόρυφα με αποθέσεις ελών με μαύρο λεπτόκοκκο υλικό σε οριζόντιες παράλληλες ή κυματοειδείς στρώσεις, ή με αποθέσεις υπερχείλισης και από άμμο – ιλύ και άργιλο σε σταυρωτές κυματοειδείς και παράλληλες στρώσεις. Σε περιπτώσεις πλημμυρών στη δελταϊκή πλατφόρμα, είναι χαρακτηριστικές γλωσσοειδείς παρεμβολές άμμου σε οριζόντιες στρώσεις ιλύος – αργίλου και παρεμβολές οργανικών κόκκων – κομματιών όπως φύλλων, κλαδιών, δέντρων κλπ. Όπως επίσης, αποθέσεις στρωμάτων λεπτόκοκκης άμμου και αργίλου σε εναλλασσόμενα λεπτά στρώματα μέσα στις λιμνοθάλασσες (λαγκούνες) με αντίστοιχη ζωική και φυτική δραστηριότητα. Τα φυτά που φυτρώνουν σε έλη, λίμνες, λαγκούνες και αυτά που μεταφέρονται από τη λεκάνη απορροής αποτελούν τα μελλοντικά κοιτάσματα τύρφης, λιγνιτών, ανθράκων, υδρογονανθράκων και φυσικού αερίου, γιατί καλύπτονται γρήγορα από άλλα υλικά, απομονώνονται από τον αέρα και η αποσύνθεσή τους γίνεται σε αναερόβιο περιβάλλον. Όλα σχεδόν τα κορυφαία στρώματα έχουν μια ελαφριά κλίση προς την πλευρά της θάλασσας. (Ψιλοβίκος 2010)

B) Μετωπικά στρώματα (foresets ή κεκλιμένα). Αυτά περιλαμβάνουν αποθέσεις άμμου με παρεμβολές φακών από κροκάλες. Το μέγεθος της άμμου μικραίνει όσο απομακρυνόμαστε από το στόμιο του ποταμού και αναμιγνύεται με ιλύ. Οι αποθέσεις αυτές αποτελούνται από στρώματα κεκλιμένα (10° – 30°) προς την πλευρά της θάλασσας σε στρώσεις με διάταξη σταυρωτή. Τα λεπτόκοκκα υλικά παρουσιάζουν φυλλώσεις. Η παρουσία μεγάλων στρωμάτων ή ομάδων που αποτελούνται από μικρότερα στρώματα και στρώσεις με την ίδια διάταξη είναι χαρακτηριστική. (Ψιλοβίκος 2010)

Γ) Βασικά στρώματα (bottomsets ή προδελταϊκά). Αυτά περιλαμβάνουν αποθέσεις λεπτόκοκκης άμμου, ιλύος και αργίλου σε σχεδόν οριζόντιες παράλληλες λεπτές στρώσεις στα βαθύτερα στρώματα του πυθμένα. Τα υλικά αυτά μετά από αιώρησή τους μέσα στο νερό κατακάθονται, σε ήρεμο περιβάλλον και σχηματίζουν τις προδελταϊκές αργιλικές στρώσεις. Μερικές φορές η απόστασή τους από το χώρο εκβολής των δέλτα είναι πολύ μεγάλη και η απόθεση παρουσιάζει εναλλαγές με αργιλικά ιζήματα της θάλασσας. (Ψιλοβίκος 2010)



Μορφολογικές τομές των στρωμάτων ενός δέλτα (φωτογραφία από www.geophysics.geoscienceworld.org)

Παρά το γεγονός ότι τα δέλτα σχηματίζονται σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από ήπια τεκτονική κατάσταση, παρουσιάζουν μεγάλη αστάθεια και μεγάλη κινητικότητα. Πολύ σπάνια ένα δέλτα αποτελείται από ένα και μοναδικό δελταϊκό σώμα ή λοβό κι αυτό γιατί οι πλευρικές μετατοπίσεις της κύριας κοίτης εκβολής του ποταμού δημιουργούν πολλούς λοβούς με πλευρικές επικαλύψεις. Γίνεται δηλαδή η ίδια διαδικασία που γίνεται στην περίπτωση των αλουβιακών ριπιδίων. Στο ποταμό Μισισσιπή έχουν μέχρι σήμερα εντοπιστεί επτά τέτοιοι δελταϊκοί λοβοί που σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια του Ολόκαινου. Στα δέλτα του Αξιού, του Αλιάκμονα, του Σπερχειού, του Αχελώου και του Νέστου οι πλευρικές μετατοπίσεις των δελταϊκών λοβών ήταν επίσης συχνές. Με αυτόν τον τρόπο το δέλτα μετακινείται τόσο εμπρός όσο και πλευρικά και κατακόρυφα και δημιουργεί νέες γενιές, νέα ξηρά σε βάρος της θάλασσας και νέες χρονικά αποθέσεις. (Ψιλοβίκος 2010)

Αν η τεκτονική κατάσταση στο χώρο της λεκάνης ιζηματογένεσης χαρακτηρίζεται από αστάθεια (βύθιση), τότε το δέλτα σχηματίζει νέους λοβούς που υπερκαλύπτουν ο ένας τον άλλο. Δημιουργείται έτσι πάλι ένα σύνθετο δέλτα με νέες γενιές υπερκάλυψης. Οι δελταϊκές αποθέσεις του Νέστου έχουν και πλευρική και κατακόρυφη διαδοχή, ενώ το πάχος των δελταϊκών λοβών είναι σημαντικό.

Οι μετακινήσεις αυτές των δέλτα και ο σχηματισμός δελταϊκών ιζημάτων δημιουργούν παχιές αποθέσεις υλικών που έχουν μεγάλη οικονομική σημασία. (Ψιλοβίκος 2010)

Στην επιφάνεια δημιουργείται νέα ξηρά σε βάρος της θάλασσας η οποία είναι πλούσια σε αποθέσεις υλικών και θρεπτικών ουσιών που ευνοούν την καλλιέργεια και τον εμποικισμό.

- Στα δέλτα του Τίγρη, του Ευφράτη, του Νείλου, του Γάγγη δημιουργήθηκαν οι πιο παλιοί πολιτισμοί της γης.
- Μεγάλες εύφορες εκτάσεις δημιουργήθηκαν σε πολλά δέλτα του ελλαδικού χώρου (Σπερχειός, Αξιός, Αλιάκμονας, Αχελώος, Έβρος, Νέστος κ.ά.) και νέες πόλεις και χωριά χτίστηκαν στη νέα ξηρά.
- Δελταϊκοί σχηματισμοί δέχτηκαν τα μεγάλα κοιτάσματα των ανθράκων της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης και των Η.Π.Α. κατά το Λιθανθρακοφόρο.
- Στην Ελλάδα όλα σχεδόν τα λιγνιτικά κοιτάσματα σχηματίστηκαν σε δελταϊκό και τελματικό περιβάλλον κατά το Νεογενές και Τεταρτογενές.
- Τα μεγαλύτερα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου σχηματίστηκαν ή αποθηκεύτηκαν μέσα στα ιζήματα δελταϊκών λοβών (Μισισσιπής, Νίγηρας, Τίγρης – Ευφράτης, Ορινόκος, Μακένζι κ.ά.)

Ένα τέτοιο δέλτα ήταν και το δέλτα του Νέστου που λειτουργεί από το Μειόκαινο μέχρι σήμερα με κατακόρυφες και πλευρικές μετατοπίσεις. Μέσα σε δελταϊκές αποθέσεις ή κάτω από αυτές, εντοπίστηκαν και τα πετρελαιοφόρα στρώματα του Πρίνου, στη λεκάνη Καβάλας – Θάσου που αποτελούν μέχρι στιγμής και τα μόνα εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα υδρογονανθράκων στον ελλαδικό χώρο. (Ψιλοβίκος 2010)

Για να δείξουμε την έκταση της νέας ξηράς που δημιουργείται από τους δελταϊκούς σχηματισμούς δίνουμε τον παρακάτω πίνακα με μερικά δέλτα του κόσμου. (Ψιλοβίκος 2010)

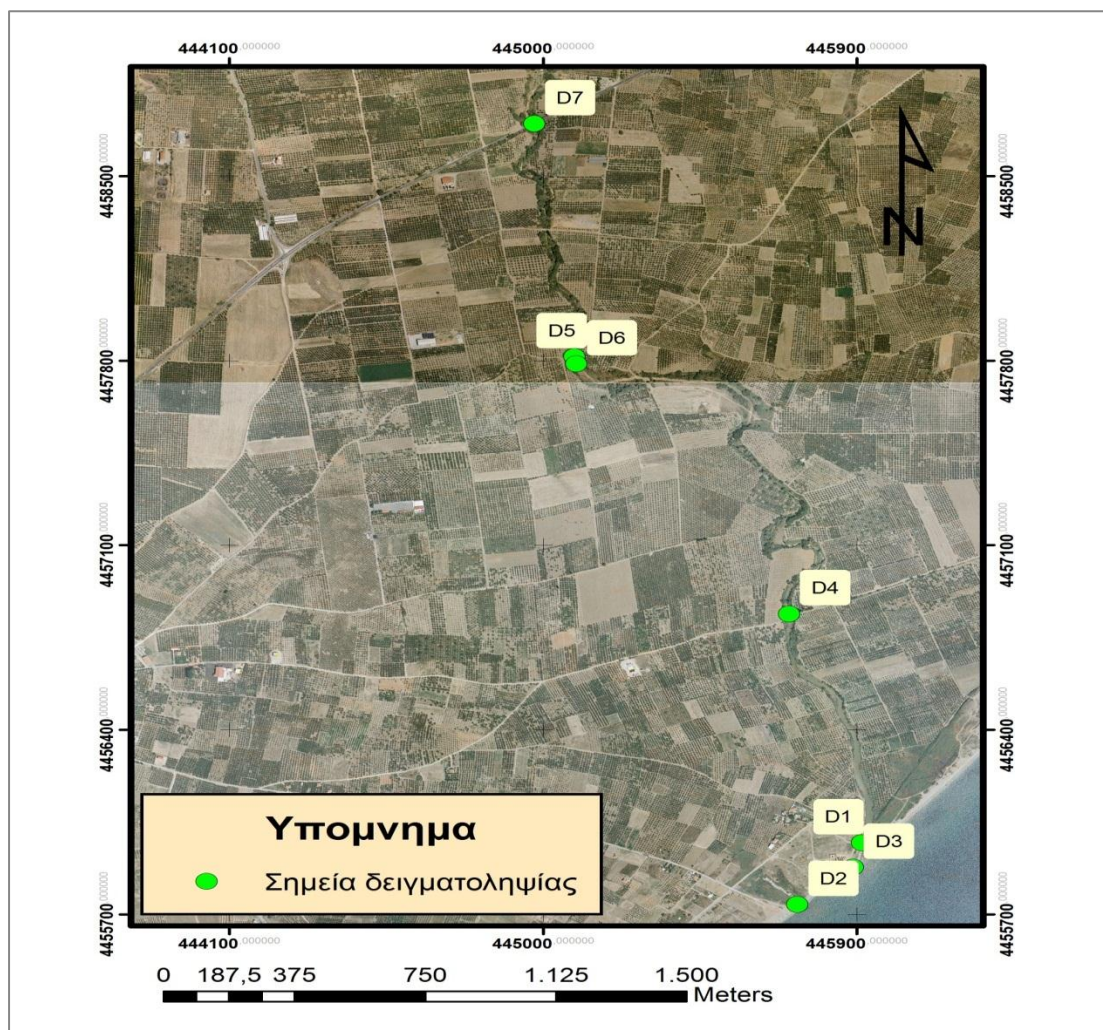
Ποταμός	Χώρα	Έκταση δέλτα (km ²)
Γάγγης-Βραχμαπούτρας	Ινδία	62560
Νίγηρας	Νιγηρία	30273
Μισισσιπής	Η.Π.Α.	27472
Λένας	Ρωσία	27200
Ορινόκος	Βενεζουέλα	25785
Νείλος	Αίγυπτος	21243
Ιραγκουάντι	Μπούρμα	20944
Μεκόνγκ	Κίνα	14144
Βόλγας	Ρωσία	11641
Ιντιγκίρκα	Ρωσία	9574
Ινδός	Ινδία	8976
Ζαμβέζης	Μοζαμβίκη	7507
Μακένζι	Καναδάς	6854
Γιούκον	ΗΠΑ (Αλάσκα)	6092
Δούναβης	Ρουμανία	4515
Κολύμα	Ρωσία	3889
Αμούρ-Ντάρια	Ρωσία	3699
Παρανά	Αργεντινή	3590
Ομπ	Ρωσία	2999
Βάνκ χο Μαγκνταλένα Γιενισέης	Κίνα Κολομβία Ρωσία	2584
Ροδανός	Γαλλία	1768

Στην Ελλάδα, εξαιτίας της τεκτονικής και του έντονου ανάγλυφου, όπως επίσης και του κλίματος που δημιουργεί χειμαρρικούς ποταμούς, σχηματίζονται πολλά δέλτα σε κόλπους και ρηχές θαλάσσιες περιοχές. Η σημασία των δέλτα είναι πολύ μεγάλη και η ανάπτυξή τους συνδέεται με την ιστορία, την αρχαιολογία, τον πολιτισμό και την ανάπτυξη της Ελλάδας κατά τα τελευταία 3.000 – 5.000 έτη (Ολόκαινο). (Ψιλοβίκος 2010)

3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ - ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Η εργασία υπαίθρου πραγματοποιήθηκε κατά μήκος της κοίτης του ποταμού Ολύνθιου καθώς και στις εκβολές του ποταμού και περιελάμβανε 7 σημεία. Τα 3 σημεία ήταν στις εκβολές του ποταμού στον Τωρωναίο κόλπο και τα υπόλοιπα 4 μέσα από την κοίτη του ποταμού. Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να πάρουμε δείγματα, τα οποία θα μας βοηθήσουν να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με το είδος και την κοκκομετρική κατανομή του υλικού κατά μήκος του ποταμού στο αλλουβιακό του ριπίδιο. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε το Μάρτιο του 2012 κατά τη διάρκεια μιας ημέρας. Τα δείγματα συλλέχθηκαν σε σακουλάκια ούτως ώστε να μελετηθούν λεπτομερώς εργαστηριακά (εργαστήριο ιζηματολογικών αναλύσεων του Α.Π.Θ.) οι μέσοι όροι μεγέθους, ταξινόμησης, λοξότητας και κύρτωσης. Τα σακουλάκια εκτός του δείγματος είχαν το καθένα την αναγραφή της ονομασίας του δείγματος καθώς και της τοποθεσίας του.



Εικόνα 3. Θέσεις δειγματοληψίας όπως αυτές παρουσιάζονται στον αεροφωτοχάρτη του Εθνικού Κληματολογίου

Τα δείγματα Δ1, Δ2 και Δ3 πάρθηκαν από την περιοχή των εκβολών του ποταμού Ολύνθιου στον Τωρωναίο κόλπο.

Δ1 : από την άκρη της κοίτης του ποταμού λίγο πριν εκβάλει στη θάλασσα



Εικόνα 4. Δ1

Δ2 : από την ακτή που υπάρχει δίπλα στις εκβολές του ποταμού (παράκτια ζώνη, νότια του ποταμού)



Εικόνα 5. Δ2

Δ3 : από το καινούριο υλικό που έχει προστεθεί στην ακτή από το ποτάμι (παράκτια ζώνη)



Εικόνα 6. Δ3

Τα υπόλοιπα δείγματα (Δ4, Δ5, Δ6, Δ7) πάρθηκαν μέσα από την κοίτη του ποταμού

Δ4 : από τα ανάντι ενός Ιρλανδικού φράγματος, το οποίο κρατεί ένα μέρος των υλικών στα ανάντι, βόρεια των εκβολών του ποταμού. Το ποτάμι εγκιβωτίζεται σε αυτό το σημείο.



Εικόνα 7. Δ4

Δ5, Δ6 : από την κοίτη του ποταμού βόρεια από το σημείο Δ4



Εικόνα 8. Δ5 και Δ6

Δ7 : μέσα από την κοίτη του ποταμού, στο σημείο όπου η εθνική οδός τέμνει το ποτάμι. Σε αυτό το ύψος του ποταμού υπήρχαν σημεία με διαφορετικό μέγεθος υλικού



Εικόνα 9. Δ7

3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Το επόμενο στάδιο της συλλογής των δειγμάτων είναι η απαραίτητη προετοιμασία αυτών. Το πρώτο βήμα έχει σκοπό να στεγνώσουν τα δείγματα καθώς σχεδόν όλα είχαν υγρασία. Η ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας έγινε απλώνοντας το κάθε δείγμα ξεχωριστά πάνω σε χαρτί εφημερίδας και διατηρώντας τα σε συνθήκες θερμοκρασίας δωματίου. Στη συνέχεια έγινε μια διερεύνηση των δειγμάτων για απομάκρυνση διάφορων ξένων υλικών.

Αν τα δείγματα είναι μεγάλα (κατά βάρος) χωρίζονται σε μικρότερα δείγματα. Τα μικρότερα αυτά δείγματα πρέπει να έχουν ανάλογα με το μέγεθος του υλικού τα ακόλουθα βάρη (κατά μέσο όρο):

- Δείγματα με πολλές κροκάλες και χονδρόκοκκη άμμο 100 - 200 g.
- Δείγματα με ελάχιστες κροκάλες, πολύ άμμο και λίγα λεπτόκοκκα 80 – 120 g.
- Δείγματα με πολλά λεπτόκοκκα υλικά 30 – 50 g.

Ο χωρισμός του αρχικού δείγματος σε μικρότερα δείγματα, γίνεται εύκολα με τη μέθοδο του σταυρού.

Το δείγμα που θα αναλυθεί, τοποθετείται στη συνέχεια μέσα σ' ένα γουδί και με τα χέρια ή το γουδοχέρι γίνεται προσπάθεια αποσυγκόλλησης του υλικού που έχει τη μορφή συσσωματωμάτων, έτσι ώστε κάθε κόκκος να χωριστεί από τους άλλους. Δε λιώνουμε τα συσσωματώματα, γιατί τότε δημιουργούνται κόκκοι που δεν έχουν καμία σχέση με το υλικό του δείγματος και αυτό εισάγει σφάλμα στην ανάλυση.

Ζυγίζεται το τελικό υλικό του δείγματος σε μια ζυγαριά ακριβείας και γράφεται το καθαρό του βάρος στον πίνακα της μηχανικής ανάλυσης κάτω από τα χαρακτηριστικά του στοιχεία. Κρίσιμο στάδιο για τη μηχανική ανάλυση των ιζημάτων αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου που εξαρτάται από το ίδιο το δείγμα. Αν το δείγμα αποτελείται από χονδρόκοκκα υλικά (κροκάλες, άμμος) τότε εφαρμόζεται η μέθοδος του κοσκινίσματος. Αν το δείγμα αποτελείται από λεπτόκοκκα υλικά (ιλύς – άργιλος – λεπτή άμμος), τότε εφαρμόζεται άλλη μέθοδος ανάλυσης (σιφώνιο, υδρόμετρο κ.λπ.). Σε πολλές περιπτώσεις εφαρμόζονται δύο μέθοδοι μαζί. Αυτό συμβαίνει συχνά σε δείγματα που περιέχουν χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα υλικά σε ανάμειξη. Σ' αυτή την περίπτωση καλό είναι να αρχίζει η ανάλυση από τη μέθοδο που εφαρμόζεται για τα χονδρόκοκκα υλικά (κοσκίνισμα) έτσι ώστε να διαχωριστούν οι κροκάλες και η άμμος από την ιλύ και την άργιλο. Στη συνέχεια και εφόσον τα λεπτόκοκκα υλικά υπερβαίνουν το 5% του συνολικού βάρους του δείγματος, εφαρμόζεται η μέθοδος που αφορά στην ανάλυση τους (σιφώνιο, υδρόμετρο). Για να αποφεύγεται η σπατάλη χρόνου και ο κίνδυνος απωλειών του δείγματος, αδειάζεται το δείγμα σε ένα κόσκινο με διάμετρο βροχίδων 0,0625 (+4,0 Φ) και κοσκινίζεται. Αν το υλικό που θα μείνει μέσα στο κόσκινο (κροκάλες + άμμος) ή το υλικό που θα περάσει μέσα από το πλέγμα του κόσκινου (ιλύς + άργιλος) είναι σε ποσοστό μεγαλύτερο από 5% του συνόλου του δείγματος, τότε εφαρμόζονται και οι δύο μέθοδοι ανάλυσης. (Ψιλοβίκος 2010)

Σε ορισμένα δείγματα (Δ4, Δ5, Δ6, Δ7), τα οποία δεν ήταν πολύ καλά αποσυγγολημένα, χρησιμοποιήσαμε Peridrol (H₂O₂). Αφού ζυγίσαμε τα τέσσερα δείγματα τα τοποθετήσαμε σε βαζάκια και αναγράψαμε έξω το καθαρό τους βάρος.

Στη συνέχεια προσθέσαμε απιονισμένο νερό και 5 – 10g Peridrol. Τα δείγματα άρχισαν να βράζουν. Μετά από κάποιες μέρες και αφού τα δείγματα σταμάτησαν να βράζουν, με τη χρήση αντλίας κάναμε αναρρόφηση το νερό που υπήρχε στα δοχεία και κατόπιν τοποθετήσαμε τα δοχεία στο φούρνο. Μετά από δύο μέρες βγάλαμε τα δοχεία από το φούρνο και με τη χρήση μιας οδοντόβουρτσας τα ξύσαμε για να πάρουμε το υλικό. Στη συνέχεια ζυγίσαμε το υλικό για να δούμε τι απώλειες είχαμε με τη χρήση του Peridrol. Ύστερα συνεχίσαμε με τη διαδικασία του κοσκινίσματος σε αυτά τα δείγματα.

Μέθοδος ανάλυσης

Λόγω του υλικού που είχαμε ξεκινήσαμε με τη μέθοδο του κοσκινίσματος. Το δείγμα μας αφού το ζυγίσαμε και αναγράψαμε το καθαρό του βάρος στη συνέχεια το αδειάζαμε σε μια σειρά από κόσκινα, με διάμετρο βροχίδων που ξεκινούσε από τα 32 mm (-5,0 Φ) μέχρι τα 0,0625 mm (+4,0 Φ) και κάτω από τα κόσκινα τοποθετούσαμε έναν δίσκο. Το σύνολο των κοσκίνων με το δίσκο στο κάτω μέρος και το υλικό μας μέσα τοποθετούνταν σε έναν δονητή και κοσκινίζονταν για περίπου 15 – 20 λεπτά. Στη συνέχεια ανοίγαμε τα κόσκινα ένα –ένα από πάνω (μεγάλη διάμετρος) προς τα κάτω (μικρή διάμετρος), αδειάζαμε το περιεχόμενο τους σε ένα καθαρό χαρτί και μ' ένα βουρτσάκι καθαρίζαμε στο πλέγμα τους. Το υλικό από κάθε κόσκινο το ζυγίσαμε και καταγράψαμε το βάρος του. Αυτό έγινε για όλα τα κόσκινα της σειράς. Στο τέλος ζυγίσαμε και το περιεχόμενο του δίσκου που βρίσκεται κάτω από το τελευταίο κόσκινο και περιέχει τα λεπτόκοκκα υλικά (ιλύ – άργιλο). Αν το βάρος του ήταν μεγαλύτερο από το 5% του βάρους του αρχικού δείγματος, τότε θα χρειαζόταν να γίνει πιο λεπτομερής ανάλυση με τη μέθοδο του σιφωνίου ή του υδρομέτρου. Αν είναι μικρότερο, τότε επιστρέφεται το υλικό πίσω στο χαρτί που είχε το αρχικό δείγμα. Σε όλα τα δείγματα ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία.

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΚΚΩΝ			ΤΑΞΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ		ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	
mm	m	Φ				
4.096		-12	ΚΡΟΚΑΛΕΣ	Boulders	GRAVEL	Π.Χ.
2,048		-11				X
1,024		-10				M
512	1	-9				Λ
256		-8				
128		-7		Cobbles		X
64	10 ⁻¹	-6				Λ
32		-5				Π.Χ.
16		-4		Pebbles		X
8	10 ⁻²	-3				M
4		-2				Λ
2		-1	ΑΜΜΟΣ	Sand	MUD	Π.Λ.
1	10 ⁻³	0				Π.Χ.
0.5		+ 1				X
0.25		+ 2				M
0.125		+3				Λ
0.062	10 ⁻⁴	+ 4				Π.Λ
0.031		+ 5				Π.Χ.
0.016		+ 6				X
0.0078	10 ⁻⁵	+ 7		Silt		M
0.0039		+ 8				Λ
0.0020		+ 9				Π.Λ.
0.00098	10 ⁻⁶	+ 10				Π.Χ.
0.00049		+ 11	ΑΡΓΙΛΟΣ	Clay	X	
0.00024		12			M	

Νομόγραμμα μεθόδων ανάλυσης ανάλογα με το μέγεθος του υλικού



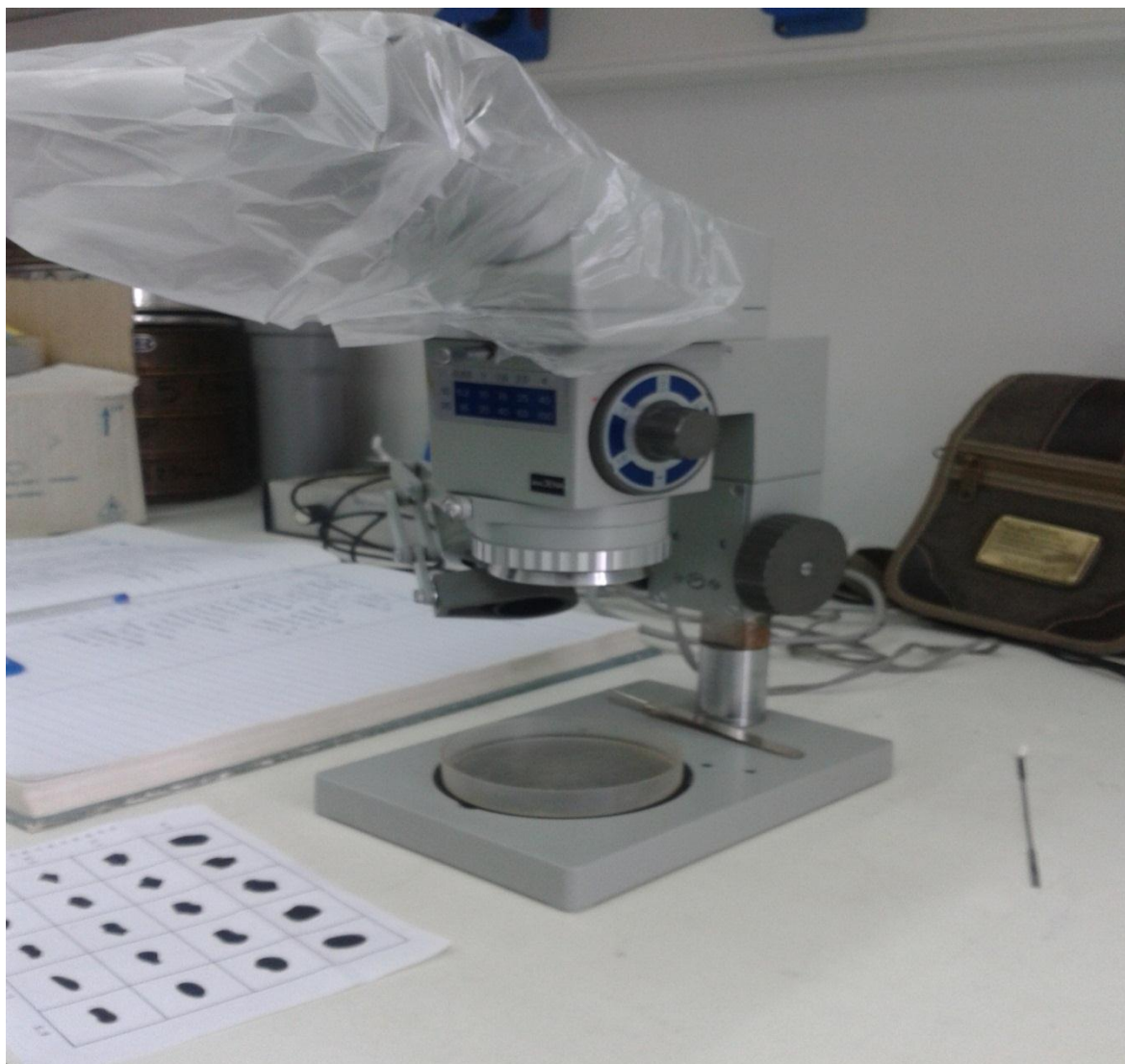
Εικόνα 10. Ζυγαριά ακριβείας του εργαστηρίου ιζηματολογίας του τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ.

Στη δικιά μας περίπτωση σε όλα τα δείγματα το υλικό που απέμεινε στον δίσκο ήταν πάντα μικρότερο του 5%, οπότε δεν χρειάστηκε να προχωρήσουμε σε ανάλυση λεπτόκοκκων υλικών.



Εικόνα 11. Κόσκινα και δονητής του εργαστηρίου ιζηματολογίας του τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ.

Επίσης, το υλικό που υπήρχε στο κόσκινο του 1 (0 Φ) το ξεχωρίσαμε για να το χρησιμοποιήσουμε στο στερεοσκόπιο για να δούμε τη σφαιρικότητα και στρογγυλότητα των κόκκων.



Εικόνα 12. Στερεοσκόπιο του εργαστηρίου ιζηματολογίας του τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ.

Στη συνέχεια προχωρήσαμε στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Παρουσίαση των αποτελεσμάτων

Στην περίπτωση του κοσκινίσματος εκείνο που ενδιαφέρει τελικά είναι το αθροιστικό (%) ποσοστό κατά βάρους των κόκκων του δείγματος. Αυτό το ποσοστό θα χρειαστεί για να υπολογιστούν οι παράμετροι του μεγέθους. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με δύο μεθόδους: την γραφική και τη μαθηματική.

Στην περίπτωση μας χρησιμοποιήσαμε λογισμικό σε υπολογιστή και συγκεκριμένα το πρόγραμμα GRADISTAT v7. Δώσαμε στο πρόγραμμα τα βάρη από κάθε κόσκινο και εκείνο μας έδωσε όλα τα αποτελέσματα που παραθέτονται παρακάτω.

3.3 ΧΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ - GIS

Με τη βοήθεια ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή και του προγράμματος ArcGIS v10 δημιουργήσαμε ένα Ψηφιακό Μοντέλο Ανάγλυφου και χάρτες των δελταϊκών εκβολών του ποταμού.

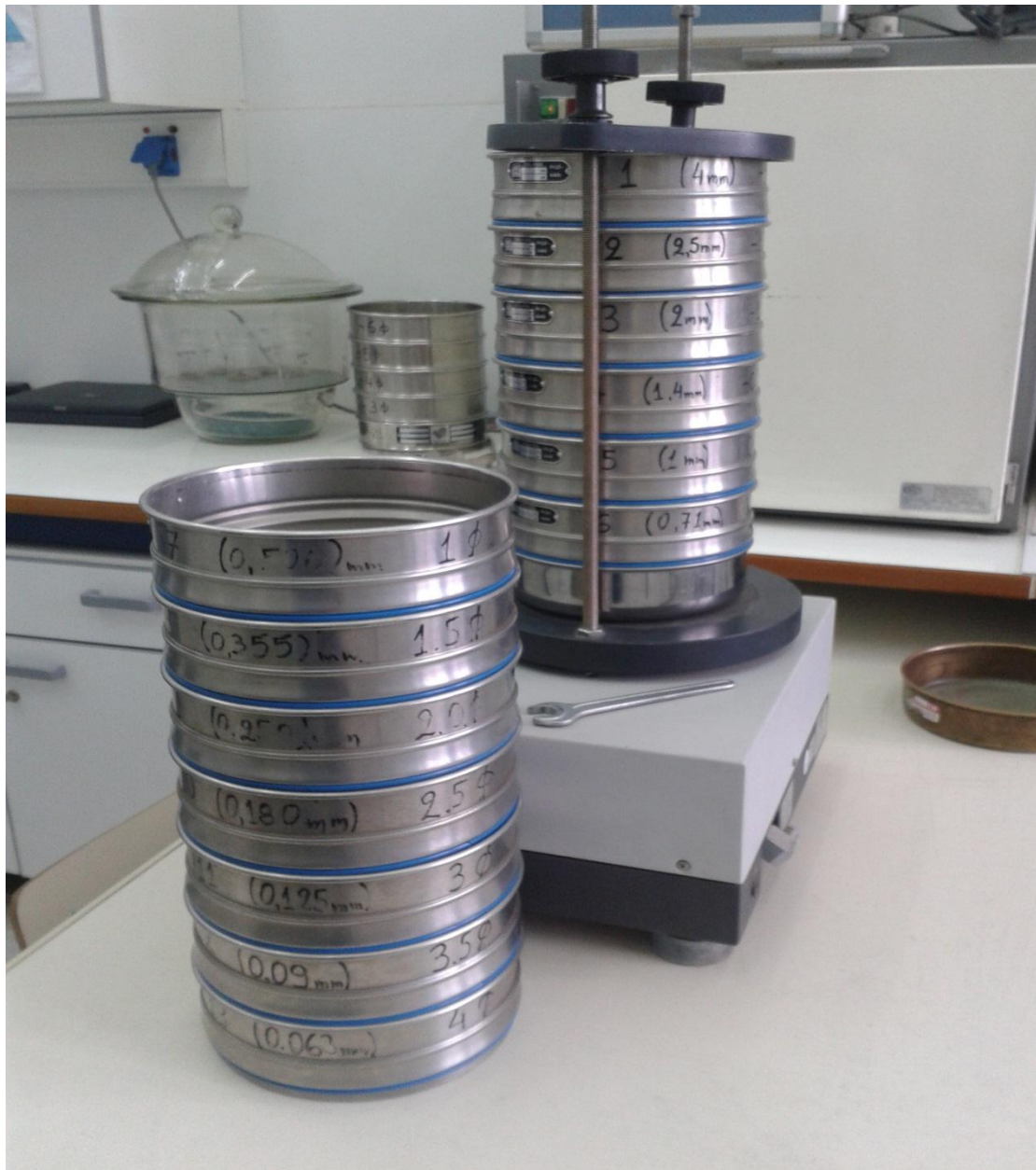
Στο Ψηφιακό Μοντέλο Ανάγλυφου ή DEM που δημιουργήσαμε, χρησιμοποιήσαμε εικόνα από το προηγμένο ραδιόμετρο ASTER (Advanced Spacebourne Thermal Infrared Emission and Reflection Radiometer), το οποίο προσφέρει εικόνες με διακριτική ικανότητα 30x30 m. Το ραδιόμετρο ASTER βρίσκεται ανάμεσα σε άλλα όργανα τα οποία φέρει ο δορυφόρος TERRA, ο οποίος εκτοξεύτηκε το Δεκέμβριο του 1999 από τη NASA σε συνεργασία με τις Japan's Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) και Japan Space Systems.

Το προβολικό σύστημα που χρησιμοποιήσαμε για την κατασκευή των χαρτών είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 ή ΕΓΣΑ 87. Το προβολικό σύστημα αυτό προτάθηκε το 1987. Σήμερα αποτελεί το ισχύον ΓΣΑ στην Ελλάδα και προέκυψε από συνδυασμό κλασικών και δορυφορικών μετρήσεων. Σαν αφετηρία έχει το τριγωνομετρικό σημείο στο Διόνυσο Αττικής (εγκαταστάσεις ΕΜΠ) και χρησιμοποιεί το γεωκεντρικό ΕΕΠ GRS 80 και την εγκάρσια Μερκατορική προβολή μιας ζώνης, με κεντρικό μεσημβρινό αυτόν που διέρχεται από το Διόνυσο Αττικής. Επίσης, έχει άξονα τετμημένων τον ισημερινό, συντελεστή κλίμακας στον κεντρικό μεσημβρινό $m_0 = 0,9996$ και προσθετική σταθερά $E_0 = 500000$ m (Ασάρας 2007)

4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

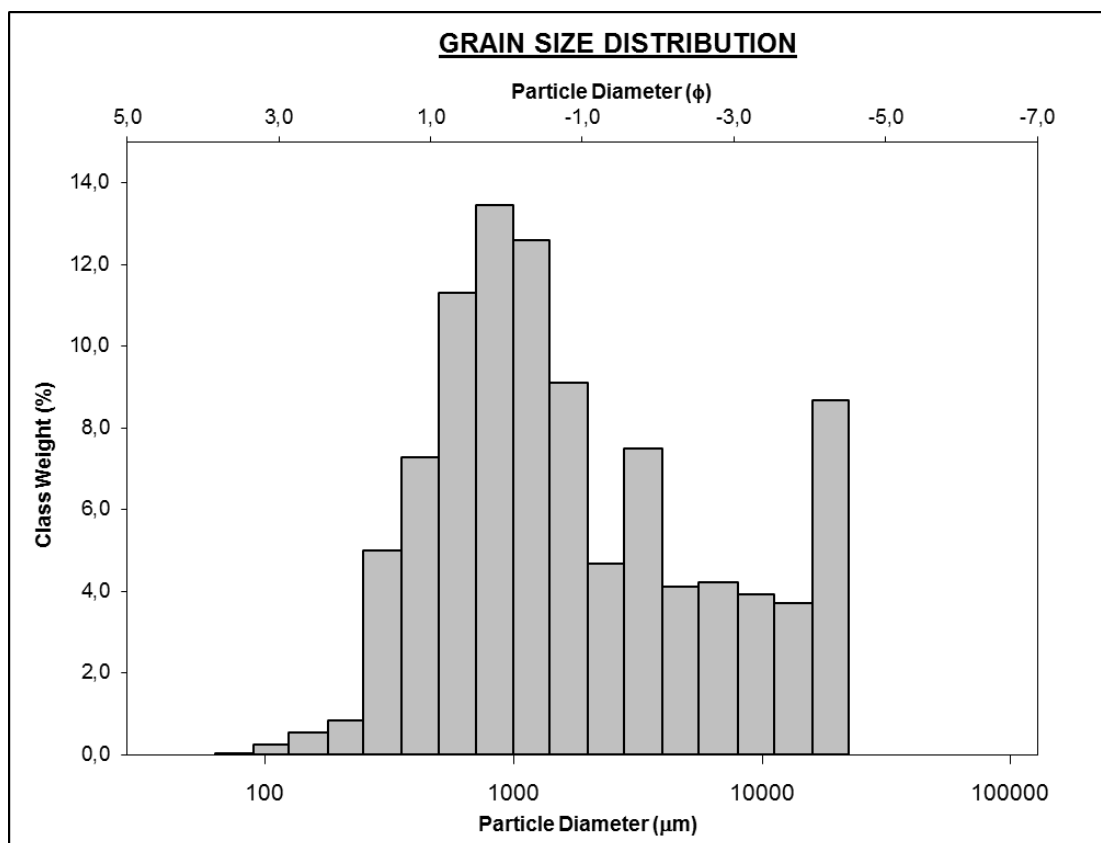
Τα αποτελέσματα των κοκκομετρικών αναλύσεων των δειγμάτων Δ1, Δ2, Δ3, Δ4, Δ5, Δ6 και Δ7 είναι τα παρακάτω. Σε κάθε δείγμα δίνονται τα αποτελέσματά του, το ιστόγραμμά του, η θέση του στο τριγωνικό διάγραμμα εδαφικών στοιχείων, η καμπύλη συχνότητάς του και η λογαριθμική του καμπύλη.



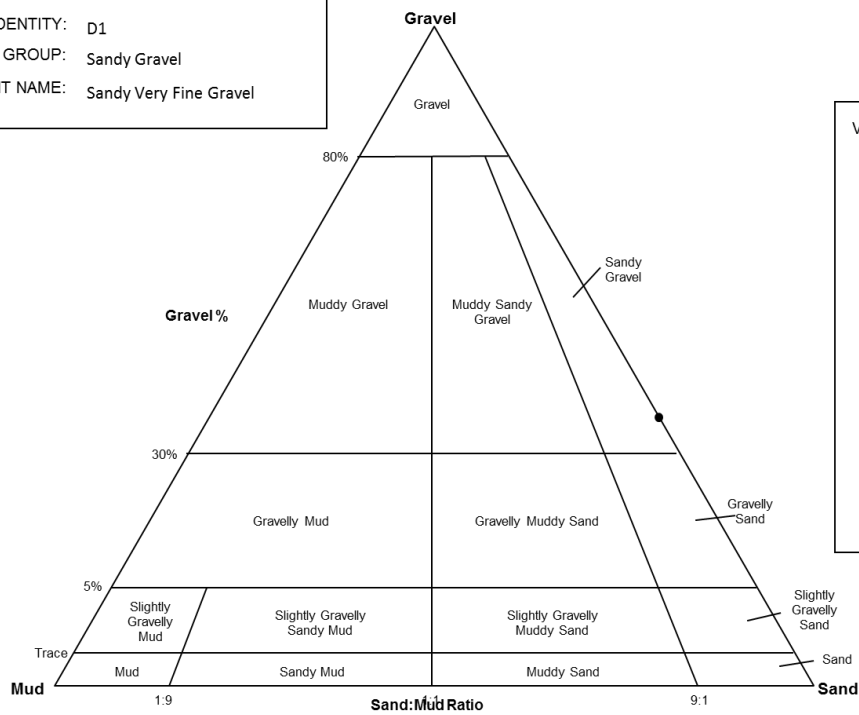
Εικόνα 13. Σειρά κοσκίνων ανά 0,5 Φ στο εργαστήριο ιζηματολογίας του τομέα

ΔΕΙΓΜΑ Δ1 (D1)

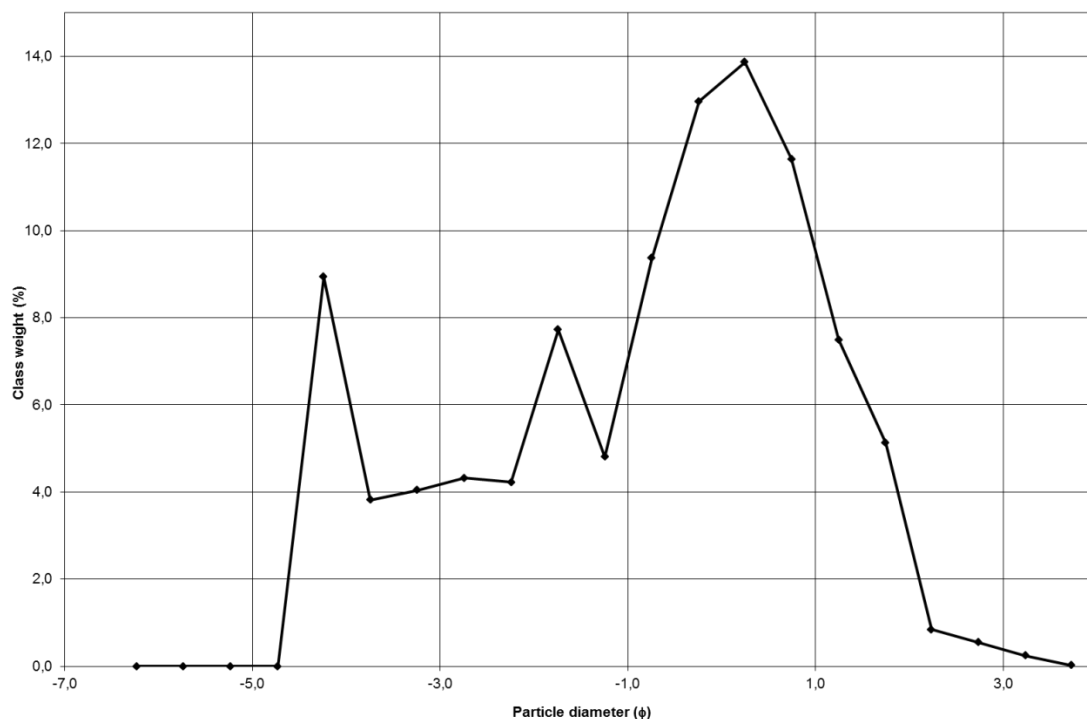
<u>SAMPLE STATISTICS</u>						
SAMPLE IDENTITY: D1			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Polymodal, Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Sandy Gravel			
SEDIMENT NAME: Sandy Very Fine Gravel						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	855,0	0,247	GRAVEL: 37,8%	COARSE SAND: 25,6%		
MODE 2:	19200,0	-4,243	SAND: 62,1%	MEDIUM SAND: 12,6%		
MODE 3:	3400,0	-1,743	MUD: 0,0%	FINE SAND: 1,4%		
D ₁₀ :	410,2	-3,831		V FINE SAND: 0,3%		
MEDIAN or D ₅₀ :	1309,9	-0,389	V COARSE GRAVEL: 0,0%	V COARSE SILT: 0,0%		
D ₉₀ :	14233,7	1,286	COARSE GRAVEL: 8,7%	COARSE SILT: 0,0%		
(D ₉₀ / D ₁₀):	34,70	-0,336	MEDIUM GRAVEL: 7,9%	MEDIUM SILT: 0,0%		
(D ₉₀ - D ₁₀):	13823,6	5,117	FINE GRAVEL: 8,6%	FINE SILT: 0,0%		
(D ₇₅ / D ₂₅):	5,905	-0,268	V FINE GRAVEL: 12,7%	V FINE SILT: 0,0%		
(D ₇₅ - D ₂₅):	3369,1	2,562	V COARSE SAND: 22,3%	CLAY: 0,0%		
			METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD	
			Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Description
			μm	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	4026,2	1751,8	-0,809	1796,2	-0,845	Very Coarse Sand
SORTING (σ):	5624,7	3,506	1,810	3,709	1,891	Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	1,832	0,443	-0,443	0,320	-0,320	Very Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	5,051	2,366	2,366	0,941	0,941	Mesokurtic

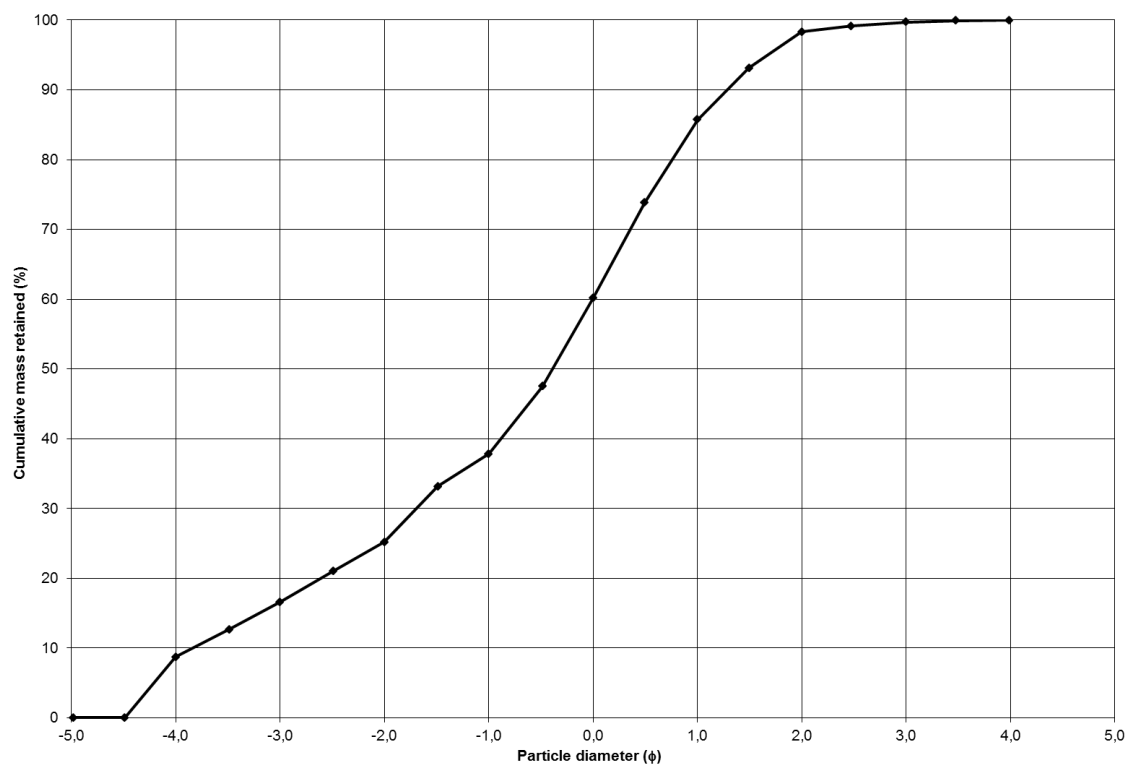


SAMPLE IDENTITY: D1
 TEXTURAL GROUP: Sandy Gravel
 SEDIMENT NAME: Sandy Very Fine Gravel



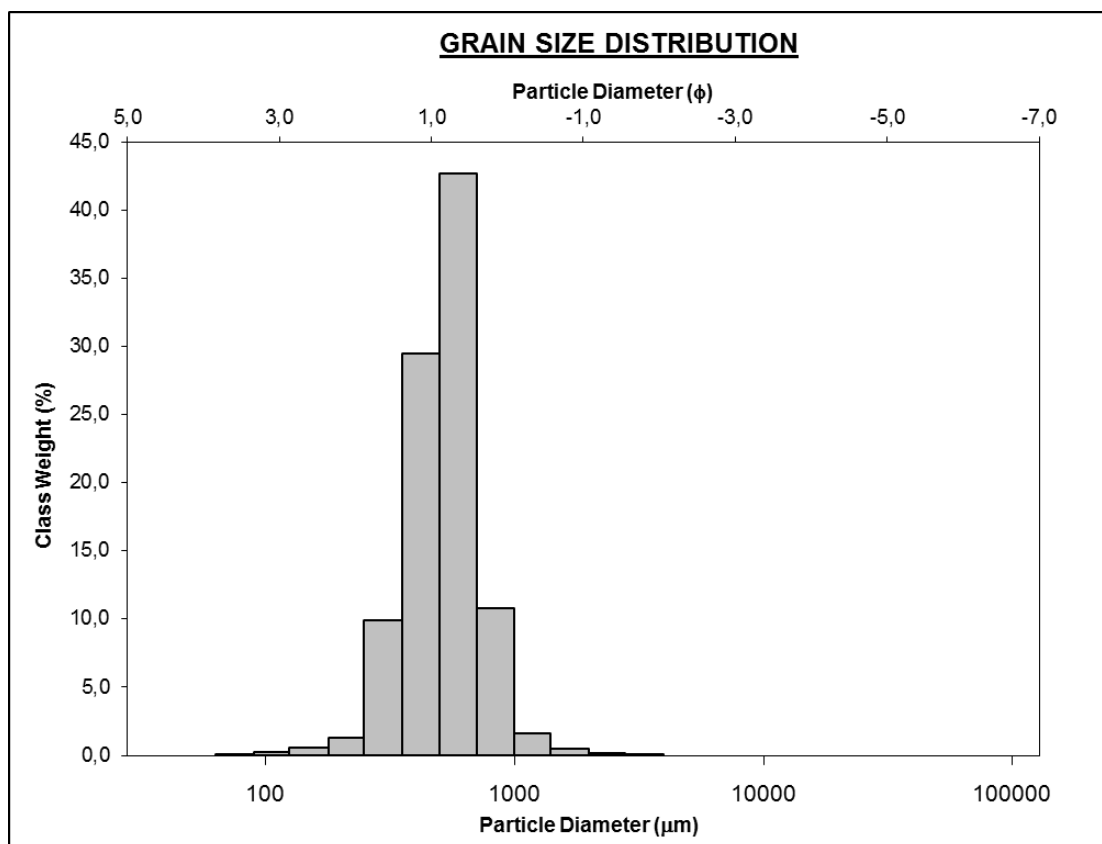
Gravel:	37,8
Sand:	52,1
Mud:	10,0
%	
Very Coarse Gravel:	0,0%
Coarse Gravel:	8,7%
Medium Gravel:	7,9%
Fine Gravel:	8,6%
Very Fine Gravel:	12,7
Very Coarse Sand:	22,3
Coarse Sand:	25,6
Medium Sand:	12,6
Fine Sand:	14%
Very Fine Sand:	0,3%
Very Coarse Silt:	0,0%
Coarse Silt:	0,0%
Medium Silt:	0,0%
Fine Silt:	0,0%
Very Fine Silt:	0,0%
Clay:	0,0%





ΔΕΙΓΜΑ Δ2 (D2)

SIEVING ERROR: 0,1%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: D2			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Well Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	605,0	0,747	GRAVEL: 0,2% COARSE SAND: 55,4%			
MODE 2:			SAND: 99,7% MEDIUM SAND: 40,3%			
MODE 3:			MUD: 0,1% FINE SAND: 1,8%			
D ₁₀ :	327,2	0,351	V FINE SAND: 0,2%			
MEDIAN or D ₅₀ :	530,9	0,913	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,0%			
D ₉₀ :	784,0	1,612	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,0%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	2,396	4,592	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,0%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	456,8	1,261	FINE GRAVEL: 0,0% FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,578	2,046	V FINE GRAVEL: 0,2% V FINE SILT: 0,0%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	236,8	0,658	V COARSE SAND: 2,1% CLAY: 0,0%			
			METHOD OF MOMENTS			
			Arithmetic	Geometric	Logarithmic	FOLK & WARD METHOD
			μm	μm	ϕ	Geometric Logarithmic Description
MEAN ($\bar{x}$):	557,6	514,4	0,959	514,7	0,958	Coarse Sand
SORTING (σ):	218,1	1,455	0,541	1,404	0,490	Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	3,144	-1,322	1,322	-0,119	0,119	Fine Skewed
KURTOSIS (K):	29,57	17,31	17,31	1,079	1,079	Mesokurtic

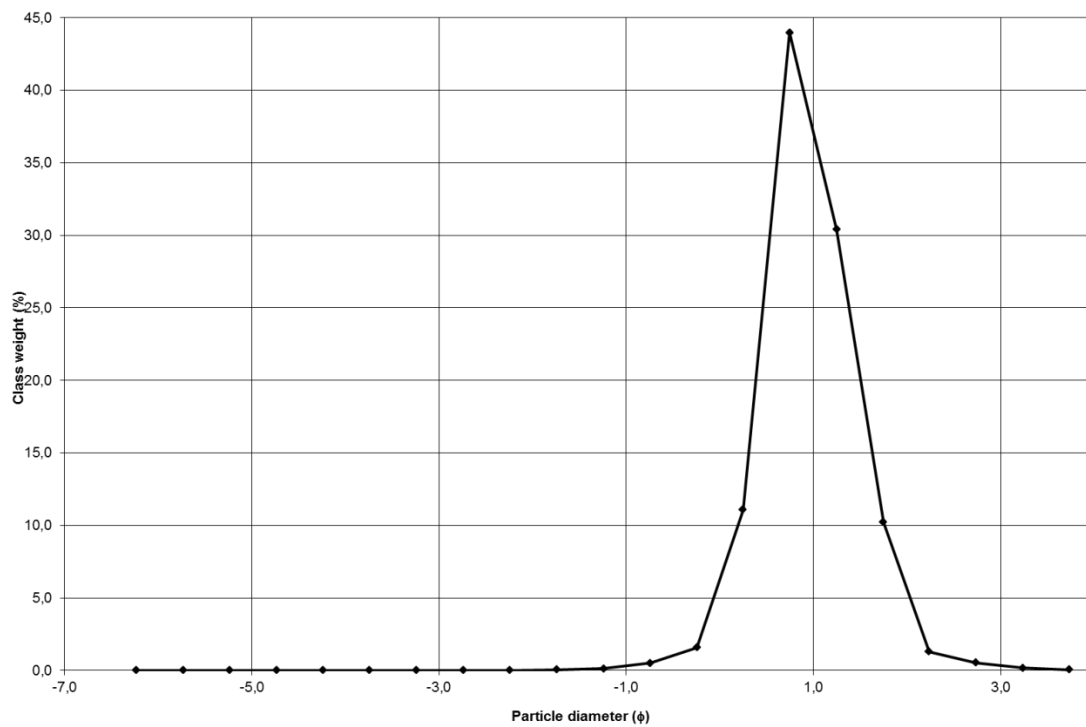
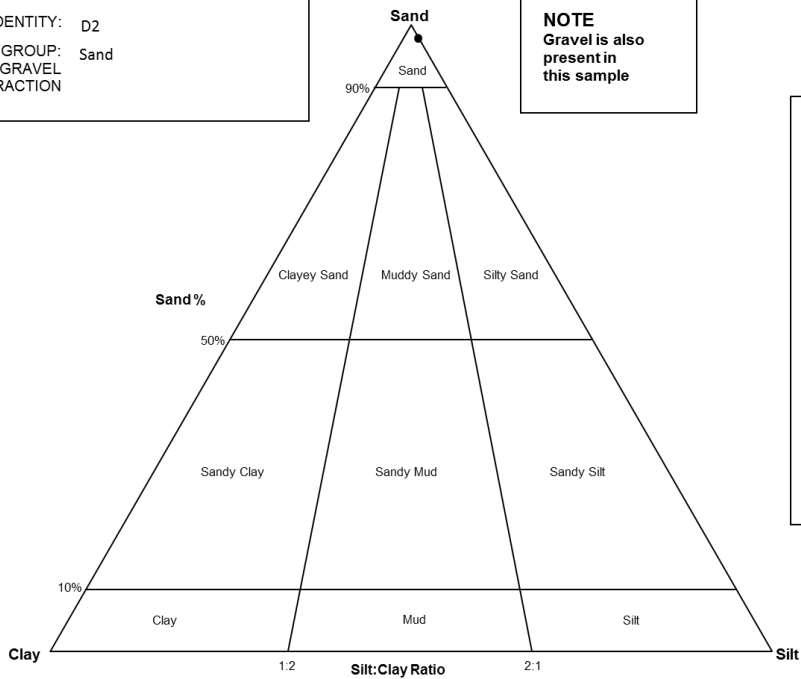


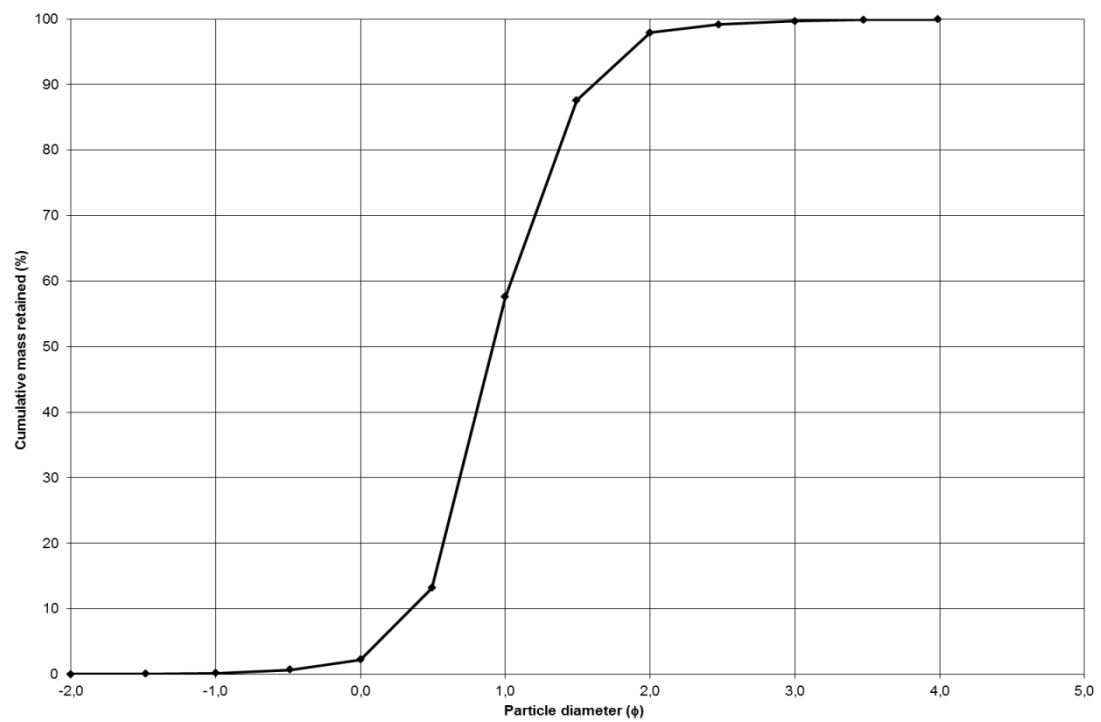
SAMPLE IDENTITY: D2
 TEXTURAL GROUP: Sand
 IGNORING GRAVEL FRACTION

NOTE
 Gravel is also present in this sample

Gravel: 0,2%
 Sand: 99,7
 Mud: 0,1

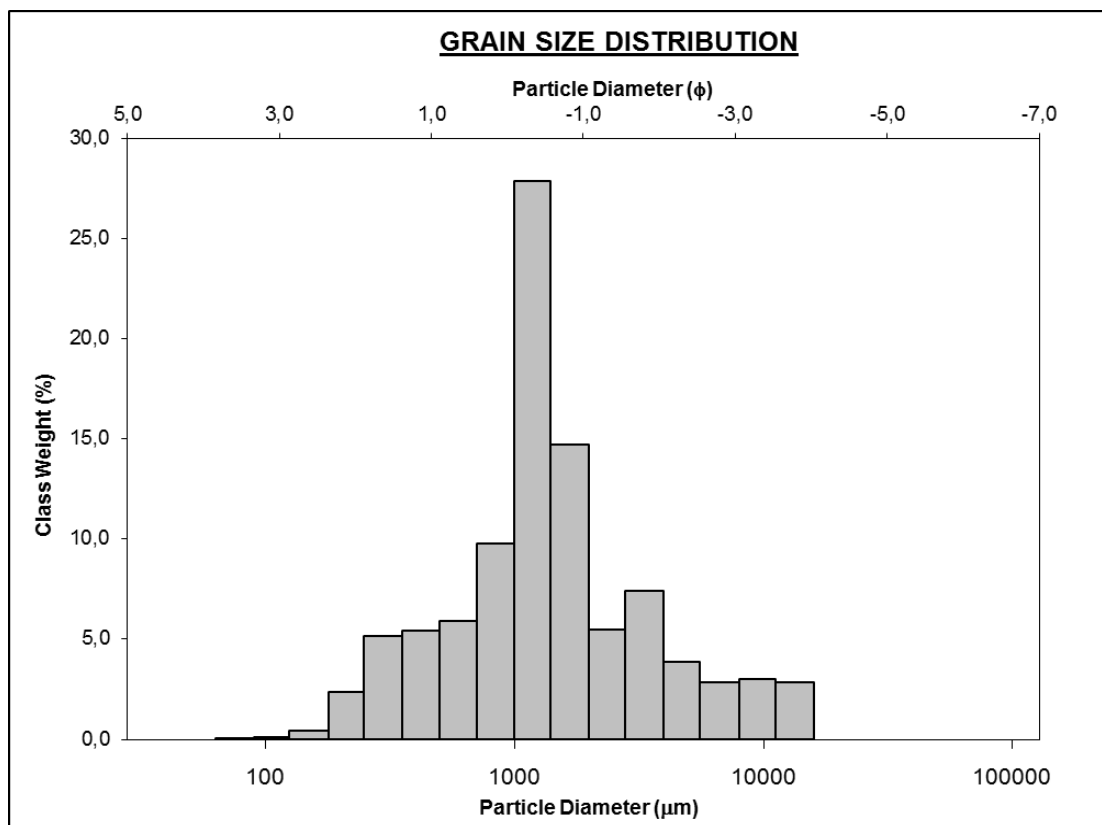
%	
Very Coarse Gravel:	0,0%
Coarse Gravel:	0,0%
Medium Gravel:	0,0%
Fine Gravel:	0,0%
Very Fine Gravel:	0,2%
Very Coarse Sand:	2,1%
Coarse Sand:	55,4
Medium Sand:	40,3
Fine Sand:	1,8%
Very Fine Sand:	0,2%
Very Coarse Silt:	0,0%
Coarse Silt:	0,0%
Medium Silt:	0,0%
Fine Silt:	0,0%
Very Fine Silt:	0,0%
Clay:	0,0%



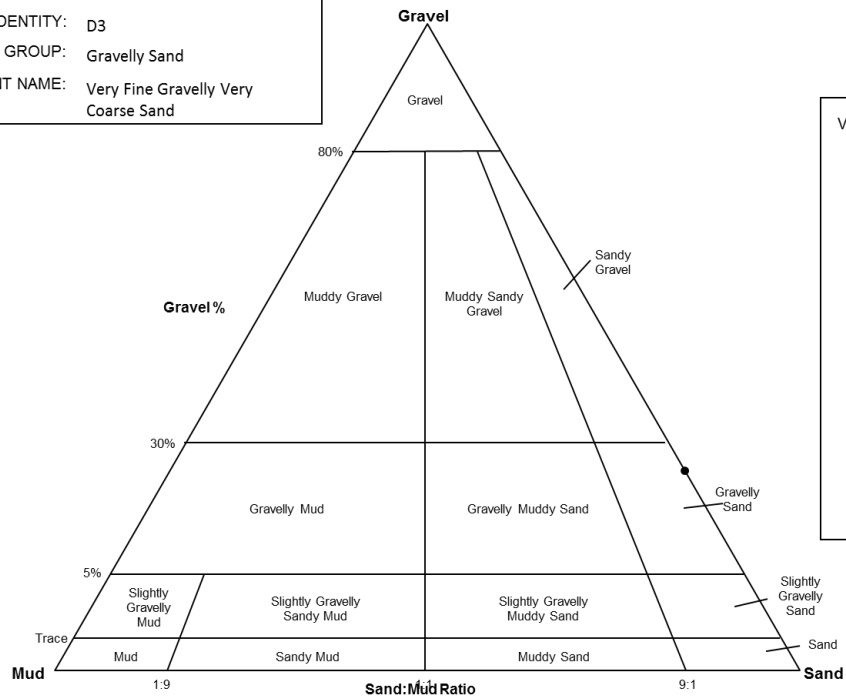


ΔΕΙΓΜΑ Δ3 (D3)

SIEVING ERROR: 0,2%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: D3			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Bimodal, Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Very Fine Gravelly Very Coarse Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	1200,0	-0,243	GRAVEL: 26,3%		COARSE SAND: 16,1%	
MODE 2:	3400,0	-1,743	SAND: 73,7%		MEDIUM SAND: 10,9%	
MODE 3:			MUD: 0,0%		FINE SAND: 2,8%	
D ₁₀ :	394,9	-2,368			V FINE SAND: 0,1%	
MEDIAN or D ₅₀ :	1271,6	-0,347	V COARSE GRAVEL: 0,0%		V COARSE SILT: 0,0%	
D ₉₀ :	5163,5	1,340	COARSE GRAVEL: 0,0%		COARSE SILT: 0,0%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	13,07	-0,566	MEDIUM GRAVEL: 6,0%		MEDIUM SILT: 0,0%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	4768,6	3,709	FINE GRAVEL: 6,9%		FINE SILT: 0,0%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,570	-0,221	V FINE GRAVEL: 13,4%		V FINE SILT: 0,0%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	1323,0	1,362	V COARSE SAND: 43,7%		CLAY: 0,0%	
	METHOD OF MOMENTS					
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	FOLK & WARD METHOD		
	μm	μm	ϕ	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	2262,8	1381,4	-0,466	1357,8	-0,441	Very Coarse Sand
SORTING (σ):	2780,3	2,566	1,359	2,654	1,408	Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	2,677	0,239	-0,239	0,122	-0,122	Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	10,10	3,533	3,533	1,496	1,496	Leptokurtic



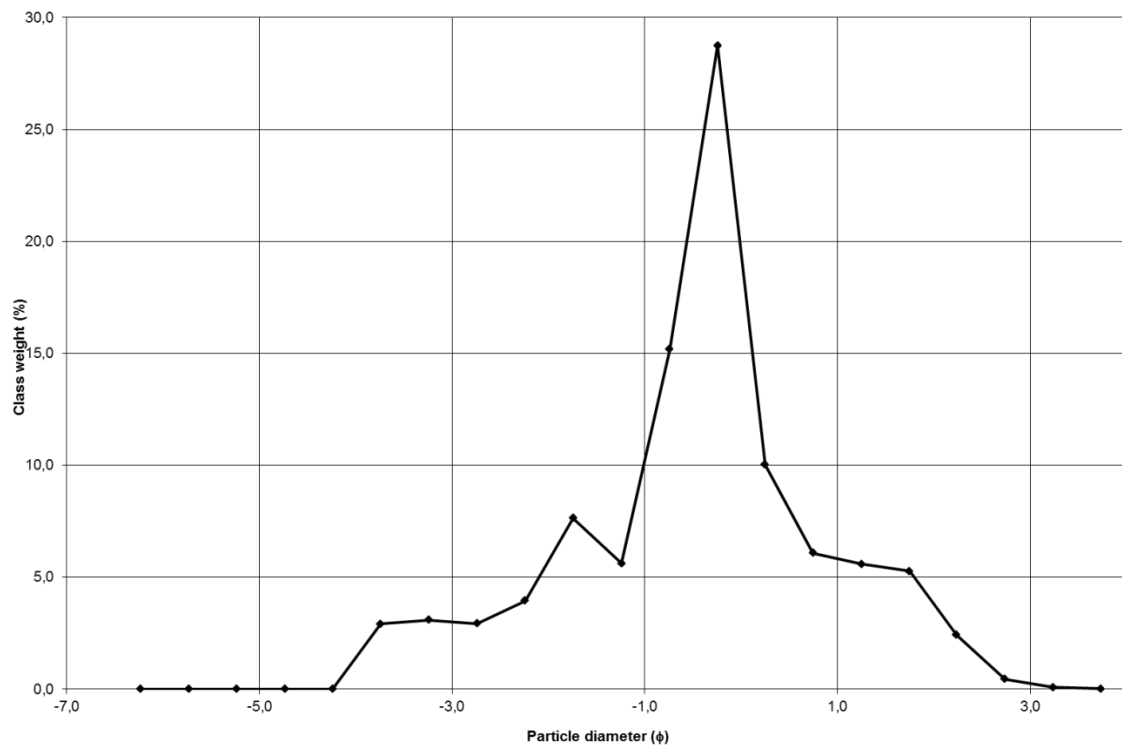
SAMPLE IDENTITY: D3
 TEXTURAL GROUP: Gravelly Sand
 SEDIMENT NAME: Very Fine Gravelly Very Coarse Sand

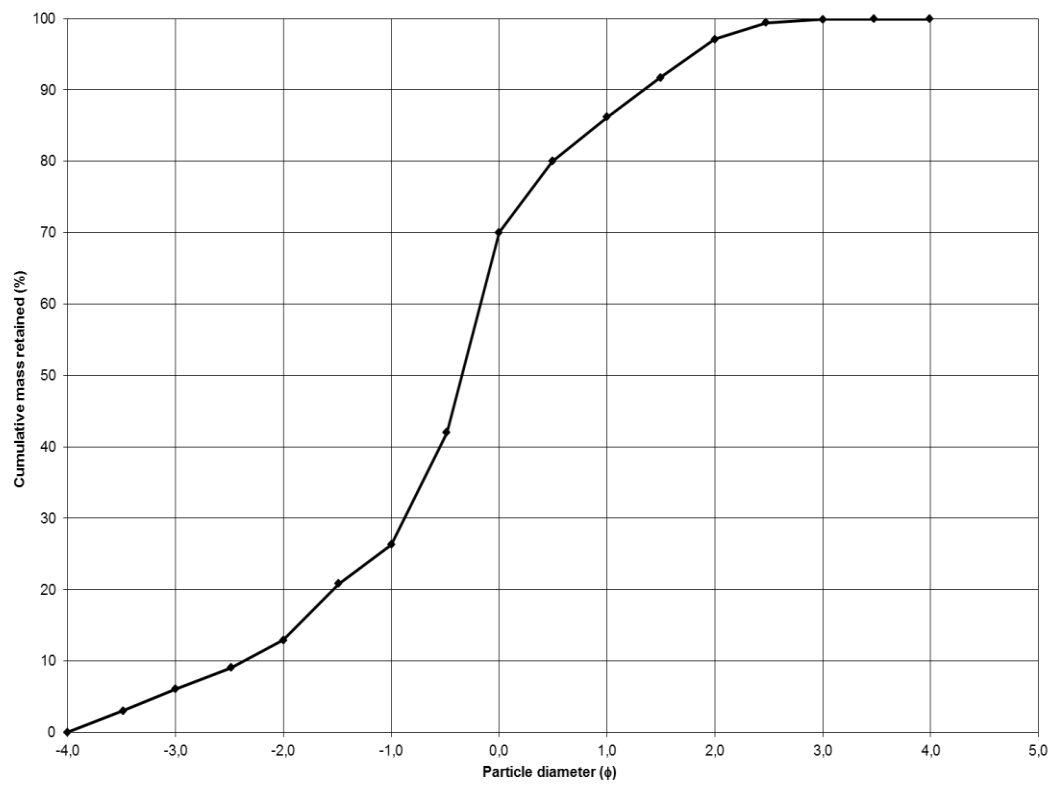


Gravel: 26,3
 Sand: 73,7
 Mud: 0,0

%

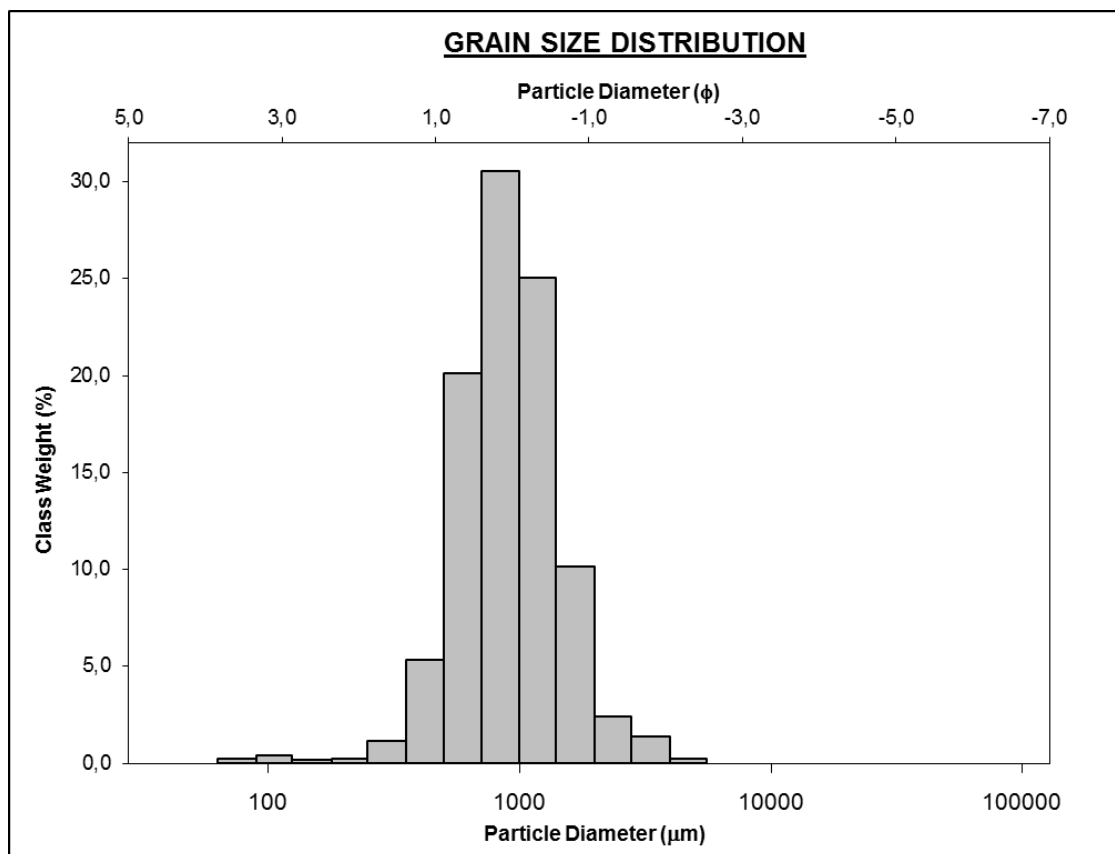
Very Coarse Gravel: 0,0%
 Coarse Gravel: 0,0%
 Medium Gravel: 6,0%
 Fine Gravel: 6,9%
 Very Fine Gravel: 13,4
 Very Coarse Sand: 73,7
 Coarse Sand: 16,1
 Medium Sand: 10,9
 Fine Sand: 2,8
 Very Fine Sand: 0,1
 Very Coarse Silt: 0,0%
 Coarse Silt: 0,0%
 Medium Silt: 0,0%
 Fine Silt: 0,0%
 Very Fine Silt: 0,0%
 Clay: 0,0%





ΔΕΙΓΜΑ Δ4 (D4)

SIEVING ERROR: 0,3%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: D4			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Moderately Well Sorted			TEXTURAL GROUP: Slightly Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	855,0	0,247	GRAVEL: 4,0% COARSE SAND: 52,0%			
MODE 2:			SAND: 95,3% MEDIUM SAND: 6,5%			
MODE 3:			MUD: 0,8% FINE SAND: 0,4%			
D ₁₀ :	514,9	-0,711	V FINE SAND: 0,6%			
MEDIAN or D ₅₀ :	893,1	0,163	V COARSE GRAVEL: 0,0% V COARSE SILT: 0,1%			
D ₉₀ :	1637,3	0,958	COARSE GRAVEL: 0,0% COARSE SILT: 0,1%			
(D ₉₀ / D ₁₀):	3,180	-1,346	MEDIUM GRAVEL: 0,0% MEDIUM SILT: 0,1%			
(D ₉₀ - D ₁₀):	1122,4	1,669	FINE GRAVEL: 0,2% FINE SILT: 0,1%			
(D ₇₅ / D ₂₅):	1,842	-2,083	V FINE GRAVEL: 3,8% V FINE SILT: 0,1%			
(D ₇₅ - D ₂₅):	557,3	0,881	V COARSE SAND: 35,8% CLAY: 0,1%			
			METHOD OF MOMENTS			
			Arithmetic	Geometric	Logarithmic	FOLK & WARD METHOD
			μm	μm	ϕ	Geometric Logarithmic Description
MEAN ($\bar{x}$):	1017,6	868,5	0,203	887,7	0,172	Coarse Sand
SORTING (σ):	544,0	1,885	0,915	1,579	0,659	Moderately Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	2,190	-3,159	3,159	-0,015	0,015	Symmetrical
KURTOSIS (K):	11,46	24,82	24,82	1,046	1,046	Mesokurtic

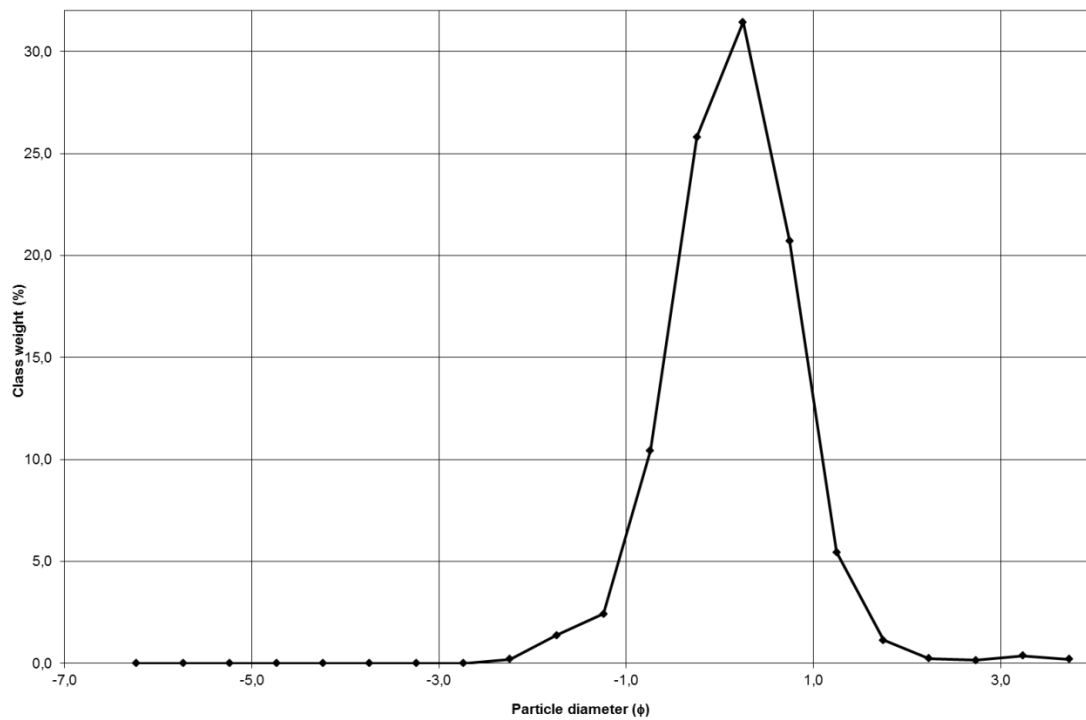
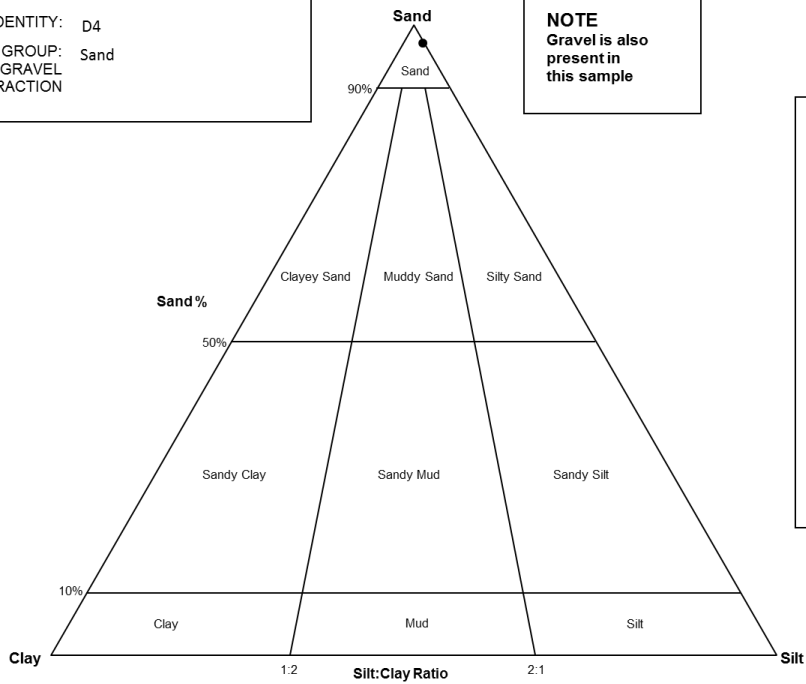


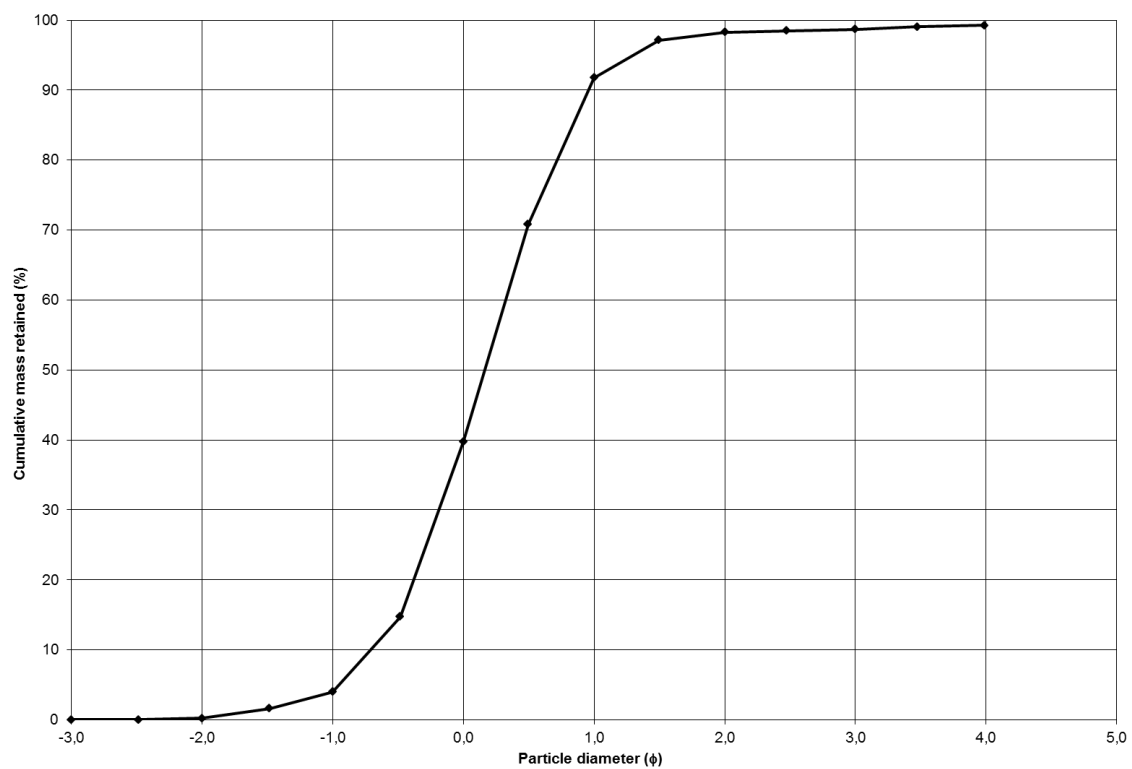
SAMPLE IDENTITY: D4
TEXTURAL GROUP: Sand
IGNORING GRAVEL FRACTION

NOTE
Gravel is also present in this sample

Gravel: 4,0%
Sand: 95,3
Mud: 0,8

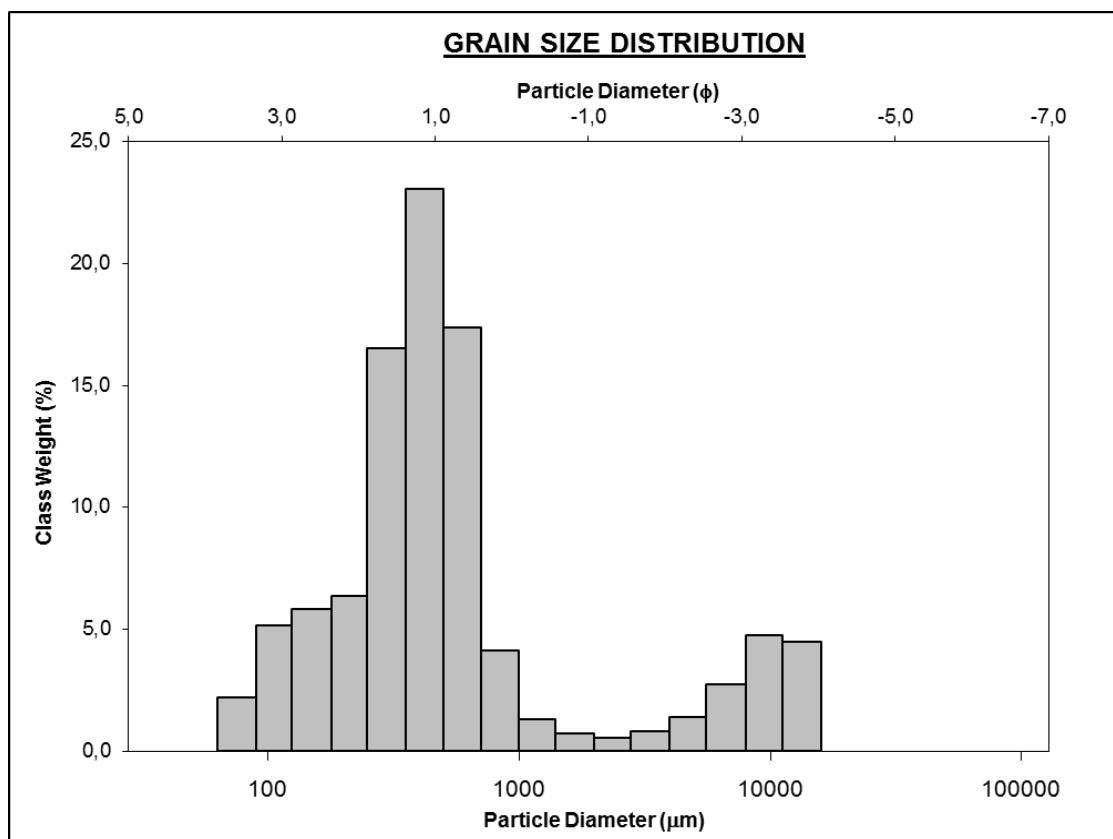
Very Coarse Gravel:	0,0%
Coarse Gravel:	0,0%
Medium Gravel:	0,0%
Fine Gravel:	0,2%
Very Fine Gravel:	3,8%
Very Coarse Sand:	35,8%
Coarse Sand:	52,0%
Medium Sand:	10,5%
Fine Sand:	0,4%
Very Fine Sand:	0,6%
Very Coarse Silt:	0,1%
Coarse Silt:	0,1%
Medium Silt:	0,1%
Fine Silt:	0,1%
Very Fine Silt:	0,1%
Clay:	0,1%

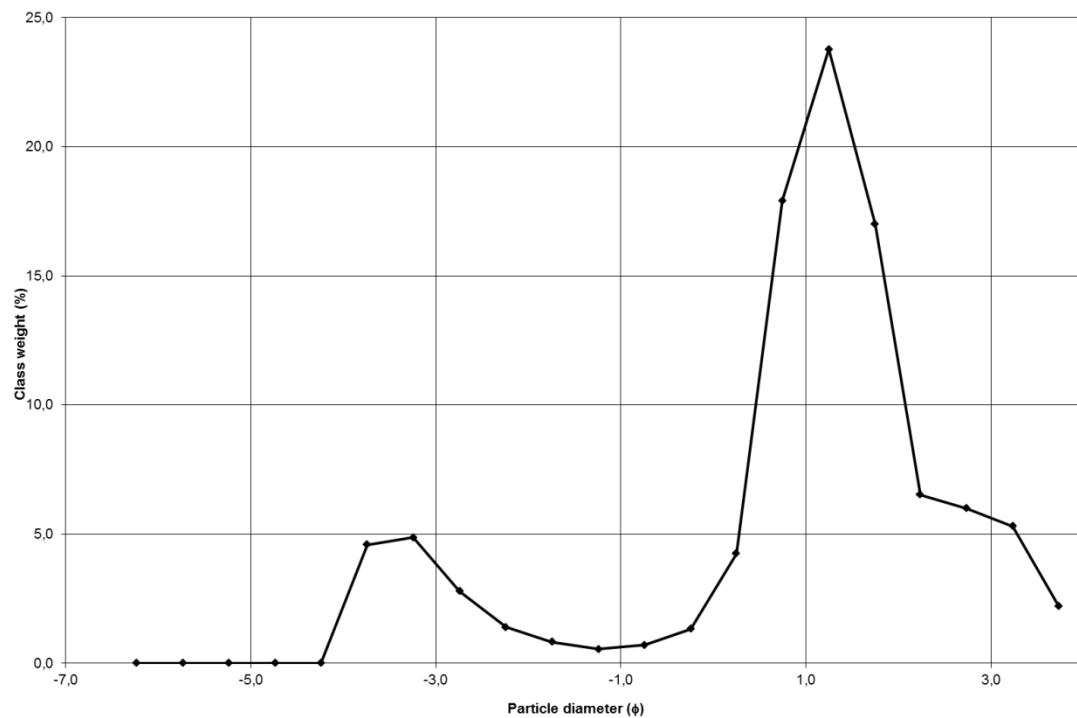
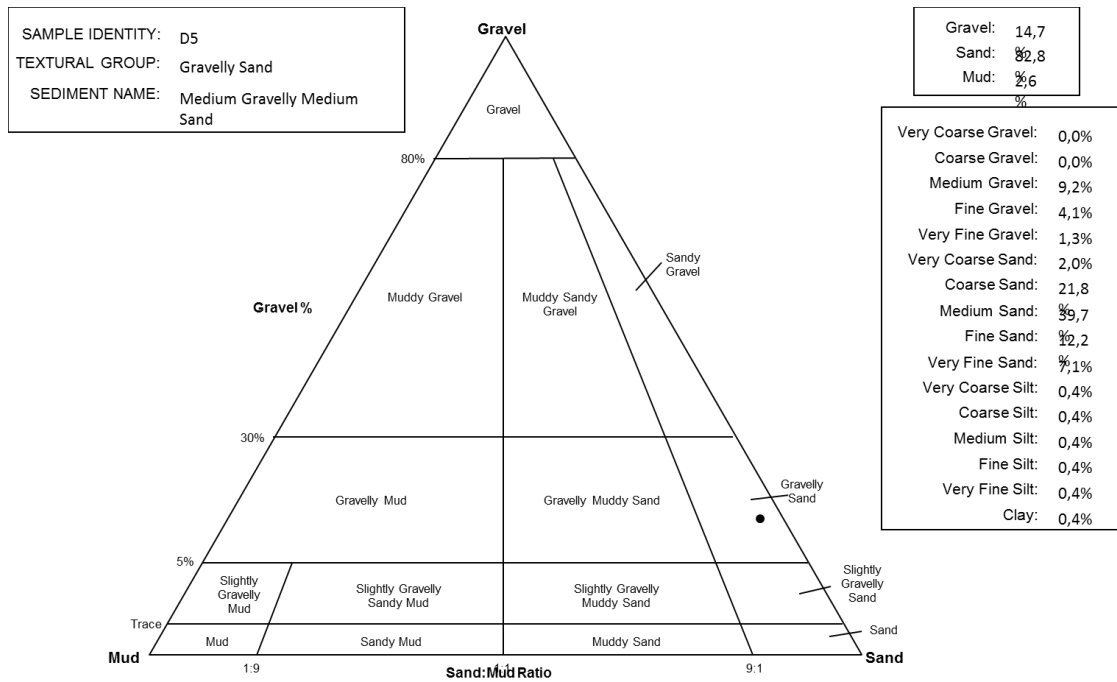


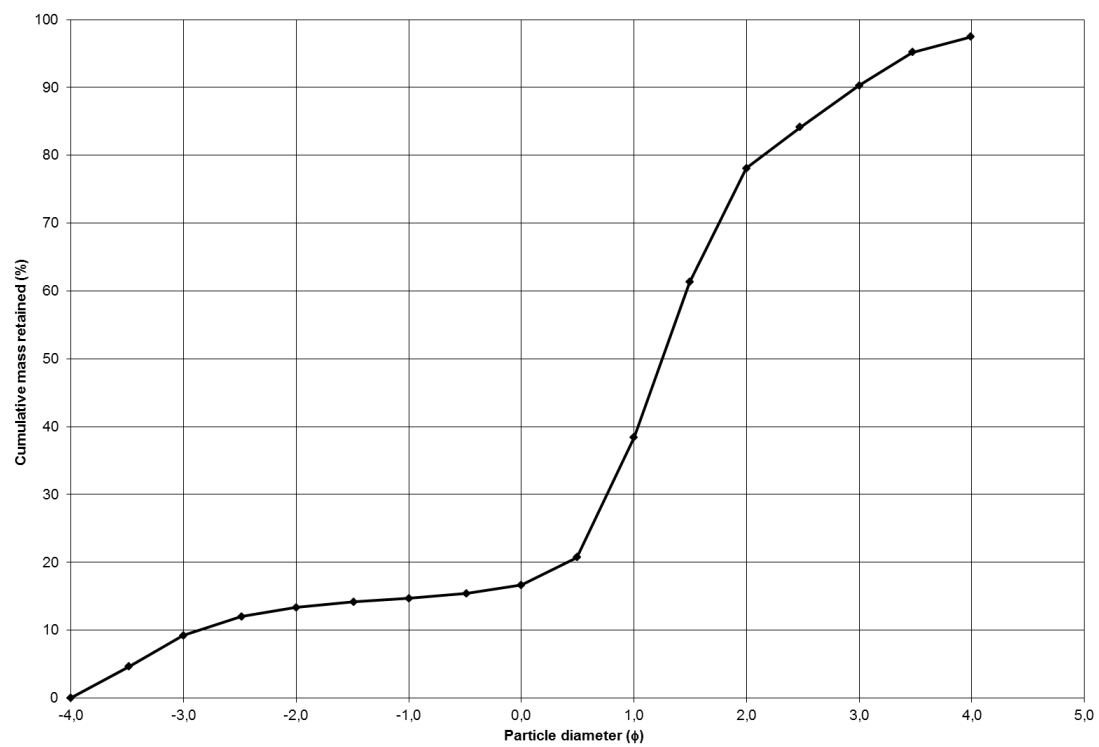


ΔΕΙΓΜΑ Δ5 (D5)

SIEVING ERROR: 0,6%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: D5			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Bimodal, Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Gravelly Sand			
SEDIMENT NAME: Medium Gravelly Medium Sand						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	427,5	1,247	GRAVEL: 14,7%		COARSE SAND: 21,8%	
MODE 2:	9600,0	-3,243	SAND: 82,8%		MEDIUM SAND: 39,7%	
MODE 3:			MUD: 2,6%		FINE SAND: 12,2%	
D ₁₀ :	127,2	-2,855			V FINE SAND: 7,1%	
MEDIAN or D ₅₀ :	420,5	1,250	V COARSE GRAVEL: 0,0%		V COARSE SILT: 0,4%	
D ₉₀ :	7236,8	2,975	COARSE GRAVEL: 0,0%		COARSE SILT: 0,4%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	56,89	-1,042	MEDIUM GRAVEL: 9,2%		MEDIUM SILT: 0,4%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	7109,6	5,830	FINE GRAVEL: 4,1%		FINE SILT: 0,4%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	2,446	3,094	V FINE GRAVEL: 1,3%		V FINE SILT: 0,4%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	385,6	1,290	V COARSE SAND: 2,0%		CLAY: 0,4%	
	METHOD OF MOMENTS		FOLK & WARD METHOD			
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	1710,7	503,7	0,989	449,0	1,155	Medium Sand
SORTING (σ):	3428,9	4,197	2,069	3,301	1,723	Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	2,532	0,391	-0,391	0,233	-0,233	Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	8,116	4,484	4,484	2,191	2,191	Very Leptokurtic

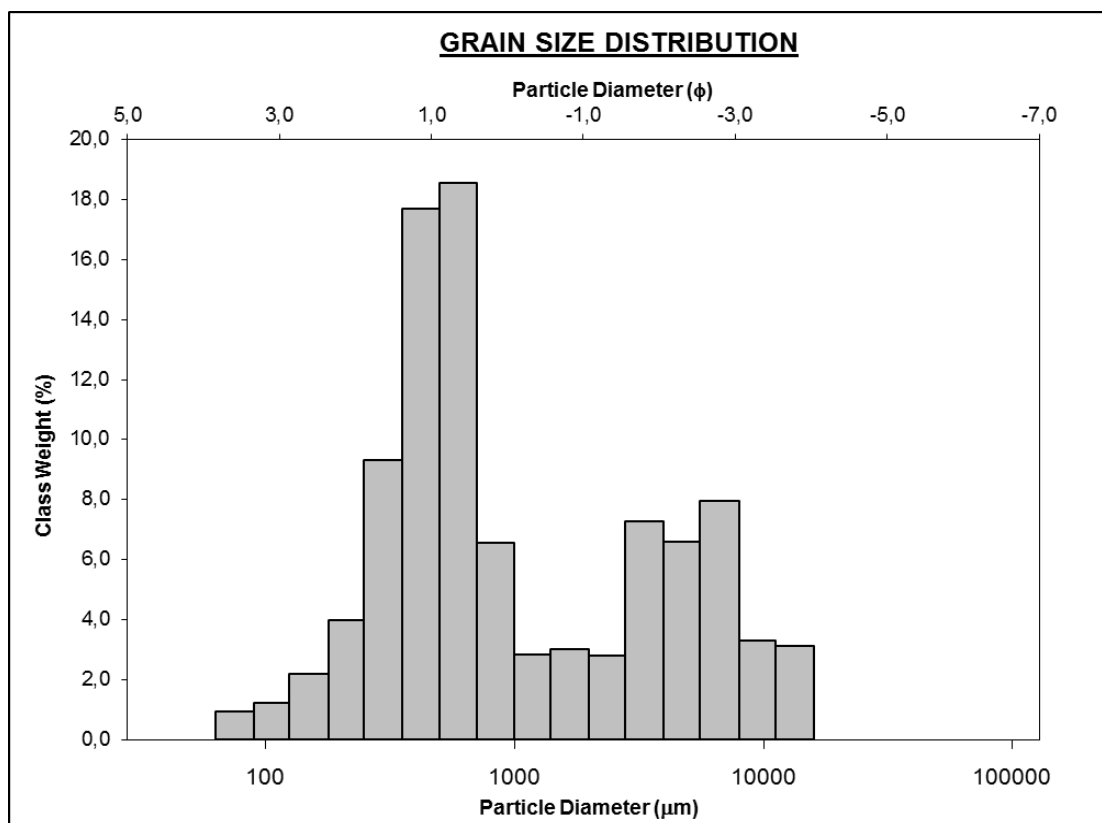




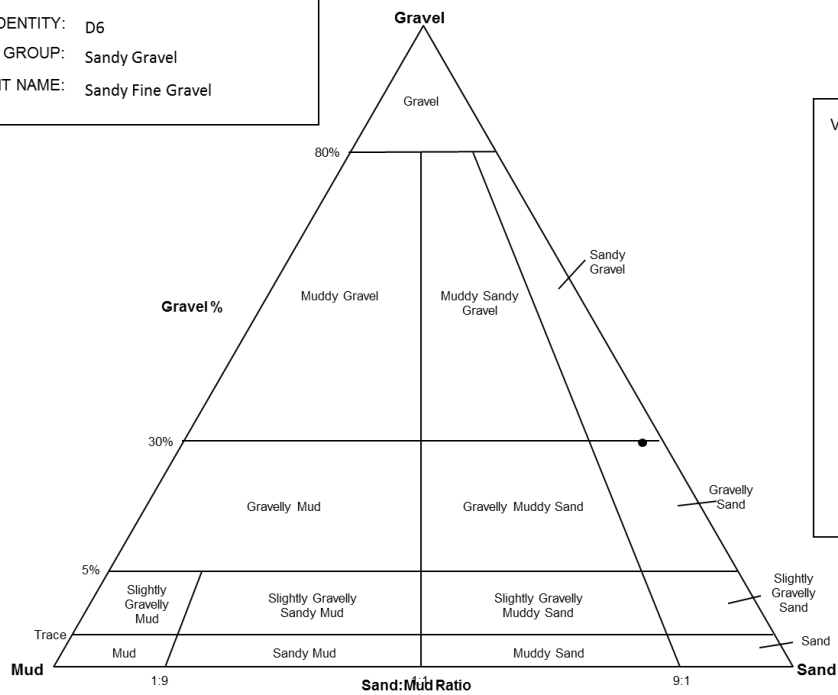


ΔΕΙΓΜΑ Δ6 (D6)

SIEVING ERROR: 0,6%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: D6			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Polymodal, Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Sandy Gravel			
SEDIMENT NAME: Sandy Fine Gravel						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	605,0	0,747	GRAVEL: 31,3%		COARSE SAND: 25,4%	
MODE 2:	6800,0	-2,743	SAND: 66,6%		MEDIUM SAND: 27,1%	
MODE 3:	3400,0	-1,743	MUD: 2,1%		FINE SAND: 6,1%	
D ₁₀ :	243,8	-2,776			V FINE SAND: 2,1%	
MEDIAN or D ₅₀ :	631,9	0,662	V COARSE GRAVEL: 0,0%		V COARSE SILT: 0,4%	
D ₉₀ :	6850,2	2,036	COARSE GRAVEL: 0,0%		COARSE SILT: 0,4%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	28,10	-0,734	MEDIUM GRAVEL: 6,4%		MEDIUM SILT: 0,4%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	6606,5	4,813	FINE GRAVEL: 14,6%		FINE SILT: 0,4%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	8,448	-0,778	V FINE GRAVEL: 10,3%		V FINE SILT: 0,4%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	2927,6	3,079	V COARSE SAND: 5,9%		CLAY: 0,4%	
	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	Geometric	Logarithmic	Description
	μm	μm	ϕ	μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	2308,7	919,5	0,121	1006,0	-0,009	Very Coarse Sand
SORTING (σ):	3189,2	4,226	2,079	3,822	1,934	Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	1,944	-0,298	0,298	0,389	-0,389	Very Coarse Skewed
KURTOSIS (K):	6,350	3,872	3,872	0,804	0,804	Platykurtic

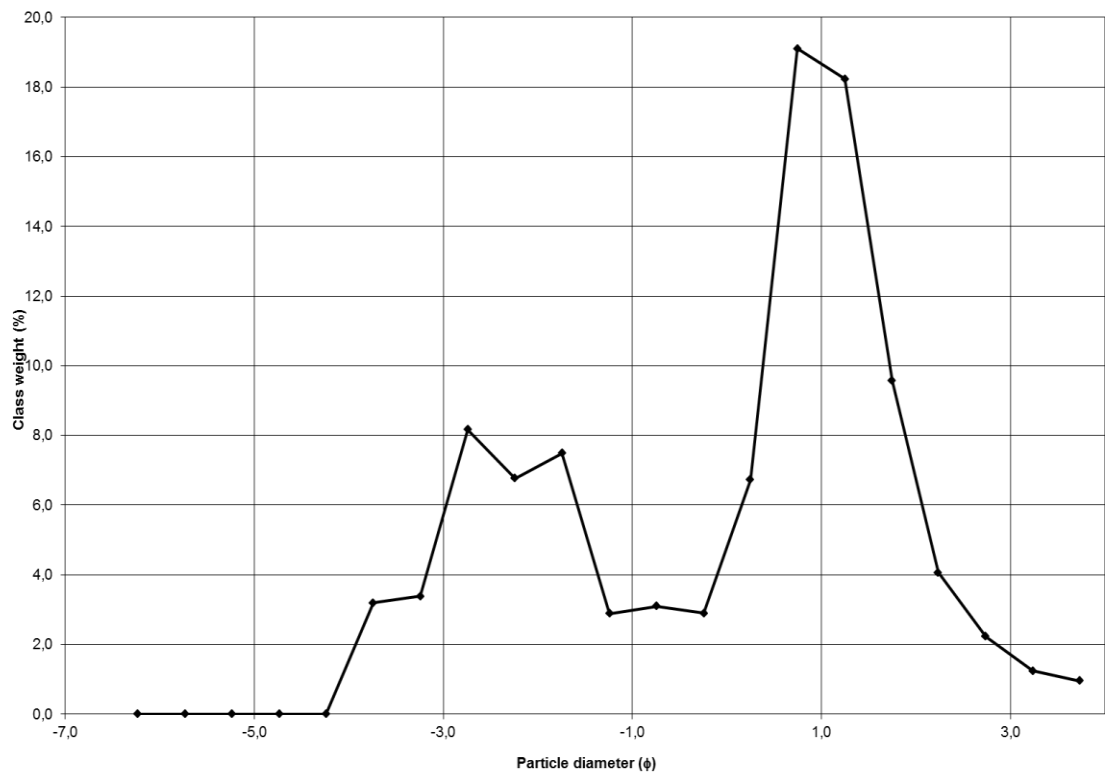


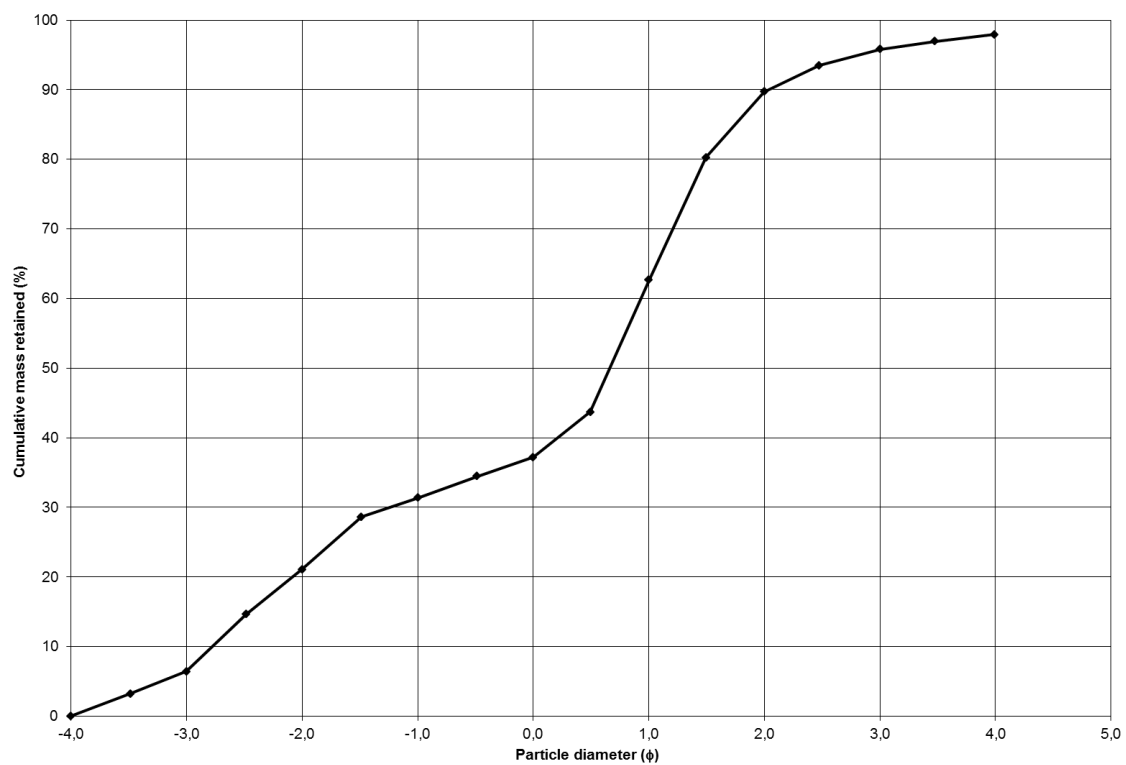
SAMPLE IDENTITY: D6
 TEXTURAL GROUP: Sandy Gravel
 SEDIMENT NAME: Sandy Fine Gravel



Gravel: 31,3
 Sand: 86,6
 Mud: 2,1

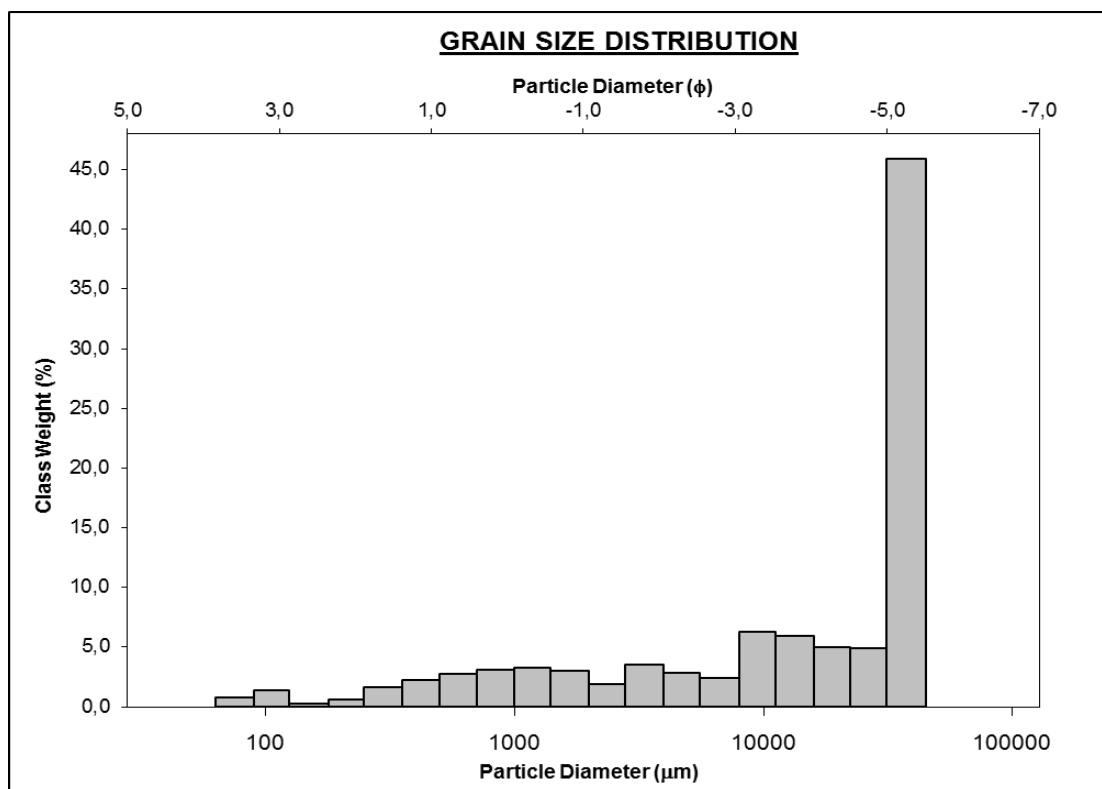
Very Coarse Gravel:	0,0%
Coarse Gravel:	0,0%
Medium Gravel:	6,4%
Fine Gravel:	14,6%
Very Fine Gravel:	10,3%
Very Coarse Sand:	5,9%
Coarse Sand:	25,4%
Medium Sand:	27,1%
Fine Sand:	8,1%
Very Fine Sand:	2,1%
Very Coarse Silt:	0,4%
Coarse Silt:	0,4%
Medium Silt:	0,4%
Fine Silt:	0,4%
Very Fine Silt:	0,4%
Clay:	0,4%



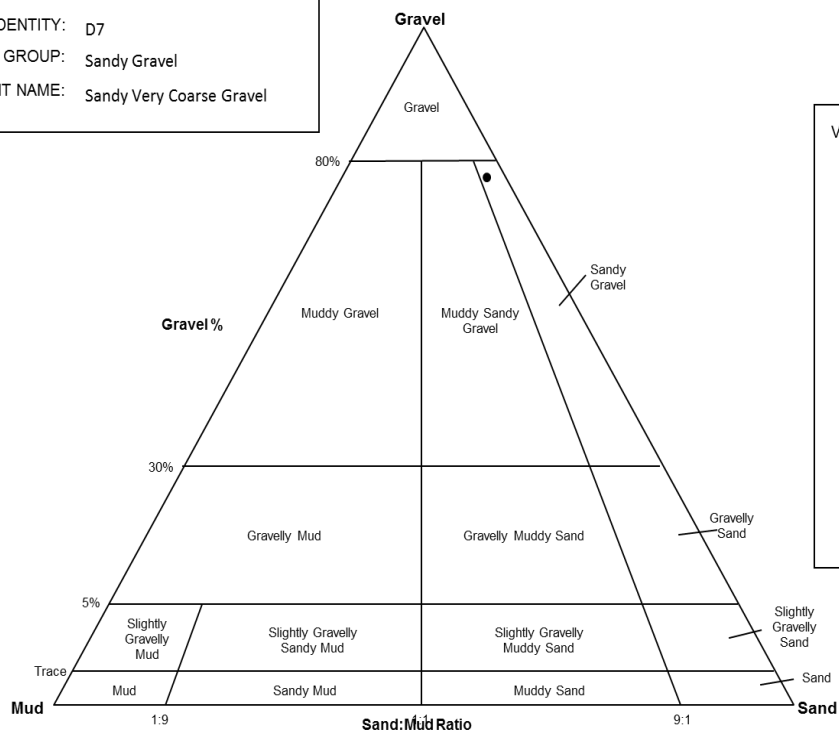


ΔΕΙΓΜΑ Δ7 (D7)

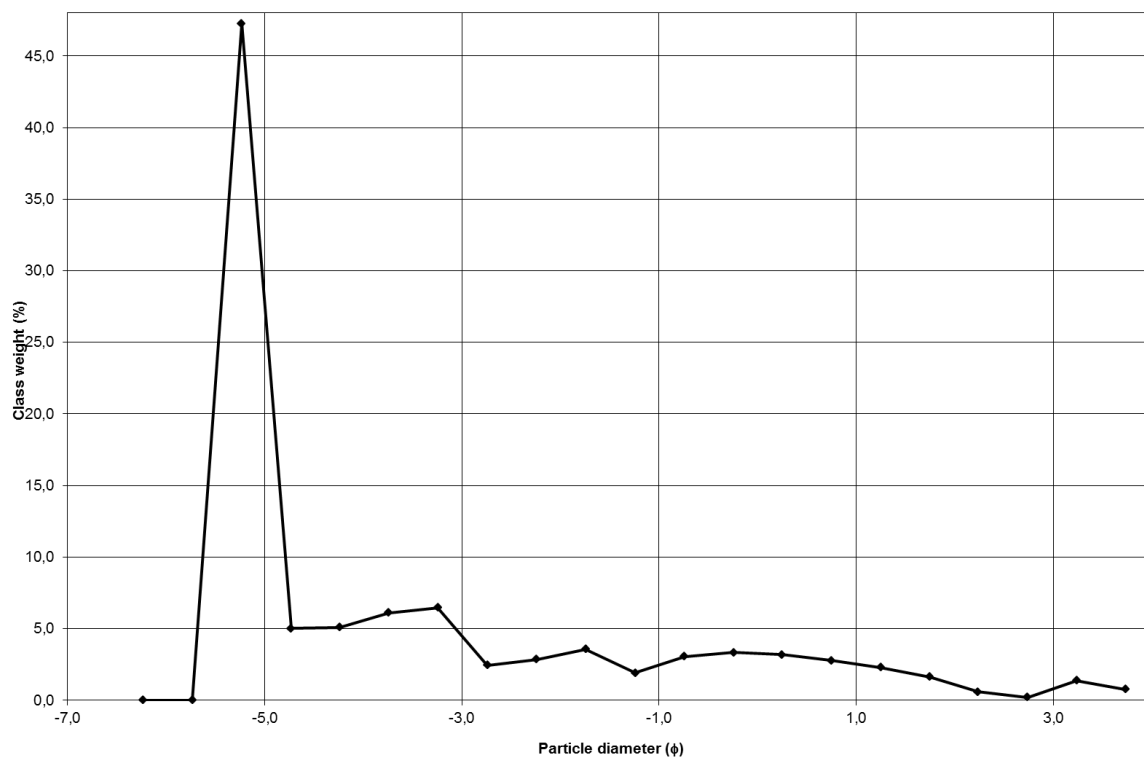
SIEVING ERROR: 0,2%			<u>SAMPLE STATISTICS</u>			
SAMPLE IDENTITY: D7			ANALYST & DATE: ,			
SAMPLE TYPE: Unimodal, Very Poorly Sorted			TEXTURAL GROUP: Sandy Gravel			
SEDIMENT NAME: Sandy Very Coarse Gravel						
	μm	ϕ	GRAIN SIZE DISTRIBUTION			
MODE 1:	38250,0	-5,235	GRAVEL: 79,6%		COARSE SAND: 5,8%	
MODE 2:			SAND: 18,7%		MEDIUM SAND: 3,8%	
MODE 3:			MUD: 1,7%		FINE SAND: 0,8%	
D ₁₀ :	616,8	-5,383			V FINE SAND: 2,1%	
MEDIAN or D ₅₀ :	25995,7	-4,700	V COARSE GRAVEL: 45,2%		V COARSE SILT: 0,3%	
D ₉₀ :	41730,8	0,697	COARSE GRAVEL: 11,7%		COARSE SILT: 0,3%	
(D ₉₀ / D ₁₀):	67,66	-0,130	MEDIUM GRAVEL: 12,2%		MEDIUM SILT: 0,3%	
(D ₉₀ - D ₁₀):	41114,0	6,080	FINE GRAVEL: 5,1%		FINE SILT: 0,3%	
(D ₇₅ / D ₂₅):	10,03	0,363	V FINE GRAVEL: 5,4%		V FINE SILT: 0,3%	
(D ₇₅ - D ₂₅):	33550,0	3,326	V COARSE SAND: 6,2%		CLAY: 0,3%	
	METHOD OF MOMENTS					
	Arithmetic	Geometric	Logarithmic	FOLK & WARD METHOD		
	μm	μm	ϕ	Geometric	Logarithmic	Description
				μm	ϕ	
MEAN ($\bar{x}$):	22336,5	9738,5	-3,284	10806,3	-3,434	Medium Gravel
SORTING (σ):	16278,8	6,521	2,705	5,146	2,363	Very Poorly Sorted
SKEWNESS (Sk):	-0,217	-1,593	1,593	-0,776	0,776	Very Fine Skewed
KURTOSIS (K):	1,256	5,321	5,321	0,899	0,899	Platykurtic

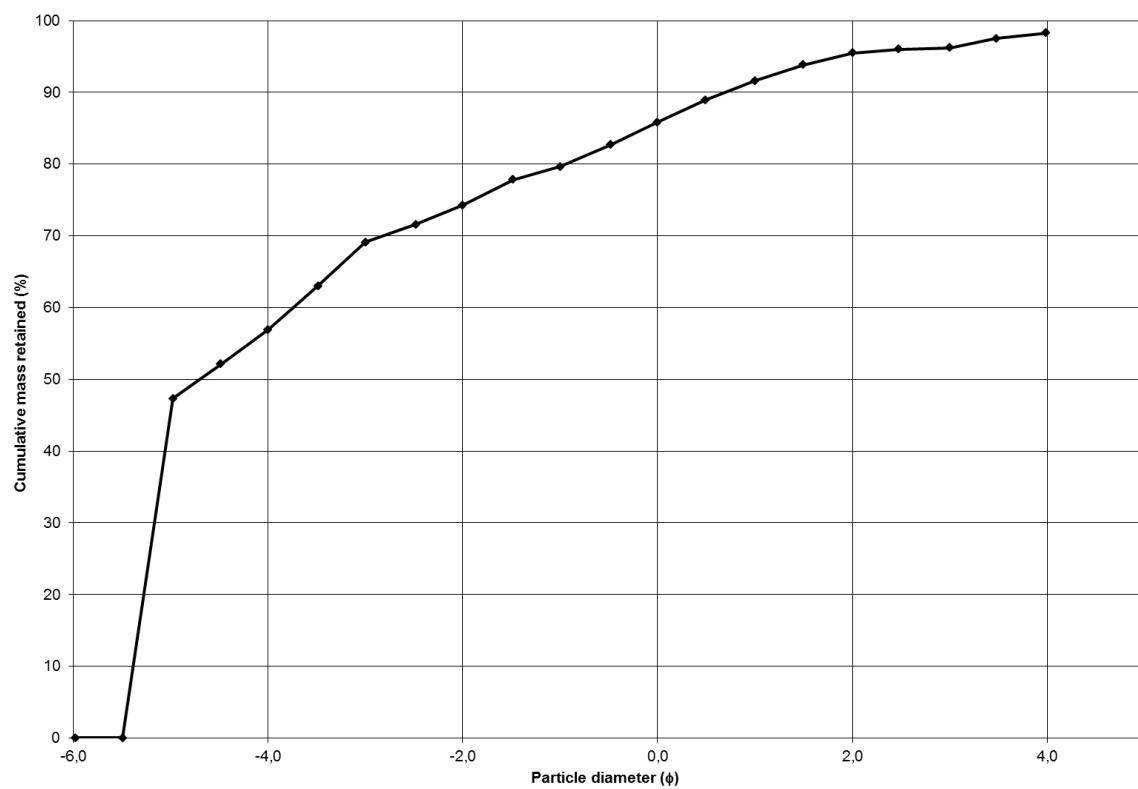


SAMPLE IDENTITY: D7
 TEXTURAL GROUP: Sandy Gravel
 SEDIMENT NAME: Sandy Very Coarse Gravel



Gravel:	79,6
Sand:	18,7
Mud:	1,7
%	
Very Coarse Gravel:	45,2
Coarse Gravel:	11,7
Medium Gravel:	12,2
Fine Gravel:	9,1
Very Fine Gravel:	5,4
Very Coarse Sand:	6,2
Coarse Sand:	5,8
Medium Sand:	3,8
Fine Sand:	0,8
Very Fine Sand:	2,1
Very Coarse Silt:	0,3
Coarse Silt:	0,3
Medium Silt:	0,3
Fine Silt:	0,3
Very Fine Silt:	0,3
Clay:	0,3

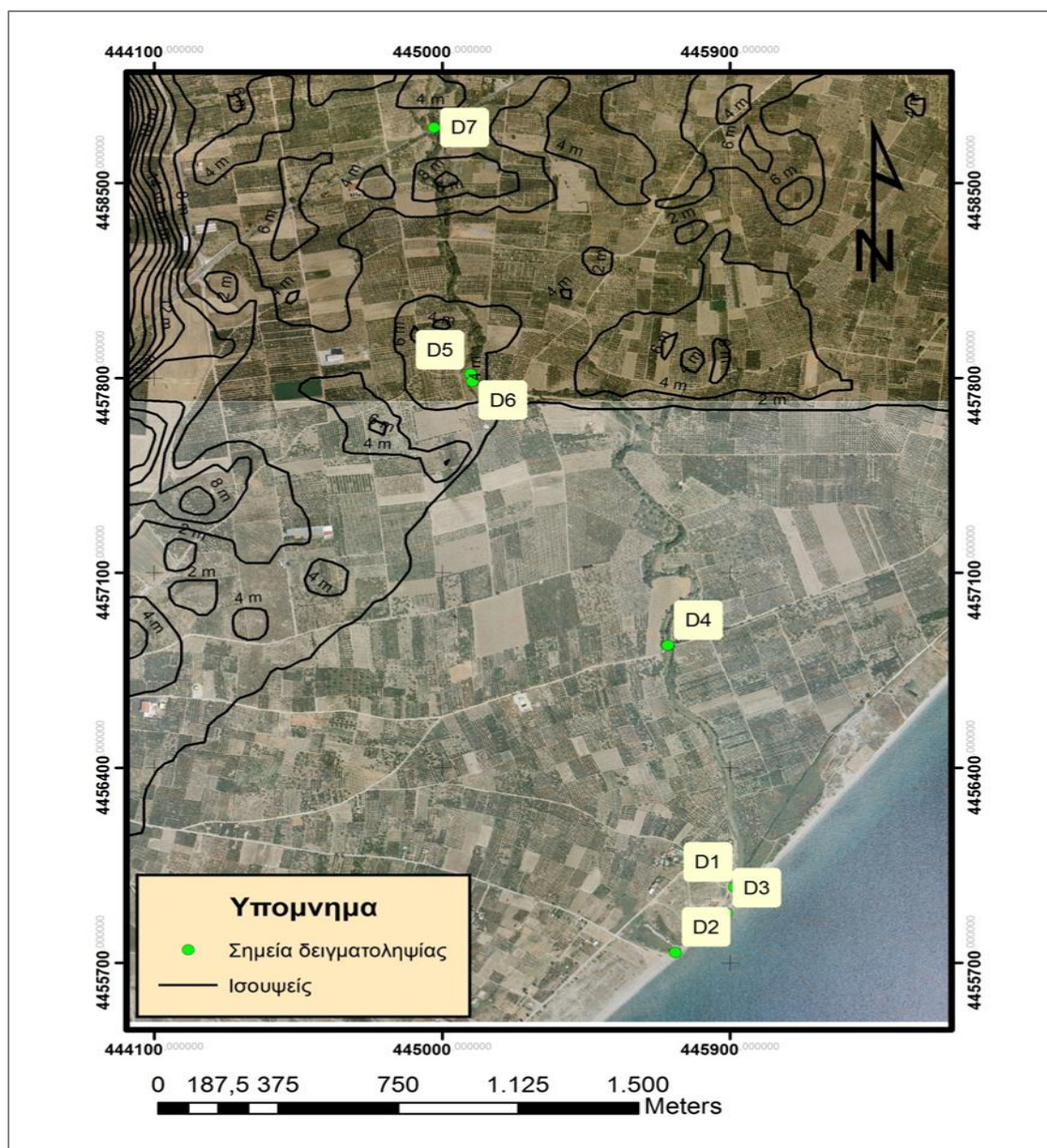




4.2 ΧΑΡΤΕΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ GIS

DEM

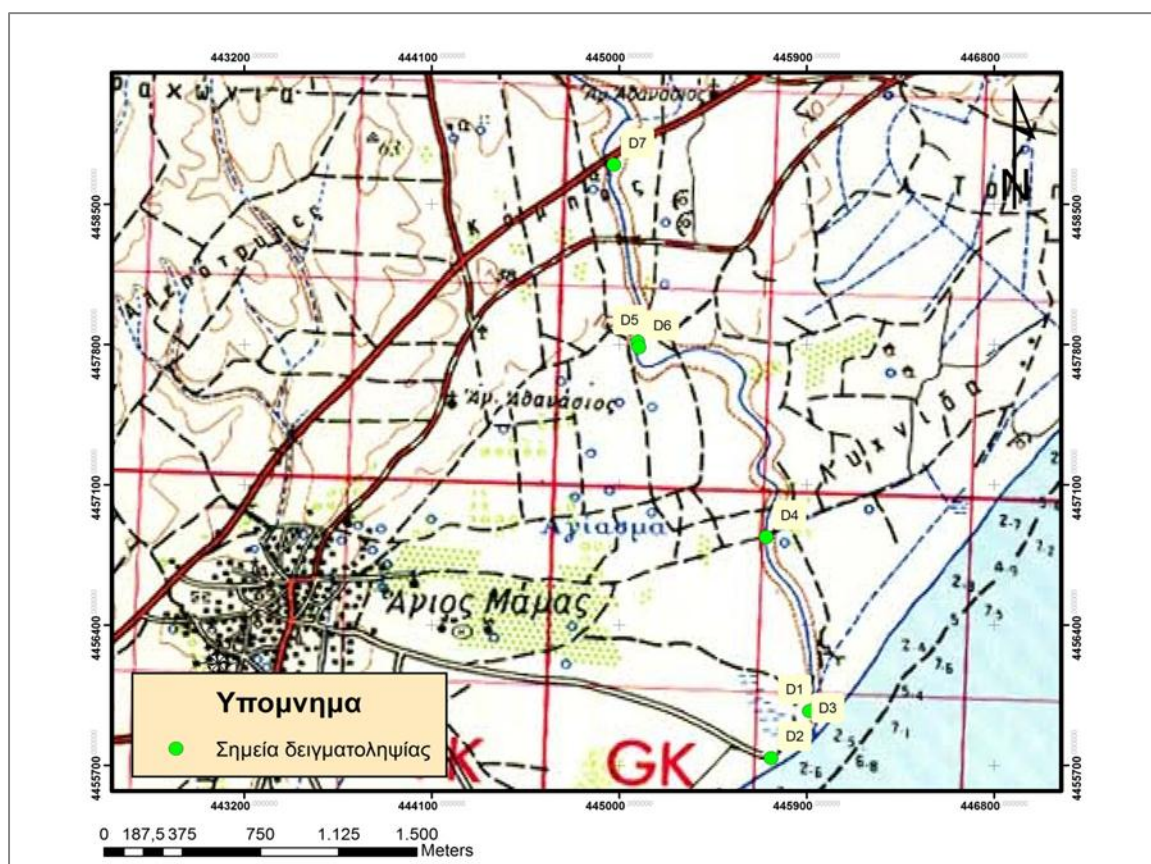
Για τη δημιουργία του στην αρχή κατεβάσαμε σε μορφή geotif την εικόνα του με διακριτική ικανότητα 30x30 m. Την εισαγάγαμε στο πρόγραμμα ArcGIS. Στη συνέχεια με χρήση μιας ρουτίνας του προγράμματος εξαγάγαμε από το ASTER GDEM τις ισοϋψείς καμπύλες του ανάγλυφου της περιοχής με ισοδιάσταση 2 m. Η χαμηλότερη είναι τα 0 m και αντιστοιχεί στην ακτογραμμή και η υψηλότερη είναι τα 8 m. Αυτά στη συνέχεια τα υπερθέσαμε πάνω σε ορθοφωτοχάρτες, οι οποίοι προήλθαν από το Εθνικό Κτηματολόγιο (www.ktimatologio.gr). Έτσι κατασκευάσαμε τον παρακάτω χάρτη. (Εικόνα 14)



Εικόνα 14 Τα σημεία δειγματοληψίας στον ορθοφωτοχάρτη του Εθνικού Κτηματολογίου, μαζί με τις ισοϋψείς καμπύλες της περιοχής ισοδιάστασης 2 m

Θέσεις Δειγματοληψίας σε τοπογραφικό χάρτη

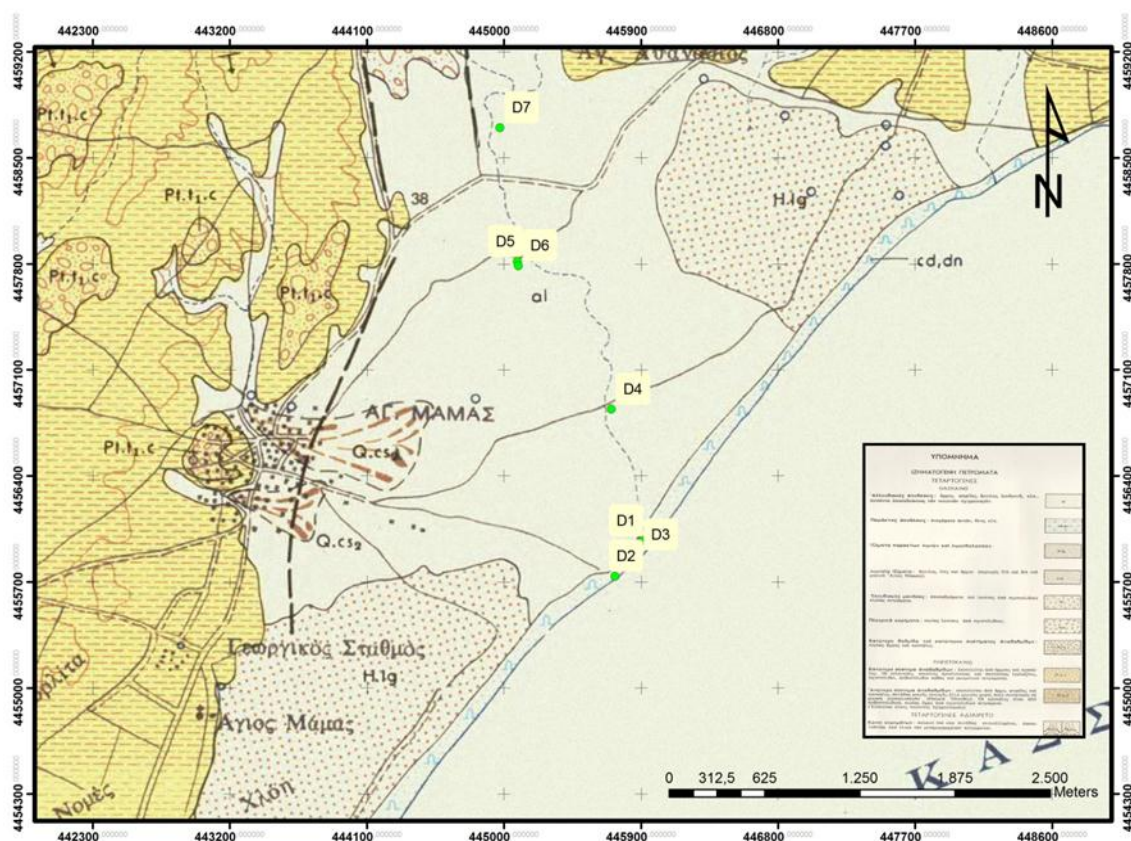
Για να τοποθετήσουμε στον τοπογραφικό χάρτη τα σημεία δειγματοληψίας, χρησιμοποιήσαμε έναν τοπογραφικό χάρτη της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) και συγκεκριμένα το Φύλλο Πολύγυρου κλίμακας 1:50000. Στη συνέχεια αυτόν το χάρτη τον γεωαναφέραμε στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ 87). Ύστερα κατασκευάσαμε ένα Layer με τα σημεία δειγματοληψίας με τις συντεταγμένες που πήραμε με χρήση GPS κατά τη δειγματοληψία. Κατόπιν το τοποθετήσαμε πάνω στο χάρτη και δημιουργήσαμε τον τοπογραφικό χάρτη της περιοχής με τα σημεία δειγματοληψίας πάνω.



Εικόνα 15 Θέσεις δειγματοληψίας στον τοπογραφικό χάρτη της Γ.Υ.Σ. με κλίμακα 1:50000

Θέσεις Δειγματοληψίας σε γεωλογικό χάρτη

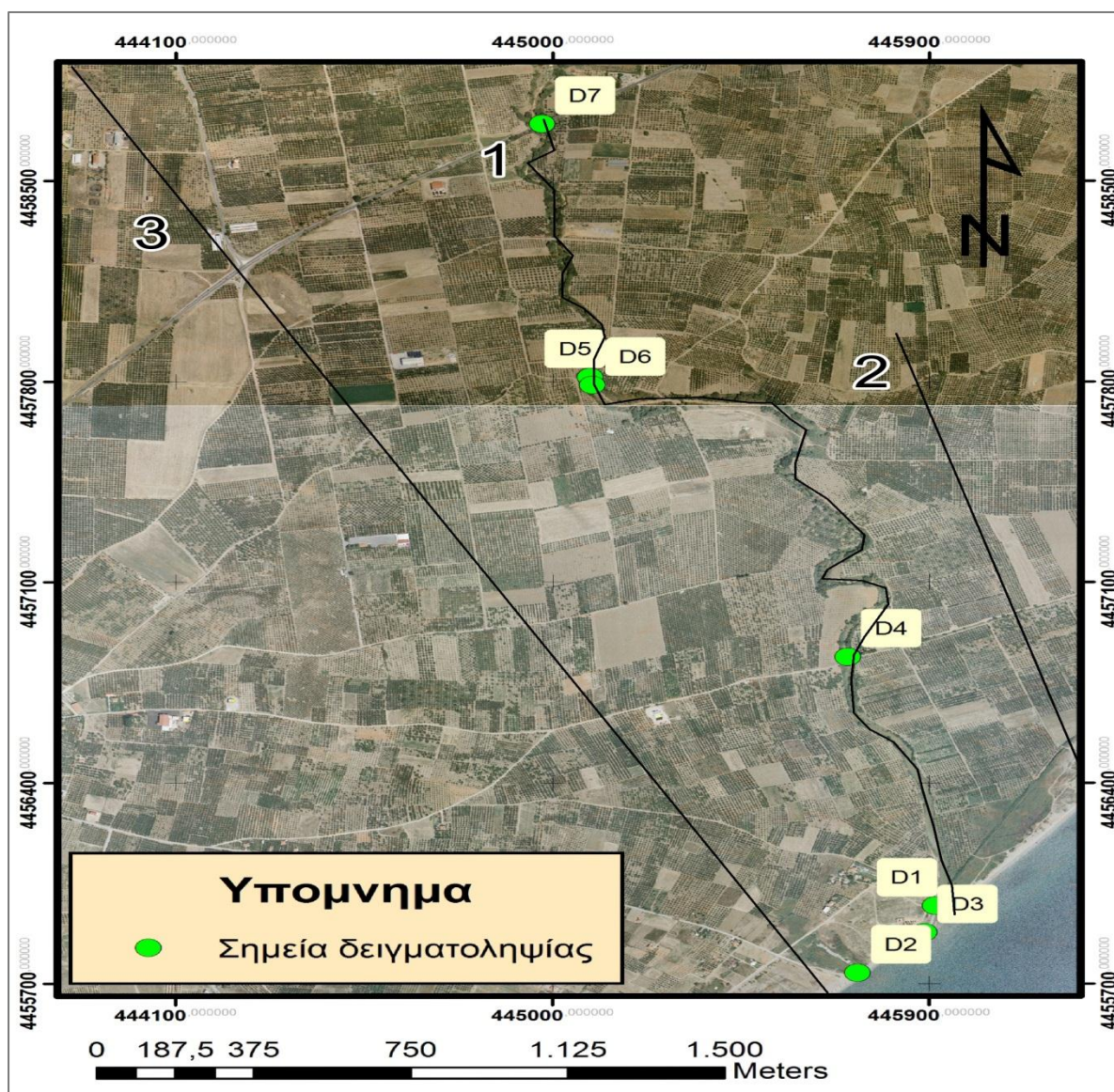
Για να τοποθετήσουμε σε γεωλογικό χάρτη τις θέσεις δειγματοληψίας, χρησιμοποιήσαμε το γεωλογικό χάρτη του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.), φύλλο Πολύγυρου κλίμακας 1:50000, τον οποίο και γεωαναφέραμε στο ΕΓΣΑ 87. Στη συνέχεια δημιουργήσαμε πάλι ένα Layer με τα σημεία δειγματοληψίας, το οποίο όπως παραπάνω τοποθετήσαμε πάνω στο χάρτη για να δημιουργήσουμε τον τελικό μας χάρτη.



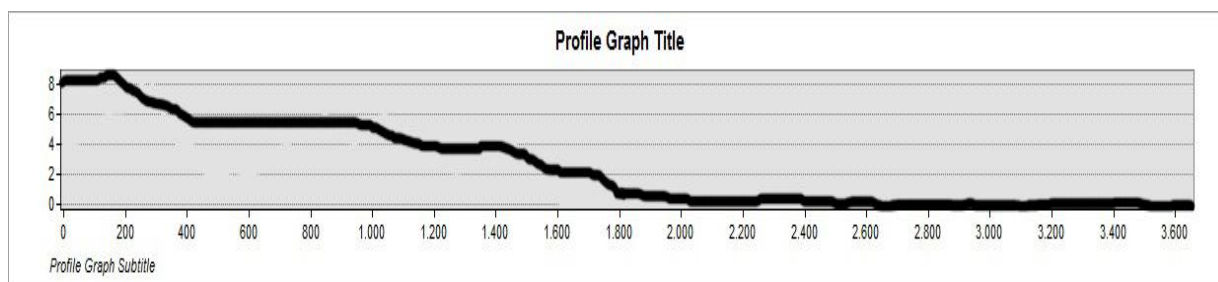
Εικόνα 16 Θέσεις δειγματοληψίας στον γεωλογικό χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. με κλίμακα 1:50000

Μορφομετρικά προφίλ

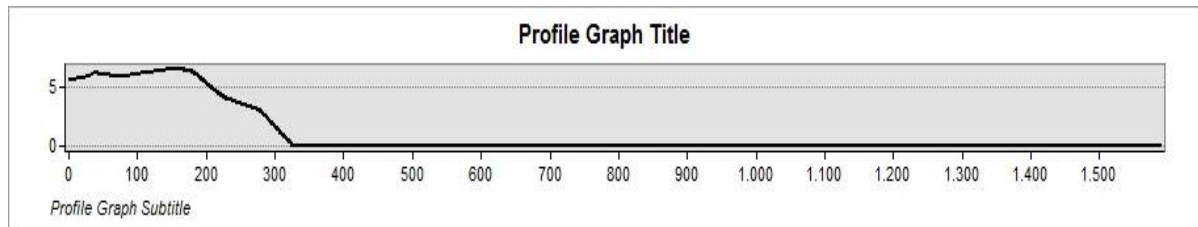
Στο DEM που δημιουργήσαμε παραπάνω, με τη χρήση κατάλληλης ρουτίνας του προγράμματος ArcGIS δημιουργήσαμε τρία μορφομετρικά προφίλ της περιοχής. Το πρώτο (1) κατά μήκος της κοίτης του ποταμού, από το σημείο δειγματοληψίας D7 έως το σημείο δειγματοληψίας D1(στις εκβολές του ποταμού). Το δεύτερο (2) ανατολικά της κοίτης του ποταμού με διεύθυνση ΒΒΔ-NNA. Το τρίτο (3) δυτικά της κοίτης του ποταμού με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ.



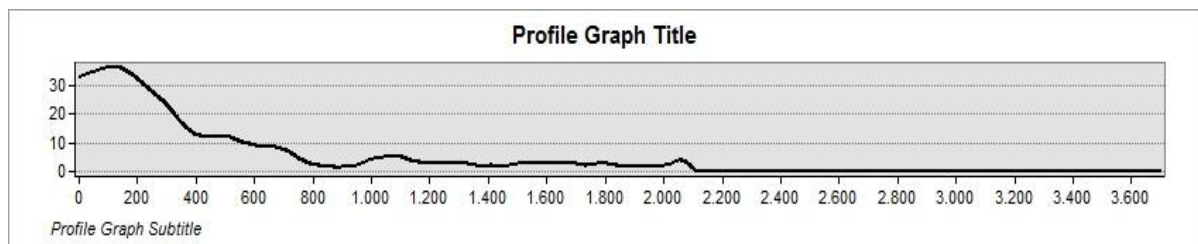
Εικόνα 17 Χάρτης με τις τομές των μορφομετρικών προφίλ



Εικόνα 18 Μορφομετρικό προφίλ (1) της κοίτης του ποταμού από το σημείο δειγματοληψίας D7 μέχρι το σημείο δειγματοληψίας D1



Εικόνα 19 Μορφομετρικό προφίλ (2) Ανατολικά της κοίτης του ποταμού



Εικόνα 20 Μορφομετρικό προφίλ (3) Δυτικά της κοίτης του ποταμού

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με τα αποτελέσματα που βγάλαμε από τις κοκκομετρικές αναλύσεις καθώς και από τη χρήση GIS καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα :

- Το υλικό του ποταμού είναι χονδρόκοκκο, αταξινόμητο, αποτελεί σύγχρονες ποτάμιες αποθέσεις και δεν συνάδει με τα υλικά του ριπιδίου. Οι μεγάλες κλίσεις που έχει το ποτάμι πριν φτάσει στο ριπίδιο βοηθούν στο να μεταφέρει υλικά χονδρόκοκκα.



- Η κοίτη του ποταμού είναι εγκιβωτισμένη σε όλη την περιοχή της δειγματοληψίας. Ο εγκιβωτισμός της κοίτης μπορεί να οφείλεται σε ευστατικές κινήσεις, όπως είναι η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας, ή σε τεκτονικές κινήσεις.



- Το ριπίδιο του ποταμού Ολύνθιου δεν έχει το κανονικό σχήμα ενός ριπιδίου, αλλά είναι πολύ μεγαλύτερο. Επίσης, λόγω της κλίσης το ποτάμι έχει μεγάλη μεταφορική ικανότητα και έτσι αποτελεί ένα υψηλής ενέργειας ποταμό που μπορεί να μεταφέρει τα υλικά του σε μεγαλύτερο μήκος για αυτό και το ριπίδιο του είναι αρκετά μεγάλο.
- Ο ποταμός Ολύνθιος δεν έχει δελταϊκή προεξοχή στη θάλασσα. Λόγω των συνθηκών που επικρατούν στις εκβολές του ποταμού στη θάλασσα και κυρίως του N-NA ανέμου που ενεργεί στην περιοχή, τα υλικά του ποταμού μεταφέρονται και διασκορπίζονται στη γειτονική ακτή με αποτέλεσμα να μην δημιουργείται καμία προεξοχή του ποταμού στη θάλασσα.
- Δημιουργούνται δύο χαμηλά τμήματα εκατέρωθεν του ποταμού, ένα νότια του χωριού Άγιος Μάμας και ένα βόρεια από την κοίτη του ποταμού. Αυτό που βρίσκεται νότια του χωριού παροδικά πλημμυρίζει με νερό.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Εικόνα 21. Εκβολές του ποταμού Ολύνθιου



Εικόνα 22. Εκβολές του ποταμού Ολύνθιου



Εικόνα 23. Ποταμός Ολύνθιος



Εικόνα 24. Ποταμός Ολύνθιος (βόρεια από το χωριό Όλυνθος)



Εικόνα 25. Ποταμός Ολύνθιος (Δίπλα στον αρχαιολογικό χώρο της Αρχαίας Ολύνθου)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Dr. Simon J. Blott : “GRADISTAT version 7”
- <http://asterweb.jpl.nasa.gov/>
- www.geophysics.geoscienceworld.org
- www.ktimatologio.gr
- Αστάρης Θ., 2007: “Ψηφιακή Χαρτογραφία και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών”, Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Θεσσαλονίκη
- Βουβαλίδης Κ., 2002: “Μαθήματα Φυσικής Γεωγραφίας”, Τμήμα εκδόσεων ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη
- Γαρέζος Α., Πισανίδης Χ., 2007: “Γεωμορφολογικές Υδρογεωλογικές Συνθήκες Ολύμπιου χειμάρρου”, Διπλωματική εργασία Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.
- Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.). Τοπογραφικοί χάρτες. Φύλλο Πολύγυρος, κλίμακας 1:50000
- Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών. Γεωλογικός Χάρτης. Φύλλο Πολυγύρου, κλίμακας 1:50000
- Καραμούζης Δ., 2000: “Ερευνητικό έργο. Διαχείριση υδατικών πόρων υδρολογικής λεκάνης Ολύμπιου Χαλκιδικής. Πακέτο εργασίας: Χωροθέτηση και προκαταρκτική διερεύνηση φράγματος Βατόνια (Ολύμπιου) Χαλκιδικής”
- Καραμούζης Δ., 2002: “Ερευνητικό έργο. Διαχείριση υδατικών πόρων υδρολογικής λεκάνης Ολύμπιου Χαλκιδικής. Πακέτο εργασίας: Διαχείριση του νερού των ταμιευτήρων Ολύμπιου, Χαβρία και Πετρένια Χαλκιδικής”
- Κούλας Ν., 2004: “Φυσικό περιβάλλον και στοιχεία διαχείρισης του χειμάρρου Ολύμπιου της Χαλκιδικής”, Διατριβή ειδίκευσης Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.
- Μουντράκης Δ., 2010: “Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας”, University Studio Press, Θεσσαλονίκη
- Ψιλοβίκος Αν., Ψιλοβίκος Αρ., 2010: “Ιζηματολογία”, Εκδόσεις Τζιόλα