



**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΛΕΩΝΙΔΟΥ ΑΡΗΣ                      ΑΕΜ: 4510

ΠΕΤΡΟΥ ΓΙΩΡΓΟΣ                      ΑΕΜ: 4511

**Ιζηματολογικός-Γεωμορφολογικός χαρακτήρας της  
Περιοχής Ακρωτηρίου-Αλυκή**



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Κ. ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2012

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....                                    | 3  |
| 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....                                     | 4  |
| 1.1 Σκοπός εργασίας .....                            | 4  |
| 2.ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ .....                              | 5  |
| 2.1 Γεωγραφικά-Γεωμορφολογικά στοιχεία: .....        | 5  |
| 2.1.1 Γενικά .....                                   | 5  |
| 2.2 Γεωλογικά στοιχεία: .....                        | 7  |
| 2.2.1 Γενικά .....                                   | 7  |
| 2.2.2 Οφιολιθικό σύμπλεγμα Τροόδους .....            | 8  |
| 2.2.3 Γεωτεκτονική εξέλιξη της Κύπρου: .....         | 10 |
| 2.2.3.1 Χερσόνησος Ακρωτηρίου .....                  | 12 |
| 2.3 Κλιματολογικά-Υδρογεωλογικά στοιχεία: .....      | 14 |
| 2.3.1 Γενικά-Το κλίμα της Κύπρου .....               | 14 |
| 2.3.2 Υδρογεωλογικά στοιχεία .....                   | 15 |
| 2.3.2.1 Γενικά .....                                 | 15 |
| 2.3.2.2 Υδροφόρο στρώμα Ακρωτηρίου-Κούρη .....       | 15 |
| 3. ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ-ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ..... | 17 |
| 3.1 Εισαγωγή.....                                    | 17 |
| 3.1.1 Μέγεθος .....                                  | 18 |
| 3.1.2 Σχήμα-Μορφή .....                              | 18 |
| 3.2 Υλικά και μέθοδοι .....                          | 19 |
| 3.2.1 Μεθοδολογία πεδίου (Συλλογή δειγμάτων).....    | 19 |
| 3.2.2 Μεθοδολογία Εργαστηρίου: .....                 | 20 |
| 3.2.2.1 Μέθοδος κοσκίνισματος .....                  | 21 |
| 3.2.2.2 Προπαρασκευή δειγμάτων για ανάλυση .....     | 22 |
| 3.2.2.3 Περιγραφή της μεθόδου Multipette .....       | 23 |
| 3.3 Αποτελέσματα .....                               | 28 |
| 3.3.1 Συνοπτικός Πίνακας .....                       | 28 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....                          | 51 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΙΣΤΟΛΟΓΙΟ.....                          | 52 |

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Ιζηματολογικός-Γεωμορφολογικός χαρακτήρας της περιοχής Ακρωτηρίου-Αλυκής» πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο των προπτυχιακών μας σπουδών στον τομέα Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας του τμήματος Γεωλογίας ΑΠΘ (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης). Επιβλέπων της εργασίας ήταν ο Αναπληρωτής καθηγητής κος Αλπανάκης Κωνσταντίνος τον οποίο ευχαριστούμε θερμά για την όλη του στήριξη και βοήθεια για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας, καθώς επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κ. Κολιαδήμου Καλλιόπη για την βοήθεια της στην διπλωματική μας εργασία. Ένα θερμό ευχαριστώ οφείλουμε στους γονείς μας Λεωνίδα, Θεμούλα Λεωνίδου και Αριστοτέλη, Τερέζα Πέτρου, για την αγάπη και φροντίδα, για τις αρχές και την στήριξη που μας πρόσφεραν κατά την διάρκεια των σπουδών μας.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Οι ιζηματογενείς αποθέσεις θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως βιβλία καταγραφής γεγονότων και καταστάσεων της γης από το χρόνο του σχηματισμού τους μέχρι σήμερα. Αποκαλύπτουν τις φυσικές, χημικές, βιολογικές διεργασίες που οδήγησαν στον σχηματισμό τους, την τεκτονική, γεωμορφολογική, κλιματική κατάσταση της ευρύτερης περιοχής και τις συνθήκες του φυσικού περιβάλλοντος. Οι εφαρμογές της Ιζηματολογίας περιλαμβάνει τις ακόλουθες ενότητες:

- Εξόρυξη αδρανών υλικών, πετρωμάτων και μεταλλευμάτων.
- Εκμετάλλευση υπόγειων υδροφορέων.
- Εκμετάλλευση στερεών, υγρών και αέριων ενεργειακών υλικών.
- Αντιμετώπιση φαινομένων φυσικών καταστροφών.
- Σχεδιασμός και κατασκευή τεχνικών έργων.
- Περιβάλλον.

Τις τελευταίες δεκαετίες η Ιζηματολογία άρχισε να αποκτά μεγάλη σημασία γιατί η έρευνα υδροφόρων στρωμάτων στα ιζήματα είναι πολύ σημαντική καθώς το νερό αποτελεί πηγή ζωής. Η εκρηκτική ανάπτυξη της τεχνολογίας κατά το 20ο αιώνα έδωσε τη δυνατότητα στον άνθρωπο να επεμβαίνει αποφασιστικά στο φυσικό περιβάλλον και σε ορισμένες περιπτώσεις να το υποβαθμίζει και να το ρυπαίνει. Αποξηραίνει λίμνες, έλη, λιμνοθάλασσες, προσχώνει τη θάλασσα, εκτρέπει ποταμούς, καταστρέφει το ανάγλυφο, υπερεκμεταλλεύεται τους φυσικούς πόρους, δημιουργεί απόβλητα και ρυπαίνει τα νερά, την ατμόσφαιρα και το έδαφος. Όλες αυτές οι μεταβολές καταγράφονται στα ιζήματα των αντίστοιχων περιβαλλόντων είτε των λεκανών ιζηματογένεσης.

Έτσι η Ιζηματολογία απέκτησε μια νέα περιβαλλοντική διάσταση. Μπορεί να προσδιορίσει τα στοιχεία και τις διεργασίες που γίνονται σε ένα φυσικό ή ανθρωπογενές περιβάλλον και το βαθμό επιβάρυνσης αυτού. Μπορεί επίσης να συμβάλει στην προστασία και στην διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος μέσω της μελέτης των ιζημάτων.

Η γνώση λοιπόν της ιζηματολογίας δεν αφορά μόνο τους γεωλόγους, αλλά και τους άλλους γεωεπιστήμονες, τους μηχανικούς, τους κατασκευαστές και κυρίως αυτούς που ασχολούνται με ενεργειακά θέματα και την αναπτυξιακή πολιτική των κρατών του κόσμου. (Ψιλοβίκος, 2010)

### 1.1 Σκοπός της εργασίας.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη μελέτη του ιζηματολογικού χαρακτήρα των ιζημάτων της αλυκής στη περιοχή Ακρωτηρίου (Λεμεσός, Κύπρος) καθώς και στις ανθρωπογενείς επεμβάσεις.

Ελήφθησαν ιζήματα από την ευρύτερη περιοχή και επεξεργάσθηκαν στο εργαστήριο με τη βοήθεια πειραματικών μεθόδων, με σκοπό την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

## **2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ**

### **2.1 Γεωγραφικά-Γεωμορφολογικά στοιχεία.**

#### **2.1.1 Γενικά**

Το Ακρωτήρι είναι χωριό της επαρχίας Λεμεσού και βρίσκεται στα νοτιοδυτικά της αλυκής Λεμεσού (Ακρωτηρίου) και στα βορειοδυτικά της επισταθμίας Ακρωτηρίου. Το χωριό είναι τοποθετημένο σε ένα ύψωμα στο νοτιότερο άκρο της χερσονήσου ανάμεσα στα ακρωτήρια Ζευγάρι και Γάτας. Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι γύρω στα 450 χιλιοστόμετρα και στην περιοχή της κοινότητας καλλιεργούνται λίγα νομευτικά φυτά, αμπέλια κυρίως επιτραπέζια, εσπεριδοειδή, λίγα λαχανικά και λίγες ελιές. Βόρεια της αλυκής βρίσκεται μια μεγάλη δασική έκταση που αποτελείται από ευκαλύπτους, πεύκα, κυπαρίσσια, αγριοκαλαμιές, φλούδι και αλμυρίκια. Στα νότια της αλυκής βρίσκεται το δευτερεύον δάσος που αποτελείται από πεύκα, αόρατους, σχινίες και θρουπιές. Στα δυτικά βρίσκεται ο κύριος δρόμος που ενώνει το Κολόσσι με το Ακρωτήρι και στα ανατολικά ο παραθαλάσσιος χωματένιος δρόμος κατά μήκος της περιοχής του Λέϊτις Μάιλ. Ο πληθυσμός του χωριού σημείωσε μια σταθερή αύξηση μέχρι το 1960. Το 1881 οι κάτοικοι αριθμούσαν τους 287 για να αυξηθούν το 1901 στους 306, το 1946 στους 485 και στους 710 το 1960. Στην συνέχεια λόγω της αστυφιλίας οι κάτοικοι μειώθηκαν το 1973 στους 653 και στους 604 το 1982. Σήμερα οι κάτοικοι του χωριού είναι 800 κατοίκους. (<http://www.akrotirivillage.org>)



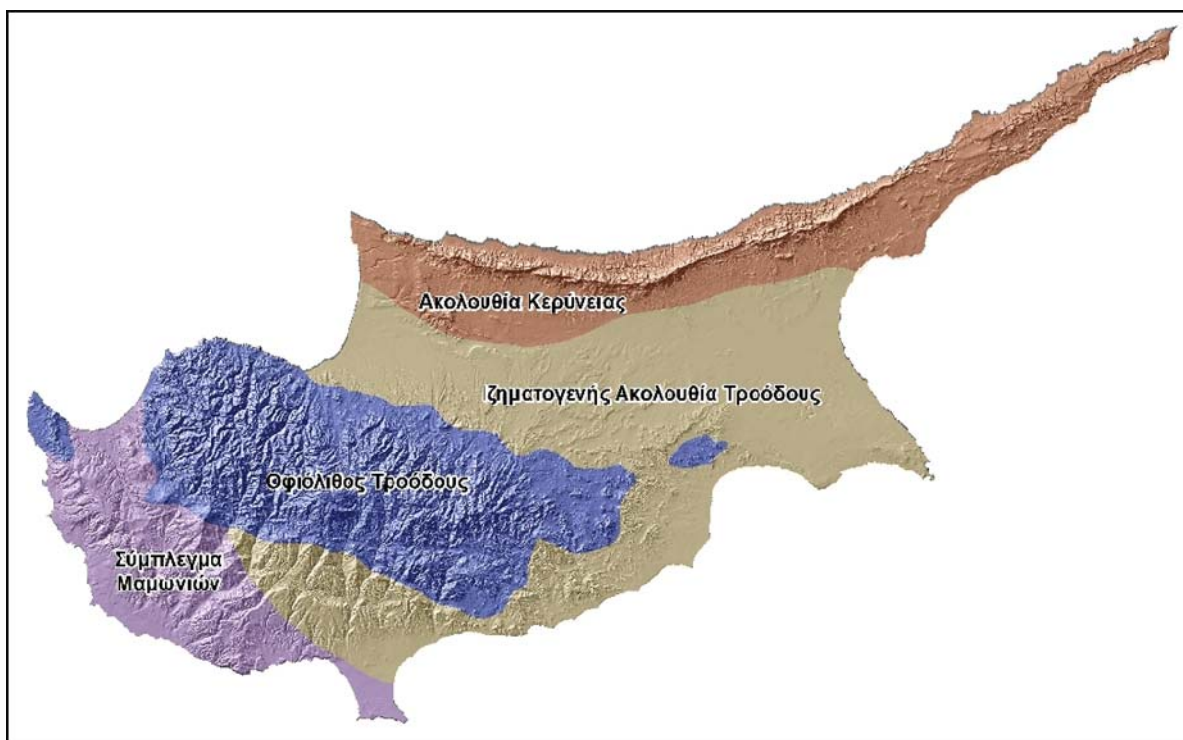
**Εικόνα 1.** Γεωγραφική Θέση της Αλυκής-Ακρωτήρι.( <http://el.wikipedia.org/wiki-Αλυκή-Λεμεσού>).

## 2.2 Γεωλογικά στοιχεία.

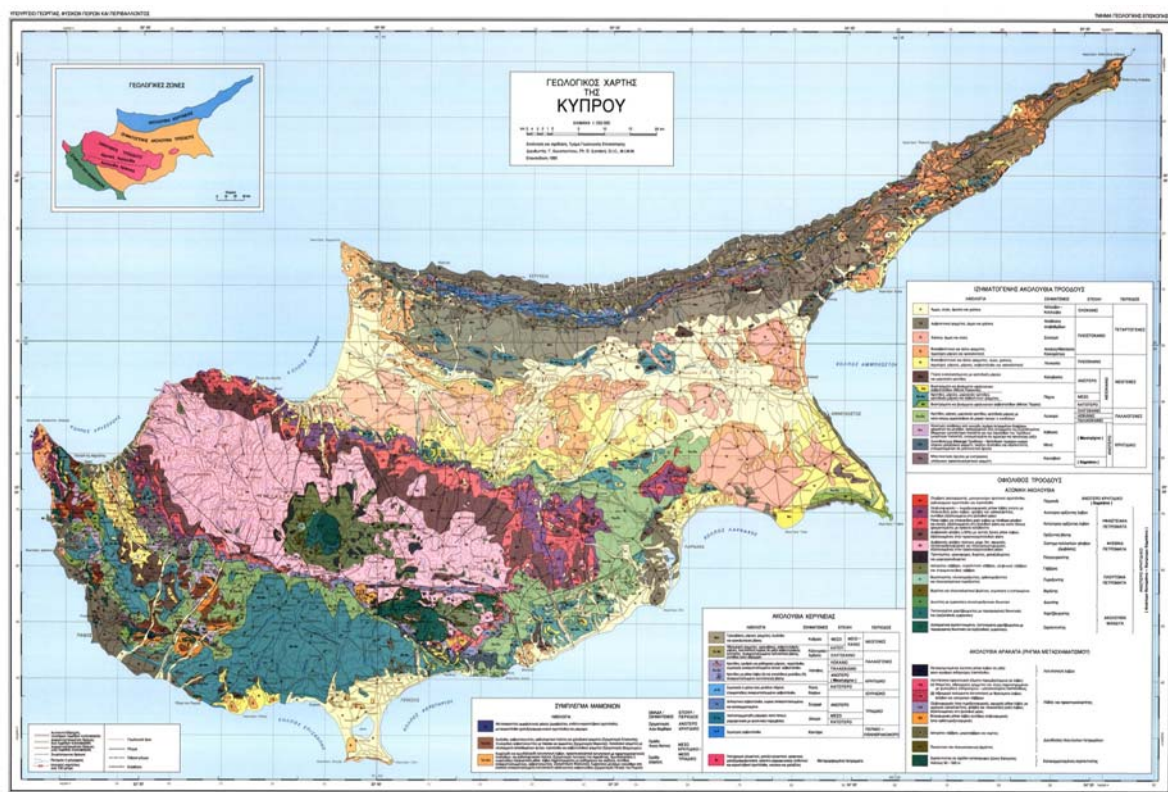
### 2.2.1 Γενικά

Η Κύπρος είναι ένα από τα μεγαλύτερα νησιά της Μεσογείου με συνολική έκταση 9250 Km<sup>2</sup>. Βρίσκεται στην ανατολική Μεσόγειο με γεωγραφικό πλάτος από 34°, 34' έως 35°, 42' βόρεια του ισημερινού και γεωγραφικό μήκος από 32°, 16' μέχρι 34°, 36', ανατολικά του μεσημβρινού του Γκρήνουιτς. Γεωλογικά χωρίζεται σε τέσσερις ζώνες:

1. **Ζώνη Πενταδακτύλου**
2. **Ζώνη Τροόδους**
3. **Ζώνη Μαμωνιών**
4. **Ζώνη των αυτόχθονων ιζηματογενών πετρωμάτων**



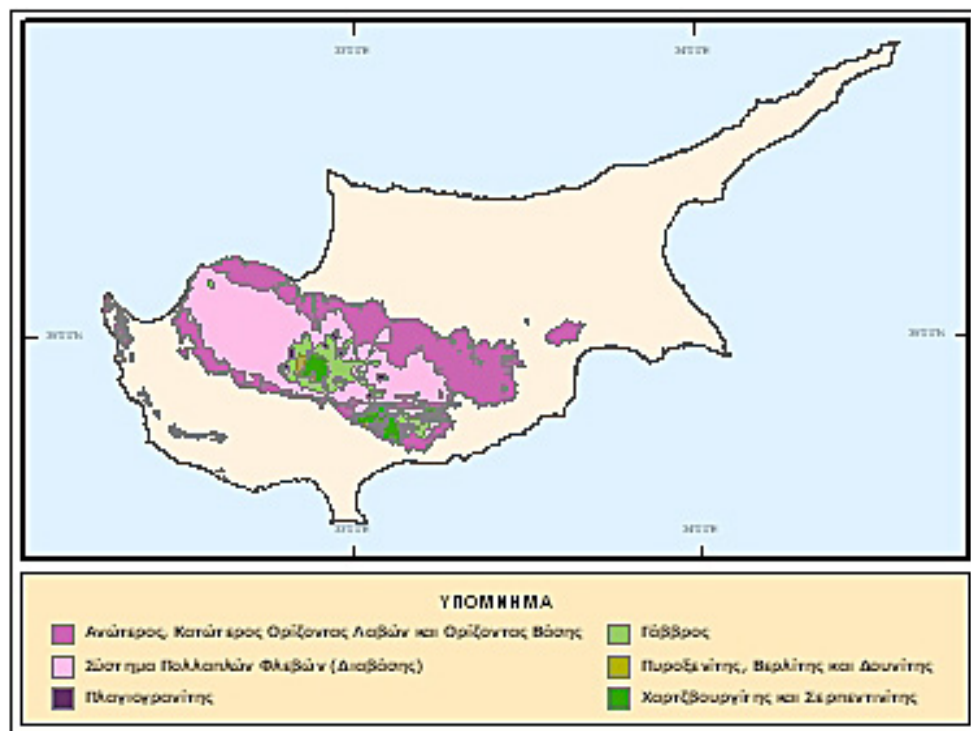
**Εικόνα 2.** (Οι τέσσερις γεωλογικές ζώνες της Κύπρου  
(<http://www.moa.gov.cy>)



**Εικόνα 3.** Γεωλογικός χάρτης της Κύπρου, κλίμακας 1:250 000 (<http://www.moa.gov.cy>).

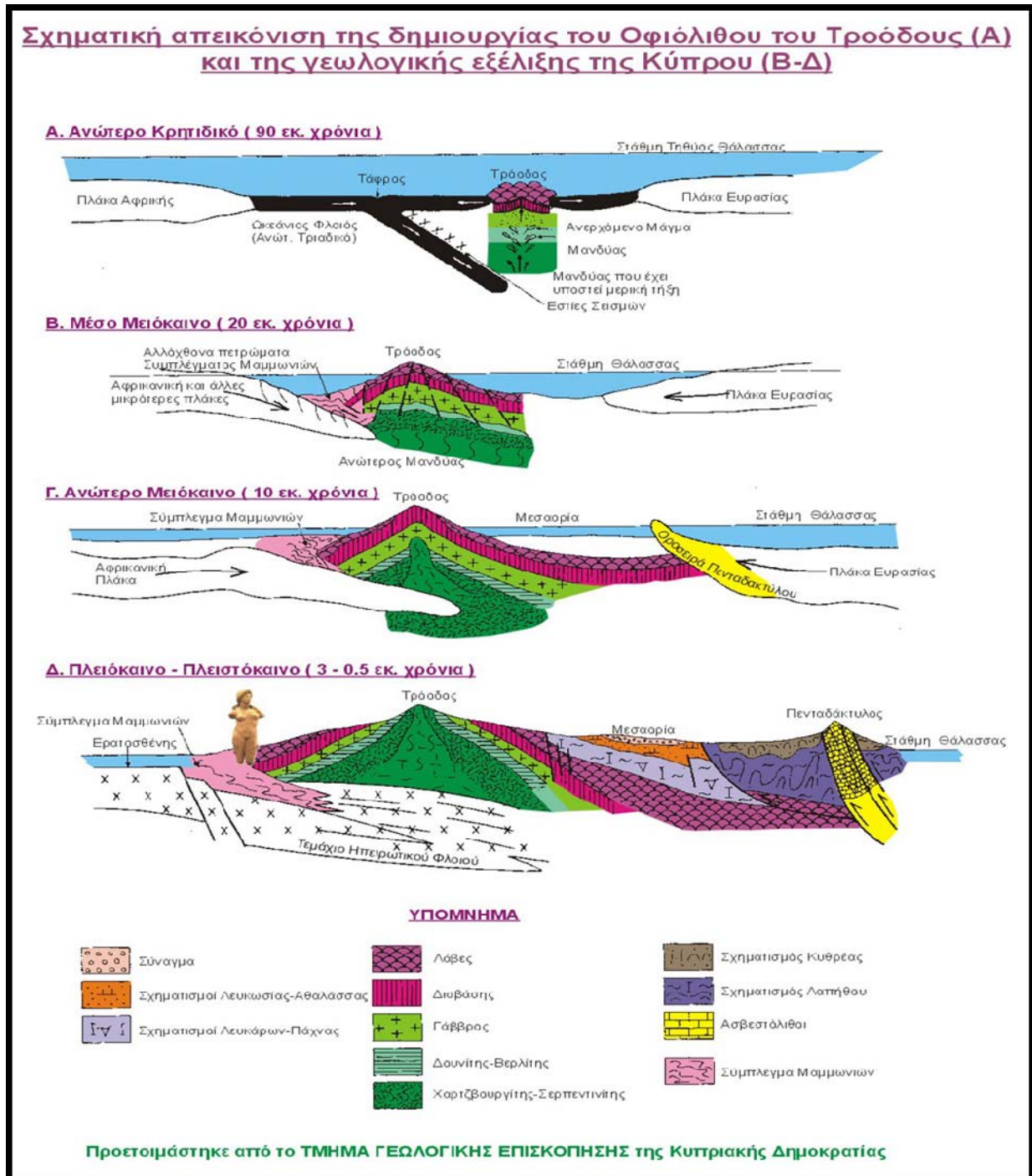
### 2.2.2 Οφιολιθικό σύμπλεγμα Τροόδους.

Ο ορεινός όγκος του Τροόδους, είναι ελλειπτικής μορφής και καταλαμβάνει το κεντρικό-δυτικό τμήμα της Κύπρου. Η έκταση του είναι 3 200 km<sup>2</sup>, περίπου, και αποτελείται από πυριγενή Οφιολιθικά πετρώματα 90 εκατομμυρίων χρόνων. Το Οφιολιθικό σύμπλεγμα του Τροόδους θεωρείται ότι αποτελεί μέρος ενός αρχαίου ωκεάνειου φλοιού, του ωκεανού της Τηθύος και του ανώτερου μανδύα της γης. Τα πετρώματα της οροσειράς του Τροόδους είναι γενικά αδιαπέρατα, εκτός από τις περιπτώσεις ρηγμάτων που αφθονούν στην περιοχή. Το αδιαπέρατο των πετρωμάτων συνάρτηση με τη μεγάλη κλίση των πλαγιών, συντελούν ώστε το μεγαλύτερο μέρος της βροχόπτωσης, να καταλήγει στους ποταμούς. Από τα βουνά του Τροόδους πηγάζουν όλοι οι μεγάλοι ποταμοί της Κύπρου, οι οποίοι μεταφέρουν ιζήματα και νερό στις πεδιάδες της. Η οροσειρά του Τροόδους είναι ο δημιουργός του ήπιου κλίματος της Κύπρου και το οφιολιθικό σύμπλεγμα του Τροόδους είναι το «θεμέλιο», πάνω στο οποίο κτίστηκε το νησί, είναι όπως έχει προαναφερθεί, η γεωλογική και μορφολογική «σπονδυλική στήλη» της Κύπρου. (<http://www.moa.gov.cy>)



**Εικόνα 4.** Οφιολιθικό σύμπλεγμα Τροόδους (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης, 2005).

### 2.2.3 Γεωτεκτονική εξέλιξη της Κύπρου



Εικόνα 5. Γεωτεκτονική εξέλιξη της Κύπρου (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης, 2005).

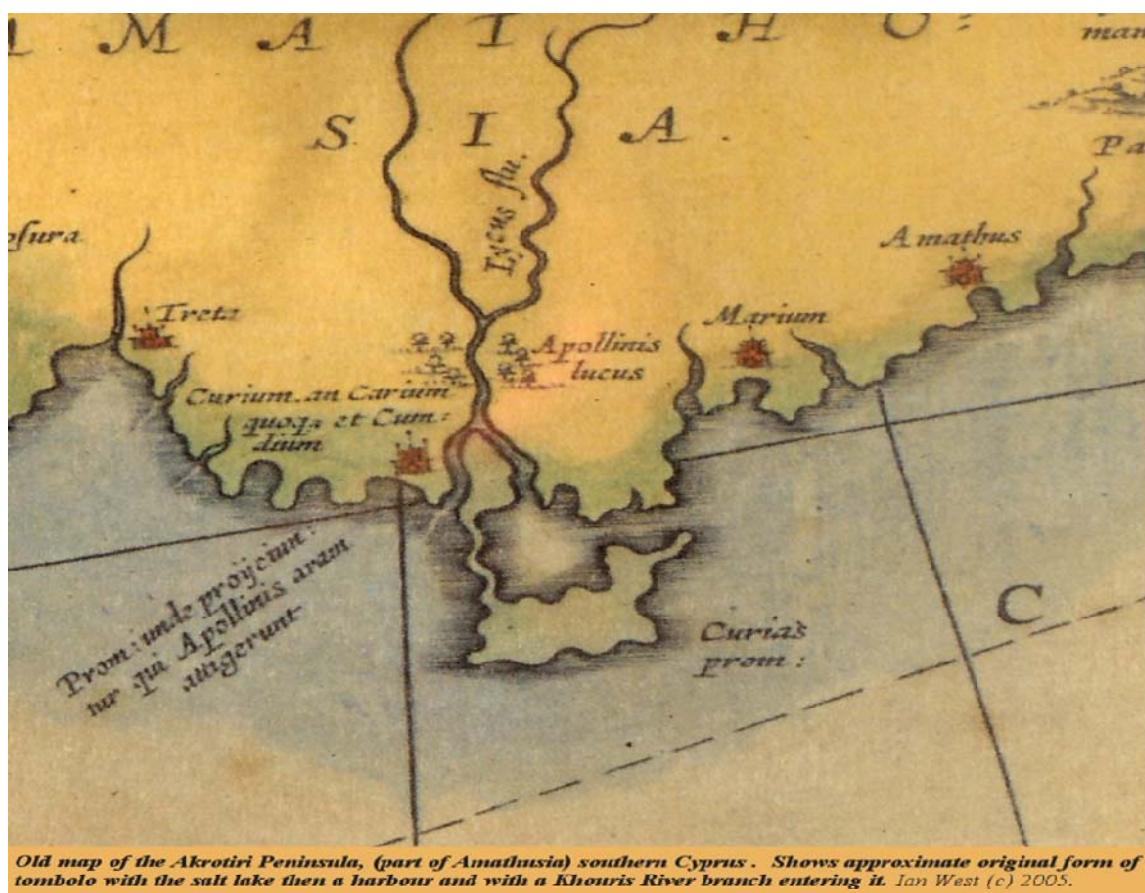
Η γένεση και μετεξέλιξη της Κύπρου συντελέστηκαν μέσα από μια σειρά τεκτονικών επεισοδίων. Η γένεση της άρχισε με την καταβύθιση της αφρικανικής πλάκας κάτω από την πλάκα της Ευρασίας και τη δημιουργία οφειολίθων του Τροόδους (Ανώτερο Κρητιδικό, 90 εκ. χρόνια), συνεχίστηκε με την αποκόλληση και αριστερόστροφη περιστροφή του κατά 90° και την προσκόλληση σ' αυτό παλαιότερων πετρωμάτων ηλικίας 230 μέχρι 75 εκ. χρόνων στη νότια και δυτική περιφέρεια του (Ζώνη Μαμωνιών). Στην εξέλιξη ακολούθησε σχετική τεκτονική ηρεμία, που επικράτησε στην περίοδο από 75 μέχρι 10 εκατομμύρια χρόνια πριν και χαρακτηρίστηκε από την απόθεση θαλάσσιων ασβεστολιθικών ιζημάτων και τη βαθμιαία μείωση του βάθους των θαλασσών (Σχηματισμοί Λευκάρων και Πάχνας). Η προσκόλληση της οροσειράς του Πενταδακτύλου στη βόρεια πλευρά της Ζώνης του Τροόδους και η ανύψωση της Κύπρου στη σημερινή της σχεδόν μορφή ξεκίνησε το Μειόκαινο (10-15 εκ. χρόνια) και αποτέλεσε το προτελευταίο τεκτονικό επεισόδιο.

Στο τέλος του Μειόκαινου (6 εκ. χρόνια), στο βορειότερο τμήμα της περιοχής που θα αποτελούσε την Κύπρο, μια σειρά από αλλόχθονους ασβεστόλιθους (Ζώνη Πενταδακτύλου) επωθήθηκε νότια πάνω στις παρυφές της Ζώνης του Τροόδους, πτυχώνοντας και εκτοπίζοντας όλα τα νεότερα ιζήματα που συνάντησε στην πορεία της. Ανατολικά της Κύπρου, η Τηθύς θάλασσα έκλεισε και η Μεσόγειος απέκτησε σχεδόν το σημερινό της σχήμα. Η επανένωση της Μεσογείου με τον Ατλαντικό (μέσω του Γιβραλτάρ), ο κατακλυσμός της από τα νερά του Ατλαντικού και η ανύψωση της στάθμης της επιφάνειας της θάλασσας είχε ως αποτέλεσμα την εκ νέου απόθεση ιζημάτων, που αντιπροσωπεύονται σήμερα από τις μάργες και τους ασβεστολιθικούς ψαμμίτες (πωρόλιθους) των Σχηματισμών Λευκωσίας και Αθαλάσσης. Η απότομη ανύψωση του χώρου της Κύπρου έγινε κατά το Πλειστόκαινο, πριν από 2 περίπου εκατομμύρια χρόνια (τελευταίο τεκτονικό επεισόδιο), οπότε αναδύθηκαν το σημερινό Τρόοδος και ο Πενταδάκτυλος σε υψόμετρα πολύ πιο ψηλά από τα σημερινά. Η ανύψωση αυτή, συνδυασμένη με έντονη βροχόπτωση, είχε ως αποτέλεσμα την εκτεταμένη διάβρωση των οροσειρών, κυρίως εκείνης του Τροόδους, και τη μεταφορά τεράστιων ποσοτήτων προϊόντων διάβρωσης (κλαστικές αποθέσεις) που αποτέθηκαν στις κοιλάδες των μεγάλων ποταμών και στο χώρο της Μεσαορίας, σχηματίζοντας τα κλαστικά πλειστοκαινικά ιζήματα (Σύναγμα).

Έτσι πριν από 15 εκατομμύρια χρόνια περίπου, έχουμε το σχηματισμό δύο νησιών, το Τρόοδος και ο Πενταδάκτυλος. Ο θαλάσσιος χώρος μεταξύ των δύο νησιών, δηλαδή η σημερινή κεντρική πεδιάδα της Κύπρου, η Μεσαορία, καθώς και οι υπόλοιπες περιοχές γύρω από τα δύο νησάκια, καλύπτονταν από αβαθή μέχρι και βαθιά νερά. Ο βυθός της θάλασσας στις περιοχές αυτές, δεχόταν υλικά προερχόμενα από διάβρωση τόσο των πετρωμάτων του Τροόδους όσο και του Πενταδακτύλου. Σιγά-σιγά δημιουργήθηκαν λιμνοθάλασσες που αποκόπηκαν από την υπόλοιπη θάλασσα, ενώ συνεχιζόταν και η ανυψωτική κίνηση μέχρι και το Πλειστόκαινο. Η τελική διαμόρφωση της Κύπρου ήταν αποτέλεσμα αφενός της διακύμανσης της στάθμης της θάλασσας κατά τις περιόδους των παγετώνων του Πλειστοκαινού και αφετέρου της διαφορικής ανύψωσης του νησιού (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης, 2005).

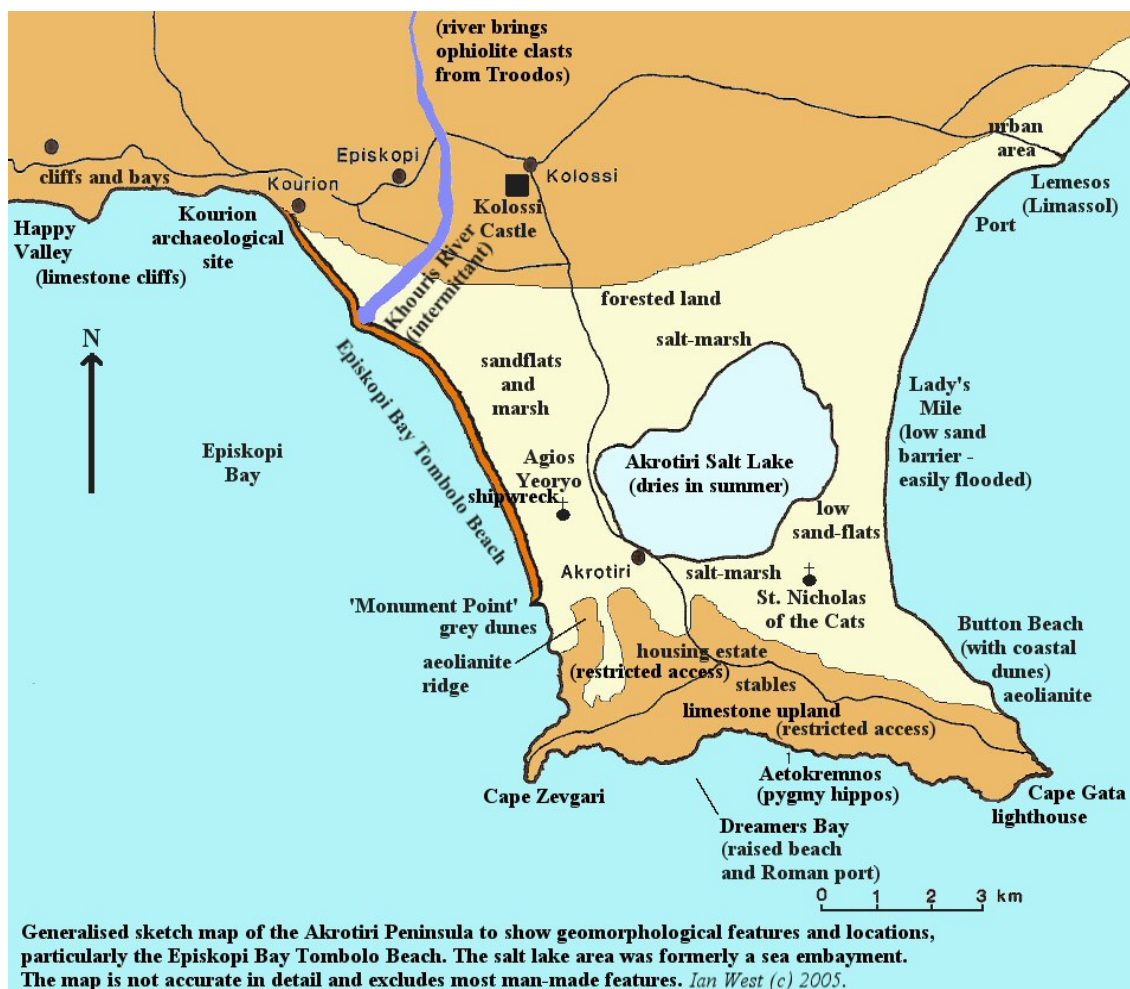
### 2.2.3.1 Χερσόνησος Ακρωτηρίου

Τυπικό παράδειγμα προηγούμενου μικρού νησιού που ενώθηκε με τη ξηρά, με τα ιζήματα που μεταφέρονταν από τους ποταμούς που πηγάζουν από την οροσειρά του Τροόδους, αποτελεί η χερσόνησος του Ακρωτηρίου. Οι αποθέσεις των ποταμών Κούρη και Γαρύλλη και οι αποθέσεις της θάλασσας ένωσαν το νησί με την υπόλοιπη ξηρά απομονώνοντας ένα κομμάτι θάλασσας στο μέσο του Ακρωτηρίου, τη σημερινή αλυκή της Λεμεσού. Το τελευταίο μέρος της δημιουργίας του Ακρωτηρίου και της απομόνωσης της αλυκής της Λεμεσού μπορούμε να το επιβεβαιώσουμε και μέσα από χάρτες. Σε χάρτες που χρονολογούνται πριν από το μέσο περίπου του 16 ου αιώνα, παρατηρούμε ότι στη θέση όπου σήμερα βρίσκεται η αλυκή της Λεμεσού παρουσιάζεται ένας κλειστός κόλπος (<http://www.southampton.ac.uk/~imw/Cyprus-Akrotiri-Lake-Coast>).



**Εικόνα 6.** Χάρτης της αλυκής Ακρωτηρίου του 16<sup>ου</sup> αιώνα. (<http://www.southampton.ac.uk/~imw/Cyprus-Akrotiri-Lake-Coast>).

Η γεωλογική δημιουργία της περιοχής παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον. Το Ακρωτήρι, πριν χιλιάδες χρόνια ήταν ένα ξεχωριστό νησί. Με την πάροδο των αιώνων, με τα υλικά που έφερναν οι ποταμοί από τα βουνά του νησιού, αλλά και με τεκτονικές κινήσεις, άρχισε σταδιακά να ενώνεται το νησί αυτό με την υπόλοιπη Κύπρο. Αρχικά στην δυτική πλευρά, οι τεκτονικές κινήσεις και η εναπόθεση υλικών από τον Κούρη, δημιούργησαν μια λουρνησίδα που ένωσε το τότε νησάκι του Ακρωτηρίου με την υπόλοιπη Κύπρο. Αργότερα, οι προσχώσεις του Ποταμού Γαρύλλης, δημιούργησαν άλλη μια λουρνησίδα ενώνοντας το νησί και από την ανατολική πλευρά. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να περικλειστεί η κεντρική κοιλότητα, και να δημιουργηθεί η αλυκή όπως την γνωρίζουμε σήμερα. Η αλυκή έχει βάθος στο χαμηλότερο της σημείο 2.7 m κάτω από το επίπεδο της θάλασσας.



**Εικόνα 7.** Απλοποιημένος γεωλογικός-γεωμορφολογικός χάρτης Ακρωτηρίου (West, 2005).

## **2.3 Κλιματολογικά-Υδρογεωλογικά στοιχεία.**

### **2.3.1 Γενικά-Το κλίμα της Κύπρου.**

Η Κύπρος βρίσκεται κατά μέσο όρο σε βόρειο γεωγραφικό πλάτος  $35^0$  και ανατολικό γεωγραφικό μήκος  $33^0$  και περιβάλλεται από την ανατολική Μεσόγειο θάλασσα. Στην επίδραση της θάλασσας αυτής οφείλει η Κύπρος το ωραίο μεσογειακό κλίμα της. Η Κύπρος έχει έκταση 9,254 τετραγωνικά χιλιόμετρα και χωρίζεται σε 4 φυσικές περιοχές:

(α) Την οροσειρά του Τροόδους, που βρίσκεται στο κεντρικό-δυτικό μέρος του νησιού και η ψηλότερη βουνοκορφή της, ο Όλυμπος, έχει ύψος 1,951 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

(β) Την οροσειρά του Πενταδακτύλου, που έχει σχετικά μικρό πλάτος και εκτείνεται κατά μήκος των βόρειων ακτών του νησιού με κορυφές μέχρι 1,000 περίπου μέτρα ύψους,

(γ) Την πεδιάδα της Μεσαορίας, που βρίσκεται μεταξύ των οροσειρών του Τροόδους και του Πενταδακτύλου και έχει γενικά χαμηλό υψόμετρο, το οποίο στην περιοχή της Λευκωσίας δεν ξεπερνά τα 180μ ,και

(δ)Τις παράλιες πεδιάδες και κοιλάδες κατά μήκος των ακτών.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος της Κύπρου είναι το ζεστό και ξηρό καλοκαίρι από τα μέσα του Μάη ως τα μέσα του Σεπτεμβρίου, ο βροχερός αλλά ήπιος χειμώνας από τα μέσα του Νοέμβριου ως τα μέσα του Μάρτη και οι δύο ενδιάμεσες μεταβατικές εποχές, το φθινόπωρο και η άνοιξη. Στη διάρκεια του καλοκαιριού η Κύπρος και γενικά η περιοχή της ανατολικής Μεσογείου βρίσκεται κάτω από την επίδραση του εποχιακού βαρομετρικού χαμηλού, που έχει το κέντρο του στη νοτιοδυτική Ασία. Αποτέλεσμα της επίδρασης αυτής είναι οι ψηλές θερμοκρασίες και ο καθαρός ουρανός. Η βροχόπτωση είναι πολύ χαμηλή με μέση τιμή που δεν ξεπερνά το 5% της μέσης ολικής βροχόπτωσης του χρόνου ολόκληρου. Στη διάρκεια του χειμώνα η Κύπρος επηρεάζεται από το συχνό πέρασμα μικρών υφέσεων και μετώπων που κινούνται στη Μεσόγειο με κατεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Οι καιρικές αυτές διαταραχές διαρκούν συνήθως από μια μέχρι τρεις μέρες κάθε φορά και δίνουν τις μεγαλύτερες ποσότητες βροχής. Η συνολική μέση βροχόπτωση στους μήνες Δεκέμβριο, Γενάρη και Φλεβάρη αντιστοιχεί περίπου με το 60% της βροχόπτωσης του χρόνου ολόκληρου. Η οροσειρά του Τροόδους και σε μικρότερο βαθμό η οροσειρά του Πενταδακτύλου παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των μετεωρολογικών συνθηκών στις διάφορες περιοχές της Κύπρου και στη δημιουργία τοπικών φαινομένων. Η παρουσία επίσης της θάλασσας που περιβάλλει το νησί είναι αιτία δημιουργίας τοπικών φαινομένων στις παράλιες περιοχές (Υπηρεσία Υδρολογίας και Υδρογεωλογίας, 2011).

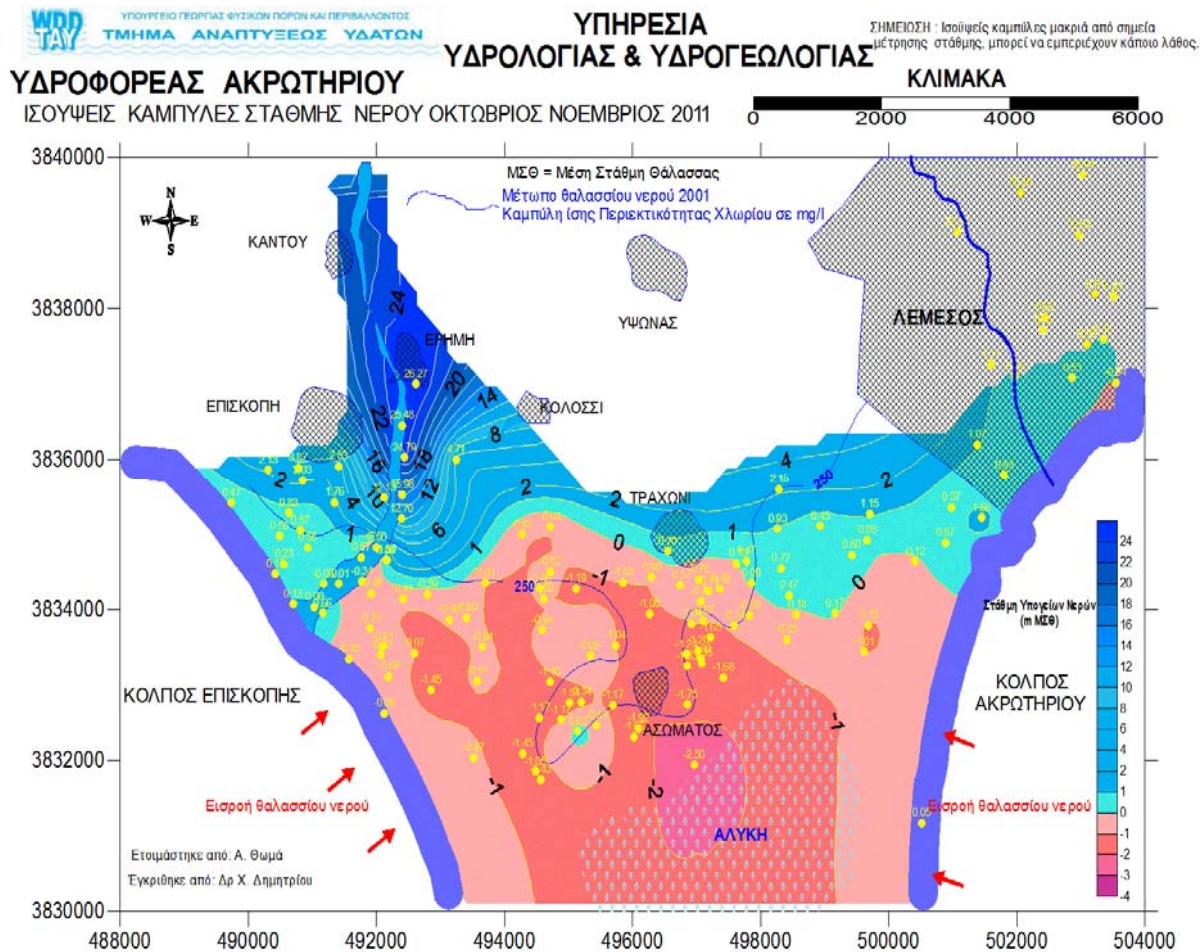
### **2.3.2 Υδρογεωλογικά στοιχεία**

#### **2.3.2.1 Γενικά**

Οι περισσότεροι υδροφορείς του νησιού είναι φρεάτιοι, και είναι ανεπτυγμένοι σε ποτάμια ή παράκτιες αλλουβιακές αποθέσεις. Αυτοί είναι οι μεγαλύτεροι και οι πιο δυναμικοί υδροφορείς, οι οποίοι ανατροφοδοτούνται κυρίως από τις παροχές ποταμών και τις βροχοπτώσεις. Υπάρχουν τρεις μεγάλοι παράκτιοι υδροφορείς οι οποίοι περιλαμβάνουν όλες τις κάθετες κοίτες των ποταμών. Τα παράκτια τμήματα αυτών των υδροφορέων συνίστανται από άμμο, ιλύ, ασβεστόλιθους, κροκαλοπαγή πετρώματα και άργιλο. Οι κοίτες των ποταμών αποτελούνται από αλλουβιακές αποθέσεις, κροκάλες, άμμο και ιλύ. Αυτοί οι υδροφορείς είναι φρεάτιοι και έχουν βάθος γύρω στα 30m. Εκτός από τον μεγάλο αλλά όχι και τόσο παραγωγικό υδροφορέα των τριαδικών μαγματικών βράχων, οι άλλοι υδροφορείς υφίστανται σε γύψο, ψαμμίτες, ασβεστόλιθους και κρητίδες. Αυτοί οι υδροφορείς είναι κυρίως φρεάτιοι και σε κάποια τμήματα ημιπερατοί ή υπό πίεση. Αυτά τα τμήματα είναι καλυμμένα από στρώματα ιλύος και λάσπης ή από αμμώδη μάργα. Παρατηρήθηκε ότι ο υδροφορέας του όρους Τρόοδος, έχει αναπτυχθεί γενικά σε οφιόλιθους χαμηλής διαπερατότητας και τοπικά σε μέτρια διαπερατές διαρρηγμένες ζώνες μαγματικών βράχων και για αυτό είναι υπό-πίεση σε κάποια τμήματα. Όλοι οι υδροφορείς της Κύπρου (66) έχουν ομαδοποιηθεί σε 20 συστήματα υπόγειων υδάτων, με βάση τη λιθολογία, τα υδραυλικά χαρακτηριστικά, τις πιέσεις και τη σπουδαιότητα του κάθε υδροφορέα. Δέκα συστήματα υπόγειων υδάτων έχουν άμεση σύνδεση με τη θάλασσα. Το σύστημα υπόγειων υδάτων της Λεμεσού εκρέει στη θάλασσα και η εκροή φτάνει τα 350 m<sup>3</sup>/h, ενώ τα άλλα υδατικά συστήματα έχουν εκροή χαμηλότερη από 150 m<sup>3</sup>/h. Τα περισσότερα συστήματα υπόγειων υδάτων είναι φρεάτια με κάποια τμήματα ημιπερατά ή υπό πίεση. Μόνο οι γύψοι Μαρώνι είναι εντελώς υπό πίεση. Το οικοσύστημα των βάλτων Φασούρι (κοντά στη αλμυρή λίμνη Ακρωτήρι) είναι το μοναδικό οικοσύστημα στην Κύπρο που εξαρτάται άμεσα από τα υπόγεια ύδατα και συγκεκριμένα από το υδατικό σύστημα του Ακρωτηρίου (Υπηρεσία Υδρολογίας και Υδρογεωλογίας, 2011).

#### **2.3.2.2 Υδροφόρο στρώμα Ακρωτηρίου-Κούρη**

Είναι το τρίτο σημαντικότερο υδροφόρο στρώμα της Κύπρου. Καλύπτει έκταση 42 τετραγωνικών χιλιομέτρων και το πάχος του είναι 30 περίπου μέτρα. Αποτελείται από αμμοχάλικα με φακοειδείς παρεμβολές ιλύος και αργίλων. Οι παροχές των γεωτρήσεων κυμαίνονται από 50 μέχρι 300 m<sup>3</sup>/h. Ο ετήσιος εμπλουτισμός του στρώματος είναι 22 εκατομμύρια κυβικά μέτρα και η άντληση 17 εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Ωστόσο λόγω τοπικής υπεράντλησης παρατηρήθηκε εισροή θαλάσσιου νερού στο νοτιοανατολικό του τμήμα.



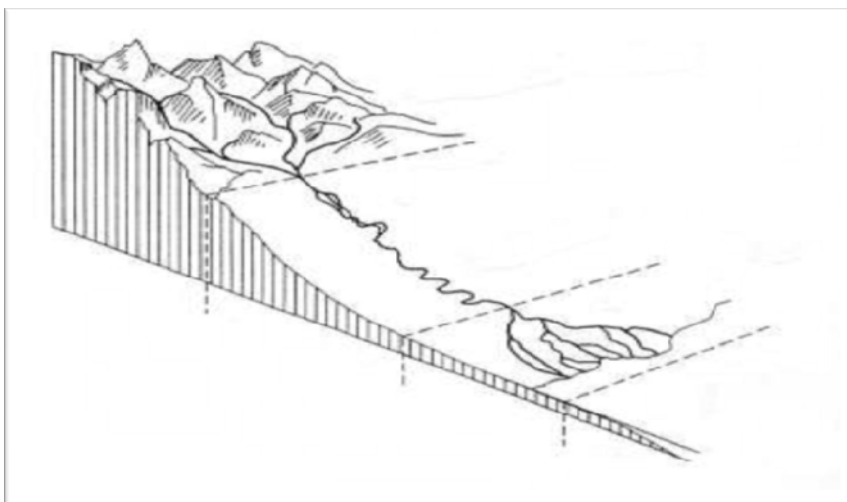
**Εικόνα 8.** Υδρολογικός χάρτης του υδροφορέα Ακρωτηρίου (Υπηρεσία Υδρολογίας και Υδρογεωλογίας, 2011).

Οι περιοχές που έχουν χρώμα κόκκινο είναι τα τμήματα του υδροφορέα όπου η στάθμη του νερού είναι κάτω από την μέση στάθμη της θάλασσας. Όσο πιο βαθύ το κόκκινο τόσο η στάθμη είναι πιο κάτω από τη στάθμη της θάλασσας. Σε αυτές τις περιοχές, θαλασσινό νερό ρέει μέσα στον υδροφορέα. Στις περιοχές κοντά στην αλυκή η στάθμη του νερού φτάνει τα 2 μέτρα κάτω από τη θάλασσα. Η μπλε γραμμή οριοθετεί την περιοχή που έχει επηρεαστεί από τη διείσδυση του θαλασσίου νερού. Με μπλε χρώμα παρουσιάζονται οι περιοχές με στάθμες πάνω από τη θάλασσα. Τα κίτρινα σημεία, είναι τα σημεία από όπου έγιναν οι μετρήσεις στάθμης νερού (πάνω από τη μέση στάθμη της θάλασσας). Οι κίτρινοι αριθμοί πάνω από τα σημεία, είναι οι μετρήσεις (πάνω από τη μέση στάθμη της θάλασσας). Γεωλογικά και υδρολογικά η περιοχή είναι πάρα πολύ ευαίσθητη και σημαντική. Τα τελευταία χρόνια, λόγω της μειωμένης βροχόπτωσης και μετά την κατασκευή του φράγματος του Κούρρη, έχει επηρεαστεί αρνητικά το σύστημα υγρότοπων, με σοβαρότατους κινδύνους για τους διάφορους τύπους οικότοπων, αλλά και προβλήματα διάβρωσης των ακτών (Υπηρεσία Υδρολογίας και Υδρογεωλογίας, 2011).

### 3. ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ-ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

#### 3.1 Εισαγωγή.

Η Γεωμορφολογία ασχολείται με την μελέτη των διάφορων μορφολογικών τύπων της επιφάνειας της γης. Ερευνά την μορφή, προέλευση και την κατανομή του ανάγλυφου (και των γεωμορφών) του στην επιφάνεια της Γης (Βουβαλίδης 2002). Η διαμόρφωση του τοπογραφικού ανάγλυφου της επιφάνειας της γης εξαρτάται σε μεγάλο ποσοστό στην επίδραση του νερού τόσο με την υγρή όσο και με την στερεή μορφή του (π.χ. παγετώνες). Οι διεργασίες του νερού όπως η αποσάθρωση, η διάβρωση, η μεταφορά και απόθεση του θρυμματισμένου ή διαλυμένου υλικού της επιφάνειας της γης είναι πολύ σημαντικές σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη με αποτέλεσμα οι περισσότερες γεωμορφές να είναι αποτέλεσμα της δράσης του νερού. Οι ποταμοί αποτελούν τμήμα ενός υδρογραφικού δικτύου το οποίο συνορεύει με το διπλανό του με την ενδιάμεση κορυφογραμμή. Η περιοχή συλλογής και απομάκρυνσης (αποστράγγισης) του νερού ενός υδρογραφικού δικτύου λέγεται λεκάνη απορροής. Η αποσάθρωση περιλαμβάνει το σύνολο των φυσικών, χημικών και οργανικών δράσεων που συντελούν στην καταστροφή των πετρωμάτων των γεωλογικών σχηματισμών. Με τον όρο διάβρωση εννοούμε το σύνολο των παραγόντων που συντελούν είτε στη μεταφορά των προϊόντων αποσάθρωσης είτε στην απόσπαση και μεταφορά συστατικών των γεωλογικών σχηματισμών σε άλλη θέση. Η διάβρωση συμβάλλει με την αποσάθρωση στη φθορά των γεωλογικών σχηματισμών. Στην περίπτωση που τα προϊόντα της αποσάθρωσης δεν μεταφέρονται αλλά παραμένουν στον τόπο του μητρικού πετρώματος, σχηματίζουν αποθέσεις που ονομάζονται ελουβιακοί σχηματισμοί, ενώ αποθέσεις που σχηματίζονται από μεταφορά προϊόντων διάβρωσης σε άλλη θέση λέγονται αλλουβιακοί σχηματισμοί ή προσχώσεις.



**Εικόνα 9.** Ζώνες διάβρωσης, μεταφοράς και απόθεσης.

Η Ιζηματολογία αποτελεί κλάδο των Γεωεπιστημών που ασχολείται με τις διεργασίες σχηματισμού στερεών κόκκων καθώς και τις διεργασίες αποθέσεις αυτών στον πυθμένα λεκανών και σε ρευστά μέσα(υγρά/αέρια) (Ψιλοβίκος, 2006). Οι ιζηματογενείς κόκκοι είναι πολύ μικρά στερεά υλικά τα οποία στο σύνολο τους αποτελούν τις ιζηματογενείς αποθέσεις, και χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες: Οι κλαστικοί κόκκοι, όπου είναι προϊόντα μηχανικής, χημικής αποσάθρωσης πετρωμάτων τα οποία βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης. Οι κόκκοι μπορεί να είναι είτε οργανικοί είτε ανόργανοι (Ψιλοβίκος, 2006). Μη κλαστικοί κόκκοι όπου είναι αποτελέσματα χημικών αντιδράσεων, στοιχείων που βρίσκονται σε διάλυση μέσα στα ρευστά. Ακόμα μπορεί να προέρχονται από βιολογική δραστηριότητα διαφόρων οργανισμών (Ψιλοβίκος, 2006). Ανεξάρτητα κάθε κόκκος έχει ορισμένες ιδιότητες που τον χαρακτηρίζουν, είναι το **μέγεθος**, το **σχήμα** και η **μορφή** (Ψιλοβίκος & Ψιλοβίκος, 2010).

### 3.1.1 Μέγεθος.

Οι ιζηματογενείς κόκκοι έχουν κάποιες συγκεκριμένες διαστάσεις στον χώρο που εκφράζονται με τον όρο μέγεθος (Ψιλοβίκος, 2006). Η ταξινόμηση τους με βάση το μέγεθος παρουσιάζεται στον πιο κάτω πίνακα:

|        |                   |                          |
|--------|-------------------|--------------------------|
| Κόκκοι | >2mm              | Κροκάλες-Χαλίκια(gravel) |
|        | 2mm-0.0625mm      | Άμμος (sand)             |
|        | 0.0625mm-0.0020mm | Ύλης (silt)              |
|        | <0.0020mm         | Άργιλος (clay)           |

**Πίνακας 1.** Ταξινόμηση των κόκκων με βάση το μέγεθος (Ψιλοβίκος & Ψιλοβίκος, 2010).

### 3.1.2 Σχήμα-Μορφή.

Όλοι οι ιζηματογενείς κόκκοι έχουν μια γεωμετρική κατασκευή. Η μελέτη του σχήματος των κόκκων γίνεται σύμφωνα με τις αρχές της γεωμετρίας και η έκφραση των αποτελεσμάτων με τους γνωστούς γεωμετρικούς ή άλλους εμπειρικούς τύπους (Ψιλοβίκος, 2006). Υπάρχει δυσκολία στο να εκφράσουμε και να μετρήσουμε το μέγεθος και την μορφή ενός ιζηματογενούς κόκκου. Έτσι για να λυθεί το πρόβλημα θα πρέπει να βρεθεί το ιδανικό σχήμα και η ιδανική μορφή που μπορεί να έχει ένα στερεό υλικό και να μπορεί να εκφράζεται γεωμετρικά. Η σφαίρα με λεία εξωτερική επιφάνεια αντιπροσωπεύει το ιδανικό σχήμα και την ιδανική μορφή που μπορεί να αποκτήσει ένας ιζηματογενής κόκκος (Ψιλοβίκος & Ψιλοβίκος, 2010)

## 3.2 Υλικά και μέθοδοι

### 3.2.1 Μεθοδολογία πεδίου (Συλλογή δειγμάτων).

Στις 18/4/2012 λήφθηκαν 19 δείγματα περιμετρικά της αλυκής Ακρωτηρίου. Συγκεκριμένα λήφθηκαν δείγματα μέσα στην λεκάνη της αλυκής, καθώς επίσης σε κάποιες περιπτώσεις έξω απ' αυτήν σε απόσταση 30μ. Επίσης λήφθηκαν δείγματα ανατολικά και δυτικά κοντά στις παραλίες του Ακρωτηρίου. Μακροσκοπικά το υλικό των περισσότερων δειγμάτων χαρακτηρίζεται λεπτόκοκκο ιλυοαργιλώδες με ανθρακικό συγκολλητικό υλικό με εξαίρεση τα δείγματα 3 και 5 που μακροσκοπικά χαρακτηρίζονται ως αμμώδη.

#### ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ



Στην παραπάνω εικόνα από το Google earth εμφανίζονται τα 19 σημεία δειγματοληψίας με τις ακόλουθες συντεταγμένες :

|    |                          |     |                          |     |                                      |      |                          |
|----|--------------------------|-----|--------------------------|-----|--------------------------------------|------|--------------------------|
| Δ1 | 34°37' 20B<br>33°00' 00A | Δ2  | 34°37' 19B<br>32°59' 56A | Δ3  | 34°37' 16B<br>32°59' 48A             | Δ4   | 34°37' 00B<br>32°59' 55A |
| Δ5 | 34°36' 41B<br>32°59' 57A | Δ6  | 34°36' 10B<br>32°59' 57A | Δ7  | 34°36' 12B<br>32°59' 39 <sup>A</sup> | Δ8   | 34°36' 24B<br>32°59' 14A |
| Δ9 | 34°36' 04B               | Δ10 | 34°36' 05B               | Δ11 | 34°36' 19B                           | Δ1 2 | 34°35' 52B               |

|     |                          |     |                           |     |                          |     |                          |
|-----|--------------------------|-----|---------------------------|-----|--------------------------|-----|--------------------------|
|     | 32°58' 34A               |     | 32°57' 50 <sup>A</sup>    |     | 32°56' 17A               |     | 32°56' 07A               |
| Δ13 | 34°38' 04B<br>33°00' 06A | Δ14 | 34°38' 02B<br>33°00' 02A  | Δ15 | 34°38' 02B<br>32°59' 59A | Δ16 | 34°38' 02B<br>32°59' 53A |
| Δ17 | 34°37' 55B<br>33°00' 03A | Δ18 | 34°37' 48B<br>32°59' 56 A | Δ19 | 34°37' 40B<br>32°59' 58A |     |                          |

### 3.2.2 Μεθοδολογία Εργαστηρίου.

Για τους κόκκους που δεν μπορούν να μετρηθούν απ' ευθείας στην φύση γίνεται η παραδοχή ότι έχουν ένα περίπου σφαιρικό σχήμα και τότε η έννοια του μεγέθους ταυτίζεται με αυτή της διαμέτρου (κοσκινίσματος) ή της ισοδύναμης διαμέτρου (καθίζηση, σιφώνιο, υδρόμετρο). Πρέπει να αναφερθεί ότι ένας κόκκος που έχει διπλάσια διάμετρο από έναν άλλο έχει και οκταπλάσια μάζα από αυτόν. Αυτό το γεγονός επηρεάζει σημαντικά την δυναμική και κινητική του κατάσταση (Ψιλοβίκος & Ψιλοβίκος, 2010).

| ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΚΚΩΝ |                  |      | ΤΑΞΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ |          | ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ |      |   |
|------------------|------------------|------|---------------|----------|------------------|------|---|
| mm               | m                | Φ    |               |          |                  |      |   |
| 4.096            |                  | -12  | ΚΡΟΚΑΛΙΕΣ     | Boulders | GRAVEL           | Π.Χ. |   |
| 2,048            |                  | -11  |               |          |                  | X    |   |
| 1.024            |                  | -10  |               |          |                  | M    |   |
| 512              | 1                | -9   |               |          |                  | Λ    |   |
| 256              |                  | -8   |               |          |                  |      |   |
| 128              |                  | -7   |               | Cobbles  |                  | X    |   |
| 64               | 10 <sup>-1</sup> | -6   |               |          |                  | Λ    |   |
| 32               |                  | -5   |               | Pebbles  |                  | Π.Χ. |   |
| 16               |                  | -4   |               |          |                  | X    |   |
| 8                | 10 <sup>-2</sup> | -3   |               |          |                  | M    |   |
| 4                |                  | -2   |               |          |                  | Λ    |   |
| 2                |                  | -1   | ΑΜΜΟΣ         | Sand     | GRAVEL           | Π.Λ. |   |
| 1                | 10 <sup>-3</sup> | 0    |               |          |                  | Π.Χ. |   |
| 0.5              |                  | + 1  |               |          |                  | X    |   |
| 0.25             |                  | + 2  |               |          |                  | M    |   |
| 0.125            |                  | +3   |               |          |                  | Λ    |   |
| 0.062            | 10 <sup>-4</sup> | + 4  |               |          |                  | Π.Λ. |   |
| 0.031            |                  | + 5  |               |          |                  | Π.Χ. |   |
| 0.016            |                  | + 6  |               |          |                  | X    |   |
| 0.0078           | 10 <sup>-5</sup> | + 7  |               | Silt     |                  | M    |   |
| 0.0039           |                  | + 8  |               |          |                  | Λ    |   |
| 0.0020           |                  | + 9  | ΑΡΤΙΑ<br>ΟΣ   | MUD      |                  | Π.Λ. |   |
| 0.00098          | 10 <sup>-6</sup> | + 10 |               |          |                  | Π.Χ. |   |
| 0.00049          |                  | + 11 |               |          |                  | Clay | X |
| 0.00024          |                  | 12   |               |          |                  |      | M |

**Πίνακας 2.** Διάμετρος κόκκων, τάξη μεγέθους και μέθοδος ανάλυσης των κλαστικών κόκκων (Ψιλοβίκος & Ψιλοβίκος, 2010).

### **3.2.2.1 Μέθοδος του κοσκινίσματος.**

Στα δείγματα 3 και 5 εφαρμόστηκε η μέθοδος του κοσκινίσματος. Τα δείγματα αυτά αποτελούνται κυρίως άμμο χωρίς πολλά άλατα. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ανοιχτό χώρο όπου στεγνώσανε και αφαιρέθηκαν τα ξένα σώματα. Έγινε διαχωρισμός των δειγμάτων με τη μέθοδο του σταυρού. Το μέρος των δειγμάτων που επιλέχθηκε για την ανάλυση ζυγίστηκε και σημειώθηκε το βάρος του σε πίνακα. Το κάθε δείγμα τοποθετήθηκε σε μία διάταξη κοσκίνων με διαφορετική διάμετρο (από -0.5Φ μέχρι 4Φ), τα οποία τοποθετήθηκαν σε δονητή για δέκα λεπτά. Μετά την παρέλευση των δέκα λεπτών, ζυγίστηκε το περιεχόμενο του κάθε κόσκινου και σημειώθηκε το βάρος του. Ακολουθώντας τα στοιχεία που προέκυψαν από την ανάλυση επεξεργάστηκαν με το πρόγραμμα Gradistat v.06 (Blott, 2006) για την εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων.

### 3.2.2.2 Προπαρασκευή λεπτόκοκκων δειγμάτων για ανάλυση.

Το σύνολο σχεδόν των δειγμάτων (εκτός από τα δείγματα 3 και 5 που προαναφέρθηκαν) περιείχαν λεπτόκοκκα οργανικά υλικά (μαύρη οργανική λάσπη), ή περιείχαν ποσότητες αλάτων. Το δεύτερο διαπιστώθηκε τόσο οπτικά από το χαρακτηριστικό φαιό χρώμα όσο και με δοκιμαστική προσθήκη HCl σε μικρό ποσοστό δείγματος κατά την οποία διαπιστώθηκε έντονος αναβρασμός. Έτσι χρειάστηκε η απομάκρυνση ανόργανων αλάτων ( $\text{CaCO}_3$ , γύψου κτλ) από τα συγκεκριμένα δείγματα. Η παρουσία των αλάτων αυτών πολλές φορές είναι υπεύθυνα για την συσσωμάτωση των υλικών, όπου πρέπει να απομακρυνθούν τα συστατικά αυτά. Η απομάκρυνση ανόργανων αλάτων γίνεται με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Τοποθετείται το ζυγισμένο δείγμα μέσα σε ένα ποτήρι ζέσης (500-1000ml), προστίθεται απιονισμένο νερό μαζί με 20-30g HCL και τοποθετείται πάνω σε μία εστία θέρμανσης με θερμοκρασία 60-80°C, όπου σιγοβράζει. Ανακατώνεται στη συνέχεια ολόκληρο το περιεχόμενο και κατά περιόδους προστίθενται μικρές ποσότητες HCL μέχρι να σταματήσει ο αναβρασμός μέσα στο ποτήρι.
2. Στη συνέχεια, απομακρύνεται το δείγμα από την εστία και αφήνεται να κρυώσει σε θερμοκρασία δωματίου.
3. Αφού κρυώσει το δείγμα, αναδεύεται καλά και αδειάζεται μέσα σε σωλήνες φυγοκέντρωσης μαζί με νερό. Φυγοκεντρείται σε 2000στρ/λεπτό για 5-10λεπτά. Αν το νερό που θα μείνει στο επάνω μέρος των σωλήνων φυγοκέντρωσης είναι διαυγές, τότε αδειάζεται το δείγμα σε ένα καθαρό δοχείο και στη συνέχεια ξηραίνεται πάλι (με άδειασμα του νερού και θέρμανση) σε χαμηλή θερμοκρασία στο φούρνο. Ζυγίζεται το ξηρό δείγμα και βρίσκεται η απώλεια σε βάρος από το αρχικό δείγμα. Η απώλεια αυτή αντιστοιχεί στην ποσότητα των αλάτων που υπήρχε στο αρχικό δείγμα. Αμέσως υπολογίζεται η (%) αναλογία των αλάτων κατά βάρος. Αν όμως το νερό μέσα στο σωλήνα φυγοκέντρωσης δεν είναι διαυγές, τότε απομακρύνεται προσεκτικά το υλικό έξω με τη χρήση απιονισμένου νερού και φυγοκεντρείται ξανά μέχρι να καθαρίσει το νερό. Ακολουθεί η ξήρανσή του. Ζυγίζεται το ξηρό δείγμα και βρίσκεται η απώλεια σε βάρος σε σχέση με το αρχικό δείγμα που αποτελεί και την ποσότητα των ανθρακικών αλάτων που περιείχε στο δείγμα πριν από την απομάκρυνση τους. Τέλος, υπολογίζεται η επί τοις % αναλογία τους κατά βάρος

Η απομάκρυνση των οργανικών υλικών γίνεται με την ακόλουθη διαδικασία:

1. Τοποθετείται το δείγμα (ζυγισμένο) μέσα σ' ένα ποτήρι ζέσης (αναλογία δείγματος/νερού 1/1-1/2) σε ξηρή κατάσταση και προστίθεται απιονισμένο νερό και μικρή ποσότητα (5-10g) 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  (peridrol).

2. Τοποθετείται το ποτήρι ζέσης σε μια εστία που θερμαίνεται στους 40-60°C. Ανακατώνεται ολόκληρο το περιεχόμενο του ποτηριού. Αν υπάρχουν οργανικά συστατικά στο δείγμα, αυτό αναβράζει-αφρίζει. Μόλις σταματήσει ο αναβρασμός μέσα στο ποτήρι, προστίθεται κι άλλο H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> σε μικρές ποσότητες, ανακατώνεται κ.ο.κ μέχρι να σταματήσει πια ο αναβρασμός και το δείγμα να χάσει το πιθανό μαύρο χρώμα του.
3. Κατόπιν ακολουθεί η διαδικασία φυγοκέντρωσης, όπως περιγράφηκε προηγούμενα και η ξήρανση του δείγματος. Ζυγίζεται το ξηρό δείγμα και βρίσκεται η απώλεια σε βάρος από το αρχικό δείγμα που αποτελεί και τη ποσότητα των οργανικών υλικών που υπήρχε στο δείγμα πριν από την απομάκρυνση τους. Τέλος υπολογίζεται η επί τοις (%) αναλογία τους κατά βάρος.

Βιβλιογραφία ή αναφορά ότι ακολουθήθηκαν οι μέθοδοι που αναφέρονται τους Ψιλοβίκος & Ψιλοβίκος, 2010

### 3.2.2.3 Αναλυτική περιγραφή των σταδίων της μεθόδου εφαρμογής της μεθόδου Multipette.

Η μέθοδος Multipette προτάθηκε από τον Αλμπανάκη (2011) και δίνει τη δυνατότητα ανάλυσης λεπτόκοκκων ιζημάτων (ιλύων – αργίλων) σε υποδεκαπλάσιο χρόνο από την κλασσική μέθοδο του σιφωνίου. Στην παρούσα εργασία η μέθοδος Multipette εφαρμόστηκε σύμφωνα με το πρωτόκολλο που αναφέρεται από τον Αλμπανάκη (2011) για τον υπολογισμό των κλασμάτων 4Φ και 8Φ.

**1<sup>ο</sup> Στάδιο-Προετοιμασία:** Αναγράφεται η ονομασία του δείγματος που πρόκειται να αναλυθεί πάνω σε ένα μικρό ποτήρι ζέσεως. Ετοιμάζεται ένα έντυπο καταγραφής μετρήσεων και σημειώνεται η ονομασία του δείγματος. Ζυγίζεται το ποτήρι ζέσεως και σημειώνεται το βάρος του στο έντυπο καταγραφής μετρήσεων. Τοποθετείται το δείγμα στο ποτήρι ζέσεως και ζυγίζεται. Σημειώνεται η μέτρηση στο έντυπο καταγραφής μετρήσεων με την ένδειξη «αρχικό δείγμα». Ξηραίνεται το δείγμα στο φούρνο. Μετά την ξήρανση τοποθετείται στον αφυγραντήρα μέχρι να κρυώσει. Ζυγίζεται ξανά το δείγμα και καταγράφεται το βάρος του στο έντυπο καταγραφής μετρήσεων με την ένδειξη «ξηρό αρχικό δείγμα» (ενδεικτικό βάρος 3-4gr). Προστίθεται στο δείγμα 2ml Calgon( ενδεικτική περιεκτικότητα διαλύματος 0,06 gr/ml). Προστίθεται λίγο απιονισμένο νερό (3-4ml). Κοσκινίζεται το υλικό σε κόσκινο 4Φ , με υγρό κοσκίνισμα και επάνω από γυάλινο ποτήρι ζέσεως, όπου συγκεντρώνεται το διάλυμα που έχει περάσει από το κόσκινο. Το υλικό που έχει μείνει στο κόσκινο διαμέτρου κόκκων >4Φ τοποθετείται στο ήδη ζυγισμένο μικρό ποτήρι ζέσεως. Το ποτήρι ζέσεως έχει καθαριστεί και σημειωθεί με την ονομασία του δείγματος καθώς και την ένδειξη δ>4Φ. Το υλικό δ>4Φ

ξηραίνεται στο φούρνο. Στο μεγάλο ποτήρι ζέσεως σημειώνεται η ονομασία του δείγματος και η ένδειξη  $\delta \leq 4\Phi$ . Το διάλυμα που περιέχει αποτελείται από το δείγμα με διάμετρο κόκκων  $\leq 4\Phi$ , το Calgon και το απιονισμένο νερό. Το ποτήρι ζέσεως με το διάλυμα  $\delta \leq 4\Phi$  μπαίνει στο φούρνο. Η διαδικασία μείωσης του όγκου του, στα 100ml περίπου, είναι αναγκαία ώστε στη συνέχεια να χωρέσει στον κύλινδρο που έχει χωρητικότητα 161ml. Καλό είναι να μην επιτευχθεί πλήρης ξήρανση του διαλύματος γιατί αυξάνονται οι πιθανότητες απώλειας υλικού κατά τη μετακίνηση του. Το, μειωμένου όγκου, διάλυμα  $\delta \leq 4\Phi$  μετακινείται σε ειδικό δοχείο με πώμα και τοποθετείται σε δονητή για 6 ώρες περίπου ώστε να επιτευχθεί η ενεργοποίηση της αργίλου. Στο σημείο αυτό, αφαιρείται από το φούρνο το μικρό δοχείο ζέσεως με το στεγνό δείγμα  $\delta > 4\Phi$  και τοποθετείται στον αφυγραντήρα μέχρι να κρυώσει. Στη συνέχεια ζυγίζεται και σημειώνεται το μικτό βάρος του στο έντυπο καταγραφής μετρήσεων. Υπολογιστικά βρίσκονται τα καθαρά βάρη για τα μέρη του υλικού  $\delta > 4\Phi$  και  $\delta \leq 4\Phi$  αντίστοιχα, που έχουν διαχωριστεί, και σημειώνεται στο έντυπο καταγραφής μετρήσεων. Το βάρος του  $\delta \leq 4\Phi$  συνιστάται να μην υπολείπεται των 2gr και να μην υπερβαίνει τα 4gr.



**Εικόνα 10.** Γενική άποψη του εργαστηρίου, με τους κυλίνδρους καθίζησης, το σιφώνιο Multipette®, τα δοχεία συλλογής των δειγμάτων τον ζυγό και τις θερμαντικές πλάκες. (Αλμπανάκης, 2011)



**Εικόνα 11.** Το σύστημα του ηλεκτρονικού σιφωνίου ( πιπέτας) Eppendorf Multipipette® Stream, με το ρύγχος των 2,5 ml, και την επέκταση. (Αλμπανάκης, 2011).

**2° Στάδιο-Δειγματοληψία:** Ζυγίζονται 2 μικρά δοχεία και σημειώνονται με την ονομασία του δείγματος και τις ενδείξεις, 4Φ και 8Φ αντίστοιχα. Τα βάρη τους σημειώνεται στο έντυπο καταγραφής μετρήσεων. Τα κενά δοχεία τοποθετούνται στη θερμαινόμενη εστία χαμηλής ισχύος. Ελέγχεται το θερμόμετρο που είναι τοποθετημένο σε νερό στο χώρο εργασίας, θεωρούμε ότι η θερμοκρασία αυτή ταυτίζεται με τη θερμοκρασία του διαλύματος. Η θερμοκρασία εγγράφεται στο ειδικό υπολογιστικό φύλλο Excel κατά Αλμπανάκης (2011) , γεγονός που επιφέρει αυτόματη διόρθωση των χρόνων δειγματοληψίας. Η θερμοκρασία και οι χρόνοι δειγματοληψίας καταγράφονται στο έντυπο καταγραφής μετρήσεων. Ετοιμάζεται το χρονόμετρο και ελέγχεται η Multipipette (ένδειξη 2000μ, καλή λειτουργία κατά την πρόσληψη και απόρριψη του δείγματος). Το διάλυμα  $\delta \leq 4\Phi$  αφαιρείται από το δονητή και μεταφέρεται στον κύλινδρο, όπου συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι τα 161ml. Ο κύλινδρος κλείνει με ειδικό πώμα. Ανακινείται καλά το διάλυμα, ώστε όλο το δείγμα να βρεθεί σε αιώρηση. Μόλις ο κύλινδρος ακουμπήσει κάτω, τίθεται σε λειτουργία το χρονόμετρο, αφαιρείται προσεκτικά το πώμα και ετοιμαζόμαστε για την πρώτη δειγματοληψία που πραγματοποιείται σύμφωνα με τους χρόνους δειγματοληψίας που έχουμε καταγράψει (4Φ σε χρόνο 14sec και 8Φ σε 31min και 58sec). Για τη δειγματοληψία, βάζουμε με προσοχή το στόμιο της Multipipette στο διάλυμα, στο κέντρο του κυλίνδρου και πιέζουμε το κουμπί για την αναρρόφηση. Με το δείγμα στη Multipipette, πιέζουμε μια φορά το κουμπί εξαγωγής υγρού και αδειάζουμε λίγο διάλυμα σε βοηθητικό σκεύος, είναι αυτόματη διόρθωση του μηχανήματος. Δεύτερη φορά πιέζουμε το κουμπί εξαγωγής υγρού και συλλέγουμε το πρώτο δείγμα των 2ml στο ζυγισμένο δοχείο 4Φ. Τέλος, πιέζουμε δύο ακόμη συνεχόμενες φορές ώστε να αδειάσει στο βοηθητικό σκεύος η επέκταση στομίου. Η Multipipette είναι έτοιμη για την επόμενη μέτρηση. Η επέκταση στομίου της multipipette έχει σημειωμένες τρεις ενδείξεις, η πρώτη στα 6cm απόσταση από την άκρη του ακροφύσιου, η δεύτερη στα 3cm και η τρίτη στα 0,8cm. Επίσης στον κύλινδρο είναι σημειωμένη με μια γραμμή η ένδειξη ανώτατης στάθμης των 161ml. Στην δειγματοληψία 4Φ, η ένδειξη των 6cm του ακροφύσιου της multipipette πρέπει να συμπίπτει οπτικά με την ένδειξη των 161ml του κυλίνδρου. Στην δειγματοληψία 8Φ, η ένδειξη των 3cm του ακροφύσιου της multipipette πρέπει να συμπίπτει

οπτικά με την ενεργή στάθμη του διαλύματος. Τα μεταλλικά δοχεία με τα δείγματα αφήνονται να στεγνώσουν είτε στη θερμαινόμενη εστία χαμηλής ισχύος στην οποία ήδη βρίσκονται, είτε μεταφέρονται στο φούρνο. Στη συνέχεια τα μεταλλικά δοχεία με τα στεγνά δείγματα, αφού κρυώσουν στον αφυγραντήρα, ζυγίζονται σε ζυγαριά μεγάλης ακρίβειας και τα μεικτά βάρη καταγράφονται στο έντυπο καταγραφής μετρήσεων. Υπολογίζονται τα καθαρά βάρη με Calgon και στη συνέχεια τα καθαρά βάρη χωρίς Calgon και τέλος τα επί τοις % ποσοστά ως προς το αρχικό δείγμα, τα οποία χρησιμοποιούνται για την τελική εξαγωγή των συμπερασμάτων.



**Εικόνα 12.** Η πιπέτα σε θέση λήψης δείγματος στον κύλινδρο καθίζησης. (Αλμπανάκης, 2011)

### ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΣΙΦΩΝΙΟΥ (PIPET)

**Computation of A coefficient :**  
 Give Temperature **24.0**  
 for clays and quartz density (2.65)

$t = h / (1500 \cdot A \cdot d^2)$

| A. coef   |      | Clays, Quart | Amphiboles |
|-----------|------|--------------|------------|
| T Celsius |      | 3            | 3.35       |
| 16        | 3.25 | 3.92         | 4.8        |
| 20        | 3.57 | 4.33         | 5.08       |
| 24        | 3.93 | 4.78         | 5.6        |
| 28        | 4.3  | 5.21         | 6.21       |
| 32        | 4.68 | 5.67         | 6.6        |

**A = 0.0004T<sup>2</sup> + 0.0715T + 1.9826**

| φ | d mm  | ρ <sub>solid</sub> kg/m <sup>3</sup> | A. coef | t min   | hours | mm | sec | sample         | time   | dry weight | ml cylinder                  | 150 |
|---|-------|--------------------------------------|---------|---------|-------|----|-----|----------------|--------|------------|------------------------------|-----|
| 1 | 4.0   | 0.002125                             | 6.0     | 5.20    | 0     | 0  | 15  | coarse silt    | 0.0350 |            | g sediment                   | 2   |
| 2 | 1.0   | 0.011125                             | 6.7     | 0.96    | 0     | 0  | 60  | medium silt    | 0.0    |            | ml micro pipette             | 2   |
| 3 | 0.5   | 0.015500                             | 6.4     | 0.77    | 0     | 3  | 46  | fine silt      | 7.0    |            |                              |     |
| 4 | 0.25  | 0.027800                             | 6.1     | 14.22   | 0     | 14 | 13  | very fine silt | 8.0    | 0.0200     | 100% pwp ml (g) = 0.0400     |     |
| 5 | 0.075 | 0.022395                             | 3.0     | 35.47   | 0     | 35 | 26  | coarse clay    | 9.0    |            | 2% of concentration = 0.0020 |     |
| 6 | 0.025 | 0.011195                             | 0.8     | 35.70   | 0     | 35 | 41  | medium clay    | 10.0   |            |                              |     |
|   | 10.0  | 0.000998                             | 0.8     | 141.34  | 2     | 21 | 20  | fine clay      | 11.0   |            | sand % = 12.5                |     |
|   | 11.0  | 0.000449                             | 0.0     | 565.36  | 9     | 25 | 21  |                | 12.0   |            | silt % = 37.5                |     |
|   | 12.0  | 0.00024                              | 0.0     | 2366.6  | 39    | 16 | 38  |                | 13.0   |            | clay % = 50.0                |     |
|   | 13.0  | 0.00012                              | 0.0     | 9426.58 | 157   | 6  | 34  |                |        |            | clay / silt = 1 1/3          |     |
|   |       |                                      |         |         |       |    |     |                |        |            | silt to clay wt % = 42.86    |     |

| silts/clay | sand | silt clay | sand clay |
|------------|------|-----------|-----------|
| 42.86      | 12.5 | 43.75     | 12.5      |
|            |      |           |           |
|            |      |           |           |
|            |      |           |           |
|            |      |           |           |
|            |      |           |           |
|            |      |           |           |
|            |      |           |           |

### ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΤΑ FOLK

**POCOCITO KPOKAKON**

**THAKO MUD**

**POCOCITO KPOKAKON**

**AIAADE SAND**

**POCOCITO KPOKAKON**

**IYI SILT**

**LEGEND:**

G = GRAVEL / GRAVEL  
 g = GRAVEL / GRAVEL  
 S = SAND / SAND  
 s = SAND / SAND  
 C = CLAY / CLAY  
 c = CLAY / CLAY  
 M = MUD / MUD  
 m = MUD / MUD  
 Z = ZILTY / ZILTY  
 z = ZILTY / ZILTY

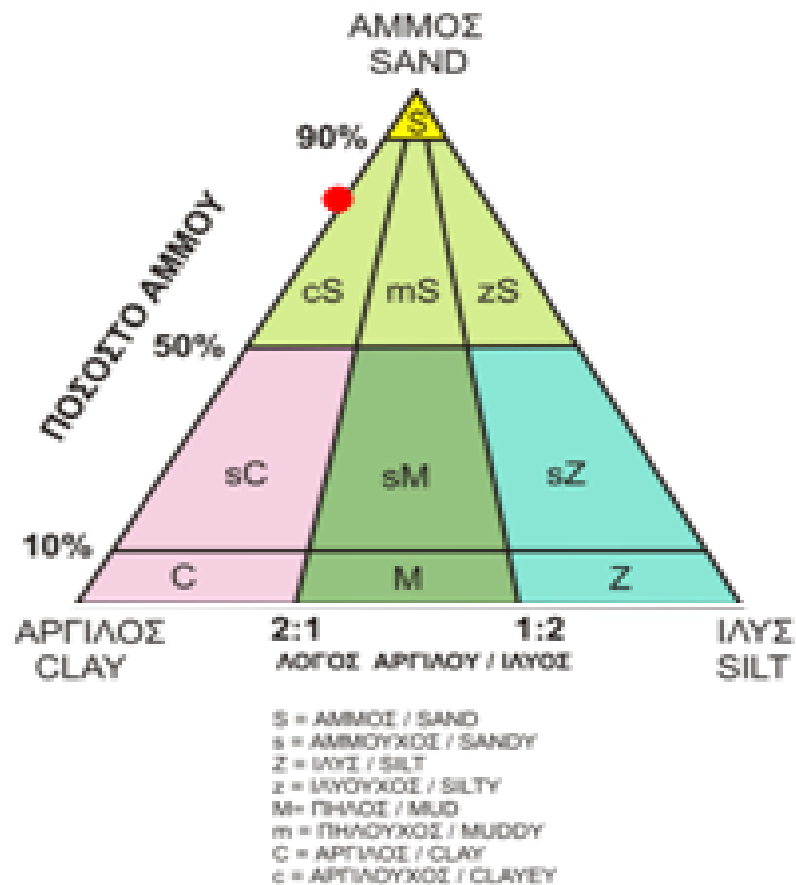
15/2/2016

### 3.3 Αποτελέσματα

#### 3.3.1 Συνοπτικός Πίνακας

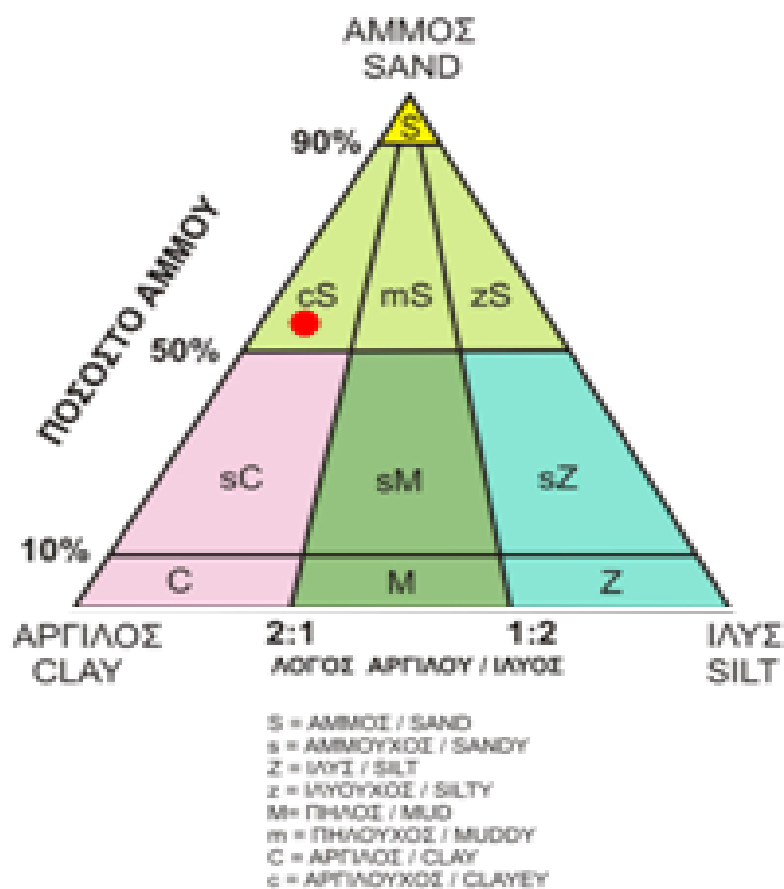
| ΔΕΙΓΜΑ | ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ                      |
|--------|-------------|--------------------------------|
| 1      | cS          | Αργιλούχος άμμος               |
| 2      | cS          | Αργιλούχος άμμος               |
| 3      | S           | Άμμος                          |
| 4      | cS-mS       | Αργιλούχος-πηλούχος άμμος      |
| 5      | S           | Άμμος                          |
| 6      | S           | Άμμος                          |
| 7      | zS          | Ιλσούχος άμμος                 |
| 8      | cS          | Αργιλούχος άμμος               |
| 9      | S-mS-zS     | Άμμος- Πηλούχος-ιλσούχος άμμος |
| 10     | mS-zS       | Πηλούχος-ιλσούχος άμμος        |
| 11     | mS-zS       | Πηλούχος-ιλσούχος άμμος        |
| 12     | zS          | Ιλσούχος άμμος                 |
| 13     | mS          | Πηλούχος άμμος                 |
| 14     | cS          | Αργιλούχος άμμος               |
| 15     | sZ          | Αμμώχος ιλύς                   |
| 16     | zS          | Ιλσούχος άμμος                 |
| 17     | cS          | Αργιλούχος άμμος               |
| 18     | sZ          | Αμμώχος ιλύς                   |
| 19     | cS-mS       | Αργιλούχος-πηλούχος άμμος      |

## Δείγμα 1



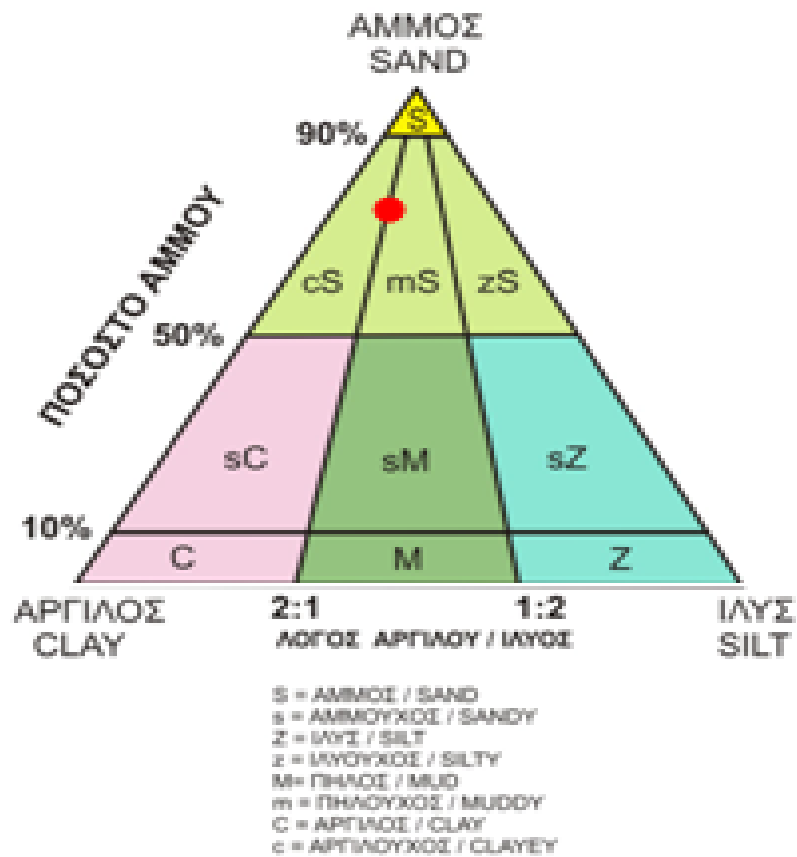
|                     |          |                |                          |         |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|---------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161     |
| 4,0                 | 4s       | 0,0010         | g sediment               | 0,37    |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipet           | 2       |
| 6,0                 |          |                |                          |         |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0046  |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0010         | 5% of concentration(g) = | 0,0002  |
| 9,0                 |          |                |                          |         |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 78,2    |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 0,0     |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 21,8    |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | #DIV/0! |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 0,00    |

## Δείγμα 2



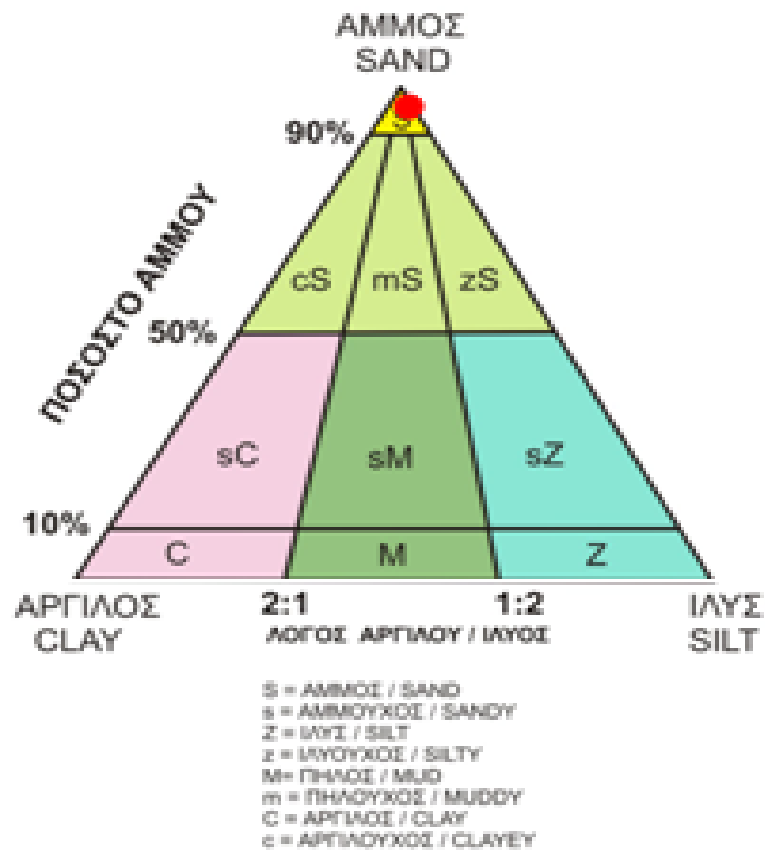
|                     |           |                |                          |        |
|---------------------|-----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time      | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s        | 0,0018         | g sediment               | 0,322  |
| 5,0                 |           |                | ml micro pipet           | 2      |
| 6,0                 |           |                |                          |        |
| 7,0                 |           |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0040 |
| 8,0                 | 31min,58s | 0,0015         | 5% of concentration(g) = | 0,0002 |
| 9,0                 |           |                |                          |        |
| 10,0                |           |                | sand % =                 | 55,0   |
| 11,0                |           |                | silt % =                 | 7,5    |
| 12,0                |           |                | clay % =                 | 37,5   |
| 13,0                |           |                | clay / silt =            | 5      |
|                     |           |                | silt to clay+silt % =    | 16,67  |

#### Δείγμα 4



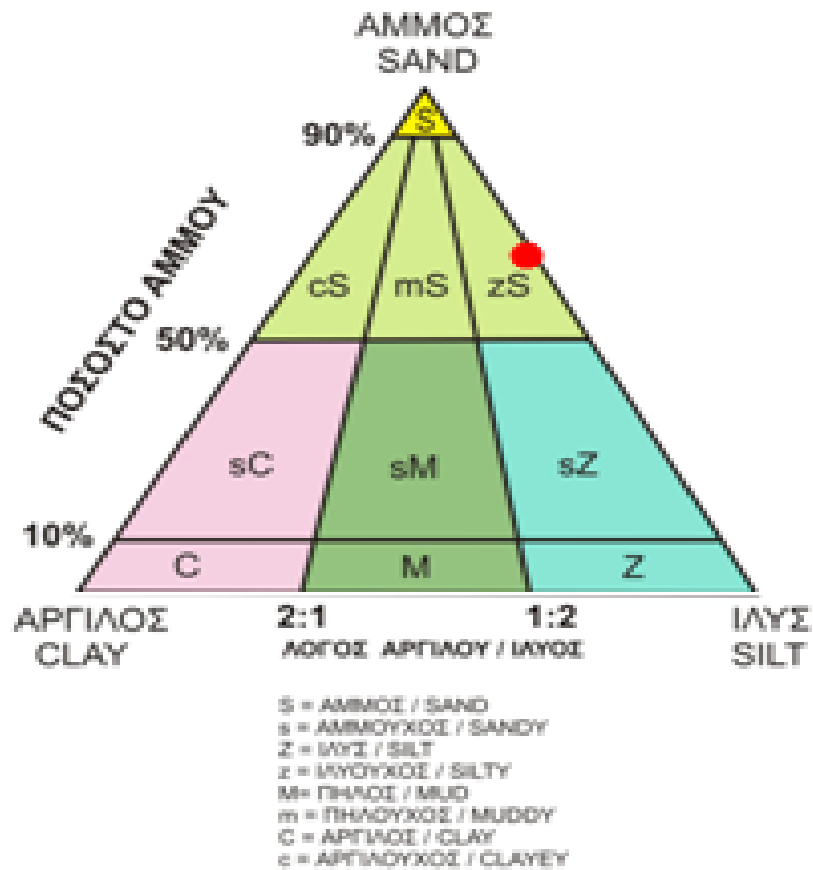
|                             |          |                |                          |        |
|-----------------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| Φ=-<br>log <sub>2</sub> (d) | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                         | 4s       | 0,0018         | g sediment               | 0,575  |
| 5,0                         |          |                | ml micro pipet           | 2      |
| 6,0                         |          |                |                          |        |
| 7,0                         |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0071 |
| 8,0                         | 31min58s | 0,0012         | 5% of concentration(g) = | 0,0004 |
| 9,0                         |          |                |                          |        |
| 10,0                        |          |                | sand % =                 | 74,8   |
| 11,0                        |          |                | silt % =                 | 8,4    |
| 12,0                        |          |                | clay % =                 | 16,8   |
| 13,0                        |          |                | clay / silt =            | 2      |
|                             |          |                | silt to clay+silt % =    | 33,33  |

## Δείγμα 6



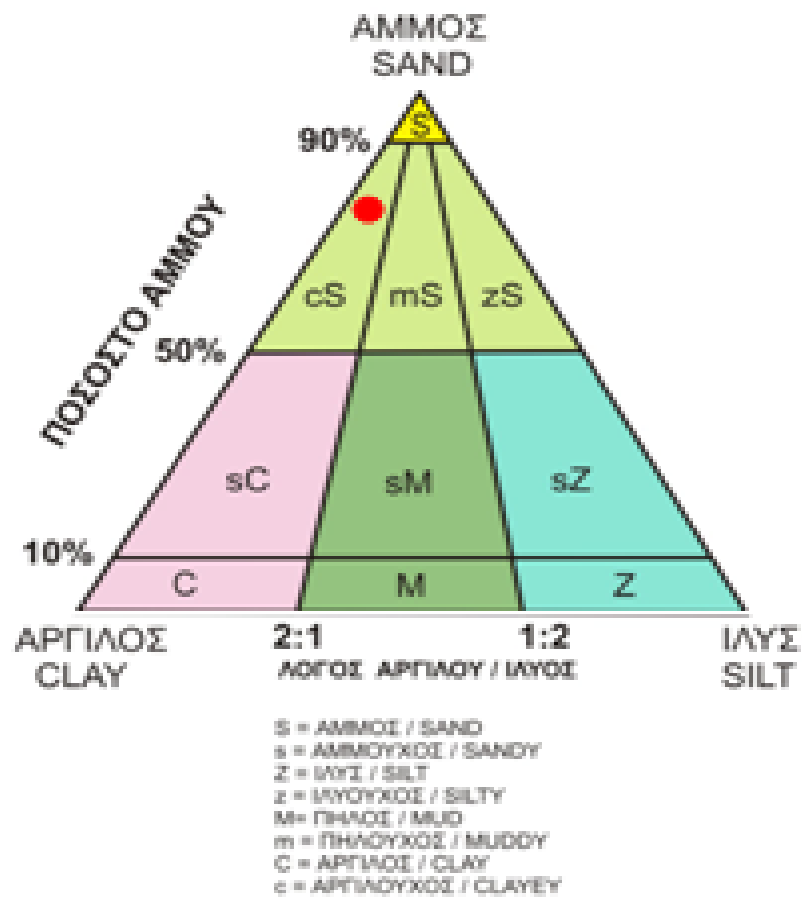
|                             |          |                |                          |        |
|-----------------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| Φ=-<br>log <sub>2</sub> (d) | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                         | 4s       | 0,0003         | g sediment               | 0,555  |
| 5,0                         |          |                | ml micro pipet           | 2      |
| 6,0                         |          |                |                          |        |
| 7,0                         |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0069 |
| 8,0                         | 31min58s | 0,0001         | 5% of concentration(g) = | 0,0003 |
| 9,0                         |          |                |                          |        |
| 10,0                        |          |                | sand % =                 | 95,6   |
| 11,0                        |          |                | silt % =                 | 2,9    |
| 12,0                        |          |                | clay % =                 | 1,5    |
| 13,0                        |          |                | clay / silt =            | 1/2    |
|                             |          |                | silt to clay+silt % =    | 66,67  |

## Δείγμα 7



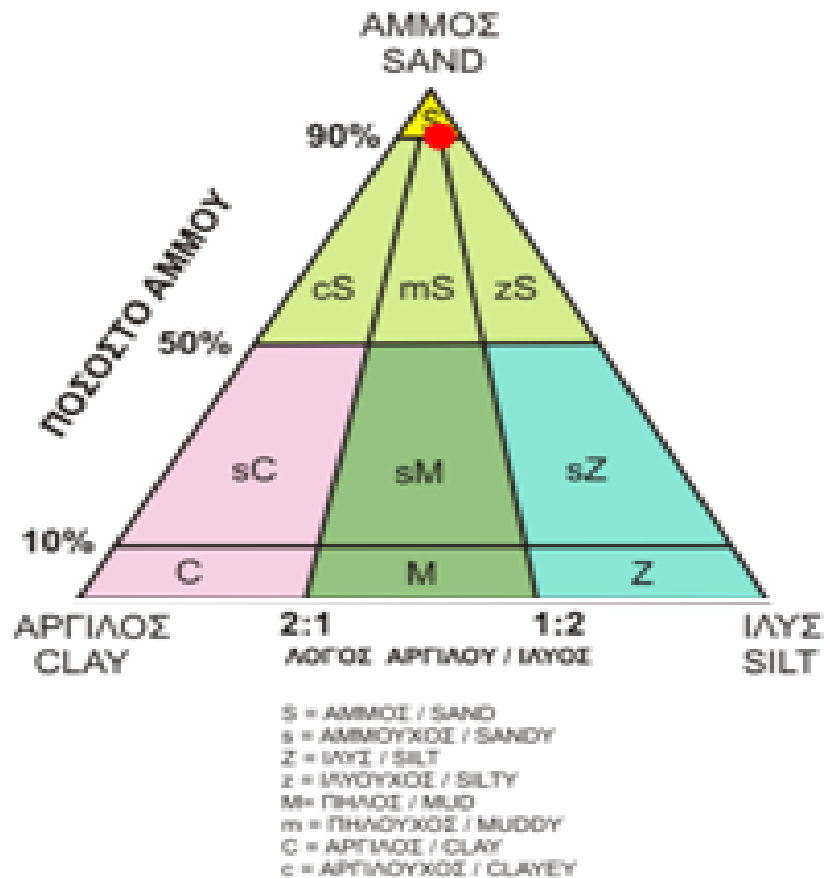
|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0017         | g sediment               | 0,405  |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipette         | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0050 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0002         | 5% of concentration(g) = | 0,0003 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 66,2   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 29,8   |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 4,0    |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 2/15   |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 88,24  |

## Δείγμα 8



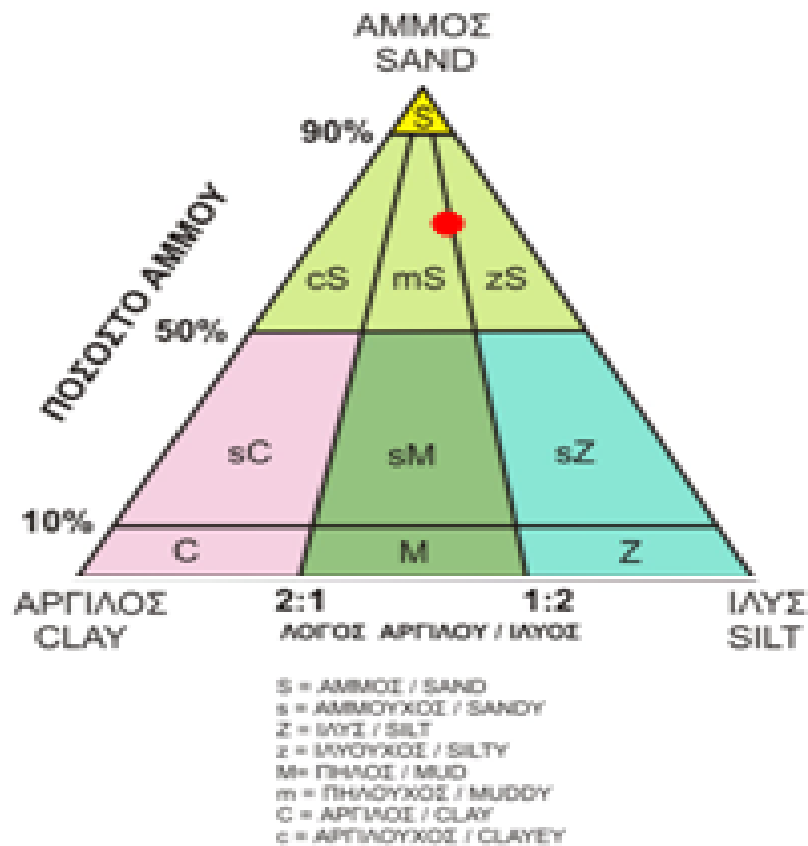
|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0016         | g sediment               | 0,559  |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipette         | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0069 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0013         | 5% of concentration(g) = | 0,0003 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 77,0   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 4,3    |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 18,7   |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 4 1/3  |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 18,75  |

## Δείγμα 9



|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0011         | g sediment               | 0,9183 |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipet           | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0114 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0005         | 5% of concentration(g) = | 0,0006 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 90,4   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 5,3    |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 4,4    |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 5/6    |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 54,55  |

## Δείγμα 10



|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0025         | g sediment               | 0,7164 |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipet           | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0089 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0010         | 5% of concentration(g) = | 0,0004 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 71,9   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 16,9   |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 11,2   |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 2/3    |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 60,00  |

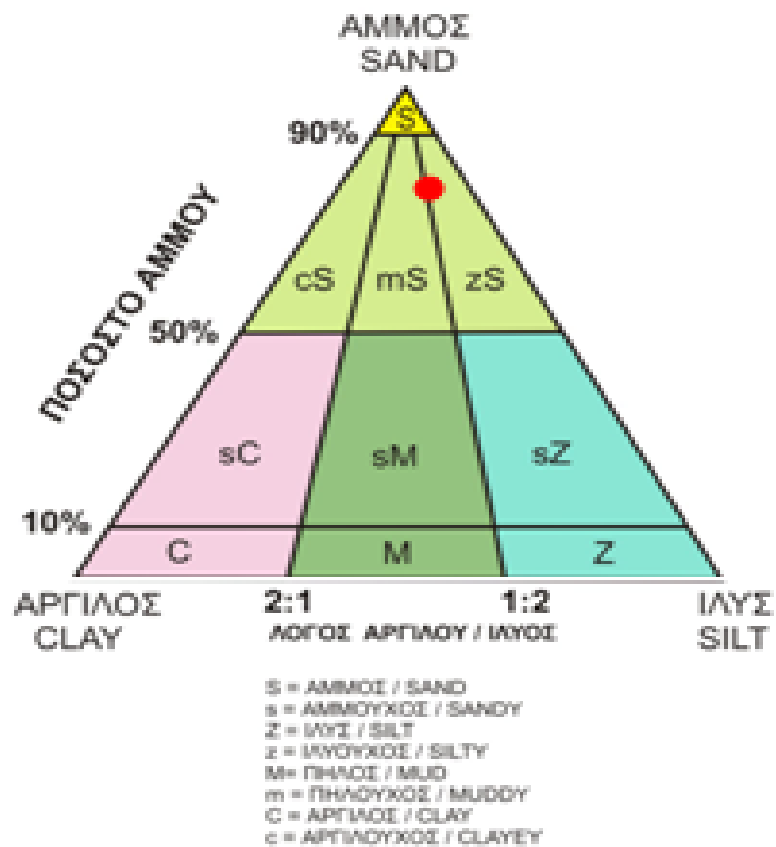


**Φωτογρ. 1** Νοτιοανατολική πλευρά, μέσα στη λεκάνη της αλυκής (2012).



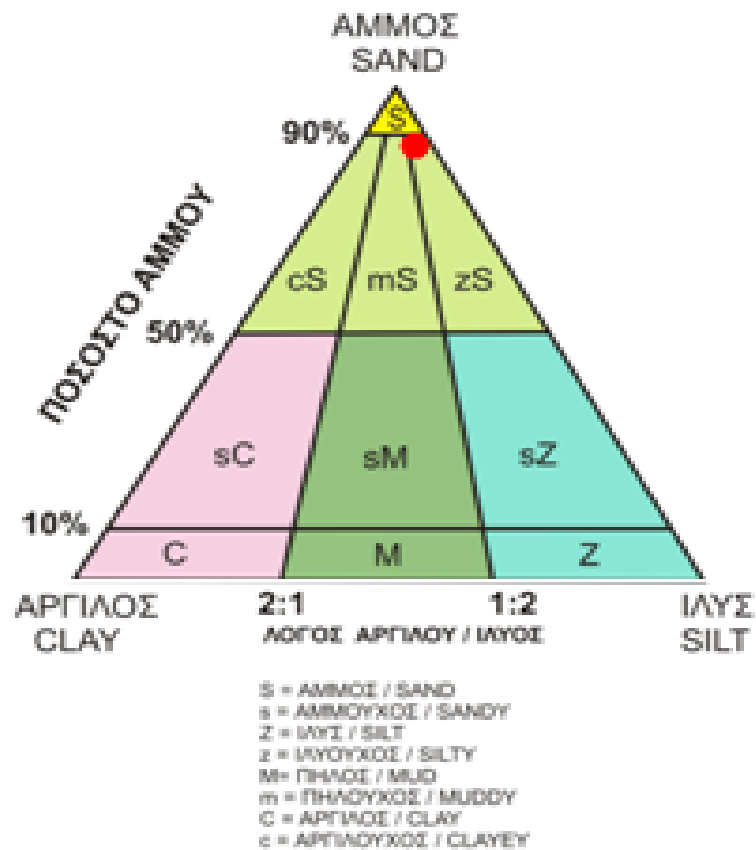
**Φωτογρ.2.** Ανατολικά της αλυκής Ακρωτηρίου (2012).

## Δείγμα 11



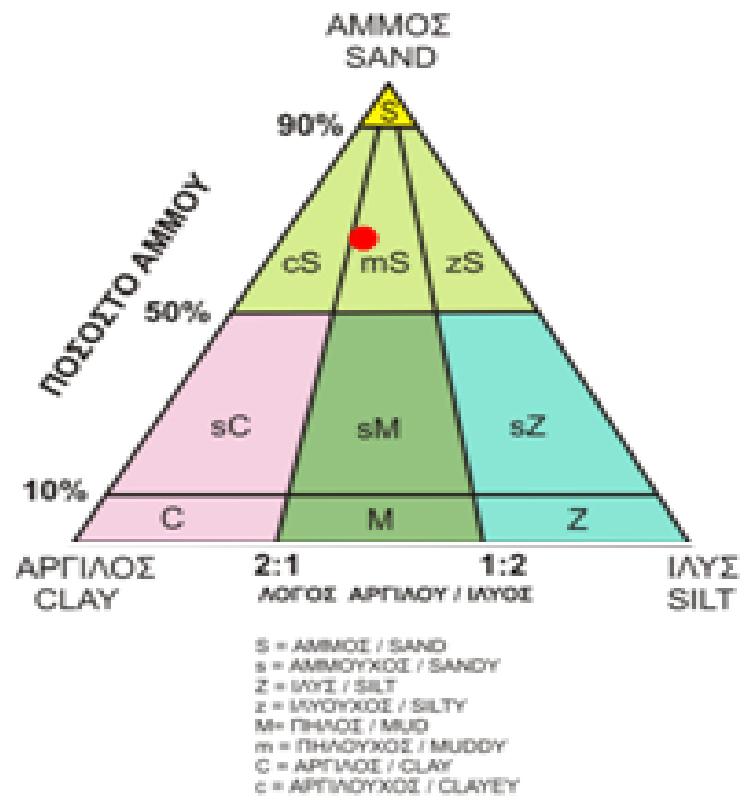
|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0011         | g sediment               | 0,426  |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipet           | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0053 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0004         | 5% of concentration(g) = | 0,0003 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 79,2   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 13,2   |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 7,6    |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 4/7    |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 63,64  |

## Δείγμα 12



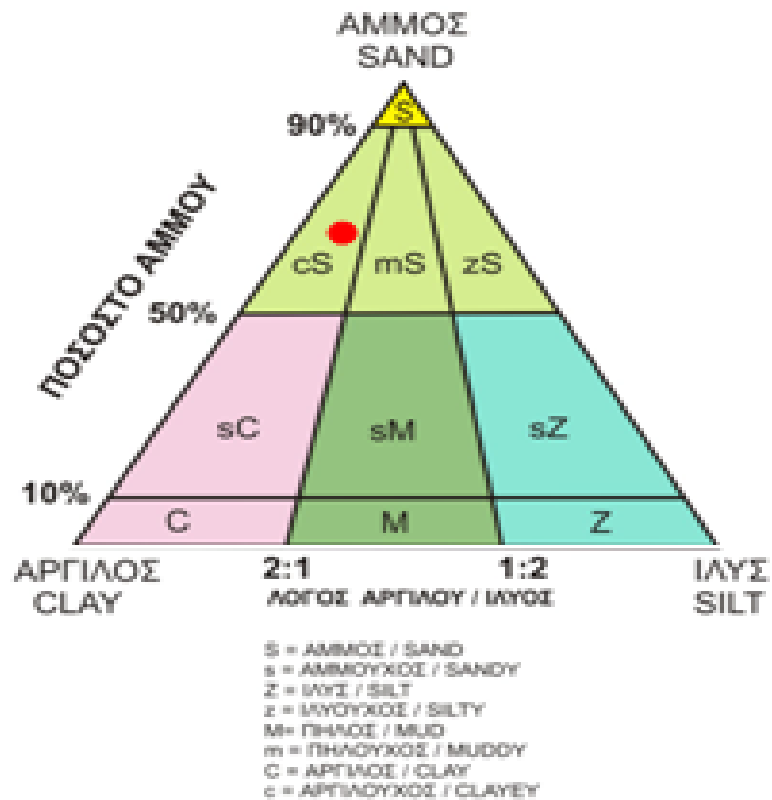
|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0009         | g sediment               | 0,588  |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipet           | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0073 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0003         | 5% of concentration(g) = | 0,0004 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 87,7   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 8,2    |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 4,1    |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 1/2    |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 66,67  |

### Δείγμα 13



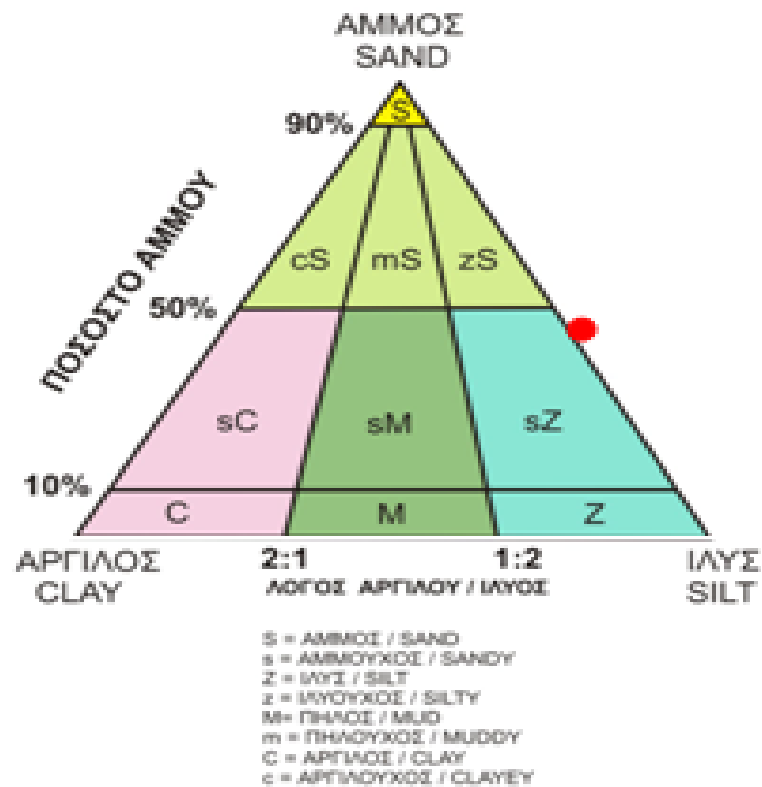
|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0016         | g sediment               | 0,377  |
| 5,0                 |          |                | ml micro pippet          | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0047 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0010         | 5% of concentration(g) = | 0,0002 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 65,8   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 12,8   |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 21,4   |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 1 2/3  |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 37,50  |

### Δείγμα 14



|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0009         | g sediment               | 0,221  |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipet           | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0027 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0007         | 5% of concentration(g) = | 0,0001 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 67,2   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 7,3    |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 25,5   |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 3 1/2  |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 22,22  |

## Δείγμα 15

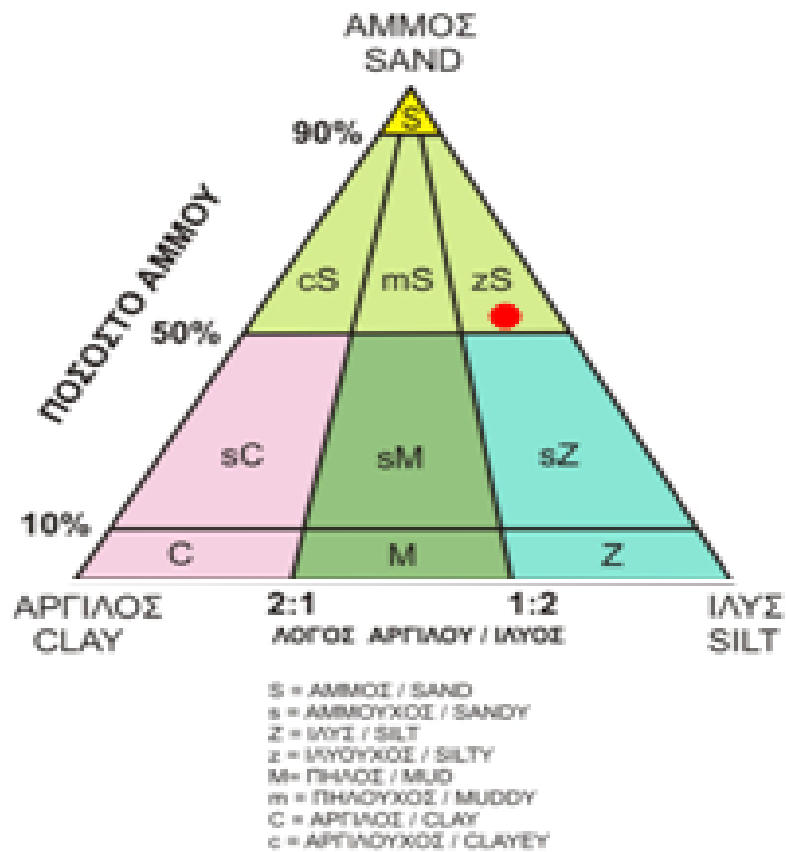


|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0028         | g sediment               | 0,414  |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipet           | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0051 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0001         | 5% of concentration(g) = | 0,0003 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 45,6   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 52,5   |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 1,9    |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 1/27   |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 96,43  |



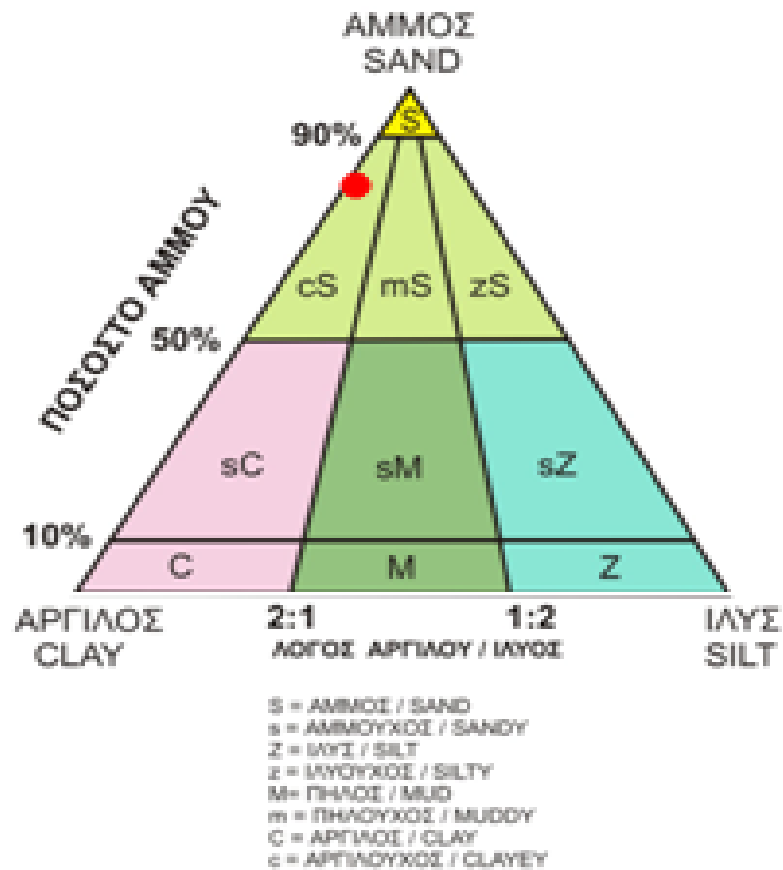
**Φωτογρ. 3.** Οργανικά υπολείμματα στα βορειανατολικά της Αλυκής (2012).

## Δείγμα 16



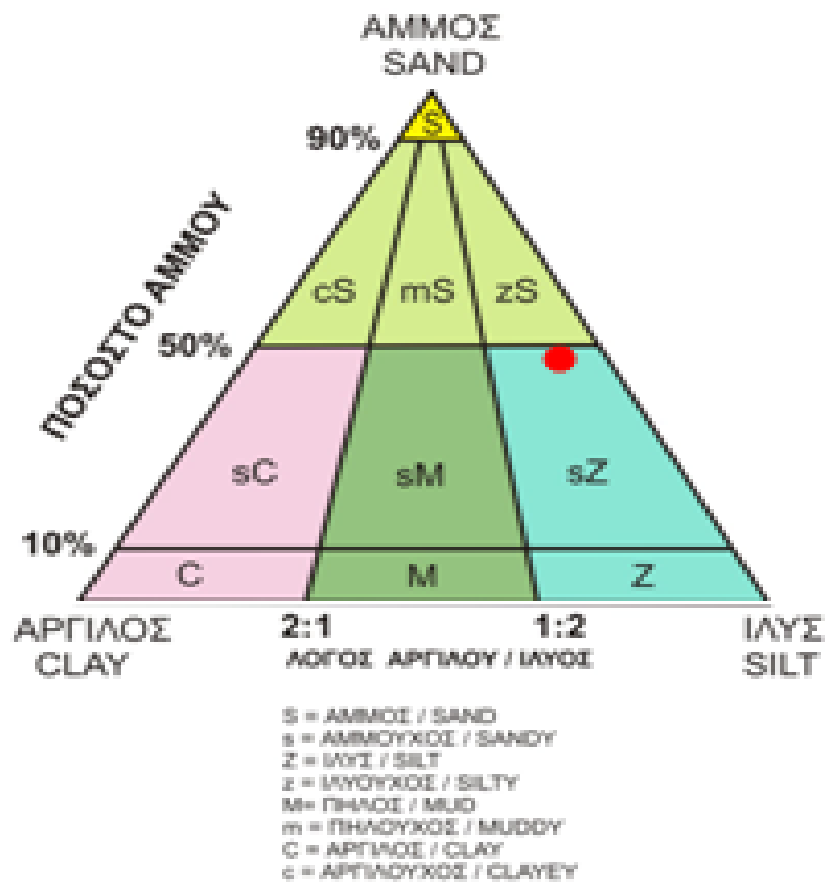
|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0038         | g sediment               | 0,654  |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipet           | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0081 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0009         | 5% of concentration(g) = | 0,0004 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 53,2   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 35,7   |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 11,1   |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 9/29   |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 76,32  |

### Δείγμα 17



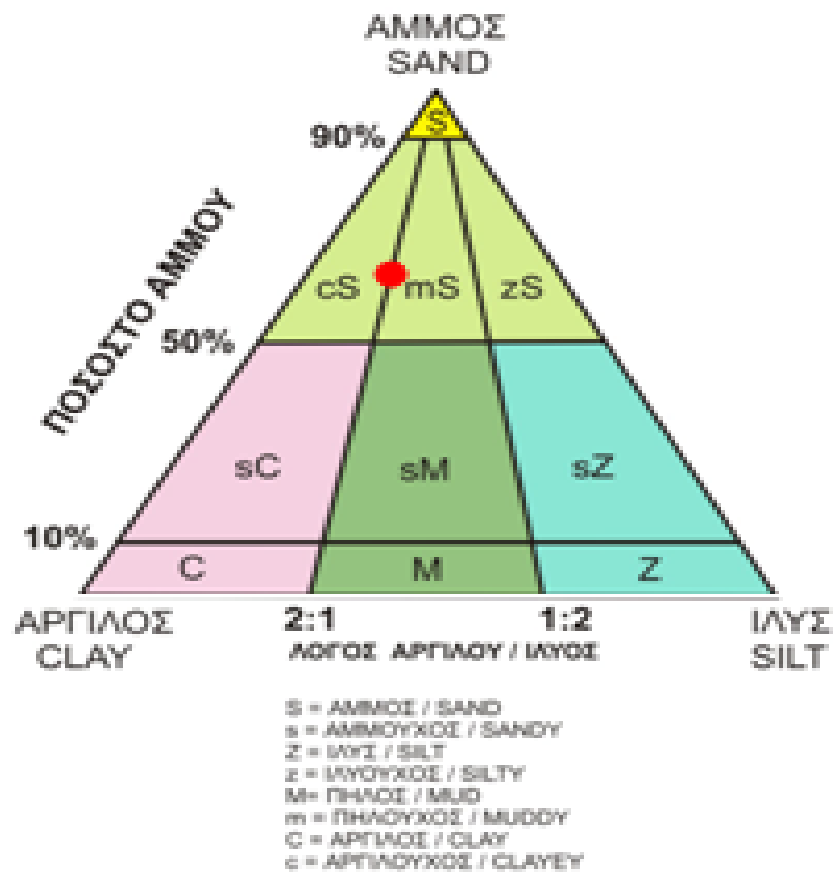
|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0011         | g sediment               | 0,455  |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipette         | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0057 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0010         | 5% of concentration(g) = | 0,0003 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 80,5   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 1,8    |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 17,7   |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 10     |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 9,09   |

## Δείγμα 18



|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0021         | g sediment               | 0,319  |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipet           | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0040 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0004         | 5% of concentration(g) = | 0,0002 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 47,0   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 42,9   |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 10,1   |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 4/17   |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 80,95  |

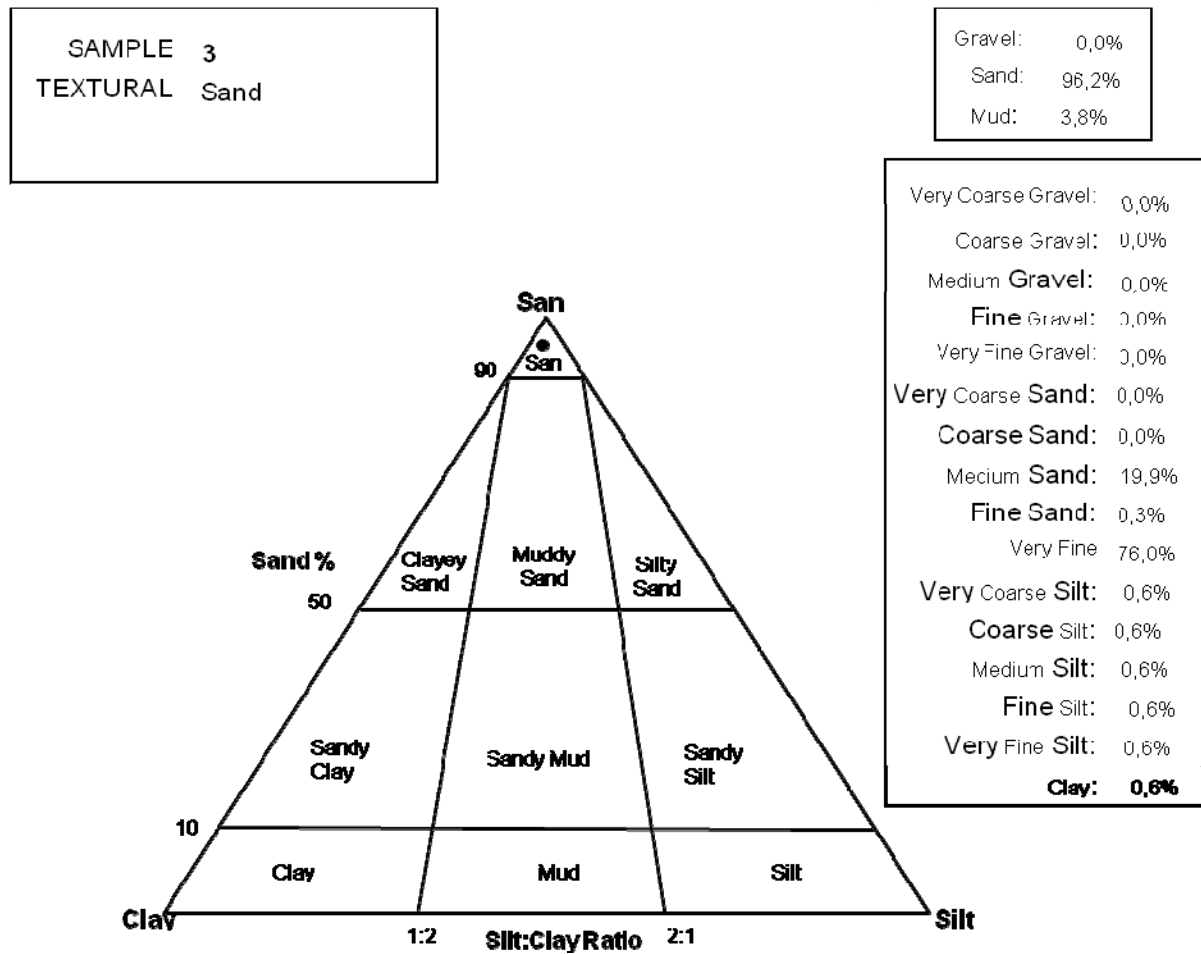
## Δείγμα 19



|                     |          |                |                          |        |
|---------------------|----------|----------------|--------------------------|--------|
| $\Phi = -\log_2(d)$ | time     | net dry weight | ml cylinder              | 161    |
| 4,0                 | 4s       | 0,0015         | g sediment               | 0,33   |
| 5,0                 |          |                | ml micro pipette         | 2      |
| 6,0                 |          |                |                          |        |
| 7,0                 |          |                | 100% pipet ml (g) =      | 0,0041 |
| 8,0                 | 31min58s | 0,0010         | 5% of concentration(g) = | 0,0002 |
| 9,0                 |          |                |                          |        |
| 10,0                |          |                | sand % =                 | 63,4   |
| 11,0                |          |                | silt % =                 | 12,2   |
| 12,0                |          |                | clay % =                 | 24,4   |
| 13,0                |          |                | clay / silt =            | 2      |
|                     |          |                | silt to clay+silt % =    | 33,33  |

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω τα δείγματα 3 και 5 εφαρμόστηκε η μέθοδος του κοσκινίσματος και τα ακόλουθα αποτελέσματα είναι :

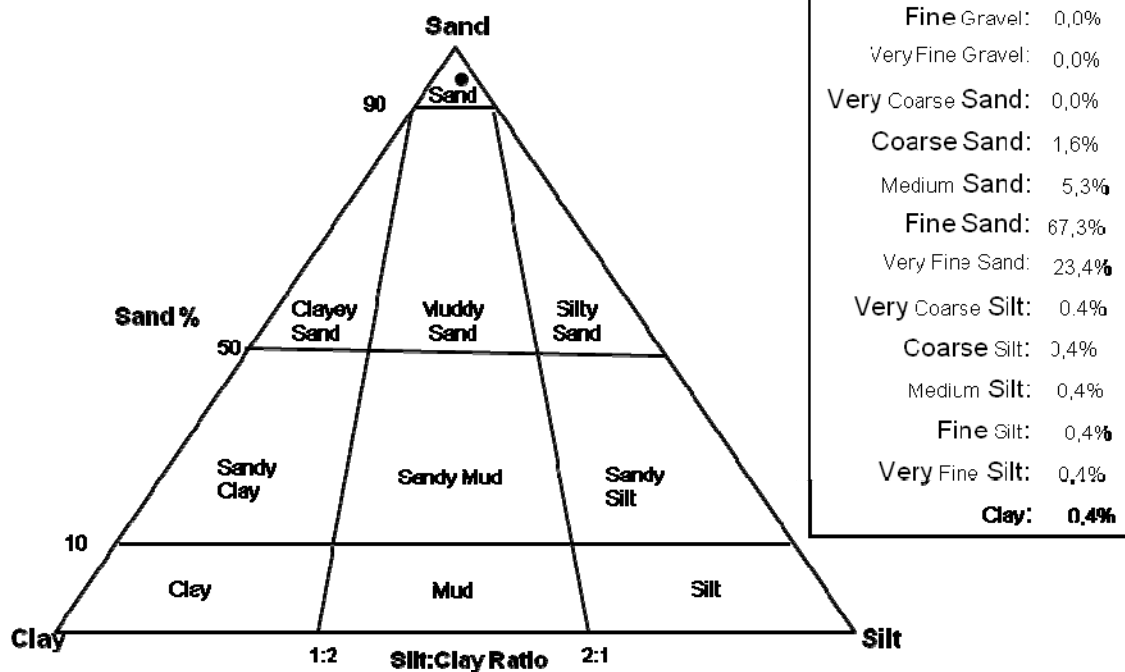
### Δείγμα 3



## Δείγμα 5

SAMPLE 5  
TEXTURAL Sand

Gravel: 0,0%  
Sand: 97,6%  
Mud: 2,4%



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα στην περιοχή Ακρωτηρίου οι πρόσφατες αποθέσεις αποτελούνται από λεπτόκοκκο υλικό, άμμο, ιλύ, άργιλο.

Στη περιοχή μελέτης, αρχικά προϋπήρχε ένα νησάκι αποτελούμενο από υλικά υποβάθρου, που εκτεινόταν ανάμεσα στα ακρωτήρια Ζευγάρι και Γάτας. Σε περιοχές εκβολών όπου η θάλασσα είναι αβαθής, η αλληλεπίδραση των παράκτιων ρευμάτων-κυμάτων της θάλασσας και των χειμαρρικών-ποτάμιων ιζημάτων συμβάλλουν στη δημιουργία λουρονησίδων και επιμήκων σχηματισμών άμμου (αμμολωρίδων). Οι ποταμοί Κούρης και Γαρύλλης με τις αποθέσεις τους άρχισαν να δημιουργούν αμμολωρίδες από άμμο και χαλίκια, με αποτέλεσμα σταδιακά να φτάσουν στο νησάκι και αυτό να ενωθεί με την υπόλοιπη Κύπρο. Μεταξύ των αμμολωρίδων εγκλωβίστηκε η αλυκή.

Το γεγονός ότι η άμμος και τα χαλίκια είναι εξαιρετικά υδροπερατές αποθέσεις, εξηγεί την εισροή θαλάσσιου νερού στην αλυκή. Επιπλέον, οι κλιματικές συνθήκες στην Κύπρο ευνοούν τη διαδικασία της εξάτμισης του νερού από την αλυκή, με αποτέλεσμα την αύξηση της και δημιουργίας εβαποριτικών αποθέσεων.

Η αλυκή του Ακρωτηρίου πριν από μερικές δεκαετίες ήταν μεγαλύτερη σε έκταση συγκριτικά με τις σημερινές τις διαστάσεις. Τα τελευταία χρόνια, λόγω της μειωμένης βροχόπτωσης στην περιοχή και της κατασκευής του φράγματος του Κούρρη και του Νότιου Αγωγού, (ο οποίος παίρνει συνεχώς νερό από την λεκάνη απορροής του για υδρευτικές ανάγκες), το σύστημα των παράκτιων υγροτόπων έχει επηρεαστεί. Η μείωση του γλυκού νερού και η αύξηση του αλμυρού από θαλάσσια διείσδυση, είχε σαν αποτέλεσμα να μειωθεί ο ρυθμός της κλαστικής ιζηματογένεσης και να έχουμε κυρίως ανάπτυξη μιας Εβαποριτικής ζώνης ή ζώνης Sabhka.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ψιλοβίκος Αν. , Ψιλοβίκος Αρ. (2010): Ιζηματολογία. Εκδόσεις Τζιόλα. Σελ (1-358)
- Αλμπανάκης, Κ. (2011): Πρόταση δημιουργίας κοκκομετρικής ανάλυσης με τη μέθοδο του σιφωνίου (πιπέτας) με υποδεκαπλάσιο χρόνο ανάλυσης. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας (υπό έκδοση).
- Blott J. (2000): GRADISTAT Version 6.0 Grain Size Distribution and statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments by Sieving or Laser Granulometer

## ΙΣΤΟΛΟΓΙΟ

- [http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/resources\\_gr](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/resources_gr)
- [http://www.moa.gov.cy/moa/gsd/gsd.nsf/dmlTectonic\\_gr/dmlTectonic\\_gr?OpenDocument](http://www.moa.gov.cy/moa/gsd/gsd.nsf/dmlTectonic_gr/dmlTectonic_gr?OpenDocument)
- <http://www.akrotirivillage.org/index.php?lang=el&article=2>
- [http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcyclimate\\_gr/DMLcyclimate\\_gr?OpenDocument](http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcyclimate_gr/DMLcyclimate_gr?OpenDocument)
- [http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/resources\\_gr/resources\\_gr?OpenDocument](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/resources_gr/resources_gr?OpenDocument)
- <http://www.southampton.ac.uk/~imw/Cyprus-Akrotiri-Lake-Coast.htm>