



# Τμήμα Δειφορικής Γεωργίας Γεωπονική Σχολή

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ

Αγγελική Απ. Γαλάνη  
Χημικός PhD  
Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό

**2<sup>ο</sup> Εργαστήριο:**  
Προσδιορισμός κοκκομετρικής σύστασης εδάφους

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- ▶ Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους είναι σημαντική διότι είναι ένας από τους παράγοντες (άλλοι είναι η οργανική ύλη, τα αργιλικά ορυκτά, τα προσροφημένα κατιόντα, το νερό και ο άνθρωπος), οι οποίοι επηρεάζουν την εδαφική δομή.
- ▶ Εδαφική δομή: Ο τρόπος με τον οποίο μεμονωμένοι κόκκοι άμμου, ιλύος και αργίλου συνδέονται και τοποθετούνται στη φυσική κατάσταση εδάφους.
  - ▶ Τα εδαφικά κλάσματα δεν είναι μεμονωμένα. Συνδέονται σχηματίζοντας εδαφικά συσσωματώματα λόγω δυνάμεων συνοχής (έλξη μεταξύ ορυκτών αργίλου) και συνάφειας (έλξη μεταξύ νερού και εδαφικών κόκκων).

# ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ (μια σημαντική φυσική του ιδιότητα)

Άλλες σημαντικές φυσικές ιδιότητες, το εδαφικό πορώδες, η εδαφική θερμοκρασία, το χρώμα εδάφους, η δομή

- ▶ Η κοκκομετρική ανάλυση εδάφους (ή αλλιώς μηχανική ανάλυση εδάφους), είναι η εργαστηριακή τεχνική με την οποία προσδιορίζεται η κοκκομετρική (μηχανική), σύσταση του εδάφους.
- ▶ Ως κοκκομετρική σύσταση εδάφους αναφέρεται η % κ.β. περιεκτικότητα του εδάφους σε άμμο, ιλύ και άργιλο.
- ▶ Οι πιο πολλές αναλύσεις του εδάφους (εξαιρουμένων των φυσικών του ιδιοτήτων), γίνονται σε λεπτή γη (τεμαχίδια εδάφους που περνούν από κόσκινο οπών 2 mm).

Οι κόκκοι ανόργανων συστατικών εδάφους διακρίνονται 1) σε Χάλικες και πέτρες >2mm και 2) σε λεπτή γη <2mm

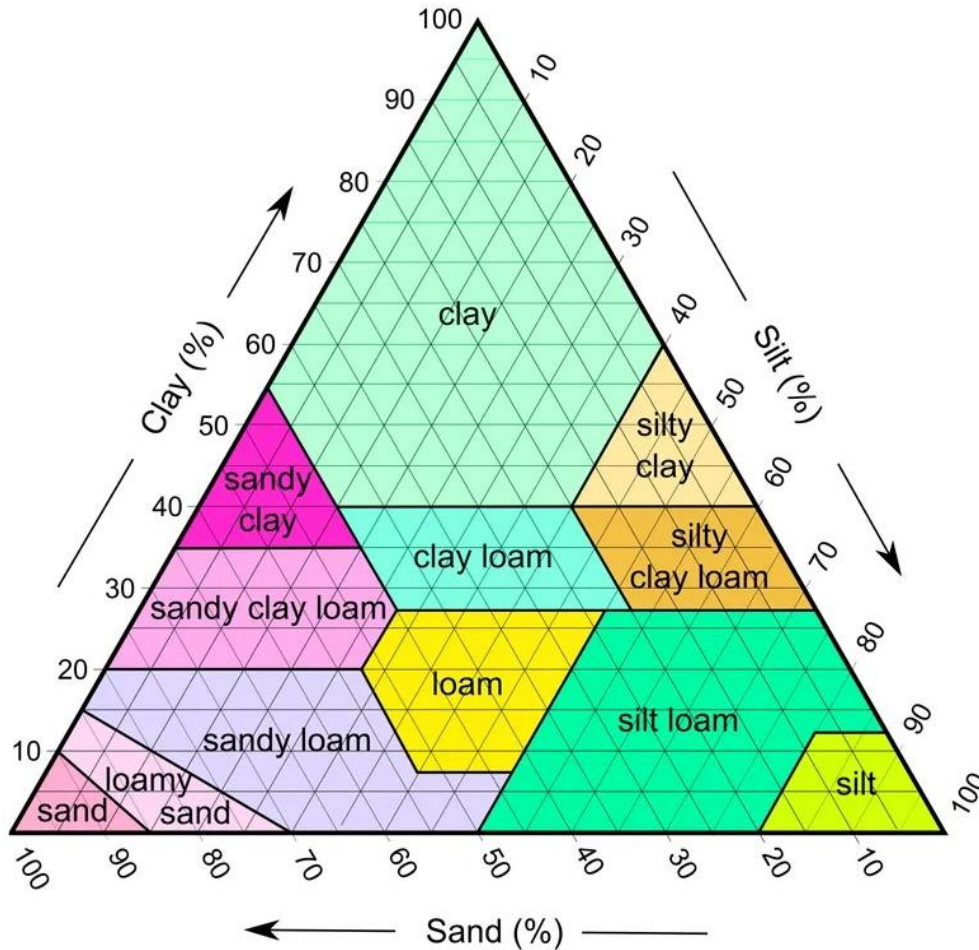
# ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΣΤΕΡΕΗΣ ΦΑΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ (Βάση διαμέτρου σωματιδίων της σε mm)

Κλάσμα	Διεθνές σύστημα	Αμερικάνικο σύστημα
Χονδρή άμμος	2 – 0,2	2 – 0,2
Λεπτή άμμος	0,2 – 0,02	0,2 – 0,05
Ιλύς	0,02 – 0,002	0,05 – 0,002
Άργιλος	< 0,002	< 0,002

► Το να γνωρίζουμε το ποσοστό συμμετοχής του κάθε κλάσματος στη σύσταση εδάφους μας βοηθά να βγάλουμε συμπεράσματα για τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους και κατά επέκταση για την παραγωγικότητά του.

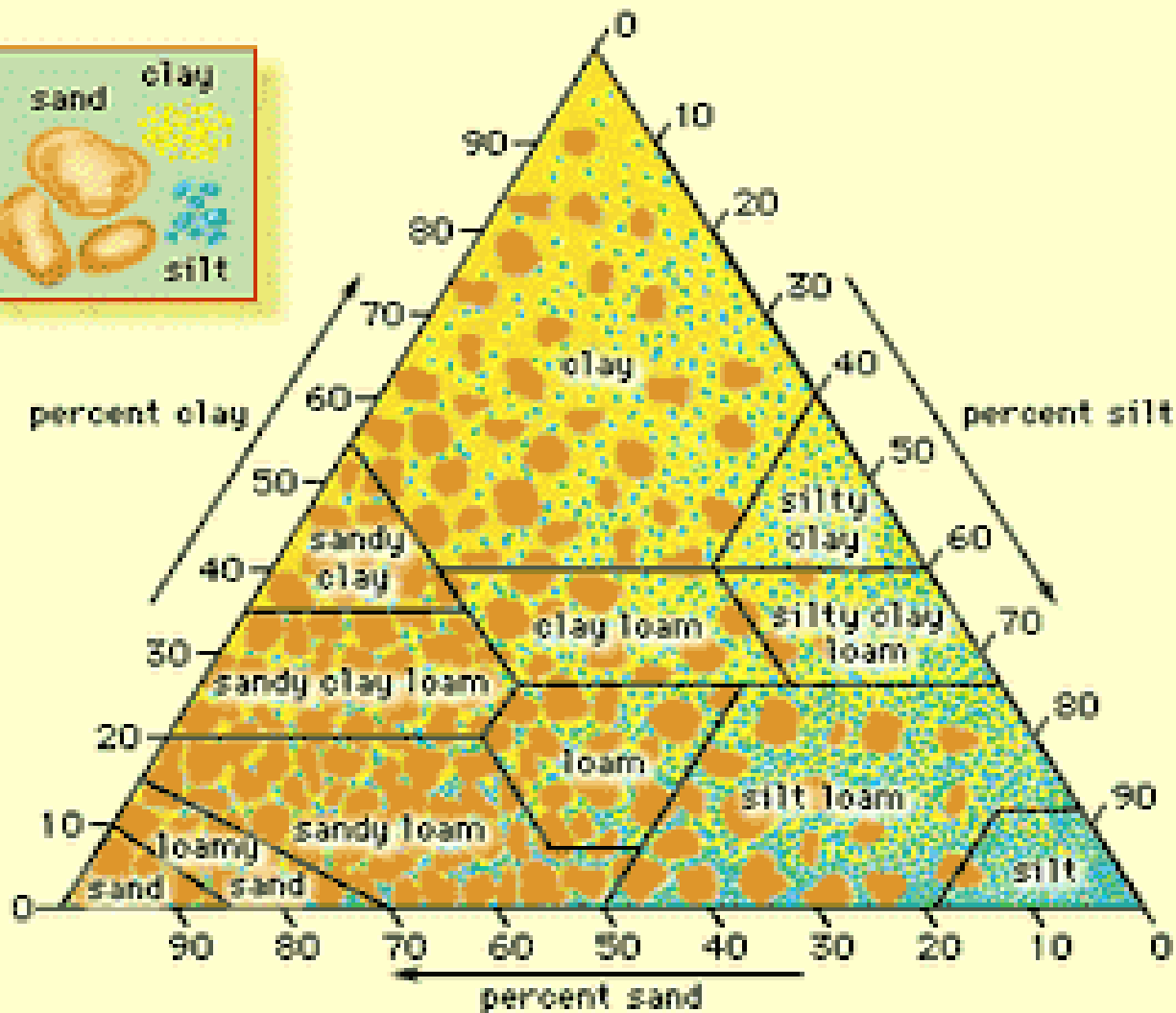
- ✓ Τα τεμαχίδια άμμου και ιλύος θεωρούνται αδρανή σκελετικά συστατικά αποτελούμενα από πρωτογενή ορυκτά μικρής ειδικής επιφάνειας.
- ✓ Τα τεμαχίδια αργίλου λόγω μικρού μεγέθους και μεγάλης ειδικής επιφάνειας, είναι το ενεργό συστατικό ενός εδάφους. Αποτελούνται από δευτερογενή ορυκτά που δίνουν αρνητικά φορτία και συγκρατούν άρα υπό ανταλλάξιμη μορφή τα απαραίτητα θρεπτικά ανόργανα στοιχεία και το νερό.

# ΤΡΙΓΩΝΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΕΛΑΦΟΥΣ



Εικόνα προερχόμενη από: <https://learndirt.com/learn/soil-texture-triangle-soil-composition/>

- Όπου:  
 CLAY: ΑΡΓΙΛΛΟΣ  
 SILT: ΙΛΥΣ  
 SAND : ΑΜΜΟΣ
- ✓ Clay (C): αργιλώδες
  - ✓ Sandy Clay (SC): Αμμοαργιλώδες
  - ✓ Sandy Clay Loam (SCL): Αμμοαργιλοπηλώδες
  - ✓ Sandy Loam (SL): Αμμοπηλώδες
  - ✓ Loamy Sand (LS): Πηλοαμμώδες
  - ✓ Sand (S): αμμώδες
  - ✓ Clay Loam (CL): Αργιλοπηλώδες
  - ✓ Loam (L): Πηλώδες
  - ✓ Silty Clay (SiC): Ιλοαργιλώδες
  - ✓ Silty Clay Loam (SiCL): ιλοαργιλοπηλώδες
  - ✓ Silt Loam (SiL): ιλοπηλώδες
  - ✓ Silt (Si): ιλυώδες



© 1999 Encyclopædia Britannica, Inc.

Εικόνα προερχόμενη από:  
<https://www.britannica.com/science/soil/Biological-phenomena>



# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ  
ΕΔΑΦΟΥΣ – Μέθοδος Bouyoucos (Βουγιούκου)

# Α. Αντιδραστήρια –Σκεύη - Όργανα

- Διασπορικό  $\text{Na}(\text{PO}_3)_6$  (sodium hexametaphosphate ή sodium polyphosphate ή άλας του Graham ή Calgon)
- Στερεό  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- Διάλυμα διασπορικού  $\text{Na}(\text{PO}_3)_6$  - 50g/L pH>8,3  
Διαλύεται το αντιδραστήριο σε 900 mL περίπου απεσταγμένο νερό (η διάλυση απαιτεί αρκετή ώρα) και προστίθενται και 3 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Στη συνέχεια γίνεται ο έλεγχος του pH και εάν κριθεί απαραίτητο η τιμή διορθώνεται με μικρές δόσεις  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Κάθε 15 μέρες ελέγχεται το pH του διασπορικού και εφόσον απαιτείται διορθώνεται.
- Ακετόνη ή αμυλική αλκοόλη (ως αντιαφριστικά)

- Ξηρό χρώμα
- Υδροβολέας
- Γυάλινοι κύλινδροι μηχανικής ανάλυσης 1L με πώμα (ή εάν δεν υπάρχει πώμα αναδευτήρας ανάδευσης για τον κύλινδρο).
- Θερμόμετρο
- Πλαστικά ποτήρια ζέσεως 600 mL
- Ογκομετρικός κύλινδρος 100 mL
- Πυκνόμετρο Bouyoucos ASTM No 152 H, κλίμακας g/L και με βαθμονόμηση στους 20 °C
- Αναδευτήρας κοκκομετρικής ανάλυσης -
- Πολύστροφο μίξερ
- Χρονόμετρο

## B. Πειραματική πορεία

- ▶ 50 g ξηρού εδάφους (λεπτή γη), τοποθετούνται σε πλαστικό ποτήρι ζέσεως των 600 mL. Ακολουθεί προσθήκη 100 mL διασπορικού διαλύματος, ανάδευση με γυάλινη ράβδο και το διάλυμα αφήνεται για διασπορά 15 έως 20 ώρες.
- ▶ Μετά την παραμονή για διασπορά το αιώρημα μεταφέρεται με βοήθεια 200 mL νερού περίπου στον κάδο του μίξερ και αναδεύεται για 2 με 3 λεπτά.
- ▶ Στη συνέχεια το αιώρημα μεταφέρεται στον κύλινδρο κοκκομετρικής ανάλυσης και ο όγκος συμπληρώνεται με απεσταγμένο νερό ως 1 L.

- ▶ Παρασκευή τυφλού δείγματος χωρίς έδαφος: 100 mL διασπορικού προστίθενται σε κύλινδρο κοκκομετρικής ανάλυσης και ο όγκος συμπληρώνεται με απεσταγμένο νερό έως το 1 L.
- ▶ Οι κύλινδροι με το τυφλό και με το αιώρημα αναδεύονται καλά με βοήθεια αναδευτήρα ή με ανατάραξη των κυλίνδρων εφόσον αυτοί διαθέτουν πώμα και κατόπιν αφήνονται για μισή έως μία ώρα για εξισορρόπηση με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.
- ▶ Στη συνέχεια το πυκνόμετρο εισάγεται στο τυφλό δείγμα και λαμβάνεται η ένδειξή του.
- ▶ Το αιώρημα με το έδαφος πωματίζεται και ανακινείται για 10 περίπου φορές πάνω – κάτω. (Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πώμα γίνεται ανάδευση με τον ειδικό αναδευτήρα).

- ▶ Αφήνεται σε ηρεμία ο κύλινδρος.
- ▶ Το χρονόμετρο τίθεται σε λειτουργία και γρήγορα προστίθενται 5 - 6 στυγ ακετόνης (ή αμυλικής αλκοόλης) και με ήπιο τρόπο εισάγεται το πυκνόμετρο στο αιώρημα. Μετά το πέρας 40 sec από τη στιγμή ηρεμίας λαμβάνεται η ένδειξη του πυκνόμετρου (το πάνω σημείο του μηνίσκου).
- ▶ Το πυκνόμετρο καθαρίζεται με απεσταγμένο νερό και στεγνώνεται.
- ▶ Περίπου 15 με 20 sec πριν από την παρέλευση των 2 ωρών εισάγεται και πάλι το πυκνόμετρο στο αιώρημα και ακριβώς στις 2 ώρες σημειώνεται η ένδειξη. Στις 2 ώρες σημειώνεται και πάλι και η ένδειξη του πυκνόμετρου στο τυφλό.

- ▶ Η ένδειξη του πυκνόμετρου διορθώνεται αφαιρώντας την ένδειξη του τυφλού (είναι μεταξύ 4 με 6,5).
- ▶ Όταν δεν είναι πρακτικά εφικτή η παραμονή του δείγματος με το διασπορικό για 15-20 h, αυτή παραλείπεται και κατόπιν της προσθήκης του διασπορικού στο έδαφος και τη μεταφορά του αιωρήματος με τη βοήθεια των 200 mL νερού στο δοχείο του μίξερ, η ανάδευση στο μίξερ γίνεται για περίπου 25 λεπτά (αντί των 2 με 3 λεπτών).

# C. Μετρήσεις - Αποτελέσματα

## ► ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

$A_{40\text{sample}}$  = Ένδειξη πυκνόμετρου στο δείγμα μετά 40 sec

$A_{2\text{hsample}}$  = Ένδειξη πυκνόμετρου στο δείγμα μετά 2 h

$A_{40\text{blanc}}$  = Ένδειξη πυκνόμετρου στο τυφλό μετά 40 sec

$A_{2\text{hblanc}}$  = Ένδειξη πυκνόμετρου στο τυφλό μετά 2 h

B = Βάρος δείγματος



# C. Μετρήσεις - Αποτελέσματα

## ▶ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

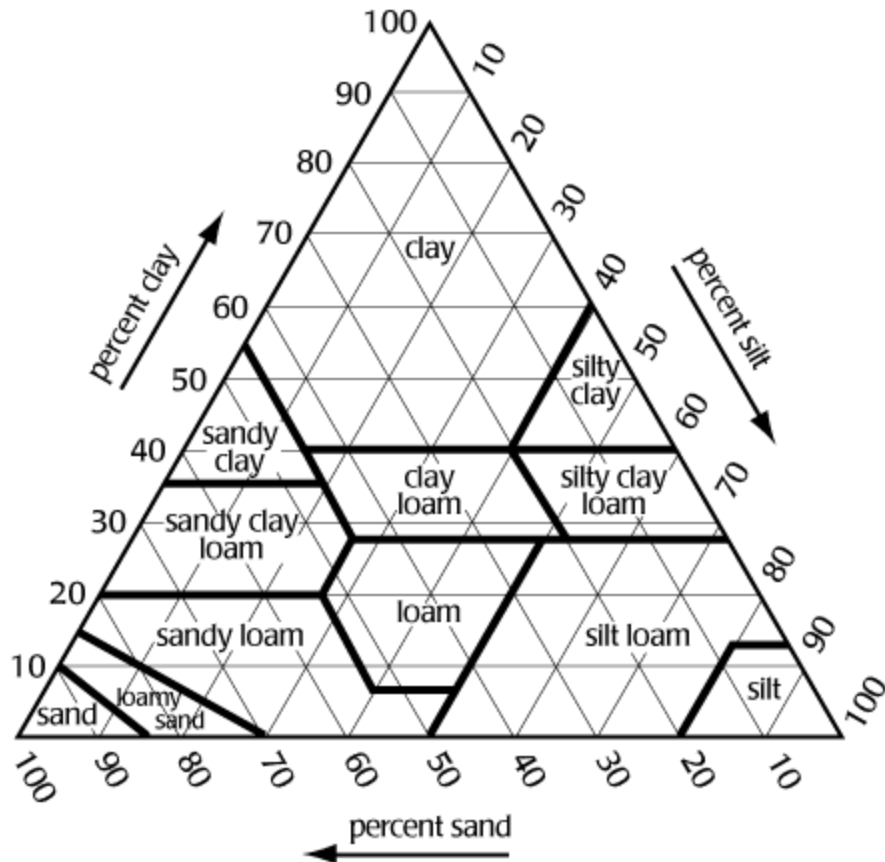
$$X_1 = [(A_{40\text{sample}} - A_{40\text{blanc}}) / B] \times 100 = \% \text{ ιλύος} + \% \text{ αργίλου}$$

$$X_2 = [(A_{2\text{hsample}} - A_{2\text{hblanc}}) / B] \times 100 = \% \text{ αργίλου}$$

$$X_1 - X_2 = \% \text{ ιλύος}$$

$$100 - X_1 = \% \text{ άμμου}$$

# Χαρακτηρισμός εδάφους με τη βοήθεια τριγώνου κοκκομετρικής σύστασης



[https://nutrients.ifas.ufl.edu/nutrient\\_pages/BSFpages/SoilTriangle.htm](https://nutrients.ifas.ufl.edu/nutrient_pages/BSFpages/SoilTriangle.htm)

- Άργιλλος (Clay): Φέρω από το σημείο % αργίλλου, παράλληλη προς την πλευρά της άμμου (sand)
- Ιλύς (silt): Φέρω από το σημείο % της ιλύος, παράλληλη προς την πλευρά της αργίλου
- Άμμος (sand): Φέρω από το % της άμμου, παράλληλη με την πλευρά της ιλύος

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ▶ Κωνσταντίνος Σινάνης, Καθηγητής ΤΕΙ Κρήτης, «Εργαστηριακές Ασκήσεις Εδαφολογίας», Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα [www.Kallipos.gr](http://www.Kallipos.gr)
- ▶ Πασχαλίδης Χρήστος, «Εργαστηριακές Ασκήσεις - Εδαφολογία», Εκδόσεις Έμβρυο, 2005
- ▶ Ιωάννης Κ. Καλαβρουζιώτης, «Αειφορική Διαχείριση Εδαφικών Πόρων και Αποβλήτων», 2<sup>η</sup> Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2015