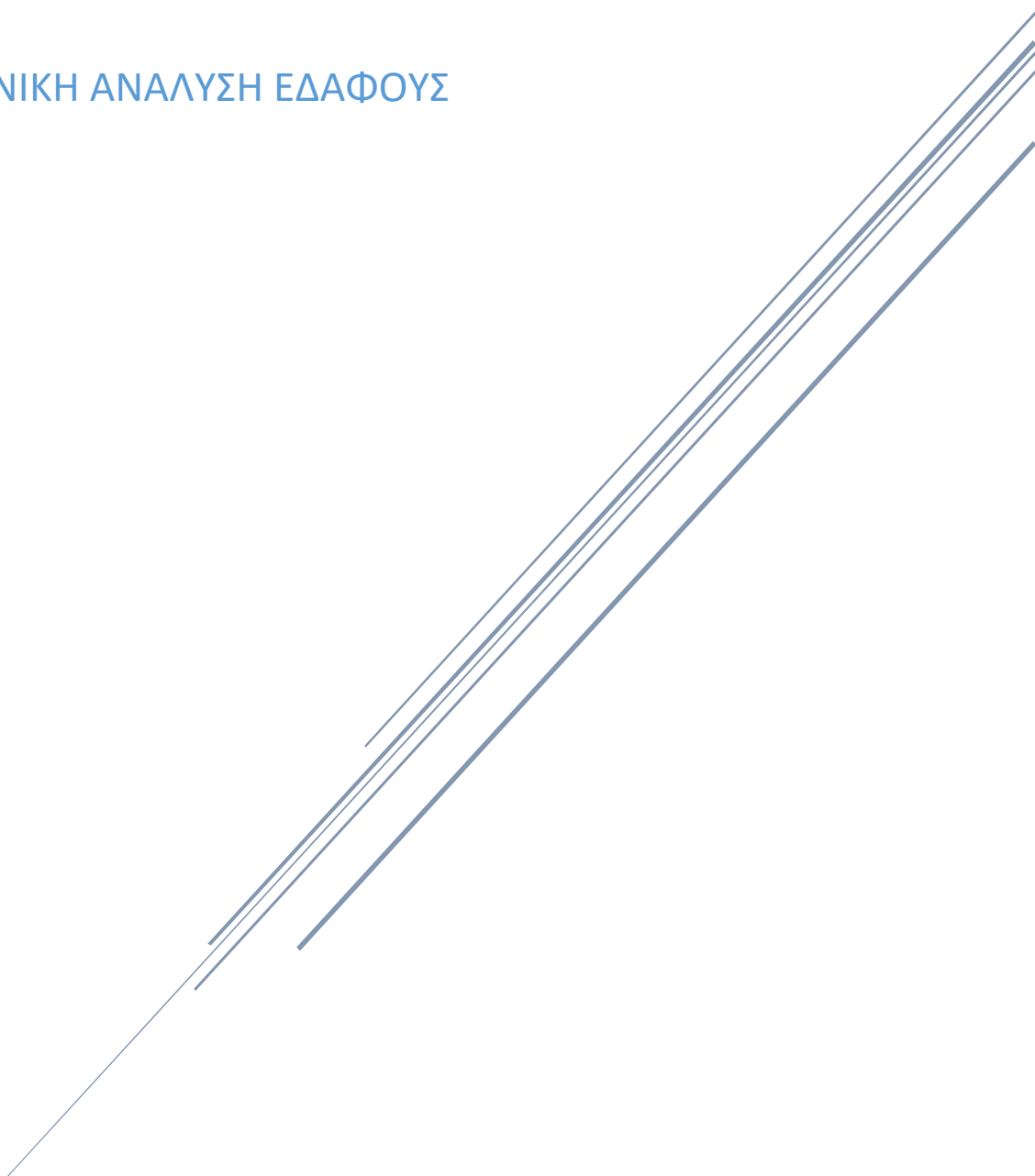


ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

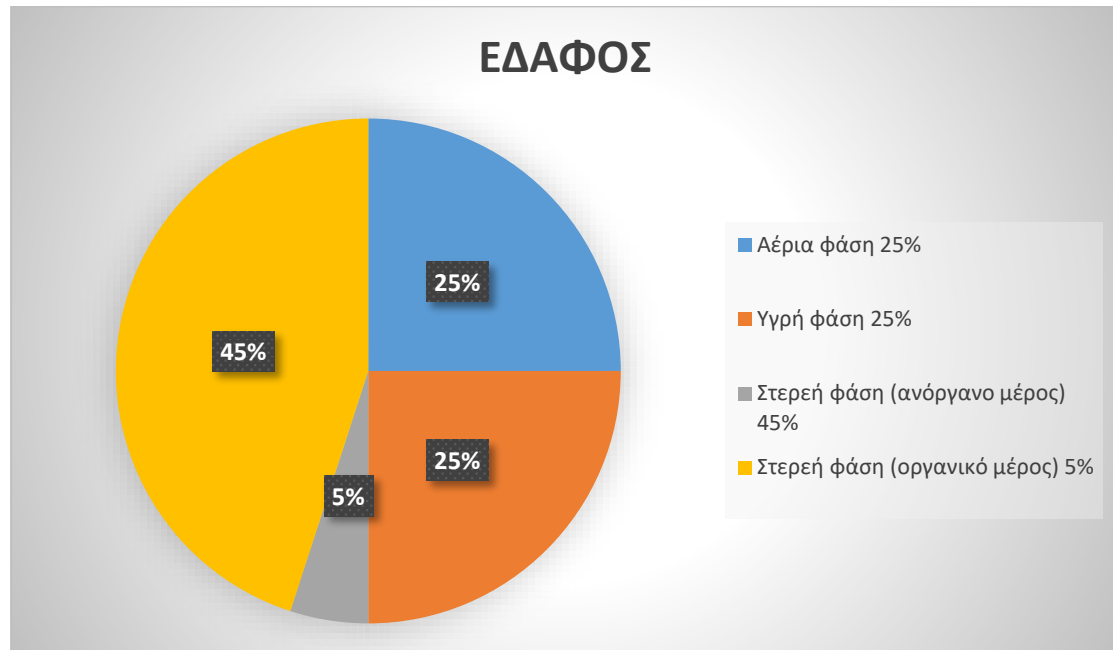
ΦΡΑΣΑΡΙΩΤΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ



Έδαφος είναι το φυσικό σώμα που αποτελείται από ανόργανα και οργανικά συστατικά, από νερό (εδαφικό διάλυμα), από αέρα (εδαφικός αέρας) και το οποίο διαφοροποιείται με το χρόνο σε ορίζοντες, που διαφέρουν μεταξύ τους, και από το υποκείμενο υλικό, στη μορφολογία, στη φυσική και χημική σύσταση καθώς επίσης και στα βιολογικά τους χαρακτηριστικά. (Συμεωνάκης Α., 1990).

Στα μέσης μηχανικής σύστασης εδάφη, στην επιφανειακή τους στρώση, η στερεά φάση θα πρέπει να καταλαμβάνει το 50%, η υγρή το 25% και η αέρια το άλλο 25%.



Φυσικές ιδιότητες εδαφών

- Υφή εδάφους
- Δομή
- Ειδικό βάρος (πυκνότητα)
- Πορώδες
- Βάθος
- Χρώμα
- Θερμοκρασία

Υφή εδάφους

Υφή ονομάζεται το μέγεθος των εδαφικών τεμαχιδίων. Το μέγεθος των τεμαχιδίων ορίζεται από την ισοδύναμη διάμετρό τους και ταξινομούνται στο διεθνές (ISSS) και στο αμερικάνικο (USDA) σύστημα ως εξής:

Κλάσματα κατά USDA	Όρια διαμέτρου	Κλάσματα κατά ISSS	Όρια διαμέτρου
Πολύ χονδρή άμμος	2,00-1,00mm	Χονδρή άμμος	2,00-0,20mm
Χονδρή άμμος	1,00-0,50mm	Λεπτή άμμος	0,20-0,02mm
Μέση άμμος	0,50-0,25mm	Ιλύς	0,02-0,002mm
Λεπτή άμμος	0,25-0,10mm	Άργιλος	<0,002mm
Πολύ λεπτή άμμος	0,10-0,05mm		
Ιλύς	0,05-0,002mm		
Άργιλος	<0,002mm		

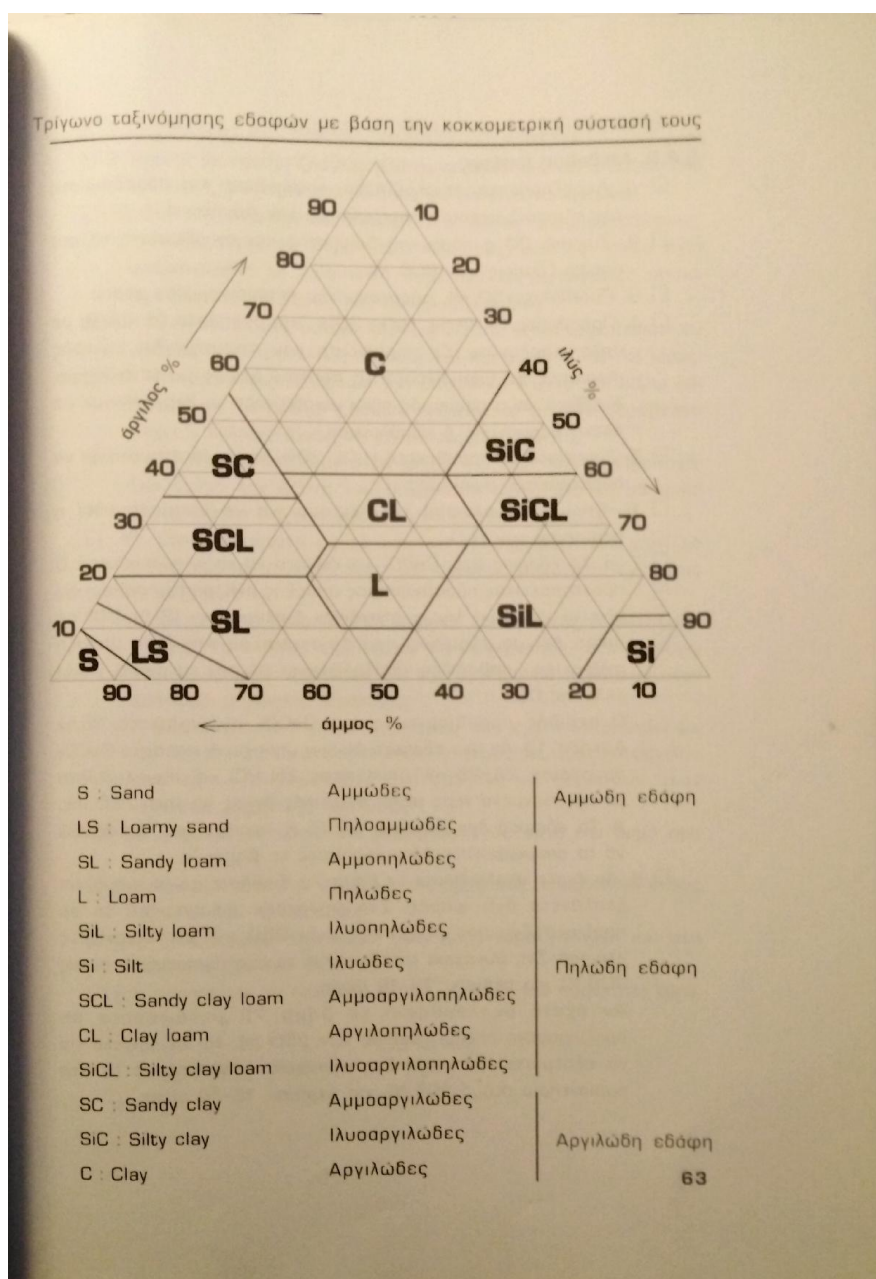
Ο αναλογικός συνδυασμός των τριών κλασμάτων του εδάφους (άμμου, ιλύος και αργίλου) δίνει τις διάφορες κλάσεις των εδαφών.

Μηχανική ή κοκκομετρική σύσταση είναι η εκατοστιαία αναλογία αυτών των κλασμάτων.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος για την κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες μηχανικής σύστασης (textural classes) είναι η χρησιμοποίηση του συστημάτων τριγωνικών συντεταγμένων του Υπουργείου Γεωργίας της Αμερικής.

Σύμφωνα με το σύστημα αυτό κατατάσσουμε τα εδάφη σε 12 κατηγορίες μηχανικής σύστασης.

Κλάση	Σύμβολο	Κλάση	Σύμβολο
Άμμος	S	Αμμώδης αργιλοπηλός	SCL
Πηλώδης άμμος	LS	Αργιλοπηλός	CL
Αμμώδης άμμος	SL	ΐλυώδης αργιλοπηλός	SiCL
Πηλός	L	Αμμώδης άργιλος	SC
ΐλυώδης πηλός	SiL	ΐλυώδης άργιλος	SiC
ΐλύς	Si	Άργιλος	C



Σελίδα από το βιβλίο «Εργαστηριακές Ασκήσεις Εδαφολογίας» του Πασχαλίδη Χ.

Το όνομα της κλάσης υφής δείχνει πιο από τα τρία κλάσματα συνεισφέρει περισσότερο στα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους.

Οι κόκκοι της άμμου έχουν μικρή ειδική επιφάνεια και πολύ μικρή συγκράτηση υγρασίας και θρεπτικών συστατικών. Επίσης δεν έχουν πλαστικότητα και συνεκτικότητα.

Η ιλύς εμφανίζει κάποια πλαστικότητα και συνεκτικότητα. Χαρακτηριστικό είναι η αλευρώδης αφή όταν μαλάσσεται ανάμεσα στα δάχτυλα.

Η άργιλος έχει μεγάλη πλαστικότητα. Οι κόκκοι της είναι πολύ λεπτοί και έτσι έχει μεγάλη ειδική επιφάνεια. Για το λόγο αυτό έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού και θρεπτικών για τα φυτά.

Ο ρόλος της υφής στη γεωργία

Η υφή σχετίζεται με τη διαπερατότητα των εδαφών, την ευκολία κατεργασίας, τη γονιμότητα και την παραγωγικότητα.

Τα αμμώδη εδάφη:

Έχουν εύκολη στράγγιση

Καλή κατεργασία

Θερμαίνονται εύκολα και ψύχονται εύκολα

Έχουν μικρή συγκράτηση νερού

Μικρή συγκράτηση θρεπτικών συστατικών

Ευκολότερη μετακίνηση των θρεπτικών σε βαθύτερα στρώματα

Τα ιλυώδη εδάφη:

Έχουν εύκολη κατεργασία

Διαβρώνονται εύκολα

<συμπιέζονται και δημιουργούν επιφανειακή κρούστα από τη βροχή

Παρεμποδίζεται το φύτρωμα πολλών σπόρων

Τα αργιλώδη εδάφη:

Καλή συγκράτηση και εφοδιασμός με θρεπτικά στα φυτά

Τα θρεπτικά συστατικά δεν εκπλύνονται εύκολα

Καλή συγκράτηση νερού

Πιο δύσκολη κατεργασία εδάφους.

Όταν ξηραίνεται το έδαφος δύσκολα μπορεί κανείς να τα κατεργαστεί

Θερμαίνονται πιο αργά

Καλλιέργειες που αποδίδουν καλύτερα σε διάφορες υφες

Καλή απόδοση σε βαριά και κακή ανάπτυξη σε ελαφριά (αμμώδη)	Καλή ανάπτυξη σε βαριά εδάφη και ικανοποιητική σε ελαφριά	Καλή απόδοση σε ελαφριά και πολύ περιορισμένη απόδοση σε βαριά
Σιτάρι	Βαμβάκι	Καρότα
Κριθάρι	Σόργο	Πατάτες
Μηδική	Καπνός	Καρπούζια
Καλαμπόκι	Κεχρί	
Ρύζι		
Κρεμμύδια		
Μπανάνα		

Συγκεντρωτικά, στο βιβλίο του Πασχαλίδη Χ., «Εργαστηριακές ασκήσεις εδαφολογίας» παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας

ΞΗΡΟ ΕΔΑΦΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ	ΕΝΥΔΑΤΩΜΕΝΟ ΔΕΙΓΜΑ	ΠΙΘΑΝΗ ΣΥΣΤΑΣΗ (%)	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
Πολύ χαλαρό, φεύγει από το χέρι, δεν αφήνει ίχνη, τριβόμενο με τα δάχτυλα καταλαβαίνεις την κοκκώδη σύνθεσή του.	Σχηματίζει μικρούς βώλους, που καταστρέφονται εύκολα. Μεμονωμένοι κόκκοι γίνονται αντιληπτοί με την αφή.	S = 80-100 Si = 0-15 C = 0-10	Άμμος (S)
Χαλαρό, όπως η άμμος, όμως αφήνει αρκετή σκόνη στην παλάμη. Δε σχηματίζει βώλους.	Αλευρώδες στην αφή, εύκολα σχηματίζονται βώλοι, αφήνει ίχνη στα δάχτυλα και οι κόκκοι της άμμου γίνονται αντιληπτοί με την αφή.	S = 70-90 Si = 0-30 C = 0-10	Πηλοαμμώδες (LS)
Σχηματίζει βώλους που σπάνε εύκολα με μικρή πίεση. Οι κόκκοι της άμμου γίνονται αντιληπτοί με την αφή.	Έχει αδρομερή αφή. Σχηματίζει μικρούς βώλους, οι οποίοι μπορούν να ανεχθούν μικρή πίεση.	S = 35-75 Si = 15-35 C = 5-10	Αμμοπηλώδες (SL)
Σχηματίζει βώλους που σπάνε με κάποια δυσκολία.	Σε ύφυγρη κατάσταση σχηματίζει βώλους σχετικά στερεούς. Στα δάχτυλα αφήνει ίχνη. Όταν πλάθεται δε μπορεί να πάρει μορφή χονδρού νήματος, ή την παίρνει πολύ δύσκολα.	S = 23-52 Si = 26-50 C = 7-27	Πηλός (L)

Πίνακας 4. Προσδιορισμός της κοκκομετρικής σύστασης με την εμπειρική μέθοδο.

ΞΗΡΟ ΕΔΑΦΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ	ΕΝΥΔΑΤΩΜΕΝΟ ΔΕΙΓΜΑ	ΠΙΘΑΝΗ ΣΥΣΤΑΣΗ (%)	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
Σχηματίζει βώλους που σπάνε δύσκολα με τα δάχτυλα. Όταν όμως κονιοποιηθούν παρέχουν απαλή αφή, μαλακή και αλευρώδη, όμως δεν διατηρούνται σ' αυτή τα δαχτυλικά αποτυπώματα.	Σε ύφυγρη κατάσταση, είναι μαλακό, με βουτυρώδη-βελούδινη αφή. Όταν πλαθεται σχηματίζει βώλους, οι οποίοι όταν ξηραθούν είναι στέρεοι. Μπορεί να σχηματισθεί νήμα χονδρό. Ρυπαίνει τα χέρια.	S = 0-50 Si = 50-90 C = 0-27	Ιλυοπηλώδες (SiL)
Σχηματίζει βώλους που σπάνε δύσκολα με τα δάχτυλα.	Σε ύφυγρη κατάσταση έχει ελαφρώς αδρά αφή. Σχηματίζει βώλους, οι οποίοι όταν ξηραθούν γίνονται μετρίως σκληροί. Μπορεί να πάρει τη μορφή χονδρού νήματος, το οποίο συγκρατούμενο από το ένα άκρο δεν υποβαστάζει το βάρος του. Ρυπαίνει τα χέρια και διατηρεί τα δαχτυλικά αποτυπώματα.	S = 20-45 Si = 15-53 C = 27-40	Αργιλοπηλώδες (CL)

Πίνακας 4. (συνέχεια)

ΞΗΡΟ ΕΔΑΦΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ	ΕΝΥΔΑΤΩΜΕΝΟ ΔΕΙΓΜΑ	ΠΙΘΑΝΗ ΣΥΣΤΑΣΗ (%)	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
Παρουσιάζει τα ίδια χαρακτηριστικά με το CL. Είναι όμως, περισσότερο απαλό στην αφή και έχει λιγότερο αμμώδη εμφάνιση.	Παρουσιάζει τα ίδια χαρακτηριστικά με το CL. Είναι όμως, περισσότερο απαλό στην αφή και έχει λιγότερο αμμώδη εμφάνιση. Σε ύφυγρη κατάσταση σχηματίζει νήμα λεπτότερο από τον CL.		Ιλυοαργιλοπηλώδες (SiCL)
Παρουσιάζει τα ίδια χαρακτηριστικά με το SiCL.	Παρουσιάζει τα ίδια χαρακτηριστικά με το SiCL. Σε ύφυγρη κατάσταση έχει μικρότερη τάση να σχηματίζει νήμα.		Αμμοαργιλοπηλώδες (SiCL)
Σχηματίζει βώλους που δε σπάνε με τα δάχτυλα, παρά μόνο με πολύ μεγάλη πίεση.	Σε ύφυγρη κατάσταση παρουσιάζεται ως ύλη πλαστική, συνήθως κολλώδης. Σχηματίζει βώλους, οι οποίοι όταν ξηραθούν γίνονται πολύ σκληροί. Κολλάει στα δάχτυλα. Πλαθόμενο μπορεί να σχηματίσει νήματα λεπτά (διαμέτρου 2-3 mm), τα οποία μπορεί να καμφθούν χωρίς να σπάσουν και να σχηματίσουν δακτυλίους (διαμέτρου 15-20 mm).	S = 0-40 Si = 0-40 C = 40-100	Αργιλώδες (C)

Πίνακας 4. (συνέχεια)

Μέθοδοι προσδιορισμού μηχανικής ανάλυσης

Η μηχανική σύσταση προσδιορίζεται **ποιοτικά (εμπειρικά)** και **ποσοτικά**

Εμπειρική μέθοδος

Ποιοτικά προσδιορίζεται στο χωράφι και στηρίζεται στην αίσθηση που δίνει το εδαφικό υλικό κατά τη στιγμή που το υγρό έδαφος τρίβεται στα δάκτυλα.

Είναι μια μέθοδος που απαιτεί μια σχετική πείρα.

Βάζουμε μικρή ποσότητα εδάφους στην παλάμη μας και αφαιρούνται οι πέτρες χαλίκια και φυτικά υπολείμματα. Βρέχουμε κατάλληλα ώστε να πλάθεται εύκολα.

- Εάν το έδαφος δεν σχηματίζει σβώλους και τρίζει εξαιτίας της ύπαρξης μεγάλων κόκκων, έχει δηλαδή αδρή επιφάνεια, τότε λέμε ότι είναι αμμώδες
- Εάν κολλάει αρκετά και δίνει την αίσθηση ότι σαπουνίζει τότε λέμε ότι είναι ιλυώδες
- Εάν πλάθεται καλά λέμε ότι είναι πηλώδες
- Εάν πλάθεται με δυσκολία, διαβρέχεται με δυσκολία και θέλει πολύ χρόνο να σχηματιστούν οι σβώλοι τότε λέμε ότι είναι αργιλώδες.



Εικόνα 3.3 Χρήση της μεθόδου "τεστ δακτύλων" για τον προσδιορισμό της μηχανικής σύστασης των εδαφών. Εμφανίζεται η διαφορά στην συνοχή (α) ενός αμμώδους, (β) ενός ιλυώδους και (γ) ενός αργιλώδους εδάφους, όταν αυτά αποκτήσουν την κατάλληλη υγρασία (Brady and Weil, 1996).

Πηγή: Καλύβας Δ. Εδαφολογία. Αξιολόγηση εδαφών, τοποκλιματικές συνθήκες και κρασί

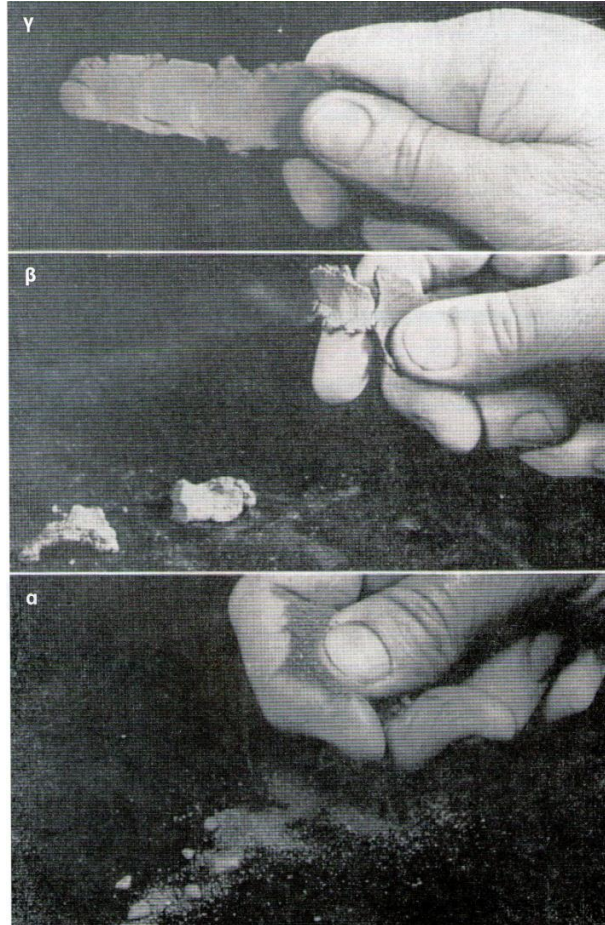
Επίσης

Τοποθετούμε 20-30 gr στην παλάμη του χεριού μας. Προσθέτουμε νερό, κατά σταγόνες και μαλάσσουμε το έδαφος για να σπάσουμε τα συσσωματώματα. Το έδαφος έχει την κατάλληλη υγρασία όταν πλάθεται.

α) Εάν δεν σχηματίζεται ταινία, το έδαφος είναι χονδρόκοκκης μηχανικής σύστασης.

β) Εάν σχηματίζεται μια ταινία αλλά σπάζει εύκολα, το έδαφος είναι μέτριας μηχανικής σύστασης.

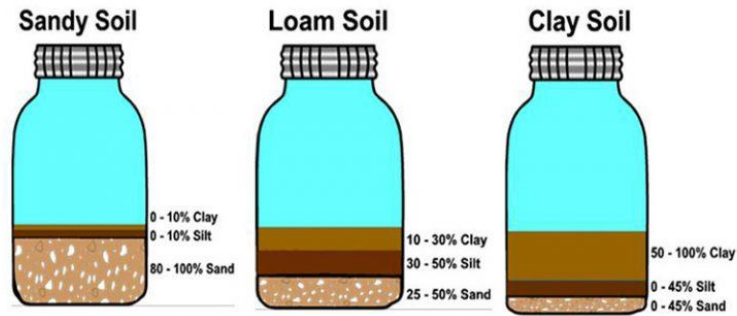
γ) Όσο πιο μεγάλη και απαλότερη είναι η ταινία που σχηματίζεται, τόσο περισσότερη άργιλο έχει το έδαφος.



Οι μέθοδοι ποσοτικού προσδιορισμού της μηχανικής σύστασης των εδαφών βασίζονται στο νόμο του Stokes, σύμφωνα με τον οποίο η ταχύτητα πτώσης μεμονωμένων σωματιδίων που βρίσκονται σε μορφή αιωρήματος αυξάνεται με την αύξηση του μεγέθους τους.

Αυτές οι μέθοδοι είναι:

- Η μέθοδος του σιφωνίου (πιπέττας) (Θεωρείται ακριβέστερη)
- Η μέθοδος πυκνομέτρου Βουγιούκου



Εδώ λείπει η οργανική ύλη (κομματάκια στην επιφάνεια του νερού)
 Ανάλογα με τη ποσότητα των συγκεκριμένων κλασμάτων γίνεται μια
 ένταξη του εδάφους σε αμμώδης, πηλώδης και αργιλώδης.
 Εικόνες παρμένες στις 12.07.2015 από την ιστοσελίδα
<https://www.rain.org/global-garden/soil-types-and-testing.htm>

Clay: άργιλλος

Silt: ιλύς

Sand: άμμος

Loam: πηλός

Πηγή εικόνας: Πηγή: <https://solon.org.gr/2015/08/17/ta-systatika-tou-edafous-kai-i-domi-tou-tis-marilenas-rainchart-kolempa>

Μέθοδος πυκνομέτρου (Βουγιούκος)

Βασίζεται στο ότι σε συγκεκριμένο χρόνο το αιώρημα που περιέχει εδαφικά τεμαχίδια έχει διαφορετική πυκνότητα εξαιτίας της καθίζησης.

Η πυκνότητα μετράται με το υδρόμετρο (ή αλλιώς πυκνόμετρο ή αραιόμετρο) Βουγιουκος.

Θεωρείται λιγότερο ακριβείας από αυτή της πιπέτας γιατί δεν προϋποθέτει απομάκρυνση οργανικής ουσίας και ανθρακικού ασβεστίου.

Υλικά που χρησιμοποιούνται για τη μέθοδο πυκνομέτρου

- Αναλυτικός ζυγός
- Πυκνόμετρο, Βουγιουκος
- Ποτήρια ζέσεως 600ml
- Κύλινδροι μηχανικής ανάλυσης 1 lt
- Αναδευτήρας κοκκομετρικής ανάλυσης (mixer ηλεκτρικό)
- Θερμόμετρο
- Χρονόμετρο
- Διάλυμα πολυφωσφορικού νατρίου $[(NaPO_3)_6]$, που θα χρησιμοποιηθεί σαν διασπορικό.

Διαδικασία

1. Ποσότητα εδάφους $50 \pm 0,1$ gr ζυγίζεται και μεταφέρεται στο ποτήρι ζέσεως ml

2. Προστίθενται 10 ml διαλύματος πολυφωσφορικού νατρίου $[(\text{NaPO}_3)_6]$.
3. Προστίθενται ≈ 200 ml H_2O , με τον ογκομετρικό κύλινδρο.
4. Γίνεται ανάδευση του αιωρήματος στο mixer για 5 min (χημικός και μηχανικός διαμερισμός).
5. Το εδαφικό αιώρημα μεταφέρεται στον κύλινδρο της μηχανικής ανάλυσης και προστίθεται H_2O μμέχρι το 1 lt.
6. Το αιώρημα ανακινείται καλά ώστε να γίνει ομοιογενές σ' όλο το ύψος του κυλίνδρου.
7. Τοποθετείται το πυκνόμετρο και το θερμόμετρο

Σημειώνεται τις ενδείξεις πυκνόμετρου και θερμομέτρου και στα 40'' και μετά από 2 ώρες.

Υπολογίστε την κοκκομετρική σύσταση του εδαφικού δείγματος με:

A ένδειξη στα 40''

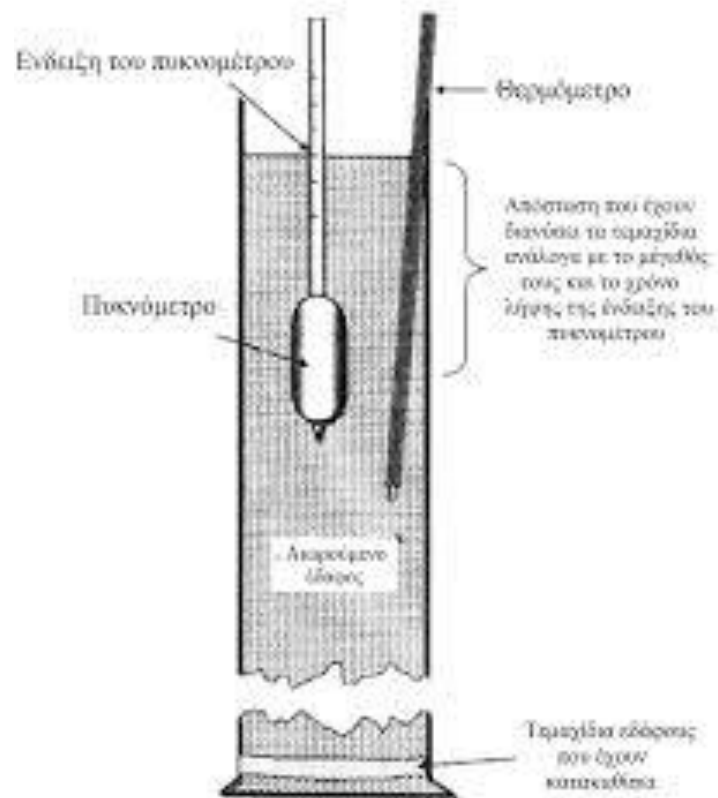
B ένδειξη στις 2 ώρες

Επειδή η πυκνότητα μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία (θ), και το πυκνόμετρο Βουγιούκου είναι βαθμολογημένο στους 20 °C, οι ενδείξεις πυκνότητας του αιωρήματος πρέπει να διορθωθούν, αν η θερμοκρασία είναι διαφορετική από τους 20 °C.

- Συγκεκριμένα, αν $\theta = 20$ °C τότε η ανάγνωση του πυκνόμετρου παραμένει ως έχει.
- Αν $\theta > 20$ °C τότε για κάθε επιπλέον 0,5 °C προστίθενται 0,2 gr/lt στην ανάγνωση του πυκνόμετρου.
- Αν $\theta < 20$ °C τότε για κάθε 0,5 °C αφαιρούνται 0,2 gr/lt από την ανάγνωση του πυκνόμετρου.
- Με βάση τις διορθωμένες ενδείξεις πυκνότητας υπολογίζεται η % κ.β. περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο, ιλύ και άμμο (κοκκομετρική σύσταση)

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΟΡΘΩΣΗ
15	-2,00
16	-1,60
17	-1,20

18	-0,80
19	-0,40
20	0,0
21	0,40
22	0,80
23	1,20
24	1,60
25	2,00
26	2,40



Πηγή: https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3502/2/02_chapter_3.pdf

Βιβλιογραφία

Συμεωνάκης Α.Β. Σημειώσεις Εδαφολογίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Θεσσαλονίκη 1990

Πασχαλίδης Χ., Εργαστηριακές ασκήσεις Εδαφολογίας, Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα 2005

Συμεωνάκης Α.Β. Σημειώσεις Αξιοποίησης εδαφών, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Θεσσαλονίκη 1992

Προδρόμου Κ.Π. Εφαρμοσμένη Εδαφολογία – Γένεση εδαφών, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη 2011

http://www.agro.auth.gr/uploads/announcements/i_A_E_E_A_A_E_E_A_i_A.pdf