

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ



ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗ ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΒΓΕΝΟΠΟΥΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε των ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας υπό την επίβλεψη της κ. Ειρήνης Βγενοπούλου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτριά μου κ. Ειρήνη Βγενοπούλου για τη βοήθειά της στους προβληματισμούς μου κατά τη διάρκεια της εργασίας μου. Επίσης για την υπομονή και την προθυμία της που κατάφερε πάντα να μου εξηγεί οποιαδήποτε απορία μου μέχρι την κατανόηση της.

Υπεύθυνη δήλωση σπουδάστριας: Η κάτωθι υπογεγραμμένη σπουδάστρια έχει επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνει υπεύθυνα ότι είναι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Η σπουδάστρια
Δεληγιάννη Σπυριδούλα

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει στόχο τη μελέτη των διαφόρων κατηγοριών εδάφους, με τελικό αποτέλεσμα την καλύτερη δυνατή κατάταξη αυτών στα διάφορα τεχνικά έργα.

Στο 1^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η προέλευση του εδάφους. Εδώ θα δούμε τα μηχανικά, χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά του καθώς και τις πρώτες κατηγορίες όπου διακρίνεται. Οι δυο κύριες κατηγορίες όπου χωρίζεται το έδαφος είναι τα χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα εδάφη. Ο τρόπος διαχωρισμού του σε αυτές τις κατηγορίες είναι η κοκκομετρική διαβάθμιση. Επίσης βλέπουμε και άλλα χαρακτηριστικά όπως η πυκνότητα, ο βαθμός κορεσμού και η συνεκτικότητα των εδαφών.

Σε συνέχεια έχουμε το 2^ο κεφάλαιο όπου θα μελετηθούν οι ταξινομήσεις των εδαφών. Έτσι από το διαχωρισμό του εδάφους σε χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα παρατηρούμε και τις υπόλοιπες κατηγορίες. Επίσης η σκοπιμότητα των συστημάτων κατάταξης, οι βασικές ιδιότητες των εδαφών για την κατάταξη τους και τα διάφορα συστήματα κατάταξης όπου συμπληρώνουν αυτό το κεφάλαιο.

Συνεχίζουμε με το 3^ο κεφάλαιο που πλέον έχουμε ξεκάθαρα τις ομάδες των εδαφών που έχουν σχηματιστεί από τις παραπάνω ταξινομήσεις. Παραθέτονται οι πίνακες δεδομένων τους οποίους χρησιμοποιήσαμε για να καταλήξουμε στους συμπερασματικούς πίνακες όπου ήταν και ο στόχος της πτυχιακής εργασίας τους οποίους συναντούμε στο 4^ο κεφάλαιο.

Τέλος στο 5^ο κεφάλαιο δίνονται τα τελικά συμπεράσματα της παραπάνω έρευνας.

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1	
1.1 Προέλευση εδάφους.....	6
1.2 Χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα εδάφη.....	7
1.3 Αλληλεπίδραση μεταξύ του νερού και των αργιλικών ορυκτών.....	10
1.4 Σχέσεις μεταξύ των φάσεων.....	12
1.5 Φυσικά χαρακτηριστικά μη-Συνεκτικών εδαφών.....	15
1.5.1 Σχετική πυκνότητα.....	15
1.5.2 Κοκκομετρική διαβάθμιση.....	16
1.6 Φυσικά χαρακτηριστικά Συνεκτικών εδαφών.....	19
Κεφάλαιο 2	
2.1 Ταξινόμηση των εδαφών.....	23
2.1.1 Εισαγωγή.....	23
2.1.2 Σκοπιμότητα των συστημάτων κατάταξης.....	25
2.1.3 Βασικές ιδιότητες των εδαφών που χρησιμοποιούνται στην κατάταξή τους.....	25
2.1.4 Συστήματα κατάταξης.....	25
2.1.5 Γεωλογικές ταξινομήσεις.....	26
2.1.6 Εδαφολογικές ταξινομήσεις.....	26
2.1.7 Γεωτεχνικές ταξινομήσεις.....	27
2.1.7.1 Κατάταξη εδαφών κατά AASHTO.....	28
2.1.8 Ενιαίο σύστημα κατάταξης εδαφών (USCS).....	31
2.1.8.1 Κατάταξη εδαφών στο σύστημα USCS.....	32
2.1.9 Παράθεση των βασικών συστημάτων κατάταξης.....	35
2.1.10 Εφαρμογή της κατάταξης εδαφών.....	36
Κεφάλαιο 3	
3.1 Ορισμοί εδαφικών ομάδων.....	37
3.2 Παράθεση πινάκων.....	41
Κεφάλαιο 4	
4.1 Αποτελέσματα πινάκων.....	54
Ιδιότητες εδαφών.....	54
4.2 Καταλληλότητα εδαφών.....	63
Κεφάλαιο 5	
5.1 Συμπεράσματα.....	74

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Η φύση του εδάφους.....	7
Εικόνα 2: Δομή αργιλικού ορυκτού καολίνη.....	9
Εικόνα 3: Ηλεκτρικά φορτία στην επιφάνεια των αργιλικών πλακιδίων.....	9
Εικόνα 4: Προσροφημένα δίπολα νερού σε αργιλικό πλακίδιο.....	10
Εικόνα 5: Σχηματική διάταξη αργιλικών πλακιδίων.....	12
Εικόνα 6: Φάσεις των εδαφικών υλικών.....	13
Εικόνα 7: Κοκκομετρική εδαφών με κόσκινα.....	17
Εικόνα 8: Διάγραμμα κοκκομετρικής διαβάθμισης εδαφών.....	18
Εικόνα 9: Μεταβολή της συνεκτικότητας των αργιλικών με το ποσοστό υγρασίας.....	19
Εικόνα 10: Η συσκευή casagrande για τον προσδιορισμό του ορίου υδαρότητας.....	21

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Όρια μεγεθών κόκκων εδαφικών υλικών.....	7
Πίνακας 2: Κατάταξη αμμωδών εδαφών.....	15
Πίνακας 3: Κατάταξη σύμφωνα με τους Βρετανικούς κανονισμούς.....	16
Πίνακας 4: Διαστάσεις κοσκίνων.....	16
Πίνακας 5: Κατάταξη εδαφών σε υποομάδες AASHTO.....	29
Πίνακας 6: Κατάταξη εδαφών με το σύστημα USCS.....	34
Πίνακας 7: Κατάταξη εδαφών με το σύστημα USCS.....	34
Πίνακας 8: Συστήματα κατατάξεως εδαφών και η αντιστοιχία αυτών.....	35
Πίνακας 9: Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt 1984).....	41
Πίνακας 10: Χαρακτηριστικά των εδαφικών ομάδων που σχετίζονται με τα αναχώματα και τα θεμέλια κατά το σύστημα USCS.....	42
Πίνακας 11: Ταξινόμηση της Γαλλικής υπηρεσίας αυτοκινητοδρόμων.....	47
Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά των ομάδων εδάφους που αφορούν οδούς και αεροδρόμια κατά το σύστημα USCS.....	48
Πίνακας 13: Επιτρεπόμενη τάση.....	49
Πίνακας 14: Γαλλική ταξινόμηση FOCS.....	50
Πίνακας 15: Βασικά χαρακτηριστικά του εδάφους με το σύστημα USCS.....	51
Πίνακας 16: tei lar. Theory of soil mechanics 3.....	52
Πίνακας 17: Χαρακτηριστικά υπεδάφους κατά CEUSA.....	53
Πίνακας 18: Διάμετρος κόκκων.....	54
Πίνακας 19: Μηχανικά χαρακτηριστικά (ϕ , c).....	54
Πίνακας 20: Ποσοστό υγρασίας.....	55
Πίνακας 21: Πορώδες.....	55
Πίνακας 22: Ξηρό φαινόμενο βάρος.....	56
Πίνακας 23: Όρια Atterberg.....	56
Πίνακας 24: Δοκιμή CBR.....	57
Πίνακας 25: Συντελεστής διαπερατότητας (k).....	57
Πίνακας 26: Συμπύκνωση κατά Proctor.....	58
Πίνακας 27: Καταλληλότητα εδαφών για ανάχωμα.....	59
Πίνακας 28: Καταλληλότητα εδαφών για επίχωμα.....	59
Πίνακας 29: Επίχωση χωρίς παγετό.....	60
Πίνακας 30: Επίχωση με παγετό.....	60
Πίνακας 31: Κατάλληλο για υπέδαφος.....	61
Πίνακας 32: Σταθερά εδάφους k	62
Πίνακας 33: Κατάλληλο ως υπόστρωμα χωρίς παγετό.....	62
Πίνακας 34: Κατάλληλο ως υπόβαση χωρίς παγετό.....	63
Πίνακας 35: Κατάλληλο ως βάση χωρίς παγετό.....	63
Πίνακας 36: Κατάλληλο ως θεμέλιο χωρίς παγετό.....	64
Πίνακας 37: Κατάλληλο σαν υπόστρωμα θεμελίου χωρίς παγετό.....	65
Πίνακας 38: Κατάλληλο σαν υπόβαση θεμελίου χωρίς παγετό.....	65
Πίνακας 39: Κατάλληλο ως βάση θεμελίου χωρίς παγετό.....	66
Πίνακας 40: Κατάλληλο ως επιφάνεια επίστρωσης.....	66
Πίνακας 41: Καταλληλότητα σαν βάση αμέσως κάτω από την επιφάνεια κυλίσεως.....	67
Πίνακας 42: Αποστράγγιση.....	68
Πίνακας 43: Απαιτήσεις για έλεγχο αποστράγγισης.....	69
Πίνακας 44: Συρρίκνωση και διόγκωση.....	69
Πίνακας 45: Συρρίκνωση και διόγκωση και ελαστικότητα.....	70
Πίνακας 46: Χαρακτηριστικά συμπύκνωσης.....	70
Πίνακας 47: Συμπιεστότητα.....	71
Πίνακας 48: Αντοχή σε διάτμηση.....	71
Πίνακας 49: Διήθηση.....	72
Πίνακας 50: Δυναμική δράση παγετού.....	73

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

Αρχικά θα ξεκινήσω περιγράφοντας την προέλευση των εδαφικών υλικών καθώς και τα φυσικά τους χαρακτηριστικά. Δηλαδή τη σχέση μεταξύ της στερεάς, υγρής και αέριας φάσης, τη κατανομή των μεγεθών των κόκκων τους καθώς και τα όρια Atterberg. Τα μεγέθη αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες και να διευκολύνουν τη μελέτη των μηχανικών τους χαρακτηριστικών. Επίσης παρουσιάζονται τα κυριότερα συστήματα κατάταξης των εδαφών με βάση τα φυσικά τους χαρακτηριστικά.

Το έδαφος (εικόνα 1) είναι ένα μή-συμπαγές πολυφασικό υλικό, που αποτελείται από ασύνδετους ή ελαφρά συνδεδεμένους στερεούς κόκκους, τα κενά μεταξύ των οποίων περιέχουν υγρά ή και αέρια. Τα εδαφικά υλικά προέρχονται από μηχανική ή και χημική αποσάθρωση των πετρωμάτων. Η μηχανική αποσάθρωση οφείλεται σε παράγοντες όπως:

- ο παγετός
- οι συνεχείς θερμοκρασιακές μεταβολές
- η διάβρωση από το νερό και τον αέρα
- οι λειτουργίες φυτών, ζώων και του ανθρώπου, και οδηγεί σε κατατεμαχισμό και θρυμματισμό των βράχων.

Αντίστοιχα, η χημική αποσάθρωση προκαλεί την αποσύνθεση των πετρωμάτων λόγω:

- οξειδωσης
- ενανθράκωσης
- αναγωγής και άλλων χημικών διαδικασιών.

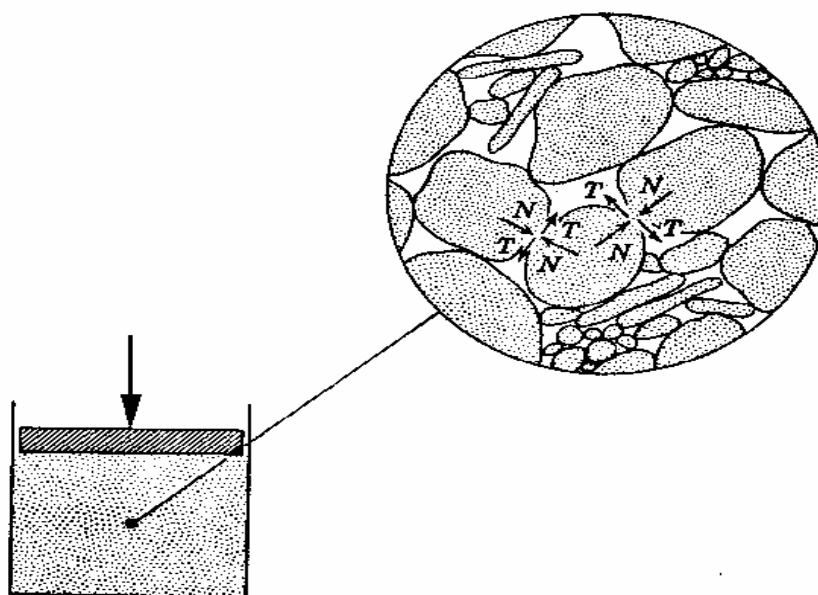
Γενικά, η χημική αποσάθρωση είναι ο κυριότερος παράγοντας δημιουργίας λεπτόκοκκων εδαφικών σχηματισμών, ενώ η μηχανική αποσάθρωση συντελεί κυρίως στη δημιουργία των χονδρόκοκκων εδαφών, χωρίς όμως να αποκλείεται και η μερική συμμετοχή της εναλλακτικής μεθόδου αποσάθρωσης στη δημιουργία εδαφικών σχηματισμών κάθε τύπου.

Με βάση τον τρόπο μεταφοράς και τελικής απόθεσης των προϊόντων της αποσάθρωσης, τα εδάφη διακρίνονται σε αυτόχθονα και ιζηματογενή. Τα αυτόχθονα εδάφη προέρχονται από την επιτόπου απόθεση των προϊόντων αποσάθρωσης, χωρίς να μεσολαβήσει η μεταφορά τους μακριά από την περιοχή της αποσάθρωσης. Αντίθετα, τα ιζηματογενή εδάφη προέρχονται από τη μεταφορά των προϊόντων αποσάθρωσης με τα νερά των ποταμών μακριά από την αρχική τους θέση και την επακόλουθη απόθεσή τους στην περιοχή των εκβολών. Σε ορισμένες περιπτώσεις η μεταφορά των προϊόντων της αποσάθρωσης γίνεται και από τον αέρα. Η μεταφορά και απόθεση των ιζηματογενών εδαφικών σχηματισμών με το νερό οδηγεί στο διαχωρισμό τους κατά μέγεθος κόκκων. Έτσι, χονδρόκοκκα ιζήματα αποτίθενται συνήθως στις κοίτες των ποταμών και σε περιοχές κοντά στις εκβολές τους. Αντίθετα, τα λεπτόκοκκα ιζήματα μεταφέρονται αιωρούμενα σε μεγάλες αποστάσεις και αποτίθενται με αργό ρυθμό στον πυθμένα των θαλασσών και λιμνών μακριά από τις εκβολές των ποταμών, σχηματίζοντας οριζόντιες στρώσεις.

Αρκετά συνηθισμένη είναι και η διαδοχική απόθεση στρώσεων χονδρόκοκκων και λεπτόκοκκων ιζημάτων στην ίδια περιοχή, που οφείλεται είτε σε τεκτονικές κινήσεις του γήινου φλοιού που συχνά μετατρέπουν κοίτες ποταμών σε πυθμένες ωκεανών και το αντίθετο είτε στη διαδοχή περιόδων έντονων βροχοπτώσεων και απορροών που οδηγούν στην απόθεση χονδροκλαστικών κυρίως ιζημάτων με ήπιες περιόδους που οδηγούν στην απόθεση λεπτόκοκκων εδαφών.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο δημιουργίας, μεταφοράς και απόθεσης των εδαφών, η διάταξη των κόκκων τους δημιουργεί κενά τα οποία, κατά την ιζηματογένεση στους πυθμένες των θαλασσών, επληρούντο με νερό. Στο μακρό χρονικό διάστημα, όμως, που μεσολάβησε από την ιζηματογένεση πολλοί εδαφικοί σχηματισμοί βρέθηκαν τελικώς πάνω από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα και το νερό των πόρων αντικαταστάθηκε μερικά ή ολικά από αέρα.

Έτσι, σήμερα, τα περισσότερα εδάφη περιέχουν στους πόρους τους και νερό και αέρα.



Εικόνα 1: Η φύση του εδάφους

1.2 ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΑ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ ΕΔΑΦΗ

Χονδρόκοκκα εδάφη

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως τα ιζηματογενή εδάφη που αποτελούν το σύνολο σχεδόν των εδαφικών σχηματισμών διακρίνονται σε χονδρόκοκκα (χάλικες και άμμοι) και λεπτόκοκκα (ιλείς και άργιλοι). Αναφέρθηκε επίσης ότι τα χονδρόκοκκα ιζήματα προέρχονται κυρίως από τη μηχανική αποσάθρωση των βράχων, ενώ τα λεπτόκοκκα ιζήματα από τη χημική αποσάθρωση των πετρωμάτων. Οι διαφορές μεταξύ των χονδρόκοκκων και των λεπτόκοκκων ιζημάτων εκτείνονται και πέραν του τρόπου γένεσής τους.

Ειδικότερα, το μέγεθος των κόκκων τους διαφέρει σημαντικά:

- εδάφη με κόκκους μεγαλύτερους από 2 mm ανήκουν στην κατηγορία των χαλίκων
- οι άμμοι έχουν κόκκους με διαστάσεις από 2mm έως 0.06 mm (η διάσταση αυτή είναι περίπου ίση με το μικρότερο μέγεθος κόκκου
- οι ιλείς έχουν κόκκους από 0.06 mm έως 0.002 mm
- οι άργιλοι έχουν κόκκους με μέγεθος μικρότερο από 0.002 mm. (Πίνακας 1)

Άργιλοι	Ιλείς			Άμμοι			Χάλικες			Κροκάλες			
	Λεπτές	Μέσες	Χονδρές	Λεπτές	Μέσες	Χονδρές	Λεπτές	Μέσες	Χονδρές				
0.001	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2	6	10	20	60	100	200

Πίνακας 1: Όρια μεγεθών κόκκων εδαφικών υλικών

Οι κόκκοι των άμμων και των χαλίκων είναι γενικά σφαιροειδείς, με την έννοια ότι η μέγιστη και η ελάχιστη διάσταση του κόκκου δεν διαφέρουν σημαντικά. Ακόμη και στην περίπτωση πολύ πεπλατυσμένων κόκκων ο λόγος της μέγιστης προς την ελάχιστη διάσταση δεν υπερβαίνει συνήθως το πέντε (5). Η μορφή της επιφάνειας των κόκκων ποικίλει και κυμαίνεται μεταξύ λείας (στην περίπτωση εδαφών που η επιφάνεια των κόκκων τους έχει λειανθεί από τη διάβρωση) και γωνιώδους (στην περίπτωση πρόσφατων κλαστικών ιζημάτων).

Η διάταξη των κόκκων των χονδρόκοκκων εδαφών καθορίζεται από:

- το βάρος
- τις διαστάσεις
- τη μορφή της επιφάνειας
- τις μηχανικές δυνάμεις επαφής που ασκούνται μεταξύ των κόκκων.

Η μηχανική αυτή διάταξη των κόκκων δημιουργεί μια δομή (εδαφικός σκελετός) με πυκνότητα που κυμαίνεται μεταξύ μιας ελάχιστης τιμής (πολύ χαλαρή δομή) και μιας μέγιστης τιμής (πολύ πυκνή δομή).

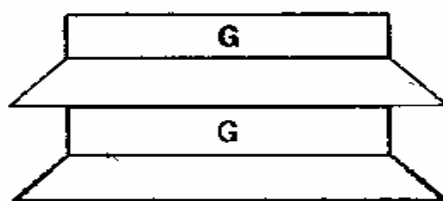
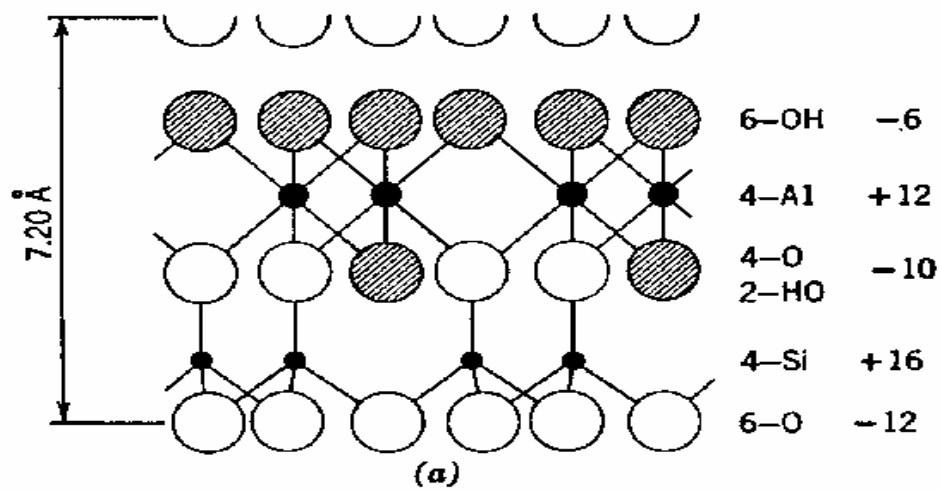
Η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης πυκνότητας δεν είναι σημαντική επειδή σε όλες τις περιπτώσεις οι κόκκοι βρίσκονται σε επαφή.

Λεπτόκοκκα εδάφη

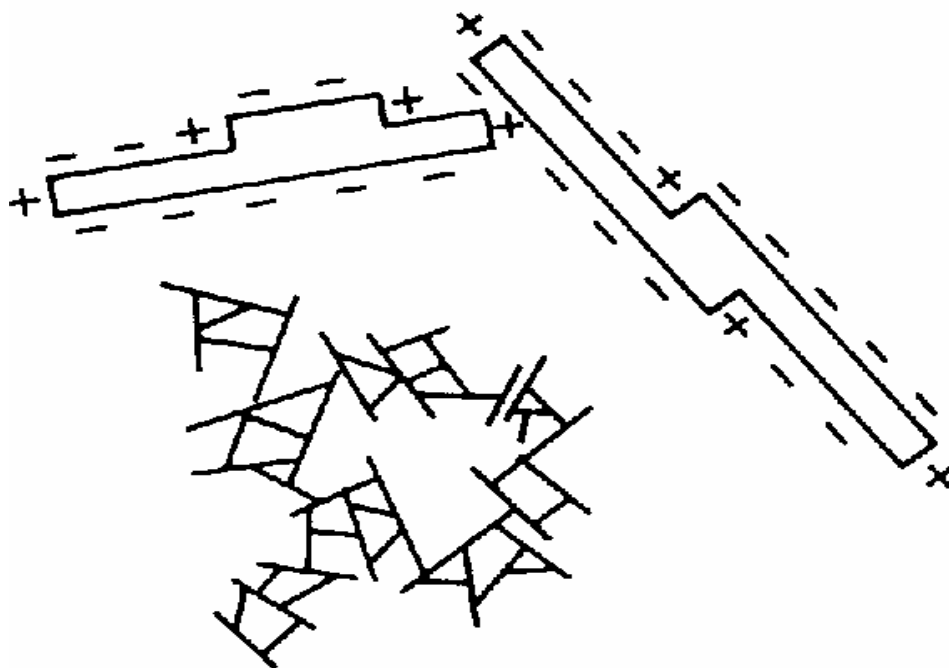
Σε αντίθεση με τα χονδρόκοκκα εδάφη, οι κόκκοι των λεπτόκοκκων εδαφών είναι πολύ πεπλατυσμένοι και έχουν τη μορφή πλακιδίων με μικρό πάχος που είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με το μόνιό τους. Αντίθετα, στις άλλες δύο διαστάσεις ο κρύσταλλος των αργιλικών πλακιδίων αναπτύσσεται κανονικά με τη διάταξη μεγάλου αριθμού μορίων. Η Εικόνα 2 παρουσιάζει τη δομή του πλακιδίου του καολίνη, ενός αργιλικού ορυκτού με πάχος πλακιδίου στα 0.1 μm (1 μm = 0.001 mm) και μεγάλη διάμετρο 3-1 μm, που έχει δηλαδή λόγο διαμέτρου προς πάχος ίσο με 3-10. Ο καολίνης είναι ένα από τα αργιλικά ορυκτά με μικρό λόγο διαμέτρου προς πάχος, δηλαδή ένα από τα λιγότερο ενεργά αργιλικά ορυκτά. Άλλα περισσότερο ενεργά αργιλικά ορυκτά είναι ο ιλλίτης, με λόγο διαμέτρου προς πάχος του πλακιδίου ίσο με 10-30, και ο μοντμοριλλονίτης, με αντίστοιχο λόγο διαμέτρου προς πάχος στο 100.

Λόγω των ιδιαίτερα μικρών διαστάσεων και της πλακοειδούς μορφής των αργιλικών ορυκτών, η αλληλεπίδραση μεταξύ των πλακιδίων διέπεται και από άλλες δυνάμεις πέραν της βαρύτητας και της τριβής μεταξύ των πλακιδίων. Ειδικότερα, η επιφάνεια των αργιλικών πλακιδίων είναι ηλεκτρικά φορτισμένη, οι μεγάλες επιφάνειες φέρουν αρνητικά φορτία, και το πάχος φέρει ίσα και αντίθετα θετικά φορτία (εικόνα 3). Οι επιφανειακές ηλεκτρικές δυνάμεις έλξης και άπωσης, που πρακτικά δεν εμφανίζονται στα χονδρόκοκκα εδάφη, κυριαρχούν στα λεπτόκοκκα εδάφη, επειδή η έντασή τους είναι αρκετές τάξεις μεγέθους ισχυρότερη από τις δυνάμεις βαρύτητας.

Πιο συγκεκριμένα, ο λόγος των ηλεκτρικών δυνάμεων προς τις δυνάμεις βαρύτητας εξαρτάται από την ειδική επιφάνεια δηλαδή το λόγο της επιφάνειας προς τη μάζα του πλακιδίου. Η ειδική επιφάνεια ενός σφαιρικού κόκκου μεσόκοκκης άμμου είναι 2.3 m²/kg, ενώ η ειδική επιφάνεια του καολίνη είναι 15000 m²/kg και του μοντμοριλλονίτη 800.000 m²/kg. Η μεγάλη διαφορά στην ειδική επιφάνεια των κόκκων μεταξύ των χονδρόκοκκων και των λεπτόκοκκων εδαφών καθορίζει την τελείως διαφορετική δομή τους και, κατ' επέκταση, τις διαφορές της μηχανικής τους συμπεριφοράς. Τα λεπτόκοκκα εδάφη ονομάζονται επίσης και συνεκτικά, επειδή παρουσιάζουν συνοχή μεταξύ των κόκκων τους. Αντίστοιχα, τα χονδρόκοκκα εδάφη ονομάζονται και μή-συνεκτικά, επειδή δεν παρουσιάζουν συνοχή μεταξύ των κόκκων τους.



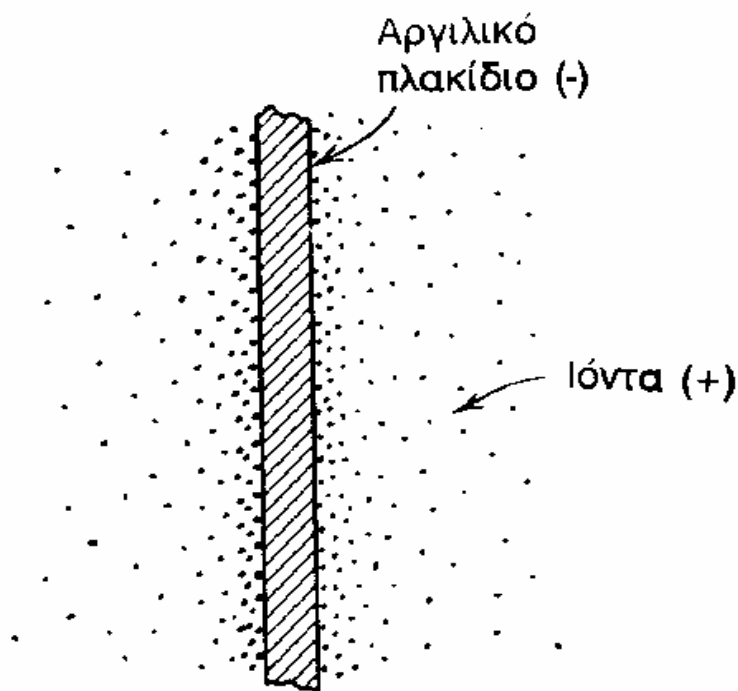
Εικόνα 2: Δομή αργιλικού ορυκτού καολίνη



Εικόνα 3: Ηλεκτρικά φορτία στην επιφάνεια των αργιλικών πλακιδίων

1.3 Αλληλεπίδραση μεταξύ του νερού και των αργιλικών ορυκτών

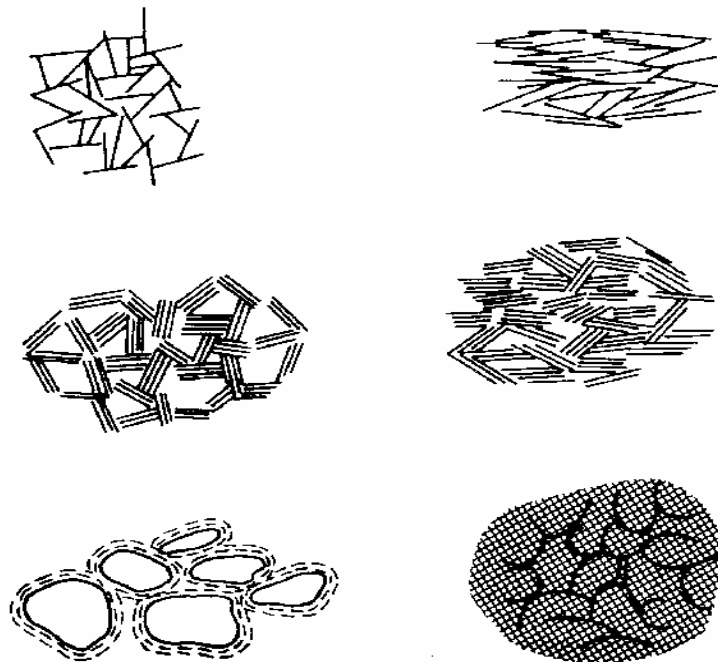
Η επιρροή του νερού στη μηχανική συμπεριφορά των χονδρόκοκκων εδαφών είναι πρακτικά μηδενική, εφόσον η επιβολή της φόρτισης γίνεται με επαρκώς βραδύ ρυθμό. Η γωνία διατρητικής τριβής, π.χ., μιας άμμου είναι η ίδια ανεξάρτητα από το εάν η άμμος είναι ξηρή ή κορεσμένη με νερό. Αντίθετα, η συμπεριφορά των αργιλικών εδαφών επηρεάζεται σημαντικά από την παρουσία και την ποσότητα του νερού στους πόρους. Η επιρροή αυτή οφείλεται κυρίως στην ηλεκτρική αλληλεπίδραση του νερού με τις φορτισμένες επιφάνειες των αργιλικών πλακιδίων. Όπως είναι γνωστό το μόριο του νερού αν και ηλεκτρικά ουδέτερο παρουσιάζει τις ιδιότητες ηλεκτρικού διπόλου, με κέντρα θετικού και αρνητικού φορτίου που δεν ταυτίζονται. Τα ηλεκτρικά αυτά δίπολα έλκονται προς την ηλεκτρικά φορτισμένη επιφάνεια των αργιλικών πλακιδίων (εικόνα 4) και προσροφώνται σε αυτή, δηλαδή συνδέονται ισχυρά με την επιφάνεια των αργιλικών πλακιδίων και αποτελούν ενιαίο σώμα. Η έλξη των διπόλων του νερού προς τα αργιλικά πλακίδια είναι πολύ ισχυρή κοντά στην επιφάνεια και μειώνεται ραγδαία με την απόσταση από την επιφάνεια επειδή οι ηλεκτρικές δυνάμεις είναι αντιστρόφως ανάλογες του τετραγώνου της απόστασης. Έτσι, δημιουργείται μια ζώνη γύρω από το αργιλικό πλακίδιο, στην οποία το προσροφημένο νερό έχει ιδιότητες πολύ διαφορετικές από το ελεύθερο νερό που βρίσκεται έξω από τη ζώνη αυτή. Η ζώνη του προσροφημένου νερού γύρω από το αργιλικό πλακίδιο ονομάζεται διπλή στρώση, επειδή αναπτύσσεται και στις δύο επιφάνειες του πλακιδίου.



Εικόνα 4: Προσροφημένα δίπολα νερού σε αργιλικό πλακίδιο

Η ύπαρξη και το μέγεθος της διπλής στρώσης είναι καθοριστικοί παράγοντες των μηχανικών ιδιοτήτων των αργιλικών εδαφών. Έτσι π.χ., με την αύξηση της υγρασίας (δηλαδή της ποσότητας του νερού στους πόρους των αργιλικών εδαφών) αυξάνει αρχικά και το πάχος της διπλής στρώσης, επειδή ένα μέρος του διαθέσιμου νερού προσροφάται στην επιφάνεια των αργιλικών πλακιδίων. Εάν το ποσοστό της υγρασίας αυξηθεί πέρα από κάποιο όριο, το πάχος της διπλής στρώσης γίνεται πολύ μεγάλο, οπότε τα μόρια του νερού που βρίσκονται στο απομακρυσμένο από το πλακίδιο όριο της διπλής στρώσης και είναι ασθενώς συνδεδεμένα με τη διπλή στρώση (λόγω της πτώσης του ηλεκτρικού δυναμικού με την απόσταση) αποκτούν ιδιότητες ελεύθερου νερού (δηλαδή εμφανίζουν μικρή έως μηδενική διατμητική αντοχή). Κατά συνέπεια, οι επαφές μεταξύ των πλακιδίων, μέσω των μορίων του νερού που είναι ασθενώς συνδεδεμένα με τις διπλές στρώσεις, οδηγεί στη βαθμιαία μείωση της διατμητικής αντοχής της αργίλου και τη μετάπτωσή της από τη στερεά μορφή (για μικρά ποσοστά υγρασίας) στην υδαρή κατάσταση. Αντίθετα, η μείωση της υγρασίας έχει σαν συνέπεια τη μείωση του πάχους των διπλών στρώσεων, την ισχυρότερη ηλεκτρική αλληλεπίδραση μεταξύ των αργιλικών πλακιδίων (έλξη της θετικά φορτισμένης περιφέρειας ενός πλακιδίου προς τις αρνητικά φορτισμένες παρειές του γειτονικού πλακιδίου) και την αύξηση της διατμητικής αντοχής του εδάφους. Εάν το σύνολο του προσροφημένου νερού απομακρυνθεί (π.χ. με θέρμανση σε κλίβανο), τότε οι ηλεκτρικές δράσεις μεταξύ των πλακιδίων είναι ισχυρότατες λόγω της μικρής απόστασης και η διατμητική αντοχή μέγιστη (όπως π.χ. στα κεραμικά υλικά). Στην περίπτωση αυτή η αλληλεπίδραση μεταξύ των πλακιδίων είναι τόσο ισχυρή που, ακόμη και αν η άργιλος βραχεί, τα πλακίδια δεν απομακρύνονται και δεν επιτρέπουν την είσοδο νερού στους πόρους και το σχηματισμό διπλών στρώσεων προσροφημένου νερού. Για το λόγο αυτό τα (καλά) κεραμικά δεν απορροφούν νερό και δεν χάνουν την αντοχή τους εάν βραχούν. Από όλα τα προηγούμενα καθίσταται πλέον σαφής η δραστική επίδραση της υγρασίας στα αργιλικά εδάφη.

Μια άλλη εφαρμογή της επιρροής της διπλής στρώσης του προσροφημένου νερού στη συμπεριφορά των αργιλικών εδαφών είναι οι συνέπειες της μεταβολής του ΡΗ του νερού των πόρων, λόγω π.χ. μεταβολής της αλατότητας του περιβάλλοντος. Η κατάσταση αυτή απαντάται στα θαλάσσια ιζήματα, όπου το νερό των πόρων είναι αλμυρό, δηλαδή εκτός από τα δίπολα του νερού υπάρχουν και τα ιόντα των διαλυμένων αλάτων. Στην περίπτωση αυτή, λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης ιόντων στο νερό, η πτώση του ηλεκτρικού δυναμικού των αργιλικών πλακιδίων με την απόσταση είναι εντονότερη από ότι στην περίπτωση που οι πόροι πληρούνται με γλυκό νερό. Έτσι, το πάχος της διπλής στρώσης είναι μικρότερο, με συνέπεια την ισχυρότερη αλληλεπίδραση μεταξύ των αργιλικών πλακιδίων. Εάν το ίζημα αυτό βρεθεί πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και εκπλυθεί με γλυκό νερό (π.χ. από τον υδροφόρο ορίζοντα), τότε η αλατότητα του νερού των πόρων θα μειωθεί, οι διπλές στρώσεις θα αυξηθούν σε μέγεθος και θα τείνουν να απομακρύνουν τα αργιλικά πλακίδια, δηλαδή να μειώσουν τη διατμητική τους αντοχή (ευαίσθητες άργιλοι). Συνέπεια της δράσης των διπλών στρώσεων και των ηλεκτρικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των αργιλικών πλακιδίων είναι και η προκύπτουσα "ανοικτή" δομή της αργίλου, που εμφανίζει σημαντικό ποσοστό κενών (εικόνα 5).



Εικόνα 5: Σχηματική διάταξη αργιλικών πλακιδίων

1.4 Σχέσεις μεταξύ των φάσεων

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο εδάφιο, το έδαφος είναι ένα πολυφασικό υλικό, που αποτελείται αφενός από στερεούς κόκκους αφετέρου από τα κενά που δημιουργούνται μεταξύ των κόκκων και περιέχουν νερό και αέρα. Ο συνολικός όγκος V του εδάφους αποτελείται από τον όγκο V_s που καταλαμβάνουν οι στερεοί κόκκοι και τον όγκο V_v των πόρων. Ο όγκος των πόρων πληρούται από νερό (με όγκο V_w) και αέρα (με όγκο V_g). Οι αντίστοιχες μάζες (M) ή, ισοδύναμα, τα βάρη (W) των ανωτέρω ποσοτήτων είναι: M (ολική μάζα), M_s (μάζα στερεών κόκκων), M_w (μάζα νερού των πόρων) και M_g (μάζα του αέρα των πόρων). Στα επόμενα η μάζα του αέρα των πόρων αμελείται, επειδή η πυκνότητα του αέρα είναι πολύ μικρή σε σχέση με τις πυκνότητες των υπολοίπων μεγεθών (στερεών κόκκων και νερού). Με βάση τα παραπάνω μεγέθη, ορίζονται οι εξής χρήσιμες ποσότητες:

1. Το πορώδες, που είναι ο λόγος του όγκου των κενών προς τον ολικό όγκο του εδάφους:

$$n = V_v / V$$

Το πορώδες συχνά εκφράζεται και σαν ποσοστό επί τοις εκατό.

2. Ο δείκτης πόρων, που είναι ο λόγος του όγκου των κενών προς τον όγκο των στερεών κόκκων:

$$e = V_v / V_s$$

Το πορώδες και ο δείκτης πόρων συσχετίζονται ως εξής:

$$n = e / (1 + e) \quad \text{ή} \quad e = n / (1 - n)$$

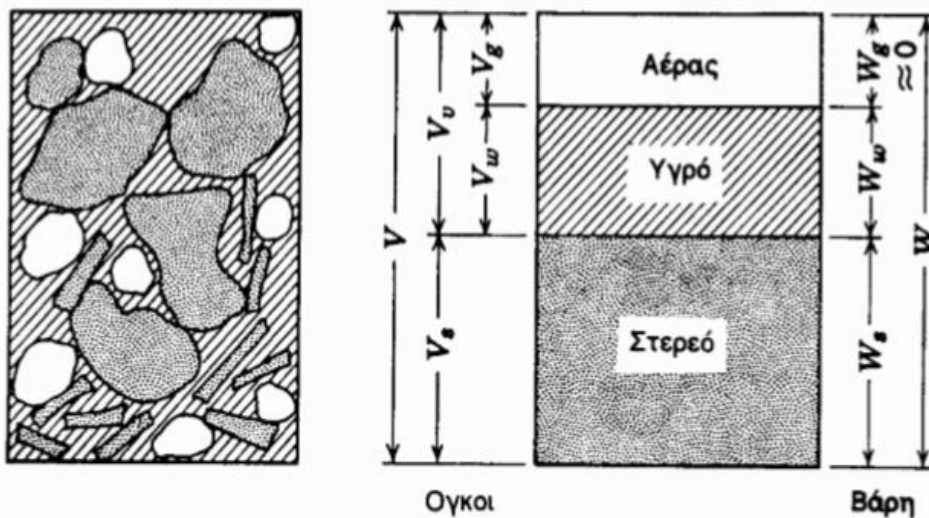
3. Ο βαθμός κορεσμού, που είναι ο λόγος του όγκου του νερού των πόρων προς τον όγκο των κενών:

$$S = V_w / V_v$$

και εκφράζει το ποσοστό (επί τοις εκατό) του όγκου των πόρων που πληροίται με νερό. Οι πιθανές τιμές του βαθμού κορεσμού ενός εδαφικού υλικού κυμαίνονται μεταξύ 0 και 100%. Ένα ξηρό εδαφικό υλικό έχει βαθμό κορεσμού μηδέν, ενώ ένα εδαφικό υλικό του οποίου το σύνολο των πόρων πληροίται με νερό (κορεσμένο) έχει βαθμό κορεσμού 1 (100%).

4. Το ποσοστό υγρασίας, που είναι ο λόγος της μάζας του νερού των πόρων προς τη μάζα των στερεών κόκκων:

$$w = M_w / M_s$$



Εικόνα 6: Φάσεις των εδαφικών υλικών

Συχνά εκφράζεται και επί τοις εκατό. Το ποσοστό υγρασίας ενός ξηρού εδαφικού υλικού είναι μηδέν. Το ποσοστό υγρασίας ενός (υγρού) εδαφικού υλικού υπολογίζεται με την εξής μέθοδο ένα δείγμα του εδάφους ζυγίζεται στη φυσική του κατάσταση (μάζα M_1) και αφού ξηραθεί σε κατάλληλο κλίβανο, ώστε να εξατμισθεί το σύνολο του νερού των πόρων (μάζα M_2). Στη συνέχεια, το ποσοστό υγρασίας υπολογίζεται από τη σχέση:

$$w = (M_1 - M_2) / M_2 \quad \text{ή} \quad w = [(M_1 - M_2) / M_2] * 100$$

5. Η πυκνότητα του εδαφικού υλικού, που (κατά τον συνήθη ορισμό της πυκνότητας ενός υλικού) είναι ο λόγος της μάζας του εδαφικού δείγματος προς τον όγκο του:

$$\rho = M / V$$

6. Η πυκνότητα των στερεών κόκκων, που είναι ο λόγος της μάζας των στερεών κόκκων προς τον όγκο τους:

$$\rho_s = M_s / V_s$$

7. Η πυκνότητα του νερού που είναι:

$$\rho_w = M_w / V_w = 1 \text{ Mg/m}^3$$

Οι προηγούμενες ποσότητες συνδέονται με τις εξής σχέσεις:

$$\rho = \rho_s [(1+w) / (1+e)] , \quad \rho_s = S_e \rho_w$$

Εκτός από τις ανωτέρω θεμελιώδεις ποσότητες μπορούν να ορισθούν και τα εξής παράγωγα μεγέθη:

- I. Η ξηρή πυκνότητα του εδαφικού υλικού:

$$\rho_d = \rho_s [1 / (1+e)]$$

που είναι η πυκνότητα ενός εδαφικού υλικού με ποσοστό υγρασίας μηδέν.

- II. Η πυκνότητα του κορεσμένου εδαφικού υλικού:

$$\rho_{\text{sat}} = (\rho_s + e\rho_w) / (1+e)$$

που είναι η πυκνότητα ενός εδαφικού υλικού με βαθμό κορεσμού $S = 1$.

III. Η υπό άνωση πυκνότητα ενός (κορεσμένου) εδαφικού υλικού:

$$\rho_b = \rho_{sat} - \rho_w = (\rho_s - \rho_w) / (1 + e)$$

1.5 Φυσικά Χαρακτηριστικά μη-Συνεκτικών Εδαφών

Τα κυριότερα φυσικά χαρακτηριστικά των μη-συνεκτικών εδαφικών υλικών είναι η σχετική πυκνότητα και η κοκκομετρική διαβάθμιση, που μελετώνται στα επόμενα εδάφια.

1.5.1 Σχετική πυκνότητα

Ένα συγκεκριμένο μη-συνεκτικό εδαφικό υλικό μπορεί να εμφανισθεί στη φύση με διάφορες τιμές του δείκτη πόρων (e), που εξαρτώνται από την εκάστοτε δομή των κόκκων του. Η πλέον χαλαρή διάταξη των κόκκων με το μέγιστο ποσοστό κενών αντιστοιχεί στην ελάχιστη πυκνότητα. Η πυκνότητα αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί κατά τη βραδεία απόθεση μιας άμμου μέσα στο νερό με συνθήκες αντίστοιχες με αυτές της ιζηματογένεσης. Κατά συνέπεια, πρόσφατες αποθέσεις άμμων τείνουν να έχουν πυκνότητες που προσεγγίζουν την ελάχιστη πυκνότητα. Η πλέον πυκνή διάταξη των κόκκων με το ελάχιστο ποσοστό κενών αντιστοιχεί στη μέγιστη πυκνότητα. Η πυκνότητα αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί με παρατεταμένη και έντονη δόνηση της άμμου, που προκαλεί συμπύκνωση με την επαναδιάταξη των κόκκων της σε πυκνότερη δομή. Είναι σαφές ότι τόσο η ελάχιστη όσο και η μέγιστη πυκνότητα είναι συμβατικά μεγέθη και αναφέρονται σε πρότυπες εργαστηριακές δοκιμές. Κατά συνέπεια, είναι δυνατόν μια άμμος να υπάρξει στη φύση σε κατάσταση με πυκνότητα μικρότερη από την ελάχιστη ή μεγαλύτερη από τη μέγιστη συμβατική.

Ένα χρήσιμο μέγεθος για το χαρακτηρισμό της κατάστασης μιας άμμου σε σχέση με την ελάχιστη και τη μέγιστη πυκνότητα είναι η λεγόμενη σχετική πυκνότητα (D_r), η οποία ορίζεται ως εξής:

$$D_r = (e_{max} - e) / (e_{max} - e_{min}) * 100$$

όπου: e : είναι ο πραγματικός δείκτης πόρων της άμμου

e_{max} : είναι ο δείκτης πόρων που αντιστοιχεί στην ελάχιστη συμβατική πυκνότητα (μέγιστη τιμή του δείκτη πόρων)

e_{min} : είναι ο δείκτης πόρων που αντιστοιχεί στη μέγιστη συμβατική πυκνότητα (ελάχιστη τιμή του δείκτη πόρων)

Οι τιμές της μέγιστης και ελάχιστης πυκνότητας μιας άμμου εξαρτώνται από το σχήμα και την ποικιλία των μεγεθών της. Έτσι, όσο μεγαλύτερη είναι η ποικιλία μεγεθών των κόκκων και όσο πιο σφαιρικοί είναι οι κόκκοι σε ένα αμμώδη εδαφικό σχηματισμό, τόσο η ελάχιστη και η μέγιστη πυκνότητα είναι μεγαλύτερες.

Η κατάταξη των αμμωδών εδαφών με βάση τη σχετική τους πυκνότητα γίνεται σύμφωνα με τον Πίνακα 2.

Σχετική πυκνότητα (%)	Περιγραφή μή-συνεκτικού εδάφους
0 - 15	Πολύ χαλαρό
15 - 35	Χαλαρό
35 - 65	Μέσης πυκνότητας
65 - 85	Πυκνό
85 - 100	Πολύ πυκνό

Πίνακας 2: Κατάταξη αμμωδών εδαφών.

1.5.2 Κοκκομετρική διαβάθμιση

Το μέγεθος των κόκκων και η ποικιλία τους σε ένα δείγμα εδαφικού υλικού επηρεάζουν τη μηχανική συμπεριφορά των μή-συνεκτικών εδαφών και για το λόγο αυτό μελετώνται στα πλαίσια των φυσικών τους χαρακτηριστικών. Η απαντώμενη ποικιλία μεγεθών κόκκων στους εδαφικούς σχηματισμούς είναι ευρύτατη. Οι χάλικες αποτελούνται από κόκκους μεγέθους αρκετών εκατοστών, ενώ οι άργιλοι περιέχουν κόκκους μεγέθους μικρότερου του ενός μικρού (μm), δηλαδή περισσότερο από 10000 φορές μικρότερους από τους κόκκους των χαλικών. Οι μέθοδοι κατάταξης των εδαφών με βάση το μέγεθος των κόκκων τους ποικίλουν. Ο ακόλουθος Πίνακας παρουσιάζει την κατάταξη που προτείνουν οι Βρετανικοί Κανονισμοί (British Standards), η οποία τείνει να γίνει γενικά αποδεκτή στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Μέγεθος κόκκων (mm)	
		Από	Έως
Χάλικες	Χονδρόκοκκοι	60	20
	Μεσόκοκκοι	20	6
	Λεπτόκοκκοι	6	2
Άμμοι	Χονδρόκοκκες	2	0.6
	Μεσόκοκκες	0.6	0.2
	Λεπτόκοκκες	0.2	0.06
Ιλείς	Χονδρόκοκκες	0.06	0.02
	Μεσόκοκκες	0.02	0.006
	Λεπτόκοκκες	0.006	0.002
Άργιλοι	-	< 0.002	-

Πίνακας 3: Κατάταξη σύμφωνα με τους Βρετανικούς Κανονισμούς.

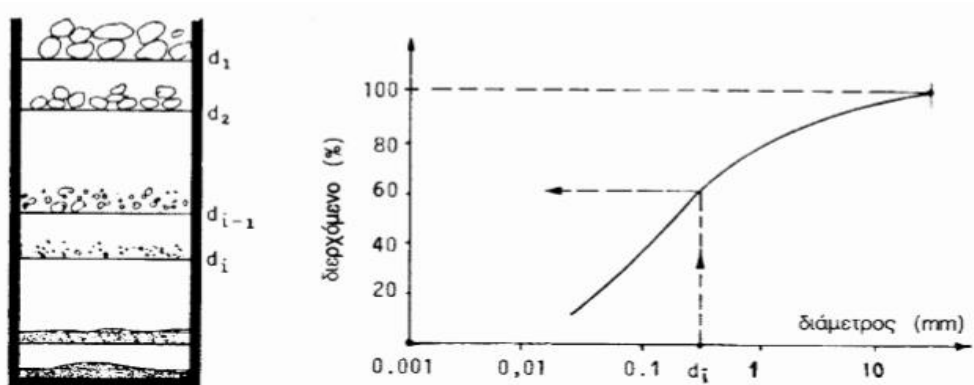
Ο προσδιορισμός της κατανομής των μεγεθών κόκκων των εδαφικών υλικών γίνεται για τους χάλικες και τις άμμους με τη λεγόμενη "κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα", για τις ιλείς και αργίλους με την "κοκκομετρική ανάλυση με τη μέθοδο του αραιομέτρου".

Η ανάλυση με κόσκινα γίνεται με τη μηχανική δόνηση δείγματος του εδαφικού υλικού διαμέσου σειράς κοσκίνων με βαθμιαία μικρότερη διάσταση οπής και τη μέτρηση του βάρους του υλικού που συγκρατείται σε κάθε κόσκινο.

Τα πρότυπα μεγέθη (διαστάσεις οπής) των κοσκίνων ποικίλουν. Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται κόσκινα που ακολουθούν την Αμερικανική Προδιαγραφή ASTM D422-1980. Ο κωδικός και η διάσταση της οπής των κοσκίνων αυτών φαίνονται στον Πίνακα 4.

Αριθμός κοσκίνου (No)	Διάσταση οπής (mm)
4	4.75
10	2
20	0.85
40	0.425
60	0.25
100	0.15
140	0.106
200	0.075

Πίνακας 4: Διαστάσεις κοσκίνων.



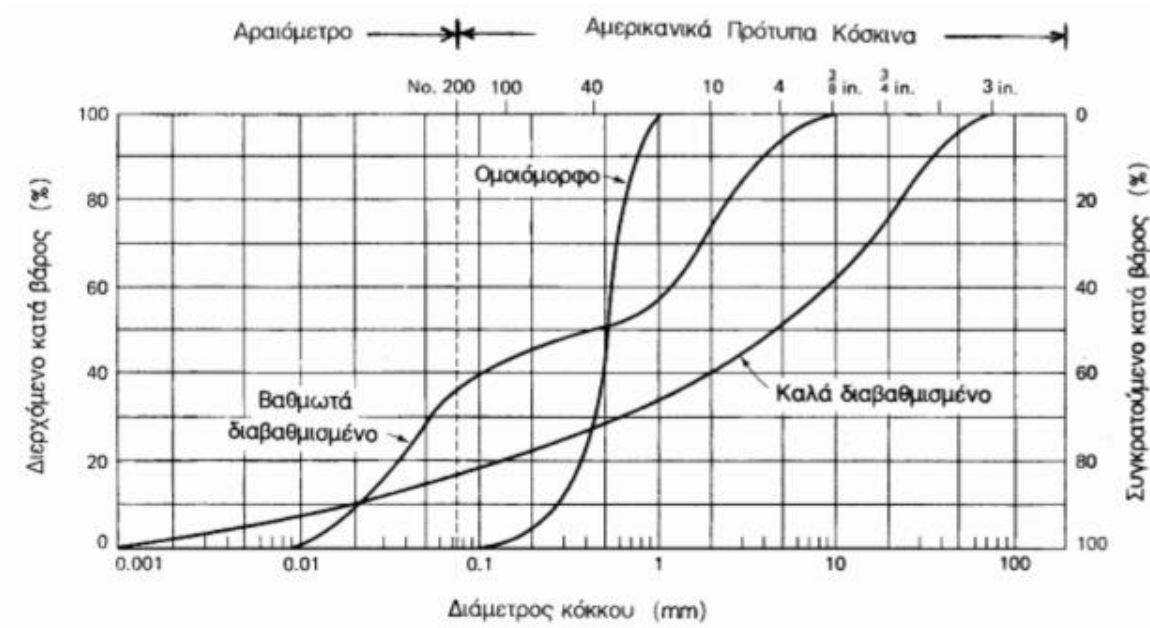
Εικόνα 7: Κοκκομέτρηση εδαφών με κόσκινα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το κόσκινο No 200 αντιστοιχεί κατά προσέγγιση στο συμβατικό όριο μεταξύ άμμων και ιλύων (0.06 mm). Η κατασκευή και χρήση κοσκίνων για την κοκκομέτρηση εδαφών με μεγέθη κόκκων μικρότερα από το No 200 δεν είναι πρακτική. Κατά συνέπεια, ο προσδιορισμός της κοκκομετρικής διαβάθμισης των λεπτόκοκκων εδαφικών υλικών (ιλύων και αργίλων) γίνεται, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, με τη μέθοδο του αραιομέτρου. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στο νόμο του Stokes για την κίνηση σφαιρών σε ιξώδες ρευστό με την επίδραση της βαρύτητας, σύμφωνα με τον οποίο η οριακή ταχύτητα καθίζησης εξαρτάται από τη διάμετρο και την πυκνότητα του υλικού των σφαιρών, την πυκνότητα του ρευστού και το ιξώδες του. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου του αραιομέτρου μετράται η πυκνότητα του μίγματος νερού και εδάφους σε διάφορους χρόνους και προσδιορίζεται η ταχύτητα καταβύθισης των κόκκων του εδαφικού υλικού, από την οποία προκύπτει η κατανομή του μεγέθους των κόκκων.

Η κατανομή του μεγέθους των κόκκων ενός εδαφικού υλικού, όπως προκύπτει από την κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα και το αραιόμετρο, παρουσιάζεται συνήθως σε ένα διάγραμμα αθροιστικής συχνότητας εμφάνισης ως προς το μέγεθος του κόκκου.

Ένα τέτοιο διάγραμμα φαίνεται στην Εικόνα 8, στο οποίο παρουσιάζονται και τυπικές κοκκομετρικές καμπύλες ενός εδάφους με ομοιόμορφους κόκκους και ενός καλά διαβαθμισμένου. Από διαγράμματα αυτού του τύπου μπορούν να προσδιορισθούν ποσοτικά

μεγέθη όπως το εύρος των διαμέτρων των κόκκων ενός εδαφικού υλικού και το ποσοστό του υλικού που είναι μικρότερο από κάποια συγκεκριμένη διάμετρο.



Εικόνα 8: Διάγραμμα κοκκομετρικής διαβάθμισης εδαφών.

Επιπλέον, συνήθως υπολογίζονται η διάμετρος D_{10} (δηλαδή το μέγεθος κόκκου από τον οποίο 10% του υλικού έχει μικρότερο μέγεθος) και η διάμετρος D_{60} (δηλαδή το μέγεθος κόκκου από τον οποίο 60% του υλικού έχει μικρότερο μέγεθος).

Με βάση τα παραπάνω, ορίζεται και ο συντελεστής ανομοιομορφίας που εκφράζει συνοπτικά την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού:

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

Όταν: $C_u = 1$ τότε το υλικό έχει ομοιόμορφους κόκκους

$C_u > 5$ τότε το υλικό είναι καλά διαβαθμισμένο

$C_u < 5$ τότε το υλικό είναι κακά διαβαθμισμένο

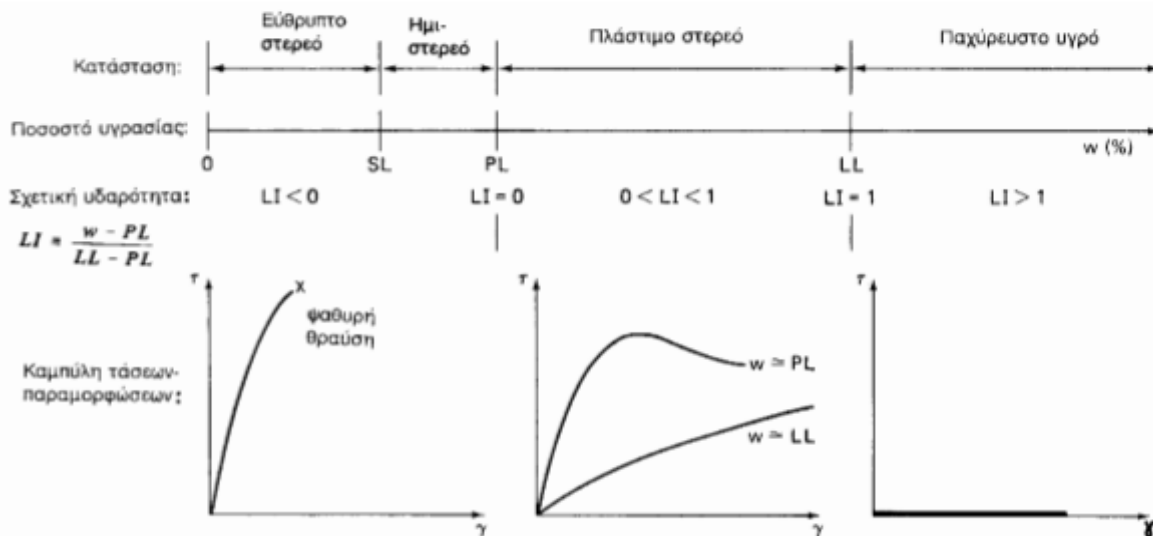
Γενικά, όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής ανομοιομορφίας, τόσο μεγαλύτερη ποικιλία κόκκων περιέχει το εδαφικό υλικό και τόσο καλύτερη είναι η κοκκομετρική του διαβάθμιση.

1.6 Φυσικά Χαρακτηριστικά Συνεκτικών Εδαφών

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα κύρια φυσικά χαρακτηριστικά των μη συνεκτικών εδαφών είναι η σχετική πυκνότητα και η κοκκομετρική διαβάθμιση. Με βάση τα χαρακτηριστικά

αυτά, μπορεί να γίνει μια πρώτη, εκτίμηση των μηχανικών τους χαρακτηριστικών. Στα συνεκτικά υλικά ο προσδιορισμός των ανωτέρω φυσικών χαρακτηριστικών δεν είναι εύκολα εφικτός και επιπλέον, τα χαρακτηριστικά αυτά δεν είναι άμεσα συσχετισμένα με τις μηχανικές τους ιδιότητες. Για τους παραπάνω λόγους, κατ' αντιστοιχία προς τα μή-συνεκτικά εδάφη, τα κύρια φυσικά χαρακτηριστικά των συνεκτικών εδαφών είναι το ποσοστό υγρασίας και τα όρια Atterberg. Έχει ήδη αναφερθεί ότι η παρουσία νερού στους πόρους ενός εδαφικού υλικού επηρεάζει τη μηχανική του συμπεριφορά. Η επιρροή αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική στα συνεκτικά εδάφη. Στην Εικόνα 9 παρουσιάζεται η βαθμιαία μεταβολή των μηχανικών χαρακτηριστικών ενός συνεκτικού εδάφους με την αύξηση του ποσοστού της υγρασίας. Όσο αυξάνει το ποσοστό της υγρασίας, τόσο μειώνεται η αλληλεπίδραση μεταξύ των κόκκων του εδαφικού υλικού και η συμπεριφορά του προσομοιάζει τη συμπεριφορά των ρευστών. Γενικά, μπορούν να διακριθούν τέσσερις καταστάσεις, στις οποίες ένα συνεκτικό εδαφικό υλικό μπορεί να μεταπίπτει διαδοχικά με την αύξηση του ποσοστού υγρασίας:

- **Εύθρυπτο στερεό:** Στην κατάσταση αυτή το έδαφος παρουσιάζει μεγάλο δείκτη δυσκαμψίας και η θραύση του είναι απότομη και ψαθυρή. Ποιοτικά, η συμπεριφορά του είναι ανάλογη με άλλα ψαθυρά υλικά, όπως π.χ. το σκυρόδεμα.
- **Ημιστερεό:** Είναι μια μεταβατική κατάσταση μεταξύ της προηγούμενης και της επόμενης με ενδιάμεσα χαρακτηριστικά.
- **Πλάστιμο στερεό:** Στην κατάσταση αυτή το έδαφος μπορεί να πλάθεται, δηλαδή να υφίσταται σημαντικές πλαστικές παραμορφώσεις χωρίς ρηγματώσεις και θραύση. Ο δείκτης δυσκαμψίας του μειώνεται βαθμιαία με την αύξηση του ποσοστού υγρασίας.
- **Παχύρευστο υγρό:** Στην κατάσταση αυτή το έδαφος δεν μπορεί να αναλάβει διαμητικές τάσεις χωρίς συνεχιζόμενη παραμόρφωση. Στο κάτω όριο της κατάστασης αυτής το έδαφος παρουσιάζει χαρακτηριστικά ερπυσμού, η συμπεριφορά του, όμως, με την αύξηση του ποσοστού υγρασίας γρήγορα εξελίσσεται σε πραγματική ροή. Τα ποσοστά υγρασίας που αντιστοιχούν στα όρια μεταξύ των ανωτέρω τεσσάρων καταστάσεων ονομάζονται: όριο συρρίκνωσης W_s ή SL , όριο πλαστιμότητας W_p ή PL και όριο υδαρότητας W_L ή LL (μεταξύ πλάστιμης και υδαρούς). Τα όρια αυτά, που συνοπτικά λέγονται όρια Atterberg, αποτελούν χαρακτηριστικές ιδιότητες κάθε συνεκτικού υλικού και προσδιορίζονται με πρότυπες δοκιμές. Έτσι, το όριο υδαρότητας ορίζεται σαν το ποσοστό υγρασίας, στο οποίο τα χείλη μιας σχισμής που έχει δημιουργηθεί σε δείγμα του εδαφικού υλικού στη συσκευή Casagrande κλείνουν μετά από 25 πτώσεις της κάψας πάνω στην ειδική βάση. Το όριο πλαστιμότητας ορίζεται σαν το ποσοστό υγρασίας, στο οποίο επιμήκη στοιχεία του εδαφικού υλικού θρυμματίζονται όταν η διάμετρος τους γίνει 3 mm.

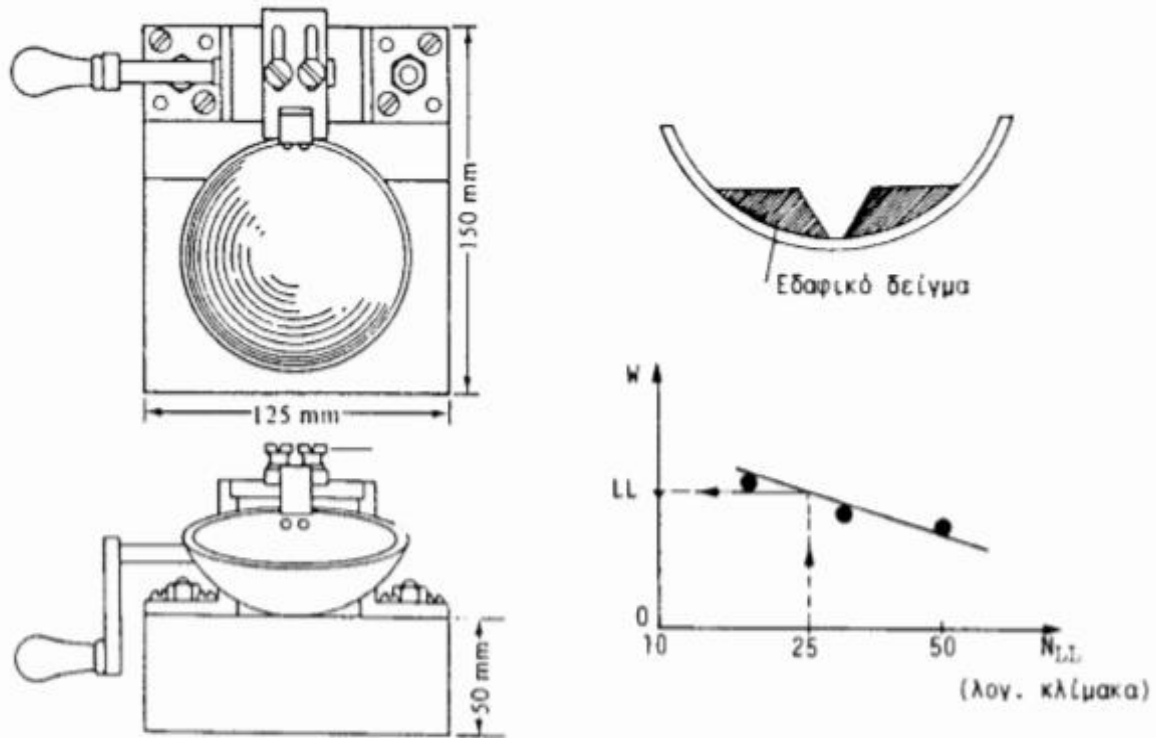


Τέλος, το όριο συρρίκνωσης ορίζεται σαν το ποσοστό υγρασίας που αρκεί για να πληρώσει τα κενά του ξηρού εδαφικού υλικού, δηλαδή το ποσοστό της υγρασίας του οποίου περαιτέρω μείωση δεν οδηγεί σε μείωση του όγκου του εδαφικού υλικού.

Αξίζει να αναφερθούν και δύο (ακραίες) καταστάσεις οι οποίες είναι χαρακτηριστικές της δυνατότητας μεταβολής της συμπεριφοράς των αργιλικών εδαφών με τη μεταβολή του ποσοστού υγρασίας:

- Εάν αφαιρεθεί το σύνολο του νερού των πόρων μιάς αργίλου, π.χ. με θέρμανση σε υψηλή θερμοκρασία εντός κλιβάνου, τότε η άργιλος συμπεριφέρεται σαν πραγματικό στερεό με μεγάλη μάλιστα αντοχή. Παράδειγμα αποτελούν τα κεραμικά είδη. Στην κατάσταση αυτή, μάλιστα, με την πλήρη αφαίρεση του νερού των πόρων, τα πλακίδια της αργίλου έχουν πλησιάσει πάρα πολύ και έχουν αναπτυχθεί μεταξύ τους ισχυρότατες ελκτικές ηλεκτροχημικές δυνάμεις τύπου Van der Waals. Οι δυνάμεις αυτές είναι τόσο ισχυρές, ώστε να μην επιτρέπουν πλέον την προσρόφηση νερού στα κενά της αργίλου και την αύξηση του όγκου των κενών. Πράγματι, τα κεραμικά δεν χάνουν την αντοχή τους και δεν θρυμματίζονται όταν εκτεθούν στο νερό.
- Η άλλη ακραία κατάσταση είναι η υδαρής κατάσταση ενός μίγματος νερού και αργιλικού υλικού. Η κατάσταση αυτή απαντάται στον πυθμένα των θαλασσών κοντά στις εκβολές μεγάλων ποταμών και αποτελεί το πρώτο στάδιο της ιζηματογένεσης. Τα πλακίδια της αργίλου στην κατάσταση αυτή βαθμιαία καθιζάνουν με την οριακή ταχύτητα κατά το νόμο του Stokes. Λόγω του μικρού μεγέθους των πλακιδίων, η οριακή ταχύτητα είναι πολύ μικρή και η διαδικασία αυτή μπορεί να διαρκέσει επί εκατοντάδες χρόνια.

Η φυσική σημασία των ορίων Atterberg έγκειται στο ότι τα συνεκτικά εδάφη έχουν την ιδιότητα να προσροφούν στην επιφάνεια των αργιλικών τους πλακιδίων νερό, το οποίο συνδέεται ισχυρά με το συγκεκριμένο πλακίδιο χωρίς να μειώνει σημαντικά το βαθμό της ηλεκτροχημικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των πλακιδίων, με συνέπεια να μη μειώνεται ουσιαστικά και η μηχανική τους αντοχή. Προφανώς, η παραπάνω δυνατότητα προσρόφησης νερού χωρίς σημαντική απώλεια αντοχής δεν είναι απεριόριστη. Αντίθετα, το μέγιστο ποσοστό υγρασίας που μπορεί να προσροφηθεί στην επιφάνεια των πλακιδίων χωρίς να αλλάξει η κατάσταση του εδαφικού υλικού καθορίζει τα όρια Atterberg. Έτσι, εάν κάποιο εδαφικό υλικό Α έχει μεγαλύτερη τάση να προσροφά νερό στην επιφάνεια των αργιλικών του πλακιδίων από ότι το εδαφικό υλικό Β, τότε το ποσοστό υγρασίας στο οποίο το έδαφος Α μεταπίπτει στην υδαρή κατάσταση είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό υγρασίας του εδάφους Β, δηλαδή το έδαφος Α έχει μεγαλύτερο όριο υδαρότητας από το Β.



Εικόνα 10: Η συσκευή casagrande για τον προσδιορισμό του ορίου υδαρότητας

Είναι προφανές ότι το ίδιο σκεπτικό μπορεί να εφαρμοσθεί και στα υπόλοιπα όρια Atterberg. Με βάση τα ανωτέρω όρια, ορίζονται οι λεγόμενοι δείκτες συνεκτικότητας και συγκεκριμένα:

- Ο δείκτης πλαστιμότητας που εκφράζει το εύρος της πλαστικής περιοχής, δηλαδή το εύρος της περιοχής στην οποία το εδαφικό υλικό συμπεριφέρεται σαν πλάστιμο στερεό. Είναι προφανές ότι όσο περισσότερο ενεργά είναι τα αργιλικά πλακίδια του εδαφικού υλικού, δηλαδή όσο περισσότερο νερό μπορεί να προσροφηθεί στην επιφάνεια τους χωρίς να μειωθεί σημαντικά ο βαθμός της ηλεκτροχημικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των πλακιδίων τόσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης πλαστιμότητας.

$$PI = I_p = W_l - W_p$$

- Ο δείκτης σχετικής υδαρότητας που εκφράζει τη σχέση του πραγματικού ποσοστού υγρασίας (w) ως προς το όριο υδαρότητας.

$$LI = I_L = (w - w_p) / (w_l - w_p)$$

Πράγματι, εάν το ποσοστό υγρασίας είναι ίσο με το όριο υδαρότητας τότε $LI = 1$, ενώ εάν είναι ίσο με το όριο πλαστιμότητας $LI = 0$. Γενικά, τιμές του LI μεταξύ 0 και 1 αντιστοιχούν στην πλάστιμη περιοχή. Αντίθετα, τιμές του $LI < 0$ αντιστοιχούν στην ημιστερεά και στερεά κατάσταση, ενώ τιμές του $LI > 1$ στην υδαρή κατάσταση.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα όρια του Atterberg και οι δείκτες συνεκτικότητας που προκύπτουν από αυτά έχουν ορισθεί εμπειρικά και κατά συνέπεια δεν έχουν θεμελιώδη ποσοτική έννοια, δηλαδή δεν είναι δυνατόν να συσχετισθούν απ' ευθείας, π.χ. με το πάχος της στρώσης του προσροφημένου νερού. Το μειονέκτημα αυτό, όμως, ουδόλως περιορίζει τη χρησιμότητά τους για την ποιοτική περιγραφή των συνεκτικών υλικών καθώς και για την κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες, όπως περιγράφεται στο επόμενο εδάφιο.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα όρια του Atterberg προσδιορίζονται σε διαταραγμένα δείγματα του εδαφικού υλικού και κατά συνέπεια δεν μπορούν να χρησιμεύσουν για την περιγραφή ιδιοτήτων του υλικού που εξαρτώνται από την ύπαρξη δομής, καθώς η δομή του υλικού καταστρέφεται κατά την αναμόχλευση που προηγείται των δοκιμών προσδιορισμού των ορίων Atterberg.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

2.1.1 Εισαγωγή

Απαραίτητη βάση για την εδραίωση μιας επιστήμης είναι η ταξινόμηση των στοιχείων που αποτελούν το αντικείμενό της. Για τα εδάφη χρησιμοποιείται στην εδαφομηχανική η ταξινόμηση με βάση τις διαστάσεις των κόκκων, που επιτρέπει να ορισθούν τα βασικά εδάφη: χάλικες, άμμος, ιλύς και άργιλος.

Τα χαρακτηριστικά αυτά εδάφη μελετούνται στην εδοφομηχανική. Κατά τρόπο πιο απλό ακόμα η διάκριση περιορίζεται σε χονδρόκοκκα εδάφη, όπου είναι οι χάλικες και η άμμος, και σε λεπτόκοκκά, όπου είναι η ιλύς και η άργιλος.

Στις διάφορες εφαρμογές όμως, πολύ συχνά, τα εδάφη παρουσιάζονται με πιο πολύπλοκες μορφές, γιατί είναι μίγματα των βασικών εδαφών, με ιδιότητες που διαφέρουν από αυτές που παρουσιάζουν τα συστατικά τους. Απαιτείται στις περιπτώσεις αυτές μια ταξινόμηση που να επιτρέπει, με τρόπο σχετικά απλό, να γίνει ο χαρακτηρισμός του κάθε εδάφους, και πρώτα να δοθεί ένα όνομα, η ένας συμβολισμός, στο κάθε ένα από αυτά.

Μια αυστηρά επιστημονικά ταξινόμηση, ανάλογη προς αυτές που έχουμε στις φυσικές επιστήμες, δεν είναι δυνατή τόσο γιατί δεν προσφέρονται τα υλικά όσο και επειδή οι μέθοδοι ανάλυσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεν είναι αρκετά αποτελεσματικές. Οι ταξινομήσεις έχουν συνεπώς περιορισμένη σημασία και γίνονται μόνο για να αντιμετωπισθούν συγκεκριμένα πρακτικά προβλήματα, που έχουν σχέση με τη δραστηριότητα του πολιτικού μηχανικού. Αυτό εξηγεί τον μεγάλο αριθμό των ταξινομήσεων καθώς και τον περιορισμένο τομέα της εφαρμογής της κάθε μια από αυτές. Οι ταξινομήσεις έγιναν ιδίως για να βοηθήσουν στη μελέτη των μεγάλων τεχνικών έργων οδοποιίας και αεροδρομίων.

Μία διαφορά των εδαφών από τα άλλα υλικά κατασκευής είναι ότι συχνά πρέπει να χρησιμοποιούνται όπως ακριβώς βρίσκονται στη φύση. Κατά το σχεδιασμό κατασκευών από μπετόν και χάλυβα, ένας μηχανικός μπορεί να καθορίσει τον τύπο του υλικού που θα χρησιμοποιήσει. Ο μηχανικός ακολουθεί μία διαδικασία, κατά την οποία αποφασίζει πρώτα για το είδος του υλικού που θα χρησιμοποιήσει και ύστερα προχωρεί στον καθορισμό των επιτρεπόμενων τάσεων. Η διαδικασία αυτή δε μπορεί να εφαρμοστεί, όταν πρόκειται για εδάφη. Ο μηχανικός πρέπει να μάθει να αναγνωρίζει τα εδάφη και ύστερα, αν είναι δυνατόν, να καθορίζει τις παραμέτρους σχεδιασμού με βάση το χαρακτηρισμό τους. Για να επιτευχθεί αυτό, ένα έδαφος πρέπει να περιγραφεί λεπτομερώς, ώστε να μπορούν οι άλλοι μηχανικοί να το αναγνωρίσουν και να σχηματίσουν μία γνώμη γι' αυτό. Για το σκοπό αυτό οι μηχανικοί καταφεύγουν σε τυποποιημένα συστήματα κατάταξης εδαφών. Για να γίνει σωστή κατάταξη εδαφών, πρέπει να ικανοποιούνται ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις. Μία πραγματική κατάταξη πρέπει να είναι απλή και να καλύπτει τις πιθανές χρήσεις του εδάφους. Μερικές πολύπλοκες μέθοδοι δεν ακολουθούν αυτόν τον κανόνα. Για παράδειγμα, αν το έδαφος και όλες οι πιθανές χρήσεις του ληφθούν υπόψη, τότε παράγοντες όπως αντοχή, ικανότητα ανάπτυξης φυτών, αλκαλικότητα, μέγεθος κόκκων και πλαστικότητα πρέπει να εξεταστούν. Το να θεωρηθούν όλοι αυτοί οι παράγοντες του εδάφους σε μία κατάταξη με σκοπό τα τεχνικά έργα υπερβαίνει το σκοπό της κατάταξης. Ένα πραγματικό και ακριβές σύστημα κατάταξης, λοιπόν, πρέπει να καταστρώνεται με βάση την πιθανή χρήση του εδάφους. Σπάνια υπάρχουν ιδανικές συνθήκες εδάφους και γι' αυτό ένα γενικό σύστημα μπορεί να δώσει παραπλανητικά αποτελέσματα. Επιπλέον, τα περισσότερα συστήματα κατάταξης βασίζονται σε σταθερές τυποποιημένων δοκιμών που γίνονται σε αναζυμωμένα δείγματα. Οι τιμές αντοχής που απορρέουν από τις σταθερές των δοκιμών δεν ισχύουν επιτόπου. Η ευαισθησία των αργιλικών εδαφών είναι σημαντική. Αν ένα αδιατάρακτο δείγμα αργίλου υποβληθεί σε απλή θλίψη τόσο γρήγορα, ώστε να μην παρατηρούνται μεταβολές της υγρασίας κατά τη δοκιμή, τότε θα έχει μία ορισμένη αντοχή σε θλίψη. Αν το ίδιο έδαφος αναζυμωθεί και ανασυμπυκνωθεί μέχρις ότου αποκτήσει την ίδια περιεκτικότητα σε υγρασία και την ίδια ξηρή πυκνότητα και ύστερα υποβληθεί πάλι σε δοκιμή θα δείξει μία πολύ μικρότερη θλιπτική αντοχή. Η απώλεια αντοχής αποδίδεται σε διάφορους παράγοντες, όπως κατάρρευση της δομής του εδάφους. Ο λόγος της θλιπτικής αντοχής αδιατάρακτου προς τη θλιπτική αντοχή αναζυμωμένου δείγματος είναι γνωστός σαν ευαισθησία.

Μία άργιλος χαρακτηρίζεται ως "ευαίσθητη" όταν η τιμή ευαισθησίας της κυμαίνεται μεταξύ 4 και 8 και "υπερευαίσθητη" όταν υπερβαίνουν το 8. Άρα, είναι προφανές ότι δοκιμές σε αναζυμωμένα δείγματα πρέπει να συμπληρώνονται με πληροφορίες σχετικές με τη δομή και σύσταση του εδάφους. Επιπλέον, η κατανόηση της γεωλογικής εξέλιξης του εδάφους θα βοηθήσει στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων των δοκιμών.

Βασικά προϋπόθεση για την κατάταξη των εδαφών είναι η επιτόπια αναγνώριση όλων των εδαφών που βρίσκονται κατά τη διάρκεια του προγράμματος γεωτρήσεων. Οι σχετικές πληροφορίες πρέπει να περιλαμβάνουν οπτική περιγραφή σχετικά με το χρώμα, τη σχετική υγρασία και τη σχετική πυκνότητα. Πρέπει να καθοριστούν επιτόπου η ακριβής πλευρική και κατακόρυφη θέση του εδάφους. Οι περιγραφές πρέπει να περιλαμβάνουν γεωλογικές πληροφορίες σχετικά με το μητρικό υλικό, τις κλιματικές συνθήκες και την τοπογραφική θέση. Κάθε δείγμα εδάφους πρέπει να περιγραφεί οπτικά με βάση τα συστατικά του εδάφους. Οι πληροφορίες που περιέχονται στις περιγραφές είναι πολύ χρήσιμες στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων των δοκιμών. Δοκιμές που γίνονται για κατάταξη περιλαμβάνουν όρια υδαρότητας και πλαστικότητας. Η περιεκτικότητα σε φυσική υγρασία πρέπει επίσης να προσδιορίζεται.

Για τα έργα αυτά δεν είναι δυνατών και ούτε απαραίτητο, να γίνεται πλήρης γεωτεχνική έρευνα εδάφους. Οι ταξινομήσεις επιτρέπουν να λυθούν τα πρακτικά προβλήματα που θέτει το έδαφος στις διάφορες περιπτώσεις. Γι' αυτό οι ταξινομήσεις περιέχουν και στοιχεία σχετικά με την επίλυση των πρακτικών αυτών προβλημάτων. Η γαλλική ταξινόμηση επιτρέπει την μελέτη των απλών θεμελιώσεων. Το έδαφος αποτελεί αντικείμενο και άλλων επιστημών εκτός από την εδαφομηχανική, και κατά κύριο λόγο της Γεωλογίας και της Εδαφολογίας. Οι επιστήμες αυτές οδηγούν σε ταξινομήσεις που αντιμετωπίζουν το έδαφος από άλλη σκοπιά. Παρέχουν όμως στοιχεία που μπορεί να είναι πολύτιμα για τον πολιτικό μηχανικό.

2.1.2 Σκοπιμότητα των συστημάτων κατάταξης

Τα συστήματα κατάταξης ή ταξινόμησης εξυπηρετούν τους εξής σκοπούς:

- Την κατάταξη των εδαφικών σχηματισμών σε κατηγορίες διαφορετικής μηχανικής συμπεριφοράς.
- Τη διαμόρφωση βάσεων δεδομένων για τη συσχέτιση φυσικών, μηχανικών παραμέτρων με τη συμπεριφορά και τη χρήση των εδαφικών υλικών.
- Τη λήψη ποσοτικών φυσικομηχανικών παραμέτρων για τη σχεδίαση έργων.
- Την καθιέρωση ενός κώδικα περιγραφής των εδαφικών σχηματισμών.
- Το συσχετισμό εμπειρικών δεδομένων με δεδομένα από το εκάστοτε μελετώμενο σχηματισμό.
- Την παροχή συστάσεων και οδηγιών για τη συμπεριφορά των εδαφικών υλικών στα τεχνικά έργα.

2.1.3 Βασικές ιδιότητες των εδαφών που χρησιμοποιούνται στην κατάταξη τους

- Σχήμα κόκκων
- Κοκκομετρική διαβάθμιση
- Περιεχόμενη οργανική ύλη
- Ειδικό βάρος
- Όρια Atterberg
- Περιεχόμενη υγρασία

2.1.4 Συστήματα κατάταξης

Έχουν προταθεί πολυάριθμα συστήματα κατάταξης ορισμένα από αυτά τα οποία και θα αναλύσουμε και σε αυτό το κεφάλαιο είναι:

- Γεωλογική ταξινόμηση
- Εδαφολογική ταξινόμηση
- Γεωτεχνική ταξινόμηση
- Κατάταξη εδαφών κατά AASHTO
- Κατάταξη στο ενιαίο σύστημα κατάταξης εδαφών USCS
- Κατάταξη κατά CEUSA
- Γαλλική ταξινόμηση FOCS
- Κατάταξη σύμφωνα με τους Βρετανικούς κανονισμούς

2.1.5 Γεωλογικές ταξινομήσεις

Η βασικότερη διαφορά μεταξύ γεωλογίας και εδαφομηχανικής, σε ότι αφορά τις ταξινομήσεις του εδάφους, είναι η διαφορά κλίμακος. Ενώ η εδαφομηχανική εντοπίζει τη μελέτη στις περιορισμένες ζώνες όπου γίνονται τα έργα, η Γεωλογία εξετάζει το σύνολο μιας περιοχής. Στους γεωλογικούς χάρτες δίνονται οι ορισμοί των διαφόρων εδαφών που εμφανίζονται στην επιφάνεια. Άλλα η κλίμακα τους, όσο λεπτομερής και αν είναι, δεν επιτρέπει να λυθεί το ειδικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει κάθε φορά ο μηχανικός. Στην Ελλάδα η κλίμακα των γεωλογικών χαρτών είναι πολύ μικρή. Εν τούτης η μελέτη του εδάφους από γεωλογικής πλευράς επιτρέπει μια καλύτερη οργάνωση των ερευνών που πρέπει να γίνουν για να λυθεί ένα συγκεκριμένο γεωτεχνικό πρόγραμμα. Είναι επίσης δυνατό να γίνουν κατά τρόπο ανάλογο προς το γεωλογικό, γεωτεχνικοί χάρτες μιας περιοχής αν στα γενικά γεωλογικά στοιχεία προστεθούν και πληροφορίες που προκύπτουν από τη μελέτη, ιδίως με γεωτρήσεις, της μηχανικής συμπεριφοράς του εδάφους. Η γεωλογία παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τη μελέτη των διαφόρων μεγάλων τεχνικών έργων όπως είναι τα φράγματα, οι σήραγγες, η ευστάθεια των πρανών και άλλα. Για τη μελέτη των έργων αυτών ή συνεργασία με γεωλόγους είναι πολύτιμη. Ο πολιτικός μηχανικός πρέπει να μπορεί να αξιοποιήσει αυτή τη συνεργασία: να θέτει σωστά τα γεωλογικά προβλήματα και να χρησιμοποιεί αποτελεσματικά τα συμπεράσματα και τις προτάσεις των γεωλόγων. Αυτό προϋποθέτει ένα κοινό τομέα επαφής. Τον τομέα αυτό καλύπτει σήμερα ή Τεχνική Γεωλογία που διδάσκεται σε όλα τα. Πολυτεχνεία .

2.1.6 Εδαφολογικές ταξινομήσεις

Η Εδαφολογία ασχολείται με τη μελέτη των αλλοιώσεων των επιφανειακών στρωμάτων του εδάφους. Οι αλλοιώσεις αυτές οφείλονται ιδίως στην ενέργεια των κλιματικών μεταβολών, του ύδατος, του παγετού, της βλαστήσεως, του χρόνου, της τοπογραφίας και των ζώντων οργανισμών. Η Εδαφολογία έχει κυρίως εφαρμογές στον τομέα τής γεωπονίας, αλλά παρουσιάζει ενδιαφέρον και για τη μελέτη ορισμένων εκτεταμένων έργων όπως τα έργα οδοποιίας, τα αεροδρόμια, οι χωροταξικές μελέτες. Όταν υπάρχουν εδαφολογικοί χάρτες, αποτελούν χρήσιμα βοηθήματα για τις παραπάνω εφαρμογές. Η εφαρμογή εν τούτοις των εδαφολογικών στοιχείων πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, γιατί ενδέχεται, εδάφη που σχηματίστηκαν με τον ίδιο τρόπο να παρουσιάζουν μηχανικά χαρακτηριστικά εντελώς μεταβλητά από σημείο σε σημείο τής επιφάνειας. Η Εδαφολογία εξάλλου χρησιμοποιεί δική της ορολογία για να προσδιορίσει τα διάφορα εδάφη ή τους διάφορους "ορίζοντες" των εδαφών, που δεν έχει καμιά σχέση με την ορολογία τής Εδαφομηχανικής. Με βάση την Εδαφολογία τα εδάφη που σχηματίστηκαν με τις ίδιες συνθήκες και προέρχονται από το ίδιο μητρικό πέτρωμα, κατατάσσονται στην ίδια κατηγορία. Τα εδάφη αυτά μπορεί να παρουσιάζουν χαρακτηριστικά αρκετά συγγενή. Το θέμα αυτό παρουσιάζει μικρό σχετικά ενδιαφέρον για τους πολιτικούς μηχανικούς. Είναι όμως καλό να έχει ο μηχανικός ορισμένες γνώσεις για τον τρόπο σχηματισμού των διαφόρων εδαφών. Η αποσάθρωση των πετρωμάτων, στην οποία οφείλεται ο σχηματισμός ενός εδάφους, οφείλεται ιδίως στην επίδραση των ατμοσφαιρικών φαινομένων: Οι μεταβολές της θερμοκρασίας, ο άνεμος, η βροχή, οι παγετώνες, αποτελούν τα κυριότερα από τα φαινόμενα αυτά. Άλλα και η αποσάθρωση των πετρωμάτων από την επίδραση της θάλασσας και των ποταμών αποτελεί τη δημιουργό αιτία για πολλά εδάφη. Υπάρχουν επίσης περιπτώσεις διαβρώσεως με διάφορες μορφές, όπως η διάλυση, ο σχηματισμός κρυστάλλων, η οξειδωση, η ενυδάτωση, η υδρόδοση, η ενανθράκωση. Κίνδυνος διαβρώσεως υπάρχει επίσης και για τις θεμελιώσεις των έργων. Οφείλεται συνήθως στην ενέργεια του ύδατος, που περιέχει διάφορα άλατα. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να γίνεται λεπτομερής χημική ανάλυση από ειδικό. Ο χρόνος παρουσιάζει ιδιαίτερη σημασία στο σχηματισμό των εδαφών. Οι γεωλογικές μεταβολές απαιτούν πάντοτε μακρύτατο χρόνο. Το ίδιο συμβαίνει συχνά και με τη στερεοποίηση των αργίλων. Αντίθετα η διάβρωση αποτελεί φαινόμενο μικρής διάρκειας, ιδιαίτερα όταν προκαλείται από τις μεταβολές των συνθηκών ροής, οι οποίες δημιουργούνται όταν εκτελούνται τεχνικά έργα. Η επίδραση του χρόνου δεν είναι αναγκαίο να λαμβάνεται υπόψη για μια γεωτεχνική μελέτη και γίνεται δεκτό ότι η τομή του εδάφους θα παραμείνει σταθερή σε όλη τη διάρκεια εκτελέσεως και λειτουργίας του έργου, εκτός αν υπάρχει κίνδυνος

διαβρώσεως. Τα εδάφη διακρίνονται σε ότι αφορά τον τρόπο σχηματισμού τους, σε αυτόχθονα, προσχωσιγενή, παγετώδη και εδάφη αιολικής διαπλάσεως. Τα περισσότερα εδάφη είναι αυτόχθονα, δηλαδή παραμένουν στον τόπο του σχηματισμού τους, σε αντίθεση με τα προσχωσιγενή τα όποια έχουν μεταφερθεί. Οφείλονται στην αποσύνθεση των πετρωμάτων που συναντώνται συνήθως κάτω από τα εδάφη αυτά. Τα προσχωσιγενή εδάφη είναι επίσης αρκετά διαδομένα. Μεταφέρθηκαν συνήθως με τα νερά των ποταμών, λιμνών ή και της θάλασσας και καλύπτουν συστηματικά τις κοιλάδες. Συναντώνται επίσης κοντά στη θάλασσα σε στρώματα με πάχος εκατοντάδων και χιλιάδων μέτρων. Τα παγετώδη εδάφη οφείλονται στην ενέργεια των παγετώνων, που αποτελούν κατά κάποιο τρόπο στερεούς ποταμούς από πάγο, που κινούνται με ελάχιστη ταχύτητα. Τα αποθέματα αυτά έχουν κοκκομετρική σύνθεση πολύ εκτεταμένη, από ογκώδεις βράχους μέχρι και λεπτά αργιλικά συστατικά. Τα εδάφη αιολικής διαπλάσεως είναι αμμώδεις θίνες ή Loess. Έχουν συνήθως μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις. Οι θίνες σχηματίζονται όταν ο άνεμος ενεργεί σε μάζες μη συμπαγούς άμμου. Συναντώνται συνήθως κατά μήκος τής θάλασσας ή στις έρημους. Το Loess οφείλεται στη μεταφορά πολύ λεπτών στοιχείων από ιλύ ή άργιλο. Πρόκειται για εδάφη πολύ επικίνδυνα γιατί είναι πολύ πορώδη και ασταθή. Συναντώνται σπάνια στις χώρες μας. Τα εδάφη αιολικής διαπλάσεως χαρακτηρίζονται από μεγάλη ομοιομορφία κόκκων, γιατί ο άνεμος δε μεταφέρει σε μια ορισμένη απόσταση παρά μόνο κόκκους με σταθερή διάμετρο. Είναι ακατάλληλα για θεμελίωση.

Χρώμα του εδάφους:

Δεν αποτελεί στοιχείο που να επιτρέπει την ταξινόμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών ενός εδάφους. Μπορεί όμως να αποτελέσει πολύτιμο στοιχείο όταν σε μια περιοχή υπάρχει μια στρώση εδάφους γνωστής ποιότητας, και χαρακτηριστικού χρώματος. Τότε σε μια νέα γεώτρηση στην ίδια περιοχή, το χρώμα επιτρέπει ένα βέβαιο χαρακτηρισμό. Από μια περιοχή στην άλλη όμως οι ενδείξεις που συνοδεύουν το χρωματισμό μπορεί να διαφέρουν και είναι επικίνδυνο να βασίζεται κανείς αποκλειστικά στο χρώμα. Σκούρα και μαύρα εδάφη περιέχουν συνήθως πολλά οργανικά συστατικά. Κόκκινα και ανοιχτά χρώματα αντιστοιχούν σε εδάφη με καλή διαπερατότητα και αερισμό, ενώ χρώματα προς το γκριζο χαρακτηρίζουν εδάφη με μικρή διαπερατότητα.

2.1.7 Γεωτεχνικές ταξινομήσεις

Οι γεωτεχνικές ταξινομήσεις βασίζονται στα αποτελέσματα απλών εργαστηριακών ελέγχων και συγκεκριμένα:

- στην κοκκομετρική ανάλυση
- στον προσδιορισμό των ορίων του Atterberg για τα εδάφη που διέρχονται από το κόσκινο No. 200.

Ο Casagrande (1947) διαπίστωσε πειραματικά ότι τα σημεία του επιπέδου (WL, IP) για κάθε έδαφος τοποθετούνται σε διάφορες ζώνες, χαρακτηριστικές τής συστάσεως του. Οι ζώνες αυτές περιορίζονται από διάφορες ευθείες.

Η πιο χαρακτηριστική είναι η ευθεία A τής οποίας η εξίσωση είναι:

$$PI = 0,73 \cdot (WL - 20)$$

Στις Ηνωμένες Πολιτείες αναπτύχθηκαν διάφορα συστήματα ταξινομήσεως, τα κυριότερα των οποίων είναι:

2.1.7.1 Κατάταξη εδαφών κατά AASHTO

Το σύστημα κατάταξης εδαφών της Διεύθυνσης Δημοσίων Οδών αναθεωρήθηκε το 1945 από μία Επιτροπή του Συμβουλίου Έρευνας Οδών (14). Από το 1945 έχει γίνει διαδοχικά γνωστό σε σύστημα του Συμβουλίου Έρευνας Οδών, του Αμερικανικού Κρατικού Συνδέσμου Οδοποιίας και τροποποιημένο σύστημα του Γραφείου Δημοσίων Οδών.

Το σύστημα αυτό είναι η γνωστότερη και πιο χρησιμοποιημένη μέθοδος κατάταξης εδαφών στην οδοποιία. Το σύστημα κατάταξης εδαφών κατά AASHTO διαχωρίζει αρχικά τα εδάφη σε δύο κατηγορίες, κοκκώδη (ή χονδρόκοκκα) και λεπτόκοκκα (ιλυώδη και αργιλικά). Χονδρόκοκκα εδαφικά υλικά ορίζονται αυτά που το συγκρατούμενο ποσοστό στο κόσκινο 0.075 mm είναι μεγαλύτερο από 35%. Σε αντίθετη περίπτωση το εδαφικό υλικό χαρακτηρίζεται ως λεπτόκοκκο.

Τα χονδρόκοκκα εδαφικά υλικά χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες (A-1, A-2, και A-3) και επτά συνολικά υποκατηγορίες (A-1-α, A-1-β, A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6 και A-2-7), αναλόγως του ποσοστού που συγκρατείται σε ορισμένα κόσκινα, του ορίου υδαρότητας και του δείκτη πλαστικότητας αυτών. Η κατηγορία A-1 είναι η πλέον χονδρόκοκκη ενώ η κατηγορία A-3 η λιγότερο χονδρόκοκκη. Τα λεπτόκοκκα εδαφικά υλικά χωρίζονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες (A-4, A-5, A-6 και A-7), εκ των οποίων η μία χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες. Η κατηγορία A-4 είναι η πλέον χονδρόκοκκη και η κατηγορία A7 είναι η πλέον λεπτόκοκκη των λεπτόκοκκων εδαφών.

Ο αναλυτικός πίνακας κατάταξης των εδαφών δίνεται στον πίνακα 5. Η κατάταξη του εδάφους σε κατηγορία γίνεται βάσει των ορίων που προδιαγράφονται στον πίνακα 5 και του Δείκτη ομάδας που υπολογίζεται από εμπειρική σχέση. Η τιμή του δείκτη ομάδας αναγράφεται πάντοτε στο τέλος και εντός παρενθέσεως.

Παραδείγματος χάριν, A-2-6(3) σημαίνει ότι το εξεταζόμενο εδαφικό υλικό βρέθηκε να έχει ποσοστό υλικών διερχόμενων από το κόσκινο 0.075 mm μικρότερο του 35%, όριο υδαρότητας μικρότερο του 40, Δείκτη πλαστικότητας μεγαλύτερο του 11 και δείκτη ομάδας 3.

	Χονδρόκοκκα εδάφη διερχόμενο - ποσοστό από το Νο200 μικρότερο από 35%							Λεπτόκοκκα εδάφη διερχόμενο ποσοστό από το Νο200 μεγαλύτερο από 35%				
	A-1		A-3	A-2(*)				A-4	A-5	A-6	A-7	
Κοκκομετρία	A-1-a	A-1-B		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
διερχόμενο ποσοστό Νο10 (2 mm)	50 max											
Νο40(0,42 mm)	30 max	50 max	51min									
Νο200(0,074 mm)	15 max	30 max	10 max	35max	35max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min	36 min
Όρια Atterberg:: Όριο υδαρότητας Δείκτης πλαστικότητας	6 max		NP	40max	41max	40 max	41 min	40max	41min	40max	IP<WL-30 41 min	IP>WL-30 41 min
Δείκτης ομάδας	0		0	0	0	4 max	4 max	8 max	12max	16 max	20 max	20 max
Χαρακτηριστικά συστατικά	Χαλίκια, άμμος		Λεπτή άμμος	Χαλίκια, υλώδης άμμος, αργυλώδης άμμος				Πλώδη εδάφη		Αργυλικά εδάφη		
Εκτίμηση ως έδαφος έδρασης	Εξαιρετικό έως καλό							Μέτριο έως ακατάλληλο				
Μέθοδος κατάταξης: Γνωρίζοντας τα αποτελέσματα των δοκιμών ακολουθούμε τον πίνακα από αριστερά προς τα δεξιά. Η ζητούμενη ομάδα ή υποομάδα είναι η πρώτη που θα συναντήσουμε, και στην οποία ανταποκρίνονται τα αποτελέσματα των δοκιμών. Η ένδειξη του δείκτη ομάδας μπορεί να τοποθετηθεί σε παρένθεση μετά το σύμβολο της ομάδας, π.χ. A-2-6 (3), A-4 (5), A-6(12)												
(*) : Η κατάταξη σε υποομάδες των υλικών της ομάδας A-2 γίνεται με κριτήριο του δείκτη πλαστικότητας. Τα εδάφη των υποομάδων A-2-4 και A-2-5 θεωρούνται ως μη συνεκτικά, ενώ εκείνα των A-2-6 και A-2-7 ως συνεκτικά.												

Πίνακας 5: Κατάταξη εδαφών σε υποομάδες AASHTO.

Δείκτης ομάδας εδαφών: Ο δείκτης ομάδας εδαφών (GI), που προτείνεται από το σύστημα κατάταξης εδαφών κατά AASHTO, εκφράζει έμμεσα τη φέρουσα ικανότητα του εδαφικού υλικού. Η αναλυτική του έκφραση είναι η εξής:

$$GI = 0.2 * a + 0.005 * a * c + 0.01 * b * d$$

όπου

- a: Τμήμα του ποσοστού που περνάει από το κόσκινο Νο. 200 μεταξύ 35% και 75%, εκφρασμένο σαν ακέραιος θετικός αριθμός (από 0 έως 40)
- b: Τμήμα του ποσοστού που περνάει από το κόσκινο Νο. 200 μεταξύ 15% και 55%, εκφρασμένο σαν ακέραιος θετικός αριθμός (από 0 έως 40).
- c: Τιμές του ορίου υδαρότητας που είναι μεταξύ 40 και 60, εκφρασμένο σαν ακέραιος θετικός αριθμός (από 0 έως 20).
- d: Τιμές του δείκτη πλαστικότητας που είναι μεταξύ 10 και 30, εκφρασμένο σαν ακέραιος θετικός αριθμός (από 0 έως 20).

Ο δείκτης ομάδας χρησιμοποιείται συχνά ως στοιχείο ενδεικτικό της φέρουσας ικανότητας του εδάφους, σε περίπτωση που δεν υπάρχουν ανάλογες δοκιμές μηχανικής αντοχής. Σε καμία περίπτωση ο καθορισμός των τιμών του δείκτη ομάδας δεν απαλλάσσει το μηχανικό από την υποχρέωση να καθορίσει με μηχανικούς ελέγχους τη φέρουσα ικανότητα του εδαφικού υλικού. Χαμηλές τιμές του δείκτη ομάδας (0-4) φανερώσουν καλή φέρουσα ικανότητα του υλικού, ενώ μεγάλες τιμές (8-20) φανερώσουν ότι τα εδαφικά υλικά έχουν χαμηλή έως κακή φέρουσα ικανότητα.

Το κύριο μειονέκτημα της χρήσης του δείκτη ομάδας ως κριτηρίου μηχανικής αντοχής είναι προφανές: η μηχανική συμπεριφορά των εδαφικών υλικών σε φυσική κατάσταση επηρεάζεται σημαντικά από παράγοντες, όπως η διάταξη των κόκκων και το ποσοστό υγρασίας. Οι παράγοντες αυτοί που προσδιορίζουν σε μεγάλο βαθμό την διατμητική αντοχή του υλικού, δεν αναπαρίστανται από δείκτες που προκύπτουν από δοκιμές σε διαταραγμένα δικάμια, όπως ο δείκτης ομάδας. Αντίθετα, ο δείκτης ομάδας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κατάταξη εδαφικών υλικών σε κατηγορίες ή ομάδες. Υψηλές τιμές του δείκτη αποτελούν ένδειξη λεπτοκοκκου υλικού.

Μια άλλη σχέση που μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του δείκτη ομάδας είναι:

$$GI = (F-35) * [0.2 + 0.00 * (WL-40)] + 0.01 * (F-15)*(PL-10)$$

όπου:

- F: ποσοστό διερχόμενο από το κόσκινο 0.075mm (σε ακέραιο αριθμό)
- WL: όριο υδαρότητας
- PL: δείκτης πλαστικότητας.

Η τιμή του δείκτη ομάδας εκφράζεται σε ακέραιο αριθμό και όταν λαμβάνει αρνητικές τιμές τότε αναφέρεται ως μηδέν.

Γωνία εσωτερικής τριβής:

Η γωνία φ αποτελεί το μοναδικό μέγεθος που θεωρητικά χαρακτηρίζει την αντοχή των ψαθυρών εδαφών, και είναι ένα από τα δύο μεγέθη που χαρακτηρίζουν την αντοχή των συνεκτικών εδαφών.

Η γνώση της τιμής της γωνίας φ αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη μελέτη της αντοχής των εδαφών. Το δυσάρεστο είναι ότι ο προσδιορισμός της φ πολύ απέχει από το να είναι σε όλες τις περιπτώσεις ικανοποιητικός. Κατά τη γνώμη μας καμιά μέθοδος δεν επιτρέπει με τρόπο βέβαιο τον ακριβή προσδιορισμό της γωνίας τριβής του εδάφους. Συνεπώς όλες οι θεωρητικές σχέσεις που βασίζονται στην εξίσωση αντοχής του Coulomb, οδηγούν σε τελείως προσεγγιστικά αποτελέσματα και πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή.

Θα υπενθυμίσουμε ότι ο Coulomb παρουσίασε τη σχέση του σε εποχή που ήταν σχεδόν αδύνατος ο προσδιορισμός των τιμών των συντελεστών αντοχής και ειδικότερα του φ.

Για το λόγο αυτό έγιναν προσπάθειες αντικατάστασης του συντελεστή φ με άλλους, που ο πειραματικός προσδιορισμός τους ήταν ευκολότερος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας αντιμετώπισης αποτελεί ο συντελεστής N, του αριθμού κρούσεων της πρότυπης δοκιμής διεισδύσεως του Terzaghi (SPT). Ο συντελεστής N, του οποίου ο ορισμός αποτελεί και τρόπο προσδιορισμού της τιμής του αντικαθιστά τους συντελεστές φ και c, και επιτρέπει τον προσδιορισμό της αντοχής, και κατά δευτερεύοντα λόγο της παραμορφώσεως του εδάφους. Με ανάλογο τρόπο, εμφανίζονται οι συντελεστές που προσδιορίζονται από τις πρεσσιομετρικές μεθόδους, από τις μεθόδους πτερυγίου, ή και άλλες. Βρισκόμαστε έτσι μπρος σε δύο οικογένειες συντελεστών αντοχής.

Από τη μία οι συντελεστές που βασίζονται στη σχέση θραύσεως του Coulomb και εμφανίζονται συνεπώς σαν θεωρητικά εδραιωμένοι, αλλά στο μεγαλύτερο μέρος τους δεν μπορούν να προσδιορισθούν με τρόπο τελείως ικανοποιητικό, και από την άλλη οι συντελεστές που ο ορισμός και ο προσδιορισμός τους είναι καθαρά πειραματικοί, αλλά παρουσιάζουν ανεπαρκή θεωρητικό χαρακτήρα.

2.1.8 Ενιαίο σύστημα κατάταξης εδαφών (USCS)

Το Ενοποιημένο Σύστημα κατάταξης εδαφών που αρχικά καταστρώθηκε από τον Casagrande και ήταν γνωστό σαν σύστημα κατάταξης αεροδρομίων είναι εκείνο που περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο χρησιμοποιείται διεθνώς.

Η τροποποιημένη κατάταξη των εδαφών κατά Casagrande υιοθετήθηκε από το Σώμα Στρατιωτικών Μηχανικών των ΗΠΑ, είναι δε τροποποίηση του πρώτου συστήματος κατάταξης Αεροδρομίων κατά Casagrande που αναπτύχθηκε στον πόλεμο.

Θεωρείται σαν το πιο πλήρες σύστημα ταξινομήσεως των εδαφών, διότι ταξινομεί τα εδάφη με την συμπεριφορά τους σαν υλικά κατασκευής.

Έτσι, βρίσκει πολύ μεγάλη εφαρμογή για την αναγνώριση και κατάταξη των εδαφών στο εργοτάξιο κατασκευής οδών και αεροδρομίων.

Η κατάταξη των εδαφών σε μια από τις ομάδες γίνεται με βάση τα αποτελέσματα των δοκιμών κοκκομετρίας και ορίων Atterberg. Υπάρχει μια βασική διάκριση ανάμεσα στα χονδρόκοκκα (χαλίκες, άμμος) και στα λεπτόκοκκα εδάφη (ιλύς, άργιλος) ενώ εν συνεχεία ακολουθεί η κατάταξη σε ομάδες. Τα χονδρόκοκκα εδάφη διακρίνονται σε 8 ομάδες, τα λεπτόκοκκα σε 6 ομάδες και μια τελευταία ομάδα συγκεντρώνει ορισμένα είδη οργανικών εδαφών.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη που είναι απαραίτητα για την κατάταξη σε ομάδες ενός εδάφους είναι:

- Το διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο No200
- Το διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο No4
- Ο συντελεστής ομοιομορφίας $C_u = d_{60} / d_{10}$
- Ο συντελεστής κοκκομετρικής καμπυλότητας
- Το διάγραμμα πλαστικότητας

Το USCS διαχωρίζει και αυτό τα εδάφη σε χονδρόκοκκα (ή κοκκώδη) και λεπτόκοκκα (ιλυώδη και αργιλικά). Πλην όμως ως χονδρόκοκκα ορίζονται αυτά που το συγκρατούμενο ποσοστό στο κόσκινο 0.075MM είναι 50% και όχι 35% όπως στο προηγούμενο σύστημα κατάταξης. Αντίστοιχος είναι ο ορισμός των λεπτόκοκκων εδαφών.

Τα χονδρόκοκκα εδάφη (χαλίκια και άμμοι) διαχωρίζονται σε οκτώ υποκατηγορίες (GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM και SC, αρχίζοντας από τα πολύ χονδρόκοκκα σε λιγότερο χονδρόκοκκα) και τα λεπτόκοκκα σε έξη υποκατηγορίες (ML, CL, OL, MH, CH και OH), κατά φθίνουσα σειρά μεγέθους λεπτοκόκκου). Τα πολύ οργανικά λεπτόκοκκα εδάφη ταξινομούνται όλα σε μία κατηγορία με το χαρακτηρισμό (Pt).

Για το συμβολισμό όλων των άλλων υποκατηγοριών πλην των πολύ οργανικών εδαφών χρησιμοποιούνται, όπως φαίνεται παραπάνω, δύο γράμματα. Τα γράμματα αυτά είναι συνδυασμός δύο από τα παρακάτω γράμματα: "G" για χαλίκι ή αμμοχάλικο, "S" για άμμο ή αμμοχάλικο, "M" για ιλύ και "C" για άργιλο, "W" για καλώς διαβαθμισμένα υλικά, "P" για κακώς διαβαθμισμένα υλικά (κυρίως με ομοιόμορφη διάσταση κόκκων), "H" για υλικά με όριο υδαρότητας υψηλό, "L" για υλικά με όριο υδαρότητας χαμηλό και "O" για υλικά με κάποια περιεκτικότητα οργανικών καταλοίπων. Έτσι, "GW" συμβολίζει χαλίκι ή αμμοχάλικο καλώς διαβαθμισμένο, ενώ "SP" ομοιόμορφη άμμο (ισόκοκκη).

Για την κατάταξη των εδαφών σε κάθε υποκατηγορία απαιτείται η γνώση των χαρακτηριστικών της κοκκομετρικής διαβάθμισης (διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο 0.075mm, d10, d60 και d30), τον συντελεστή ομοιομορφίας C_u , του συντελεστή καμπυλότητας C_c και του δείκτη

πλαστικότητας PI. Ο συντελεστής ομοιομορφίας C_u υπολογίζεται πιο πάνω, ενώ ο συντελεστής καμπυλότητας C_c υπολογίζεται από τη σχέση:

$$C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} * d_{60})$$

Όπου d₃₀, d₁₀ και d₆₀ = οι διαστάσεις των κόκκων που αντιστοιχούν σε διερχόμενα ποσοστά 30%, 10% και 60%, αντίστοιχα.

Ο συντελεστής καμπυλότητας διασφαλίζει ότι η κοκκομετρική καμπύλη θα έχει ένα κοίλωμα μέσα σε ένα σχετικά στενό διάστημα για d₆₀ και d₁₀. Οι τιμές που θα πρέπει να λαμβάνει το C_c για καλώς διαβαθμισμένα χονδρόκοκκα εδαφικά υλικά κυμαίνονται μεταξύ 1 και 3.

2.1.8.1 Κατάταξη εδαφών στο σύστημα USCS

Χωρίζονται σε 4 κατηγορίες:

- I. Χαλικώδη εδάφη
- II. Αμμώδη εδάφη
- III. Ιλυοαργιλώδη εδάφη
- IV. Οργανικά ινώδη

- **Χαλικώδη εδάφη:**

Έχουν μεγάλη αντοχή στην διάτμηση και επηρεάζονται λίγο από τις διακυμάνσεις της περιεχόμενης υγρασίας.

Διακρίνονται σε:

Χαλίκια καλής διαβαθμίσεως (GW): Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει χαλίκια καλής διαβαθμίσεως, η μίγμα χαλικιών και άμμου, με ή χωρίς ποσοστό λεπτόκοκκου υλικού. Τα υλικά αυτά έχουν ευστάθεια, είναι διαπερατά και έχουν σχετικά μεγάλη εσωτερική τριβή.

Χαλίκια κακής διαβαθμίσεως (GP): Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει χαλίκια κακής διαβαθμίσεως, ή μίγμα από χαλίκια και άμμο κακής διαβαθμίσεως, με ή χωρίς ποσοστό λεπτόκοκκου υλικού. Παρ' όλο που τα υλικά αυτά είναι σχετικά ευσταθή, δεν έχουν συνήθως την μεγάλη αντοχή και εσωτερική τριβή της ομάδας των χαλικιών με την καλή κοκκομετρική διαβάθμιση.

Χαλίκια ιλυώδη (GM): Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει τα ιλυώδη χαλίκια και τα μίγματα χαλικιών - άμμου - ιλύος με κακή διαβάθμιση. Επειδή υπάρχει σχετικά μεγάλο ποσοστό ιλύος η ομάδα αυτή έχει πάντοτε κακή διαβάθμιση. Έχει επίσης μεγάλη αντοχή στη διάτμηση.

Χαλίκια αργιλώδη (GC): Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει τα αργιλώδη χαλίκια και τα μίγματα χαλικιών - άμμου - ιλύος - αργίλου. Τα υλικά αυτά έχουν μέτρια ως μεγάλη αντοχή στην διάτμηση που εξαρτάται από το ποσοστό της περιεχόμενης αργίλου.

- **Αμμώδη εδάφη:**

Άμμος καλής διαβαθμίσεως (SW): Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει άμμο καλής διαβαθμίσεως ή αμμοχάλικα με λίγα λεπτόκοκκα.

Άμμος κακής διαβαθμίσεως (SP): Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει άμμο κακής διαβαθμίσεως ή μίγμα άμμου - χαλικιών - κακής διαβαθμίσεως με ή χωρίς λεπτόκοκκο υλικό. Τα υλικά αυτά έχουν μικρότερη αντοχή από την ομάδα άμμου καλής διαβαθμίσεως.

Άμμος ιλυώδης (SM): Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει, τις ιλυώδεις άμμους και τα κακής διαβαθμίσεως μίγματα άμμου και ιλύος. Έχουν μικρότερη αντοχή, στην διάτμηση από την ομάδα ιλυωδών χαλικιών.

Άμμος αργιλώδης (SC): Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει τις αργιλώδεις άμμους και τα μίγματα άμμου - ιλύος - αργίλου. Μπορεί να αποτελείται από μίγμα καλής διαβαθμίσεως με αρκετό ποσοστό αργίλου σαν συνδετική ύλη με καλή αντοχή στην διάτμηση. Επίσης μπορεί να αποτελείται από μίγμα κακής διαβαθμίσεως με πλεόνασμα αργίλου με μέτρια αντοχή στην διάτμηση.

- *Ιλυοαργιλώδη εδάφη:*

Εδάφη κυρίως ιλυώδη (ML και MH): Ιλυώδη εδάφη που έχουν Όριο υδαρότητας μικρότερο του 50 κατατάσσονται στην ομάδα (ML) (Χαμηλό συμπιεστό). Ιλυώδη εδάφη που έχουν όριο υδαρότητας μεγαλύτερο του 50 κατατάσσονται στην ομάδα (MH) (Ψηλό συμπιεστό). Η ομάδα ιλύος (ML) στερείται γενικά πλαστικότητας και συνεκτικότητας και έχει μικρή αντοχή σε ξηρή κατάσταση. Η ομάδα ιλύος (MH) έχει συνήθως ελαφρές πλαστικές και συνεκτικές ιδιότητες και μικρή αντοχή σε ξηρή κατάσταση.

Εδάφη κυρίως αργιλώδη (CL, και CH): Τα εδάφη αυτά είναι κυρίως ανόργανες άργιλοι. Και σε αυτή την ομάδα τα εδάφη που έχουν όριο υδαρότητας μικρότερο του 50 κατατάσσονται στην ομάδα (CL) (χαμηλό συμπιεστό), ενώ τα εδάφη που έχουν όριο υδαρότητας μεγαλύτερο του 50 στην ομάδα (CH) (ψηλό συμπιεστό). Η ομάδα αργίλου (CL) έχει μέτρια ως μικρή πλαστικότητα, μικρή συνεκτικότητα και μικρή ως μέτρια αντοχή σε ξηρή κατάσταση.

Εδάφη ιλυώδη ή αργιλώδη με οργανικό υλικό (OL και OH): Τα εδάφη αυτά διακρίνονται από την παρουσία οργανικού υλικού. Η ομάδα (OL) έχει ελαφριά πλαστικότητα και συνεκτικότητα και πολύ μικρή αντοχή σε ξηρή κατάσταση. Η ομάδα (OH) έχει ψηλή πλαστικότητα και συνεκτικότητα με μέτρια ως ψηλή αντοχή σε ξηρή κατάσταση.

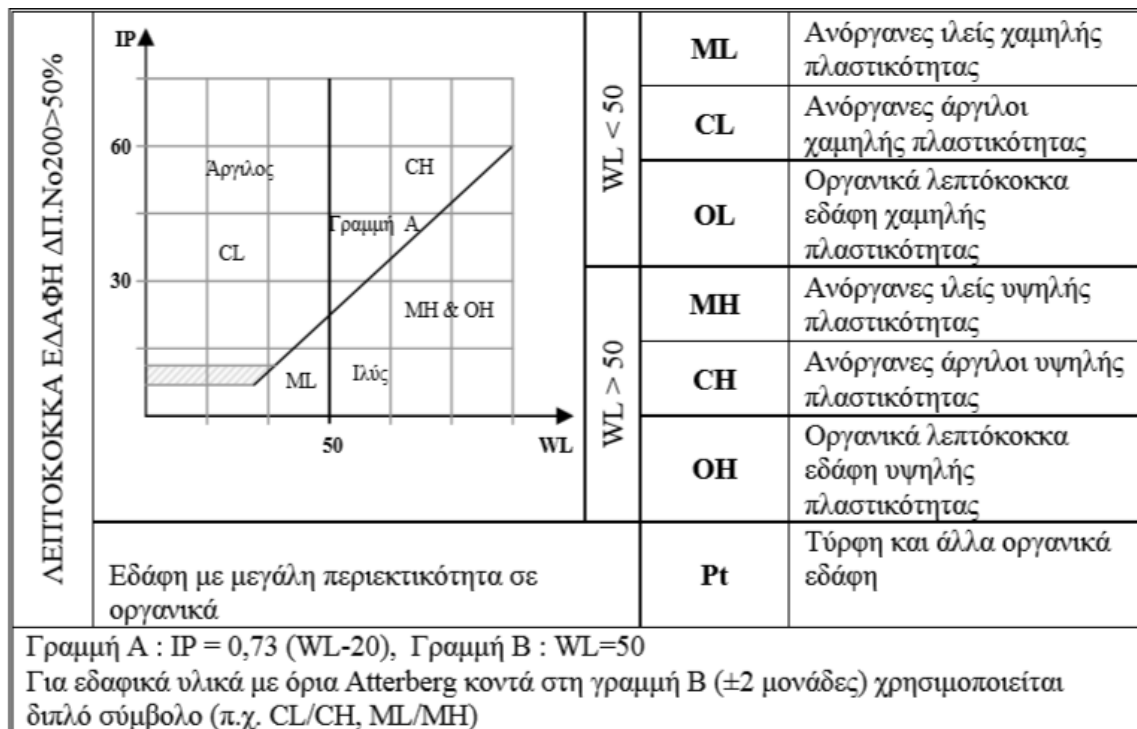
- *Οργανικά ινώδη εδάφη:*

Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται τα ινώδη, πολύ οργανικά και άλλα ελώδη εδάφη. Όλα μαζί ταξινομούνται με την ονομασία "Peat" και συμβολίζονται με (PT). Έχουν μικρή αντοχή σε ξηρή κατάσταση και χαρακτηριστικό μαύρο χρώμα. Το όριο υδαρότητας τους είναι ψηλό και κυμαίνεται μεταξύ 100 και 300.

Οι αναλυτικοί πίνακες της κατάταξης εδαφών με το σύστημα USCS φαίνονται παρακάτω:

Χαρακτηριστικά εδάφους		Εργαστηριακή κατάταξη	Σύμβολο ομάδας	Περιγραφή		
ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΑ ΕΔΑΦΗ ΔΠ. Νο200 < 50%	ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΑ ΔΠ. Νο4 < 5%	Καθαρά αμμοχάλικα ΔΠ Νο200 < 5%	$U > 4$ και $C_c = 1 \div 3$	GW	Χάλικες και αμμοχάλικα καλής διαβάθμισης	
		Ένα από τα ως άνω κριτήρια δεν ικανοποιείται		GP	Χάλικες ομοιομορφης κοκκομετρίας	
		Χάλικες με λεπτόκοκκα ΔΠ Νο200 > 12%	Σημείο Atterberg κάτω από τη γραμμή A ή $IP < 4$		GM	Ιλυώδεις χάλικες, ιλυώδη αμμοχάλικα
		Σημείο Atterberg πάνω από τη γραμμή A ή $IP > 7$		GC	Αργιλωδεις χάλικες, αργιλωδη αμμοχάλικα	
	ΑΜΜΟΙ ΔΠ. Νο4 > 50%	Άμμος ΔΠ Νο200 < 5%	$U > 6$ και $C_c = 1 \div 3$		SW	Άμμος καλής διαβάθμισης
		Ένα από τα ως άνω κριτήρια δεν ικανοποιείται		SP	Άμμος μέτριας διαβάθμισης	
		Άμμος με λεπτόκοκκα ΔΠ Νο200 > 12%	Σημείο Atterberg κάτω από τη γραμμή A ή $IP < 4$		SM	Ιλυώδεις άμμοι
		Σημείο Atterberg πάνω από τη γραμμή A ή $IP > 7$		SC	Αργιλωδεις άμμοι	

Πίνακας 6: Κατάταξη εδαφών με το σύστημα USCS



Πίνακας 7: Κατάταξη εδαφών με το σύστημα USCS

2.1.9 Παράθεση των βασικών συστημάτων κατάταξης

Οι πληροφορίες που υπάρχουν για τα εδαφικά υλικά συχνά αναφέρονται σε ένα σύστημα κατάταξης εδαφών. Η μετάβαση από ένα συγκεκριμένο σύστημα σε ένα άλλο, κάθε άλλο παρά απλή υπόθεση είναι και θα πρέπει να βασίζεται στα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών. Ενδεικτικά, ωστόσο, μια αντιστοιχία ομάδων εδάφους κατά τρεις διαφορετικές μεθόδους κατάταξης δίδεται στον Πίνακα 8.

Το θέμα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για εφαρμογές Οδοποιίας, όπου συχνά χρησιμοποιείται το σύστημα AASHTO αντί του ευρέως διαδεδομένου σε προβλήματα Εδαφομηχανικής Ενοποιημένου Συστήματος (USCS).

USCS	Κατάταξη AASHTO	Κατάταξη FAA
GW	A-1-α	Χαλικώδη, αμμοχαλικώδη εδάφη μη περιλαμβανόμενα στο σύστημα
GP	A-1-α	
GM	A-1-b.A-2-4.A-5	
GC	A-2-6, A-2-7	
SW	A-1-b	E-1,E-2,E-3
SP	A-3	
SM	A-1-b.A-2-5.A-5	E-3, E-4, E-5
SC	A-2-6, A-2-7	E-4, E-5
ML	A-4	E-6, E-8, E'9
CL	A-6, A-7-5	E-7, E-8, E'9
OL	A-4, A-7-5	E-6
MH	A-5	E-9
CH	A-7	E-10, E-11,E-12
OH	A-7	E-Π,E-12
Pt		E-13

Πίνακας 8: Συστήματα κατατάξεως εδαφών και η αντιστοιχία αυτών.

2.1.10 Εφαρμογή της κατάταξης εδαφών

Η κατάταξη του εδάφους αποτελεί ένα μέσον για να φτάσουμε στον τελικό σκοπό. Η απλή κατάταξη δεν παρέχει αρκετές πληροφορίες που να επιτρέπουν μία ακριβή πρόγνωση της πραγματικής συμπεριφοράς του εδάφους.

Η κατάταξη εδαφών, όμως, εξυπηρετεί ένα χρήσιμο σκοπό και πρέπει να διεξάγεται πάντα. Επιτρέπει μία εκτίμηση της συμπεριφοράς του εδάφους και χρησιμεύει σαν ένα μέσο για διαίρεση των εδαφών σε ομάδες.

Κατά κανόνα, ο χρόνος δεν επιτρέπει δοκιμές σε όλα τα δείγματα που συλλέγονται σύμφωνα με το πρόγραμμα δειγματοληψίας. Γι' αυτό είναι ανάγκη να γίνει οπτική κατάταξη μεγάλου αριθμού δειγμάτων. Ένα πεπειραμένο πρόσωπο που έχει εξοικειωθεί με το σύστημα κατάταξης, μπορεί να κατατάξει εδάφη κρίνοντας από την εμφάνιση και υφή τους. Με τον τρόπο αυτό, ο αριθμός των δοκιμών που απαιτούνται για να γίνει η κατάταξη, γίνεται ελάχιστος.

Η οπτική κατάταξη, όμως, πρέπει να γίνεται μόνο από ένα έμπειρο πρόσωπο. Η επιλογή των δειγμάτων για τη διεξαγωγή των δοκιμών πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τη δημιουργία και τη διαδοχή των εδαφικών στρώσεων. Επιτόπου περιεκτικότητα σε υγρασία. Αν και η επιτόπου περιεκτικότητα υγρασίας ενός εδάφους μεταβάλλεται με τις εποχές, ο προσδιορισμός της είναι πάντοτε αναγκαίος. Συχνά η καταλληλότητα των υλικών του υπεδάφους μπορεί να καθοριστεί με βάση την περιεκτικότητα σε υγρασία και την κατάταξη του εδάφους.

Για παράδειγμα, επειδή το όριο υδαρότητας είναι η περιεκτικότητα σε υγρασία στην οποία το έδαφος γίνεται ρευστό όταν δονηθεί ελαφρά, αυτό σημαίνει ότι ένα έδαφος με επιτόπου περιεκτικότητα σε υγρασία ίση περίπου με το όριο υδαρότητας είναι ευαίσθητο και παρουσιάζει πολύ μικρή αντοχή, όταν αναζυμωθεί με χηματοουργικά μηχανήματα.

Αν η φυσική περιεκτικότητα του σε υγρασία κατά τις εποχές βροχοπτώσεων είναι μικρότερη από το όριο πλαστικότητας, τότε πρόκειται για σχετικά συμπαγές υλικό.

Αν και η περιεκτικότητα σε υγρασία υπόκειται σε κλιματικούς περιορισμούς, πρέπει πάντα να καταγράφεται μαζί με τα όρια Atterberg, επειδή μπορεί εύκολα να γίνει μεγάλος αριθμός δοκιμών προσδιορισμού περιεκτικότητας σε υγρασία με χαμηλό κόστος.

Επίσης, σε περιοχές δανείων χωμάτων, είναι ανάγκη να γνωρίζουμε την περιεκτικότητα σε υγρασία των εδαφών, ώστε να προγραμματιστεί η διαδικασία προετοιμασίας του εδάφους για συμπύκνωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ

Χονδρόκοκκα εδάφη

Χαλίκια και χαλικοειδή εδάφη

GW: Χαλίκια ή μίγματα χαλικιών άμμου καλής διαβαθμίσεως με ή χωρίς μικρό ποσοστό λεπτών.

GP: Χαλίκια ή μίγματα χαλικιών άμμου κακής διαβαθμίσεως με ή χωρίς μικρό ποσοστό λεπτών.

GU: Χαλίκια ή μίγματα χαλικιών άμμου ομοιόμορφης διαβαθμίσεως με ή χωρίς ποσοστό λεπτών.

GM: Ιλυώδη ή ιλυοαμμώδη χαλίκια.

GC: Αργιλώδη ή αργιλοαμμώδη χαλίκια.

Άμμοι και αμμώδη εδάφη

SW: Άμμοι ή αμμοχάλικα, καλής διαβαθμίσεως με ή χωρίς μικρό ποσοστό λεπτών.

SP: Άμμοι ή αμμοχάλικα, κακής διαβαθμίσεως με ή χωρίς μικρό ποσοστό λεπτών.

SU: Άμμοι ή αμμοχάλικα, ομοιόμορφης διαβαθμίσεως με ή χωρίς μικρό ποσοστό λεπτών.

SM: Ιλυώδεις ή ιλυοχαλικώδεις άμμοι.

SC: Αργιλώδεις ή αργιλοχαλικώδεις άμμοι.

Λεπτόκοκκα εδάφη

Χαμηλό ως μέσο συμπιεστό LL<50

ML: Ιλύες ανόργανες, λιθάλευρο, ιλυώδεις λεπτές άμμοι με μικρή πλαστικότητα.

CL: Ισχνές αμμώδεις, ιλυώδεις ή χαλικώδεις άργιλοι.

OL: Οργανικές ιλύες ή ισχνές οργανικές άργιλλοι.

Υψηλό συμπιεστό LL>50

MH: Ελαστικές ιλύες, πολύ συμπιεστά μαρμαρυγιακά ή διατομούχα λεπτόκοκκα ιλυώδη εδάφη.

CH: Παχιές άργιλοι, ανόργανες άργιλοι με μεγάλη πλαστικότητα.

OH: Οργανικές άργιλοι με μέση ως μεγάλη πλαστικότητα.

Ινώδη οργανικά εδάφη πολύ συμπιεστά

P_t: Τύρφη, χουμικές ύλες και άλλα πολύ οργανικά ελώδη εδάφη.

Ομάδες GW και SW

Αυτές οι ομάδες περιλαμβάνουν καλά ταξινομημένα χωμάτινα και αμμώδη εδάφη που περνάει από 5 τοις εκατό το κόσκινο Νο 200. Η παρουσία των λεπτόκοκκων δεν πρέπει να μεταβάλει αισθητά τα χαρακτηριστικά της αντοχής του χονδρόκοκκου εδάφους και δεν πρέπει να παρεμβαίνει στην ελεύθερη αποστράγγιση του εδάφους. Χαρακτηριστικά εάν το υλικό περιέχει λιγότερο από 5 τοις εκατό λεπτόκοκκα που εκθέτουν την πλαστικότητα οι πληροφορίες αυτές πρέπει να αξιολογηθούν και το έδαφος να ταξινομηθεί. Σε περιοχές που παρατηρείται παγετός το υλικό δεν πρέπει να περιέχει περισσότερο από 3 τοις εκατό των κόκκων του εδάφους μικρότερο από 0,02 χιλιοστά σε μέγεθος.

Ομάδες GP και SP

Τα χαλίκια και οι άμμοι με χαμηλή βαθμολογία λιγότερο από το 5 τοις εκατό που περνάει το κόσκινο Νο 200 ταξινομούνται στις ομάδες GP SP. Τα υλικά μπορούν να ταξινομηθούν ως ομοιόμορφα αμμοχάλικα, ομοιόμορφες άμμοι ή μη ομοιόμορφα μείγματα πολύ χονδροειδούς υλικού και πολύ λεπτής άμμου. Η τελευταία ομάδα συχνά προκύπτει από ανασκαφές στις οποίες τα στρώματα χαλικιών και άμμου αναμειγνύονται. Εάν τα λεπτά κομμάτια παρουσιάζουν πλαστικότητα οι πληροφορίες πρέπει να αξιολογηθούν και το έδαφος να ταξινομηθεί.

Ομάδες GM και SM

Γενικά οι ομάδες GM και SM περιλαμβάνουν χαλίκια και άμμο με κόκκους που έχουν χαμηλή ή καθόλου πλαστικότητα. Το PI και LL των εδαφών της ομάδας πρέπει να είναι κάτω από τη γραμμή A στο γράφημα πλαστικότητας. Η διαβάθμιση των υλικών συμπεριλαμβανομένου και τα κακώς ταξινομημένα υλικά δεν θεωρείται και τόσο σημαντική. Μερικές από τις άμμους και τα χαλίκια σε αυτήν την ομάδα έχουν ένα συνδεδεμένο υλικό που αποτελείται από φυσικούς παράγοντες τσιμεντοποίησης τόσο αναλογικά ότι το μείγμα παρουσιάζει αμελητέα διόγκωση ή συρρίκνωση έτσι η αντοχή σε ξηρότητα τέτοιων υλικών παρέχεται από μια μικρή ποσότητα συνδετικού υλικού εδάφους ή από τσιμεντοποίηση από ασβεστόλιθο υλικό ή οξειδίο σιδήρου. Το λεπτό υλικό άλλων υλικών στις ομάδες GM και SM μπορεί να αποτελείται από τύπους αργιλίου ή από αλεσμένα υλικά με λίγη η χωρίς πλαστικότητα και τότε το μίγμα δε θα παρουσιάζει αντοχή σε ξηρότητα.

Ομάδες GC και SC

Γενικά οι ομάδες GC και SC περιλαμβάνουν χαλικώδη ή αμμώδη εδάφη με κόκκους που περνάν στο κόσκινο Νο 200 περισσότερο από 12 τοις εκατό και έχουν είτε χαμηλή είτε υψηλή πλαστικότητα. Τα PI και LL των εδαφών στην ομάδα πρέπει να σχεδιαστούν πάνω από τη γραμμή A στο διάγραμμα πλαστικότητας. Η πλαστικότητα του συνδετικού υλικού έχει μεγαλύτερη επίδραση στη συμπεριφορά των εδαφών από τη διακύμανση της αναβάθμισης. Το λεπτό υλικό αποτελείται γενικά από άργιλο.

Ομάδες ML και MH

Στις ομάδες αυτές, το σύμβολο M έχει χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηρίσει κυρίως ασήμαντα υλικά και εδαφικά ή διατομικά εδάφη. Τα σύμβολα L και H αντιπροσωπεύουν χαμηλά και υψηλά LLs, αντίστοιχα, και μια αυθαίρετη διαχωριστική γραμμή μεταξύ των δύο ορίζεται σε LL=50. Τα εδάφη στις ομάδες ML και MH είναι αμμώδεις λάσπες, αργιλοπυριτικά ή ανόργανη λάσπη με σχετικά χαμηλή πλαστικότητα. Επίσης περιλαμβάνονται τα εδάφη τύπου loess και τα αλεσμένα άλατα. Μικροσκοπικά και διατομικά τα εδάφη γενικά εμπίπτουν στην ομάδα MH αλλά μπορούν να επεκταθούν στην ομάδα ML όταν το LL τους είναι μικρότερο από 50. Το ίδιο ισχύει για ορισμένους τύπους καολίνης αργίλους και ορισμένους αργιλίτες που έχουν σχετικά χαμηλή πλαστικότητα.

CL και CH ομάδες

Σε αυτές τις ομάδες, το σύμβολο C αντιπροσωπεύει πηλό, με L και H να δείχνουν χαμηλό ή υψηλό LL. Αυτά τα εδάφη είναι κυρίως ανόργανες άργιλοι. Οι άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας ταξινομούνται ως CL και είναι συνήθως άπαχοι, αμμώδεις ή αργιλώδες. Η μέτρια και η υψηλή πλαστικότητα της αργίλου ταξινομούνται ως CH. Αυτές περιλαμβάνουν τις λιπαρές αργίλους, gumbo άργιλοι, ορισμένοι ηφαιστειακοί άργιλοι και μπεντονίτες. Οι παγετώδεις άργιλοι του βορρά των ΗΠΑ καλύπτουν μια ευρεία ζώνη στις ομάδες CL και CH.

Ομάδες OL και OH

Τα εδάφη στις ομάδες OL και OH χαρακτηρίζονται από την παρουσία οργανικής ύλης, και το σύμβολο O. Η οργανική λάσπη και άργιλος ταξινομούνται στο αυτή την ομάδα. Τα υλικά έχουν ένα εύρος πλαστικότητας που αντιστοιχεί με τις ομάδες ML και MH.

Πολύ οργανικά εδάφη

Τα πολύ οργανικά εδάφη είναι συνήθως πολύ συμπιεστά και έχουν ανεπιθύμητα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά. Κατατάσσονται σε μία ομάδα, η οποία ορίζεται από το σύμβολο Pt. τύρφη, χούμο και βαλτώδη εδάφη με εξαιρετικά οργανική υφή είναι τυπικά εδάφη της ομάδας. Σωματίδια φύλλων, γρασίδι, κλαδιά ή άλλα οι ινώδεις φυτικές ύλες είναι κοινά συστατικά αυτών των εδαφών.

GW, SW, GP και SP Groups

Αυτές οι ομάδες περιλαμβάνουν μη πλαστικά εδάφη που έχουν λιγότερο από 5 τοις εκατό να περνά το No. 200 και το οποίο δεν παρεμβάλλει στο έδαφος ελεύθερες ιδιότητες αποστράγγισης. Αν πληρούνται τα παραπάνω κριτήρια, εξετάζεται κατασκευαστικά από το σχήμα της καμπύλης μεγέθους κόκκων. Υλικά που έχουν καλή βαθμολογία είναι ταξινομημένα ως GW ή SW. Τα κακώς ταξινομημένα υλικά ταξινομούνται ως GP ή SP. Η καμπύλη διαβάθμισης του εδάφους και τα δεδομένα καμπύλης πρέπει να πληρούν τα ακόλουθα προσόντα που πρέπει να ταξινομηθούν και βαθμολογηθούν.

Ομάδες GM, SM, GC και SC

Τα εδάφη αυτών των ομάδων αποτελούνται από εκείνα τα υλικά που έχουν περισσότερο από 12 τοις εκατό να περνά το κόσκινο No. 200. Για ταυτοποίηση της πλαστικότητας οι δοκιμές LL και PL απαιτούν υλικό λεπτότερο από το κόσκινο No. 40. Οι δοκιμές πρέπει να διεξάγονται σε αντιπροσωπευτικά δείγματα υγρού υλικού όχι σε ξηρανθέντα από αέρα ή φούρνο εδάφη. Αυτή η προφύλαξη είναι επιθυμητή καθώς η ξήρανση επηρεάζει σε κάποιο βαθμό τις τιμές των ορίων, όπως θα εξηγηθεί περαιτέρω στη συζήτηση των λεπτόκοκκων εδαφών. Υλικά στα οποία το οικόπεδο LL και PI κάτω από τη γραμμή "A" στο γράφημα πλαστικότητας είναι ταξινομημένο ως GM ή SM. Χαλίκια και άμμοι στα οποία υπάρχει το οικόπεδο LL και PI παραπάνω η γραμμή "A" στο διάγραμμα πλαστικότητας ταξινομείται ως GC ή SC. Θεωρείται ότι στην ταυτοποίηση των υλικών σε αυτές τις ομάδες, η πλαστικότητα επισκιάζει τα χαρακτηριστικά διαβάθμισης. Επομένως, γίνεται διάκριση ανάμεσα σε υλικά που έχουν καλή ή κακή βαθμολογική διάταξη.

Ομάδες ML, CL και OL

Ένα έδαφος που έχει LL μικρότερο από 50 εμπίπτει στην ομάδα χαμηλών LL (L). Ένα οικόπεδο το LL και το PI στο διάγραμμα πλαστικότητας θα δείξουν εάν το έδαφος πέφτει πάνω ή κάτω κάτω από τη γραμμή "A" και τη ζώνη διασταύρωσης. Τα εδάφη που σχεδιάζουν πάνω από τη γραμμή "A" και η διασταυρωμένη ζώνη ταξινομούνται ως CL και είναι συνήθως τυπικά ανόργανοι άργιλοι. Τα εδάφη που σχεδιάζονται κάτω από τη γραμμή "A" ή τη διασταυρωμένη ζώνη είναι ανόργανη λάσπη ή πολύ λεπτή αμμώδη λάσπη (ML) ή οργανικές λάσπες ή οργανικές λάσπες αργίλου χαμηλής πλαστικότητας (OL). Επειδή δύο ομάδες πέφτουν κάτω από τη γραμμή "A" ή τη ζώνη διασταύρωσης, απαιτείται περαιτέρω αναγνώριση. Ο διακριτικός παράγοντας μεταξύ του ML και OL είναι η απουσία ή η παρουσία οργανικής ύλης. Αυτό συνήθως προσδιορίζεται από το χρώμα και την οσμή. Εντούτοις, μπορεί να γίνει σύγκριση μεταξύ του LL και PL ενός υγρού δείγματος και ένα που έχει στεγνώσει σε φούρνο. Ένα οργανικό χώμα θα παρουσιάσει ριζική πτώση της πλαστικότητας μετά από ξήρανση σε φούρνο ή αέρα. Ένα ανόργανο χώμα θα παρουσιάσει γενικά μια αλλαγή στις τιμές των ορίων μόνο 1 ή 2 τοις εκατό, η οποία μπορεί να είναι είτε αύξηση είτε μείωση. Για τα προηγούμενα, η ταξινόμηση πρέπει να βασίζεται στο γράφημα των οριακών τιμών, αυτά τα σημεία βρίσκονται σε ευθεία γραμμή ή σε στενή ζώνη που είναι σχεδόν παράλληλη με τη γραμμή "A". Έχοντας υπόψη αυτά τα δεδομένα, οι διάφορες ομάδες λεπτόκοκκων εδαφών αναλύονται στις παρακάτω παραγράφους. Τα εδάφη που περιέχουν οργανική ύλη γενικά έχουν χαμηλότερες ειδικές βαρύτητες και μπορεί να έχουν σαφώς υψηλότερες περιεκτικότητες σε νερό από ότι ανόργανα εδάφη. Ως εκ τούτου, αυτές οι ιδιότητες μπορεί να βοηθήσουν στην αναγνώριση οργανικών εδαφών. Σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να γίνει προσδιορισμός του οργανικού περιεχομένου με χημικές μεθόδους, αλλά οι διαδικασίες που μόλις περιγράφηκαν είναι συνήθως επαρκείς.

MH, CH, και OH ομάδες

Τα εδάφη με LL μεγαλύτερο από 50 ταξινομούνται στην ομάδα H. Για να ταυτοποιήσουμε αυτά τα εδάφη, οι τιμές LL και PI απεικονίζονται στο γράφημα πλαστικότητας. Αν πέσουν τα σημεία πάνω από τη γραμμή "A", το έδαφος ταξινομεί ως CH αν πέσουν κάτω από τη γραμμή "A", προσδιορίζεται αν υπάρχει ή όχι οργανικό υλικό. Τα ανόργανα υλικά ταξινομούνται ως MH και οργανικά υλικά ταξινομούνται ως OH.

Πολύ οργανικά εδάφη

Λίγα περισσότερα μπορούν να ειπωθούν ως προς την εργαστηριακή ταυτοποίηση των εξαιρετικά οργανικών εδαφών (Pt). Αυτά τα εδάφη αναγνωρίζονται συνήθως εύκολα με βάση το χρώμα, την υφή και την οσμή. Οι προσδιορισμοί υγρασίας εμφανίζουν συνήθως μια φυσική περιεκτικότητα σε νερό ως και εκατό τοις εκατό, το οποίο είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό που βρέθηκε για τα περισσότερα εδάφη. Ειδικότερα οι βαρύτητες των στερεών σε αυτά τα εδάφη μπορεί να είναι αρκετά χαμηλές. Κάποια πετρώδη εδάφη μπορεί να είναι ανασχηματισμένα και πέφτουν πολύ κάτω από τη γραμμή "A" στο διάγραμμα της πλαστικότητας.

3.2 Παράθεση πινάκων

Πίνακας 9: Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt, 1984)

α	Κύριος διαχωρισμός		Συμβολισμός	Κατάλληλα για υποστρώμα θεμελίου, όταν δεν υπόκειται σε δράση παγετού	Κατάλληλα για υποβάση θεμελίου, όταν δεν υπόκειται σε δράση παγετού	Κατάλληλα για βάση θεμελίου, όταν δεν υπόκειται σε δράση παγετού	Δυναμική δράση παγετού	
1	Χονδρόκοκκα εδάφη	Χαλίκια και χαλικομηγή εδάφη	GW	Άριστη	Άριστη	Καλή	Μηδενική έως ελάχιστη	
2			GP	Καλή έως άριστη	Καλή	Μέτρια έως καλή	Μηδενική έως ελάχιστη	
3			GM	d	Καλή έως άριστη	Καλή	Μέτρια έως καλή	Ελάχιστη έως μέτρια
4				u	Καλή	Μέτρια	Κακή έως ακατάλληλη	Ελάχιστη έως μέτρια
5			GC		Καλή	Μέτρια	Κακή έως ακατάλληλη	Ελάχιστη έως μέτρια
6		Άμμοι και αμμώδη εδάφη	SW	Καλή	Μέτρια έως καλή	Κακή	Μηδενική έως ελάχιστη	
7			SP	Μέτρια έως καλή	Μέτρια	Κακή έως ακατάλληλη	Μηδενική έως ελάχιστη	
8			SM*	d	Μέτρια έως καλή	Μέτρια έως καλή	Κακή	Ελάχιστη έως μεγάλη
9				u	Μέτρια	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ελάχιστη έως μεγάλη
10			SC		Κακή έως μέτρια	Κακή	Ακατάλληλη	Μέτρια έως πολύ μεγάλη
11	Λεπτόκοκκα εδάφη	Ιλείς και άργιλοι LL<50	ML	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	
12			CL	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	
13			OL	Κακή	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	
14		Ιλείς και άργιλοι LL>50	MH	Κακή	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως πολύ μεγάλη	
15			CH	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια	
16			OH	Κακή έως κακή	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια	
17			Πολύ οργανικά εδάφη	PT	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ελάχιστη

α	Συρρίκνωση και διόγκωση	Αποστράγγιση	Κατάλληλο σαν επίχωμα	Συμπύκνωση	Κατάλληλο σαν θεμέλιο	Απαιτήσεις για έλεγχο αποστράγγισης
1	Σχεδόν μηδενική	Άριστη	Πολύ σταθερά, διαπερατά τοιχώματα αναχωμάτων και φραγμάτων	Καλή, με λαστιχοφόρους ελαστικές, και κοινούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Θετικό διάφραγμα
2	Σχεδόν μηδενική	Άριστη	Ικανοποιητικά σταθερά, διαπερατά τοιχώματα αναχωμάτων και φραγμάτων	Καλή, με λαστιχοφόρους ελαστικές, και κοινούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Θετικό διάφραγμα
3	Πολύ μικρή	Μέτρια έως κακή	Ικανοποιητικά σταθερά, όχι ιδιαίτερα κατάλληλα για τοιχώματα αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν σαν αδιαπερατοι πυρήνες ή κουρτίνες	Καλή, με συνεχή έλεγχο, κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Καμία μέχρι τάφρο πόδα
4	Μικρή	Μέτρια έως αδιαπερατά	Αρκετά σταθερά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν σαν αδιαπερατοι πυρήνες ή κουρτίνες	Μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες και οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Καμία
5	Μικρή	Μέτρια έως αδιαπερατά	Αρκετά σταθερά, όχι ιδιαίτερα κατάλληλα για κάλυμμα αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν για αδιαπερατοι πυρήνες ή αναχώματα	Καλή, με ελαστικές	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Καμία
6	Σχεδόν μηδενική	Άριστη	Πολύ σταθερά, διαπερατά τμήματα, απαιτούνται μέτρα προστασίας πρηνών	Καλή, με ελαστικές	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Ανάτη τάπητας και στραγγιστήρια πόδα ή οπές
7	Σχεδόν μηδενική	Άριστη	Ικανοποιητικά σταθερά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε αναχώματα με επίπεδα πρανή	Καλή, με ελαστικές	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα ανάλογα με την πυκνότητα	Ανάτη τάπητας και στραγγιστήρια πόδα ή οπές
8	Πολύ μικρή	Μέτρια έως κακή	Αρκετά σταθερά, όχι ιδιαίτερα κατάλληλα για κάλυμμα αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν για αδιαπερατοι πυρήνες ή αναχώματα	Καλή, με συνεχή έλεγχο, κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα ανάλογα με την πυκνότητα	Ανάτη τάπητας και στραγγιστήρια πόδα ή οπές
9	Μικρή έως μέτρια	Μέτρια έως αδιαπερατά	Αρκετά σταθερά, κατάλληλα για αδιαπερατους πυρήνες σε αντιλημμυρικές κατασκευές	Μέτρια με οδοντωτούς οδοστρωτήρες και οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
10	Μικρή έως μέτρια	Μέτρια έως αδιαπερατά	Αρκετά σταθερά, κατάλληλα για αδιαπερατους πυρήνες σε αντιλημμυρικές κατασκευές με κατάλληλο έλεγχο	Καλή μέχρι μέτρια, με συνεχή έλεγχο, κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Κακό, επιδεικτικό σε ρευστοποίηση	Καμία μέχρι τάφρο πόδα
11	Μικρή έως μέτρια	Μέτρια έως κακή	Αρκετά σταθερά, αδιαπερατοι πυρήνες και κουρτίνες	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
12	Μέτρια	Αδιαπερατά	Ακατάλληλο για προσχώσεις	Καλή μέχρι μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μέτρια έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα, πιθανή καθίζηση	Καμία
13	Μέτρια έως μεγάλη	Πολύ μέτρια	Λίγο σταθερά, πυρήνες χωμάτων φραγμάτων, ακατάλληλα	Μέτρια μέχρι πολύ μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
14	Μεγάλη	Μέτρια έως κακή	Μέτρια ευστάθεια σε οριζόντια πρανή, λεπτοί πυρήνες, κουρτίνες και αναχώματα	Καλή μέχρι μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μέτρια έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
15	Μεγάλη	Αδιαπερατά	Ακατάλληλο για προσχώσεις	Μέτρια μέχρι πολύ μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μικρή φέρουσα ικανότητα	Καμία
16	Μεγάλη	Αδιαπερατά	Ακατάλληλο για προσχώσεις	Μέτρια μέχρι πολύ μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μικρή φέρουσα ικανότητα	Καμία
17	Πολύ μεγάλη	Μέτρια έως κακή	Δεν χρησιμοποιούνται σε κατασκευές		Απομακρύνονται από τη θεμελίωση	

(Πηγή: Σημειώσεις διαλέξεων μαθήματος "Εδαφομηχανική και Στοιχεία Θεμελίωσης" Λουπασάκης Κωνσταντίνος Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ έτος 2013-2014)

Πίνακας 10: Χαρακτηριστικά των εδαφικών ομάδων που σχετίζονται με τα αναχώματα και τα θεμέλια κατά το σύστημα USCS

ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΧΡΩΜΑ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΧΩΜΑΤΩΝ	ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ (cm / sec)	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΜΠΙΚΝΩΣΗΣ	ΜΕΓΙΣΤΟ ΞΗΡΟ ΕΙΔΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (Δοκιμή proctor)	ΑΞΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	
Χονδρόκοκκο έδαφος	ΧΑΛΙΚΕΣ ΚΑΙ ΧΑΛΙΚΩΔΕΣ ΕΔΑΦΟΣ	GW	ΚΟΚΚΙΝΟ	καλά διαβαθμισμένο χαλίκι ή ανάμεικτο αμμοχάλικο λίγο ή καθόλου πρόσθετα	πολύ σταθερό, διαπερατά κέλυφη αναχωμάτων και φραγμάτων	k > 10-2	καλή: τρακτέρ, κουκούλα από καουτσούκ ή τροχός με χάλυβα	125 – 135	καλή φέρουσα αξία	θετική αποκοπή
		GP		φτωχά διαβαθμισμένο χαλίκι ή ανάμεικτο αμμοχάλικο λίγο ή καθόλου πρόσθετα	εύλογα σταθερό, διαπερατά κάλυφη αναχωμάτων και φραγμάτων	k > 10-2	καλή: τρακτέρ, κουκούλα από καουτσούκ ή τροχός με χάλυβα	115 – 125	καλή φέρουσα αξία	θετική αποκοπή
		GM	ΚΙΤΡΙΝΟ	αργιλικά χαλίκια μείγματα από χαλίκι, ιλύς, άμμο	εύλογα σταθερό, όχι ιδιαίτερα κατάλληλη για κέλυφη αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πυρήνες και στρώσεις	k = 10-3to 10-6	καλή: με κλειστό έλεγχο κουκούλα από καουτσούκ ή κύλινδρο φρεζαρίσματος	120 – 135	καλή φέρουσα αξία	θετική αποκοπή
		GC		αργιλώδη χαλίκια, μείγμα χαλικιών άμμου αργίλου	αρκετά σταθερό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πυρήνες	k = 10-6to 10-8	μέτρια: κουκούλα από καουτσούκ ή κύλινδρο	115 – 130	καλή φέρουσα αξία	καμία

							φρεζαρίσματα			
ΑΜΜΟΣ ΚΑΙ ΑΜΜΩΔΕΣ ΕΔΑΦΟΣ	SW	ΚΟΚΚΙΝΟ	καλά διαβαθμισμένη άμμος ή αμμώδη εδάφη, λίγο ή καθόλου πρόσθετα	πολύ σταθερό, διαπερατό τμήμα απαιτείται προστασία πρανών	$k > 10-3$	καλή: τρακτέρ	110 - 130	καλή φέρουσα αξία	κάλυψη κόντρα ή αντίθετα στο ρεύμα αποστράγγισης των δακτύλων ή φρεατίων	
	SP		φτωχά διαβαθμισμένη άμμος η χαλικώδες άμμος με λίγο η καθόλου λεπτόκοκκο υλικό	εύλογα σταθερό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τμήματα αναχωμάτων με χαμηλά πρανή	$k > 10-3$	καλή: τρακτέρ	100 – 120	καλή προς κακή φέρουσα αξία ανάλογα με την πυκνότητα	κάλυψη κόντρα ή αντίθετα στο ρεύμα αποστράγγισης των δακτύλων ή φρεατίων	
	SM	ΚΙΤΡΙΝΟ	ιλώδες άμμος, αμμοιλώδες υλικό	αρκετά σταθερό, όχι ιδιαίτερα κατάλληλη για κέλυφη αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πυρήνες και στρώσεις	$k = 10-3$ to $10-6$	καλή: με κλειστό έλεγχο ή κουκούλα από καουτσούκ ή κύλινδρο φρεζαρίσματα	110 – 125	καλή προς κακή φέρουσα αξία ανάλογα με την πυκνότητα	κάλυψη κόντρα ή αντίθετα στο ρεύμα αποστράγγισης των δακτύλων ή φρεατίων	
	SC		αργιλώδες άμμος, αμμο-αργιλώδες υλικό	αρκετά σταθερό, όχι ιδιαίτερα κατάλληλη για κέλυφη αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πυρήνες και στρώσεις	$k = 10-6$ to $10-8$	μέτρια: κουκούλα από καουτσούκ ή κύλινδρο φρεζαρίσματα	105 – 125	καλή προς κακή φέρουσα αξία	καμία	

ΛΕΠΤΟΚΟ ΚΚΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΙΛΥΣ ΚΑΙ ΑΡΓΙΛΟΣ LL<50	ML	ΠΡΑΣΙΝΟ	ανόργανη ιλύς και πολύ λεπτόκοκκη άμμος, αλλοιωμένοι βράχοι, ιλώδες ή αργιλώδες λεπτόκοκκη άμμος ή αργιλιώδες με ελαφριά πλαστικότητα	φτωχή σταθερότητα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αναχώματα με κατάλληλο έλεγχο	k = 10-3to 10-6	καλή προς κακή: απαραίτητο κλειστό έλεγχο, κουκούλα από καουτσούκ ή κύλινδρο φρεζαρίσματος	105 – 125	πολύ κακή, ευαίσθητη στην υγροποίηση	μηδαμινή έως καμία
		CL		ανόργανη άργιλος με χαμηλή προς μέτρια πλαστικότητα, χαλικώδες άργιλος, αμμώδες άργιλος, ιλώδες άργιλος, λεπτή άργιλος	σταθερό, αδιαπέρατοι πυρήνες και στρώσεις	K = 10-6to 10-8	μέτρια έως φτωχή: κύλινδρο φρεζαρίσματος ή κουκούλα από καουτσούκ	95 – 120	καλή προς κακή φέρουσα αξία	καμία
		OL		οργανική ιλύς και οργανική ιλοάργιλος με χαμηλή πλαστικότητα	ακατάλληλο για αναχώματα	k = 10-4to 10-6	μέτρια έως φτωχή: κύλινδρο φρεζαρίσματος	80 – 100	μέτρια έως φτωχή φέρουσα αξία μπορεί να έχει υπερβολικούς συμβιβασμούς	καμία
	ΙΛΥΣ ΚΑΙ ΑΡΓΙΛΟΣ LL>50	MH	ΜΠΛΕ	οργανική άργιλος, μικρά ή διατομικά λεπτά αμμώδη ή αργιλικά εδάφη, ελαστική άργιλος	φτωχή σταθερότητα, πυρήνα των υδραυλικών πλήρωσης φραγμάτων, όχι επιθυμητό σε κατασκευές	k = 10-3to 10-6	φτωχή έως πολύ φτωχή: κύλινδρο φρεζαρίσματος	70 – 95	φτωχή φέρουσα αξία	καμία

				έλασης πλήρωσης						
		CH		ανόργανη άργιλος με υψηλή πλαστικότητα και παχιά άργιλο	καλή σταθερότητα με επίπεδα πρηνή, λεπτούς πυρήνες, στρώσεις και αναχώματα	k = 10-6to 10- 8	μέτρια έως φτωχή: κύλινδρο φρεζαρίσματο ς	75 – 105	μέτρια έως φτωχή φέρουσα	καμία
		OH		οργανική άργιλος με μέτρια προς υψηλή πλαστικότητα, οργανική ιλύς	ακατάλληλο για αναχώματα	k = 10-6to 10- 8	φτωχή έως πολύ φτωχή: κύλινδρο φρεζαρίσματο ς	65 – 100	πολύ φτωχή φέρουσα αξία	καμία
ΠΟΛΥΟΡΓΑΝΙΚΟ ΕΔΑΦΟΣ	Pt	ΠΟΡΤΟΚ ΑΛΙ	τύρφη και άλλα υψηλά οργανικά εδάφη	δεν χρησιμοποιείται για κατασκευές						

(Πηγή: Κατά το σύστημα Appendix B The Unified Soil Classifications System)

Πίνακας 11: Ταξινόμηση της Γαλλικής υπηρεσίας αυτοκινητοδρόμων

USCS	Γεωτεχνικός Όρος	Μείση κοκκομετρία				Όσα Atterberg			Φαινόμενο βάρος ποσοστό υγρασίας-πορώδες			Άντοχή πεί διάτμηση			Συντελεστής διαπερατότητας	Συμπύκνωση κατά Proctor	
		0-0,075	0,075-0,25	0,25-0,6	0,6-2,0	W_L	W_P	IP	γ	W	n	ϕ'	ϵ'	u	k	W_{opt}	$\gamma_{d, opt}$
		%	%	%	%	%	%	%	t/m ³	%	%	(°)	t/m ²	cm/s	%	t/m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19
GW	Καθαροί χάλκιες κολής διαβαθμίσεως	0	2	26	72	-	-	-	2,00 ±0,25	5 ±1	30 ±4	40 ±5	0	$10^{+1} \dots 10^{-3}$	8 ±2	2,10 ±0,30	
GP	Καθαροί χάλκιες σκλης διαβαθμίσεως	Παρόμοια προς των GW				-	-	-	1,90 ±0,30	3 ±2	32 ±3	33 ±5	0	$10^{+5} \dots 10^{-2}$	9 ±2	2,05 ±0,30	
GM	Ήλιωδες χάλκιες (λίγα λεπτά συστατικά)	2	8	30	60	17	13	4	2,10 ±0,25	8 ±3	28 ±3	36 ±4	0	$10^{-3} \dots 10^{-3}$	9 ±3	2,10 ±0,25	
GC	Άργιλωδες χάλκιες (λίγα λεπτά συστατικά)	3	9	23	65	25	15	10	2,05 ±0,20	11 ±4	32 ±4	31 ±4	0	$(*) 10^{-3} \dots 10^{-3}$	14 ±2	1,90 ±0,28	
GM-ML	Ήλιωδες χάλκιες (πολλά λεπτά συστατικά)	4	20	33	43	14	11	3	2,15 ±0,25	14 ±3	30 ±3	35 ±5	0	$10^{-3} \dots 10^{-6}$	8 ±3	2,15 ±0,10	
GM-GC	Ήλιωδες χάλκιες	6	22	30	42	19	13	6	2,15 ±0,20	11 ±4	28 ±3	33 ±3	0,2 ±0,2	$(*) 10^{-3} \dots 10^{-3}$	9 ±3	2,10 ±0,30	
GC-CL	Άργιλωδες χάλκιες (πολλά λεπτά συστατικά)	8	23	28	31	26	15	11	2,10 ±0,20	14 ±3	32 ±3	29 ±4	0,3 ±0,3	$(*) 10^{-3} \dots 10^{-3}$	11 ±3	1,95 ±0,15	
GC-CH	Άργιλωδες χάλκιες (λεπτά συστατικά)	10	23	29	33	57	23	34	1,95 ±0,20	20 ±10	40 ±10	28 ±4	0,4 ±0,4	$10^{-6} \dots 10^{-8}$	13	13	
SW	Κοιμητή άμμος κολής διαβαθμίσεως	0	2	76	22	-	-	-	1,95 ±0,20	13 ±10	36 ±10	38 ±5	0	$10^0 \dots 10^{-3}$	9 ±3	2,05 ±0,20	
SP	Κοιμητή άμμος κολής διαβαθμίσεως	Παρόμοια του SW				-	-	-	1,85 ±0,25	11 ±9	38 ±10	36 ±4	0	$10^0 \dots 10^{-3}$	11 ±3	1,95 ±0,20	
SM	Ήλιωδες άμμος (λίγα λεπτά συστατικά)	2	9	75	14	26	22	4	2,00 ±0,25	17 ±3	37 ±10	34 ±3	0	$10^{-3} \dots 10^{-6}$	11 ±4	1,95 ±0,24	
SC	Άργιλωδες άμμος (λίγα λεπτά συστατικά)	5	7	76	12	25	15	10	1,95 ±0,20	20 ±10	40 ±10	32 ±4	0	$(*) 10^{-3} \dots 10^{-6}$	11	11	
SM-ML	Ήλιωδες άμμος (πολλά λεπτά συστατικά)	4	28	60	8	15	12	3	2,00 ±0,20	20 ±9	38 ±9	34 ±3	0	$10^{-3} \dots 10^{-6}$	9 ±3	2,05 ±0,26	
SM-SC	Ήλιωδες άμμος	9	32	45	14	19	13	6	2,10 ±0,20	15 ±8	32 ±10	31 ±5	0,5 ±0,5	$(*) 10^{-3} \dots 10^{-3}$	10 ±3	2,00 ±0,28	
SC-CL	Άργιλωδες άμμος (πολλά λεπτά συστατικά)	9	30	43	18	25	15	10	2,05 ±0,20	19 ±10	36 ±11	28 ±6	0,5 ±0,5	$(*) 10^{-3} \dots 10^{-3}$	15 ±3	1,85 ±0,16	
SC-CH	Άργιλωδες άμμος (λεπτά συστατικά)	12	31	54	3	57	23	34	1,85 ±0,20	35 ±15	49 ±10	27 ±5	1,0 ±1,0	$(*) 10^{-3} \dots 10^{-3}$	13	13	
ML	Ήλιος	6	64	29	1	30	26	4	1,90 ±0,25	32 ±21	47 ±15	33 ±4	0	$(*) 10^{-3} \dots 10^{-6}$	13	13	
CL-ML	Άργιλωδες ήλιος	12	58	26	4	20	14	8	2,10 ±0,30	19 ±7	35 ±8	30 ±4	1,5 ±1,0	$10^{-3} \dots 10^{-7}$	13	13	
CL	Ήλιωδες άργιλος	20	61	16	3	33	17	16	2,00 ±0,25	25 ±10	41 ±8	27 ±4	2,0 ±1,0	$10^{-3} \dots 10^{-4}$	14 ±3	1,85 ±0,13	
CH	Άργιλος	22	59	18	1	64	25	39	1,75 ±0,15	47 ±24	56 ±9	22 ±4	2,5 ±1,0	$10^{-6} \dots 10^{-8}$	13	13	
OL	Άργιλωδες ήλιος (όργανο)	8	70	21	1	42	29	13	1,70 ±0,15	48 ±13	57 ±8	25 ±1	1,0 ±0,5	$10^{-3} \dots 10^{-6}$	13	13	
OH	Άργιλος (όργανο)	12	70	17	1	71	40	31	1,55 ±0,15	68 ±22	66 ±6	22 ±6	1,0 ±0,3	$10^{-3} \dots 10^{-8}$	13	13	
MH	Είδικος ήλιος, πλαστικός	10	65	25	0	68	38	30	1,55 ±0,15	73 ±20	67 ±7	24 ±5	0,5 ±0,5	$10^{-3} \dots 10^{-8}$	13	13	

(Πηγή "ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ" Δημήτριος Θ. Βαλαλάς μοστ. Καθηγητής του Αριστοτελείου πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε. Θεσσαλονίκη - Αθήνα 1996)

Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά των ομάδων εδάφους που αφορούν οδούς και αεροδρόμια κατά το σύστημα USCS

α/α	Κατάλληλος υπόστρωμα χωρίς παγετό	Κατάλληλος υπόβαση χωρίς παγετό	Κατάλληλος βάση χωρίς παγετό	Πιθανότητα στον παγετό	Συμπίεση επέκταση	Χαρακτηριστικά αποστράγγισης	Εξοπλισμός συμπύκνωσης	Ειδικό φαινόμενο ξηρό βάρος (pcf)	CBR	Τυπική αξία σχεδιασμού (k)
GW	εξαιρετική	Εξαιρετική	καλή	Καμία έως ελαφριά	Σχεδόν καμία	Εξαιρετική	Ερπυστρι οφόρο τρακτέρ, κουρτίνα από καουτσούκ, κύλινδρος φρεζαρίσματος	125-140	40-80	300-500
GP	Καλή έως εξαιρετική	Καλή	Λίγη έως καλή	Καμία έως ελαφριά	Σχεδόν καμία	Εξαιρετική	Ερπυστρι οφόρο τρακτέρ, κουρτίνα από καουτσούκ, κύλινδρος φρεζαρίσματος	110-140	30-60	300-500
GM	Καλή έως εξαιρετική	Καλή	Λίγη έως καλή	Ελαφριά έως μεσαία	Πολύ ελαφριά	Λίγη έως φτωχή	Κουρτίνα καουτσούκ, κύλινδρος φρεζαρίσματος, χαμηλός έλεγχος υγρασίας	125-145	40-60	300-500
GU	Καλή	Λίγη	Φτωχή έως ακατάλληλη	Ελαφριά έως μεσαία	Ελαφριά	Φτωχή έως πρακτικά αδιαπέρατη	Κουρτίνα καουτσούκ, κύλινδρος φρεζαρίσματος	115-135	20-30	200-500
GC	Καλή	Λίγη	Φτωχή έως ακατάλληλη	Ελαφριά έως μεσαία	Ελαφριά	Φτωχή έως πρακτικά αδιαπέρατη	Κουρτίνα καουτσούκ, κύλινδρος φρεζαρίσματος	130-145	20-40	200-500
SW	Καλή	Λίγη ως καλή	Φτωχή	καμία έως ελαφριά	Σχεδόν κανένα	Εξαιρετική	Ερπυστρι οφόρο τρακτέρ, κουρτίνα από καουτσούκ	110-130	20-40	200-400
SP	Λίγη ως καλή	Λίγη	Φτωχή έως ακατάλληλη	Καμία έως ελαφριά	Σχεδόν κανένα	Εξαιρετική	Ερπυστρι οφόρο τρακτέρ, κουρτίνα από καουτσούκ	105-135	10-40	150-400

S M	Λίγη ως καλή	Λίγη ως καλή	Φτωχή	Ελαφρι ά έως υψηλά	Πολύ ελαφριά	Λίγη έως φτωχή	Κουρτίνα καουτσού κ, κύλινδρος φρεζαρίσμ ατος, χαμηλός έλεγχος υγρασίας	120- 135	15- 40	150- 400
S U	Λίγη	Φτωχή έως λίγη	Ακατάλ ληλη	Ελαφρι ά έως υψηλά	Ελαφριά έως μεσαία	Φτωχή έως πρακτικά αδιαπέρα τη	κύλινδρος φρεζαρίσμ ατος, κουρτίνα από καουτσού κ	100- 130	10- 20	100- 300
S C	Φτωχή ως λίγη	Φτωχή	Ακατάλ ληλη	Ελαφρι ά έως υψηλά	Ελαφριά έως μεσαία	Φτωχή έως πρακτικά αδιαπέρα τη	κύλινδρος φρεζαρίσμ ατος, κουρτίνα από καουτσού κ	100- 135	5-20	100- 300
M L	Φτωχή ως λίγη	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	Μεσαία έως πολύ υψηλά	Ελαφριά έως μεσαία	Λίγη έως φτωχή	Κουρτίνα καουτσού κ, κύλινδρος φρεζαρίσμ ατος, χαμηλός έλεγχος υγρασίας	90- 130	15 ή λιγότε ρο	100- 200
C L	Φτωχή ως λίγη	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	Μεσαία έως πολύ υψηλά	Μεσαίο	Πρακτικά αδιαπέρα τη	κύλινδρος φρεζαρίσμ ατος, κουρτίνα από καουτσού κ	90- 130	15 ή λιγότε ρο	50-150
O L	Φτωχή	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	Μεσαία έως πολύ υψηλά	Μεσαίο προς υψηλό	Φτωχή	κύλινδρος φρεζαρίσμ ατος, κουρτίνα από καουτσού κ	90- 105	5 ή λιγότε ρο	50-100
M H	Φτωχή	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	Μεσαία έως πολύ υψηλά	Υψηλό	Λίγη έως φτωχή	κύλινδρος φρεζαρίσμ ατος, κουρτίνα από καουτσού κ	80- 105	10 ή λιγότε ρο	50-100
C H	Φτωχή	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	Μεσαία	Υψηλό	Πρακτικά αδιαπέρα τη	κύλινδρος φρεζαρίσμ ατος, κουρτίνα από καουτσού κ	90- 115	15 ή λιγότε ρο	50-100
O H	Λίγη ως πολύ φτωχή	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	Μεσαία	Υψηλό	Πρακτικά αδιαπέρα τη	κύλινδρος φρεζαρίσμ ατος, κουρτίνα από καουτσού κ	80- 110	5 ή λιγότε ρο	25-100

P T	ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	ελαφρι ά	Πολύ Υψηλό	Λίγη έως φτωχή	Η συμπύκν ωση δεν είναι πρακτική	-	-	-
--------	----------------	----------------	----------------	-------------	---------------	-------------------	--	---	---	---

(Πηγή: Κατά το σύστημα Appendix B The Unified Soil Classifications System)

Πίνακας 13: Επιτρεπόμενη τάση

Τύπος του εδάφους	σ (kg / cm ²)
I. Αμμώδη εδάφη	
Διαρρέουσα άμμος	0,5
Υγρή άμμος	2,0
Λεπτή άμμος ξηρή και συμπαγής	2,5 – 3
Πολύ συμπαγής άμμος	3 – 6
Χονδρή άμμος και χάλικες σε ισχυρά στρώματα	5 – 8
II. Αργιλώδη εδάφη	
Χαλαρή ή υγρή άργιλος πάχους 4 – 5 μ.	1 – 2
Χαλαρή άργιλος μετά άμμου και ιλύος	1
Χαλαρή άργιλος μετά υγρής άμμου	1 – 1,5
Χαλαρή άργιλος συγκρατουμένη πλαγίως	2
Συμπαγής άργιλος	2
Άργιλος σε ισχυρά στρώματα μετρίως ξηρά	2 – 4
Συμπαγής ξηρή άμμος	2,25 – 3
Σκληρή άργιλος	3 – 4
Σκληρή ξηρή άργιλος	4
Ισχυρό στρώμα αργίλου σταθερώς ξηρής	4 – 6

(Πηγή "ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ" Δημήτριος Θ. Βαλαλάς ομοτ. Καθηγητής του Αριστοτελείου πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε. Θεσσαλονίκη – Αθήνα 1996)

Πίνακας 14: Γαλλική ταξινόμηση FOCS

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.19					
Κατηγορίες εδαφών	Συμβολισμός	Διάμετρος κόκκων	Μηχανικά χαρακτηριστικά		Κατάλληλο για θεμελίωση
			ϕ	e (gr/cm ³)	
Λίθοι	P	>20 mm	40° < ϕ < 55°	0	Καλό
Ζαθαροί χάλικες καλής κοκκομετρικής διαβάθμισης	G	>2 mm	35°-45°	0	Πολύ καλό
Ζαθαροί χάλικες ομοιομορφής κοκκομετρικής σύνθεσης	G	>2 mm (λιγότερο από 5% < 0,80 mm)	30°-40°	0	Πολύ καλό
λυώδεις χάλικες	GL	>2 mm (περισσότερο από 12% < 0,08 mm) (PI < 4)	0°-30°	0-200	Καλό έως μέτριο
ιργιλώδεις χάλικες	GA	>2 mm (περισσότερο από 12% < 0,08 mm) (PI > 7)	0°-25°	0-500	Καλό έως μέτριο
λυώδης άμμος	SL	0,08 < d < 2 mm (περισσότερο από 12% < 0,08 mm) (PI < 4)	5°-25°	0-300	Καλό έως μέτριο
ιργιλώδης άμμος	SA	0,08 < d < 2 mm (περισσότερο από 12% > 0,08 mm) (PI > 7)	0°-20°	0-1200	Καλό έως μέτριο
ζαθαρή άμμος καλής κοκκομετρικής διαβάθμισης	S	0,08 < d < 2 mm (λιγότερο από 5% < 0,08 mm)	30°-45°	0	Πολύ καλό
ζαθαρή άμμος ομοιομορφής κοκκομετρικής σύνθεσης	S	0,08 < d < 2 mm (λιγότερο από 50% < 0,08 mm)	25°-40°	0	Πολύ καλό
Μάρμα-μαργαϊκός ισβεστόλιθος-ισβεστόλιθος	MC	Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε CaCO ₃	30°-45°	100-2000	Μέτρια έως πολύ καλά
ιργίλος λίγο πλαστική	A	LL < 50 PI > 7		100-2000	Καλά έως ακατάλληλα
οργανικά εδάφη λίγο πλαστικά	O				Ακατάλληλα
λύς λίγο πλαστική	L	LL < 50 IP < 4	0°-25°	100-500	Μέτρια έως καλά
λύς πολύ πλαστική	L	LL > 50	0°-20°	0-700	Ακατάλληλα
ιργίλος πολύ πλαστική	A	LL > 50	0	0-2000	Ακατάλληλα
οργανικά εδάφη πολύ πλαστικά	O		0	0 < e < 150	Ακατάλληλα
λασπόδες εδαφούρφη	VT		0	0 < e < 100	Ακατάλληλα

(Πηγή: Γαλλική ταξινόμηση FOCS 1964, Χρηστάρας, 2002, Εδαφομηχανική τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ Β. Χρηστάρας)

Πίνακας 15: Βασικά χαρακτηριστικά του εδάφους με το σύστημα USCS

Κατηγορίες εδαφών			Βασικά χαρακτηριστικά						
			Κατάλληλα ως υπέδαφος	Κατάλληλα ως υπόβαση	Επίδραση παγετού	Συμπίεστικότητα & διόγκωση	Δυνατότητα αποστράγγισης	Τυπικές τιμές CBR (k)	
Χαλικώδη εδάφη	GW	Καλά διαβαθμισμένα χαλίκια ή αμμοχάλικα με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Καθόλου έως ελάχιστη	Σχεδόν καμία	Εξαιρετική	40-80 (80-135)	
	GP	Ομοιόμορφα χαλίκια ή αμμοχάλικα με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα	Καλή έως εξαιρετική	Καλή	Καθόλου έως ελάχιστη	Σχεδόν καμία	Εξαιρετική	30-60 (80-135)	
	GM	Ιλυώδη χαλίκια, ιλυώδη αμμοχάλικα	Καλή έως εξαιρετική	Καλή	Ελάχιστη έως μέτρια	Ελάχιστη	Μέτρια έως κακή	20-60 (55-135)	
	GC	Αργιλώδη χαλίκια, αργιλώδη αμμοχάλικα	Καλή	Μέτρια	Ελάχιστη έως μέτρια	Ελάχιστη	Κακή/αδιαπέρατο	20-40 (55-135)	
Αμμώδη εδάφη	SW	Καλά διαβ/σμένες άμμοι ή αμμοχάλικα με λίγα λεπτόκοκκα	Καλή	Μέτρια έως καλή	Καθόλου έως ελάχιστη	Σχεδόν καμία	Εξαιρετική	20-40 (55-110)	
	SP	Ομοιόμορφες άμμοι, αμμοχάλικα με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα	Μέτρια έως καλή	Μέτρια	Καθόλου έως ελάχιστη	Σχεδόν καμία	Εξαιρετική	10-40 (40-110)	
	SM	Ιλυώδεις άμμοι, μίγμα άμμου και αργίλου	Μέτρια έως κακή	Κακή έως μέτρια	Ελάχιστη έως υψηλή	Ελάχιστη έως μέτρια	Μέτρια έως κακή	10-40 (27-80)	
	SC	Αργιλώδεις άμμοι, μίγμα άμμου και αργίλου	Κακή έως μέτρια	Κακή	Ελάχιστη έως υψηλή	Ελάχιστη έως μέτρια	Κακή/αδιαπέρατο	5-20 (27-80)	
Ιλοαργιλώδη εδάφη	WL<50	ML	Ανόργανες ιλύες, πολύ λεπτές άμμοι, ιλο-αργιλώδεις άμμοι	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Μέτρια έως πολύ μεγάλη	Ελάχιστη έως μέτρια	Μέτρια έως κακή	≤15 (27-55)
		CL	Ανόργανες άργιλοι μέσου-χαμηλού PI, χαλικιώδεις, αμμώδεις, ιλυώδεις άργιλοι	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια	Κακή/αδιαπέρατο	≤15 (14-40)
		OL	Οργανικές ιλύες και οργανικές ιλυώδεις άμμοι χαμηλού PI	Κακή	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια έως υψηλή	Κακή	≤5 (14-40)
	WL>50	MH	Ανόργανες ιλύες υψηλού PI	Κακή	Ακατάλληλη	Μέτρια/Μεγάλη	Υψηλή	Μέτρια έως κακή	≤10 (14-40)
		CH	Ανόργανες άργιλοι υψηλού PI	Κακή/μέτρια	Ακατάλληλη	Μέτρια	Υψηλή	Σχεδ. Αδιαπέρατο	≤15 (14-40)
		OH	Οργανικές άργιλοι μέσου έως υψηλού PI	Κακή έως πολύ κακή	Ακατάλληλη	Μέτρια	Υψηλή	Σχεδ. Αδιαπέρατο	≤5 (7-27)
	Pt	Βουρκώδη και τυρφώδη εδάφη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ελάχιστη	Πολύ υψηλή	Μέτρια έως κακή	-	

(Πηγή: Από πτυχιακή εργασία Αριστομένη Καμάρη με τίτλο, Προσδιορισμός των παραμέτρων διατμητικής αντοχής και φέρουσας ικανότητας των εδαφών μέσω απλών εμπειρικών συσχετίσεων.)

Πίνακας 16: tei lar. Theory of soil mechanics 3

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ	ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ	ΣΥΜΠΕΣΤΟΤΗΤΑ	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΘΕΜΕΛΩΣΕΙΣ ΧΩΡΙΣ ΠΑΓΕΤΟ	ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΥΤΗΤΑ ΓΙΑ ΕΠΙΧΩΣΗ ΧΩΡΙΣ ΠΑΓΕΤΟ	ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΥΤΗΤΑ ΓΙΑ ΕΠΙΧΩΣΗ ΜΕ ΠΑΓΕΤΟ	ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΥΤΗΤΑ ΓΙΑ ΕΠΙΦΕΠΣΤΡΟΝΤΙΣ
GW	Διαπερατό	Εξαιρετική	Ασήμαντη	Εξαιρετική	1	1	3
GP	Πολύ διαπερατό	Καλή	Ασήμαντη	Καλή μέχρι Εξαιρετική	3	3	-
GM	Ημιδιαπερατό	Καλή	Ασήμαντη	Καλή μέχρι Εξαιρετική	9	4	5
GC	Αδιαπερατό	Ικανοποιητική	Πολύ χαμηλή	Καλή μέχρι Εξαιρετική	5	5	1
SW	Διαπερατό	Εξαιρετική	Ασήμαντη	Καλή	2	2	4
SP	Διαπερατό	Καλή	Πολύ χαμηλή	Μέτρια μέχρι Καλή	4	6	-
SM	Ημιδιαπερατό	Καλή	Χαμηλή	Καλή	10	8	6
SC	Αδιαπερατό	Καλή - Μέτρια	Χαμηλή	Μέτρια μέχρι Καλή	6	7	2
ML	Ημιδιαπερατό	Μέτρια	Μέση	Μέτρια μέχρι Μετριότατη	11	10	-
CL	Αδιαπερατό	Μέτρια	Μέση	Μέτρια μέχρι Μετριότατη	7	9	7
OL	Ημιδιαπερατό	Κακή	Μέση	Μετριότατη	12	11	-
MH	Ημιδιαπερατό προς Αδιαπερατό	Καλή - Μέτρια	Υψηλή	Μετριότατη	13	12	-
CH	Αδιαπερατό	Κακή	Υψηλή	Μετριότατη μέχρι Κακή	8	13	-
OH	Αδιαπερατό	Κακή	Υψηλή	Μετριότατη μέχρι Κακή	14	14	-
PT	-	-	-	-	-	-	-

(Πηγή: Διαδίκτυο 4 / σημειώσεις μαθήματος από ΤΕΙ Λάρισας)

Πίνακας 17: Χαρακτηριστικά υπεδάφους κατά CEUSA

ΚΥΡΙΕ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΓΡΑΜΜΑ	ΧΡΩΜΑ	ΤΥΠΙΚΕΣ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΣΑΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΟΤΑΝ ΔΕΝ ΥΠΟΚΕΙΤΑΙ ΣΕ ΔΡΑΣΗ ΠΑΓΕΤΟΥ	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΣΑΝ ΒΑΣΗ ΑΜΕΣΩΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΥΛΙΣΕΩΣ	ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΠΑΓΕΤΟΥ	ΣΥΡΡΙΚΝΩΣΗ ΔΙΟΓΚΩΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ	γd pcf	CBR στο εργοτάξιο	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΧΩΔΡΟΚΟΚΚΑ ΕΔΑΦΗ	ΧΑΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΧΑΛΙΚΟΜΙΓΗ ΕΔΑΦΗ	GW	ΚΟΚΚΙΝΟ	χαλίκια ή μίγματα χαλικιών-άμμου καλής διαβαθμίσεως με ή χωρίς μικρό ποσοστό λεπτιών	εξαιρετική	καλή	καμία ως ελάχιστη	σχεδόν καμία	εξαιρετική	125-140	60-80
		GP		χαλίκια ή μίγματα χαλικιών-άμμου κακής διαβαθμίσεως με ή χωρίς μικρό ποσοστό λεπτιών	καλή ως εξαιρετική	πολύ μέτρια ως μέτρια	καμία ως ελάχιστη	σχεδόν καμία	εξαιρετική	120-130	35-60
		GU		χαλίκια ή μίγματα χαλικιών-άμμου ομοιόμορφης διαβαθμίσεως με ή χωρίς μικρό ποσοστό λεπτιών	καλή	πολύ μέτρια	καμία ως ελάχιστη	σχεδόν καμία	εξαιρετική	115-125	25-50
		GM	ΚΙΤΡΙΝΟ	ιλυώδη ή ιλοαμμώδη χαλίκια	καλή ως εξαιρετική	μέτρια ως καλή	μικρή ως μέτρια	σχεδόν καμία ως μικρή	μέτρια ως πολύ μέτρια	130-145	40-80
		GC		αργιλώδη ή αργιλοαμμώδη χαλίκια	καλή ως εξαιρετική	πολύ μέτρια	μικρή ως μέτρια	πολύ μικρή	μέτρια ως πρακτικά μη διπερατά	120-140	20-40
	ΑΜΜΟΙ ΚΑΙ ΑΜΜΩΔΗ ΕΔΑΦΗ	SW	ΚΟΚΚΙΝΟ	άμμοι ή αμμοχάλικα, καλής διαβαθμίσεως με ή χωρίς μικρό ποσοστό λεπτιών	καλή	πολύ μέτρια	καμία ως ελάχιστη	σχεδόν καμία	εξαιρετική	110-130	20-40
		SP		άμμοι ή αμμοχάλικα, κακής διαβαθμίσεως με ή χωρίς μικρό ποσοστό λεπτιών	μέτρια ως καλή	πολύ μέτρια ως ακατάλληλη	καμία ως ελάχιστη	σχεδόν καμία	εξαιρετική	105-120	15-25
		SU		άμμοι ή αμμοχάλικα, ομοιόμορφης διαβαθμίσεως με ή χωρίς μικρό ποσοστό λεπτιών	μέτρια ως καλή	ακατάλληλη	καμία ως ελάχιστη	σχεδόν καμία	εξαιρετική	100-115	10 - 20
		SM	ΚΙΤΡΙΝΟ	ιλυώδη ή ιλοαμμώδη άμμοι	καλή	ακατάλληλη	μικρή ως μεγάλη	σχεδόν καμία ως μικρή	μέτρια ως πολύ μέτρια	120-135	20 - 40
		SC		αργιλώδη ή αργιλοαμμώδη άμμοι	μέτρια ως καλή	ακατάλληλη	μικρή ως μεγάλη	μικρή ως μέτρια	πολύ μέτρια ως πρακτικά μη διπερατά	105-130	10 - 20
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ ΕΔΑΦΗ	ΧΑΜΗΛΟ ΩΣ ΜΕΣΩ ΣΥΜΠΙΕΣΤΟ LL < 50	ML	ΠΡΑΣΙΝΟ	ίλυες ανόργανες, λιθάλειρο, ιλυώδεις λεπτές άμμοι με μικρή πλαστικότητα	μέτρια ως πολύ μέτρια	ακατάλληλη	μέτρια ως πολύ μεγάλη	μικρή ως μέτρια	μέτρια ως πολύ μέτρια	100-125	5 - 15
		CL		ισχνές αμμώδεις, ιλυώδεις ή χαλικιώδεις άργιλοι	μέτρια ως πολύ μέτρια	ακατάλληλη	μέτρια ως μεγάλη	μέτρια	πρακτικά μη διαπερατά	100-125	5 - 15
		OL		οργανικές ίλυες ή ισχνές οργανικές άργιλοι	πολύ μέτρια	ακατάλληλη	μέτρια ως μεγάλη	μέτρια ως μεγάλη	πολύ μέτρια	90-105	4 - 8
	ΥΨΗΛΟ ΣΥΜΠΙΕΣΤΟ LL < 50	MH	ΜΠΛΕ	ελαστικές ίλυες, πολύ συμπιεστά μαρμαρυγιακά ή διατομούχα λεπτόκοκκα ιλυώδη εδάφη	πολύ μέτρια	ακατάλληλη	μέτρια ως πολύ μεγάλη	μεγάλη	μέτρια ως πολύ μέτρια	80-100	4 - 8
		CH		παχιές άργιλοι ανόργανες με μεγάλη πλαστικότητα	πολύ μέτρια ως κακή	ακατάλληλη	μέτρια	μεγάλη	πρακτικά μη διαπερατά	90-110	3 - 5
		OH		οργανικές άργιλοι με μέση ως μεγάλη πλαστικότητα	πολύ μέτρια ως κακή	ακατάλληλη	μέτρια	μεγάλη	πρακτικά μη διαπερατά	89-105	3 - 5
	ΙΝΩΔΗ ΟΓΑΝΙΚΑ ΕΔΑΦΗ ΠΟΛΥ ΣΥΜΠΙΕΣΤΑ	Pt	ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ	τύφφη, χουμικές ύλες και άλλα πολύ οργανικά ελώδη εδάφη	ακατάλληλη	ακατάλληλη	μικρή	πολύ μεγάλη	μέτρια ως πολύ μέτρια	-	-

(Πηγή: "Στοιχεία Οδοστρωμάτων" Ιωάννης Κορίτσας, εκδόσεις ΗΒΟΣ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 18: ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΚΚΩΝ

Κατηγορία εδάφους	Γαλλική ταξινόμηση FOCS	Ταξινόμηση της Γαλλικής υπηρεσίας αυτοκινητοδρόμων				USCS
		0-0,002 Άργιλος	0,002- 0,06 Ιλύς	0,06-2,0 Άμμος	2,0-60,0 Χάλικες	
GW	>2mm	0	2	26	72	>4,75
GP	>2mm (λιγότερο από 5% <0,8 mm)	Παρόμοια με το GW				
GM	>2mm (περισσότερο από 12% < 0,08 mm) (PI < 4)	2	8	30	60	
GU	-	-	-	-	-	
GC	>2mm (περισσότερο από 12% < 0,08 mm) (PI >7)	3	9	23	65	>0,0075
SW	0,08 < d < 2mm (λιγότερο από 5% <0,08mm)	0	2	76	22	
SP	0,08 < d < 2mm (λιγότερο από 50% < 0,08mm)	Παρόμοια του SW				
SM	0,08 < d < 2mm (περισσότερο από 12% < 0,08 mm) (PI < 4)	2	9	75	14	
SU	-	-	-	-	-	
SC	0,08 < d < 2mm (περισσότερο από 12% > 0,08 mm) (PI>7)	5	7	76	12	
ML	LL < 50 IP < 4	6	64	29	1	
CL	Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε CaCo LL<50 PI>7	20	61	16	3	
OL	-	8	70	21	1	
MH	LL>50	10	65	25	0	
CH	LL>50	22	59	18	1	
OH	-	12	70	17	1	
PT	-	-	-	-	-	<0,0075

ΠΙΝΑΚΑΣ 19: ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (φ, c)

Κατηγορία εδάφους	Γαλλική ταξινόμηση FOCS	
	φ	c (gr / cm ²)
GW	35° – 45°	0
GP	30° – 40°	0
GM	0° – 30°	0 – 200
GU	-	-
GC	0° – 25°	0 – 500
SW	30° – 45°	0
SP	25° – 40°	0
SM	5° – 25°	0 - 300
SU	-	-
SC	0° – 20°	0 – 1200
ML	0° – 25°	100 – 500
CL	30° – 45°	100 - 2000
OL	-	-
MH	0° – 20°	0 – 700
CH	0	0 – 2000
OH	0	0 < c < 150
PT	0	0 < c < 100

ΠΙΝΑΚΑΣ 20: ΠΟΣΟΣΤΟ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Κατηγορία εδάφους	Ταξινόμηση της Γαλλικής υπηρεσίας αυτοκινητοδρόμων
GW	5 ± 3
GP	3 ± 2
GM	8 ± 5
GU	-
GC	11 ± 6
SW	13 ± 10
SP	11 ± 9
SM	17 ± 7
SU	-
SC	20 ± 10
ML	32 ± 21
CL	25 ± 10
OL	48 ± 18
MH	1,55 ± 0,15
CH	47 ± 24
OH	1,55 ± 0,15
PT	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 21: ΠΟΡΩΔΕΣ

Κατηγορία εδάφους	Ταξινόμηση της Γαλλικής υπηρεσίας αυτοκινητοδρόμων
GW	30 ± 6
GP	32 ± 8
GM	28 ± 8
GU	-
GC	32 ± 6
SW	36 ± 10
SP	38 ± 10
SM	37 ± 10
SU	-
SC	40 ± 10
ML	47 ± 15
CL	41 ± 8
OL	57 ± 8
MH	67 ± 7
CH	56 ± 9
OH	66 ± 8
PT	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 22: ΞΗΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ

Κατηγορία εδάφους	Χαρακτηριστικά των εδαφικών ομάδων που σχετίζονται με τα αναχώματα και τα θεμέλια κατά το σύστημα USCS (KN/m ³)	Χαρακτηριστικά των ομάδων εδάφους που αφορούν οδούς και αεροδρόμια κατά το σύστημα USCS (KN/m ³)	Ταξινόμηση της Γαλλικής υπηρεσίας αυτοκινητοδρόμων (KN/m ³)	Χαρακτηριστικά υπεδάφους κατά CEUSA (KN/m ³)	Συμπέρασμα (εύρος τιμών)
GW	19,63-21,20	21,89-24,52	20 ± 2,5	16,63-22,00	19,63 – 22,5
GP	18,06-19,63	19,26-24,52	19 ± 3	18,85-20,42	16,00 – 21,00
GM	18,85-21,20	21,89-25,39	21 ± 2,5	18,06-19,63	18,06 – 25,39
GU	-	20,14-23,64	-	20,42-22,77	20,14 – 23,64
GC	18,06-20,42	22,76-25,39	20,5 ± 2,5	18,85-22,00	18,00 – 25,39
SW	17,28-20,42	19,26-22,76	19,5 ± 2	17,28-20,42	17,28 – 22,76
SP	15,71-18,85	18,38-23,64	18,5 ± 2,5	16,51-18,85	15,71 – 23,64
SM	17,28-19,63	21,01-23,64	20 ± 2,5	15,71-18,00	15,71 – 23,64
SU	-	17,51-22,76	-	18,85-21,20	17,51 – 22,76
SC	16,51-19,63	17,51-23,64	19,5 ± 2	16,51-20,42	16,51 – 23,64
ML	14,92-18,85	15,76-22,76	19 ± 2,5	15,71-19,63	14,92 – 22,76
CL	14,92-18,85	15,76-22,76	20 ± 1,5	15,71-19,63	14,92 – 22,76
OL	12,56-15,71	15,76-18,38	17 ± 1,5	14,14-16,51	12,56 – 18,5
MH	11,06-14,92	14,01-18,38	15,5 ± 1,5	12,56-15,71	11,06 – 17,0
CH	11,78-16,51	15,76-20,14	17,5 ± 1,5	14,14-17,28	11,78 – 20,14
OH	10,21-15,71	14,01-19,26	15,5 ± 1,5	13,98-16,49	10,21 – 19,26
PT	-	-	-	-	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 23: ΟΡΙΑ ATTERBERG

Κατηγορία εδάφους	Ταξινόμηση της Γαλλικής υπηρεσίας αυτοκινητοδρόμων		
	W _L %	W _p %	IP %
GW	-	-	-
GP	-	-	-
GM	17	13	4
GU	-	-	-
GC	25	15	10
SW	-	-	-
SP	-	-	-
SM	26	22	4
SU	-	-	-
SC	25	15	10
ML	30	26	4
CL	33	17	16
OL	42	29	13
MH	68	38	30
CH	64	25	39
PT	-	-	-

Πίνακας 24: ΔΟΚΙΜΗ CBR

Κατηγορία εδάφους	Χαρακτηριστικά των ομάδων εδάφους που αφορούν οδούς και αεροδρόμια κατά το σύστημα USCS	Βασικά χαρακτηριστικά του εδάφους με το σύστημα USCS	Χαρακτηριστικά υπεδάφους κατά CEUSA	Συμπεράσματα
GW	40 – 80	40 – 80	60 – 80	40 - 80
GP	30 – 60	30 – 60	35 – 60	30 - 60
GM	40 – 60	20 – 60	40 – 80	20 – 80
GU	20 – 30	-	25 – 50	20 – 50
GC	20 – 40	20 – 40	20 – 40	20 – 40
SW	20 – 40	20 – 40	20 – 40	20 – 40
SP	10 – 40	10 – 40	15 – 25	10 – 40
SM	15 – 40	10 – 40	20 - 40	10 – 40
SU	10 – 20	-	10 – 20	10 – 20
SC	5 – 20	5 – 20	10 – 20	5 – 20
ML	15 ή λιγότερο	≤ 15	5 – 15	5 – 15
CL	15 ή λιγότερο	≤ 15	5 – 15	5 – 15
OL	5 ή λιγότερο	≤ 5	4 – 8	4 – 8
MH	10 ή λιγότερο	≤ 10	4 – 8	4 – 10
CH	15 ή λιγότερο	≤ 15	3 – 5	3 – 15
OH	5 ή λιγότερο	≤ 5	3 – 5	3 – 5
PT	-	-	-	-

Πίνακας 25: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (κ)

Κατηγορία εδάφους	Ταξινόμηση της Γαλλικής υπηρεσίας αυτοκινητοδρόμων	Χαρακτηριστικά των εδαφικών ομάδων που σχετίζονται με τα αναχώματα και τα θεμέλια κατά το σύστημα USCS	Teilur/Th.S.M.3	Συμπεράσματα
GW	$10^{+1} \dots 10^{-2}$	$> 10^{-2}$	Διαπερατό	$10^{+1} \dots 10^{-2}$
GP	$10^{+1} \dots 10^{-2}$	$> 10^{-2}$	Πολύ διαπερατό	$10^{+1} \dots 10^{-2}$
GM	$10^{-3} \dots 10^{-6}$	10^{-3} to 10^{-6}	Ημιδιαπερατό	$10^{-3} \dots 10^{-6}$
GU	-	-	-	-
GC	$10^{-6} \dots 10^{-8}$	10^{-6} to 10^{-8}	Αδιαπέρατο	$10^{-6} \dots 10^{-8}$
SW	$10^0 \dots 10^{-3}$	$> 10^{-3}$	Διαπερατό	$10^0 \dots 10^{-3}$
SP	$10^0 \dots 10^{-3}$	$> 10^{-3}$	Διαπερατό	$10^0 \dots 10^{-3}$
SM	$10^{-3} \dots 10^{-6}$	10^{-3}	Ημιδιαπερατό	$10^{-3} \dots 10^{-6}$

		to 10 ⁻⁶		
SU	-	-	-	-
SC	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁸	Αδιαπέρατο	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁶
ML	10 ⁻³ ...10 ⁻⁶	10 ⁻³ to 10 ⁻⁶	Ημιδιαπερατό	10 ⁻³ ...10 ⁻⁶
CL	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸	10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁸	Αδιαπέρατο	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸
OL	10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ to 10 ⁻⁶	Ημιδιαπερατό	10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁶
MH	10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁸	10 ⁻³ to 10 ⁻⁶	Ημιδιαπερατό προς αδιαπέρατο	10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁸
CH	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸	10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁸	Αδιαπέρατο	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸
OH	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸	10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁸	Αδιαπέρατο	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸
PT	-	-	-	-

Πίνακας 26: ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΚΑΤΑ PROCTOR

Κατηγορία εδάφους	Ταξινόμηση της Γαλλικής υπηρεσίας αυτοκινητοδρόμων	
	W (%)	γ _d (t/m ²)
GW	8 ± 2	2,10 ± 0,10
GP	9 ± 2	2,05 ± 0,10
GM	9 ± 3	2,10 ± 0,15
GU	-	-
GC	14 ± 7	1,9 ± 0,25
SW	9 ± 3	2,05 ± 0,20
SP	11 ± 3	1,95 ± 0,20
SM	11 ± 4	1,95 ± 0,23
SU	-	-
SC	1)	1)
ML	1)	1)
CL	14 ± 3	1,85 ± 0,15
OL	1)	1)
MH	1)	1)
CH	1)	1)
OH	1))
PT	-	-

Πίνακας 27: ΣΥΡΡΙΚΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΓΚΩΣΗ

Κατηγορία εδάφους	Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt 1984)	Χαρακτηριστικά των ομάδων εδάφους που αφορούν οδούς και αεροδρόμια κατά το σύστημα USCS	Βασικά χαρακτηριστικά του εδάφους με το σύστημα USCS	Συμπεράσματα
GW	Σχεδόν μηδενική	Σχεδόν καμία	Σχεδόν καμία	Σχεδόν καμία
GP	Σχεδόν μηδενική	Πολύ ελαφρύ	Σχεδόν καμία	Σχεδόν καμία
GM	Πολύ μικρή	Ελαφρύ	Ελάχιστη	Πολύ μικρή
GU	Μικρή	Ελαφρύ		Μικρή
GC	Μικρή	Σχεδόν κανένα	Ελάχιστη	Ελάχιστη
SW	Σχεδόν μηδενική	Σχεδόν κανένα	Σχεδόν καμία	Σχεδόν καμία
SP	Σχεδόν μηδενική	Πολύ ελαφρύ	Σχεδόν καμία	Σχεδόν καμία
SM	Πολύ μικρή	Ελαφρύ έως μεσαίο	Ελάχιστη έως μέτρια	Μικρή έως μέτρια
SU	Μικρή έως μέτρια	Ελαφρύ έως μεσαίο		Μικρή έως μέτρια
SC	Μικρή έως μέτρια	Ελαφρύ έως μεσαίο	Ελάχιστη έως μέτρια	Μικρή έως μέτρια
ML	Μικρή έως μέτρια	Μεσαίο	Ελάχιστη έως μέτρια	Μικρή έως μέτρια
CL	Μέτρια	Μεσαίο	μέτρια	Μέτρια
OL	Μέτρια έως μεγάλη	Μεσαίο έως υψηλό	Μέτρια έως υψηλή	Μέτρια έως υψηλή
MH	Μεγάλη	Υψηλό	Υψηλή	Υψηλή
CH	Μεγάλη	Υψηλό	Υψηλή	Υψηλή
OH	Μεγάλη	Υψηλό	Υψηλή	Υψηλή
PT	Πολύ μεγάλη	Πολύ υψηλό	Πολύ υψηλή	Πολύ υψηλή

Πίνακας 28: ΣΥΡΡΙΚΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΓΚΩΣΗ ΚΑΙ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Κατηγορία εδάφους	Χαρακτηριστικά υπεδάφους κατά CEUSA
GW	Σχεδόν καμία
GP	Σχεδόν καμία
GM	Σχεδόν καμία ως μικρή
GU	Σχεδόν καμία
GC	Πολύ μικρή
SW	Σχεδόν καμία
SP	Σχεδόν καμία
SM	Σχεδόν καμία ως μικρή
SU	Σχεδόν καμία
SC	Μικρή ως μέτρια
ML	Μικρή ως μέτρια
CL	Μέτρια
OL	Μέτρια ως μεγάλη
MH	Μεγάλη
CH	Μεγάλη
OH	μεγάλη
PT	Πολύ μεγάλη

Πίνακας 29: ΣΥΜΠΙΕΣΤΟΤΗΤΑ

Κατηγορία εδάφους	Teilar/Th.S.M.3
GW	Ασήμαντη
GP	Ασήμαντη
GM	Ασήμαντη
GU	-
GC	Πολύ χαμηλή
SW	Ασήμαντη
SP	Πολύ χαμηλή
SM	Χαμηλή
SU	-
SC	Χαμηλή
ML	Μέση
CL	Μέση
OL	Μέση
MH	Υψηλή
CH	Υψηλή
OH	Υψηλή
PT	-

Πίνακας 30: ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

Κατηγορία εδάφους	Ταξινόμηση της Γαλλικής υπηρεσίας αυτοκινητοδρόμων (t/m ³)			Teilar/Th.S.M.3
	φ'	σ'	u	
GW	40 ± 5	0	-	Εξαιρετική
GP	33 ± 6	0	-	Καλή
GM	36 ± 4	0	-	Καλή
GU	-	-	-	-
GC	34 ± 4	0	(*)	Ικανοποιητική
SW	38 ± 5	0	-	Εξαιρετική
SP	36 ± 6	0	-	Καλή
SM	34 ± 3	0	-	Καλή
SU	-	-	-	-
SC	32 ± 4	0	(*)	Καλή - μέτρια
ML	33 ± 4	0	(*)	Μέτρια
CL	30 ± 4	1,5 ± 1,0	**	Μέτρια
OL	25 ± 4	1,0 ± 0,5	-	Κακή
MH	24 ± 5	0,5 ± 0,5	-	Καλή – μέτρια
CH	22 ± 4	2,5 ± 1,0	**	Κακή
OH	22 ± 4	1,0 ± 0,5	-	Κακή
PT	-	-	-	-

Πίνακας 31: ΔΙΗΘΗΣΗ

Κατηγορία εδάφους	Χαρακτηριστικά των εδαφικών ομάδων που σχετίζονται με τα αναχώματα και τα θεμέλια κατά το σύστημα USCS
GW	θετική αποκοπή
GP	θετική αποκοπή
GM	θετική αποκοπή
GU	-
GC	καμία
SW	κάλυψη κόντρα ή αντίθετα στο ρεύμα αποστράγγισης των δακτύλων ή φρεατίων
SP	κάλυψη κόντρα ή αντίθετα στο ρεύμα αποστράγγισης των δακτύλων ή φρεατίων
SM	κάλυψη κόντρα ή αντίθετα στο ρεύμα αποστράγγισης των δακτύλων ή φρεατίων
SU	-
SC	καμία
ML	μηδαμινή έως καμία
CL	καμία
OL	καμία
MH	καμία
CH	καμία
OH	καμία
PT	Δεν χρησιμοποιείται για κατασκευές

Πίνακας 32: ΣΤΑΘΕΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ k

Κατηγορία εδάφους	Χαρακτηριστικά των ομάδων εδάφους που αφορούν οδούς και αεροδρόμια κατά το σύστημα USCS (lb/in)	Βασικά χαρακτηριστικά του εδάφους με το σύστημα USCS (lb/in)
GW	300 – 500	80 – 135
GP	300 – 500	80 – 135
GM	300 – 500	55 – 135
GU	200 – 500	-
GC	200 – 500	55 – 135
SW	200 – 400	55 – 110
SP	150 – 400	40 – 110
SM	150 – 400	27 – 80
SU	100 – 300	-
SC	100 – 300	27 – 80
ML	100 – 200	27 – 55
CL	50 – 150	14 – 40
OL	50 – 100	14 – 40
MH	50 – 100	14 – 40
CH	50 – 150	14 – 40
OH	25 – 100	7 - 27
PT	-	-

4.2 ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΩΝ

Πίνακας 33: ANAXΩΜΑ

Κατηγορία εδάφους	Χαρακτηριστικά των εδαφικών ομάδων που σχετίζονται με τα αναχώματα και τα θεμέλια κατά το σύστημα USCS
GW	πολύ σταθερό, διαπερατά κέλυφη αναχωμάτων και φραγμάτων
GP	εύλογα σταθερό, διαπερατά κέλυφη αναχωμάτων και φραγμάτων
GM	εύλογα σταθερό, όχι ιδιαίτερα κατάλληλη για κέλυφη αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πυρήνες και στρώσεις
GU	-
GC	αρκετά σταθερό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πυρήνες
SW	πολύ σταθερό, διαπερατό τμήμα απαιτείται προστασία πρανών
SP	εύλογα σταθερό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τμήματα αναχωμάτων με χαμηλά πρανή
SM	αρκετά σταθερό, όχι ιδιαίτερα κατάλληλη για κέλυφη αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πυρήνες και στρώσεις
SU	-
SC	αρκετά σταθερό, χρησιμοποιείται για αδιαπέρατα στρώματα ή για δομές ελέγχου των πλημμυρών
ML	φτωχή σταθερότητα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αναχώματα με κατάλληλο έλεγχο
CL	σταθερό, αδιαπέρατοι πυρήνες και στρώσεις
OL	ακατάλληλο για αναχώματα
MH	φτωχή σταθερότητα, πυρήνα των υδραυλικών πλήρωσης φραγμάτων, όχι επιθυμητό σε κατασκευές έλασης πλήρωσης
CH	καλή σταθερότητα με επίπεδα πρανή, λεπτούς πυρήνες, στρώσεις και αναχώματα
OH	ακατάλληλο για αναχώματα
PT	δεν χρησιμοποιείται για κατασκευές

Πίνακας 34: ΕΠΙΧΩΜΑ

Κατηγορία εδάφους	Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt 1984)
GW	Πολύ σταθερό, διαπερατά τοιχώματα αναχωμάτων και φραγμάτων
GP	Ικανοποιητικά σταθερά, διαπερατά τοιχώματα αναχωμάτων και φραγμάτων
GM	Ικανοποιητικά σταθερά, όχι ιδιαίτερα κατάλληλα για τοιχώματα αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν σαν αδιαπέρατοι πυρήνες ή κουρτίνες
GU	
GC	Αρκετά σταθερά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν για αδιαπέρατους πυρήνες
SW	Πολύ σταθερό, διαπερατά τμήματα, απαιτούνται μέτρα προστασίας πρανών
SP	Ικανοποιητικά σταθερά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε αναχώματα με επίπεδα πρανή
SM	Αρκετά σταθερά, όχι ιδιαίτερα κατάλληλα για κάλυμμα αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν για αδιαπέρατα πυρήνες ή αναχώματα
SU	
SC	Αρκετά σταθερά, κατάλληλα για αδιαπέρατους πυρήνες σε αντιπλημμυρικές κατασκευές
ML	Ασταθή, χρησιμοποιείται σε προσχωρήσεις με κατάλληλο έλεγχο
CL	Σταθερά, αδιαπέρατοι πυρήνες και κουρτίνες
OL	Ακατάλληλο για προσχώσεις
MH	Λίγο σταθερά, πυρήνες χωμάτινων φραγμάτων, ακατάλληλα
CH	Μέτρια ευστάθεια σε οριζόντια πρανή, λεπτοί πυρήνες, κουρτίνες και αναχώματα
OH	Ακατάλληλο για προσχώσεις
PT	Δεν χρησιμοποιούνται σε κατασκευές

Πίνακας 35: ΕΠΙΧΩΣΗ ΧΩΡΙΣ ΠΑΓΕΤΟ

Κατηγορία εδάφους	Teilar/Th.S.M.3
GW	1
GP	3
GM	9
GU	-
GC	5
SW	2
SP	4
SM	10
SU	-
SC	6
ML	11
CL	7
OL	17
MH	13
CH	8
OH	14
PT	-

Πίνακας 36: ΕΠΙΧΩΣΗ ΜΕ ΠΑΓΕΤΟ

Κατηγορία εδάφους	Teilar/Th.S.M.3
GW	1
GP	3
GM	4
GU	-
GC	5
SW	2
SP	6
SM	8
SU	-
SC	7
ML	10
CL	9
OL	11
MH	12
CH	13
OH	14
PT	-

Πίνακας 37: ΥΠΕΔΑΦΟΣ

Κατηγορία εδάφους	Βασικά χαρακτηριστικά του εδάφους με το σύστημα USCS
GW	Εξαιρετική
GP	Καλή έως εξαιρετική
GM	Καλή έως εξαιρετική
GU	-
GC	Καλή
SW	Καλή
SP	Μέτρια έως καλή
SM	Μέτρια έως κακή
SU	-
SC	Κακή έως μέτρια
ML	Κακή έως μέτρια
CL	Κακή έως μέτρια
OL	Κακή
MH	Κακή
CH	Κακή/Μέτρια
OH	Κακή έως πολύ κακή
PT	Ακατάλληλη

Πίνακας 38: ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΧΩΡΙΣ ΠΑΓΕΤΟ

Κατηγορία εδάφους	Χαρακτηριστικά των ομάδων εδάφους που αφορούν οδούς και αεροδρόμια κατά το σύστημα USCS
GW	Εξαιρετική
GP	Καλή έως εξαιρετική
GM	Καλή έως εξαιρετική
GU	Καλή
GC	Καλή
SW	Καλή
SP	Λίγη έως καλή
SM	Λίγη έως καλή
SU	Λίγη
SC	Φτωχή έως λίγη
ML	Φτωχή έως λίγη
CL	Φτωχή έως λίγη
OL	Φτωχή
MH	Φτωχή
CH	Φτωχή
OH	Λίγη έως φτωχή
PT	Ακατάλληλη

Πίνακας 39: ΥΠΟΒΑΣΗ ΧΩΡΙΣ ΠΑΓΕΤΟ

Κατηγορία εδάφους	Χαρακτηριστικά των ομάδων εδάφους που αφορούν οδούς και αεροδρόμια κατά το σύστημα USCS	Βασικά χαρακτηριστικά του εδάφους με το σύστημα USCS	Συμπεράσματα
GW	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Εξαιρετική
GP	Καλή	Καλή	Εξαιρετική
GM	Καλή	Καλή	Καλή
GU	Λίγη	-	Λίγη
GC	Λίγη	Μέτρια	Μέτρια / λίγη
SW	Λίγη ως καλή	Μέτρια έως καλή	Μέτρια / λίγη
SP	Λίγη	Μέτρια	Μέτρια / λίγη
SM	Λίγη ως καλή	Κακή έως μέτρια	Μέτρια / λίγη
SU	Φτωχή έως λίγη	-	Φτωχή έως λίγη
SC	Φτωχή	Κακή	Κακή
ML	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη
CL	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη
OL	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη
MH	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη
CH	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη
OH	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη
PT	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη

Πίνακας 40: ΒΑΣΗ ΧΩΡΙΣ ΠΑΓΕΤΟ

Κατηγορία εδάφους	Χαρακτηριστικά των ομάδων εδάφους που αφορούν οδούς και αεροδρόμια κατά το σύστημα USCS
GW	Καλή
GP	Λίγη έως καλή
GM	Λίγη έως καλή
GU	Φτωχή έως ακατάλληλη
GC	Φτωχή έως ακατάλληλη
SW	Φτωχή
SP	Φτωχή έως ακατάλληλη
SM	Φτωχή
SU	Ακατάλληλη
SC	Ακατάλληλη
ML	Ακατάλληλη
CL	Ακατάλληλη
OL	Ακατάλληλη
MH	Ακατάλληλη
CH	Ακατάλληλη
OH	Ακατάλληλη
PT	Ακατάλληλη

Πίνακας 41: ΘΕΜΕΛΙΟ ΧΩΡΙΣ ΠΑΓΕΤΟ

Κατηγορία εδάφους	Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt 1984)	Χαρακτηριστικά των εδαφικών ομάδων που σχετίζονται με τα αναχώματα και τα θεμέλια κατά το σύστημα USCS	Γαλλική ταξινόμηση FOCS	Teilar/Th.S.M.3	Χαρακτηριστικά υπεδάφους κατά CEUSA	Συμπέρασμα
GW	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	καλή φέρουσα αξία	Πολύ καλό	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Εξαιρετικό/μεγάλη φέρουσα ικανότητα
GP	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	καλή φέρουσα αξία	Πολύ καλό	Καλή μέχρι εξαιρετική	Καλή ως εξαιρετική	Καλή/μεγάλη φέρουσα ικανότητα
GM	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	καλή φέρουσα αξία	Καλό έως μέτριο	Καλή μέχρι εξαιρετική	Καλή	Καλή/μεγάλη φέρουσα ικανότητα
GU	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	-	-	-	Καλή ως εξαιρετική	Καλή/μεγάλη φέρουσα ικανότητα
GC	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	καλή φέρουσα αξία	Καλό έως μέτριο	Καλή μέχρι εξαιρετική	Καλή ως εξαιρετική	Καλή/μεγάλη φέρουσα ικανότητα
SW	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	καλή φέρουσα αξία	Πολύ καλό	Καλή	Καλή	Καλή/μεγάλη φέρουσα ικανότητα
SP	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα ανάλογα με την πυκνότητα	καλή προς κακή φέρουσα αξία ανάλογα με την πυκνότητα	Πολύ καλό	Μέτρια μέχρι καλή	Μέτρια ως καλή	Μέτρια/μέτρια έως μεγάλη φέρουσα ικανότητα ανάλογα με τη πυκνότητα
SM	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα ανάλογα με την πυκνότητα	καλή προς κακή φέρουσα αξία ανάλογα με την πυκνότητα	Καλό έως μέτριο	καλή	Καλή	Καλή/μέτρια έως μεγάλη φέρουσα ικανότητα ανάλογα με την πυκνότητα
SU	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα ανάλογα με την πυκνότητα	-	-	-	Μέτρια ως καλή	Καλή/μέτρια έως μεγάλη φέρουσα ικανότητα ανάλογα με την πυκνότητα
SC	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	καλή προς κακή φέρουσα αξία	Καλό έως μέτριο	Μέτρια μέχρι καλή	Μέτρια ως καλή	Μέτρια/μεγάλη φέρουσα ικανότητα
ML	Κακό, επιδεικτικό σε ρευστοποίηση	πολύ κακή, ευαίσθητη στην υγροποίηση	Μέτριο έως καλό	Μέτρια μέχρι μετριότατη	Μέτρια ως πολύ μέτρια	Μέτρια έως ακατάλληλη, κακή φέρουσα ικανότητα
CL	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	καλή προς κακή φέρουσα αξία	Μέτριο έως κακό	Μέτρια μέχρι μετριότατη	Μέτρια ως πολύ μέτρια	Μέτρια έως ακατάλληλη, καλή έως κακή φέρουσα ικανότητα
OL	Μέτρια έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα, πιθανή καθίζηση	μέτρια έως φτωχή φέρουσα αξία μπορεί να	ακατάλληλο	Μετριότατη	Πολύ μέτρια	Μέτρια/ μέτρια φέρουσα ικανότητα

		έχει υπερβολικούς συμβιβασμούς				
MH	Πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	φτωχή φέρουσα αξία	Ακατάλληλο	Μετριότητα	Πολύ μέτρια	Μέτρια/πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα
CH	Μέτρια έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	μέτρια έως φτωχή φέρουσα	Ακατάλληλο	Μετριότητα μέχρι κακή	Πολύ μέτρια ως κακή	Πολύ μέτρια έως ακατάλληλη/ μέτρια φέρουσα ικανότητα
OH	Μικρή φέρουσα ικανότητα	πολύ φτωχή φέρουσα αξία	Ακατάλληλο	Μετριότητα μέχρι κακή	Πολύ μέτρια ως κακή	Πολύ μέτρια έως ακατάλληλη/ μικρή φέρουσα ικανότητα
PT	Απομακρύνονται από τη θεμελίωση	καλή προς κακή φέρουσα αξία	Ακατάλληλο	-	ακατάλληλη	Ακατάλληλο/ απομάκρυνση από τη θεμελίωση

Πίνακας 42: ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΘΕΜΕΛΙΟΥ ΧΩΡΙΣ ΠΑΓΕΤΟ

Κατηγορία εδάφους	Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt 1984)
GW	Άριστη
GP	Καλή έως άριστη
GM	Καλή έως άριστη
GU	Καλή
GC	Καλή
SW	Καλή
SP	Μέτρια έως καλή
SM	Μέτρια έως καλή
SU	Μέτρια
SC	Κακή έως μέτρια
ML	Κακή έως μέτρια
CL	Κακή έως μέτρια
OL	Κακή
MH	Κακή
CH	Κακή έως μέτρια
OH	Κακή έως κακή
PT	ακατάλληλη

Πίνακας 43: ΥΠΟΒΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΟΥ ΧΩΡΙΣ ΠΑΓΕΤΟ

Κατηγορία εδάφους	Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt 1984)
GW	Άριστη
GP	Καλή
GM	Καλή
GU	Μέτρια
GC	Μέτρια
SW	Μέτρια έως καλή
SP	Μέτρια
SM	Κακή έως μέτρια
SU	Κακή
SC	Ακατάλληλη
ML	Ακατάλληλη
CL	Ακατάλληλη
OL	Ακατάλληλη
MH	Ακατάλληλη
CH	Ακατάλληλη
OH	Ακατάλληλη
PT	Ακατάλληλη

Πίνακας 44: ΒΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΟΥ ΧΩΡΙΣ ΠΑΓΕΤΟ

Κατηγορία εδάφους	Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt 1984)
GW	Καλή
GP	Μέτρια έως καλή
GM	Μέτρια έως καλή
GU	Κακή έως ακατάλληλη
GC	Κακή έως ακατάλληλη
SW	Κακή
SP	Κακή έως ακατάλληλη
SM	Κακή
SU	Ακατάλληλη
SC	Ακατάλληλη
ML	Ακατάλληλη
CL	Ακατάλληλη
OL	Ακατάλληλη
MH	Ακατάλληλη
CH	Ακατάλληλη
OH	Ακατάλληλη
PT	Ακατάλληλη

Πίνακας 45: ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ

Κατηγορία εδάφους	Teilar/Th.S.M.3
GW	3
GP	-
GM	5
GU	-
GC	1
SW	4
SP	-
SM	6
SU	-
SC	2
ML	-
CL	7
OL	-
MH	-
CH	-
OH	-
PT	-

Πίνακας 46: ΒΑΣΗ ΑΜΕΣΩΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΥΛΙΣΕΩΣ

Κατηγορία εδάφους	Χαρακτηριστικά υπεδάφους κατά CEUSA
GW	Καλή
GP	Πολύ μέτρια έως μέτρια
GM	Μέτρια ως καλή
GU	Πολύ μέτρια
GC	Πολύ μέτρια
SW	Πολύ μέτρια
SP	Πολύ μέτρια έως ακατάλληλη
SM	Πολύ μέτρια
SU	Ακατάλληλη
SC	Ακατάλληλη
ML	Ακατάλληλη
CL	Ακατάλληλη
OL	Ακατάλληλη
MH	Ακατάλληλη
CH	Ακατάλληλη
OH	Ακατάλληλη
PT	Ακατάλληλη

Πίνακας 47: ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ

Κατηγορία εδάφους	Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt 1984)	Χαρακτηριστικά των ομάδων εδαφών που αφορούν οδούς και αεροδρόμια κατά το σύστημα USCS	Βασικά χαρακτηριστικά του εδάφους με το σύστημα USCS	Χαρακτηριστικά υπεδάφους κατά CEUSA	Συμπεράσματα
GW	Άριστη	Εξαιρετικό	Εξαιρετική	Εξαιρετικό	Εξαιρετική
GP	Άριστη	Εξαιρετικό	Εξαιρετική	Εξαιρετικό	Εξαιρετική
GM	Μέτρια έως κακή	Λίγη έως φτωχή	Μέτρια έως κακή	Μέτρια ως πολύ μέτρια	Μέτρια έως φτωχή
GU	Μέτρια έως αδιαπέρατα	Φτωχή έως πρακτικά αδιαπέρατη	-	Εξαιρετικό	Μέτρια έως αδιαπέρατη
GC	Μέτρια έως αδιαπέρατα	Φτωχή έως πρακτικά αδιαπέρατη	Κακή / αδιαπέρατο	Πολύ μέτρια ως πρακτικά μη διαπερατό	Πολύ μέτρια έως πρακτικά αδιαπέρατη
SW	Άριστη	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Εξαιρετική
SP	Άριστη	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Εξαιρετική
SM	Μέτρια έως κακή	Λίγη έως φτωχή	Μέτρια έως κακή	Μέτρια ως πολύ μέτρια	Μέτρια έως κακή
SU	Μέτρια έως αδιαπέρατα	Φτωχή έως πρακτικά αδιαπέρατη	-	Εξαιρετικό	Μέτρια έως αδιαπέρατη
SC	Μέτρια έως αδιαπέρατα	Φτωχή έως πρακτικά αδιαπέρατη	Κακή / αδιαπέρατο	Πολύ μέτρια ως πρακτικά μη διαπερατά	Πολύ μέτρια έως αδιαπέρατη
ML	Αδιαπέρατα	Λίγη έως φτωχή	Μέτρια έως κακή	Μέτρια ως πολύ μέτρια	Πολύ μέτρια έως αδιαπέρατη
CL	Πολύ μέτρια	Πρακτικά αδιαπέρατη	Κακή / αδιαπέρατο	Πρακτικά μη διαπερατά	Κακή έως αδιαπέρατη
OL	Μέτρια έως κακή	Φτωχή	Κακή	Πολύ μέτρια	Πολύ μέτρια έως φτωχή
MH	Μέτρια έως κακή	Λίγη έως φτωχή	Μέτρια έως κακή	Μέτρια ως πολύ μέτρια	Μέτρια έως φτωχή
CH	Αδιαπέρατα	Πρακτικά αδιαπέρατη	Σχεδόν αδιαπέρατο	Πρακτικά μη διαπερατά	Αδιαπέρατη
OH	Αδιαπέρατα	Πρακτικά αδιαπέρατη	Σχεδόν αδιαπέρατο	Πρακτικά μη διαπερατά	Αδιαπέρατη
PT	Μέτρια έως κακή	Λίγη έως φτωχή	Μέτρια έως κακή	Πρακτικά μη διαπερατά	Μέτρια έως αδιαπέρατη

Πίνακας 48: ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

Κατηγορία εδάφους	Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt 1984)
GW	Θετικό διάφραγμα
GP	Θετικό διάφραγμα
GM	Καμία μέχρι τάφρο πόδα
GU	καμία μέχρι τάφρο πόδα
GC	Καμία
SW	Ανάнти τάπητας και στραγγιστήρια πόδα ή οπές
SP	Ανάнти τάπητας και στραγγιστήρια πόδα ή οπές
SM	Ανάнти τάπητας και στραγγιστήρια πόδα ή οπές
SU	Ανάнти τάπητας και στραγγιστήρια πόδα ή οπές
SC	καμία
ML	καμία μέχρι τάφρο πόδα
CL	Καμία
OL	Καμία
MH	Καμία
CH	Καμία
OH	Καμία
PT	Απομακρύνονται από τη θεμελίωση

Πίνακας 49: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ

Κατηγορία εδάφους	Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt 1984)	Χαρακτηριστικά των εδαφικών ομάδων που σχετίζονται με τα αναχώματα και τα θεμέλια κατά το σύστημα USCS	Χαρακτηριστικά των ομάδων εδάφους που αφορούν οδούς και αεροδρόμια κατά το σύστημα USCS
GW	Καλή, με λαστιχοφόρους ελκυστήρες και κοινούς οδοστρωτήρες	καλή: τρακτέρ, κουκούλα από καουτσούκ ή τροχός με χάλυβα	Ερπυστριόφορο τρακτέρ κουρτίνα από καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος
GP	Καλή, με λαστιχοφόρους ελκυστήρες και κοινούς οδοστρωτήρες	καλή: τρακτέρ, κουκούλα από καουτσούκ ή τροχός με χάλυβα	Ερπυστριόφορο τρακτέρ κουρτίνα από καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος
GM	Καλή, με συνεχή έλεγχο, κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	καλή: με κλειστό έλεγχο κουκούλα από καουτσούκ ή κύλινδρο φρεζαρίσματος	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος χαμηλό έλεγχο υγρασίας
GU		-	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος
GC	Μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες και οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς	μέτρια: κουκούλα από καουτσούκ ή κύλινδρο φρεζαρίσματος	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος
SW	Καλή με ελκυστήρες	καλή: τρακτέρ	Ερπυστριόφορο τρακτέρ κουρτίνα από καουτσούκ
SP	Καλή με ελκυστήρες	καλή: τρακτέρ	Ερπυστριόφορο τρακτέρ κουρτίνα από καουτσούκ
SM	Καλή με συνεχή έλεγχο, κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	καλή: με κλειστό έλεγχο ή κουκούλα από καουτσούκ ή κύλινδρο φρεζαρίσματος	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος, χαμηλός έλεγχο υγρασίας
SU		-	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος
SC	Μέτρια με οδοντωτούς οδοστρωτήρες και οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς	μέτρια: κουκούλα από καουτσούκ ή κύλινδρο φρεζαρίσματος	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος
ML	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	καλή προς κακή: απαραίτητο κλειστό έλεγχο, κουκούλα από καουτσούκ ή κύλινδρο φρεζαρίσματος	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος, χαμηλός έλεγχο υγρασίας
CL	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	μέτρια έως φτωχή: κύλινδρο φρεζαρίσματος ή κουκούλα από καουτσούκ	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος
OL	Καλή μέχρι μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	μέτρια έως φτωχή: κύλινδρο φρεζαρίσματος	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος
MH	Μέτρια μέχρι πολύ μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	φτωχή έως πολύ φτωχή: κύλινδρο φρεζαρίσματος	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος

CH	Καλή μέχρι μέτρια με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	μέτρια έως φτωχή: κύλινδρο φρεζαρίσματος	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος
OH	Μέτρια μέχρι πολύ μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	φτωχή έως πολύ φτωχή: κύλινδρο φρεζαρίσματος	Κουρτίνα καουτσούκ κύλινδρος φρεζαρίσματος
PT	Δεν χρησιμοποιούνται σε κατασκευές	Η συμπύκνωση δεν είναι πρακτική	Η συμπύκνωση δεν είναι πρακτική

Πίνακας 50: ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΠΑΓΕΤΟΥ

Κατηγορία εδάφους	Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt 1984)	Βασικά χαρακτηριστικά του εδάφους με το σύστημα USCS	Χαρακτηριστικά υπεδάφους κατά CEUSA	Συμπεράσματα
GW	Μηδενική έως ελάχιστη	Καθόλου έως ελάχιστη	Καμία έως ελάχιστη	Μηδενική έως ελάχιστη
GP	Μηδενική έως ελάχιστη	Καθόλου έως ελάχιστη	Καμία έως ελάχιστη	Μηδενική έως ελάχιστη
GM	Ελάχιστη έως μέτρια	Ελάχιστη έως μέτρια	Μικρή έως μέτρια	Μέτρια έως ελάχιστη
GU	Ελάχιστη έως μέτρια	-	Καμία έως ελάχιστη	Μέτρια έως ελάχιστη
GC	Ελάχιστη έως μέτρια	Ελάχιστη έως μέτρια	Μικρή έως μέτρια	Μέτρια έως μικρή
SW	Μηδενική έως ελάχιστη	Καθόλου έως ελάχιστη	Καμία έως ελάχιστη	Μηδενική έως ελάχιστη
SP	Μηδενική έως ελάχιστη	Καθόλου έως ελάχιστη	Καμία έως ελάχιστη	Μηδενική έως ελάχιστη
SM	Ελάχιστη έως μέτρια	Ελάχιστη έως υψηλή	Μικρή ως μεγάλη	Ελάχιστη έως μεγάλη
SU	Ελάχιστη έως μέτρια	-	Καμία έως ελάχιστη	Μέτρια έως ελάχιστη
SC	Μέτρια έως πολύ μεγάλη	Ελάχιστη έως υψηλή	Μικρή ως μεγάλη	Μικρή έως μεγάλη
ML	Μέτρια έως πολύ μεγάλη	Μέτρια έως πολύ μεγάλη	Μέτρια ως πολύ μεγάλη	Μέτρια έως πολύ μεγάλη
CL	Μέτρια έως πολύ μεγάλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια ως μεγάλη	Μέτρια έως πολύ μεγάλη
OL	Μέτρια έως πολύ μεγάλη	Μέτρια έως μεγάλη	Μέτρια ως μεγάλη	Μέτρια έως πολύ μεγάλη
MH	Μέτρια έως πολύ μεγάλη	Μέτρια/ μεγάλη	Μέτρια ως πολύ μεγάλη	Μέτρια έως πολύ μεγάλη
CH	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
OH	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια	Μέτρια
PT	Ελάχιστη	Ελάχιστη	Μικρή	Ελάχιστη

ΚΑΦΑΛΙΟ 5^ο

Συμπεράσματα

Κατηγορία εδάφους	Μηχανικά χαρακτηριστικά		Ποσοστό υγρασίας Σ	Πορώδες Σ	Ξηρό φαινόμενο ο βάρος	Όρια Atterberg			Δοκιμή ή CBR	Συντελεστή διαπερατότητα κ	Δοκιμή κατά PROCTO R W (%)	Καταλληλότητα εδαφών για ανάχωμα	Καταλληλότητα εδαφών για επίχωμα	Επίχωση χωρίς παγετό	Επίχωση με παγετό
	φ	c (gr / cm ²)				WL %	WP %	IP %							
GW	35° – 45°	0	5 ± 3	30 ± 6	19,63 – 22,5	-	-	-	40 - 80	10 ⁺¹ ...10 ⁻²	8 ± 2	πολύ σταθερό, διαπερατά κέλυφη αναχωμάτων και φραγμάτων	Πολύ σταθερό, διαπερατά τοιχώματα αναχωμάτων και φραγμάτων	1	1
GP	30° – 40°	0	3 ± 2	32 ± 8	16,00 – 21,00	-	-	-	30 - 60	10 ⁺¹ ...10 ⁻²	9 ± 2	εύλογα σταθερό, διαπερατά κέλυφη αναχωμάτων και φραγμάτων	Ικανοποιητικά σταθερά, διαπερατά τοιχώματα αναχωμάτων και φραγμάτων	3	3
GM	0° – 30°	0 – 200	8 ± 5	28 ± 8	18,06 – 25,39	17	13	4	20 – 80	10 ⁻³ ...10 ⁻⁶	9 ± 3	εύλογα σταθερό, όχι ιδιαίτερα κατάλληλη για κέλυφη αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθ εί για πυρήνες και στρώσεις	Ικανοποιητικά σταθερά, όχι ιδιαίτερα κατάλληλα για τοιχώματα αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθού ν σαν αδιαπερατοι πυρήνες ή κουρτίνες	9	4
GU	-	-	-	-	20,14 – 23,64	-	-	-	20 – 50	-	-	-	-	-	-
GC	0° – 25°	0 – 500	11 ± 6	32 ± 6	18,00 – 25,39	25	15	10	20 – 40	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸	14 ± 7	αρκετά σταθερό, μπορεί να	Αρκετά σταθερά, μπορεί να χρησιμοποιηθού	5	5

												χρησιμοποιηθεί για πυρήνες	ν για αδιαπέρατους πυρήνες		
SW	30° – 45°	0	13 ± 10	36 ± 10	17,28 – 22,76	-	-	-	20 – 40	10 ⁰ ...10 ⁻³	9 ± 3	πολύ σταθερό, διαπερατό τμήμα απαιτείται προστασία πρανών	Πολύ σταθερό, διαπερατά τμήματα, απαιτούνται μέτρα προστασίας πρανών	2	2
SP	25° – 40°	0	11 ± 9	38 ± 10	15,71 – 23,64	-	-	-	10 – 40	10 ⁰ ...10 ⁻³	11 ± 3	εύλογα σταθερό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τμήματα αναχωμάτων με χαμηλά πρανή	Ικανοποιητικά σταθερά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε αναχώματα με επίπεδα πρανή	4	6
SM	5° – 25°	0 - 300	17 ± 7	37 ± 10	15,71 – 23,64	26	22	4	10 – 40	10 ⁻³ ...10 ⁻⁶	11 ± 4	αρκετά σταθερό, όχι ιδιαίτερα κατάλληλη για κέλυφη αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πυρήνες και στρώσεις	Αρκετά σταθερά, όχι ιδιαίτερα κατάλληλα για κάλυμμα αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν για αδιαπέρατα πυρήνες ή αναχώματα	10	8
SU	-	-	-	-	17,51 – 22,76	-	-	-	10 – 20	-	-	-	-	-	-
SC	0° – 20°	0 – 1200	20 ± 10	40 ± 10	16,51 – 23,64	25	15	10	5 – 20	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁶	1)	αρκετά σταθερό, χρησιμοποιείται για αδιαπέρατα στρώματα ή για δομές ελέγχου των πλημμυρών	Αρκετά σταθερά, κατάλληλα για αδιαπέρατους πυρήνες σε αντιπλημμυρικές κατασκευές	6	7
ML	0° – 25°	100 – 500	32 ± 21	47 ± 15	14,92 – 22,76	30	26	4	5 – 15	10 ⁻³ ...10 ⁻⁶	1)	φτωχή σταθερότητα, μπορεί να	Ασταθή, χρησιμοποιείται σε	11	10

												χρησιμοποιηθ εί για αναχώματα με κατάλληλο έλεγχο	προσχωρήσεις με κατάλληλο έλεγχο		
CL	30° – 45°	100 - 2000	25 ± 10	41 ± 8	14,92 – 22,76	33	17	16	5 – 15	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸	14 ± 3	σταθερό, αδιαπέρατοι πυρήνες και στρώσεις	Σταθερά, αδιαπέρατοι πυρήνες και κουρτίνες	7	9
OL	-	-	48 ± 18	57 ± 8	12,56 – 18,5	42	29	13	4 – 8	10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁶	1)	ακατάλληλο για αναχώματα	Ακατάλληλο για προσχωσεις	17	11
MH	0° – 20°	0 – 700	1,55 ± 0,15	67 ± 7	11,06 – 17,0	68	38	30	4 – 10	10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁸	1)	φτωχή σταθερότητα, πυρήνα των υδραυλικών πλήρωσης φραγμάτων, όχι επιθυμητό σε κατασκευές έλασης πλήρωσης	Λίγο σταθερά, πυρήνες χωμάτινων φραγμάτων, ακατάλληλα	13	12
CH	0	0 – 2000	47 ± 24	56 ± 9	11,78 – 20,14	64	25	39	3 – 15	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸	1)	καλή σταθερότητα με επίπεδα πρανή, λεπτούς πυρήνες, στρώσεις και αναχώματα	Μέτρια ευστάθεια σε οριζόντια πρανή, λεπτοί πυρήνες, κουρτίνες και αναχώματα	8	13
OH	0	0 < c < 150	1,55 ± 0,15	66 ± 8	10,21 – 19,26	-	-	-	3 – 5	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁸	1)	ακατάλληλο για αναχώματα	Ακατάλληλο για προσχωσεις	14	14
PT	0	0 < c < 100	-	-	-				-	-	-	δεν χρησιμοποιείτ αι για κατασκευές	Δεν χρησιμοποιούντ αι σε κατασκευές	-	-

<u>Κατηγορία εδάφους</u>	<u>Κατάλληλο για υπέδαφος</u>	<u>Κατάλληλο ως υπόστρωμα χωρίς παγετό</u>	<u>Κατάλληλο ως υπόβαση χωρίς παγετό</u>	<u>Κατάλληλο ως βάση χωρίς παγετό</u>	<u>Κατάλληλο ως θεμέλιο χωρίς παγετό</u>	<u>Κατάλληλο ως υπόστρωμα θεμελίωσης χωρίς παγετό</u>	<u>Κατάλληλο σαν υπόβαση θεμελίωσης χωρίς παγετό</u>	<u>Κατάλληλο ως βάση θεμελίωσης χωρίς παγετό</u>	<u>Κατάλληλο ως επιφάνεια επιστροφής χωρίς παγετό</u>	<u>Κατάλληλο σαν βάση αμέσως κάτω από την επιφάνεια κυλίσσεως</u>	<u>Αποστράγγιση</u>	<u>Απαιτήσεις για έλεγχο αποστράγγισης</u>	<u>Συρρίκνωση και διόγκωση</u>	<u>Συρρίκνωση και διόγκωση και ελαστικότητα</u>	<u>Συμπιεστότητα</u>	<u>Διήθηση</u>	<u>Δυναμική δράση παγετού</u>
GW	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Εξαιρετική	Καλή	Εξαιρετικό/μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Άριστη	Άριστη	Καλή	3	Καλή	Εξαιρετική	Θετικό διάφραγμα	Σχεδόν καμία	Σχεδόν καμία	Ασήμαντη	Θετική αποκοπή	Μηδενική έως ελάχιστη
GP	Καλή έως εξαιρετική	Καλή έως εξαιρετική	Εξαιρετική	Λίγη έως καλή	Καλή/μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Καλή έως άριστη	Καλή	Μέτρια έως καλή	-	Πολύ μέτρια έως μέτρια	Εξαιρετική	Θετικό διάφραγμα	Σχεδόν καμία	Σχεδόν καμία	Ασήμαντη	Θετική αποκοπή	Μηδενική έως ελάχιστη
GM	Καλή έως εξαιρετική	Καλή έως εξαιρετική	Καλή	Λίγη έως καλή	Καλή/μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Καλή έως άριστη	Καλή	Μέτρια έως καλή	5	Μέτρια ως καλή	Μέτρια έως φτωχή	Καμία μέχρι τάφρο πόδα	Πολύ μικρή	Σχεδόν καμία ως μικρή	Ασήμαντη	Θετική αποκοπή	Μέτρια έως ελάχιστη
GU	-	Καλή	Λίγη	Φτωχή έως ακατάλληλη	Καλή/μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Καλή	Μέτρια	Κακή έως ακατάλληλη	-	Πολύ μέτρια	Μέτρια έως αδιαπέρατη	καμία μέχρι τάφρο πόδα	Μικρή	Σχεδόν καμία	-	-	Μέτρια έως ελάχιστη
GC	Καλή	Καλή	Μέτρια / λίγη	Φτωχή έως ακατάλληλη	Καλή/μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Καλή	Μέτρια	Κακή έως ακατάλληλη	1	Πολύ μέτρια	Πολύ μέτρια έως πρακτικά αδιαπέρατη	Καμία	Ελάχιστη	Πολύ μικρή	Πολύ χαμηλή	καμία	Μέτρια έως μικρή
SW	Καλή	Καλή	Μέτρια / λίγη	Φτωχή	Καλή/μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Καλή	Μέτρια έως καλή	Κακή	4	Πολύ μέτρια	Εξαιρετική	Ανάντι τάφρου και στραγγιστήρια πόδα ή οπές	Σχεδόν καμία	Σχεδόν καμία	Ασήμαντη	κάλυψη κόντρα ή αντίθετα στο ρεύμα αποστράγγισης των δακτύλων	Μηδενική έως ελάχιστη

																ή φρεατίων	
SP	Μέτρια έως καλή	Λίγη έως καλή	Μέτρια / λίγη	Φτωχή έως ακατάλ ληλη	Μέτρια/μέτρ ια έως μεγάλη φέρουσα ικανότητα ανάλογα με τη πυκνότητα	Μέτρια έως καλή	Μέτρια	Κακή έως ακατάλ ληλη	-	Πολύ μέτρια έως ακατάλ ληλη	Εξαιρετικ ή	Ανάντι τάπητας και στραγγιστή ρια πόδα ή οπές	Σχεδόν καμία	Σχεδόν καμία	Πολύ χαμηλή	κάλυψη κόντρα ή αντίθετα στο ρεύμα αποστράγ γισης των δακτύλων ή φρεατίων	Μηδε νική έως ελάχι στη
SM	Μέτρια έως κακή	Λίγη έως καλή	Μέτρια / λίγη	Φτωχή	Καλή/μέτρια έως μεγάλη φέρουσα ικανότητα ανάλογα με την πυκνότητα	Μέτρια έως καλή	Κακή έως μέτρια	Κακή	6	Πολύ μέτρια	Μέτρια έως κακή	Ανάντι τάπητας και στραγγιστή ρια πόδα ή οπές	Μικρή έως μέτρια	Σχεδόν καμία ως μικρή	Χαμηλή	κάλυψη κόντρα ή αντίθετα στο ρεύμα αποστράγ γισης των δακτύλων ή φρεατίων	Ελάχι στη έως μεγάλ η
SU	-	Λίγη	Φτωχή έως λίγη	Ακατάλ ληλη	Καλή/μέτρια έως μεγάλη φέρουσα ικανότητα ανάλογα με την πυκνότητα	Μέτρια	Κακή	Ακατάλ ληλη	-	Ακατάλ ληλη	Μέτρια έως αδιαπέρα τη	Ανάντι τάπητας και στραγγιστή ρια πόδα ή οπές	Μικρή έως μέτρια	Σχεδόν καμία	-	-	Μέτρι α έως ελάχι στη
SC	Κακή έως μέτρια	Φτωχή έως λίγη	Κακή	Ακατάλ ληλη	Μέτρια/μεγ άλη φέρουσα ικανότητα	Κακή έως μέτρια	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	2	Ακατάλ ληλη	Πολύ μέτρια έως αδιαπέρα τη	καμία	Μικρή έως μέτρια	Μικρή ως μέτρια	Χαμηλή	καμία	Μικρή έως μεγάλ η
ML	Κακή έως μέτρια	Φτωχή έως λίγη	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	Μέτρια έως ακατάλληλη , κακή φέρουσα ικανότητα	Κακή έως μέτρια	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	-	Ακατάλ ληλη	Πολύ μέτρια έως αδιαπέρα τη	καμία μέχρι τάφρο πόδα	Μικρή έως μέτρια	Μικρή ως μέτρια	Μέση	μηδαμινή έως καμία	Μέτρι α έως πολύ μεγάλ η
CL	Κακή έως μέτρια	Φτωχή έως λίγη	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	Μέτρια έως ακατάλληλη , καλή έως	Κακή έως μέτρια	Ακατάλ ληλη	Ακατάλ ληλη	7	Ακατάλ ληλη	Κακή έως αδιαπέρα τη	Καμία	Μέτρια	Μέτρια	Μέση	καμία	Μέτρι α έως πολύ

					κακή φέρουσα ικανότητα												μεγάλη
OL	Κακή	Φτωχή	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια/μέτρια φέρουσα ικανότητα	Κακή	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	-	Ακατάλληλη	Πολύ μέτρια έως φτωχή	Καμία	Μέτρια έως υψηλή	Μέτρια ως μεγάλη	Μέση	καμία	Μέτρια έως πολύ μεγάλη
MH	Κακή	Φτωχή	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια/πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Κακή	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	-	Ακατάλληλη	Μέτρια έως φτωχή	Καμία	Υψηλή	Μεγάλη	Υψηλή	καμία	Μέτρια έως πολύ μεγάλη
CH	Κακή/Μέτρια	Φτωχή	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Πολύ μέτρια έως ακατάλληλη / μέτρια φέρουσα ικανότητα	Κακή έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	-	Ακατάλληλη	Αδιαπέραστη	Καμία	Υψηλή	Μεγάλη	Υψηλή	καμία	Μέτρια
OH	Κακή έως πολύ κακή	Λίγη έως φτωχή	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Πολύ μέτρια έως ακατάλληλη / μικρή φέρουσα ικανότητα	Κακή έως κακή	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	-	Ακατάλληλη	Αδιαπέραστη	Καμία	Υψηλή	μεγάλη	Υψηλή	καμία	Μέτρια
PT	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλο / απομάκρυνση από τη θεμελίωση	ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	-	Ακατάλληλη	Μέτρια έως αδιαπέραστη	Απομακρύνονται από τη θεμελίωση	Πολύ υψηλή	Πολύ μεγάλη	-	Δεν χρησιμοποιείται για κατασκευές	Ελάχιστη

- ❖ Παρατηρούμε από τα γενικά συμπεράσματα που μπορούμε να έχουμε ότι για τις κατηγορίες της καταλληλότητας ως υπόβαση, ως θεμελίου, στη συρρίκνωση και διόγκωση και στη δυναμική δράση παγετού τα αποτελέσματα όλων των σχετικών πινάκων είναι πολύ κοντινά. Έχουμε δηλαδή μια ομοφωνία αποτελεσμάτων του κάθε πίνακα με την καλύτερη απόδοση των κατηγοριών του εδάφους ως προς τα συγκεκριμένα τεχνικά έργα.
- ❖ Στα αποτελέσματα της δοκιμής του CBR, της διαπερατότητας k , και της αποστράγγισης υπάρχει μια μικρή απόκλιση. Δεν συμφωνούν όλοι οι πίνακες μεταξύ τους οπότε έχουμε μια σύγχυση αποτελεσμάτων.
- ❖ Επίσης στην περίπτωση του ξηρού φαινομένου βάρους και της διαμέτρου των κόκκων τα αποτελέσματα διαφέρουν κατά ένα μεγάλο ποσοστό, έτσι ο κάθε πίνακας μας δίνει εντελώς διαφορετικά αποτελέσματα.
- ❖ Τέλος για τις υπόλοιπες ταξινομήσεις δεν μπορούμε να έχουμε μια καλή εικόνα λόγω της μικρής ποσότητας πινάκων που διερευνήθηκαν στην μελέτη αυτή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- “ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ” ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Θ. ΒΑΛΛΑΣ ομοτ. Καθηγητής του Αριστοτελείου πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε. Θεσσαλονίκη – Αθήνα 1996
- “ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ” ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. ΚΟΦΙΤΣΑΣ Δρ. μηχαν. Ε.Μ.Π. Γ΄ έκδοση, εκδόσεις ΗΒΟΣ
- Πτυχιακή εργασία Αριστομένη Καμάρη με τίτλο, Προσδιορισμός των παραμέτρων διατμητικής αντοχής και φέρουσας ικανότητας των εδαφών μέσω απλών εμπειρικών συσχετίσεων.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. <http://users.ntua.gr/kavvadas/Books/Soil%20Mechanics/ch02.pdf>
2. <https://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/5-472/apb.pdf>
3. <http://www.geo.auth.gr/883/pdf/Edafo1%20Soil%20Clas.pdf>
4. <https://e-class.teilar.gr/modules/document/file.php/DAS122/%CE%98%CE%95%CE%A9%CE%A1%CE%99%CE%91%20%CE%95%CE%94%CE%91%CE%A6%CE%9F%CE%9C%CE%97%CE%A7%CE%91%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%97%CE%A3/03.%20%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%9E%CE%97%20%CE%A4%CE%A9%CE%9D%20%CE%95%CE%94%CE%91%CE%A6%CE%A9%CE%9D/Theory%20Soil%20Mech%203.pdf>
5. <https://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/5-472/apb.pdf>