

# ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ - ΑΠΘ

Β. Χρηστάρας

E-mail: [christar@geo.auth.gr](mailto:christar@geo.auth.gr)

# Περιεχόμενα

- Περιγραφή και ταξινόμηση εδαφών
- Κατανομή των τάσεων στο υπέδαφος
- συμπίεστικότητα εδαφών (καθιζήσεις)
- Φέρουσα ικανότητα εδαφών
- Ωθήσεις γαιών
- Ευστάθεια τεχνητών πρανών και μέτρα αντιστήριξης

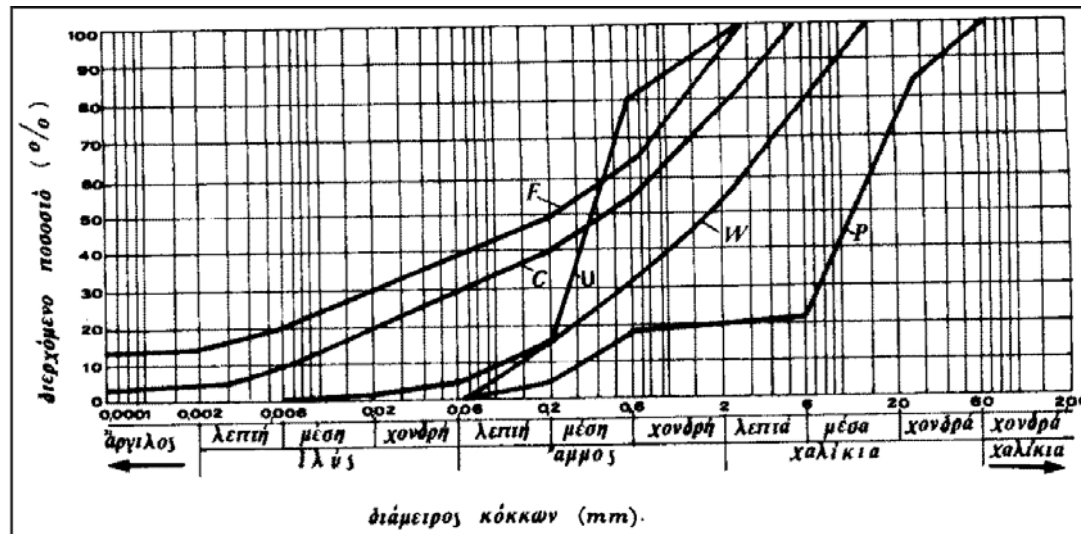
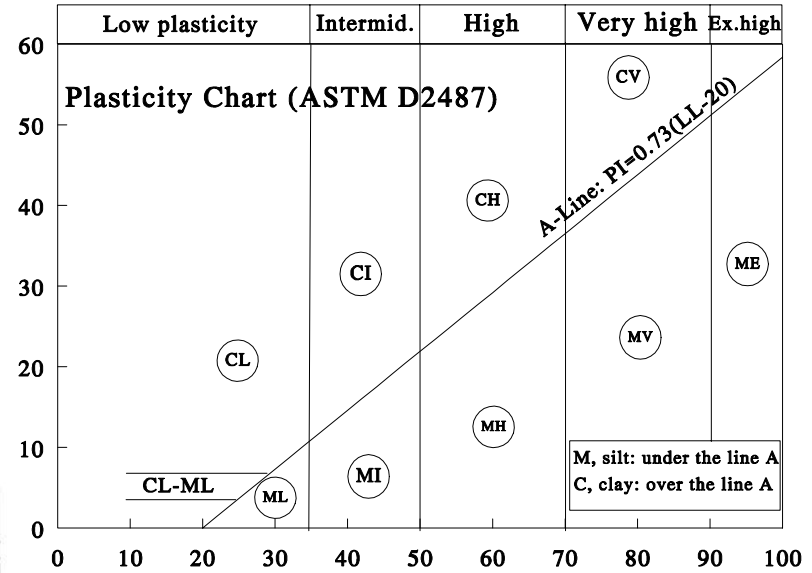
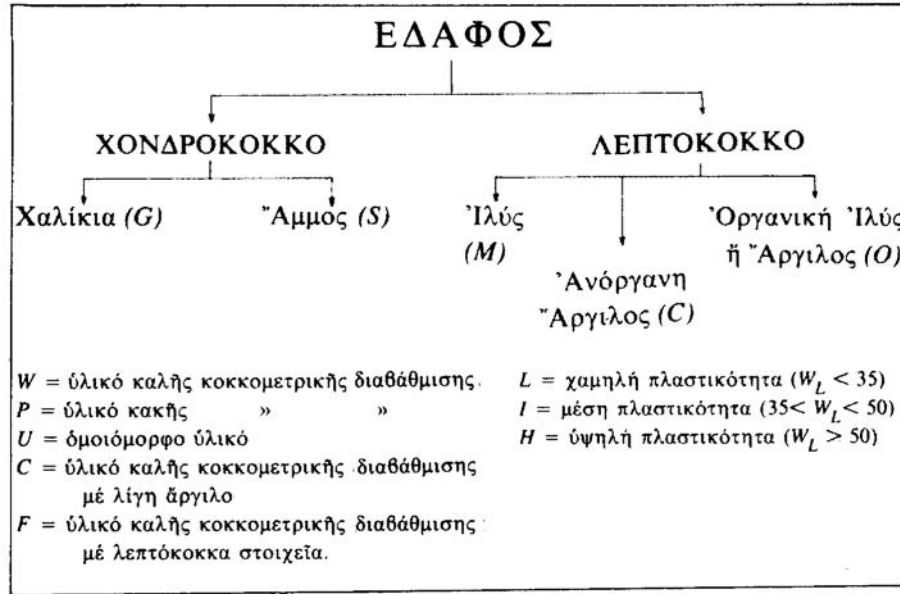
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ  
ΕΔΑΦΩΝ

# Περιγραφή εδαφών

- Γεωλογική προέλευση
- Υφή {κοκκομετρία, σχετικό μέγεθος & σχήμα κόκκων (γωνιότητα, μορφή, τραχύτητα επιφανείας)}
- Βαθμός αποσάθρωσης
- Χρώμα
- Φυσικά χαρακτηριστικά (φαινόμενο και ειδικό βάρος, πορώδες, διαπερατότητα, πλαστικότητα κ.α.)
- Μηχανικά χαρακτηριστικά (διατμητική αντοχή, συνοχή, γωνία εσωτερικής τριβής, δείκτης συνεκτικότητας,, δείκτης συμπίεσης, συντελεστής στερεοποίησης, φέρουσα ικανότητα, δυναμικές παράμετροι, SPT, κ.α.)

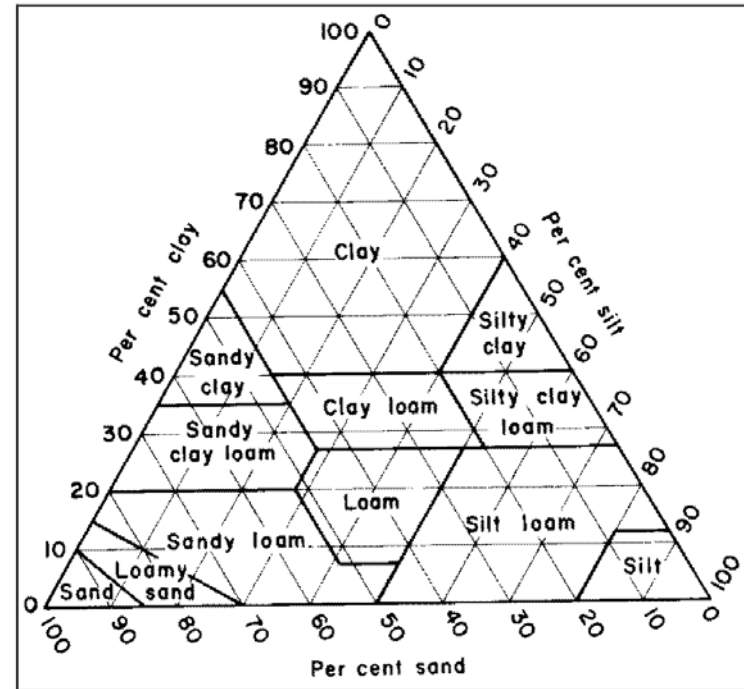
# Ταξινόμηση εδαφών κατά Casagrande (1948, ASTM D 2487-85)



# Κοκκομετρική διαβάθμιση

**TABLE 5.27  
SOIL CLASSIFICATION SYSTEMS BASED ON GRAIN SIZE**

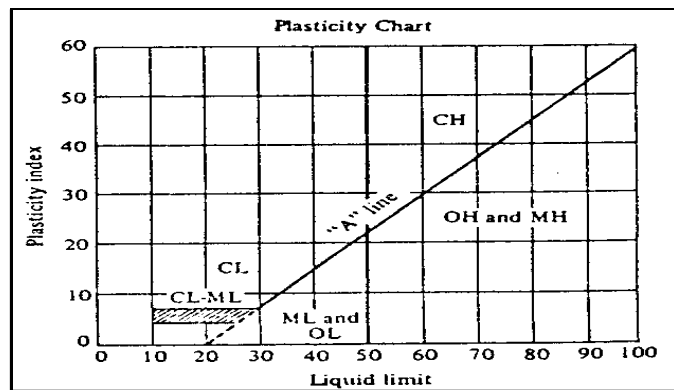
System	Grain diameter, mm											
	0.0006	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2.0	4.76	19	76	
M.I.T. and British Standards Institute		f	m	c	f	m	c					
	Clay		Silt		Sand			Gravel				
American Association of State Highway Officials (AASHO)	0.001	0.005	0.074		f	c	f	m	c			
	Colloids	Clay	Silt	Sand			Gravel		Boulders			
U.S. Dept. of Agriculture (USDA)	0.002			0.05	0.25	0.5	2.0			76		
	Clay		Silt		vff	f	m	c	v	c	f	m
	Clay		Silt		Sand			Gravel		Cobbles		
Unified Soil Classification system (USBR, USAEC)			f	m	c	f	c					
	Clay and silt		Sand			Gravel		Cobbles				
	No. 200		40			10		4		% in 3 in		
	Grain diameter in U.S. standard sieve sizes											
American Society for Engineering Education (ASEE) (Burmister)	No. 200		60	30	10	%	% in	1.0 in	3 in			
	Silt	f	c	f	m	c	f	m	c			
	Clay or silt		Sand			Gravel						
Field identification	Not discernible		Hand lens	Visible to eye			Measurable					



(Βλέπε Χρηστάρας, 2002)

## ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΛΑΦΩΝ (USCS, ASTM D-2487)

Κύριος διαχωρισμός	Σύμβολα ομάδας	Όνομα	Εργαστηριακά κριτήρια ταξινόμησης	
Χονδρόκοκκα εδάφη (Περισσότερο από το 50% των κόκκων έχουν διάμετρο μεγαλύτερη του κόσκινου No. 200)			Προσδιορισμός του ποσοστού της άμμου και των χαλικιών από την κοκκομετρική καμπύλη. Ανάλογα με το ποσοστό των λεπτόκοκκων ( $d < 0.075 \text{ mm}$ ) τα χονδρόκοκκα εδάφη ταξινομούνται ως εξής: $< 5\%$ <i>GW, GP, SW, SP</i> $> 12\%$ <i>GM, GC, SM, SC</i> $5-12\%$ <i>Οριακές περιπτώσεις (διπλή ονομασία)</i>	
Καθαροί χάλικες (καθόλου λεπτόκοκκα)	<b>GW</b>	Καλά διαβαθμισμένα χαλίκια, μείγμα άμμου-χαλικιών, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4, \quad 1 < C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} < 3$	
	<b>GP</b>	Μη διαβαθμισμένα χαλίκια, μείγμα άμμου-χαλικιών, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	Δεν ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις τις σχετικές με τη διαβάθμιση για να χαρακτηριστούν GW	
Χάλικες με λεπτόκοκκα (σημαντικό ποσοστό λεπτόκοκκων)	<b>GM<sup>a</sup></b>	<b>d</b> <b>u</b>	Ιλυώδη χαλίκια, μείγμα άμμο-χαλίκια-ιλύς	Όρια Atterberg κάτω από τη γραμμή "A" ή P.I. μικρότερος του 4  Πάνω από τη γραμμή "A" με P.I. μεταξύ 4 και 7 είναι οριακές περιπτώσεις και απαιτείται η χρήση διπλού συμβολισμού.
	<b>GC</b>	Αργιλώδη χαλίκια, μείγμα άμμο-χαλίκια-άργιλος	Όρια Atterberg πάνω από τη γραμμή "A" και P.I. μεγαλύτερος του 7	
Άμμοι (περισσότερο από το 50% του χονδρόκοκκων τμημάτων έχουν διάμετρο μικρότερη από αυτή του κόσκινου No. 4)				
Καθαρές άμμοι (λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα)	<b>SW</b>	Καλά διαβαθμισμένες άμμοι, χαλικώδεις άμμοι, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6, \quad 1 < C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} < 3$	
	<b>SP</b>	Μη διαβαθμισμένες άμμοι, χαλικώδεις άμμοι, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	Δεν ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις τις σχετικές με τη διαβάθμιση για να χαρακτηριστούν SW	
Άμμοι με λεπτόκοκκα (Σημαντικό ποσοστό λεπτόκοκκων)	<b>SM<sup>a</sup></b>	<b>d</b> <b>u</b>	Ιλυώδεις άμμοι, μείγμα άμμο-άργιλος	Όρια Atterberg κάτω από τη γραμμή "A" ή P.I. μικρότερος του 4  Όρια Atterberg πάνω από τη γραμμή "A" και P.I. μεγαλύτερος του 7  Οι περιπτώσεις που προβάλλονται στην γραμμοσκιασμένη ζώνη (P.I. = 4-7) είναι οριακές και απαιτείται η χρήση διπλού συμβολισμού
	<b>SC</b>	Αργιλώδεις άμμοι, μείγμα άμμο-άργιλος		
Λεπτόκοκκα εδάφη (Περισσότερο από το 50% των κόκκων έχουν διάμετρο μεγαλύτερη του κόσκινου No. 200)				
Ιλεις και άργιλοι (LL < 50)	<b>ML</b>	Ανόργανες ιλεις και λεπτόκοκκες άμμοι, ιλυώδεις ή αργιλώδεις άμμοι, ή αργιλώδεις ιλεις με μικρή πλαστικότητα		
	<b>CL</b>	Ανόργανες άργιλοι με μικρή έως μέτρια πλαστικότητα, χαλικώδεις άργιλοι, αμμιώδεις άργιλοι, ιλυώδεις άργιλοι, άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας		
	<b>OL</b>	Οργανικές ιλεις και οργανικές ιλυώδεις άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας		
Ιλεις και άργιλοι (LL < 50)	<b>MH</b>	Ανόργανες ιλεις, μαρμαρυγιακές ή διατομικές λεπτόκοκκες άμμοι ή ιλυώδη εδάφη, ελαστικές ιλεις		
	<b>CH</b>	Ανόργανες άμμοι μεγάλης πλαστικότητας, λιπώδεις άργιλοι		
	<b>OH</b>	Οργανικές άργιλοι μέτριας ή μεγάλης πλαστικότητας, οργανικές ιλεις		
Πολύ οργανικά εδάφη	<b>PT</b>	Τύρφη και άλλα οργανικά εδάφη		



# Καταλληλότητα εδαφών στα τεχνικά έργα (Hunt, 1984)

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5								
α	Κύριος διαχωρισμός	Συμβολισμός	Κατάλληλα για υπόστρωμα θεμελίου, όταν δεν υπόκειται σε δράση παγετού	Κατάλληλα για υπόβαση 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 χαλικομιγή 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	Πολύ μέτρια έως ακατάλληλη	Ελάχιστη έως μέτρια
5			GC	Καλή	Μέτρια	Πολύ μέτρια έως ακατάλληλη	Ελάχιστη έως μέτρια	
6		Άμμοι και αμμώδη εδάφη	SW	Καλή	Μέτρια έως καλή	Πολύ μέτρια	Μηδενική έως ελάχιστη	
7			SP	Μέτρια έως καλή	Μέτρια	Πολύ μέτρια έως ακατάλληλη	Μηδενική έως ελάχιστη	
8			SM	d	Μέτρια έως καλή	Μέτρια έως καλή	Πολύ μέτρια	Ελάχιστη έως μεγάλη
9				u	Μέτρια	Πολύ μέτρια έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ελάχιστη έως μεγάλη
10			SC	Πολύ μέτρια έως μέτρια	Πολύ μέτρια	Ακατάλληλη	Μέτρια έως πολύ μεγάλη	
11	Λεπτόκοκκα εδάφη	Ψύδες και άργιλοι LL<50	ML	Πολύ μέτρια έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	
12			CL	Πολύ μέτρια έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	
13			OL	Πολύ μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως μεγάλη	
14		Ψύδες και άργιλοι LL>50	MH	Πολύ μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια έως πολύ μεγάλη	
15			CH	Πολύ μέτρια έως μέτρια	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια	
16			OH	Πολύ μέτρια έως κακή	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Μέτρια	
17	Πολύ οργανικά εδάφη	PT	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ακατάλληλη	Ελάχιστη		

\*Τα SM<sub>d</sub> είναι εδάφη με LL≤28 και PI≤6· τα SM<sub>u</sub> είναι εδάφη με LL>28  
 Πηγή: USAE, 1953.



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5 (Συνέχεια)						
α	Συρρίκνωση και διόγκωση	Αποστράγιση	Κατάλληλο σαν επίχωμα	Συμπύκνωση	Κατάλληλο σαν θεμέλιο	Απαιτήσεις για έλεγχο αποστράγισης
1	Σχεδόν μηδενική	Άριστη	Πολύ σταθερά, διαπερατά τοιχώματα αναχωμάτων και φραγμάτων	Καλή, με λαστυχωτούς ελκυστήρες, και κοινούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Θετικό διάφραγμα
2	Σχεδόν μηδενική	Άριστη	Ικανοποιητικά σταθερά, διαπερατά τοιχώματα αναχωμάτων και φραγμάτων	Καλή, με λαστυχωτούς ελκυστήρες, και κοινούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Θετικό διάφραγμα
3	Πολύ μικρή	Μέτρια έως πολύ μέτρια	Ικανοποιητικά σταθερά, όχι ιδιαίτερα κατάλληλα για τοιχώματα αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν σαν αδιαπέρατοι πυρήνες ή κουρτίνες	Καλή, με συνεχή έλεγχο, κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Καμία μέχρι τάφο πόδα
4	Μικρή	Μέτρια έως αδιαπέρατα				
5	Μικρή	Μέτρια έως αδιαπέρατα	Άρκετά σταθερά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν για αδιαπέρατους πυρήνες	Μέτρια με οδοντωτούς οδοστρωτήρες και οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Καμία
6	Σχεδόν μηδενική	Άριστη	Πολύ σταθερά, διαπερατά τμήματα, απαιτούνται μέτρα προστασίας πρανών	Καλή, με ελκυστήρες	Μεγάλη φέρουσα ικανότητα	Ανάντη κουρτίνα και στραγγιστήρια πόδα ή οπές
7	Σχεδόν μηδενική	Άριστη	Ικανοποιητικά σταθερά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε αναχώματα με επίπεδα πρανή	Καλή, με ελκυστήρες	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα ανάλογα με την πυκνότητα	Ανάντη κουρτίνα και στραγγιστήρια πόδα ή οπές
8	Πολύ μικρή	Μέτρια έως πολύ μέτρια	Άρκετά σταθερά, όχι ιδιαίτερα κατάλληλα για κάλυμμα αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν για αδιαπέρατοι πυρήνες ή αναχώματα	Καλή, με συνεχή έλεγχο, κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα ανάλογα με την πυκνότητα	Ανάντη κουρτίνα και στραγγιστήρια πόδα ή οπές
9	Μικρή έως μέτρια	Μέτρια έως αδιαπέρατα				
0	Μικρή έως μέτρια	Μέτρια έως αδιαπέρατα	Άρκετά σταθερά, κατάλληλα για αδιαπέρατους πυρήνες σε αντιπλημμυρικές κατασκευές	Μέτρια με οδοντωτούς οδοστρωτήρες και οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
1	Μικρή έως μέτρια	Μέτρια έως πολύ μέτρια	Ασταθής, χρησιμοποιείται σε προσχώσεις με κατάλληλο έλεγχο	Καλή μέχρι μέτρια, με συνεχή έλεγχο, κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Κακό, επιδεκτικό σε ρευστοποίηση	Καμία μέχρι τάφο πόδα
2	Μέτρια	Αδιαπέρατα	Σταθερά, αδιαπέρατοι πυρήνες και κουρτίνες	Καλή μέχρι μέτρια, με κοινούς οδοστρωτήρες και οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μεγάλη έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
3	Μέτρια έως μεγάλη	Πολύ μέτρια	Ακατάλληλο για προσχώσεις	Καλή μέχρι μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μέτρια έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα, πιθανή καθίζηση	Καμία
4	Μεγάλη	Μέτρια έως πολύ μέτρια	Λίγο σταθερά, πυρήνες χωμάτων φραγμάτων, ακατάλληλα	Μέτρια μέχρι πολύ μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
5	Μεγάλη	Αδιαπέρατα	Μέτρια ευστάθεια σε οριζόντια πρανή, λεπτοί πυρήνες, κουρτίνες και αναχώματα	Καλή μέχρι μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μέτρια έως πολύ μέτρια φέρουσα ικανότητα	Καμία
6	Μεγάλη	Αδιαπέρατα	Ακατάλληλο για προσχώσεις	Μέτρια μέχρι πολύ μέτρια, με οδοντωτούς οδοστρωτήρες	Μικρή φέρουσα ικανότητα	Καμία
7	Πολύ μεγάλη	Μέτρια έως πολύ μέτρια	Δεν χρησιμοποιούνται σε κατασκευές		Απομακρύνονται από τη θεμελίωση	

# Ταξινόμηση εδαφών κατά AASHO (1961)

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.18											
Γενική κατάταξη	Κοκκώδη υλικά (35% ή λιγότερο διερχόμενα από το κόσκινο No. 200)						Πλοοαργιλώδη υλικά (περισσότερο του 35% διερχόμε- να από το κόσκινο No. 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Ομάδες	A-1-α	A-1-β		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Κοκκομετρική ανάλυση. % ποσοστό διερχόμενο από: Κόσκινο No. 10 Κόσκινο No. 40 Κόσκινο No. 200	50 max 30 max 15 max	- 50 max 10 max	- 51 min 10 max	- - 35 max	- - 35max	- - 35max	- - 35max	- - 36 min	- - 36 min	- - 36 min	- - 36 min
Χαρακτηριστικά κλάσματος εδάφους διερχόμενο από το κόσκινο No 40. -Όριο υδαρότητας LL. -Δείκτης πλαστικότητας PI	- 6 max	- NP	40 max 10 max	40 max 10 max	41 min 10 max	40 min 11 max	41 min 11 max	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min
Δείκτης ομάδας GI	0	0	0	0	0	4 max	4 max	8 max	12 max	16 max	20 max
Συνηθισμένοι τύποι υλικών	Λιθοσύντριμμα. Χαλίκια και άμμος		Λεπτή άμμος	Πλωδά ή αργιλώδη χαλίκια και άμμοι				Πλωδά εδάφη		Αργιλώδη εδάφη	
Καταλληλότητα σαν υπέ- δαφος	Εξαιρετική έως καλή					Μέτρια έως καλή					

\* Ο δείκτης πλαστικότητας της υποομάδας A-7-5 είναι ίσος ή μικρότερος του LL-30

\*Ο δείκτης πλαστικότητας της υποομάδας A-7-6 ή μεγαλύτερος του LL-30

$$\text{Δείκτης Ομάδας: GI} = 0.2(F-35) + 0.005(LL-40) + 0.01(F-15)(PI-10)$$

# Γαλλική Ταξινόμηση FOCS (1964, Χρηστάρας, 2002)

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2.19					
Κατηγορίες εδαφών	Συμβολισμός	Διάμετρος κόκκων	Μηχανικά χαρακτηριστικά		Κατάλληλο για θεμελίωση
			$\phi$	$c$ (g/cm <sup>2</sup> )	
Λίθοι	P	> 20 mm	40° < $\phi$ < 55°	0	Καλό
Ζαθαροί χάλικες καλής κοκκομετρικής διάθμισης	G	> 2 mm	35°-45°	0	Πολύ καλό
Ζαθαροί χάλικες οιομόρφης 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
Αργιλώδεις 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
Αργιλώδης 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 διάθμισης	S	0,08 < d < 2 mm (λιγότερο από 5% < 0,08 mm)	30°-45°	0	Πολύ καλό
Ζαθαρή άμμος οιομόρφης 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 <sub>3</sub>	30°-45°	100-2000	Μέτρια έως πολύ καλά
Αργίλος λίγο πλαστική	A	L L < 50 PI > 7		100-2000	Καλά έως ακατάλληλα
Όργανικά εδάφη λίγο πλαστικά	O				Ακατάλληλα
Λύς λίγο πλαστική	L	L L < 50 IP < 4	0°-25°	100-500	Μέτρια έως καλά
Λύς πολύ πλαστική	L	L L > 50	0°-20°	0-700	Ακατάλληλα
Αργίλος πολύ πλαστική	A	L L > 50	0	0-2000	Ακατάλληλα
Όργανικά εδάφη πολύ πλαστικά	O		0	0 < c < 150	Ακατάλληλα
Λασπώδεις έδαφος-ύρφη	VT		0	0 < c < 100	Ακατάλληλα

## Όρια Atterberg

- Όριο Υδαρότητας (LL, %)
- Όριο Πλαστικότητας (PL, %)
- Όριο Συρρίκνωσης (SL, %)
- Δείκτης Πλαστικότητας (  $PI=LL-PL$  )
- Δείκτης Υδαρότητας [  $LI=(m-PL)/PI$  ]
- Δείκτης Συνεκτικότητας [  $Ic=(LL-m)/PI$  ]
- Ενεργότητα [  $Act=PI/(\% \text{ clay})$  ]
- $Cur( \text{Kpa} ) = 1/(LI-0.21)^2$
- $St=Cu(LI-0.21)^2$

IC	CU ( ΚΡΑ )	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
0,05	20	Πολύ μαλακό
0,05-0,25	20-40	Μαλακό
0,25-0,75	40-75	Στερεό
0,75-1,00	75-150	Σκληρό
1,00	150	Πολύ σκληρό

## Βιβλιογραφία κεφαλαίου

- AASHO (1961). The classification of soils and soil-aggregate mixtures for highway construction purposes. In *Standard specifications for highway materials and methods of sampling and testing*, 8th ed., Part 1, Specifications, Am. Assoc. State Highway Officials, pp. 45-51.
- ASTM D 2487-85 (1985). Standard test method for classification of soils for engineering purposes: Am. Soc. for Testing and Mater., ASTM Designation D 2487-83, *Annual book of ASTM standards*, Sec. 4, Vol. 04.08, pp. 395-408.
- Casagrande, A. (1948). Classification and identification of soils. *Am. Soc. Civ. Eng., Trans.*, Vol. 113, pp. 901-930.
- Hunt, R. (1984). *Geotechnical engineering investigation manual*. McGraw-Hill Book Co., New York, 983 p.
- Χρηστάρας, Β (2002). Εργαστηριακές και επί τόπου δοκιμές Εδαφομηχανικής. ΤΕΕ, 144 σελ.