



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Ενότητα 2: Κατάταξη ιζημάτων

&

ιζηματογενών πετρωμάτων

Δρ. Αβραμίδης Παύλος

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Γεωλογίας

Σκοποί ενότητας

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται οι κύριες κατηγορίες ιζημάτων και ιζηματογενών πετρωμάτων, ο τρόπος ταξινόμησής τους με βάση το κοκκομετρικό μέγεθος, ο ιστός και η δομή και οι αρχές της μεθόδου της κοκκομετρικής ανάλυσης.



Περιεχόμενα ενότητας

- Ταξινόμηση ιζηματογενών πετρωμάτων
- Χερσογενή ιζηματογενή πετρώματα
Αλλοχημικά ιζηματογενή πετρώματα
Ορθοχημικά ιζηματογενή πετρώματα
- Κύρια συστατικά ιζηματογενών πετρωμάτων
- Ιστός κλαστικών ιζηματογενών πετρωμάτων
- Κοκκομετρικό μέγεθος - Το πρόβλημα της διαμέτρου -
Εισαγωγή της ϕ διαμέτρου - Η κλίμακα Udden-
Wentworth/Νομόγραμμα μετατροπής ϕ σε mm.
- Κοκκομετρική ανάλυση - Μέθοδοι κοκκομετρικής ανάλυσης -
Νόμος του Stokes
- Χρήση τριγωνικών διαγραμμάτων



Ταξινόμηση ιζηματογενών πετρωμάτων

α) Χερσογενή (Terrigenous)

β) Αλλοχημικά (Allochemical) και

γ) Ορθοχημικά (Orthochemical)



Χερσογενή ιζηματογενή πετρώματα

Τα χερσογενή συστατικά είναι εκείνα που παράγονται από τη διάβρωση της χέρσου έξω από το χώρο της απόθεσης και μεταφέρονται σ' αυτόν ως στερεά.

Παραδείγματα: η χαλαζιακή ή αστριούχος άμμος, τα βαρέα ορυκτά (heavy minerals), τα αργιλικά ορυκτά (clay minerals) και οι κερατολιθικές ή ασβεστολιθικές κροκάλες που παρήχθησαν από τη διάβρωση προϋπαρχόντων πετρωμάτων.



Αλλοχημικά ιζηματογενή πετρώματα

Τα αλλοχημικά συστατικά είναι εκείνα που καθιζάνουν από διάλυση μέσα στη λεκάνη της απόθεσης και αργότερα μεταφέρονται μέσα σ' αυτή. Έτσι θεωρούνται μη “κανονικές” χημικές κατακρημνίσεις!

Παραδείγματα: Σπασμένα ή ολόκληρα κελύφη, ωόλιθοι, ασβεστούχα συγκρίματα (calcareous fecal pellets) ή θραύσματα από προηγουμένως σχηματισθέντα ιζήματα μέσα στη λεκάνη απόθεσης.



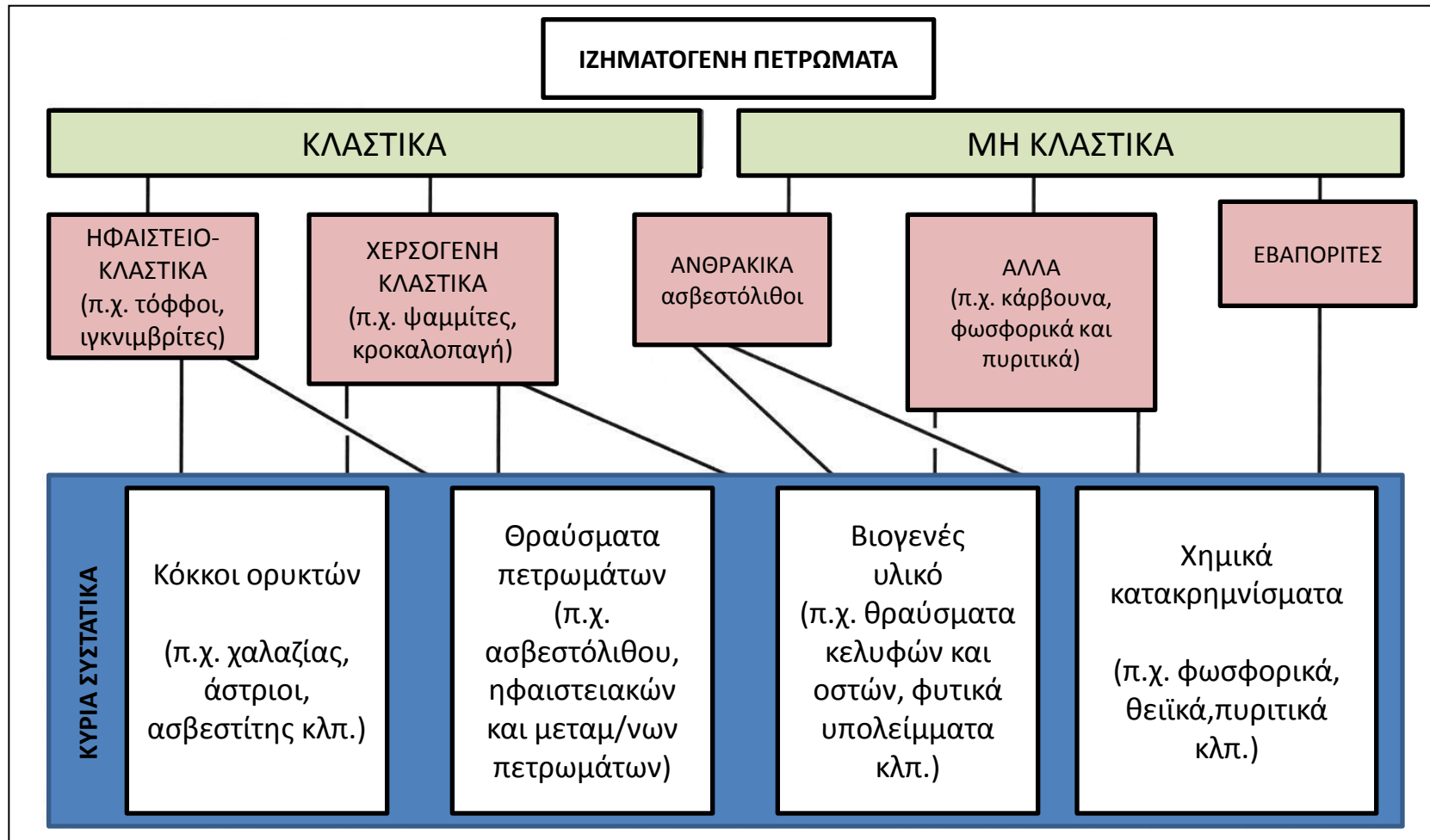
Ορθοχημικά ιζηματογενή πετρώματα

Τα ορθοχημικά συστατικά (ορθό: πρόθεμα από την ελληνική γλώσσα με την έννοια του κατάλληλου ή αληθινού) είναι “κανονικά” χημικά κατακρημνίσματα με τη συνήθη έννοια της λέξεως. Αυτά παράγονται μέσα στη λεκάνη απόθεσης και δείχνουν ελάχιστη ή καθόλου μεταφορά ή καθόλου συσσωματώσεις σε περισσότερο σύνθετες ενότητες.

Παραδείγματα: μικροκρυσταλλική ασβεστιτική ή δολομιτική ιλύς, εβαπορίτες, η ασβεστιτική ή χαλαζιακή κόλα στους ψαμμίτες, και ορυκτά από “αντικατάσταση” (replacement minerals).



Κύρια συστατικά ιζηματογενών πετρωμάτων



Εικ.1: Βασικές κατηγορίες ιζηματογενών πετρωμάτων και τα κύρια συστατικά τους



Ιστός κλαστικών ιζηματογενών πετρωμάτων

Για την περιγραφή του ιστού προσδιορίζονται οι ακόλουθες ιδιότητες των ιζημάτων - ιζηματογενών πετρωμάτων:

1. Το κοκκομετρικό μέγεθος (particle size),
2. Η σφαιρικότητα (sphericity),
3. Η στρογγυλότητα (roundness),
4. Το επιφανειακό ανάγλυφο (surface texture)
5. Ο προσανατολισμός (orientation)
6. Η συνεκτικότητα (packing)
7. Το πορώδες (porosity)



Κοκκομετρικό μέγεθος

Το κοκκομετρικό μέγεθος δίνει πληροφορίες για:

1. Την κατάταξη των ιζηματογενών πετρωμάτων (sand, clay, silt, gravel etc)
2. Την πηγή προέλευσης (proximal, distal)
3. Τα μέσα και τους τρόπους μεταφοράς (agents and means of transport)
4. Την μεταφορική ικανότητα



Το πρόβλημα της διαμέτρου 1

- Η κατ' όνομα διάμετρος είναι η διάμετρος μιας σφαίρας που έχει τον ίδιο όγκο που έχει και ο κόκκος. Η διάμετρος αυτή αποτελεί, έτσι, ένα έμμεσο τρόπο προσδιορισμού του μεγέθους, και είναι ανεξάρτητη από το σχήμα και την πυκνότητα του κόκκου
- Η “drag” διάμετρος είναι η διάμετρος μιας σφαίρας που έχει την ίδια αντίσταση σε κίνηση, όπως και το ακανόνιστο κομμάτι, σ' ένα ρευστό του ίδιου ιξώδους και στην ίδια ταχύτητα.



Το πρόβλημα της διαμέτρου 2

- Η διάμετρος από ελεύθερη πτώση είναι η διάμετρος μιας σφαίρας που έχει την ίδια πυκνότητα και την ίδια ταχύτητα “ελεύθερης πτώσης”, όπως το ακανόνιστο κομμάτι, σ’ ένα ρευστό της ίδιας πυκνότητας και του ίδιου ιξώδους.
- Η διάμετρος από επιφάνεια είναι η διάμετρος μιας σφαίρας που έχει την ίδια επιφάνεια (σε εμβαδόν), όπως το ακανόνιστο κομμάτι.



Το πρόβλημα της διαμέτρου 3

- Η ειδική από επιφάνεια διάμετρος είναι η διάμετρος μιας σφαίρας που έχει τον ίδιο λόγο, όπως το ακανόνιστο κομμάτι, του εμβαδού της επιφάνειας προς τον όγκο.

$$(d_{US} = \frac{d_U^3}{d_S^2})$$



Εισαγωγή της ϕ κλίμακας

Για να αποφευχθεί η δημιουργία ορίων κλάσεων και διαμέσων στη μορφή αρρήτων αριθμών και για την απλούστευση των στατιστικών υπολογισμών, ο Krumbain (1934) πρότεινε τη ϕ ($\phi = \log_2$) κλίμακα. Αυτή η κλίμακα βασίζεται πάνω στη παρατήρηση ότι τα όρια των κλάσεων της κλίμακας του Udden μπορεί να εκφραστούν σαν δύναμη του 2.

$$\phi = -\log_2(\text{διάμετρος σε mm})$$



Η κλίμακα των Udden-Wentworth & Νομόγραμμα μετατροπής φ σε mm

Εικ.2: Πίνακας κλίμακας Udden-Wentworth και μετατροπής μεγεθών φ σε mm, κ.α.

United States Geological Survey Open-File Report 2006-1195.

φ	P ₈₅ - mm COVERSION ($\phi = \log_2$ of in mm) $1 \mu\text{m} \approx 0.001\text{mm}$		SIZE TERMS (after Wentworth, 1922)	SIEVE SIZES		Intermediate diameters of natural grains equivalent to sieve size	Number of grains per mg		Settling Velocity (Quartz, 20°C)		Threshold Velocity for traction cm/sec		
	mm	Fractional mm and Decimal inches		ASTM No. (U.S. Standard)	Tyler Mesh No.		Quartz spheres	Natural sand	Spheres (Gibbs, 1971) cm/sec	Crushed	(Nevin, 1946)	(modified from Rastburn, 1939)	
-8	256	10.1"	BOULDER (> 80)										
-7	128	5.04"		COBBLES									
-6	64.0	2.52"	PEBBLES	2 1/2"	2"								
-5	53.9			very coarse	2 1/2"	2"							
-4	45.3			coarse	1 1/2"	1 1/2"							
-3	33.1	1.26"		medium	1 1/4"	1.05"							
-2	26.9			fine	3/4"	.742"							
-1	22.6	0.63"		very fine	5/8"	.525"							
0	17.0			Granules	1/2"	.371"							
1	13.4	0.32"		very coarse	3/8"	.265"							
2	11.3			coarse	5/16"	.250"							
3	9.52	0.16"		medium	4	4							
4	8.00		fine	5	5								
5	6.73	0.09"	very fine	6	6								
6	5.66		SAND	7	7								
7	4.76	0.09"		very coarse	8	8							
8	4.00			coarse	10	10	1.2	.72	.6	10	40	40	
9	3.36	1		medium	12	12	.86	2.0	1.5	7	30	30	
10	2.83	1/2		fine	14	14	.59	5.6	4.5	5	20	20	
11	2.38			very fine	16	16	.42	15	13	4	10	10	
12	2.00	1/8		coarse	20	20	.30	43	35	3	5	5	
13	1.63			medium	25	25	.215	120	91	2	2	2	
14	1.41	1/16		fine	30	30	.155	250	240	1	1	1	
15	1.19			very fine	35	35	.115	1000	580	0.5	0.5	0.5	
16	1.00	1/32	coarse	40	40	.080	2900	1700	0.329	0.329	0.329		
17	.840		medium	45	45								
18	.707	1/64	fine	50	50								
19	.595		very fine	60	60								
20	.500	1/32	coarse	70	70								
21	.420		medium	80	80								
22	.354	1/8	fine	100	100								
23	.297		very fine	120	120								
24	.250	1/16	coarse	140	140								
25	.210		medium	170	170								
26	.177	1/64	fine	200	200								
27	.149		very fine	230	230								
28	.125	1/32	coarse	250	250								
29	.105		medium	270	270								
30	.088	1/64	fine	325	325								
31	.074		very fine	400	400								
32	.062	1/16	coarse										
33	.053		medium										
34	.044	1/32	fine										
35	.037		very fine										
36	.031	1/64	coarse										
37	.02		medium										
38	.016	1/64	fine										
39	.01	1/128	very fine										
40	.008		clay/silt boundary for mineral analysis										
41	.006	1/256	clay										
42	.004												
43	.003	1/512											
44	.002												
45	.001	1/1024											



Πλεονεκτήματα χρήσης ϕ κλίμακας

- α) τα κύρια όρια των κλάσεων πάνω στην κλίμακα Udden-Wentworth γίνονται ακέραιοι αριθμοί αντί κλασμάτων,
- β) η κλίμακα του Udden-Wentworth αντιστράφηκε, έτσι ώστε τα μεγαλύτερα μεγέθη, τα οποία κατά συνθήκη σχεδιάζονται από τους γεωλόγους στα αριστερά (μια πρακτική που καθιερώθηκε από το Udden) γίνονται αρνητικά και τα μικρότερα μεγέθη αποκτούν θετικούς αριθμούς πάνω στη \emptyset κλίμακα,
- γ) η \emptyset κλίμακα επιτρέπει τη χρήση του αριθμητικού παρά του λογαριθμικού χάρτη γραφικών απεικονίσεων και απλουστεύει τις γραφικές και αριθμητικές παραμέτρους.



Κοκκομετρική ανάλυση

- Κοκκομετρική ανάλυση ενός υλικού ονομάζεται ο προσδιορισμός της αναλογίας με την οποία περιέχονται τα διάφορα μεγέθη κόκκων στο υλικό που μελετάται.
- Γίνεται με διαφορετικό τρόπο στα αδρομερή υλικά (άμμος-χάλικες) και στα λεπτόκοκκα υλικά (πηλός-άργιλος).



Μέθοδοι κοκκομετρικής ανάλυσης



Εικόνα 3: Κόσκινα που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση αδρόκοκκων υλικών.

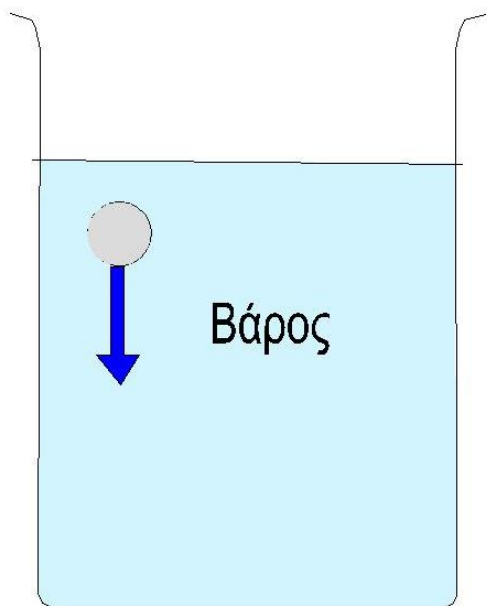


Εικόνα 4: Έμμεση μέτρηση μεγέθους κόκκων λεπτόκοκκων υλικών που στηρίζεται στην διαφορετική ταχύτητα καθίζησης των κόκκων μέσα στο νερό, με βάση το διαφορετικό τους μέγεθος.

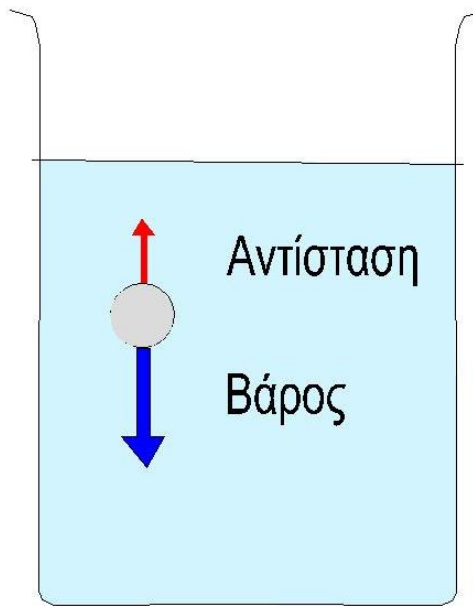


ΒΑΣΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΑΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΜΜΕΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΚΟΚΚΩΝ

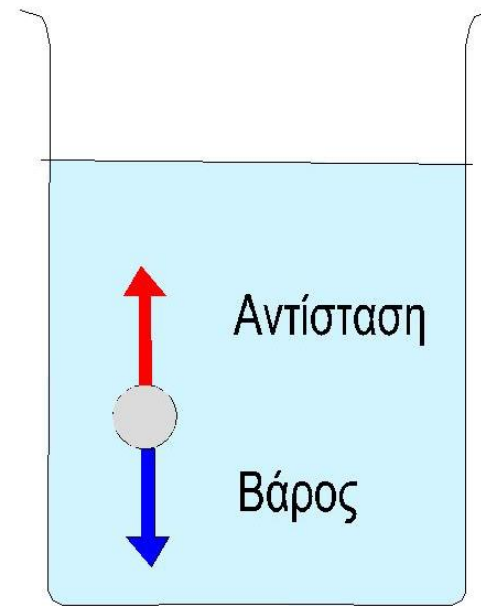
ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ



ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ



ΣΤΑΘΕΡΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ
ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ



Εικ.5: Οι μικροί κόκκοι που καθιζάνουν μέσα σε ένα υγρό αποκτούν μια σταθερή ταχύτητα καθίζησης μόλις η αντίσταση του υγρού που ασκείται πάνω στον κόκκο, γίνει ίση με την δύναμη καθίζησης (βάρος) που ενεργεί στον κόκκο αυτό.



Νόμος του Stokes

$$W = \frac{(\rho_s - \rho) g d^2}{18 \mu}$$

w: ταχύτητα καθίζησης

ρ_s : πυκνότητα ιζήματος

ρ : πυκνότητα νερού

g: επιτάχυνση

d: διάμετρος κόκκου

μ : δυναμικό ιξώδες νερού

$$T = \left(\frac{d_u^3}{d_s^2} \right) A d^2$$

T: Χρόνος

D: βάθος

A: Σταθερά (εξαρτώμενη από ιξώδες)

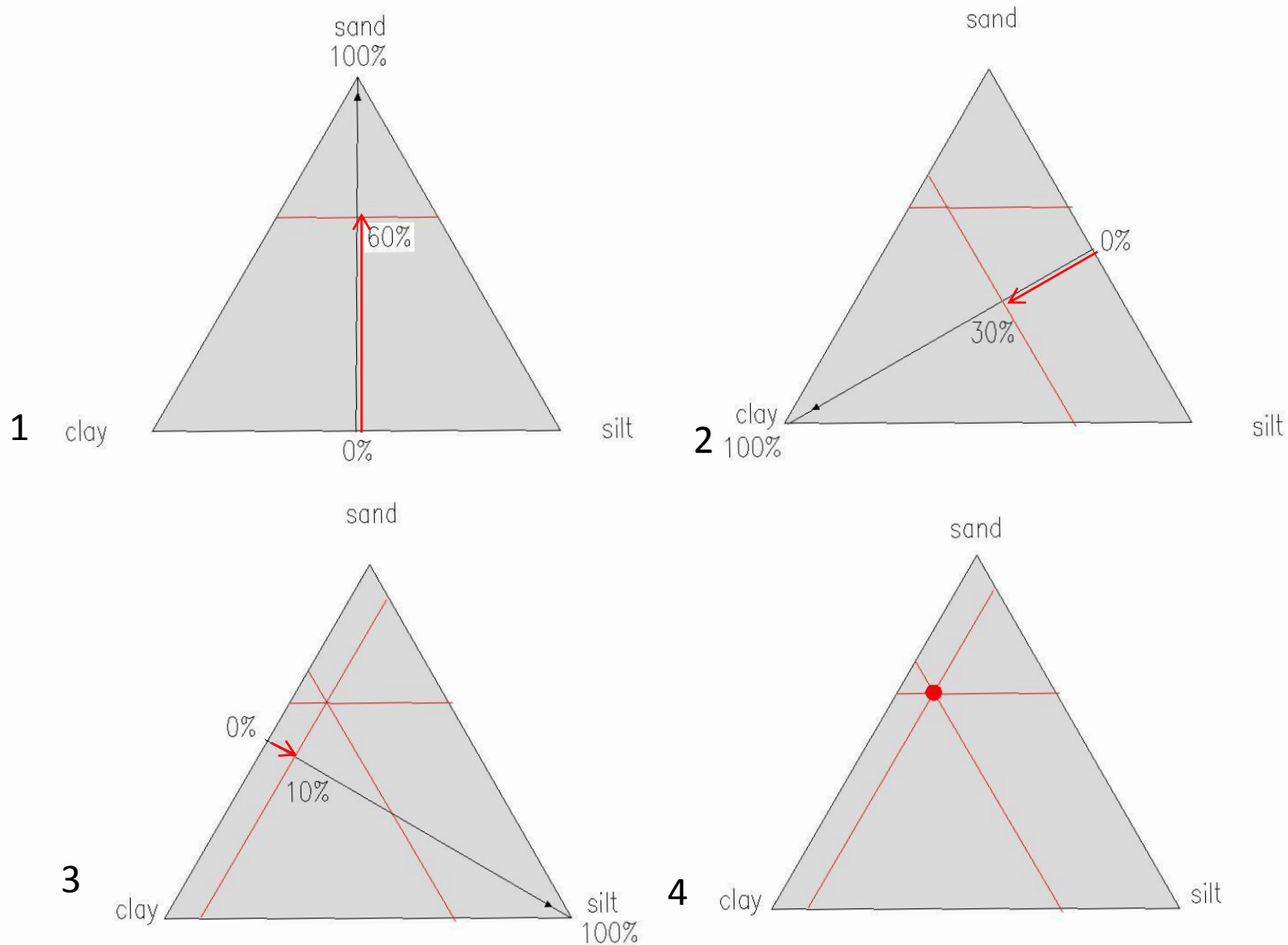
d: διάμετρος κόκκου

Παρατηρήσεις

- Ο νόμος του Stokes αφορά σε ιδανικές συνθήκες (π.χ. τέλει σφαιρικό σχήμα κόκκων, ομοιογένεια κλπ) οι οποίες όμως δεν υπάρχουν στην φύση. Παρόλα αυτά ο νόμος αυτός παραμένει κλασσικός για τα λεπτόκοκκα ιζήματα.
- Σύμφωνα με τα παραπάνω, όταν ένα ίζημα βυθίζεται σε ένα υγρό, οι πιο μεγάλοι κόκκοι θα περάσουν πρώτοι από ένα σημείο της στήλης. Αν υπολογιστεί ο ακριβής χρόνος που θα περάσουν από το σημείο αυτό οι διάφοροι κόκκοι κατά σειρά μεγέθους, τότε παίρνουμε μια ποσότητα από αυτούς μαζί με νερό και υπολογίζουμε την αναλογία τους στο δείγμα.
- Στην συνέχεια τα ποσοστά που υπολογίζονται προβάλλονται σε τριγωνικά διαγράμματα με σκοπό τον προσδιορισμό του ονόματος του ιζήματος.



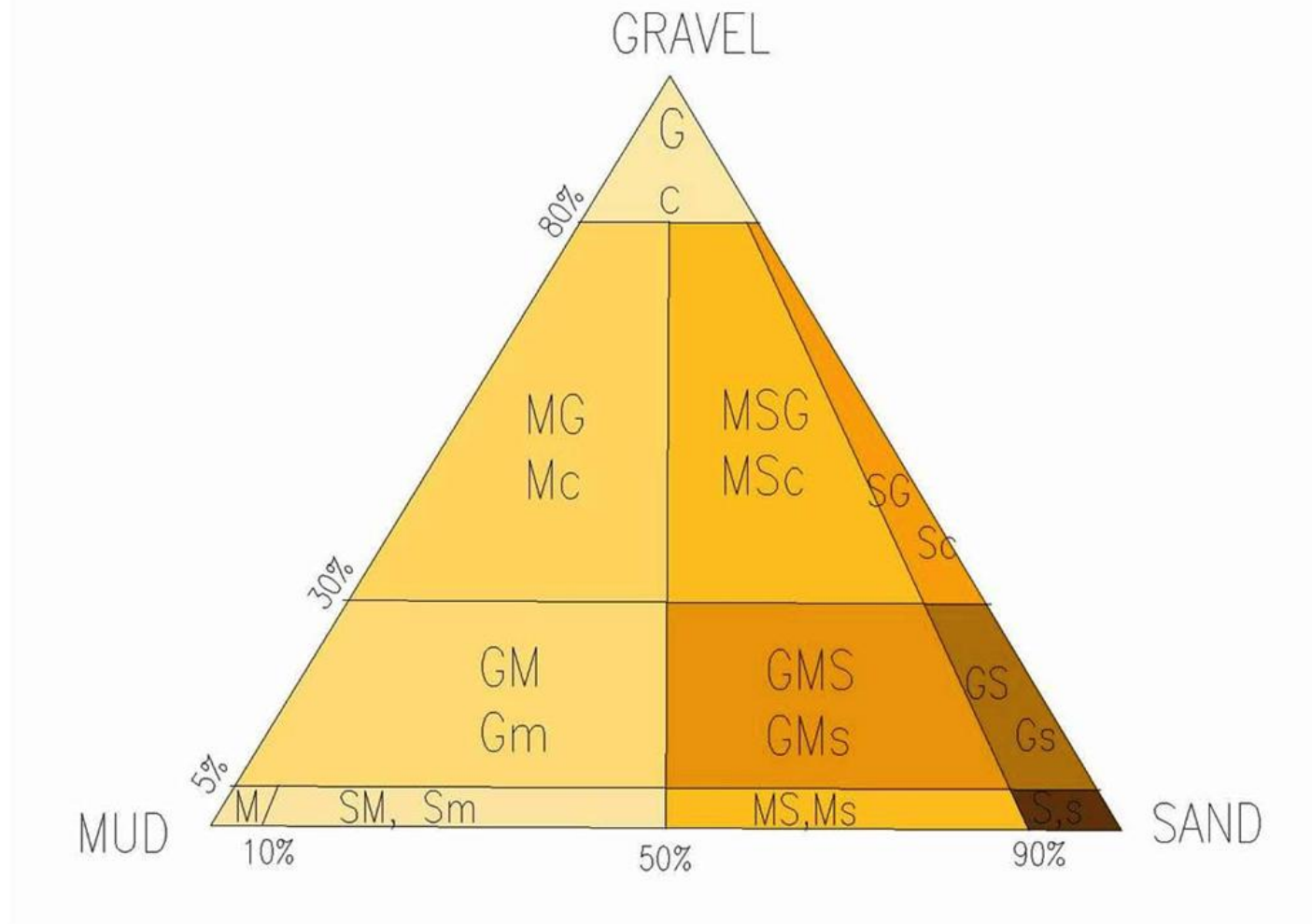
Τρόπος χρήσης τριγωνικού διαγράμματος



Εικ.6: Τρόπος προβολής ιζήματος σε τριγωνικό διάγραμμα (μέγεθος κόκκων 60% sand, 30% clay, 10% silt).



ΨΗΦΙΤΕΣ & ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΗ

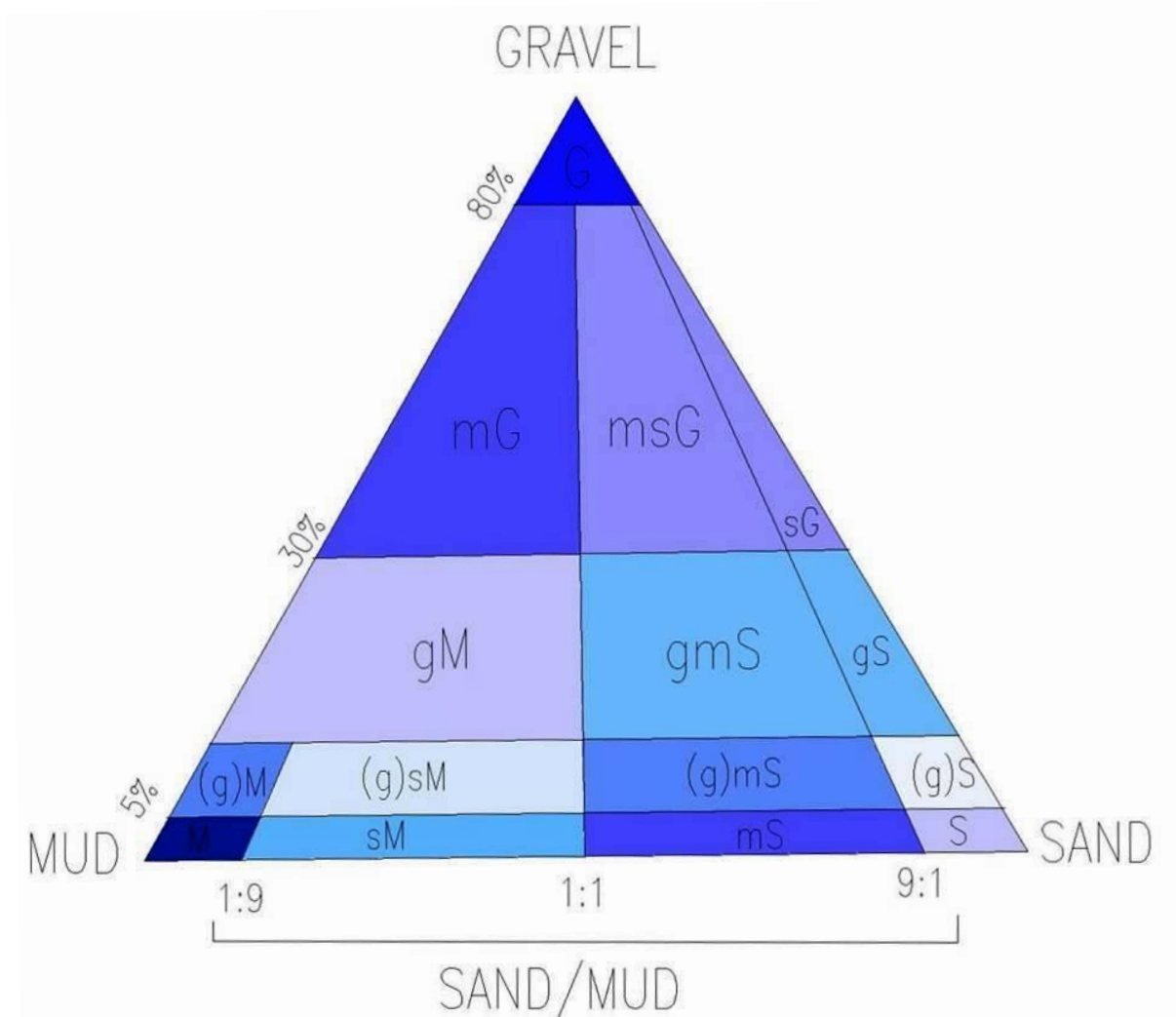


Εικ.7: Τριγωνικό διάγραμμα κατάταξης ψηφιδών και κροκαλοπαγών.

G=gravel/gravelly, c=conglomerate, M=muddy, m=mud, S=sand/sandy, s=sandstone,



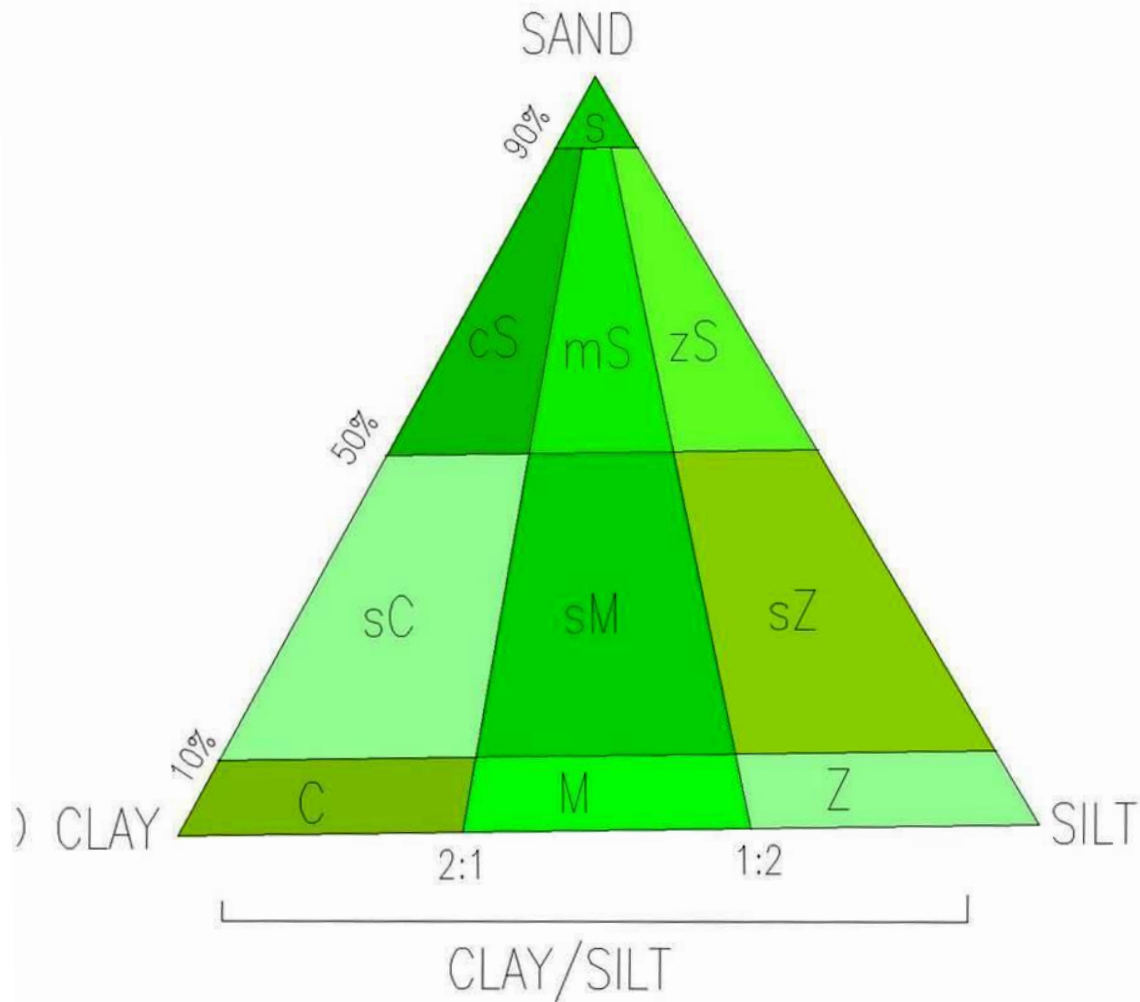
ΑΜΜΟΙ & ΨΑΜΜΙΤΕΣ



Εικ.8: Τριγωνικό διάγραμμα κατάταξης άμμων και ψαμμιτών. G=gravel / conglomerate, g=gravelly/conglomeratic, s=sandy, S=sand/sandstone, = muddy, M= mud/mudstone, ()=slightly



ΑΡΓΙΛΟΣ-ΠΗΛΟΣ-ΑΜΜΟΣ



Εικ.8: Τριγωνικό διάγραμμα κατάταξης άργιλου,πηλού,άμμου.

Z=silt (siltstone/siltshale),z=silty, M=mud (mudstone/mudshale),
m=muddy, C=clay (claystone/clayshale), c=clayey, S=sand, s=sandy,



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Αβραμίδης Παύλος. «Ιζηματολογία, Ενότητα 2: Κατάταξη ιζημάτων & ιζηματογενών πετρωμάτων». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://eclass.upatras.gr/courses/GEO337/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως Μη Εμπορική ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 2: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/Wentworth-Grain-Size-Chart.pdf>

Εικόνα 3: https://en.wikipedia.org/wiki/Sieve_analysis

Εικόνα 4: <https://www.flickr.com/photos/fortgirl/2421072879>

Οι εικόνες για τις οποίες δεν περιλαμβάνονται αναφορές είναι ιδιοκτησία του συγγραφέα.

