

Αδρανή

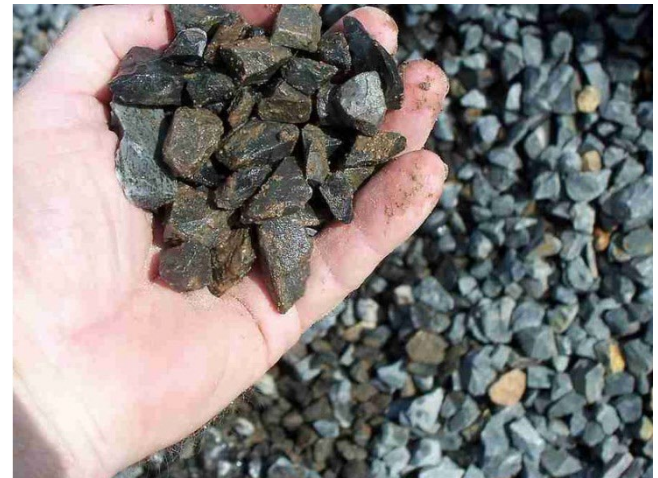
Αδρανή: Δομικά υλικά που περιλαμβάνουν άμμο, χαλίκια, ανακυκλωμένα υλικά (π.χ. Σκυρόδεμα), slag ...

Κύριες Χρήσεις

- Τα αδρανή χρησιμοποιούνται ως συστατικά σύνθετων υλικών όπως το σκυρόδεμα και η άσφαλτος



- Τα αδρανή χρησιμοποιούνται και ως βάση κάτω από θεμελιώσεις, οδοστρώματα, σιδηρογρόμους κ.α.



Φυσικής προέλευσης— χαλίκια από τον πυθμένα ποταμών, λατομεία βράχων.

Τεχνητής Προέλευσης—σκωρία από χαλυβουργεία.



Πηγή Φυσικών Αδρανών - Πετρώματα

Πυριγενή: σχηματίζεται από την ψύξη λιωμένου πετρώματος κάτω από τον φλοιό της γης (μάγμα)

Ιζηματογενή: από εναποτιθέμενο αδιάλυτο υλικό (π.χ. υπολείμματα υπαρχόντων πετρωμάτων που εναποτίθενται στον πυθμένα ενός ωκεανού ή μιας λίμνης). Αυτό το υλικό μετατρέπεται σε βράχο με θερμότητα και πίεση (στρωματοποιημένο στην εμφάνιση)

Μεταμορφωμένα: Πυριγενές ή ιζηματογενές πέτρωμα που έχει αλλάξει την αρχική του ορυκτή δομή αφού υποβληθεί σε ακραίες πιέσεις και θερμοκρασίες βαθιά μέσα στη γη

Τεχνητά αδρανή (παραδείγματα)

- *Ιπτάμενη τέφρα (PFA)*: λεπτή γκριζα σκόνη που παράγεται ως βιομηχανικό υποπροϊόν κατά την παραγωγή ενέργειας από σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα.
- *Αλεσμένη κοκκοποιημένη σκυρία υψικαμίνου (GGBS)*
- *Ανακυκλωμένα αδρανή (RA) & ανακυκλωμένο γυαλί*

Μέγεθος

Χονδρόκοκκα:

Αδραμή με μέγεθος κόκκου $> 4\text{mm}$

Λεπτόκοκκα (άμμος)

Αδρανή με μέγεθος κόκκου $< 4\text{mm}$

Χαρακτηριστικές ιδιότητες

- Πυκνότητα, Φαινόμενη πυκνότητα, ειδικό βάρος
- Απορροφητικότητα,
- Σχήμα,
- Διαβάθμιση
- Αντοχή...

Πυκνότητα

Η πυκνότητα είναι η μάζα ανά μονάδα όγκου ενός υλικού, εξαιρουμένου του όγκου τυχόν κενών ή πόρων μέσα στο υλικό.

Μονάδες: kg/m³

$$\text{Density} = \frac{\text{Mass}}{\text{Volume}}$$

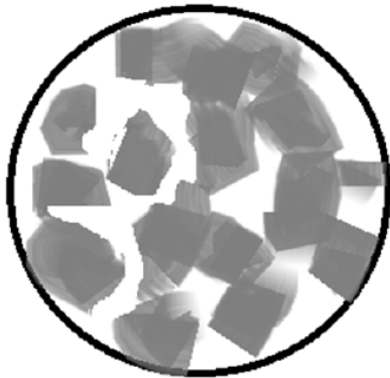
Φαινόμενη πυκνότητα

Η φαινόμενη πυκνότητα είναι η αναλογία μάζας προς όγκο ενός δομικού υλικού στην ακατέργαστη κατάστασή του, η οποία περιλαμβάνει κενά και πόρους. (εδάφη, αδρανή, σκόνες κ.λπ.)

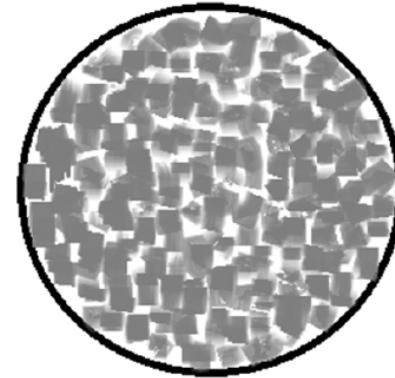
Μονάδες: kg/m³

$$\text{Bulk Density} = \frac{\text{Mass}}{\text{Volume with pores and voids}}$$

Φαινόμενη πυκνότητα



- Χαμηλότερη φαινόμενη πυκνότητα
- Χαμηλότερο βάρος
- Περισσότερος χώρος πόρων



- Υψηλότερη φαινόμενη πυκνότητα
- Μεγαλύτερο βάρος
- Λιγότερος χώρος πόρων

Δοκιμή φαινόμενης πυκνότητας

Διαδικασία

Ζυγίστε το κενό μέτρο (T η μάζα του μέτρου σε kg)

Γεμίστε το μέτρο με αδρανή (G η μάζα του αδρανούς συν το μέτρο σε kg)

(γεμίστε το ένα τρίτο ύψος και ταμπ με 25 πινελιές και επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για τη δεύτερη και την τρίτη στρώση)

Κυλινδρικό μεταλλικό μέτρο



In an oven-dry condition

$$\text{Bulk density (kg/m}^3\text{)} = \frac{G - T}{V}$$

mass of the aggregate in kg

Volume of the specimen/cylinder

Η φαινόμενη πυκνότητα των αδρανών που χρησιμοποιούνται συνήθως σε σκυρόδεμα κανονικού βάρους κυμαίνεται περίπου από

1200 έως 1750 kg/m³

Ειδικό Βάρος

Το ειδικό βάρος ή η σχετική πυκνότητα ενός υλικού είναι ο λόγος της πυκνότητας του υλικού προς την πυκνότητα ενός υλικού αναφοράς. Το υλικό αναφοράς είναι συνήθως νερό στους 4°C.

Χωρίς μονάδα

Πυκνότητα νερού: 1000 kg/m³

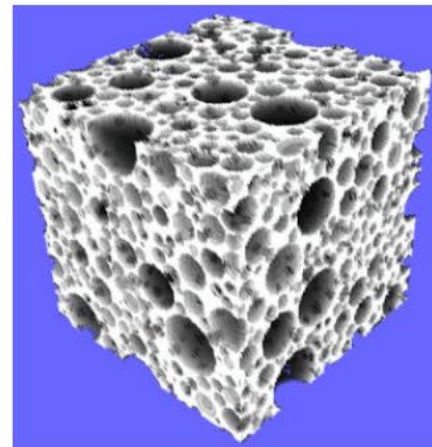
$$\text{Ειδικό βάρος}(SG) = \frac{\text{πυκνότητα αδρανών}}{\text{πυκνότητα νερού}}$$

Υλικό	Ειδικό Βάρος	Πυκνότητα (kg/m ³)	Φαινόμενη Πυκνότητα (kg/m ³)
Χάλυβας	~7.8	7850	Δεν εφαρμόζεται
Σκυρόδεμα	2.4–2.6	2400 (normal-weight)	2300–2500
Ξύλο	0.3–0.9	300–900	Παρόμοια με την πυκνότητα (εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε υγρασία)
Αλουμίνιο	~2.7	2700	Δεν εφαρμόζεται
Αδρανή	2.6–2.9	-	Άμμος: 1450–1650 Χαλίκι: 1400–1600

Πορώδες

Το πορώδες ή το κενό κλάσμα είναι ένα μέτρο των κενών χώρων σε ένα υλικό και είναι ένα κλάσμα του όγκου των κενών πάνω από τον συνολικό όγκο, μεταξύ 0 και 1, ή ως ποσοστό μεταξύ 0% και 100%.

$$\text{Πορώδες} = \frac{\text{Όγκος κενών}}{\text{Συνολικός όγκος}}$$



<https://www.prodyogi.com/2017/09/relationship-between-porosity-strength.html>

Απορρόφηση νερού

Η απορρόφηση σχετίζεται με την ικανότητα του σωματιδίου να προσλαμβάνει ένα υγρό

$$\text{Ικανότητα απορρόφησης (AC\%)} = \text{MC} = \frac{m_{\text{SSD}} - m_{\text{od}}}{m_{\text{od}}} \times 100$$

↑
Περιεκτικότητα σε υγρασία (%)
σε SSD

όπου:

m_{od} Βάρος αποξηραμένων αδρανών σε φούρνο

m_{SSD} Βάρος πλήρως εμποτισμένων αδρανών

Σχήμα

Rounded gravel



Crushed stone



Τα θρυμματισμένα αδρανή έχουν ακανόνιστο σχήμα με γωνίες – Βελτιωμένη αντοχή

Διαφορετικές απαιτήσεις για

➤ Σκυρόδεμα

➤ Άσφαλτο

Αντοχή, Απορροφητικότητα, σχήμα, μέγεθος,
κ.α.

Διαβάθμιση



<http://www.arimstone.com/>

Διαβάθμιση Αδρανών:

Τα αδρανή τα βρίσκουμε σε ποικιλία μεγέθους και σχήματος.

Η κατανομή των κόκκων των αδρανών με βάση το μέγεθός τους, ονομάζεται διαβάθμιση. Η διαδικασία αυτή προσδιορίζει την αναλογία των διαφόρων μεγεθών κόκκων στο υλικό.

CEMEX mortars - <http://www.cemex.co.uk/re/pdf/li-aggregates.pdf>

Βασικός εξοπλισμός

➤ Κόσκινα

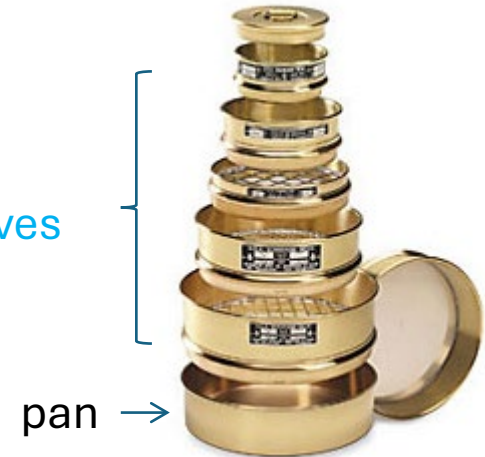
➤ Ζυγαριά

➤ βρύση

➤ Κλίβανος $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$



sieves

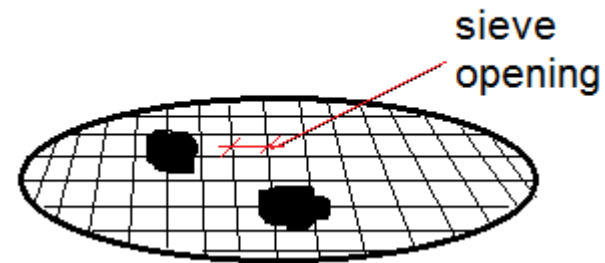


<http://www.humboldt-mfg.com/sieves.php>

International Test Sieve Series ISO 3310:2000	American Standard Sieve Series ASTM E11:01
--	--

Wire Mesh Series	Wire Mesh Series	
ISO 3310-1:2000 BS410-1:2000	Designation	
Nominal Aperture Sizes	Standard	Alternative
mm	mm	
125.00	125.00	5.00 in
112.00	106.00	4.24 in
106.00	100.00	4 in
100.00	90.00	3½ in
90.00	80.00	3 in
80.00	75.00	3 in
75.00	63.00	2½ in
71.00	53.00	2.12 in
63.00	50.00	2 in
56.00	45.00	1¾ in
53.00	37.50	1½ in
50.00	31.50	1¼ in
45.00	26.50	1.06 in
40.00	25.00	1 in
37.50	22.40	7/8 in
35.50	19.00	¾ in
31.50	16.00	5/8 in
28.00	13.20	0.530 in
26.50	12.50	½ in
25.00	11.20	7/16 in
22.40	9.50	3/8 in
20.00	8.00	5/16 in
19.00	6.70	0.265 in
18.00	6.30	¼ in
16.00	5.60	No.3½
14.00	4.75	No.4
13.20	4.00	No.5
12.50	3.35	No.6
11.20	2.80	No.7
10.00	2.36	No.8
9.50	2.00	No.10
9.00	1.70	No.12
8.00	1.40	No.14
7.10	1.18	No.16
6.70	1.00	No.18

Μεγεθος κοσκίνων



Fine sieves
(No. 4, No. 5...)



Προετοιμασία

➤ Η δόση δοκιμής εξαρτάται από το μέγιστο μέγεθος αδρανών

Μέγεθος αδρανών (Μέγιστο) σε mm	Μάζα αδρανών σε kg
90	80
32	10
16	2.6
8	0.6
≤4	0.2

➤ Πλύσιμο

➤ Ξηραίνεται στους $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$

Κοσκίνισμα

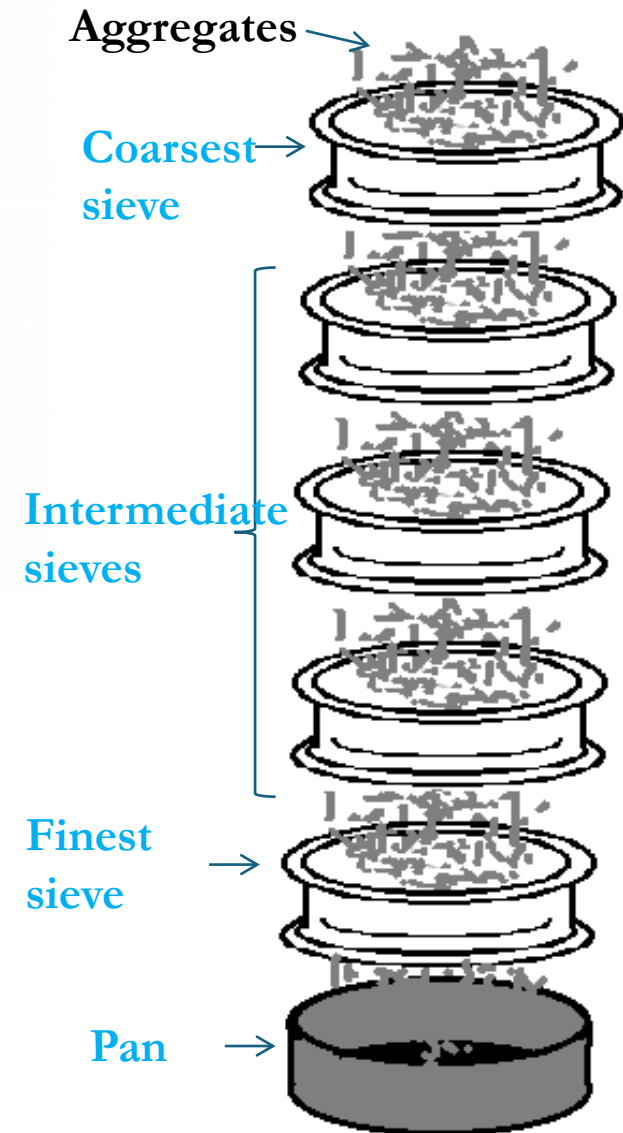
- Εισάγονται τα αδρανή (ξηρό δείγμα)
- στη στήλη κοσκινίσματος

- Ανακίνηση της στήλης, χειροκίνητα
- ή μηχανικά

Αφαιρέστε τα κόσκινα ένα προς ένα,
ξεκινώντας με το μεγαλύτερο άνοιγμα και
ζυγίστε το υλικό που έχει συγκρατηθεί σε
κάθε ένα από τα κόσκινα



<http://www.jetmaterials.com/>



The sieving process shall be considered as finished when additional sieving does not lead to a change of mass of the retained material on any sieve by more than 1,0 % by mass.

Ζύγιση

➤ Ζυγίζεται το υλικό που συγκρατείται από το κόσκινο με το μεγαλύτερο μέγεθος ανοίγματος - μάζα R_1



<http://www.kerriganquarries.com/>

➤ Εκτελέστε την ίδια εργασία για το αμέσως επόμενο κόσκινο – μάζα R_2

➤ Συνεχίστε ίδια διαδικασία για όλα τα κόσκινα για να λάβετε τις μάζες $R_3, R_4, R_i \dots P_n$

➤ Ζυγίστε το υλικό που παραμένει στη λειάνη - μάζα P



Υπολογισμοί

Total mass: M				
Sieve size	Sieve size (mm)	Mass retained in sieve (g)	Passing	
			Mass (g)	Percentage (%)
3"	76.2	R_1	$M - R_1$	$100 * (M - R_1) / M$
2 1/2"	63.5	R_2	$M - R_1 - R_2$	$100 * (M - R_1 - R_2) / M$
2"	50.8	R_3	$M - R_1 - R_2 - R_3$	$100 * (M - R_1 - R_2 - R_3) / M$
1 1/2"	38.1	R_4	$M - R_1 - R_2 - R_3 - R_4$	$100 * (M - R_1 - R_2 - R_3 - R_4) / M$
1 1/4"	31.75			
1"	25.4	.		
3/4"	19.05	.		
5/8"	15.87	.		
1/2"	12.7	.		
3/8"	9.52	.		
1/4"	6.35	.		
No 4	4.75	.		
No 8	2.36	.		
No 10	2	.		
No 16	1.18	.		
No 30	0.6	.		
No 40	0.425	.		
No 50	0.3	.		
No 80	0.18	.		
No 100	0.149	.		
No 200	0.074	.		
Pan	Pan	P		

Γραφική παρουσίαση – λογαριθμική κλίμακα (Δεν

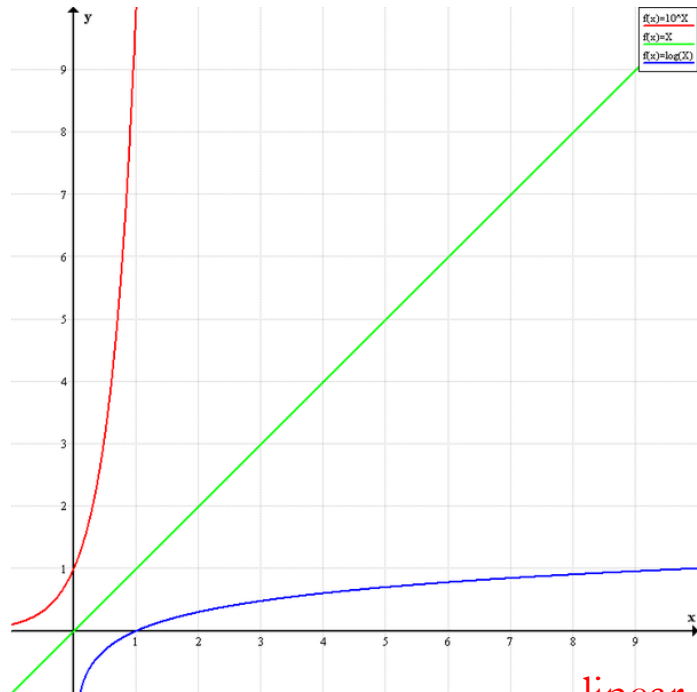
χρειάζεται να το θυμάστε για τις εξετάσεις)

Μια λογαριθμική κλίμακα είναι μια κλίμακα μέτρησης που χρησιμοποιεί τον λογάριθμο ενός φυσικού μεγέθους αντί για την ίδια την ποσότητα.

Σε μια λογαριθμική κλίμακα, κάθε σημάδι επιλογής στην κλίμακα είναι το προηγούμενο σημάδι πολλαπλασιασμένο με κάποιο αριθμό.

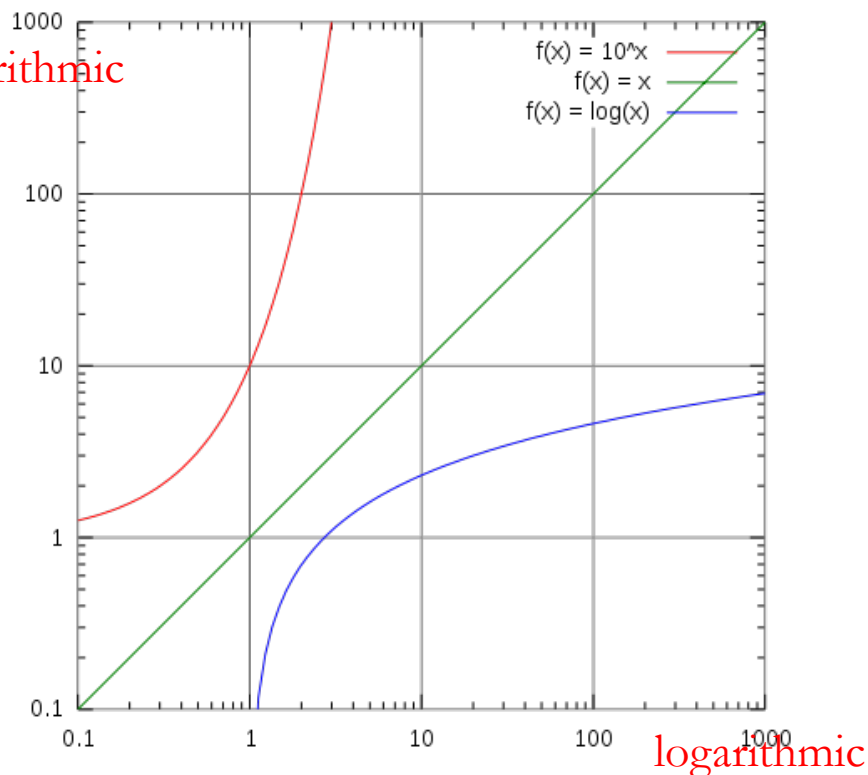
Χρήσιμο όταν τα δεδομένα καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος τιμών

linear



linear

logarithmic

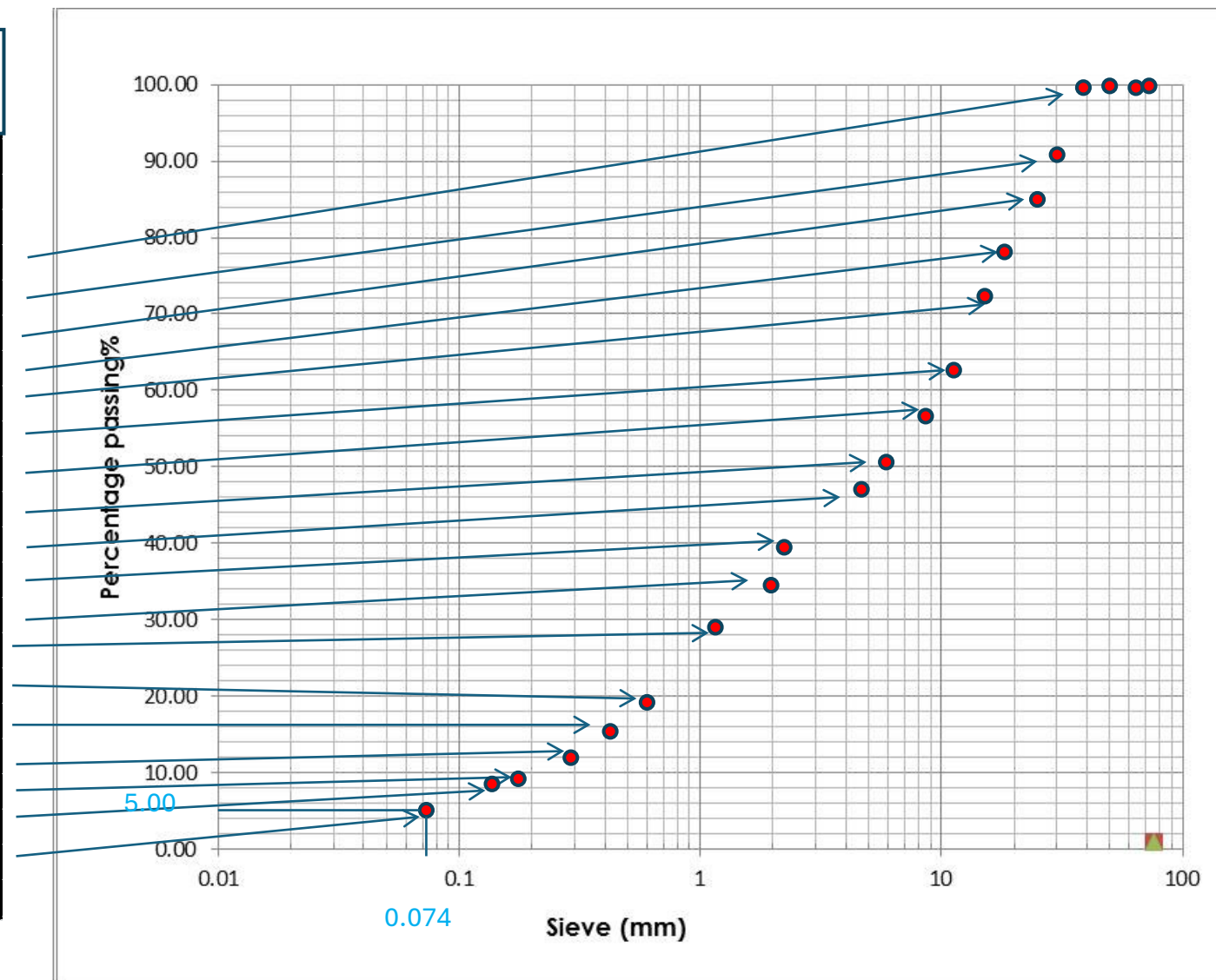


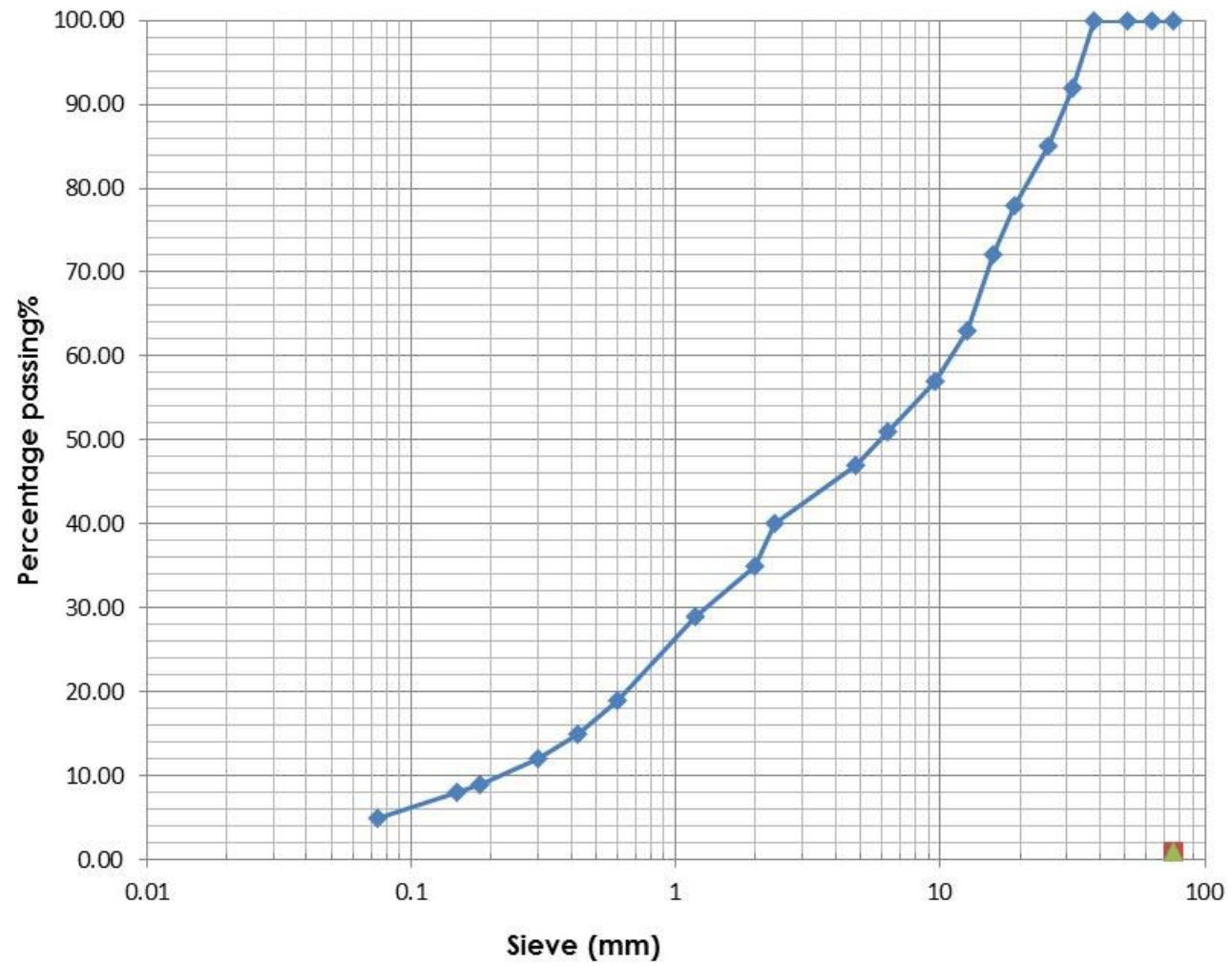
logarithmic

Παράδειγμα 1 – Συνολική μάζα 2700 g

Sieve size	Sieve size (mm)	Mass retained in sieve (g)	Passing	
			Mass (g)	Percentage (%)
3"	76.2	0	2700	100.00
2 1/2 "	63.5	0	2700	100.00
2 "	50.8	0	2700	100.00
1 1/2"	38.1	0	2700	100.00
1 1/4"	31.75	216	2484	92.00
1"	25.4	189	2295	85.00
3/4"	19.05	189	2106	78.00
5/8"	15.87	162	1944	72.00
1/2"	12.7	243	1701	63.00
3/8"	9.52	162	1539	57.00
1/4"	6.35	162	1377	51.00
No 4	4.75	108	1269	47.00
No 8	2.36	189	1080	40.00
No 10	2	135	945	35.00
No 16	1.18	162	783	29.00
No 30	0.6	270	513	19.00
No 40	0.425	108	405	15.00
No 50	0.3	81	324	12.00
No 80	0.18	81	243	9.00
No 100	0.149	27	216	8.00
No 200	0.074	81	135	5.00
Pan	Pan	135	0	0
Total mass:		2700		

Sieve size (mm)	Percentage passing (%)
76.2	100.00
63.5	100.00
50.8	100.00
38.1	100.00
31.75	92.00
25.4	85.00
19.05	78.00
15.87	72.00
12.7	63.00
9.52	57.00
6.35	51.00
4.75	47.00
2.36	40.00
2	35.00
1.18	29.00
0.6	19.00
0.425	15.00
0.3	12.00
0.18	9.00
0.149	8.00
0.074	5.00
Pan	0





Παράδειγμα 2 – Συνολική μάζα 3600 g

Sieve size	Sieve size (mm)	Mass retained in sieve (g)	Passing	
			Mass (g)	Percentage (%)
3"	76.2	72	3528	98.00
2 1/2 "	63.5	144	3384	94.00
2 "	50.8	180	3204	89.00
1 1/2"	38.1	180	3024	84.00
1 1/4"	31.75	216	2808	78.00
1"	25.4	144	2664	74.00
3/4"	19.05	144	2520	70.00
5/8"	15.87	216	2304	64.00
1/2"	12.7	216	2088	58.00
3/8"	9.52	216	1872	52.00
1/4"	6.35	252	1620	45.00
No 4	4.75	252	1368	38.00
No 8	2.36	216	1152	32.00
No 10	2	72	1080	30.00
No 16	1.18	180	900	25.00
No 30	0.6	216	684	19.00
No 40	0.425	144	540	15.00
No 50	0.3	108	432	12.00
No 80	0.18	108	324	9.00
No 100	0.149	36	288	8.00
No 200	0.074	108	180	5.00
Pan	Pan	180	0	0
Total mass:		3600		

Sieve size (mm)	Percentage passing (%)
76.2	98.00
63.5	94.00
50.8	89.00
38.1	84.00
31.75	78.00
25.4	74.00
19.05	70.00
15.87	64.00
12.7	58.00
9.52	52.00
6.35	45.00
4.75	38.00
2.36	32.00
2	30.00
1.18	25.00
0.6	19.00
0.425	15.00
0.3	12.00
0.18	9.00
0.149	8.00
0.074	5.00
Pan	0

