



Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Συγκοινωνιακών Έργων και Μεταφορών

Εργαστηριακά Θέματα Οδοποιίας - Οδοστρωμάτων

Αδρανή Υλικά [β]



Ελεγχoi στα αδρανή υλικά

Περιγραφικοί έλεγχοι:

- Αφορούν την οπτική εξέταση των αδρανών, ώστε να καταστεί δυνατός ο χαρακτηρισμός της επιφανειακής υφής των κόκκων και ο προσδιορισμός του σχήματός τους.

Ελεγχoi καθαρότητας:

- Διαπίστωση ύπαρξης παιπάλης η οποία αποτελεί αιτία αποφλοίωσης της ασφάλτου από τα αδρανή ή διόγκωσης των ασφαλικών στρώσεων.
 - α) Δείκτης πλαστικότητας β) Ισοδύναμο άμμου
 - γ) Δοκιμή μπλε μεθυλενίου δ) Καθορισμός παιπάλης

Ελεγχoi πυκνότητας:

- Προσδιορισμός ειδικού βάρους χονδρόκοκκων και λεπτόκοκκων υλικών.
- Προσδιορισμός του ειδικού βάρους της παιπάλης και του ειδικού βάρους μίγματος αδρανών.





Περιγραφικοί έλεγχοι

Οπτική εξέταση για το χαρακτηρισμό του σχήματος και της επιφανειακής υφής των κόκκων.

Η περιγραφική ταξινόμηση των αδρανών δίνει πληροφορίες για την εσωτερική τριβή μεταξύ τους στο μίγμα.

- ❖ Το σχήμα του κόκκου επηρεάζει τα κενά του ασφαλτομίγματος.
- ❖ Η επιφανειακή υφή επηρεάζει άμεσα την περιεκτικότητα του μίγματος σε άσφαλτο.
- ❖ Μαζί επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες των αδρανών.

Από τα γωνιώδη και τραχείας επιφάνειας αδρανή παράγονται ασφαλτομίγματα με μεγαλύτερη ευστάθεια και μέτρο δυσκαμψίας από ότι τα σφαιρικά και λείας επιφάνειας αδρανή.





Περιγραφικοί έλεγχοι

	Ταξινόμηση	Περιγραφή	Παράδειγμα
	Σφαιρικό	Στρογγυλεμένα αδρανή λόγω φθοράς από νερό ή άνεμο	Χαλίκι ποταμού, άμμος θαλάσσης, άμμος ερήμου
	Ακανόνιστο	Φυσικό ακανόνιστο σχήμα	Άλλα χαλίκια, πυρόλιθος
Σ	Πλακοειδές	Υλικό του οποίου το πάχος είναι πολύ μικρότερο των άλλων δύο διαστάσεων	Πλακώδη πετρώματα
Χ			
Η	Γωνιώδες	Υλικό που έχει καθορισμένες γωνίες	Όλα τα υλικά που προέρχονται από θραύση
Μ			
Α	Επιμηκυμένο	Υλικό συνήθως γωνιώδες του οποίου το μήκος είναι αισθητά μεγαλύτερο των άλλων δύο διαστάσεων	-
	Πλακοειδές και επιμηκυμένο	Υλικό του οποίου το μήκος είναι μεγαλύτερο από το πλάτος και το πλάτος μεγαλύτερο από το πάχος	-

Περιγραφική εκτίμηση σχήματος αδρανών



Περιγραφικοί έλεγχοι

	Ταξινόμηση	Περιγραφή	Παράδειγμα
Υ Φ Η	Υαλώδης	Επιφάνεια από κογχυλώδη θραύση	Ηφαιστειογενής μαυρόπετρα, υαλώδης σκωρία
	Λεία	Επιφάνεια λειασμένη από νερό ή υλικά από θραύση πετρώματος με πάρα πολύ λεπτούς κόκκους	Χαλίκια, μάρμαρο, σχιστόλιθος, χαλαζίας
	Κοκκώδης	Επιφάνεια που έχει σχεδόν ομοιόμορφους σφαιρικούς κόκκους	Ψαμμόλιθος
	Τραχεία	Επιφάνεια από θραύση πετρώματος με κόκκους μεσαίου μεγέθους	Βασάλτης, φελσίτης, πορφυρίτης, ασβεστόλιθος
	Κρυσταλλική	Επιφάνεια που περιέχει εμφανείς κρυστάλλους	Γρανίτης, γνεύσιος, γάβρος
	Πορώδης ή κυψελοειδής	Με εμφανείς πόρους και κοιλώματα	Αφρώδης σκωρία, ελαφρόπετρα, clinker

Περιγραφική εκτίμηση υφής αδρανών



Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Οι μη καταστρεπτικοί έλεγχοι περιλαμβάνουν:

- ❖ Κοκκομετρική ανάλυση.
- ❖ Ελέγχους μορφής στους κόκκους, όπως
 - Προσδιορισμός του δείκτη πλακοειδούς
 - Προσδιορισμός του δείκτη επιμήκυνσης που γίνονται σε θραυστά αδρανή.
- ❖ Ελέγχους του ποσοστού ύδατος που μπορεί να απορροφηθεί από τα αδρανή.





Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Κοκκομετρική ανάλυση 1/4

Καθορισμός κατανομής των διαστάσεων των κόκκων των αδρανών.

Κοσκίνισμα και διαχωρισμός των αδρανών ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων – Καθορισμός κοκκομετρικής καμπύλης.

Για κάθε κοσκίνισμα χρησιμοποιείται ένας αντιπροσωπευτικός αριθμός κοσκίνων.

Κάθε κόσκινο χαρακτηρίζεται από έναν αριθμό που αντιστοιχεί στο μέγεθος των οπών του πλέγματος.

Τα κόσκινα που χρησιμοποιούνται σε κοκκομετρικές αναλύσεις έχουν οπές τετραγωνικού σχήματος και χαρακτηρίζονται από τα μήκη των ακμών των τετραγωνικών οπών.



Κόσκινα διαφορετικών διατομών



Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Αμερικανικές Προδιαγραφές		Βρετανικές Προδιαγραφές	
Τυπική σειρά κοσκίνων		Πλήρης σειρά κοσκίνων	
75 mm	(3 in)	75 mm	805 μm
50 mm	(2 in)	63 mm	600 μm
37.5 mm	(1 1/2 in)	50 mm	425 μm
25.0 mm	(1 in)	37.5 mm	300 μm
19.0 mm	(3/4 in)	28.0 mm	212 μm
12.5 mm	(1/2 in)	20.0 mm	150 μm
9.5 mm	(3/8 in)	14.0 mm	75 μm
4.75 mm	(No 4)	10.0 mm	
2.36 mm	(No 8)	6.3 mm	
1.18 mm	(No 16)	5.0 mm	
600 μm	(No 30)	3.35 mm	
300 μm	(No 50)	2.36 mm	
150 μm	(No 100)	1.70 mm	
75 μm	(No 200)	1.18 mm	

Σειρές κοσκίνων που συνιστώνται από τις Αμερικανικές και Βρετανικές προδιαγραφές



Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

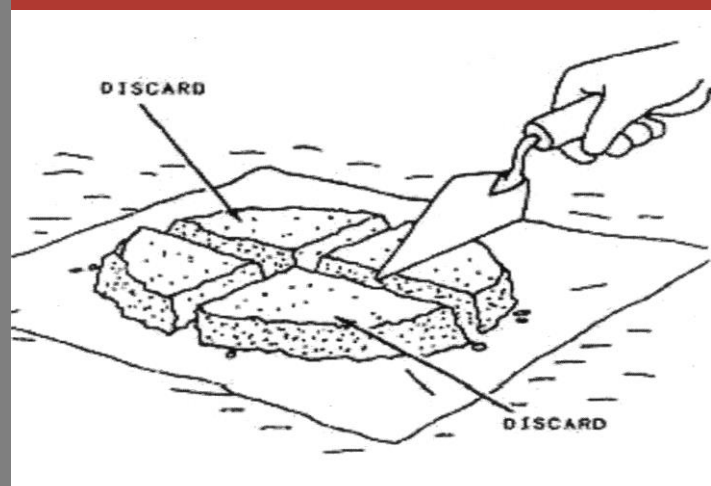
Κοκκομετρική ανάλυση 2/4

Λήψη αντιπροσωπευτικής ποσότητας υλικού, η οποία είναι συνάρτηση της μέγιστης ονομαστικής διάστασης των αδρανών.

Όσο πιο χονδρόκοκκα είναι τα αδρανά τόσο μεγαλύτερη είναι η απαιτούμενη ποσότητα δειγματοληψίας.

Με τετραμερισμό ή ειδικό δοχείο διαμερισμού προκύπτει η επαρκής ποσότητα για κοσκίνισμα.

Η μέγιστη ποσότητα που μπορεί να κοσκινιστεί καθορίζεται από τη μέγιστη ποσότητα που μπορεί να παραλάβει κάθε κόσκινο μετά το κοσκίνισμα για να μη στομώσει και έτσι το κοσκίνισμα να είναι αποτελεσματικό.





Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Ονομαστική (μέγιστη) διάσταση αδρανούς (mm)	Ελάχιστη ποσότητα ^(α) δειγματοληψίας αδρανών (kg)	Ελάχιστη ποσότητα για κοκκομετρική ανάλυση (kg)
Λεπτόκοκκα		
2.36	10	(β)
4.75	10	(β)
Χονδρόκοκκα		
9.5	10	1
12.5	15	2
19.0	25	5
25.0	50	10
37.5	75	15
50.0	100	20
63.0	125	35
75.0	150	60
90.0	175	100

(α) Όταν πρόκειται για μίγμα χονδρόκοκκων και λεπτόκοκκων αδρανών (δηλ. για βάσεις και υποβάσεις) οι ελάχιστες ποσότητες δειγματοληψίας είναι αυτές για χονδρόκοκκα αδρανή προσαυξημένες κατά 10kg.

(β) Ελάχιστη ποσότητα 100gr, όταν το διερχόμενο % από το κόσκινο 2.36mm είναι >95%
Ελάχιστη ποσότητα 500gr, όταν το διερχόμενο % από το κόσκινο 4.75mm είναι τουλάχιστον 85% και το συγκρατούμενο στο κόσκινο 2.36mm είναι >5%

Ελάχιστες ποσότητες δειγματοληψίας και για κοσκίνισμα αδρανών κατά AASHTO



Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Κόσκινα διαμέτρου 300 mm (μεγάλα)	Μέγιστη επιτρεπτή συγκρατούμενη ποσότητα	Κόσκινα διαμέτρου 200 mm (μικρά)	Μέγιστη επιτρεπτή συγκρατούμενη ποσότητα
mm	kg	mm	gr
50.0	4.5	2.36	200
37.5	3.5	1.7	100
28.0	2.5	1.18	100
20.0	2.0	μm	
14.0	1.5	850	75
10.0	1.0	600	75
6.3	0.75	425	75
5.00	0.5	300	50
3.35	0.3	212	50
		150	40
		75	25

**Μέγιστες επιτρεπτές συγκρατούμενες ποσότητες αδρανών υλικών
ανά κόσκινο μετά το κοσκίνισμα**

Κοκκομετρική ανάλυση 3/4

Όταν η συγκρατούμενη ποσότητα στα κόσκινα είναι μεγαλύτερη από τις μέγιστες επιτρεπτές ποσότητες, μοιράζεται σε μικρότερες και εκτελείται για κάθε μια από αυτές περαιτέρω ανεξάρτητο κοσκίνισμα.

Για τον καθορισμό της τελικής ποσότητας που συγκρατήθηκε στο κόσκινο προστίθενται οι ποσότητες από το κάθε κοσκίνισμα.

Κατά τις Αμερικανικές προδιαγραφές το αποτελεσματικό κοσκίνισμα διασφαλίζεται με παράταση του χρόνου κοσκινίσματος κατά 1 min. Η ποσότητα που διέρχεται από το κόσκινο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,5% του συνολικού βάρους του δείγματος.



Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Κοκκομετρική ανάλυση 4/4

❖ Ονομαστική μέγιστη διάσταση αδρανών:

➤ Αμερικανικές προδιαγραφές:

Το μικρότερο άνοιγμα οπών κόσκινου από τις οποίες διέρχεται όλη η ποσότητα των αδρανών.

Αν η ποσότητα αδρανών διέρχεται από τα κόσκινα 37,5mm & 25mm έχει ονομαστική μέγιστη διάσταση 25mm.

➤ Βρετανικές προδιαγραφές:

Δεν είναι αναγκαίο όλη η ποσότητα αδρανούς να διέρχεται από συγκεκριμένο κόσκινο. Μια μικρή ποσότητα 5% επιτρέπεται να συγκρατείται.

Αν το 97% διέρχεται από κόσκινο 20mm τότε η ονομαστική διάσταση του αδρανούς είναι 20mm.



Κόσκινα που χρησιμοποιούνται στην κοκκομετρία



Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Διαδικασία κοσκίνισματος – Καθορισμός κοκκομετρικής καμπύλης

Το κοσκίνισμα γίνεται επί ξηρών αδρανών χρησιμοποιώντας την κατάλληλα σειρά κοσκίνων και ειδική δονητική συσκευή.

Στην περίπτωση που απαιτείται να καθοριστεί επακριβώς η ποσότητα της παιπάλης το αδρανές υλικό ξεπλένεται, ξηραίνεται και κατόπιν κοσκινίζεται.

Μετά από επαρκή χρόνο κοσκίνισματος οι ποσότητες που συγκρατούνται σε κάθε κόσκινο ζυγίζονται και εκφράζονται ως συγκρατούμενο ποσοστό επί του συνολικού βάρους των αδρανών που κοσκινίστηκαν.

Η ποσότητα που συγκρατείται στο κάθε κόσκινο εκφράζεται ως διερχόμενο αθροιστικό ποσοστό από το κάθε κόσκινο.



Κόσκινα στην ειδική δονητική συσκευή



Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Διαδικασία κοσκίνισματος – Καθορισμός κοκκομετρικής καμπύλης

Το διερχόμενο αθροιστικό ποσοστό από κάθε κόσκινο (ΔΑΠ) μπορεί να υπολογιστεί από τις σχέσεις:

$$(\Delta\text{ΑΠ})_1 = 100 - (\Sigma\text{Π})_1$$

$$(\Delta\text{ΑΠ})_1 = 100 - (\Sigma\text{Π})_1 - (\Sigma\text{Π})_2$$

$$(\Delta\text{ΑΠ})_1 = 100 - (\Sigma\text{Π})_1 - (\Sigma\text{Π})_2 - (\Sigma\text{Π})_3$$

$$(\Delta\text{ΑΠ})_1 = 100 - (\Sigma\text{Π})_1 - (\Sigma\text{Π})_2 - (\Sigma\text{Π})_3 - (\Sigma\text{Π})_4$$

όπου ΣΠ1, ΣΠ2, ΣΠ3, ΣΠ4 συγκρατούμενα ποσοστά σε κόσκινα.

Οι τιμές από τα διερχόμενα αθροιστικά ποσοστά συμβάλουν ώστε να σχεδιαστεί η κοκκομετρική καμπύλη των αδρανών.



Στήλη κοσκίνων που χρησιμοποιούνται για την κοκκομετρία



Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Έλεγχοι μορφής κόκκων

Οι έλεγχοι καθορισμού της μορφής ή του σχήματος των κόκκων των αδρανών είναι οι έλεγχοι που καθορίζουν τον «**Δείκτη πλακοειδούς**».

Οι έλεγχοι εκτελούνται σε θραυστά αδρανή δεδομένου ότι η μορφή των θραυστών αδρανών επηρεάζεται αποκλειστικά και μόνο από τον τρόπο θραύσης αυτών:

- Αριθμός και είδος θραυστήρων
- Είδος και φύση του πετρώματος
- Μέγεθος του όγκου που ρίπεται για θραύση



Θραυστά αδρανή





Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Έλεγχοι μορφής κόκκων

Δοκιμή καθορισμού Δείκτη πλακοειδούς (κατά BS 812)

- Καθορισμός του μέσου ελάχιστου πάχους του συνόλου των αδρανών.
- Τα αδρανή που χρησιμοποιούνται είναι χονδρόκοκκα με ονομαστική διάμετρο μικρότερη των 63mm και μεγαλύτερη των 6,3mm.

Δείκτης πλακοειδούς: Ποσοστό των αδρανών κατά βάρος των οποίων το ελάχιστο πάχος είναι μικρότερο κατά 0,6 φορές της μέσης διάστασης αυτών.

Η μέση διάσταση των αδρανών καθορίζεται από το μέσο όρο δυο διαδοχικών κοσκίνων. — Δηλαδή αυτού που συγκρατείται στο προς εξέταση κλάσμα των αδρανών και του αμέσως προηγούμενου κόσκινου.





Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Έλεγχοι μορφής κόκκων

Δοκιμή καθορισμού Δείκτη πλακοειδούς (κατά BS 812)

- Τα αδρανή αφού κοσκινιστούν σε καθορισμένα κλάσματα επανακοσκινίζονται χρησιμοποιώντας τη φορά αυτή ειδικά κόσκινα των οποίων οι επιμηκυμένες οπές έχουν εύρος 0,6 φορές της μέσης διάστασης των αδρανών.
- ❖ Ο δείκτης πλακοειδούς είναι η επί τοις εκατό αναλογία του συνολικού βάρους των αδρανών που συγκρατήθηκαν στα ειδικά κόσκινα ως προς το συνολικό βάρος του δείγματος των αδρανών.



Κόσκινο δείκτη πλακοειδούς



Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Έλεγχοι μορφής κόκκων

Οι έλεγχοι καθορισμού της μορφής ή του σχήματος των κόκκων:

- Απαραίτητοι όταν τα αδρανή πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε μίγματα με μονόκκοκα υλικά, όπως μίγματα για πορώδεις τάπητες ή σε ασφαλτικές επαλείψεις ή ως προεπαλειμμένες ψηφίδες.
- Ορισμένες υπηρεσίες εκτελούν μόνο τον έλεγχο για τον καθορισμό του δείκτη πλακοειδούς.
- Ως μέγιστο επιτρεπτό ποσοστό δείκτη πλακοειδούς για να είναι τα αδρανή κατάλληλα ορίζεται το 30%.





Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Έλεγχοι μορφής κόκκων

Δοκιμή καθορισμού Δείκτη επιμήκυνσης (κατά BS 812)

- Καθορισμός του μέσου μέγιστου μήκους του συνόλου των αδρανών.

Δείκτης επιμήκυνσης: Ποσοστό των αδρανών κατά βάρος των οποίων το μήκος είναι μεγαλύτερο κατά 1,8 φορές της μέσης διάστασης αυτών.

- Τα αδρανή αφού κοσκινιστούν σε καθορισμένα κλάσματα επανακοσκινίζονται χρησιμοποιώντας τη φορά αυτή ειδικά κόσκινα και κατόπιν διέρχονται από έναν ειδικό μετρητή μήκους με ανοίγματα 1,8 φορές μεγαλύτερα των αδρανών.
- ❖ Ο δείκτης επιμήκυνσης είναι η επί τοις εκατό αναλογία του συνολικού βάρους των αδρανών που δε διέρχονται από τον ειδικό μετρητή μήκους ως προς το συνολικό βάρος του δείγματος των αδρανών.



Κόσκινο επιμήκυνσης



Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

Έλεγχος απορρόφησης υγρασίας 1/2

Καθορισμός του ποσοστού του ύδατος που δύναται να απορροφηθεί από τα αδρανή.

- ❖ Τα αδρανή τοποθετούνται σε υδρόλουτρο για 24 ώρες και αφού στεγνώσουν επιφανειακά ζυγίζονται.

Ποσοστό απορρόφησης σε νερό:

Η διαφορά βάρους μεταξύ υγρών και ξηρών αδρανών προς το ξηρό βάρος των αδρανών επί τοις εκατό.

Καθορισμός του πορώδους των αδρανών και της αναμενόμενης ή μη απορρόφησης της ασφάλτου.



**Κορεσμένα αδρανή –
επιφανειακά στεγνά**





Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι

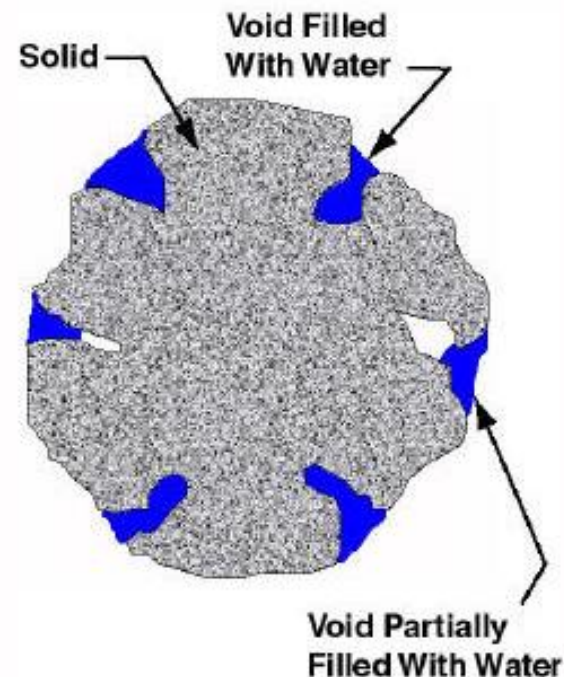
Έλεγχος απορρόφησης υγρασίας 2/2

Το πορώδες των αδρανών επηρεάζει την ποσότητα της απαιτούμενης ασφάλτου στο μίγμα.

Όσο πιο πορώδη αδρανή χρησιμοποιούνται τόσο μεγαλύτερη είναι η απαιτούμενη περιεκτικότητα ασφάλτου στο μίγμα.

- ❖ Η μέγιστη τιμή απορρόφησης υγρασίας των αδρανών για τάπητες κυκλοφορίας ή γενικότερα για επιφανειακές εργασίες είναι 1,75% ή 2%.

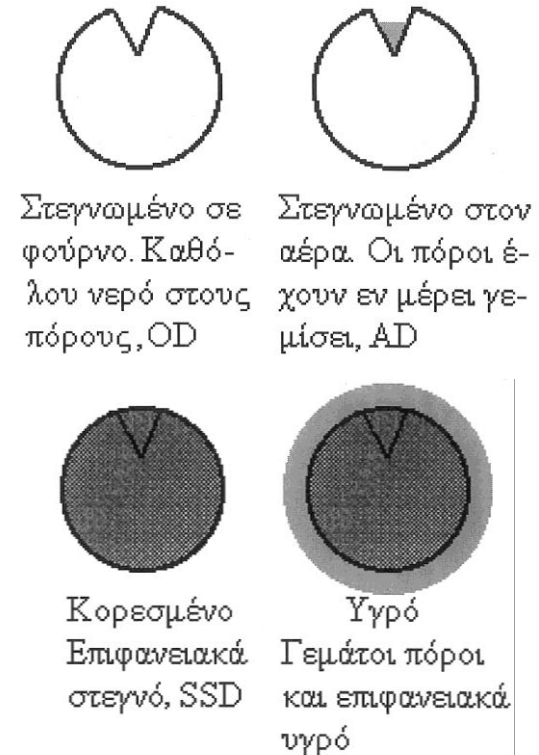
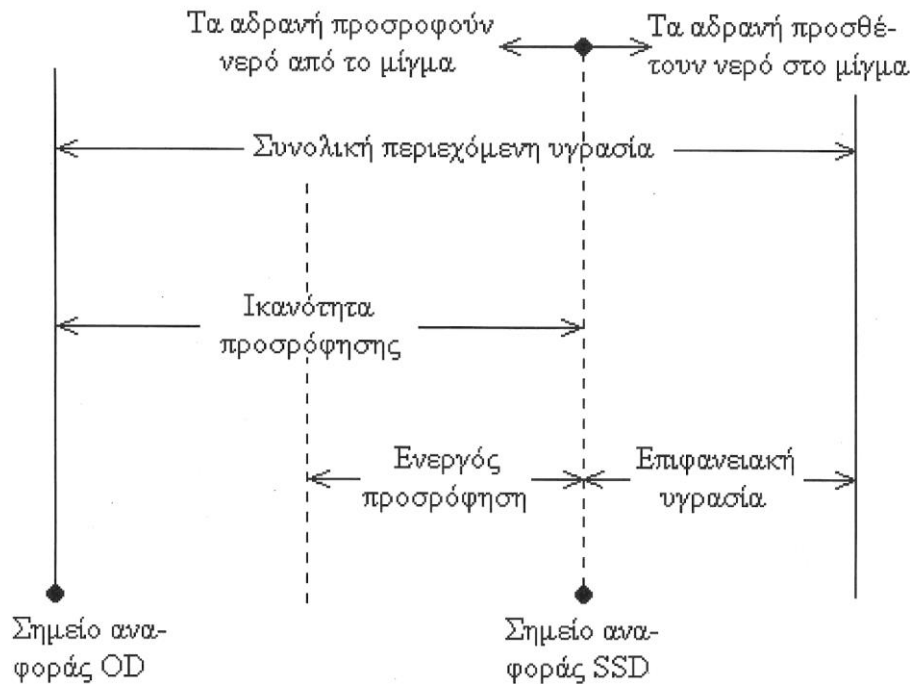
Αδρανή με μεγαλύτερο ποσοστό απορρόφησης μπορούν να γίνουν αποδεκτά υπό προϋποθέσεις.



Πορώδες αδρανούς και απορρόφηση νερού



Μη καταστροφικοί ποιοτικοί έλεγχοι



Συνθήκες υγρασίας σε αδρανή



Τέλος ενότητας
Ευχαριστώ για την προσοχή σας!