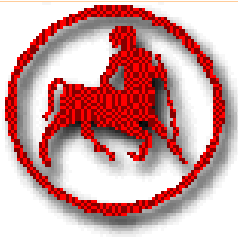


# Διάλεξη 4

## **Πρωτοβάθμια Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων**



**Επίπλευση  
Διήθηση**



# Τεχνικές Πρωτοβάθμιας Επεξεργασίας

- Εσχάρωση
- Αμμοσυλλογή
- Λιποσυλλογή
- Κατακάθιση - Καθίζηση
- Κροκύδωση
- **Επίπλευση**
- Διήθηση



# Επίπλευση

***Μέθοδος διαχωρισμού αιωρούμενων σωματιδίων από τα υγρά απόβλητα με την βοήθεια αερισμού***

Πραγματοποιείται εισαγωγή λεπτών φυσαλίδων αέρα στα απόβλητα, που προσκολλώνται στα αιωρούμενα σωματίδια και τα μεταφέρουν στην επιφάνεια

Τα σωματίδια πριν έχουν αποκτήσει υδρόφοβη επιφάνεια και με την βοήθεια των φυσαλίδων μπορούν και ανέρχονται στην επιφάνεια όπου και απομακρύνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα



# Επίπλευση

Γενικά αιωρούμενα στερεά ιδιαίτερα μικρού διαμερισμού που θα απαιτούσαν μακροχρόνια καθίζηση, μπορούν να απομακρυνθούν σε μικρό χρονικό διάστημα με την διαδικασία της επίπλευσης



# Στάδια της Επίπλευσης

Στην διαδικασία της επίπλευσης περιλαμβάνονται **τρία στάδια**:

- Σχηματισμός κατάλληλων φυσικοχημικών συνθηκών ώστε η επιφάνεια των κολλοειδών προς απομάκρυνση να γίνει υδρόφοβη και να προσκολλάται στις φυσαλίδες
- Σχηματισμός αφρού ικανού να συγκρατήσει για ορισμένο χρονικό διάστημα τις φυσαλίδες με τα προσκολλημένα σωματίδια στην επιφάνεια της δεξαμενής
- Συνεχής διαβίβαση αέρα στο αιώρημα για την συνεχή απομάκρυνση του υλικού



# Επίπλευση - Χρήσεις

Χρησιμοποιείται πρωτίστως για την επεξεργασία υγρών βιομηχανικών αποβλήτων που περιέχουν σημαντικό φορτίο από λεπτά αιωρούμενα υλικά και λίπη και για απόβλητα που δημιουργούν αφρισμό

- **Διυλιστήρια**
- **Βυρσοδεψία**
- **Κονσερβοποιίες τροφίμων**
- **Σφαγεία**
- **Πλυντήρια**



# Κατηγορίες Επίπλευσης

- Επίπλευση αέρα (air flotation)
- Επίπλευση διαλυτοποιημένου αέρα (dissolved-air flotation)



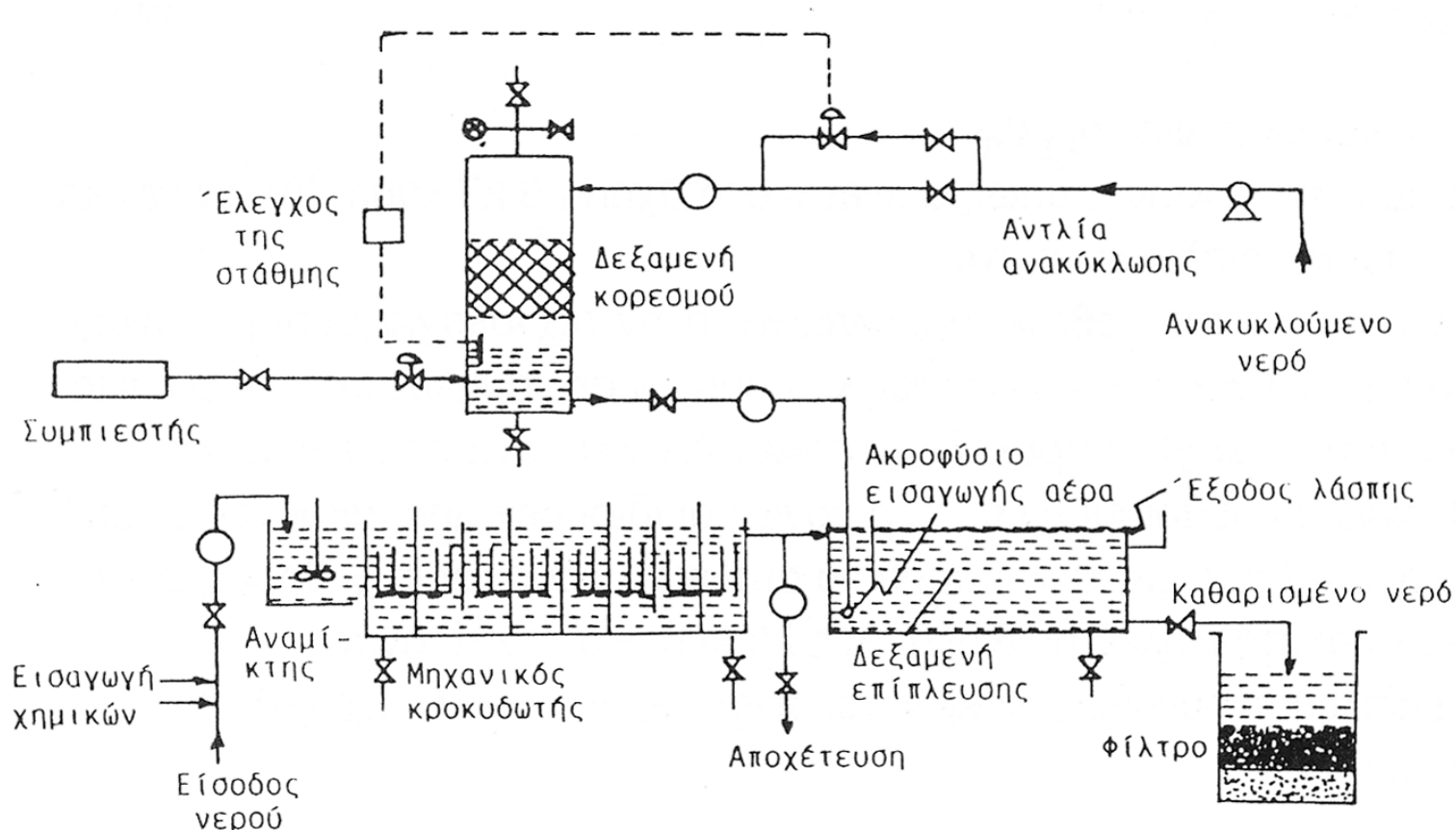
# Επίπλευση αέρα

- *Στηρίζεται στην δημιουργία φυσαλίδων που δημιουργούνται από την διαβίβαση αέρα μέσα από πορώδη υλικά ή από την μηχανική διάτμιση του αέρα με μηχανικά μέσα (π.χ. έλικες)*
- Οι φυσαλίδες που παράγονται έτσι έχουν τέτοιο μέγεθος ώστε ανέρχονται γρήγορα στην επιφάνεια του υγρού περιορίζοντας την πιθανότητα για συσσωμάτωση τους
- Η προσκόλληση των σωματιδίων στις φυσαλίδες οφείλεται κυρίως σε συγκρούσεις και για να επιτευχθεί η προσκόλληση απαιτείται η προσθήκη επιφανειοδραστικών ουσιών



# Επίπλευση αέρα

Η επίπλευση αέρα πραγματοποιείται σε μικρούς χώρους και είναι μια σχετικά ταχεία διαδικασία



# Επίπλευση διαλυτοποιημένου αέρα

Τεχνική επίπλευσης που χρησιμοποιεί φυσαλίδες που παράγονται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες, μετά από απελευθέρωση τους από ένα κορεσμένο διάλυμα αέρα σε νερό

Η τεχνική αυτή στηρίζεται στο νόμο του *Henry*:

Η μάζα ενός ελαφρά διαλυτού αερίου που διαλύεται σε ορισμένη μάζα υγρού σε δεδομένη θερμοκρασία, είναι σχεδόν απευθείας ανάλογη με την μερική πίεση του αερίου



# Επίπλευση διαλυτοποιημένου αέρα

Στο σύστημα αυτό ο ατμοσφαιρικός αέρας διαλύεται στα υγρά απόβλητα που βρίσκονται υπό υψηλή πίεση και στην συνέχεια η πίεση διακόπτεται απότομα, οπότε ο πρόσθετος διαλυτοποιημένος αέρας ελευθερώνεται με μορφή μικροσκοπικών φυσαλίδων

## Γενικά υπάρχουν τρεις τρόποι συμπίεσης:

- Ολική συμπίεση τροφοδοσίας
- Μερική συμπίεση τροφοδοσίας
- Μερική συμπίεση των επεξεργασμένων αποβλήτων και ανακύκλωση



# Τεχνικές Πρωτοβάθμιας Επεξεργασίας

- Εσχάρωση
- Αμμοσυλλογή
- Λιποσυλλογή
- Κατακάθιση - Καθίζηση
- Κροκύδωση
- Επίπλευση
- **Διήθηση**



# Διήθηση

Χρησιμοποιείται είτε στην πρωτοβάθμια επεξεργασία καθαρισμού, είτε σαν τελική επεξεργασία βελτιστοποίησης της ποιότητας των επεξεργασμένων αποβλήτων μετά τον βιολογικό καθαρισμό



# Διήθηση

Για την επίτευξη αυτής της διεργασίας απαιτείται εφαρμογή ορισμένης κινητήριας δύναμης (διαφορά πίεσης) στα άκρα του διηθητικού μέσου

Η δύναμη αυτή μπορεί να είναι η βαρύτητα, η φυγόκεντρος δύναμη ή το κενό

Υπό την επίδραση της δύναμης αυτής τα υγρά απόβλητα διέρχονται διαμέσου των πόρων του διηθητικού μέσου



# Διήθηση

Συνήθως το 90% των αιωρούμενων σωματιδίων που περιέχονται αρχικά στα υγρά απόβλητα έχουν ήδη απομακρυνθεί κατά την διάρκεια της κροκύδωσης - καθίζησης

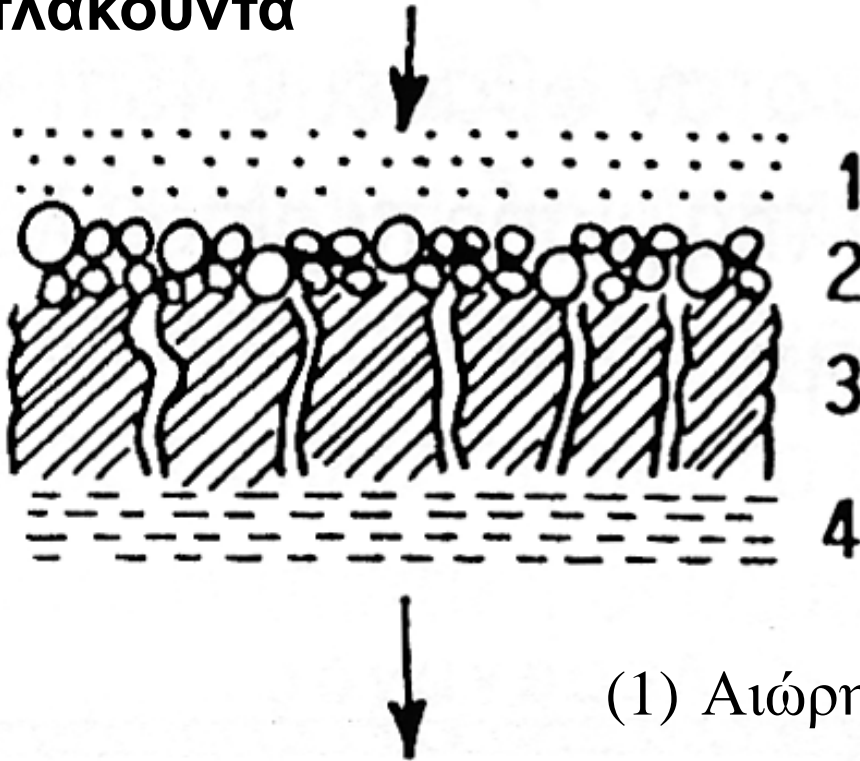
Παραμένει όμως ένα σημαντικό μέρος μικρών σωματιδίων, σχετικά χαμηλής συγκέντρωσης (50 mg/L) που απαιτεί απομάκρυνση με διήθηση

***Ο απαιτήσεις για την ποιότητα του διηθήματος μπορεί να φθάνουν μέχρι 10 mg/L για επεξεργασμένα υγρά απόβλητα***

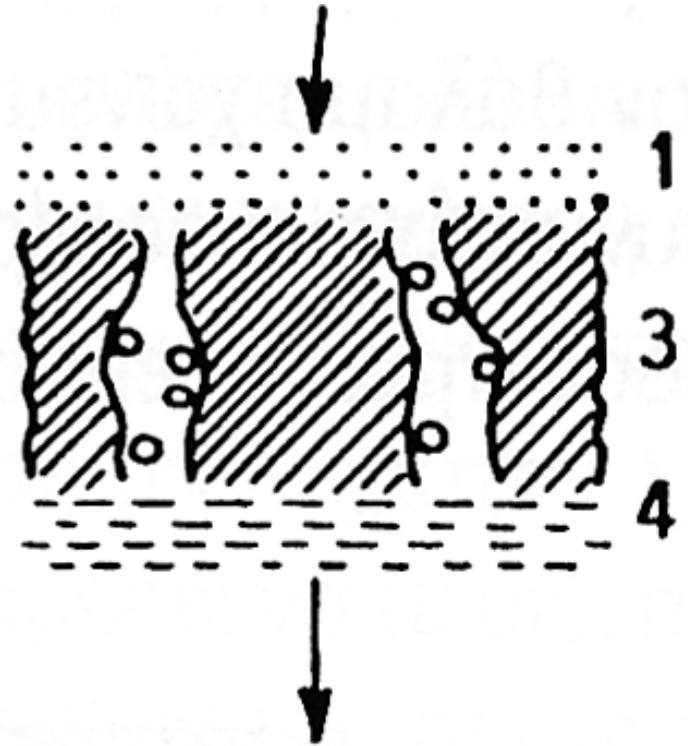


# Τύποι Διήθησης

Διήθηση με σχηματισμό  
πλακούντα



Διήθηση κατά βάθος



- (1) Αιώρημα
- (2) Πλακούντας
- (3) Διηθητικό μέσο
- (4) Διήθημα





# Στάδια Διήθησης

- Προετοιμασία διηθητικού μέσου/φίλτρου
- Τροφοδοσία
- Διήθηση
- Έκπλυση
- Ξήρανση και απομάκρυνση του πλακούντα



# Έκπλυση των φίλτρων

Η καλή έκπλυση των φίλτρων είναι βασικός παράγοντας για την σταθερή απόδοση της διήθησης

Στα φίλτρα αργής διήθησης όπου το διήθημα βρίσκεται σε χαμηλό βάθος, ο καθαρισμός του φίλτρου γίνεται κατά καιρούς με απομάκρυνση του πλακούντα και πλύση του φίλτρου. Η διεργασία αυτή συνεπάγεται και διακοπή της λειτουργίας του συστήματος διήθησης



# Έκπλυση των φίλτρων

Στα φίλτρα ταχείας διήθησης, όπου το διήθημα βρίσκεται σε μεγάλο βάθος και υπάρχει υψηλή υδραυλική πίεση, ο καθαρισμός του φίλτρου πραγματοποιείται με αντίστροφη ροή καθαρού νερού με ροή 10 φορές υψηλότερη από το ρυθμό διήθησης

Διοχέτευση πεπιεσμένου αέρα πριν την παροχή νερού συμβάλει στην πιο αποτελεσματική έκπλυση



# Τύποι Φίλτρων Διήθησης

- Διήθηση με βαθύ στρώμα
- Διήθηση με κενό
- Διήθηση με φιλτροπρέσες



# Διήθηση με βαθύ στρώμα

*Χρησιμοποιούνται κυρίως στην επεξεργασία οικιακών λυμάτων αλλά και στον καθαρισμό του πόσιμου νερού*

Αποτελούνται συνήθως από μια δεξαμενή ανοικτή ή κλειστή:  
Εάν η δεξαμενή είναι ανοικτή τότε η διήθηση γίνεται με την δύναμη της βαρύτητας ενώ αν η δεξαμενή είναι κλειστή η διήθηση γίνεται με εξωτερική πίεση



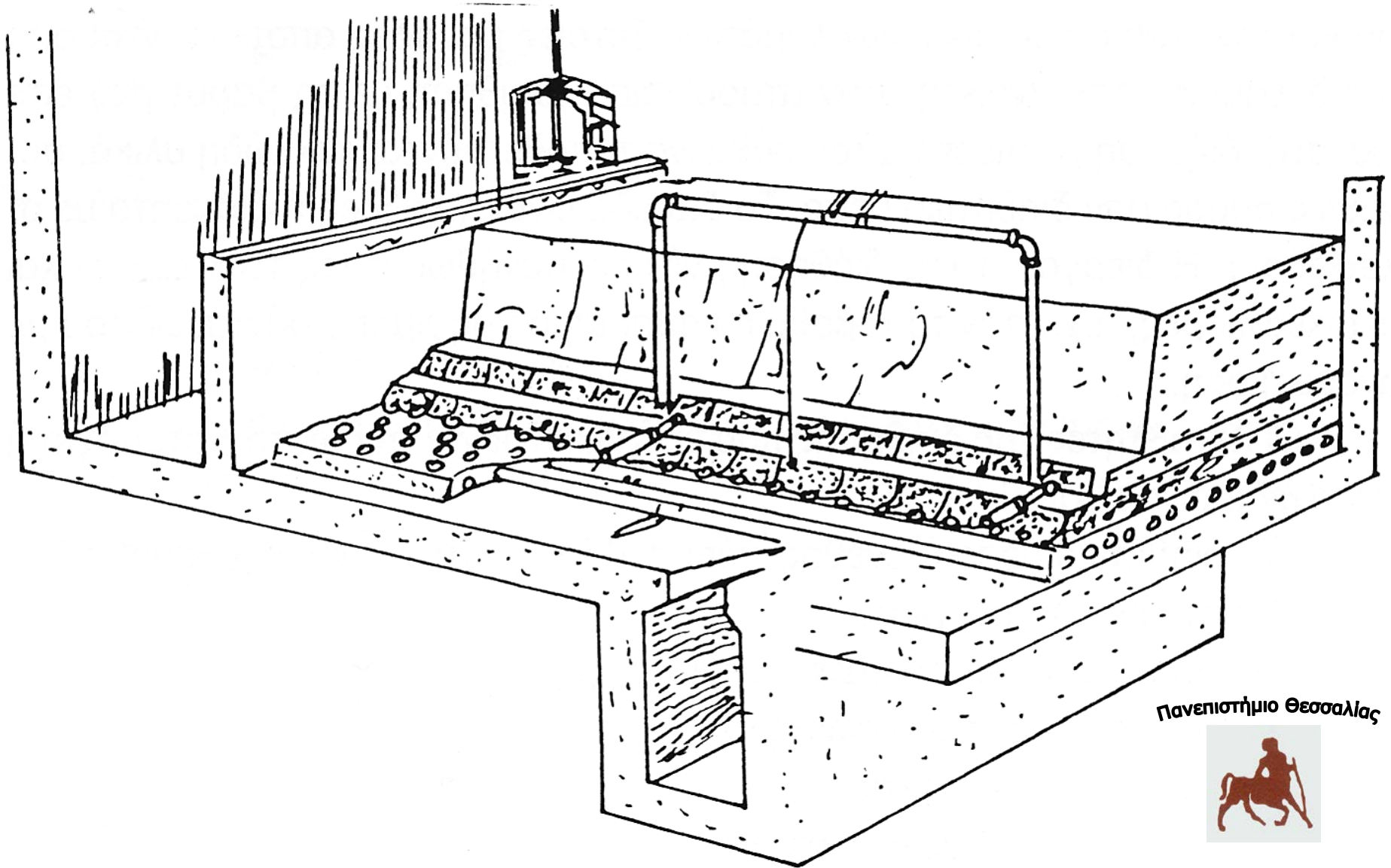
# Διήθηση με βαθύ στρώμα

Στον πυθμένα τοποθετούνται κοκκώδη υλικά ως διηθητικά μέσα (συνήθως άμμος) ενώ το δάπεδο είναι πορώδες ή διάτρητο με ακροφύσια

Η διήθηση πραγματοποιείται συνήθως με ροή από επάνω προς τα κάτω



# Διήθηση με βαθύ στρώμα



# Διήθηση με βαθύ στρώμα

Οι μεταβλητές διήθησης που εξετάζονται για την σωστή λειτουργία είναι:

- Διηθητικό μέσο (μέγεθος, τύπος, βάρος, κατανομή μεγέθους)
- Κατεύθυνση ροής
- Παροχή ροής (σταθερή ή φθίνουσα)
- Προκατεργασία του αιωρήματος
- Υπάρχουσα πίεση
- Ρυθμός και διάρκεια πλύσης





# Διήθηση με βαθύ στρώμα

Στην ιδανική περίπτωση τα διηθητικά μέσα θα πρέπει να παράγουν καθαρό διήθημα με την μικρότερη δυνατή πτώση της πίεσης και να λειτουργούν για μεγάλο χρονικό διάστημα με την μεγαλύτερη δυνατή παροχή

Συνήθως όμως πιθανές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των υγρών αποβλήτων και του διηθητικού μέσου μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα με αποτέλεσμα την απόφραξη του διηθητικού μέσου από κροκυδώματα, φύκη, ιζήματα κτλ.



# Τύποι Φίλτρων Διήθησης

- Διήθηση με βαθύ στρώμα
- **Διήθηση με κενό**
- Διήθηση με φιλτροπρέσσειες



# Διήθηση με κενό

Στην απλούστερη μορφή αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- Μηχανική υποστήριξη του διηθητικού μέσου
- Δίοδο εκφόρτωσης των στερεών
- Διόδους απομάκρυνσης του διηθήματος και εισόδου αέρα
- Μηχανισμό ελέγχου της πίεσης κατά μήκος του πλακούντα και του διηθητικού μέσου



# Διήθηση με κενό

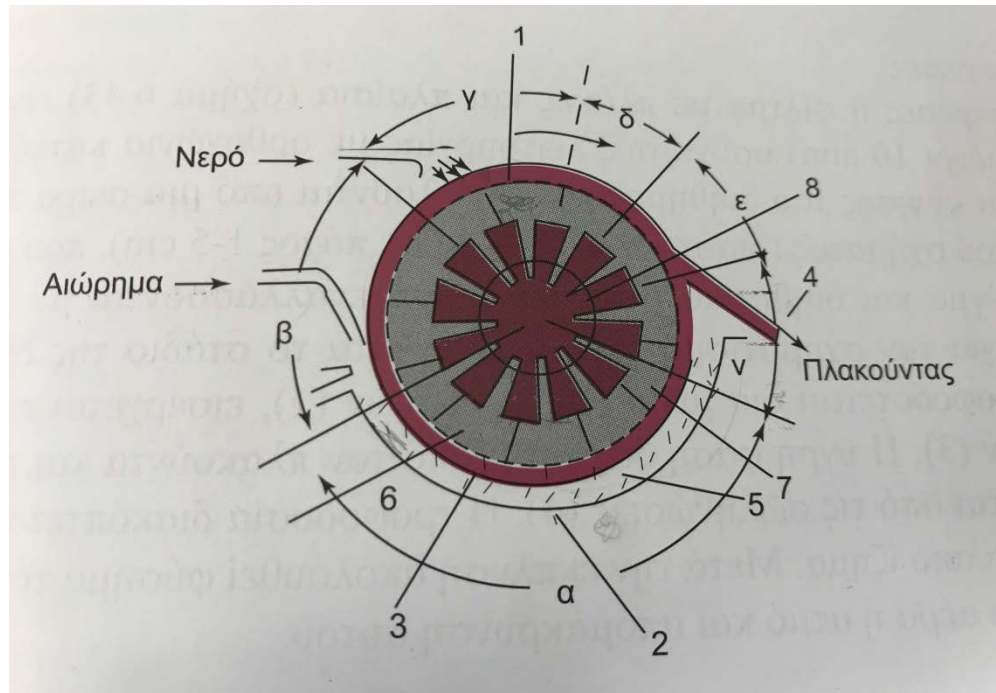
Μερικά από τα πιο χαρακτηριστικά φίλτρα αυτής της κατηγορίας είναι τα παρακάτω:

- ***Τυμπανόφιλτρο***
- ***Δισκόφιλτρο***
- ***Φίλτρο οριζόντιας ταινίας***



# Περιστρεφόμενο τυμπανοειδές φίλτρο

(1) Οριζόντιο κυλινδρικό τύμπανο από μεταλλικό πλέγμα επάνω στο οποίο στηρίζεται το διηθητικό μέσο (3). Το τύμπανο περιστρέφεται αργά μέσα στο θάλαμο αιωρήματος (2). Το τύμπανο χωρίζεται σε αριθμό διαμερισμάτων (6) τα οποία διαμέσου σωληνώσεων (7) συνδέονται διαδοχικά με σύστημα κενού ατμόσφαιρας και σύστημα πεπιεσμένου αέρα



# Περιστρεφόμενο τυμπανοειδές φίλτρο

Ο κάθε θάλαμος ανά μια περιστροφή περνάει διαδοχικά από τις παρακάτω ζώνες:

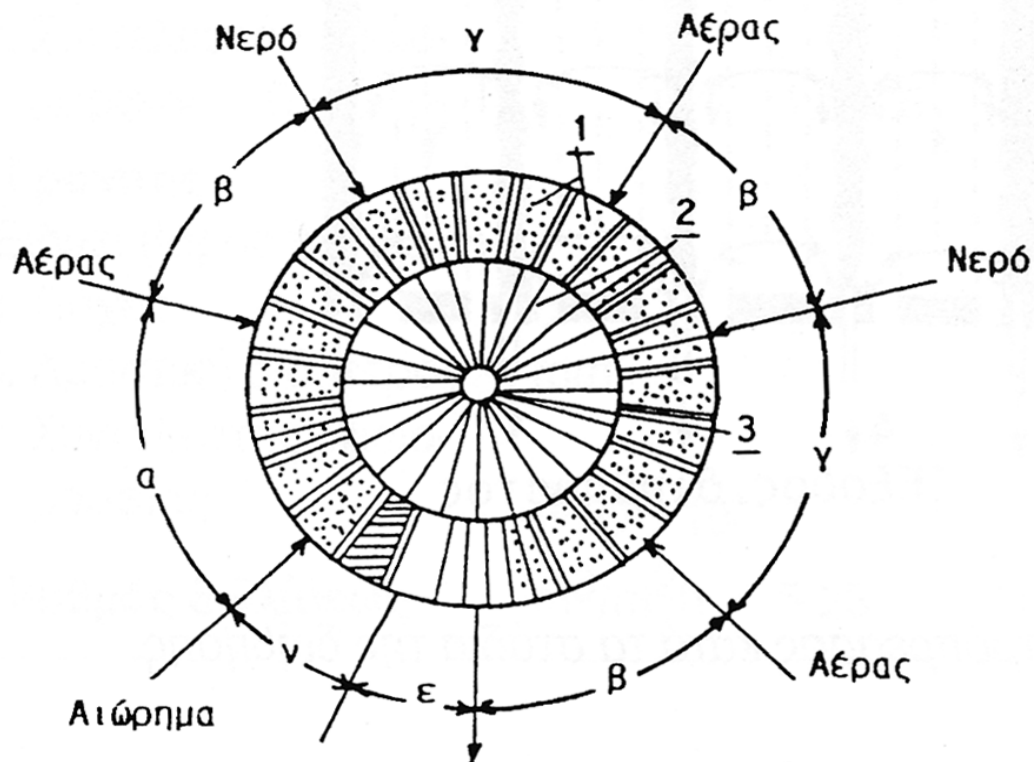
- Διήθησης
- Πρώτης ξήρανσης
- Έκπλυσης του πλακούντα
- Δεύτερης ξήρανσης
- Απομάκρυνσης του πλακούντα με ξέστρο

Στο στάδιο πρώτης ξήρανσης ο πλακούντας εκτίθεται στην ατμόσφαιρα και με την επίδραση του κενού ο αέρας εκτοπίζει την υγρή φάση από του πόρους αυτού



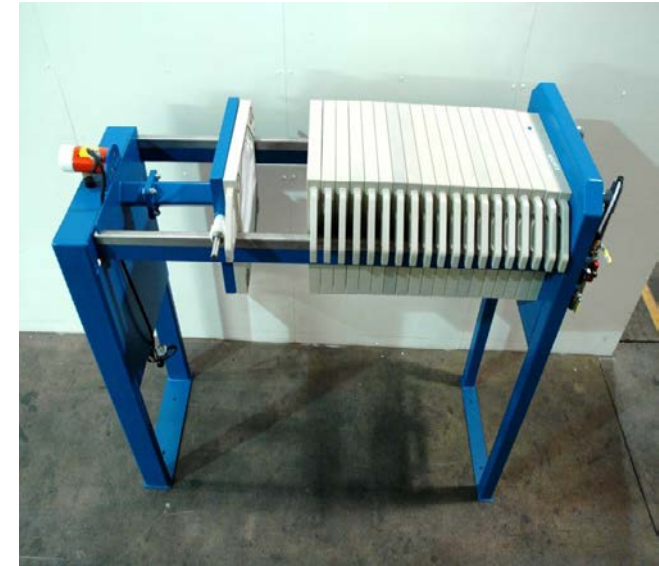
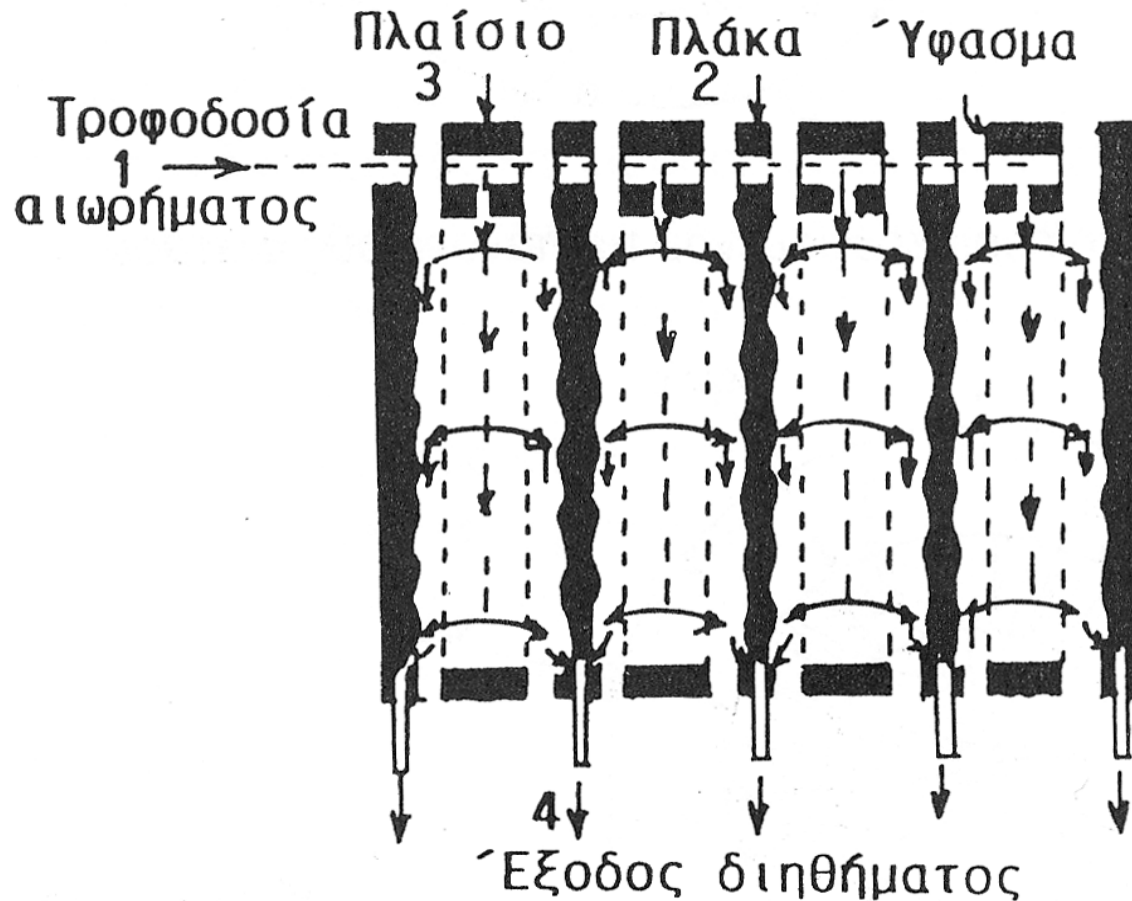
# Φίλτρο Οριζόντιας Ταινίας

Αποτελείται από σειρά οριζόντιων φίλτρων τύπου Nutsche (δοχεία διήθησης με διάτρητο ή πορώδες πυθμένα) συνολικής επιφάνειας  $190 \text{ m}^2$  **(1)**, τοποθετημένα κυκλικά τα οποία συνδέονται **(2)** με το σύστημα κατανομής **(3)** των υγρών αποβλήτων



# Φιλτροπρέσες

Φίλτρα πίεσης ασυνεχούς λειτουργίας με ορθογώνια κατεύθυνση βαρύτητας και κίνησης του διηθήματος



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

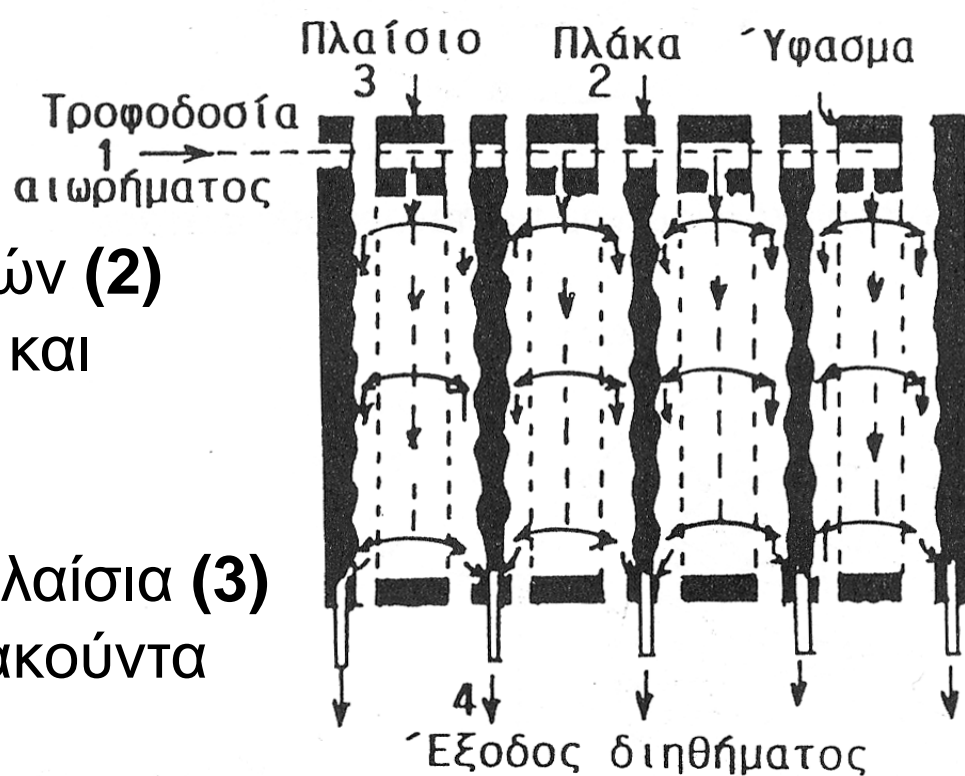




# Φιλτροπρέσες

Αποτελούνται από σειρά πλακών (2) που φέρουν μεταλλικό πλέγμα και διηθητικό μέσο

Οι πλάκες εναλλάσσονται με πλαίσια (3) κατάλληλα για σχηματισμό πλακούντα



Τα προς διήθηση υγρά απόβλητα διαχέονται διαμέσου σωληνώσεων (1) και εισέρχεται στο χώρο των πλαισίων

Η υγρή φάση διέρχεται από τον πλακούντα και το διηθητικό μέσο εξέρχεται από τις σωληνώσεις (4)

Την έκπλυση ακολουθεί απομάκρυνση του πλακούντα με πεπιεσμένο αέρα

# Μέσα Διήθησης

Για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων συνήθως χρησιμοποιούνται κλίνες διήθησης με δύο ή τρία διηθητικά μέσα. Οι παρακάτω συνδυασμοί συνήθως χρησιμοποιούνται:

- *Ανθρακίτης και άμμος*
- *Ενεργός άνθρακας και άμμος*
- *Εναλλάκτης ιόντων και άμμος ή ανθρακίτης*
- *Ανθρακίτης, άμμος και γραφίτης*
- *Ενεργός άνθρακας, ανθρακίτης και άμμος*
- *Ενεργός άνθρακας, άμμος και γρανίτης*



Χαρακτηριστικά	Μονάδες	Διπλή κλίση		Τριπλή κλίση	
		Διακύμανση τιμών	Συνηθισμένη τιμή	Διακύμανση τιμών	Συνηθισμένη τιμή
<b>1. Ανθρακίτης</b>					
(Ειδικό βάρος 1,35-1,75)					
α. Πάχος	cm	20-60	45	20-50	40
β. Δραστική διάμετρος	mm	0,8-2,0	1,2	1,0-2,0	1,4
γ. Συντελεστής ομοιομορφίας $D_{60}/D_{10}$		1,4-1,8	1,5	1,4-1,8	1,5
<b>2. Άμμος (πυριτική):</b>					
(Ειδικό βάρος 2,65)					
α. Πάχος	cm	25-60	30	20-40	30
β. Δραστική διάμετρος	mm	0,3-0,8	0,5	0,4-0,8	0,6
γ. Συντελεστής ομοιομορφίας $D_{60}/D_{10}$		1,2-1,6	1,4	1,2-1,6	1,4
<b>3. Γρανίτης</b>					
(Ειδικό βάρος 4,0-4,2)					
α. Πάχος	cm	-	-	5-10	8
β. Δραστική διάμετρος	mm	-	-	0,2-0,6	0,3
γ. Συντελεστής ομοιομορφίας	( $D_{60}/D_{10}$ )	-	-	-	1
<b>4. Ρυθμός διύλισης</b>	$m^3/m^2h$	5-25	15	5-30	15



# Διηθητικές κλίνες

*Για την διήθηση χρησιμοποιούνται συνήθως τέσσερις διαφορετικές μορφές διηθητικών κλινών:*

- Διηθητικές κλίνες ανοδικής ροής ενός μέσου
- Διηθητικές κλίνες διπλής ροής ενός μέσου
- Διηθητικές κλίνες δύο μέσων
- Διηθητικές κλίνες τριών μέσων

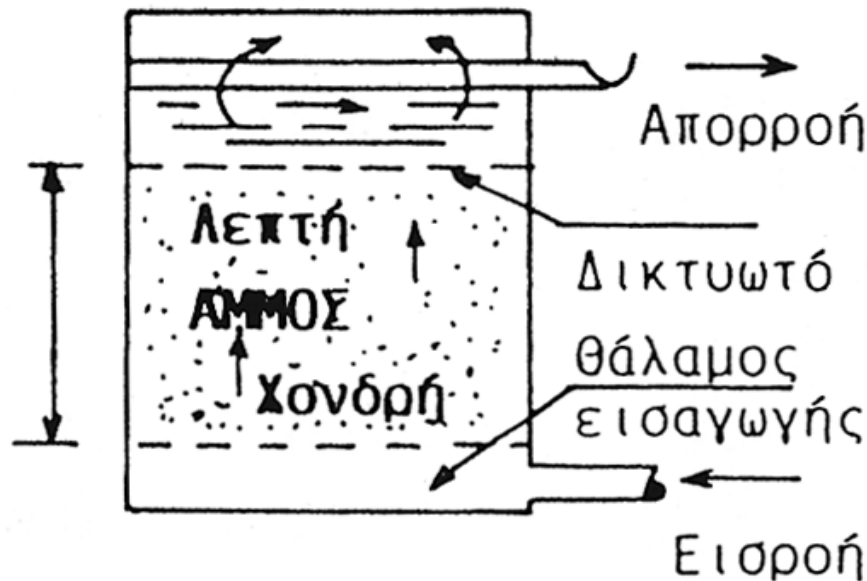


# Διηθητική κλίνη ανοδικής ροής

Έχει το πλεονέκτημα ότι η διήθηση ξεκινά από την χονδρόκοκκη άμμο, όπου συγκρατούνται τα μεγάλα σωματίδια και προχωρεί στην λεπτή, όπου απομακρύνονται τα μικρότερα

Έχει το μειονέκτημα ότι λόγω του κινδύνου διαφυγής λεπτών

Ι. Διυλιστήριο ανοδικής ροής

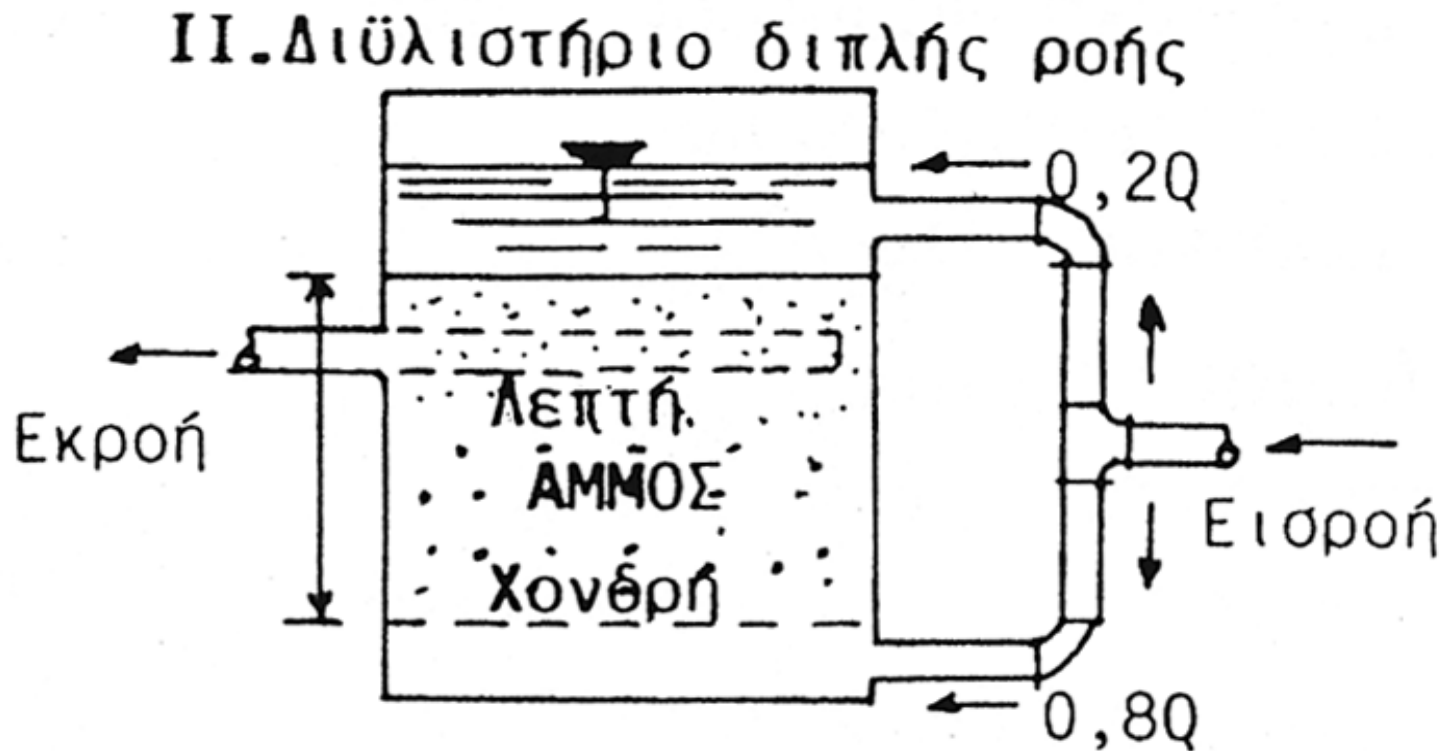


κόκκων άμμου κατά τη διάρκεια των περιόδων αιχμής της υδραυλικής φόρτισης



# Διηθητική κλίνη διπλής ροής

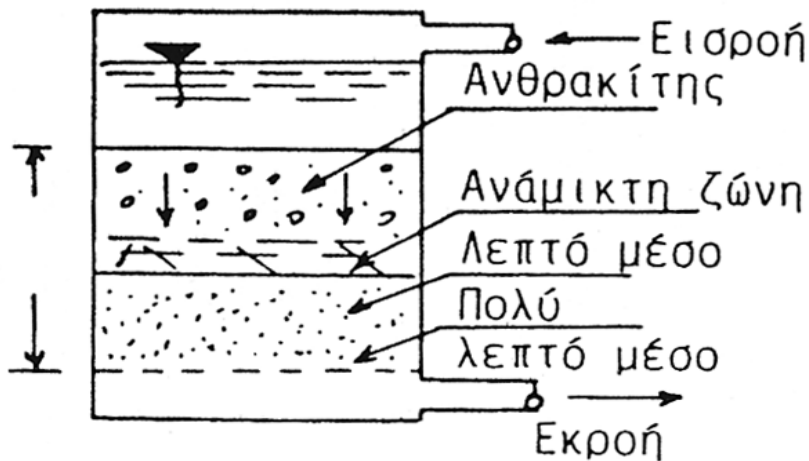
Πλεονεκτεί έναντι των διηθητικών κλινών ανοδικής ροής στο ότι δεν παρουσιάζουν το πρόβλημα διόγκωσης της άμμου



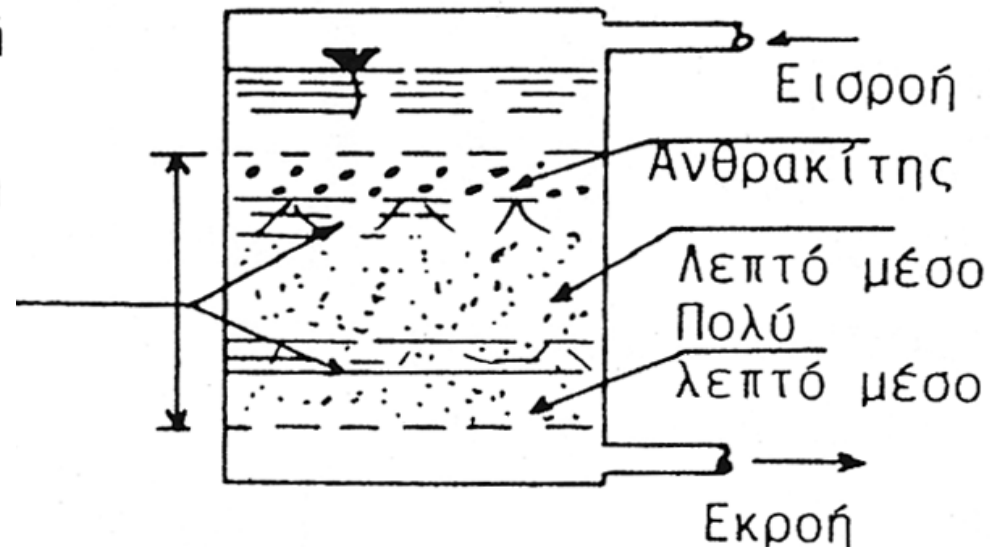
# Διηθητική κλίνη δύο μέσων

Παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τις κλίνες ενός μέσου αλλά θα πρέπει να γίνει ο κατάλληλος συνδυασμός των δύο διηθητικών μέσων

III. Διυλιστήριο δύο μέσων



IV. Διυλιστήριο τριών μέσων



# Διηθητικές κλίνες πολλών μέσων

Στις κλίνες με πολλά διηθητικά μέσα, τα διάφορου διαμετρήματος μέσα θα πρέπει να τοποθετούνται με τα χονδρόκοκκα στην κορυφή και τα λεπτότερου διαμερισμού στον πυθμένα

Στις συμβατικές κλίνες τα μεγάλα σωματίδια φράζουν την επιφανειακή στιβάδα και περιορίζουν την αξιοποίηση της διηθητικής κλίνης σε ολόκληρο το βάθος της





# Διηθητικές κλίνες

Οι διηθητικές κλίνες σχεδιάζονται υδραυλικά ώστε να λειτουργούν με σταθερό ρυθμό με αποτέλεσμα οι απώλειες λόγω τριβών να αυξάνουν προοδευτικά με την έμφραξη των πόρων

Η διάρκεια κάθε κύκλου λειτουργίας της κλίνης θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 6 και να μην υπερβαίνει τις 40 ώρες

Η διάρκεια του κύκλου λειτουργίας εξαρτάται από το ρυθμό φόρτισης και τα αιωρούμενα στερεά

