

Τεχνολογία Επεξεργασίας Αποβλήτων

Διάλεξη 4

*Πρωτοβάθμια Επεξεργασία Υγρών
Αποβλήτων – Επίπλευση, Διήθηση*

Τεχνικές Πρωτοβάθμιας Επεξεργασίας

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

➤ Επίπλευση

❑ Μέθοδος διαχωρισμού αιωρούμενων, κολλοειδών, γαλακτοποιημένων και άλλων σωματιδίων από τα υγρά απόβλητα

❑ Ο διαχωρισμός διευκολύνεται από την παρουσία φυσαλίδων αέρα στα απόβλητα, που προσκολλώνται ή εγκλωβίζονται στα αιωρούμενα σωματίδια αυξάνοντας την άνωση και προκαλώντας την μεταφορά τους στην επιφάνεια, από όπου και απομακρύνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα



ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΕΠΙΠΛΕΥΣΗΣ ΕΝΑΝΤΙ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

- ❑ Πολύ μικρά ή ελαφρά σωματίδια που θα απαιτούσαν μακροχρόνια καθίζηση, μπορούν να απομακρυνθούν πλήρως σε μικρό χρονικό διάστημα με την διαδικασία της επίπλευσης



Μόλις τα σωματίδια επιπλεύσουν στην επιφάνεια, μπορούν να συλληχθούν με ξαφρισμό

➤ Στάδια της Επίπλευσης

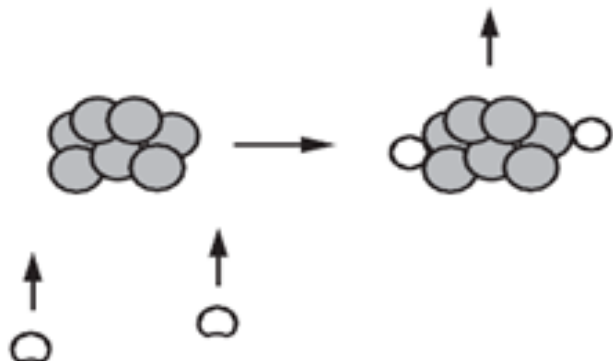
- Η διαδικασία της επίπλευσης περιλαμβάνει **τρία στάδια**:
 - Σχηματισμός κατάλληλων **φυσικοχημικών συνθηκών** ώστε η επιφάνεια των κολλοειδών προς απομάκρυνση να γίνει υδρόφοβη και να προσκολλάται στις φυσαλίδες
 - Σχηματισμός **αφρού** ικανού να συγκρατήσει για ορισμένο χρονικό διάστημα τις φυσαλίδες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



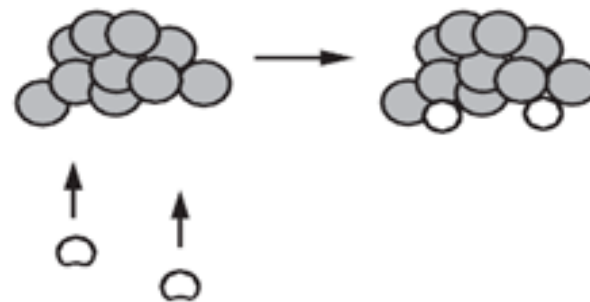
➤ Επίπλευση – Χημικά πρόσθετα

- ❑ Χρήση χημικών, ώστε να δημιουργηθεί μια επιφάνεια ή μια δομή που να μπορεί εύκολα να απορροφήσει ή να παγιδεύσει τις φυσαλίδες αέρα
- ❑ Ανόργανα χημικά όπως άλατα του αργιλίου και του σιδήρου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δεσμεύσουν τα σωματίδια μεταξύ τους και με τον τρόπο αυτό να δημιουργηθεί μια δομή που να μπορεί εύκολα να παγιδεύσει τις φυσαλίδες αέρα – **κροκυδωτικά**
- ❑ Διάφορα οργανικά πολυμερή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αλλάξουν τη φύση της διεπιφάνειας αέριου-υγρού, στερεού- υγρού ή και τα δύο – **επιφανειοδραστικές ή τασενεργές ουσίες**

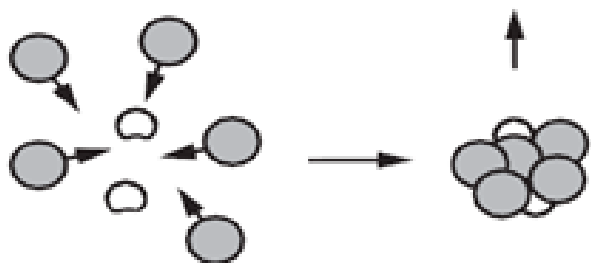
➤ Πιθανοί μηχανισμοί προσκόλλησης των φυσαλίδων αέρα



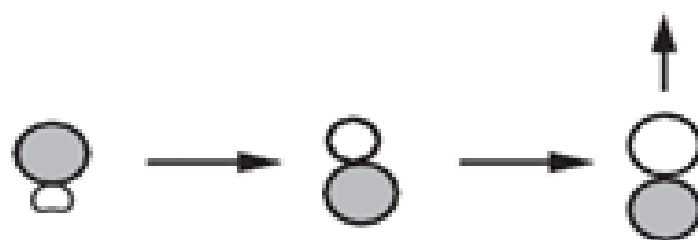
Οι φυσαλίδες προσκολλούνται στα σχηματισμένα συσσωματώματα



Οι φυσαλίδες παγιδεύονται στα σχηματισμένα συσσωματώματα



Οι φυσαλίδες παγιδεύονται κατά τον σχηματισμό των συσσωματωμάτων



Το συσσωμάτωμα δρά ως πυρήνας για το σχηματισμό φυσαλίδας

Η φυσαλίδα αυξάνεται και προκαλεί ανύψωση

➤ **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 με διασπειρόμενο αέρα (dispersed-air flotation)

- Αερισμός σε ατμοσφαιρική πίεση
- Βιομηχανικά απόβλητα

➤ Επίπλευση διαλυτοποιημένου αέρα (dissolved-air flotation)

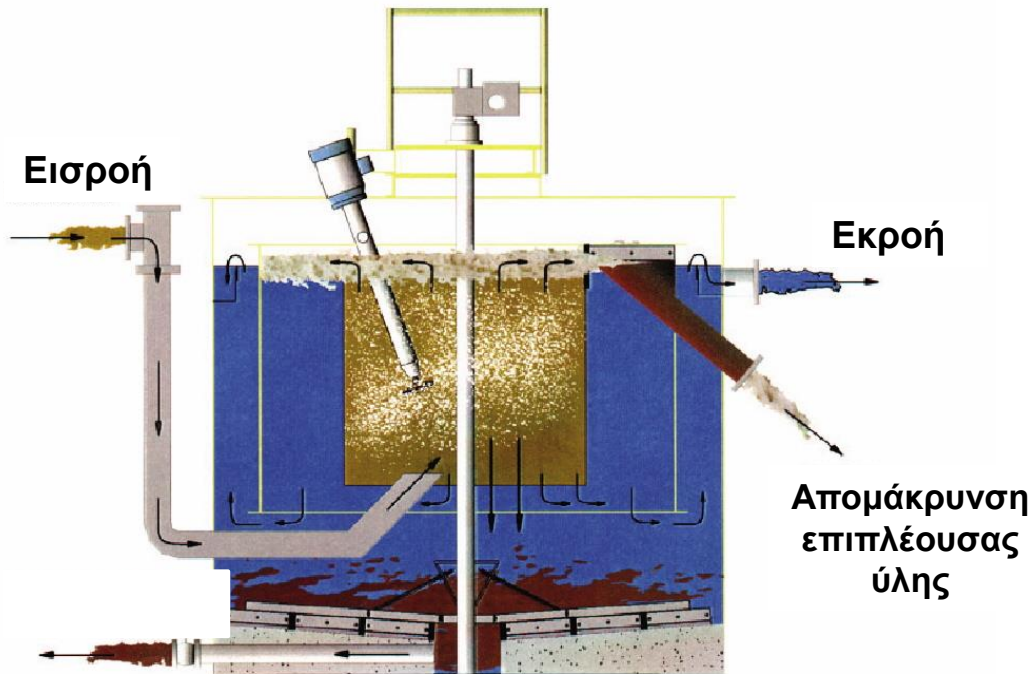
- Εισαγωγή αέρα ενώ το υγρό είναι υπό πίεση και ακόλουθη εκτόνωση της πίεσης
- Αστικά και βιομηχανικά απόβλητα

➤ Επίπλευση με διασπειρόμενο 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, περιστρεφόμενη προπέλα)*
- ❑ Με τη μέθοδο αυτή παράγονται φυσαλίδες της τάξης των 1000μm που είναι μεγάλες για την ικανοποιητική επίπλευση των στερεών στα απόβλητα
- ❑ Οι φυσαλίδες που παράγονται, λόγω μεγέθους, ανέρχονται γρήγορα στην επιφάνεια του υγρού περιορίζοντας την πιθανότητα για συσσωμάτωση τους

➤ Επίπλευση με διασπειρόμενο αέρα

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



Απομάκρυνση στερεών που έχουν καθιζάνει

Έλαια και αιωρούμενα στερεά συγκεντρώνονται σε ένα πυκνό αφρό στην επιφάνεια και απομακρύνονται με ξέστρα αφρού

➤ Επίπλευση με διασπειρόμενο αέρα

☐ Πλεονεκτήματα:

1. Συνεπτυγμένο μέγεθος
2. Χαμηλό κόστος επένδυσης
3. Ικανότητα απομάκρυνσης λιπών, ελαίων και αιωρούμενων στερεών

☐ Μειονεκτήματα:

1. Μεγαλύτερη απαίτηση σε ισχύ
2. Απόδοση εξαρτώμενη από την αυστηρή υδραυλική ρύθμιση
3. Μικρότερη ευελιξία στη συσσωμάτωση
4. Σημαντικά μεγαλύτερη παραγωγή επιπλεόντων αφρών

➤ 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, λόγω πτώσης της πίεσης (εκτόνωση)

□ Η τεχνική αυτή στηρίζεται στο νόμο του *Henry*:

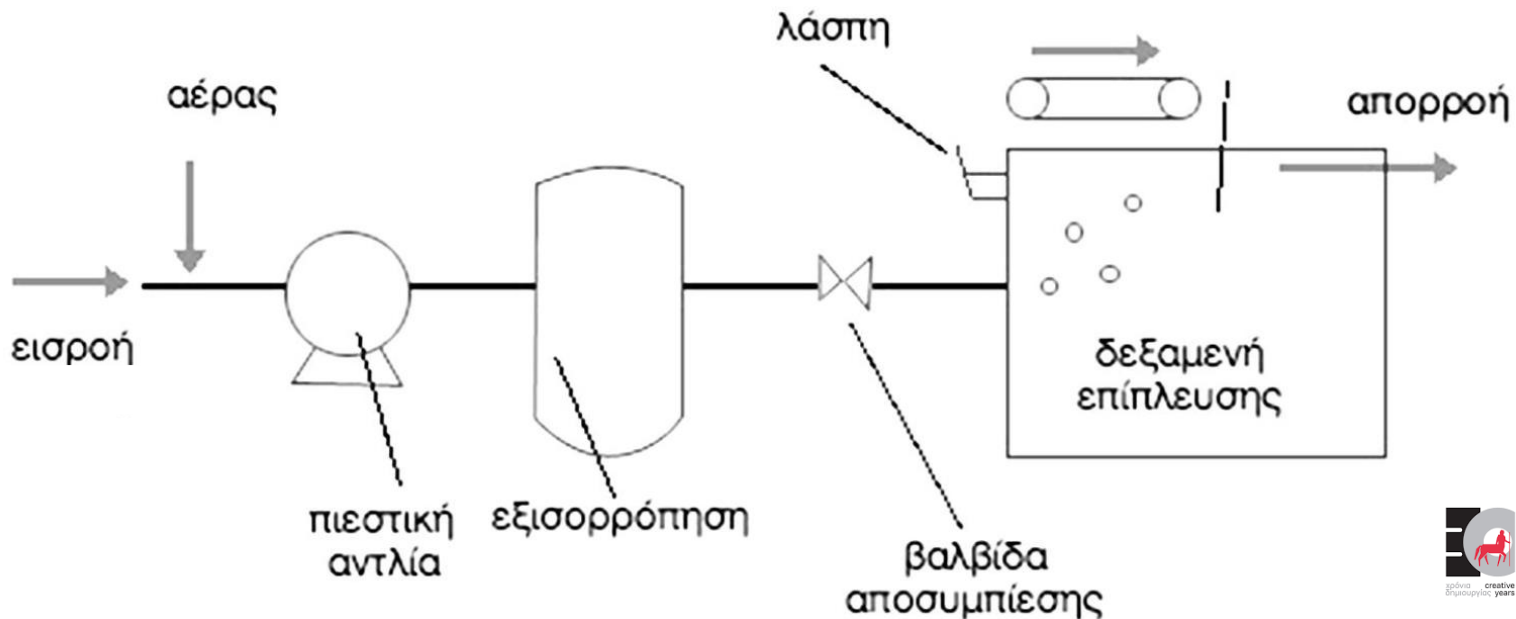
Η μάζα ενός ελαφρά διαλυτού αερίου που διαλύεται σε ορισμένη μάζα υγρού σε δεδομένη θερμοκρασία, είναι σχεδόν απευθείας ανάλογη με την μερική πίεση του αερίου

➤ Επίπλευση διαλυτοποιημένου αέρα

- ❑ Στο σύστημα αυτό ο ατμοσφαιρικός αέρας διαλύεται στα υγρά απόβλητα υπό υψηλή πίεση και στην συνέχεια η πίεση διακόπτεται απότομα (εκτόνωση πίεσης στα επίπεδα της ατμοσφαιρικής), οπότε ο πρόσθετος διαλυτοποιημένος αέρας ελευθερώνεται με μορφή μικροσκοπικών φυσαλίδων
- ❑ Οι σχηματιζόμενες φυσαλίδες είναι της τάξης των 10-100μm (συνήθως 80μm) αρκετά λεπτές για ικανοποιητική επίπλευση των στερεών

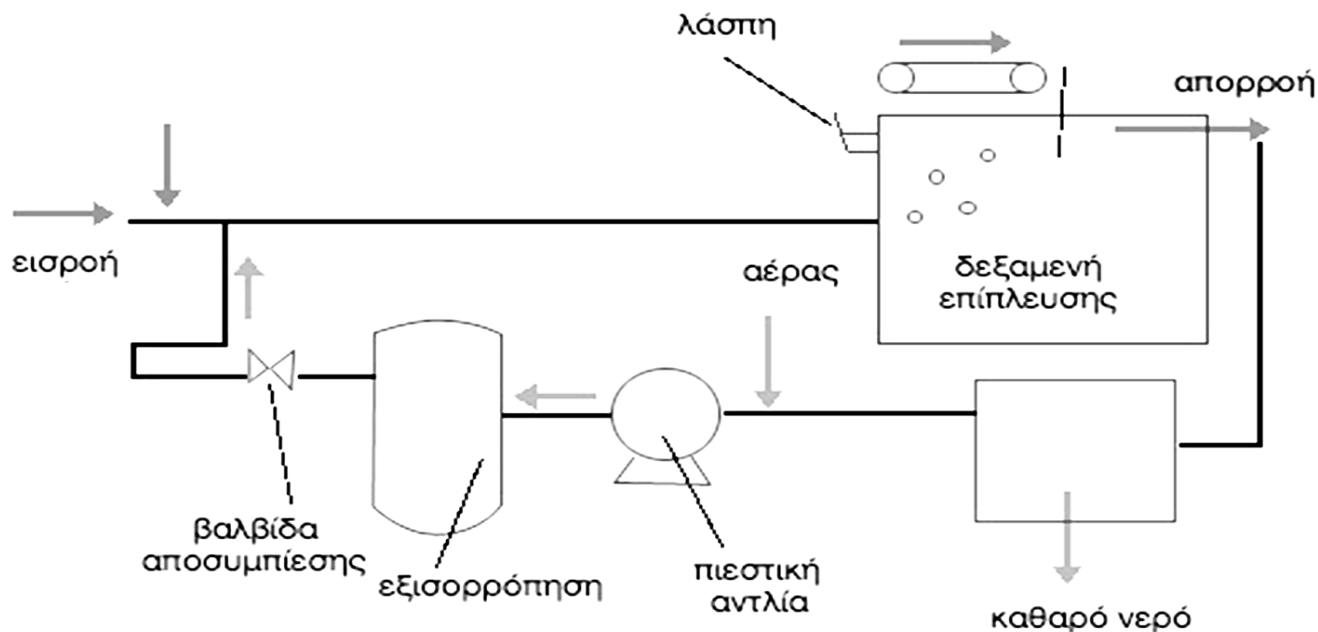
➤ Επίπλευση διαλυτοποιημένου αέρα

- ❑ Χωρίς ανακύκλωση: Ολόκληρη η παροχή διατηρείται σε μια δεξαμενή παραμονής υπό πίεση για μερικά λεπτά ώστε να διαλυθεί ο αέρας. Στη συνέχεια εισάγεται από μια βαλβίδα εκτόνωσης στη δεξαμενή επίπλευσης όπου ο αέρας εισέρχεται στο διάλυμα ως λεπτόκοκκες φυσαλίδες



➤ Επίπλευση διαλυτοποιημένου αέρα

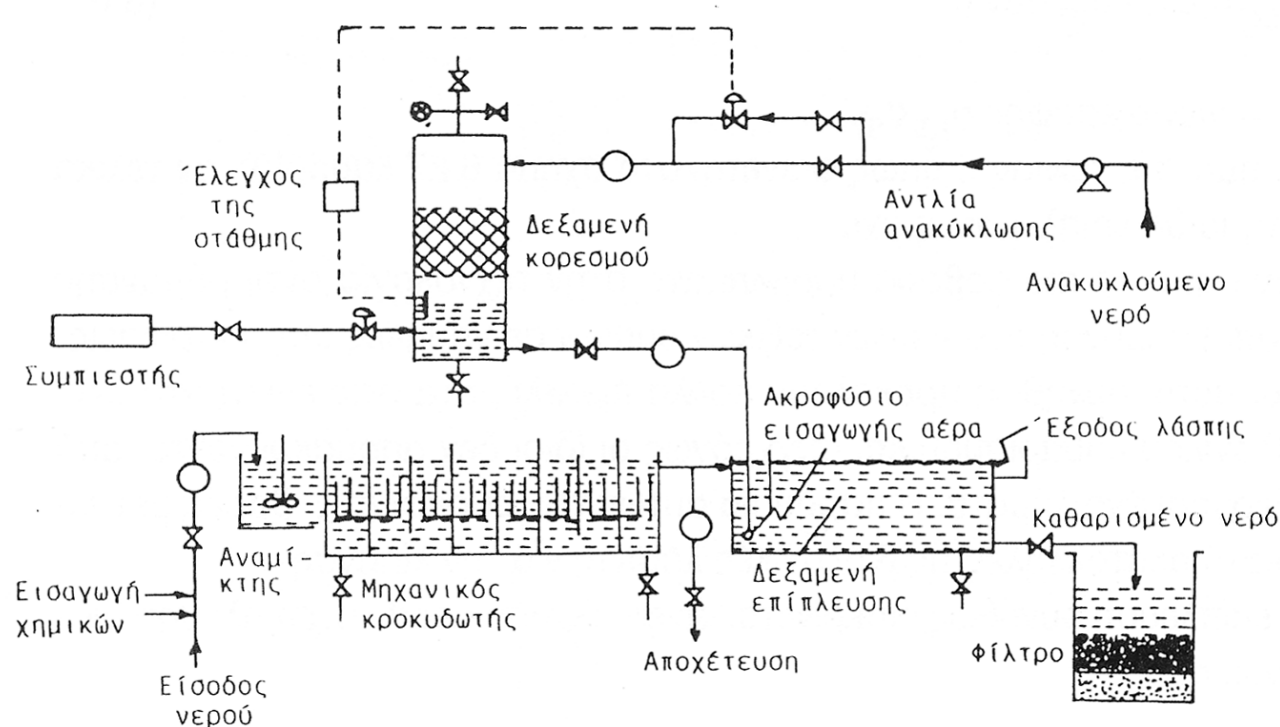
Με ανακύκλωση: Ένα μέρος της εξόδου ανακυκλώνεται, συμπιέζεται και λαμβάνει χώρα μερικός κορεσμός με αέρα. Η ανακυκλούμενη ροή αναμιγνύεται με το μη συμπιεσμένο κύριο ρεύμα πριν την είσοδο στη δεξαμενή επίπλευσης με αποτέλεσμα ο αέρας να απελευθερώνεται από το διάλυμα και να έρχεται σε επαφή με τα σωματίδια στην είσοδο της μονάδας



➤ Επίπλευση διαλυτοποιημένου αέρα

□ Γενικά υπάρχουν τρεις τρόποι συμπίεσης:

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



Τεχνικές Πρωτοβάθμιας Επεξεργασίας

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

➤ Διήθηση

□ Χρησιμοποιείται:

- Στην πρωτοβάθμια επεξεργασία καθαρισμού
- Μετά το βιολογικό καθαρισμό σαν τελική επεξεργασία βελτιστοποίησης της ποιότητας των επεξεργασμένων αποβλήτων

➤ 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***

➤ 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

- ❑ Τα περισσότερα βιομηχανικά φίλτρα είναι φίλτρα πίεσης ή φίλτρα κενού ή φυγοκεντρικοί διαχωριστές
- ❑ Η λειτουργία τους μπορεί να είναι **συνεχής ή ασυνεχής**, ανάλογα με το αν η απομάκρυνση των στερεών είναι σταθερή ή διακοπτόμενη
- ❑ Κατά τη διάρκεια ενός μεγάλου μέρους του κύκλου λειτουργίας ενός ασυνεχούς φίλτρου, η ροή του υγρού μέσω του φίλτρου είναι συνεχής, αλλά πρέπει να διακόπτεται περιοδικά για να επιτρέψει την απομάκρυνση των στερεών που έχουν συσσωρευτεί
- ❑ Σε ένα συνεχές φίλτρο η απομάκρυνση των στερεών και του ρευστού δε διακόπτεται σε όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της συσκευής

➤ Είδη και Τεχνικές Διήθησης

- ❑ Απομάκρυνση σωματιδίων μεγέθους μεταξύ 0.1 – 1000 μm
- **Διήθηση χώρου:** Κλίνη κοκκώδους υλικού (συνήθως κλίνη άμμου)
- **Διήθηση επιφανείας:** Μηχανική κοσκίνιση



Απομάκρυνση αιωρούμενων και κολλοειδών σωματιδίων

- **Διήθηση με μεμβράνες:** Μικροδιήθηση, Υπερδιήθηση, Νανοδιήθηση, Αντίστροφη όσμωση, Διάλυση και Ηλεκτροδιάλυση



Απομάκρυνση και διαλυτών συστατικών

➤ Ταχύτητα διήθησης

❑ Φίλτρα χαμηλής ροής ή βραδείας διήθησης

- Αποτελούνται από στρώμα άμμου που συγκρατείται από ένα στρώμα χαλικιών και χρησιμοποιούνται κυρίως για τον καθαρισμό του πόσιμου νερού
- Είναι απλά στην κατασκευή και λειτουργία κι έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος
- Η απομάκρυνση των στερεών γίνεται στην επιφάνεια του φίλτρου (στα πρώτα εκατοστά), όπου σχηματίζεται με την εξέλιξη της διήθησης ένα στρώμα από τα συγκρατούμενα στερεά και τους μικροοργανισμούς που σχηματίζονται

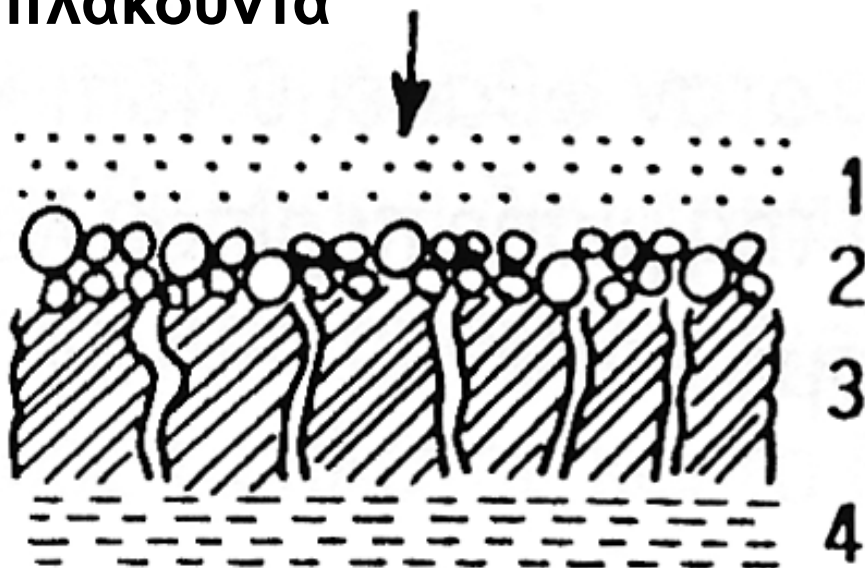
➤ Ταχύτητα διήθησης

❑ Φίλτρα υψηλής ροής ή ταχείας διήθησης

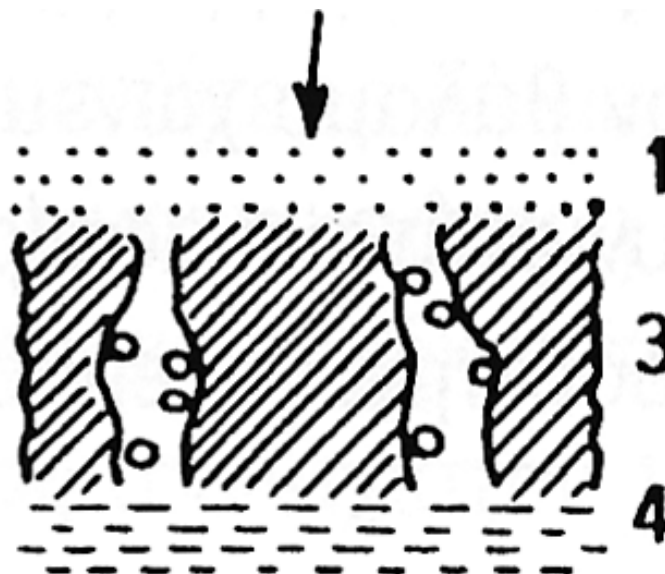
- Είναι φίλτρα τύπου βαρύτητας κυρίως
- Μπορεί να αποτελούνται από ένα ή περισσότερα υλικά τα οποία στηρίζονται σε στρώμα από χαλίκια ή άλλη κατασκευή στήριξης (στραγγιστήριο πυθμένα)
- Καθώς λειτουργούν υπό υψηλότερες παροχές και δέχονται μεγαλύτερους όγκους αποβλήτων, συγκρατούν μεγαλύτερες ποσότητες αιωρούμενου και κολλοειδούς υλικού ανά μονάδα χρόνου, που σημαίνει ότι απαιτείται πιο τακτικός καθαρισμός τους (μετά από 16-48 h λειτουργίας του φίλτρου)

➤ Τύποι Διήθησης

Διήθηση με σχηματισμό
πλακούντα



Διήθηση κατά βάθος



(1) Αιώρημα

(2) Πλακούντας

(3) Διηθητικό μέσο

(4) Διήθημα

**Πλακούντας ή υμένιο
διήθησης:** Τα στερεά που
προσκολλώνται στο φίλτρο

➤ 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 βραδείας 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

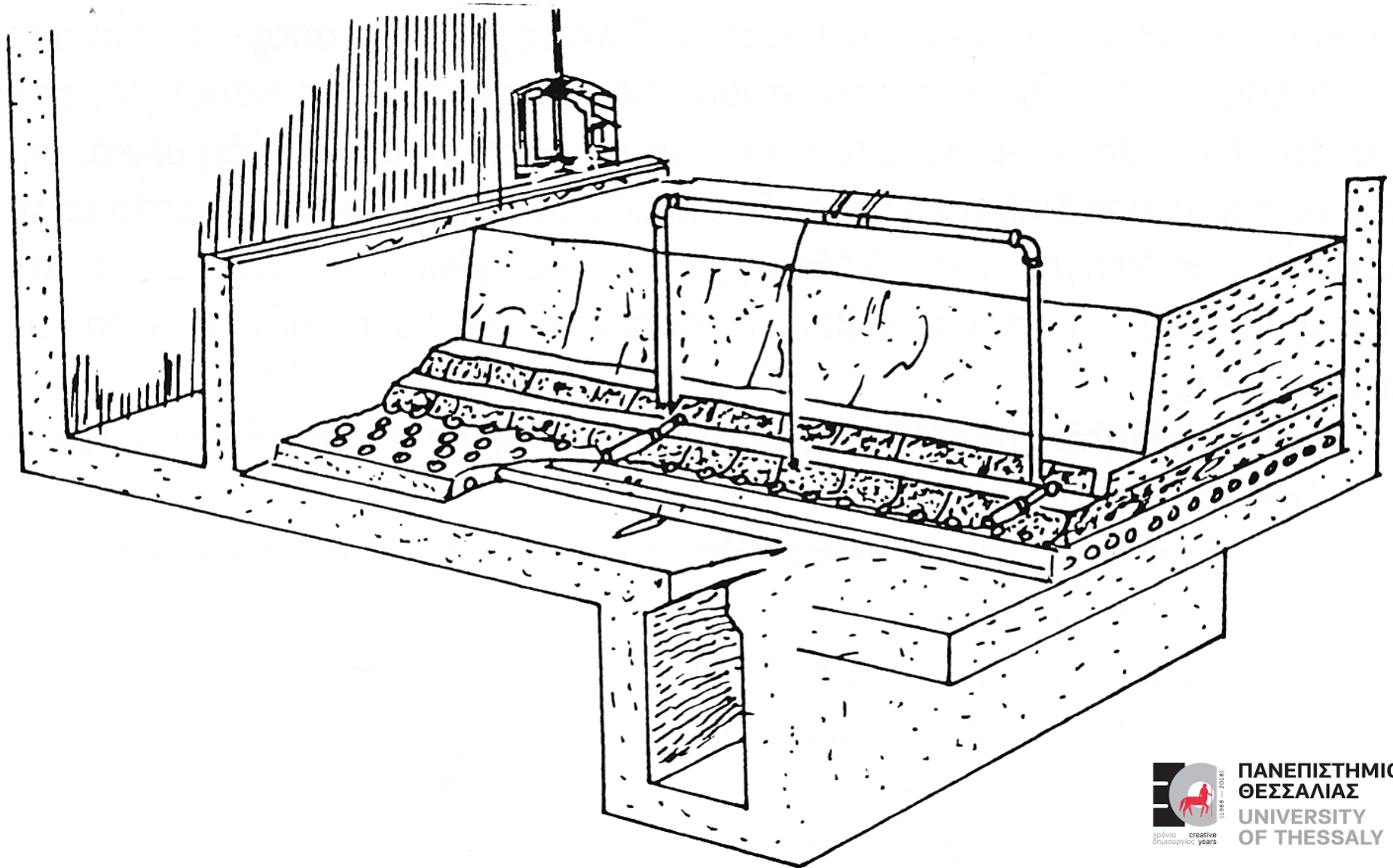
- ❑ *Χρησιμοποιούνται κυρίως στην επεξεργασία οικιακών λυμάτων αλλά και στον καθαρισμό του πόσιμου νερού*

- ❑ Αποτελούνται συνήθως από μια δεξαμενή ανοικτή ή κλειστή
 - Εάν η δεξαμενή είναι ανοικτή τότε η διήθηση γίνεται με την δύναμη της βαρύτητας
 - Αν η δεξαμενή είναι κλειστή η διήθηση γίνεται με εξωτερική πίεση

➤ Διήθηση με βαθύ στρώμα

- ❑ Η διήθηση πραγματοποιείται συνήθως με ροή από επάνω προς τα κάτω
- ❑ Στον πυθμένα τοποθετούνται κοκκώδη υλικά ως διηθητικά μέσα (συνήθως άμμος) ενώ το δάπεδο είναι πορώδες ή διάτρητο με ακροφύσια

➤ 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

- ❑ Ιδανικά, 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

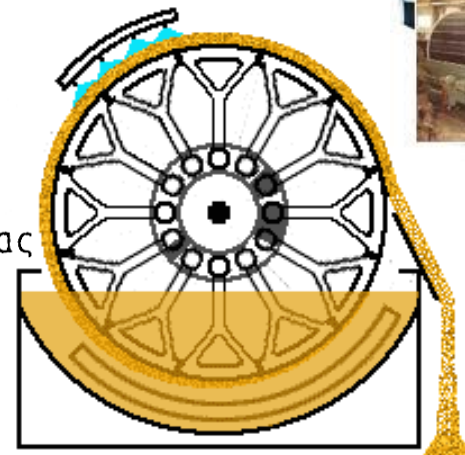
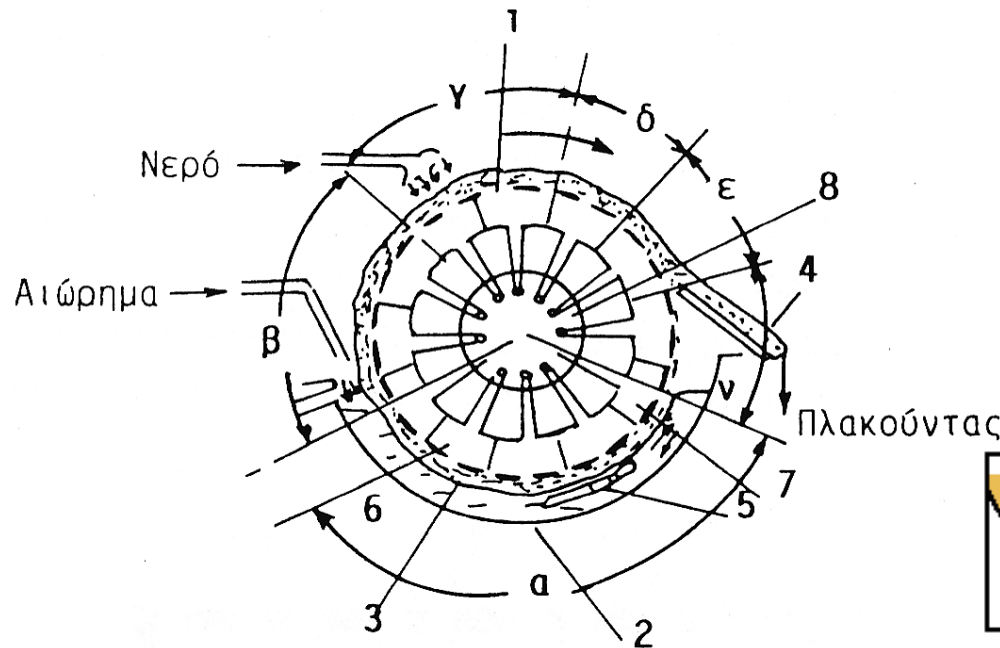
➤ Διήθηση με κενό

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

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

➤ Περιστρεφόμενο τυμπανοειδές φίλτρο

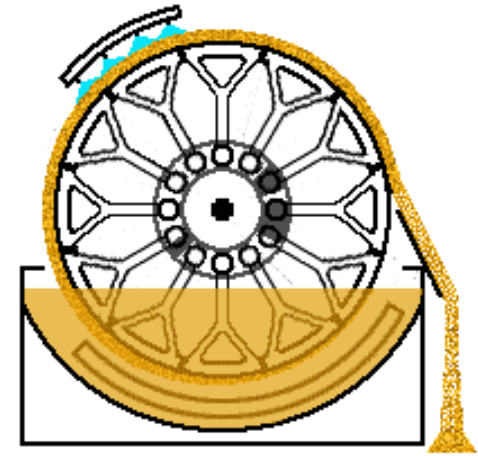
(1) Οριζόντιο κυλινδρικό τύμπανο από μεταλλικό πλέγμα επάνω στο οποίο στηρίζεται το διηθητικό μέσο (3). Το τύμπανο περιστρέφεται αργά μέσα στο θάλαμο αιωρήματος (2). Το τύμπανο χωρίζεται σε αριθμό διαμερισμάτων (6) τα οποία διαμέσου σωληνώσεων (7) συνδέονται διαδοχικά με σύστημα κενού, ατμόσφαιρα και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



➤ Περιστρεφόμενο τυμπανοειδές φίλτρο

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

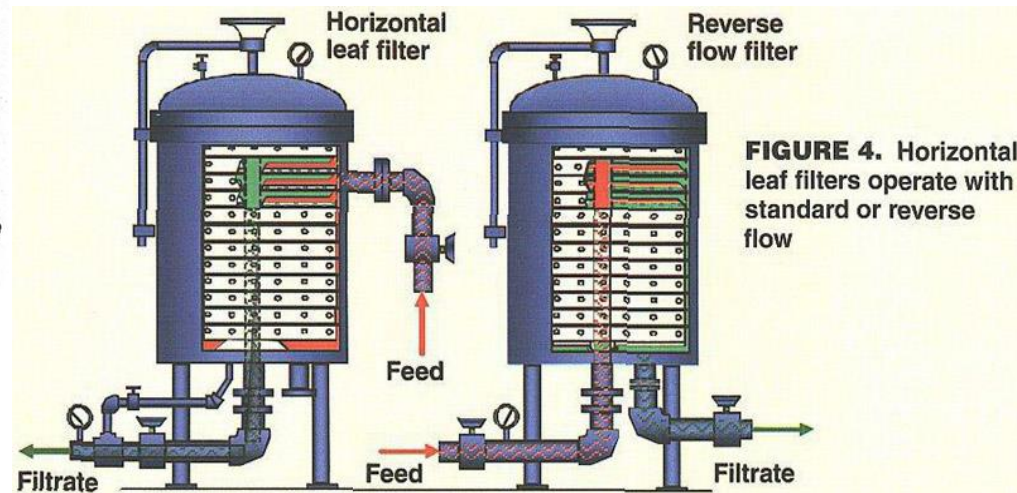
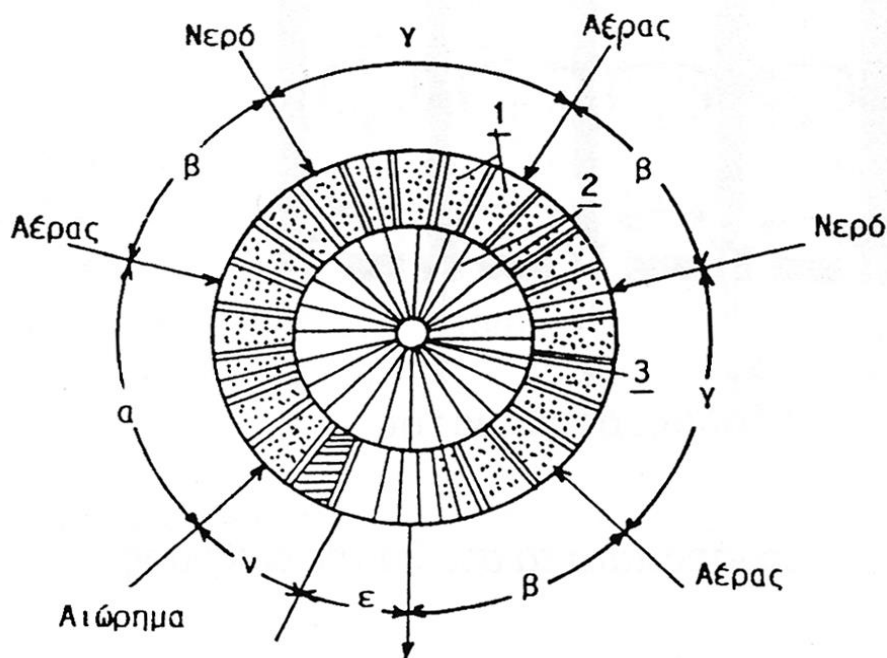
- Διήθησης
- Πρώτης ξήρανσης
- Έκπλυσης του πλακούντα
- Δεύτερης ξήρανσης
- Απομάκρυνσης του πλακούντα με ξέστρο



□ 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

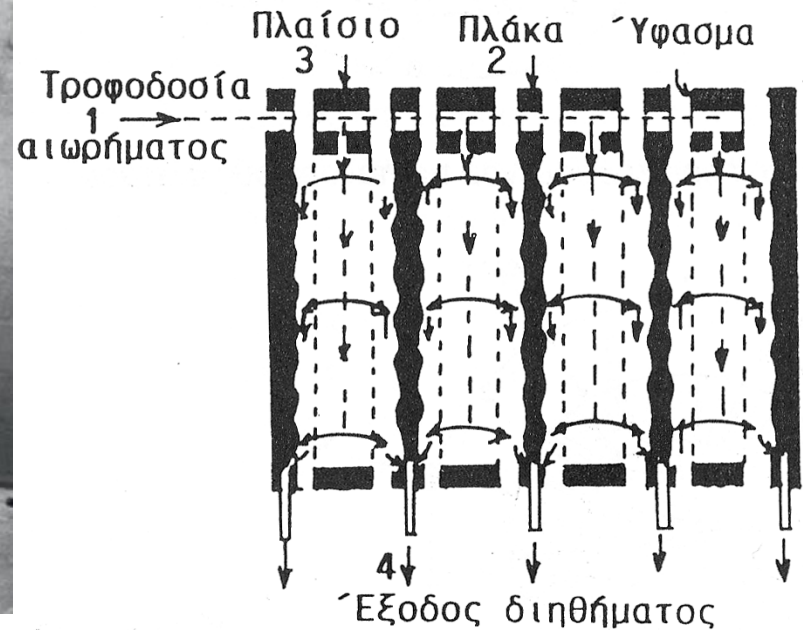
➤ Φίλτρο Οριζόντιας Ταινίας

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



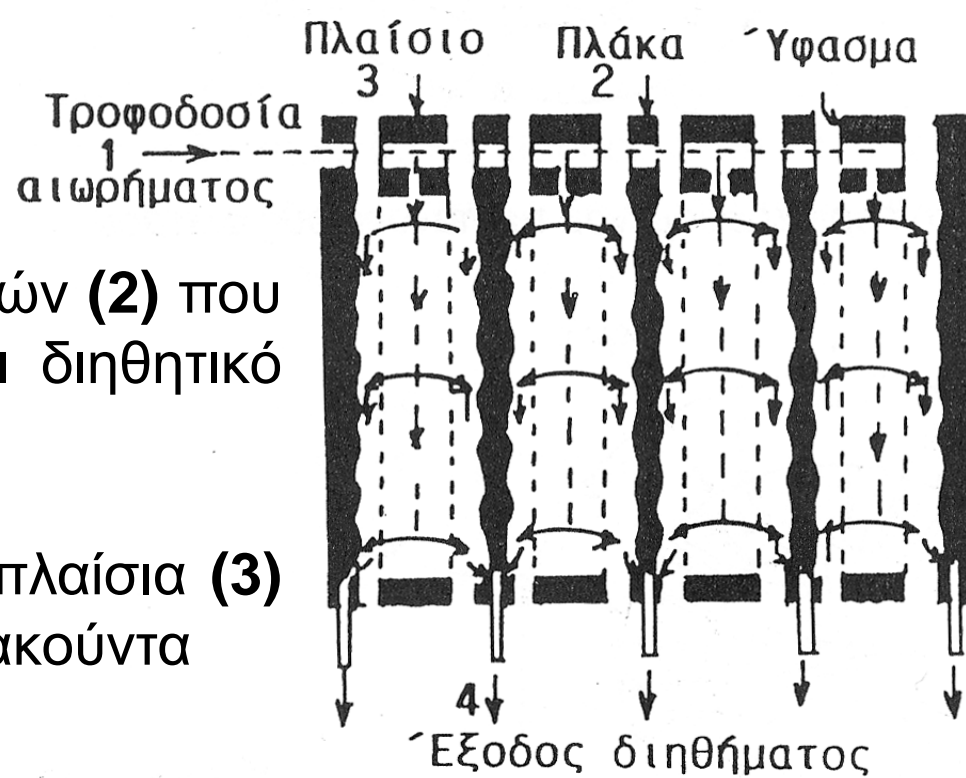
➤ Φιλτροπρέσες

- ❑ Φίλτρα πίεσεως ασυνεχούς λειτουργίας με ορθογώνια κατεύθυνση βαρύτητας και κίνησης του διηθήματος

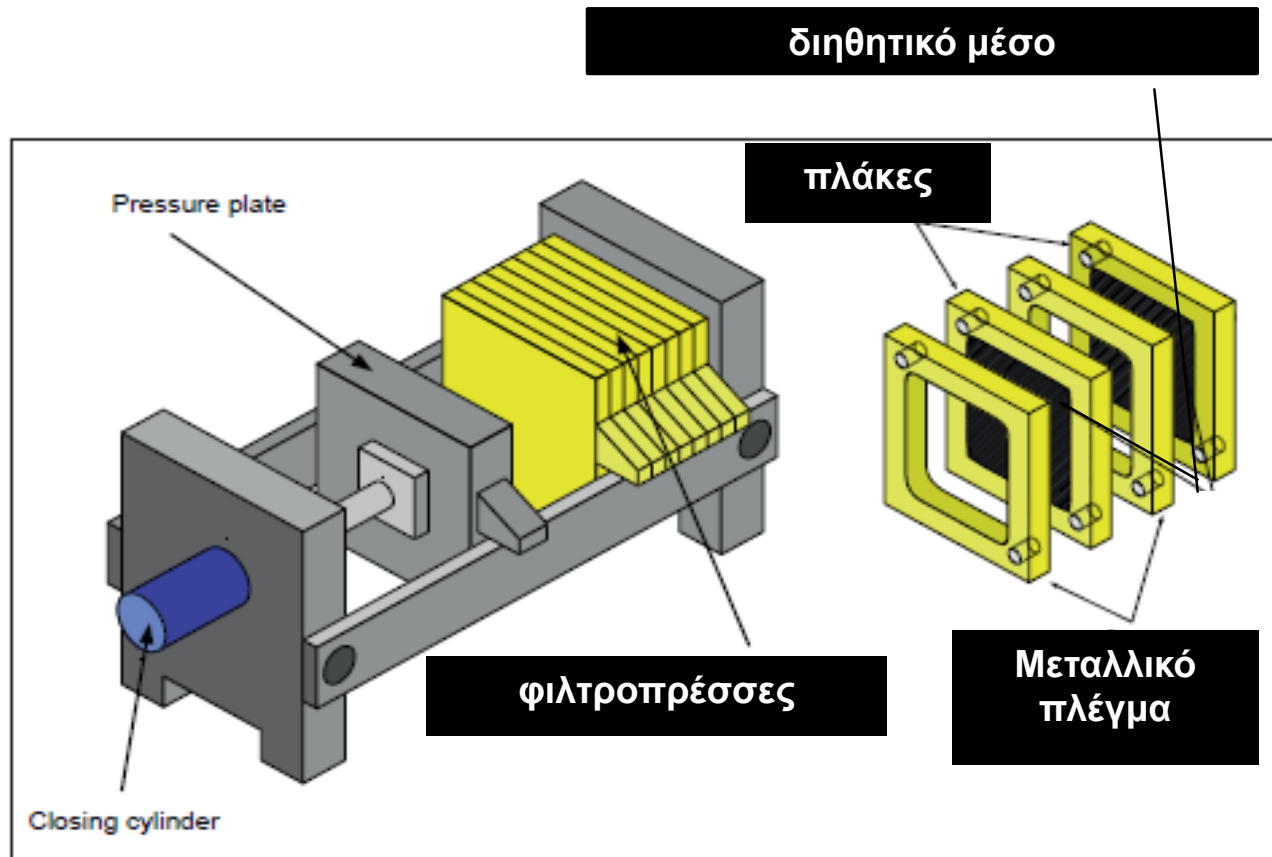


➤ Φιλτροπρέσες

- ❑ Αποτελούνται από σειρά πλακών (2) που φέρουν μεταλλικό πλέγμα και διηθητικό μέσο
- ❑ Οι πλάκες εναλλάσσονται με πλαίσια (3) κατάλληλα για σχηματισμό πλακούντα



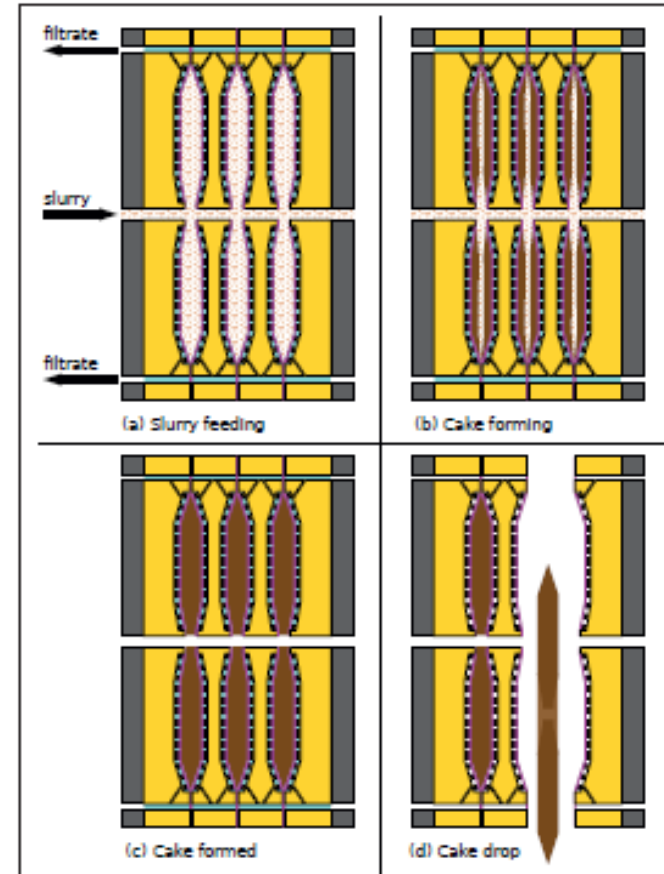
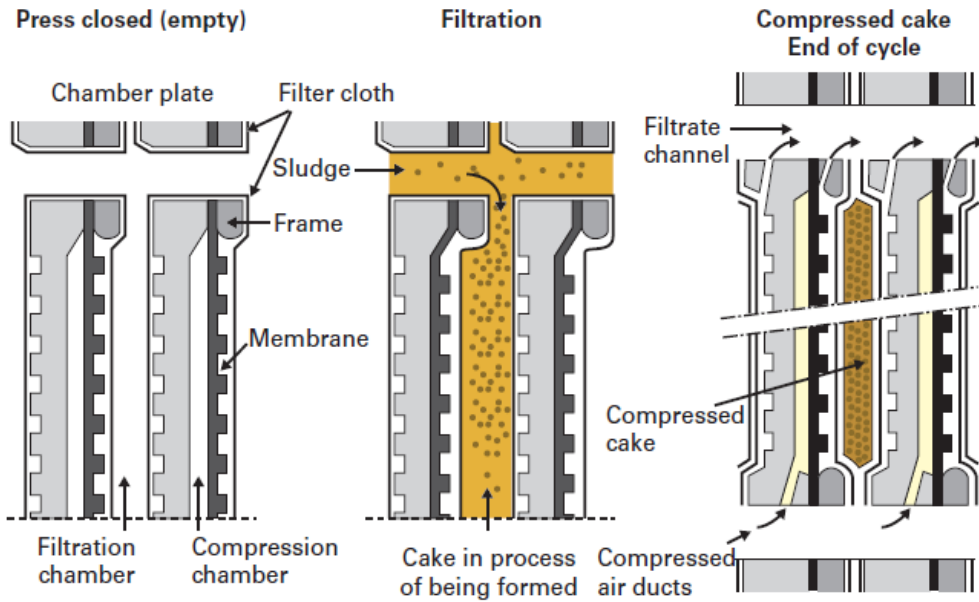
- ❑ Τα προς διήθηση υγρά απόβλητα διαχέονται διαμέσου σωληνώσεων (1) και εισέρχεται στο χώρο των πλαισίων
- ❑ Η υγρή φάση διέρχεται από τον πλακούντα και το διηθητικό μέσο εξέρχεται από τις σωληνώσεις (4)
- ❑ Την έκπλυση ακολουθεί απομάκρυνση του πλακούντα με πεπιεσμένο αέρα



➤ Φιλτροπρέσες



➤ ΦΙΛΤΡΟΠΡΕΣΣΕΣ



➤ 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*

➤ Ιδιότητες μέσου διήθησης

- Οι ιδιότητες που πρέπει να έχει ένα υλικό για να χρησιμοποιηθεί σαν μέσο διήθησης είναι:
 - Να υποβοηθά τη δημιουργία λεπτού πλακούντα
 - Να συγκρατεί τον πλακούντα και να διευκολύνει την απομάκρυνσή του μετά την χρήση
 - Να προβάλλει μικρή αντίσταση στη ροή
 - Να είναι ανθεκτικό για να συγκρατεί τον πλακούντα
 - Να μην είναι ιδιαίτερα ακριβό
 - Να είναι μη τοξικό και χημικά συμβατό με το υλικό που θα διηθηθεί

➤ **Ιδιότητες μέσου διήθησης**



- ❑ Αυτό που χαρακτηρίζει το υλικό ενός φίλτρου είναι το **ενεργό μέγεθος των σωματιδίων του και ο συντελεστής ομοιομορφίας**
- ❑ Το **ενεργό μέγεθος των σωματιδίων** καθορίζεται από το μέγεθος των πόρων του κοσκίνου από το οποίο θα περάσει το 10% κατά βάρος του υλικού (=δραστική διάμετρος)
- ❑ Ο **συντελεστής ομοιομορφίας** καθορίζεται από το κλάσμα του μεγέθους του κοσκίνου από το οποίο περνά το 60% του υλικού προς το μέγεθος του κοσκίνου από το οποίο περνά το 10% του υλικού
- ❑ Για την περίπτωση της άμμου, το συνηθισμένο ενεργό μέγεθος κυμαίνεται μεταξύ 0.3 και 0.8 mm, ενώ ο συντελεστής ομοιομορφίας κυμαίνεται από 1.2 έως 1.6.

➤ Ιδιότητες μέσου διήθησης

| Χαρακτηριστικά | Μονάδες | Διπλή κλίση | | Τριπλή κλίση | |
|--|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | Διακύμανση τιμών | Συνηθισμένη τιμή | Διακύμανση τιμών | Συνηθισμένη τιμή |
| 1. Ανθρακίτης (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 |
| 2. Άμμος (πυριτική): (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 |
| 3. Γρανίτης (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 |
| 4. Ρυθμός διύλισης | m^3/m^2h | 5-25 | 15 | 5-30 | 15 |

➤ Διηθητικές κλίνες



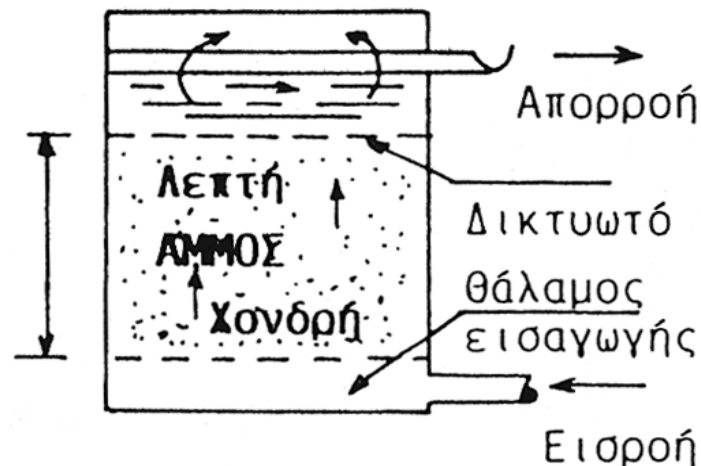
□ *Για την διήθηση χρησιμοποιούνται συνήθως τέσσερις διαφορετικές μορφές διηθητικών κλινών:*

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

➤ Διηθητική κλίνη ανοδικής ροής

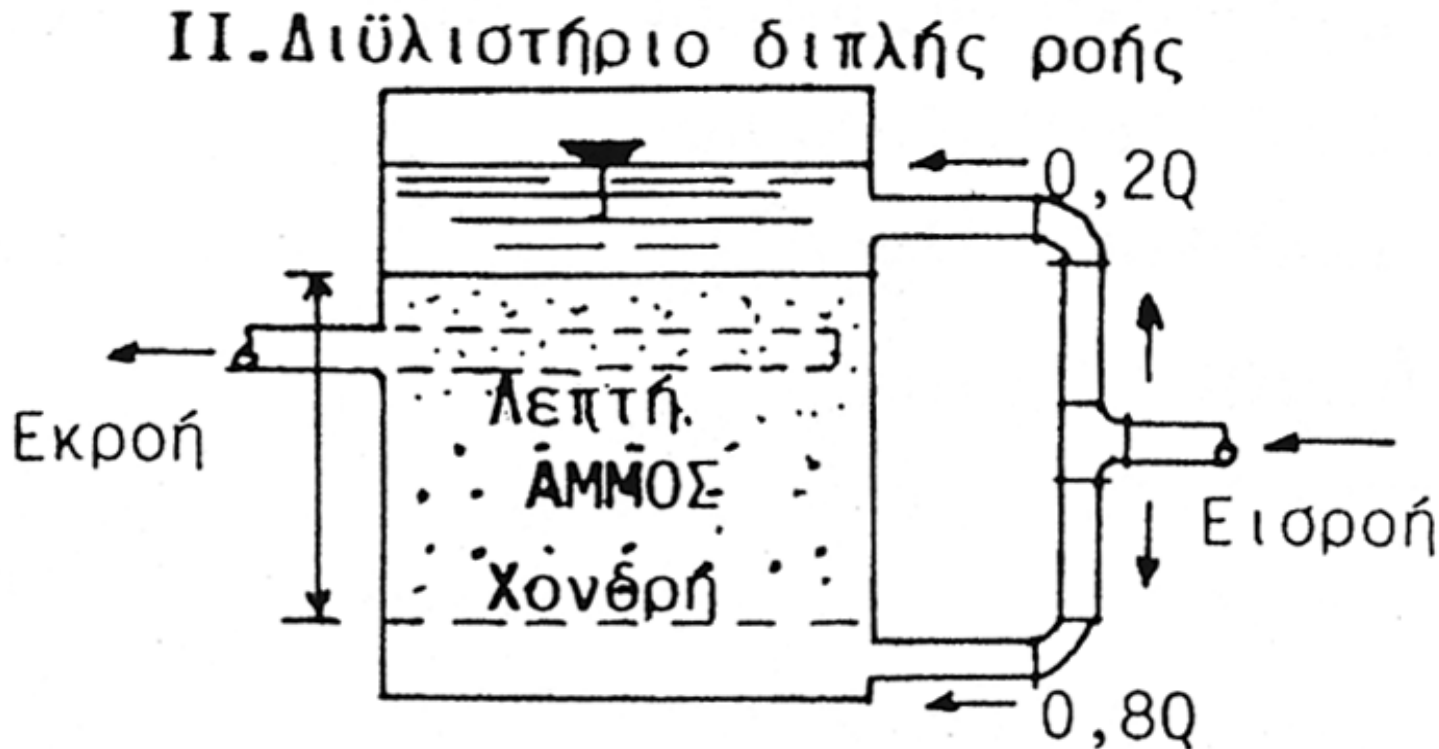
- ❑ Έχει το πλεονέκτημα ότι η διήθηση ξεκινά από την χονδρόκοκκη άμμο, όπου συγκρατούνται τα μεγάλα σωματίδια και προχωρεί στην λεπτή, όπου απομακρύνονται τα μικρότερα
- ❑ Έχει το μειονέκτημα του κινδύνου διαφυγής λεπτών κόκκων άμμου κατά τη διάρκεια των περιόδων αιχμής της υδραυλικής φόρτισης

Ι. Διυλιστήριο ανοδικής ροής



➤ Διηθητική κλίνη διπλής ροής

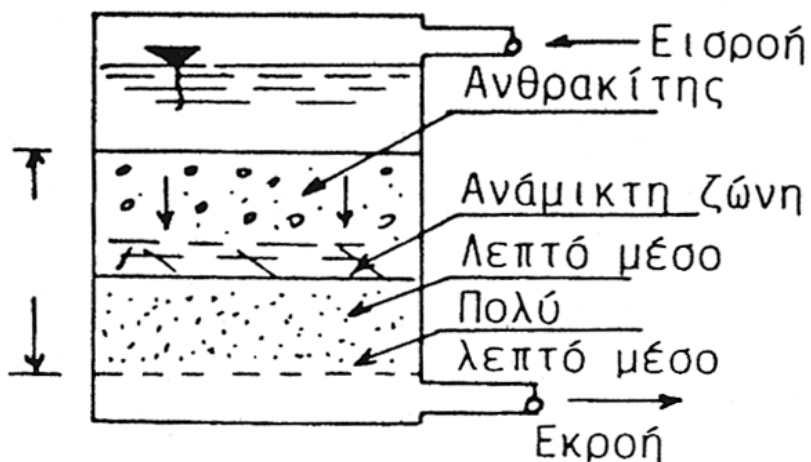
- ❑ Πλεονεκτεί έναντι των διηθητικών κλινών ανοδικής ροής στο ότι δεν παρουσιάζουν το πρόβλημα διόγκωσης της άμμου



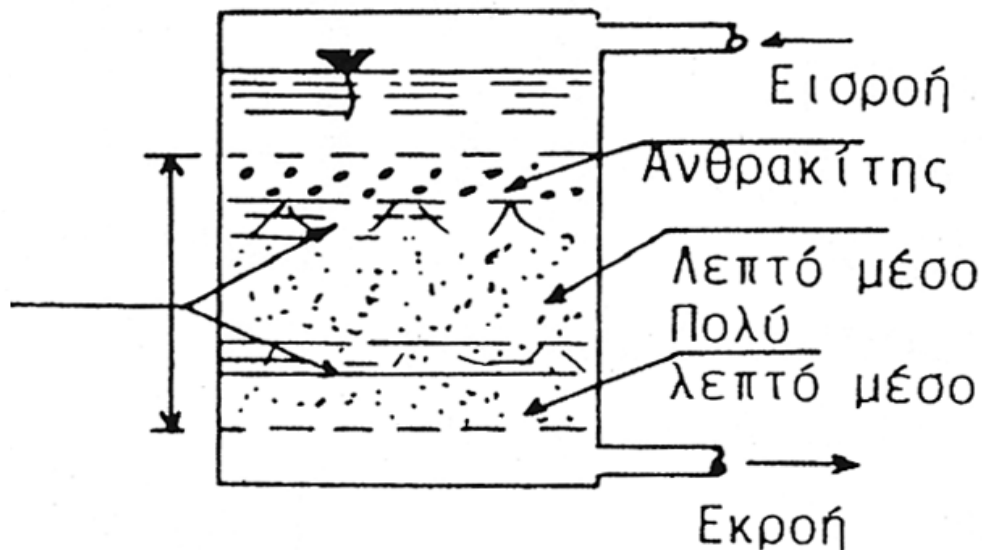
➤ Διηθητική κλίση δύο μέσων

- 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 διαφόρου 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