

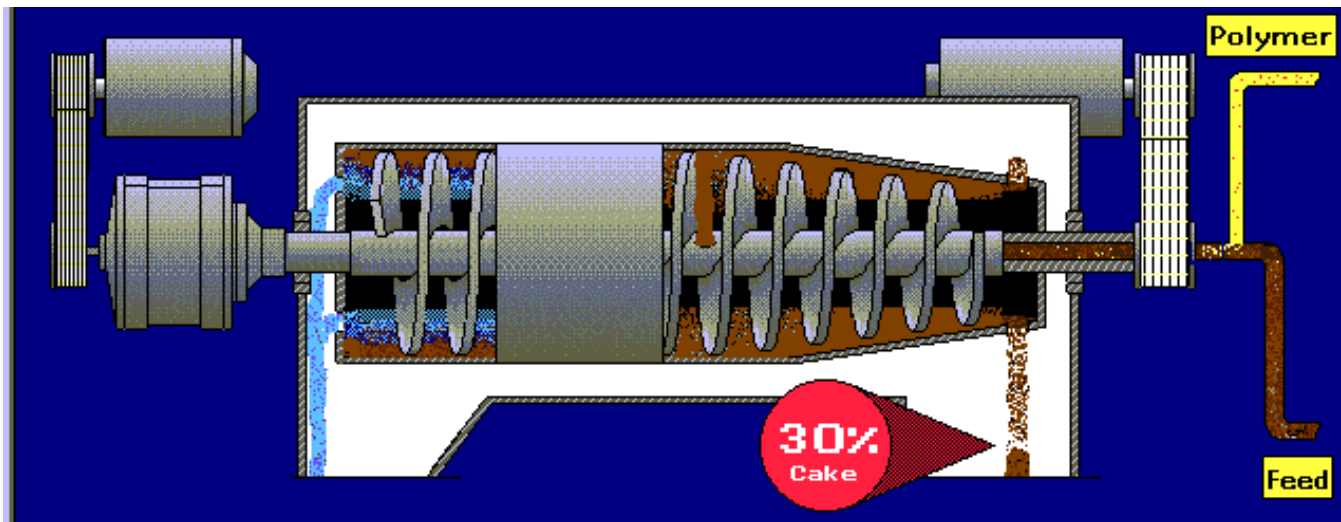
# Αφυδάτωση ιλύος

Σκοπός της διεργασίας είναι η περαιτέρω μείωση του ποσοστού υγρασίας της ιλύος, σε σημείο που να είναι δυνατό να διαχειριστεί ως στερεό. Τα κυριότερα συστήματα αφυδάτωσης μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Φυγοκέντρωση
- Ταινιοφιλτρόπρεσα
- Θαλαμοφιλτρόπρεσα
- Ηθμοί κενού
- Κλίνες ξήρανσης

# Αφυδάτωση με φυγοκέντρωση

Η μέθοδος επιτυγχάνει τον διαχωρισμό ενός σχεδόν στερεού συμπυκνώματος από την υγρή φάση, λόγω ανάπτυξης υψηλών περιστροφικών επιταχύνσεων. Η διεργασία είναι παρόμοια με αυτή της πάχυνσης, ενώ μπορεί να είναι συνεχούς ή διαλείποντος έργου. Απαραίτητη είναι η προσθήκη πολυηλεκτρλυτών σε ποσότητες 1-10 kg/ton ξηρής μάζας. Το ποσοστό στερεών στο τελικό προϊόν μπορεί να υπερβεί το 30%, ανάλογα με την φύση της ιλύος και του χρησιμοποιούμενου πολυηλεκτρολύτη.



# Αφυδάτωση ιλύος με φυγοκέντρωση

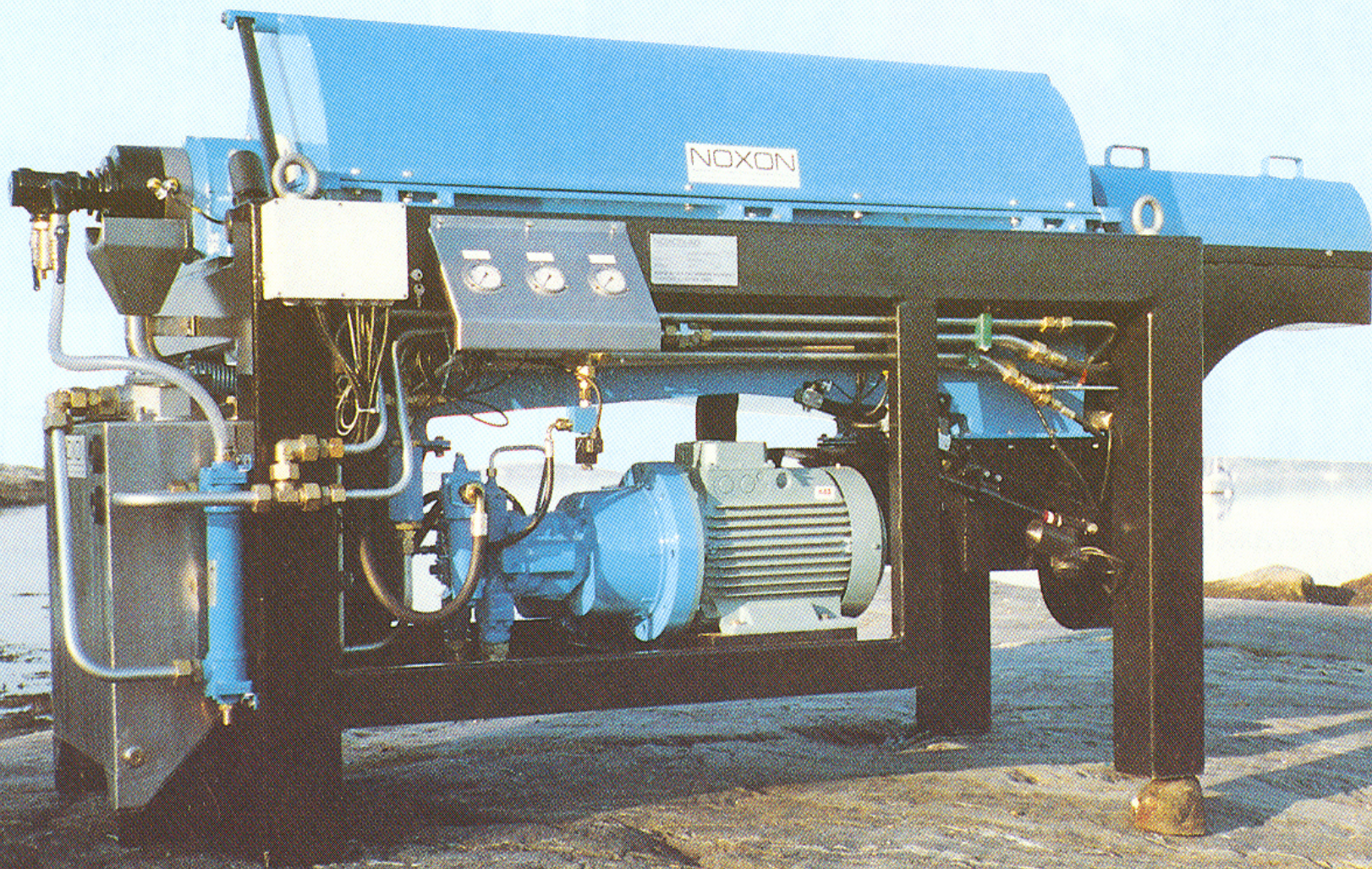


Ψυττάλεια, Αθήνα

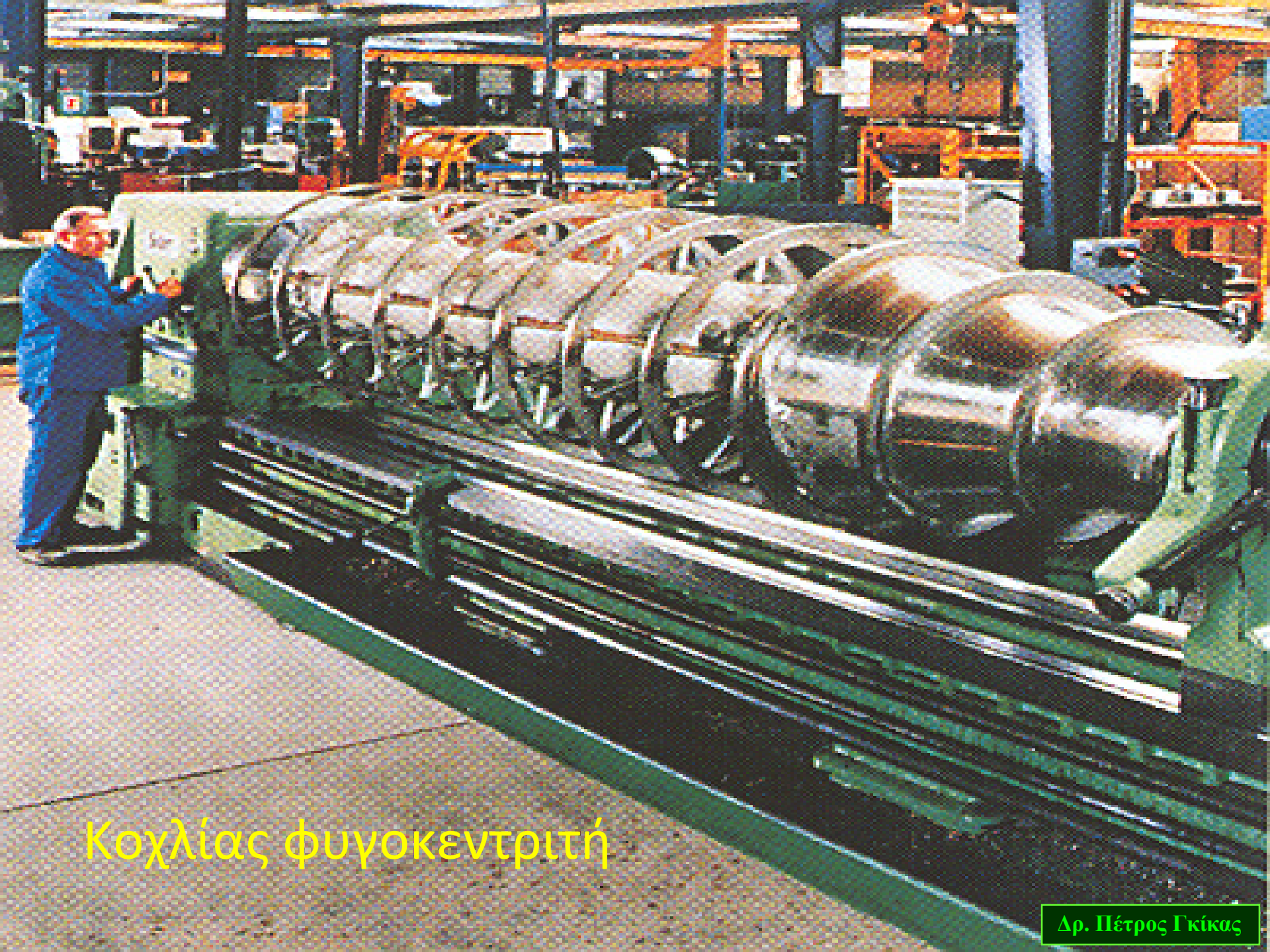
Δρ. Πέτρος Γκίκας



# Αφυδάτωση ιλύος με φυγοκέντριση





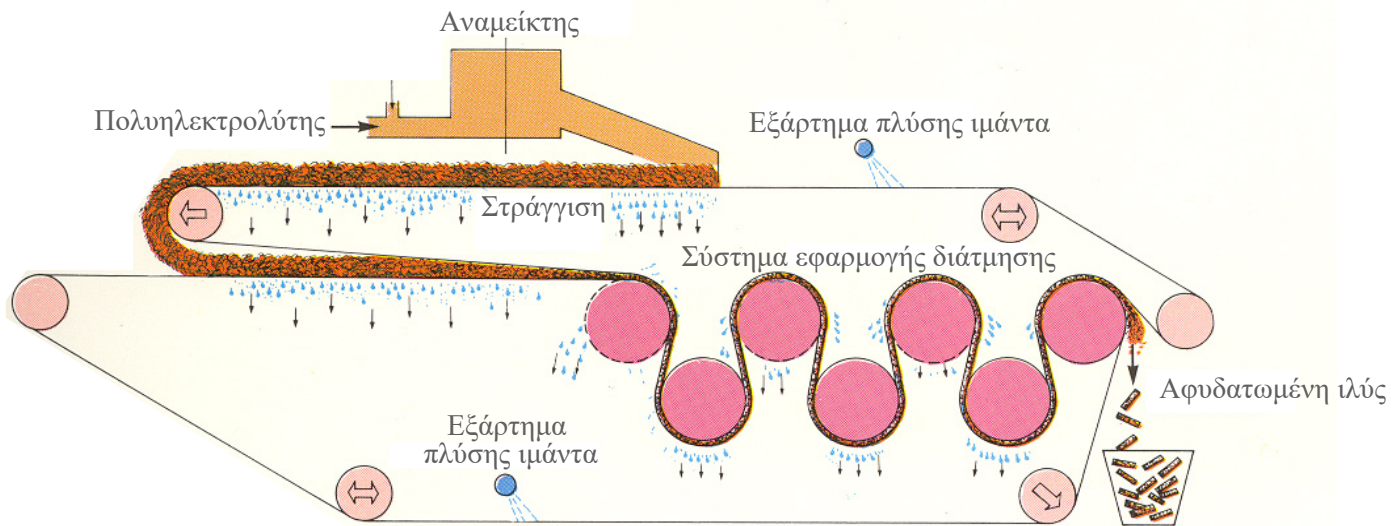


Κοχλίας φυγοκεντρίτη



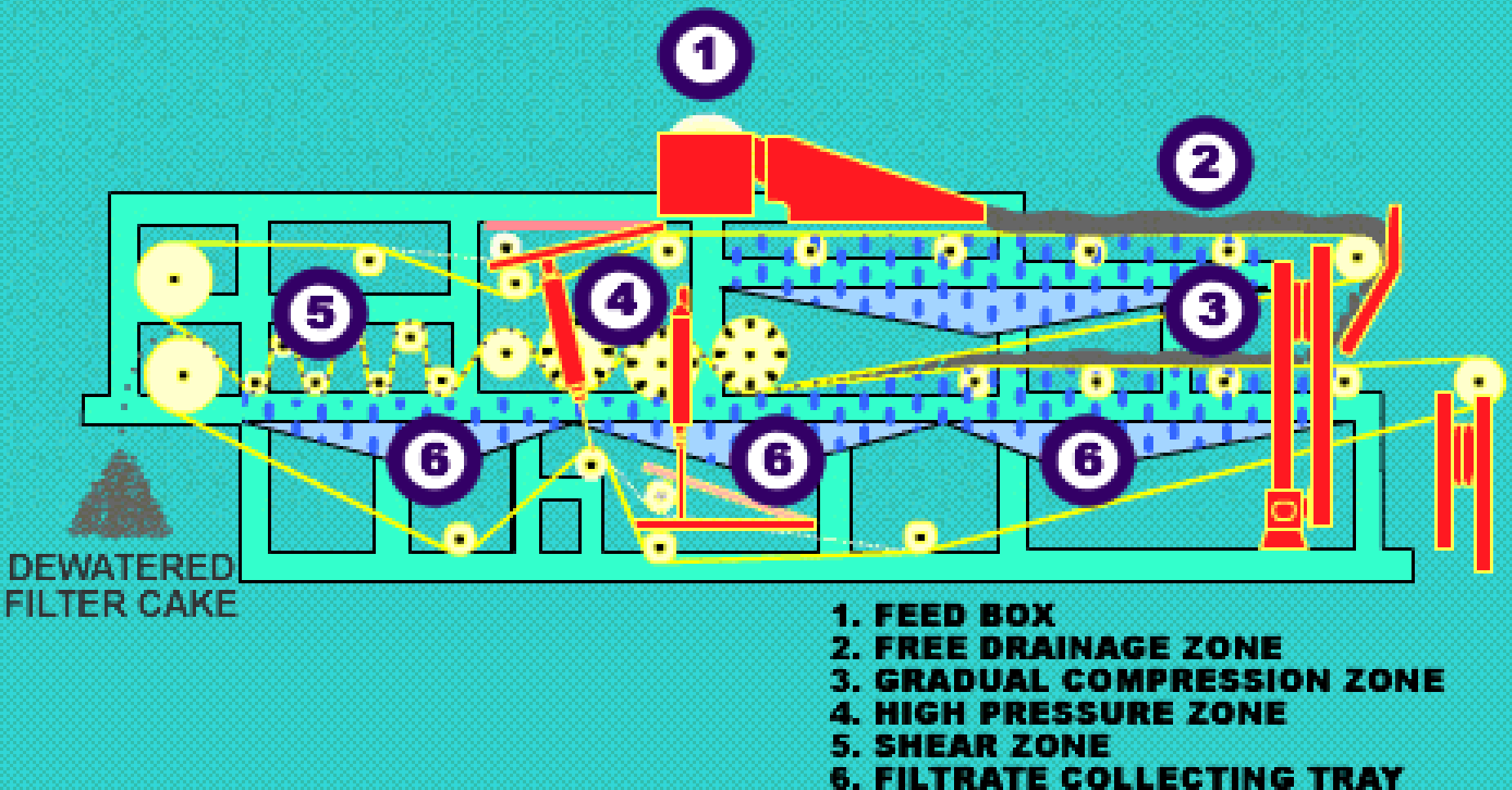
# Αφυδάτωση με ταινιοφιλτρόπρεσα

Πρόκειται για ιδιαίτερα διαδεδομένη μέθοδο αφυδάτωσης. Η ιλύς τροφοδοτείται στον ιμάντα διήθησης, όπου γίνεται το αρχικό στράγγισμα με δυνάμεις βαρύτητας, στην συνέχεια η ιλύς συμπιέζεται μεταξύ δύο ταινιών που κινούνται παράλληλα, και τέλος εξαναγκάζεται σε πορεία σχήματος «S», όπου της ασκούνται διατμητικές τάσεις για περαιτέρω απώλεια ύδατος. Απαραίτητη είναι η προσθήκη πολυηλεκτρλυτών σε ποσότητες 1-10 kg/ton ξηρής μάζας. Το ποσοστό στερεών στο τελικό προϊόν μπορεί να υπερβεί το 25%, ανάλογα με την φύση της ιλύος και του χρησιμοποιούμενου πολυηλεκτρολύτη.





# Αφυδάτωση με ταινιοφιλτρόπρεσα



# Αφυδάτωση ιλυσος με ταινιοφιλτρόπρεσα



Ψυττάλεια, Αθήνα

Δρ. Πέτρος Γκίκας



# Αφυδάτωση ιλύος με ταινιοφιλτρόπρεσα



α

- α. Πλάγια όψη  
ταινιοφιλτρόπρεσας, στο  
διακρίνονται αριστερό μέρος  
διακρίνεται το σύστημα  
εφαρμογής διατμητικών  
τάσεων

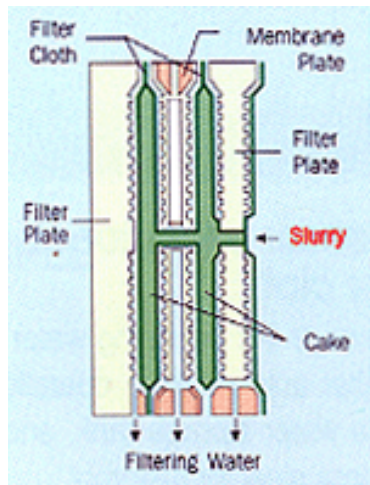


β

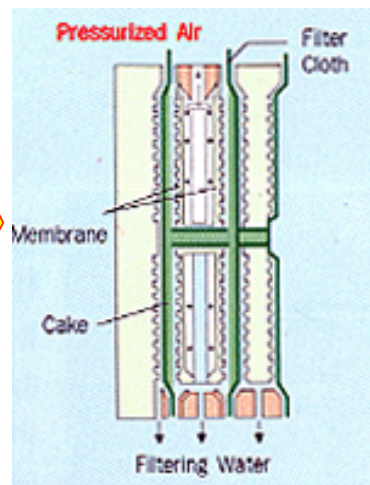
- β. Λεπτομέρεια εξόδου της  
αφυδατωμένης ιλύος από το  
σύστημα

# Αφυδάτωση με θαλαμοφιλτρόπρεσα

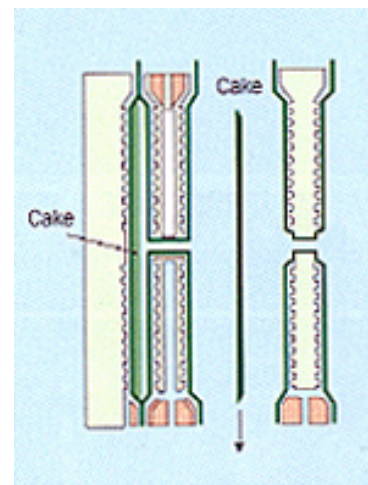
Πρόκειται για την μηχανική διεργασία που αποδίδει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις στερεών στην έξοδο. Είναι διεργασία ημιδιαλύποντος έργου (αν και έχουν κατασκευαστεί λίγα μοντέλα συνεχούς έργου) και απαιτεί την χρήση πολυηλεκτρολυτών. Πρόκειται για συστοιχία κάθετων πλακών οι οποίες φέρουν μέσο διήθησης. Η ιλύς τροφοδοτείται με αντλίες στα διάκενα των πλακών, στην συνέχεια συμπιέζεται και τέλος απομακρύνεται με το άνοιγμά τους. Το ποσοστό στερεών στο τελικό προϊόν κυμαίνεται μεταξύ 48-70%, ανάλογα με την φύση της ιλύος και του χρησιμοποιούμενου πολυηλεκτρολύτη.



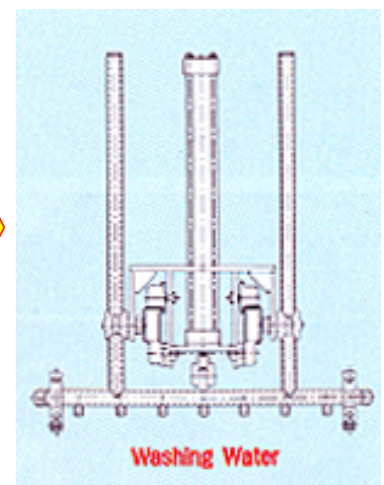
Γόμωση



Σύνθλιψη



Αποκομιδή



Έκπλυση



# Αφυδάτωση ιλυσος με θαλαμοφιλτρόπρεσα



# Αφυδάτωση ιλυσος με θαλαμοφιλτρόπρεσα

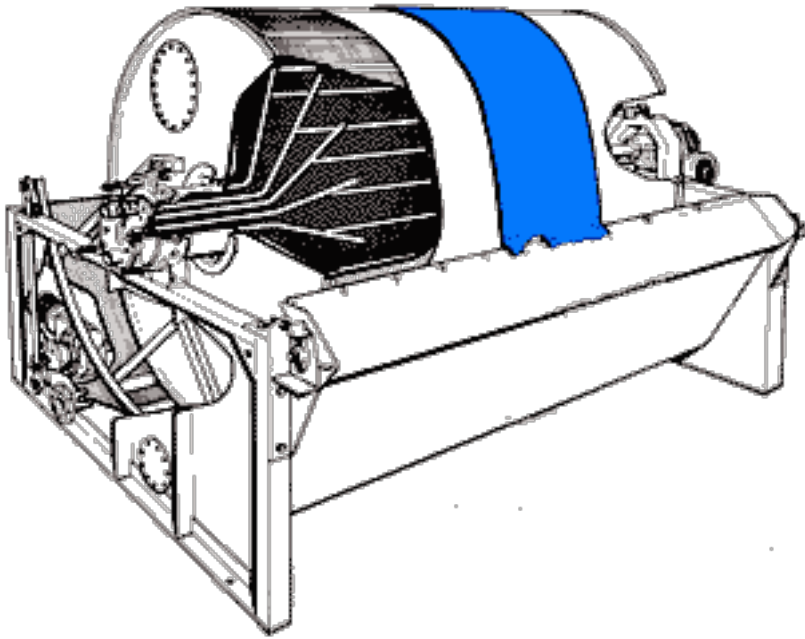


Μόσχα, Ρωσία

Δρ. Πέτρος Γκίκας



# Αφυδάτωση με ηθμούς κενού



Αποτελούνται από περιστρεφόμενο τύμπανο επενδυμένο με ηθμό, μερικά βυθισμένο στην ιλύ. Με την δημιουργία κενού, η ιλύς προσκολλάται στο τύμπανο, όπου απορρίπτεται μέρος της υγρασίας της. Η αφυδατωμένη ιλύς αποκολλάται από το τύμπανο με χρήση επαπτομενικού ξέστρου. Η διεργασία δίνει αφυδατωμένη ιλύ με υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά, ενώ απαραίτητη είναι η χρήση πολυηλεκτρολυτών.

# Αφυδάτωση ιλύος με ηθμό κενού





# Αφυδάτωση ιλυσος με ηθμό κενού



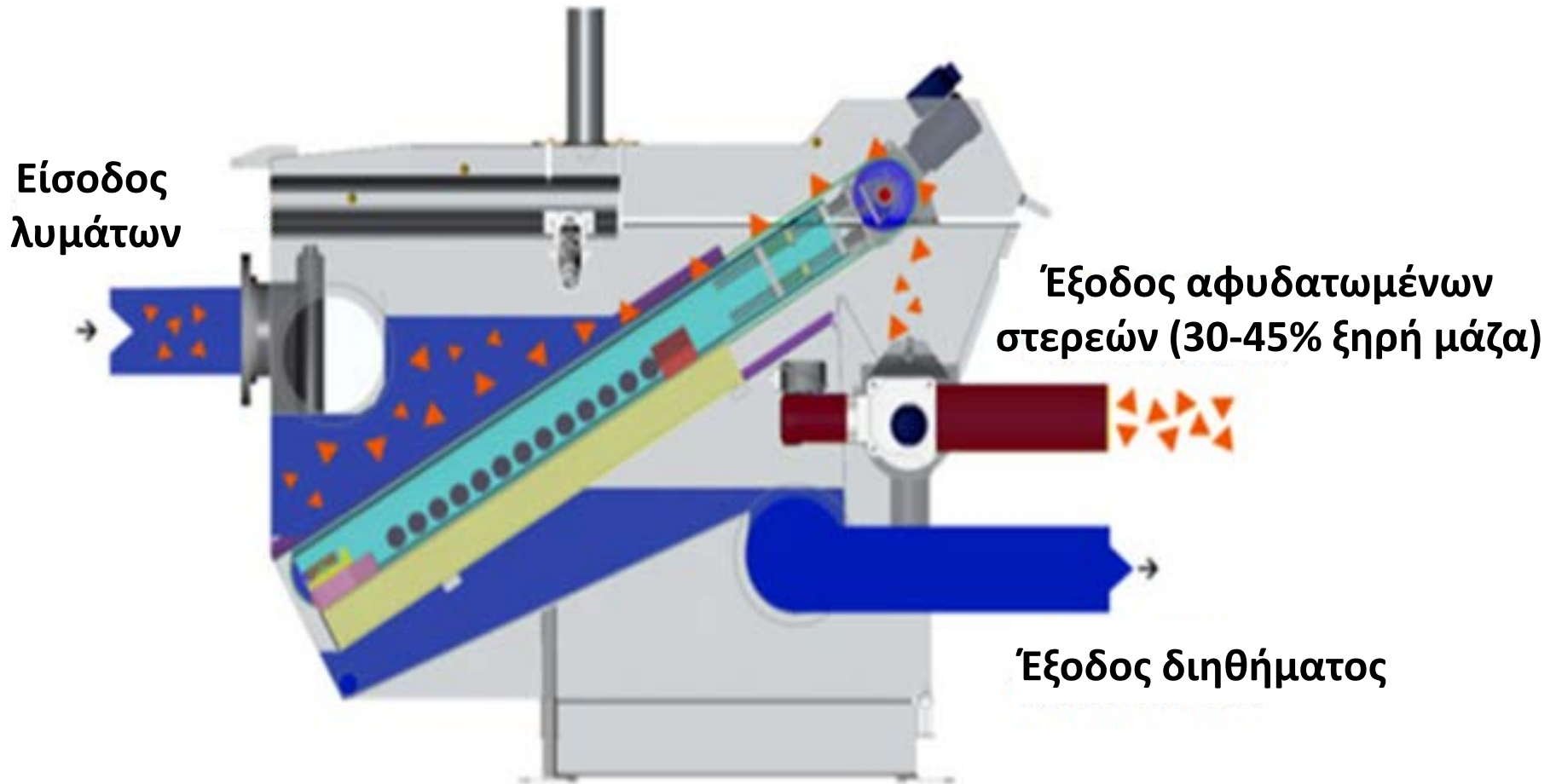




Μικροκόσκino (ΔΕΥΑ Ρεθύμνου)



## Μικροκόσκινο – Αρχή λειτουργίας

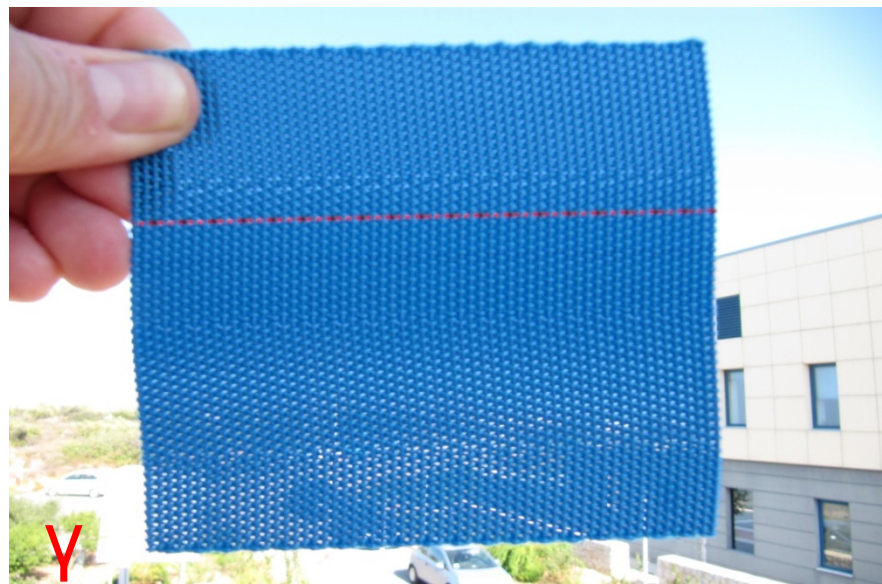


# Μικροκοσκίνηση

α. Μικροκόσκινο με ανοικτό κάλυμα

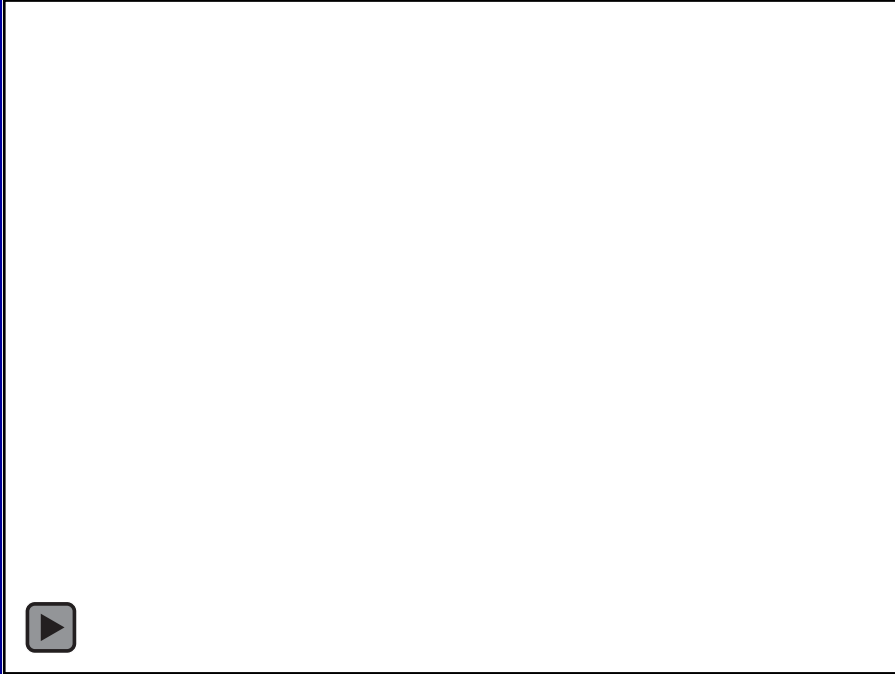
β. Αφυδατωμένη ιλύς (~45% TS)

γ. Υφασμάτινος ηθμός (πόροι 350μm)





# Μικροκόσκινα: Λειτουργία



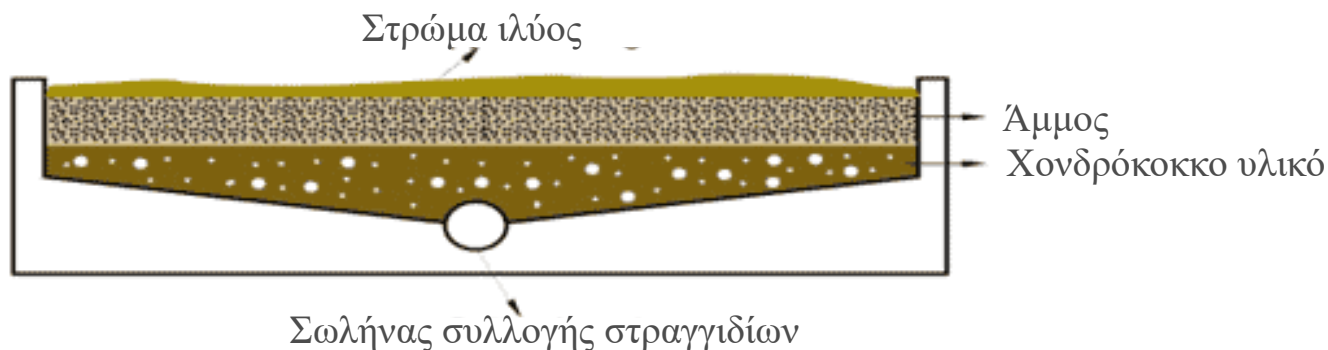
Απομάκρυνση στερεών



Συμπύκνωση στερεών

# Κλίνες ξήρανσης

Πρόκειται για συστήματα που έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως κατά το παρελθόν, αλλά τυγχάνουν περιορισμένης χρήσης σήμερα. Οι κλίνες ξήρανσης είναι εξοπλισμένες με αποχετευτικό δίκτυο, και συνήθως είναι καλυμμένες με στρώμα άμμου (20-30 cm), αλλά αντί αυτού μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλα υλικά (π.χ.: απλό σκυρόδεμα, διάτρητα ανοξείδωτα ή πλαστικά φύλλα). Η ιλύς απλώνεται σε στρώμα πάχους 20-30 cm και αφήνεται τόσο να στραγγίσει μέσω της άμμου, όσο και να χάσει υγρασία λόγω εξάτμισης. Μετά από 10-15 ημέρες, και εφόσον επικρατούν ιδανικές συνθήκες, η συγκέντρωση στερεών μπορεί να φτάσει το 40%, ενώ η διεργασία συνήθως ολοκληρώνεται σε 3-4 εβδομάδες, και το περιεχόμενο σε στερεά μπορεί να φτάσει το 60%.





# Κλίνες ξήρανσης

Τυπικές απαιτούμενες εκτάσεις για μη στεγαζόμενες κλίνες ξήρανσης

| ΕΙΔΟΣ ΙΛΥΟΣ                                   | ΕΚΤΑΣΗ<br>m <sup>2</sup> /κάτοικο | ΡΥΘΜΟΣ ΦΟΡΤΗΣΗΣ<br>kg ξηρής μάζας/m <sup>2</sup> ·yr |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|
| Πρωτοβάθμια χωνευμένη                         | 0,1                               | 120-150                                              |
| Πρωτοβάθμια και σταλακτικών φίλτρων χωνευμένη | 0,12-0,16                         | 90-120                                               |
| Πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια χωνευμένη       | 0,16-0,23                         | 60-100                                               |
| Πρωτοβάθμια και χημικής καθίζησης χωνευμένη   | 0,19-0,23                         | 100-160                                              |

Οι αντίστοιχες εκτάσεις για στεγασμένες κλίνες ανέρχονται στο 70-75% των ανωτέρω

# Κλίνες ξήρανσης





## Κλίνες ξήρανσης

Αμέσως μετά την πλήρωση με ιλύ

Τρεις εβδομάδες αργότερα



# Συλλογή αφυδατωμένης ιλύος με μηχανικά μέσα







Ανάδευση ιλύος με χρήση ρομποτικού συστήματος





## Αφυδάτωση ιλύος με χρήση ηλιακής ενέργειας

Η μέθοδος αυτή δύναται να αποδώσει ξηρή  
ιλύ με περιεκτικότητα σε στερεά μέχρι 90%



# Αφυδάτωση με ταινιοφιλτρόπρεσα: Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα

## Πλεονεκτήματα

- Χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις
- Χαμηλά σχετικά λειτουργικά κόστη και κόστος κεφαλαίου
- Λιγότερο περίπλοκη μηχανικά και ευκολότερη στη συντήρηση
- Οι μηχανές υψηλής πίεσης είναι ικανές να παράγουν υψηλού βαθμού αφυδατωμένη ιλύ
- Εύκολη εκκίνηση και τερματισμός λειτουργίας

## Μειονεκτήματα

- Δυνητικά έντονες οσμές
- Συνήθως απαιτείται άλεση της ιλύος στο ρεύμα τροφοδοσίας
- Πολύ ευαίσθητη στα χαρακτηριστικά της εισερχόμενης ιλύος της τροφοδοσίας
- Δε συνιστάται πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία
- Μειωμένη υδραυλική ικανότητα
- Πιο γρήγορη φθορά του διηθητικού μέσου, σε σχέση με άλλα μηχανικά μέσα

# Σχεδιασμός Ταινιοφιλτρόπρεσας

Τυπικά δεδομένα απόδοσης της αφυδάτωσης από ταινιοφιλτρόπρεσες για διάφορους τύπους βιοστερεών

| Τύπος ιλύος                      | Τροφοδοσία ξηρών στερεών, % | Φορτίο ανά μέτρο μήκους της ταινίας |                    | Ξηρός πολυηλεκτρολύτης, σε g kg <sup>-1</sup> ξερών στερεών* | Στερεά της αφυδατωμένης ιλύος, % |       |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------|
|                                  |                             | L s <sup>-1</sup>                   | kg h <sup>-1</sup> |                                                              | Τυπικά                           | Εύρος |
| Ανεπεξέργαστη πρωτοβάθμια        | 3-7                         | 1,8-3,2                             | 360-550            | 1-4                                                          | 28                               | 26-32 |
| Περίσσεια ενεργός ιλύς (WAS)     | 1-4                         | 0,7-2,5                             | 45-180             | 3-10                                                         | 15                               | 12-20 |
| Πρωτοβάθμια + WAS (50:50)        | 3-6                         | 1,3-3,2                             | 180-320            | 2-8                                                          | 23                               | 20-28 |
| Πρωτοβάθμια + WAS (40:60)        | 3-6                         | 1,3-3,2                             | 180-320            | 2-10                                                         | 20                               | 18-25 |
| Πρωτοβάθμια + Κλίνες ξήρανσης    | 3-6                         | 1,3-3,2                             | 180-320            | 2-8                                                          | 25                               | 23-30 |
| Αναερόβια χωνεμένη:              |                             |                                     |                    |                                                              |                                  |       |
| Πρωτοβάθμια                      | 3-7                         | 1,3-3,2                             | 360-550            | 2-5                                                          | 28                               | 24-30 |
| WAS                              | 3-4                         | 0,7-2,5                             | 45-135             | 4-10                                                         | 15                               | 12-20 |
| Πρωτοβάθμια + WAS                | 3-6                         | 1,3-3,2                             | 180-320            | 3-8                                                          | 22                               | 20-25 |
| Αερόβια χωνεμένη:                |                             |                                     |                    |                                                              |                                  |       |
| Πρωτοβάθμια + WAS, χωρίς πάχυνση | 1-3                         | 0,7-3,2                             | 135-225            | 2-8                                                          | 16                               | 12-20 |
| Πρωτοβάθμια + WAS, με πάχυνση    | 4-8                         | 0,7-3,2                             | 135-225            | 2-8                                                          | 18                               | 12-25 |
| Ενεργή WAS οξυγονωμένη           | 1-3                         | 0,7-2,5                             | 90-180             | 4-10                                                         | 18                               | 15-23 |

\* Συγκέντρωση ξηρού πολυηλεκτρολύτη στο διάλυμα τροφοδοσίας: 1 -2 g L<sup>-1</sup>

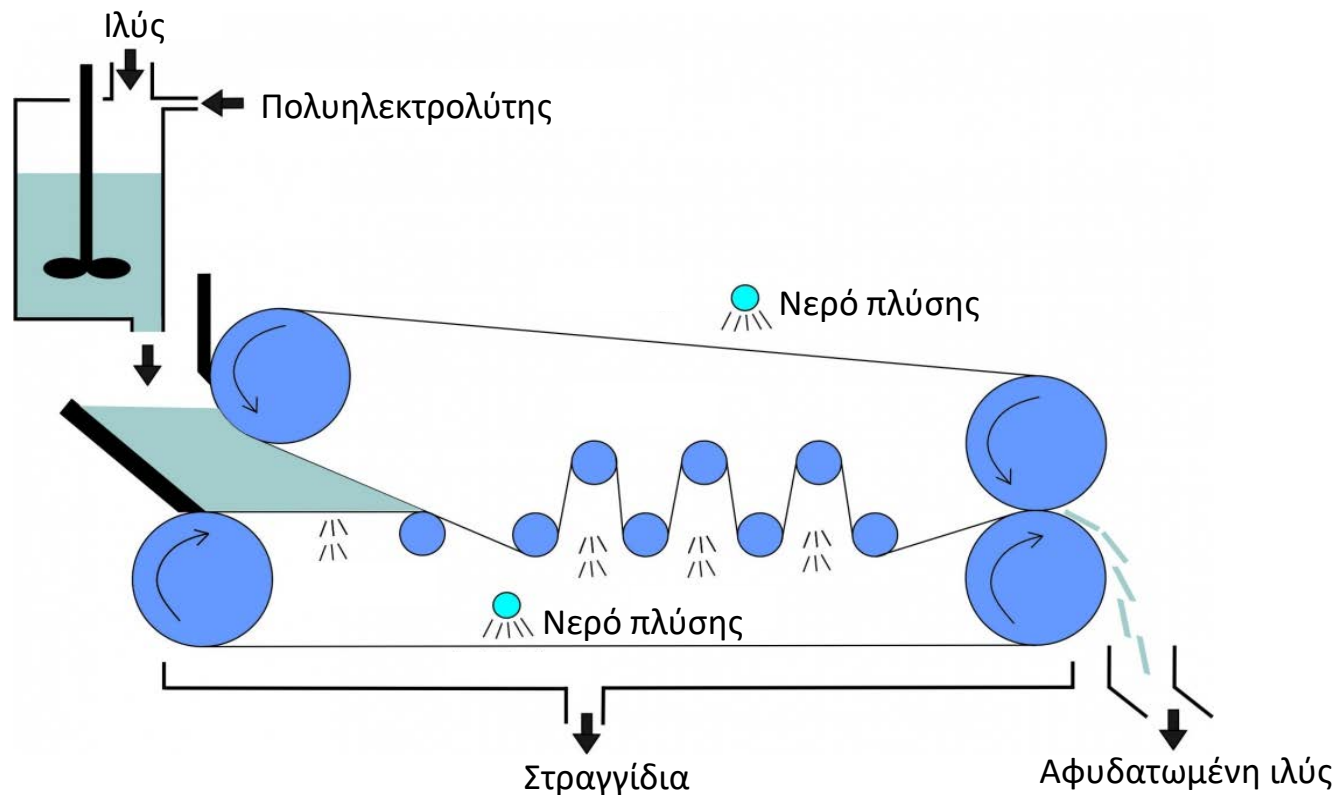


# Σχεδιασμός Ταινιοφιλτρόπρεσας

Κύρια χαρακτηριστικά σχεδιασμού ταινιοφιλτρόπρεσών:

- Πλάτος ταινίας: 0,5 - 3,5 m, σύνηθες πλάτος: 2 m (για αστικά λύματα)
- Ρυθμός φορτίου ιλύος: 90 - 680 kg m<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> (για μείγμα πρωτοβάθμιας & δευτεροβάθμιας ιλύος κυμαίνεται μεταξύ 180 - 320 kg m<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>)
- Παροχή νερού πλύσης της ταινίας: 1,6 έως 6,3 L m<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>
- Παροχή συσσωματωτικού πολυηλεκτρολύτη 2-10 g ανά kg ξηρών στερεών
- Συγκέντρωση ξηρού πολυηλεκτρολύτη στο διάλυμα τροφοδοσίας: 1-2 g L<sup>-1</sup>

## Λειτουργία ταινιοφιλτρόπρεσας



# Σχεδιασμός Ταινιοφιλτρόπρεσας

Για το σχεδιασμό της ταινιοφιλτρόπρεσας, πρέπει αρχικά να καθοριστεί το ωράριο λειτουργίας. Συνήθως οι ταινιοφιλτρόπρεσες λειτουργούν 8 ώρες την ημέρα, 5 ημέρες την εβδομάδα (Δευτέρα-Παρασκευή).

Ακολουθώς, με βάση την παροχή ( $Q_{\text{ιλύος}}$ ) και την πυκνότητα ( $\rho_{\text{ιλύος}}$ ) της ιλύος, υπολογίζονται τα στερεά που παράγονται στη διάρκεια μιας εβδομάδας, σε υγρή ( $Q_{\text{WS-wk}}$ ) και ξηρή ( $Q_{\text{DS-wk}}$ ) βάση.

$$Q_{\text{WS-wk}} = Q_{\text{ιλύος}} \cdot \rho_{\text{ιλύος}} \cdot 7 \text{ d wk}^{-1}$$

$$Q_{\text{DS-wk}} = Q_{\text{WS-wk}} \cdot C_{\text{ιλύος}}$$

Στη συνέχεια, υπολογίζονται η ημερήσια και ωριαία παραγωγή στερών, σε ξηρή βάση, για τις ημέρες και ώρες λειτουργίας της ταινιοφιλτρόπρεσας. Θεωρούμε λειτουργία  $5 \text{ d wk}^{-1}$  και  $8 \text{ h d}^{-1}$ .

$$\text{Ημερήσια παραγωγή} = \frac{Q_{\text{DS-wk}}}{5 \text{ d wk}^{-1}}$$

$$\text{Ωριαία παραγωγή} = \frac{\text{Ημερήσια παραγωγή}}{8 \text{ h d}^{-1}}$$

Το πλάτος της ταινιοφιλτρόπρεσας υπολογίζεται ως εξής (το φορτίο της ταινιοφιλτρόπρεσας από σχετικό πίνακα):

$$\text{Πλάτος ταινίας} = \frac{Q_{\text{DS-h}}}{\text{Φορτίο ταινιοφιλτρ}}$$



# Σχεδιασμός Ταινιοφιλτρόπρεσας

Η ιλύς αναμειγνύεται με πολυηλεκτρολύτη (συνήθως κατιονικό πολυηλεκτρολύτη) πριν την τροφοδοσία της στην ταινιοφιλτρόπρεσα, ώστε να βελτιωθεί η απόδοση της αφυδάτωσης. Η αναλογία πολυμερούς/ξηρών στερεών δίνεται στον σχετικό πίνακα.

Το πολυμερές αρχικά διαλύεται σε νερό, ώστε να σχηματιστεί το διάλυμα τροφοδοσίας ( $1-2 \text{ g L}^{-1}$ ). Το διάλυμα τροφοδοσίας παρασκευάζεται σε καθημερινή βάση, γιατί ο πολυηλεκτρολύτης υδρολύεται με ταχύ ρυθμό και μειώνεται σημαντικά η ικανότητα συσσωμάτωσης.

**Ισοζύγια στερεών** (Προσοχή: τα ισοζύγια γίνονται σε ωριαία βάση (μετά οι παροχές μπορούν να πολλαπλασιαστούν επί τις ώρες λειτουργίας ανά εβδομάδα ( $8 \times 5 = 40 \text{ h}$ ), για τον υπολογισμό των εβδομαδιαίων ισοζυγίων)

Ολικό ισοζύγιο στερεών:

$$Q_{\text{ιλύος}} \cdot C_{\text{ιλύος}} = Q_{\text{αφυδ.}} \cdot C_{\text{αφυδ.}} + Q_{\text{στραγγ.}} \cdot C_{\text{στραγγ.}}$$

Επίσης, ισχύει και το ισοζύγιο ογκομετρικών παροχών:

$$Q_{\text{ιλύος}} + Q_{\text{πλύσης}} = Q_{\text{αφυδ.}} + Q_{\text{στραγγ.}}$$

Επιλύοντας τα δύο παραπάνω ισοζύγια, υπολογίζονται οι παροχές αφυδατωμένης ιλύος και των παραγόμενων στραγγιδίων.

Η ποσοστιαία απομάκρυνση των στερεών υπολογίζεται ως:

$$\text{Απομάκρυνση στερεών} = \frac{M_{\text{ιλύος}} - M_{\text{διηθ.}}}{M_{\text{ιλύος}}}$$

# Παράδειγμα Σχεδιασμού Ταινιοφιλτρόπρεσας (1/8)

Να σχεδιάσετε την διεργασία αφυδάτωσης ιλύος (μείγμα 40:60 πρωτοβάθμιας και περίσσειας ενεργού ιλύος) με παροχή  $Q_{\text{ιλύος}} = 72 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$  και συγκέντρωση στερεών  $C_{\text{ιλύος}} = 3\%$ , με τη χρήση ταινιοφιλτρόπρεσας.

Θεωρούμε:

- Χρόνος λειτουργίας:  $8 \text{ h d}^{-1}$  και  $5 \text{ d wk}^{-1}$
- Ρυθμός φορτίου ταινιοφιλτρόπρεσας:  $275 \text{ kg m}^{-1}\text{h}^{-1}$  (από σχετικό Πίνακα)
- Συγκέντρωση στερεών στην αφυδατωμένη ιλύ:  $C_{\text{αφυδ.}} = 20\%$
- Συγκέντρωση στερεών στα στραγγίδια:  $C_{\text{στραγγ.}} = 0,09\%$
- Παροχή νερού πλύσης:  $Q_{\text{πλύσης}} = 5,4 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}\text{m}^{-1}$
- Ειδικές βαρύτητες: τροφοδοσία ιλύος = 1,02, αφυδατωμένη ιλύς = 1,07, στραγγίδια = 1,01, σε  $\text{tn m}^{-3}$
- Χρήση πολυηλεκτρολύτη: 6 g ανά kg ξηρών στερεών
- Συγκέντρωση πολυηλεκτρολύτη στο διάλυμα τροφοδοσίας:  $1,5 \text{ g L}^{-1}$



## Παράδειγμα Σχεδιασμού Ταινιοφιλτρόπρεσας (2/8)

Λόγω του ότι η ταινιοφιλτρόπρεσα θα λειτουργεί  $8 \text{ h d}^{-1}$ ,  $5 \text{ d wk}^{-1}$ , πρέπει να σχεδιαστεί μια δεξαμενή αποθήκευσης της ιλύος, στην οποία θα αποθηκεύεται η ιλύς για το χρονικό διάστημα από την Παρασκευή (απόγευμα) έως Δευτέρα (πρωί), όπου το προσωπικό δε θα βρίσκεται στην ΕΕΛ. Επομένως, για τη διαστασιολόγηση της δεξαμενής λαμβάνουμε υπόψη 3 ημέρες τροφοδοσίας.

Η όγκος της δεξαμενής αποθήκευσης υπολογίζεται ως εξής:

$$V_{\Delta\epsilon\chi.} = Q_{\text{ιλύος}} \cdot \tau \cdot \text{Συντ. Ασφαλείας} = 72 \text{ m}^3 \text{d}^{-1} \cdot 3 \text{ d} \cdot 1,5 = 324 \text{ m}^3$$

Θεωρούμε την κατασκευή δεξαμενής τετραγωνικής διατομής με ύψος 4 m,

Οπότε οι διαστάσεις της δεξαμενής προκύπτουν: Μήκος x Πλάτος x Ύψος = 9 m x 9 m x 4 m.

## Παράδειγμα Σχεδιασμού Ταινιοφιλτρόπρεσας (3/8)

Στη συνέχεια, υπολογίζεται ο ωραίος ρυθμός παραγωγής ιλύος για τα υγρά και ξηρά βιοστερεά (για αναερόβια χωνευμένη ιλύ, λαμβάνεται  $\rho_{\text{ιλύος}} = 1,02 \text{ tn m}^{-3}$ ):

$$M_{WS-h} = \frac{Q_{\text{ιλύος}} \cdot 7 \text{ d wk}^{-1} \cdot 1,02 \text{ tn m}^{-3} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tn}}}{5 \text{ d wk}^{-1} \cdot 8 \text{ h d}^{-1}}$$
$$\Rightarrow M_{WS-h} = \frac{72 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1} \cdot 7 \text{ d wk}^{-1} \cdot 1,02 \text{ tn m}^{-3} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tn}}}{5 \text{ d wk}^{-1} \cdot 8 \text{ h d}^{-1}} = 12852 \text{ kg h}^{-1}$$

$$M_{DS-h} = M_{WS-h} \cdot C_{\text{ιλύος}} \Rightarrow Q_{DS-h} = 12852 \text{ kg h}^{-1} \cdot 3\% = 385,6 \text{ kg h}^{-1}$$

Το πλάτος της ταινιοφιλτρόπρεσας υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Πλάτος ταινίας} = \frac{M_{DS-h}}{\text{Φορτίο ταινιοφιλτρ.}} \Rightarrow \text{Πλάτος ταινίας} = \frac{385,6 \text{ kg h}^{-1}}{275 \text{ kg m}^{-1} \text{ h}^{-1}} = 1,4 \text{ m}$$

Επιλέγεται πλάτος ταινίας ίσο με 1,5 m.

Συνιστάται η προμήθεια και δεύτερης ίδιας ταινιοφιλτρόπρεσας, ως εφεδρικής.

# Παράδειγμα Σχεδιασμού Ταινιοφιλτρόπρεσας (4/8)

## Ισοζύγια στερεών

Αρχικά, υπολογίζεται το ισοζύγιο στερεών για τα ρεύματα εισόδου, αφυδατωμένης ιλύος και στραγγιδίων.

$$M_{DS-h} = Q_{αφυδ.} \cdot C_{αφυδ.} + Q_{στραγγ.} \cdot C_{στραγγ.}$$

$$\Rightarrow 385,6 \text{ kg h}^{-1} = Q_{αφυδ.} \cdot \frac{20 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \cdot \frac{10^6 \text{ mL}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot 1,07 + Q_{στραγγ.} \cdot \frac{0,09 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \cdot \frac{10^6 \text{ mL}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot 1,01$$

$$\Rightarrow 385,6 \text{ kg h}^{-1} = 214 \text{ kg m}^{-3} Q_{αφυδ.} + 0,909 \text{ kg m}^{-3} Q_{στραγγ.} \quad (1)$$

Από την εξίσωση (1), προκύπτουν δύο άγνωστοι. Για την εύρεση τους, αναπτύσσεται το ισοζύγιο παροχών ιλύος, νερού πλύσης, αφυδατωμένης ιλύος και διηθήματος. Επομένως,

$$Q_{ιλύος} + Q_{πλύσης} = Q_{αφυδ.} + Q_{στραγγ.}$$

$$\Rightarrow (72 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1} \cdot \frac{7 \text{ d wk}^{-1}}{5 \text{ d wk}^{-1} \cdot 8 \text{ h d}^{-1}}) + (5,4 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-1} \cdot 1,5 \text{ m}) = Q_{αφυδ.} + Q_{στραγγ.}$$

$$\Rightarrow 12,6 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} + 8,1 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} = Q_{αφυδ.} + Q_{στραγγ.}$$

$$\Rightarrow 20,7 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} = Q_{αφυδ.} + Q_{στραγγ.} \quad (2)$$



# Παράδειγμα Σχεδιασμού Ταινιοφιλτρόπρεσας (5/8)

Συνδυάζοντας τις εξισώσεις (1) και (2), υπολογίζονται οι παροχές της αφυδατωμένης ιλύος και των στραγγιδίων. Από την εξίσωση (2) έχουμε:

$$(2) \Rightarrow Q_{\alpha\varphi\upsilon\delta.} = 20,7 \text{ m}^3\text{h}^{-1} - Q_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (1), η παροχή των στραγγιδίων είναι:

$$\begin{aligned}(1) \Rightarrow 385,6 \text{ kg h}^{-1} &= 214 \text{ kg m}^{-3} \cdot (20,7 \text{ m}^3\text{h}^{-1} - Q_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.}) + 0,909 \text{ kg m}^{-3} \cdot Q_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.} \\ \Rightarrow Q_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.} &= 19 \text{ m}^3\text{h}^{-1}\end{aligned}$$

Αντίστοιχα, αντικαθιστώντας το  $Q_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.}$  στην εξίσωση (2) έχουμε:

$$(2) \Rightarrow Q_{\alpha\varphi\upsilon\delta.} = 20,7 \text{ m}^3\text{h}^{-1} - 19 \text{ m}^3\text{h}^{-1} = 1,7 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$$

Η παροχή στερεών των στραγγισμάτων και της αφυδατωμένης ιλύος είναι:

$$M_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.} = 19 \text{ m}^3\text{h}^{-1} \cdot \frac{0,09 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \cdot \frac{10^6 \text{ mL}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot 1,01 = 17,3 \text{ kg h}^{-1}$$

$$M_{\alpha\varphi\upsilon\delta.} = 1,7 \text{ m}^3\text{h}^{-1} \cdot \frac{20 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \cdot \frac{10^6 \text{ mL}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot 1,07 = 363,8 \text{ kg h}^{-1}$$

# Παράδειγμα Σχεδιασμού Ταινιοφιλτρόπρεσας (6/8)

Η ποσοστιαία απομάκρυνση των στερεών υπολογίζεται ως εξής:

$$\begin{aligned}\text{Απομάκρυνση στερεών} &= \frac{M_{DS-h} - M_{\text{στραγγ.}}}{M_{DS-h}} \\ &= \frac{385,6 \text{ kg h}^{-1} - 17,3 \text{ kg h}^{-1}}{385,6 \text{ kg h}^{-1}} = 0,95 = 95\%\end{aligned}$$

Τέλος σχεδιάζεται η δεξαμενή τροφοδοσίας του πολυηλεκτρολύτη.

Από τον Πίνακα, για μείγμα 40:60 πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας ιλύος, απαιτούνται 2-10 g ξηρού πολυηλεκτρολύτη ανά 1 kg ξηρών στερεών. Επιλέγεται μέση τιμή 6 g ξηρού πολυηλεκτρολύτη ανά 1 kg ξηρών στερεών και παρασκευή διαλύματος σε ημερήσια βάση. Η συγκέντρωση του πολυηλεκτρολύτη στο διάλυμα κυμαίνεται μεταξύ 1-2 kg πολυηλεκτρολύτη ανά L διαλύματος. Επιλέγεται περιεκτικότητα 1,5 kg L<sup>-1</sup>. Η τροφοδοσία γίνεται με δοσομετρική αντλία.

Υπολογίζατε η ημερήσια παροχή ξηρών στερεών (για 8ωρη λειτουργία):

$$M_{DS-d} = 8 \text{ h d}^{-1} \cdot M_{DS-h} = 8 \text{ h d}^{-1} \cdot 385,6 \text{ kg d}^{-1} = 3084,8 \text{ kg d}^{-1}$$

# Παράδειγμα Σχεδιασμού Ταινιοφιλτρόπρεσας (8/8)

Στη συνέχεια, υπολογίζεται η ημερήσια απαίτηση σε πολυηλεκτρολύτη:

$$M_{\text{πολυηλεκτρ.-d}} = \frac{6g \cdot M_{DS-d}}{1 \text{ kg ξηρών στερεών}} = \frac{6g \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 g} \cdot 3084,8 \text{ kg d}^{-1}}{1 \text{ kg ξηρών στερεών}} = 18,5 \text{ kg d}^{-1}$$

Η ημερήσια κατανάλωση διαλύματος πολυηλεκτρολύτη υπολογίζεται ως:

$$V_{\text{πολυηλεκτρ.-d}} = \frac{M_{\text{πολυηλεκτρ.-d}}}{C_{\text{πολυηλεκτρ.}}} = \frac{18,5 \text{ kg}}{1,5 \text{ kg m}^{-3}} = 12,3 \text{ m}^3$$

Θέτοντας συντελεστή ασφαλείας 1,2 προκύπτει:  $V_{\text{δεξ. Πολυηλεκτρ.}} = 14,8 \text{ m}^3$

Για κυλινδρική δεξαμενή με βάθος ίσο με τη διάμετρο προκύπτουν διαστάσεις:

$$H_{\text{δεξ. πολυηλεκτρ.}} = 2,66 \text{ m}, D_{\text{δεξ. πολυηλεκτρ.}} = 2,66 \text{ m}$$

Υπολογίζεται παροχή της δοσομετρικής αντλίας (σε  $\text{L min}^{-1}$ ):

$$Q_{\text{δοσομ. αντλίας}} = \frac{12300 \text{ L d}^{-1}}{8 \text{ h d}^{-1}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 25,6 \text{ L min}^{-1}$$

Επιλέγεται εμβολοφόρος δοσομετρική αντλία ρυθμιζόμενης παροχής, με δυναμικότητα ( $Q_{\text{δοσομ. αντλίας}}$ )  $20\text{-}30 \text{ L min}^{-1}$



# Παράδειγμα Σχεδιασμού Ταινιοφιλτρόπρεσσας (8/8)

| <b>Χαρακτηριστικά Ταινιοφιλτρόπρεσσας</b>                      |                                    |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Παράμετρος</b>                                              | <b>Τιμή</b>                        |
| Ρυθμός εισερχόμενης ιλύος                                      | 385,6 kg h <sup>-1</sup>           |
| Πλάτος ταινίας                                                 | 1,5 m                              |
| Παροχή στραγγιδίων                                             | 19 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>  |
| Παροχή αφυδατωμένης ιλύος                                      | 1,7 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> |
| Ποσοστιαία απομάκρυνση στερεών                                 | 95%                                |
| Ωράριο λειτουργίας                                             | 8 h/d, 5 d/wk                      |
| <b>Χαρακτηριστικά δεξαμενής αποθήκευσης ιλύος (ορθογωνική)</b> |                                    |
| Μήκος                                                          | 9 m                                |
| Πλάτος                                                         | 9 m                                |
| Ύψος                                                           | 4 m                                |
| <b>Χαρακτηριστικά δεξαμενής πολυηλεκτρολύτη (κυλινδρική)</b>   |                                    |
| Διάμετρος                                                      | 2,66 m                             |
| Ύψος                                                           | 2,66 m                             |
| Παροχή εμβολοφόρου αντλίας                                     | 20 – 30 L min <sup>-1</sup>        |