

Καθίζηση

Διαχωρισμός στερεών σωματιδίων από τα απόβλητα, με την επίδραση δυνάμεων βαρύτητας. Ο διαχωρισμός συντελείται λόγω διαφοράς ειδικού βάρους.

Τύποι καθίζησης

Τύπος I: Καθίζηση διακριτών σωματιδίων. Τα σωματίδια καθιζάνουν χωρίς να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους (π.χ. εξάμμωση)

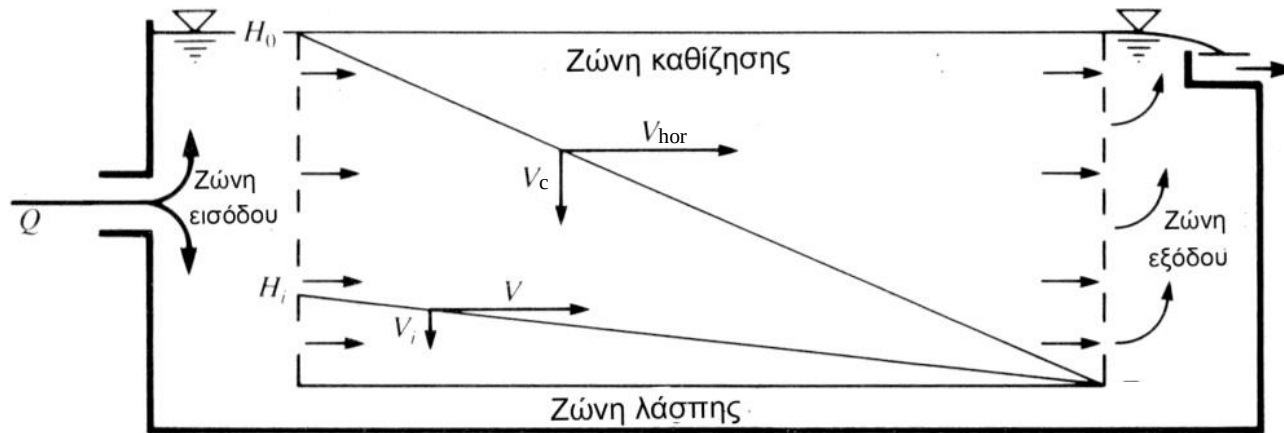
Τύπος II: Καθίζηση με συσσωμάτωση. Τα σωματίδια συνενώνονται κατά την καθίζηση, με συνέπεια την δημιουργία μεγαλύτερων σωματιδίων που καθιζάνουν ταχύτερα (π.χ. πρωτοβάθμια καθίζηση)

Τύπος III: Εμποδιζόμενη καθίζηση. Έντονη συσσωμάτωση με συνέπεια την δημιουργία μιας ενιαίας ύλης που καθιζάνει ως μάζα (π.χ. δευτεροβάθμια καθίζηση)

Τύπος IV: Πύκνωση. Λαμβάνει χώρα εντός ήδη πυκνωμένων υγρών, με συνέπεια την περεταίρω αύξηση της συγκέντρωσης σωματιδίων (π.χ. δεξαμενές πάχυνσης)

Ιδεατή καθίζηση

Παραδοχή: Τα σωματίδια είναι σφαιρικά, ομοιόμορφα και δεν αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Επιδρούν απάνω τους τέσσερις δυνάμεις: Βαρύτητα, άνωση, οπισθέλκουσα και ώθηση (λόγω ροής)



V_{hor} : Οριζόντια ταχύτητα
 V_c : Κατακόρυφη ταχύτητα
 Q : Ογκομετρική παροχή
 h : Ύψος δεξαμενής
 B : Πλάτος δεξαμενής
 L : Μήκος δεξαμενής

$$V_{hor} = \frac{Q}{Bh}$$

$$\frac{V_c}{V_{hor}} = \frac{h}{L} \Rightarrow V_c = \frac{h}{L} V_{hor} \Rightarrow V_c = \frac{Q}{BL}$$

Η ταχύτητα καθίζησης (V_c) είναι ανεξάρτητη του ύψους της δεξαμενής
Η ταχύτητα καθίζησης ονομάζεται: Επιφανειακή Φόρτιση (ΕΦ)

Δευτεροβάθμια καθίζηση

Απομάκρυνση της βιομάζας (μικροοργανισμών) που παράγεται κατά τα στάδια της βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων.

Κατά τη δευτεροβάθμια καθίζηση:

- Απομακρύνονται μόνο μικροοργανισμοί
- Τα λοιπά χαρακτηριστικά του ανάμεικτου υγρού (COD , BOD , NH_4^+ , NO_3^- , P), εκτός των TSS , παραμένουν αμετάβλητα

Οι πρωτοβάθμιες καθιζήσεις διακρίνονται σε:

- Κυκλικής διατομής
- Ορθογωνικής διατομής

Σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να γίνει προθήκη κροκιδωτικών, για αύξηση της απόδοσης

Μέρος της παραγόμενης ιλύος ανακυκλοφορεί προς τη ΔΑ.
Η υπόλοιπη ιλύς (περίσσεια) αντλείται προς τη διάταξη επεξεργασίας ιλύος

Τύποι δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης



Ορθογωνικής διατομής

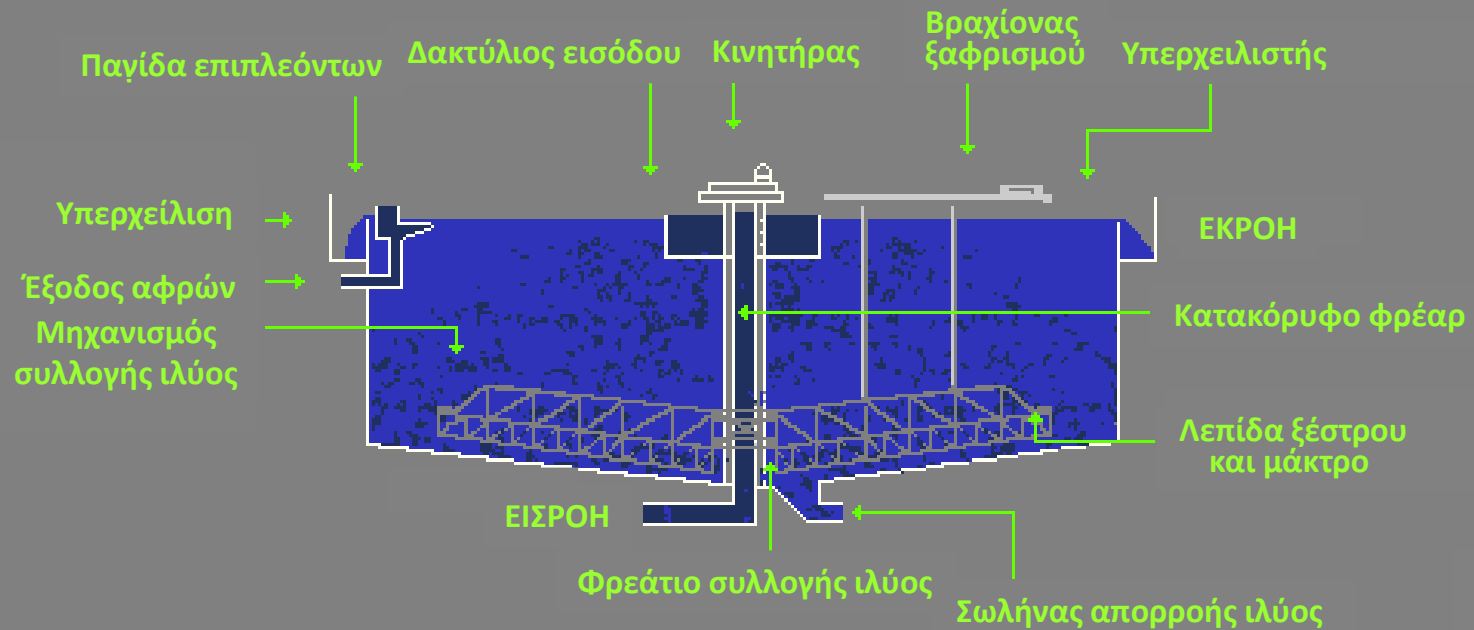


Κυκλικής διατομής

Η επιλογή του τύπου της δεξαμενής καθίζησης εξαρτάται από την χωροταξία της ΕΕΛ και την εμπειρία της ομάδας σχεδιασμού

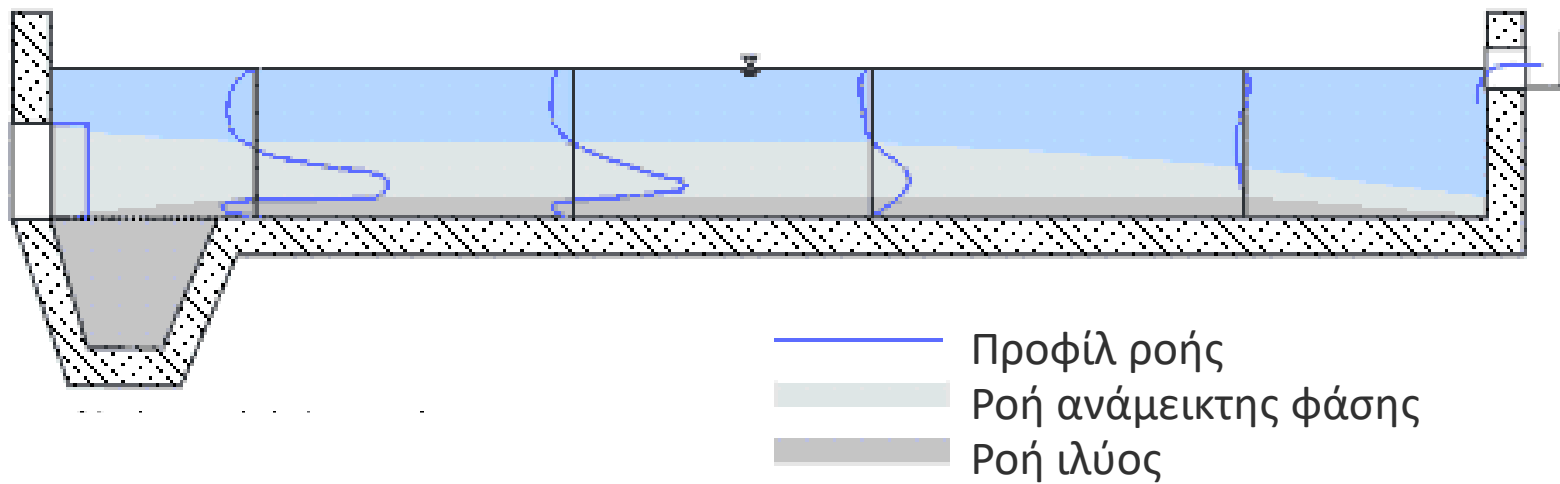
Δευτεροβάθμια καθίζηση

Κυκλικός τύπος

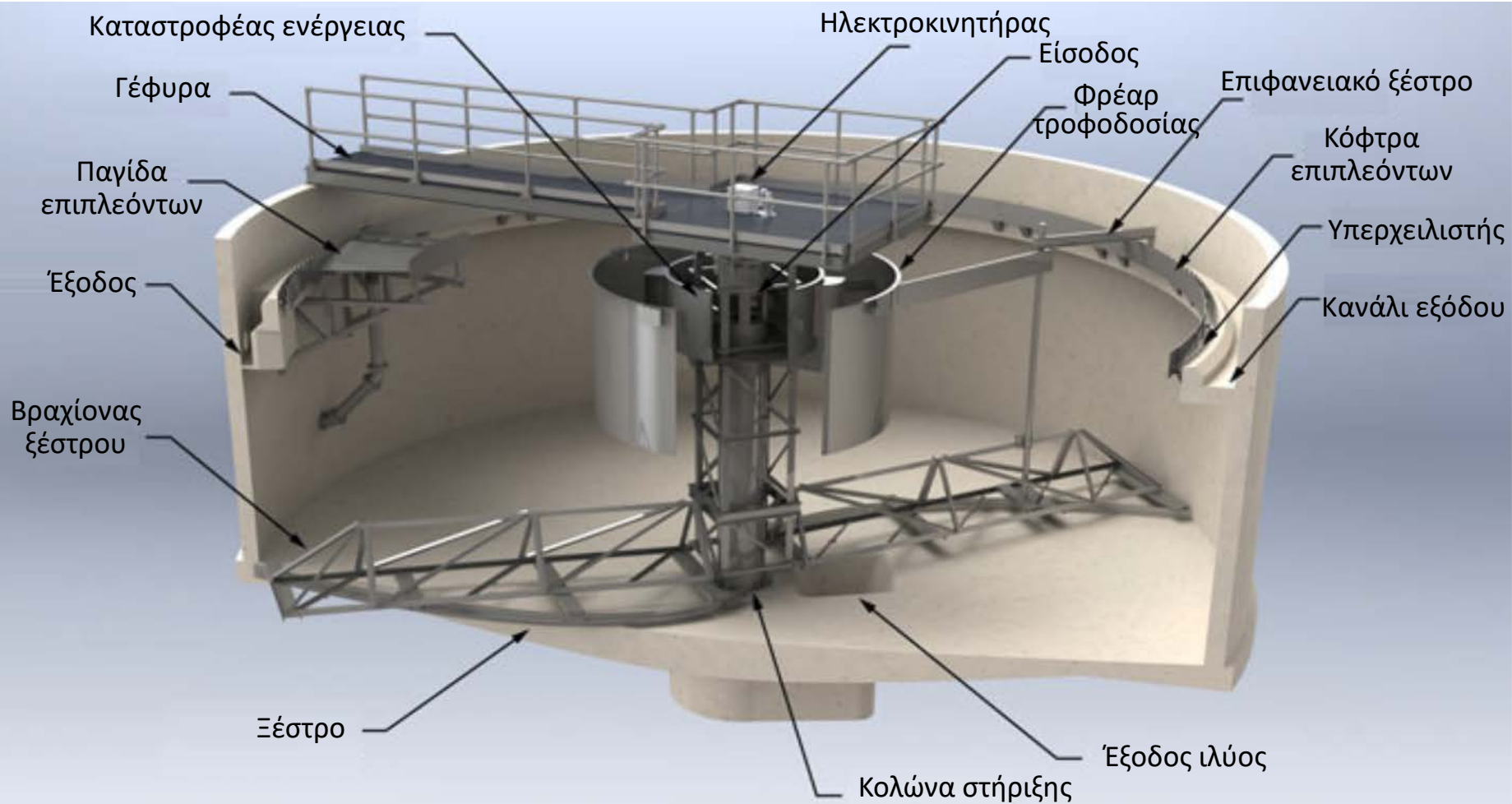


Δευτεροβάθμια καθίζηση

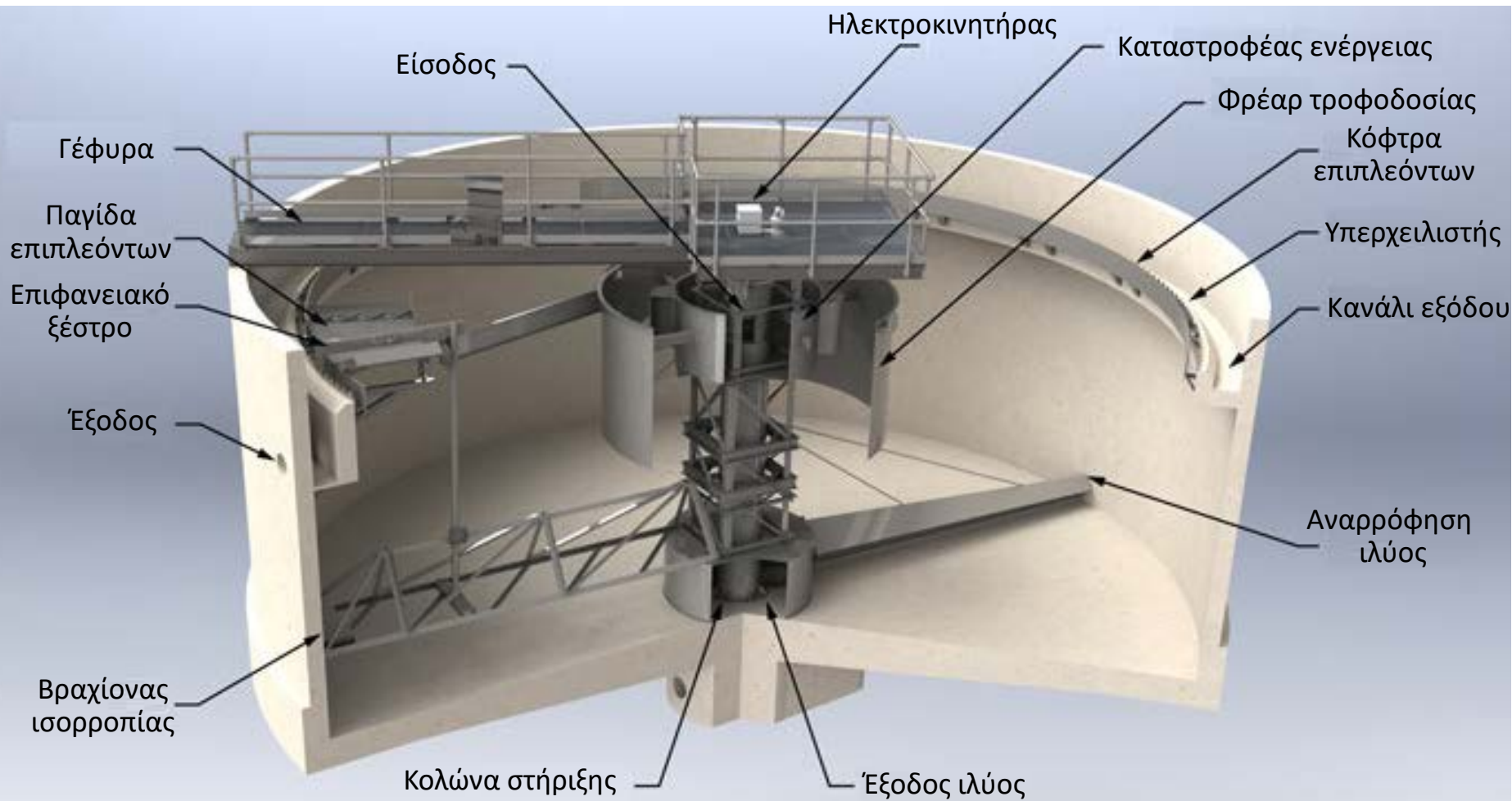
Ορθογώνιος τύπος



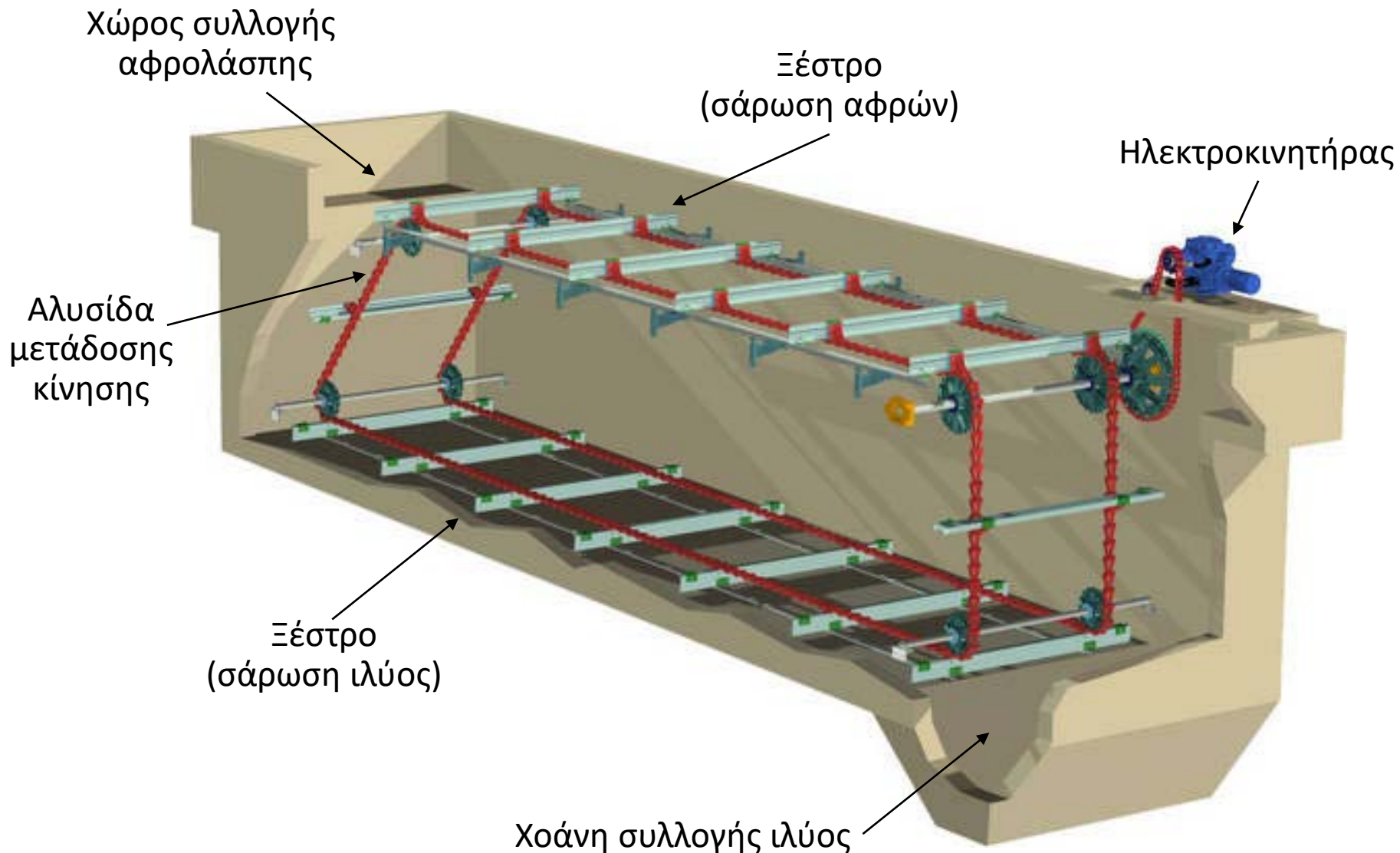
Κυκλική ΔΔΚ με ξέστρο λεπίδων



Κυκλική ΔΔΚ ξέστρο αναρρόφησης



ΔΔΚ ορθογωνικής διατομής



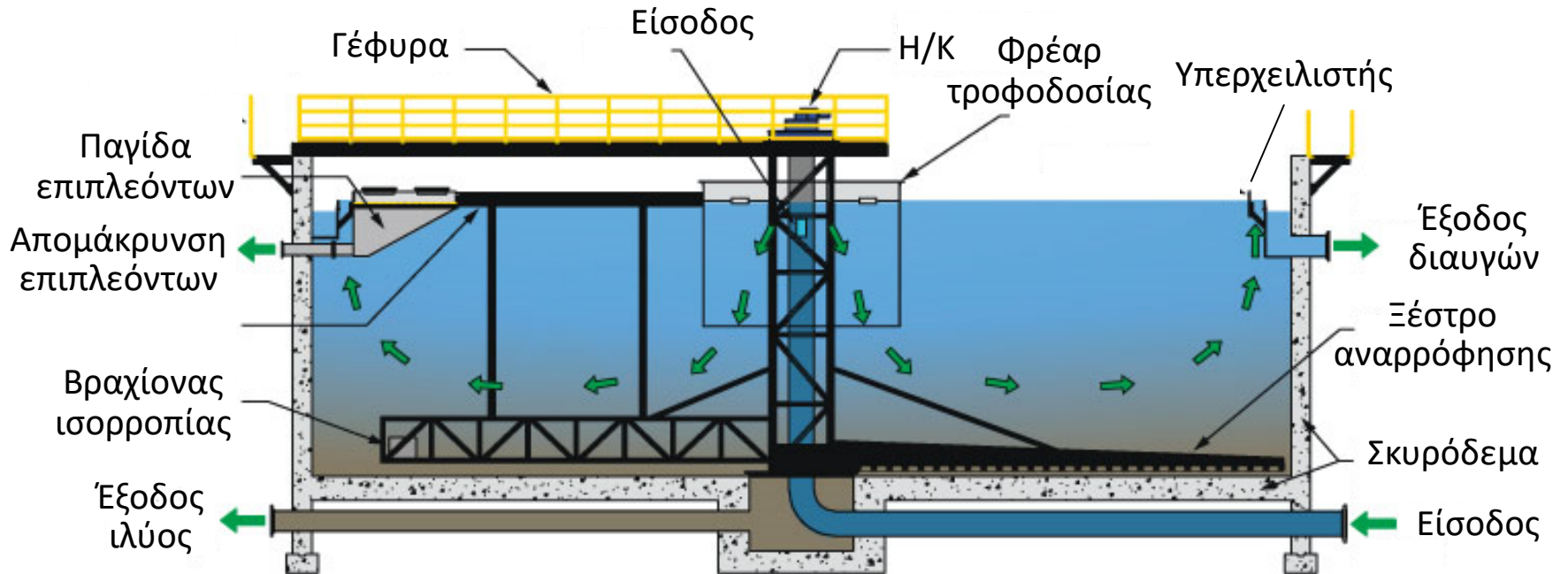
Συστοιχία 64 ορθογωνικών ΔΔΚ



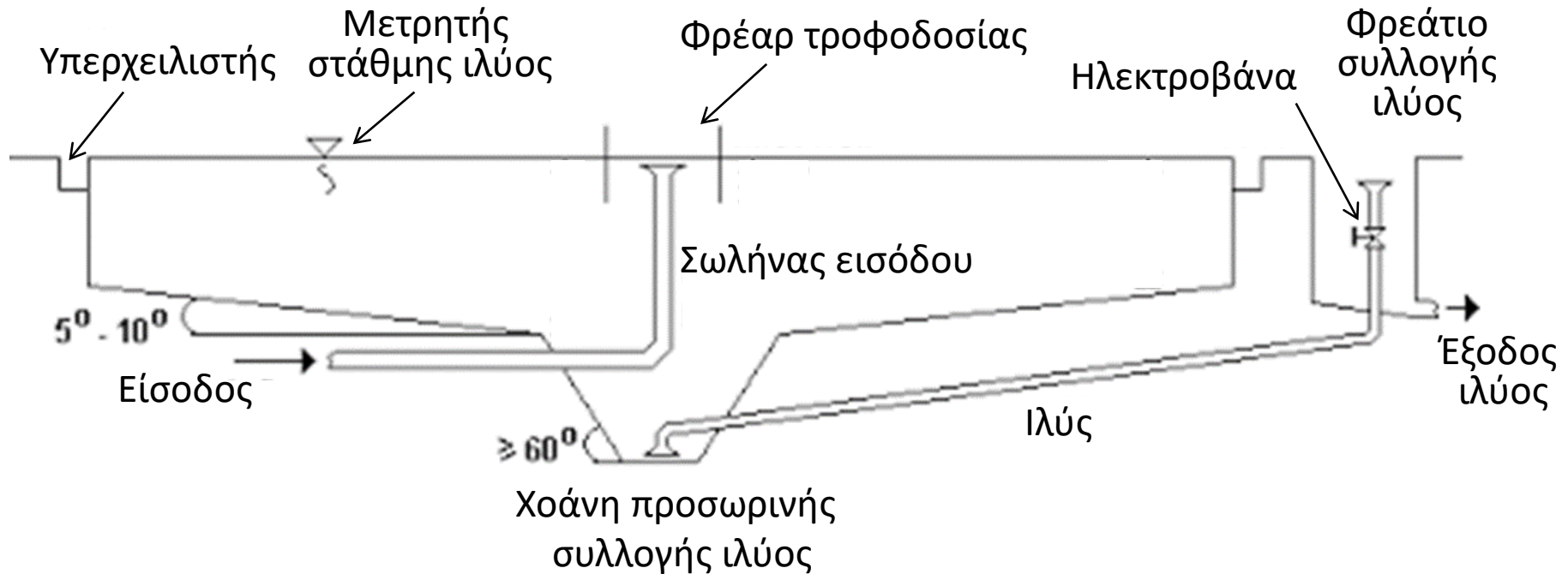
Ψυττάλεια, Αθήνα

Δρ. Πέτρος Γκίκας

Ροή σε κυκλική ΔΔΚ



Σύστημα απομάστευσης ιλύος σε ΔΔΚ



- Η ιλύς αρχικά συλλέγεται στη χοάνη προσωρινής συλλογής ιλύος, κάτω από το κέντρο της ΔΔΚ.
- Προωθείται σταδιακά προς το φρεάτιο συλλογής ιλύος, από το οποίο εκκενώνεται συνήθως με αντλία.
- Η ηλεκτροβάννα εκκένωσης λειτουργεί είτε με χρονοδιακόπτη είτε με σύστημα μέτρησης της στάθμης ιλύος στην ΔΔΚ.
- Εναλλακτικά, μπορεί να συνδεθεί αντλία απευθείας στην χοάνη συλλογής ιλύος (αυτό γενικά αποφεύγεται λόγω μειωμένης δυνατότητας πρόσβασης στο σημείο).

Υπερχειλιστές ΔΔΚ



Υπερχειλιστής διάτρητων σωλήνων



Υπερχειλιστής διπλής ακμής



Μαιανδρικός υπερχειλιστής

Ξέστρα ιλύος κυκλικών ΔΔΚ

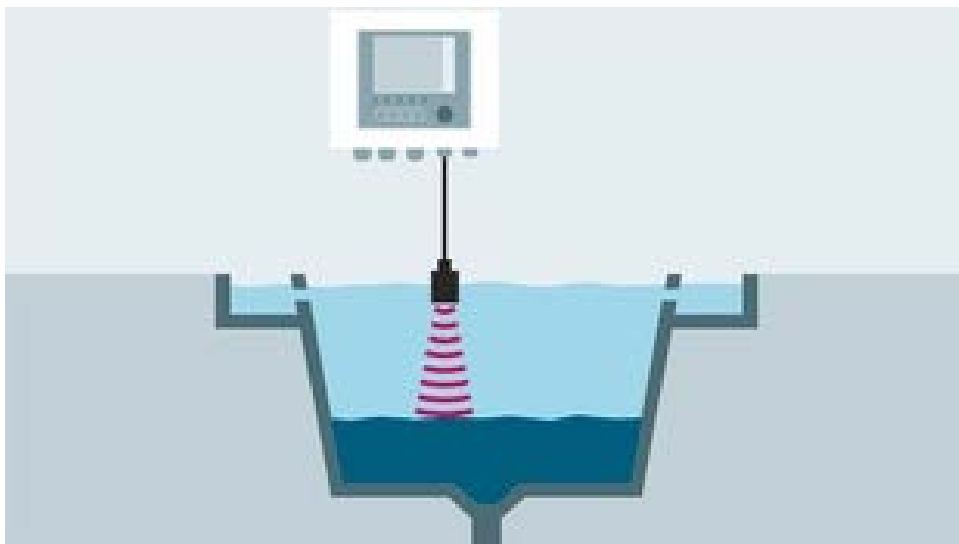


Ευθύγραμμες λεπίδες



Αναρρόφησης

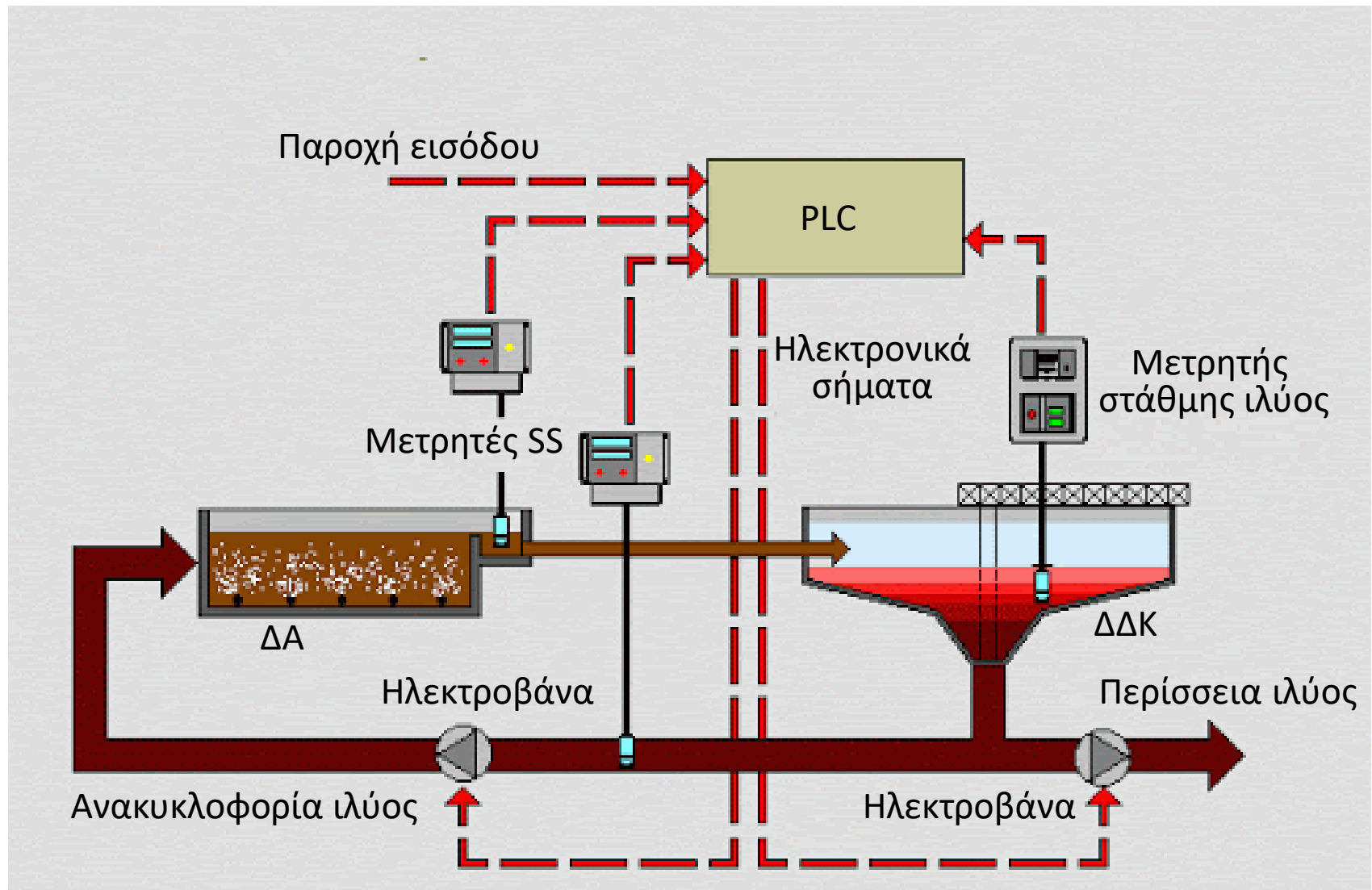
Μέτρηση στάθμης ιλύος



Μέτρηση στάθμης ιλύος με όργανο υπερήχων



Αυτοματισμός λειτουργίας συστήματος ΔΑ-ΔΔΚ



Αντλίες έκκεντρου κοχλία (monopumps)

- ❶ Φλάντζα
- ❷ Στάτωρας
- ❸ Στροφείο
- ❹ Σύνδεσμος
- ❺ Κέλυφος
- ❻ Είσοδος
- ❼ Ηλεκτροκινητήρας



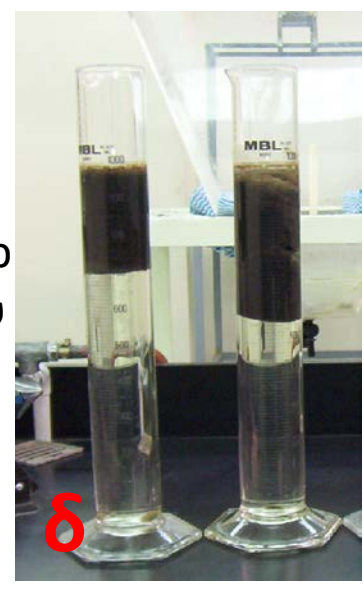
Προβλήματα κατά τη λειτουργία των ΔΔΚ

Ο σχεδιασμός των δευτεροβάθμιων δεξαμενών καθίζησης, απαιτεί ιδιαίτερη επιδεξιότητα, αφού η βιολογική ιλύς παρουσιάζει σημαντικά μειωμένη ικανότητα διαχωρισμού με καθίζηση, σε σχέση με την πρωτοβάθμια ιλύ, και παρουσιάζει διακυμάνσεις. Τα κύρια προβλήματα των ΔΔΚ συνοψίζονται ως εξής:

- Δημιουργία πολύ μικρών κροκίδων βιομάζας (pin-point flocks)
 - Παραγωγή ενώσεων που δεν ευνοούν την συσσωμάτωση (π.χ.: glycocalyx)
 - Παντελής έλλειψη νηματοειδών
 - Διάσπαση των κροκίδων κατά την διεργασία του αερισμού
- Ανύψωση της καθήμενης ιλύος (sludge rising)
 - Παρουσία λιπών ή ελαίων στις κροκίδες
 - Έκλυση αερίων (π.χ.: παραγωγή αζώτου λόγω επικράτησης ανοξικών συνθηκών)
- Διόγκωση της ιλύος (sludge bulking)
 - Παρουσία μεγάλης συγκέντρωσης νηματοειδών μικροοργανισμών
 - Έκλυση μεγάλων ποσοτήτων εξωκυτταρικού πρωτοπλάσματος
- Αφρισμός (sludge foaming)
 - Παρουσία νηματοειδών μικροοργανισμών, ιδίως *Nocardia* και *Microthrix parvicella*
 - Παρουσία απορρυπαντικών

Προβλήματα κατά τη λειτουργία των ΔΔΚ

- α. Διόγκωση της ιλύος (sludge bulking)
- β. Αφρισμός ιλύος (foaming)
- γ. Ανύψωση ιλύος (sludge rising)
- δ. Ανύψωση ιλύος σε ογκομετρικό κύλινδρο



Διαστάσεις ΔΔΚ

Κυκλικές ΔΔΚ			
Παράμετρος	Μονάδες	Διακύμανση	Τυπική τιμή
Βάθος	m	3,1-6,0	4,5
Διάμετρος	m	3-60	10-40
Κλίση πυθμένα (μηχανικό ξέστρο)	%	0,5-8	4
Κλίση πυθμένα (ξέστρο αναρρόφησης)	%		<0,5
Ταχύτητα περιστροφής ξέστρου	r/min	0,02-0,06	0,03

Ορθογωνικές ΔΔΚ			
Παράμετρος	Μονάδες	Διακύμανση	Τυπική τιμή
Βάθος	m	3,1-6,0	4,5
Μήκος	m	15-90	24-40
Πλάτος	m	3-24	5-9
Γραμμική ταχύτητα ξέστρου	m/min	0,6-1,2	0,9

Χαρακτηριστικά μεγέθη ΔΔΚ

$$\text{Επιφανειακή φόρτιση (ΕΦ)} = \frac{\text{Ογκομετρική παροχή (Q) m}^3 \text{ d}^{-1}}{\text{Επιφάνεια ΔΔΚ (A) m}^2}$$

$$\text{Φόρτιση στερεών (U}_{\text{στερεών}}) = \frac{\text{Παροχή στερεών (\dot{M}) kg}^3 \text{ h}^{-1}}{\text{Επιφάνεια ΔΔΚ (A) m}^2}$$

$$\text{Φόρτιση υπερχειλιστή (ΦΥ)} = \frac{\text{Ογκομετρική παροχή (Q) m}^3/\text{d}}{\text{Μήκος υπερχειλιστή (L) m}}$$

Τυπικές τιμές:

Τύπος συστήματος ενεργού ιλύος	Επιφανειακή φόρτιση m d ⁻¹		Φόρτιση στερεών kg m ⁻² h ⁻¹	
	Μέση	Μέγιστη	Μέση	Μέγιστη
Συμβατική	16-32	40-48	3-6	9
Παρατεταμένου αερισμού	8-16	24-32	1-5	7

Συνιστώμενες τιμές Φόρτισης Υπερχειλιστή (ΦΥ):

Για $Q_{av} < 3800 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1} \rightarrow \Phi\Upsilon < 125 \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$

Για $Q_{av} > 3800 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1} \rightarrow \Phi\Upsilon < 186 \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$

Έχουν αναφερθεί και μεγαλύτερες τιμές στη βιβλιογραφία (πάνω από $500 \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$), χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα στο διαχωρισμό στερεών

Χαρακτηριστικά μεγέθη ΔΔΚ

Ο υπολογισμός της ισχύος του ηλεκτροκινητήρα, γίνεται με όμοιο τρόπο με τη ΔΠΚ:

Όπου:

P = Ισχύς ηλεκτροκινητήρα (W)

T = Ροπή στρέψης του ξέστρου ($\text{kg m}^2/\text{s}^2$)

W = Συντελεστής φόρτισης ξέστρου (N/m) $\rightarrow$ (120-150 N/m)

r = Ακτίνα ΔΔΚ (m)

ω = Γωνιακή ταχύτητα ξέστρου (rad/s)

v = Γραμμική ταχύτητα ξέστρου στο άκρο (m/s)

η = Απόδοση ηλεκτροκινητήρα $\rightarrow$ (0,7 – 0,8)

ΣA = Συντελεστής Ασφαλείας (ΣA) = 1,2-1,8

Συντελεστής Απωλειών λόγω Κιβωτίου Ταχυτήτων ($\Sigma K T$) = 1,5-2*

* Εξαρτάται από το ρυθμό περιστροφής του ηλεκτροκινητήρα και τον τύπο του κιβωτίου ταχυτήτων

$$P = \frac{T \omega}{\eta}$$

$$T = W r^2 \Sigma A \Sigma K T$$

Συνήθως χρησιμοποιούνται ηλεκτροκινητήρες με ρυθμό περιστροφής 1440 rpm.
Για τη μείωση του ρυθμού περιστροφής χρησιμοποιείται κιβώτιο ταχυτήτων.

Χαρακτηριστικά μεγέθη ΔΔΚ

Η επιφάνεια της ΔΔΚ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$A = \frac{Q(1+r)MLSS}{24 \frac{h}{d} U_{στερεών} \cdot 1000}$$

Προσοχή:

Η επιφανειακή φόρτιση (ΕΦ) υπολογίζεται με βάση την ογκομετρική παροχή Q, ενώ η φόρτιση στερεών (Υστερεών) με βάση την παροχή Q+Qr.

Η επιφάνεια (A) της ΔΔΚ υπολογίζεται με βάση την μέση και τη μέγιστη παροχή και επιλέγεται η μέγιστη εκ των δυο.

Όπου:

A = Εμβαδόν επιφάνειας της ΔΔΚ (m²)

r = Ρυθμός ανακυκλοφορίας ιλύος στη ΔΑ (αδιάστατο)

Q = Ογκομετρική παροχή από τη ΔΔΚ προς τη ΔΑ (m³ d⁻¹)

U_{στερεών} = Παροχή στερεών (kg m⁻² h⁻¹)

MLSS = Συγκέντρωση στερεών στη ΔΑ (mg m⁻³)

Χαρακτηριστικά μεγέθη ΔΔΚ

Τα βάθη των ΔΔΚ κυμαίνονται μεταξύ 3-5 m.

Το βάθος κάτω από τον υπερχειλιστή πρέπει να είναι $\geq 3,1$ m, όταν η συγκέντρωση των MLSS (στη ΔΑ) είναι 2000 mg L^{-1} και αυξάνεται κατά 0,3 m για κάθε 1000 mg L^{-1} αύξηση των MLSS.

Επίσης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο ακόλουθος πίνακας:

Διάμετρος (m)	Ελάχιστο βάθος (m)	Βάθος σχεδιασμού (m)
<12	3,0	3,4
12-21	3,4	3,7
21-30	3,7	4,0
30-43	4	4,3
>43	4,3	4,6

Το βάθος του στρώματος της λάσπης πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,2 - 1,5 m κάτω από τον υπερχειλιστή, ενώ το πάχος του δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,9 - 1,2 m.

π.χ.: Για ΔΔΚ με διάμετρο < 12 m, το βάθος σχεδιασμού είναι 3,4 m.

Εάν τα MLSS στη ΔΑ είναι 3000 mg L^{-1} , τότε το βάθος πρέπει να αυξηθεί κατά 0,3 m.

Άρα το βάθος της δεξαμενής θα πρέπει να είναι $3,4 \text{ m} + 0,3 \text{ m} = 3,7 \text{ m}$.

Χαρακτηριστικά μεγέθη ΔΔΚ

Η παροχή της ιλύος (Q_w) είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη συγκέντρωση της ιλύος (X_w).

Από ισοζύγιο μάζας στο σύστημα ΔΑ-ΔΔΚ, προκύπτει ότι

$$SRT = \frac{V_{\Delta A} \cdot MLSS}{(Q - Q_w) X_{\text{εκροής}} + Q_w X_w}$$

Επειδή τα στερεά στην υπερχειλίση της ΔΔΚ ($X_{\text{εκροής}}$) είναι πολύ μικρά σε σχέση με την συγκέντρωση στερεών της ιλύος (X_w), μπορεί να γίνει η πιο κάτω απλοποίηση, θεωρώντας $X_{\text{εκροής}} \cong 0$. Οπότε για δεδομένη συγκέντρωση στέρεών στην ιλύ, υπολογίζεται η ογκομετρική παροχή ιλύος.

$$Q_w = \frac{V_{\Delta A} \cdot MLSS}{SRT \cdot X_w}$$

Όπου:

SRT = Χρόνος παραμονής στερεών στην ΔΑ (d)

Q = Ογκομετρική παροχή από τη ΔΔΚ προς τη ΔΑ ($\text{m}^3 \text{d}^{-1}$)

Q_w = Ογκομετρική παροχή ιλύος ($\text{m}^3 \text{d}^{-1}$)

$V_{\Delta A}$ = Όγκος ΔΑ (m^3)

$MLSS$ = Συγκέντρωση στερεών στη ΔΑ (mg m^{-3})

X_w = Συγκέντρωση στερεών στην ιλύ (mg L^{-1})

$X_{\text{εκροής}}$ = Συγκέντρωση στερεών στον υπερχειλιστή της ΔΔΚ (mg L^{-1})

Παράδειγμα Σχεδιασμού ΔΔΚ (1/9)

Να σχεδιάσετε τη ΔΔΚ (και να υπολογίσετε την ισχύ του ηλεκτροκινητήρα) σε ένα σύστημα συμβατικής ενεργού ιλύος, με μέση παροχή $Q_{av,2020} = 3.000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$, και μέγιστη παροχή είναι $Q_{max,2020} = 6.000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (για το έτος 2020), η οποία το 2050 θα λειτουργεί με μέση παροχή $Q_{av,2050} = 6.000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ και μέγιστη παροχή $Q_{max,2050} = 9.000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$. Για το αρχικό έτος (2020), η φόρτιση στερεών για τη μέση και για τη μέγιστη παροχή είναι $U_{στερεών,av} = 4,5 \text{ kg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ και $U_{στερεών,max} = 9 \text{ kg m}^{-2}\text{h}^{-1}$, αντίστοιχα, η συγκέντρωση των MLSS στη ΔΑ είναι 4000 mg/L , ο λόγος ανακυκλοφορίας λάσπης με βάση το σχεδιασμό για την ανακυκλοφορία είναι $r = 0,5$ και ο όγκος της δεξαμενής αερισμού 1000 m^3 .

Υπολογισμός επιφάνειας ΔΔΚ για κάθε παροχή:

Αρχικά, γίνεται σχεδιασμός της ΔΔΚ, βάσει των παροχών του έτους 2050. Επιλέγεται κυκλικής διατομής ΔΔΚ.

$$A_{Q_{av}} = \frac{Q_{av,2050} \cdot (1 + r) \cdot MLSS}{24 \text{ h d}^{-1} \cdot U_{στερεών,av} \cdot 1000}$$

$$\Rightarrow A_{Q_{av}} = \frac{6000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1} \cdot (1 + 0,5) \cdot 4000 \text{ mg L}^{-1}}{24 \text{ h d}^{-1} \cdot 4,5 \text{ kg m}^{-2}\text{h}^{-1} \cdot 1000} = 334 \text{ m}^2$$

$$A_{Q_{max}} = \frac{Q_{max,2050} \cdot (1 + r) \cdot MLSS}{24 \text{ h d}^{-1} \cdot U_{στερεών,max} \cdot 1000}$$

$$\Rightarrow A_{Q_{max}} = \frac{9000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1} \cdot (1 + 0,5) \cdot 4000 \text{ mg L}^{-1}}{24 \text{ h d}^{-1} \cdot 9 \text{ kg m}^{-2}\text{h}^{-1} \cdot 1000} = 250 \text{ m}^2$$

Επομένως, επιλέγεται ως $A = \max\{334 \text{ m}^2, 250 \text{ m}^2\} = 334 \text{ m}^2$.

Παράδειγμα Σχεδιασμού ΔΔΚ (2/9)

Υπολογισμός Επιφανειακής Φόρτισης ΔΔΚ για κάθε παροχή:

$$E\Phi_{av} = \frac{Q_{av,2050}}{A_{Q_{av}}} \Rightarrow E\Phi = \frac{6000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}}{334 \text{ m}^2} = 18 \text{ m d}^{-1} \text{ (Εντός Ορίων)}$$

$$E\Phi_{max} = \frac{Q_{max,2050}}{A_{Q_{max}}} \Rightarrow E\Phi = \frac{9000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}}{334 \text{ m}^2} = 27 \text{ m d}^{-1} \text{ (Εκτός Ορίων)}$$

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα, η $E\Phi_{max}$ είναι εκτός ορίων, επομένως επιλέγεται νέα φόρτιση στερεών $U_{στερεών,av} = 6 \text{ kg m}^{-2}\text{h}^{-1}$.

Τύπος συστήματος ενεργού ιλύος	Επιφανειακή φόρτιση m/d		Φόρτιση στερεών kg/m ² h	
	Μέση	Μέγιστη	Μέση	Μέγιστη
Συμβατική	16-32	40-48	3-6	9
Παρατεταμένου αερισμού	8-16	24-32	1-5	7

Παράδειγμα Σχεδιασμού ΔΔΚ (3/9)

$$A_{Q_{av}} = \frac{Q_{av,2050} \cdot (1 + r) \cdot MLSS}{24 \text{ h } d^{-1} \cdot U_{\sigma\tau\epsilon\rho\epsilon\omega\nu,av} \cdot 1000}$$

$$\Rightarrow A_{Q_{ave.}} = \frac{6000 \text{ m}^3 d^{-1} \cdot (1 + 0,5) \cdot 4000 \text{ mg } L^{-1}}{24 \text{ h } d^{-1} \cdot 6 \text{ kg } m^{-2} h^{-1} \cdot 1000} = 250 \text{ m}^2$$

$$A_{Q_{max}} = \frac{Q_{max,2050} \cdot (1 + r) \cdot MLSS}{24 \text{ h } d^{-1} \cdot U_{\sigma\tau\epsilon\rho\epsilon\omega\nu,max} \cdot 1000}$$

$$\Rightarrow A_{Q_{max}} = \frac{9000 \text{ m}^3 d^{-1} \cdot (1 + 0,5) \cdot 4000 \text{ mg } L^{-1}}{24 \text{ h } d^{-1} \cdot 9 \text{ kg } m^{-2} h^{-1} \cdot 1000} = 250 \text{ m}^2$$

Επομένως, επιλέγεται ως $A = \max\{250 \text{ m}^2, 250 \text{ m}^2\} = 250 \text{ m}^2$.

Υπολογίζεται εκ νέου η Επιφανειακή Φόρτιση της ΔΔΚ για κάθε παροχή του έτους 2050:

$$E\Phi_{av} = \frac{Q_{av,2050}}{A_{Q_{av}}} \Rightarrow E\Phi = \frac{6000 \text{ m}^3 d^{-1}}{250 \text{ m}^2} = 24 \text{ m } d^{-1} \text{ (Εντός Ορίων)}$$

$$E\Phi_{max} = \frac{Q_{max,2050}}{A_{Q_{max}}} \Rightarrow E\Phi = \frac{9000 \text{ m}^3 d^{-1}}{250 \text{ m}^2} = 36 \text{ m } d^{-1} \text{ (Οριακά Εντός Ορίων)}$$

Παράδειγμα Σχεδιασμού ΔΔΚ (4/9)

Γίνεται έλεγχος με τη μέση και τη μέγιστη παροχή του αρχικού έτους, 2020.

$$E\Phi_{av} = \frac{Q_{av,2020}}{A_{Q_{av}}} \Rightarrow E\Phi = \frac{3000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}}{250 \text{ m}^2} = 12 \text{ m d}^{-1} \text{ (Εκτός Ορίων)}$$

$$E\Phi_{max} = \frac{Q_{max,2020}}{A_{Q_{max}}} \Rightarrow E\Phi = \frac{6000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}}{250 \text{ m}^2} = 24 \text{ m d}^{-1} \text{ (Εκτός Ορίων)}$$

Επειδή και οι δύο τιμές της ΕΦ είναι εκτός ορίων, τότε επιλέγουμε δύο ΔΔΚ ίσου όγκου. Οπότε ο όγκος της κάθε δεξαμενής είναι $A_{\Delta\Delta\text{Κ}} = 125 \text{ m}^2$.

Επομένως, οι νέες ΕΦ είναι:

$$E\Phi_{av} = \frac{Q_{av,2020}}{A_{Q_{av}}} \Rightarrow E\Phi = \frac{3000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}}{125 \text{ m}^2} = 24 \text{ m d}^{-1} \text{ (Εντός Ορίων)}$$

$$E\Phi_{max} = \frac{Q_{max,2020}}{A_{Q_{max}}} \Rightarrow E\Phi = \frac{6000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}}{125 \text{ m}^2} = 48 \text{ m d}^{-1} \text{ (Εντός Ορίων)}$$

Παράδειγμα Σχεδιασμού ΔΔΚ (5/9)

Η διάμετρος της κάθε Δεξαμενής είναι:

$$D_{\Delta\Delta\text{Κ}} = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \Rightarrow D_{\Delta\Delta\text{Κ}} \sqrt{\frac{4 \cdot 125 \text{ m}^2}{\pi}} = 12,6 \text{ m}$$

Βάθος ΔΔΚ:

Το βάθος κάτω από τον υπερχειλιστή πρέπει να είναι $\geq 3,1 \text{ m}$. Η συγκέντρωση των MLSS είναι 4000 mg L^{-1} . Όταν η συγκέντρωση των MLSS (στη ΔΑ) είναι 2000 mg L^{-1} , τότε το ύψος της ΔΔΚ αυξάνεται κατά $0,3 \text{ m}$ για κάθε 1000 mg L^{-1} αύξηση των MLSS. Επομένως,

$$H_{\Delta\Delta\text{Κ}} = 3,1 \text{ m} + 2 \cdot 0,3 \text{ m} = 3,7 \text{ m}$$

Διάμετρος (m)	Ελάχιστο βάθος (m)	Βάθος σχεδιασμού (m)
<12	3,0	3,4
12-21	3,4	3,7
21-30	3,7	4,0
30-43	4	4,3
>43	4,3	4,6

Βάσει του παραπάνω πίνακα, για διαμέτρους μεταξύ 12-21 m, το ελάχιστο αποδεκτό βάθος είναι $3,4 \text{ m}$ ($3,7 \text{ m} > 3,4 \text{ m}$ οπότε είναι εντός προδιαγραφών).

Παράδειγμα Σχεδιασμού ΔΔΚ (6/9)

Το μήκος του υπερχειλιστή είναι:

$$L = 2\pi r = 2\pi \cdot \frac{D}{2} \Rightarrow L = 2\pi \cdot \frac{12,6 \text{ m}}{2} = 39,6 \text{ m}$$

Η Φόρτιση του υπερχειλιστή υπολογίζεται ως εξής:

$$\Phi Y = \frac{Q_{max,2050}}{L} \Rightarrow \Phi Y = \frac{9000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}}{39,6 \text{ m}} = 227,3 \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$$

(Εκτός ορίων, οπότε θα επιλεχθεί υπερχειλιστής διπλής ακμής, με $\Phi Y = 114 \text{ m}^2 \text{ d}^{-1}$).

Ο συνολικός όγκος για τις δύο ΔΔΚ είναι: $V=1000 \text{ m}^3$ και ο υδραυλικός χρόνος παραμονής $HRT = 4 \text{ h}$.

Η κλίση του πυθμένα επιλέγεται 4%.

Ισοζύγιο ιλός:

$$Q_W = \frac{V_{\Delta A} \cdot MLSS}{SRT \cdot X_W} \Rightarrow Q_W = \frac{1000 \text{ m}^3 \cdot 4000 \text{ mg L}^{-1}}{5 \text{ d} \cdot 12000 \text{ mg L}^{-1}} = 66,7 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$$

Παράδειγμα Σχεδιασμού ΔΔΚ (7/9)

Υπολογισμός ισχύος του ηλεκτροκινητήρα:

Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα υπολογίζεται από τη σχέση $P = \frac{T \cdot \omega}{\eta}$

$$P = \frac{T \cdot \omega}{\eta} \Rightarrow P = \frac{(W \cdot r^2 \cdot \Sigma A \cdot \Sigma K T) \cdot \omega}{\eta}$$

Επιλέγονται οι τυπικές τιμές:

- $W = 135 \text{ N m}^{-1}$
- Συντελεστής Ασφάλειας (ΣA) = 1,5
- Συντελεστής Απωλειών λόγω Κιβωτίου Ταχυτήτων ($\Sigma K T$) = 2
- Ταχύτητα περιστροφής = 0,05 rpm
- Απώλειες ηλεκτροκινητήρα (η) = 0,7

Αρχικά υπολογίζεται η ροπή στρέψης:

$$T = W \cdot r^2 \cdot \Sigma A \cdot \Sigma K T \Rightarrow T = 140 \cdot (6,3)^2 \cdot 1,5 \cdot 2 = 16669,8 \text{ N m}$$

Η γωνιακή ταχύτητα υπολογίζεται ως:

$$\omega = \frac{0,05 \text{ rpm} \cdot 2 \cdot 3,14}{60 \text{ s min}^{-1}} = 0,0052 \text{ rad s}^{-1}$$

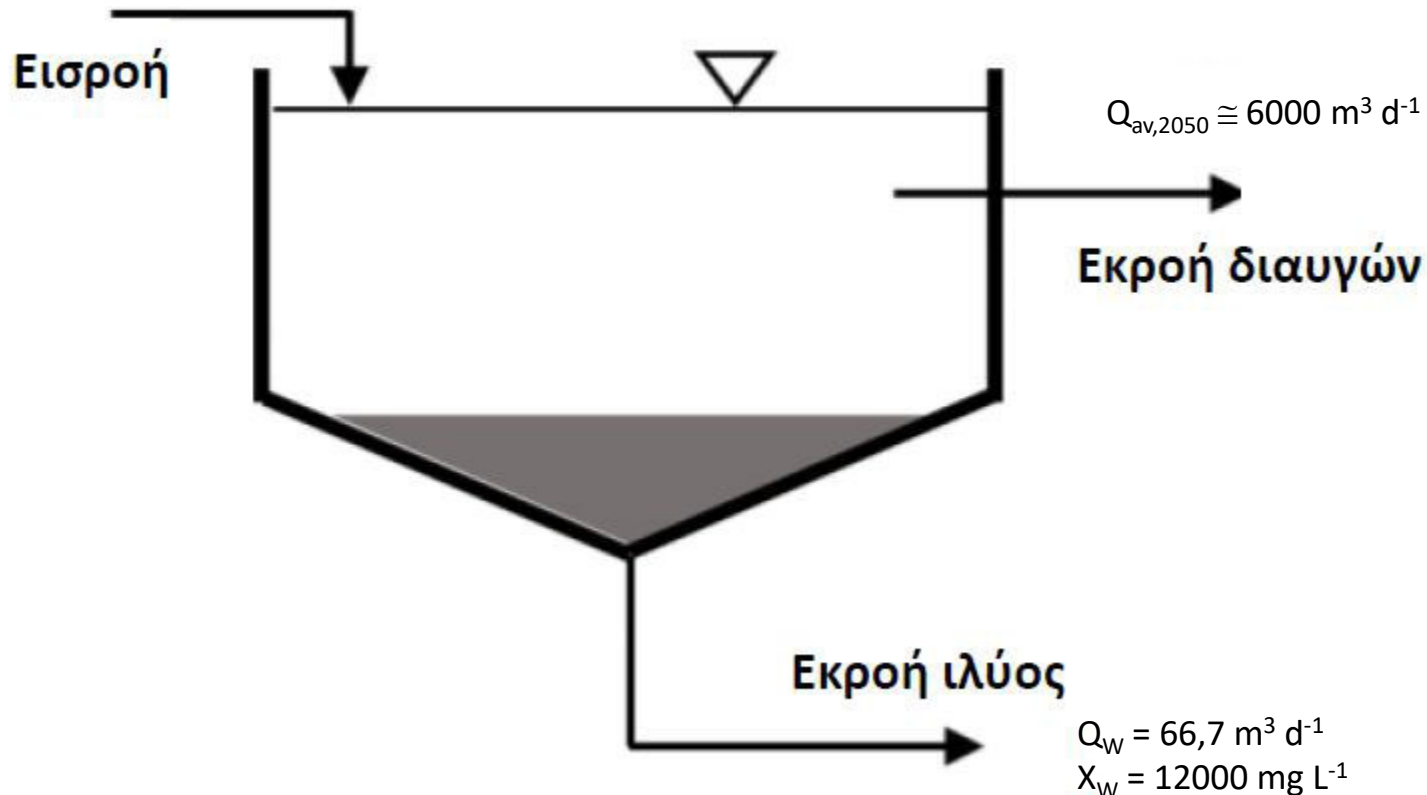
Παράδειγμα Σχεδιασμού ΔΔΚ (8/9)

Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα υπολογίζεται ως:

$$P = \frac{T \cdot \omega}{\eta} \Rightarrow P = \frac{16669,8 \text{ N m} \cdot 0,0052 \text{ rad s}^{-1}}{0,7} = 124 \text{ W} = 0,17 \text{ hp}$$

$$Q_{av,2050} = 6000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$$
$$\text{TSS} = 4000 \text{ mg L}^{-1}$$

Ισοζύγιο μάζας



Παράδειγμα Σχεδιασμού ΔΔΚ (9/9)

Χαρακτηριστικά ΔΔΚ	
Παράμετρος	Τιμή
Τύπος	Κυκλικής διατομής
Αριθμός δεξαμενών	2
Διάμετρος	12,6 m
Βάθος	4 m
Κλίση πυθμένα	1/12 m/m
Ταχύτητα περιστροφής ξέστρου	0,05 rpm
Ισχύς ηλεκτροκινητήρα	124 Watt
Εξοπλισμός	
Ξέστρο πυθμένα	✓
Γέφυρα	✓
Ξέστρο επιφάνειας	✓
Διάταξη απομάκρυνσης επιπλεόντων	✓
Υπερχειλιστής	Διπλής ακμής
Ηλεκτροκινητήρας	✓