

## ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ - ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ #3

### ΑΣΚΗΣΗ 1

Σχεδιάστε κυκλική δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης για παροχή αποβλήτων 279 m<sup>3</sup>/h με συγκέντρωση ΑΣ 400 mg/L, η οποία να επιτυγχάνει αφαίρεση στερεών κατά 70%. Θεωρήστε ότι δεν υπάρχουν πειραματικά δεδομένα για το απόβλητο.

### Λύση

Όταν δεν υπάρχουν πειραματικά δεδομένα επιλέγουμε:

Χρόνος παραμονής (θ) : 1.5 – 2.5 h

Επιφανειακή Φόρτιση (q) : 32 – 48 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> d για τη μέση παροχή

Επιλέγω :

$$\theta = 2 \text{ h} \text{ και } q = 32 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d} * 1 \text{ d}/24 \text{ h} = 1.33 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$$

Υπολογισμοί για τη Δεξαμενή Καθίζησης:

ΟΓΚΟΣ :  $V = Q * \theta = 279 \text{ m}^3/\text{h} * 2 \text{ h} = 558 \text{ m}^3$

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ :  $A = Q / q = 279 \text{ m}^3/\text{h} / 1.33 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h} = 210 \text{ m}^2$

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ :  $D = 2 \sqrt{\frac{A}{\pi}} = 16.4 \text{ m}$

ΒΑΘΟΣ :  $H = V/A = 558 / 210 = 2.65 \text{ m} > 1.8 \text{ (ok)}$

### ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ

Μήκος υπερχειλιστή :  $L = \pi * D = \pi * 16.4 = 51.5 \text{ m}$

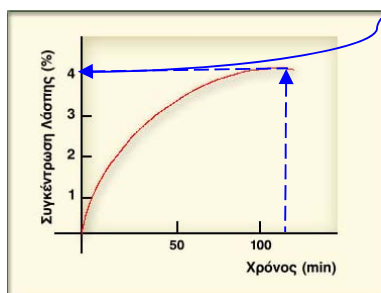
Φόρτιση υπερχειλιστή :  $\phi = Q / L = \left( \frac{279 \text{ m}^3/\text{h} * 24 \text{ h}/\text{d}}{51.5 \text{ m}} \right) = 130 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{d} > 125-500 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{d} \text{ (ok)}$

### ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ ΣΤΕΡΕΩΝ στη ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ (Δ.Κ.)

Εισροή στερεών στη Δ.Κ. :  $M_{\text{ΕΙΣ}} = Q * A_{\Sigma\text{ΕΙΣ}} = 279 \text{ m}^3/\text{h} * 24 \text{ h}/\text{d} * 400 \text{ g}/\text{m}^3 = 2678 \text{ kg}/\text{d}$

Λάσπη στον πυθμένα της Δ.Κ. :  $M_{\Lambda} = 70\% * 2678 \text{ kg}/\text{d} = 1875 \text{ kg}/\text{d}$

Παροχή λάσπης στον πυθμένα :  $Q_{\Lambda} = \frac{M_{\Lambda}}{1000 * c_{\Lambda} * s} = \frac{1875}{1000 * 0.04 * 1.02} = 46 \text{ m}^3/\text{d}$



Η συγκέντρωση στερεών της λάσπης υπολογίζεται από το διάγραμμα για χρόνο ίσο με τον χρόνο παραμονής του υγρού στη δεξαμενή δηλ.  $\theta = 2 \text{ h} = 120 \text{ min}$

$s =$  ειδική βαρύτητα της λάσπης = 1.02

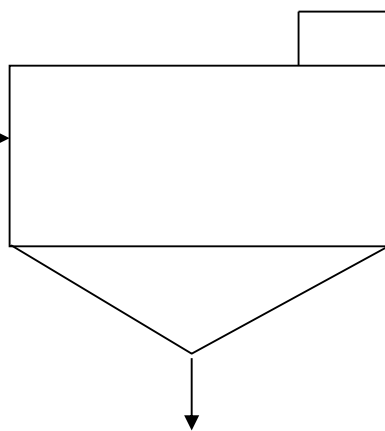
ΑΡΑ

ΕΙΣΡΟΗ

$$Q = 279 \text{ m}^3/\text{h} * 24 \text{ h/d} = 6696 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$A_{\Sigma \text{ΕΙΣ}} = 400 \text{ mg/L}$$

$$M_{\text{ΕΙΣ}} = 2678 \text{ kg/d}$$



ΕΚΡΟΗ

$$Q_{\text{ΕΚ}} = Q - Q_{\Lambda} = 6650 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$M_{\text{ΕΚ}} = 2678 - 1875 = 803 \text{ kg/d}$$

$$A_{\Sigma \text{ΕΚ}} = 803000 / 6650 = 120.8 \text{ mg/L}$$

ΛΑΣΠΗ

$$Q_{\Lambda} = 46 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$A_{\Sigma \Lambda} = 4\%$$

$$M_{\Lambda} = 1875 \text{ kg/d}$$

## ΑΣΚΗΣΗ 2

Θεωρούμε δεξαμενή καθίζησης με βάθος 2.4 m και επιφανειακή φόρτιση  $48.8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ . Βρείτε το ποσοστό αφαίρεσης στερεών στη δεξαμενή αυτή αν ισχύουν τα παρακάτω δεδομένα από το πείραμα καθίζησης στην αντίστοιχη στήλη.

Χρόνος (min)	$C_{0.6 \text{ m}}$ (mg/L)	% αφαίρεσης	$C_{1.2 \text{ m}}$ (mg/L)	% αφαίρεσης	$C_{1.8 \text{ m}}$ (mg/L)	% αφαίρεσης	$C_{2.4 \text{ m}}$ (mg/L)	% αφαίρεσης
0	400		400		400		400	
5	355		390		395		398	
10	310		345		365		380	
20	250		300		315		325	
30	195		250		290		310	
40	160		230		250		260	
50	145		195		230		245	
60	115		175		205		215	
72	105		145		180		195	

## Λύση

Υπολογίζουμε το % αφαίρεσης στερεών σε κάθε δειγματοληψία =  $\frac{C_o - C}{C_o}$

Π.χ. για  $t = 5 \text{ min}$  και βάθος 0.6 m το % αφαίρεσης στερεών :  $\frac{400 - 355}{400} = 11.25\%$

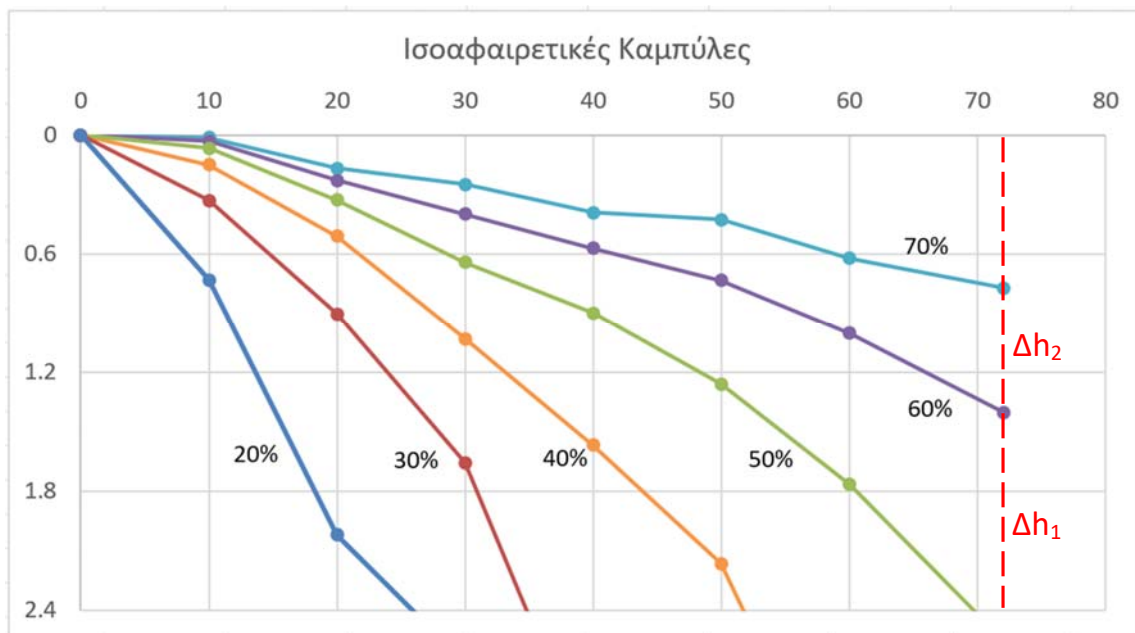
Οπότε φτιάχνω τον πίνακα:

	0.6		1.2		1.8		2.4	
Χρόνος (min)	0.6 m	% αφαίρεσης	1.2 m	% αφαίρεσης	1.8 m	% αφαίρεσης	2.4 m	% αφαίρεσης
0	400	0.0%	400	0.0%	400	0.0%	400	0.0%
5	355	11.3%	390	2.5%	395	1.3%	398	0.5%
10	310	22.5%	345	13.8%	365	8.8%	380	5.0%
20	250	37.5%	300	25.0%	315	21.3%	325	18.8%
30	195	51.3%	250	37.5%	290	27.5%	310	22.5%
40	160	60.0%	230	42.5%	250	37.5%	260	35.0%
50	145	63.8%	195	51.3%	230	42.5%	245	38.8%
60	115	71.3%	175	56.3%	205	48.8%	215	46.3%
72	105	73.8%	145	63.8%	180	55.0%	195	51.3%

Το επόμενο βήμα είναι να κατασκευάσω τις ισοαφαιρετικές καμπύλες.

Κατασκευάζω το επόμενο διάγραμμα υπολογίζοντας σε κάθε βάθος π.χ. 0.6 m το σημείο που αντιστοιχεί σε ακέραιο ποσοστό αφαίρεσης, δηλ. το 20% ( x ), το 30% ( o ), κλπ. Στη συνέχεια ενώνω τα ομοειδή σύμβολα και φτιάχνω τις καμπύλες ίσης αφαίρεσης, δηλ του 20%, του 30% κλπ.

ΒΑΘΟΣ (m)							
0							
0.6	22.5%	37.5%	51.3%	60.0%	63.8%	71.3%	73.8%
1.2	13.8%	25.0%	37.5%	42.5%	51.3%	56.3%	63.8%
1.8	8.8%	21.3%	27.5%	37.5%	42.5%	48.8%	55.0%
2.4	5.0%	18.8%	22.5%	35.0%	38.8%	46.3%	51.3%
0	10	20	30	40	50	60	72
	ΧΡΟΝΟΣ (min)						



Υπολογίζω τον χρόνο παραμονής μέσα στη δεξαμενή καθίζησης:

$$\theta = H/q = 2.4 \text{ m} / 48.8 \text{ m/d} = 0.05 \text{ d} = \boxed{72 \text{ min}}$$

Το συνολικό ποσοστό αφαίρεσης για  $\theta = 72 \text{ min}$  υπολογίζεται από το ανωτέρω διάγραμμα:

$$\frac{2.4}{2.4} * 51.3\% + \frac{2.4 - (2.4 - 1.4)/2}{2.4} * (60 - 51.3)\% + \frac{2.4 - (2.4 - 1.4) - (1.4 - 0.8)/2}{2.4} * 10\% = 51.3\% + 6.9\% + 4.6\%$$

**= 62.8%**

### ΑΣΚΗΣΗ 3

Με βάση τα δεδομένα της άσκησης 2 να σχεδιαστεί κυκλική δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, η οποία θα δέχεται λύματα μέγιστης παροχής 10000 m<sup>3</sup>/d. Να βρεθούν :

- Η απαιτούμενη επιφάνεια της δεξαμενής
- Το απαιτούμενο βάθος
- Η φόρτιση του υπερχειλιστή
- Τα στοιχεία της λάσπης

### Λύση

Από την Άσκηση 2 η επιφανειακή φόρτιση είναι  $q = 48.8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ . Θεωρώ συντελεστή ασφάλειας 1,75. Οπότε:

$$q' = 48.8/1.75 = 27.88 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

Ο χρόνος παραμονής υπολογίστηκε (Άσκηση 2) σε  $\theta = 72 \text{ min}$ . Άρα λόγω Σ.Α. :

$$\theta' = 72 * 1.75 = 126 \text{ min}$$

Υπολογισμοί για τη Δεξαμενή Καθίζησης:

**ΟΓΚΟΣ :**  $V = Q * \theta' = 10000 \text{ m}^3/\text{d} * 126 / (60 * 24) \text{ d} = \mathbf{875 \text{ m}^3}$

**ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ :**  $A = Q / q' = 10000 \text{ m}^3/\text{d} / 27.88 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d} = \mathbf{358.7 \text{ m}^2}$

**ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ :**  $D = 2 \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \mathbf{21.4 \text{ m}}$

**ΒΑΘΟΣ :**  $H = V/A = 875 / 358.7 = \mathbf{2.44 \text{ m}} > 1.8 \text{ (ok)}$

### ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ

**Μήκος υπερχειλιστή :**  $L = \pi * D = \pi * 21.4 = 67.1 \text{ m}$

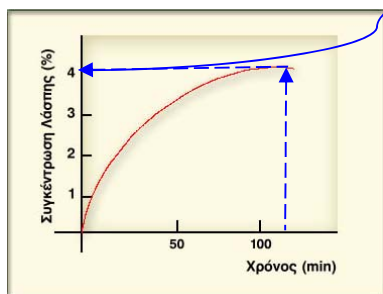
**Φόρτιση υπερχειλιστή :**  $\phi = Q / L = \left( \frac{10000 \text{ m}^3/\text{d}}{67.1 \text{ m}} \right) = \mathbf{149 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{d}} > 125-500 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{d} \text{ (ok)}$

### ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ ΣΤΕΡΕΩΝ στη ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ (Δ.Κ.)

**Εισροή στερεών στη Δ.Κ. :**  $M_{\text{ΕΙΣ}} = Q * A_{\Sigma\text{ΕΙΣ}} = 10000 \text{ m}^3/\text{d} * 400 \text{ g}/\text{m}^3 = \mathbf{4000 \text{ kg}/\text{d}}$

**Λάσπη στον πυθμένα της Δ.Κ. :**  $M_{\text{Λ}} = 62.8\% * 4000 \text{ kg}/\text{d} = \mathbf{2512 \text{ kg}/\text{d}}$

**Παροχή λάσπης στον πυθμένα :**  $Q_{\text{Λ}} = \frac{M_{\text{Λ}}}{1000 * c_{\text{Λ}} * s} = \frac{2512}{1000 * 0.04 * 1.02} = \mathbf{61.6 \text{ m}^3/\text{d}}$



Η συγκέντρωση στερεών της λάσπης υπολογίζεται από το διάγραμμα για χρόνο ίσο με τον χρόνο παραμονής του υγρού στη δεξαμενή δηλ.  $\theta' = 126 \text{ min}$

$s =$  ειδική βαρύτητα της λάσπης = 1.02