



# Τεχνική Περιβάλλοντος

## Άσκηση 10B: Επεξεργασία ιλύος

Α. Ζαφειράκου

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





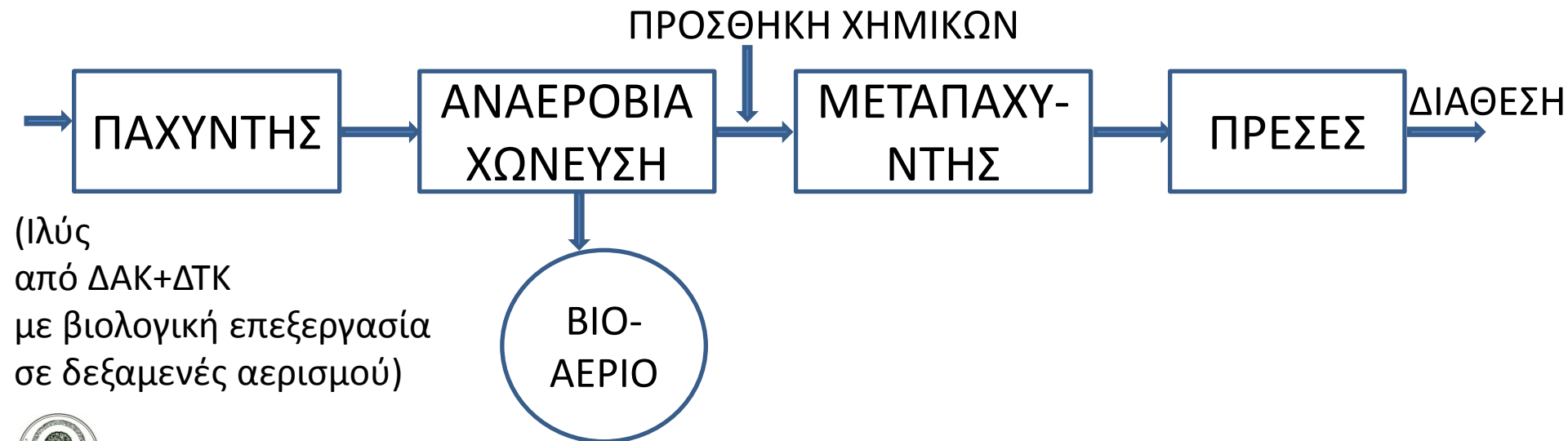
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

# **ΑΣΚΗΣΗ 8.**

## **Επεξεργασία ιλύος**

# Εκφώνηση

Πρόκειται να μελετηθεί η εγκατάσταση επεξεργασίας ιλύος πόλεως **50000 κατ.** Το διάγραμμα ροής της εγκατάστασης δίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



# Εκφώνηση

**Ζητείται η διαστασιολόγηση των απαιτούμενων έργων.**

**Δίνονται:**

Δείκτης όγκου ιλύος (ή Index ιλύος):  **$\Delta OI=150\text{mg} / \text{l}$**

Θερμοκρασία χώνευσης:  **$T=30^\circ \text{C}$**

Ημέρες εργασίας πρεσσών: **5ημέρες/εβδομάδα**

Ώρες εργασίας πρεσσών: **7,5 ώρες/ημέρα**





ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΛΥΟΣ

# 1. ΠΑΧΥΝΣΗ ΙΛΥΟΣ

# 1. ΠΑΧΥΝΣΗ ΙΛΥΟΣ

- Θεωρούμε ότι η ιλύς έρχεται για επεξεργασία από τις **ΔΑΚ** και τις **ΔΤΚ**.
- Θεωρούμε ότι ο βιολογικός καθαρισμός γίνεται με τη μέθοδο της **ενεργού ιλύος**
- Θα υπολογιστεί η συνολική ποσότητα (παροχή) της **πλεονάζουσας ιλύος** από τις ΔΑΚ και ΔΤΚ
- Από την οποία θα υπολογιστεί ο απαιτούμενος **όγκος του παχυντή** (ή παχυντών)





# Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος στις ΔΑΚ

- Η ποσότητα της παραγόμενης ιλύος στις ΔΑΚ εκτιμάται από τον Πίνακα 1 (που ακολουθεί), σύμφωνα με τον τύπο

$$\frac{\text{Ξηρά.ουσία}}{\text{Περιεκτικότητα(ξ.ουσία)}} = \frac{45\text{g / κατ.ημ.}}{2,5\%} = 1800\text{g / κατ.ημ.} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 / \text{κατ.ημ.}$$



# Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος στις ΔΑΚ

- Η **συνολική** ποσότητα της παραγόμενης ιλύος από τις ΔΑΚ θα είναι για την πόλη των 50000 κατοίκων

$$Q_{\text{ιλύος}}^{\Delta\text{AK}} = 50000 \text{κατ} \cdot 1,8 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 / \text{κατ.ημ.} = 90 \text{m}^3 / \text{d}$$



Πίνακας 1.

Εγκαταστάσεις	Ιλύς μετά από	Ξηρά ουσία g/κάτ.ημ.	Περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία %
Δεξαμενών καθίζησης	την αφαίρεσή της από τις ΔΑΚ	45	2,5
	πάχυνση	45	5,0
	αδρανοποίηση + πάχυνση	30	10,0
	αδρανοποίηση + αφυδάτωση	30	30,0
Χαλικο-διωλιστηρίων	την αφαίρεσή της από τις ΔΤΚ*	25	4,0
	πάχυνση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ**	70	4,7
	αδρανοποίηση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	45	3,0
	αδρανοποίηση+αφυδάτωση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	45	8,0
Ενεργού ιλύος	την αφαίρεσή της από τις ΔΤΚ	35	0,7
	πάχυνση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	80	4,0
	<b>αδρανοποίηση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ</b>	<b>50</b>	<b>2,5</b>
	αδρανοποίηση + πάχυνση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	50	22,0
	αερόβια αδρανοποίηση + πάχυνση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	50	2,5
	αερόβια αδρανοποίηση + αφυδάτωση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	50	20,0
Χημικής θρόμβωσης	πάχυνση, προερχόμενη από τις ΔΑΚ	65	4,0
	αδρανοποίηση, προερχόμενη από ΔΑΚ	45	5,0

# Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος στις ΔΤΚ

- Η ποσότητα της παραγόμενης ιλύος στις ΔΤΚ εκτιμάται από τον Πίνακα 1, σύμφωνα με τον τύπο

$$\frac{\text{Ξηρά.ουσία}}{\text{Περιεκτικότητα(ξ.ουσία)}} = \frac{35\text{g / κατ.ημ.}}{0,7\%} = 5000\text{g / κατ.ημ.} = 5 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 / \text{κατ.ημ.}$$



# Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος στις ΔΤΚ

- Η **συνολική** ποσότητα της παραγόμενης ιλύος από τις ΔΤΚ θα είναι για την πόλη των 50000 κατοίκων

$$Q_{\text{ιλύος}}^{\Delta\text{ΤΚ}} = 50000 \text{κατ} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 / \text{κατ.ημ.} = 250 \text{m}^3 / \text{d}$$



# Διαστασιολόγηση παχυντών βαρύτητας

- Επιφανειακή φόρτιση ιλύος (υγρή κατάσταση)

$$u_o = 0,75 \text{ m/h}$$

- Επιφανειακή φόρτιση με ξηρά ουσία

$$u_{\Xi} = 50 \text{ kg/m}^2\text{d}$$

- Χρόνος παραμονής

$$t \rightarrow 1 \text{ ημέρα (καλοκαίρι)}$$

$$t \rightarrow 2 \text{ ημέρες (χειμώνα)}$$



# Διαστασιολόγηση παχυντή

- Παροχή πλεονάζουσας ιλύος από ΔΑΚ+ΔΤΚ

$$Q = Q_{\text{ιλύος}}^{\Delta\text{AK}} + Q_{\text{ιλύος}}^{\Delta\text{TK}} = 90 + 250 = 340\text{m}^3 / \text{d}$$

- Οι χρόνοι παραμονής της ιλύος στους παχυντές είναι μεγάλοι (24h=1d)
- Όγκος παχυντή για t=1d  $\rightarrow V=340\text{m}^3$



# Διαστασιολόγηση παχυντή

- **Επιφάνεια παχυντή** για επιφανειακή φόρτιση  
ιλύος σε **υγρή** κατάσταση  $u_o = 0,75m/h$

$$E_o = \frac{Q}{u_o} = \frac{340m^3 / d}{0,75m / h \cdot 24h / d} = 18,89m^2$$





# Επιφάνεια παχυντή για Ξ.Π.

- Πλεονάζουσα βιομάζα από ΔΑΚ για περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία 2,5% (Πίνακας 1)

$$Q_{\Xi}^{\Delta\text{AK}} = 2,5\% \cdot Q_{\text{ιλύος}}^{\Delta\text{AK}} = 2,5\% \cdot 90\text{m}^3 / \text{d} = 2,25\text{m}^3 / \text{d} = 2250\text{kg} / \text{d}$$

- Πλεονάζουσα βιομάζα από ΔΤΚ για περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία 0,7% (Πίνακας 1)

$$Q_{\Xi}^{\Delta\text{TK}} = 0,7\% \cdot Q_{\text{ιλύος}}^{\Delta\text{TK}} = 0,7\% \cdot 250\text{m}^3 / \text{d} = 1750\text{kg} / \text{d}$$

- **Συνολική πλεονάζουσα βιομάζα**

$$Q_{\Xi} = 2250 + 1750 = 4000\text{kg} / \text{d}$$



# Επιφάνεια παχυντή για Ξ.Π.

- Η επιφάνεια παχυντή για την Ξ.Π. δίνεται για
  - Επιφανειακή φόρτιση ιλύος με ξηρά ουσία  
 $u_{\Xi} = 50 \text{ kg/m}^2\text{d}$
  - Συνολική πλεονάζουσα βιομάζα  
 $Q_{\Xi} = 4000\text{kg/d}$

$$E_{\Xi} = \frac{Q_{\Xi}}{u_{\Xi}} = \frac{4000\text{kg/d}}{50\text{kg/m}^2\text{d}} = 80\text{m}^2 \gg E_0$$



# Πλεονάζουσα βιομάζα από ΔΑΚ (β' λύση)

- Η ποσότητα της παραγόμενης ιλύος σε ξηρά ουσία στις ΔΑΚ εκτιμάται από τον Πίνακα 1 σε **45g/d.ημ.**
- Η **συνολική** ποσότητα της ξηράς ουσίας της παραγόμενης ιλύος από τις ΔΑΚ θα είναι για την πόλη των 50000 κατοίκων

$$Q_{\text{ιλύος}}^{\Delta\text{AK}} = 50000\text{κατ} \cdot 45\text{gr} / \text{d.κατ} = 2250\text{kg} / \text{d}$$



# Πλεονάζουσα βιομάζα από ΔΤΚ (β' λύση)

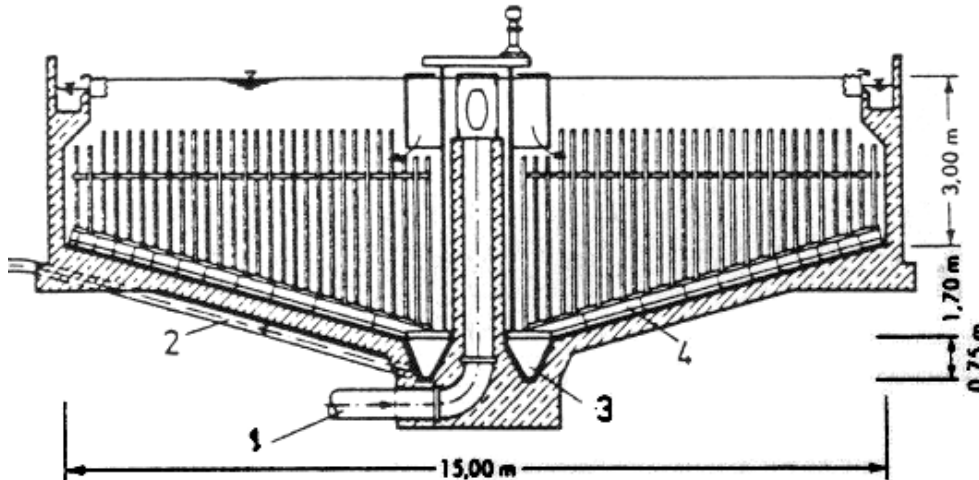
- Η ποσότητα της παραγόμενης ιλύος σε ξηρά ουσία στις ΔΤΚ εκτιμάται από τον Πίνακα 1 σε **35gr/d.κατ.**
- Η **συνολική** ποσότητα της ξηράς ουσίας της παραγόμενης ιλύος από τις ΔΤΚ θα είναι για την πόλη των 50000 κατοίκων

$$Q_{\text{ιλύος}}^{\Delta\text{TK}} = 50000\text{κατ} \cdot 35\text{gr} / d.\text{κατ}. = 1750\text{kg} / d$$



# Παχυντές βαρύτητας συνεχούς ροής

Σχήμα 1.



1. Εισροή
2. Απαγωγή ιλύος
3. Αύλακας ιλύος
4. Κινούμενα ξέστρα με ράβδους

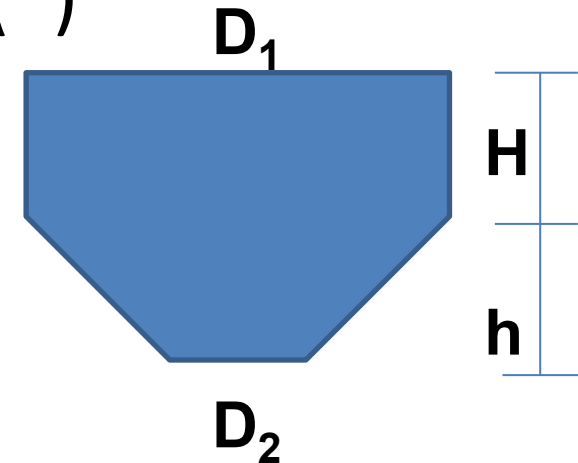
- Οι **παχυντές συνεχούς ροής** λειτουργούν όπως και οι δεξαμενές καθίζησης.
- Η κινούμενη γέφυρα με ξέστρα είναι εξοπλισμένη με **κατακόρυφους ράβδους**
  - Που δημιουργούν αύλακες στην ιλύ
  - Για την άνοδο των επιπολαζόντων υγρών προς την επιφάνεια των δεξαμενών.



# Διαστασιολόγηση παχυντή

- Ύψος κυλίνδρου παχυντή  $H=3\text{m}$  (\*)

- Ύψος βάσης παχυντή  $h=1\text{m}$  (\*)



- Όγκος παχυντή  $V=340 \text{ m}^3$

$$V = \frac{\pi D_1^2}{4} H + \frac{1}{12} \pi (D_1^2 + D_1 D_2 + D_2^2) h - \frac{\pi D_2^2}{4} (H + h)$$

- Για  $D_2=1\text{m}$  (\*)  $\rightarrow$   $D_1=11,4\text{m}$

(\*) Παραδοχές





Κεντρική

Εισαγωγή

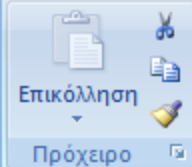
Διάταξη σελίδας

Τύποι

Δεδομένα

Αναθεώρηση

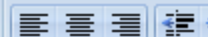
Προβολή



Calibri 11

**B** *I* U

Γραμματοσειρά



Αναδίπλωση κειμένου

Συγχώνευση και στοίχιση στο κέντρο

Στοίχιση

Γενική

%

Αριθμός

Μορφοποίηση  
υπό όρουςΜορφοποίηση  
ως πίνακα

Στυλ

E14

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8	H		3 m												
9	h		1 m												
10	D1		11,4 m												
11	D2		1 m												
12	V		340 m <sup>3</sup>												
13	V=		340,1667												
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															

$$V = \frac{\pi D_1^2}{4} H + \frac{1}{12} \pi (D_1^2 + D_1 D_2 + D_2^2) h - \frac{\pi D_2^2}{4} (H + h)$$

<----- Γνωρίζοντας τον όγκο V και με βάση τις παραδοχές H, h, D2, υπολογίζεται το D1, προσεγγιστικά

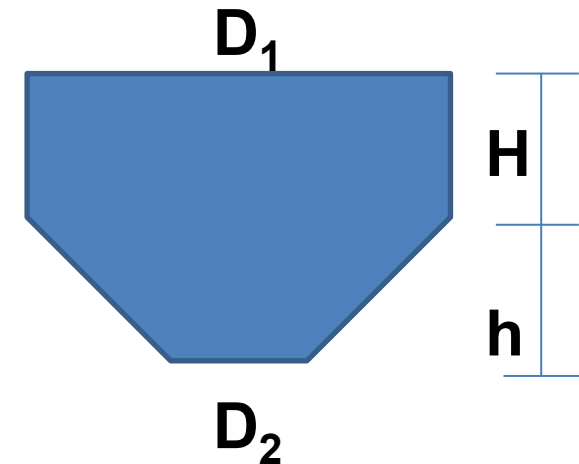
<----- βάση του παραπάνω τύπου για τον όγκο, για διαφορετικές τιμές του D1

# Διαστασιολόγηση παχυντή

- Για  $D_1=11,5\text{ m}$  (στρογγυλοποίηση) και  $D_2=1\text{ m}$

- Η επιφάνεια της δεξαμενής

$$E = \frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_2^2}{4} = 103\text{m}^2 > E_{\Xi} = 80\text{m}^2$$



- Άρα ο όγκος του παχυντή  $V=346,12\text{m}^3$





# Διαστασιολόγηση παχυντή

- Θα κατασκευαστούν 2 ίδιοι παχυντές για εναλλασσόμενη φόρτιση (1 για το καλοκαίρι - 2 για τον χειμώνα)



**Πίνακας 2.**

<b>Τύπος ιλύος</b>	<b>Ξηρά Ουσία(%)</b>
Από δεξαμενές αρχικής καθίζησης	
-με απώλεια καύσης >65%	5-7
-με απώλεια καύσης <65%	7-12
<b>Από δεξαμενές αρχικής (ΔΑΚ) και τελικής καθίζησης (ΔΤΚ)</b>	
<b>-με ΔΟΙ &gt;100 mg/l</b>	<b>3-5</b>
-με ΔΟΙ <100 mg/l	6-11
Από βιολογική επεξεργασία με σταθεροποίηση	3-5
Από χαλικοδιυλιστήρια	7-10
Από δεξαμενές αρχικής καθίζησης, αδρανοποιηθείσα	8-14
Από ΔΑΚ + ΔΤΚ, αδρανοποιηθείσα	1-9

Στον Πίνακα 2 δίνεται το αναμενόμενο αποτέλεσμα της πάχυνσης συναρτήσει της ποιότητας και του τύπου της ιλύος που εισέρχεται στους παχυντές.



# Ποιότητα και ποσότητα ιλύος

- Η **ποιότητα** της ιλύος μετά την πάχυνση (βλ. Πίνακα 2) θα έχει
  - Μετά από ΔΑΚ και ΔΤΚ
  - Για  $\Delta OI = 150 \text{ mg/l}$
- Περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία ιλύος 3-5%
- Για τη συνολική πλεονάζουσα βιομάζα
$$Q_E = 4000 \text{ kg/d}$$



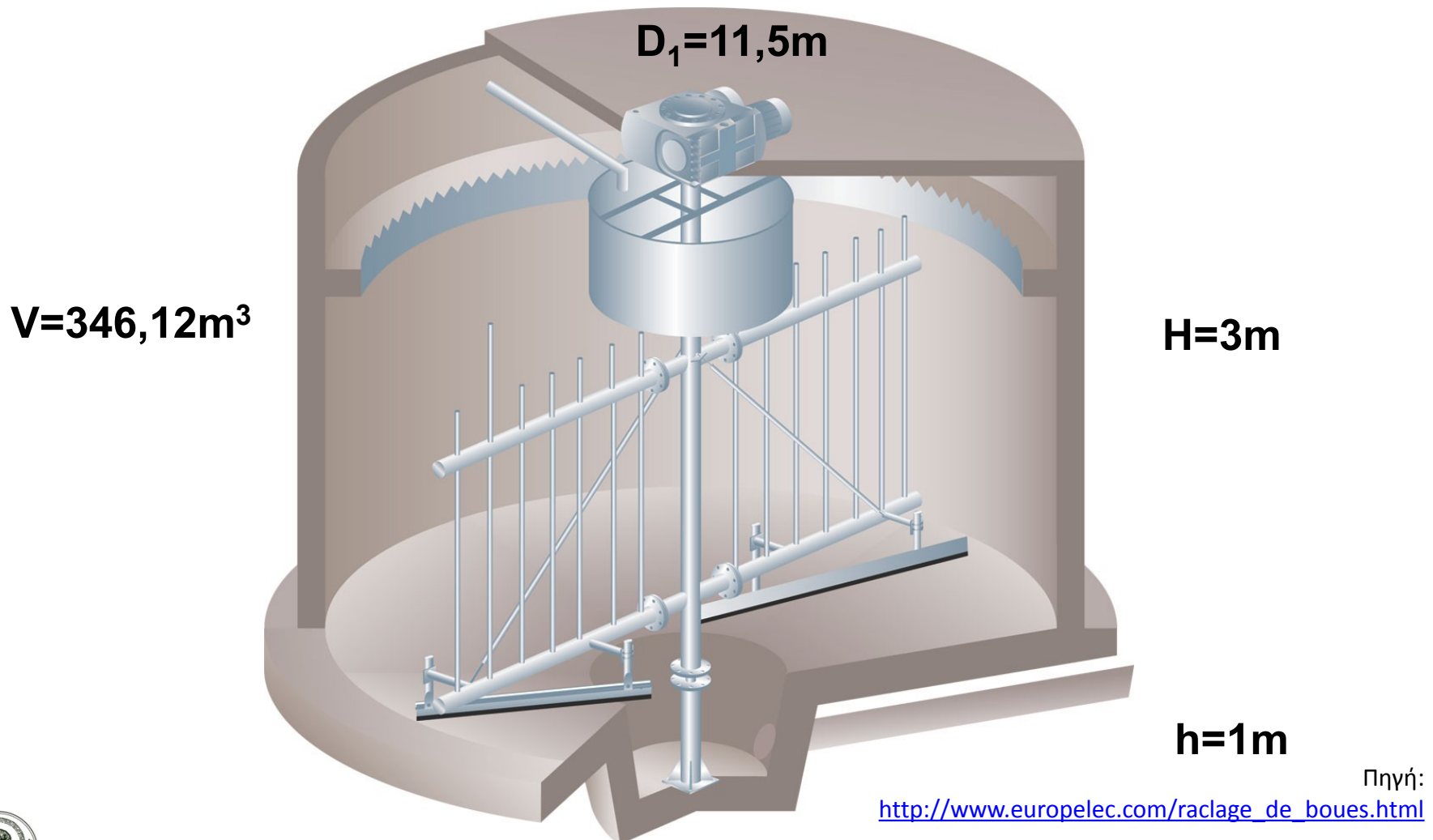
# Ποιότητα και ποσότητα ιλύος

- Η ποσότητα της ιλύος μετά την πάχυνση

$$Q_{εκ}^{\Pi} = \frac{Q_{\Xi}}{\text{περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία ιλύος μετά τη πάχυνση}} = \frac{4000kg / d}{5\%} = 80m^3 / d$$



# Σχηματική παράσταση δεξαμενής πάχυνσης ιλύος





Παραγωγή βιοαερίου  
Όγκος δεξαμενής βιοαερίου

## 2. Δεξαμενές χώνευσης

# Διαστασιολόγηση δεξαμενών χώνευσης (Κριτήριο 1. Όγκος ανά κάτοικο)

**Πίνακας 3.** Απαιτούμενος όγκος δεξαμενών χώνευσης σε l/κάτ.

Επεξεργασία με	Δεξαμενές Emscher	Δεξαμενές	
		Θερμαινόμενες (30°)	Μη θερμαινόμενες
Καθίζηση	50	20	150
Χαλικοδιωλιστήρια			
-υψηλής φόρτισης	100	30	220
-χαμηλής φόρτισης	75	25	180
<b>Δεξαμενές ενεργού ιλύος</b>			
<b>-υψηλής φόρτισης</b>	100	<b>40</b>	320
<b>-χαμηλής φόρτισης</b>	150	35	220



# Διαστασιολόγηση δεξαμενών χώνευσης (Κριτήριο 1. Όγκος ανά κάτοικο)

Για 50000κατ. ο όγκος της δεξαμενής χώνευσης  
θα είναι

$$V_X = 40l / κατ \cdot 50000κατ = 0,04m^3 / κατ \cdot 50000κατ \Rightarrow V_X = 2000m^3$$



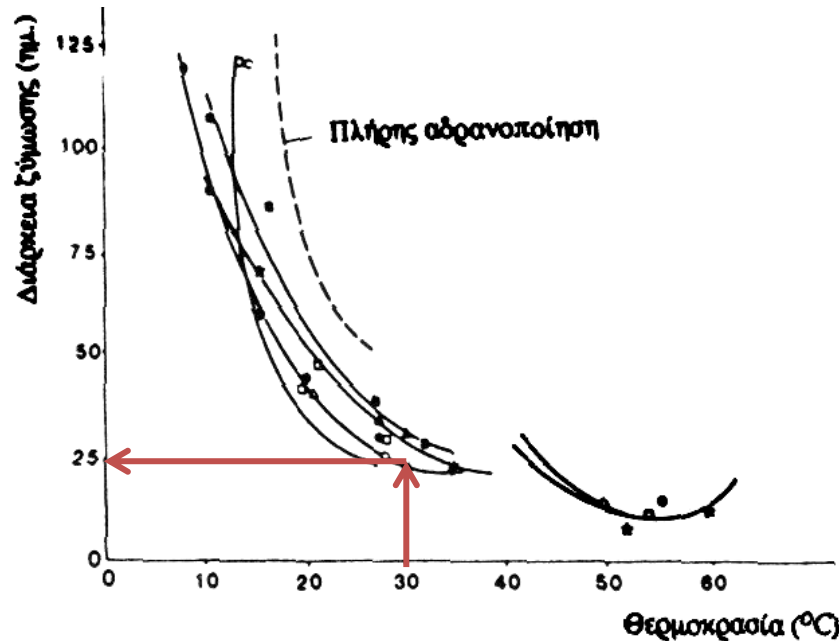


# ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ (Κριτήριο 2. Χρόνος παραμονής)

- Η διαστασιολόγηση των δεξαμενών χώνευσης γίνεται επίσης με εμπειρικές τιμές που αφορούν τον **χρόνο παραμονής** της ιλύος στις δεξαμενές



# ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΗΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ (Κριτήριο 2. Χρόνος παραμονής)

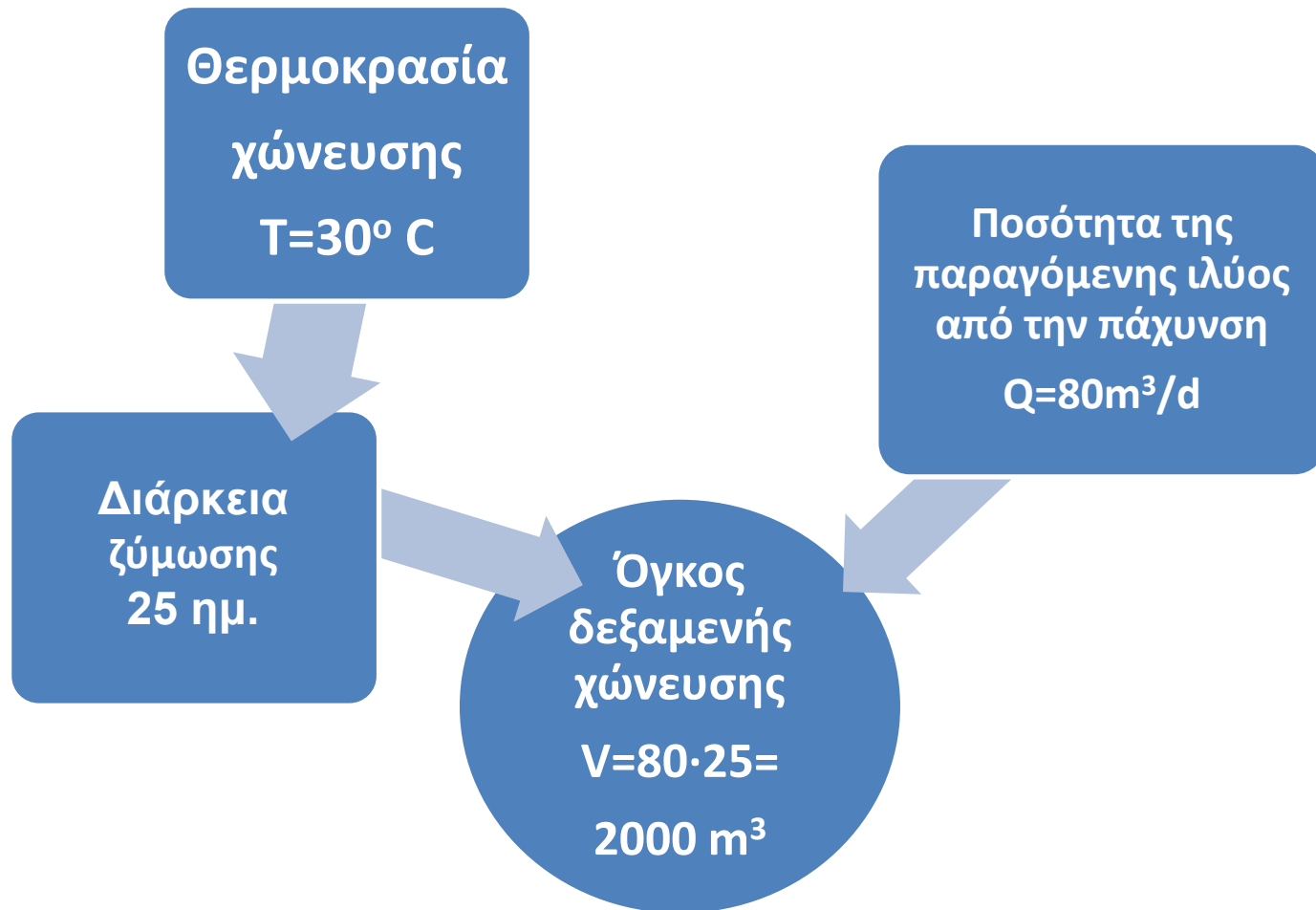


**Σχήμα 2.** Επίδραση της θερμοκρασίας ζύμωσης στην απαιτούμενη διάρκεια για την αδρανοποίηση της ιλύος.

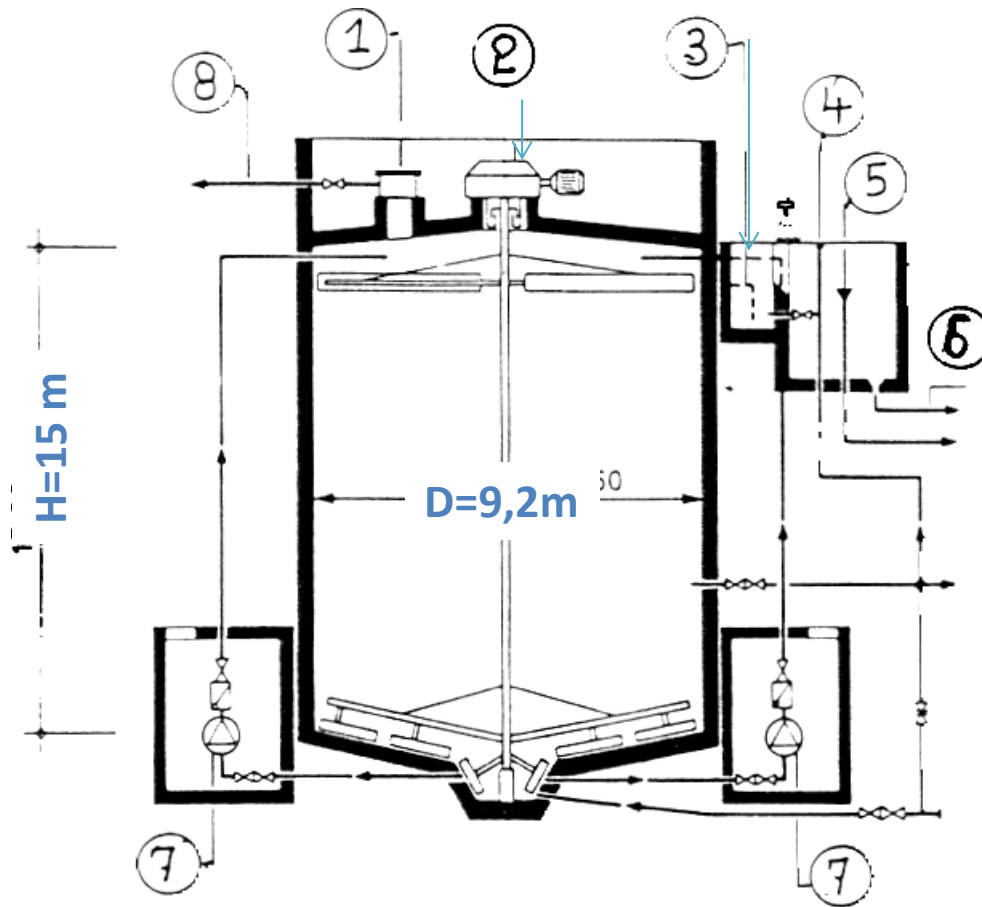
Η ποσότητα της παραγόμενης ιλύος από την πάχυνση είναι  $Q_{εΚ}^{\Pi} = 80m^3 / d$



# Όγκος δεξαμενής χώνευσης (2<sup>ο</sup> κριτήριο. Χρόνος παραμονής)



# Θερμαινόμενες δεξαμενές χώνευσης με αβαθή πυθμένα



1. Κινητό σκέπαστρο αερίου
2. Αναδευτήρας, εξοπλισμένος με ξέστρα πυθμένα
3. Εκροή επιπλέουσας ιλύος
4. Εκροή αδρανοποιηθείσης ιλύος
5. Υπερχείλιση κατάστασης ανάγκης
6. Απομάκρυνση αδρανοποιηθείσης ιλύος
7. Αντλίες ανάδευσης
8. Σωληνώσεις βιοαερίου

Σχήμα 3. Δεξαμενή χώνευσης με αβαθή πυθμένα



# Θερμαινόμενες δεξαμενές χώνευσης με αβαθή πυθμένα

Θα κατασκευαστούν 2 δεξαμενές

Όγκου  $1000 \text{ m}^3$  η κάθε μία

Ύψους  $H=15 \text{ m}$  και

διαμέτρου  $D=9,2\text{m}$

$$V = E \cdot H = \frac{\pi D^2}{4} H \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4V}{\pi H}}$$



# Οργανική φόρτιση των δεξαμενών χώνευσης

- Η οργανική φόρτιση των δεξαμενών χώνευσης θα είναι ίση με το **70%** των οργανικών της ακατέργαστης ιλύος

$$\Phi = 70\% \frac{Q_{\Xi}}{V} = 70\% \frac{4000 \text{kg} / \text{d}}{2000 \text{m}^3} = 1,4 \text{kg} / \text{m}^3 \text{d} < 2 - 3 \text{kg} / \text{m}^3 \text{d}$$



# Οργανική φόρτιση των δεξαμενών χώνευσης

- Η ακατέργαστη ιλύς είναι η πλεονάζουσα βιομάζα που εισέρχεται στην επεξεργασία ιλύος από τις ΔΑΚ και ΔΤΚ, δηλ.  $Q_{\Xi} = 4000 \text{kg/d}$

*Πίνακας 4.*

Εγκαταστάσεις	Οργανική φόρτιση (kg ξηράς οργ.ουσίας/m <sup>3</sup> d)
Μεσαίου μεγέθους	2-3
Μεγάλες	3-4



# Παραγόμενη ποσότητα ιλύος

- Ιλύς μετά την χώνευση (βλ. Πίνακα 1)
  - ΔΑΚ και ΔΤΚ
  - Δεξαμενές αερισμού
- Περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία ιλύος 2,5%

$$50g / dκατ \cdot 50000κατ = \frac{50}{1000} kg / d \cdot 50000 = 2500kg / d$$

$$Q_{εκ}^X = \frac{Q_{\Xi}}{\text{περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία ιλύος μετά τη χώνευση}} = \frac{2500kg / d}{2,5\%} = 100m^3 / d > 80m^3 / d$$





# Εξερχόμενη ποσότητα και ποιότητα ιλύος

- Μεγαλύτερη ποσότητα ιλύος από την εισερχόμενη ( $80\text{m}^3/\text{d}$ ) δεν είναι δυνατόν να εξαχθεί από τις δεξαμενές χώνευσης.
- Συνεπώς η τιμή των 2,5% στερεών δεν ισχύει στην περίπτωση αυτή.
- Θα δεχτούμε ότι η εξερχόμενη ποσότητα ιλύος θα είναι  $80\text{ m}^3/\text{d}$  με συγκέντρωση των στερεών

$$\frac{2500\text{kg} / \text{d}}{80\text{m}^3 / \text{d} \cdot 1000\text{kg} / \text{m}^3} = 3,1\%$$



# Εξερχόμενη ποσότητα και ποιότητα ιλύος

- Ποσότητα **οργανικών** ουσιών:  
 $0,45 \cdot 2500 = 1125 \text{kg/d}$
- Ποσότητα **ανόργανων** ουσιών:  
 $0,55 \cdot 2500 = 1375 \text{kg/d}$



# Παραγωγή βιοαερίου (1)

Πίνακας 5.

Διαδικασία χώνευσης	Ποσότητα παραγόμενου βιοαερίου (l/κατ.ημ.)
Ιλύς από Δ.Α.Κ.	20
Πλεονάζουσα ιλύς	6
Σύνολο	26

- Άρα από 50000κατ παράγονται

$$Q_{αερ} = \frac{26l / dκατ \cdot 50000κατ}{1000l / m^3} = 1300m^3 / d$$



# Παραγωγή βιοαερίου (2)

- Η ποσότητα βιοαερίου που παράγεται για κάθε κιλό ξηράς οργανικής ουσίας που εισάγεται στις Δ.Χ. είναι **450l/kg**
- Άρα από την ποσότητα των οργανικών ουσιών που αποικοδομούνται, μπορεί να υπολογιστεί η παραγόμενη ποσότητα του βιοαερίου

$$Q_{αερ} = 70\% \cdot 0,450m^3 / kg \cdot 4000kg / d = 1260m^3 / d \approx 1300m^3 / d$$



# Παραγωγή βιοαερίου (2)

- Όγκος δεξαμενών βιοαερίου = όγκος ημερήσιας ποσότητας ακατέργαστης ιλύος που εισέρχεται στις δεξαμενές χώνευσης

$$V_{\text{αερ}} = 80\text{m}^3$$

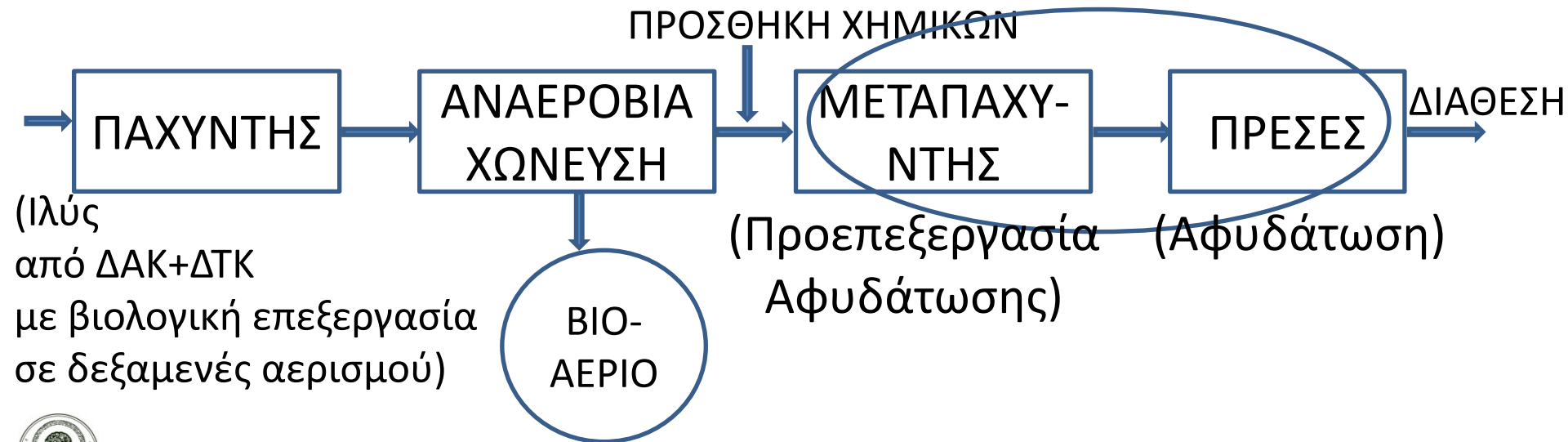




## 3. ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

# 3. ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

- Φιλτρόπρεςες
- Χημική προεπεξεργασία (Μεταπάχυνση)
- Επιπολάζοντα υγρά



# 3. Αφυδάτωση ιλύος

- Θα γίνει με **φιλτρόπρεςες**
- Για να λειτουργήσουν οικονομικά πρέπει να γίνει **χημική προεπεξεργασία** της ιλύος
- Οι πρέσες θα λειτουργούν **5 ημέρες/εβδ.**





# Αφυδάτωση ιλύος

- Άρα από τα  $80m^3/d$  ιλύος που εξέρχεται από τους χωνευτές, η ημερήσια ποσότητα που κατευθύνεται στις πρέσες προς κατεργασία (για τις 5 ημέρες) θα είναι

$$\frac{7 \cdot 80}{5} = 112m^3 / d$$

- Με συγκέντρωση στερεών  $\frac{2500kg / d}{80m^3 / d} = 31,25kg / m^3 = 3,1\%$



# Χημική προεπεξεργασία αφυδάτωσης

- Είναι απαραίτητη για την εφαρμογή της τεχνητής μεθόδου αφυδάτωσης με φιλτρόπρεσες (μηχανική)
- Γίνεται στους μεταπαχυντές
  - Χημικά, με τη βοήθεια
    - Αλάτων του σιδήρου και του αργιλίου, π.χ. 4 kg  $\text{FeCl}_3$
    - Ασβέστου, 6 – 10 kg/m<sup>3</sup> ιλύος
    - Πολυηλεκτρολυτών
  - Με θερμική προεπεξεργασία



# Περιεκτικότητα ιλύος σε στερεά

- Μετά την εισαγωγή
  - 4kg  $\text{FeCl}_3/\text{m}^3$  ιλύος
  - 6kg ασβέστου/ $\text{m}^3$  ιλύος
- η περιεκτικότητα της ιλύος σε στερεά θα είναι

$$31,25+4+6 = 41,25 \text{ kg}/\text{m}^3 \rightarrow 4,1\%$$



# Όγκος μεταπαχυντών

- Εφόσον η ημερήσια ποσότητα που κατευθύνεται στις πρέσες προς κατεργασία (για τις 5 ημέρες λειτουργίας) είναι  **$112\text{m}^3/\text{d}$** , ο όγκος για 24ωρη παραμονή της ιλύος σε αυτή τη φάση θα είναι  $\geq 112\text{ m}^3$ .
- Έστω  **$V_M = 120\text{m}^3$**



# Όγκος μεταπαχυντών

- Αν κατασκευαστούν **2 παχυντές** αυτού του μεγέθους
  - Η ιλύς θα χάσει το **50%** του νερού της (βιβλιογραφία)
  - Η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας θα αυξηθεί σε **8,2%**



# Ποσότητα εισερχόμενου προϊόντος στις πρέσες

- Ποσότητα ιλύος που εξέρχεται από τους χωνευτές και εισέρχεται στους μεταπαχυντές **80m<sup>3</sup>/d**
- Απώλεια νερού στην μεταπάχυνση **50%**
- Ποσότητα εισερχόμενου προϊόντος στις πρέσες  $50\% \cdot 80 = \mathbf{40\ m^3/d}$
- Οι πρέσες λειτουργούν **5 ημέρες/εβδ.**



# Ποσότητα εισερχόμενου προϊόντος στις πρέσες

- Η ημερήσια ποσότητα που κατευθύνεται στις πρέσες προς κατεργασία (για τις 5 ημέρες) θα είναι

$$\frac{7 \cdot 40}{5} = 56m^3 / d$$

- Για τις **7,5 ώρες/ημέρα** που λειτουργούν οι **πρέσες**

$$\frac{56m^3 / d}{7,5hr / d} = 7,5m^3 / hr$$



# Τεχνικά χαρακτηριστικά πρεσών

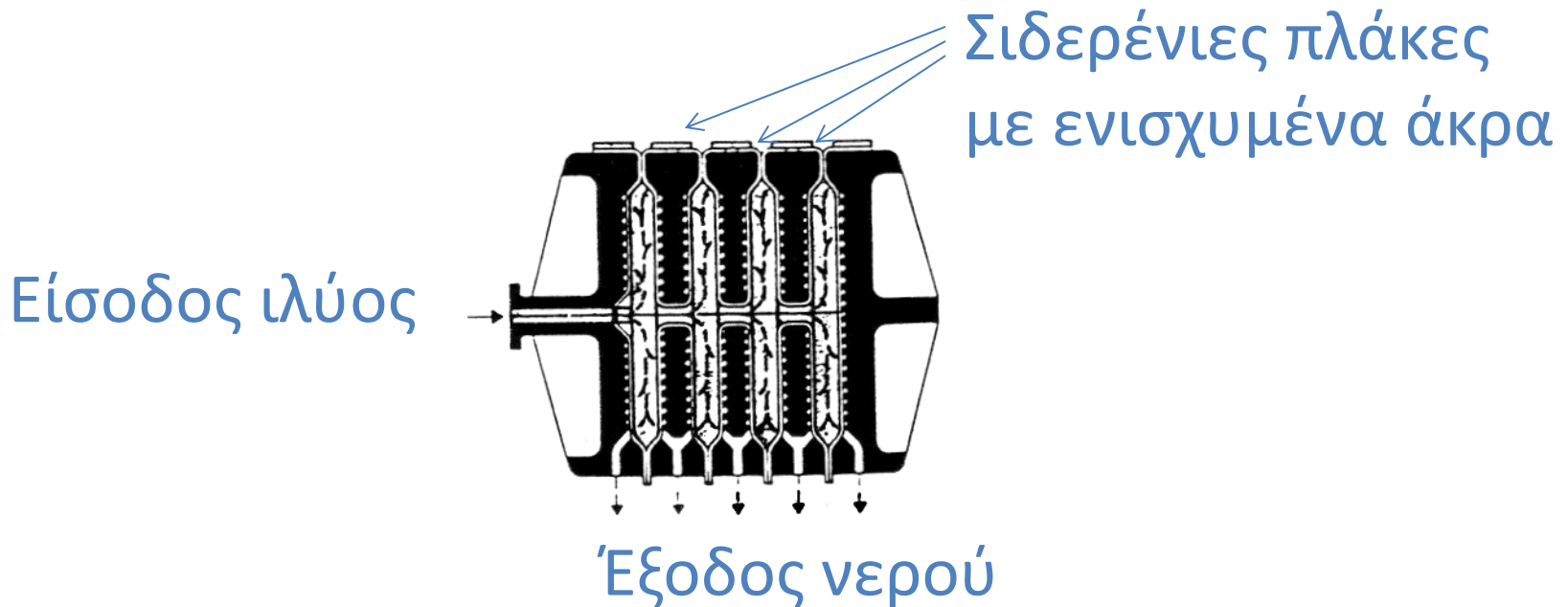
Πίνακας 6.

Τεχνικά χαρακτηριστικά πρεσών	
Πίεση	6 – 18 bar
<b>Απόδοση</b>	<b>40 l/m<sup>2</sup>h</b> ή 5-15 kg/m <sup>2</sup> h
Διάρκεια συμπίεσης	1 – 2 hr
Απόσταση πλακών	2 – 3 cm
Περιεκτικότητα νερού εισερχόμενου προϊόντος	≤ 99 %
<b>Περιεκτικότητα νερού προϊόντος</b>	<b>65 %</b>
<b>Περιεκτικότητα σε στερεά στην έξοδο</b>	<b>35 %</b>





# Φιλτρόπρεςες



**Σχήμα 4.** Τομή φιλτρόπρεςας.



# Φιλτρόπρεςες

- Αποτελούνται από έναν αριθμό **σιδερένιων πλακών**
  - Με ενισχυμένα (παχύτερα) άκρα
  - Που επικαλύπτονται με **πάνινα φίλτρα**
- Οι **κενοί** χώροι μεταξύ των πλακών γεμίζουν με την **ιλύ** προς επεξεργασία



# Διαστασιολόγηση πρεσών

- Απαιτούμενη επιφάνεια πρέσας
  - Για απόδοση **40 l/m<sup>2</sup>h** (βλ. Πίνακα 6)
  - Ποσότητα εισερχόμενου προϊόντος **7,5 m<sup>3</sup>/h**

$$E = \frac{7500l / h}{40l / m^2 h} = 187m^2$$



# Διαστασιολόγηση πρεσών

- Εκλέγουμε πρέσα με τα εξής χαρακτηριστικά
  - Διαστάσεις πλακών **1,5x1,5m**
  - Καθαρή επιφάνεια φίλτρου **2m<sup>2</sup>**
  - Απαιτούμενος αριθμός πλακών (2 πλάκες/πρέσα)

$$\frac{187m^2}{2 \cdot 2m^2} = 46,7 \text{ τεμάχια} \rightarrow 50 \text{ τεμάχια}$$



# Ποσότητα εξερχόμενου προϊόντος

- ▶ Η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας μετά την προεπεξεργασία αφυδάτωσης (μεταπάχυνση) **8,2%**
- Η ημερήσια ποσότητα που κατευθύνεται στις πρέσες προς κατεργασία (για τις 5 ημέρες) είναι **56 m<sup>3</sup>/d**
- Περιεκτικότητα νερού προϊόντος **65%**, ή περιεκτικότητα σε στερεά στην έξοδο **35%** (βλ. Πίνακα 6)
- ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ (ξηρά ουσία)

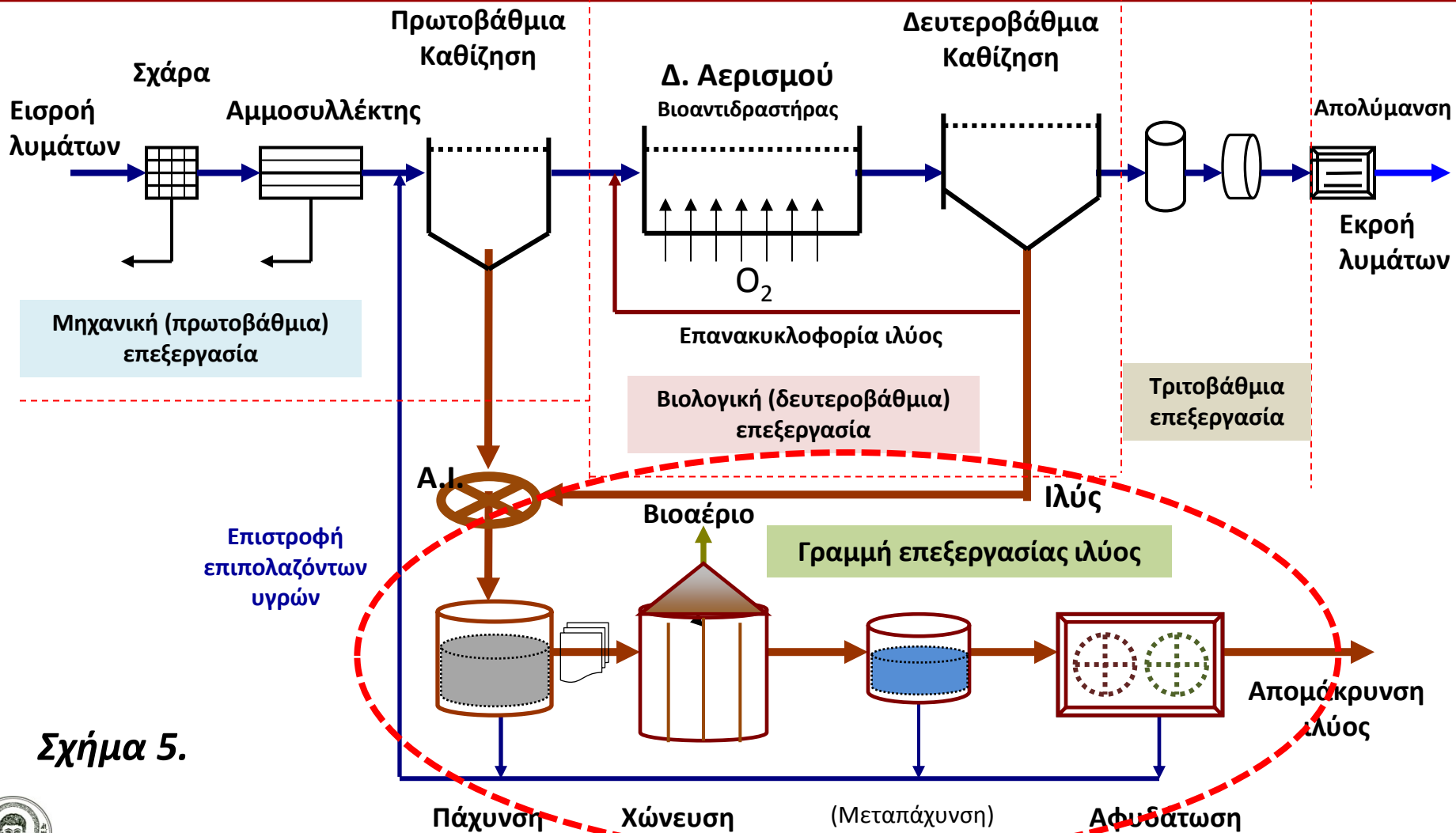
$$\frac{8,2\% \cdot 56m^3 / d}{35\%} = 13,12m^3 / d$$





## 4. Διαχείριση επιπολαζόντων υγρών

# Τυπικό διάγραμμα ροής Ε.Ε.Λ. με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος



Σχήμα 5.



# Επιπολάζοντα υγρά

- Δημιουργούνται
  - Στους (προ)παχυντές
  - Στους μεταπαχυντές
  - Στις πρέσες
- Τα υγρά αυτά διοχετεύονται στην είσοδο της εγκατάστασης ισομερώς κατανεμημένα καθ' όλο το 24ωρο των εργάσιμων ημερών
- Για αυτό θα κατασκευαστεί μια **δεξαμενή εξίσωσης των παροχών.**





# Επιπολάζοντα υγρά

- Τα υγρά από τους (προ)παχυντές δημιουργούνται ομοιόμορφα καθ' όλο το **24ωρο**
  - συνεπώς δεν επηρεάζουν τον όγκο της δεξαμενής εξίσωσης παροχών



# Επιπολάζοντα υγρά

- Οι μεταπαχυντές και οι πρέσες λειτουργούν **7,5h/d**
  - Ποσότητα **εισερχόμενου** προϊόντος στις πρέσες (μεταπαχυντές) **7,5 m<sup>3</sup>/h**
  - Ποσότητα **εξερχόμενης** ξηράς ουσίας από τους μεταπαχυντές **13,12 m<sup>3</sup>/d**
  - Παροχή **επιπολαζόντων υγρών** στην πρέσα

$$7,5m^3 / h - \frac{13,12m^3 / d}{7,5h / d} = 5,75m^3 / h$$



# Όγκος δεξαμενής εξίσωσης παροχών

- ▶ Για ομοιόμορφη ροή στο 24ωρο, η επιτρεπόμενη παροχή επιπολαζόντων υγρών προς την είσοδο της εγκατάστασης θα είναι

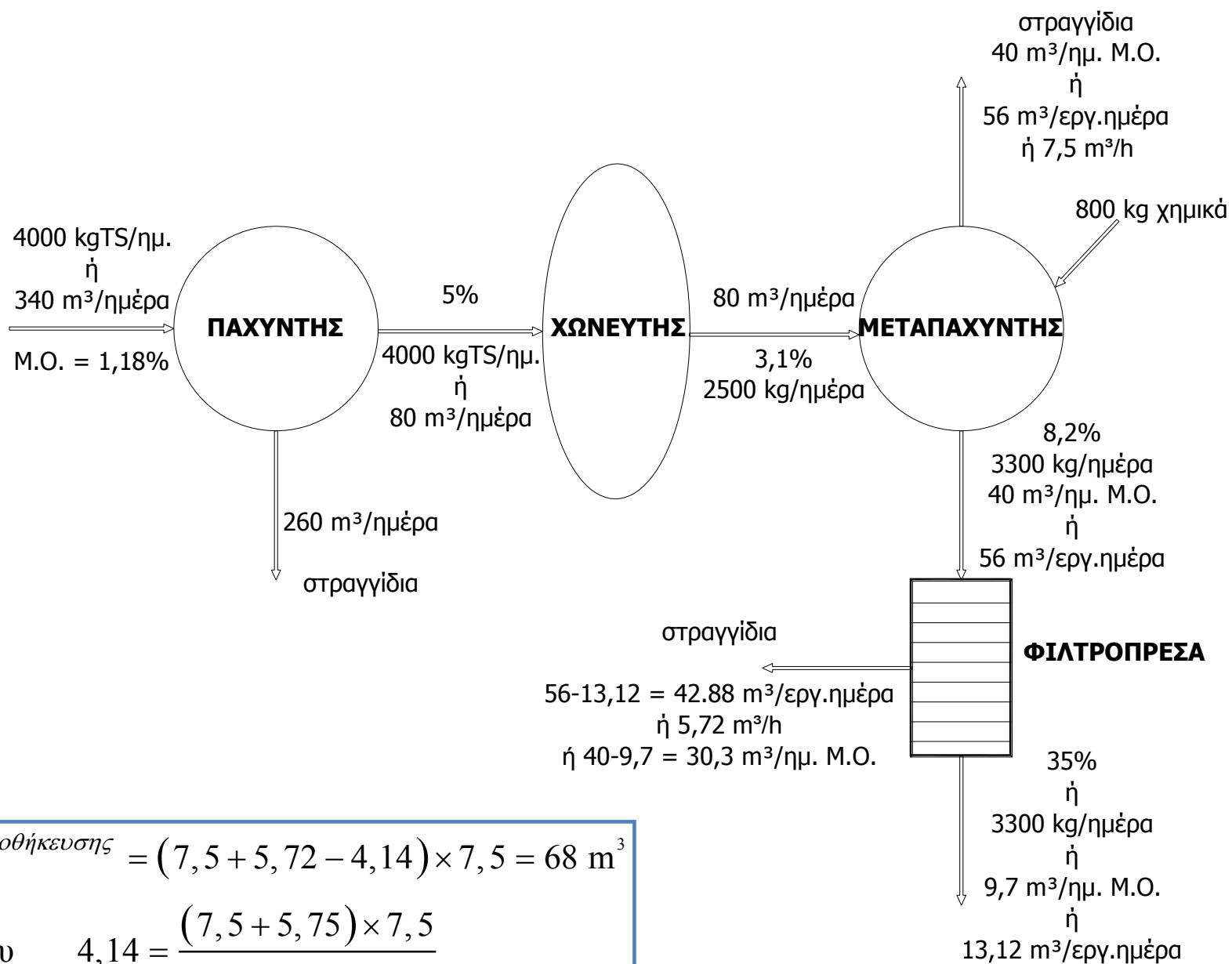
$$\frac{(7,5 + 5,75)m^3 / h \cdot 7,5h / d}{24h / d} = 4,14m^3 / h$$

- ▶ Συνεπώς ο απαιτούμενος όγκος της δεξαμενής εξίσωσης παροχών (1 ημέρα) θα είναι

$$V = (7,5 + 5,75 - 4,14)7,5 = 68,3 \text{ m}^3$$

Εκλέγουμε δεξαμενή **70 m<sup>3</sup>**





$$V_{\text{αποθήκευσης δεξ}} = (7,5 + 5,72 - 4,14) \times 7,5 = 68 \text{ m}^3$$

όπου  $4,14 = \frac{(7,5 + 5,75) \times 7,5}{24}$

# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Αντιγόνη Ζαφειράκου.  
«Τεχνική Περιβάλλοντος». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS460/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

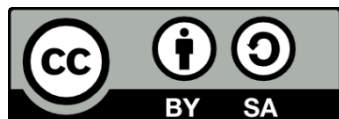
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Ολυμπία Τασκάρη  
Θεσσαλονίκη, 1/9/2014



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Σημειώματα



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

