



Πανεπιστήμιο  
Αιγαίου

Ανοικτά  
Ακαδημαϊκά  
Μαθήματα



# ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ Ι

## ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

*Διδάσκων: Επίκουρος Καθηγητής Αθ. Στασινάκης*



# Άδειες Χρήσης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, διαγράμματα, κείμενα, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα. Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» 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.



## Οδηγία 91/271 Ε.Ε

### ✓ Οικισμοί 2000 – 10000 ισοδύναμων κατοίκων :

- Δίκτυο αποχέτευσης μέχρι 31/12/2005
- Δευτεροβάθμια επεξεργασία μέχρι 31/12/2005 (λύματα αποβάλλονται σε γλυκά νερά και εκβολές ποταμών)

### ✓ Οικισμοί 10000 – 15000 ισοδύναμους κατοίκους :

- Δίκτυο αποχέτευσης μέχρι 31/12/2005
- Δευτεροβάθμια επεξεργασία μέχρι 31/12/2005

### ✓ Οικισμοί > 15000 ισοδύναμων κατοίκων :

- Δίκτυο αποχέτευσης μέχρι 31/12/2000
- Δευτεροβάθμια επεξεργασία μέχρι 31/12/2000

# Οδηγία 91/271 Ε.Ε

## Απαιτήσεις διάθεσης λυμάτων<sup>26</sup>

Παράμετροι	Συγκέντρωση (mg/l)
BOD	25
COD	125
TSS	35 (>10.000 ι.κ.)
	60 (2.000-10.000 ι.κ.)
Ολικό N*	15 (10.000-100.000 ι.κ.)
	10 (>100.000 ι.κ.)
Ολικός P*	2 (10.000-100.000 ι.κ.)
	1 (>100.000 ι.κ.)

\* Απαιτήσεις για ευαίσθητες περιοχές

## Οδηγία 91/271 Ε.Ε

### Ορισμός ευαίσθητων περιοχών

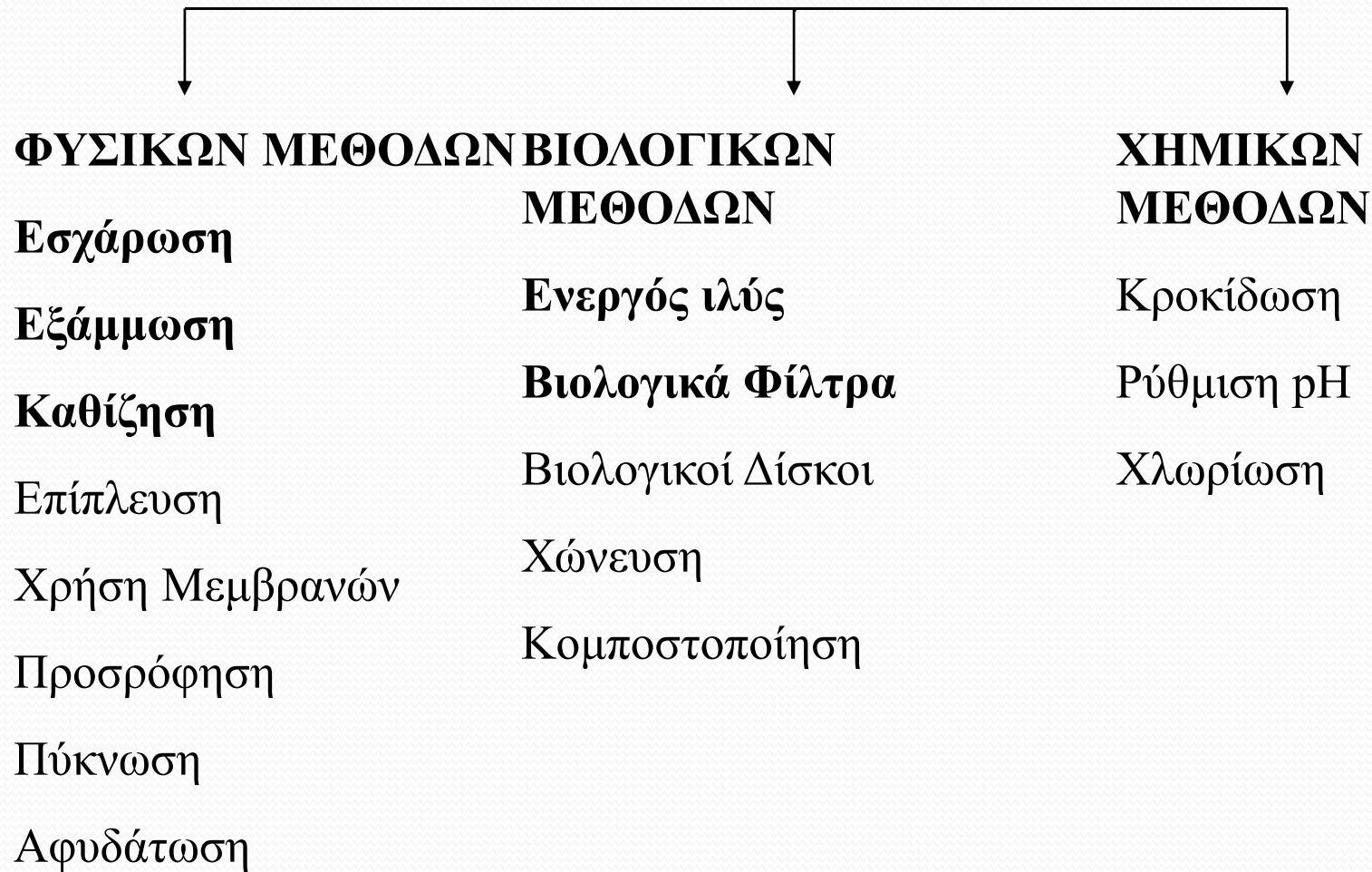
- A) Φυσικές λίμνες, εκβολές ποταμών και παράκτια ύδατα, όπου παρουσιάζεται ευτροφισμός ή υπάρχει κίνδυνος να εμφανισθεί στο εγγύς μέλλον
- B) Επιφανειακά νερά που προορίζονται για ύδρευση

## Οδηγία 91/271 Ε.Ε

### Ελάχιστος Ετήσιος Αριθμός δειγμάτων

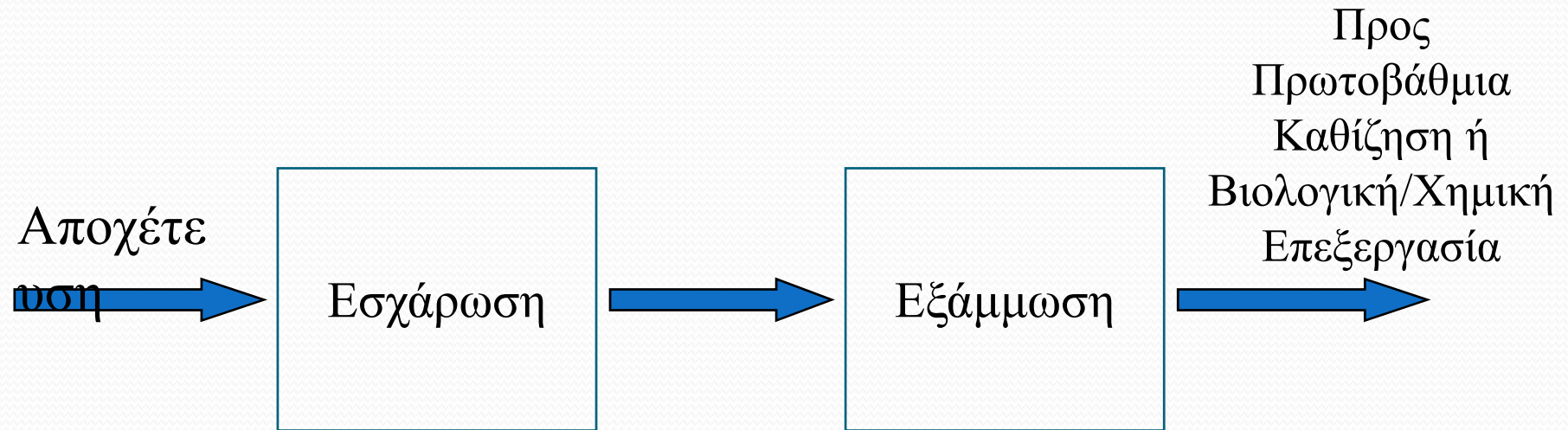
- 2000 – 9999 ισοδύναμους κατοίκους => 12 δείγματα (1<sup>ο</sup> χρόνο)  
4 δείγματα (τα επόμενα έτη)
- 10000 – 49999 ισοδύναμους κατοίκους => 12 δείγματα
- > 50000 ισοδύναμους κατοίκους => 24 δείγματα

# ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ





# ΕΡΓΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ



- ✓ Αμελητέα απομάκρυνση οργανικών ενώσεων
- ✓ Κατασκευή σε κλειστούς χώρους για αποφυγή διάχυσης οσμών

# ΕΡΓΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

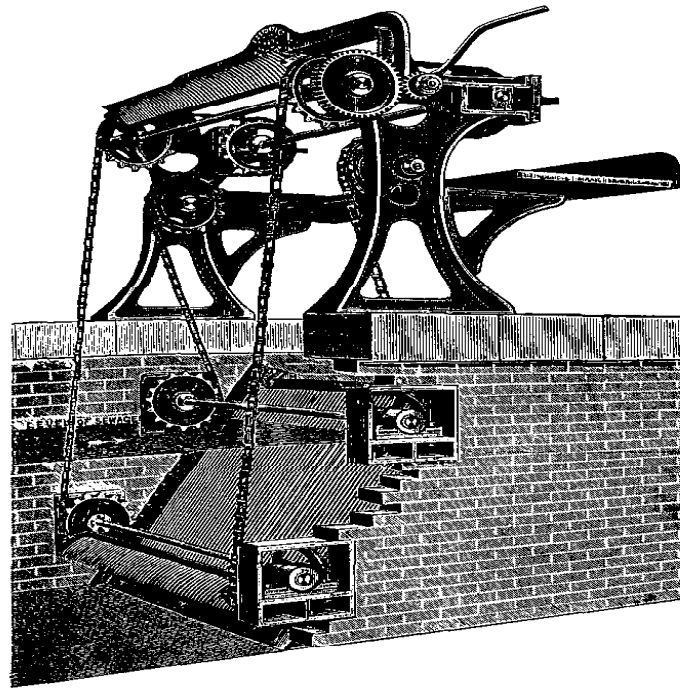
## ΕΣΧΑΡΩΣΗ (screening)

Στόχος: Απομάκρυνση ογκωδών υλικών, (χαρτιά, κουρέλια, πλαστικά, κλαδάκια..)

- ✓ Φθορά μηχανολογικού εξοπλισμού (αντλίες, βαλβίδες)
- ✓ Έμφραξη αγωγών
- ✓ Μείωση απόδοσης επόμενων διεργασιών

# ΕΡΓΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

## ΕΣΧΑΡΩΣΗ



Είδη εσχαρών: Χειρωνακτικά καθαριζόμενες – Μηχανικά καθαριζόμενες

# ΕΡΓΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

## ΕΣΧΑΡΩΣΗ

### Είδη Εσχάρων:

✓ Χονδροεσχάρες (coarse screens): 6 - 150 mm διάκενο (ράβδοι σε κατακόρυφη ή κεκλιμένη θέση)

Αντλιοστάσια Λυμάτων: 50 - 150 mm, ΜΕΥΑ: 6 - 50 mm

✓ Λεπτοεσχάρες (fine screens): < 6 mm διάκενο (διάτρητα μεταλλικά φύλλα, συρμάτινα κόσκινα)

✓ Μικροεσχάρες (microscreens): < 50  $\mu\text{m}$  διάκενο μεταξύ των ράβδων (επεξεργασμένα απόβλητα)

# ΕΡΓΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

## ΕΣΧΑΡΩΣΗ

- ✓ Ταχύτητα προσέγγισης  $> 0,25$  m/s (αποφυγή εναπόθεσης στερεών)
- ✓ Ταχύτητα διέλευσης  $< 1,2$  m/s (αποφυγή παρασυρμού συγκρατούμενων υλικών)
- ✓ Ρύθμιση ταχύτητας ροής: διαπλάτυνση καναλιού ροής (μείωση ταχύτητας)

$$Q = u \times A \Rightarrow u = \frac{Q}{A}$$

Όπου:

$Q$  = παροχή αποβλήτων (m<sup>3</sup>/s)

$u$  = ταχύτητα (m/s)

$A$  = διατομή καναλιού (m<sup>2</sup>)

# ΕΣΧΑΡΩΣΗ

## Χονδροεσχάρες – Κριτήρια Σχεδιασμού

- ✓ Διαφορά στάθμης λόγω παρεμβολής σχάρας (δημιουργία δινών => επίπτωση στην ομαλή ροή)

$$h_L = \frac{1}{C} \left( \frac{V^2 - u^2}{2g} \right)$$

$h_L$  = απώλεια ύψους (m)

$C$  = εμπειρικός συντελεστής (0,7:καθαρή εσχάρα)

$V$  = ταχύτητα διέλευσης διαμέσου των ανοιγμάτων της εσχάρας (m/s)

$u$  = ταχύτητα προσέγγισης (m/s)

$g$  = επιτάχυνση βαρύτητας (9,81 m/s<sup>2</sup>)

# ΕΣΧΑΡΩΣΗ

## Χονδροεσχάρες – Κριτήρια Σχεδιασμού

- ✓ Μεγαλύτερη διαφορά στάθμης λόγω έμφραξης εσχάρας

$$h_L = \frac{1}{C} \left( \frac{V^2 - u^2}{2g} \right)$$

$h_L$  = απώλεια ύψους (m)

$C$  = εμπειρικός συντελεστής (0,7:καθαρή εσχάρα - 0,6:φραγμένη εσχάρα)

$V$  = ταχύτητα διέλευσης διαμέσου των ανοιγμάτων της εσχάρας (m/s)

$u$  = ταχύτητα προσέγγισης (m/s)

$g$  = επιτάχυνση βαρύτητας (9,81 m/s<sup>2</sup>)

# ΕΣΧΑΡΩΣΗ

## Απώλεια υδραυλικού ύψους (Παράδειγμα Ι)

Να υπολογισθεί η απώλεια υδραυλικού ύψους

α) σε περίπτωση καθαρής εσχάρας

β) όταν το 50% της επιφάνειας ροής μίας εσχάρας έχει βουλώσει λόγω συσσώρευσης εσχαρισμάτων.

Δίνονται:

Ταχύτητα προσέγγισης,  $u = 0,6 \text{ m/s}$

Ταχύτητα διέλευσης μέσω καθαρών εσχάρων,  $V = 0,9 \text{ m/s}$

Ελεύθερη επιφάνεια ροής σε περίπτωση καθαρών εσχάρων =  $0,19 \text{ m}^2$



## ΕΣΧΑΡΩΣΗ

### Απώλεια υδραυλικού ύψους (Παράδειγμα Ι)

1. Υπολογισμός απώλειας υδραυλικού ύψους (καθαρή εσχάρα)

$$h_L = \frac{1}{C} \left( \frac{V^2 - u^2}{2g} \right)$$

$$h_L = \frac{1}{0,7} \left( \frac{(0,9 \text{ m/s})^2 - (0,6 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \right) = 0,033 \text{ m}$$

2. Υπολογισμός απώλειας υδραυλικού ύψους (φραγμένη εσχάρα)

Λόγω μείωσης επιφάνειας ροής κατά 50%, διπλασιασμός ταχύτητας ροής ( $V = 1,8 \text{ m/s}$ )

$$h_L = \frac{1}{C} \left( \frac{V^2 - u^2}{2g} \right) \longrightarrow h_L = \frac{1}{0,6} \left( \frac{(1,8 \text{ m/s})^2 - (0,6 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \right) = 0,24 \text{ m}$$

# ΕΣΧΑΡΩΣΗ

## Χονδροεσχάρες

- ✓ Συλλογή εσχαρισμάτων:

Μεταφορική ταινία (απλή λειτουργία, χαμηλό κόστος, όχι κίνδυνος έμφραξης, οσμές)

Εκτοξευτή πεπιεσμένου αέρα (όχι οσμές, κίνδυνος έμφραξης)

- ✓ Επεξεργασία εσχαρισμάτων:

Συμπιεστής εσχαρισμάτων (μείωση όγκου κατά 70%, μείωση υγρασίας κατά 50%)

Μεταφορά σε δεξαμενή αποθήκευσης

- ✓ Διάθεση εσχαρισμάτων:

Χωματερή, ΧΥΤΑ, καύση, κομποστοποίηση, τεμαχισμός και επιστροφή στα απόβλητα

<http://www.youtube.com/watch?v=DDkKpgEMdVo>

# ΕΡΓΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

## ΕΞΑΜΜΩΣΗ (grit removal)

Στόχος: Απομάκρυνση ανόργανων σωματιδίων (άμμος, υπολείμματα καύσης, άλλα στερεά)

(ειδικό βάρος =  $1600-2700 \text{ Kg/m}^3 >$  ειδικό βάρος οργανικών σωματιδίων =  $1200 \text{ Kg/m}^3$ )

- ✓ Προστασία μηχανολογικού εξοπλισμού από φθορές λόγω τριβών
- ✓ Περιορισμός αποθέσεων στους αγωγούς
- ✓ Μείωση συχνότητας καθαρισμού αντιδραστήρων

# ΕΡΓΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

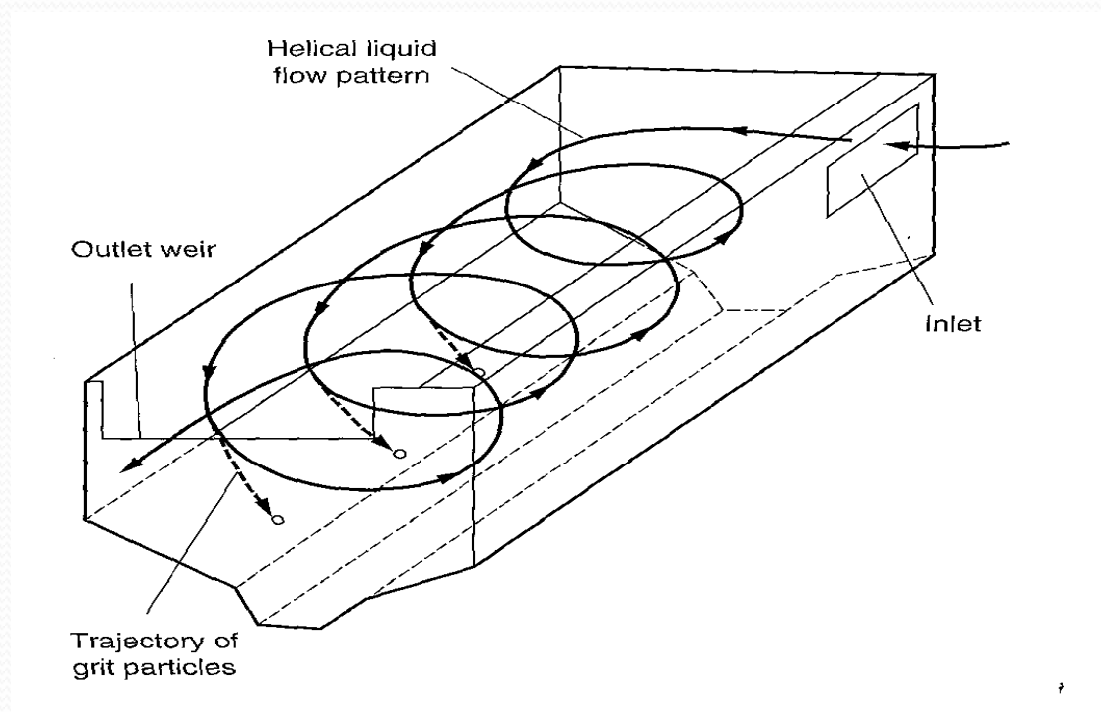
## ΕΞΑΜΜΩΣΗ

### Είδη Εξαμμωτών:

- ✓ Εξαμμωτής οριζόντιας ροής (horizontal flow grit chamber)
- ✓ Αεριζόμενος Εξαμμωτής (aerated grit chamber)

# ΕΞΑΜΜΩΣΗ

## Αεριζόμενος εξαμμωτής – Κριτήρια Σχεδιασμού



Τροφοδότηση με αέρα από τη μία πλευρά δεξαμενής για σχηματισμό ελικοειδούς κίνησης σωματιδίων ( $u = 0,3 \text{ m/sec}$ )

# ΕΞΑΜΜΩΣΗ

## Αεριζόμενος εξαμμωτής – Κριτήρια Σχεδιασμού

✓ Ταχύτητα ανάδευσης επηρεάζει μέγεθος σωματιδίων που θα απομακρυνθούν

Μεγάλη ταχύτητα = μεταφορά σωματιδίων εκτός εξαμμωτή

Μικρή ταχύτητα = απομάκρυνση οργανικών σωματιδίων

+ Απομάκρυνση μόνο άμμου (μέγεθος σωματιδίων  $> 0,15$  mm)

+ Καταπολέμηση οσμών λόγω παροχής οξυγόνου

+ Συνδυασμός με απολιπαντή

# ΕΞΑΜΜΩΣΗ

## Αεριζόμενος εξαμμοτής



Διαχυτές αέρα:

κατά μήκος μίας  
πλευράς εξαμμοτή

Χοάνη συλλογής  
άμμου

# ΕΞΑΜΜΩΣΗ

## Αεριζόμενος εξαμμοτής – Κριτήρια Σχεδιασμού

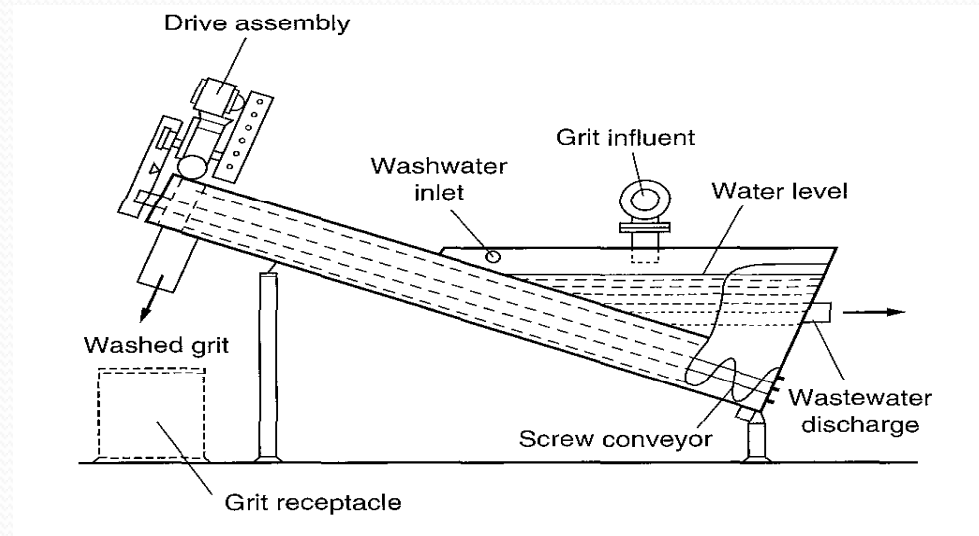
Παράμετρος	Τιμή Σχεδιασμού
Ταχύτητα κίνησης σωματιδίων (m/sec)	0,3
Χρόνος παραμονής (min)	2-10
Απόσταση διαχυτών από πυθμένα (m)	0,45-0,6
Βάθος (m)	2-5
Μήκος (m)	7,5-20
Πλάτος (m)	2,5-7
Πλάτος/Βάθος	1:1 – 5:1
Μήκος/Βάθος	3:1 – 5:1
Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /m min)	0,2-0,5



# ΕΡΓΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

## ΕΞΑΜΜΩΣΗ – ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΟΣ ΕΞΑΜΜΩΤΗΣ

✓ Διαχωρισμός



✓ Διάθεση: ΧΥΤΑ, κλίνες ξήρανσης, καύση

✓ Οσμές: σε περιπτώσεις ύπαρξης οργανικών

## Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

- ✓ Metcalf and Eddy (2003) *Wastewater Engineering - Treatment and Reuse*, 4<sup>th</sup> edition, Mc Graw Hill, USA, p. 313-330.
- ✓ Metcalf and Eddy (2006) *Μηχανική Αποβλήτων – Επεξεργασία και Επαναχρησιμοποίηση*, 4<sup>η</sup> έκδοση, εκδόσεις Τζιόλα, Ελλάδα, σελ. 379-400, 473-479.
- ✓ Crites R. and Tchobanoglous G. (1998) *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*, WCB/Mc Graw-Hill, USA, p. 241-253, 292-313, 325-328.
- ✓ Τσώνης Στ. (2004) *Επεξεργασία Λυμάτων*. Εκδόσεις Παπασωτηρίου (σελ. 65-77, 99-103)
- ✓ Στάμου Α. (2004) *Βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων*. Εκδόσεις Παπασωτηρίου (σελ. 23-37)
- ✓ <http://www.schreiberwater.com/HeadworksOverview.shtml>