



Τμήμα Χημικών Μηχανικών- Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

## Διαχωρισμός άμμου (grit removal)



# Χαρακτηριστικά απομακρυνόμενων στερεών

- Απομάκρυνση υλικών με μεγάλο ειδικό βάρος και ταχύτητα καθίζησης σε σχέση με το οργανικό φορτίο.
- Ανόργανα υλικά (άμμος, τέφρα, χαλίκια, σπόροι, βαρέα στερεά).
- Η αφαίρεση των στερεών που καθιζάνουν μπορεί να γίνει με μηχανικά μέσα ή και χειρωνακτικά.
- Διάμετρος στερεών μεγαλύτερη από 0,15 – 0,2 mm.
- Ειδικό βάρος 1,3 – 2,7 g/cm<sup>3</sup>
- Υγρασία υλικών 13 – 65 %
- Συγκέντρωση πτητικών 1 – 56 %

# Στόχοι διαχωρισμού άμμου

- Προστασία εγκαταστάσεων που ακολουθούν από
  - Μηχανικές φθορές
  - Εμφράξεις
- Αποφυγή συχνού καθαρισμού δεξαμενών από αδρανή
- Ελάττωση σχηματισμού βαρέων ιζημάτων στα κανάλια μεταφοράς

# Τύποι αμμοσυλλέκτη

## ■ Αμμοσυλλέκτες

- **Απλός οριζόντιος**
  - ορθογωνικής διατομής
  - παραβολικής διατομής
- **Αεριζόμενος**
- **Περιστροφικής ροής**

## ■ Φυγόκεντροι διαχωριστές άμμου

# Ταχύτητα καθίζησης (m/h) διαφόρων σωματιδίων

$$U_{\kappa} = \frac{g \cdot d^2 (\rho_s - \rho_w)}{18 \cdot \nu \cdot \rho_w}$$

Διάμετρος, mm	1,0	0,5	0,2	0,1	0,05	0,01	0,005
Κρυσταλλική άμμος	503	259	82	24	6,1	0,3	0,06
Τέφρα	152	76	26	7,6	1,5	0,08	0,002
Στερεά λύματα	1,5-121	0,3-61	0,02-18	0,015- 3,0	0,76	0,03	0,008

# Υπολογισμός οριζόντιας ταχύτητας συμπαρασυρμού

$$U = \sqrt{\frac{8k}{f} \cdot g \cdot (s-1) \cdot d}, \text{ cm/s}$$

**s** ειδικό βάρος σωματιδίου  
(2,65 g/cm<sup>3</sup> για άμμο)

**d** διάμετρος σωματιδίου, cm

**k** = 0,04 για άμμο

0,08 για συσσωματώματα

**f** = 0,03 συντελεστής Darcy-Fanning



# Οριζόντιες ταχύτητες συμπαρασυρμού (m/s) διαφόρων σωματιδίων

Διάμετρος, mm	1,0	0,5	0,2	0,1	0,05	0,01	0,005
Κρυσταλλική άμμος	0,45	0,39	0,30	0,23	0,093	0,041	0,029
Τέφρα	0,229	0,151	0,102	0,072	0,051	0,023	0,016
Στερεά λύματα	0,178	0,127	0,080	0,055	0,040	0,018	0,013

# Τυπικές τιμές σχεδιασμού οριζοντίου αμμοσυλλέκτη

Μέγεθος	Περιοχή	Τυπική τιμή
Χρόνος παραμονής, s	45 – 90	60
Οριζόντια ταχύτητα, m/s	0,2 – 0,4	0,3
Απώλεια μανομετρικού, % ύψους καναλιού	30 – 40	35
Λόγος μήκους - πλάτους	10 – 15	10



# Παράδειγμα Υπολογισμού αμμοσυλλέκτη σταθερής παροχής

Να σχεδιαστεί στατικός αμμοσυλλέκτης για  $Q=1500 \text{ m}^3/\text{d}$  και  $Q_{\max}=0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## Λύση

Απομάκρυνση σωματιδίων μέχρι  $0,2 \text{ mm}$

Ταχύτητα καθίζησης  $U_{\kappa}=0,023 \text{ m/s}$

Οριζόντια ταχύτητα ροής  $U_{\text{ορ}}=0,3 \text{ m/s}$

Διατομή αμμοσυλλέκτη

$$E = \frac{Q_{\max}}{U_{\text{ορ}}} = 0,17 \text{ m}^2$$

Ελάχιστο μήκος αμμοσυλλέκτη

$$L_{\min}=H_o \cdot U_{\text{ορ}}/U_{\kappa}=3,91 \text{ m}$$

$H_o=0,3 \text{ m}$  ύψος σταθερής υπερχείλισης

Λειτουργικό μήκος αμμοσυλλέκτη

$$L = 3,91 \cdot 1,5 = 6 \text{ m}$$

Πλάτος αμμοσυλλέκτη

$$W = E/H_o \approx 0,6 \text{ m}$$

$$10 < L/W < 15$$

Οι ποσότητες άμμου που θα

κατακρατούνται έχουν εκτιμηθεί σε

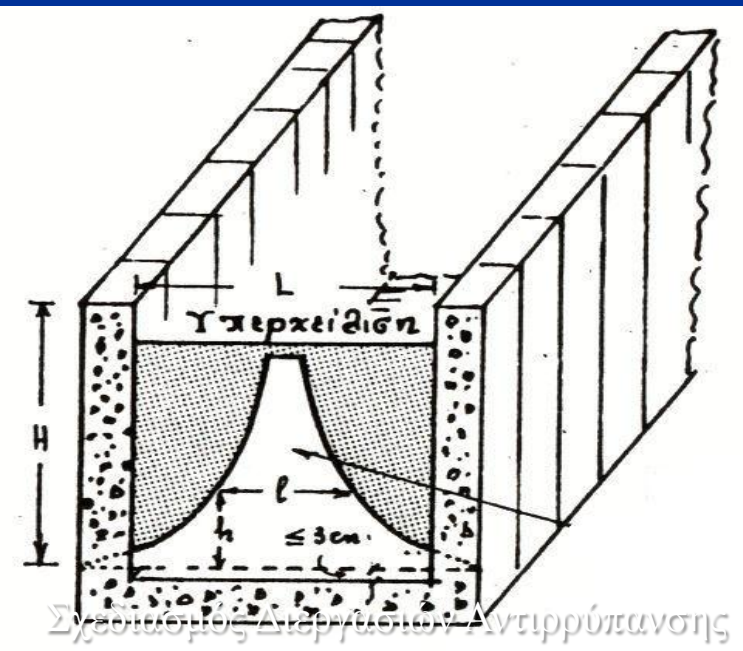
$0,05 \text{ m}^3/1000 \text{ m}^3$  που αντιστοιχούν σε:

$$\frac{0,05 \cdot 1500}{1000} = 0,07 \text{ m}^3 / \text{d}$$

# Αμμοσυλλέκτες που διασφαλίζουν σταθερή ταχύτητα ροής

## A. Αμμοσυλλέκτες με σταθερή ταχύτητα ροής

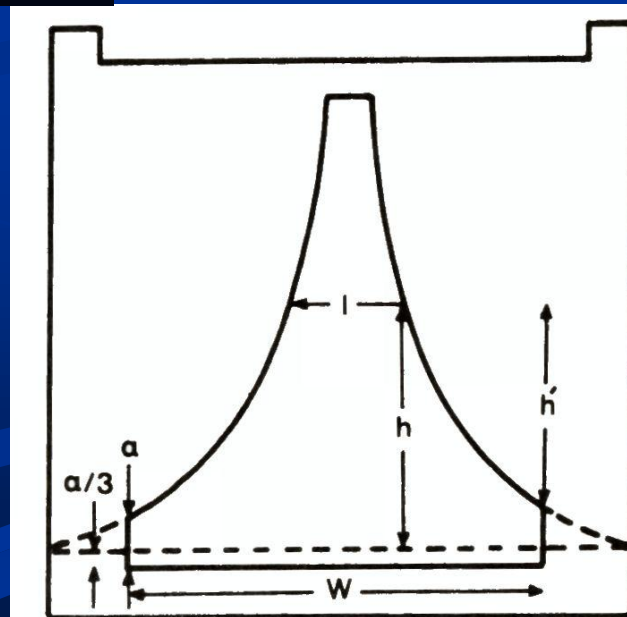
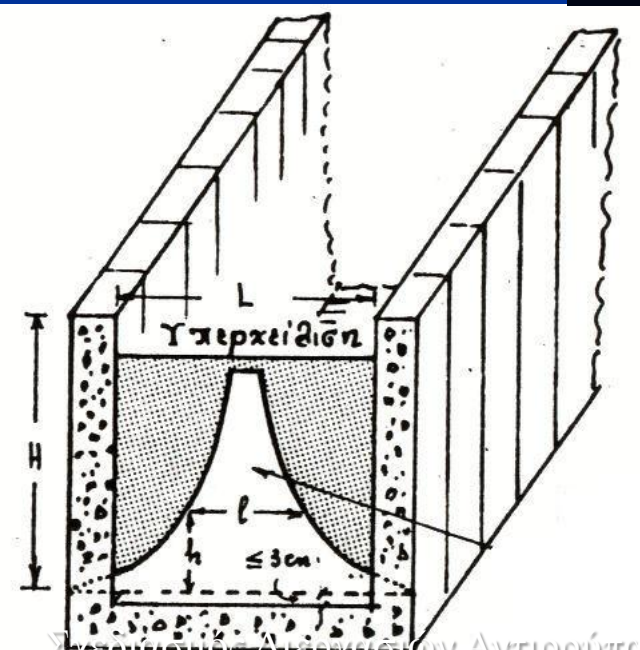
- Είναι επιμήκη ρηχά κανάλια, στα οποία η ταχύτητα ροής είναι σταθερή, ανεξάρτητα από τις μεταβολές της παροχής.
- Ανάλογα με τον τρόπο που εξασφαλίζεται και ελέγχεται η σταθερή ταχύτητα ροής διακρίνονται οι παρακάτω τύποι:  
Τύπος A1: Κανάλι ορθογώνιας διατομής με αναλογικό υπερχειλιστή  
Τύπος A2: Κανάλι παραβολικής διατομής με στένωση τύπου Parshall



# Αμμοσυλλέκτης ορθογωνικής διατομής με αναλογικό υπερχειλιστή

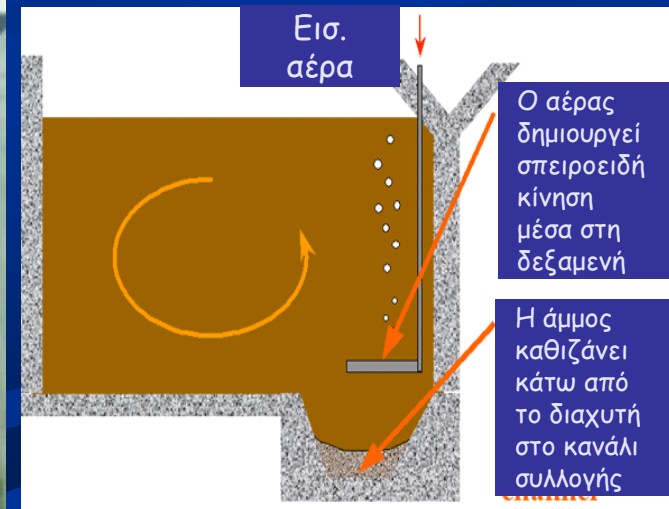
- Υπολογίστε το ύψος σταθερής υπερχείλισης με βάση την  $Q_{min}$
- Ελέγξτε τη συνθήκη  $10 < L/W < 15$
- Η οριζόντια ταχύτητα θα πρέπει να είναι  $u_{op} < 0,3 \text{ m/s}$
- Με βάση την  $Q_{max}$  υπολογίστε το  $l$  ως συνάρτηση του  $h$
- Σχεδιάστε τον αναλογικό υπερχειλιστή

$$l(\text{cm}) = 23,2 \times \frac{Q(L/s)}{H(\text{cm})} \times \frac{1}{\sqrt{h(\text{cm})}}$$

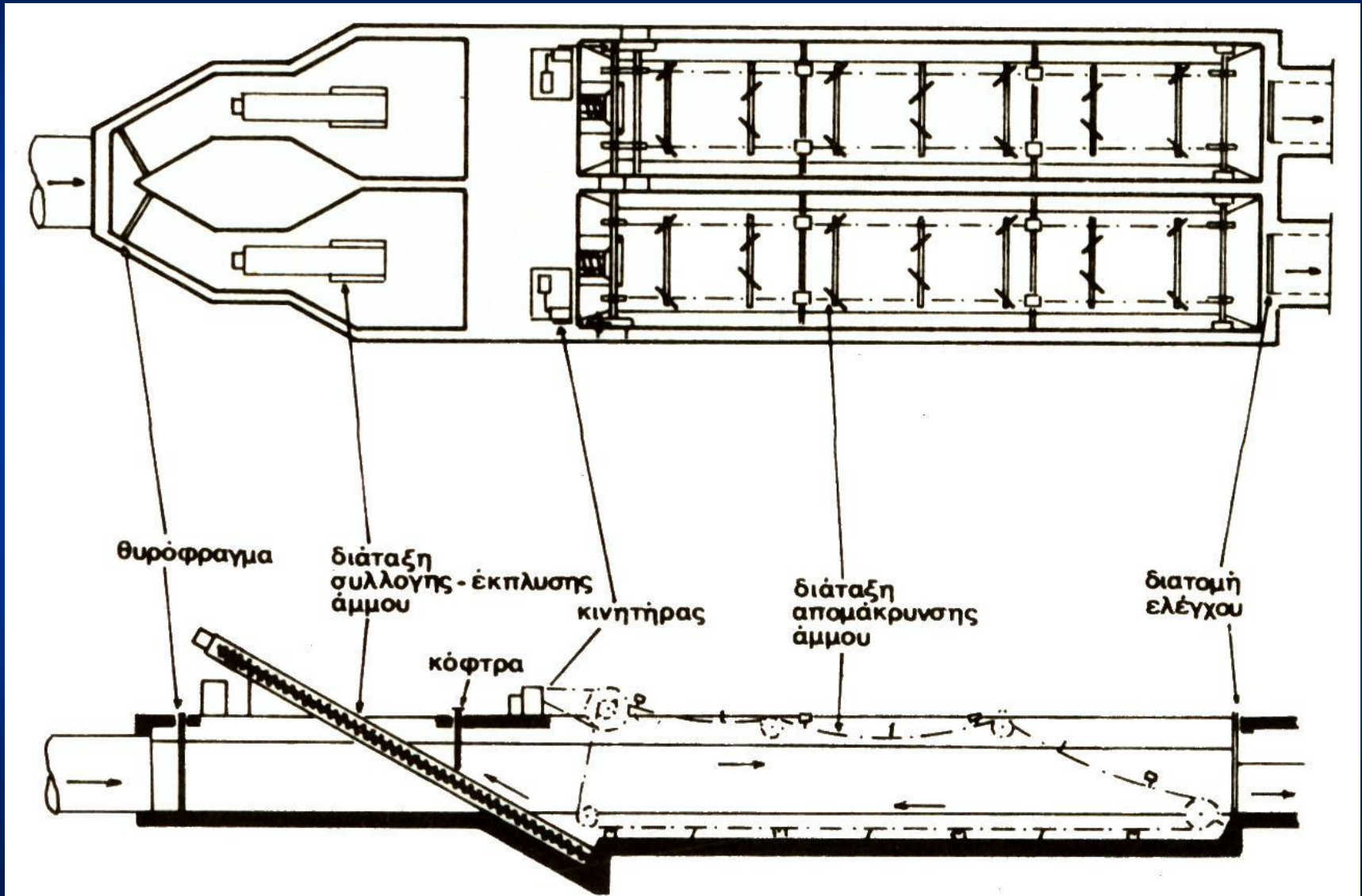


# Αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες (aerated grit chambers) [1]

- Ορθογώνιες δεξαμενές με κατάλληλη διαμόρφωση του πυθμένα σε ένα κατά μήκος αυλάκι για τη συλλογή της άμμου.
- Με ειδική διάταξη διαχυτών παρέχεται πεπιεσμένος αέρας από τη μία πλευρά της δεξαμενής (που δημιουργεί μια ελικοειδή κίνηση των σωματιδίων και διευκολύνει την καθίζηση τους).
- Η απομάκρυνση της άμμου από το αυλάκι συλλογής γίνεται με αντλίες, με συνδυασμό ξέστρου ή με άλλες μηχανικές μεθόδους.



# Οριζόντιος αμμοσυλλέκτης σταθερής ροής

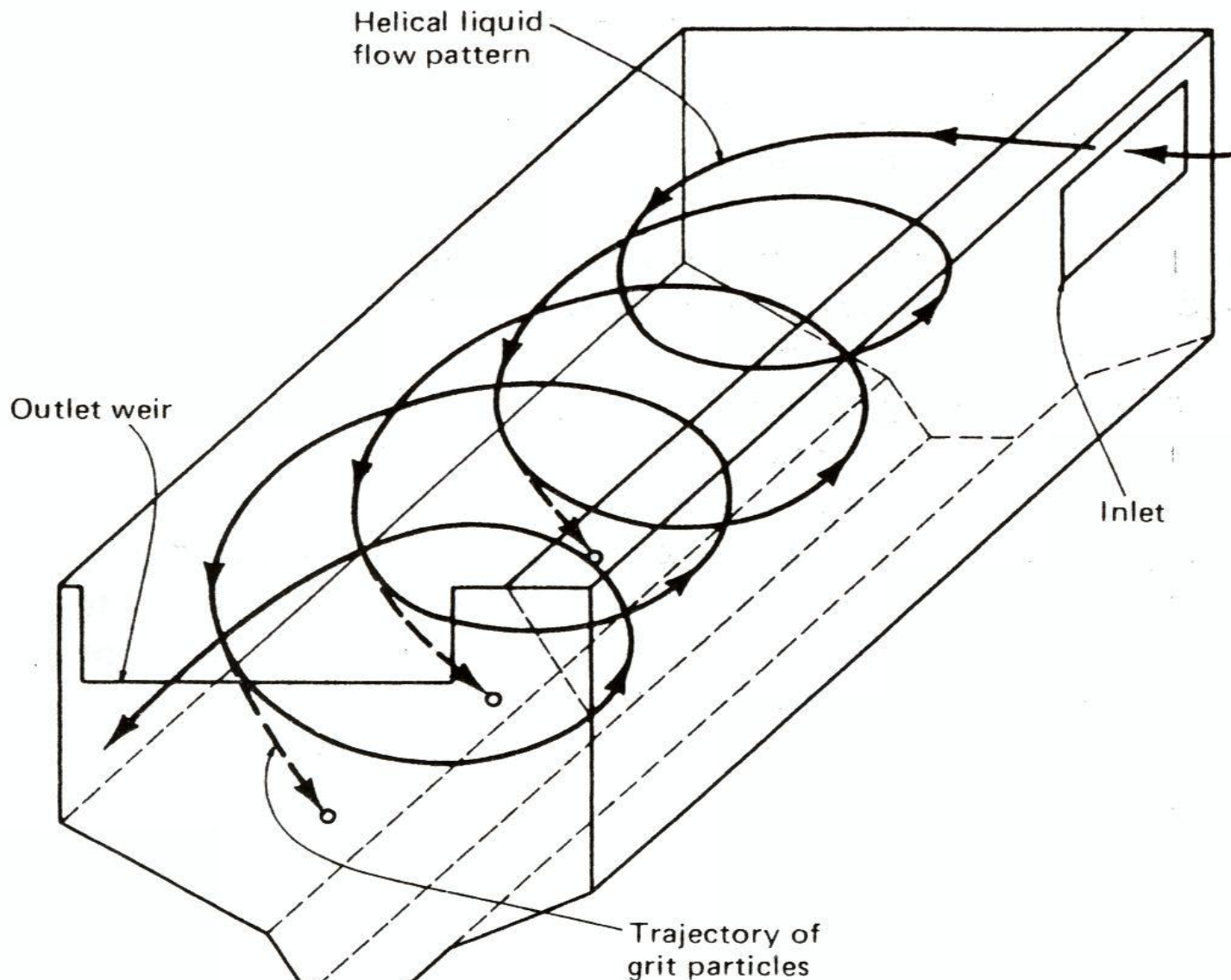


## Αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες (aerated grit chambers) [2]

- Η ταχύτητα της περιστροφής των σωματιδίων καθορίζει και το μέγεθος των σωματιδίων που θα καθιζάνουν. Εύκολα επιτυγχάνεται η ρύθμιση του αέρα, ώστε να εξασφαλίζεται η απομάκρυνση συγκεκριμένων διαμέτρων σωματιδίων.
- Οι αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες, αν και ακριβότεροι από τους αντίστοιχους σταθερής ταχύτητας, προτιμώνται επειδή είναι πιο αποδοτικοί.



# Ροή σε αεριζόμενο αμμοσυλλέκτη

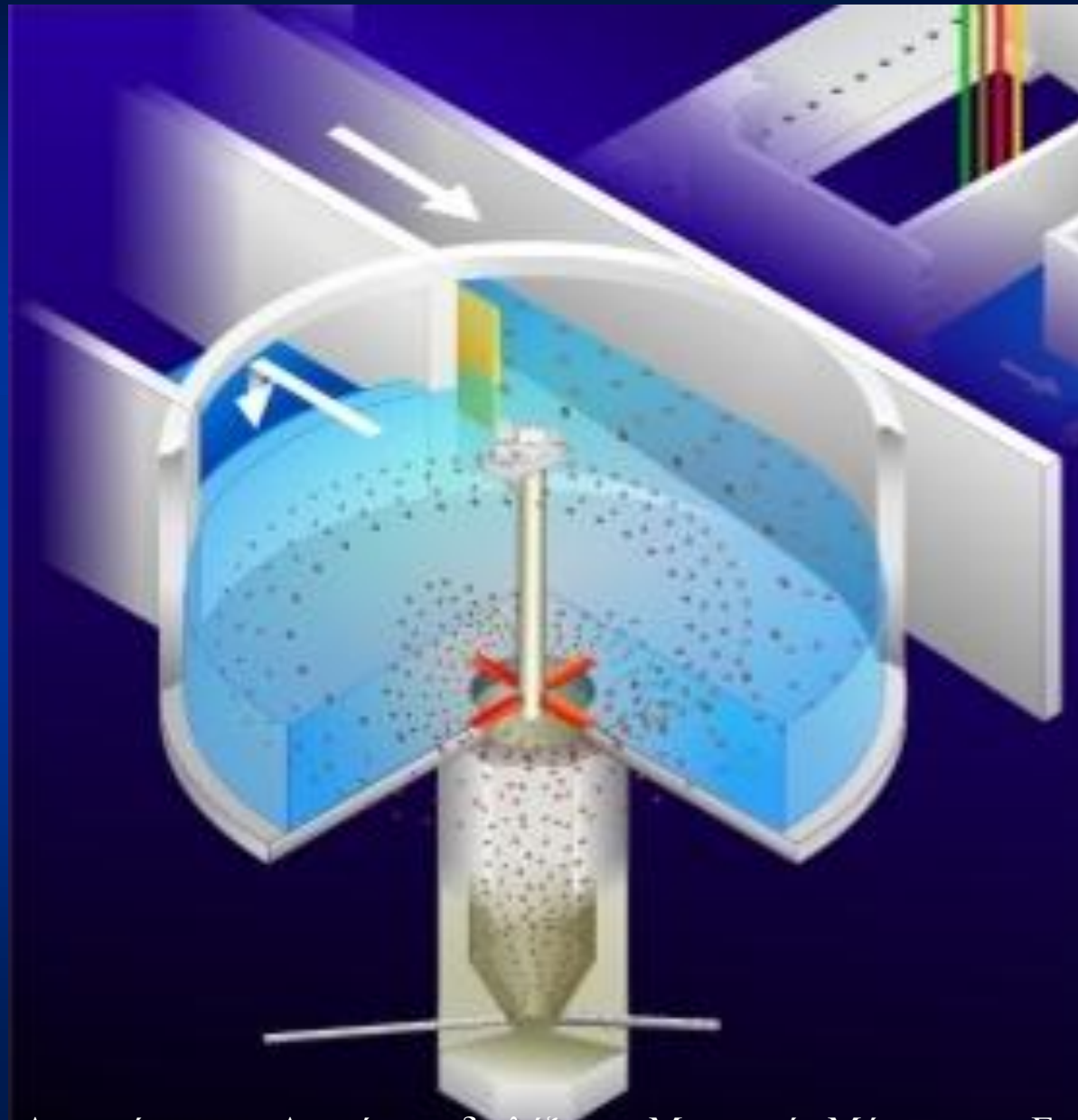


# Τυπικές τιμές σχεδιασμού αεριζόμενου αμμοσυλλέκτη

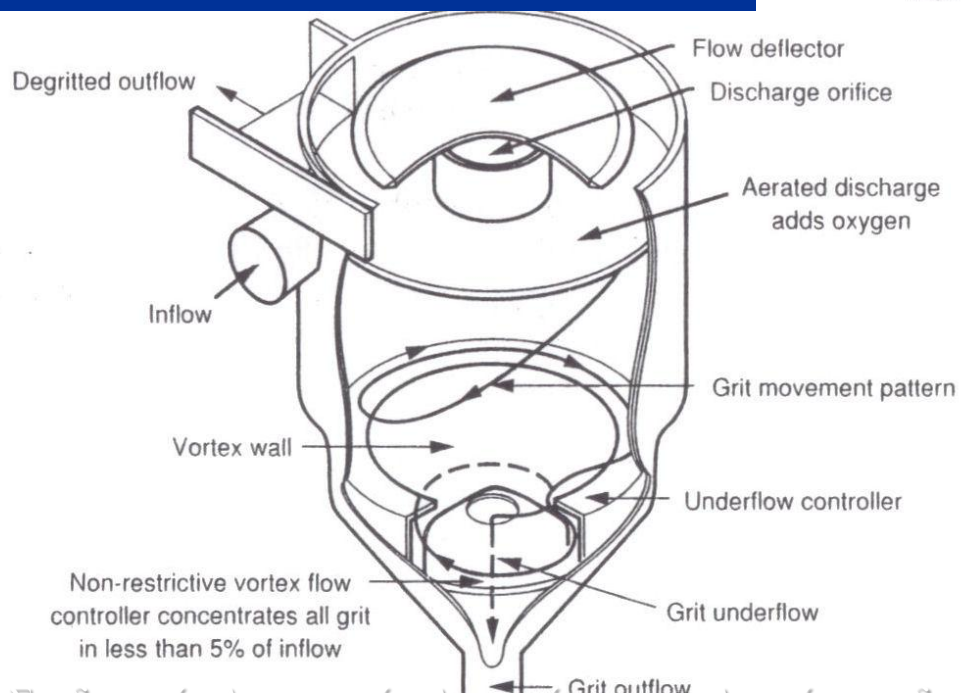
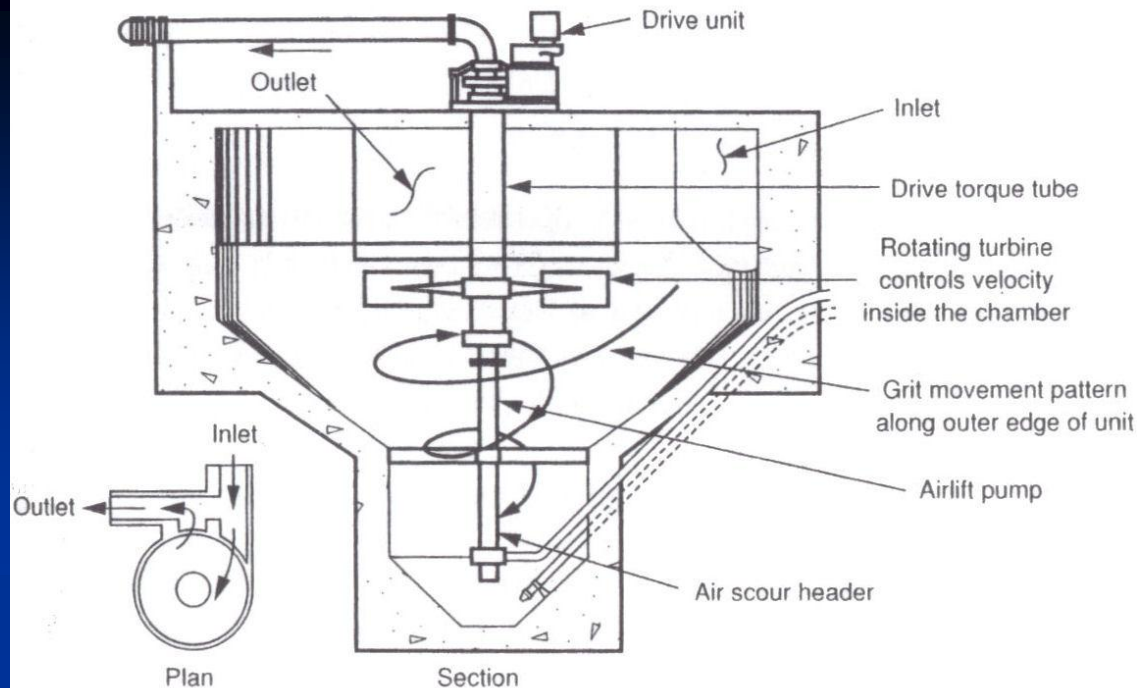
Μέγεθος	Περιοχή	Τυπική τιμή
Χρόνος παραμονής, min (υπό μέγιστη παροχή)	2 – 5	3
Βάθος, m		2 – 5
Μήκος, m		7 – 20
Πλάτος, m		2 – 7
Πλάτος/Βάθος	1:1 – 5:1	1,5:1
Μήκος/Πλάτος	3:1 – 5:1	4:1
Παροχή αέρα, m <sup>3</sup> /min m μήκους	0,18 – 0,45	0,3



# Αμμοσυλλέκτες τύπου Vortex (vortex-type grit chambers)



# (α) περιστρεφόμενου στροβίλου



# (β) εφαπτομενική είσοδος του νερού στη κορυφή της συσκευής

# Τυπικές τιμές σχεδιασμού αμμοσυλλέκτη περιστροφικής ροής

## Μέγεθος

## Τυπική τιμή

Χρόνος παραμονής, s

30 (υπό μέση παροχή)

Διάμετρος άνω τμήματος, m

1,2 – 7,2

Διάμετρος κάτω τμήματος, m

0,9 – 1,8

Ύψος, m

2,7 – 4,8

## Ποσοστό απομάκρυνσης

*50 mesh (0,30 mm)*

95+

*70 mesh (0,24 mm)*

85+

*100 mesh (0,15 mm)*

65+

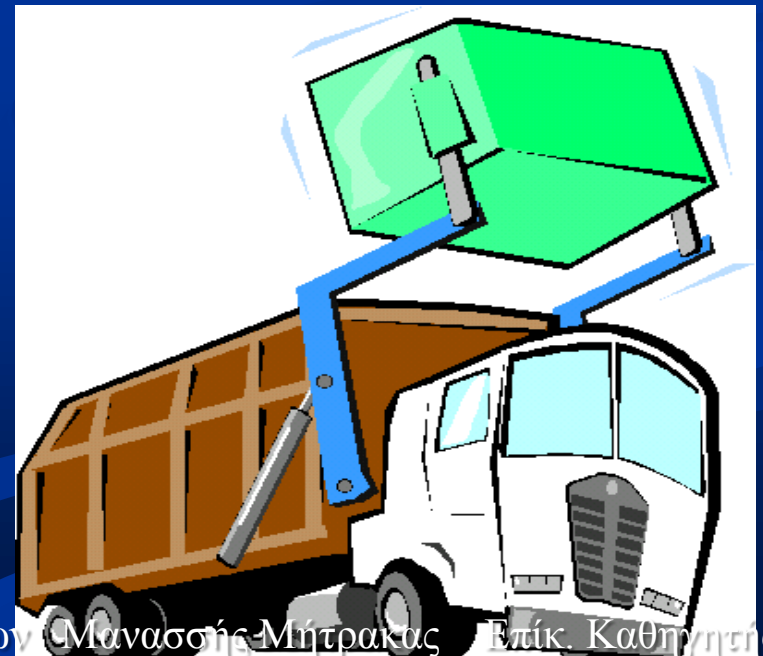
# Αστικά λύματα - Αμμοσυλλογή

Είδος αποχέτευσης	Ποσότητες Άμμου, L/1000 m <sup>3</sup>	
	Περιοχή	Τυπική τιμή
Χωριστικό	15-75	30
Παντορροικό	75-220	-
Αεριζόμενος Αμμ	4-200	15
Σταθερής ταχ. Αμμ.	8-90	30

- ☛ Μέση τιμή: 5-12 L/κάτοικο x έτος
- ☛ Ειδικό βάρος: 1,3-2,7 g/mL
- ☛ Υγρασία: 10-85 %

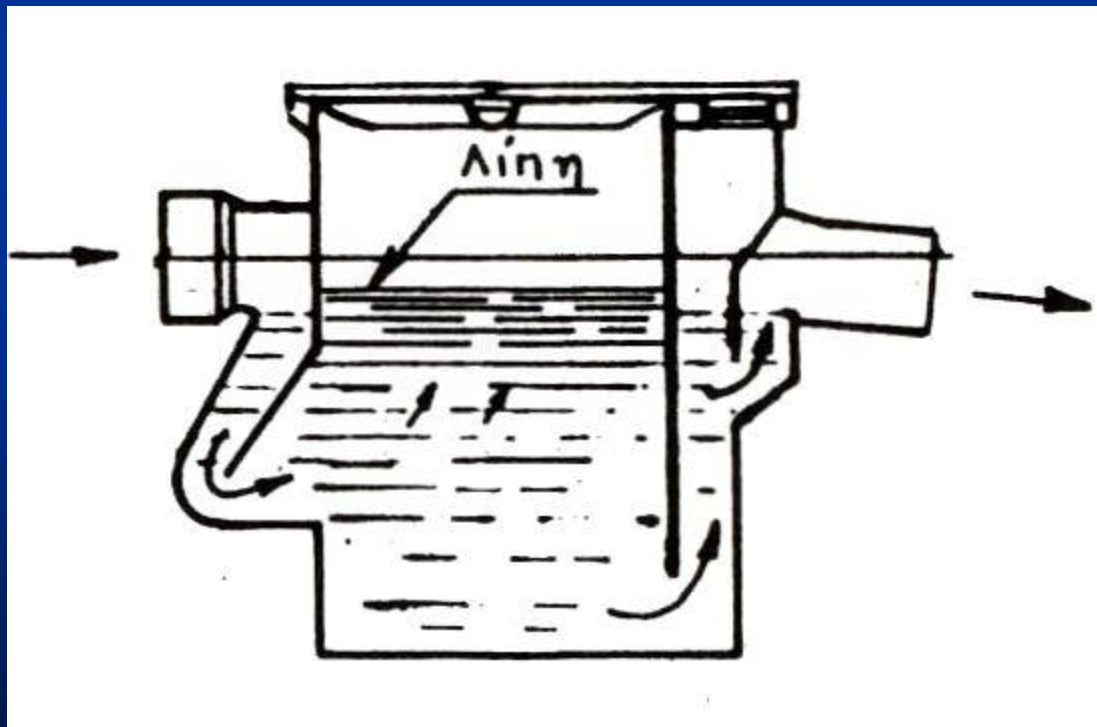
## Επεξεργασία και διάθεση άμμου

- Τα οργανικά στερεά έχουν δυσάρεστη οσμή γι' αυτό οι αμμοσυλλέκτες συνήθως είναι εφοδιασμένοι με κατάλληλη διάταξη έκπλυσης και καθαρισμού της συλλεγόμενης άμμου.
- Οι αεριζόμενοι **αμμοσυλλέκτες** δεν παρουσιάζουν το πρόβλημα αυτό.
- **Μέθοδοι διάθεσης της άμμου:** ταφή (συνήθως με άλλα τελικά προϊόντα διαδικασιών επεξεργασίας), χρήση ως υλικό επίχωσης ή επιφανειακής κάλυψης, χρήση σε κλίνες ξήρανσης εφόσον η περιεκτικότητα σε οργανικά είναι μικρότερη από 2-3% ή αποτέφρωση εάν υπάρχει τέτοια μονάδα για επεξεργασία λάσπης.



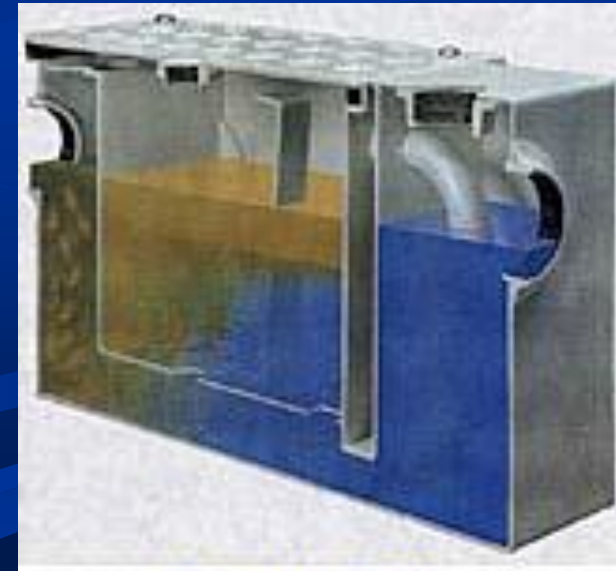
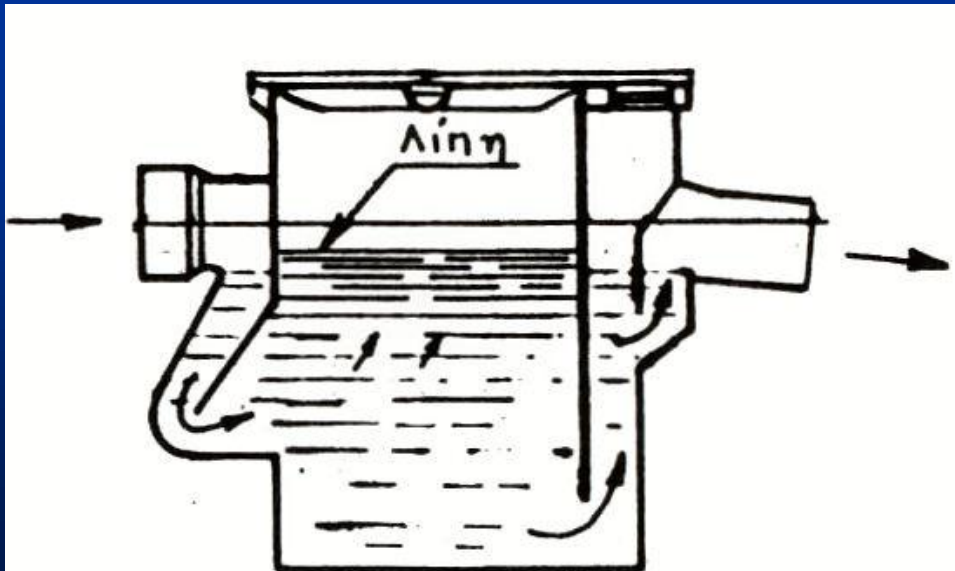


# Λιποσυλλογή



# Λιποσυλλογή (grease and fat removal) [1]

- Τα ελεύθερα και επιπλέοντα λιπαρά υλικά διαχωρίζονται από τα απόβλητα με βαρύτητα, όπου τα λιπαρά συστατικά επιπλέουν στην επιφάνεια του διαχωριστή και «εξαφρίζονται» για επιπλέον επεξεργασία ή διάθεση.
- Η επίπλευση με αέρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει το διαχωρισμό των λιπαρών συστατικών.
- Όταν τα λιπαρά συστατικά βρίσκονται με τη μορφή κολλοειδών, χρειάζεται ειδική επεξεργασία: χημική κροκίδωση ή επίπλευση με αέρα.



# Λιποσυλλογή (grease and fat removal) [2]

- **Λιποσυλλέκτης:** Θάλαμος ώστε η επιπλέουσα ύλη να παραμένει στην επιφάνεια των αποβλήτων μέχρι να απομακρυνθεί, ενώ το υγρό ρέει συνεχώς διαμέσου βαθιών στομίων εκροής.
- Η διεργασία μπορεί να γίνει σε ξεχωριστή δεξαμενή ή σε συνδυασμό με τον αμμοσυλλέκτη, ανάλογα με τη φύση των αποβλήτων.
- Δεξαμενές λιποσυλλογής: συνήθως ορθογώνιες ή κυκλικές για χρόνο παραμονής κυμαίνεται 1 -5 min.

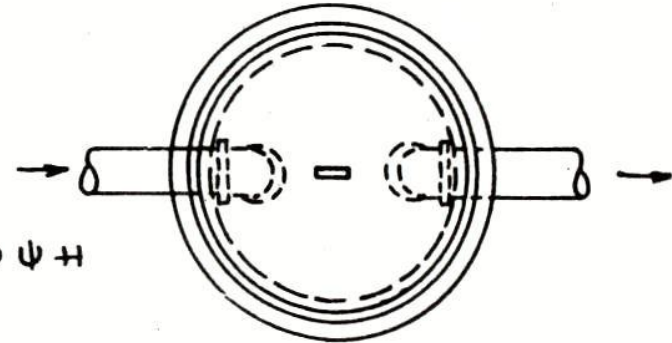
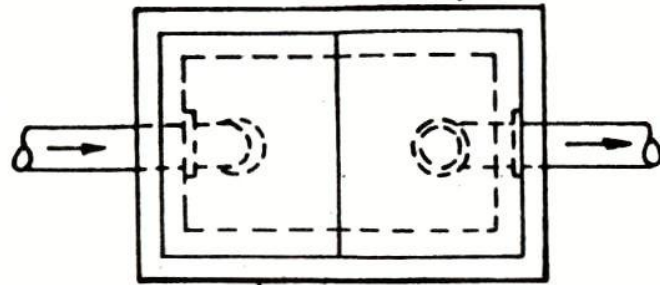




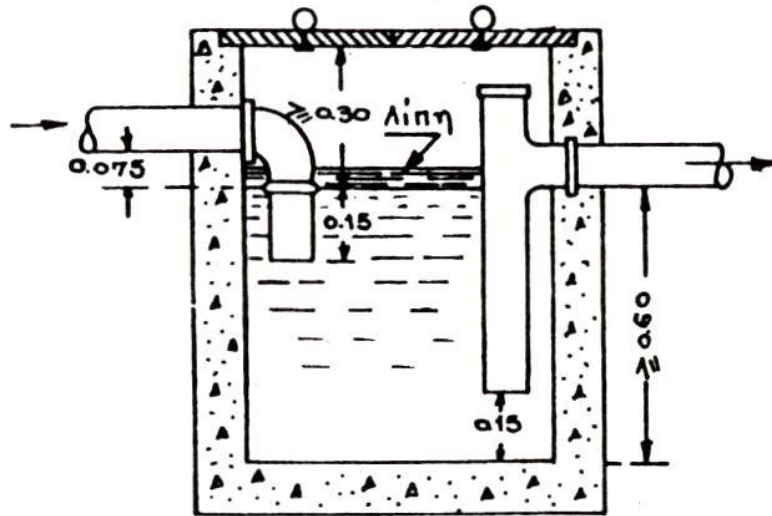
# Λιποσυλλέκτες

- Απαραίτητοι σε μονάδες με σημαντικές ποσότητες λίπους.
- Σφαγεία, εστιατόρια, βιομηχανίες λιπαρών τροφίμων.
- Θερμοκρασία εξόδου  $< 35\text{ }^{\circ}\text{C}$  – απόδοση 80 – 90 %.
- Λάδια ή εύφλεκτα υλικά
- Σταθμοί αυτοκινήτων, καθαριστήρια, διυλιστήρια πετρελαίου
- Χρόνος παραμονής 3 – 5 min.
- Προ αερισμός 10 – 45 min με 0,75 – 3,0 m<sup>3</sup> αέρα / m<sup>3</sup> λυμάτων
- Δυναμικότητα αποθήκευσης 40 λίτρα λίπους / L/s παροχής.

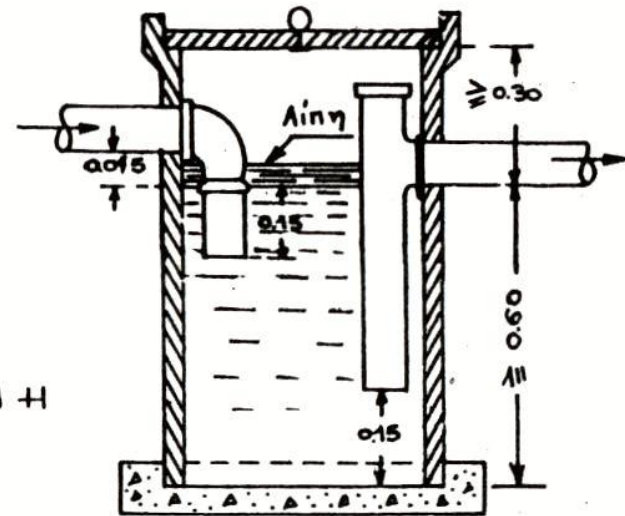
# Τυπικοί λιποσυλλέκτες



ΚΑΤΟΨΗ

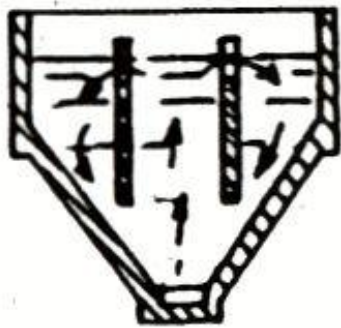


Ορθογωνικός

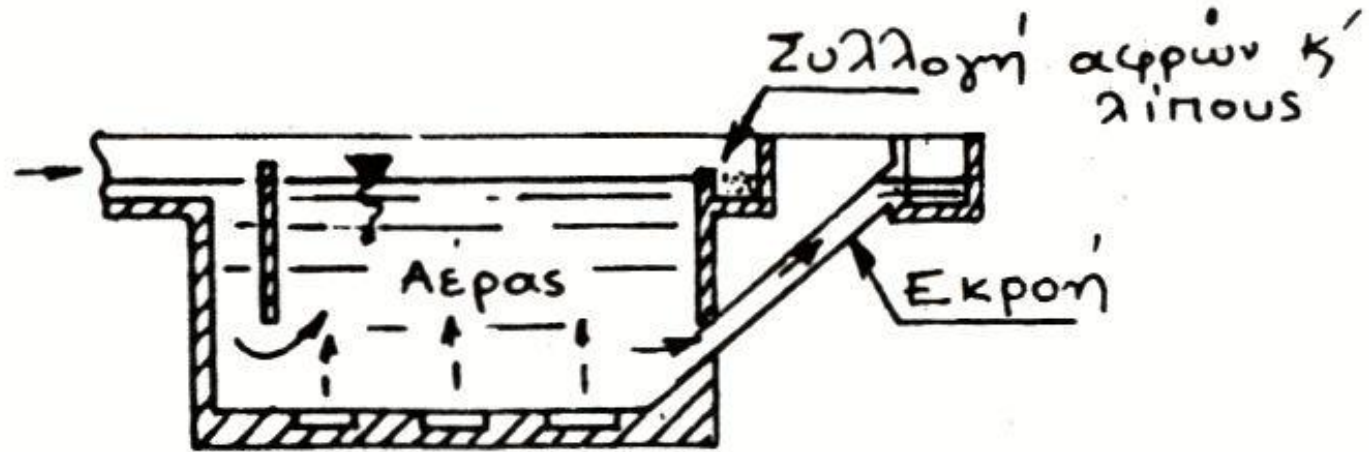


Κυκλικός

# Αεριζόμενος εξαφριστήρας



Εγκάρσια  
τομή



Κατά μήκος τομή

# Τυπικές τιμές σχεδιασμού λιποσυλλέκτη

Μέγεθος	Τυπική τιμή
Χρόνος παραμονής, min	3 – 5
Ανοδική ταχύτητα, m/h	1,0 – 3,5
Οριζόντια ταχύτητα, m/h	15 – 55
Βάθος/Πλάτος	0,3 – 0,5
Υγρασία λιπών – ελαίων, %	60 – 90
Θερμογόνος δύναμη, cal/g	4500 – 10000