

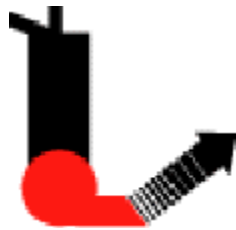


Τμήμα Χημικών Μηχανικών- Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

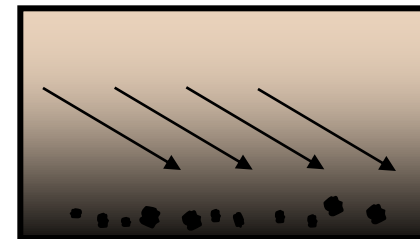
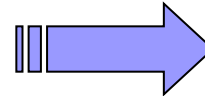
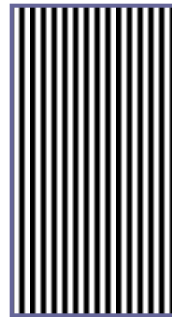
# ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Εσχαρισμός
- Αμμοσυλλογή
- Επίπλευση – Λιποσυλλογή
- Θρόμβωση – Συσσωμάτωση - Καθίζηση

# Πρωτοβάθμια επεξεργασία



## Πρωτοβάθμια επεξεργασία



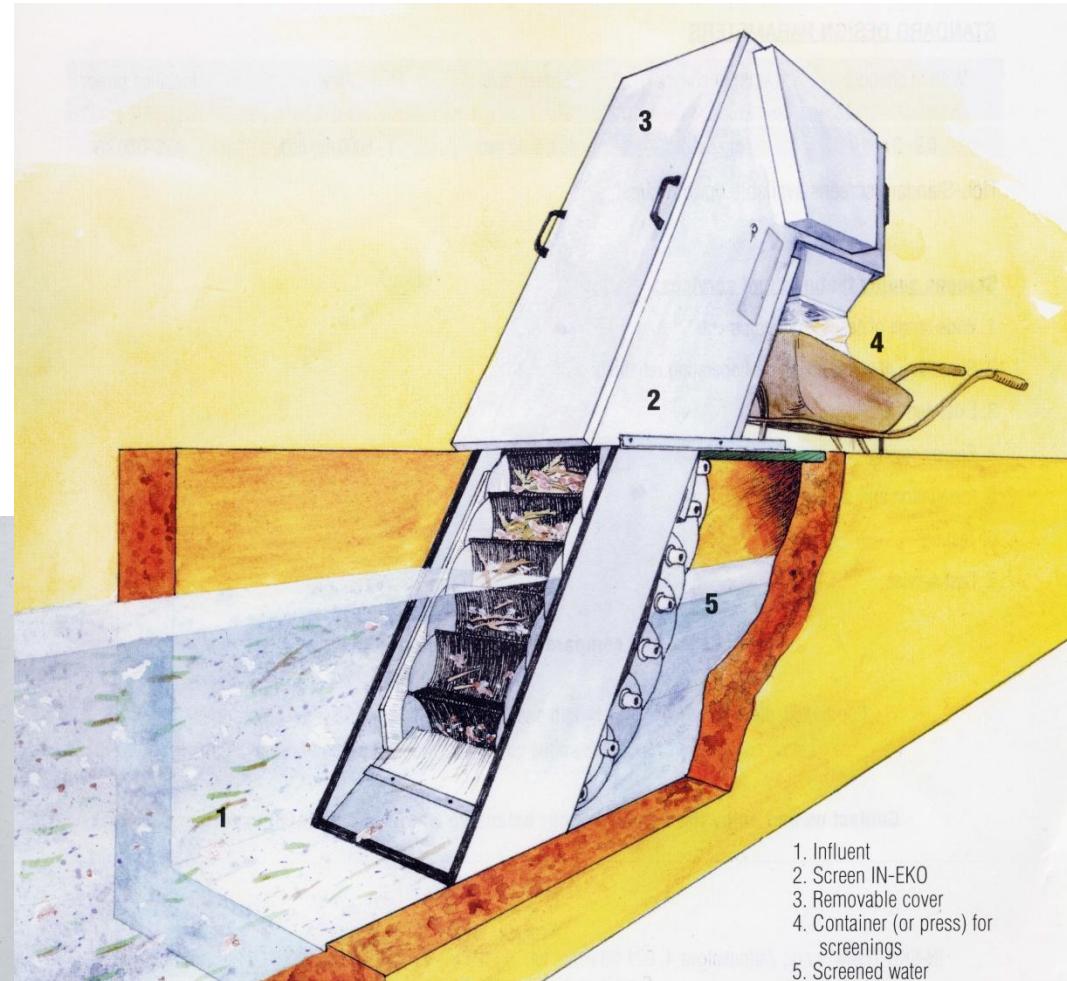
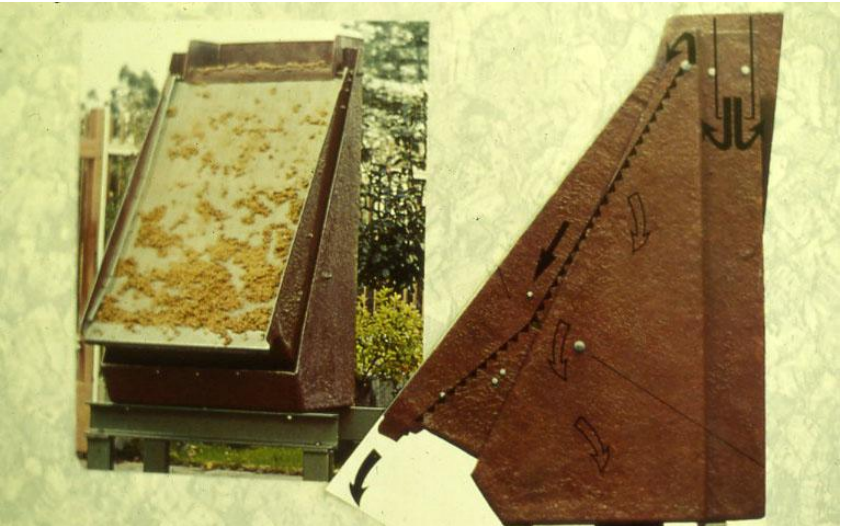
Σε αρκετές ΜΕΑ αντλίες ανυψώνουν το νερό ώστε τα λύματα να προχωρούν με τη βαρύτητα.

Οι εσχάρες απομακρύνουν κυρίως μεγάλα ανόργανα στερεά, τα οποία και διατίθενται π.χ. σε κατάλληλο ΧΥΤΑ.

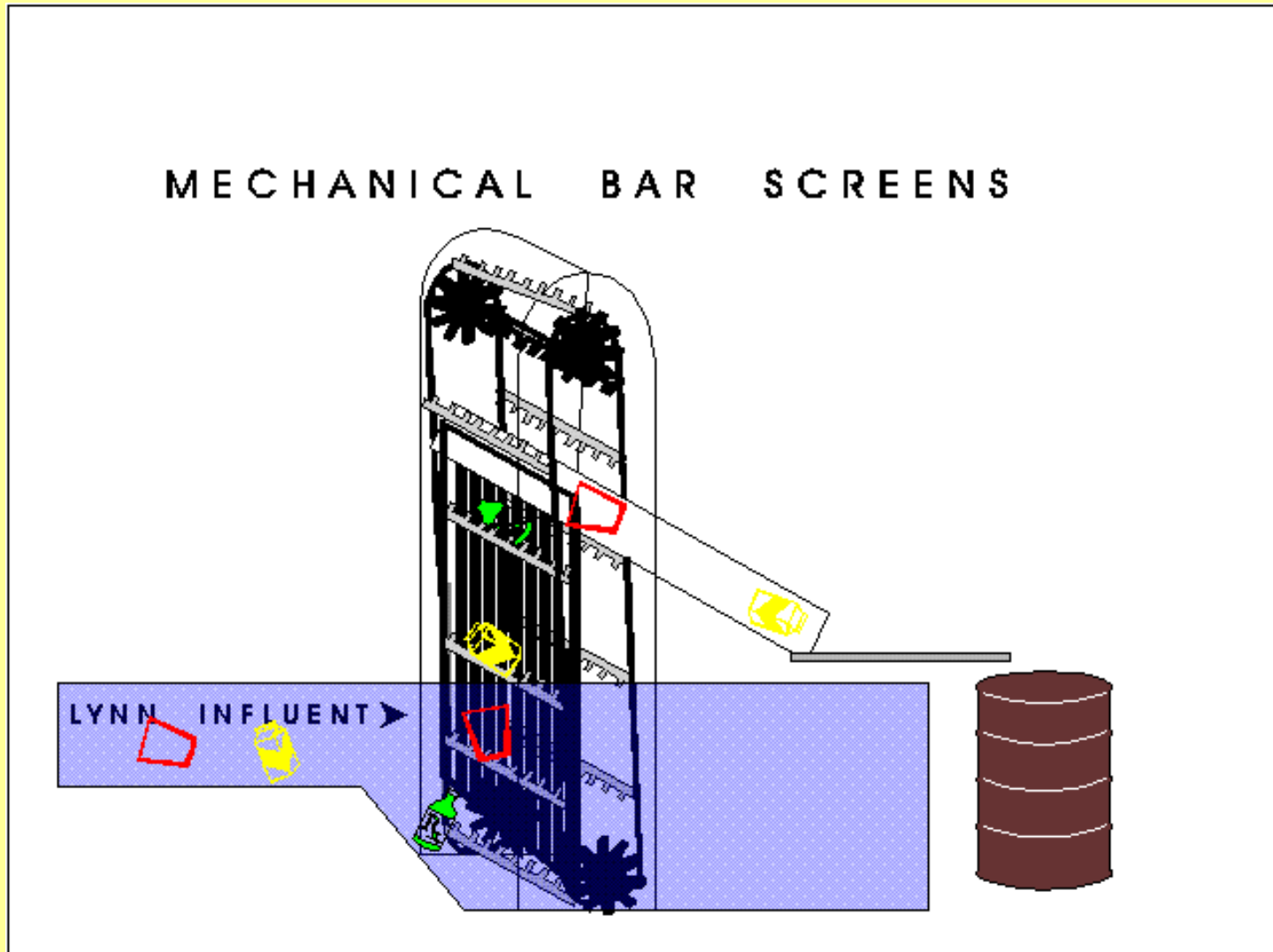
Απομάκρυνση σχετικά μεγάλων σωματιδίων (άμμος, χαλίκια κτλ.) στο δοχείο αμμοσυλλογής.

# Μέθοδοι πρωτοβάθμιας επεξεργασίας

## ■ Σχάρες - Κόσκινα



# Εσοχαρισμός





## Εσχάρωση-Κοσκίνωση

- Σχάρα (screen): συσκευή με ανοίγματα, η οποία συγκρατεί τα μεγάλου μεγέθους σωματίδια που παρασύρονται από τα λύματα και φθάνουν στη μονάδα επεξεργασίας.
- Εσχαρισμός (screening): παράλληλες ευθύγραμμες ή καμπύλες σχάρες, συρμάτινα πλέγματα, διάτρητες πλάκες με δυνατότητα σχήματος εγκοπών, αλλά με σύνηθες σχήμα το κυκλικό ή ορθογώνιο.



## Χοντρές εσχάρες

### 1) Σχάρες χειροκίνητου καθαρισμού

- Χρησιμοποιούνται σε μικρές μονάδες, μέχρι  $1000 \text{ m}^3/\text{d}$ .
- Βασικότερος τύπος σχάρας
- Το κανάλι της σχάρας είναι ορθογώνιο και οριζόντιο ή με πολύ μικρή κλίση.
- Οι ράβδοι της σχάρας τοποθετούνται με κλίση  $30-80^\circ$  με τη διεύθυνση της ροής
- Εμπειρικά για κάθε 1000 κατοίκους αναλογεί  $0,15-0,20 \text{ m}^2$  βυθισμένης επιφάνειας σχάρας.
- **Μειονεκτήματα:** απαιτούν συχνό καθαρισμό και φράζουν εύκολα σε περιόδους μεγάλων παροχών, με αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης ροής στο μπροστινό τμήμα της σχάρας, την αναστροφή της ροής και τη λειτουργία του αγωγού της εισόδου κάτω από πίεση.

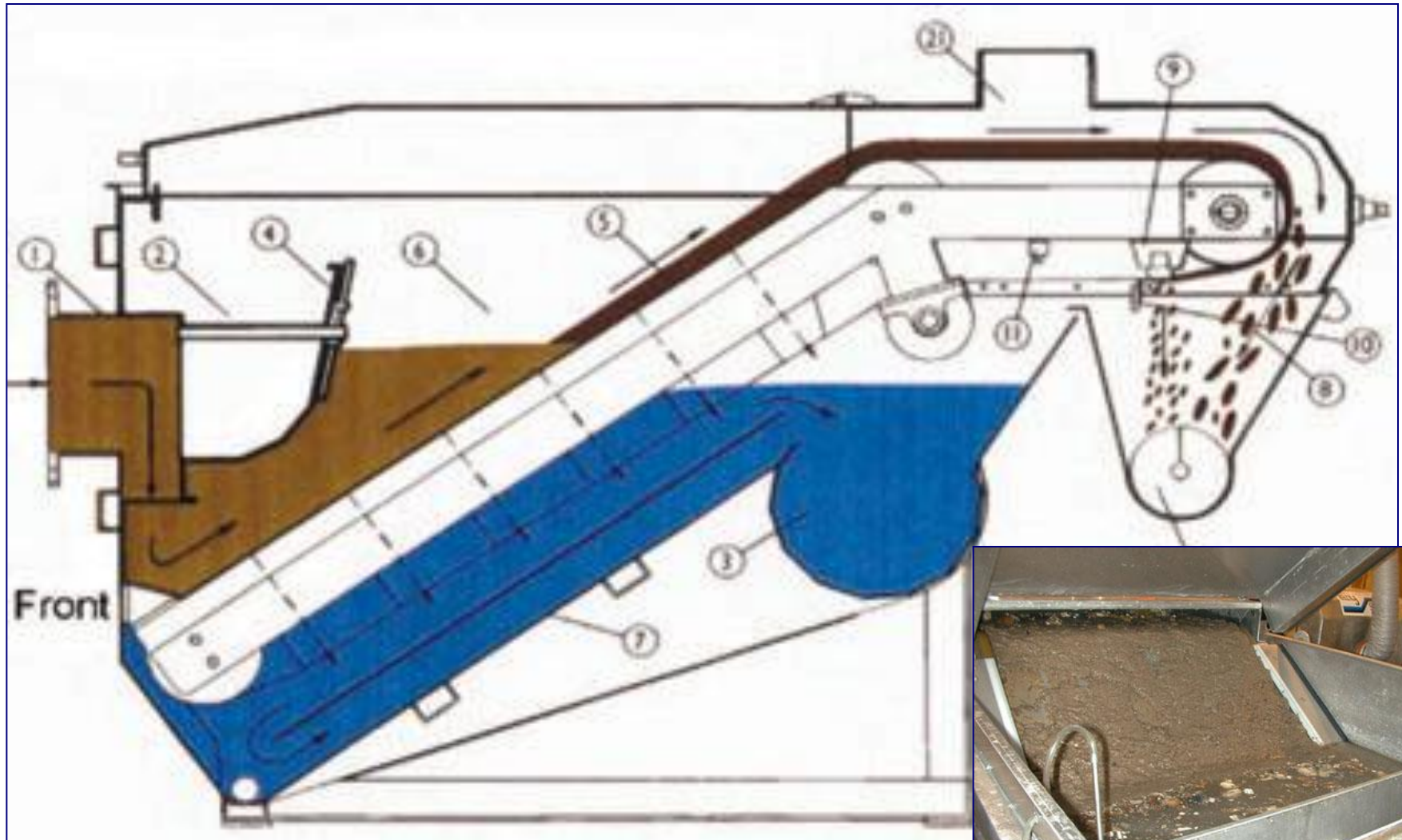
# Χοντρές σχάρες

## 2) Σχάρες μηχανοκίνητου καθαρισμού

- Χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες παροχές.
- Η απομάκρυνση των συγκρατούμενων στερεών γίνεται με ειδική μηχανική διάταξη, η οποία τίθεται σε λειτουργία αυτόματα
  - όταν η διαφορά της στάθμης στις δύο πλευρές της σχάρας φτάσει σε ένα ορισμένο όριο (τυπικά 75-100 mm)
  - μπορεί να λειτουργεί σε τακτικά χρονικά διαστήματα
  - λειτουργεί συνεχώς
- Ράβδοι της σχάρας καμπύλες: η διάταξη της απομάκρυνσης είναι ένας βραχίονας - κτένα του οποίου τα δόντια μπαίνουν στα διάκενα της σχάρας και παρασύρουν τα συγκρατούμενα στερεά προς το επάνω μέρος της σχάρας



# Σχάρες





# Χαρακτηριστικά στοιχείων χονδρών σχαρών

	Σχάρα		
	Απλές	Μηχανικές	
Στοιχεία		Καμπύλες	Επίπεδες
Ράβδοι			
<b>Διαστάσεις για ορθογωνική διατομή</b>			
Πλάτος, m	0,6-2	0,3-2	0,8-4
Βάθος, m	1,5-4	0,4-1,7	1,5-8
Διάκενα, mm	25-50	20-80	10-100
<b>Ταχύτητα ροής, m/s</b>			
Μέγιστη στα διάκενα	0,6-1,2	0,6-1,2	0,6-1,2
Ελάχιστη στο κανάλι	0,4	0,4	0,4
<b>Κλίση σχάρας ως προς το οριζόντιο</b>	<b>30-80°</b>	-	<b>45-90°</b>
<b>Κανάλι σχάρας</b>			
Βάθος, m	1,5-4	0,4-1,7	1,5-8
Πλάτος, m	0,6-2	0,3-2	0,8-4
Κλίση, %	~ 0	~ 0	~ 0
Υδραυλικές απώλειες, mm	150-200	150-200	150-200

# Περιστροφική - Παλινδρομική σχάρα

Χαρακτηριστικά	Διαστάσεις	Χαρακτηριστικά και διαστάσεις		
Μέγεθος διακένων	mm	15-25		
Πλάτος καναλιού	m	0,4-1,5		
Ύψος καναλιού	m	0,8-20		
Απόσταση από το έδαφος	m	0,3		
Ταχύτητα βραχίονα	m/min	3-6		
Ισχύς	kw	0,33	0,5	0,75

# Παλινδρομική σχάρα

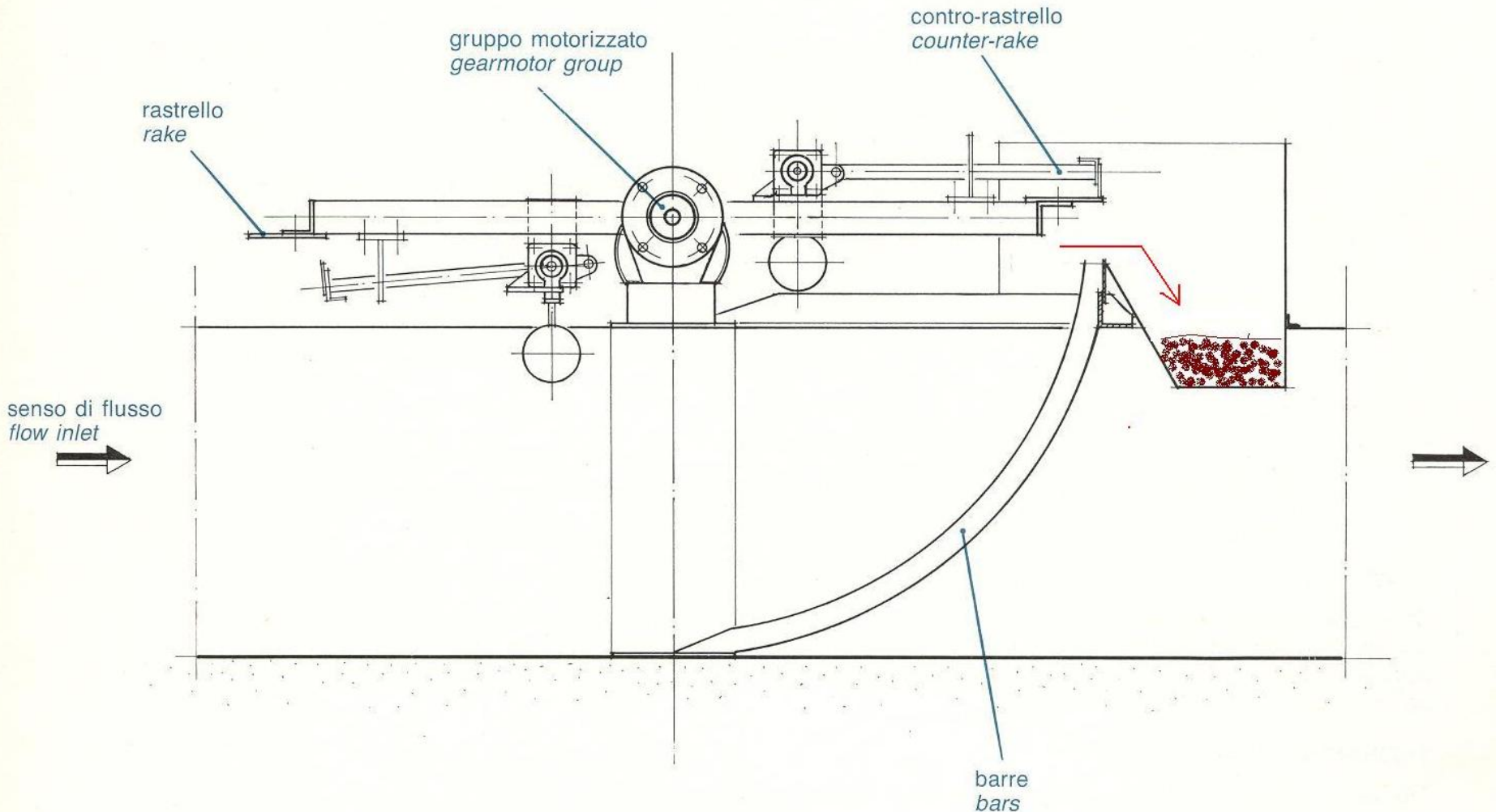
Πρωτοβάθμια επεξεργασία





# Περιστροφική σχάρα

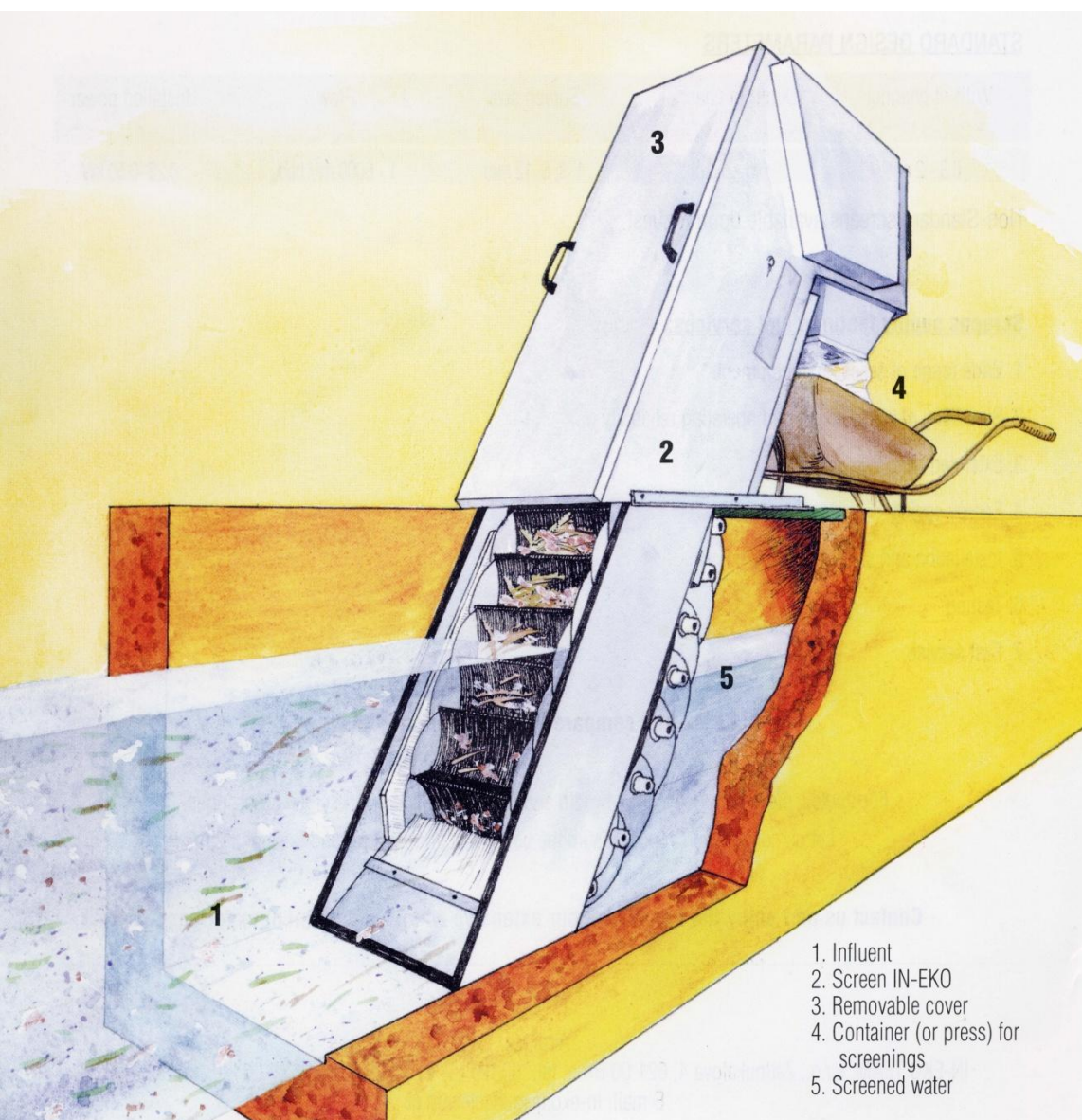
Πρωτοβάθμια επεξεργασία





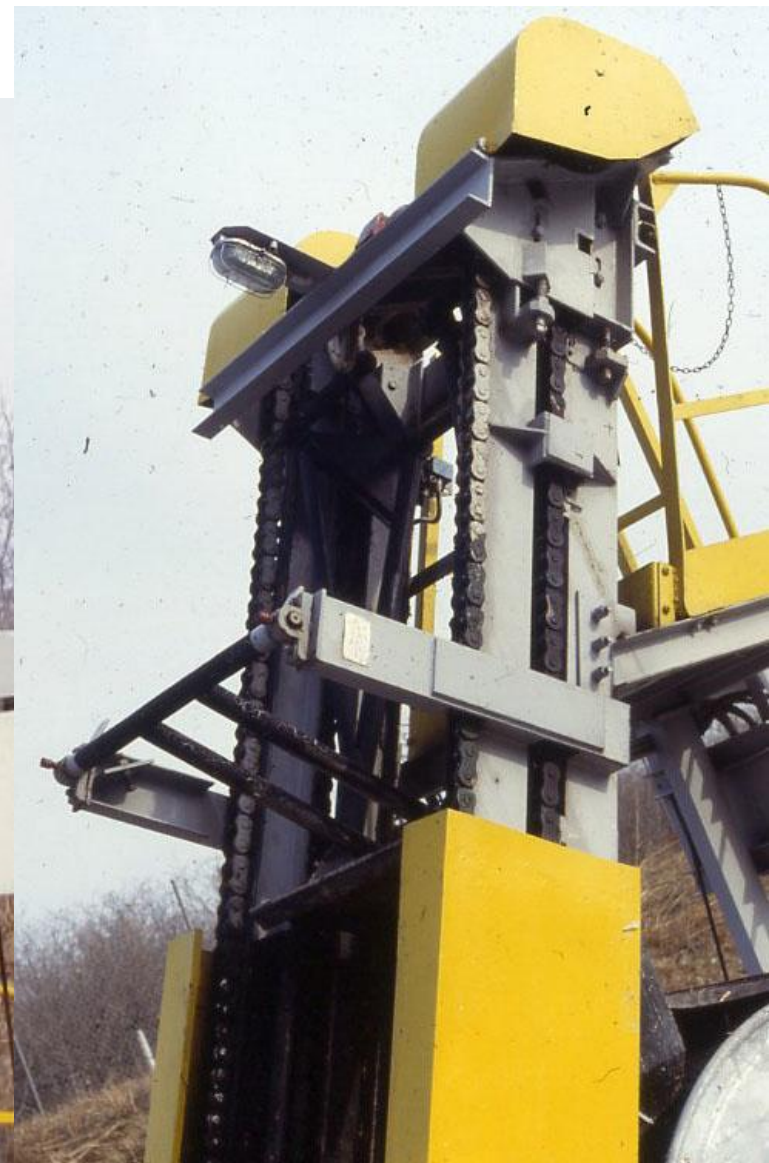
# Μηχανική κατακόρυφη σχάρα

## Πρωτοβάθμια επεξεργασία





# Μηχανική κατακόρυφη σχάρα



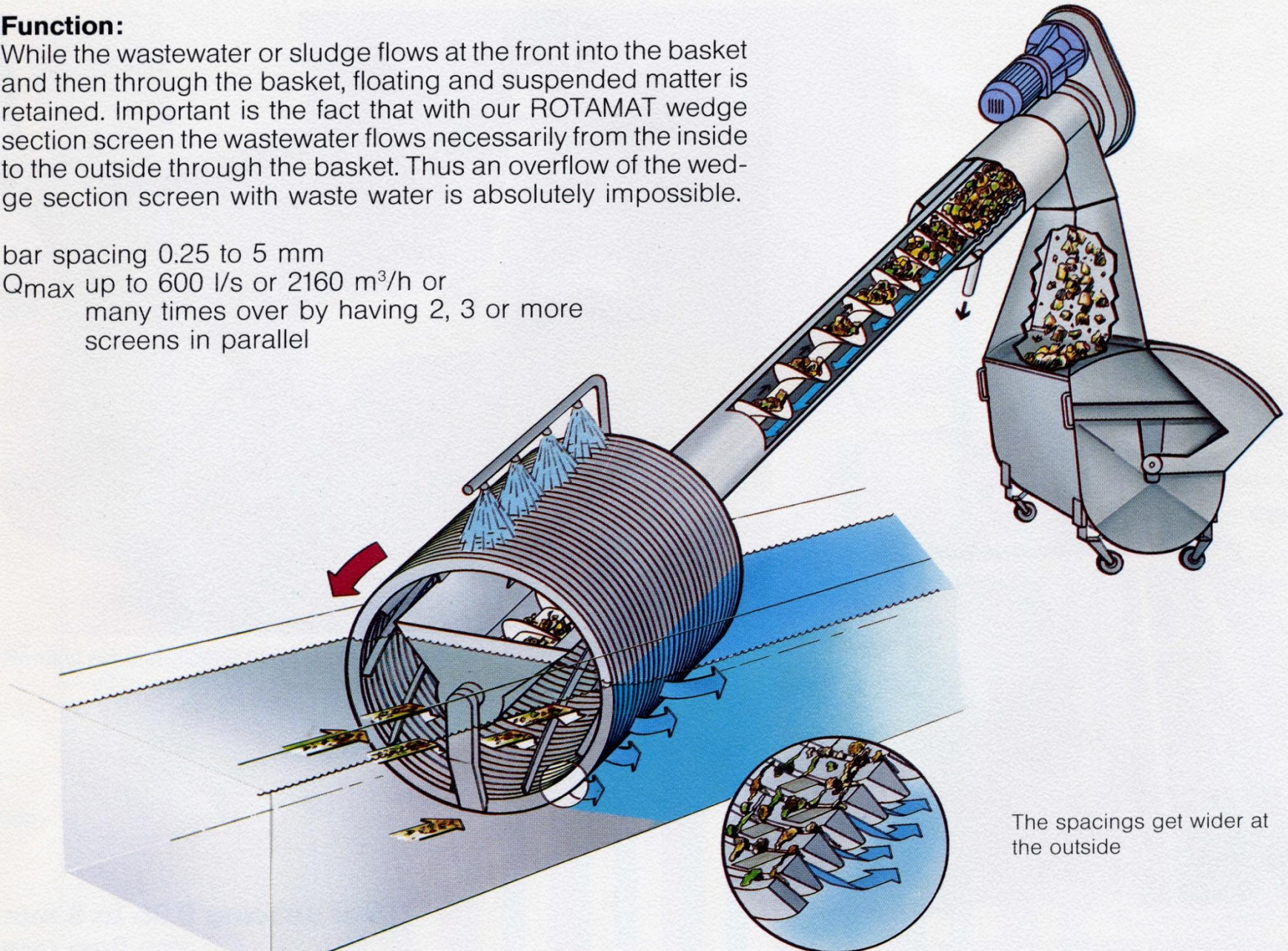


# Μηχανική κατακόρυφη σχάρα

## Function:

While the wastewater or sludge flows at the front into the basket and then through the basket, floating and suspended matter is retained. Important is the fact that with our ROTAMAT wedge section screen the wastewater flows necessarily from the inside to the outside through the basket. Thus an overflow of the wedge section screen with waste water is absolutely impossible.

bar spacing 0.25 to 5 mm  
 $Q_{max}$  up to 600 l/s or 2160 m<sup>3</sup>/h or  
many times over by having 2, 3 or more  
screens in parallel

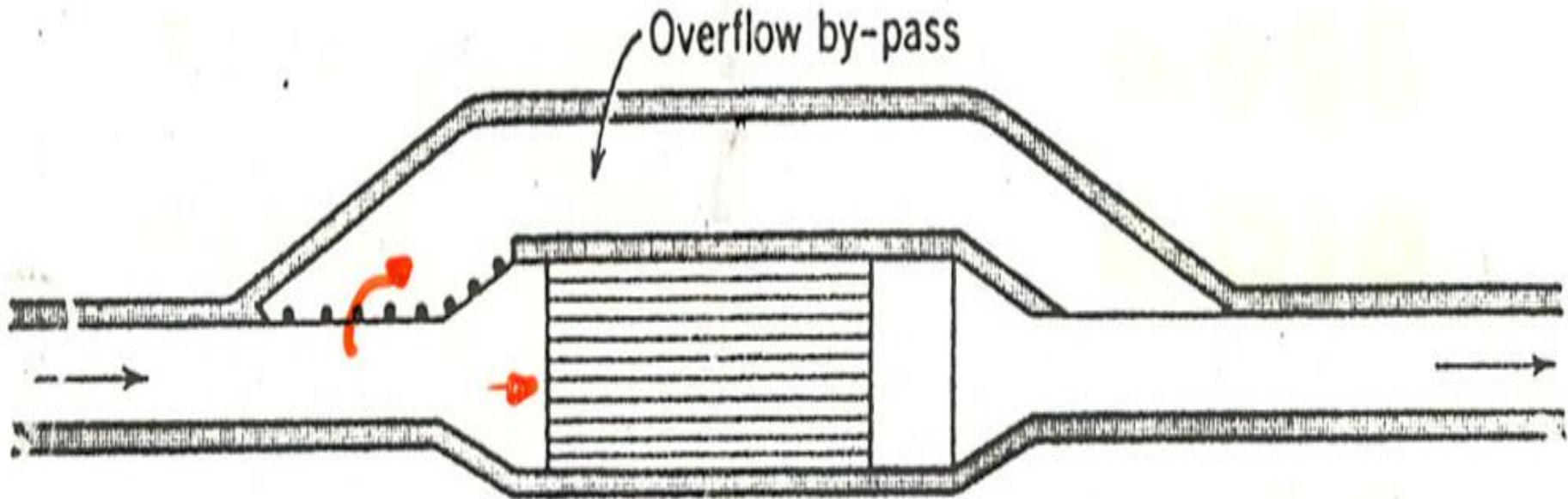


The spacings get wider at the outside



# Κανάλι σχάρας

Πρωτοβάθμια επεξεργασία



Hand-cleaned inclined rack with overflow by-pass.



# Υπολογισμός Αυτοκαθαριζόμενης Σχάρας.

$$S_{\lambda ειτ} = S_{\omega \phi} \times \frac{\alpha + \beta}{\alpha} \times \frac{1}{1 - P}$$

$\alpha$  = διάκενο ράβδων, m [0,01 - 0,03]

$b$  = Πάχος ράβδων, m [0,006 - 0,01]

$P$  = Βαθμός έμφραξης < 50%

$$S_{\omega \phi} = Q_{\max} / U_{\max}, m^2$$

$$U_{\max} \cong 0,5 - 1,5 m / s$$

$$U_{\text{τυπική}} = 1,2 m/s$$

Κλίση δαπέδου: 1-3 %,

Μήκος: 2-4 m

**• Για σταθερή ταχύτητα ροής απαιτείται αναλογικός υπερχειλιστής**

# Απώλεια μανομετρικού σε καθαρή σχάρα

$$h_k = k (b/a)^{4/3} (u^2/2g) \eta \mu \theta$$

όπου

$h_k$  = απώλειες μανομετρικού, m

$b$  = πάχος ράβδων, m

$a$  = διάκενο ράβδων, m

$U$  = ταχύτητα ροής, m/s

$g$  = σταθερά ταχύτητας, m/s

$\theta$  = κλίση σχάρας,  $60^\circ$

$k$  = συντελεστής σχήματος ράβδων

$k = 1,8$  για ράβδους στρογγυλεμένες

$k = 2,42$  για ράβδους ορθογωνικής διατομής

$k = 1,67$  για ορθογωνικές με στρογγυλεμένη άκρη

## Αστικά λύματα - Εσχαρισμός

### Ποσότητα εσχαρισμάτων:

10-30 L/(d x 1000 κατοίκους)

Διάκενα: 15-50 mm

### Χαρακτηριστικά εσχαρισμάτων:

Πυκνότητα : 600-1000 kg/m<sup>3</sup>

Υγρασία : 75-90 %

Περιεκτικότητα σε VSS : 80-90 %

## Διάθεση στερεών από τις σχάρες

- Οι ποσότητες των συγκρατούμενων στερεών ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο της σχάρας, το είδος του αποχετευτικού συστήματος και την παρουσία βιομηχανικών αποβλήτων.
- Τα στερεά από τις σχάρες έχουν δυσάρεστη οσμή και εμφάνιση για αυτό και πρέπει να απομακρύνονται όσο το δυνατόν γρηγορότερα.
- Η μεταφορά τους προς το χώρο διάθεσης γίνεται με μεταφορικούς ιμάντες, με δοχεία ή με πλαστικές σακούλες.

Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι διάθεσης είναι οι παρακάτω :

α) Επιστροφή τους στη ροή ύστερα από θρυμματισμό

β) Ταφή

γ) Αποτέφρωση (μαζί με τα απορρίμματα, ύστερα από αφύγρανση)

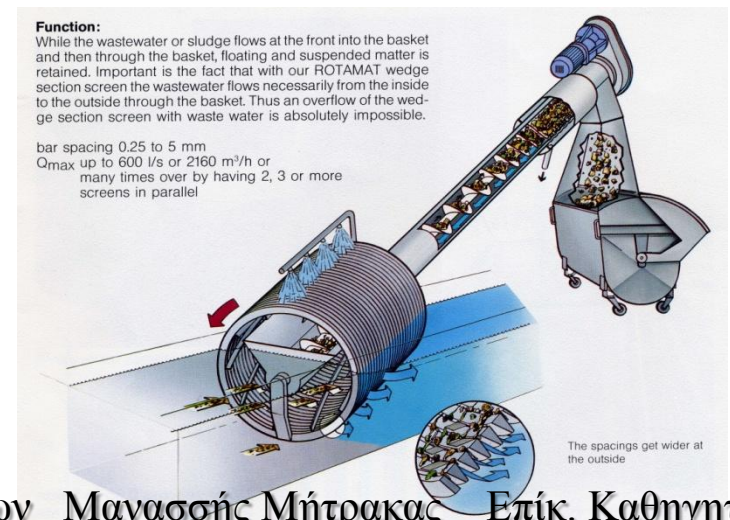


# Κόσκινα

- Χρησιμοποιούνται συνήθως στην επεξεργασία τόσο των αστικών λυμάτων, όσο και των βιομηχανικά απόβλητα
- Μπορεί να είναι σταθερά ή περιστρεφόμενα

## 1) Κόσκινα τύπου ποτηριού

- Τα απόβλητα εισέρχονται από τη βάση, που είναι τοποθετημένος κατά τον άξονά του κατά τη διεύθυνση της ροής και βγαίνουν από την κυλινδρική επιφάνεια αφήνοντας στο εσωτερικό της τα συγκρατούμενα στερεά.



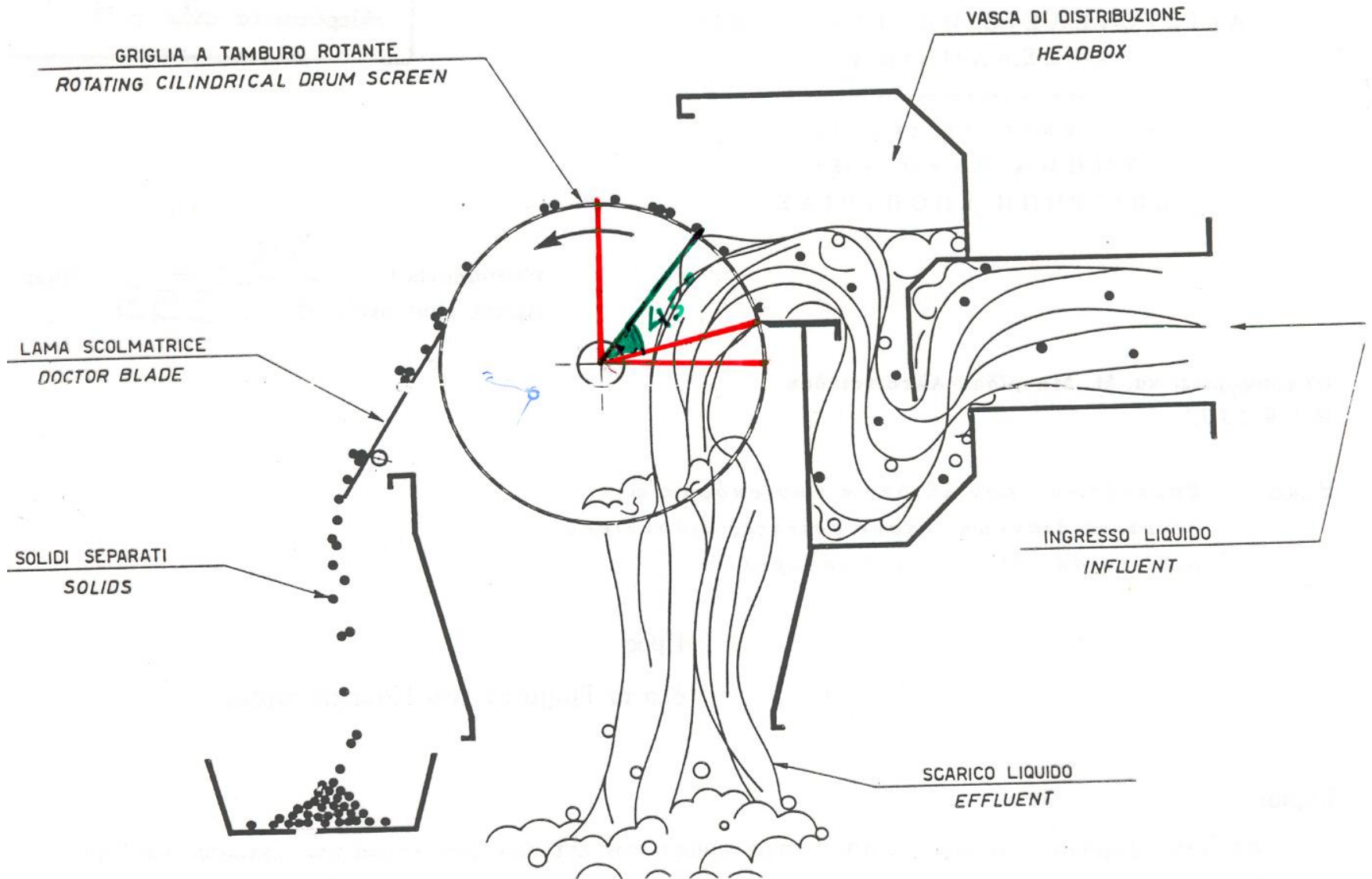
# Κόσκινα

## 2) Κόσκινα τύπου τυμπάνου (rotary drum screen)

- Ένας κύλινδρος διαμέτρου 1,2-4 m περιστρέφεται αργά (4 rpm) μισοβυθισμένο στα λύματα.
- Τα απόβλητα εισέρχονται από την εξωτερική κυλινδρική πλευρά και εξέρχονται από τη βάση του κατά τη διεύθυνση του άξονά του, αφήνοντας τα στερεά στο εξωτερικό της κυλινδρικής επιφάνειας.
- Τα εσχαρίσματα προσκολλώνται στην εξωτερική επιφάνεια του πλέγματος κατά την περιστροφή και συλλέγονται σε ειδική υποδοχή.



# Περιστροφικό κόσκινο





# Υπολογισμός περιστροφικού κόσκινου

$$S_{k, \lambda \epsilon \iota \tau} = S_{k, \omega \phi} \times \frac{\alpha + \beta}{\alpha} \times \frac{1}{1 - P}$$

$\alpha$  = διάκενο ράβδων, m [0,00025 - 0,0015]

$b$  = Πάχος ράβδων, m [0,004]

$L$  = μήκος τυμπάνου

$P$  = Βαθμός έμφραξης < 50%

$$S_{\omega \phi} = Q_{\max} / U_{\max}, m^2$$

$$U_{\max} \cong 1 - 2, m / s$$

Περιφέρεια, 2 m

Διάμετρος, 0,628 m

Διαβρεχόμενη λειτουργική επιφάνεια : [45/360]x2xL, m<sup>2</sup>

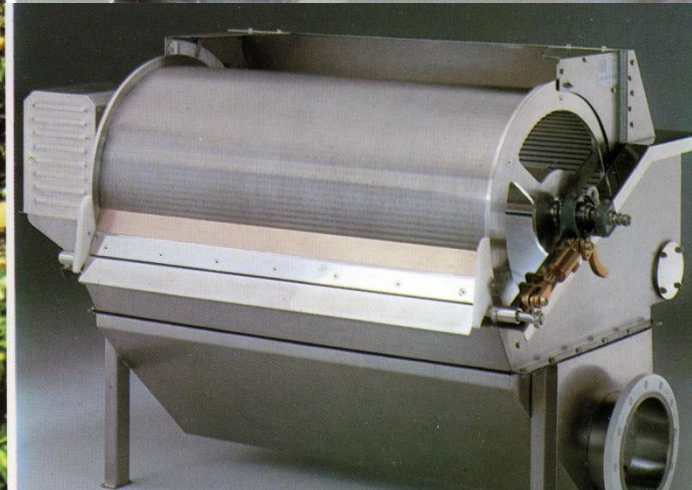
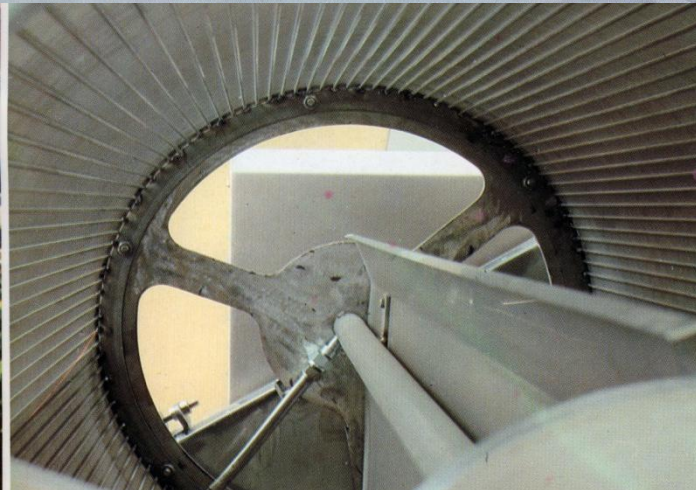
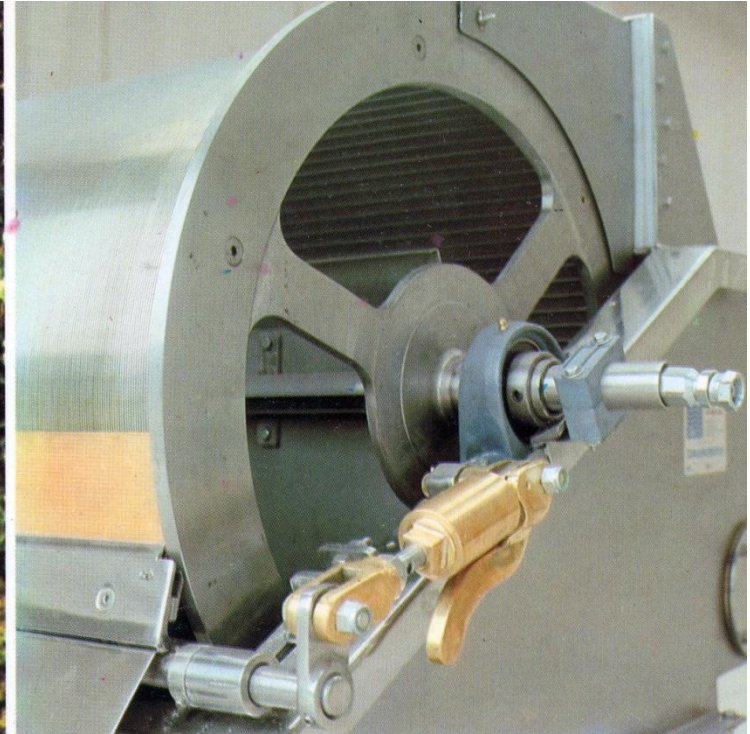
Μήκος (L) : 0,6 - 1,2 - 1,8 - 2,4 m

## Απώλεια μανομετρικού σε κόσκινα [3]

$$h_K = (1/2g) \times (Q/\rho A)^2$$

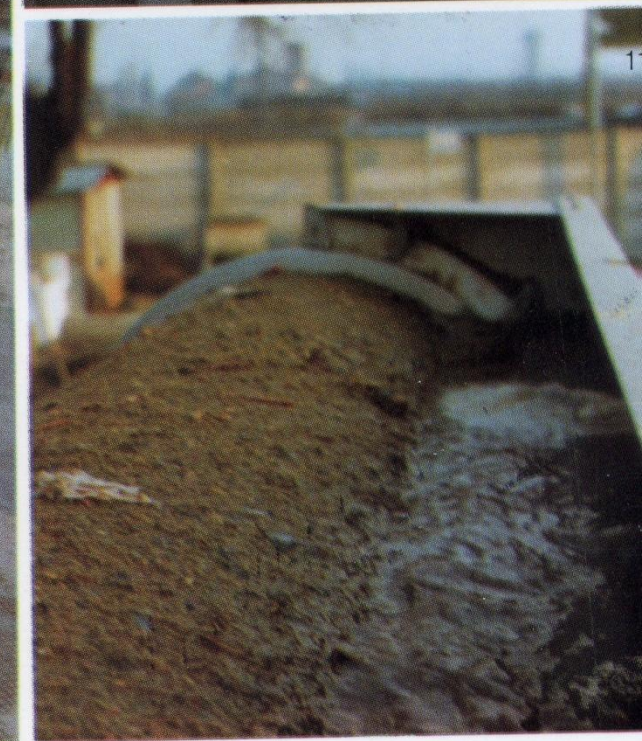
- ✓  $h_K =$  Απώλεια μανομετρικού,  $m$
- ✓  $Q =$  παροχή,  $m^3/s$
- ✓  $A =$  διαβρεχόμενη επιφάνεια κοσκίνου,  $m^2$
- ✓  $\rho =$  αδιάστατο = επιφάνεια διακένων/ $A \cong 0,6$

# Περιστροφικό κόσκινο [4]



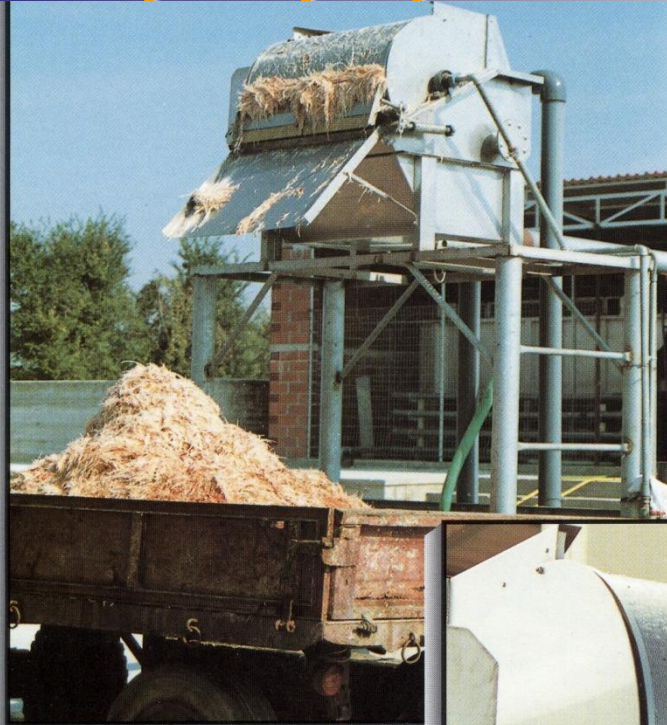


# Περιστροφικό κόσκινο [5]





# Περιστροφικό κόσκινο [6]



## ● ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

### ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ

- Εσχάρωση λυμάτων
- Αποστράγγιση αφρών & επιπλεόντων

### ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

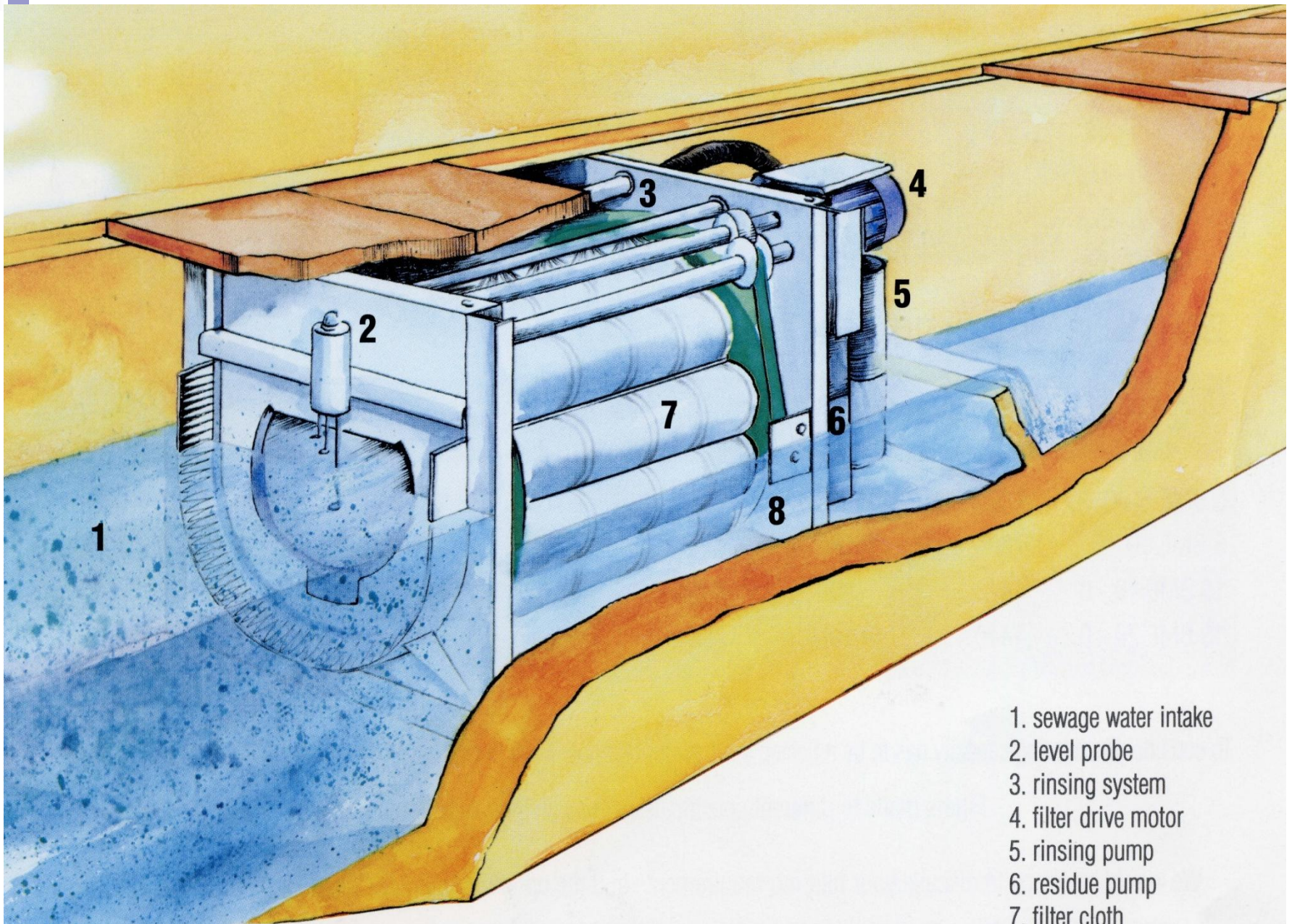
- Κονσερβοποιεία φρούτων & λαχανικών
- Σφαγεία
- Τυποποιτήρια κρέατος
- Πτηνοσφαγεία
- Βιομηχανίες γάλακτος
- Βιομηχανίες τροφίμων
- Επεξεργασία ψαριών
- Βιομηχανικά πλυντήρια
- Βυρσοδεψεία



ΜΟΝΤΕΛΟ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ / mm	ΜΗΚΟΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ / mm	ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ Kw	ΠΑΡΟΧΗ (m <sup>3</sup> /hr)					
				ΑΝΟΙΓΜΑ ΣΧΙΣΜΗΣ, mm					
				0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00
ER - 60	628	600	0.55	58	103	137	171	216	232
ER - 90	628	900	0.75	87	151	210	256	330	355
ER - 120	628	1200	0.75	115	205	274	342	432	465
ER - 180	628	1800	1.10	180	302	421	511	659	709



# Περιστροφικό κόσκινο [7]



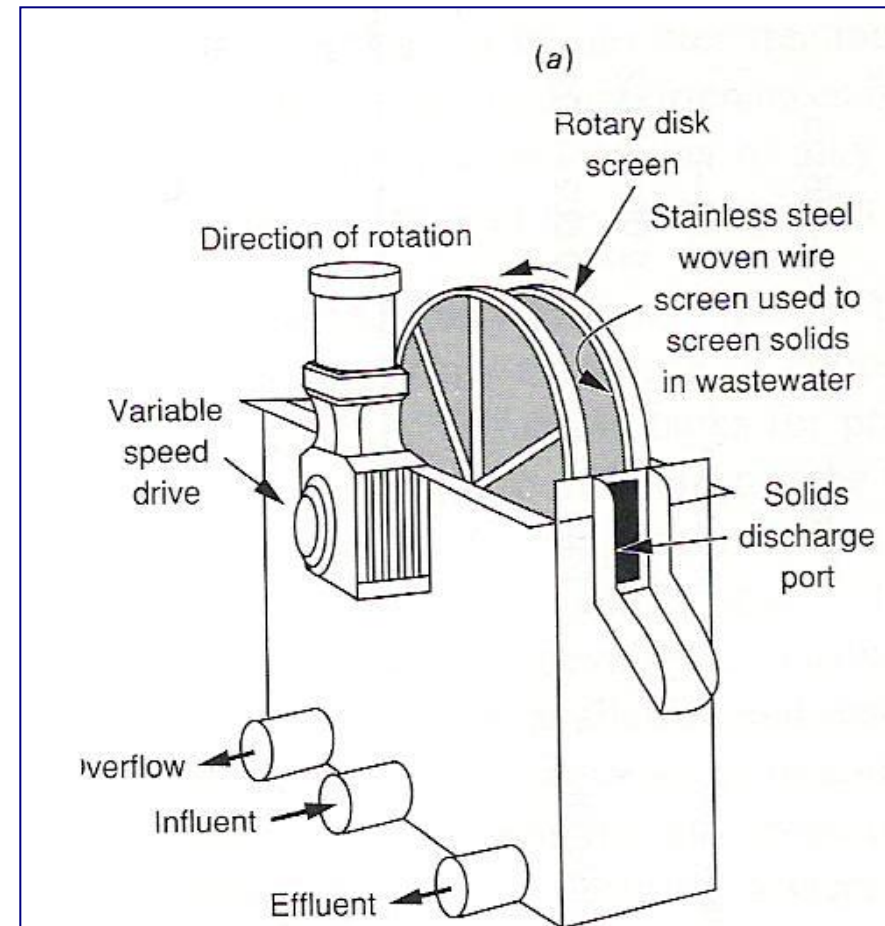
1. sewage water intake
2. level probe
3. rinsing system
4. filter drive motor
5. rinsing pump
6. residue pump
7. filter cloth



# Μικροκόσκια (Fine screens)

## Μικροκόσκια περιστρεφόμενου δίσκου

- Πρόκειται για ένα μεγάλο μεταλλικό περιστρεφόμενο δίσκο (με κλίση  $30^\circ$  ως προς την κατακόρυφο) και ημιβυθισμένο στα λύματα.
- Τα σωματίδια προσκολλώνται στην επιφάνεια του δίσκου και μετά την περιστροφή φτάνουν στο υψηλότερο σημείο από όπου απομακρύνονται με σύστημα περιστρεφόμενων βουρτσών.
- Μειονέκτημα: το μεγάλο κόστος

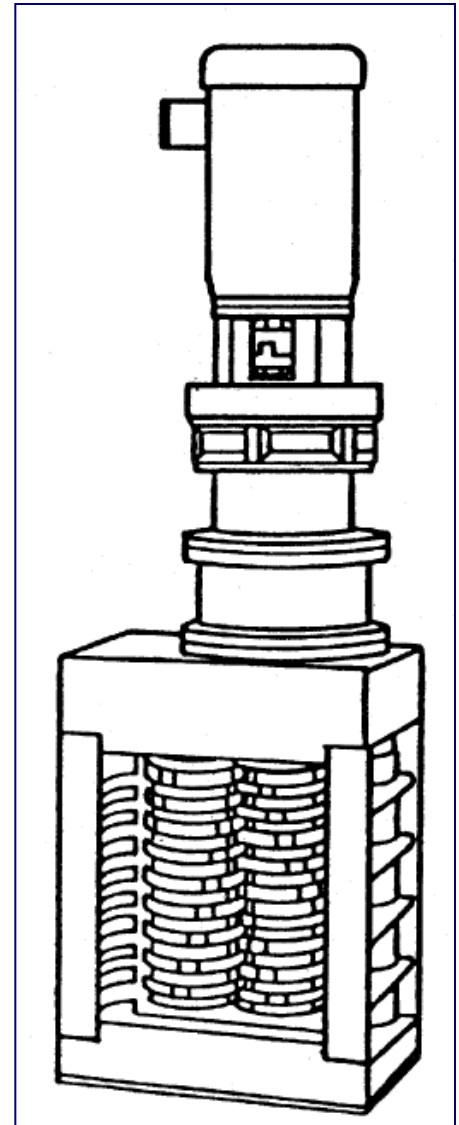


## Μικροκόσκινα

- Χρησιμοποιούνται επίσης και για την απομάκρυνση των υπολοίπων αιωρούμενων στερεών ύστερα από δευτεροβάθμια επεξεργασία και όταν αναμένεται πρόβλημα αυξημένων συγκεντρώσεων στερεών.
- Έχουν ίδια μορφή και λειτουργία με τη λεπτή σχάρα τύπου ποτηριού, με τη διαφορά ότι στην εξωτερική επιφάνεια του κυλίνδρου τοποθετείται ύφασμα διήθησης ανοίγματος 25-30 m.
- Ο βαθμός απομάκρυνσης των αιωρούμενων στερεών είναι 50-90% ανάλογα με τα ανοίγματα και το είδος των αποβλήτων.

## Πολτοποιητής (Grinders)

- Χρησιμοποιείται σε μικρές μονάδες
- Παρεμβάλλεται στο κανάλι εισαγωγής των λυμάτων και πολτοποιεί τα χοντρά στερεά υλικά.
- Είναι εξοπλισμένο με διάταξη δοντιών, τα οποία, καθώς περιστρέφονται, εμπλέκονται με σταθερά τοποθετημένη χτένα. Τα σωματίδια παγιδεύονται μεταξύ των δοντιών και της χτένας και τεμαχίζονται.
- Τοποθετείται σε ένα φρεάτιο κατάλληλης διαμόρφωσης, ώστε να δημιουργείται ελικοειδής ροή μέσα στο τύμπανο.



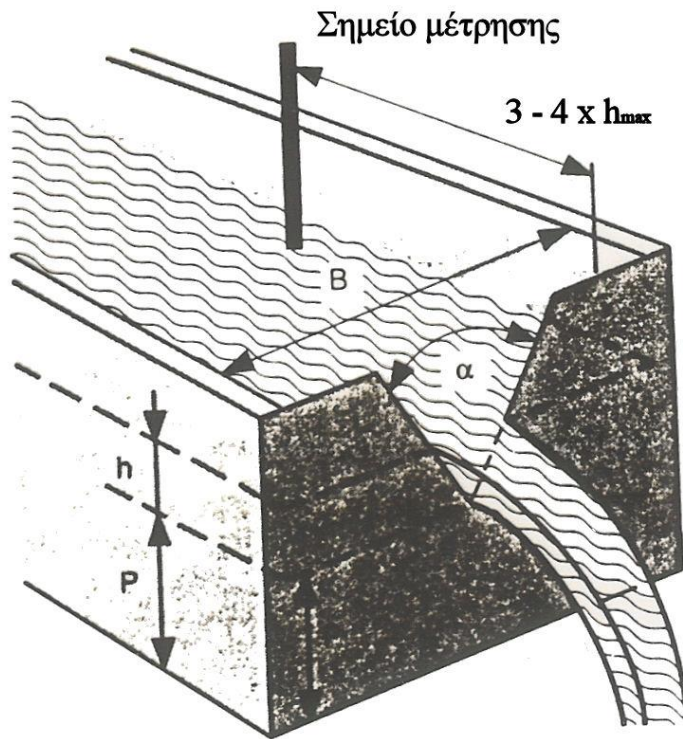




# Μέτρηση ροής σε ανοιχτό κανάλι

# Ροή σε κανάλι διατομής V

$$Q = \frac{8}{15} C_e \sqrt{2g} \cdot t_g \frac{\alpha}{2} \cdot h_e^{5/2}, \text{ m}^3/\text{s}$$



## Συνθήκες

$$5 < h < 30 \text{ cm}$$

$$28 < \alpha < 90^\circ$$

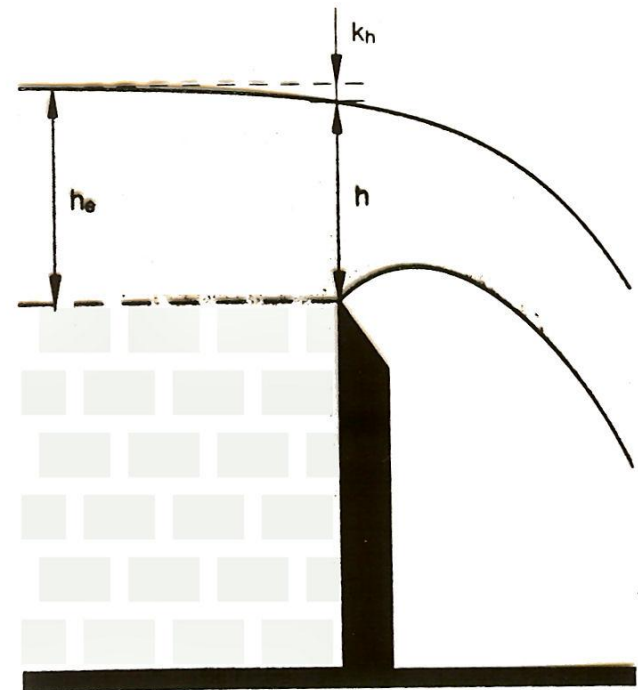
$$0,75 < Q < 240 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$B \leq 80 \text{ cm}$$

$$P \leq 45 \text{ cm}$$

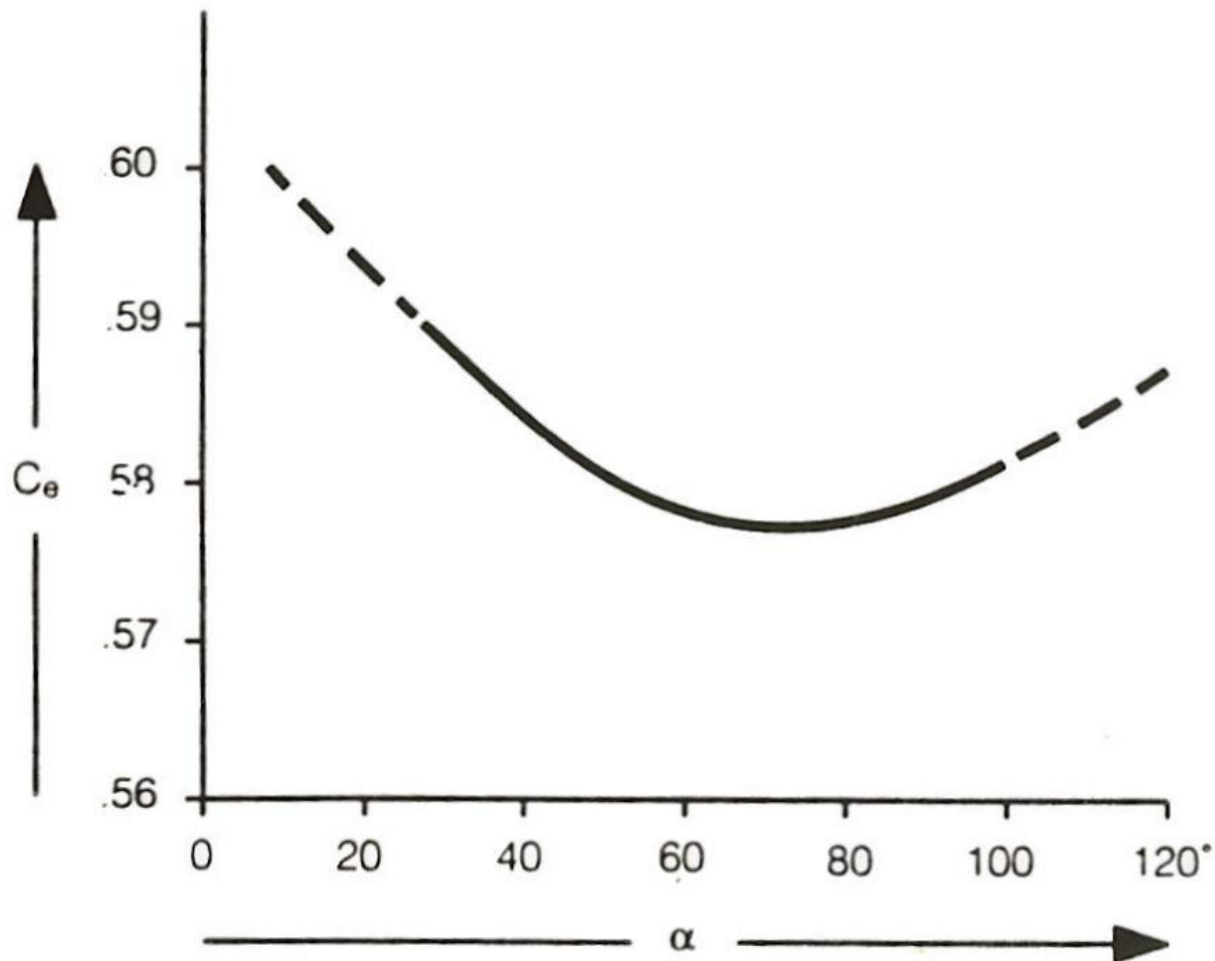
$$h/P \leq 0,4$$

$$h/B \leq 0,3$$



# Ροή σε κανάλι διατομής V

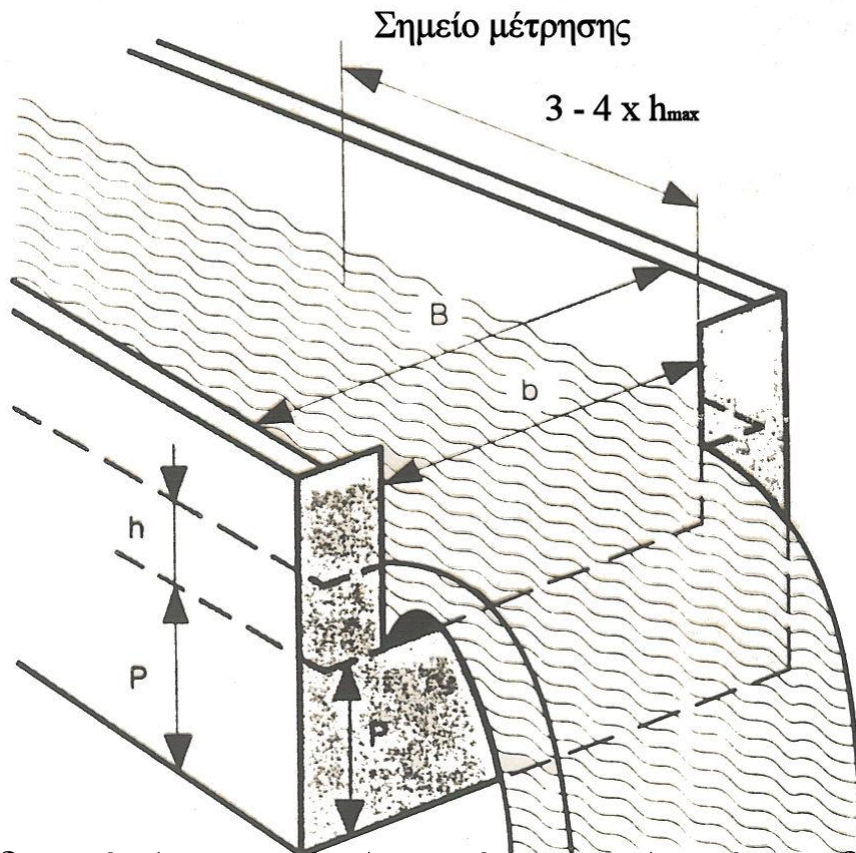
## Διάγραμμα $C_e - \alpha$





# Ροή σε κανάλι ορθογωνικής διατομής

$$Q = \frac{2}{3} C_e \sqrt{2g} \cdot b \cdot h_e^{3/2}, \text{ m}^3/\text{s} \quad C_e = 0,616 \cdot \left( 1 - 0,1 \frac{h}{b} \right)$$



## Απαιτήσεις

- Σταθερή παροχή
- $7,5 < h < 60 \text{ cm}$
- $0,75 < Q < 240 \text{ m}^3/\text{h}$
- $b \geq 2 h_{\max} \geq 30 \text{ cm}$
- $B \geq 3b, B > 90 \text{ cm}$
- $(B-b)/2 \geq 2 h_{\max}$
- $P \geq 30 \text{ cm}$
- $h/P \leq 0,5$