

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ





## Σύνοψη (I)

---

- ❖ **Κύρια συστατικά για απομάκρυνση:**  
Αιωρούμενα στερεά, BOD, άζωτο, φωσφόρος και κολοβακτηριοειδή
- ❖ **Κύρια στάδια επεξεργασίας**
  - Πρωτοβάθμια:* μείωση στερεών 50-60%, BOD 30-50%  
Σχάρες, πολτοποιητής, εξαμμωτής (δοχείο καθίζησης)
  - Δευτεροβάθμια:* στερεά 85-95%, BOD 80-95%, κολ. 90-95%  
Ενεργού ιλύος, λίμνες επεξεργασίας, βιολογικά φίλτρα
  - Προχωρημένη:* στερεά ~100%, BOD ~99%, κολ. ~99%, N, P  
Φυσικά συστήματα, προσρόφηση, ηλεκτροδιάλυση κτλ.



## Σύνοψη (II)

---

### ❖ Προϊόντα επεξεργασίας

*Εκροή:* ψεκασμός σε αγρούς, διάθεση σε αποδέκτη, ανακύκλωση

*Ιλύς (Επεξεργασμένα βιοστερεά)*

Παλαιά μέθοδος: καύση, ΧΥΤΑ,

Νέες μέθοδοι: λίπασμα, αφύγρανση και επεξεργασία, χώνευση σε

θερμαινόμενες δεξαμενές κ.ά.



## Ιστορική ανασκόπηση (I)

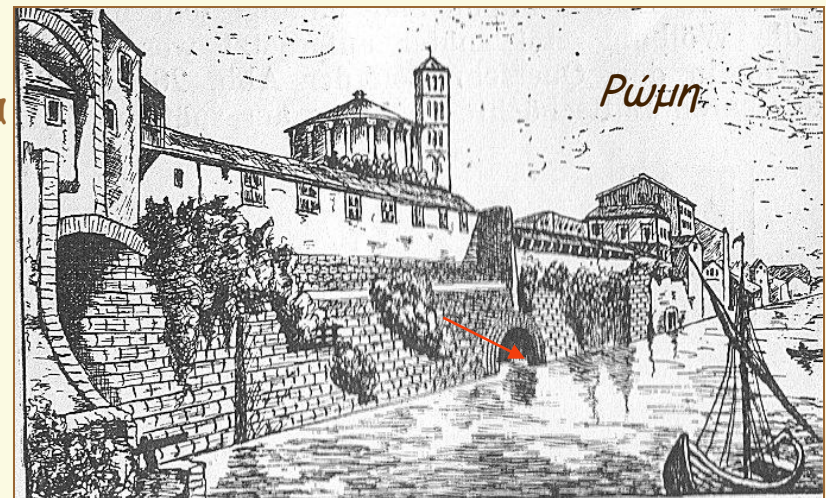
- ◆ Σημαντικό πρόβλημα από την αρχαιότητα
- ◆ Τα περισσότερα πήγαιναν στους δρόμους και κατέληγαν στο κοντινότερο ρυάκι (Sewer = "seaward").
- ◆ Έργα αποχέτευσης σε αρκετές περιοχές στον αρχαίο κόσμο (π.χ. Κρήτη, Μεσοποταμία, Αρχαία Ελλάδα, Ρώμη).
- ◆ Στην Αθήνα το 320 π.Χ. θεσπίστηκε ο πρώτος νόμος για την απαγόρευση τοποθέτησης απορριμμάτων στους δρόμους.
- ◆ Αποχέτευση ομβρίων και ακαθάρτων σε Αρχαία Ελλάδα, Ρώμη και το Βυζάντιο.





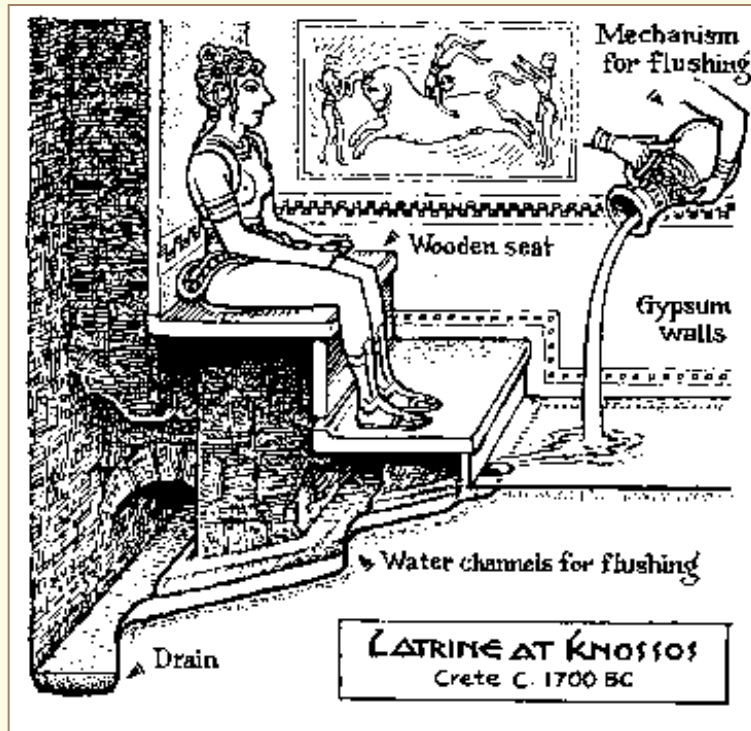
## Ιστορική ανασκόπηση (II)

- ◆ Στο Μεσαίωνα οι πρακτικές αυτές ξεχάστηκαν για 1000 χρόνια. Τα ποτάμια στο Παρίσι και το Λονδίνο, ανοικτοί οχετοί.
- ◆ Πρόβλημα με τις μεγάλες επιδημίες (π.χ. πανώλης)
- ◆ 1370: Πρώτη υπόγεια (συστηματική) αποχέτευση
- ◆ 1867: Πρώτη επεξεργασία αποβλήτων (Λονδίνο)
- ◆ 1928: Πρώτη μονάδα στις ΗΠΑ
- ◆ 1964: Πρώτη μονάδα στην Ελλάδα

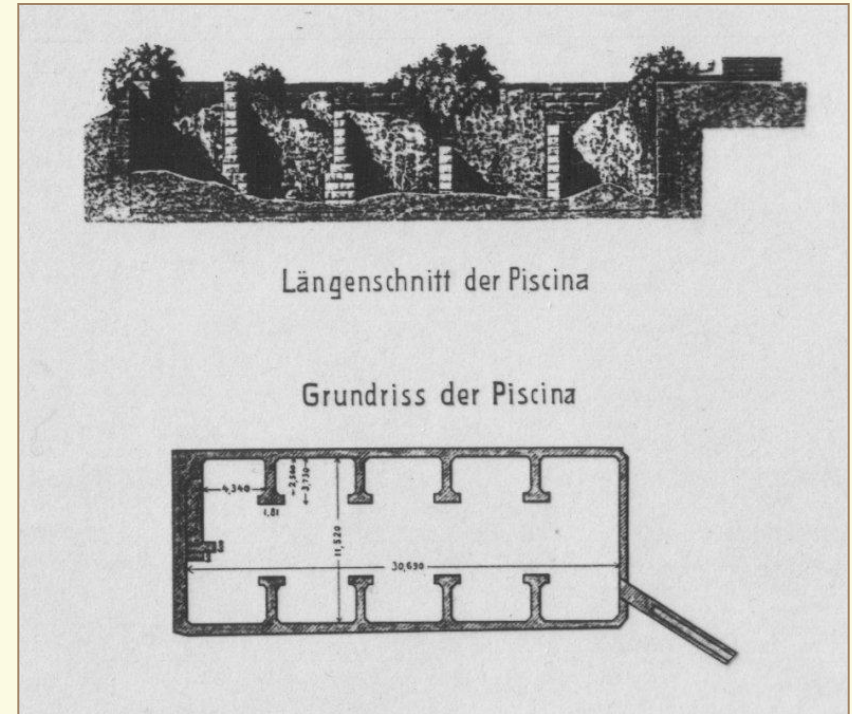




## Ιστορική ανασκόπηση (III)



Λουτρό στην Κνωσό



Καθίζηση στην Επίδαυρο.

# Διαδικασία σχεδιασμού εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων



1

## Παράγοντες που επηρεάζουν την επεξεργασία

- ★ Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων.
- ★ Διακυμάνσεις.
- ★ Πρόβλεψη επεκτάσεων.
- ★ Προδιαγραφές αποδέκτη.
- ★ Προδιαγραφές διακήρυξης.
- ★ Απαιτήσεις και οικονομική δυνατότητα πελάτη
- ★ Δυνατότητα - Ευκολία συντήρησης.



# Διαδικασία σχεδιασμού εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων

2

- (1) Εκτιμώνται τα χαρακτηριστικά και οι ποσότητες των αποβλήτων για τον επιθυμητό χρόνο ζωής του έργου.
- (2) Προσδιορίζονται οι προδιαγραφές των αποβλήτων προκειμένου να διοχετευτούν σε ένα συγκεκριμένο αποδέκτη ή να επανακτηθούν. Αυτές ορίζονται από κάποιο νόμο (κανονισμοί, υγειονομικές διατάξεις, διατάξεις της Ε.Ε. κτλ.)
- (3) Εξετάζονται όλες οι πιθανές εναλλακτικές λύσεις, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους τοπικούς παράγοντες (κλίμα, εδαφολογικές συνθήκες, είδος και θέση του αποχετευτικού συστήματος κτλ). Επιλέγονται οι πλέον εφικτές λύσεις.





# Διαδικασία σχεδιασμού εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων

3

(4) Εξετάζονται τεχνικοοικονομικά οι λύσεις που επιλέχθηκαν αρχικά.

- Καθορισμός των κριτηρίων σχεδιασμού των διαφόρων μονάδων επεξεργασίας.
- Διαστασιολόγηση των διαφόρων μονάδων έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή απόδοση με το χαμηλότερο κόστος.
- Ανάλυση του κόστους των εναλλακτικών λύσεων, που περιλαμβάνει τον υπολογισμό του κόστους κατασκευής και του κόστους λειτουργίας - συντήρησης. Με βάση την ανάλυση αυτή επιλέγεται η οικονομικότερη λύση για κατασκευή.





# Επιλογή μεθόδων

1

- Η απομάκρυνση των ρύπων γίνεται με συνδυασμό φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών σε διάφορα στάδια
- Τα στάδια αντιστοιχούν σε διαφορετικό βαθμό απομάκρυνσης των ρύπων
- **Περιλαμβάνουν:** προ-επεξεργασία και την πρωτοβάθμια επεξεργασία (για την απομάκρυνση κυρίως των στερεών και μέρος του οργανικού φορτίου), τη δευτεροβάθμια επεξεργασία (για την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους των οργανικών ουσιών, των s.s. και των θρεπτικών συστατικών), την τριτοβάθμια επεξεργασία (για την απομάκρυνση των υπολειπόμενων ουσιών) και την προχωρημένη επεξεργασία (για επανάχρηση νερού).



# Απαιτήσεις για τον καθαρισμό

## 1. Υγειονομική Διάταξη Ε1β/221/65

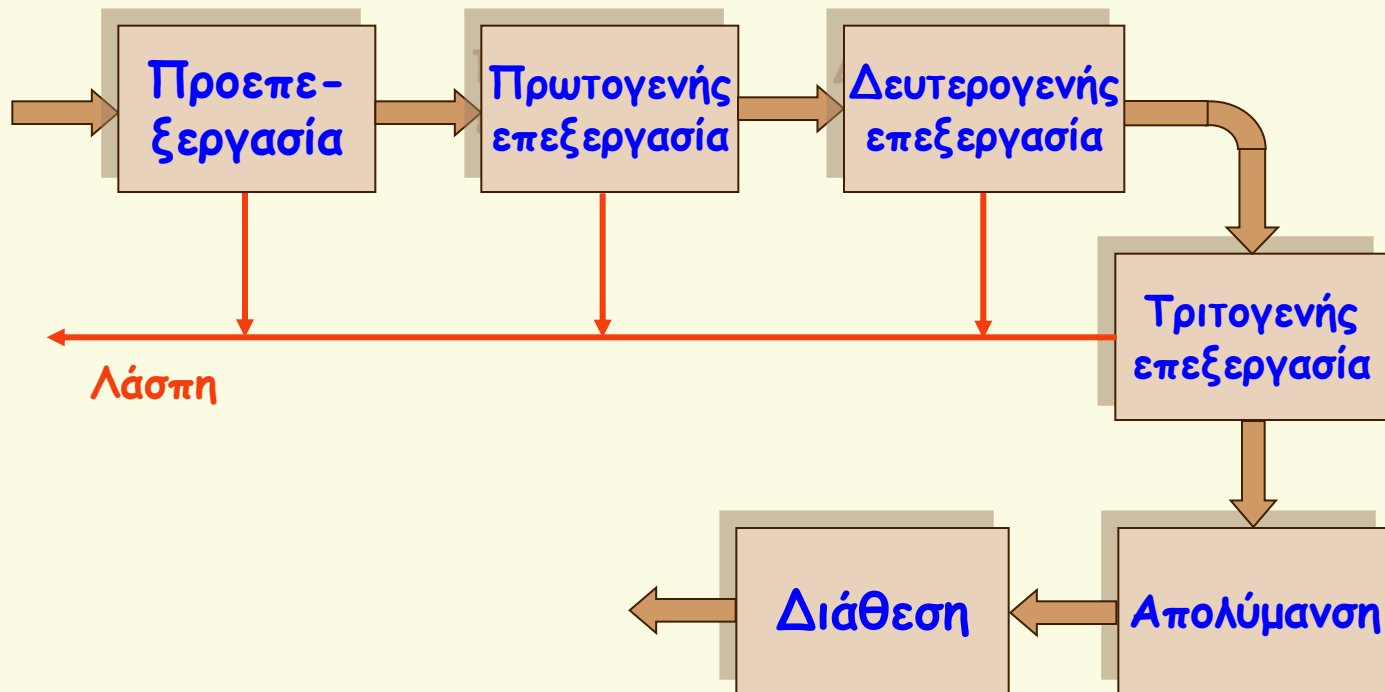
- Ορίζει ότι απαιτείται επεξεργασία των αστικών λυμάτων και η έκδοση της σχετικής άδειας από τις αρμόδιες υγειονομικές αρχές. Προσδιορίζει που επιτρέπεται η διάθεσή τους.

## 2. Οδηγία 91/271/ΕΕ και ΚΥΑ 5673/400/14-3-97

- ορίζουν ότι μέχρι 31/12/2005 τα αστικά λύματα που αποβάλλονται σε γλυκά ύδατα από οικισμούς με ισοδύναμο πληθυσμό μεταξύ 2000 και 10000 ατόμων πρέπει να υποβάλλονται σε δευτεροβάθμια επεξεργασία.

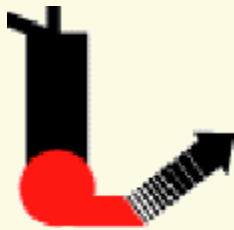


## Στάδια επεξεργασίας αποβλήτων

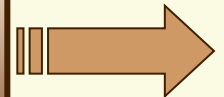
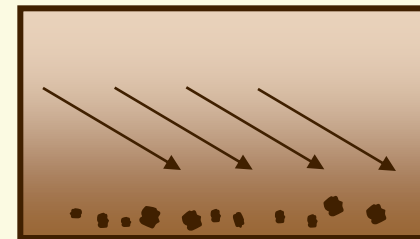
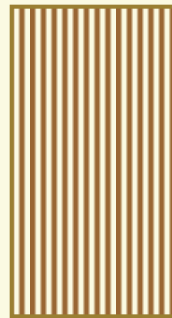




# 1. Προεπεξεργασία



## Προεπεξεργασία



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.



## Προεπεξεργασία: 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.





## A. 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.



## A. Χοντρές εσχάρες

### 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



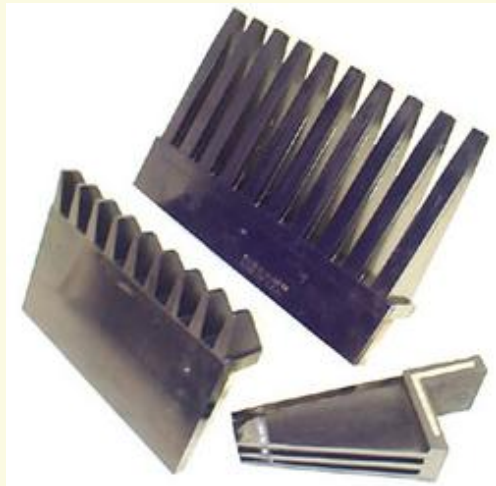




## A. Χοντρές εσχάρες

### 2) Σχάρες μηχανοκίνητου καθαρισμού (συν.)

- **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





## A. Χοντρές εσχάρες

---

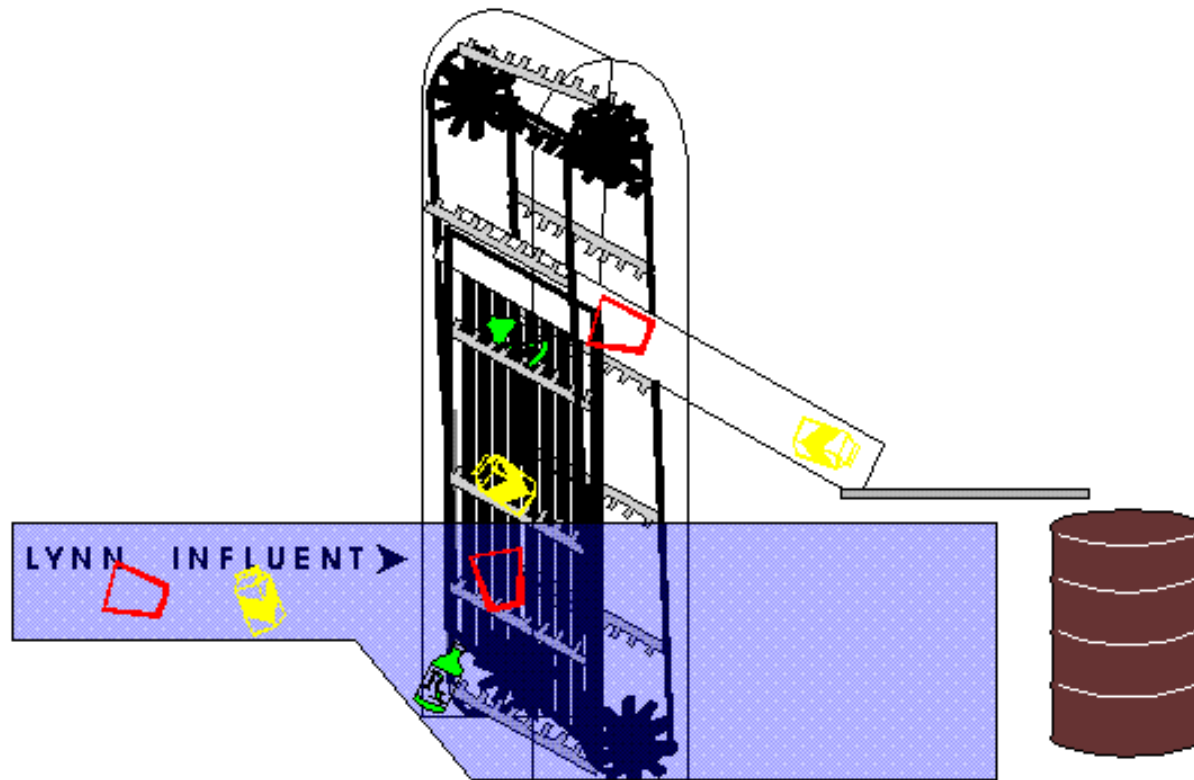
### 2) Σχάρες μηχανοκίνητου καθαρισμού (συν.)

- **Επίπεδη σχάρα:** ο καθαρισμός γίνεται από σειρά από δόντια ή βούρτσες τοποθετημένες σε ατέρμονες αλυσίδες και με την κίνησή τους παρασύρουν τα στερεά προς το επάνω μέρος της σχάρας. Τα στερεά συγκρατιούνται σε χοάνη και από εκεί μεταφέρονται σε κατάλληλο χώρο αποθήκευσης.



## A. Χοντρές εσχάρες

### MECHANICAL BAR SCREENS





## Διάθεση στερεών από τις σχάρες

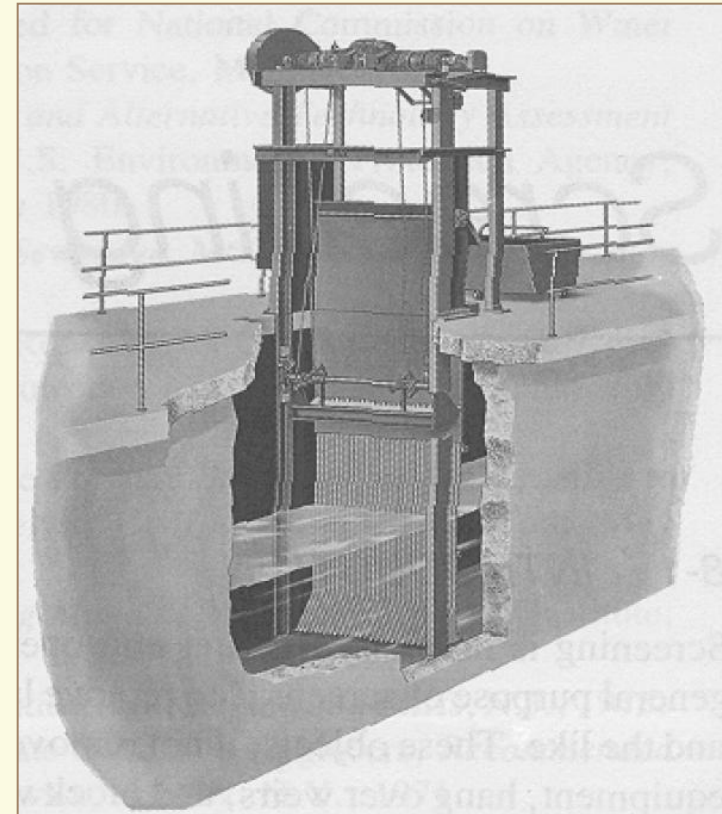
- Οι ποσότητες των συγκρατούμενων στερεών ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο της σχάρας, το είδος του αποχετευτικού συστήματος και την παρουσία βιομηχανικών αποβλήτων.
- Τα στερεά από τις σχάρες έχουν δυσάρεστη οσμή και εμφάνιση για αυτό και πρέπει να απομακρύνονται όσο το δυνατόν γρηγορότερα.
- Η μεταφορά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





## Διάθεση στερεών (συν.)

- 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)





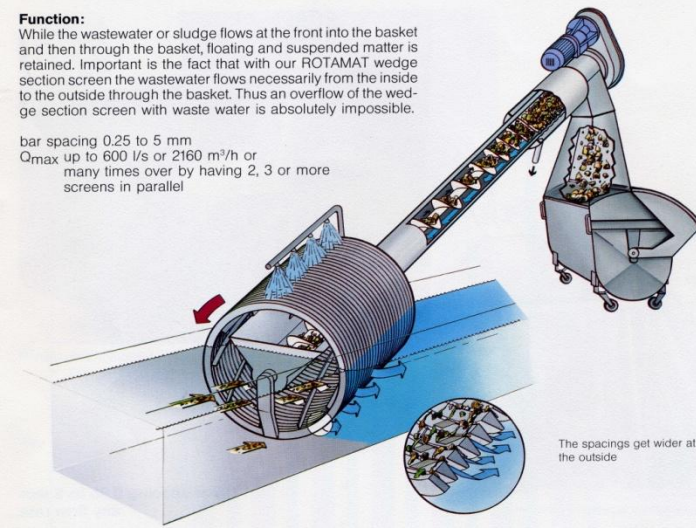
## B. Κόσκινα

- Χρησιμοποιούνται συνήθως στην επεξεργασία αστικών αποβλήτων που περιέχουν και βιομηχανικά απόβλητα
- Μπορεί να είναι σταθερές ή περιστρεφόμενες
- 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.

**Function:**

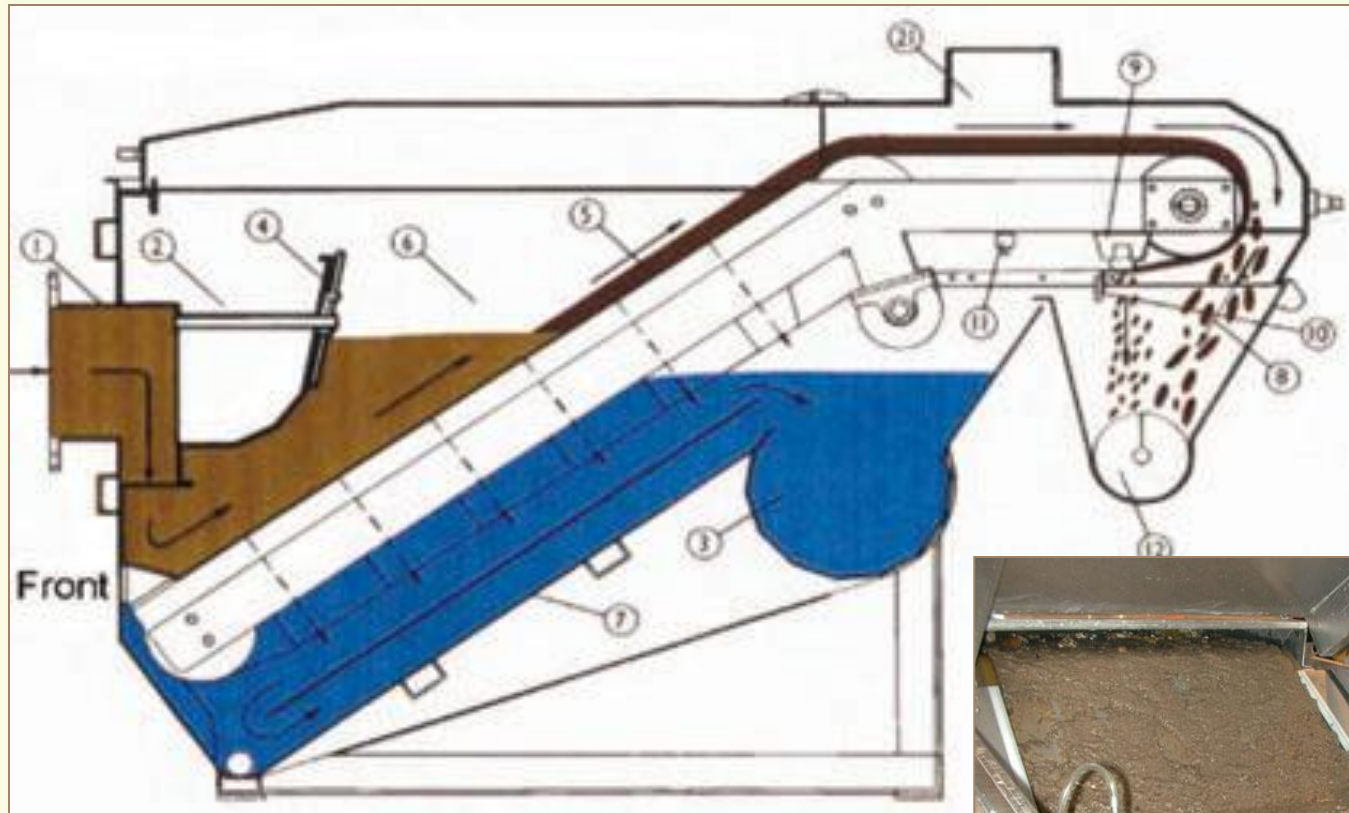
While the wastewater or sludge flows at the front into the basket and then through the basket, floating and suspended matter is retained. Important is the fact that with our ROTAMAT wedge section screen the wastewater flows necessarily from the inside to the outside through the basket. Thus an overflow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





# Κόσκινα τύπου ταινίας



## Β. Κόσκινα

### 1. Προεπεξεργασία



### 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.



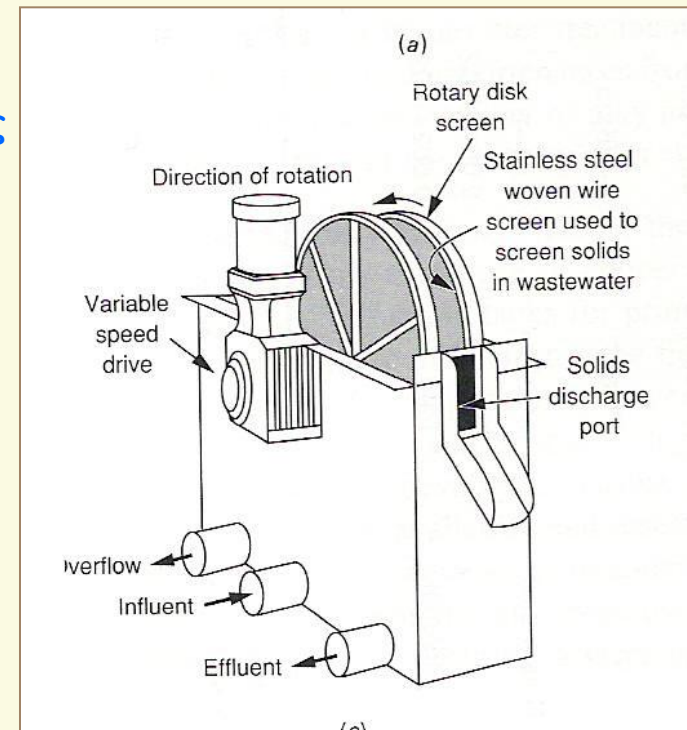




## B. Μικροκόσκια (Fine screens)

### 3) 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





## Γ. Μικροκόσκινα

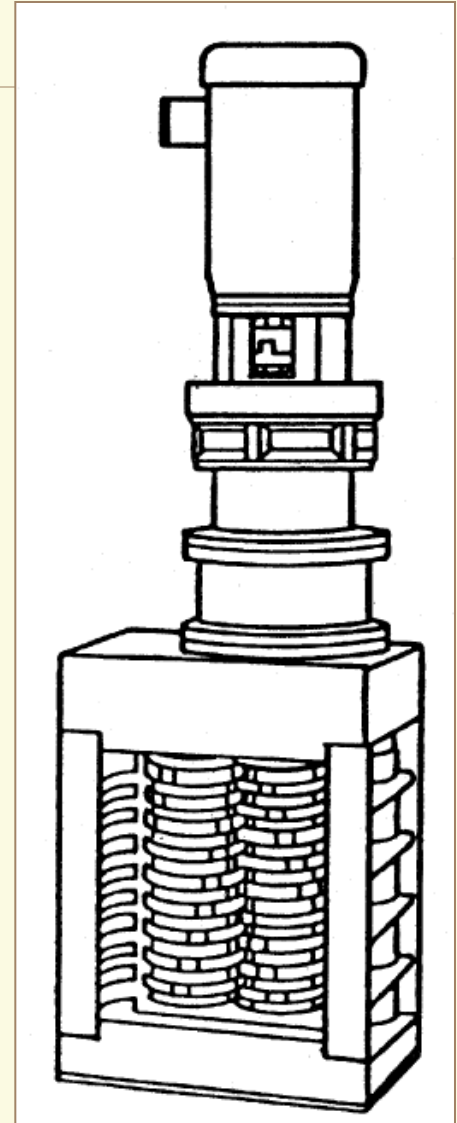
---

- 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.





## Εξάμμωση (grit removal)

- **Εξάμμωση ή αμμοσυλλογή:** αποσκοπεί στην κατακράτηση υλικών μεγάλου ειδικού βάρους και μεγέθους  $> 0,2 \text{ mm}$ , π.χ. άμμος, χαλίκια κτλ.
- Προστατεύονται οι εγκαταστάσεις των επόμενων σταδίων καθαρισμού από μηχανικές φθορές (αντλίες) ή αποθέσεις (σωληνώσεις)
- Η οριζόντια ταχύτητα των λυμάτων διαμέσου του καναλιού είναι συνήθως  $0,3 \text{ m/s}$ .
- Η αφαίρεση των στερεών που καθιζάνουν μπορεί να γίνει με μηχανικά μέσα ή και χειρωνακτικά.





## Εξάμμωση: είδη εξαμμωτών

### A. Εξαμμωτές 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 εξαμμωτών σταθερής ταχύτητας.

Τύπος A1: Κανάλι εξαμμωτή ορθογώνιας διατομής με αναλογικό υπερχειλιστή

Τύπος A2: Κανάλι εξαμμωτή παραβολικής διατομής με στένωση τύπου Parshall





## Εξάμμωση: Β. Αεριζόμενοι εξαμμωτές (aerated grit chambers)

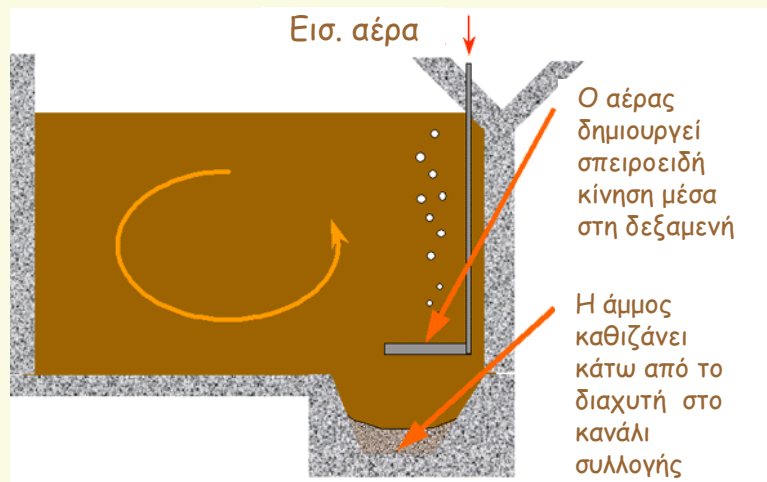
- Ορθογώνιες δεξαμενές με κατάλληλη διαμόρφωση του πυθμένα σε ένα κατά μήκος αυλάκι για τη συλλογή της άμμου.
- Με ειδική διάταξη διαχυτών παρέχεται πεπιεσμένος αέρας από τη μία πλευρά της δεξαμενής (που δημιουργεί μια ελικοειδή κίνηση των σωματιδίων και διευκολύνει την καθίζηση τους).
- Η απομάκρυνση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





## Εξάμμωση: Β. Αεριζόμενοι εξαμμωτές (aerated grit chambers)

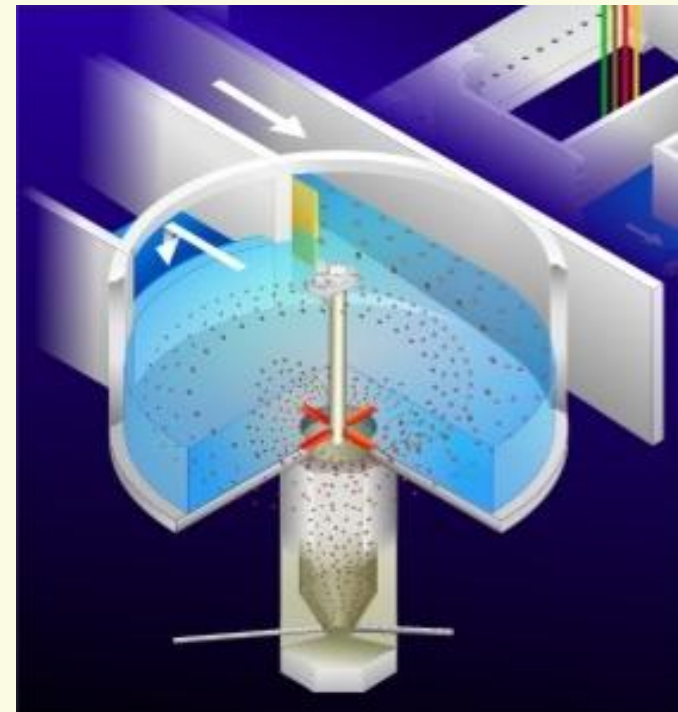
- Η ταχύτητα της περιστροφής των σωματιδίων καθορίζει και το μέγεθος των σωματιδίων που θα καθιζάνουν. Εύκολα επιτυγχάνεται η ρύθμιση του αέρα, ώστε να εξασφαλίζεται η απομάκρυνση συγκεκριμένων διαμέτρων σωματιδίων.
- Οι αεριζόμενοι εξαμμωτές, αν και ακριβότεροι από τους εξαμμωτές σταθερής ταχύτητας, προτιμώνται, λόγω της απαιτούμενης ενέργειας για αερισμό.





## Εξάμμωση: Γ. Εξαμμωτές τύπου Vortex (vortex-type grit chambers)

- Δύο είδη: (α) περιστρεφόμενου στροβίλου και (β) εφαπτομενική είσοδος του νερού στη κορυφή της συσκευής

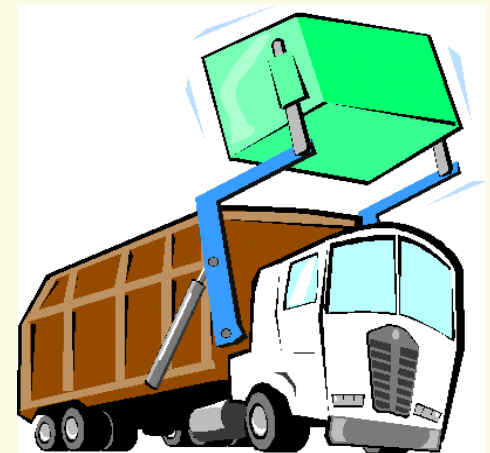






## Εξάμμωση: Επεξεργασία και διάθεση άμμου

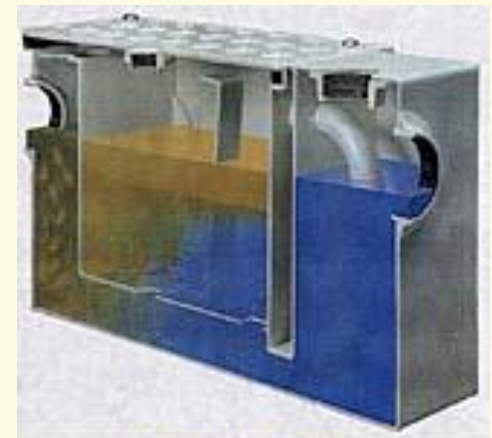
- Τα οργανικά στερεά έχουν δυσάρεστη οσμή και οι εξαμμωτές πολλές φορές είναι εφοδιασμένοι με κατάλληλη διάταξη έκπλυσης και καθαρισμού της συλλεγόμενης άμμου.
- Οι αεριζόμενοι εξαμμωτές δεν παρουσιάζουν το πρόβλημα αυτό.
- **Μέθοδοι διάθεσης της άμμου:** ταφή (συνήθως με άλλα τελικά προϊόντα διαδικασιών 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 (grease and fat removal)

- Τα ελεύθερα και επιπλέοντα λιπαρά υλικά διαχωρίζονται από τα απόβλητα με διαύγαση βαρύτητας, 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.



Grease Trap



## Λιποσυλλογή (συν.)

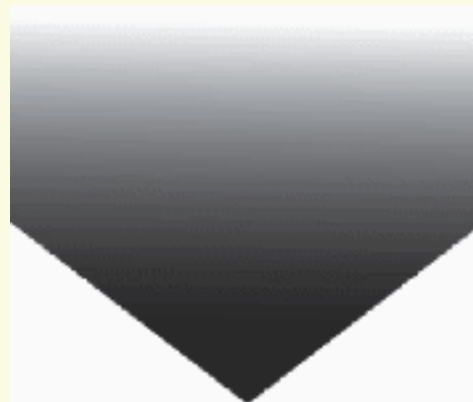
- **Λιποσυλλέκτης:** Θάλαμος ώστε η επιπλέουσα ύλη να παραμένει στην επιφάνεια των αποβλήτων μέχρι να απομακρυνθεί, ενώ το υγρό ρέει συνεχώς διαμέσου βαθιών στομιών εκροής.
- Η διεργασία μπορεί να γίνει σε ξεχωριστή δεξαμενή ή σε συνδυασμό με τον αμμοσυλλέκτη, ανάλογα με τη φύση των αποβλήτων.
- **Δεξαμενές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





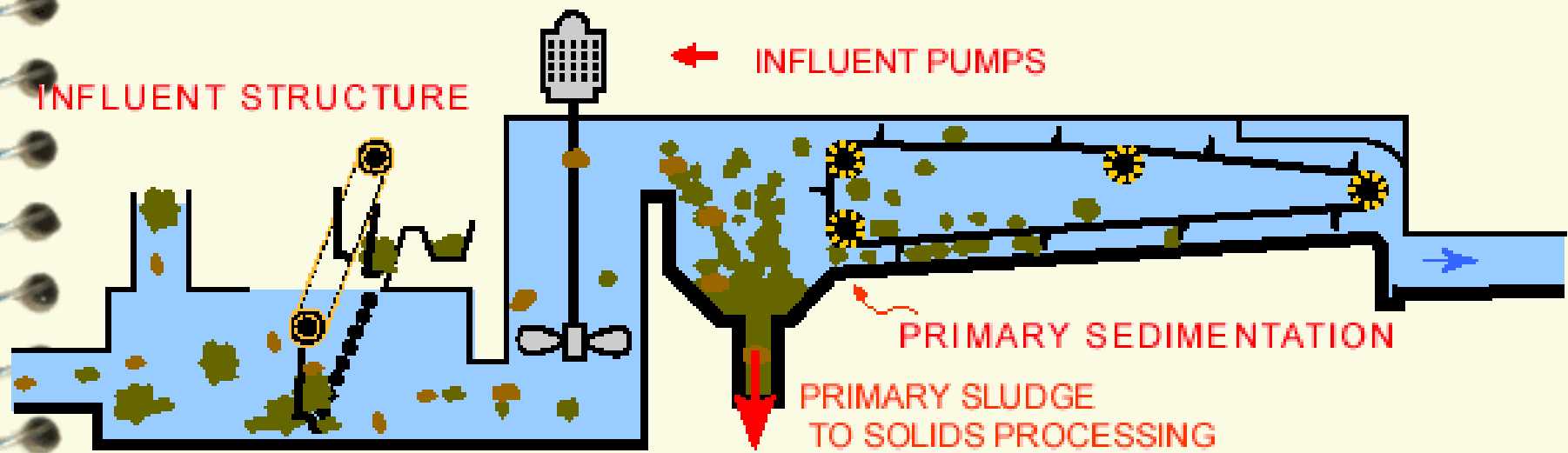
## 2. Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Από  
προεπε-  
ξεργασία



Προς  
δευτερο-  
βάθμια

Σκοπός της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση των στερεών από τα απόβλητα. Περιλαμβάνει την πρωτοβάθμια καθίζηση ή επίπλευση και χημική επεξεργασία με καθίζηση.



INFLUENT STRUCTURE

INFLUENT PUMPS

PRIMARY SEDIMENTATION

PRIMARY SLUDGE  
TO SOLIDS PROCESSING



## Πρωτοβάθμια καθίζηση (primary sedimentation)

- Σκοπός της μεθόδου είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών, οργανικών και ανόργανων, μεγέθους 0,1-0,001 mm.
- Η απομάκρυνση αυτή σκοπεύει στη μείωση του ρυπαντικού φορτίου (SS και BOD)
- Απομάκρυνση λόγω καθίζησης βασίζεται στην διαφορά πυκνότητας μεταξύ των σωματιδίων και του υγρού,
- Σε ορισμένες περιπτώσεις η καθίζηση είναι η μοναδική κατεργασία στην οποία υποβάλλονται τα απόβλητα.





### 3. Δευτεροβάθμια επεξεργασία

---

- ➔ Σκοπός της δευτεροβάθμιας (ή βιολογικής) επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση των οργανικών ουσιών των αποβλήτων με βιολογικές διεργασίες στις οποίες χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί οι οποίοι αναπαράγονται, καταναλώνοντας τις οργανικές ουσίες.
- ➔ Οι παραγόμενοι οργανισμοί στη συνέχεια απομακρύνονται από τα απόβλητα με καθίζηση ή κάποια άλλη διαδικασία.
- ➔ Η βιολογική επεξεργασία μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους που χωρίζονται σε δύο γενικές κατηγορίες ανάλογα με το αν οι μικροοργανισμοί βρίσκονται σε αιώρηση μέσα στα απόβλητα (ενεργός ιλύς, λίμνες) ή προσκολλημένοι σε κάποια επιφάνεια (βιολογικά φίλτρα, βιολογικοί δίσκοι).



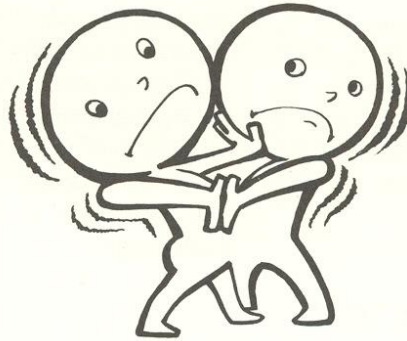
# Βιολογική επεξεργασία

## Increasing the Microorganism Count

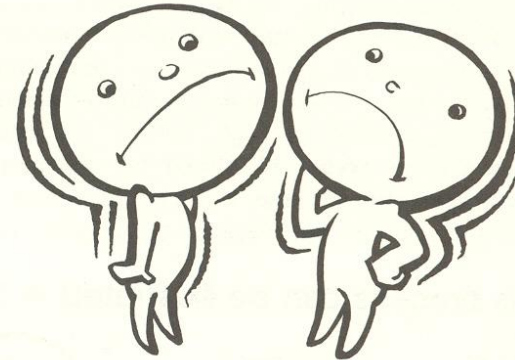
① The bacteria will grow if placed in a compatible environment.



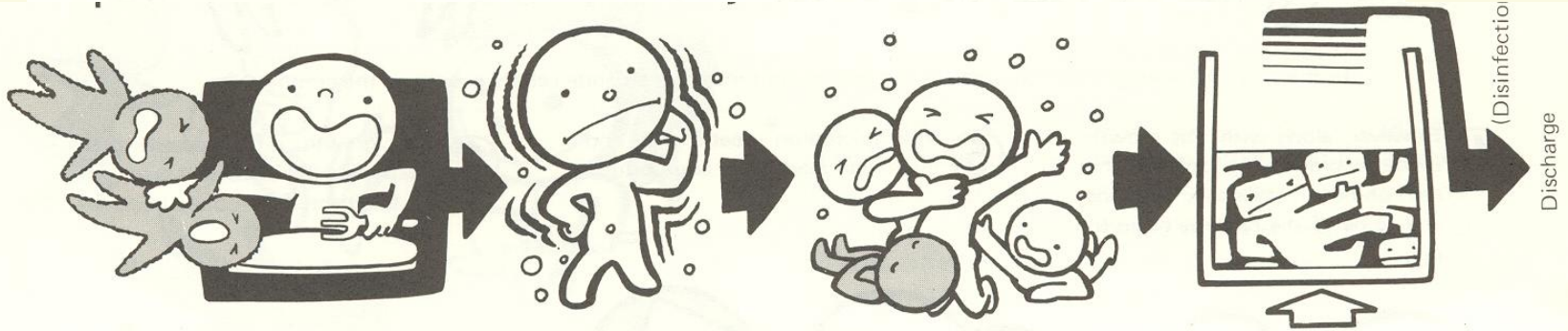
② The bacteria will split if placed in a compatible environment.



③ The cells created by the split bacteria will grow if placed in a compatible environment.



In this way, the average time required for the cells to split into two separate cells is twenty to thirty minutes.



The microorganisms ingest the organic matter contained in the sewage water as food.

The microorganisms grow by leaps and bounds.

The microorganism count increases too much and they begin to enter a period of starvation and death.

The clear water is separated from the sludge, and then the clear water is sterilized.





## 3.1 Συστήματα ενεργού ιλύος

⇒ Περιλαμβάνουν:

(α) **Δεξαμενή αερισμού**, όπου οι μ.ο. καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες (προς  $CO_2$ ) χρησιμοποιώντας  $O_2$  που προστίθεται στα απόβλητα από ειδικές διατάξεις αερισμού και

(β) **Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης**, όπου οι μ.ο. καθιζάνουν και απομακρύνονται (δευτεροβάθμια λάσπη).

⇒ Μέρος της λάσπης αυτής επανακυκλοφορείται στη δεξαμενή αερισμού, ενώ το υπόλοιπο οδηγείται στη γραμμή επεξεργασίας λάσπης.

⇒ Η μέθοδος της ενεργού ιλύος αναπτύχθηκε στην Αγγλία το 1914.

⇒ Έχει υψηλή απόδοση και απαιτεί μικρή έκταση αλλά έχει ανάγκη συστηματικής παρακολούθησης από έμπειρο προσωπικό.

### 3. Δευτεροβάθμια επεξεργασία



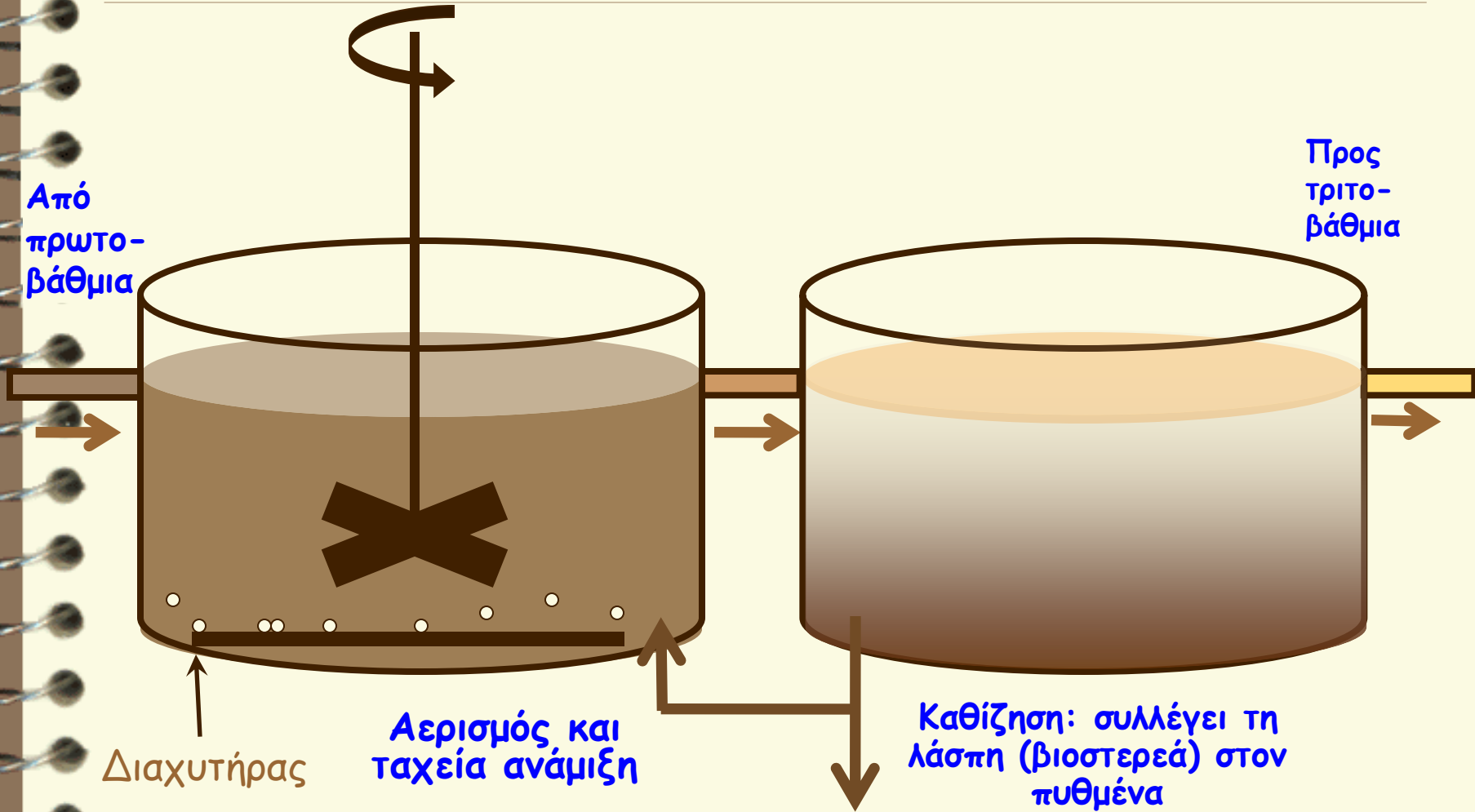
Από  
πρωτο-  
βάθμια

Προς  
τριτο-  
βάθμια

Διαχυτήρας

Αερισμός και  
ταχεία ανάμιξη

Καθίζηση: συλλέγει τη  
λάσπη (βιοστερεά) στον  
πυθμένα





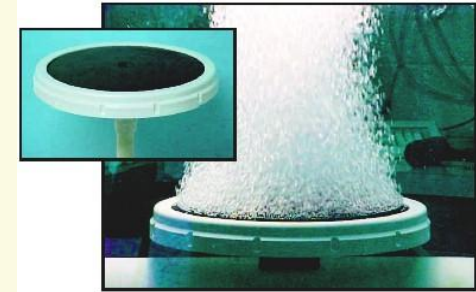
## 3.1 Συστήματα ενεργού ιλύος

- ➔ Τα λύματα εισάγονται σε έναν αντιδραστήρα όπου αερόβιοι μ.ο. διατηρούνται σε αιώρηση.
- ➔ Οι αερόβιες συνθήκες στον αντιδραστήρα επιτυγχάνονται με χρήση διαχυτήρων ή μηχανικών αεριστήρων που δίνουν και την απαραίτητη ενέργεια για ανάδευση.
- ➔ Ύστερα από ορισμένο χρόνο παραμονής τόσο των μ.ο. όσο και του υγρού, το μικτό υγρό οδηγείται στην δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης.
- ➔ Σκοπός της καθίζησης είναι ο διαχωρισμός των στερεών.
- ➔ Το μεγαλύτερο μέρος της λάσπης ανακυκλώνεται στην δεξαμενή αερισμού, ενώ ένα τμήμα της λάσπης ίσο με την καθαρή παραγωγή της, οδηγείται προς κατεργασία.



## 3.1 Συστήματα ενεργού ιλύος

- ➔ Η επιλογή του συστήματος αερισμού απαιτεί τον υπολογισμό της ικανότητας μεταφοράς του  $O_2$  στις εποχικές θερμοκρασίες: διαχυτήρες, μηχανικός τρόπος



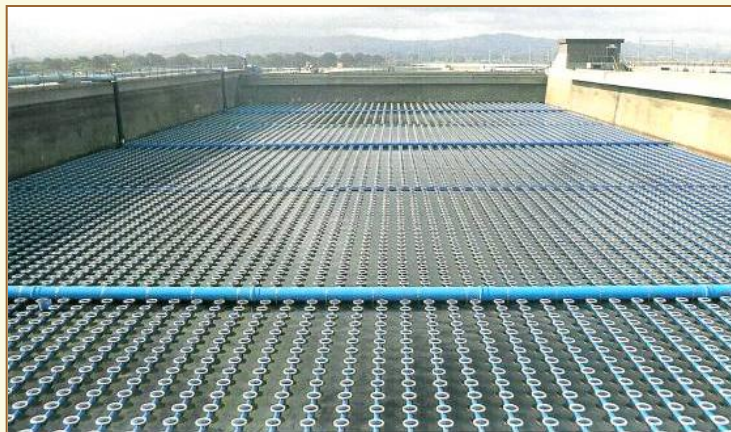


### 3.1 Συστήματα ενεργού ιλύος





## 3.1 Συστήματα ενεργού ιλύος





## 3.1 Συστήματα ενεργού ιλύος





## 3.1 Συστήματα ενεργού ιλύος

- ⇒ Χαρακτηριστική παράμετρος για το ρυθμό επεξεργασίας και τον υπολογισμό των διαστάσεων εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού είναι ο λόγος των οργανικών ουσιών ( $BOD_5$ ) προς τους σαπροφυτικούς οργανισμούς ( $F/M$ ).
- ⇒ Τροφή/μικρόβια =  $F/M = \text{kg } BOD_5/\text{ημέρα και kg MLVSS}$  (MLVSS = Mixed liquor volatile suspended solids)
- ⇒ Για το σχεδιασμό μιας μονάδας επεξεργασίας λυμάτων υπολογίζεται το οργανικό φορτίο ( $BOD_5$ ) που εισέρχεται στη μονάδα καθημερινά, γίνεται η παραδοχή για την τιμή του λόγου  $F/M$  οπότε προκύπτει η συνολική ποσότητα των μ.ο. που πρέπει να υπάρχει στο σύστημα ώστε αυτό να λειτουργεί ικανοποιητικά. Κατόπιν, από μια τυπική τιμή της συγκέντρωσης των μ.ο. στον αντιδραστήρα υπολογίζεται ο απαιτούμενος όγκος της δεξαμενής αερισμού.



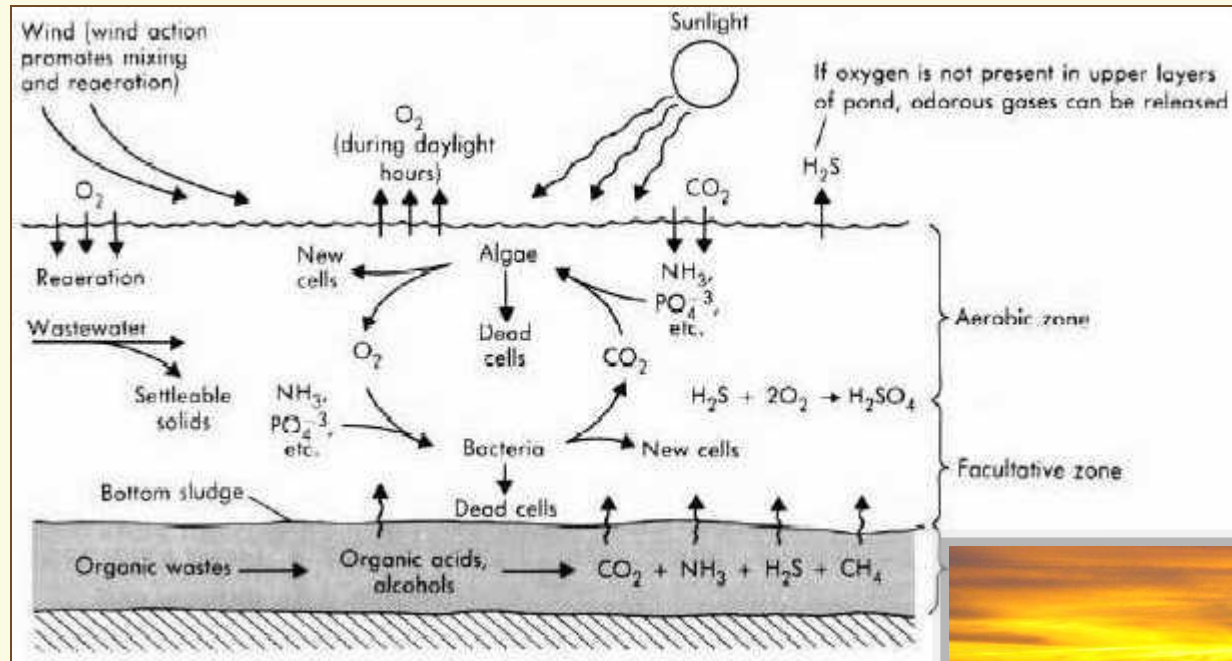


## 3.1 Συστήματα ενεργού ιλύος





### 3.2α Δεξαμενές σταθεροποίησης



Λειτουργία μιας επαμφοτερίζουσας δεξαμενής σταθεροποίησης (Tchobanoglous and Schroeder 1987).





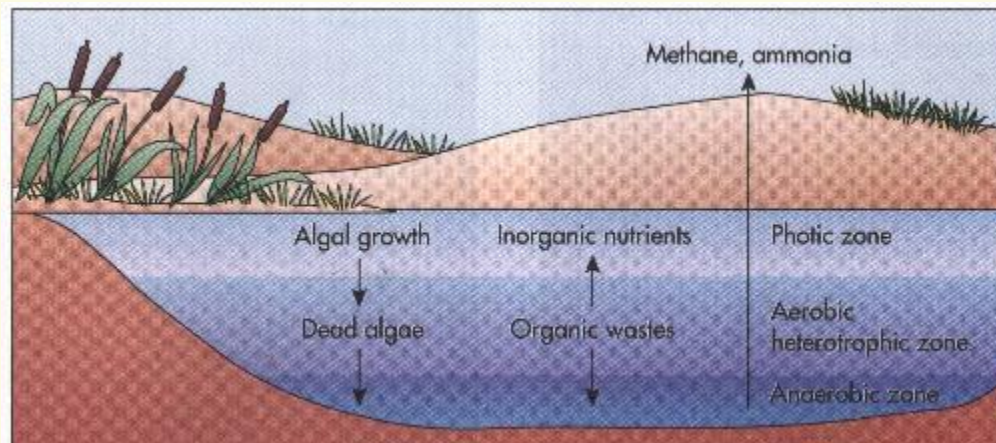
### 3.3 Φυσικά συστήματα επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων

- ⇒ Για μικρά συστήματα εναλλακτική λύση τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων όπως οι δεξαμενές σταθεροποίησης και οι τεχνητοί υγρότοποι.
- ⇒ **Πλεονεκτήματα:**
  - Οι χαμηλές απαιτήσεις σε ενέργεια.
  - Η μη χρησιμοποίηση χημικών προσθέτων.
  - Η εύκολη και χαμηλού κόστους συντήρηση που δεν απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό.
- ⇒ **Μειονεκτήματα :**
  - Η ανάγκη για μεγαλύτερες εκτάσεις.
  - Το ποσοστό απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου δεν είναι τόσο μεγάλο όσο σε μία μονάδα ενεργού ιλύος.



### 3.3 Φυσικά συστήματα επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων

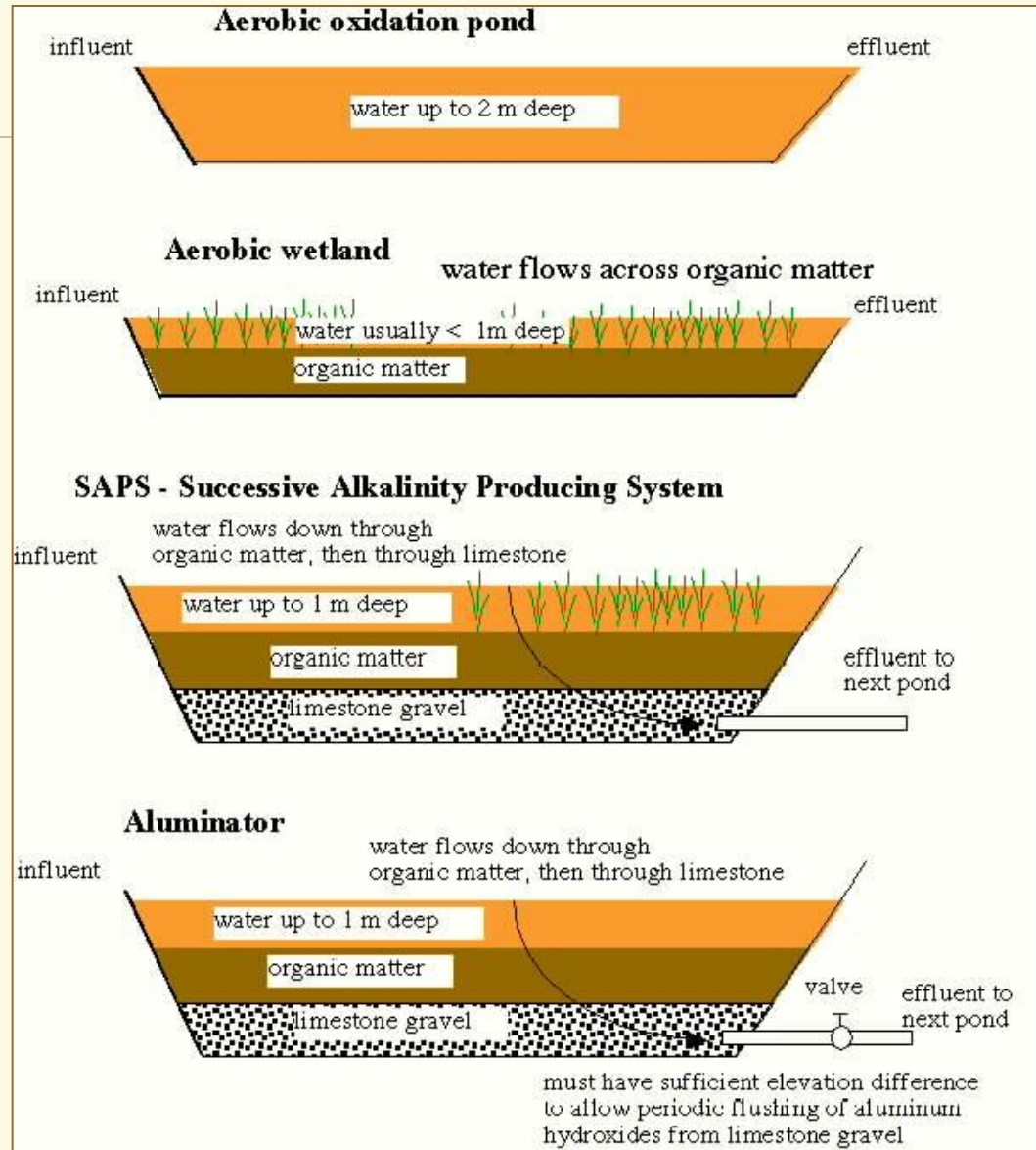
- ⇒ Στα φυσικά συστήματα η επεξεργασία διαρκεί αρκετές ημέρες (> 30) και γίνεται με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας και τη δράση μ.ο. που διασπούν το οργανικό φορτίο σε ανόργανες ενώσεις.
- ⇒ Στους τεχνητούς υγρότοπους μεταφυτεύονται υδροχαρή φυτά τα οποία βοηθούν στη μείωση του οργανικού φορτίου των αποβλήτων.
- ⇒ Τα συστήματα αυτά είναι κατάλληλα για μικρούς οικισμούς
- ⇒ Πιλοτική μονάδα έχει κατασκευασθεί από το ΕΘΙΑΓΕ και συνεργαζόμενους φορείς στην περιοχή δίπλα στο Γαλλικό ποταμό στη Σίνδο Θεσσαλονίκης



### 3. Δευτεροβάθμια επεξεργασία



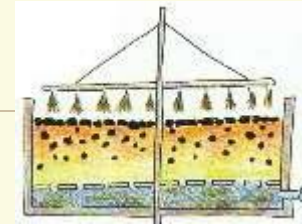
### 3.3. Φυσικά συστήματα επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων





## 3.4. Βιολογικά φίλτρα

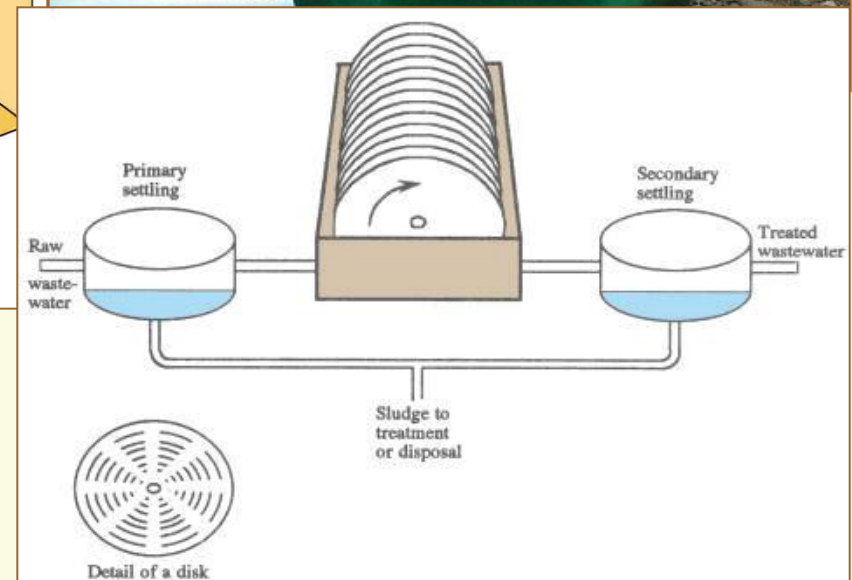
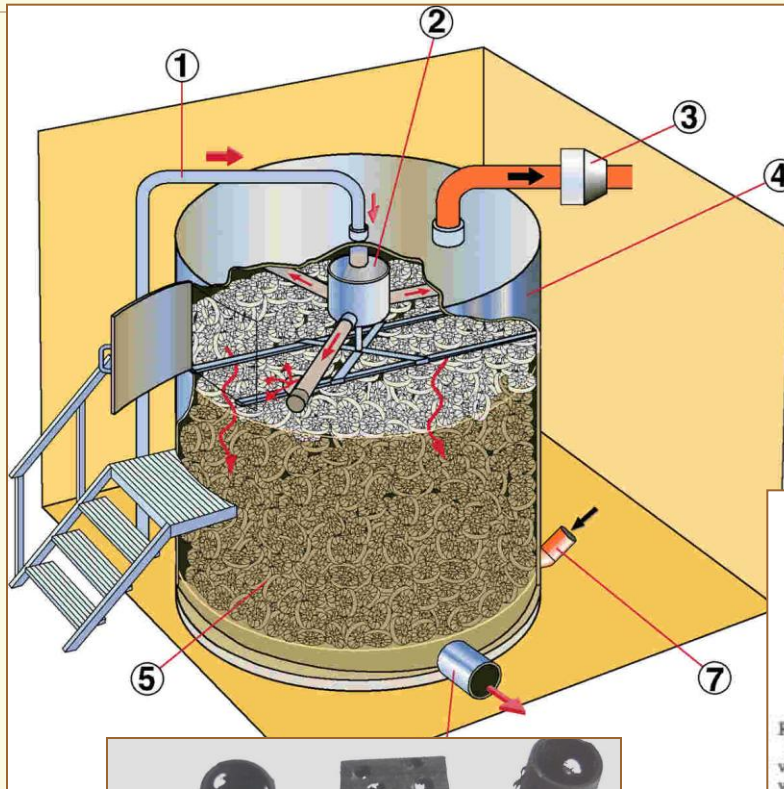
Περιλαμβάνει:



- ⇒ α) Κλίνη με διηθητικό μέσο (αδρανές υλικό π.χ. χαλίκια) πάνω στην επιφάνεια του οποίου είναι προσκολλημένοι οι μ.α. και καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες των αποβλήτων που ρέουν μέσα στο φίλτρο χρησιμοποιώντας οξυγόνο από την ατμόσφαιρα.
- ⇒ β) Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης για την απομάκρυνση των μ.ο. που αποκολλούνται από την επιφάνεια του διηθητικού μέσου και παρασύρονται από τα απόβλητα.
- Υπάρχουν διάφορα είδη βιολογικών φίλτρων, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας.
- Ανάλογη διαδικασία παρατηρείται και στους βιολογικούς δίσκους, όπου οι μικροοργανισμοί βρίσκονται προσκολλημένοι πάνω σε επίπεδες επιφάνειες (δίσκους) που περιστρέφονται μέσα στη μάζα των αποβλήτων.



### 3.4 Βιολογικά φίλτρα





## 4. Τριτοβάθμια επεξεργασία-προχωρημένη







### Σκοπός

- ⇒ Σκοπός της είναι η απομάκρυνση ορισμένων ρύπων που δεν απομακρύνονται στα προηγούμενα στάδια επεξεργασίας.
- ⇒ Η απομάκρυνση αυτή αποσκοπεί στην προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος ή στην προετοιμασία των αποβλήτων για επαναχρησιμοποίηση.
- ⇒ Στην τριτοβάθμια επεξεργασία περιλαμβάνονται φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες.





### Διεργασίες

#### ⇒ Φυσικές:

- η απομάκρυνση της  $\text{NH}_3$  με εκρόφηση,
- των ολικών στερεών με διήθηση, και
- των διαλυτών στερεών με ηλεκτροδιάλυση ή Α.Ω.

#### ⇒ Χημικές:

- η απομάκρυνση των  $\text{NO}_3^-$  και της  $\text{NH}_3$  με ιοντοεναλλαγή, του φωσφόρου με χημική επεξεργασία- καθίζηση και των διαλυμένων οργανικών ουσιών, χλωρίου και βαρέων μετάλλων με ενεργό άνθρακα

#### ⇒ Βιολογικές:

- η σημαντικότερη είναι η νιτροποίηση- απονιτροποίηση για την απομάκρυνση των ενώσεων του αζώτου.



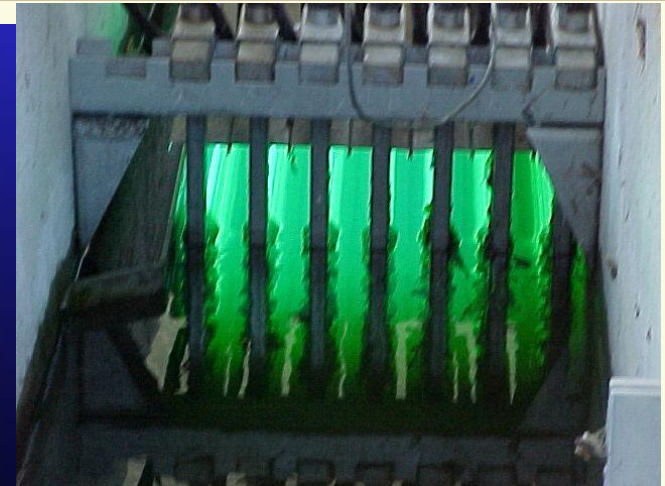
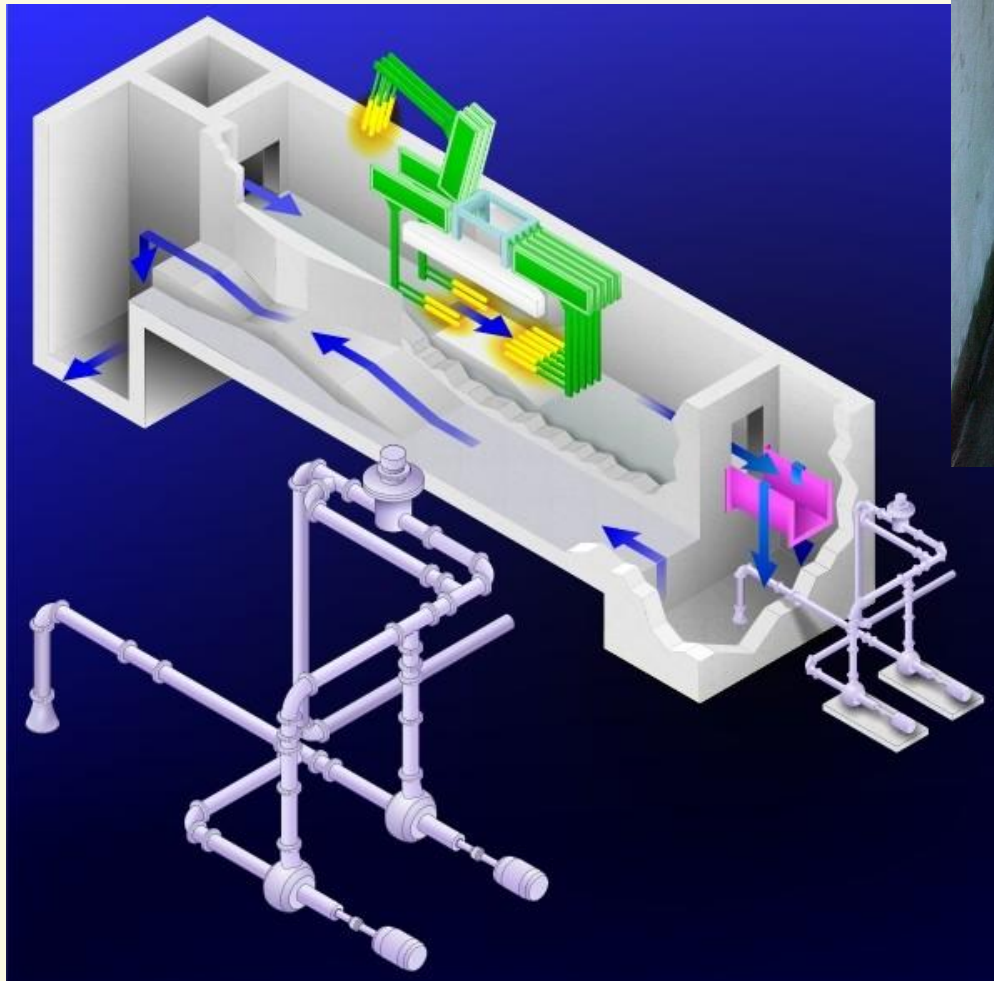


## Απολύμανση

- ⇒ Σκοπός της απολύμανσης είναι η καταστροφή των παθογόνων μ.ο. των αποβλήτων ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση ασθενειών μέσω του νερού του αποδέκτη.
- ⇒ Αποτελεί το τελευταίο στάδιο επεξεργασίας
- ⇒ Μερική απομάκρυνση ή καταστροφή τους γίνεται και στα άλλα στάδια επεξεργασίας.
- ⇒ Η απολύμανση γίνεται με την χρήση χημικών ουσιών (χλώριο, όζον, βρώμιο, διοξείδιο του χλωρίου κλπ.) ή με φυσικά μέσα (θερμότητα, ακτινοβολία).
- ⇒ Το πιο συνηθισμένο μέσο απολύμανσης είναι το **χλώριο**, αλλά η **ακτινοβολία UV** και το **όζον** κερδίζουν έδαφος.



## Απολύμανση

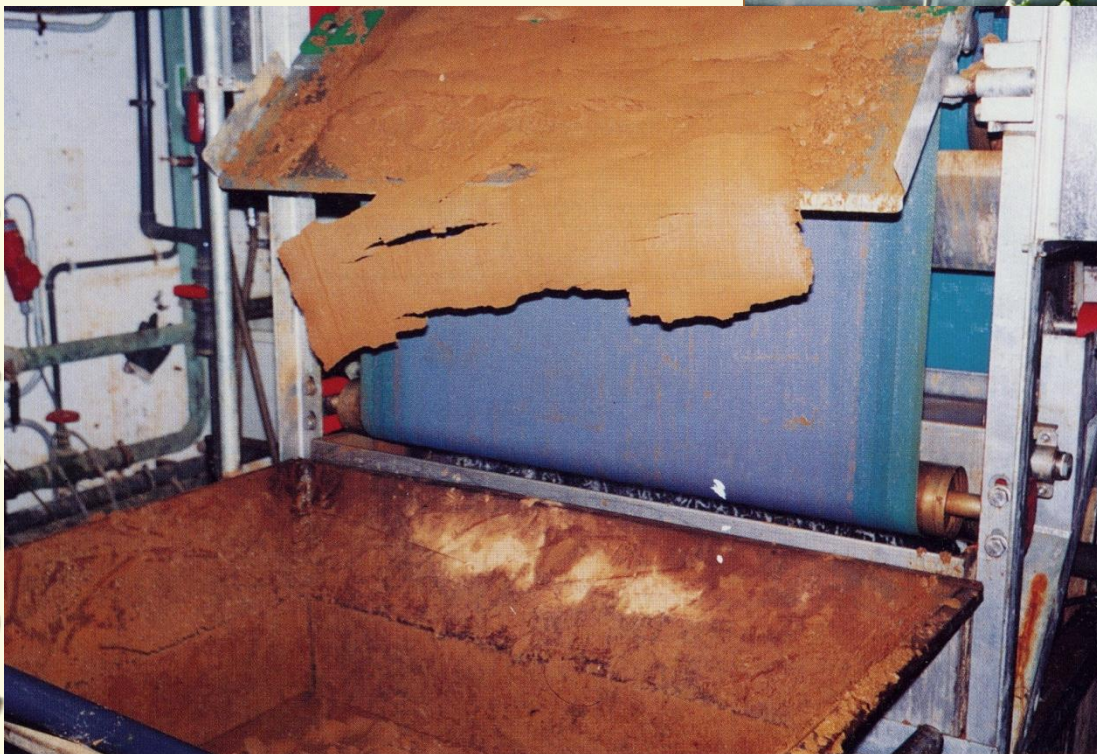


*Απολύμανση με UV. Λιγότερο επικίνδυνο από το χλώριο  
([www.xaraxone.com/FeaturedArt/jc/html/07.htm](http://www.xaraxone.com/FeaturedArt/jc/html/07.htm))*



- ⇒ **Πάχυνση.** Σκοπός της είναι η μείωση του όγκου με απομάκρυνση μέρους του νερού. Η πιο φθηνή και συνηθισμένη μέθοδος είναι η πάχυνση με βαρύτητα, που γίνεται σε δεξαμενές παρόμοιες με τις δεξαμενές καθίζησης.
- ⇒ **Χώνευση.** Σκοπός της χώνευσης είναι η μείωση των παθογόνων μ.ο. η μείωση των οσμών και του όγκου της λάσπης. Υπάρχει αναερόβια και αερόβια χώνευση.
- ⇒ **Αφυδάτωση.** Είναι μία φυσική διεργασία που χρησιμοποιείται για μείωση του περιεχομένου της υγρασίας. Η αφυδάτωση μπορεί να γίνει με φυγοκέντρηση ή με διήθηση.

# Επεξεργασία ιλύος





## Διάθεση ιλύος από επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων

- ⇒ Ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι ΜΚΑ είναι η διάθεση της ιλύος.
- ⇒ Η ΚΥΑ 80568/4225/91 έχει καθορίσει τους όρους και περιορισμούς για τη χρησιμοποίηση στη γεωργία της ιλύος. Με βάση την ΚΥΑ, η χρήση επιτρέπεται με ορισμένους περιορισμούς
- ⇒ Οι οριακές τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στην ιλύ που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

Παράμετροι	Οριακές τιμές (mg/kg ξηράς ουσίας)
Κάδμιο	20-40
Χαλκός	1000-1750
Νικέλιο	300-400
Μόλυβδος	750-1200
Ψευδάργυρος	2500-4000
Υδράργυρος	16-25



## Διάθεση ιλύος από επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων

Με βάση το άρθρο 5 της ΚΥΑ, απαγορεύεται η χρησιμοποίηση της ιλύος:

- ⇒ Σε λειμώνες ή εκτάσεις καλλιέργειας ζωοτροφών, εφόσον οι λειμώνες πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για βοσκή ή οι ζωοτροφές πρόκειται να συγκομισθούν πριν από την πάροδο ενός ορισμένου χρονικού διαστήματος.
- ⇒ Σε καλλιέργειες οπωροκηπευτικών κατά την περίοδο της βλάστησης, με εξαίρεση τις καλλιέργειες οπωροφόρων δένδρων.
- ⇒ Σε εδάφη που προορίζονται για καλλιέργειες οπωροκηπευτικών, για περίοδο δέκα μηνών πριν από τη συγκομιδή

Στην πραγματικότητα όμως στην Ελλάδα ελάχιστες είναι οι περιπτώσεις όπου η σταθεροποιημένη και ξηρή λάσπη των βιολογικών σταθμών έχει χρησιμοποιηθεί στη γεωργία. Η μέθοδος αυτή συνηθίζεται πολύ σε άλλες χώρες π.χ. στη Γαλλία.