



# Επεξεργασία αστικών υγρών αποβλήτων



Νίκος Σακκάς, Δρ. Μηχανικός  
ΤΕΙ Κρήτης

# Γιατί είναι απαραίτητη η επεξεργασία

☒ Για να προστατευτεί η **ποιότητα του αποδέκτη** από:

● **Ελάττωση του διαλυμένου οξυγόνου** και αλλοίωση του οικοσυστήματος

● **Αισθητική υποβάθμιση** (οσμές, μη διαύγεια, κτλ.)

● **Φαινόμενα ευτροφισμού** (υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών)

● **Φαινόμενα τοξικότητας** (βαριά μέταλλα, PCBs, κτλ.)

☒ Για να προστατευτεί η **υγεία των ανθρώπων**

● **Από παθογόνα μικρόβια** που μπορεί να εισέλθουν στον οργανισμό είτε από το στόμα είτε από το δέρμα



# Τυπικά ποιοτικά χαρακτηριστικά αστικών αποβλήτων (σε mg/l)

Αλκαλικότητα	50- 200
BOD5	100-300
COD	250-1000
SS (αιωρ. στερεά)	100-350
Ολικό N	20-80
Ολικός P	5-20

# Φάσεις επεξεργασίας- 1

- Προεπεξεργασία (pre-treatment) με σίτες, κόσκινα, κτλ., για την απομάκρυνση των ευμεγεθών στερεών
- Πρωτοβάθμια καθίζηση (preliminary sedimentation), για την απομάκρυνση των μικρότερων στερεών
- Δευτεροβάθμια επεξεργασία (biological treatment), για την απομάκρυνση του διαλυμένου BOD.  
Περιλαμβάνει από κοινού
  - Αερισμό (aeration) και
  - Δευτεροβάθμια καθίζηση (secondary clarification)



## Φάσεις επεξεργασίας- 2

- **Απολύμανση (disinfection)** για την απομάκρυνση των παθογόνων μικροβίων
- **Τριτοβάθμια επεξεργασία (tertiary treatment)** για την απομάκρυνση των θρεπτικών (N, P) και τυχόν άλλων ουσιών

# Αερισμός

- Ενεργός ιλύς (activated sludge)
- Φίλτρα (trickling filters)
- Περιστρεφόμενοι δίσκοι (rotating contactor beds)



# Τριτοβάθμια επεξεργασία

- **Νιτροποίηση- απονιτροποίηση (nitrification-denitrification)**
- **Φίλτρανση (filtration)**
- **Προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα (carbon adsorption)**





# Επεξεργασία ιλύος- τυπικές διαδικασίες

- ❏ Πάχυνση (thickening) για αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών- ελάττωση του όγκου
- ❏ Σταθεροποίηση (stabilization) για αποδόμηση του οργανικού φορτίου
- ❏ Προετοιμασία για απονέρωση (conditioning) για εύκολη απονέρωση
- ❏ Απονέρωση (dewatering)
- ❏ Διάθεση (Disposal) σε χωματερή ή ως εδαφοβελτιωτικό



# Αερόβια επεξεργασία

## ● Βασική Βιοχημεία

●  $\mu/o + O_2 + \text{οργανικό υλικό} \rightarrow CO_2 + NH_4 +$   
περισσότεροι  $\mu/o$

## ● Χαρακτηριστικά

- Κατάλληλη για πολλούς τύπους οργανικού υλικού
- Σταθερά τελικά προϊόντα
- Υψηλοί ρυθμοί ανάπτυξης  $\mu/o$
- Υψηλή απαίτηση σε οξυγόνο

# Αναερόβια επεξεργασία

## ■ Βασική Βιοχημεία

●  $\mu/o + NO_3 + SO_4 + \text{οργανικό υλικό} \rightarrow N_2 + NH_4 + H_2S + \text{οξέα} + \text{περισσότεροι } \mu/o$

## ■ Χαρακτηριστικά

- Κατάλληλη για πολλούς τύπους οργανικού υλικού
- Οσμές
- Χαμηλοί ρυθμοί ανάπτυξης  $\mu/o$
- Χαμηλή παραγωγή ενέργειας

# Ενεργός ιλύς- 1

- Η οργανική ύλη (BOD) έρχεται σε καλή μίξη και επαφή
  - Με υψηλές συγκεντρώσεις μ/ο
  - Με το απαραίτητο οξυγόνο για να συντηρηθεί η αντίδραση
- Το BOD μετατρέπεται σε CO<sub>2</sub>
- Παράγονται μεγάλες ποσότητες μ/ο (ενεργός ιλύς)
- Η ενεργός ιλύς καθιζάνει στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης
  - Ένα μέρος επιστρέφει στη δεξαμενή αερισμού
  - Ένα μέρος απομακρύνεται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ιλύος

# Ενεργός ιλύς- 2

## ● Τυπικές τιμές

● Χρόνος παραμονής 6-8h

● Ανάγκη για 8m<sup>3</sup> αέρα για κάθε m<sup>3</sup> λύματος

● Επιστροφή ιλύος περίπου 20- 30% της παροχής των λυμάτων

# Νιτροποίηση- Απονιτροποίηση

## Νιτροποίηση





## Απονιτροποίηση






# Χαρακτηριστικά ρευμάτων ιλύος



## Ιλύς προεπεξεργασίας

-  Αδρανή υλικά- γυαλί, χώμα, άμμος, κτλ.
-  Απονερώνεται εύκολα

## Ιλύς πρωτοβάθμιας καθίζησης

-  Οργανικό περιεχόμενο > 70%
-  Στερεά 3- 8%
-  Έντονη οσμή

## Ιλύς δευτεροβάθμιας καθίζησης

-  Οργανικό περιεχόμενο > 90%
-  Στερεά 0.5- 2%



# Πάχυνση (thickening)

☒ Με καθίζηση

☒ Με επίπλευση (flotation), τεχνική περισσότερο κατάλληλη για δευτεροβάθμια (βιολογική) ιλύ



# Σταθεροποίηση (stabilization)- 1

## ■ Αερόβια σταθεροποίηση

- Υψηλή απαίτηση σε οξυγόνο
- Μεγάλοι χρόνοι παραμονής
- Υγρό επανακυκλοφορείται στην εγκατάσταση επεξεργασίας
- Κακή ποιότητα τελικής ιλύος





# Σταθεροποίηση (stabilization)- 2

## ■ Αναερόβια σταθεροποίηση

- Το οργανικό φορτίο διασπάται σε οξέα και αυτά στη συνέχεια σε CO<sub>2</sub> και CH<sub>4</sub>
- Αργή διαδικασία
- Ανάγκη για θέρμανση στους 35° (μεσόφιλοι μ/ο), αν και το μεθάνιο μπορεί να αξιοποιηθεί για το σκοπό αυτό
- Στεγανή (και σχετικά ακριβή) εγκατάσταση