



**Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών**  
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

# Χημική και Περιβαλλοντική Τεχνολογία

## Διάλεξη 7η: Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων

**Νικόλαος Γ. Σαββάκης**

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

ΕΛΜΕΠΑ

Ακαδημαϊκό Έτος 2022-2023

# Υγρά απόβλητα

- **Αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης της ρύπανσης των υδάτινων πόρων είναι η κατάλληλη επεξεργασία και διαχείριση των υγρών αποβλήτων, ώστε να απομακρυνθούν τα «βλαβερά» συστατικά και να διατεθούν ακίνδυνα στο περιβάλλον.**
- Στα πλαίσια της ενότητας θα αναφερθούμε
  - **Υγρά απόβλητα** (προέλευση, εκτίμηση της παροχής, ποιοτικά χαρακτηριστικά κλπ.)
  - **Επεξεργασία** (μέθοδοι επεξεργασίας-σχεδιασμός)



Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων στην Ψυττάλεια

# Ιστορική Αναδρομή (Διαχ. Υγρων αποβλήτων)

- **Μινωϊκά ανάκτορα και Αρχαία Ρώμη:** αποχετεύσεις για όμβρια
- **μέσα του 16ου αιώνα** άρχισαν να διατίθενται τα υγρά απόβλητα σε καλλιέργειες
- **μέσα του 19ου αιώνα,** άρχισαν να κατασκευάζονται μεικτά αποχετευτικά συστήματα
- **1887** εφαρμόστηκε χημική καθίζηση των αποβλήτων στις Η.Π.Α
- **1868** κατασκευάστηκε στην Αγγλία το πρώτο αμμοδιυλιστήριο
- **1882** εφαρμόστηκε αερισμός των υγρών αποβλήτων
- **1893** κατασκευάστηκε το πρώτο χαλικοδιυλιστήριο στην Αγγλία
- **1904** στην Γερμανία επινοήθηκε η πρώτη σηπτική δεξαμενή Imhoff
- **1916** στις Η.Π.Α. : εισάγεται η διεργασία της ενεργού ιλύος (activated sludge)

# Υγρά απόβλητα - Προέλευση

**Υγρά απόβλητα**: νερό που έχει χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους και είναι ακάθαρτο και επιβλαβές για το περιβάλλον.

- **Αστικά λύματα**: από οικιακά συγκροτήματα, γραφεία, καταστήματα, σχολεία, ξενοδοχεία κτλ.
- **Βιομηχανικά απόβλητα**: εισέρχονται στο αποχετευτικό σύστημα χωρίς (ή μετά από) μερική επεξεργασία.
- **Επιφανειακά νερά απορροής**: νερά της βροχής μαζί με τα προϊόντα έκπλυσης των δρόμων που καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα.
- **Νερά διήθησης - εισροής**: τα δέχεται το αποχετευτικό σύστημα λόγω της μη απόλυτης στεγανότητας του.

# Υγρά απόβλητα - Προέλευση



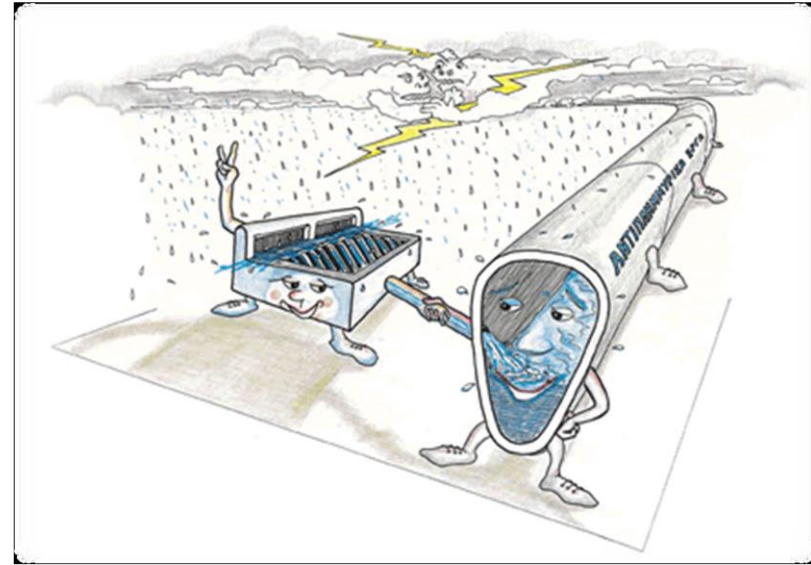
# Αποχέτευση

- Αστικά Υγρά απόβλητα → Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Αστικών Υγρών Αποβλήτων με δύο τρόπους:

1. με αποχετευτικά δίκτυα
2. με βυτία βοθρολυμάτων.

**Τα αποχετευτικά δίκτυα είναι κυρίως δύο τύπων:**

- χωριστικά, δηλαδή αφ' ενός μεν για αστικά, αποστραγγιζόμενα και εισρέοντα (χωριστικό σύστημα), αφ' εταίρου δε αποκλειστικά για όμβρια νερά.
- παντοροϊκά (για όλα τα είδη προέλευσης).



# 1. Παροχή Υγρών Αποβλήτων

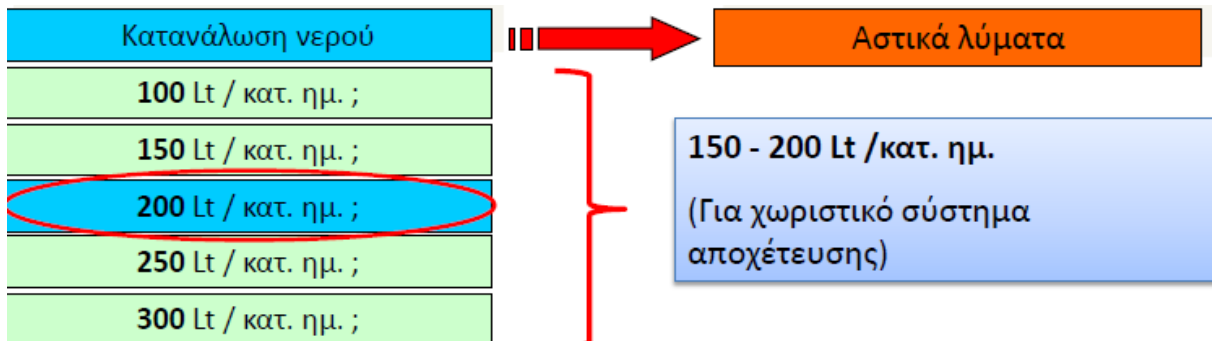
Ο υπολογισμός της παροχής των υγρών αποβλήτων μπορεί να επιτευχθεί:

- **Με μέτρηση** → **Απ' ευθείας (ΑΚΡΙΒΗΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ)**

- Μέτρηση της Παροχής για ανοικτά αυλάκια
- Μέτρηση της Παροχής για κλειστούς αγωγούς

- **Με εκτίμηση** → **Μέσω δεδομένων ζήτησης νερού**

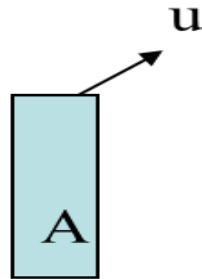
- Εκτίμηση της Παροχής των Υγρών Αποβλήτων με βάση τη ζήτηση για νερό χρήσης



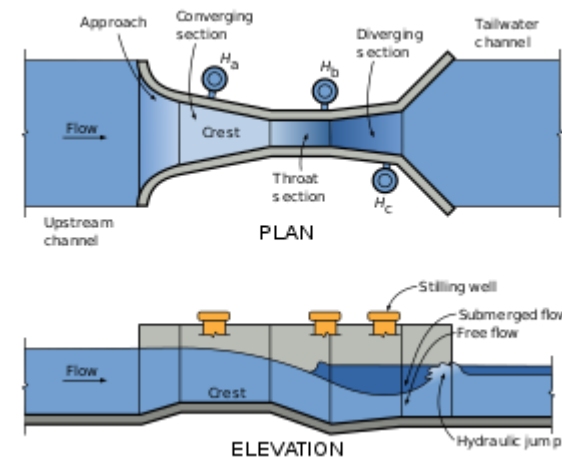
# Μέτρηση της Παροχής για ανοικτά αυλάκια

- Στηρίζεται στη διαφορά πίεσης που προκαλείται από κάποιο τεχνητό εμπόδιο, που μπορεί να είναι για παράδειγμα ένα συρμάτινο πλέγμα ή κάποιου τύπου στένωση
- Εναλλακτικά, προσδιορίζουμε το εμβαδόν της κάθετης στη ροή επιφάνειας (**A**) και την ταχύτητα του ρευστού (**u**), οπότε  $Q = A \cdot u$ , όπου

$$u = \frac{\text{μ\acute{\eta}\text{κος}}}{\text{χρ\acute{o}\text{νος}}$$



- *Η πλέον συνηθισμένη μέθοδος μέτρησης της παροχής των αστικών υγρών αποβλήτων είναι το αυλάκι τύπου Parshall*



# Εκτίμηση Παροχής Υγρών Αποβλήτων (με βάση τη ζήτηση)

- Πρόβλημα της μεθόδου: **Μόνο** το **60-80%** της κατανάλωσης "**μεταφράζεται**" σε δημιουργία αποβλήτων.
- Η διαφορά αποδίδεται συνήθως σε απώλειες στο σύστημα διανομής, καθώς και στη δημόσια χρήση, όπως για πυρόσβεση, πλύσιμο δρόμων και πάρκων.



# Τυπικές τιμές ζήτησης νερού από εγκαταστάσεις



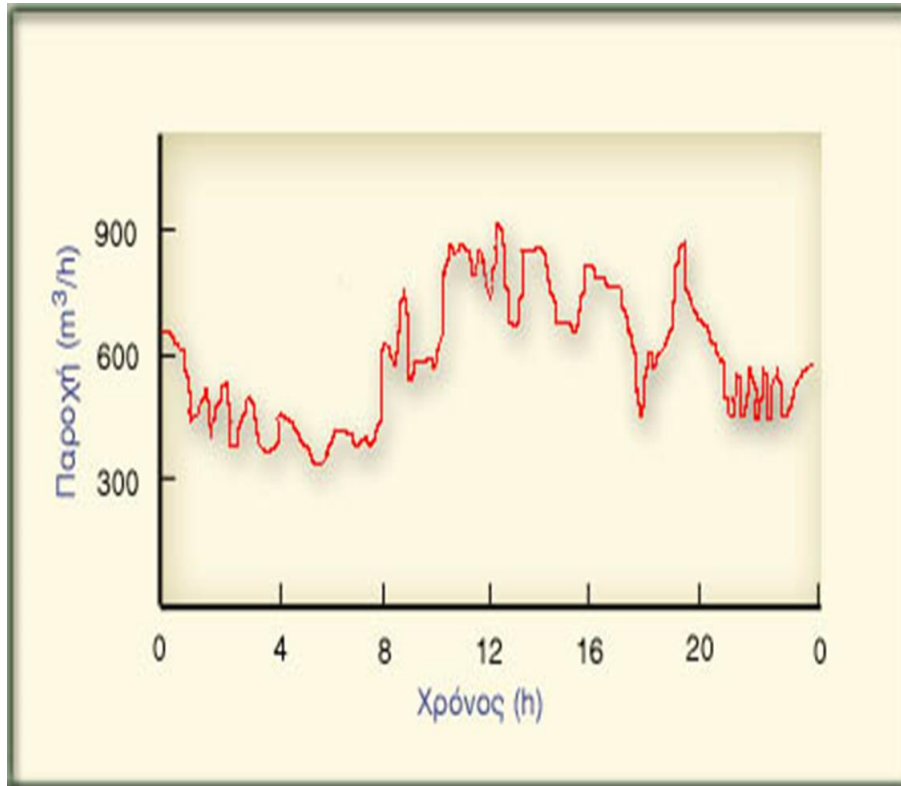
Χρήστης	Παροχή σε L/(άτομο ή μονάδα)
Οικιακή	150-800
Βιομηχανική	40-400
Δημόσια χρήση	20-80
Αεροδρόμιο (ανα επιβάτη)	10-20
Διαμέρισμα (ανά κάτοικο)	350-800
Ξενοδοχείο (αναεπισκεπτη)	300-500
Νοσοκομείο (ανά ασθενή)	700-1200
Γραφείο (ανά εργαζόμενο)	40-80
Σχολείο (ανά μαθητή)	40 - 100



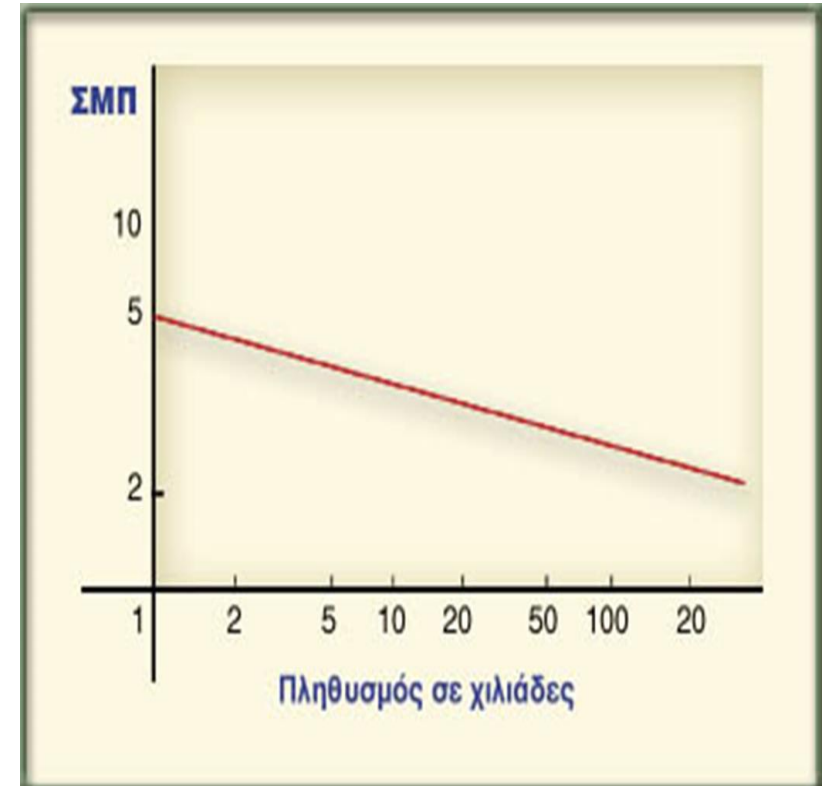
# Τυπικές τιμές ζήτησης νερού από εγκαταστάσεις

- Η **παροχή από κατοικίες** εκτιμάται ως **150-380 L/άτομο·d**. → Η συνολική παροχή δίνεται τότε από το γινόμενο της μέσης παροχής κατ' άτομο επί τον συνολικό πληθυσμό της περιοχής.
- Η **παροχή υγρών αποβλήτων από εμπορικές περιοχές** εκφράζεται συνήθως σε  $\text{m}^3/\text{εκτάριο}\cdot\text{d}$  και ποικίλλει από **42 - 1500  $\text{m}^3/\text{εκτάριο}\cdot\text{d}$** .
- Οι τυπικές μέσες **παροχές για βιομηχανικές περιοχές** εξαρτώνται από τον τύπο και το μέγεθος των βιομηχανιών και μπορεί να ληφθεί τυπικά ως **5  $\text{m}^3/\text{στρεμ}\cdot\text{d}$** .
- Η μέση **παροχή από αποστραγγιζόμενα νερά** είναι τυπικά **0,02-2,8  $\text{m}^3/\text{στρεμ}\cdot\text{d}$** . → Η παροχή από εισρέοντα νερά ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή και γενικά υπολογίζεται δύσκολα.

# Διακυμάνσεις Παροχής των Αστικών Υγρών Αποβλήτων



Σχήμα 2.3 Ημερήσιες διακυμάνσεις παροχής αστικών υγρών αποβλήτων της πόλης του Ηρακλείου Κρήτης. Παρατηρείστε τη σχετικά μειωμένη παροχή κατά τις πρώτες πρωινές ώρες.



Σχήμα 2.4 Συντελεστής μέγιστης παροχής για κατοικημένες περιοχές

$$\text{ΣΜΠ} = \frac{(\text{μέγιστη ωριαία παροχή})}{(\text{μέση ημερήσια παροχή})}$$

# Σύσταση Υγρών Αποβλήτων

- Τα **υγρά αστικά απόβλητα** περιέχουν κυρίως:
  - **Οργανικές ουσίες** (υδατάνθρακες, λίπη, έλαια, πρωτεΐνες, φαινόλες, επιφανειακά τασιενεργες ουσίες),
  - **Ανόργανες ουσίες** (άζωτο, φώσφορο, διάφορα άλατα) και,
  - **Διάφορα στερεά.**
- Περιέχουν επίσης **ουσίες** οι οποίες βρίσκονται σε **κολλοειδή μορφή**, **μικροοργανισμούς**, **τοξικές ουσίες**, **μέταλλα**, **ιχνοστοιχεία** καθώς και **διαλυμένα αέρια**, όπως **αμμωνία (NH<sub>3</sub>)**, **υδρόθειο (H<sub>2</sub>S)** κ.ά.

# Σύσταση υγρών αποβλήτων

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΡΥΠΑΝΣΗ gr/κατ. ημ.	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ mg/L
Ολικά στερεά	100 – 150	680 – 1.000
Πτητικά στερεά	65 – 85	380 – 500
Αιωρούμενα στερεά	35 – 50	200 – 290
Οργανική ύλη ως BOD <sub>5</sub>	50 – 70	200 – 400
Οργανική ύλη ως COD	115 – 125	680 – 730
Ολικό άζωτο	6 – 17	35 – 100
Αμμωνία	1 – 3	6 – 18
Νιτρώδη & Νιτρικά	< 1	< 5
Ολικός φώσφορος	2 – 4	6 – 24
Ολικά κολοβακτηριοειδή	-	10 <sup>10</sup> - 10 <sup>12</sup> αποικ./mL
Κολοβακτηριοειδή κοπράνων	-	10 <sup>8</sup> - 10 <sup>10</sup> αποικ./mL

# Ποιοτικά χαρακτηριστικά Υγρών Αποβλήτων

- **Φυσικά χαρακτηριστικά**

- Στερεά, Οσμή, Θερμοκρασία, Χρώμα

- **Χημικά χαρακτηριστικά**

- **Κατατάσσονται σε:** Οργανικά συστατικά, Ανόργανα συστατικά, Αέρια

- **Βιολογικά χαρακτηριστικά**

- Είδη μικροοργανισμών

# Φυσικά χαρακτηριστικά - Στερεά

- Βρίσκονται **αιωρούμενα** ή **διαλυμένα** στη μάζα των αποβλήτων και αποτελούνται από **οργανικά** και **ανόργανα** συστατικά.
- Τα **ολικά στερεά (Total Solids, TS)** ορίζονται ως το **υπόλειμμα δείγματος αποβλήτων μετά από εξάτμισή του στους 103 - 105°C** και μετριοούνται σε (mg υπολ./L δείγματος).
- Τα **TS** διακρίνονται **ανάλογα με το μέγεθος τους** σε δύο κατηγορίες:
  - **Αιωρούμενα στερεά (suspended solids, SS)** : μεγέθους >1μm
  - **Διηθούμενα στερεά (filterable solids, FS)**: μεγέθους <1μm
- Τα **SS** τα διαχωρίζουμε από τα **FS** με κατάλληλα φίλτρα

# Φυσικά χαρακτηριστικά - Στερεά

Τα **Αιωρούμενα στερεά** (Suspended Solids, **TSS**) περιλαμβάνουν:

- **Καθιζάνοντα Στερεά** (settleable solids):
  - Τυπικά: > από 10 $\mu$ m
  - η ύλη που καθιζάνει στον πυθμένα ενός κωνικού δοχείου Imhoff σε 1h
- **μη-Καθιζάνοντα Στερεά** (non-settleable solids)



# Φυσικά χαρακτηριστικά - Στερεά

Τα **Διηθούμενα Στερεά (filterable solids, FS)** τα διακρίνουμε σε:

- **Κολλοειδή στερεά :**
  - Διάμετρο: 0,001  $\mu\text{m}$  - 1 $\mu\text{m}$
  - Για να επιτευχθεί η απομάκρυνση των κολλοειδών από τα απόβλητα απαιτείται βιολογική οξείδωση ή κροκίδωση ακολουθούμενη από καθίζηση.
- 
- **διαλυμένα στερεά (Disolved Solids, DS):**
  - διάμετρο < από 1nm.
  - Τα διαλυμένα στερεά αποτελούνται από οργανικά και ανόργανα μόρια και ιόντα που είναι διαλυμένα στο νερό.

# Φυσικά χαρακτηριστικά - Στερεά

Καθεμία από τις κατηγορίες στερεών μπορεί να διαχωριστεί περαιτέρω, ανάλογα με την πτητικότητα τους, σε:

- **πτητικά στερεά (Volatile Solids, VS):**

- Προσδιορίζονται με καύση του στερεού υπολείμματος στους 550°C.
- Κατά την καύση οξειδώνονται πρακτικά όλες οι οργανικές ουσίες → η απώλεια βάρους η οποία προσδιορίζει τα πτητικά στερεά αποτελεί μέτρο των οργανικών ουσιών που περιέχονται στα υγρά απόβλητα.

- **μη πτητικά στερεά (Non Volatile Solids)**

- Αναφέρεται στις ανόργανες ουσίες που περιλαμβάνονται στα υγρά απόβλητα.

# Φυσικά χαρακτηριστικά-Θερμοκρασία

- Κυμαίνεται από **10 - 25°C**.



- **Αύξηση της θερμοκρασίας επιφέρει:**
  - **Ανάπτυξη των μικροοργανισμών** που ευνοούνται από υψηλές θερμοκρασίες.
  - **Επιτάχυνση των βιολογικών διεργασιών:** μείωση της διαλυτότητας των αερίων στη μάζα των αποβλήτων, κυρίως του οξυγόνου.
  - **Επιτάχυνση των χημικών αντιδράσεων.**

# Φυσικά χαρακτηριστικά - Χρώμα

- Το χρώμα είναι **ενδεικτικό** της ηλικίας και της προέλευσης των αποβλήτων.
- Απόβλητα που **δεν έχουν υποστεί σήψη** έχουν **γκρίζο** χρώμα. Αντίθετα, όσα έχουν υποστεί **σήψη** έχουν **μαύρο** χρώμα.
- Η αλλαγή του χρώματος **οφείλεται** στην κατανάλωση του διαλυμένου οξυγόνου (DO) από τους μικροοργανισμούς που διασπούν τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων.

# Φυσικά χαρακτηριστικά - Οσμή

- Προκαλείται από αέρια που απελευθερώνονται την διάσπαση οργανικής ύλης.
- Γίνεται **πιο έντονη** με την πάροδο του χρόνου.
- Κύριες ενώσεις που προκαλούν δυσοσμία είναι: **αμίνες, αμμωνία, διαμίνες, υδρόθειο, μερκαπτάνες (π.χ.  $\text{CH}_3\text{SH}$ ) οργανικά σουλφίδια, κλπ.**
- Στη δημιουργία δυσάρεστων οσμών συμμετέχουν και ουσίες από βιομηχανικά απόβλητα, όπως φαινόλες, χλωροφαινόλες κτλ.

# Χημικά χαρακτηριστικά - Οργανικά συστατικά

- **Πρωτεΐνες:** Είναι μακρομοριακές ασταθείς ενώσεις αποτελούμενες κυρίως από C, H, O, N και S, P, και Fe που αποσυντίθεται εύκολα από τους μικροοργανισμούς.
- **Υδατάνθρακες:** περιέχουν C, O και H.
- **Λιπίδια:** περιέχονται στα αστικά απόβλητα αφού αποτελούν συστατικά των τροφών του ανθρώπου. Σημαντικότερα λιπίδια: τα λάδια (υγρά λιπίδια) και τα λίπη (στερεά λιπίδια).
- **Τασιενεργές ουσίες:** Περιέχονται στα αστικά υγρά απόβλητα ως συστατικά των απορρυπαντικών, σαπουνιών κλπ.
- **Φαινόλες:** περιέχονται σε βιομηχανικά απόβλητα (π.χ. κασιόγαρος ελαιουργείων) και δεν διασπώνται από μικροοργανισμούς σε μεγάλες συγκεντρώσεις (>500 mg/l).
- **Εντομοκτόνα, φυτοφάρμακα:** τοξικές ενώσεις για όλες τις μορφές ζωής. Καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα μέσα από την απορροή αγροτικών περιοχών.

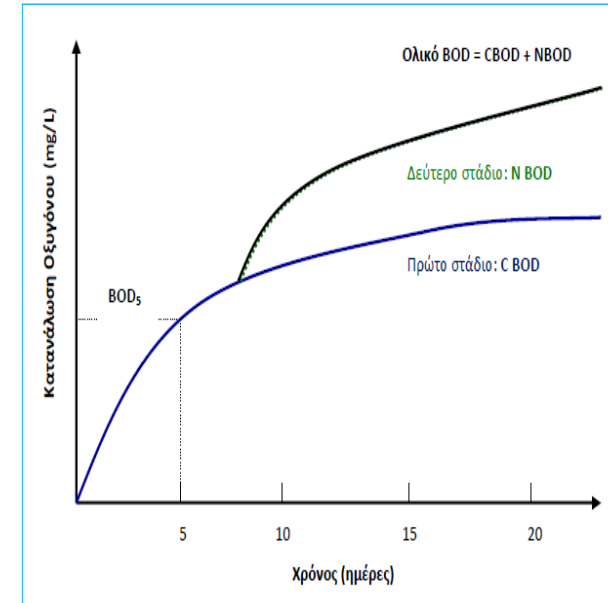


# Χημικά χαρακτηριστικά - Οργανικά συστατικά

## Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο

### (Biochemical Oxygen Demand – BOD)

- Η ποσότητα του  $O_2$  που απαιτείται για την οξείδωση των οργανικών συστατικών των αποβλήτων από μικροοργανισμούς (μ/ο) σε αερόβιες συνθήκες. Η οξείδωση αυτή δίνεται παραστατικά από την αντίδραση:  
**Οργαν. Ενώσεις +  $O_2$  + μ/ο  $\rightarrow$  Νέοι μ/ο +  $CO_2$  +  $NH_3$  +  $H_2O$  + ενέργεια**
- Η διαδικασία αυτή είναι **σχετικά αργή** και ολοκληρώνεται πρακτικά (οξείδωση σε τελικά προϊόντα 95 – 99%) **σε 20 ημέρες**, οπότε το προσδιοριζόμενο απαιτούμενο οξυγόνο **καλείται τελικό BOD (BOD)**.
- Στη **συνηθισμένη πρακτική** έχει επικρατήσει ο **προσδιορισμός του BOD στις 5 ημέρες (BOD<sub>5</sub>)**, μέσα στις οποίες οξειδώνονται οι απλές οργανικές ουσίες που αντιπροσωπεύουν **ένα ποσοστό 60 – 70% των συνολικών οργανικών ουσιών**.



Στο 1<sup>ο</sup> στάδιο αποικοδομούνται οι ενώσεις του άνθρακα-C (υδατάνθρακες, λίπη), ενώ στο 2<sup>ο</sup> οι ενώσεις του αζώτου-N (πρωτεΐνες, αμινοξέα)

# Χημικά χαρακτηριστικά - Οργανικά συστατικά

## Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand-COD)

- Η ποσότητα του  $O_2$  που απαιτείται για την πλήρη χημική οξείδωση των οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου σε  $CO$  και  $H_2O$  από ισχυρό οξειδωτικό μέσο (διχρωμικό κάλιο) και σε όξινες συνθήκες.
- Κατά τον προσδιορισμό\* του COD (σε ειδική συσκευή) οξειδώνονται όλες οι οργανικές ουσίες, ανεξάρτητα από το αν είναι βιολογικά διασπάσιμες ή όχι.
- \*Αρκετά πιο γρήγορος προσδ. → 3h

## Θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο (Theoretical Oxygen Demand-THOD)

- Η ποσότητα του  $O_2$  που απαιτείται θεωρητικά για την πλήρη οξείδωση κάποιας οργανικής ουσίας σε  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$ , και  $NO_3^-$ .
- Υπολογίζεται από τον μοριακό τύπο της ουσίας

## Συνολικός Οργανικός Άνθρακας (Total Organic Carbon-TOC)

- Εκτός από το  $O_2$  χρησιμοποιείται και ο  $C$  ως μέτρο προσδ. των οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου.
- Βασίζεται στη μέτρηση του  $CO_2$  που παράγεται κατά την πλήρη οξείδωση του άνθρακα των οργανικών ουσιών σε υψηλή θερμοκρασία και με την παρουσία καταλύτη.

# Χημικά χαρακτηριστικά - Ανόργανα συστατικά

## Άζωτο (N):

- Είναι από τα **βασικά συστατικά των ζωντανών οργανισμών** και περιέχεται στα αστικά απόβλητα στις παρακάτω μορφές:
  - **Οργανικό N** (πρωτεΐνες, ουρία και αμινοξέα).
  - **Αμμωνιακό N** (άλατα  $\text{NH}_4^+$  ή  $\text{NH}_3$ ).
- **Ως προϊόν οξείδωσης των προηγούμενων μορφών το N μπορεί να υπάρχει ως νιτρικά και νιτρώδη.**

## Χλωριοντα, $\text{Cl}^-$

- Προέρχονται από το **πόσιμο νερό** και τα **ανθρώπινα απόβλητα** (6 g/άτομο-ημέρα), αλλά και σε **βιομηχανικά απόβλητα**.
- Στις διαδικασίες επεξεργασίας **μειώνουν τη διαλυτότητα του  $\text{O}_2$**  και επηρεάζουν τον προσδιορισμό του COD.

# Χημικά χαρακτηριστικά - Ανόργανα συστατικά

## Φώσφορος (P):

- Ο P είναι ένα από τα **βασικά συστατικά** των ζωντανών **οργανισμών** και περιέχεται στα απόβλητα στις παρακάτω μορφές:
  - ως **ορθοφωσφορικά** ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{3-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4$ )
  - ως **πολυφωσφορικά** (π.χ.  $\text{P}_3\text{O}_{10}^{-5}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_7^{-4}$ )

## Ενώσεις του θείου (S)

- Το S είναι **βασικό συστατικό** των ζώντων **οργανισμών** και βρίσκεται στα αστικά απόβλητα με διάφορες μορφές, όπως  $\text{SO}_4$  που **δημιουργεί προβλήματα** λόγω σχηματισμού  $\text{H}_2\text{S}$  (σε **αναερόβιες συνθήκες**) και  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- $\text{H}_2\text{S}$ : -προκαλεί **δυσάρεστη οσμή** στο αποχετευτικό σύστημα και στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας.
  - Είναι **έντονα διαβρωτικό**

# Χημικά χαρακτηριστικά - Ανόργανα συστατικά

## ρΗ

- **Σημαντικό χαρακτηριστικό** των αποβλήτων γιατί **επηρεάζει** όλες τις διαδικασίες **επεξεργασίας** και **σχετίζεται με προβλήματα διάβρωσης** σε αγωγούς, μηχανολογικό εξοπλισμό κτλ.
- Απαιτείται **συνεχής έλεγχος** του ρΗ.

## Αλκαλικότητα

- Σημαντική παράμετρος γιατί **ρυθμίζει το ρΗ** των αποβλήτων και κατά συνέπεια διάφορες διεργασίες επεξεργασίας.
- Η αλκαλικότητα **εκφράζεται συνήθως ως mg/l CaCO<sub>3</sub>**.

## Βαρέα Μέταλλα

- Περιέχονται **κυρίως στο βιομηχανικά**, αλλά και στα αστικά απόβλητα (εξαιτίας του πόσιμου νερού)
- Διάφορα ιόντα, όπως **π.χ. Cu, Pb, Cr, As, Bo, Ag, Ni, Mn, Cd, Zn, Fe, Hg** σε ορισμένες **συγκεντρώσεις** είναι **τοξικά** για διάφορους οργανισμούς όπως ακριβώς και διάφορες οργανικές ενώσεις που περιέχονται σε εντομοκτόνα, φυτοφάρμακα κ.τ.λ
- Η **διοχέτευση βαρέων μετάλλων** σε ένα οικοσύστημα (υδάτινος φορέας ή βιολογική διεργασία επεξεργασίας) μπορεί να **επιφέρει το θάνατο** πολλών **οργανισμών** με τις ανάλογες αρνητικές συνέπειες.

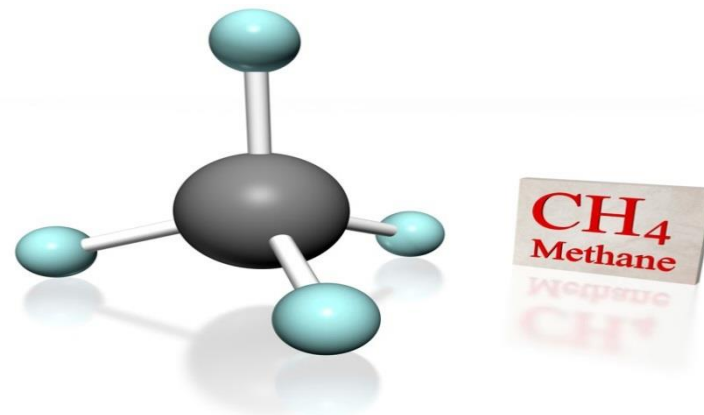
# Χημικά χαρακτηριστικά - Αέρια συστατικά

## Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)

- Ποιοτικό χαρακτηριστικό του υδάτινου φορέα
- Απαραίτητο για την αναπνοή των αερόβιων μικροοργανισμών → αποτελεί παράμετρο σχεδιασμού και έλεγχου λειτουργίας βιολογικών διεργασιών επεξεργασίας.
- Εμφανίζει μικρή διαλυτότητα στο νερό η οποία:
  - μειώνεται με την αύξηση τη θερμοκρασίας
  - μειώνεται με την μείωση τη καθαρότητας
  - μειώνεται με τη μείωση της πίεσης
- Η διατήρηση στα επιθυμητά επίπεδα απαιτεί ειδικές διατάξεις αερισμού ή άλλες φυσικές διαδικασίες.

## Μεθάνιο (CH<sub>4</sub>)

- Σχηματίζεται κατά την αναερόβια αποσύνθεση του οργανικού υλικού των αποβλήτων
- Άχρωμο, άοσμο, εύφλεκτο με μεγάλη θερμογόνο δύναμη
- Στα ανεπεξέργαστα απόβλητα περιέχεται σε μικρές ποσότητες.



# Βιολογικά χαρακτηριστικά

Η αναγνώριση των βιολογικών χαρακτηριστικών των υγρών αποβλήτων είναι αναγκαία για :

- Την προστασία της δημόσιας υγείας από τους παθογόνους μικροοργανισμούς ανθρώπινης προέλευσης.
- Σε ότι αφορά τη σημασία των βακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών στην αποικοδόμηση και την σταθεροποίηση της οργανικής ύλης .



# Βιολογικά χαρακτηριστικά

Οι μικροοργανισμοί χωρίζονται σε κατηγορίες:

- 1. ανάλογα με την πηγή άνθρακα** που χρησιμοποιούν ως τροφή και είναι
  - **αυτοτροφικοί**, που χρησιμοποιούν  $\text{CO}_2$  ως τροφή
  - **ετεροτροφικοί**, που χρησιμοποιούν οργανικό άνθρακα ως τροφή
  
- 2. ανάλογα με την παρουσία ή όχι οξυγόνου** στο περιβάλλον που ζουν και αναπτύσσονται και είναι:
  - **αερόβιοι**, που δρουν παρουσία οξυγόνου
  - **αναερόβιοι**, που δρουν κάτω από απουσία οξυγόνου
  - **αερόβιοι-αναερόβιοι**, που δρουν κάτω από παρουσία ή απουσία οξυγόνου.

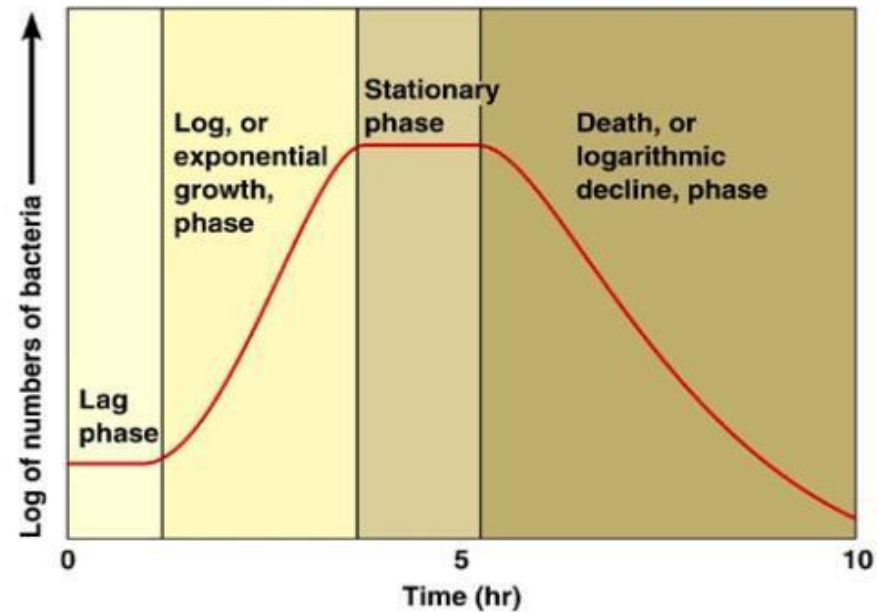
# Βιολογικά χαρακτηριστικά

Τα βασικότερα είδη για την επεξεργασία αποβλήτων είναι:

1. **Βακτήρια:** είναι ετεροτροφικοί ή αυτοτροφικοί, αερόβιοι, αναερόβιοι ή αερόβιοι-αναερόβιοι μικροοργανισμοί.
2. **Μήκυτες:** είναι ετεροτροφικοί και αερόβιοι μικροοργανισμοί.
3. **Πρωτόζωα:** είναι αερόβιοι ετεροτροφικοί μικροοργανισμοί.
4. **Μικροφύκη ή άλγη:** είναι αυτοτροφικοί, φωτοσυνθετικοί μικροοργανισμοί.
5. **Μαλακά όστρακα:** είναι αερόβιοι ετεροτροφικοί μικροοργανισμοί.
6. **Ιοί:** είναι σωματίδια - παράσιτα που προσκολλώνται σε άλλους μικροοργανισμούς.

# Δραστηριότητες των μικροοργανισμών

- Οι παθογόνοι μ.ο. προκαλούν ασθένειες μέσω του νερού στον άνθρωπο όπως χολέρα, δυσεντερία, τυφοειδή πυρετό κτλ.
- Βακτηρίδια, πρωτόζωα και ιοί.
- Η ανίχνευση και ο ποσοτικός προσδιορισμός κάθε είδους είναι αδύνατος. Για αυτό γίνεται προσδιορισμός ενδεικτικών μ.ο.
- **Ενδεικτικοί μ.ο.:** τα κολοβακτηριοειδή, που βρίσκονται στα έντερα του ανθρώπου ( $100-400 \times 10^9$ /άτομο-ημέρα) και των θερμόαιμων ζώων.
- **Βασικά είδη κολοβακτηριοειδών:** Escherichia Coli και Enterobacter Aerogenes.
- Μετρούνται σε αριθμό μ.ο. ανά 100 mL δείγματος



## Πληθυσμιακή εξέλιξη των μ.ο.

1. Φάση προσαρμογής
2. Λογαριθμική φάση ανάπτυξης
3. Στάσιμη φάση
4. Λογαριθμική φάση θανάτου - ενδογενής φάση

# Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων

## Σύσταση των αποβλήτων

- Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων αντιστοιχούν στις φυσικές, χημικές και βιολογικές παραμέτρους.
- Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν κατά το σχεδιασμό είναι:
  - η περιεκτικότητα σε οργανικό φορτίο (BOD<sub>5</sub>, COD),
  - τα αιωρούμενα στερεά (SS),
  - το άζωτο (αμμωνιακό, οργανικό, νιτρικά ιόντα)
  - ο φώσφορος



Παράμετρος	Περιοχή τιμών	Τυπική τιμή
Οργανικό φορτίο		
BOD <sub>5</sub>	50-120	80
COD	110-295	190
Αιωρούμενα στερεά	60-150	90
Άζωτο		
Αμμωνιακό	5-12	7,6
Οργανικό	4-10	5,4
Ολικός φώσφορος	2,7-4,5	3,2