



# Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων και Επαναχρησιμοποίηση

Καθηγητής Θρασύβουλος Μανιός

Τμήμα Γεωπονίας

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

# Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Υγρών Αποβλήτων

Διάλεξη 2<sup>η</sup> & 3<sup>η</sup>

# Γλώσσα επικοινωνίας

- Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά λυμάτων
- Επίπεδα επεξεργασίας
- Κεντρικές Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ)
- Αποκεντρωμένες ΕΕΛ
- Ασφαλής διάθεση
- Επαναχρησιμοποίηση

# Γλώσσα επικοινωνίας

- Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά λυμάτων
  - Το σύνολο των φυσικών (άμεσων μετρήσιμα με βασικό εξοπλισμό), χημικών (μετρήσιμα μέσω χημικών μεθόδων και κατάλληλου εξοπλισμού) και βιολογικών (μετρήσιμων μέσω συμβατικών μεθόδων καλλιέργειας ή Real Time-PCR) χαρακτηριστικών των λυμάτων, που μας επιτρέπουν να εκτιμούμε την επικινδυνότητα και να κατατάσσουμε λύματα και επίπεδα επεξεργασίας.
  - Αποτελεί το βασικό στοιχείο επικοινωνίας και το βασικό νομικό εργαλείο – έχει βασιστεί σε διεθνή επιστημονική εργασία αλλά και συμφωνίες χωρών και οργανισμών
- Επίπεδα επεξεργασίας
- Κεντρικές Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ)
- Αποκεντρωμένες ΕΕΛ
- Ασφαλής διάθεση
- Επαναχρησιμοποίηση

# Γλώσσα επικοινωνίας

- Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά λυμάτων
- Επίπεδα επεξεργασίας
  - Ανάλογα την επέμβαση που θα υποστούν τα λύματα και άρα και την απομάκρυνση ποσοστού των ρύπων και μολυντών που περιέχουν, αλλά και των μεθόδων που εφαρμόζονται, κατηγοριοποιείται η επεξεργασία σε επίπεδα: πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια, τριτοβάθμια και τεταρτοβάθμια
  - Αποτελούν νομικούς όρους πολύ καλά τεκμηριωμένους στην Ευρωπαϊκή και Εθνική Νομοθεσία
- Κεντρικές Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ)
- Αποκεντρωμένες ΕΕΛ
- Ασφαλής διάθεση – Επαναχρησιμοποίηση
- Εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης

# Γλώσσα επικοινωνίας

- Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά λυμάτων
- Επίπεδα επεξεργασίας
- Κεντρικές Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ)
  - Αποτελούν τις εγκαταστάσεις όπου μέσω ενός αποχετευτικού δικτύου συγκεντρώνονται τα λύματα, συνήθως από ένα αστικό περιβάλλον, και επεξεργάζονται μέσα από μια ποικιλία μεθόδων και διεργασιών, ώστε να είναι δυνατή η ασφαλής διάθεση τους σε ένα τελικό υδάτινο αποδέκτη
  - Συνήθως οι ΕΕΛ κατατάσσονται με βάση τα επίπεδα επεξεργασίας που επιτυγχάνουν και το νομικό πλαίσιο εκροής καθορίζεται και από το μέγεθος τους
- Αποκεντρωμένες ΕΕΛ
- Ασφαλής διάθεση
- Επαναχρησιμοποίηση

# Γλώσσα επικοινωνίας

- Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά λυμάτων
- Επίπεδα επεξεργασίας
- Κεντρικές Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ)
- Αποκεντρωμένες ΕΕΛ
  - Στην επεξεργασία λυμάτων έχει επικρατήσει η φιλοσοφία η επεξεργασία να γίνεται όσο πιο κοντά στο σημείο παραγωγής, κυρίως εάν η συγκέντρωση σε ένα κεντρικό σημείο απαιτεί εξαιρετικά υψηλές δαπάνες για την ανάπτυξη δικτύου.
  - Ως αποτέλεσμα έχουν αναπτυχθεί εξαιρετικές τεχνολογίες για μικρές και αποκεντρωμένες μονάδες όπως λέγονται
- Ασφαλής διάθεση
- Επαναχρησιμοποίηση

# Γλώσσα επικοινωνίας

- Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά λυμάτων
- Επίπεδα επεξεργασίας
- Κεντρικές Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ)
- Αποκεντρωμένες ΕΕΛ
- Ασφαλής διάθεση
  - Τα επίπεδα ασφαλούς διάθεσης της εκροής ΕΕΛ καθορίζονται από το μέγεθος της μονάδας και φυσικά από τον χαρακτήρα του τελικού αποδέκτη που συνήθως είναι υδάτινος. Η ασφάλεια δεν αφορά μόνο τον άνθρωπο αλλά το περιβάλλον γενικότερα, παλιότερα με θέματα ευτροφισμού και τώρα με θέματα φαρμακευτικών ουσιών και ειδικά ορμονών.
- Επαναχρησιμοποίηση

# Γλώσσα επικοινωνίας

- Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά λυμάτων
- Επίπεδα επεξεργασίας
- Κεντρικές Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ)
- Αποκεντρωμένες ΕΕΛ
- Ασφαλής διάθεση
- Επαναχρησιμοποίηση
  - Η δυνατότητα θεώρησης των κατάλληλα επεξεργασμένων λυμάτων ως εναλλακτικός υδάτινος πόρος και η χρήση του για μια σειρά από δράσεις, που εξαρτώνται από την ποιότητα της εκροής και άρα και τα επίπεδα επεξεργασίας
  - Αυστηρό Νομικό πλαίσιο κ Ευρωπαϊκή Οδηγία

# Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά λυμάτων



# Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά λυμάτων

- **Φυσικά**

- Περιεκτικότητα σε στερεά
- Θερμοκρασία
- Χρώμα
- Οσμή
- Πυκνότητα
- Θολότητα

- **Χημικά**

- Οργανικά συστατικά
- Ανόργανα συστατικά
- Αέρια

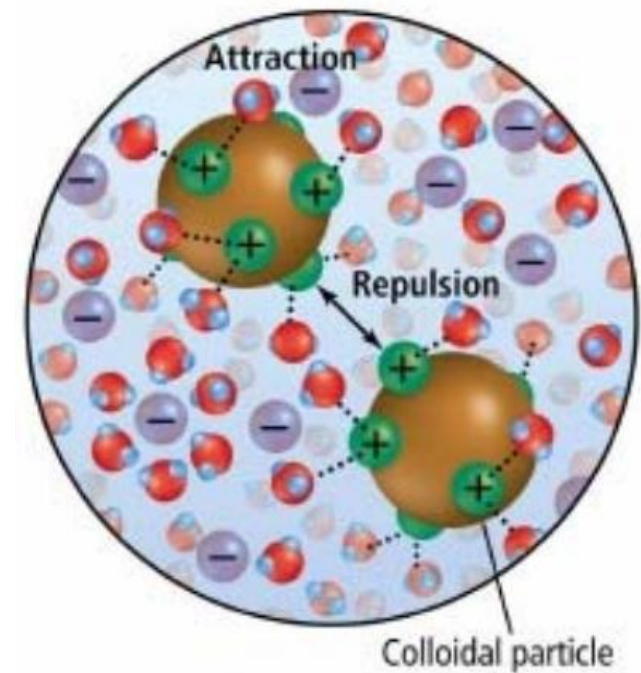
- **Βιολογικά**

- Μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των αποβλήτων
- Παθογόνοι μικροοργανισμοί

## Φυσικά - Στερεά...

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν μία ποικιλία στερεών υλικών από διάφορα κουρέλια έως κολλοειδή σωματίδια

Τα «ογκώδη» αντικείμενα απομακρύνονται πριν το δείγμα αναλυθεί ως προς την περιεκτικότητά του σε στερεά



# Ολικά Στερεά – Total Solids (TS)...

Υπόλειμμα δείγματος αποβλήτων μετά από την εξάτμισή του στους 105°C σε κλίβανο ξήρανσης

Μονάδα μέτρησης: mg υπολείμματος/L δείγματος

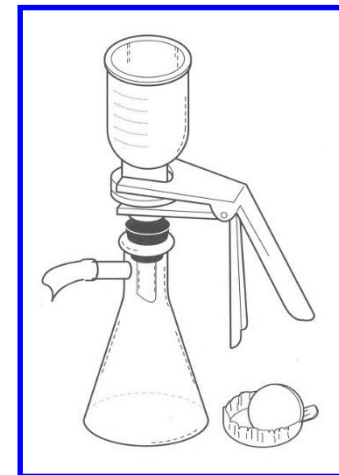
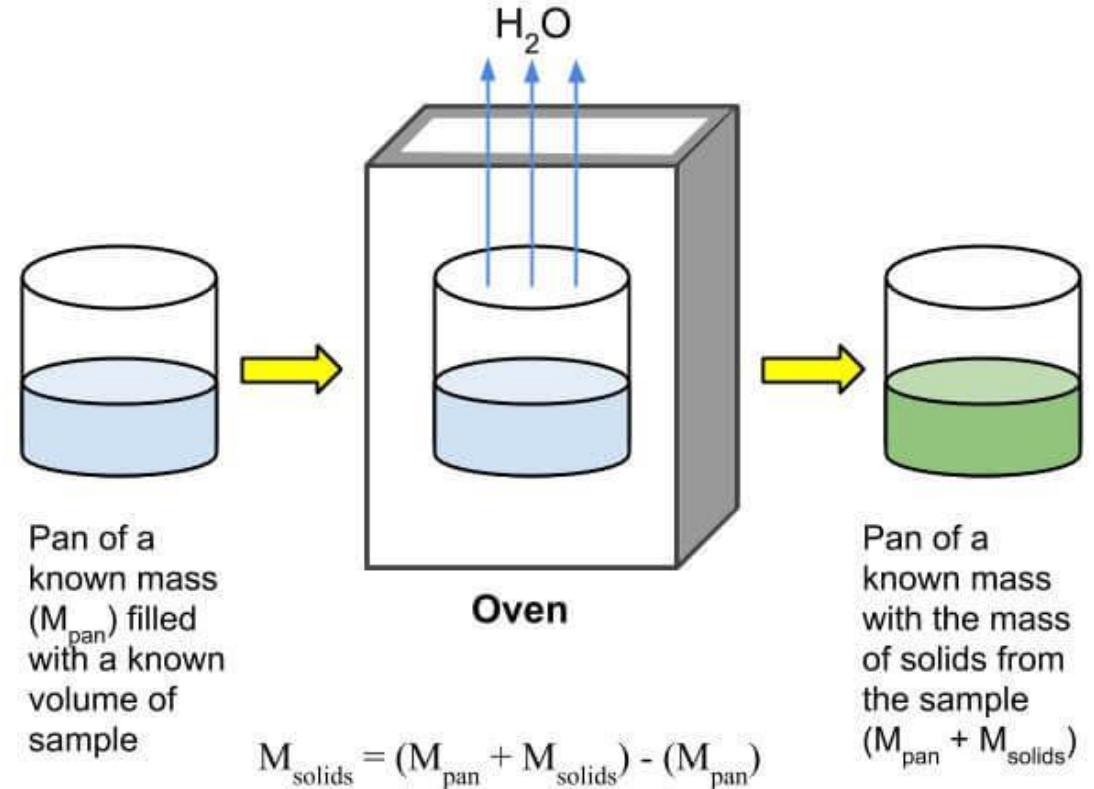
Διαλυμένα (διαλυμένα στερεά, Dissolved Solids - DS)

Αιωρούμενα (αιωρούμενα στερεά, Suspended Solids –SS)

Οργανικά (ή πτητικά, Volatile Solids – VS) στερεά

Ανόργανα (αδρανή ή σταθερά, Non-Volatile Solids – NVS ή Fixed Solids - FS) στερεά

## Analysis of Total Solids



## Αιωρούμενα Στερεά – Suspended Solids (SS)...

Μονάδα μέτρησης: mg συγκρατούμενων σε ειδικό φίλτρο στερεών/L δείγματος

Διακρίνονται σε:

### ✓ καθιζάνοντα (settleable)

καθιζάνουν σε συνθήκες ηρεμίας σε ειδικά βαθμονομημένο κώνο σε διάστημα σε 1 ώρα

### ✓ μη καθιζάνοντα

συσσωρεύονται στον πυθμένα δημιουργώντας στρώμα λάσπης και ανεπιθύμητες αναερόβιες συνθήκες για το οικοσύστημα του φορέα



Κώνος Imhoff

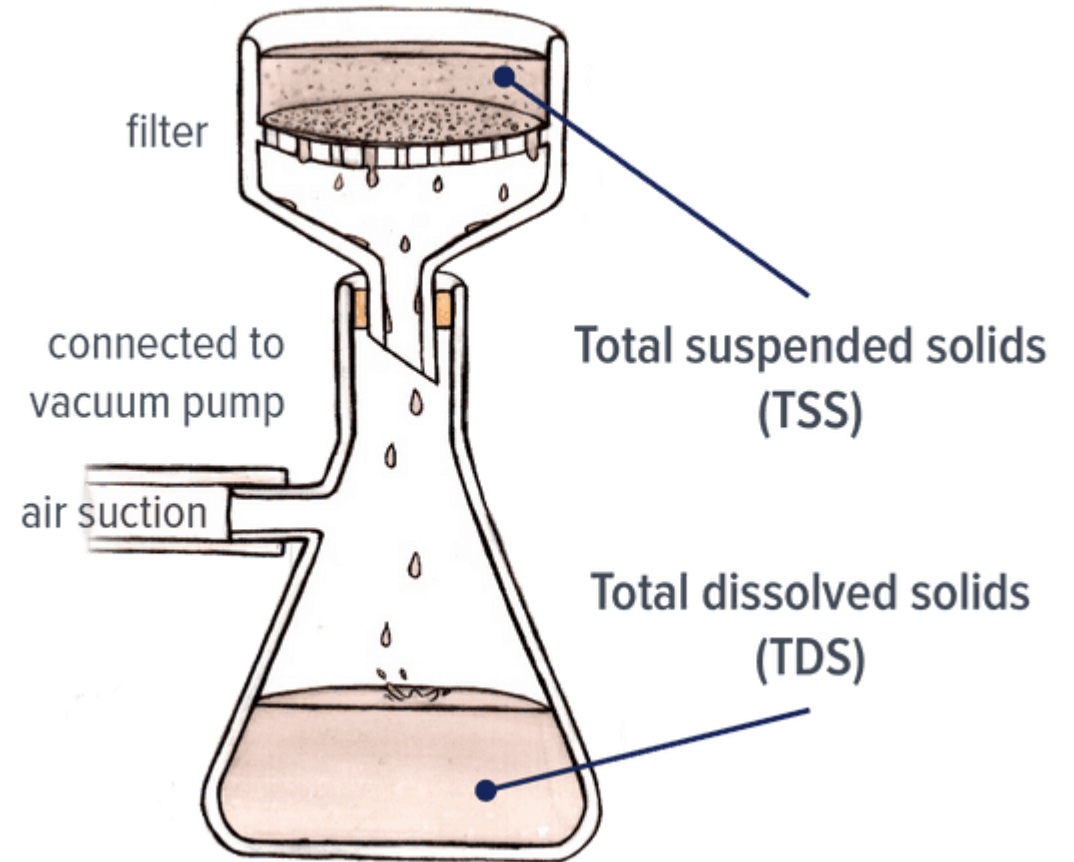
## Διαλυμένα Στερεά – Dissolved Solids (DS)...

Συγκέντρωση στερεών συστατικών που βρίσκονται σε διαλυμένη ή κολλοειδή μορφή στη μάζα των αποβλήτων και ορίζονται ως τα στερεά δείγματος που διέρχονται μέσα από ειδικό φίλτρο (μέσο μέγεθος πόρων  $\sim 2\mu\text{m}$  ή μικρότερο)

Μονάδα μέτρησης: mg υπολείμματος μετά την ξήρανση/L δείγματος

Ξήρανση διηθήματος στους  $105\text{ }^\circ\text{C}$  σε κλίβανο ξήρανσης

Προκαλούν τη θολότητα του υδάτινου αποδέκτη

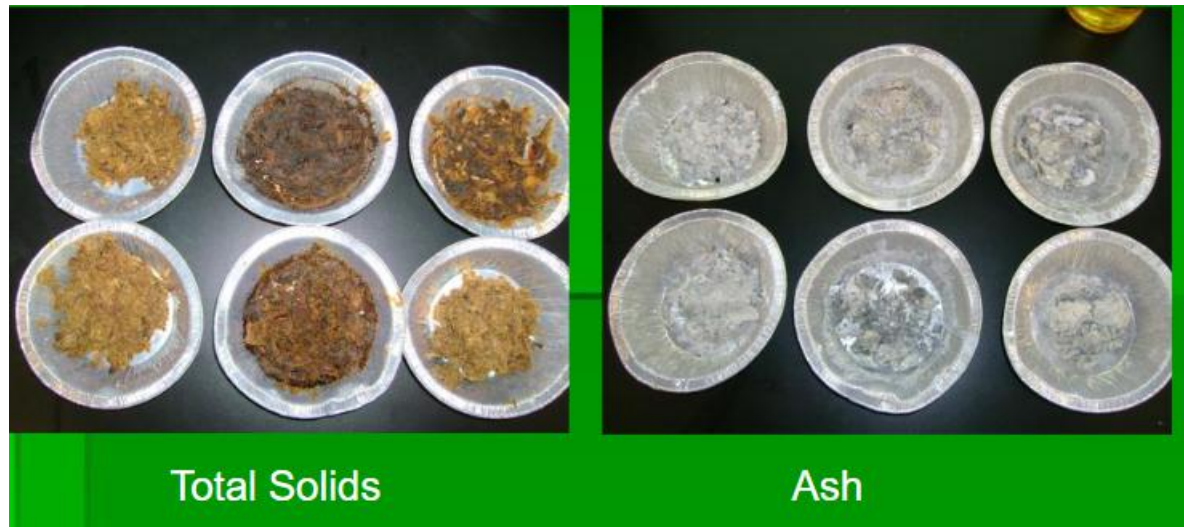


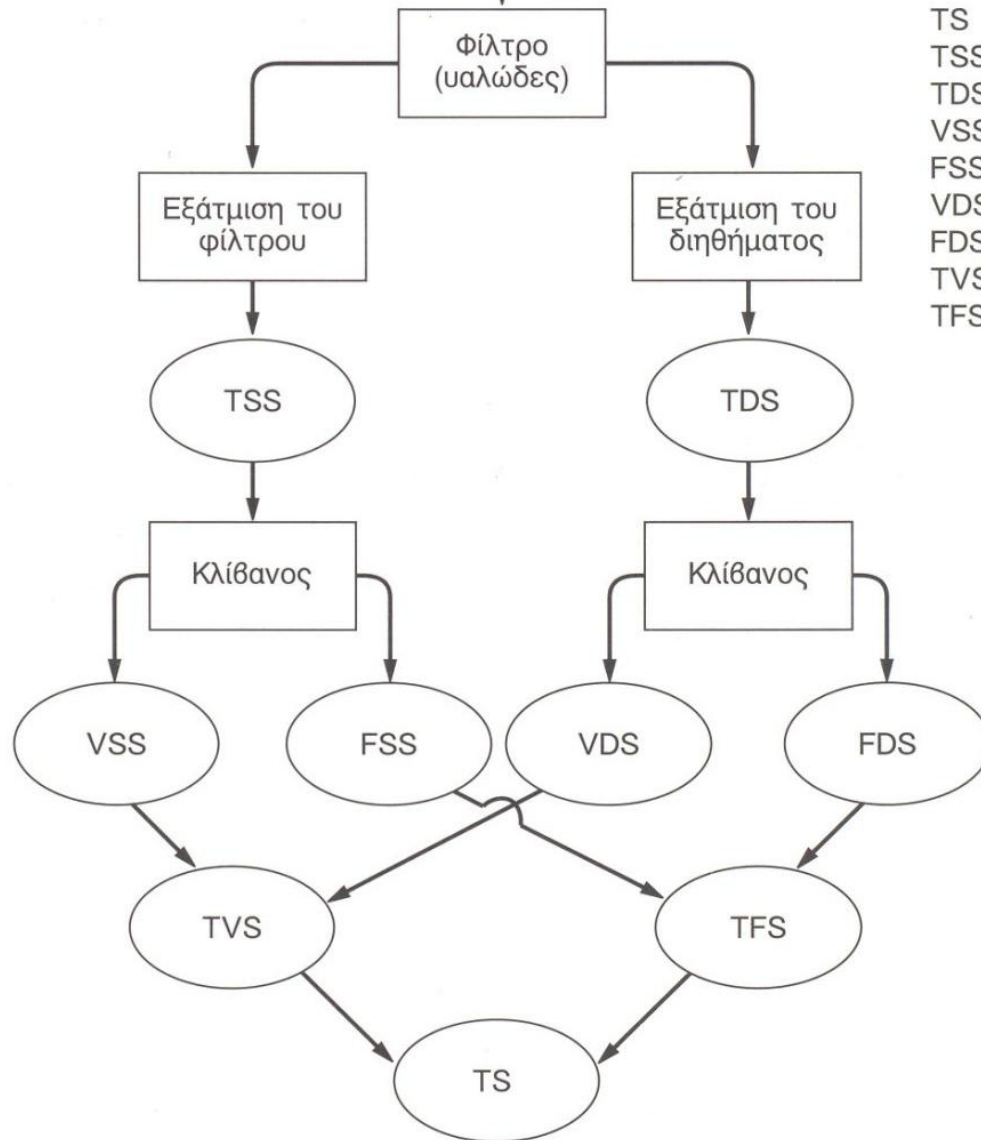
## Πτητικά Στερεά – Volatile Solids (VS)...

Μονάδα μέτρησης: mg υπολείμματος μετά την θέρμανση/L δείγματος

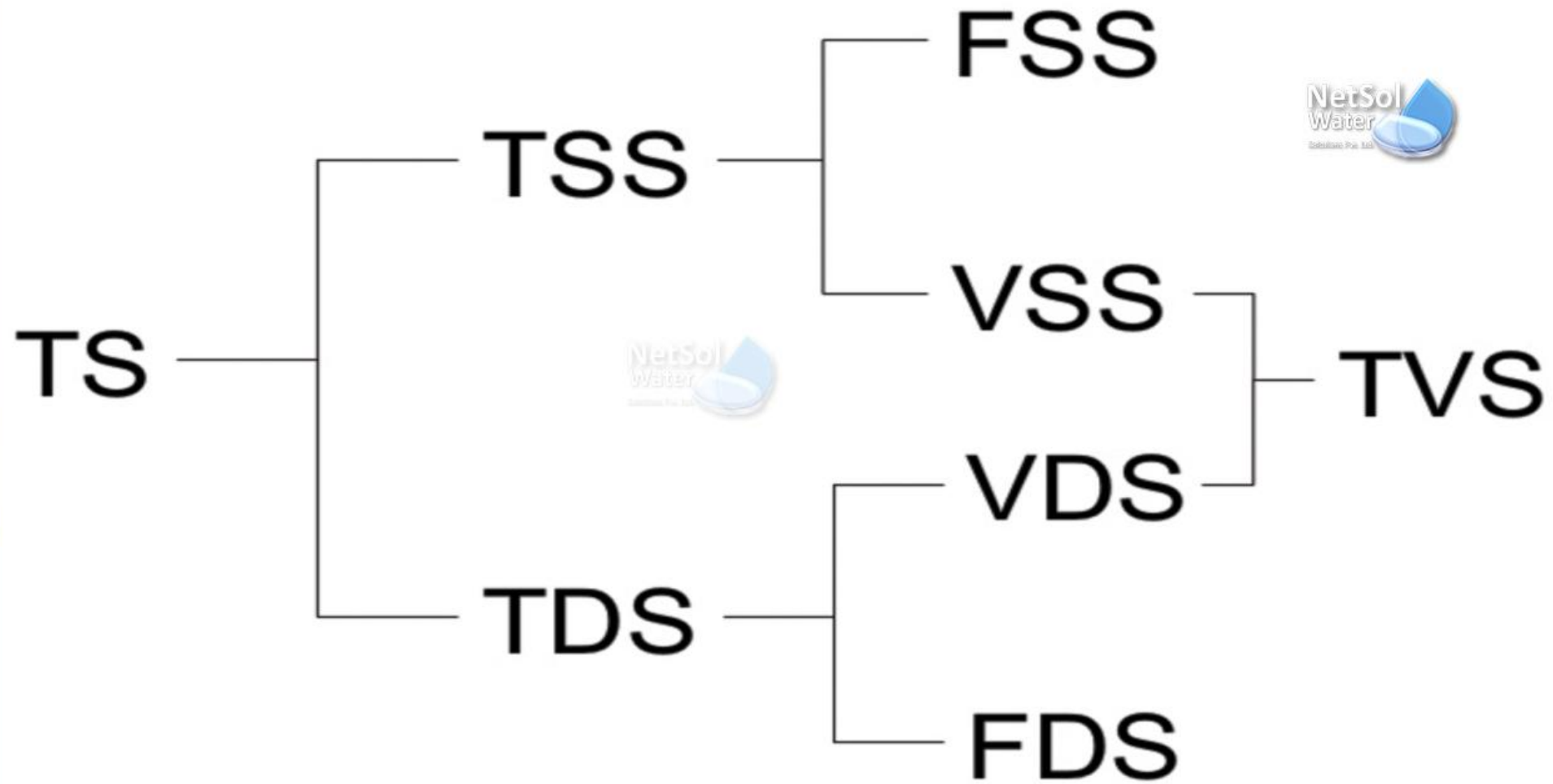
Θέρμανση δείγματος στους 600°C τα οργανικά συστατικά εξαερώνονται

Ανόργανα (αδρανή) στερεά μένουν ως στάχτη (μη πτητικά στερεά, Non-Volatile Solids-NVS ή Fixed Solids -FS)






- TS = total solids
- TSS = total suspended solids
- TDS = total dissolved solids
- VSS = volatile suspended solids
- FSS = fixed suspended solids
- VDS = volatile dissolved solids
- FDS = fixed dissolved solids
- TVS = total volatile solids
- TFS = total fixed solids



What are the Various Solids Present in Waste Water

## Φυσικά - Θερμοκρασία...

Σημαντικός παράγοντας βιολογικού και χημικού χαρακτήρα τους

Αύξηση θερμοκρασίας  γρηγορότερη ανάπτυξη των μικροοργανισμών και επιτάχυνση βιοχημικών αντιδράσεων

 μείωση βαθμού διαλυτότητας αερίων (π.χ. διαλυμένου οξυγόνου) στη μάζα των αποβλήτων

Υψηλή θερμοκρασία είναι ευεργετική σε πολλές διεργασίες επεξεργασίας (π.χ. καθίζηση, βιολογική επεξεργασία, απολύμανση)

ΑΛΛΑ δημιουργήσει πολλά προβλήματα όπως π.χ. μειωμένη διαλυτότητα οξυγόνου στις δεξαμενές αερισμού, ταχύτερη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών κ.α.

Θερμοκρασία αποβλήτων είναι γενικά μεγαλύτερη από εκείνη του πόσιμου νερού

Μία αντιπροσωπευτική τιμή είναι 15.6 °C

## Φυσικά - Οσμή...

Ενδεικτικό στοιχείο της κατάστασής τους

Απόβλητα που δεν έχουν υποστεί σήψη έχουν ελαφρά δυσάρεστη οσμή, ενώ εκείνα που έχουν υποστεί σήψη έχουν πολύ ενοχλητική οσμή, που οφείλεται στην έκλυση υδρόθειου

Στη δημιουργία δυσάρεστων οσμών συμμετέχουν και ουσίες από βιομηχανικά απόβλητα, κυρίως οργανικές, όπως φαινόλες, χλωροφαινόλες κ.α.

Παλαιότερα ο έλεγχος οσμών ελήφθη σοβαρά υπόψη στο σχεδιασμό επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, ειδικά σε σχέση με την κοινωνική αποδοχή αυτών των εγκαταστάσεων

## Φυσιικά - Χρώμα...

Ενδεικτικό ηλικίας και προέλευσης αποβλήτων

Φρέσκα υγρά απόβλητα έχουν συνήθως ένα ανοιχτό καφέ-γκρι χρώμα

Όσο ο χρόνος μεταφοράς στις ΕΕΑΑ αυξάνει και αναπτύσσονται όλο και περισσότερο **αναερόβιες συνθήκες**, το χρώμα των αποβλήτων αλλάζει σταδιακά από **ανοιχτό σε σκούρο γκρι και εντέλει σε μαύρο**

**Όταν το χρώμα των υγρών αποβλήτων είναι μαύρο, θεωρείται ότι έχουν υποστεί σήψη.** Η αλλαγή του χρώματος οφείλεται στην κατανάλωση του διαλυμένου οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς που διασπούν τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων

Άλλοι χρωματισμοί των αποβλήτων είναι πιθανό να οφείλονται στην παρουσία χρωστικών ουσιών από βιομηχανικά απόβλητα

## Χημικά Χαρακτηριστικά...

Σημαντικότερα από φυσικά χαρακτηριστικά  
δίνουν μια πιο αντιπροσωπευτική εικόνα του γενικού χαρακτήρα τους

- ✓ Οργανικά
- ✓ Ανόργανα
- ✓ Αέρια





## Χημικά Χαρακτηριστικά - Οργανικά...

**Επιφανειακά ενεργές ουσίες:** συστατικά σαπουνιών & απορρυπαντικών

Ορισμένες δεν διασπώνται από μ / ο ενώ άλλες είναι παράλληλα και τοξικές

**Φαινόλες:** περιέχονται σε βιομηχανικά απόβλητα και δεν διασπώνται από μ / ο σε μεγάλες συγκεντρώσεις (>500mg/L)

**Εντομοκτόνα, φυτοφάρμακα:** είναι τοξικές ενώσεις επικίνδυνες για όλες τις μορφές ζωής και καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα μέσα από την απορροή γεωργικών περιοχών [Πρόβλημα και στην Κρήτη]



## Χημικά Χαρακτηριστικά - Οργανικά...

Όταν οργανικές ουσίες διοχετευθούν σε υδάτινο φορέα:

μ / ο που περιέχονται στα απόβλητα ή στο φορέα

τις χρησιμοποιούν ως τροφές καταναλώνοντας παράλληλα το διαλυμένο οξυγόνο του φορέα

Ρυθμός κατανάλωσης διαλυμένου οξυγόνου > ικανότητας επανοξυγόνωσης του φορέα & συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου πέσει κάτω από μία συγκεκριμένη τιμή



ανατρέπεται η ισορροπία του οικοσυστήματος του φορέα



θάνατος ψαριών, δημιουργία σηπτικών συνθηκών



## Χημικά Χαρακτηριστικά - Οργανικά...

Όταν οργανικές ουσίες διοχετευθούν σε υδάτινο φορέα:



Δημιουργείται επιφανειακό αντιαισθητικό στρώμα από λιπίδια



δυσκολεύει τη μεταφορά οξυγόνου και ηλιακού φωτός στο φορέα



Δημιουργούνται αφροί από τις επιφανειακά ενεργές ουσίες



Προκαλείται ο άμεσος θάνατος οργανισμών από τις τοξικές ουσίες

# Μέτρηση Οργανικών...

Πρακτικά αδύνατη λόγω πολύπλοκης σύστασής

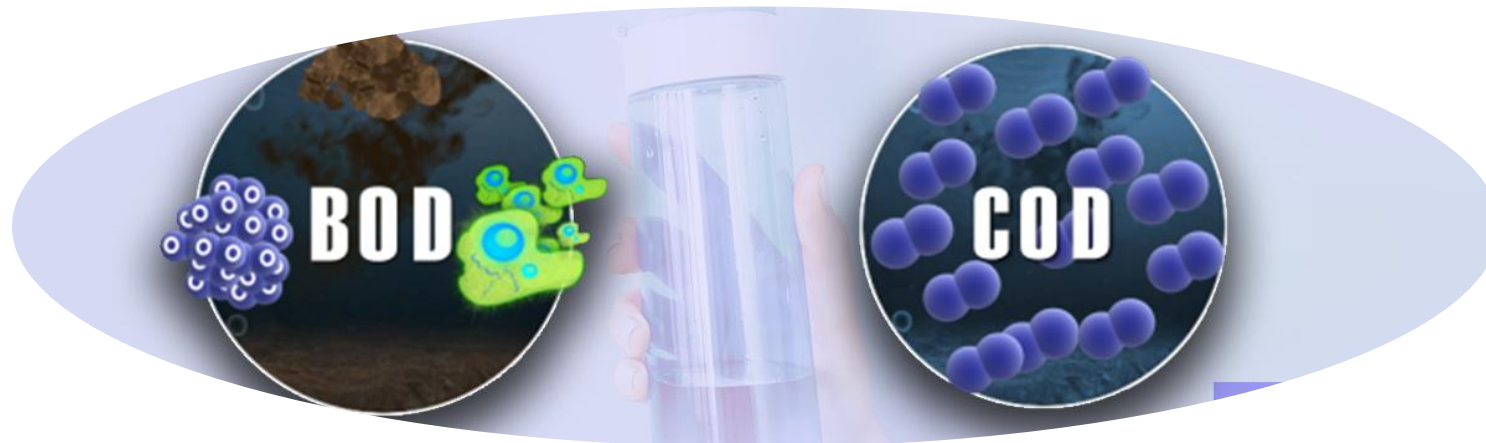


Μέτρο των οργανικών συστατικών = ρυπαντικού φορτίου αποβλήτου = ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για να οξειδώσει τα οργανικά συστατικά του

Ποσότητα οξυγόνου εκφράζεται:


Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand-BOD)

Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand-COD)



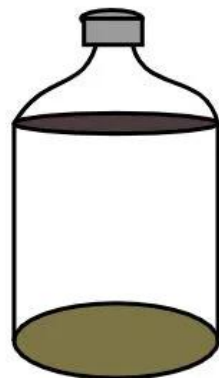
# Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand-BOD)

Ποσότητα οξυγόνου για την οξείδωση οργανικών συστατικών αποβλήτου  
από μ / ο σε αερόβιες συνθήκες

Οργανικές ενώσεις + O<sub>2</sub> + μ/ο  νέοι μ / ο + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + άλλα τελικά προϊόντα

Αργή διαδικασία & ολοκληρώνεται σε 20 μέρες (BOD<sub>L</sub>, L)

Σε 5 μέρες: BOD<sub>5</sub> μέσα στις οποίες οξειδώνονται απλές οργανικές ουσίες ποσοστό 60-70% συνολικών οργανικών ουσιών



**BOD**

**BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND**

## Πειραματικός προσδιορισμός BOD...

Μέτρηση διαλυμένου οξυγόνου πριν και μετά την επώαση σε διάφορα χρονικά διαστήματα

$$\text{BOD (mg/L)} = \text{D1} - \text{D2} / \text{P},$$

D1=διαλυμένο οξυγόνο του δείγματος αμέσως μετά από την προετοιμασία,  
mg/L

D2=διαλυμένο οξυγόνο του δείγματος αμέσως μετά από επώαση 5 μερών,  
mg/L

P= κλάσμα όγκου του δείγματος αποβλήτων προς το συνολικό όγκο

# Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand-COD)

Ποσότητα οξυγόνου για πλήρη χημική οξείδωση οργανικών συστατικών σε  $\text{CO}_2$  &  $\text{H}_2\text{O}$  από ισχυρό οξειδωτικό μέσο (διχρωμικό κάλιο,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) σε όξινες συνθήκες

οξειδώνονται όλες οι οργανικές ουσίες, ανεξάρτητα από το εάν είναι ή όχι βιοδιασπάσιμες

Πλεονέκτημα: γρήγορος προσδιορισμός (~3 ώρες)

Συνδυασμός COD – BOD:

- ✓ COD μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παράμετρος ελέγχου λειτουργίας ΕΕΑΑ
- ✓ διαπιστώνεται ύπαρξη τοξικών & δύσκολα βιοδιασπάσιμων οργανικών ουσιών
- ✓ COD: παράμετρος ρύπανσης & διαστασιολόγησης εγκαταστάσεων επεξεργασίας

# Συνολικός Οργανικός Άνθρακας (Total Organic Carbon - TOC)

Μέτρο οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου, επειδή είναι το κύριο συστατικό τους και η βασική πηγή απαίτησης οξυγόνου

**Μέτρηση TOC:** ειδική συσκευή ~10 λεπτά, δεν προσδιορίζει βιοδιασπάσιμες ουσίες

Σχέσεις που αναφέρονται για ανεπεξέργαστα αστικά απόβλητα:

$$\text{BOD}_5/\text{COD}=0.4-0.8$$

$$\text{BOD}_5/\text{TOC}=1-1.6$$

ενώ για απόβλητα μετά από πρωτοβάθμια καθίζηση

$$\text{BOD}_5/\text{COD}=0.4-0.55$$

$$\text{BOD}_5/\text{TOC}=0.9-1.1$$

## Σύγκριση παραμέτρων για χαρακτηρισμό αποβλήτων...

Είδος υγρού αποβλήτου	BOD/COD	BOD/TOC
Ανεπεξεργαστα	0.3-0.8	0.9-1.6
Μετά την πρωτοβάθμια επεξεργασία	0.4-0.6	0.9-1.1
Τελική εκροή	0.1-0.3	0.2-0.5

# Στην πράξη

Χαρακτηριστικά αστικών υγρών αποβλήτων και ικανότητα καθαρισμού των διαφόρων σταδίων κατεργασίας αυτών

Παράμετρος ανάλυσης	Ακατέργαστα Απόβλητα (mg/L)	Πρωτοβάθμια (%)	Δευτεροβάθμια (%)	Τριτοβάθμια (%)
<b>BOD</b>	300	35	90	>95
<b>COD</b>	400	30	80	>95
<b>Αιωρούμενα</b>	300	60	90	>90
<b>Ολικό N</b>	60	20	50	>90
<b>Ολικό P</b>	15	12	30	>95

## Ανόργανα συστατικά... Άζωτο...

Βασικό συστατικό ζώντων οργανισμών και περιέχεται στα αστικά απόβλητα στις παρακάτω μορφές:

✓ Οργανικό άζωτο (πρωτεΐνες, ουρία και αμινοξέα)

✓ Αμμωνιακό άζωτο (άλατα  $\text{NH}_4^+$  ή  $\text{NH}_3$ )

Μετατροπές κατά τη διοχέτευσή τους σε υδάτινο φορέα:

(α) Μετατροπή οργανικού αζώτου σε αμμωνιακό άζωτο

(β) Οξείδωση αμμωνιακού αζώτου σε  $\text{NO}_2^-$

νιτροποίηση

(γ) Περαιτέρω οξείδωση των  $\text{NO}_2^-$  σε  $\text{NO}_3^-$

(δ) Αναγωγή των  $\text{NO}_3^-$  σε  $\text{NO}_2^-$  και τελικά σε  $\text{NH}_3$  και  $\text{N}_2$

από ειδικά  
αερόβια ή  
αναερόβια

νιτροποιητικά  
βακτηρίδια

απονιτροποίηση



Νιτρικό άλας: χρησιμοποιείται από τα  
άλγη και διάφορα υδρόβια φυτά του  
φορέα για ανάπτυξή τους



τοξική για τα ψάρια



Μεγάλες συγκεντρώσεις N, P  
Ανάπτυξη αλγών & υδρόβιων φυτών



φράξιμο φορέα  
αύξηση θολότητας

αδυναμία χρήσης νερού για ύδρευση  
συσσώρευση αλγών στις ακτές

δημιουργία αισθητικών προβλημάτων (έντομα, οσμές) κ.α.



Το φαινόμενο του ευτροφισμού

# Ανόργανα συστατικά... Άζωτο...

Βασικό συστατικό στις ΕΕΑΑ

παράμετρος ρύπανσης & σχεδιασμού ΕΕΑΑ

- ✓ Αστικά απόβλητα βρίσκεται σε επαρκείς ποσότητες
- ✓ βιομηχανικά απόβλητα πρέπει να προστίθεται

Στις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης:

πρόβλημα επίπλευσης στερεών, τα οποία προσκολλούνται στο αέριο άζωτο που απελευθερώνεται

**Χλωρίωση:** παρουσία αμμωνίας οδηγεί στο σχηματισμό χλωραμινών που μειώνουν απόδοση χλωρίωσης

Απομάκρυνση αζώτου στις ΕΕΑΑ σε ειδικό στάδιο



## Ανόργανα συστατικά...Φώσφορος...

Βασικό συστατικό ζώντων οργανισμών και περιέχεται στα αστικά απόβλητα στις παρακάτω μορφές:

- ✓ Ανόργανος φώσφορος ως ορθοφωσφορικά και λιγότερο ως πολυφωσφορικά
- ✓ Οργανικός φώσφορος, μικρότερες ποσότητες

Κατά τη διοχέτευσή τους σε υδάτινο φορέα ευνοεί:

### Ευτροφισμό



Υπάρχει σε  
απορρυπαντικά

## pH...Αλκαλιότητα...Χλωριούχα

### pH

επηρεάζει όλες τις διεργασίες επεξεργασίας (χημική και βιολογική επεξεργασία, απολύμανση, επεξεργασία λάσπης κ.α.)

δημιουργήσει προβλήματα φθοράς (διάβρωσης) σε αγωγούς, μηχανολογικό εξοπλισμό

### Αλκαλιότητα

ρυθμίζει pH αποβλήτων → επηρεάζει διάφορες διεργασίες επεξεργασίας

### Χλωριούχα

διοχέτευσή σε υδάτινο φορέα δεν δημιουργεί πρόβλημα ρύπανσης

Σε μεγάλες συγκεντρώσεις (νερό ύδρευσης) → υφάλμυρη γεύση

## Ενώσεις θείου...Τοξικά συστατικά...

### Ενώσεις θείου

Παρουσία  $H_2S$  → έιλυση δυσάρεστων οσμών

$H_2S$  (αναερόβια χώνευση) - διαβρωτική ικανότητα

$H_2SO_4$  → διάβρωση στους αγωγούς αποχέτευσης

### Τοξικά συστατικά-Βαρέα μέταλλα:

Cu, Pb, Cr, As, Ag, Ni, Mn, Cd, Zn, Fe, Hg τοξικά πάνω από ορισμένες συγκεντρώσεις για πολλούς οργανισμούς, όπως ακριβώς και διάφορες οργανικές ενώσεις που περιέχονται σε εντομοκτόνα, φυτοφάρμακα κ.α.

Σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις είναι απαραίτητα για μ / ο

Διοχέτευση τοξικών ουσιών σε ένα οικοσύστημα →

θάνατο πολλών οργανισμών

## Αέρια...

### Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen –DO)

Πιο σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό υδάτινου φορέα

→ διασφαλίζει ύπαρξη ζωής

βασική παράμετρος σχεδιασμού ΕΕΑΑ

DO είναι απαραίτητο σε αερόβιες βιολογικές διεργασίες για την οξείδωση οργανικών ενώσεων από μ / ο

Χρήση: ειδικές διατάξεις αερισμού ή με φυσικές διαδικασίες

### Μεθάνιο (CH<sub>4</sub>)

Σχηματίζεται κατά την αναερόβια χώνευση → παραγωγή ενέργειας

Εύφλεκτο αέριο και μπορεί να προκαλέσει εκρήξεις στους αγωγούς αποχέτευσης και στις ΕΕΑΑ

## Βιολογικά χαρακτηριστικά...

Τα βασικότερα είδη μ / ο που αναφέρονται στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι:

**Βακτηρίδια:** καταναλώνουν ως τροφή τις οργανικές ουσίες των αποβλήτων

**Μύκητες:** καταναλώνουν ως τροφή τις οργανικές ουσίες ακόμη και κάτω από δύσκολες για άλλους μ / ο συνθήκες, όπως χαμηλό pH, μικρές συγκεντρώσεις θρεπτικών κ.α.

**Πρωτόζωα:** Τρέφονται με βακτηρίδια, κολλοειδή στερεά, άλλα πρωτόζωα & μ/ο

**Άλγη:** Παράγουν οξυγόνο με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιείται από τα βακτηρίδια για την κατανάλωση των οργανικών ουσιών (λίμνες σταθεροποίησης)

**Ιοί:** Είναι σωματίδια-παράσιτα που δραστηριοποιούνται μόνο εάν προσκολληθούν σε άλλους μ / ο, οπότε αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται

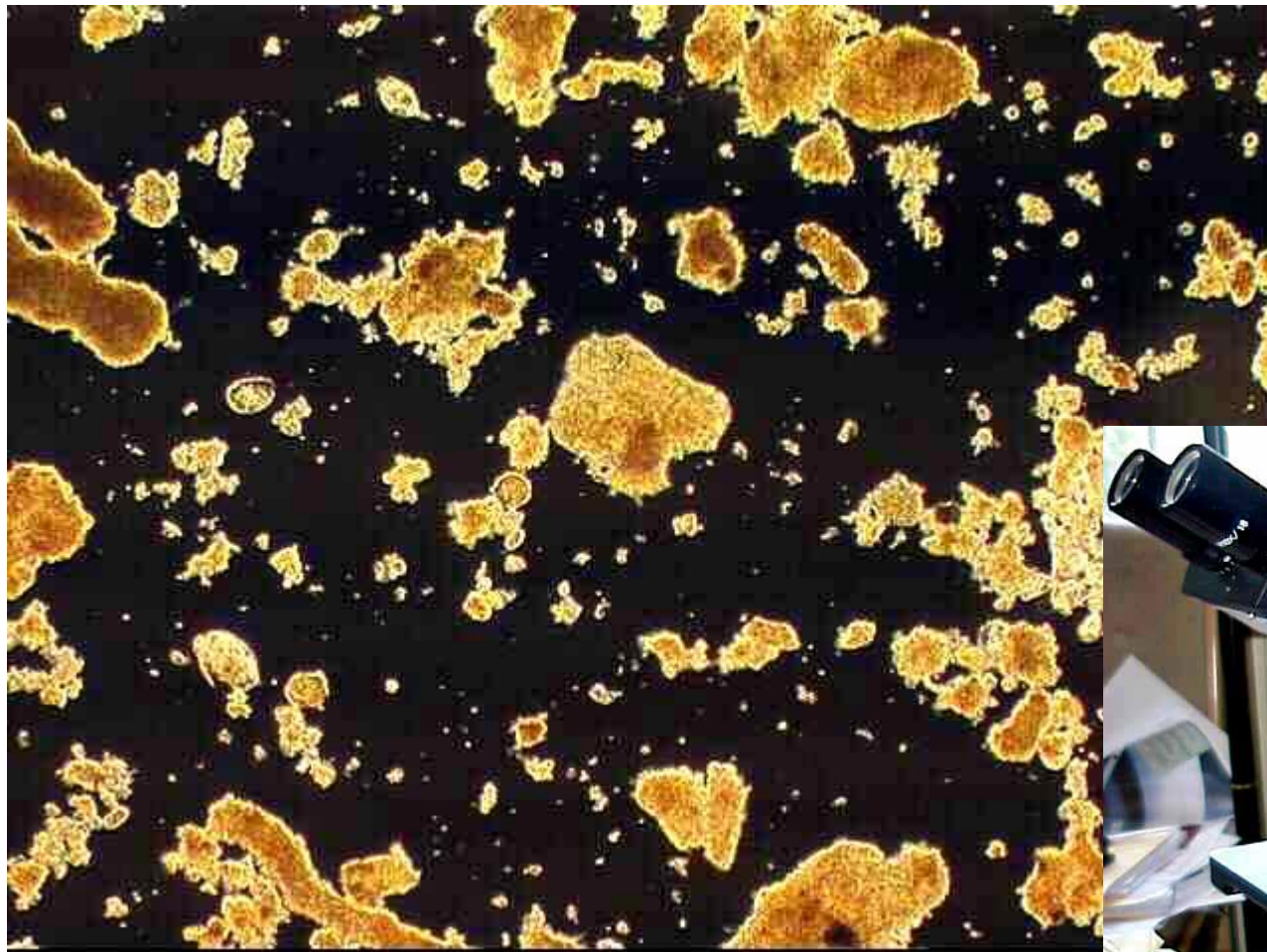
## Βιολογικά χαρακτηριστικά...

Οι μ / ο για να ζουν και να πολλαπλασιάζονται απαιτούν **ενέργεια και τροφή** (κύρια C αλλά και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία όπως N, P, S, K, Ca και Mg)

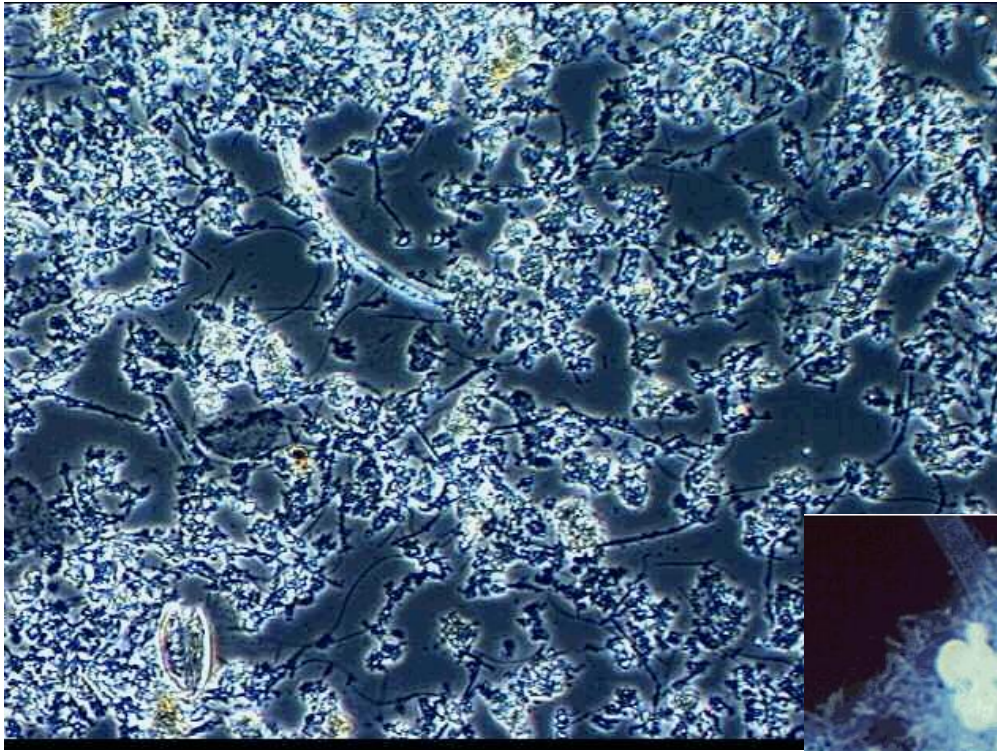
Οι μ / ο που χρησιμοποιούνται στις διεργασίες επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων δρουν σε ελεγχόμενο περιβάλλον και έχουν ως **πηγή ενέργειας και τροφής τις οργανικές ουσίες των αποβλήτων**. Αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται καταναλώνοντας τις ουσίες αυτές και τις μετατρέπουν μέσα από πολύπλοκες βιολογικές διεργασίες σε ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα που το είδος τους εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τις κατηγορίες των μ / ο

Οι διεργασίες αυτές μπορούν να γίνουν με την παρουσία ή την απουσία οξυγόνου, οπότε χαρακτηρίζονται αερόβιες ή αναερόβιες αντίστοιχα. Τα οργανικά συστατικά μετατρέπονται σε τελικά σταθερά προϊόντα (σταθεροποίηση) που στις αναερόβιες διεργασίες είναι  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{S}^{2-}$  και  $\text{H}_2\text{O}$ , ενώ στις αερόβιες, που είναι και ταχύτερες, είναι  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  και  $\text{H}_2\text{O}$





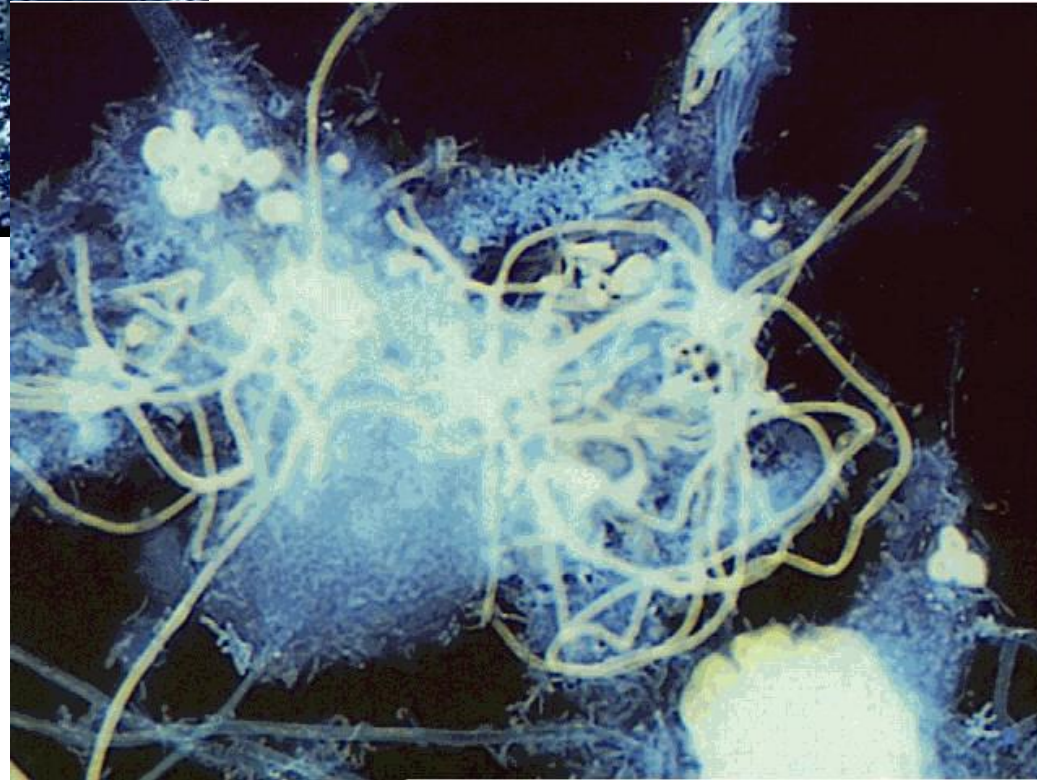
Συσσωματώματα βακτηριδίων  
στο οπτικό μικροσκόπιο



Ενεργός ιλύς στο οπτικό  
μικροσκόπιο.



Νηματοειδή  
βακτηρίδια  
(filamentous  
bacteria)



# Τα νέα της δεκαετίας...

- Φαρμακευτικές ενώσεις
- Οργανικοί ρύποι
- Ανθεκτικά στα αντιβιοτικά βακτήρια και γονίδια
- Φώσφορος