



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ



# Περιβαλλοντική Μηχανική

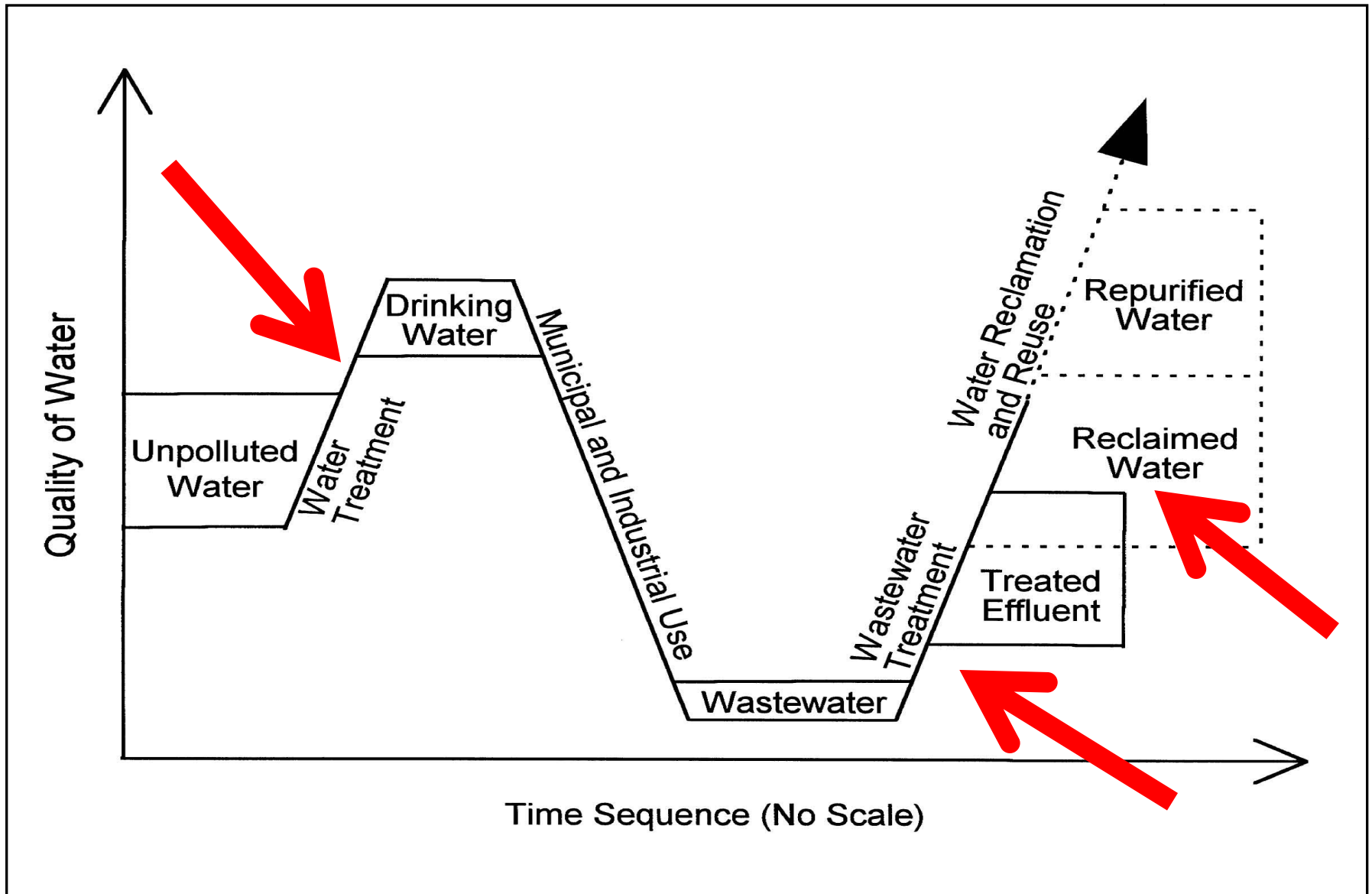
Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης

Καθηγητής: Γεώργιος Γκαϊντατζής

# Κεφάλαιο 6

## Γενικά Χαρακτηριστικά Υγρών Αποβλήτων

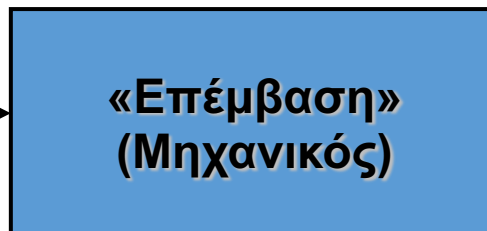
Αλλαγές στην ποιότητα νερού κατά την διάρκεια των δημοτικών χρήσεων του  
(σε χρονική αλληλουχία)



# Γενική εικόνα της διαχείρισης των υδάτων

## Ο ρόλος του «Μηχανικού»

**Εισερχόμενα ύδατα με τις  
πραγματικές τους ιδιότητες**



**Εξερχόμενα ύδατα με τις  
επιθυμητές ιδιότητες**

Νερό προερχόμενο από το περιβάλλον:

αιωρούμενα στερεά, βακτήρια, σκληρότητα, άρωμα

Πόσιμο νερό:

ασφαλές, καθαρό, άοσμο

Υδάτινα απόβλητα:

υψηλά επίπεδα BOD, παθογόνα στοιχεία, λάδια, λάσπη, αιωρούμενα στερεά

Επιστροφή πίσω στο περιβάλλον:

χαμηλά επίπεδα BOD, μηδενικά παθογόνα στοιχεία, λάδια κ.λπ., χαμηλά επίπεδα αιωρούμενων στερεών

# Γενικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

**Υγρά απόβλητα** είναι όλες οι ποσότητες υδάτων που μπορεί να προκύψουν είτε από οικιακές δραστηριότητες, είτε από βιομηχανικές δραστηριότητες, είτε από διάφορες άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, τα οποία συλλέγονται μέσω ενός συστήματος αποχέτευσης και οδηγούνται στο χώρο επεξεργασίας τους.

**Επεξεργασία υγρών αποβλήτων** είναι το σύνολο των διεργασιών που έχουν σκοπό τη μείωση της βλαπτικής επίδρασης των υγρών αποβλήτων στον άνθρωπο και το περιβάλλον.



# Γενικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Τα απόβλητα διακρίνονται ανάλογα με την προέλευσή τους στις ακόλουθες κατηγορίες:

1. **Αστικά απόβλητα**, που προέρχονται από οικιακά συγκροτήματα, γραφεία, καταστήματα, σχολεία, ξενοδοχεία κ.τ.λ.
2. **Απόβλητα βιομηχανιών και βιοτεχνιών**, που διοχετεύονται στο αποχετευτικό σύστημα χωρίς (ή μετά από μερική) επεξεργασία
3. **Επιφανειακά νερά απορροής**, δηλαδή τα νερά της βροχής μαζί με τα προϊόντα έκπλυσης των δρόμων που καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα.
4. **Νερά διήθησης – εισροής**, που δέχεται το αποχετευτικό σύστημα λόγω της μη απόλυτης στεγανότητας του και που προέρχονται από τον υδροφόρο ορίζοντα, και τα νερά επιφανειακής απορροής.

# Γενικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Το σύστημα αποχέτευσης ομβρίων και ακαθάρτων διακρίνεται σε:

1. **Χωριστικό σύστημα**, στο οποία υπάρχει ξεχωριστό δίκτυο αγωγών συλλογής των ακαθάρτων και των ομβρίων υδάτων
2. **Παντοροϊκό σύστημα**, όπου το δίκτυο αγωγών συλλογής των ακαθάρτων και των ομβρίων υδάτων είναι κοινό.
3. **Μεικτό σύστημα**, όπου μέρος της αποχετευόμενης παροχής εξυπηρετείται με χωριστικό σύστημα και μέρος με παντοροϊκό σύστημα.

## Πλεονεκτήματα

- + Μειωμένο κόστος συντήρησης (προσωπικό, αστυνόμευση)
- + Εφαρμογή σε αστικές περιοχές με στενούς δρόμους
- + Τα όμβρια των πρώτων λεπτών της βροχόπτωσης οδηγούνται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων
- + Μικρότερο κόστος κατασκευής και συνδέσεων

## Μειονεκτήματα

- Σε ισχυρές βροχοπτώσεις τα όμβρια διοχετεύονται στον αποδέκτη λόγω υπερχειλίσεων των εγκαταστάσεων επεξεργασίας
- Πλημμυρικά φαινόμενα σε υπόγειους χώρους
- Αυξημένο κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων (αυξημένες διατομές αγωγών, αυξημένη άντληση, κτλ.)
- Σε ξηρές περιόδους, εναποθέσεις στον πυθμένα των αγωγών λόγω μικρής ταχύτητας των ακαθάρτων νερών



## Πλεονεκτήματα

- + Μείωση ρίσκου μόλυνσεων των τελικών αποδεκτών (κατάλληλο για πυκνοκατοικημένες περιοχές)
- + Αγωγοί μικρότερης διαμέτρου (κόστος, τοποθέτηση)
- + Ξεχωριστή συλλογή σε βιομηχανικές περιοχές με ρυπασμένα υγρά βιομηχανικά απόβλητα
- + Μικρότερο κόστος κατασκευής αντλιοστασίων και μονάδων επεξεργασίας
- + Μικρότερα λειτουργικά κόστη των μονάδων επεξεργασίας

## Μειονεκτήματα

- Λόγω μικρών ταχυτήτων απαιτείται έκπλυση των αγωγών για αποφυγή επικαθίσεων
- Δύσκολη η τοποθέτηση δύο αγωγών σε πόλεις με στενούς δρόμους
- Συνολικό κόστος κατασκευής, αστυνόμευσης και συντήρησης μεγαλύτερο

# Φυσικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Τα υγρά απόβλητα μπορούν να χαρακτηριστούν από τη φυσική, χημική και βιολογική τους σύσταση.

Κατηγορία	Παράμετρος	Βιολογικά	Κολοβακτηρίδια	
Φυσικά	Θερμοκρασία		Πρωτόζωα	
	Οσμή		Βακτήρια	
	Χρώμα		Ιοί	
	Πυκνότητα		Μύκητες	
	Ολική περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά			
Χημικά	Πρωτεΐνες			
	Υδατάνθρακες			
	Οργανικά συστατικά (N και P)			
	Λίπη και έλαια			
	Βαρέα μέταλλα			
	Ιχνοστοιχεία			
	Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο 5 ημερών (BOD5)			
	Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)			
	Ολικός Οργανικός άνθρακας			

# Χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Στα χημικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων περιλαμβάνονται χημικές ενώσεις και στοιχεία, **οργανικής** και **ανόργανης** προέλευσης.

Τα οργανικά συστατικά διακρίνονται σε **εύκολα** και **δύσκολα** βιοαποικοδομήσιμα.

## Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες είναι μακρομόρια που προέρχονται από τροφές φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Λόγω της ύπαρξης θείου (S) στα μόρια τους, όταν βρίσκονται σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις κατά την αποσύνθεση τους εκλύουν δυνατές οσμές .

## Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο (C, H, O). Είναι βιοδιασπάσιμες, (άμυλο, σάκχαρα, κυτταρίνη)

# Χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

## Λίπη και Έλαια

Τα λίπη και έλαια είναι ενώσεις που **δεν διασπώνται εύκολα** από βακτήρια, ενώ μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα αν δεν απομακρυνθούν από τα απόβλητα πριν την διάθεσή τους στην φύση **δημιουργώντας προβλήματα** σε πολλούς ζωντανούς οργανισμούς.

## Βαρέα μέταλλα

Είναι στοιχεία, όπως ο χαλκός, το νικέλιο και ο υδράργυρος, (**Cu, Ni, Hg**) που αντιδρούν με τα μικροβιακά ένζυμα, αναστέλλοντας ή επιβραδύνοντας το μεταβολισμό τους, γι' αυτό και σε υψηλές συγκεντρώσεις πρέπει να απομακρύνονται από τα απόβλητα γιατί γίνονται εν δυνάμει **τοξικά, τερατογόνα και καρκινογόνα**.

## Ολικός οργανικός άνθρακας

Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC) υπολογίζεται από τη μέτρηση του **CO<sub>2</sub> που παράγεται κατά την πλήρη οξείδωση του C των οργανικών ουσιών** σε υψηλή θερμοκρασία, είναι δηλ. το ποσό του άνθρακα που δεσμεύεται σε μια οργανική ένωση και χρησιμοποιείται συχνά ως ένας μη ειδικός δείκτης της ποιότητας του νερού.

Εκφράζει το **συνολικό οργανικό φορτίο σε ένα δείγμα ύδατος** (mg C/L ύδατος).

# Χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

## BOD<sub>5</sub> (Biochemical Oxygen Demand)

Όταν η οργανική ύλη αποσυντίθεται, οι μικροοργανισμοί (όπως τα βακτήρια και οι μύκητες) τρέφονται από τα υλικά της αποσύνθεσης και προκαλείται οξείδωση. Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, ή BOD, μετρά την ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς στη διαδικασία αποσύνθεσης οργανικών ουσιών στο νερό. Όσο περισσότερο οξυγόνο χρησιμοποιούν οι μικροοργανισμοί, τόσο μεγαλύτερο είναι και το BOD αφήνοντας λιγότερο οξυγόνο για την υπόλοιπη υδρόβια χλωρίδα και πανίδα.

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο 5 ημερών, BOD<sub>5</sub>, είναι η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου (mg/l) που καταναλώνεται σε πέντε ημέρες από βιολογικές διαδικασίες.

## COD (Chemical Oxygen Demand)

Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο είναι η ποσότητα οξυγόνου (mg/l) που απαιτείται για την πλήρη χημική οξείδωση των οργανικών στοιχείων ενός υγρού αποβλήτου σε CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O. Κατά τον προσδιορισμό του COD οξειδώνονται σχεδόν όλες οι οργανικές ουσίες ανεξάρτητα από το αν είναι βιολογικά διασπάσιμες ή όχι. Χρησιμοποιείται συνήθως για την έμμεση μέτρηση της ποσότητας των οργανικών ενώσεων στο νερό.

Ποιο είναι μεγαλύτερο ? Γιατί ? Φυσική σημασία !

# Χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

Ποιο είναι μεγαλύτερο ? Γιατί ? Φυσική σημασία !

**BOD<sub>5</sub>** είναι το μέτρο των βιοαποδομήσιμων οργανικών που υπάρχουν στα απόβλητα

**COD** είναι το μέτρο των συνολικών οργανικών που υπάρχουν στα απόβλητα (βιοαποδομήσιμα και μη).

Ο λόγος που γίνονται οι μετρήσεις COD / BOD είναι ότι

- Είναι δύσκολο να προσδιοριστούν με αναλυτικές χημικές μεθόδους οι συγκεκριμένες ουσίες που υπάρχουν στα απόβλητα
- Δεν είναι τόσο σημαντικό να ξέρουμε ποιες είναι αυτές οι ουσίες

Άρα πάντα **COD > BOD**

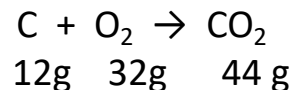
- $BOD / COD = 0,3 - 0,8$
- $BOD / COD < 0,3$  (ένδειξη τοξικών συστατικών στα υγρά απόβλητα ή μεγάλο ποσοστό των αποβλήτων είναι μη βιοαποδομήσιμα)
- $BOD / COD = 0,2$  (τα υγρά απόβλητα δεν είναι αστικής προέλευσης)

Δεν ισχύει όμως πάντα **BOD > TOC**

- $BOD/TOC = 1,2 - 2,0$  (ανεπεξεργαστα λύματα)
- $BOD/TOC = 0,2 - 0,5$  (επεξεργασμένα λύματα)

Γιατί ??

- Μετρώντας το TOC μετράμε τον οργανικό άνθρακα, ενώ μετρώντας το BOD / COD μετράμε το οξυγόνο που απαιτείται για την οξείδωση του οργανικού άνθρακα.



# Χημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων



Εργαστηριακό όργανο για τη  
Μέτρηση BOD<sub>5</sub>



Εργαστηριακό όργανο για τη  
Μέτρηση COD

## Ανόργανα συστατικά (N και P)

Τα ανόργανα συστατικά (άζωτο και φώσφορος) είναι **θρεπτικά στοιχεία** απαραίτητα για την ανάπτυξη πολλών οργανισμών όπως οι μικροοργανισμοί.

Σε μικρές ποσότητες είναι απαραίτητα για την βιολογική επεξεργασία αλλά **φαινόμενα όπως του ευτροφισμού** κάνουν απαραίτητη την μέτρηση της συγκέντρωσής τους αφού αποτελούν σημαντική παράμετρο της ποιότητας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

### Το άζωτο στα αστικά απόβλητα περιέχεται στις μορφές:

- Οργανικό άζωτο (πρωτεΐνες, ουρία, αμινοξέα)
- Αμμωνιακό άζωτο (αμμωνιακά άλατα, ή αμμωνία)

### Ο φώσφορος προέρχεται:

- Ανόργανος φώσφορος κυρίως ως ορθοφωσφορικά ή ως πολυφωσφορικά
- Οργανικός φώσφορος, σε μικρότερες ποσότητες



## ρΗ

Το ρΗ είναι **σημαντικό χαρακτηριστικό** των αποβλήτων γιατί επηρεάζει όλες τις διαδικασίες επεξεργασίας και σχετίζεται με προβλήματα φθοράς σε αγωγούς, μηχανολογικό εξοπλισμό, κ.τ.λ.

## Αλκαλικότητα

Οφείλεται στην **παρουσία ιόντων**  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ , ενωμένων με  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$  ή  $\text{NH}_4^+$ . Η παρουσία ιόντων στα απόβλητα οφείλεται στο πόσιμο νερό και στις εισροές στο αποχετευτικό σύστημα.

## Χλωριούχα

Περιέχονται στα αστικά απόβλητα από το πόσιμο νερό και τα ανθρώπινα απόβλητα καθώς και σε βιομηχανικά απόβλητα. Η παρουσία τους στο νερό δεν δημιουργεί γενικά προβλήματα ρύπανσης αλλά δίνει υφάλμυρη γεύση.

## Ενώσεις του θείου

Το θείο είναι βασικό συστατικό των ζώντων οργανισμών και βρίσκεται στα απόβλητα με διάφορες μορφές. Η κυριότερη είναι το  $\text{SO}_4^{-2}$  που δημιουργεί προβλήματα ρύπανσης εξαιτίας του σχηματισμού  $\text{H}_2\text{S}$  και  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Το βασικό πρόβλημα είναι η έκλυση **δυσάρεστης οσμής** στο αποχετευτικό και στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας

## Τοξικά συστατικά – βαρέα μέταλλα

Περιέχονται στα **βιομηχανικά** και αστικά απόβλητα. Διάφορα ιόντα στοιχείων όπως των Cu, Pb, Cr, As, Bo, Ag, Ni, Mn, Cd, Zn, Fe, Hg πάνω από ορισμένη συγκέντρωση είναι **τοξικά**.

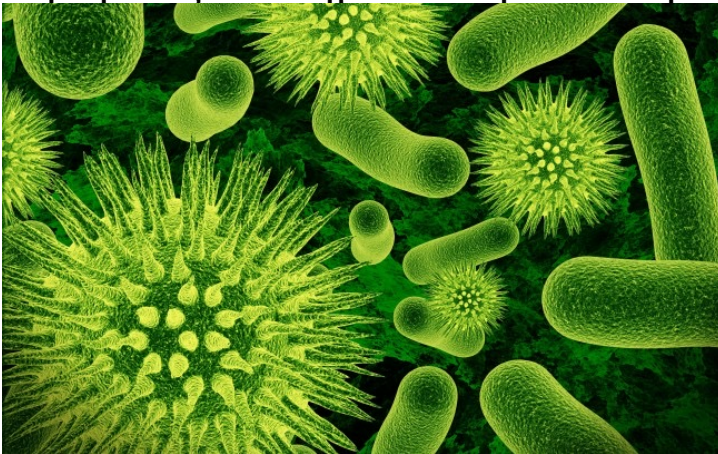
## Διαλυμένο Οξυγόνο (DO-Dissolved Oxygen)

Είναι ποιοτικό χαρακτηριστικό του υδάτινου φορέα. Το  $\text{O}_2$  έχει μικρή διαλυτότητα στο νερό που μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Το DO είναι **χαρακτηριστική παράμετρος ελέγχου ρύπανσης υδάτινων φορέων** και πρέπει να είναι πάνω από ορισμένα επίπεδα ανάλογα με τη χρήση του νερού.

Τα βιολογικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων είναι μικροοργανισμοί που προέρχονται από τις κοπρανώδεις ουσίες.

- Κυριότερες κατηγορίες είναι οι μύκητες, τα βακτήρια και οι ιοί.
- Επίσης μπορεί να περιέχονται εντερικά παράσιτα, όπως οι αμοιβάδες ή αβγά σκουληκιών.
- Πολλοί από αυτούς τους μικροοργανισμούς είναι παθογόνοι και μέσω του νερού μπορεί να μεταφέρουν ασθένειες όπως χολέρα, δυσεντερία και ηπατίτιδα.

Οι συγκεκριμένοι μικροοργανισμοί όμως έχουν ιδιαίτερη σημασία καθώς διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επεξεργασία αποβλήτων



Οι μικροοργανισμοί χωρίζονται σε κατηγορίες με περισσότερους από έναν τρόπους:

➤ **Ανάλογα με την πηγή άνθρακα που χρησιμοποιούν ως τροφή είναι**

- **Αυτροφικοί** είναι οι οργανισμοί που χρησιμοποιούν **διοξείδιο του άνθρακα** ως τροφή
- **Ετεροτροφικοί** είναι οι οργανισμοί που χρησιμοποιούν **οργανικό άνθρακα** ως τροφή

➤ **Ανάλογα με την παρουσία ή όχι οξυγόνου στο περιβάλλον που ζουν και αναπτύσσονται, χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:**

- **Αερόβιοι** είναι οι οργανισμοί που δρουν παρουσία οξυγόνου
- **Αναερόβιοι** είναι οι οργανισμοί που δρουν κάτω από απουσία οξυγόνου
- **Αερόβιοι – αναερόβιοι** είναι οι οργανισμοί που δρουν κάτω από παρουσία ή απουσία οξυγόνου.

Οι μικροοργανισμοί για να ζουν και να πολλαπλασιαστούν απαιτούν ενέργεια και τροφή (C και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, N, P, S, Ca, Mg). Η πληθυσμιακή εξέλιξη των μικροοργανισμών χαρακτηρίζεται από τις παρακάτω φάσεις:

1. **Φάση προσαρμογής**: οι μικροοργανισμοί προσαρμόζονται στο περιβάλλον που βρίσκονται και αρχίζουν την παραγωγή των ενζύμων.
2. **Λογαριθμική φάση ανάπτυξης**: Οι μικροοργανισμοί πολλαπλασιάζονται καταναλώνοντας την τροφή που υπάρχει.
3. **Στάσιμη φάση**: Η τροφή έχει περιορισθεί, ο ρυθμός πολλαπλασιασμού μειώνεται και ο αριθμός των νέων μικροοργανισμών ισούται με τον αριθμό αυτών που πεθαίνουν.
4. **Λογαριθμική φάση θανάτου – ενδογενής φάση**: Η τροφή είναι ελάχιστη έως ανύπαρκτη. Έτσι οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν άλλους μικροοργανισμούς ή το πρωτόπλασμά τους, ώστε ο ρυθμός θανάτου είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό πολλαπλασιασμού.

## Τι είναι ?

$BOD_5 = 60 \text{ g/άτομο/ημέρα}$

$BOD_5 = 70-80 \text{ g/άτομο/ημέρα}$  (για παντοροϊκό σύστημα)

## Άσκηση !

Να βρεθεί το πληθυσμιακό ισοδύναμο βιομηχανίας που παράγει απόβλητα  $50 \text{ m}^3/\text{day}$  με  $BOD_5 = 1200 \text{ mg/L}$

$(1200 \text{ mg/L}) \times (50.000 \text{ L}) = 60 \times 10^6 \text{ mg/day} = 60.000 \text{ g/day} / (60 \text{ g/άτομο/μέρα}) = 1.000 \text{ άτομα}$

# Χημικές αντιδράσεις και αντιδραστήρες στην επεξεργασία αποβλήτων

Ο σχεδιασμός των μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων, απαιτεί τη γνώση διαφόρων μεγεθών που σχετίζονται με την **κινητική των αντιδράσεων** οι οποίες λαμβάνουν χώρα.

**Ταχύτητα μιας αντίδρασης**  $r$  είναι ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης των ουσιών  $dC/dt$  που παίρνουν μέρος σε αυτήν, ως αποτέλεσμα της αντίδρασης.

Όταν η αντίδραση γίνεται σε αντιδραστήρα σταθερού όγκου, τότε η ταχύτητα είναι:

$$r = \pm \frac{dC}{dt}$$

Όπου  $C$  είναι η συγκέντρωση της ουσίας που μας ενδιαφέρει και  $t$  είναι ο χρόνος.

Το πρόσημο  $+$  δείχνει αύξηση ενώ το  $-$  δείχνει μείωση της συγκέντρωσης της ουσίας που αντιδρά.

# Χημικές αντιδράσεις και αντιδραστήρες στην επεξεργασία αποβλήτων

Οι χημικές αντιδράσεις έχουν ταχύτητες που είναι ανάλογες των συγκεντρώσεων των ουσιών που αντιδρούν. Έτσι διακρίνονται σε **διάφορες τάξεις** που οι απλές τους μορφές δίνονται παρακάτω:

## Μηδενικής τάξης: $A \rightarrow B$

$$\frac{dC_A}{dt} = \pm kC_A \quad \text{ή} \quad C_A = C_{A0} - kt$$

Όπου  $C_A$  η συγκέντρωση της ένωσης A σε χρόνο t, και k η σταθερά της αντίδρασης που εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία και το είδος των αποβλήτων.

## Πρώτης τάξης: $A \rightarrow B$

$$\frac{dC_A}{dt} = \pm kC_A \quad \text{ή} \quad C_A = C_{A0}e^{-kt}$$



# Χημικές αντιδράσεις και αντιδραστήρες στην επεξεργασία αποβλήτων



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

**Δεύτερης τάξης:  $A + A \rightarrow \Gamma$**

$$\frac{dC_A}{dt} = \pm kC_A^2 \quad \text{ή} \quad \frac{1}{C_A} = \frac{1}{C_{A_0}} + kt$$

$A+B \rightarrow \Gamma$

$$\frac{dC_A}{dt} = \pm kCACB$$

Όπου

$dC_A/dt$  = ταχύτητα αντίδρασης της ουσίας A

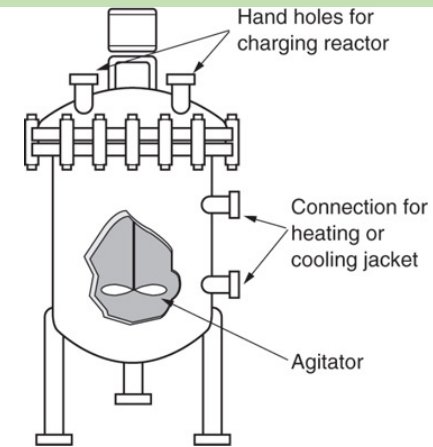
$C_A$  = συγκέντρωση της ουσίας A σε χρόνο t

$C_{A_0}$  = συγκέντρωση της ουσίας σε χρόνο t=0

k = σταθερά της αντίδρασης

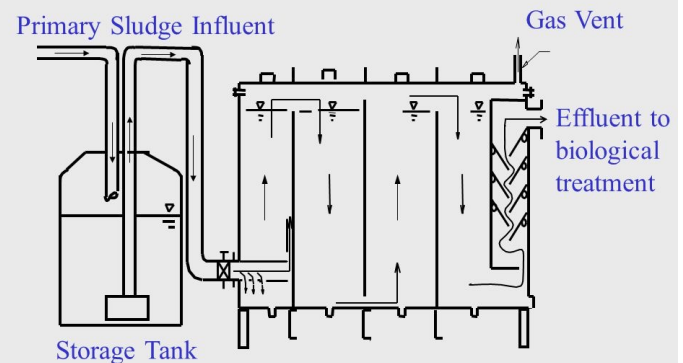
Οι αντιδραστήρες που χρησιμοποιούνται στις διάφορες διαδικασίες επεξεργασίας αποβλήτων είναι:

- 1. Κλειστός αντιδραστήρας με πλήρη ανάμιξη.** Στο είδος αυτό δεν υπάρχει εισροή και εκροή και το περιεχόμενο του αναδεύεται πλήρως.
- 2. Αντιδραστήρας σωληνοειδούς ροής.** Σε αυτό το είδος τα στοιχειώδη σωματίδια του υγρού εισέρχονται ομοιόμορφα κατανεμημένα στη διατομή του αντιδραστήρα, διατηρούν σταθερές ταχύτητες κατά τη διέλευση τους μέσα από αυτόν και εξέρχονται επίσης ομοιόμορφα κατανεμημένα. Η μεταβολή στη συγκέντρωση γίνεται κατά μήκος του αντιδραστήρα.
- 3. Αντιδραστήρας συνεχούς ροής με πλήρη ανάμιξη.** Στο είδος αυτό τα στοιχειώδη σωματίδια του υγρού εισέρχονται στον αντιδραστήρα και διασπείρονται ομοιόμορφα, λόγω της ανάμιξης, σε όλο τον όγκο του. Η συγκέντρωση στον αντιδραστήρα θεωρείται ίδια με αυτή της εκροής.



Κλειστός αντιδραστήρας

## Schematic of Serpentine Plug-flow Reactor (SPFR)



Αντιδραστήρας σωληνοειδούς ροής

Είναι γνωστό ότι η ύλη δεν καταστρέφεται ούτε δημιουργείται, αλλά αλλάζει μορφή ανάλογα με τα διάφορα στάδια τα οποία περνάει. Αυτή η αρχή ονομάζεται ισοζύγιο μάζας και είναι η βάση όλων των βιολογικών και χημικών διεργασιών.

$$\text{Συσώρευση} = \text{Εισροή} - \text{Εκροή}$$

## Παράδειγμα

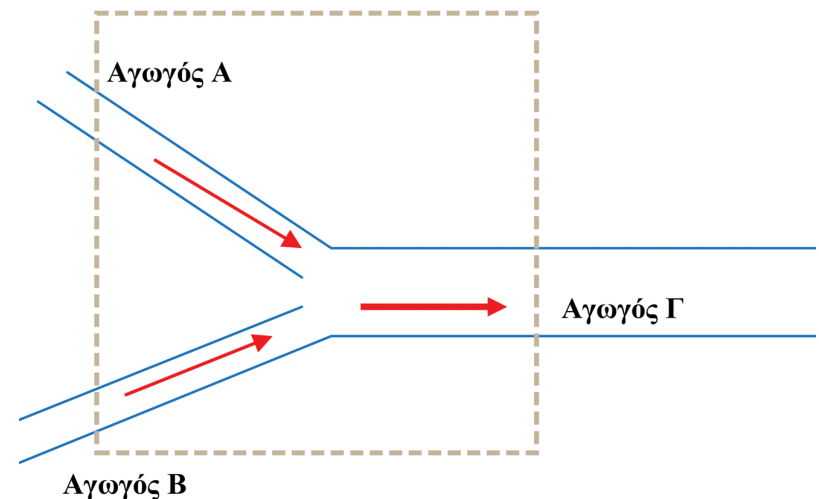
Εξετάζουμε τη συγκέντρωση του αλατιού NaCl σε έναν αγωγό Γ, όταν σε αυτόν πέφτουν οι εκροές δύο άλλων αγωγών με κάποια περιεκτικότητα αλατιού.

Η συγκέντρωση στον αγωγό Α είναι 100 mg/L

Η συγκέντρωση στον αγωγό Β είναι 20 mg/L

Ο ρυθμός ροής του αγωγού Α είναι 4,5 m<sup>3</sup>/s

Ο ρυθμός ροής του αγωγού Β είναι 2,0 m<sup>3</sup>/s



Η μάζα αλατιού σε κάθε μια από τις εισροές στο σύστημα είναι ίση με τη συγκέντρωση του αλατιού  $C_A$ ,  $C_B$  στον κάθε αγωγό, πολλαπλασιασμένη με την παροχή του κάθε αγωγού ( $Q_A$ ,  $Q_B$  αντίστοιχα) συνεπώς η σχέση εισροής – εκροής διαμορφώνεται ως:

$$C_A Q_A + C_B Q_B = C_\Gamma Q_\Gamma$$

Η συνολική παροχή  $Q_\Gamma$  του αγωγού  $\Gamma$  ισούται με το άθροισμα των παροχών των αγωγών  $A$  και  $B$ :

$$Q_\Gamma = Q_A + Q_B$$

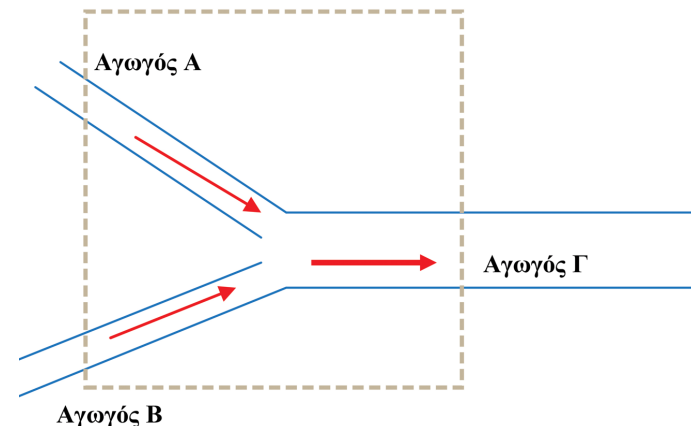
Από αυτές τις δύο σχέσεις βρίσκουμε:

$$C_\Gamma = \frac{C_A Q_A + C_B Q_B}{Q_A + Q_B}$$

Άρα

$$C_\Gamma = \frac{\left(\frac{100\text{mg}}{\text{L}}\right)\left(\frac{4500\text{L}}{\text{s}}\right) + \left(\frac{20\text{mg}}{\text{L}}\right)\left(\frac{2000\text{L}}{\text{s}}\right)}{6500\text{L/s}}$$

$$C_\Gamma = 75,38 \text{ mg/L}$$



# Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων

## Παροχή αποβλήτων

- Η παροχή των αποβλήτων από κάθε μια πηγή εξαρτάται από τον αριθμό των ατόμων που εξυπηρετεί.
- Σε αρκετές περιπτώσεις παρουσιάζονται μεγάλες διακυμάνσεις ανά εποχή (π.χ. τουριστικές μονάδες).
- Για τον υπολογισμό της συνολικής παροχής λαμβάνεται υπόψη και η είσοδος αποβλήτων που προέρχονται από παραγωγικές μονάδες.

Πρόελευση	Περιοχή τιμών (L/κάτοικο/μέρα)	Τυπική τιμή (L/κάτοικο/μέρα)
Κατοικία	110 – 230	170
Ξενοδοχείο Πελάτης	150 – 230	190
Ξενοδοχείο Εργαζόμενος	30 – 50	38
Εστιατόριο	30 – 38	34
Σχολείο	19 – 64	42
Κατασκήνωση	130 – 190	170

# Σχεδιασμός εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων

Η επιλογή του κατάλληλου συνδυασμού διεργασιών σε μια μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων για μια συγκεκριμένη περίπτωση είναι μια τεχνικοοικονομική διαδικασία που μπορεί να συνοψισθεί στα ακόλουθα:

1. Εκτιμώνται τα **χαρακτηριστικά και οι ποσότητες** των αποβλήτων για τον επιθυμητό χρόνο ζωής του έργου.
2. Προσδιορίζονται **οι προδιαγραφές που πρέπει να πληρούν τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων** προκειμένου να διοχετευτούν σε ένα συγκεκριμένο αποδέκτη ή να επανακτηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές.
3. Εξετάζονται όλες οι **πιθανές εναλλακτικές λύσεις**, που μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτούμενες προδιαγραφές, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους τοπικούς παράγοντες. Στους τελευταίους περιλαμβάνεται το κλίμα, οι εδαφολογικές συνθήκες, το είδος και η θέση του αποχετευτικού συστήματος κλπ.
4. Εξέταση των τεχνικοοικονομικών λύσεων που επιλέχτηκαν αρχικά. Η τεχνικοοικονομική ανάλυση περιλαμβάνει:
  - a) Καθορισμό **των κριτηρίων σχεδιασμού** των διάφορων μονάδων επεξεργασίας.
  - b) **Διαστασιολόγηση** των διάφορων μονάδων επεξεργασίας έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή απόδοση με το χαμηλότερο κόστος.
  - c) **Ανάλυση του κόστους** των εναλλακτικών λύσεων, που περιλαμβάνει τον υπολογισμό του κόστους κατασκευής και του κόστους λειτουργίας–συντήρησης. Με βάση την ανάλυση αυτή εκλέγεται η οικονομικότερη λύση για κατασκευή.

# Διεργασίες απομάκρυνσης ρυπαντών από υγρά απόβλητα

Ρυπαντική ουσία	Διεργασία
Αιωρούμενα στερεά	Καθίζηση, επίπλευση, φυσικές διεργασίες, φίλτρα
Βιοαποδομήσιμα οργανικά	Ενεργός ιλύς, φυσικές διεργασίες, λίμνες, φίλτρα
Πτητικά οργανικά	Φυσικά συστήματα
Παθογενή	Χλωρίωση, UV ακτινοβολία, φυσικές διεργασίες
Άζωτο	Νιτροποίηση/απονιτροποίηση, φυσικές διεργασίες
Φώσφορος	Βιολογική απομάκρυνση, φυσικές διεργασίες
Δύσκολα αποδομήσιμα οργανικά	Φυσικές διεργασίες
Βαρέα μέταλλα	Χημική καθίζηση, φυσικές διεργασίες
Διαλυμένα στερεά	Ιοντοεναλλαγή, αντίστροφη ώσμωση

# Παράγοντες αξιολόγησης και επιλογή βασικών συστημάτων επεξεργασίας

Παράμετρος	Παρατηρήσεις
Δυνατότητα εφαρμογής της μεθόδου	Βασίζεται σε προηγούμενη εμπειρία, δεδομένα από υπάρχουσες μονάδες, βιβλιογραφία
Παροχή αποβλήτων	Η διεργασία πρέπει να σχεδιαστεί ώστε να εξυπηρετεί την παροχή π.χ. οι λίμνες σταθεροποίησης δεν εφαρμόζονται σε μεγάλες ροές
Διακυμάνσεις παροχής	Πιθανότητα για εξισορρόπηση ροής
Χαρακτηριστικά αποβλήτων	Επίδραση στην απόδοση της μονάδας
Ουσίες με αρνητική δράση	Ουσίες που μειώνουν την απόδοση και ουσίες που δεν επηρεάζονται από την επεξεργασία
Κλίμα	Η θερμοκρασία επηρεάζει τις χημικές και βιολογικές δράσεις



# Παράγοντες αξιολόγησης και επιλογή βασικών συστημάτων επεξεργασίας

Παράμετρος	Παρατηρήσεις
Κινητική της αντίδρασης	Ο σχεδιασμός των δεξαμενών γίνεται με βάση την κινητική των αντιδράσεων
Λειτουργία	Η απόδοση σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά των εκροών που πρέπει να είναι μικρότερα από αυτά που ορίζονται στη νομοθεσία
Υπολειμματικές ουσίες	Απαιτήση για επιπλέον στάδια επεξεργασίας
Επεξεργασία ιλύος	Τα υγρά από την επεξεργασία της ιλύος ανακυκλώνονται στην εγκατάσταση και πρέπει να συνυπολογίζονται. Τρόποι για τελική διάθεση της ιλύος
Περιβαλλοντικοί περιορισμοί	Επικράτηση ισχυρών ανέμων, γειτνίαση με κατοικημένες περιοχές, δυνατότητα πρόσβασης, κατάσταση αποδέκτη κτλ. μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή μιας μεθόδου.

# Παράγοντες αξιολόγησης και επιλογή βασικών συστημάτων επεξεργασίας

Παράμετρος	Παρατηρήσεις
Απαιτήσεις σε χημικά	Επίδραση από προσθήκη χημικών στην απόδοση. Διαθεσιμότητα των χημικών.
Απαιτήσεις σε ενέργεια	Επηρεάζουν την οικονομικότητα της μονάδας
Προσωπικό	Διαθεσιμότητα εξειδικευμένου προσωπικού
Πολυπλοκότητα	Βαθμός εκπαίδευσης χειριστών. Λειτουργία σε σταθερές και έκτακτες συνθήκες
Διαθεσιμότητα γης	Διαθεσιμότητα γης για την υπάρχουσα εγκατάσταση και τυχόν μελλοντικές επεκτάσεις. Επιπλέον έκταση για να ελαχιστοποιηθούν οι επιδράσεις από θόρυβο, οσμές.

Σε μια βιομηχανία υπάρχουν απόβλητα από δύο διαδικασίες παραγωγής. Τα απόβλητα συλλέγονται για ανάμειξη σε μια δεξαμενή εξισορρόπησης.

- Το 1ο ρεύμα αποβλήτων έχει παραγωγή **10.000 L/day** με όξινο **pH=6**
- Το 2ο ρεύμα αποβλήτων έχει **pH=8**

Για να υποστούν βιολογική επεξεργασία τα απόβλητα μετά τη δεξαμενή εξισορρόπησης, πρέπει το pH του νέου ρεύματος να είναι **ανάμεσα στο 6,5 και στο 8**.

Ποια είναι η ελάχιστη ποσότητα του 2<sup>ου</sup> ρεύματος αποβλήτων που πρέπει να οδηγηθεί στη δεξαμενή εξισορρόπησης, **ώστε το pH του νέου ρεύματος να είναι ανάμεσα στο 6,5 και στο 8** ?

## Λύση

Το pH με βάση τον ορισμό του είναι:

$$pH = -\log[H^+]$$

Όπου η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου εκφράζεται σε moles/L.

Κάνουμε ένα ισοζύγιο μάζας για τα ιόντα υδρογόνου πριν και μετά τη δεξαμενή εξισορρόπησης. Τα ιόντα υδρογόνου που εισρέουν στη δεξαμενή από το ένα ρεύμα είναι  $C_1Q_1$ , και από το άλλο ρεύμα  $C_2Q_2$ . Το ισοζύγιο γράφεται:

$$C_1Q_1 + C_2Q_2 = C_TQ_T$$

Όπου

$C_1$  η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου στο πρώτο ρεύμα

$C_2$  η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου στο δεύτερο ρεύμα

$C_T$  η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου στην εκροή από τη δεξαμενή

$Q_1$  η ογκομετρική παροχή που εισέρχεται στη δεξαμενή από το πρώτο ρεύμα

$Q_2$  η ογκομετρική παροχή που εισέρχεται στη δεξαμενή από το δεύτερο ρεύμα

$Q_T$  η ογκομετρική παροχή στην εκροή από τη δεξαμενή

Θεωρώντας ως χρόνο αναφοράς την πρώτη μέρα.

Ο όγκος των υγρών αποβλήτων που εισέρχεται στη δεξαμενή εξισορρόπησης από το πρώτο ρεύμα ισούται με  $V_1$ , ενώ ο όγκος των υγρών αποβλήτων που εισέρχεται στη δεξαμενή εξισορρόπησης από το δεύτερο ρεύμα ισούται με  $V_2$ .

Ο όγκος των υγρών αποβλήτων που εκρέει σε μια ημέρα από τη δεξαμενή εξισορρόπησης θα είναι  $V_1 + V_2$ . Η εξίσωση θα είναι:

$$C_1V_1 + C_2V_2 = CT(V_1 + V_2)$$

Αντικαθιστώντας όλες τις τιμές έχουμε:

$$\left(10^{-6} \frac{\text{moles}}{\text{L}}\right) 10.000\text{L} + \left(10^{-8} \frac{\text{moles}}{\text{L}}\right) V_2 = \left(10^{-6.5} \frac{\text{moles}}{\text{L}}\right) (10.000\text{L} + V_2)$$

Λύνοντας την εξίσωση ως προς  $V_2$  βρίσκουμε πως  $V_2 = 22.332 \text{ L}$

Άρα

το δεύτερο ρεύμα αποβλήτων πρέπει να έχει παροχή τουλάχιστον 22.332 L/day ώστε να επιτυγχάνεται στην έξοδο της δεξαμενής pH = 6.5

# Κεφάλαιο 7

Μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν ρυπαντικές και μολυσματικές ουσίες και **η απ' ευθείας διάθεσή τους σε έναν φυσικό, συνήθως υδάτινο, αποδέκτη εγκυμονεί κινδύνους** τόσο για τον φυσικό περιβάλλον όσο και για τα υπόλοιπα έμβια όντα, κυρίως όμως για τον άνθρωπο.

Τα υγρά απόβλητα μιας πόλης συλλέγονται με το σύστημα αποχέτευσης στο οποίο εκτός από τα απόβλητα που προκύπτουν από τις οικιακές δραστηριότητες μπορεί να δέχεται

- **όμβρια ύδατα,**
- **εισροές από υπόγεια ή επιφανειακά νερά,**
- **βοθρολύματα (από το ποσοστό του πληθυσμού που δεν είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο αποχέτευσης)**
- **και υπό προϋποθέσεις κάποιες κατηγορίες βιομηχανικών αποβλήτων τα οποία όμως έχουν οπωσδήποτε υποστεί κάποιου είδους προεπεξεργασία.**

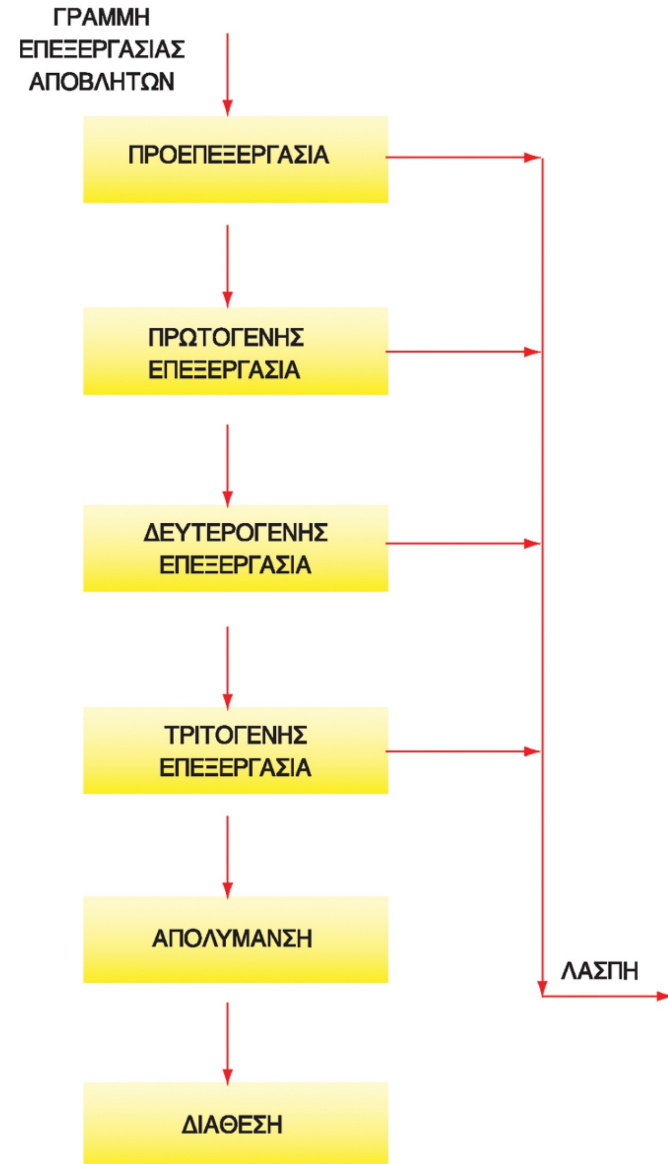
Το δίκτυο του συστήματος αποχέτευσης

- **συμβάλλει σε έναν Κεντρικό Αποχετευτικό Αγωγό (Κ.Α.Α.)**
- **ο οποίος καταλήγει σε μια Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.)**
- **όπου τα λύματα υφίστανται επεξεργασία**
- **με σκοπό τη δέσμευση και την εξουδετέρωση των ανεπιθύμητων συστατικών τους.**

# Στάδια επεξεργασίας αποβλήτων

Τα κύρια στάδια της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων είναι τα εξής:

1. Προεπεξεργασία (Προκαταρκτική επεξεργασία)
2. Πρωτοβάθμια επεξεργασία
3. Δευτεροβάθμια επεξεργασία
4. Τριτοβάθμια επεξεργασία
5. Απολύμανση (πολλές φορές θεωρείται μέρος της τριτοβάθμιας)





## Προεπεξεργασία

- Στην προεπεξεργασία απομακρύνονται υλικά τα οποία συνήθως προκαλούν ζημιές στο μηχανολογικό εξοπλισμό και προβλήματα στη συντήρηση και τη λειτουργία της Ε.Ε.Λ.
- Έτσι απομακρύνονται λίπη, άμμος, μικρά τεμάχια πλαστικού και ξύλου, γίνεται εξισορρόπηση της παροχής και εξομάλυνση του ρυπαντικού φορτίου.

Συνήθως χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

- **Εσχάρωση:** για την απομάκρυνση των αντικειμένων μεγάλου όγκου
- **Άλεση:** για τον τεμαχισμό μεγάλων αντικειμένων σε στερεά μικρότερου μεγέθους
- **Εξάμμωση:** για την απομάκρυνση άμμου
- **Λιποσυλλογή:** για την απομάκρυνση ελαίου και λιπών
- **Εξισορρόπηση παροχής:** για την εξασφάλιση της ομοιόμορφης παροχής στα επόμενα στάδια

## Προεπεξεργασία

- Τα στερεά παραπροϊόντα της προεπεξεργασίας διατίθενται με μεθόδους διάθεσης στερεών απορριμμάτων,
- τα λίπη και τα έλαια, όταν δεν μπορούν να ανακυκλωθούν, καίγονται σε ειδικούς κλιβάνους.



## Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Στην Πρωτοβάθμια Επεξεργασία απομακρύνεται ένα μέρος των:

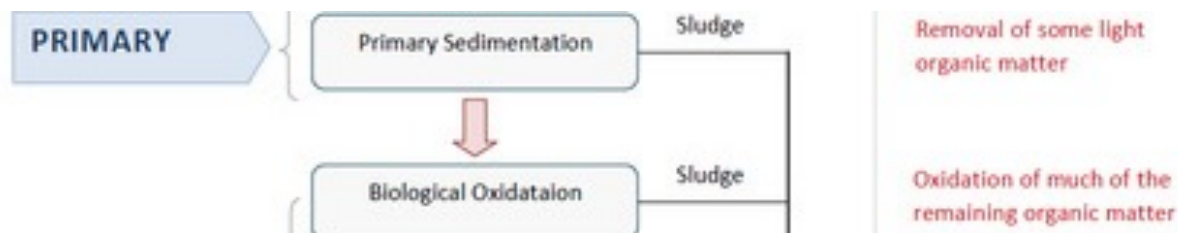
- αιωρούμενων στερεών,
- οργανικών ουσιών,
- του BOD καθώς
- θρεπτικών συστατικών αζώτου και φωσφόρου.

Αυτό επιτυγχάνεται

- με το φυσικό φαινόμενο της καθίζησης, για την απομάκρυνση αιωρούμενων σωματιδίων 0,1 - 0,001 mm και
- την επίπλευση, για την απομάκρυνση ελαφρών στερεών

Τα παραπροϊόντα της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας είναι μία πρωτογενής λάσπη η οποία

- πρέπει να παχυνθεί,
- να σταθεροποιηθεί και
- να αξιοποιηθεί ενεργειακά με διεργασίες αναερόβιας ή αερόβιας χώνευσης (βιοαέριο) και
- τελικά να διατεθεί αν δεν είναι τοξική σε χώρους υγειονομικής ταφής.



# Στάδια επεξεργασίας αποβλήτων



Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης ΜΕΥΑ Καβάλας



Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης ΜΕΥΑ Θεσσαλονίκης  
Διακρίνεται η υπερχειλίση των υγρών αποβλήτων

## Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Στη Δευτεροβάθμια επεξεργασία, απομακρύνονται οι βιοαποικοδομήσιμες οργανικές ουσίες και τα αιωρούμενα στερεά με τη χρήση βιολογικών, φυσικών και χημικών διεργασιών από τα υγρά απόβλητα.

Χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

- Αερισμός για οξείδωση των οργανικών ουσιών
- Νιτροποίηση – απονιτροποίηση
- Καθίζηση
- Φιλτράρισμα

# Στάδια επεξεργασίας αποβλήτων



Δεξαμενή αερισμού ΜΕΥΑ Λάρισσας



Δεξαμενή αερισμού ΜΕΥΑ Θεσσαλονίκης

## Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Παραπροϊόντα της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας είναι

- το βιοαέριο (-75% CH<sub>4</sub>)
- λάσπη (δευτερογενής λάσπη)

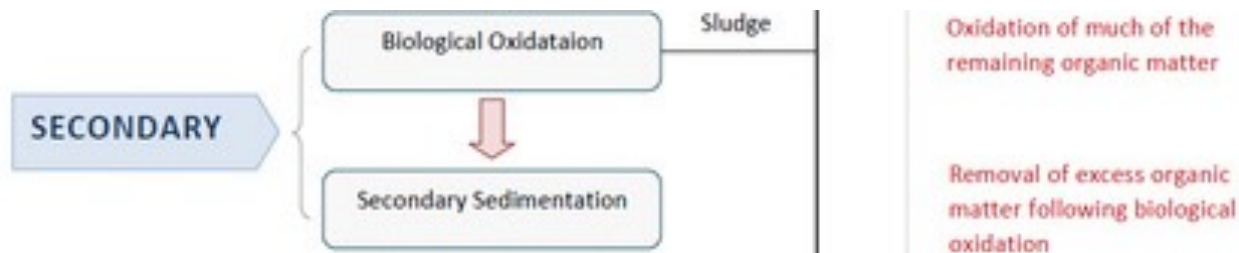
Η λάσπη μετά από

- πάχυνση (από 1% σε 5% αιωρούμενα στερεά) και
- οδήγηση είτε σε μονάδες αερόβιας ή αναερόβιας σταθεροποίησης και ενεργειακής αξιοποίησης και
- αφυδάτωση με τεχνικές διήθησης (π.χ. φιλτρόπρεσες) ή φυγοκέντρισης και εφ' όσον δεν είναι τοξική,

Οδηγείται

- σε μονάδες κομποστοποίησης
- ή ταφής με υγειονομικό τρόπο με τα αστικά απορρίμματα

Συνήθως η πρωτογενής και η δευτερογενής λάσπη επεξεργάζονται μαζί.

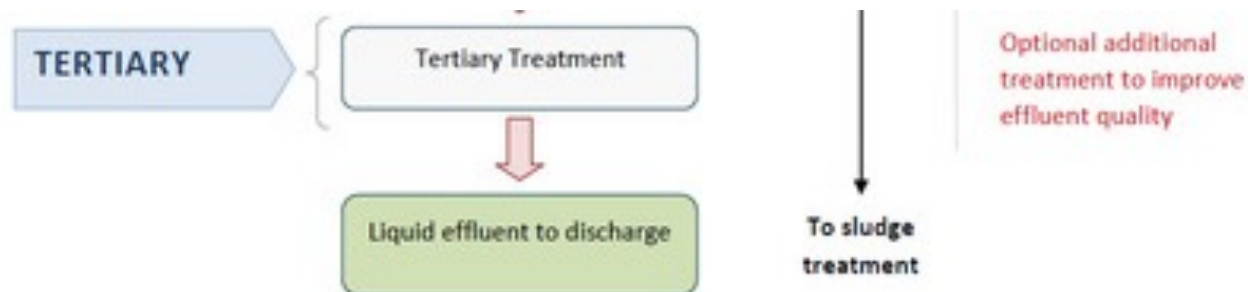


## Τριτοβάθμια επεξεργασία

Στη τριτοβάθμια επεξεργασία απομακρύνονται όσοι από τους ρυπαντές-μολυντές έχουν διαφύγει από την δευτεροβάθμια επεξεργασία, όπως ενώσεις αζώτου, φωσφόρου και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί.

Συνήθως χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

- Χλωρίωση
- Οζόντωση
- Έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία UV





# Στάδια επεξεργασίας αποβλήτων



Χλωρίωση επεξεργασμένων υγρών  
αποβλήτων στην ΜΕΥΑ Θεσσαλονίκης



Συσκευή οζοντισμού ΜΕΥΑ  
Θέρμης, Θεσσαλονίκη

## Τριτοβάθμια επεξεργασία

Στην τριτοβάθμια επεξεργασία μπορεί να περιλαμβάνονται φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες.

Παραδείγματα διεργασιών που χρησιμοποιούνται στην τριτοβάθμια επεξεργασία είναι:

- Η απομάκρυνση της **αμμωνίας** με απαέρωση.
- Η απομάκρυνση των **αιωρούμενων στερεών** με διύλιση ή με μικροδιήθηση
- Η απομάκρυνση **οργανικών ουσιών** με προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα
- Η απομάκρυνση των **διαλυτών στερεών** με ηλεκτροδιάλυση ή αντίστροφη ώσμωση
- Η απομάκρυνση των **νιτρικών** με ιοντοεναλλαγή.
- Η απομάκρυνση του **φωσφόρου** με κροκίδωση και καθίζηση
- Η νιτροποίηση – απονιτροποίηση για την απομάκρυνση των **ενώσεων του αζώτου**.

## Απολύμανση

Στην απολύμανση των αποβλήτων καταστρέφονται ή αδρανοποιούνται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που αποτελούν κίνδυνο για την δημόσια υγεία.

Είναι **το τελευταίο στάδιο επεξεργασίας** και το μοναδικό με αποκλειστικό σκοπό την **καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών**.

Μέθοδοι απολύμανσης:

- Απολύμανση με χλωρίωση
- Απολύμανση με  $O_3$
- Απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία UV
- Απολύμανση με διοξείδιο του χλωρίου.

## Απολύμανση

Βασικοί παράγοντες επιλογής της μεθόδου απολύμανσης είναι:

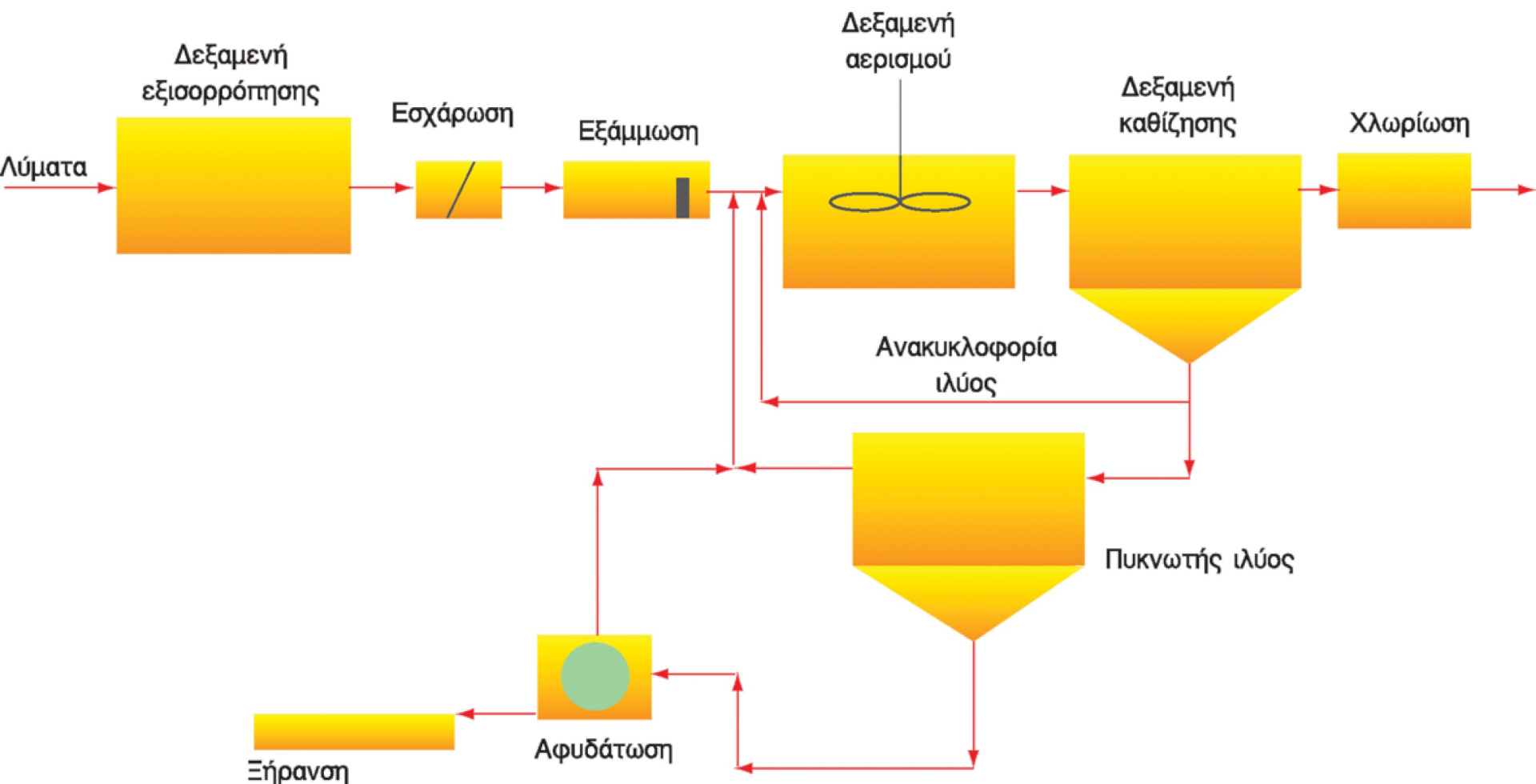
1. **Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου.** Αυτή κρίνεται από τα παρακάτω σημεία:
  - Ικανότητα της μεθόδου να επιτύχει το όριο του μικροβιακού φορτίου για συγκεκριμένη ομάδα βακτηρίων.
  - Ικανότητα ευρείας απολύμανσης.
  - Αξιοπιστία της μεθόδου.
2. **Κόστος λειτουργίας/εγκατάστασης.** Αυτό αναλύεται ως εξής:
  - Κόστος εγκατάστασης.
  - Κόστος λειτουργίας.
  - Κόστος για ειδική προ-επεξεργασία των λυμάτων πριν την απολύμανση.
3. **Πρακτικότητα της μεθόδου,** η οποία εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:
  - Ευκολία ή μη μεταφοράς, αποθήκευσης και χρήσης.
  - Ευκολία παραγωγής στην εγκατάσταση.
  - Ευκολία στη ρύθμιση και έλεγχο της απολύμανσης.
  - Ευελιξία.
  - Πολυπλοκότητα.
  - Ασφάλεια χρήσης.
4. **Πιθανά αντίθετα αποτελέσματα** που έχουν σχέση με τον αποδέκτη των απολυμασμένων λυμάτων όπως:
  - Τοξικότητα στην υδρόβια ζωή.
  - Σχηματισμός τοξικών παραπροϊόντων.
  - Σχηματισμός καρκινογόνων παραπροϊόντων.

## Βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεθόδων απολύμανσης

	Cl <sub>2</sub>	Όζον	UV	ClO <sub>2</sub>
Θανάτωση βακτηρίων	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Θανάτωση ιών	Μέτρια	Ναι	Ναι	Ναι
Τοξικότητα	Ναι	Όχι	Μη τοξικό	Ναι
Χρόνος επαφής	Μεγάλος	Μέτριος	Ελάχιστος	Μέτριος
Υπολειμματική δράση	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι
Αποχρωματισμός	Μέτριος	Πολύ καλός	Όχι	Μέτριος
Κόστος	Χαμηλό	Υψηλό	Υψηλό	Υψηλό
Εξάρτηση δράσης από το pH	Ναι	Ναι μόνο σε υψηλό pH	Όχι	Όχι
Αξιοπιστία εξοπλισμού	Πολύ καλή	Καλή	Καλή	Καλή
Πολυπλοκότητα εξοπλισμού	Απλή	Πολύπλοκη	Σχετικά απλή	Σχετικά απλή
Αυτόματη ρύθμιση διαδικασίας	Απλή	Σχετικά απλή	Σχετικά απλή	Σχετικά απλή
Ασφάλεια μεταφοράς χρήσης	Απαιτούνται αυστηροί κανόνες ασφαλείας	Παράγεται επί τόπου. Το όζον είναι αέριο τοξικό	Ασφαλές- χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα	Παράγεται επί τόπου
Διαβρωτικό	Ναι	Ναι	Όχι	Ναι
Μέγεθος εγκατάστασης	Οποιοδήποτε μέγεθος	Οποιοδήποτε μέγεθος	Δύσκολα εφαρμόσιμο σε μεγάλες εγκαταστάσεις	Οποιοδήποτε μέγεθος

# Στάδια επεξεργασίας αποβλήτων

Διάγραμμα ροής μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με την μέθοδο της ενεργού ιλύος.



# Επεξεργασία παραγόμενης λάσπης

- Η λάσπη που παράγεται από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων έχει **γεωργική αξία** και έχει πολλά οφέλη και μπορεί να ανακυκλωθεί.
- Για την αποφυγή όμως περιβαλλοντικών επιπτώσεων πρέπει **η λάσπη να ελέγχεται** και να ρυθμίζεται πριν την διάθεσή της στον αποδέκτη.



Δεξαμενή πάχυνσης ιλύος ΜΕΥΑ Θεσσαλονίκης

## Τα βασικά στάδια επεξεργασίας της ιλύος είναι:

1. **Πάχυνση.** Σκοπός της είναι η μείωση του όγκου με απομάκρυνση μέρους του νερού που περιέχει η λάσπη. Η πιο φθηνή και συνηθισμένη μέθοδος είναι η **πάχυνση με βαρύτητα**. Αυτή γίνεται σε δεξαμενές παρόμοιες με τις δεξαμενές καθίζησης. Το υγρό που υπερχειλίζει επιστρέφει στη μονάδα κατεργασίας των αποβλήτων.
2. **Χώνευση.** Σκοπός της χώνευσης είναι η **μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών, η μείωση των οσμών** και του όγκου της λάσπης. Υπάρχει αναερόβια και αερόβια χώνευση.
3. **Αφυδάτωση.** Είναι μια φυσική διεργασία που χρησιμοποιείται για **μείωση του περιεχόμενου της υγρασίας**. Η αφυδάτωση μπορεί να γίνει με φυγοκέντρωση ή με διήθηση.

# Μέθοδοι διαχείρισης παραγόμενης λάσπης

Αφού η λάσπη σταθεροποιηθεί, ακολουθεί η τελική της διάθεση.  
Στην Ελλάδα οι κυριότεροι τρόποι διάθεσης της λάσπης είναι οι εξής:

- Η **αξιοποίησή της στη γεωργία**, σαν βελτιωτικό εδάφους.
- Η **υγειονομική ταφή (ΧΥΤΑ)**, όταν δεν μπορούν να εφαρμοστούν πιο φιλικόι στο περιβάλλον τρόποι διάθεσης.
- Η **καύση ή αποτέφρωση**, η οποία όμως δίνει σαν παραπροϊόν τέφρα που μπορεί να είναι τοξική και πρέπει να διατεθεί σε κατάλληλο χώρο απόθεσης.
- Άλλοι τρόποι διάθεσης, όπως η **διάθεση στην τσιμεντοβιομηχανία** και η χρήση στη δασοκομία, μετά από ξήρανση.

Ταινιοφιλτρόπρεσσα για την αφυδάτωση  
της λάσπης στη ΜΕΥΑ Θεσσαλονίκης





# Μέθοδοι διαχείρισης παραγόμενης λάσπης

Εναλλακτικές μέθοδοι διάθεσης της παραγόμενης λάσπης είναι:

- Η κομποστοποίηση
- Η πυρόλυση
- Η αεριοποίηση
- Η υγρή οξείδωση

Η χρησιμοποίηση της λάσπης απαγορεύεται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

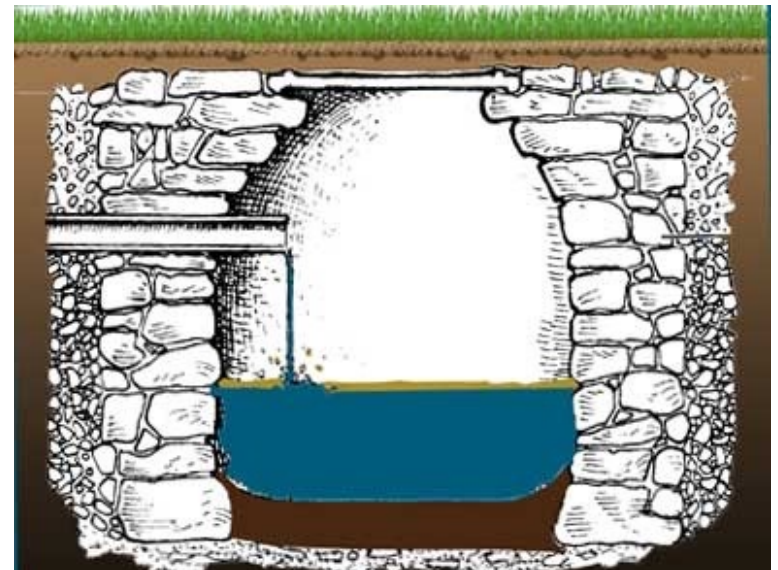
1. Σε λειμώνες ή εκτάσεις καλλιέργειας ζωοτροφών, εφόσον οι λειμώνες πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για βοσκή ή οι ζωοτροφές πρόκειται να συγκομισθούν πριν από την πάροδο ενός ορισμένου χρονικού διαστήματος.
2. Σε καλλιέργειες σπυροκηπευτικών κατά την περίοδο της βλάστησης, με εξαίρεση τις καλλιέργειες σπυροφόρων δένδρων.
3. Σε εδάφη που προορίζονται για καλλιέργειες σπυροκηπευτικών και κανονικά καταναλίσκονται σε νωπή κατάσταση, για περίοδο δέκα μηνών πριν από τη συγκομιδή και κατά τη διάρκεια της συγκομιδής.

# Βόθροι απορροφητικοί και σηπτικοί

Επειδή ένα μεγάλο ποσοστό των λυμάτων στην Ελλάδα δεν είναι ακόμη συνδεδεμένα με το δίκτυο αποχέτευσης, υπάρχει στη χώρα ένας σημαντικός αριθμός από βόθρους.

Οι βόθροι χωρίζονται σε:

- **Απορροφητικός βόθρος** οι οποίοι δεν είναι στεγανοί και τα υγρά φεύγουν από το βόθρο και κατεισδύουν στο έδαφος.
- **Σηπτικούς βόθρους** οι οποίοι είναι στεγανοί.



Επειδή οι σηπτικοί βόθροι γεμίζουν σχετικά γρήγορα και χρειάζονται συχνό άδειασμα με βυτιοφόρο, οι απορροφητικοί βόθροι είναι πολύ πιο διαδεδομένοι.

Θα πρέπει πάντως να αποφεύγονται οι απορροφητικοί βόθροι στις παρακάτω οπωσδήποτε περιπτώσεις:

1. Κοντά στη θάλασσα, γιατί υπάρχει πιθανότητα να έχουμε διήθηση των λυμάτων στο θαλασσινό νερό.
2. Σε περίπτωση που υπάρχει κοντά πηγή πόσιμου νερού, γιατί το νερό μπορεί να μολυνθεί με παθογόνα μικρόβια.
3. Όταν το έδαφος έχει μεγάλη διαπερατότητα στο νερό και ειδικά αν ο υπόγειος υδροφόρας βρίσκεται ψηλά. Τότε υπάρχει αυξημένος κίνδυνος μόλυνσης και ρύπανσης των υπόγειων νερών.

# Φυσικά συστήματα επεξεργασίας

**Φυσικά συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων** ονομάζονται τα συστήματα εκείνα στα οποία η επεξεργασία των αποβλήτων πραγματοποιείται με φυσικά μέσα και διεργασίες όπως είναι οι φυσικές, χημικές, βιολογικές διεργασίες ή συνδυασμός αυτών. Οι μονάδες αυτές λέγονται και **τεχνητοί υδροβιότοποι**

Τα φυσικά συστήματα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

- συστήματα που βασίζονται στο έδαφος
- συστήματα που βασίζονται σε υδροχαρή φυτά.



## Τα πλεονεκτήματα των φυσικών οικοσυστημάτων είναι:

- + Έχουν χαμηλές έως και μηδενικές απαιτήσεις σε ενέργεια.
- + Δεν απαιτείται η χρήση χημικών πρόσθετων.
- + Έχουν χαμηλού κόστους συντήρηση που δεν απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό.

## Τα μειονεκτήματα είναι:

- Απαιτούνται **πολύ μεγαλύτερες εκτάσεις** από ότι στις συμβατικές μονάδες κατεργασίας αποβλήτων.
- Το **ποσοστό απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου** που επιτυγχάνεται δεν είναι τόσο μεγάλο όσο σε μια συμβατική μονάδα που χρησιμοποιεί την μέθοδο της ενεργού ιλύος.

# Φυσικά συστήματα επεξεργασίας

Παράμετροι επιλογής θέσης :

1. Η τοπογραφία
2. Η καταλληλότητα εδάφους
3. Η αντιπλημμυρική προστασία
4. Οι χρήσεις γης στην περιοχή και το μικροκλίμα της περιοχής

Στην τοπογραφία του εδάφους θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι **κλίσεις του εδάφους** ενώ και η **μικρή διαπερατότητα** του εδάφους στα νερά αποτελεί κριτήριο για την καταλληλότητα του.

Γενικά ο υδροβιότοπος προστατεύεται περιμετρικά με τρόπο ώστε τα όμβρια ύδατα να μην οδηγούνται μέσα στον υδροβιότοπο. **Ανοικτές περιοχές σε αγροτικές εκτάσεις είναι οι καταλληλότερες** για την επιλογή κατασκευής ενός τεχνητού υδροβιότοπου.



# Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων

Τα επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα, όταν αποφεύγεται η διάθεσή τους σε υδάτινους αποδέκτες, μπορούν να αξιοποιηθούν με διάφορους τρόπους όπως:

1. η **άρδευση** γεωργικών και αστικών εκτάσεων με οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη,
2. ο **εμπλουτισμός** των υπόγειων υδροφορέων
3. η **χρήση** τους στη βιομηχανία.

**Η άρδευση γεωργικών και αστικών εκτάσεων** είναι ο πιο ενδεδειγμένος τρόπος επαναχρησιμοποίησης των υγρών αστικών αποβλήτων, γιατί:

1. αποφεύγεται η υποβάθμιση των υδάτινων αποδεκτών
2. επιτυγχάνεται η φυσική τροφοδοσία του εδάφους και των φυτών με θρεπτικά στοιχεία και
3. τα επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα αποτελούν έναν επιπλέον υδάτινο πόρο σε περιοχές όπου υπάρχει **πρόβλημα λειψυδρίας**.

# Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων

Άλλα βασικά οφέλη από την επαναχρησιμοποίηση για άρδευση είναι:

1. Ανάγεται σε άμεση **εξοικονόμηση καθαρού νερού**
2. Προσφέρει τη δυνατότητα **εμπλουτισμού των υπόγειων αποθεμάτων** νερού τόσο με τη μορφή της περιστασιακής επαναφόρτισης του υπόγειο υδροφόρου ορίζοντα, όσο και με τον **περιορισμό της διείσδυσης της θάλασσας** στον υπόγειο υδροφόρο.
3. **Επιπρόσθετη επεξεργασία του κατεργασμένου νερού** με την εφαρμογή του στο έδαφος το οποίο δρα ως βιολογικός αντιδραστήρας προστατεύοντας τον τελικό αποδέκτη.
4. **Εξοικονομεί** υδατικούς πόρους μέσω της πρόληψης ρύπανσης των επιφανειακών νερών λόγω αποφυγής διάθεσης λυμάτων σε αυτά.
5. Βελτιώνει σταδιακά τη **γονιμότητα** του εδάφους με την τακτική προσθήκη οργανικής ύλης.
6. **Αναβαθμίζει** το αστικό περιβάλλον εφόσον χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ζωνών πρασίνου.



# Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων

Ενώ οι περισσότεροι επιστήμονες και πολίτες συμφωνούν με την επαναχρησιμοποίηση για άρδευση, για την επαναχρησιμοποίηση **για πόσιμο νερό** υπάρχουν **πολλές αντιρρήσεις** οι οποίες κυρίως εστιάζονται κυρίως στα παρακάτω σημεία:

- Υπάρχει πιθανότητα να μεταδοθούν **παθογόνα μικρόβια** μέσω της άμεσης ή έμμεσης επαναχρησιμοποίησης του νερού για πόση.
- Το νερό μπορεί να περιέχει **επικίνδυνα οργανικά συστατικά** που δεν έχουν απομακρυνθεί κατά την επεξεργασία.
- Το νερό μπορεί να περιέχει **βαρέα μέταλλα**

# Επαναχρησιμοποίηση Υγρών Αποβλήτων

Η επαναχρησιμοποίηση εξετάζεται κυρίως όταν:

- Τα υφιστάμενα **αποθέματα** νερού είναι **περιορισμένα** ή προβλέπεται μείωση τους στο μέλλον.
- Το **κόστος** του χρησιμοποιημένου νερού είναι υψηλό (π.χ. μεταφέρεται από αλλού ή προέρχεται από υψηλούς κόστους γεωτρήσεις).
- Τα **ποιοτικά χαρακτηριστικά** των λυμάτων μετά την επεξεργασία είναι ικανοποιητικά, ή απαιτούν μικρού κόστους επενδύσεις για την άμεση επαναχρησιμοποίησή τους.
- Η διάθεση των λυμάτων **σε άλλο αποδέκτη** έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (οι εναλλακτικοί αποδέκτες είναι ευαίσθητοι ή προστατευόμενοι)
- Η διάθεση των λυμάτων **σε άλλο αποδέκτη** απαιτεί επεξεργασία δαπανηρότερη της απαιτούμενης για επαναχρησιμοποίηση.

# Χωροθέτηση Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

- Η μεθοδολογία που ακολουθείται για την επιλογή της βέλτιστης θέσεως συνίσταται στη χρησιμοποίηση μιας **δέσμης κριτηρίων αξιολόγησης**, τα οποία καλύπτουν όλο το φάσμα των παραμέτρων και των επιπτώσεων που συνδέονται με την εγκατάσταση και λειτουργία μιας μονάδας βιολογικού καθαρισμού λυμάτων.
- Τα κριτήρια αυτά που είναι περιβαλλοντικά, χωροταξικά, τεχνικά και οικονομικά, συνήθως είναι **15 στο σύνολο** και είναι τα παρακάτω:

## Κριτήριο 1°

### Ιδιοκτησιακό καθεστώς και δυνατότητας απόκτησης θέσεως (συντελεστής βαρύτητα 5%)

Η εγκατάσταση μιας μονάδας βιολογικού καθαρισμού απαιτεί μια αρκετά μεγάλη έκταση για την τοποθέτηση όλων των απαραίτητων μονάδων.

Το **ιδιοκτησιακό καθεστώς** των εκτάσεων που πρόκειται να τοποθετηθεί η μονάδα επεξεργασίας είναι σημαντικός παράγοντας. Εάν οι εκτάσεις ανήκουν στο Δήμο, η κατάσταση απλουστεύεται αφού δεν προχωράμε σε καταστάσεις απαλλοτριώσεων, εάν όμως ανήκουν σε κάποιο ιδιώτη τότε η κατάσταση γίνεται πιο πολύπλοκη. Για το λόγο αυτό προτιμούνται **εκτάσεις δημόσιες**.

# Χωροθέτηση Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

**Κριτήριο 2° : Σημερινή χρήση γης και δυνατότητα αξιοποίησης μετά την χωροθέτηση**

Οι χρήσεις της γης έχουν μεγάλη σημασία.

Δεν είναι λογικό να χρησιμοποιηθεί γη μεγάλης αξίας όπως π.χ. γεωργική γη με μεγάλες αποδόσεις σε καλλιέργειες ή τουριστική γη.

**Κριτήριο 3° : Επάρκεια γηπέδου για την κατασκευή του έργου - ύπαρξη δικτύων κοινής ωφελείας στο γήπεδο**

Η έκταση που απαιτείται για την εγκατάσταση των μονάδων είναι αρκετά μεγάλη για το λόγο αυτό το γήπεδο που προτείνεται κάθε φορά θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο. Εκτός όμως από την έκταση απαραίτητη είναι και η ύπαρξη δικτύων κοινής ωφελείας. Η ύπαρξη ηλεκτρικού και νερού είναι αναγκαία για την λειτουργία των εγκαταστάσεων.

# Χωροθέτηση Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

## Κριτήριο 4° : Μεταβολή μορφολογίας εδάφους

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί η μορφολογία του εδάφους είναι καθοριστικός παράγοντας για τη χωροθέτηση του βιολογικού. Οι μεγάλες κλίσεις του εδάφους οδηγούν στην τοποθέτηση των εγκαταστάσεων στο χαμηλότερο σημείο έτσι ώστε να έχουμε **φυσική ροή των αποβλήτων** και να μην απαιτείται η χρήση αντλιών που αυξάνουν το κόστος.

## Κριτήριο 5° : Αισθητική ρύπανση από την κατασκευή και τη λειτουργία

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας δεν παύουν να είναι ένας χώρος συγκέντρωσης των αποβλήτων με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται αισθητικά ο περιβάλλον χώρος.

Συνήθως επιλέγονται εκτάσεις **που δεν είναι πολύ κοντά** σε οικισμούς ή σε τουριστικές εγκαταστάσεις κτλ.

# Χωροθέτηση Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

## Κριτήριο 6° : Δυνατότητα μεταφοράς των λυμάτων στην εγκατάσταση

Τα λύματα μεταφέρονται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας με δύο τρόπους: είτε μέσω αποχετευτικού δικτύου είτε με βυτιοφόρα αυτοκίνητα.

Στην πρώτη περίπτωση θα πρέπει να είναι δυνατή η κατασκευή του αποχετευτικού και συγχρόνως να μπορούν τα λύματα μεταφέρονται μέσω των αγωγών στο χώρο εγκατάστασης. Αποκλείονται δηλαδή και πάλι χώροι που βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο.

Στη δεύτερη περίπτωση η απόσταση της εγκατάστασης από τους οικισμούς δεν θα πρέπει να είναι πολύ μεγάλη έτσι ώστε τα βυτιοφόρα να μην διανύουν μεγάλες αποστάσεις, με άμεση συνέπεια την αύξηση του κόστους.

## Κριτήριο 7° : Επιπτώσεις από τη διάθεση των λυμάτων

Η διάθεση των λυμάτων μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα των υδάτινων αποδεκτών καθώς και τα οικοσυστήματα που τους πλαισιώνουν. Εκτός από την οπτική υποβάθμιση των οικοσυστημάτων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράμετροι όπως **ευτροφισμός** κτλ.

# Χωροθέτηση Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

## Κριτήριο 8° : Επιπτώσεις στις χρήσεις γης

Με τη χωροθέτηση μιας μονάδας επεξεργασίας σε ένα συγκεκριμένο γήπεδο επηρεάζονται και οι χρήσεις γης της γύρω περιοχής. Στην περίπτωση που υπάρχουν καλλιέργειες μπορεί να γίνει **αξιοποίηση της επεξεργασμένης λάσπης ως λίπασμα** στις καλλιέργειες - μια μέθοδος που τώρα έχει αρχίσει να εφαρμόζεται.

Στην περίπτωση όμως που υπάρχουν κατοικίες ή τουριστικές υποδομές τότε αυτές υποβαθμίζονται (σύνδρομο NIMBY).

## Κριτήριο 9° : Επιπτώσεις στο κόστος κατασκευής

Η χωροθέτηση μιας εγκατάστασης απαιτεί χώρο διαμορφωμένο κατάλληλα να δεχτεί τις υποδομές που απαιτούνται. Στην περίπτωση που απαιτείται **εκβραχισμός** και άλλες χωματοργικές εργασίες το κόστος εγκατάστασης αυξάνεται σημαντικά.

# Χωροθέτηση Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

## Κριτήριο 10° : Επιπτώσεις στο κόστος λειτουργίας

Το κόστος λειτουργίας είναι ένας επίσης παράγοντας. Οι εγκαταστάσεις απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό το οποίο θα πρέπει να πηγαινοέρχεται στον τόπο χωροθέτησης.

## Κριτήριο 11° : Δυνατότητα - Τεχνικές δυσκολίες διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων

Τα επεξεργασμένα απόβλητα συνήθως εκκλύονται σε κάποιον υδάτινο αποδέκτη. Έτσι η χωροθέτηση των μονάδων επεξεργασίας γίνεται συνήθως κοντά σε υδάτινους αποδέκτες. Για να είναι όμως δυνατή η ρήψη των αποβλήτων θα πρέπει αφενός **να υπάρχουν υδάτινοι αποδέκτες**, αφετέρου η μορφολογία του εδάφους να επιτρέπει τη διάθεση των αποβλήτων.



# Χωροθέτηση Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

**Κριτήριο 12° : Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γύρω περιοχής (τοπία φυσικού κάλλους, τουρισμός)**

Φυσικά ένας βιολογικός καθαρισμός δεν μπορεί να τοποθετηθεί σε περιοχές όπου υπάρχει **τουριστική ανάπτυξη**, ούτε σε περιοχές όπου υπάρχουν τοπία ιδιαίτερου **φυσικού κάλλους**, η όχληση από μια τέτοια εγκατάσταση δεν είναι φυσικά περιβαλλοντική αλλά οπτική.

**Κριτήριο 13° : Βαθμός αξιοποίησης υφιστάμενης υποδομής**

Η ύπαρξη κάποιας **υφιστάμενης υποδομής** αποτελεί ελκτικό παράγοντα για τη χωροθέτηση μιας μονάδας. Η ύπαρξη οδικού δικτύου, αποχετευτικού δικτύου ή και κάποιων κτιρίων που απαιτούνται μειώνουν το κόστος και βοηθούν στην πιο γρήγορη πραγματοποίηση του έργου.

# Χωροθέτηση Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

## Κριτήριο 14 : Συμβατότητα με τις εκδοθείσες αποφάσεις για τους αποδέκτες

Οποιαδήποτε χωροθέτηση θα πρέπει να εναρμονίζεται με τις υπάρχουσες νομοθετικές αποφάσεις. Στην περίπτωση που κάποιος αποδέκτης έχει χαρακτηριστεί ως ευαίσθητος αποφεύγεται η ρήψη σε αυτόν των αποβλήτων. Φυσικά μπορεί να επιλεγεί μονάδα όπου η ποιότητα εκροής των επεξεργασμένων αποβλήτων είναι σύμφωνη με την υπάρχουσα νομοθεσία όμως **οι ιδιαίτερα ευαίσθητοι αποδέκτες καλό είναι να αποφεύγονται**. Συνεπαγωγικά αποφεύγεται και η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων κοντά σε αυτούς.

## Κριτήριο 15° : Άλλα πιθανά εμπόδια

Εδώ λαμβάνονται υπόψη άλλα πιθανά εμπόδια που μπορεί να παρουσιάζονται στην υπό εξέταση περιοχή. Ένα τέτοιο εμπόδιο το οποίο υπάρχει στην περίπτωση του **Δήμου Γόμφων (νυν Δήμος Πύλης)** είναι ότι κατά την εξέταση δύο σεναρίων προκύπτει ότι ο πλέον κατάλληλος αποδέκτης είναι ο **Πάμισος ποταμός**. Επομένως και η πιο κατάλληλη χωροθέτηση της μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων είναι κοντά στο Πάμισο ποταμό, ο οποίος όμως **δεν ανήκε στον τότε Δήμο Γόμφων**.

# Νόμοι που προστατεύουν τους υγρότοπους

Η τεράστια οικολογική σημασία των υγροτόπων έχει αναγνωριστεί παγκόσμια. Αρκετοί από αυτούς προστατεύονται είτε με Εθνικές νομοθεσίες είτε με διεθνείς συμβάσεις, όπως είναι η **"Συνθήκη Ραμσάρ"** ή αλλιώς **" Σύμβαση για τους υγρότοπους Διεθνούς σημασίας ως Ενδιαιτήματος για Υδρόβια Πουλιά"**.

Στη σύμβαση αυτή του 1971 εντάσσονται **11 Ελληνικοί υγρότοποι** που θεωρούνται διεθνούς σημασίας και χρειάζονται ειδική προστασία.

1. Δέλτα Έβρου
2. **Λίμνη Ισμαρίδα και λιμνοθάλασσες Ροδόπης**
3. **Λίμνη Βιστωνίδα και Λιμνοθάλασσα Πόρτο – Λάγος**
4. **Δέλτα Νέστου**
5. Τεχνητή λίμνη Κερκίνη
6. Λίμνες Βόλβη και Κορώνεια
7. Δέλτα ποταμών Αξιού – Λουδία – Αλιάκμονα και Αλυκής Κίτρους
8. Μικρή Πρέσπα
9. Αμβρακικός Κόλπος
10. Λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου
11. Λιμνοθάλασσα Κοτύχι – Δάσος Στροφυλιάς

Φορέας Διαχείρισης  
ΔΕΛΤΑ ΝΕΣΤΟΥ-  
ΒΙΣΤΩΝΙΔΑΣ-ΙΣΜΑΡΙΔΑΣ & ΘΑΣΟΥ  
Delta Nestos, Lakes Vistonida-Ismarida  
& Thassos Island Management Body



<https://fd-nestosvistonis.gr/>



Γιώργος Γκαϊντατζής

2 Φεβρουαρίου · 🌐



Παγκόσμια ημέρα υγροτόπων σήμερα, 2 Φεβρουαρίου. Τι προσφέρουν όμως οι υγρότοποι;

- Συμβάλλουν στην αποθήκευση και βελτίωση της ποιότητας του νερού και αποτελούν κύριες πηγές ύδρευσης και άρδευσης.
- Παράγουν αλιεύματα.
- Προστατεύουν από τις πλημμύρες με κάθε τετραγωνικό μέτρο υγροτόπου να απορροφά έως 5 κυβικά μέτρα πλημμυρικών υδάτων
- Συμβάλλουν στη διατήρηση της άγριας ζωής αποτελώντας σταθμούς ξεκούρασης, καταφυγίου και τροφής, τόπους διαχείμασης και αναπαραγωγής.
- Προσφέρουν ευκαιρίες για άσκηση και αναψυχή.
- Δημιουργούν ηπιότερο κλίμα (ηπιότερους χειμώνες και πιο δροσερά καλοκαίρια).
- αποθηκεύουν διπλάσιο άνθρακα από τα δάση.

Στη φωτό ο Νέστος που εκβάλλει στο Θρακικό πέλαγος



# Νόμοι που προστατεύουν τους υγροτόπους

Τα κυριότερα αίτια υποβάθμισης των υγροτόπων είναι:

- Η στράγγιση
- Η επιβάρυνση από γεωργικά φάρμακα και λιπάσματα
- Η ρύπανση από στερεά αστικά απορρίμματα
- Η ρύπανση από αστικά λύματα
- Η υπεραλίευση
- Η ρύπανση από απόβλητα βιομηχανιών ή μικρών μονάδων
- Η εγκατάσταση και επέκταση οικισμών
- Η ρύπανση από κτηνοτροφικά απόβλητα.

# Νόμοι που προστατεύουν τους υγροτόπους

## Προσδιορισμός ευαίσθητων περιοχών

Τα κριτήρια προσδιορισμού των ευαίσθητων περιοχών καθορίζονται με την ΚΥΑ 5673/400/97.

Με βάση αυτή την υπουργική απόφαση, **μια υδάτινη μάζα χαρακτηρίζεται ως ευαίσθητη περιοχή** αν εμπίπτει σε μια από τις εξής ομάδες:

1. Φυσικές λίμνες γλυκών υδάτων, εκβολές ποταμών και παράκτια και άλλοι υδάτινοι αποδέκτες γλυκών νερών **όπου παρουσιάζεται ευτροφισμός** ή όπου **μπορεί στο εγγύς μέλλον** να παρουσιαστεί ευτροφισμός εάν δεν ληφθούν προστατευτικά μέτρα.
2. Επιφανειακά γλυκά ύδατα προοριζόμενα για την άντληση πόσιμου νερού τα οποία **θα μπορούσαν να περιέχουν νιτρικά ιόντα** σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από εκείνη που προβλέπεται από τη νομοθεσία.

# Στάδια ωρίμανσης έργων ή μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων

- Οι βασικές δραστηριότητες που χαρακτηρίζουν τις διαδικασίες ωρίμανσης, υλοποίησης και λειτουργίας μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων, περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

---

## ΣΤΑΔΙΟ

## ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

---

Στάδιο I	Προέγκριση χωροθέτησης
Στάδιο II	Εκπόνηση μελετών – Έγκριση περιβαλλοντικών όρων
Στάδιο III	Αίτηση χρηματοδότησης
Στάδιο IV	Δημοπράτηση έργου – Επιλογή αναδόχου
Στάδιο V	Κατασκευή – Λειτουργία μονάδας

---

# Διάθεση λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες

Τα ανώτατα επιτρεπτά όρια για τα λύματα και τα υγρά απόβλητα καθορίζονται συνήθως με βάση **Νομαρχιακές αποφάσεις** και παίρνοντας υπόψιν:

1. Σχετικές κοινοτικές οδηγίες
2. Τη σχετική ελληνική νομοθεσία
3. Τις χρήσεις των νερών του αποδέκτη (π.χ. αν προορίζονται τα ύδατα για αλιεία, ύδρευση, κολύμβηση κτλ)
4. Την πιθανή ύπαρξη προστατευόμενων υγροτόπων.



# Όρια διάθεσης υγρών αποβλήτων στον Αξιό (αριστερά) και στην Κορώνεια (δεξιά)

Παράμετρος	Τιμή
pH	6- 8.5
Θερμοκρασία στην έξοδο του εργοστασίου	30 °C
Χρώμα (κλίμαξ κοβαλτίου- λευκοχρύσου)	50 μονάδες
Επιπλέοντα υλικά με διάμετρο > 0.5 cm	0
Αιωρούμενα στερεά (mg/L)	40
B.O.D.5 (mg/L)	40
C.O.D. (mg/L)	120
Λίπη - έλαια (ζωικά φυτικά) (mg/L)	10
Ορυκτά έλαια- υδρογονάνθρακες (mg/L)	5
Αργίλιο (mg/L)	10
Αρσενικό (mg/L)	1
Βάριο (mg/L)	10
Βόριο (mg/L)	1
Κάδμιο (mg/L)	0.2
Χρώμιο τρισθενές (mg/L)	2
Χρώμιο εξασθενές (mg/L)	0.5
Ολικός σίδηρος (mg/L)	15
Σίδηρος διαλυμένος (mg/L)	3
Μαγγάνιο (mg/L)	2
Υδράργυρος (mg/L)	0.02
Νικέλιο (mg/L)	2
Μόλυβδος (mg/L)	0.5
Χαλκός (mg/L)	1
Σελήνιο (mg/L)	0.05
Κασσίτερος (mg/L)	9
Ψευδάργυρος (mg/L)	5
Κυανιούχα (mg/l)	0.25
Ελεύθερο χλώριο (mg/l)	1
Θειώδη (mg/L)	1
Θειούχα (mg/L)	1
Φθοριούχα (mg/L)	10
Φωσφόρος (mg/l)	5
Ολική αμμωνία (NH <sub>4</sub> ) (mg/L)	10
Νιτρώδη σε άζωτο (mg/L)	1.5
Νιτρικά σε άζωτο (mg/L)	15
Φαινόλες ολικές (mg/L)	0.2
Αλδεΐδες (mg/L)	0.1
Ολικό άζωτο κατά Kjeldahl (εκτός NO <sub>2</sub> και NO <sub>3</sub> )	15
Αρωματικές και χλωριωμένες ενώσεις	Όπως ορίζονται στο ΦΕΚ 90Α/11.7.90
Αργυρος (mg/L)	0.25
Κολοβακτηριοειδή Ολικά/ 100 ml	500
Κολοβακτηριοειδή κοπρανώδη/ 100 ml	100

Παράμετρος	Τιμή
pH	6- 8.5
Θερμοκρασία στην έξοδο του εργοστασίου	30 °C
Χρώμα (κλίμαξ κοβαλτίου- λευκοχρύσου)	50 μονάδες
Επιπλέοντα υλικά με διάμετρο > 0.5 cm	0
Αιωρούμενα στερεά (mg/L)	25
B.O.D.5 (mg/L)	15
C.O.D. (mg/L)	45
Λίπη - έλαια (ζωικά φυτικά) (mg/L)	7
Ορυκτά έλαια- υδρογονάνθρακες (mg/L)	5
Αργίλιο (mg/L)	5
Αρσενικό (mg/L)	1
Βάριο (mg/L)	5
Βόριο (mg/L)	1
Κάδμιο (mg/L)	0.2
Χρώμιο τρισθενές (mg/L)	1.5
Χρώμιο εξασθενές (mg/L)	0.3
Ολικός σίδηρος (mg/L)	15
Σίδηρος διαλυμένος (mg/L)	3
Μαγγάνιο (mg/L)	1.5
Υδράργυρος (mg/L)	0.02
Νικέλιο (mg/L)	0.5
Μόλυβδος (mg/L)	0.5
Χαλκός (mg/L)	1
Σελήνιο (mg/L)	0.05
Κασσίτερος (mg/L)	3.5
Ψευδάργυρος (mg/L)	5
Κυανιούχα (mg/L)	0.15
Ελεύθερο χλώριο (mg/L)	0.5
Θειώδη (mg/L)	0.7
Θειούχα (mg/L)	0.7
Φθοριούχα (mg/L)	8
Φωσφόρος (mg/L)	1
Ολική αμμωνία (NH <sub>4</sub> ) (mg/L)	14
Νιτρώδη σε άζωτο (mg/L)	1
Νιτρικά σε άζωτο (mg/L)	10
Φαινόλες ολικές (mg/L)	0.15
Αλδεΐδες (mg/L)	0.1
Ολικό άζωτο κατά Kjeldahl (εκτός NO <sub>2</sub> και NO <sub>3</sub> )	40
Αρωματικές και χλωριωμένες ενώσεις	Όπως ορίζονται στο ΦΕΚ 90Α/11.7.90
Αργυρος (mg/L)	0.1
Κολοβακτηριοειδή Ολικά/ 100 mL	20
Κολοβακτηριοειδή κοπρανώδη/ 100 mL	0

# Όρια διάθεσης υγρών αποβλήτων στον Θερμαϊκό

Παράμετρος	Τιμή
pH	6- 9
Θερμοκρασία στην έξοδο του εργοστασίου	40°C
Θερμοκρασία στην είσοδο του αποδέκτη	35°C
Χρώμα (κλίμακα κοβαλτίου- λευκοχρύσου)	75 μονάδες
Επιπλέοντα υλικά με διάμετρο > 0.5 cm	0
Αιωρούμενα στερεά (mg/L)	70
B.O.D.5 (mg/L)	60
C.O.D.(mg/L)	180
Λίπη - έλαια (ζωικά φυτικά) (mg/L)	10
Ορυκτά έλαια- υδρογονάνθρακες (mg/L)	12
Αργίλιο (mg/L)	20
Αρσενικό (mg/L)	2
Βάριο (mg/L)	10
Βόριο (mg/L)	2
Κάδμιο (mg/L)	0.5
Χρώμιο τρισθενές (mg/L)	3
Χρώμιο εξασθενές (mg/L)	1
Ολικός σίδηρος (mg/L)	25
Σίδηρος διαλυμένος (mg/L)	5
Μαγγάνιο (mg/L)	4
Υδράργυρος (mg/L)	0.05
Νικέλιο (mg/L)	4
Μόλυβδος (mg/L)	1
Χαλκός (mg/L)	3
Σελήνιο (mg/L)	0.1
Κασσίτερος (mg/L)	10
Ψευδάργυρος (mg/L)	10
Κυανιούχα (mg/L)	0.5
Ελεύθερο χλώριο (mg/L)	1
Θειώδη (mg/L)	2
Θειούχα (mg/L)	2
Φθοριούχα (mg/L)	30
Φωσφόρος (mg/L)	30
Ολική αμμωνία (NH <sub>4</sub> ) (mg/L)	35
Νιτρώδη σε άζωτο (mg/L)	3
Νιτρικά σε άζωτο (mg/L)	50
Φαινόλες ολικές (mg/L)	0.5
Αλδεΐδες (mg/L)	0.5
Ολικό άζωτο κατά Kjeldahl (εκτός NO <sub>2</sub> και NO <sub>3</sub> )	45
Αρωματικές και χλωριωμένες ενώσεις	Όπως ορίζονται στο ΦΕΚ 90Α/11.7.90
Άργυρος (mg/L)	0.5
Κολοβακτηριοειδή Ολικά/ 100 mL	1000
Κολοβακτηριοειδή κοπρανώδη/ 100 mL	200