



# Τεχνική Περιβάλλοντος

Ενότητα 11: Προχωρημένη – Τριτοβάθμια επεξεργασία – Φυσικοχημική επεξεργασία

Ευθύμιος Νταρακάς  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.

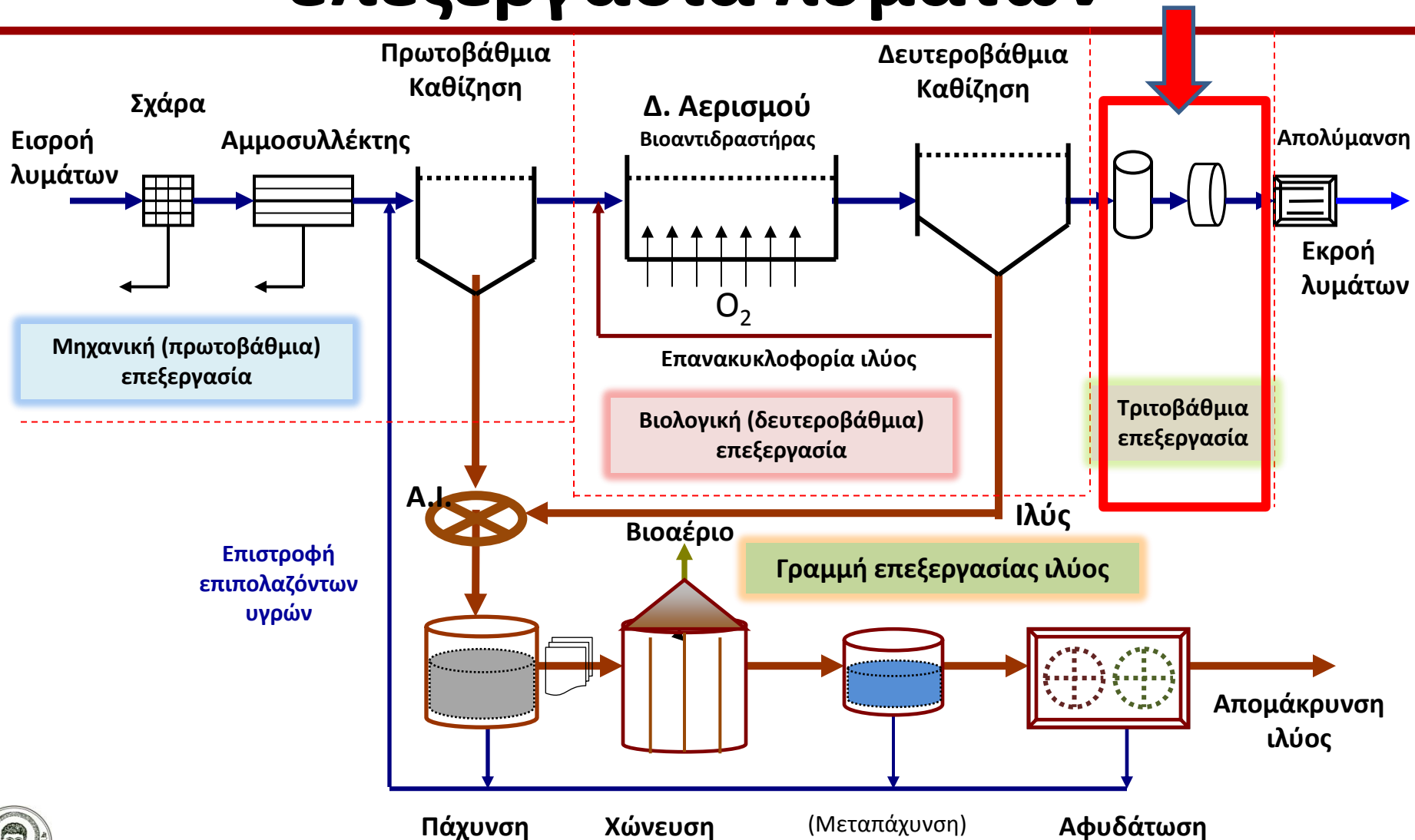


# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Προχωρημένη (τριτοβάθμια) επεξεργασία λυμάτων



# Τριτοβάθμια – προχωρημένη επεξεργασία αστικών λυμάτων

Έπεται της δευτεροβάθμιας και αποσκοπεί στην περαιτέρω αφαίρεση:

- στερεών,
- οργανικού φορτίου,
- χρώματος,
- αμμωνιακών,
- νιτρικών,
- φωσφορικών και
- άλλων ρυπαντών όπως τα βαριά μέταλλα, το αρσενικό (As), οι τοξικές οργανικές ενώσεις, τα θειούχα ( $S^{2-}$ ), τα κυανιούχα ( $CN^-$ ) κ.λ.π. (μη συμβατικοί ρύποι του νερού).

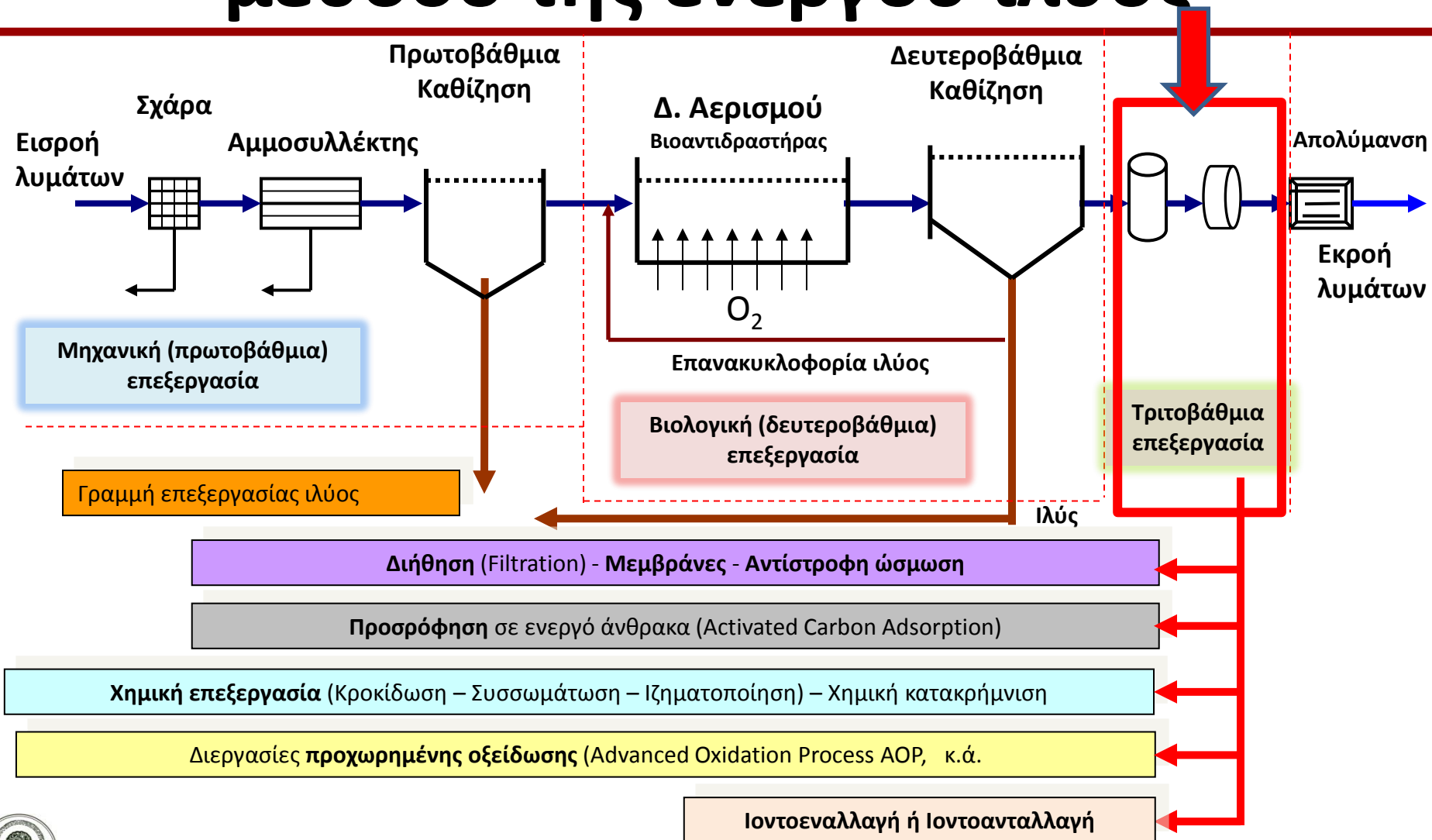


# Τριτοβάθμια – προχωρημένη επεξεργασία υγρών αποβλήτων

- **Διήθηση** με πολλές παραλλαγές όπως η διήθηση χώρου, η διήθηση επιφάνειας κ.λ.π. με διάφορους συνδυασμούς διηθητικών μέσων όπως η άμμος, ο ανθρακίτης και διάφορες συνθετικές ίνες και μεμβράνες. Στις **εφαρμογές μεμβρανών**, οι οποίες πλέον αποτελούν τμήμα της δευτεροβάθμιας βιολογικής επεξεργασίας, ανήκει η **μικροδιήθηση (MF)**, η **υπερδιήθηση (UF)** και η **νανοδιήθηση (NF)**.
- **Χημική επεξεργασία** (Κροκίδωση – Συσσωμάτωση – Ιζηματοποίηση) – Χημική κατακρήμνιση.
- Διεργασίες **προχωρημένης οξείδωσης** (Advanced Oxidation Process AOP).
- **Αντίστροφη ώσμωση (RO)**.
- **Προσρόφηση** (κυρίως σε ενεργό άνθρακα).
- **Ιοντοεναλλαγή ή Ιοανταλλαγή**.
- **Απογύμνωση αερίου**, η οποία συνίσταται στη μεταφορά μάζας ενός αερίου από την υγρή στην αέρια φάση και εφαρμόζεται κυρίως για την απομάκρυνση αερίων όπως το υδρόθειο ( $H_2S$ ), η αμμωνία ( $NH_3$ ) και οι πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds VOC).
- **Απόσταξη**.



# Τυπικό διάγραμμα ροής ΕΕΛ με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος



# Διήθηση

- Η διήθηση σε πολλαπλή κλίνη αποτελεί την πιο διαδεδομένη διάταξη προχωρημένης επεξεργασίας των υγρών απόβλητων και αποσκοπεί κυρίως στην απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών, τα οποία διαφεύγουν από τις δεξαμενές καθίζησης.
- Οι συνήθεις διατάξεις βασίζονται στη διήθηση των επεξεργασμένων αποβλήτων, με **βαρύτητα** ή **υπό πίεση**, σε κλίνες αποτελούμενες από άμμου και ανθρακίτη.





# Χαρακτηριστικά μέσων διήθησης

Μέσο διήθησης	Ενεργό μέγεθος (mm)	Ειδικό βάρος (gr/cm <sup>3</sup> )
Ανθρακίτης	0,7 – 1,7	1,4
Άμμος	0,3 – 0,7	2,6
Πυριτικά ορυκτά	0,4 – 0,6	3,8
Μαγνητίτης	0,3 – 0,5	4,9



# Διήθηση - Φίλτρα άμμου

- Η διήθηση γίνεται με την διέλευση του νερού μέσα από φίλτρα άμμου.
- Τα φίλτρα άμμου είναι διαδοχικά στρώματα λεπτού χαλικιού (4-8 mm) και χονδρής ή λεπτής άμμου (1-1,6 mm) όπου απομακρύνονται τα αιωρούμενα σωματίδια και γίνεται μερική βιολογική αποδόμηση των οργανικών ουσιών.
- Στις εγκαταστάσεις όπου γίνεται καθαρισμός μεγάλων ποσοτήτων νερού, χρησιμοποιούνται φίλτρα ταχείας διήθησης με πίεση.
- Χαρακτηρίζονται από τη κατανομή, σωματιδίων και την ομοιομορφία. Συχνά χρησιμοποιούνται παραπάνω από μία κατανομή του μέσου διήθησης.
- **Βαρύτητας, πίεσης, ανοδική ροής, κ.λ.π.**
- Τα περισσότερα σωματίδια κατακρατούνται στην επιφάνεια, αν και γίνεται διείδυση στα πρώτα 5 cm της κλίνης.



# Χαρακτηριστικά διεργασιών διήθησης

Διεργασία	Κινητήρια δύναμη	Κατακράτηση	Διήθημα
Μικροδιήθηση (MF)	Πίεση	Αιωρούμενα σωματίδια	Διαλυμένα συστατικά
Υπερδιήθηση (UF)	Πίεση	Μεγάλα μόρια	Μικρά μόρια
Νανοδιήθηση (NF)	Πίεση	Μικρά μόρια Διαλυμένα δισθενή ιόντα	Μονοσθενή ιόντα Αδιάστατα οξέα
Αντίστροφη ώσμωση (RO)	Πίεση	Όλα τα διαλυμένα συστατικά	Νερό



# Μεμβράνες

- Η εφαρμογή των μεμβρανών στην **προχωρημένη επεξεργασία** των υγρών αποβλήτων είναι μια τεχνολογία που κερδίζει συνεχώς έδαφος έναντι άλλων διεργασιών.
- Βασικό μειονέκτημα είναι το **υψηλό κόστος** λόγω μεγάλης **κατανάλωσης ενέργειας**.

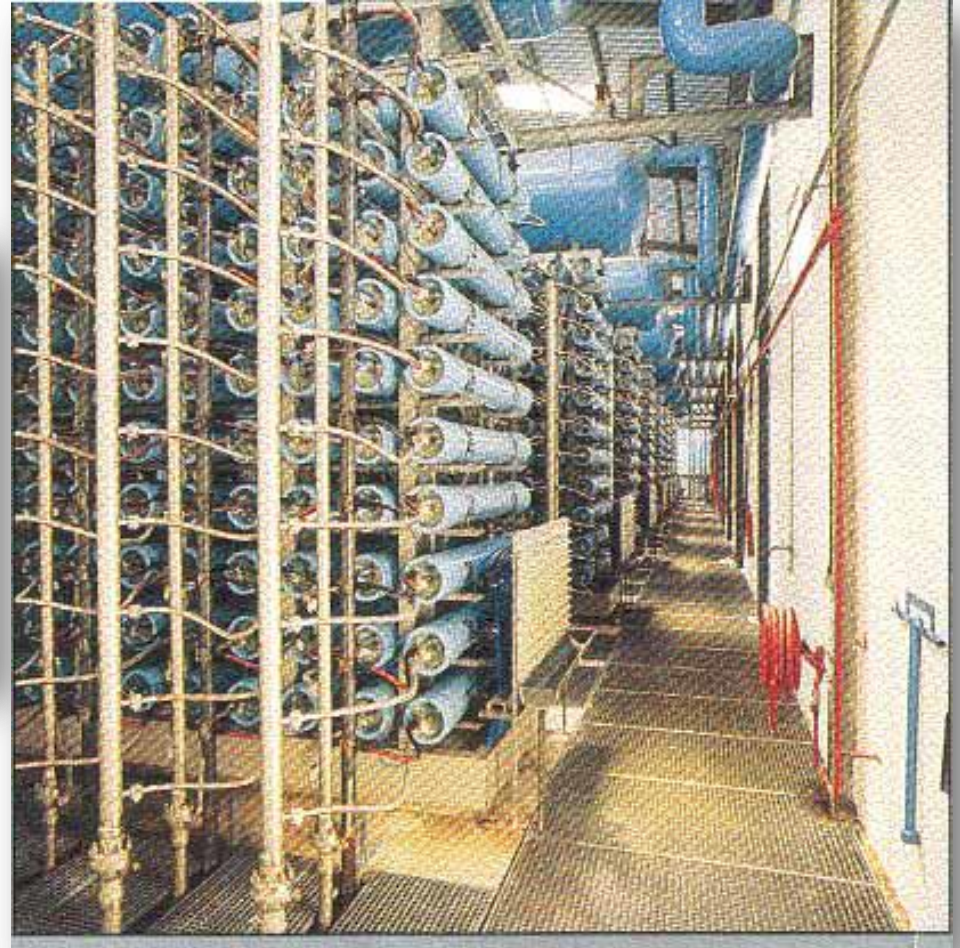
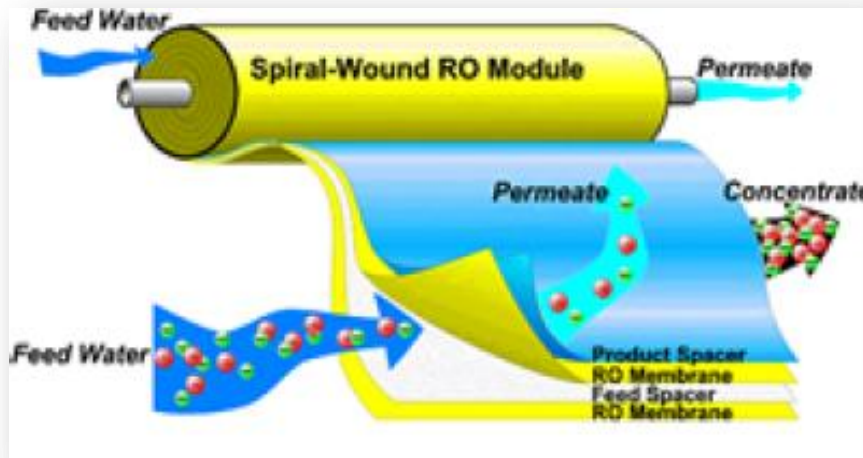


Πηγή:

<http://www.bdshydrotreat.co.in/water-filtration-systems.html>

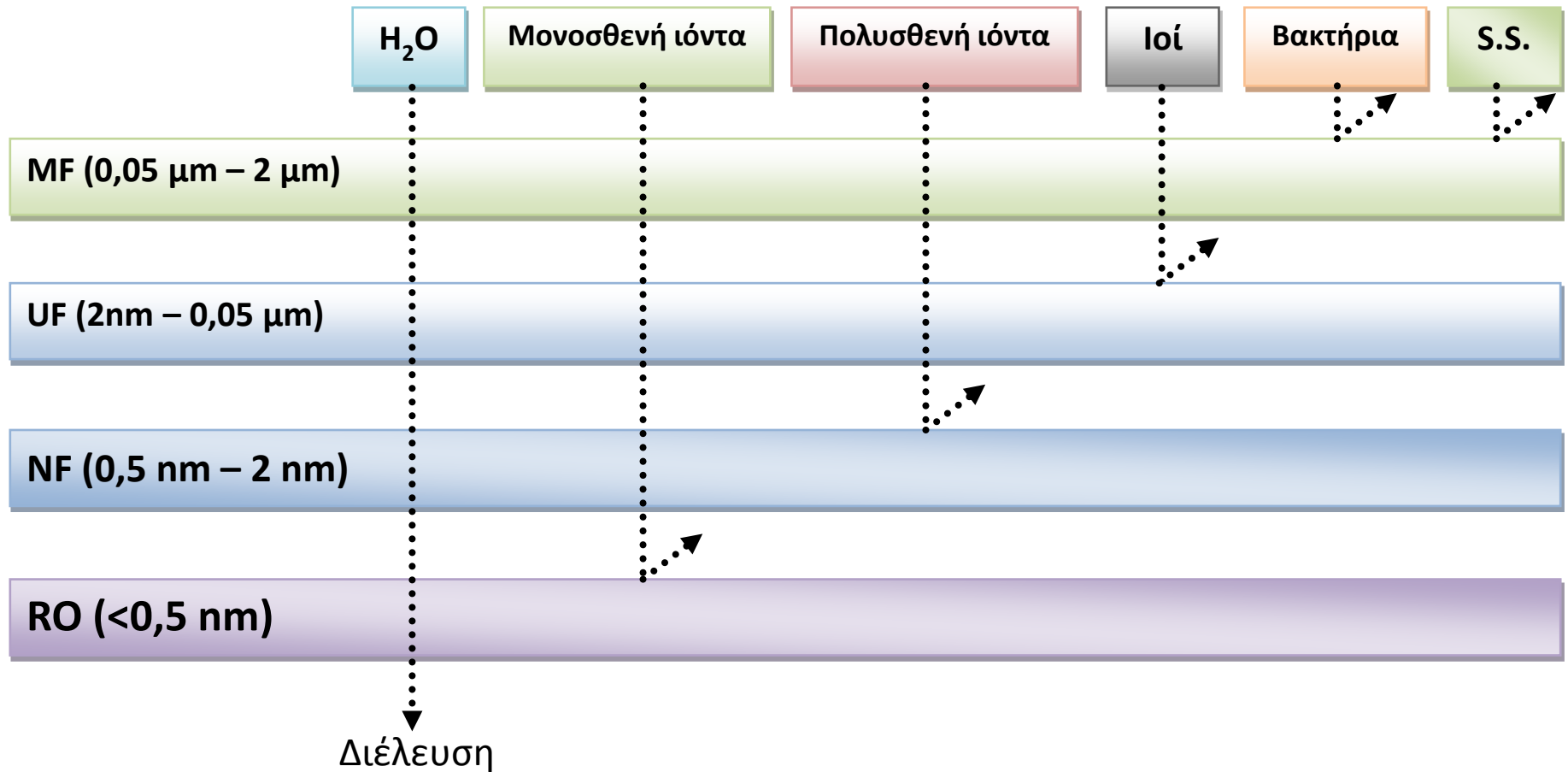


# Μεμβράνες



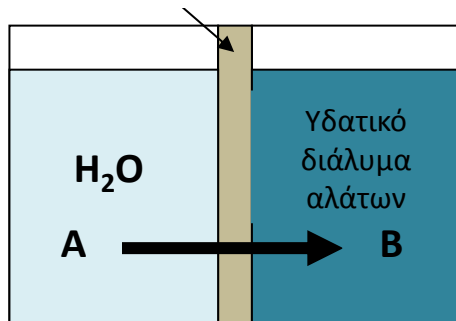


# Μεμβράνες (Επεξεργασία νερού)



# Ώσμωση και αντίστροφη Ώσμωση

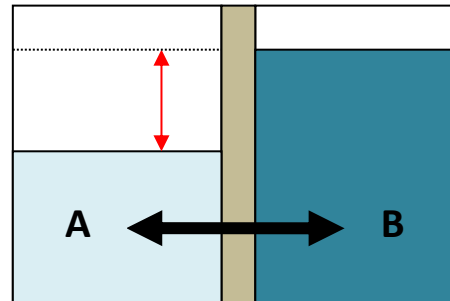
Ημιπερατή μεμβράνη



## Ώσμωση

Όταν δύο διαλύματα διαφορετικής συγκέντρωσης διαχωρίζονται από μια ημιπερατή μεμβράνη, τότε το καθαρό νερό διέρχεται διαμέσου της μεμβράνης από το διάλυμα (A) με τη μικρότερη συγκέντρωση προς το διάλυμα (B) με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση

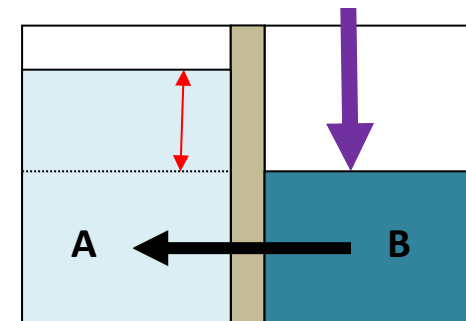
Ώσμωτική πίεση



## Ισορροπία

Η Ώσμωτική ροή συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία, η οποία χαρακτηρίζεται από την υψηλότερη στάθμη του διαλύματος με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση. Αυτή η κατάσταση ισορροπίας είναι γνωστή ως Ώσμωτική και η διαφορά της στάθμης των διαλυμάτων αντιστοιχεί στην Ώσμωτική πίεση του συστήματος των δύο διαλυμάτων

Εφαρμοσμένη πίεση

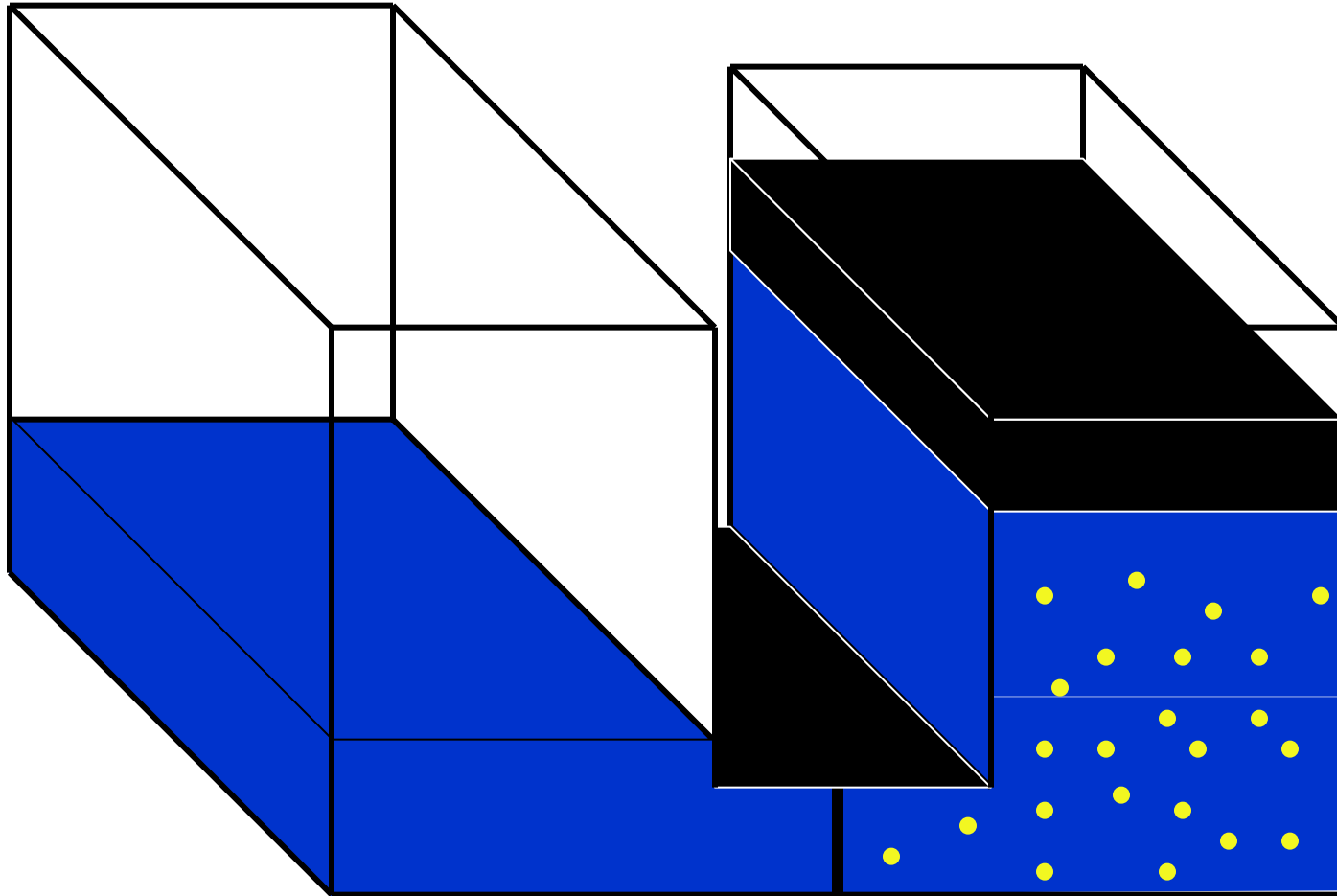


## Αντίστροφη Ώσμωση

Εάν στο διάλυμα B εφαρμοστεί εξωτερική πίεση μεγαλύτερη από την Ώσμωτική, τότε διέρχεται διαμέσου της μεμβράνης καθαρό νερό προς το διάλυμα A. Η διεργασία αυτή ονομάζεται αντίστροφη Ώσμωση (Reverse Osmosis RO)



# Αντίστροφη ώσμωση (reverse osmosis)





# Προσρόφηση

- Προσρόφηση είναι το φαινόμενο μεταφοράς μάζας από την υγρή φάση στην επιφάνεια ενός στερεού.
- Πρόκειται για διεργασία συσσώρευσης των συστατικών τα οποία βρίσκονται σε ένα διάλυμα πάνω σε μια κατάλληλη επιφάνεια.
- Η προσρόφηση των συστατικών στο προσροφητικό μέσο πραγματοποιείται δια μέσου των ηλεκτροστατικών δυνάμεων που έλκουν το προσροφούμενο συστατικό από το διάλυμα στη στερεά επιφάνεια του προσροφητικού.
- Οι δυνάμεις, ή ο μηχανισμός με τον οποίο το προσροφούμενο συστατικό έλκεται στην επιφάνεια του προσροφητικού υλικού, μπορεί να είναι φυσικές ή χημικές χωρίς σαφή προσδιορισμό μεταξύ των φυσικών και χημικών ηλεκτροστατικών δυνάμεων που αναπτύσσονται.



# Προσροφητικά μέσα

- **Ενεργός άνθρακας**

- κοκκοποιημένος (Granular Activated Carbon GAC)
- κονιορτοποιημένος (Powdered Activated Carbon PAC).

Παρασκευάζεται από:

- **κάρβουνο (ασφαλτούχα πετρώματα, λιγνίτη),**
- **Τύρφη,**
- **κοκοφοίνικα.**

- **Άλλα προσροφητικά**

- **Συνθετικά πολυμερή,**
- **Προσροφητικά μέσα που βασίζονται στο πυρίτιο.**

Τα δύο τελευταία είναι ακριβά υλικά και σπάνια χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.



# Παρασκευή ενεργού άνθρακα

- **Ανθρακοποίηση**: Θέρμανση παρουσία  $O_2$  για απομάκρυνση παραπροϊόντων όπως πίσσες και υδρογονάνθρακες και στη συνέχεια θέρμανση απουσία οξυγόνου στους  $400-600^\circ C$ .
- **Ενεργοποίηση**: Επεξεργασία με θερμό ατμό για τη δημιουργία δικτυωτής δομής.
  - Το μέγεθος των πόρων του ενεργού άνθρακα είναι συνάρτηση του χρόνου επεξεργασίας
  - Ο πιο κατάλληλος άνθρακας για υγρά απόβλητα είναι ο **ασφαλτούχος** γιατί παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σκληρότητα, έχει καλή κατανομή πόρων και χαμηλό κόστος.



# Εφαρμογές ενεργού άνθρακα

## Προσρόφηση

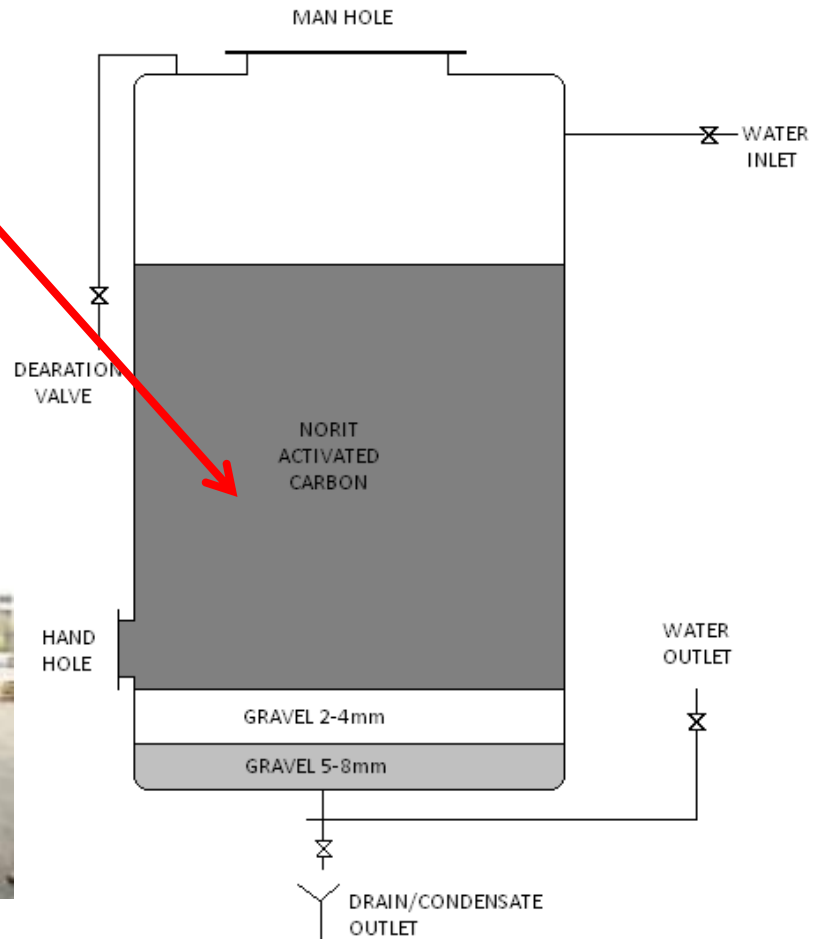
- Μεγάλων μορίων (Οργανικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους)
- Χλωριωμένων αρωματικών ενώσεων
- Μη πολικών ενώσεων
- Μη ευδιάλυτων ενώσεων
- Μη ιονισμένων διαλυμάτων

## Δεν προσροφώνται

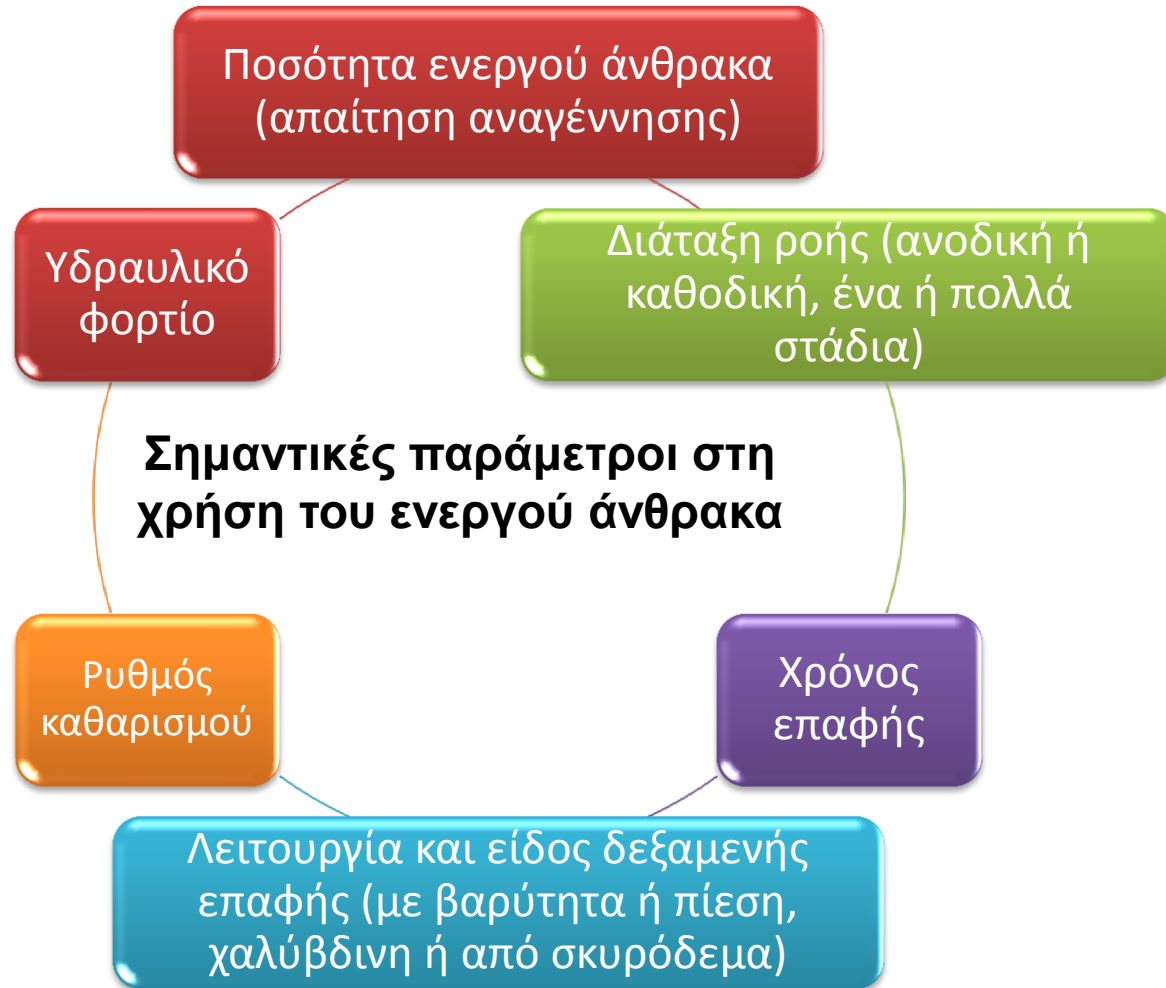
- Αλκοόλες, Αλδεΐδες, Αμίνες, Γλυκόλες
- Η προσρόφηση επηρεάζεται από το pH, στο βαθμό που ελέγχει την πολικότητα ή τη διαλυτότητα των ουσιών που υπάρχουν στα απόβλητα.
- Η θερμοκρασία αυξάνει την ταχύτητα διάχυσης αλλά επειδή η προσρόφηση είναι εξώθερμη αντίδραση, τελικά μπορεί να έχει αρνητική επίδραση στη διαδικασία.



# Φίλτρο ενεργού άνθρακα



# Σημαντικές παράμετροι στη χρήση του ενεργού άνθρακα



# Αναγέννηση ενεργού άνθρακα



- Για την αύξηση της ικανότητας του άνθρακα να προσροφά οργανικές ενώσεις, ο GAC **αναγεννιάται** σε ειδική μονάδα με θέρμανση σε πολύ υψηλή θερμοκρασία.
- **Τα κύρια στάδια της θερμικής αναγέννησης είναι:**
  - ξήρανση του υγρού άνθρακα,
  - εκρόφηση των πτητικών προσροφημένων ουσιών,
  - αεριοποίηση και διάσπαση σε ασταθή προϊόντα,
  - πυρόλυση των μη πτητικών ουσιών,
  - οξείδωση και αεριοποίηση των παραπροϊόντων της πυρόλυσης.



# Ιοντοεναλλαγή (Ιοντοανταλλαγή)

- Φυσικοχημική διεργασία με την οποία επιτυγχάνεται μεταφορά ιόντων από ένα αδιάλυτο στερεό σε μια υγρή φάση και αντίστροφα.
- Ιόντα ενός είδους που βρίσκονται σε ένα αδιάλυτο μέσο ανταλλαγής αντικαθίστανται από ιόντα διαφορετικού είδους που βρίσκονται στο διάλυμα.
- Το αδιάλυτο στερεό διαθέτει ευκίνητα ανιόντα ή κατιόντα ικανά για αντιστρεπτή και στοιχειομετρική εναλλαγή με ιόντα ίδιου φορτίου από το διάλυμα ενός ηλεκτρολύτη με το οποίο έρχεται σε επαφή.
- Στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων η ιοντοεναλλαγή εφαρμόζεται κυρίως για την απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων, των αμμωνιακών ιόντων ( $\text{NH}_4^+$ ) και των ολικών διαλυμένων στερεών (**Βιομηχανικά απόβλητα**).





# Ιοντοεναλλαγή - Συνθετική ρητίνη



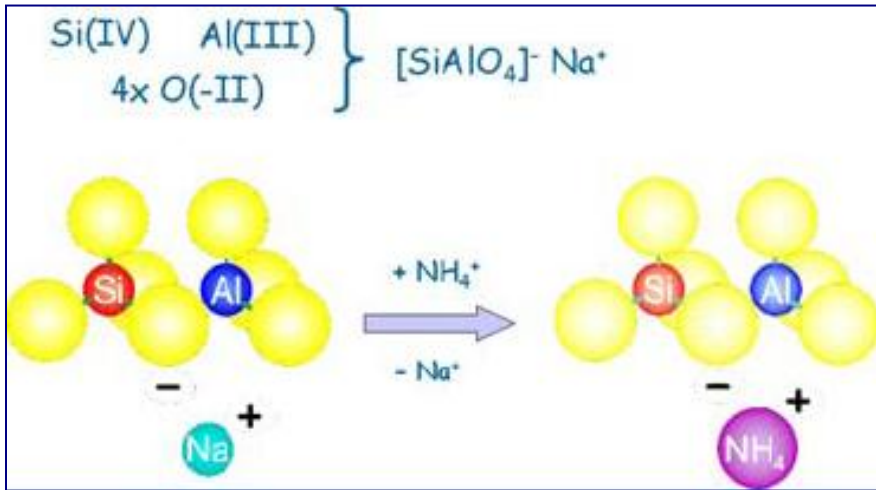
Πηγή:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Ion-exchange\\_resin](http://en.wikipedia.org/wiki/Ion-exchange_resin)

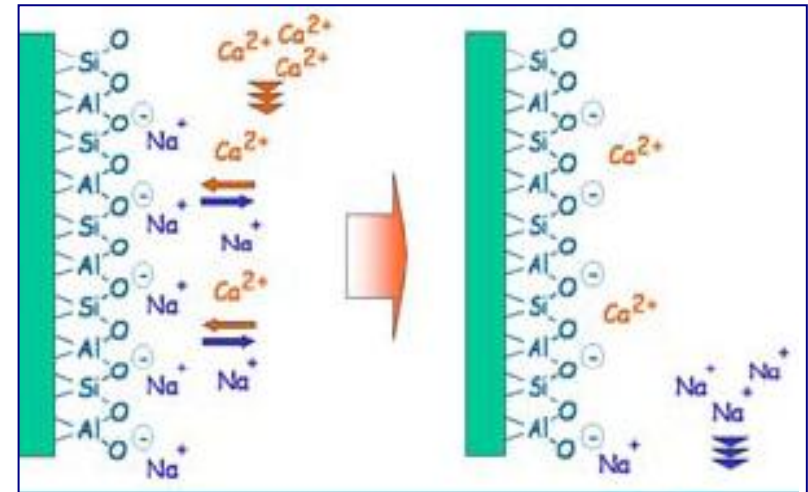


# Ρητίνες Ιοντοεναλλαγής

Δέσμευση αμμωνιακών ιόντων



Απομάκρυνση ασβεστίου



## Άλλες εφαρμογές ρητινών

Αποσκλήρυνση

Απαλκαλίωση

Απιονισμός

Απομάκρυνση νιτρικών

Επεξεργασία ραδιενεργών

αποβλήτων

Η αντιστροφή της διεργασίας (δηλαδή η αναγέννηση της ρητίνης) επιτυγχάνεται με τη διαβίβαση διαμέσου της ρητίνης κορεσμένου διαλύματος χλωριούχου νατρίου (NaCl).



# Ταξινόμηση ρητινών ιοντοεναλλαγής

- **Κατιοντικές** ισχυρού οξέος (**SAC**). Εξουδετερώνουν ισχυρές βάσεις και μετατρέπουν ουδέτερα άλατα στα αντίστοιχα οξέα (σουλφονικές ομάδες  $\text{HSO}_3^-$ ). Οι ρητίνες αυτές απομακρύνουν όλα τα κατιόντα.
- **Κατιοντικές** ασθενούς οξέος (**WAC**). Εξουδετερώνουν ισχυρές βάσεις (καρβοξυλικές ομάδες,  $-\text{COOH}$ ). Οι ρητίνες αυτές δεν απομακρύνουν όλα τα κατιόντα και χαρακτηρίζονται από υψηλή ικανότητα αναγέννησης.
- **Ανιοντικές** ισχυρής βάσης (**SBA**). Εξουδετερώνουν ισχυρά οξέα και μετατρέπουν ουδέτερα άλατα στις αντίστοιχες βάσεις (τεταρτοταγές αμμώνιο). Οι ρητίνες αυτές απομακρύνουν όλα τα κοινά ανιόντα. Η αναγέννηση επιτυγχάνεται με  $\text{NaOH}$ .
- **Ανιοντικές** ασθενούς βάσης (**WBA**). Εξουδετερώνουν ισχυρά οξέα (τεταρτοταγείς αμίνες). Οι ρητίνες αυτές απομακρύνουν τα περισσότερα οξέα.





# Επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Χημικές διεργασίες επεξεργασίας υγρών  
αποβλήτων



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Επεξεργασία υγρών αποβλήτων

## Χημικές διεργασίες

- Η χημική επεξεργασία στοχεύει κυρίως στην οξείδωση ουσιών οι οποίες δεν αποικοδομούνται (οξειδώνονται) βιολογικά.
- Οι βασικές χημικές διεργασίες στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι:
  - η χημική οξείδωση,
  - η εξουδετέρωση,
  - η χημική κατακρήμνιση,
  - η κροκίδωση,
  - η χημική απολύμανση.



# Χημική οξείδωση

Ουσίες μη βιοδιασπώμενες στο νερό

(Ανόργανες:  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $S^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $CN^-$ )

(Οργανικές: Φαινόλες, Αμίνες, Χουμικά οξέα, Άλλες ενώσεις που προκαλούν οσμές, γεύσεις, χρώμα, κ.λ.π.)

Διεργασία μετατροπής των ανεπιθύμητων ενώσεων σε ενώσεις που ενοχλούν λιγότερο ή και καθόλου με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας του νερού.

Οξειδωτικά μέσα

( $Cl_2$ ,  $ClO_2$ ,  $O_3$ ,  $KMnO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $H_2O_2$ )

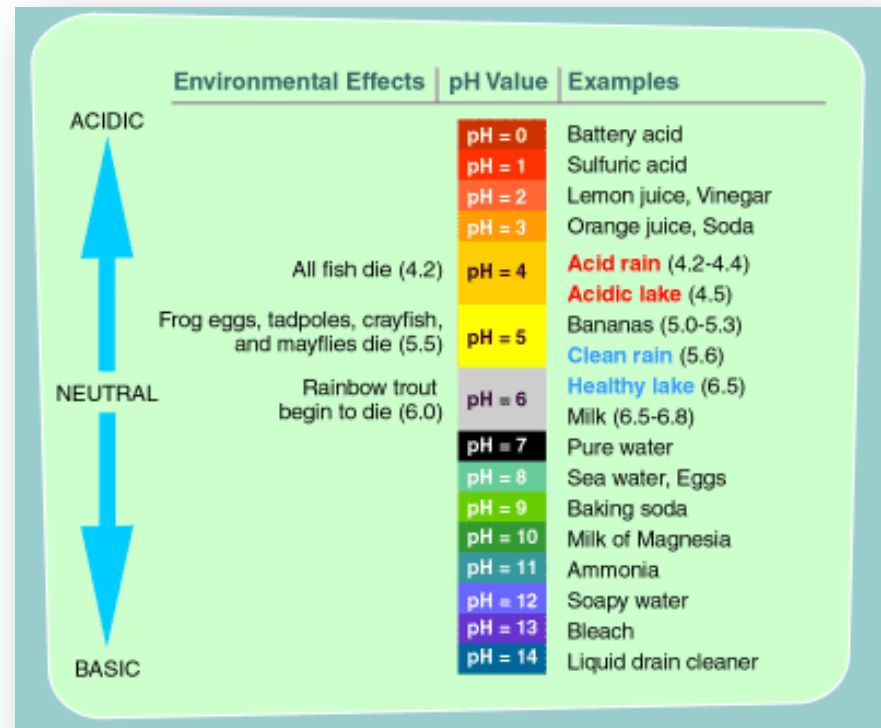
Ουσίες λιγότερο επικίνδυνες ή καλύτερα «βιοεπεξεργάσιμες» για το περιβάλλον





# Χημική επεξεργασία (Εξουδετέρωση)

- Είναι χημική μέθοδος επεξεργασίας αποβλήτων που σκοπό έχει την **ομαλοποίηση (ρύθμιση) του pH** για την ομαλή λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού.
- Παράλληλα επιτυγχάνεται και αφαίρεση βαρέων μετάλλων τα οποία καταβυθίζονται ως αδιάλυτα υδροξείδια.



Η κλίμακα του pH



# Χημική επεξεργασία (Εξουδετέρωση)

- Συνίσταται στην απομάκρυνση της οξύτητας ή της **αλκαλικότητας** ( $\Sigma \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{OH}^- - \text{H}^+$ ) με κάποιο χημικό αντιδραστήριο το οποίο έχει αντίθετη σύσταση.
- Στοχεύει στη ρύθμιση του pH των υγρών αποβλήτων σε μια περιοχή μεταξύ **6,5 και 9,0** η οποία απαιτείται είτε για την βελτιστοποίηση των συνθηκών της κυρίως χημικής ή βιολογικής επεξεργασίας είτε για την διόρθωση του pH των κατεργασμένων λυμάτων πριν αυτά διατεθούν στο φυσικό περιβάλλον.





# Χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για εξουδετέρωση

Οξέα	Βάσεις - Άλατα
$H_2CO_3$	$Ca(OH)_2$
$HCl$	$NaOH$
$H_2SO_4$	$Mg(OH)_2$
	$CaO$
	$MgO$
	$CaCO_3$
	$Na_2CO_3$
	$NaHCO_3$



# Χημική κατακρήμνιση

- **Στόχος:** Αύξηση της απομάκρυνσης των ολικών και διαλυμένων στερεών και του BOD σε εγκαταστάσεις πρωτοβάθμιας καθίζησης.
- **Εφαρμογή:** Απομάκρυνση βαρέων μετάλλων και φωσφόρου. Επίσης για τη βελτίωση της απόδοσης των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης, για τον έλεγχο της διάβρωσης των υπονόμων από την έκλυση υδρόθειου ( $H_2S$ ) με συνέπεια τη δημιουργία θειικού οξέος ( $H_2SO_4$ ).
- Με τη μέθοδο της χημικής κατακρήμνισης (ιζηματοποίησης) διαχωρίζονται ουσίες όπως για παράδειγμα οι ενώσεις διαφόρων μεταλλικών ιόντων ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  κ.λ.π.).
- **Αντιδραστήρια κατακρήμνισης:** Τα υδροξείδια ( $OH^-$ ), τα σουλφίδια ( $S^{2-}$ ) και πιο σπάνια τα ανθρακικά ιόντα ( $CO_3^{2-}$ ).
- **Προϊόντα των αντιδράσεων:** Αδιάλυτα άλατα που καθιζάνουν στον πυθμένα των δεξαμενών αντίδρασης ή των δεξαμενών τελικής καθίζησης.



# Χημική κατακρήμνιση



Διεργασία που αποσκοπεί στην αλλαγή της φυσικής κατάστασης των διαλυμένων & αιωρούμενων στερεών που υπάρχουν στα απόβλητα



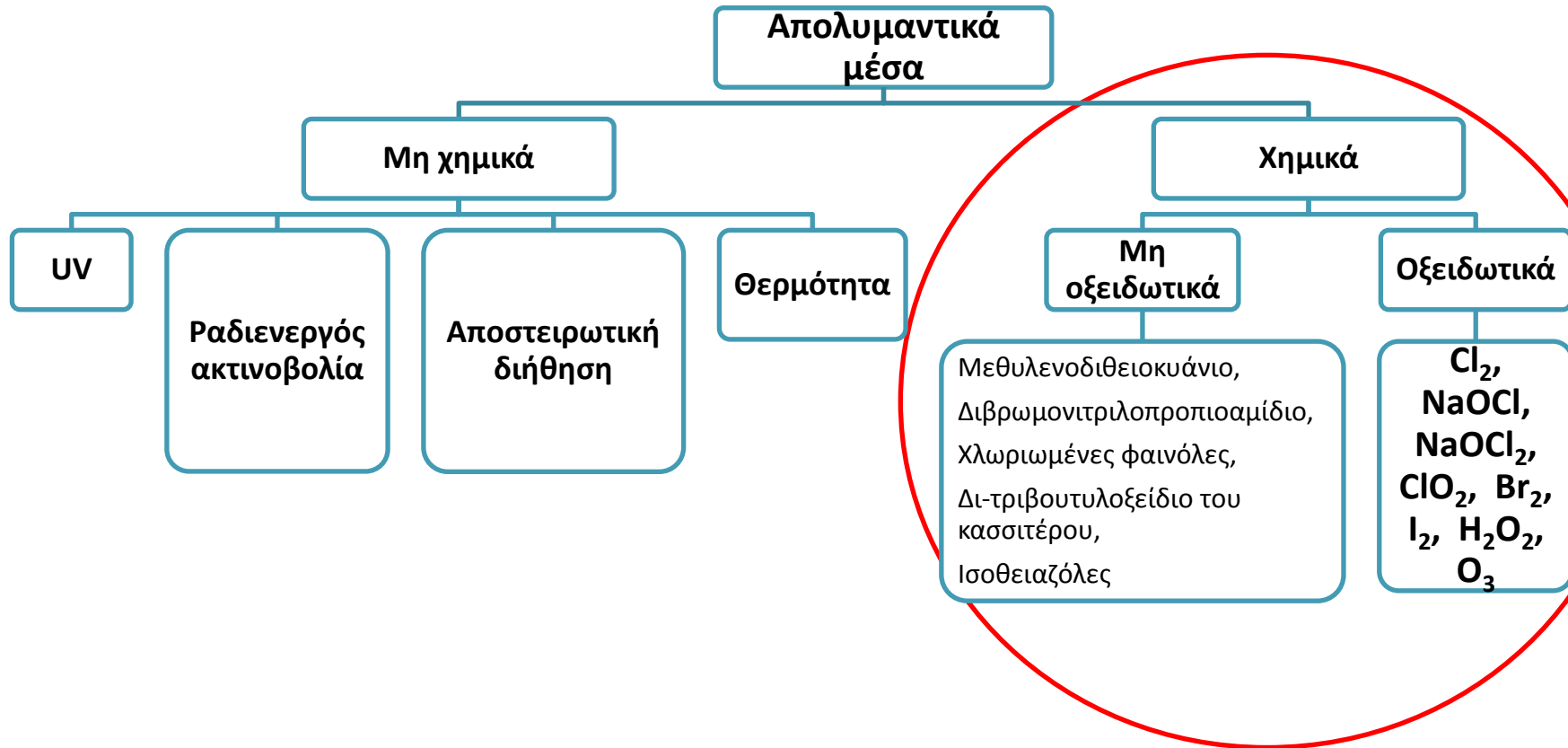
# Χημική απολύμανση

## Εφαρμόζεται

- Για τη καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών των υγρών αποβλήτων.
- Για τον έλεγχο της ανάπτυξης βιολογικών υμένων στους υπονόμους.
- Για απόσμηση.
- Επιτυγχάνεται με χλώριο ( $\text{Cl}_2$ ), χλωριούχες ενώσεις, βρώμιο ( $\text{Br}_2$ ) και όζον ( $\text{O}_3$ ).



# Απολυμαντικά



# Απομάκρυνση ρυπαντών από τα υγρά απόβλητα με απολύμανση και προσρόφηση

Ρυπαντής	Απολύμανση	Προσρόφηση
Suspended Organic Matter	-	<b>ΚΑΛΗ – ΑΡΙΣΤΗ</b>
Dissolved Organic Matter	-	<b>ΚΑΛΗ – ΑΡΙΣΤΗ</b>
Ammonia Nitrogen	<b>ΜΕΤΡΙΑ – ΚΑΛΗ</b>	<b>ΜΕΤΡΙΑ – ΚΑΛΗ</b>
Inorganic Nitrogen	-	<b>ΚΑΚΗ</b>
Phosphorus	-	-
Sulfides	<b>ΚΑΛΗ – ΑΡΙΣΤΗ</b>	<b>ΚΑΛΗ – ΑΡΙΣΤΗ</b>
VOC (Πτητικές οργανικές ενώσεις)	-	-
SOC (Διαλυμένος οργανικός άνθρακας)	<b>ΚΑΚΗ</b>	<b>ΚΑΛΗ – ΑΡΙΣΤΗ</b>
Pesticides	<b>ΚΑΚΗ</b>	<b>ΚΑΛΗ – ΑΡΙΣΤΗ</b>
Heavy metals	-	<b>ΚΑΛΗ – ΑΡΙΣΤΗ</b>
Pathogens	<b>ΚΑΛΗ – ΑΡΙΣΤΗ</b>	-

**ΚΑΚΗ : 0 – 20 % Απομάκρυνση**

**ΜΕΤΡΙΑ : 20 – 60 % Απομάκρυνση**

**ΚΑΛΗ : 60 – 90 % Απομάκρυνση**

**ΑΡΙΣΤΗ : 90 – 100 % Απομάκρυνση**



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ευθύμιος Νταρακάς.  
«Τεχνική Περιβάλλοντος». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS460/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>







# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Ολυμπία Τασκάρη  
Θεσσαλονίκη, 1/9/2014



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Σημειώματα

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

