

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ηρακλής Παναγιωτάκης
Δρ. Μηχανικός Περιβάλλοντος



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ & ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Ιανουάριος 2019

Σκοπός μαθήματος

Η απόκτηση ολοκληρωμένης γνώσης αναφορικά με την κύρια ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία και τις περιβαλλοντικές μελέτες που απαιτείται να εκπονηθούν για την κατασκευή και λειτουργία βιομηχανικών εγκαταστάσεων

Διδακτικά μέσα

- Διαλέξεις
- Τελικές εξετάσεις

Δομή μαθήματος

- Εισαγωγή & βασικές έννοιες
- Βασικά στοιχεία φυσικού & ανθρωπογενούς περιβάλλοντος
- **Διαχείριση υγρών αποβλήτων**
- Διαχείριση στερεών & επικίνδυνων αποβλήτων
- Εκτίμηση πιθανά ρυπασμένων χώρων
- Εκτίμηση και αντιμετώπιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
- Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης
- Επανάληψη - απορίες - αναπλήρωση

Σκοπός παρουσίασης

Η εξοικείωση με τις βασικές έννοιες της διαχείρισης υγρών αποβλήτων

Η μελέτη διαχείρισης υγρών αποβλήτων πιθανό τμήμα της ΜΠΕ, ανάλογα με το είδος του έργου

Ορισμός

Οι υγρές απορροές κατοικιών, εμπορικών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων και άλλων δραστηριοτήτων που προκύπτουν από τη χρήση του νερού και που είναι πιθανό να περιέχουν επίσης υπόγεια, επιφανειακά ή όμβρια ύδατα που αυξάνουν σημαντικά τον όγκο τους.



Υγρά απόβλητα

- Παράγονται εξαιτίας της χρήσης νερού σε διάφορες δραστηριότητες (δηλ. μετατροπή νερού σε υγρά απόβλητα)
- Παραγωγή – Συλλογή – Μεταφορά – Επεξεργασία – Διάθεση
- Ρύπανση αποδέκτη όταν δεν προηγείται επεξεργασία τους
- Τρόπος διάθεσης επεξεργασμένων αποβλήτων – Καθορίζει τον βαθμό επεξεργασίας τους

Σημαντικοί ρύποι

Βιοαποδομήσιμες οργανικές ουσίες

- πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λιπαρά οξέα
- οξειδωσή τους στο περιβάλλον
- κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου του νερού
- ανάπτυξη ανοξικών συνθηκών (απουσία διαλυμένου οξυγόνου στο νερό)
- επιπτώσεις στα υδατικά οικοσυστήματα
- πρόκληση φαινόμενων δυσοσμίας

Αιωρούμενα στερεά

- Δημιουργία αποθεμάτων λάσπης στο υδατικό περιβάλλον
- Δημιουργία αναερόβιων συνθηκών
- Αισθητική υποβάθμιση
- Παρεμπόδιση διέλευση φωτός

Σημαντικοί ρύποι

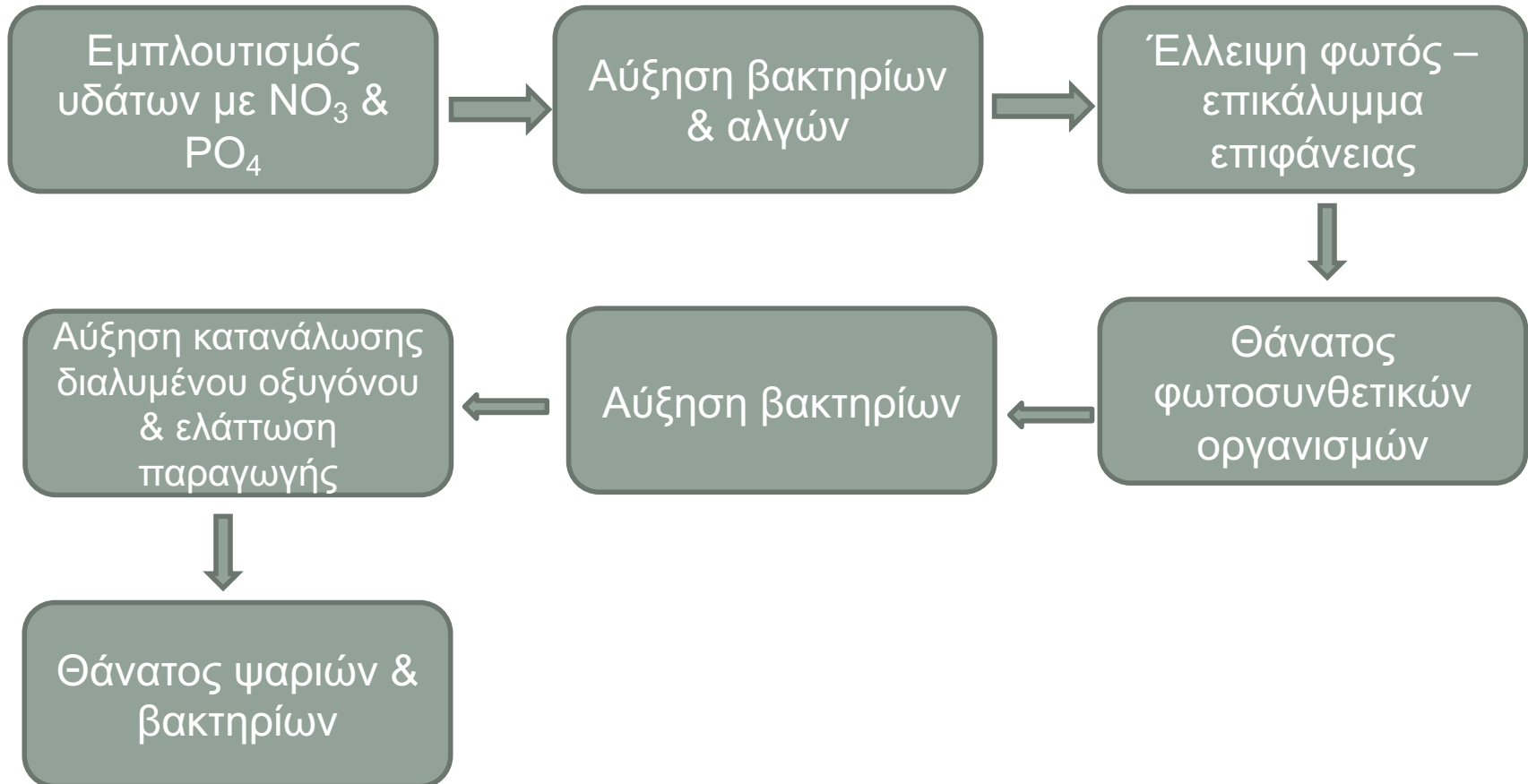
Παθογόνοι μ/ο

- Μετάδοση ασθενειών μέσω των υγρών αποβλήτων

Θρεπτικά (N, P, C)

- Ανεπιθύμητη ανάπτυξη βακτηρίων & αλγών
- Μείωση
- Παρεμπόδιση διέλευση φωτός
- Κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου του νερού
- Ανάπτυξη ανοξικών συνθηκών (απουσία διαλυμένου οξυγόνου στο νερό)
- Επιπτώσεις στα υδατικά οικοσυστήματα
- Πρόκληση φαινόμενων δυσοσμίας

Ευτροφισμός



Ευτροφισμός



Σημαντικοί ρύποι

Ρύποι υψηλής προτεραιότητας

- καρκινογένεση
- μετάλλαξη
- τερατογένεση
- ορμονικές διαταραχές
- τοξικότητα

Βαρέα μέταλλα

- συνήθως στα βιομηχανικά απόβλητα
- πρέπει να απομακρυνθούν πριν τη διάθεση/επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων

Μη αποδομήσιμα οργανικά

- ανθίστανται στις συμβατικές μεθόδους επεξεργασίας (π.χ. φαινόλες, χρωστικές, αγροχημικά, επιφανειοδραστικές ενώσεις)

Χημικά οργανικά χαρακτηριστικά

Οργανικά συστατικά αστικών αποβλήτων:

- Πρωτεΐνες 40-60%
- Υδατάνθρακες 25-50%
- Λίπη & έλαια 10%

Κύριες μέθοδοι μέτρησης των οργανικών συστατικών των αποβλήτων:

- BOD (Biochemical oxygen demand – Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο): η βιοχημικά απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου για την οξείδωση των οργανικών ενώσεων των αποβλήτων από μ/ο υπό αερόβιες συνθήκες
- COD (Chemical oxygen demand – Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο): η χημικά απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη χημική οξείδωση των οργανικών ενώσεων των αποβλήτων από ισχυρό οξειδωτικό (π.χ. $K_2Cr_2O_7$)

Χημικά ανόργανα χαρακτηριστικά

pH:

- Απαιτούνται συνθήκες 6-9
- Όξινα ή αλκαλικά βιομηχανικά απόβλητα απαιτούν ρύθμιση για να υποστούν βιολογική επεξεργασία

Χλωρίδια:

- Είναι δυνατόν να παρεμποδίζουν τη βιολογική επεξεργασία

Αλκαλικότητα:

- Αφορά την αντοχή των υγρών αποβλήτων στις μεταβολές pH

Άζωτο:

- Κυρίως με τη μορφή αμμωνίας στα ανεπεξέργαστα αστικά απόβλητα

Φωσφόρος

Θείο

Διάφορες τοξικές ενώσεις και στοιχεία

Παροχή

- Όγκος αποβλήτων στη μονάδα του χρόνου ($m^3/\eta\mu$)
- Εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων:
 - Αριθμός κατοίκων
 - Ύπαρξη, μέγεθος, είδος και αριθμός εμπορικών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων
 - Βιωτικό επίπεδο
 - Κλίμα
 - Στεγανότητα αποχετευτικού δικτύου
- Βασική παράμετρος σχεδιασμού της εγκατάστασης επεξεργασίας αποβλήτων

Τυπικές παροχές

π.χ.

Διαμέρισμα – 260 L/ατ-ημ

Ξενοδοχείο – 200 L/ατ-ημ

Μονοκατοικία – 280 L/ατ-ημ

Αεροδρόμιο – 10 L/ατ-ημ

Νοσοκομείο – 650 L/ατ-ημ

Σχολείο – 40 L/ατ-ημ

Θέατρο – 10 L/ατ-ημ

Επαναχρησιμοποίηση

- Επαναχρησιμοποίηση: Η σημερινή τάση διαχείρισης υγρών αποβλήτων
- Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων στη βιομηχανία περιλαμβάνει εφαρμογές, όπως π.χ.
 - χρήση ως νερού ψύξης
 - χρήση για αναπλήρωση νερών λεβήτων
 - αξιοποίηση για τις διάφορες βιομηχανικές διεργασίες (όχι όμως στην παραγωγή προϊόντων ανθρώπινης κατανάλωσης).

Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων

- **ΚΥΑ 14511/2011** - Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις – όχι για πόση
 - προώθηση αξιοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων & εξοικονόμηση υδατικών πόρων
 - βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου μέσω της τροφοδότησης των υπογείων υδροφορέων
- «Επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων»: Η εν γένει διαχείριση των υγρών αποβλήτων, έτσι ώστε να μπορούν να ανακτηθούν ως νερό με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή τους.

Περιορισμένη άρδευση vs. απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση

Περιορισμένη άρδευση	Απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση
Μη βρώσιμα προϊόντα ή προϊόντα που καταναλώνονται μετά από επεξεργασία	Κάθε είδους καλλιέργεια
Μέτρα προστασίας γεωργών	Πρόσβαση κοινού
Αποτροπή πρόσβασης κοινού	Αστική επαναχρησιμοποίηση
Υπεδάφια άρδευση	Χώροι αναψυχής
	Εμπλουτισμός υδροφορέων
	Βιομηχανική επαναχρησιμοποίηση
	Ανεξάρτητα τρόπου άρδευσης
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ+ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ	ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ + ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

Δίκτυα αποχέτευσης

- Παντοροϊκό: αποχέτευση αστικών υγρών αποβλήτων και όμβριων υδάτων
 - Καλύτερη εποπτεία δικτύου
 - Μικρότερο κόστος κατασκευής & λειτουργίας
 - Μικρότερη χρήση διατομής δρόμου
 - Αποφυγή αποθέσεων από τα αστικά απόβλητα, εξαιτίας της μεγάλης ροής
- Χωριστικό: ξεχωριστή αποχέτευση αστικών υγρών αποβλήτων και όμβριων υδάτων
 - Μικρότερα αντλιοστάσια
 - Μικρότεροι αγωγοί ακαθάρτων που μπορούν να τοποθετηθούν σε μεγάλο βάθος
 - Σταθερότερη σύσταση υγρών αποβλήτων και μεγέθους παροχών

Αστικά vs. Βιομηχανικά υγρά απόβλητα

- Μεγάλη διακύμανση παροχής ($m^3/ημ$)
 - Μεταξύ βιομηχανικών κλάδων
 - Μεταξύ βιομηχανιών του ίδιου βιομηχανικού κλάδου, λόγω διαφορετικών διεργασιών
 - Μεγάλη διακύμανση μέσα στην ημέρα στην ίδια βιομηχανία, λόγω των διαφορετικών διεργασιών παραγωγής σε ένα εργοστάσιο
 - Μπορεί να κυμαίνεται από διακοπτόμενη έως και συνεχή στα βιομηχανικά – στα αστικά είναι συνεχής με διακυμάνσεις
- Μεγάλη ποικιλία ποιοτικών χαρακτηριστικών ανάλογα με το είδος της βιομηχανίας και των διεργασιών που πραγματοποιούνται

Πηγές βιομηχανικών υγρών αποβλήτων

- **Απόβλητα παραγωγικής διαδικασίας:** εξαρτώνται από το είδος της επεξεργασίας και το είδος των πρώτων υλών (π.χ. βαρέα μέταλλα, οργανικές ενώσεις)
- **Απόβλητα επεξεργασίας πρώτων υλών:** εξαρτώνται από το είδος της επεξεργασίας και το είδος των πρώτων υλών (π.χ. βαρέα μέταλλα, οργανικές ενώσεις)
- **Απόβλητα νερού ψύξης:** τυπικά με υψηλή θερμοκρασία και άλατα
- **Απόβλητα επιφανειακής απορροής:** εξαρτώνται από τον τρόπο αποθήκευσης πρώτων υλών & προϊόντων, τη διάστρωση ή όχι του περιβάλλοντα χώρου, την ύπαρξη κατάλληλου συστήματος ομβρίων υδάτων κλπ.
- **Αστικά λύματα προσωπικού:** όπως τα τυπικά αστικά λύματα

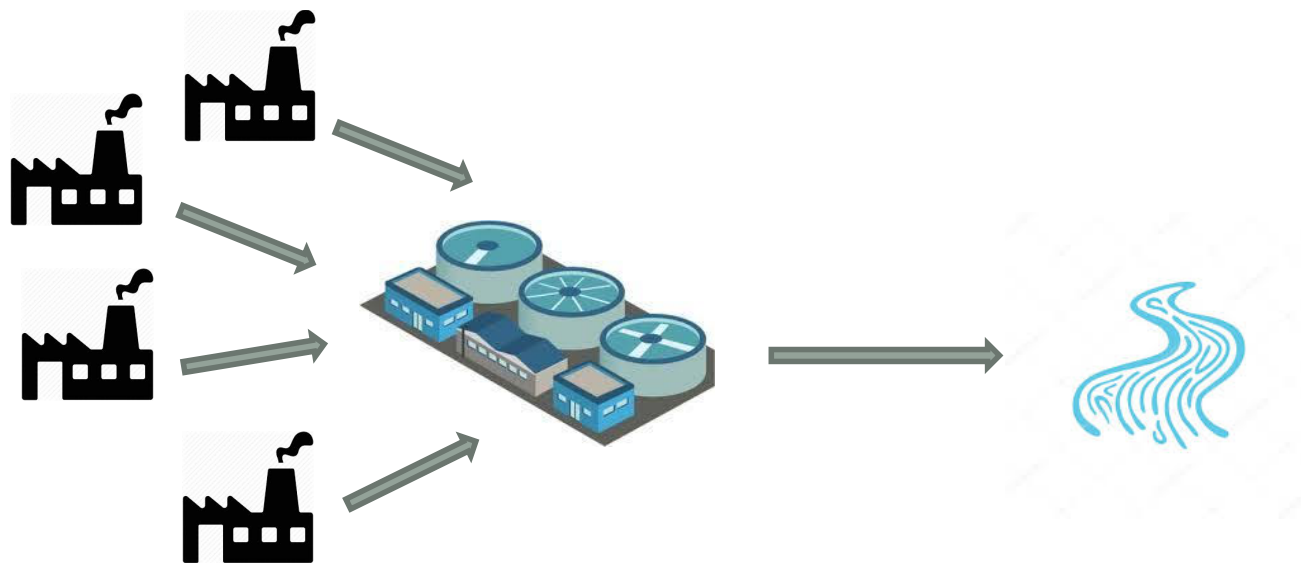
Επεξεργασία βιομηχανικών υγρών αποβλήτων

Σε εγκατάσταση της ίδιας της βιομηχανικής μονάδας –
σχεδιάζεται αποκλειστικά βάσει των δικών της αναγκών



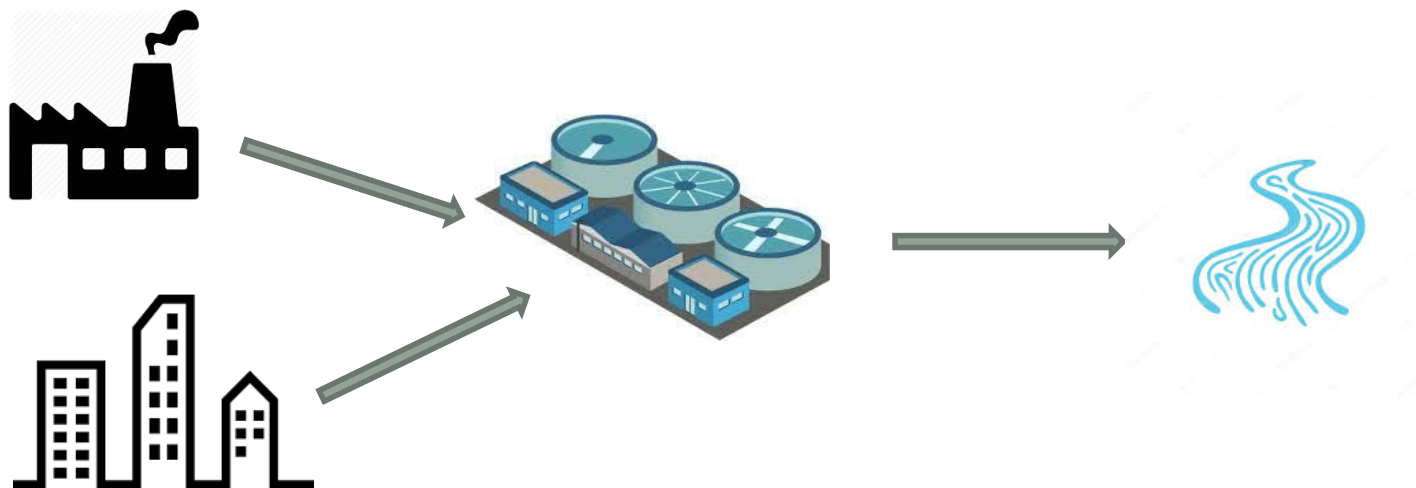
Επεξεργασία βιομηχανικών υγρών αποβλήτων

Σε κοινή εγκατάσταση μιας ομάδας βιομηχανικών μονάδων (π.χ. εντός ΒΙΠΕ) που σχεδιάζεται να καλύψει τις ανάγκες του συνόλου των βιομηχανιών, αν είναι δυνατό



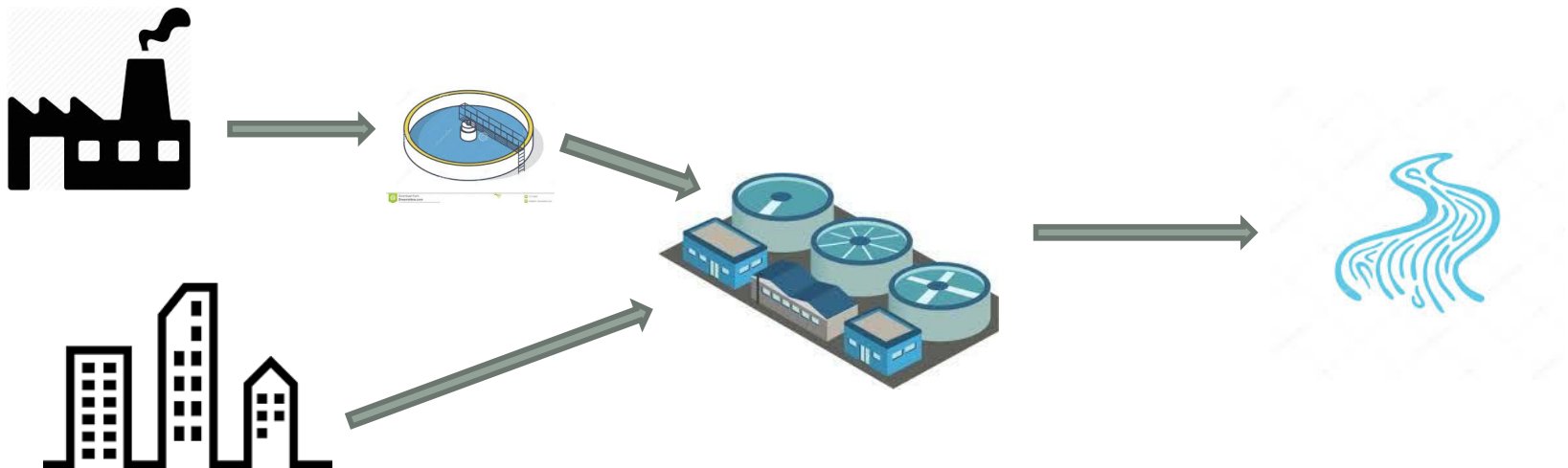
Επεξεργασία βιομηχανικών υγρών αποβλήτων

Συνεπεξεργασία με αστικά λύματα, εφόσον ικανοποιούνται οι παράμετροι του κανονισμού δικτύου (αλλιώς προεπεξεργασία πριν τη διάθεση στο αποχετευτικό δίκτυο)



Επεξεργασία βιομηχανικών υγρών αποβλήτων

Συνεπεξεργασία με αστικά λύματα, εφόσον ικανοποιούνται οι παράμετροι του κανονισμού δικτύου, αλλιώς προεπεξεργασία πριν τη διάθεση στο αποχετευτικό δίκτυο



Επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Τα στάδια επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων είναι:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια επεξεργασία
- Δευτεροβάθμια επεξεργασία
- Προχωρημένη επεξεργασία
- Απολύμανση
- Επεξεργασία ιλύος

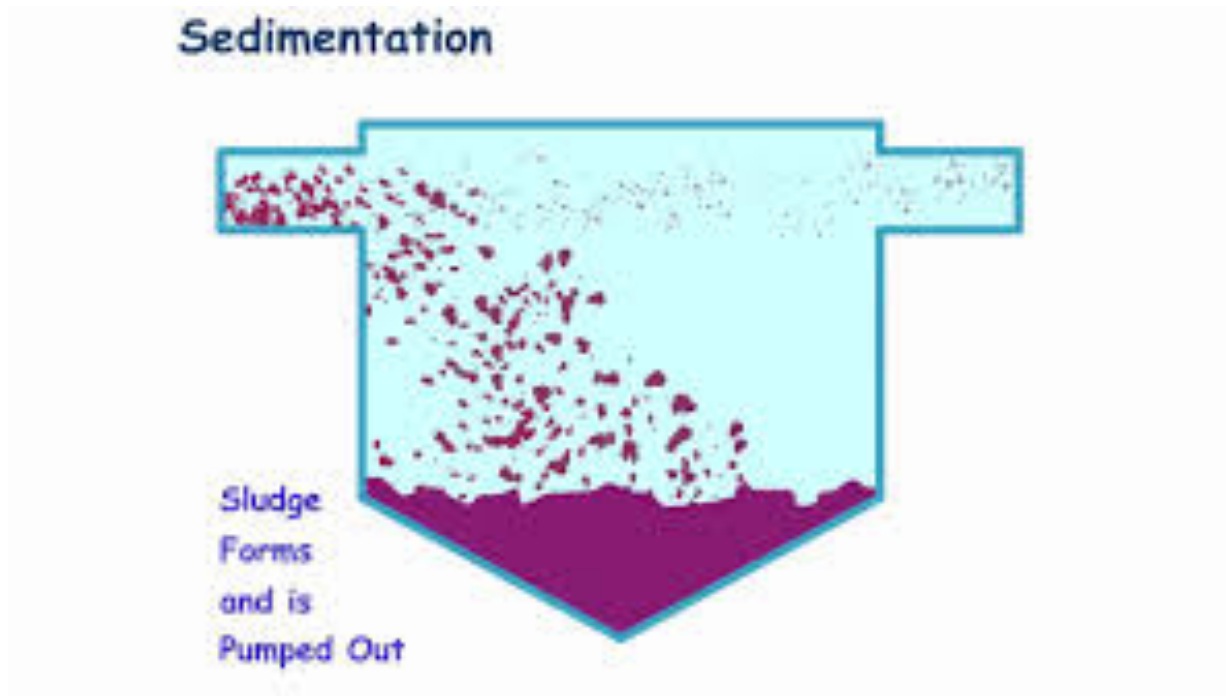
Προεπεξεργασία

- Εσχαρισμός:
 - Απομάκρυνση μεγάλων στερεών, τα οποία μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα στον Η/Μ εξοπλισμό της εγκατάστασης
- Αμμοσυλλογή
 - Απομάκρυνση χαλικών, άμμου, τα οποία μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα στον Η/Μ εξοπλισμό της εγκατάστασης
- Λιποσυλλογή
 - Απομάκρυνση λιπών και ελαίων
- Εξισορρόπηση ροής
 - Ομαλοποιεί τις παροχές των αποβλήτων, εξασφαλίζοντας έτσι σταθερότερες συνθήκες στις επόμενες διεργασίες

Πρωτοβάθμια επεξεργασία

- Καθίζηση:
 - Απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών (50-70% TSS, 25-40% BOD) μέσω καθίζησης
- Επίπλευση
 - Απομάκρυνση σωματιδίων ελαφρύτερων του νερού μέσω της επικόλησης φυσαλίδων αέρα

Καθίζηση

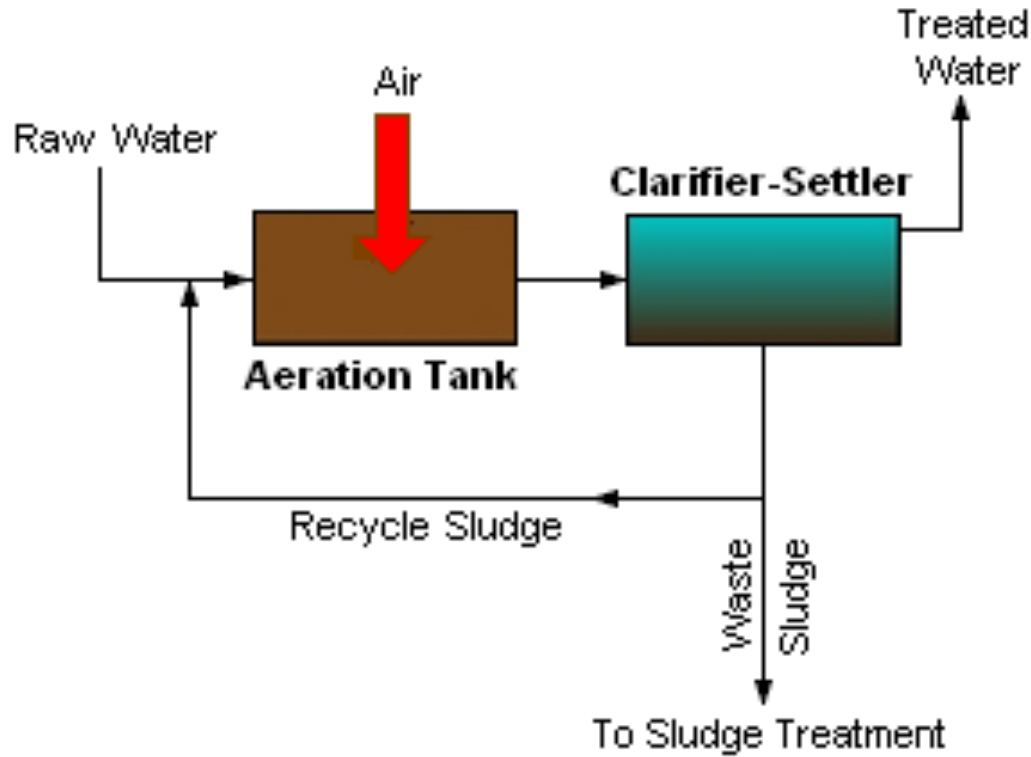


Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Απομάκρυνση ρύπων από τα υγρά απόβλητα μέσω της δράσης μ/ο που αξιοποιούν τους ρύπους ως υπόστρωμα ανάπτυξης

μ/ο + υπόστρωμα + ενέργεια \longrightarrow μ/ο + μεταβολικά προϊόντα

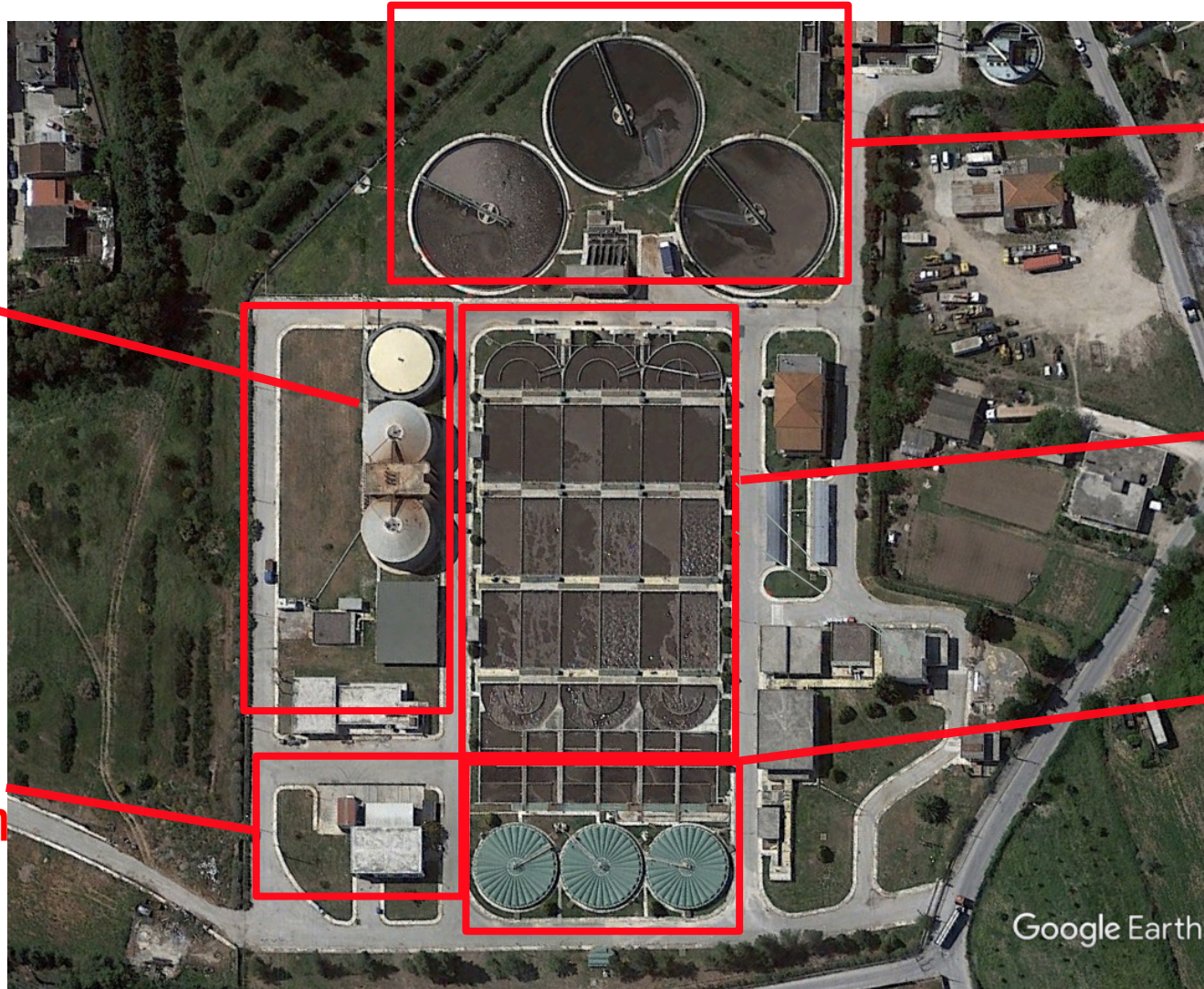
Σύστημα ενεργού ιλύος



Δεξαμενή καθίζησης



Επεξεργασία υγρών αποβλήτων Πατρών



Δεξαμενές δευτ/μιας καθίζησης

Δεξαμενές αερισμού

Δεξαμενές πρωτ/μιας καθίζησης

Αναερόβια χώνευση

Πύκνωση & αφυδάτωση ιλύος
Πύκνωση & αφυδάτωση ιλύος

Google Earth

Σύστημα ενεργού ιλύος

- Αερισμός:
 - Παροχή O_2 στους μ/ο
 - Ανάμιξη αποβλήτων
- Ανάπτυξη μ/ο
 - Βακτήρια
 - Μύκητες
- Ανάπτυξη βιομάζας σε αίωρηση και δημιουργία βιοκροκίδων (ιλύς ή λάσπη)
- Οξείδωση διαλυμένων και αιωρούμενων οργανικών συστατικών από τους μ/ο
- Απομάκρυνση κροκίδων με καθίζηση και διαύγαση των επεξεργασμένων αποβλήτων

Σύστημα ενεργού ιλύος

Χρόνος παραμονής στερεών (Θ_c , SRT)

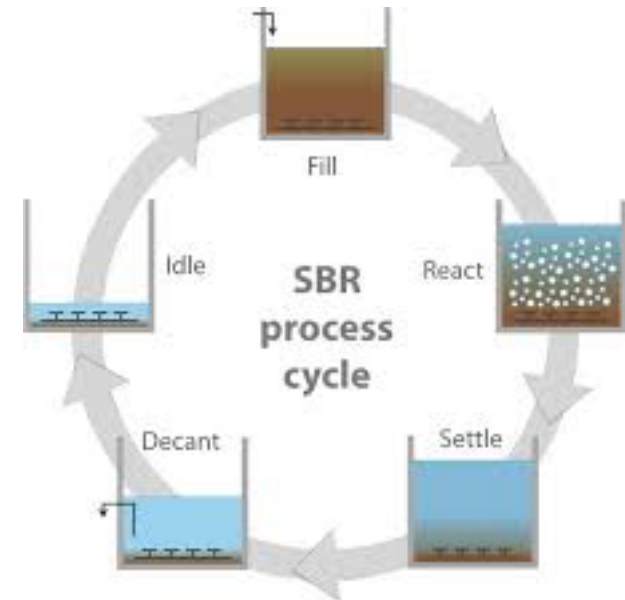
- ...ή ηλικία ιλύος (λάσπης)
- Καθορίζει το είδος και τον πληθυσμό των μ/ο
- Εξασφαλίζεται συνήθως με ανακυκλοφορία
- Η ανακυκλοφορία εξασφαλίζει μικρότερους όγκους δεξαμενών

Υδραυλικός χρόνος παραμονής (Θ , HRT)

- Είναι ο χρόνος παραμονής των αποβλήτων στο σύστημα επεξεργασίας
- Καθορίζει το όγκο του συστήματος
- $\Theta = V_{\text{αντιδραστήρα}}/Q_{\text{εισόδου}}$
- $\Theta < \Theta_c$

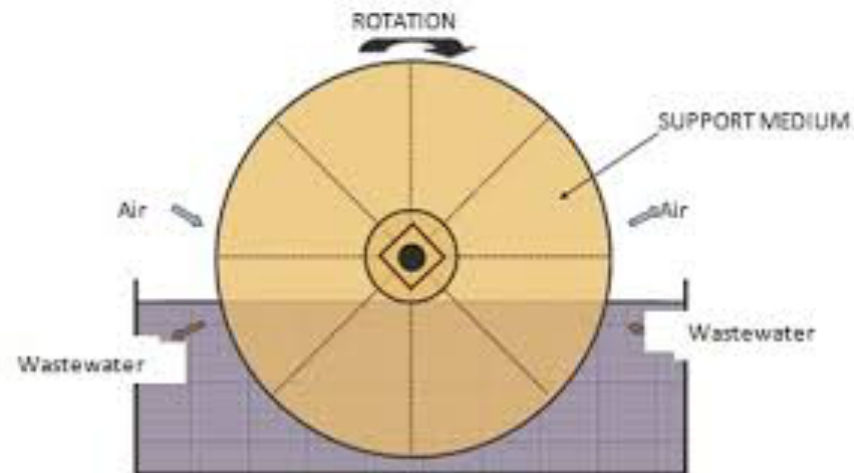
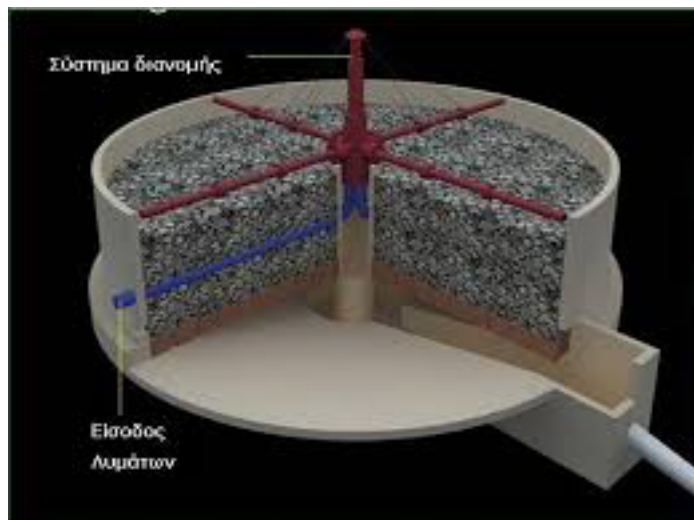
Σύστημα διαλείποντος έργου (SBR)

- Ίδια αρχή λειτουργίας αλλά...
- Όλες οι διεργασίες εντός του ίδιου αντιδραστήρα που αλλάζει λειτουργία περιοδικά
 - Τροφοδοσία
 - Αερόβια φάση
 - Καθίζηση
 - Εκροή υπερκείμενου υγρού
 - Απομάκρυνση περίσσειας ιλύος



Σύστημα προσκολλημένης βιομάζας

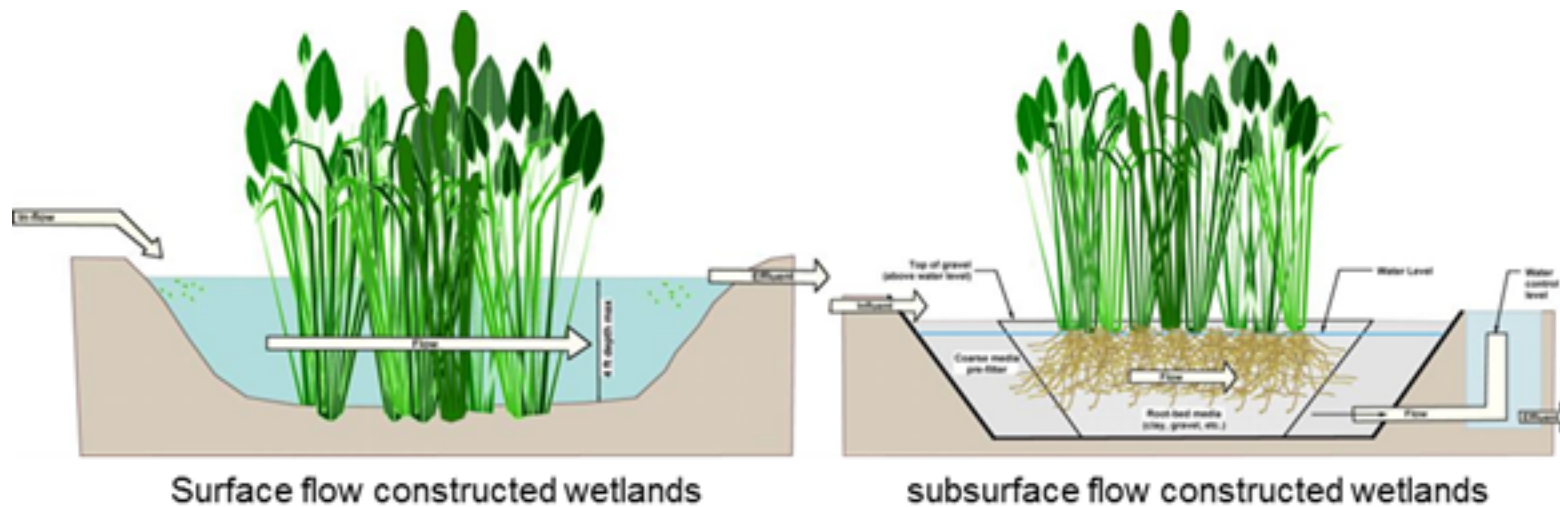
- Η βιομάζα αναπτύσσεται πάνω σε πληρωτικό υλικό
- Εναλλακτικά συστήματα επεξεργασίας:
 - Χαλικοδιυληστήρια
 - Βιοδίσκοι



Τεχνητοί υδροβιότοποι

- Στεγανές λεκάνες μικρού βάθους με έδαφος ή άλλο πληρωτικό υλικό, φυτεμένο με κατάλληλα φυτά (συνήθως καλάμια)
 - Επιφανειακής ροής
 - Υπόγειας ροής
- Το μεγαλύτερο μέρος των διεργασιών αποδόμησης των ρύπων αποδίδεται σε μ/ο των ριζών
- Απαιτούν μεγάλη έκταση με μειωμένη απόδοση κατά τους χειμερινούς μήνες

Τεχνητοί υγροβιότοποι

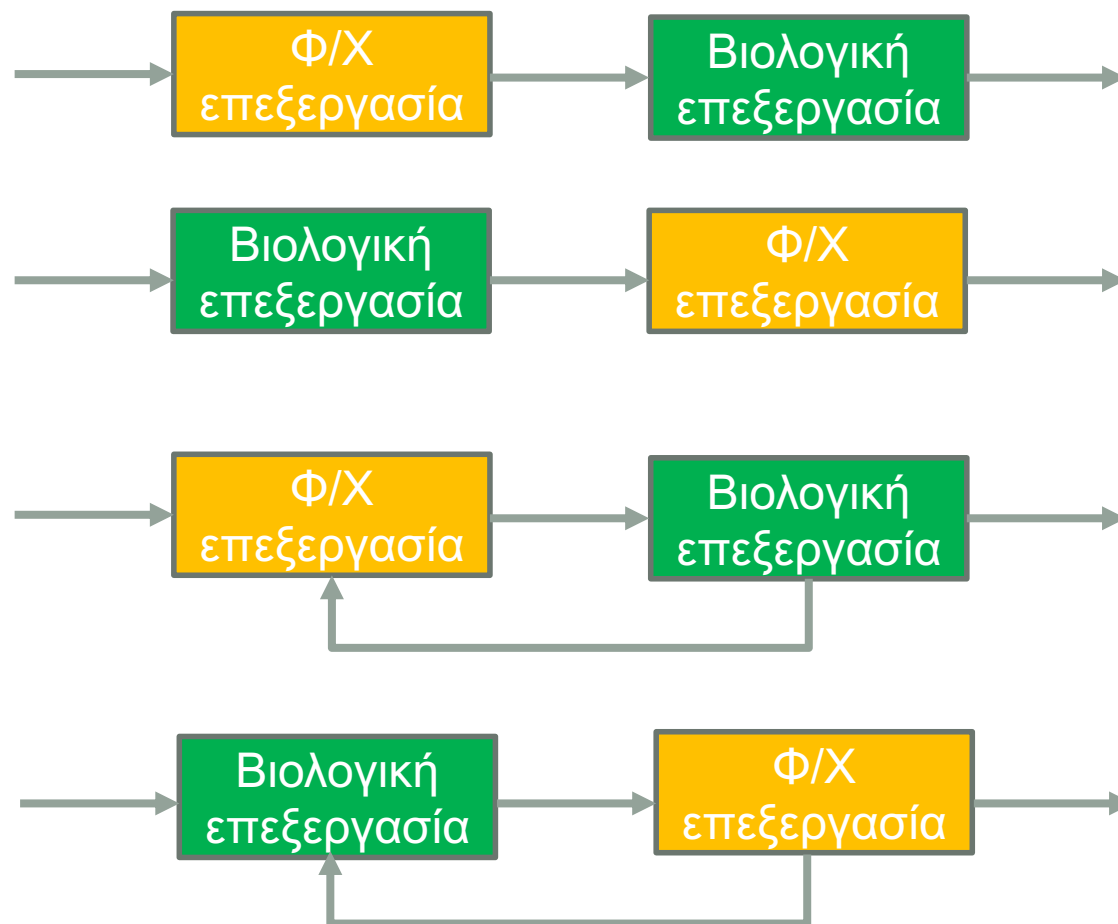


Φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας

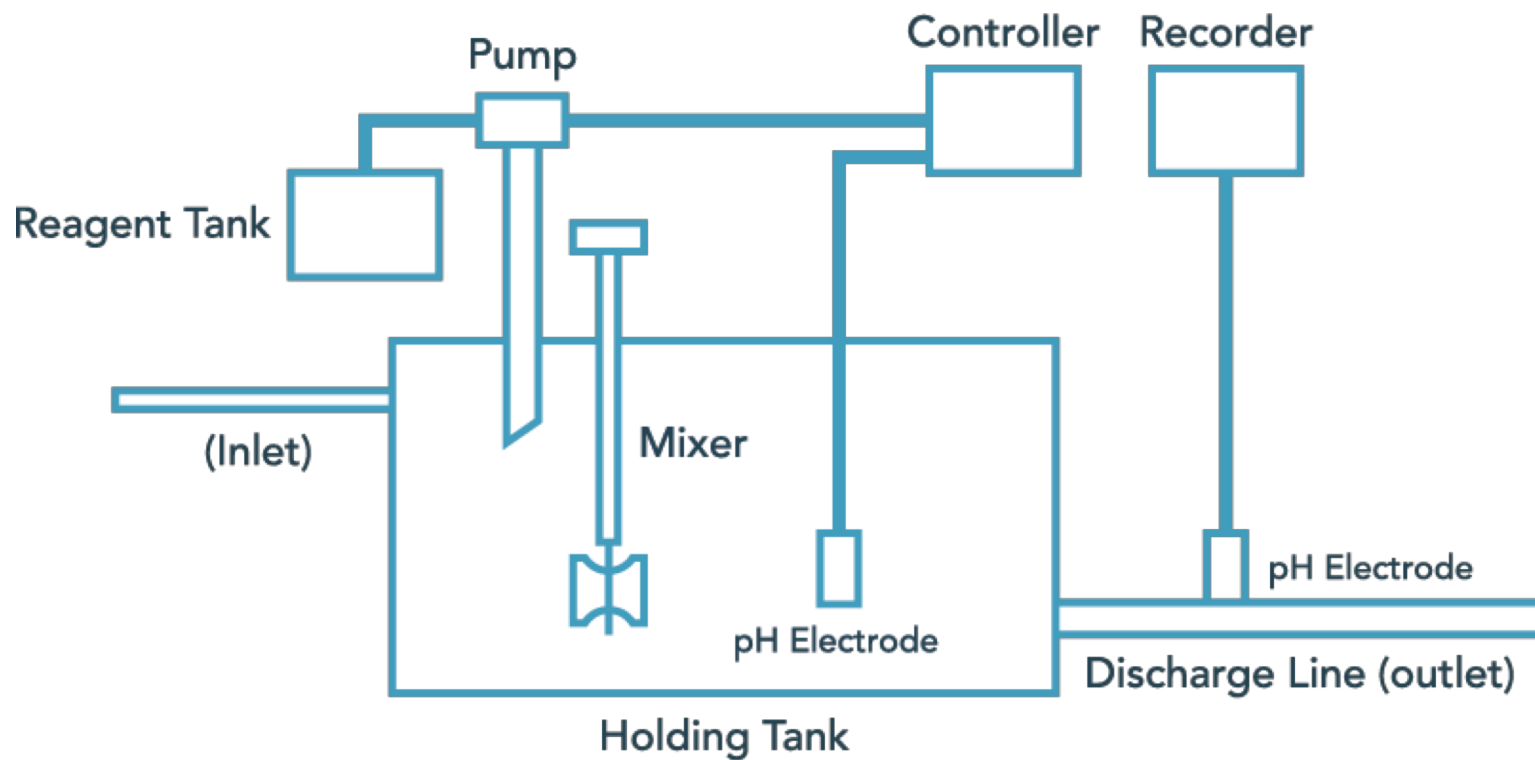
- Εξουδετέρωση
- Χημική επεξεργασία
- Ιονοανταλλαγή
- Αντίστροφη όσμωση
- Υπερδιήθηση
- Ρόφηση σε ενεργό C
- Απολύμανση

Συνδυασμός φ/χ και βιολογικών μεθόδων

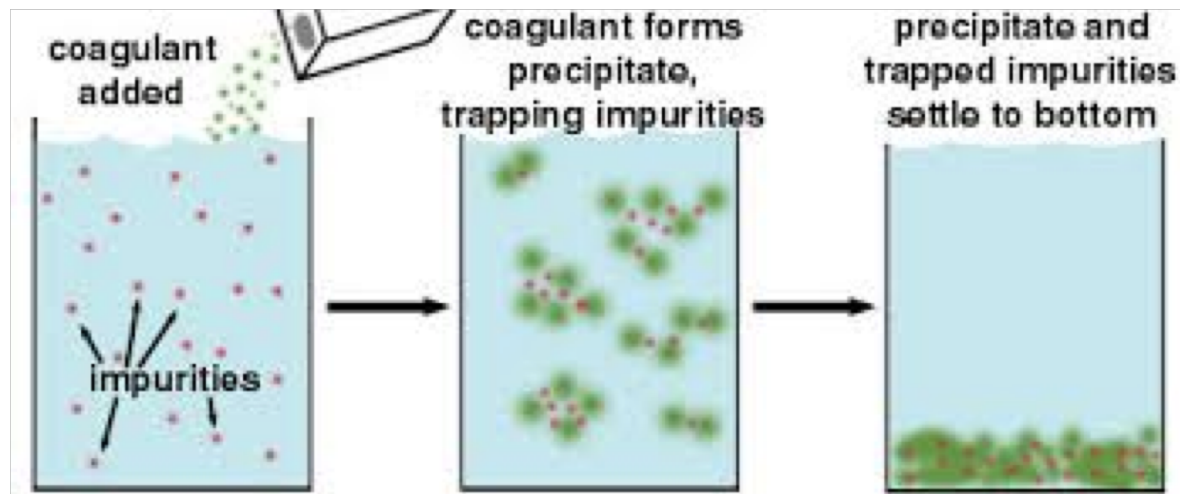
Φυσικοχημικές μέθοδοι επεξεργασίας



Εξουδετέρωση



Χημική κατακρήμνιση



Χημική επεξεργασία

Οξείδωση

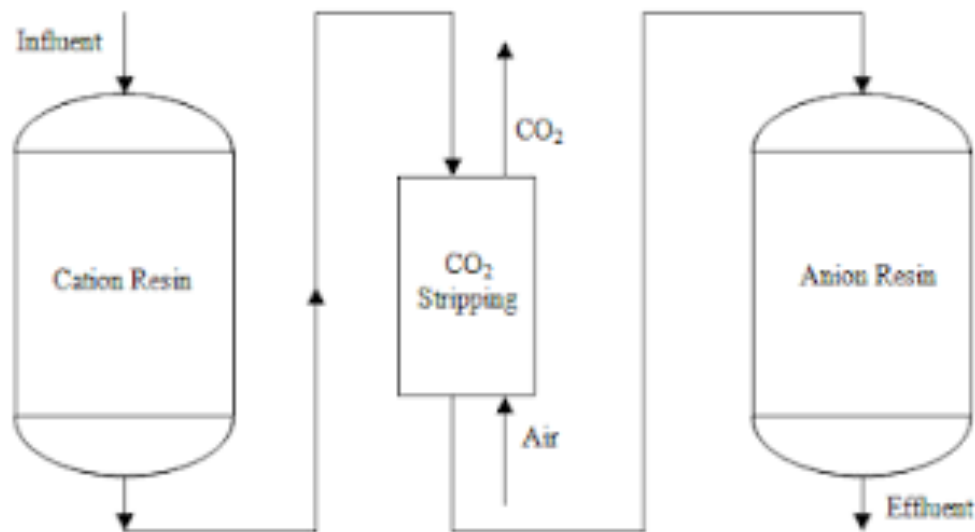
- Απώλεια ηλεκτρονίων
- Με δράση οξειδωτικών παραγόντων: π.χ. O_2 , O_3 , $KMnO_4$, H_2O_2
- π.χ. οξείδωση CN σε CNO

Αναγωγή

- Πρόσληψη ηλεκτρονίων
- Με δράση αναγωγικών παραγόντων: π.χ. $FeSO_4$, $Na_2S_2O_5$, SO_2
- π.χ. αναγωγή Cr(VI) σε Cr(III)

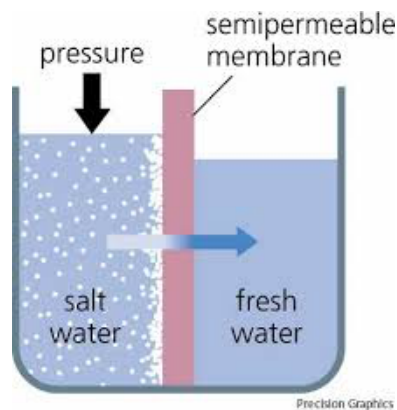
Ιονοανταλλαγή

- Χρήση συνθετικών ή φυσικών υλικών με ικανότητα ανταλλαγής ιόντων με ιόντα των αποβλήτων
- Τα πιο συνήθη υλικά είναι οι ρητίνες και οι ζεόλιθοι



Αντίστροφη όσμωση (RO)

- Όσμωση: ροή υγρού μέσω ημιπερατής μεμβράνης (περνά το υγρό και όχι το στερεό) από το αραιό διάλυμα στο πυκνότερο
- Αντίστροφη όσμωση: ροή του υγρού από το πυκνότερο στο αραιότερο – επεξεργασία υγρών αποβλήτων



Υπερδιήθηση

- Παρόμοια με RO
- Χρήση μεμβρανών
- Απομάκρυνσης ουσιών με μεγαλύτερα ΜΒ



Ρόφηση σε ενεργό C

- Προσρόφηση διαλυτών συστατικών πάνω σε διεπιφάνεια με ενεργό C
- Απομάκρυνση οργανικών ενώσεων και αιωρούμενων στερεών
- Άλλα προσροφητικά υλικά: διάφορα είδη βιομάζας, βιομηχανικά παραπροϊόντα, φυσικά υλικά



Απολύμανση

- Καταστροφή παθογόνων μ/ο
- Χλωρίωση
- Έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV)
- Οζόνωση
- Υπερδιήθηση με μεμβράνες

Διαχείριση περίσσειας ιλύος

Η διαχείριση περίσσειας ιλύος περιλαμβάνει:

- Πάχυνση
- Σταθεροποίηση
- Βελτίωση
- Αφυδάτωση
- Λιπασματοποίηση
- Καύση, εφαρμογή σε αγροτική γη ή διάθεση σε ΧΥΤΑ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας!
panagiotakis@enydron.com