



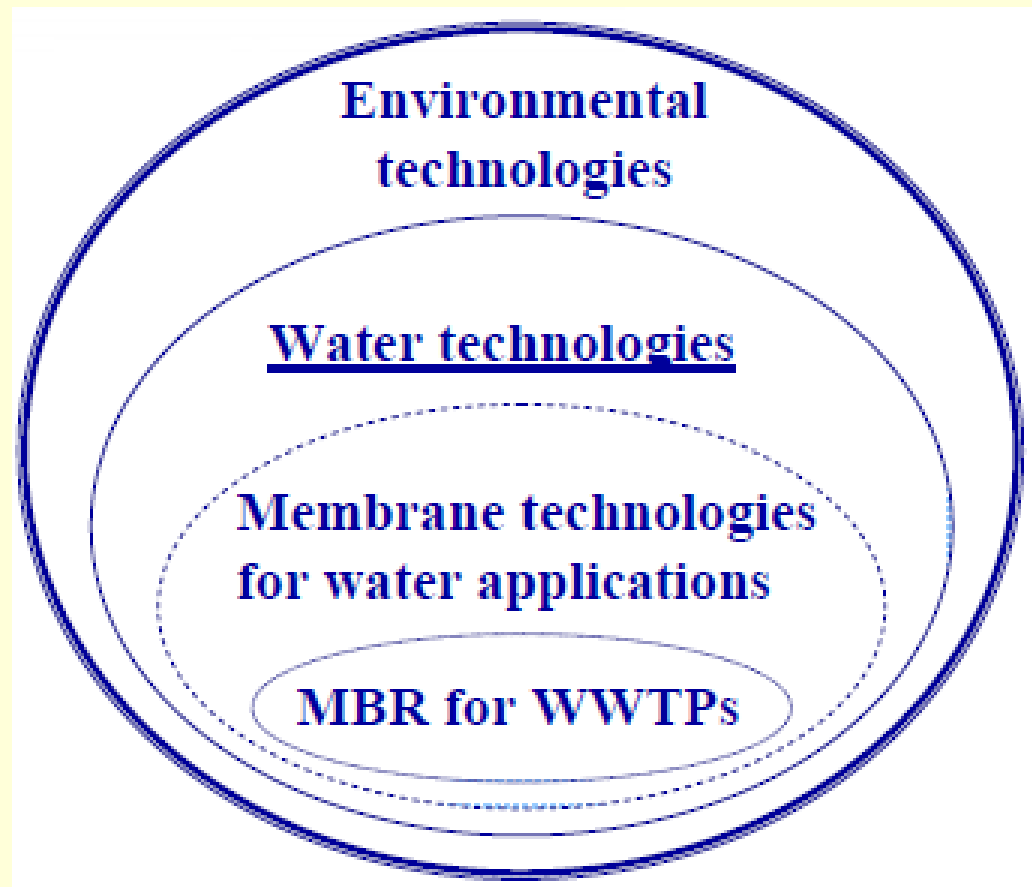
**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**



**Εφαρμογές βιοαντιδραστήρων μεμβρανών
(MBR) για την επεξεργασία υγρών
αποβλήτων και προβλήματα έμφραξης**

Π. Σαμαράς

Περιβαλλοντικές τεχνολογίες και συστήματα μεμβρανών



Τι περιλαμβάνει ένα σύστημα βιοαντιδραστήρα με μεμβράνες;

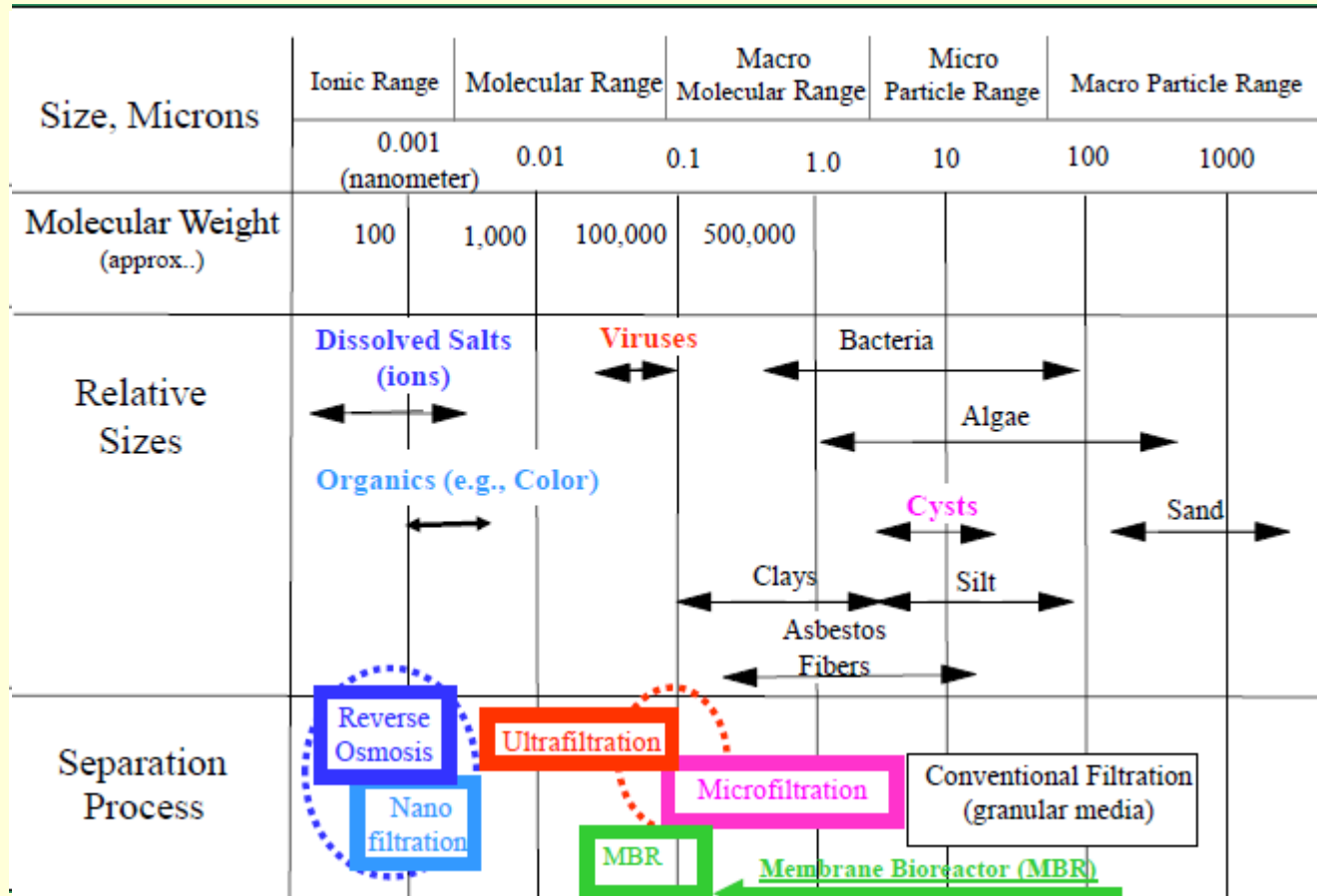
Στα συστήματα MBR λαμβάνει χώρα συνεργιστική δράση μιας βιολογικής διεργασίας (ενεργός ιλύς) και μιας διεργασίας διήθησης για την επεξεργασία των αποβλήτων και την παραγωγή δύο εξερχόμενων ρευμάτων:

1. Επεξεργασμένα απόβλητα με άριστη ποιότητα
2. Συμπυκνωμένη ιλύς

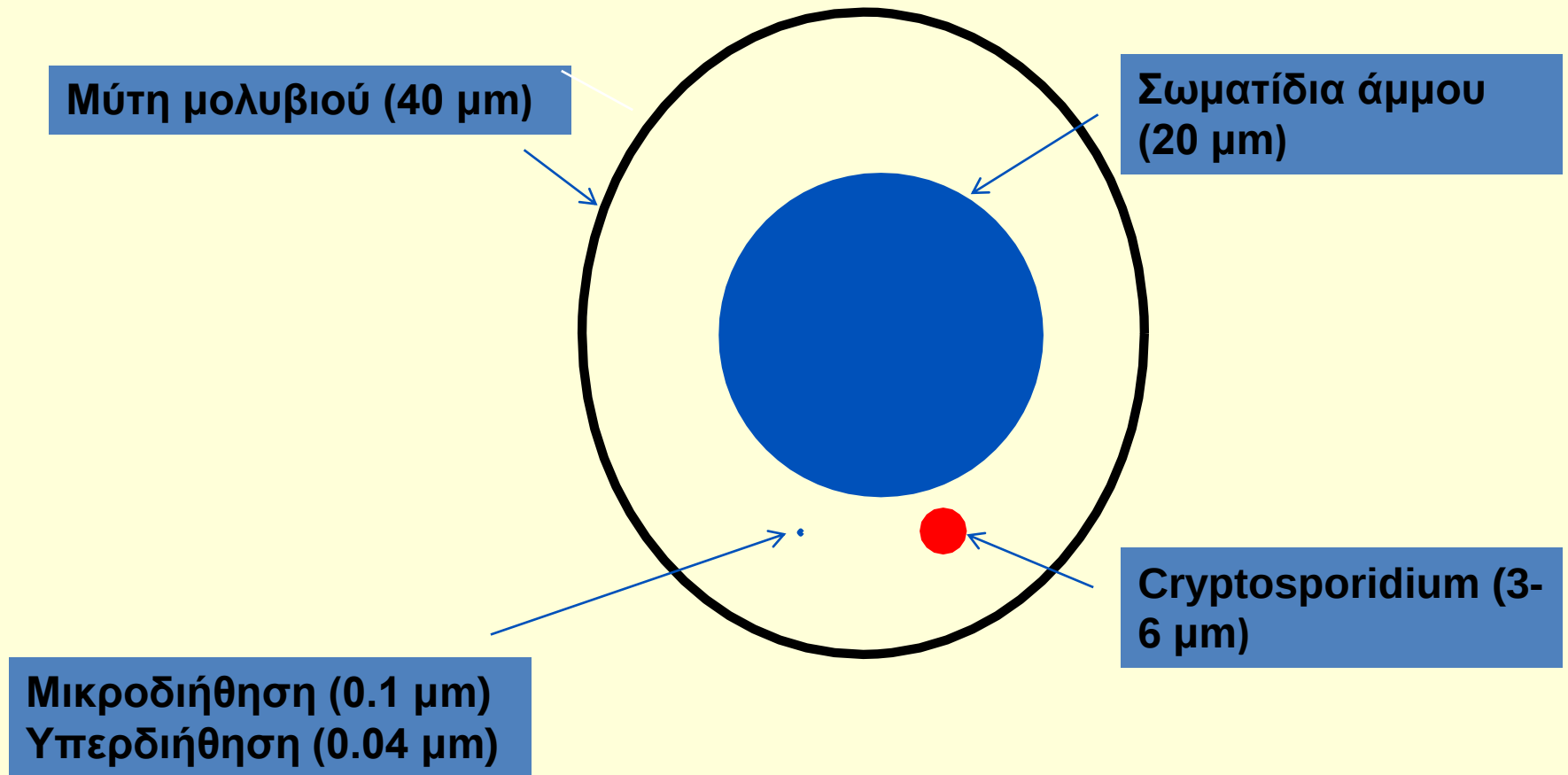
Πρώτη εμπορική εφαρμογή στις δεκαετίες 1970-80, κυρίως σε εφαρμογές μικρής κλίμακας:

- Πλοία
- Ενσταλάζοντα υγρά από ΧΥΤΑ
- Βιομηχανικά απόβλητα υψηλού φορτίου

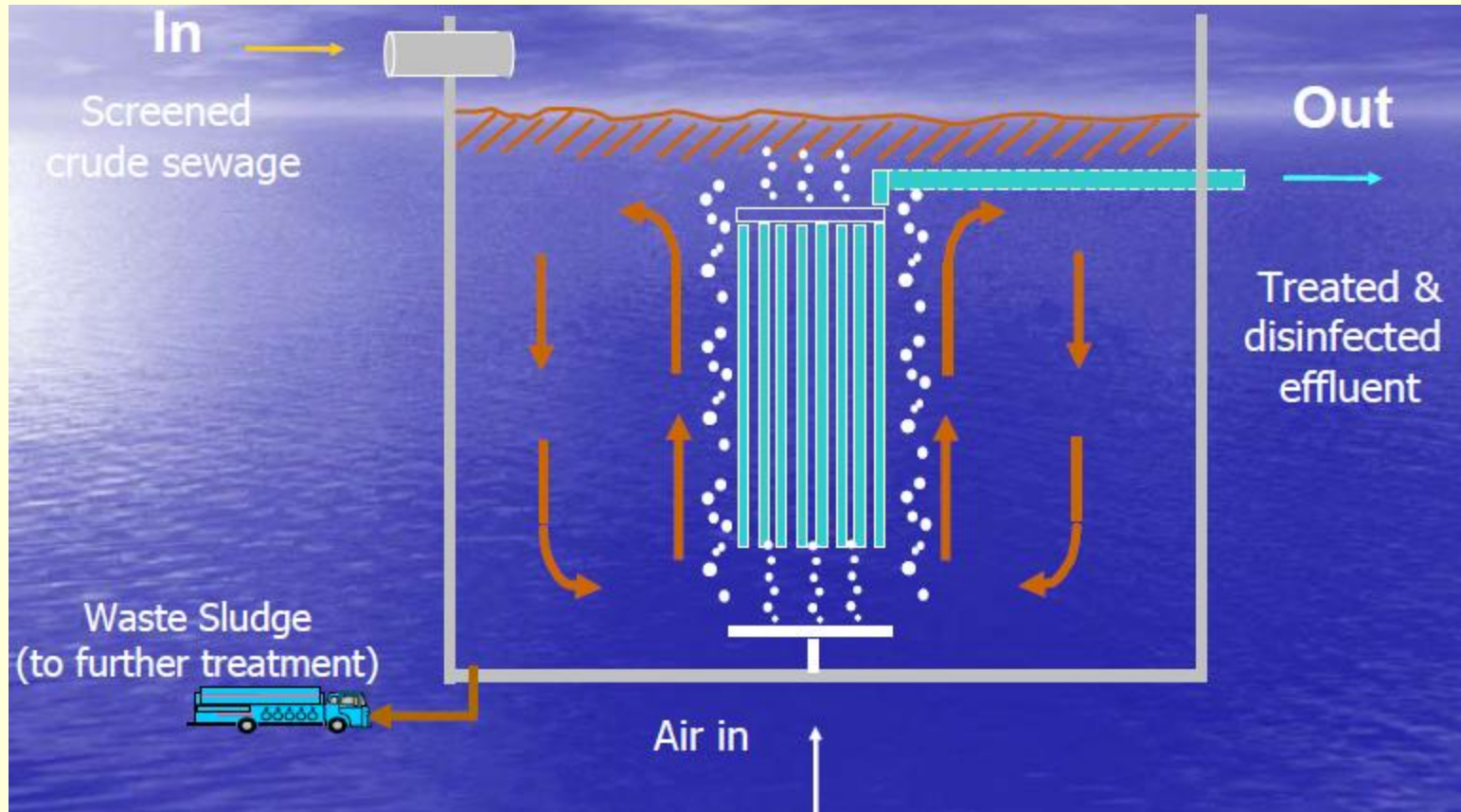
Περιοχή λειτουργίας μεμβρανών σε συστήματα MBR 1/2



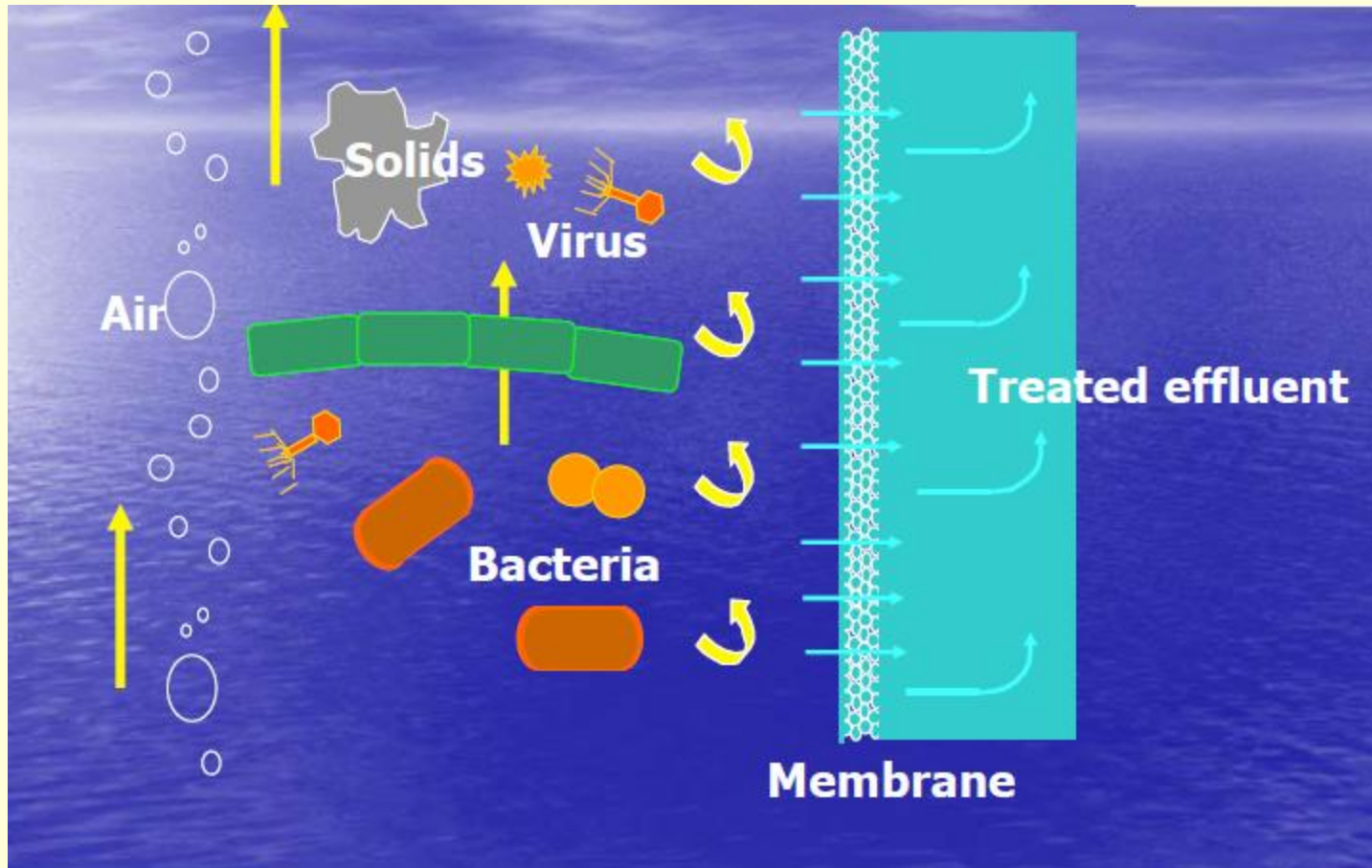
Περιοχή λειτουργίας μεμβρανών σε συστήματα MBR 2/2



Τυπική διάταξη ενός βιοαντιδραστήρα με εμβαπτιζόμενη μεμβράνη



Λειτουργία ενός βιοαντιδραστήρα με εμβαπτιζόμενη μεμβράνη



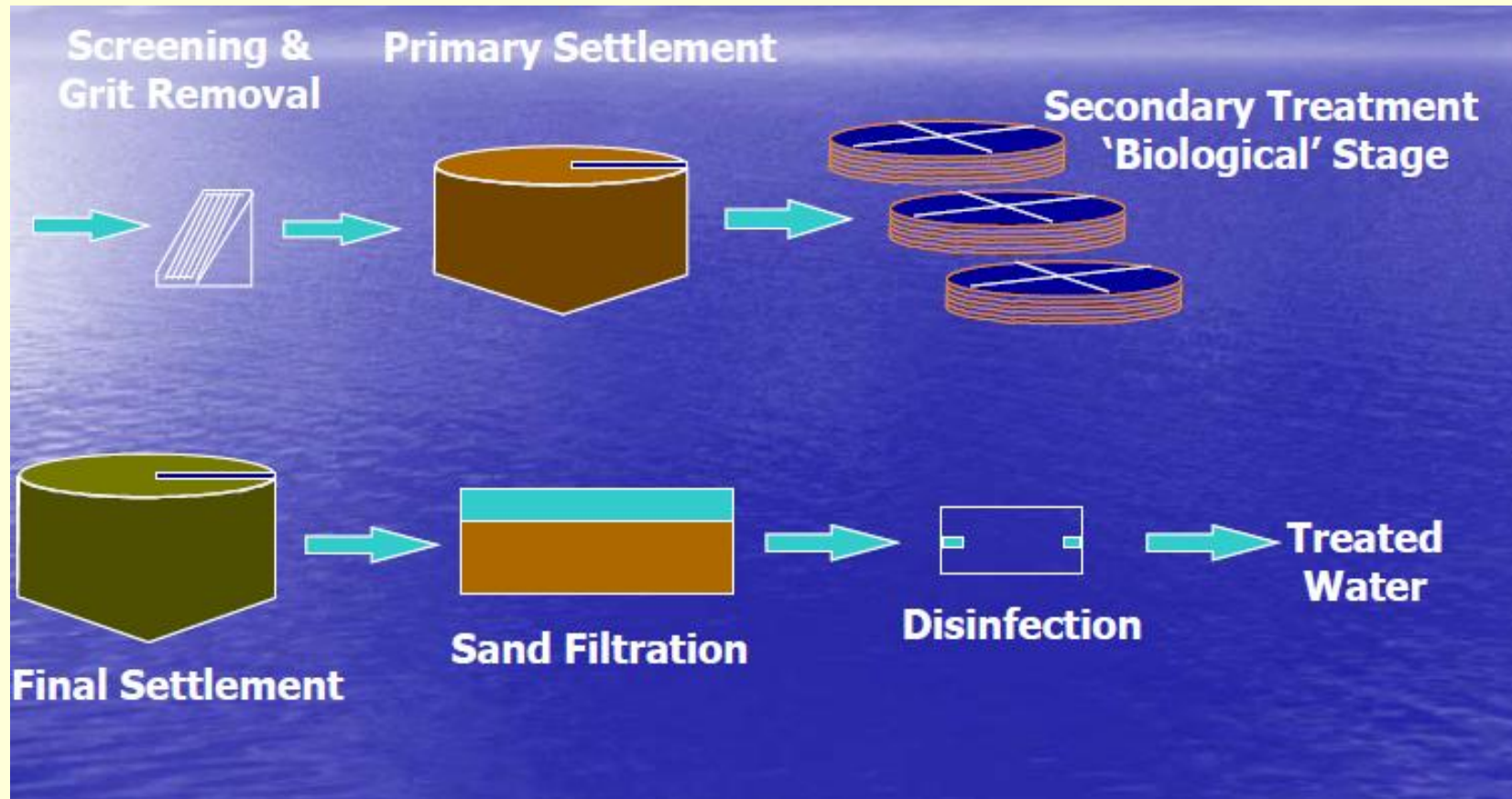
Πλεονεκτήματα συστημάτων MBR 1/2

- Εκροή άριστης ποιότητας
- Μικρή έκταση πεδίου
- Δεν απαιτείται προεπεξεργασία-πρωτοβάθμια καθίζηση-δευτεροβάθμια καθίζηση
- Επεξεργασία αποβλήτων με υψηλό φορτίο-διακύμανση φορτίου
- Χαμηλή παραγωγή ιλύος ($0,8 \text{ kg/kg BOD}_5$)
- Εύκολη μετατροπή/αναβάθμιση (modular design)

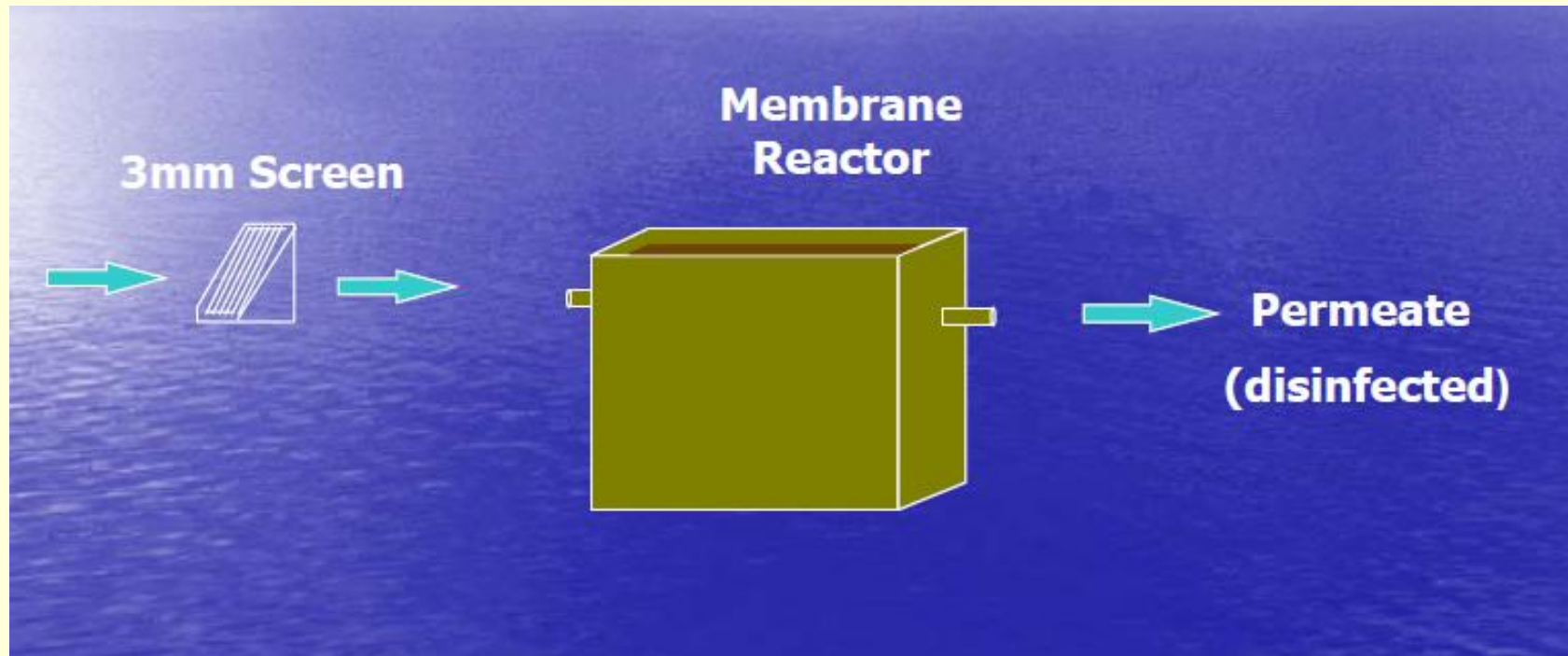
Δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης

- Εκροή απολυμασμένη χωρίς χρήση χημικών
- Παθογόνα σε ελάχιστες συγκεντρώσεις (βακτήρια, ιοί)
- Εκροή με δυνατότητα άμεσης επαναχρησιμοποίησης (χαμηλές συγκεντρώσεις σε SS, BOD, COD, TP/ortho P, NH₃, NO₃)
- Απουσία οσμών

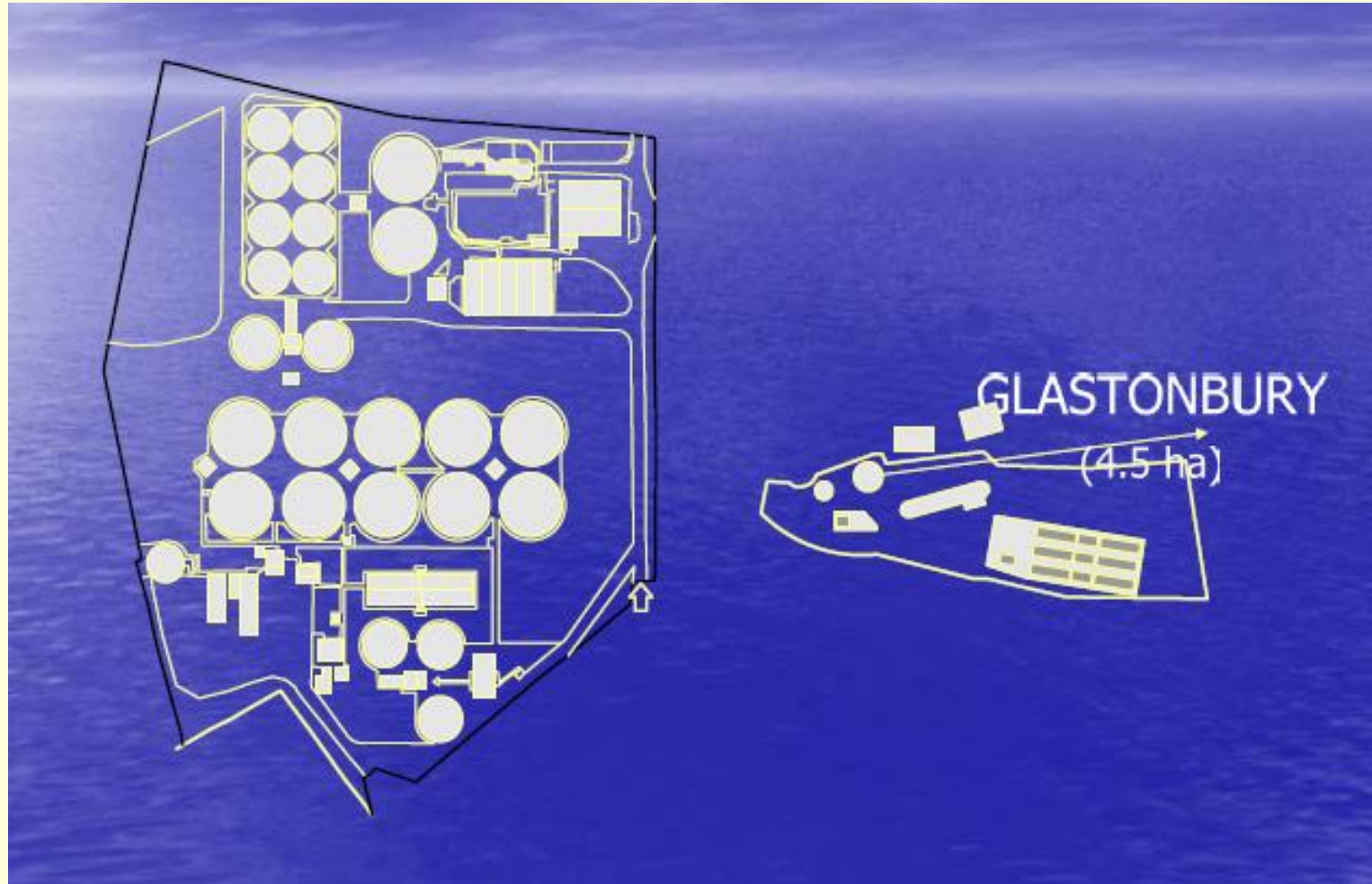
Σύγκριση συστημάτων MBR με συμβατικά συστήματα ΕΙ 1/3



Σύγκριση συστημάτων MBR με συμβατικά συστήματα ΕΙ 2/3

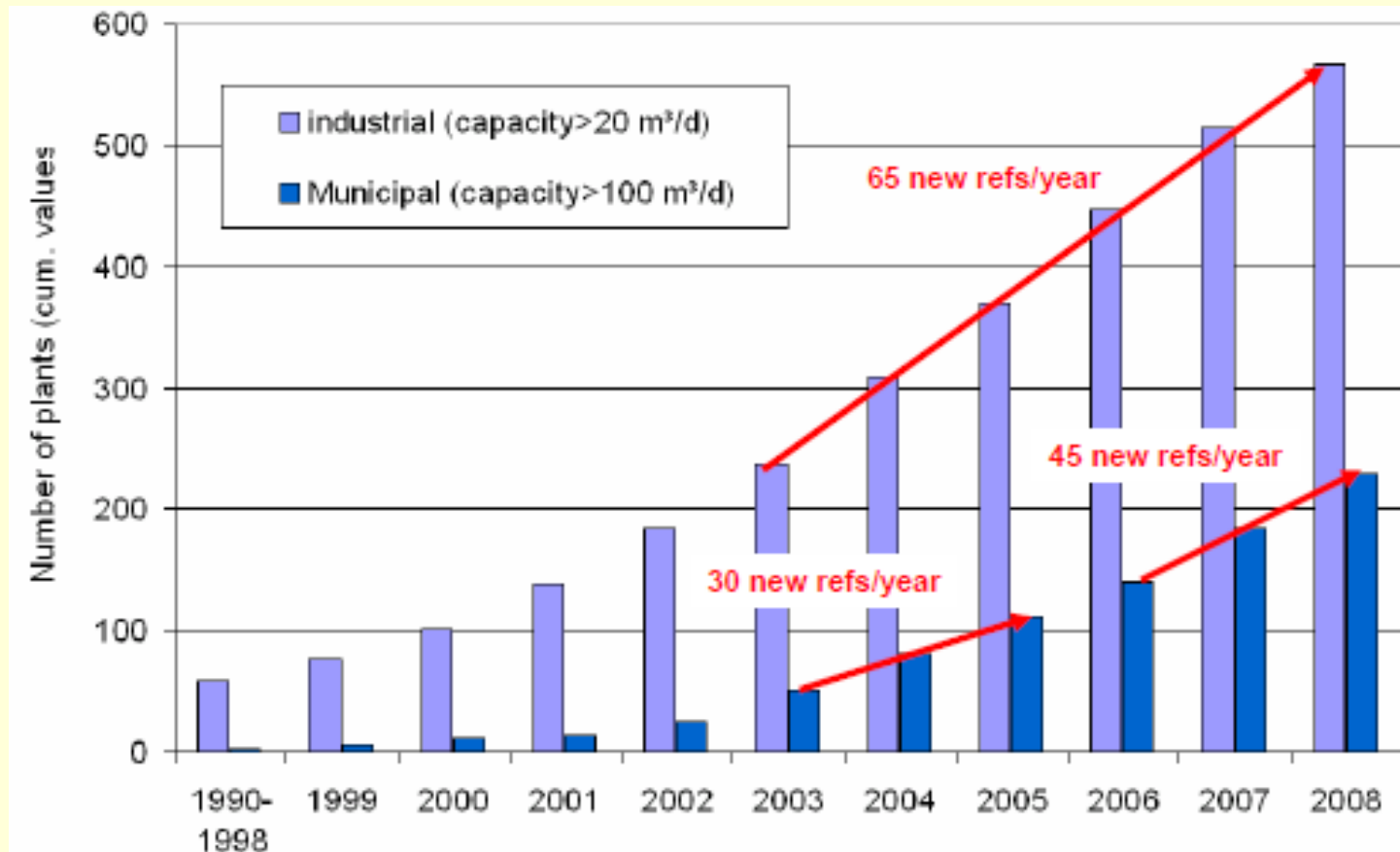


Σύγκριση συστημάτων MBR με συμβατικά συστήματα ΕΙ 3/3

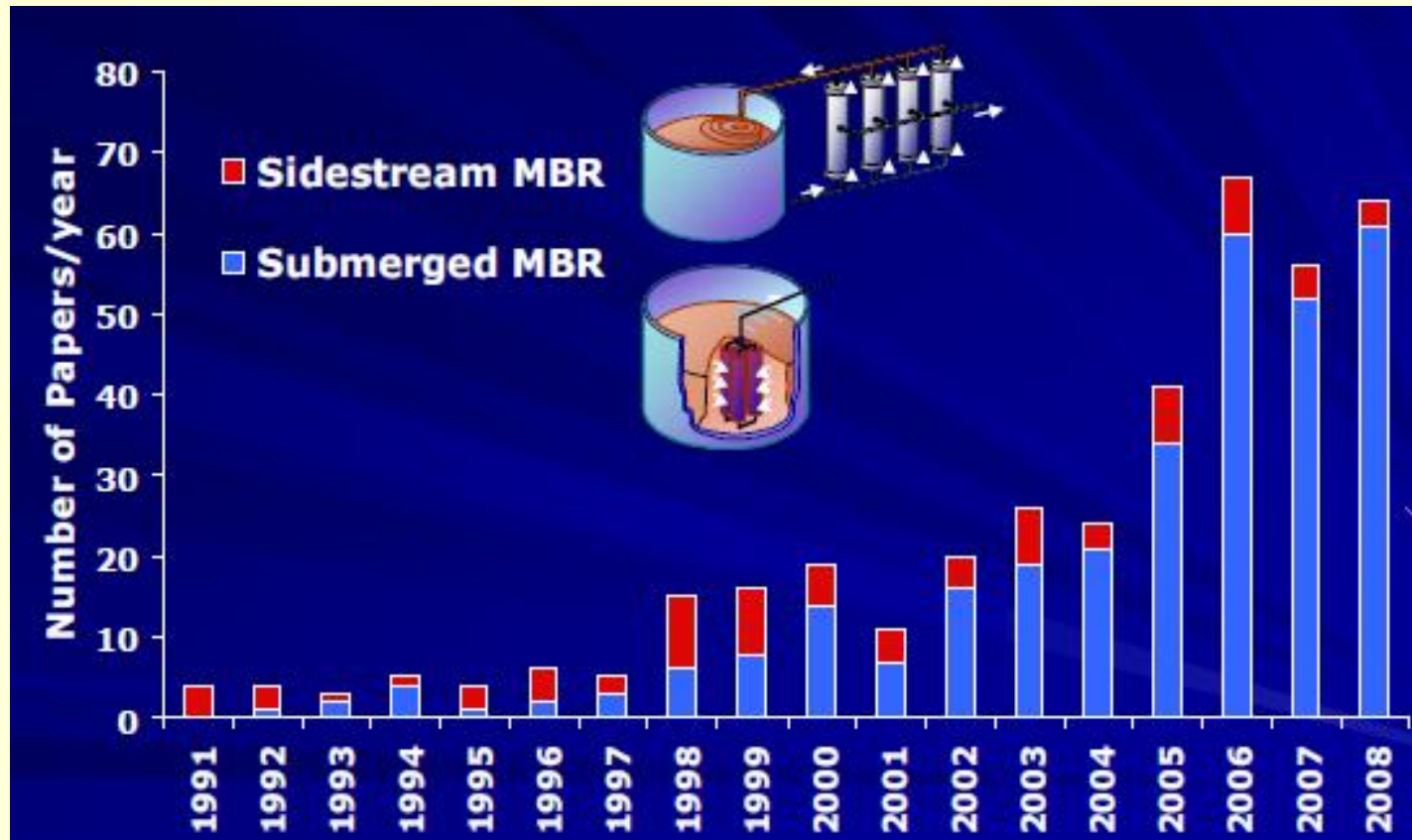


Εφαρμογές συστημάτων MBR στην Ευρώπη

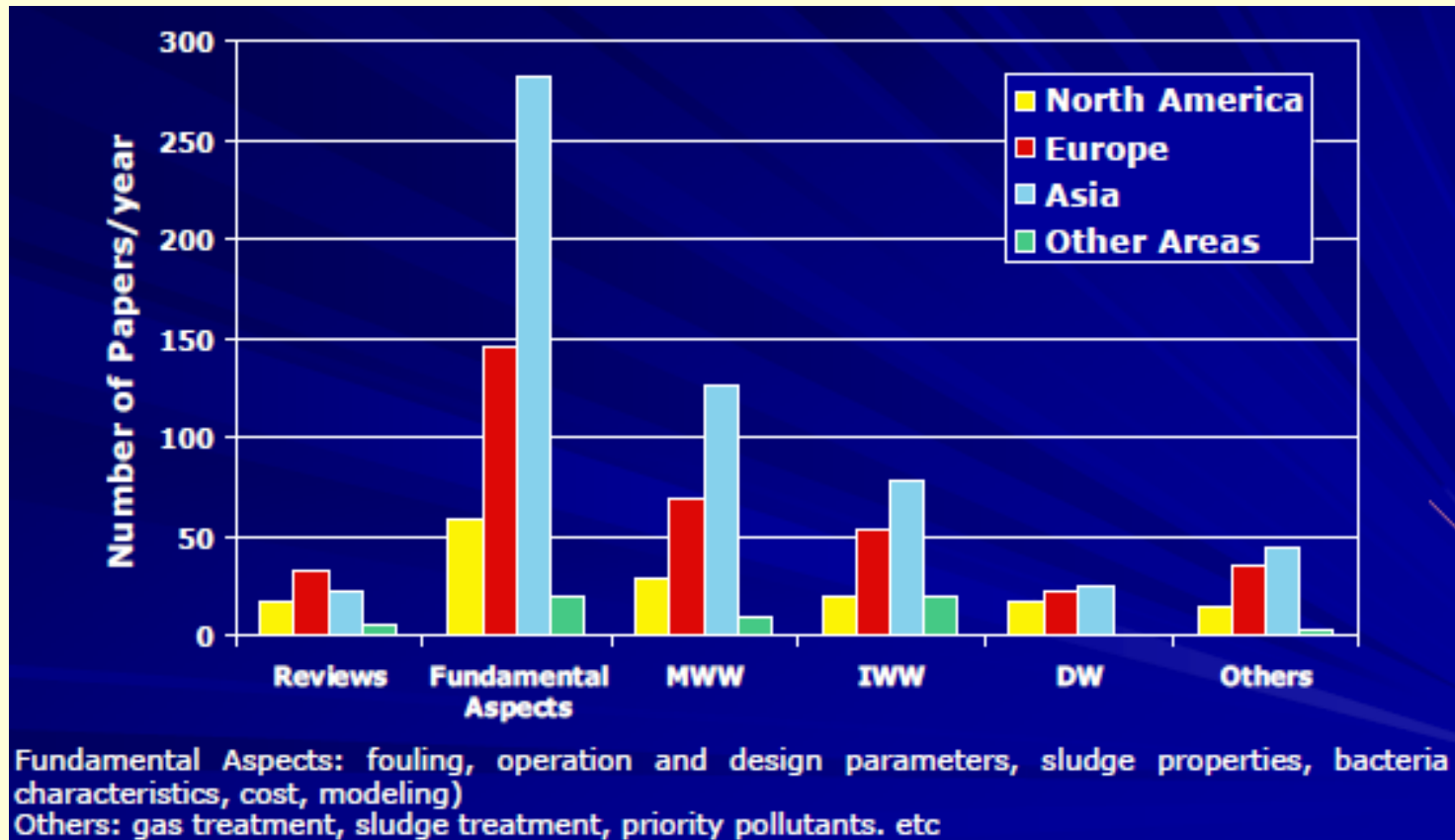
Εφαρμογές συστημάτων MBR



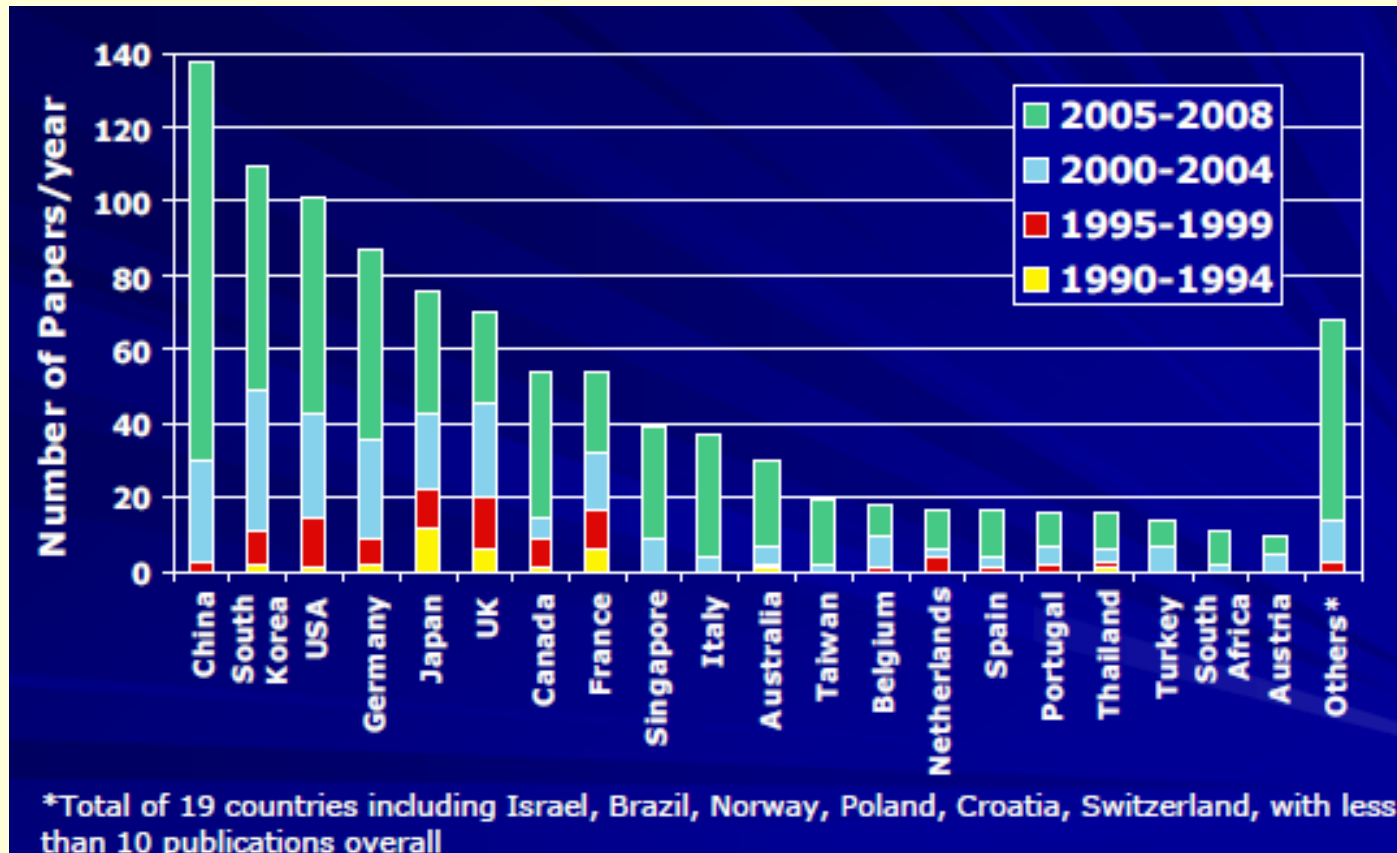
Κατηγορίες συστημάτων διήθησης – χρονική εξέλιξη



Έρευνα σχετική με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών 1/2



Έρευνα σχετική με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών 2/2



Λειτουργία βιοαντιδραστήρων μεμβρανών-προβλήματα

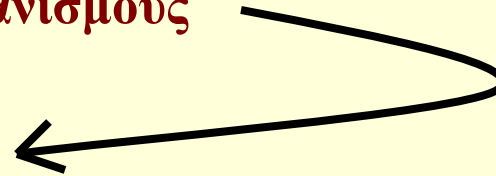
- ❖ Διαχείριση ιλύος (αφυδάτωση)
- ❖ Μεταφορά οξυγόνου (υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά, ιξώδες)
- ❖ Ενεργειακή κατανάλωση
- ❖ Κόστος λειτουργίας
- ❖ Ενεργός ζωή μεμβράνης
- ❖ Βελτιστοποίηση της λειτουργίας
- ❖ Απομάκρυνση θρεπτικών
- ❖ Απομάκρυνση μη βιοαποδομήσιμων οργανικών
- ❖ Έμφραξη μεμβρανών

Έμφραξη μεμβρανών σε βιοαντιδραστήρες 1/2

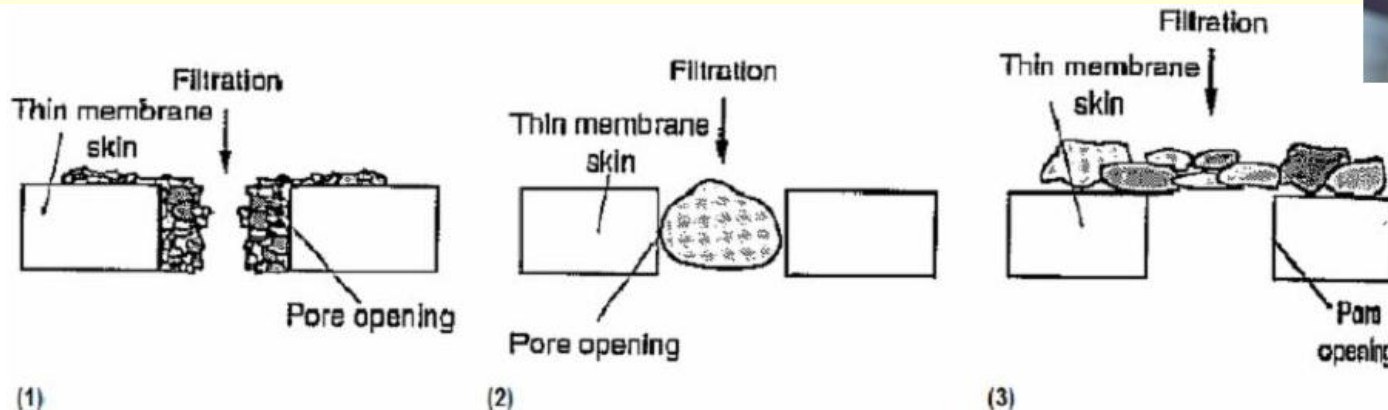
Έμφραξη



Η διαδικασία όπου τα διάφορα συστατικά της υγρής φάσης προκαλούν αύξηση της αντίστασης της μεμβράνης σύμφωνα με τους παρακάτω μηχανισμούς



- (1) Προσρόφηση στην επιφάνεια των πόρων της μεμβράνης (παρεμπόδιση-συστολή των πόρων)
- (2) Πλήρες κλείσιμο των πόρων
- (3) Εναπόθεση στην επιφάνεια και σχηματισμός στοιβάδας



Έμφραξη μεμβρανών σε βιοαντιδραστήρες 2/2

Βιοφίλμ (ενεργός προσκόλληση)

Οργανική ύλη

**Κύτταρα (παραμονή πάνω στη μεμβράνη-
παθητική προσκόλληση)**

Εξωκυτταρικά πολυμερή (EPS-SMP)

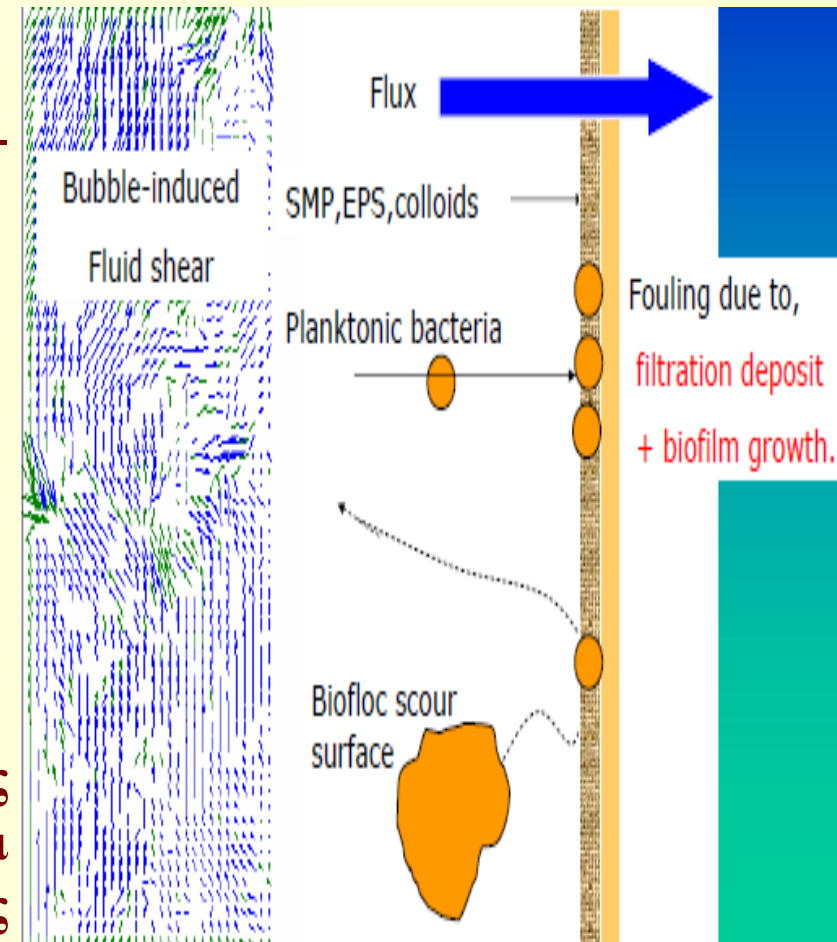
Ανόργανα συστατικά

Ανθρακικό ασβέστιο

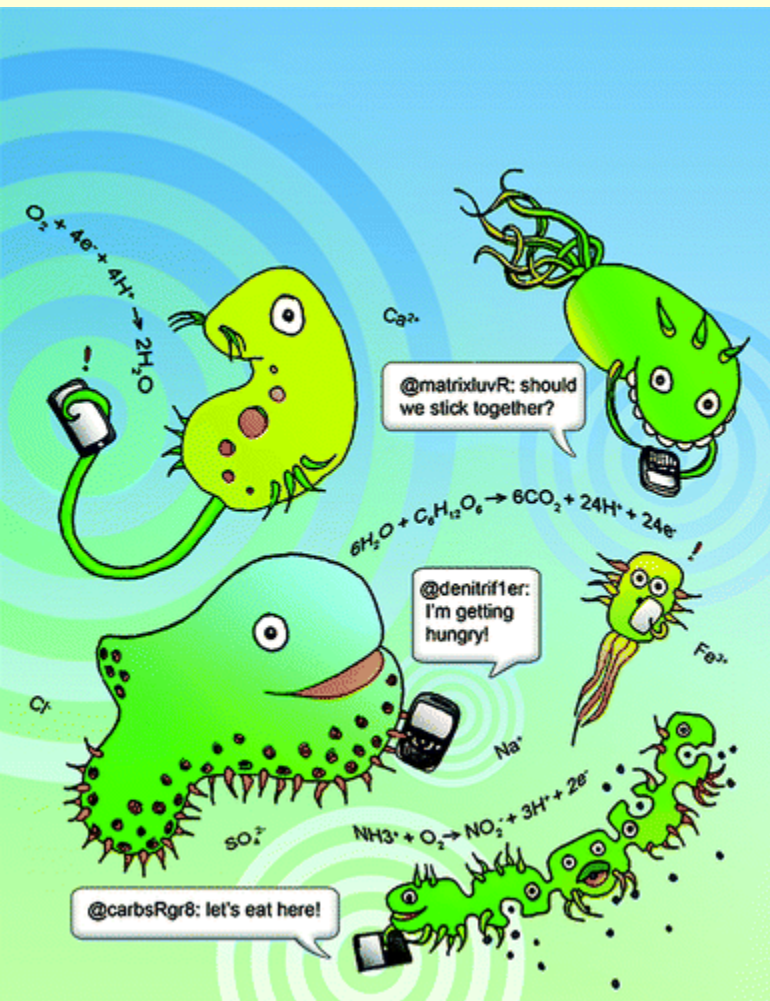
Απατίτης

Στρουβίτης

**Διμεταλλικά κατιόντα που δρουν ως
γέφυρες μεταξύ ανιονικών βιολικών και
της αρνητικά φορτισμένης επιφάνειας της
μεμβράνης**



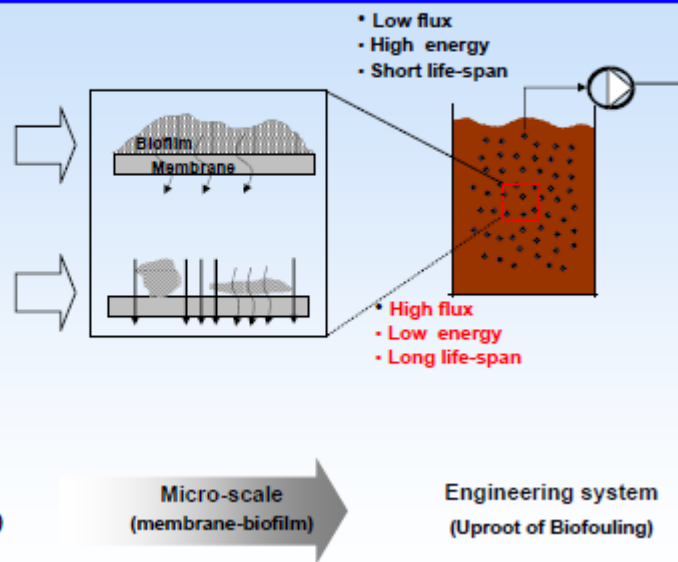
Τεχνικές για την αντιμετώπιση της έμφραξης 1/2



• Προσθήκη υλικών

Βιολογικές

Engineering based biofouling control in MBR



up behavior

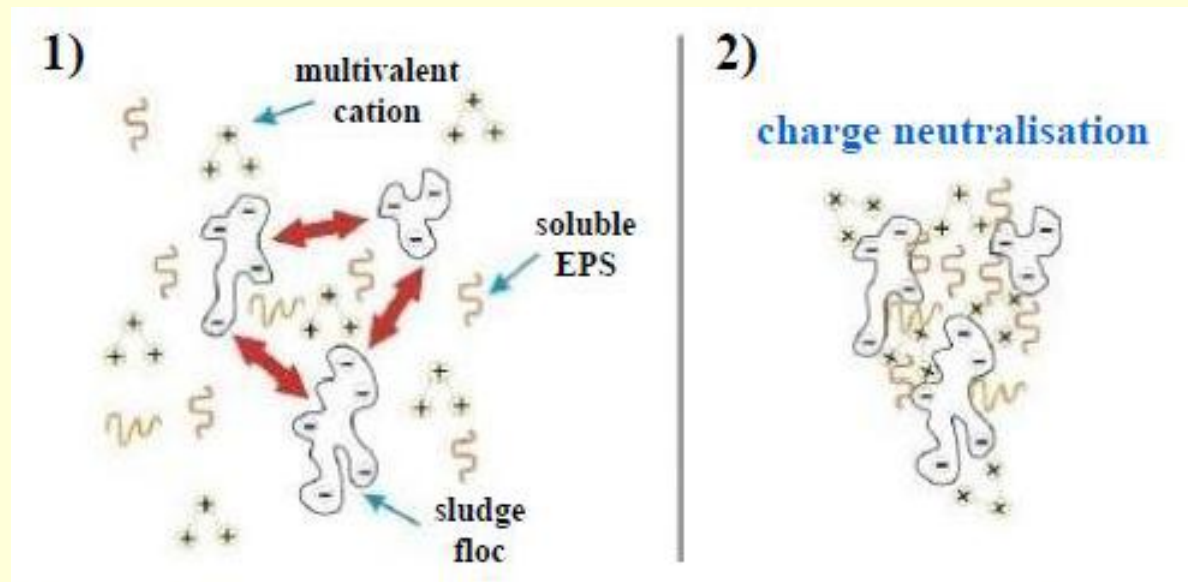
osis
 ice
 etence
 gation
 otic production
 ation
 formation

• Συρραγια διατήρησης/τορρηής

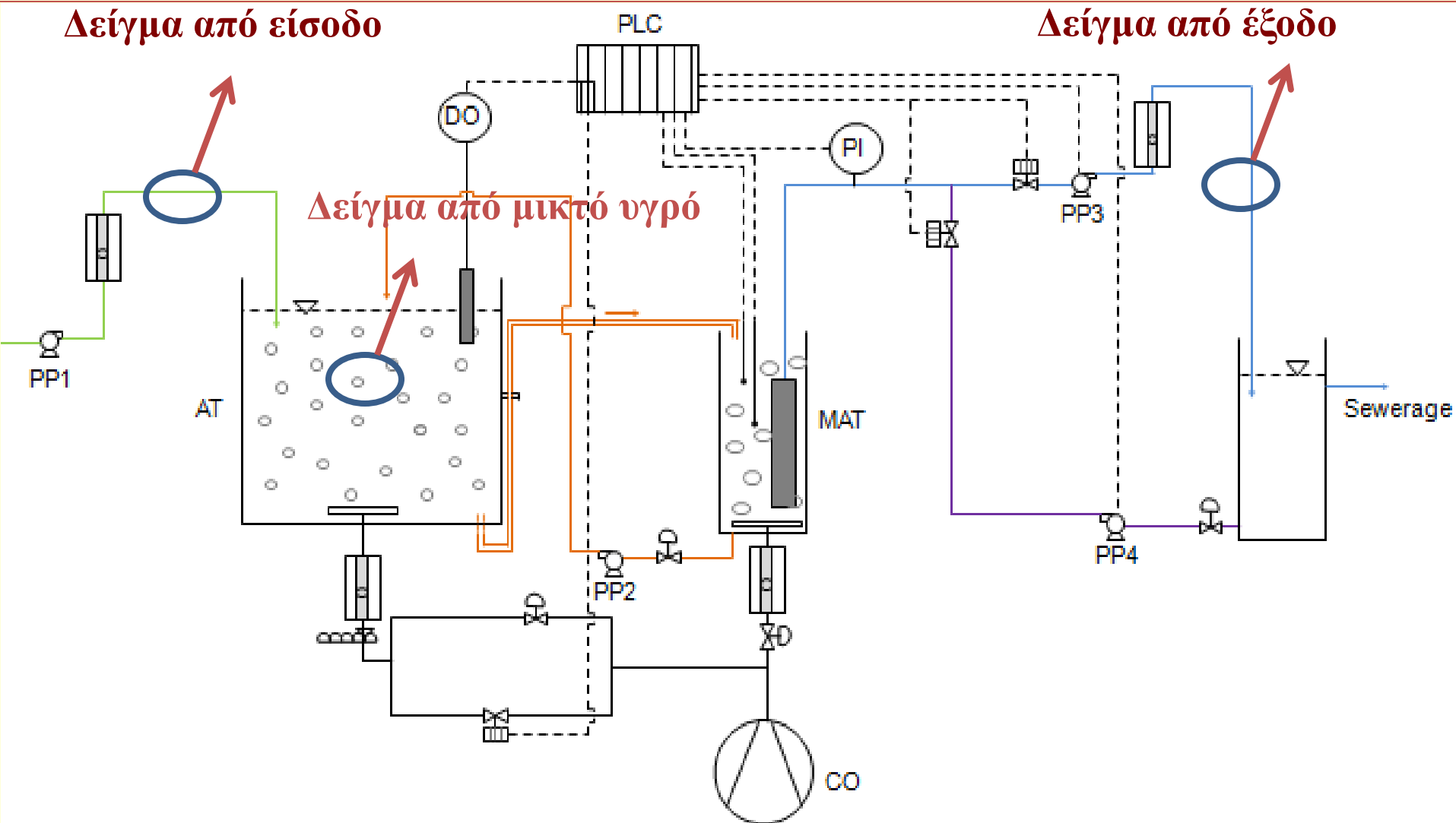
Τεχνικές για την αντιμετώπιση της έμφραξης 2/2

Προσθήκη πολυμερών

- Εξουδετέρωση αρνητικά φορτισμένων συσσωματωμάτων
- Σχηματισμός μεγαλύτερων συσσωματωμάτων
- Δημιουργία πορώδους στρώματος λάσπης



Πιλοτική εγκατάσταση επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με βιοαντιδραστήρα μεμβρανών 1/3



Πιλοτική εγκατάσταση επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με βιοαντιδραστήρα μεμβρανών 2/3



Πιλοτική εγκατάσταση επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με βιοαντιδραστήρα μεμβρανών 3/3

❖ Χαρακτηριστικά συστήματος

- Καταγραφή διαμεμβρανικής πίεσης, ΔO , T, παροχή
- Δυναμικότητα 50 L/d

❖ Χαρακτηριστικά μεμβράνης

- Kubota submerged flat sheet (PE)
- Pore size 0,4 μm
- Επιφάνεια 0,11 m^2
- Flux 20 $\text{L}/\text{m}^2/\text{h}$

❖ Προσθήκη κροκιδωτικού (PACSI) σε δόσεις 2, 5, 10 mg/L

Παράμετροι ποιότητας δειγμάτων αποβλήτων

Από είσοδο – έξοδο συστήματος:

- **COD**
- **BOD₅**
- **NH₄-N**
- **Total N**
- **PO₄-P**

Από μικτό υγρό δεξαμενής αερισμού:

- **TSS**
- **VSS**

Σε καθημερινή βάση

Παράμετροι για την αξιολόγηση της λειτουργίας της μονάδας MBR

Διαμεμβρανική πίεση (TMP)

Από μικτό υγρό δεξαμενής αερισμού:

Δείκτης διηθησιμότητας ιλύος (SFI)

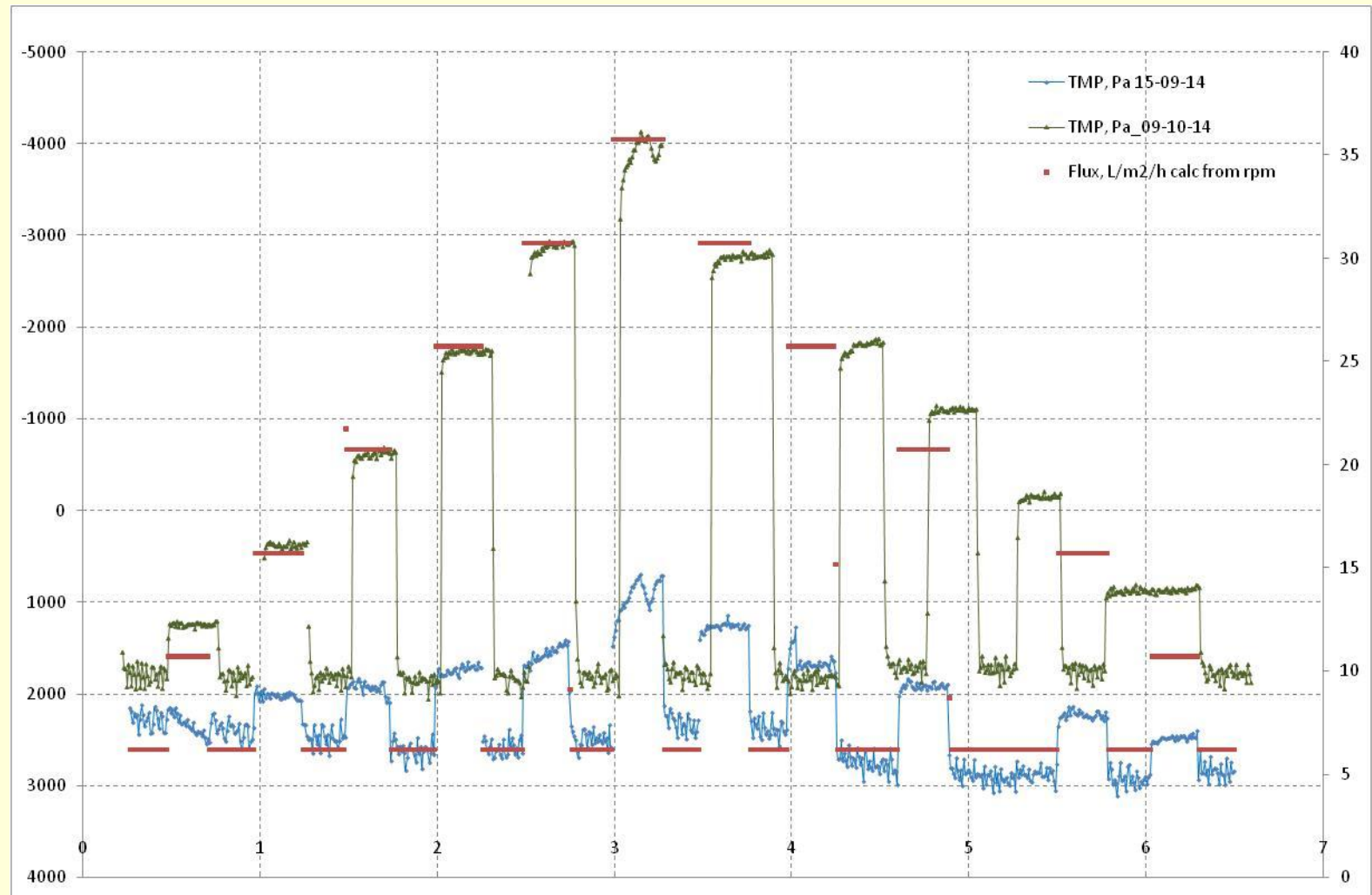
Μέτρηση των κλασμάτων των EPS

(soluble EPS, Loosely Bound EPS, Tightly Bound EPS) ως προς:

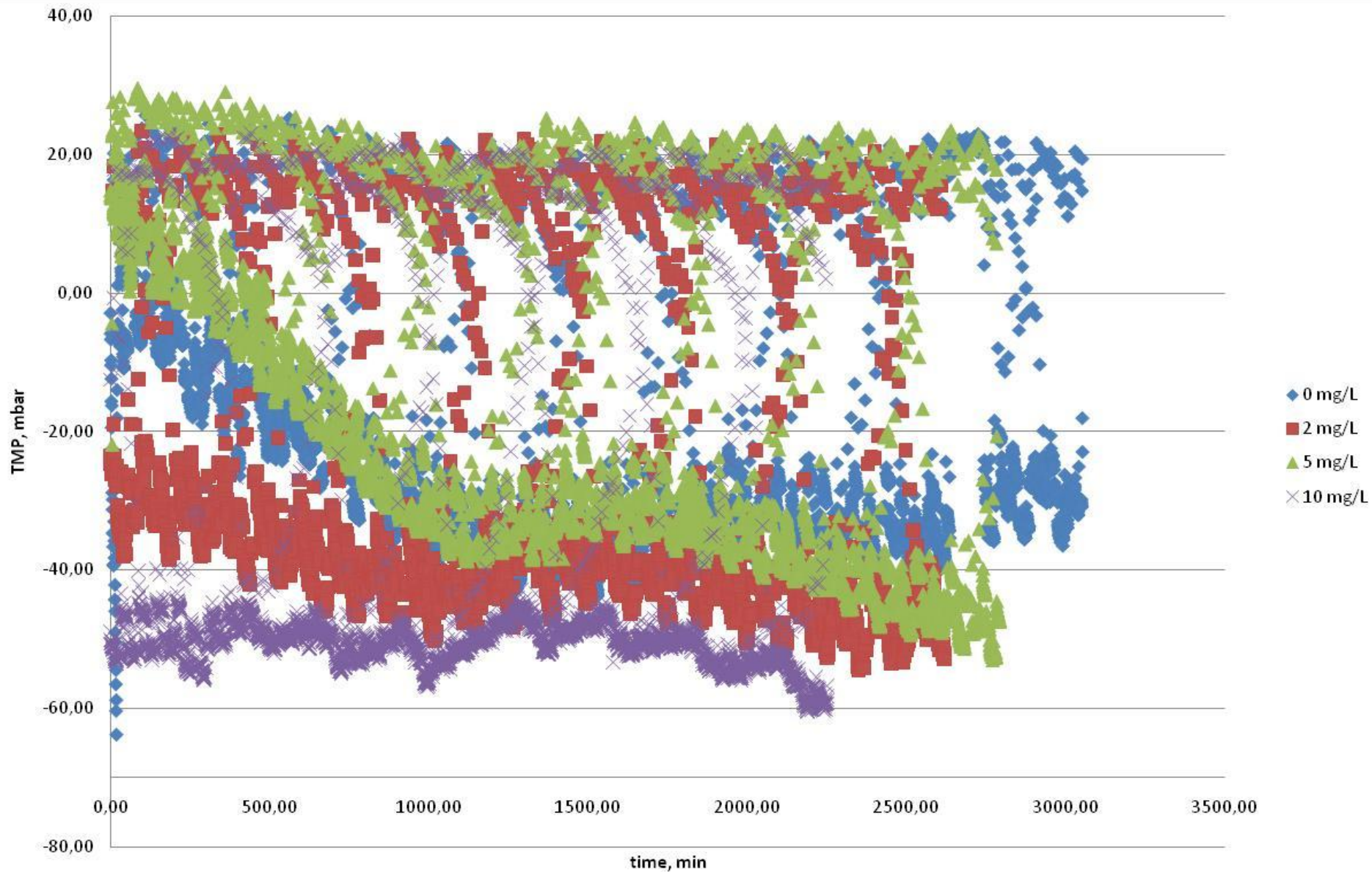
- Συγκέντρωση Πρωτεϊνών
- Συγκέντρωση Υδατανθράκων

Σε καθημερινή βάση

Προσδιορισμός κρίσιμης ροής



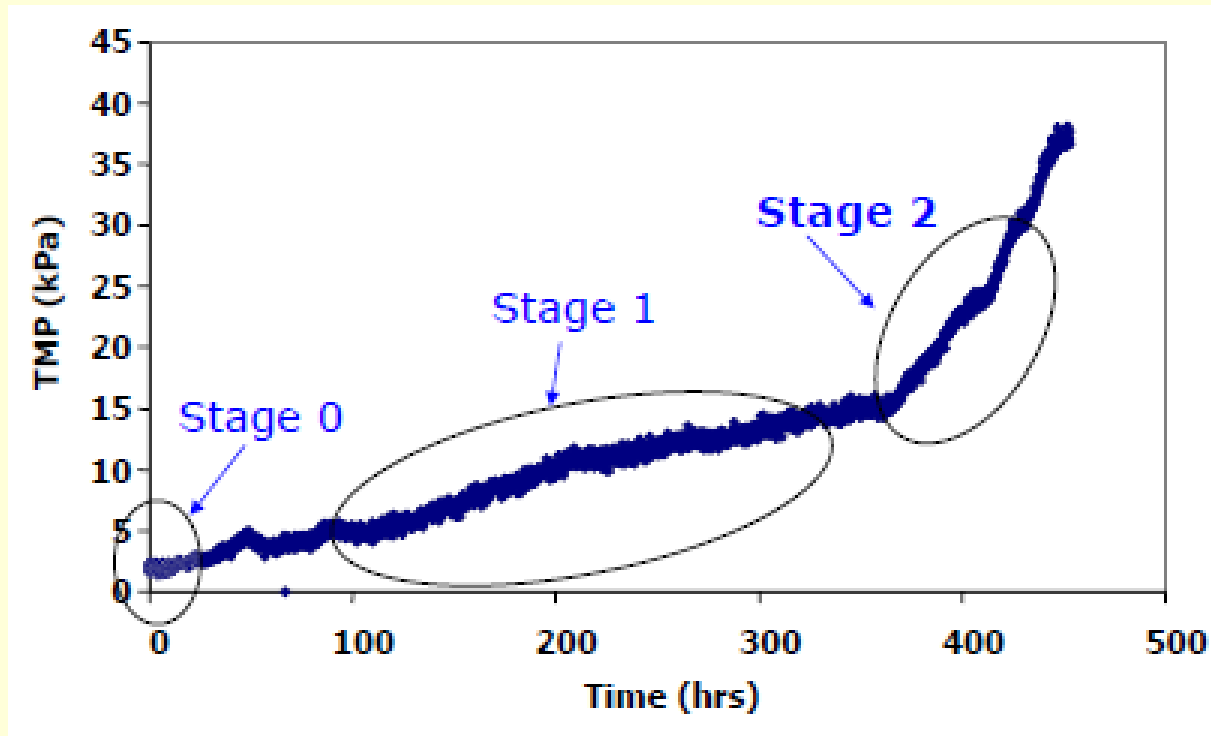
Μεταβολή της διαμεμβρανικής πίεσης με τον χρόνο και με την προσθήκη κροκιδωτικού



Σχηματισμός επιφανειακής στοιβάδας στη μεμβράνη



και το αποτέλεσμα; TMP jump

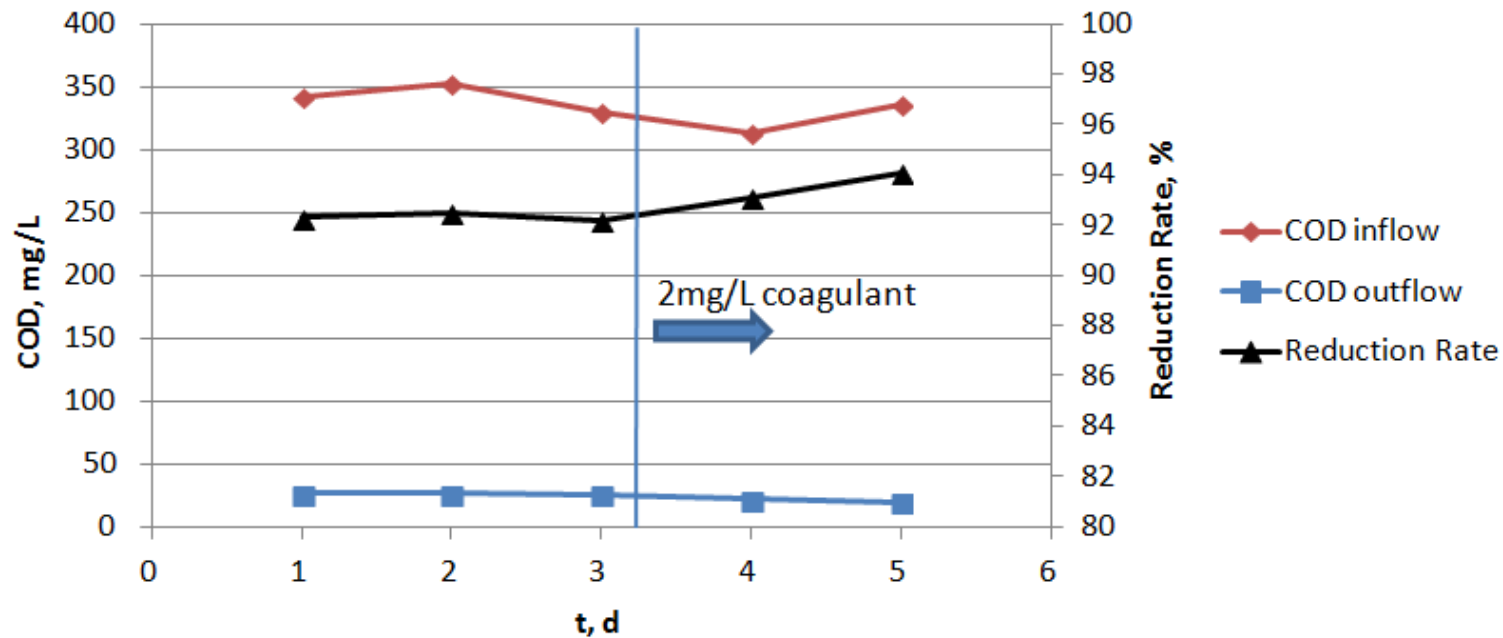


Stage 0-εγκλιματισμός (mins-hrs)

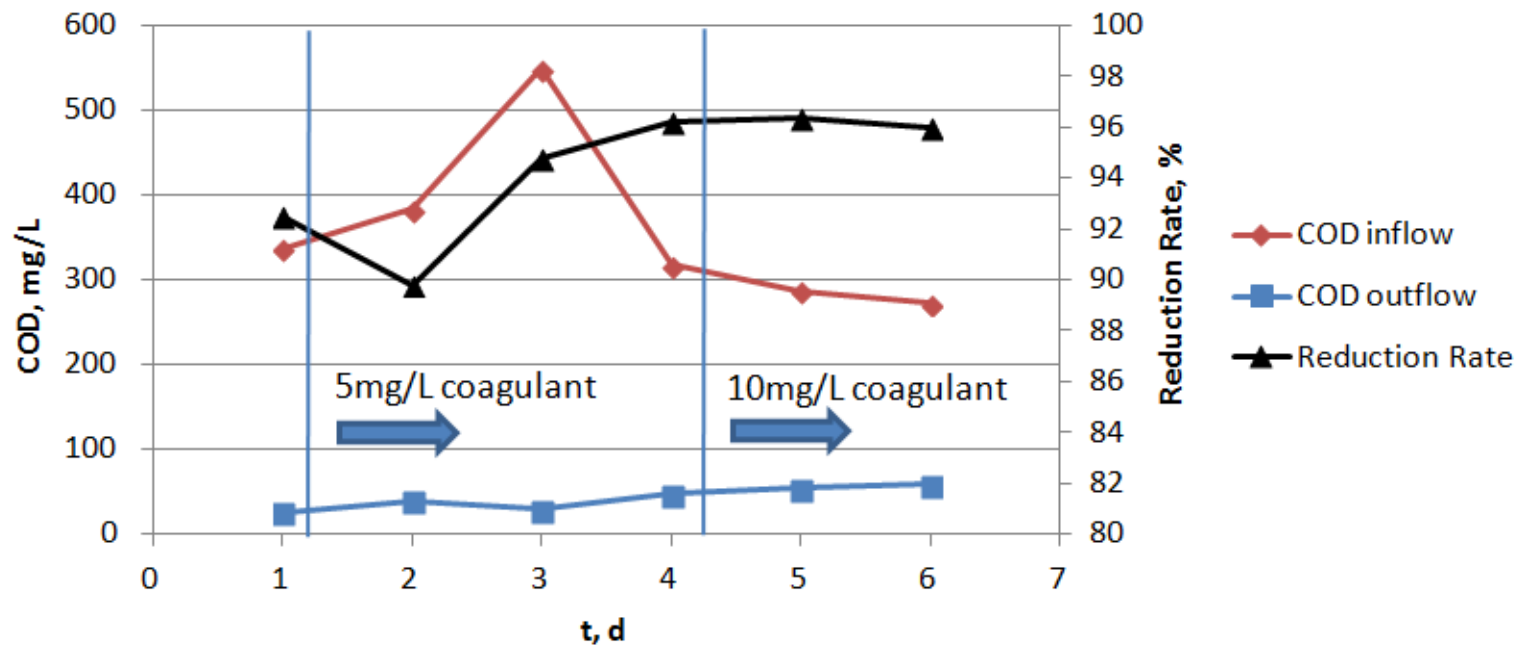
Stage 1 Αργή ‘αναστρέψιμη’ έμφραξη (weeks)

Stage 2 TMP jump (hrs-days)

COD



COD



...και συνεχίζουμε.....

ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ