

**ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

Καθηγ. Αναστάσιος Ι. Καράμπελας
Ινστιτούτο Τεχνικής Χημικών Διεργασιών
Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης
Θεσσαλονίκη

Ημερίδα
**Η Συμβολή των Ερευνητικών Κέντρων στην Έρευνα,
την Τεχνολογική Ανάπτυξη και την Καινοτομία**
Μέγαρο Μουσικής Αθηνών, 1^η Απριλίου 2009

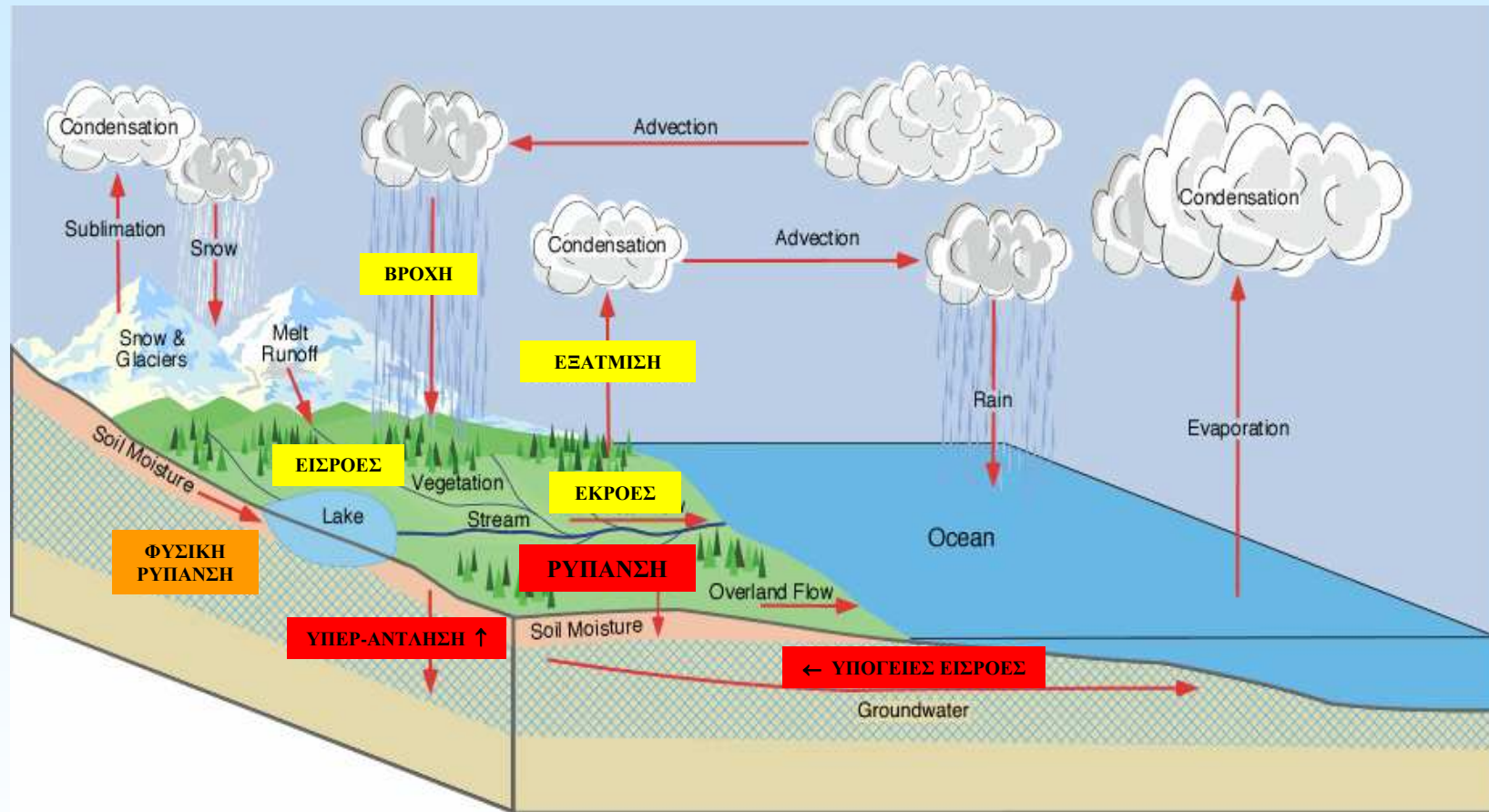


ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ

- **Η αναγκαιότητα ανάπτυξης & εφαρμογής κατάλληλων μεθόδων**
- **Προηγμένες μέθοδοι – Τεχνολογία Μεμβρανών**
- **Εφαρμογές διεργασιών μεμβρανών - Εξελίξεις**
- **Ερευνητικές περιοχές**
- **Επίλογος**



ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



Εκτεταμένη ανθρωπογενής ρύπανση μετά το 2^ο παγκόσμιο πόλεμο



ΧΡΗΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

ΧΡΗΣΕΙΣ

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

ΡΥΠΑΝΣΗ

- ΓΕΩΡΓΙΑ ~ 80 %
Λιπάσματα
Γεωργικά Φάρμακα
- ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ~ 10 %
Πολλαπλή
(εν δυνάμει)
- ΑΣΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ~ 10 %
Παθογόνοι
μικρο-οργανισμοί,
Τοξικές ενώσεις



Προβλήματα – Αναγκαιότητα επεξεργασίας νερού

■ Ποσοτική μείωση και ποιοτική υποβάθμιση των υδατικών πόρων

- **Υποχώρηση υδροφόρου ορίζοντα, διείσδυση θαλασσινού νερού (υφαλμύρωση) σε παράκτιες περιοχές.**
- **Ρύπανση από πλήθος οργανικών τοξικών συστατικών (π.χ. PCB, EDS, PhAC), φυτοφάρμακα, βαρέα μέταλλα, νιτρικά, παθογόνους μικρο-οργανισμούς, κλπ.**
- **Απαραίτητη η ειδική επεξεργασία τόσο του πόσιμου νερού (κατά περίπτωση) όσο και των διαφόρων υγρών αποβλήτων, για προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος.**



Αναγκαία μια νέα προσέγγιση !

The significant problems we face cannot be solved at the same level of thinking we were at when we created them.

A. Einstein

Επαρκής επεξεργασία λυμάτων πάσης φύσεως και προελεύσεως για στοχευμένη επαναχρησιμοποίηση, και όχι για απόρριψη :

- Επιδίωξη “Μηδενικής Απόρριψης” – “Zero Discharge”*
- Αναγκαία η ανάπτυξη και εφαρμογή νέων προηγμένων μεθόδων*

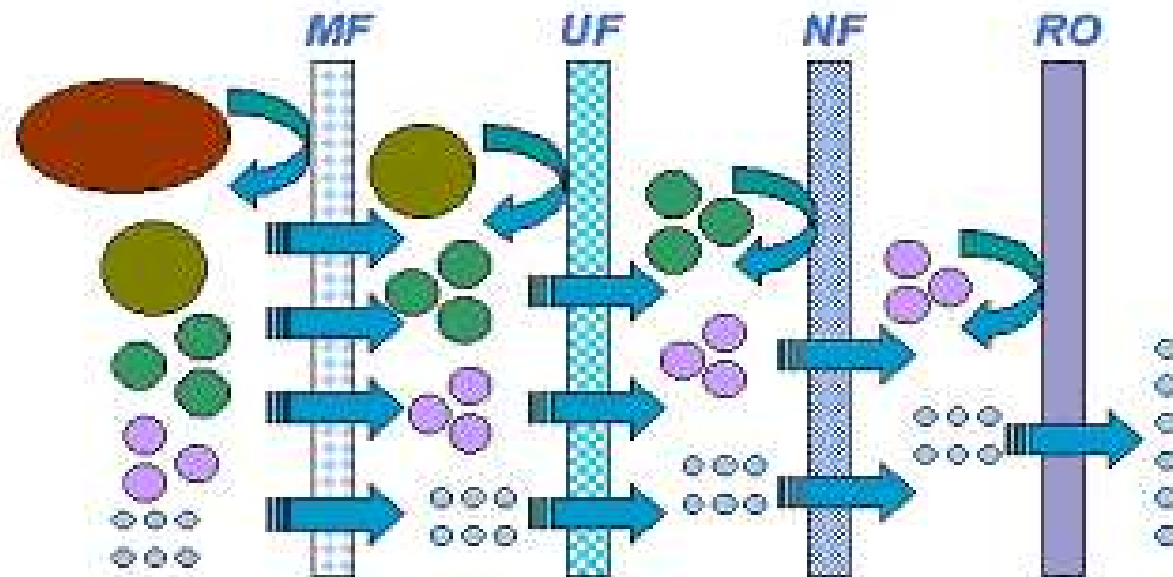


Διεργασίες μεμβρανών για επεξεργασία νερού

Διεργασία Μεμβρανών	Πίεση Λειτουργίας (Atm)	Απομάκρυνση ρύπων
Μικρο-διήθηση (MF, Micro-Filtration)	< 1	Αιωρούμενα στερεά
Υπερ-διήθηση (UF, Ultra-Filtration)	< 2	Μικρο-οργανισμοί, ιοί, κολλοειδή
Νανο-διήθηση (NF, Nano-Filtration)	5 - 10	NOM, SOC, THMFP, σκληρότητα
Αντίστροφη Ωσμωση (RO, Reverse Osmosis)	10 - 70	Ιόντα



Τύποι Μεμβρανών

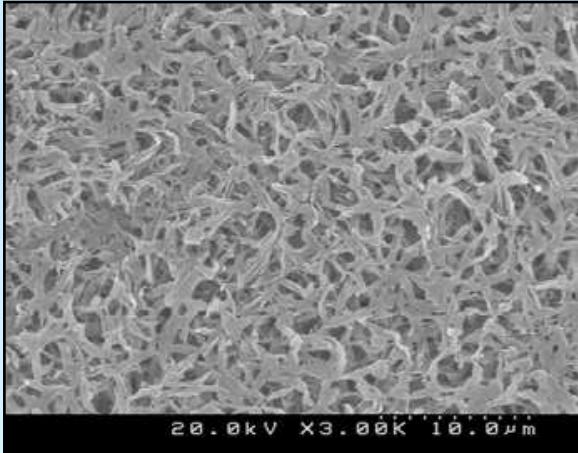


- Αιωρούμενα Σωματίδια
- Μακρομόρια
- Πολυσθενή Ιόντα
- Μονοσθενή Ιόντα
- Μόρια Νερού

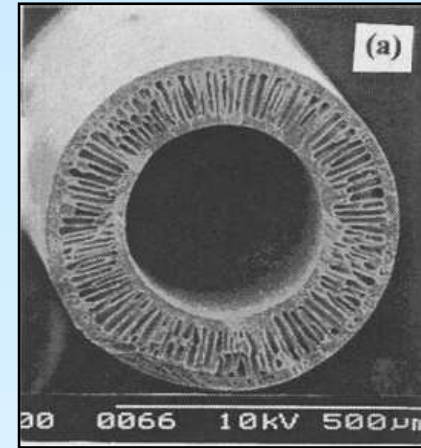


*Είδη μεμβρανών -
Διαμόρφωση στοιχείων μεμβρανών*

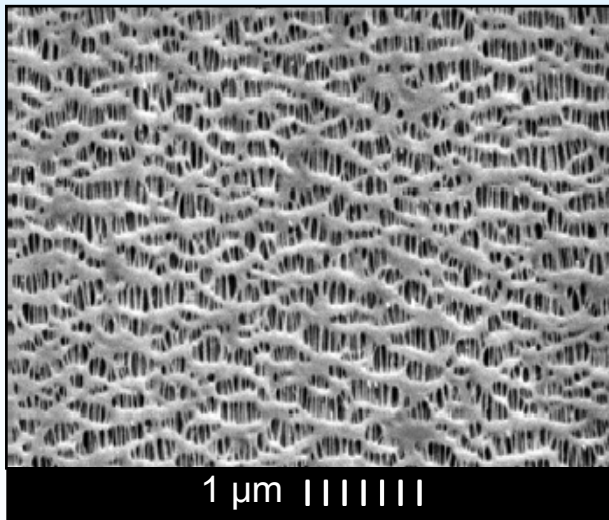




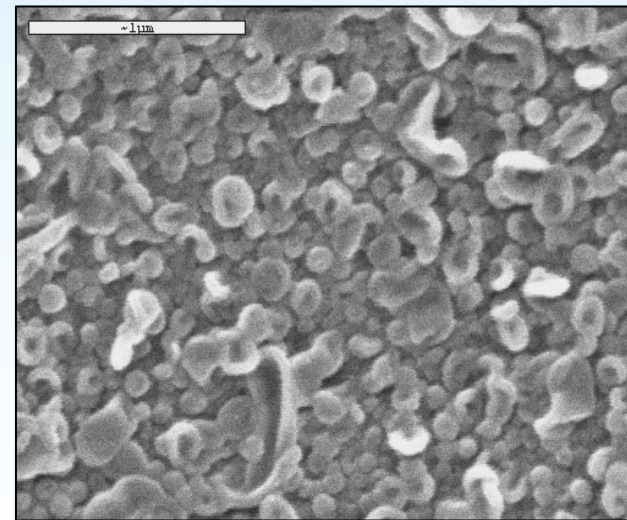
“Phase inversion” membrane (NF)



Hollow fiber cross-section



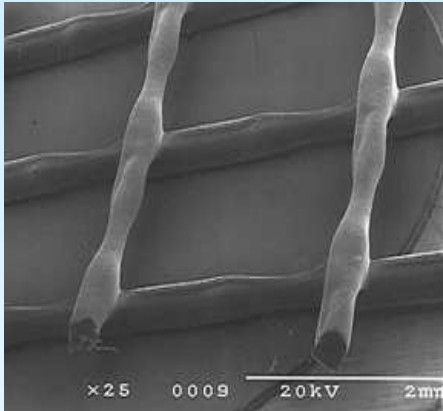
“Expanded film” membrane (UF)



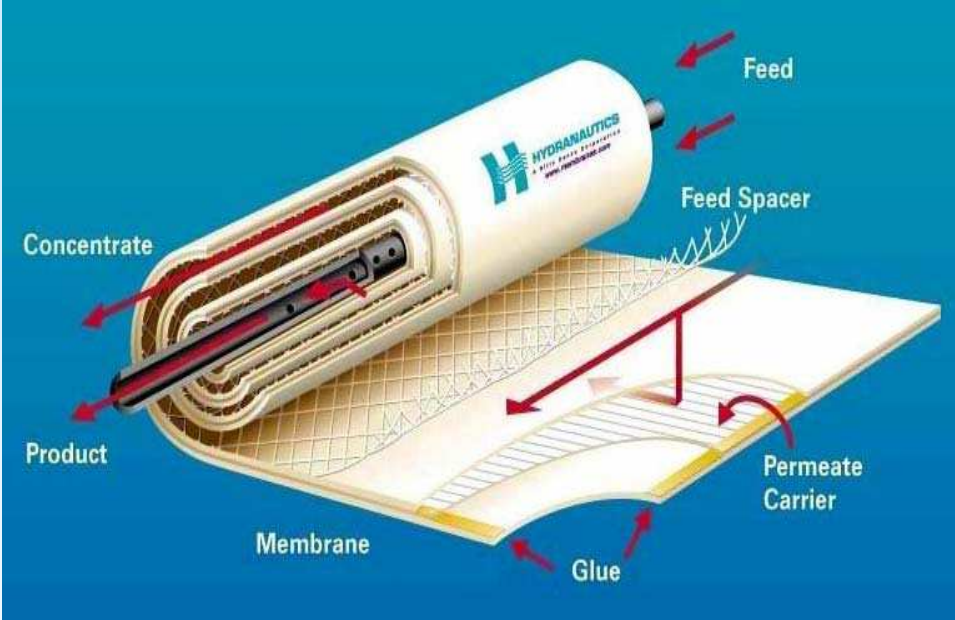
Poly-amide membrane (RO)



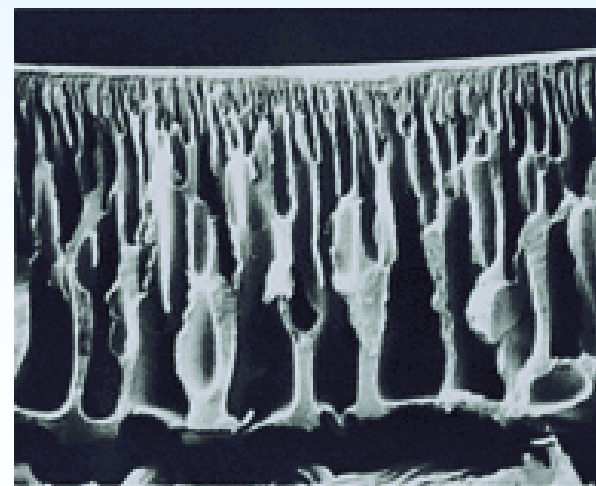
Στοιχεία σπειροειδούς διαμόρφωσης



**ΠΛΕΓΜΑ -
FEED SPACER**



**Στοιχεία κοίλων
ινών MF - UF**



Εγκατάσταση Ashkelon - 330.000 m³/day



Image courtesy of IDE

Ειδική κατανάλωση ενέργειας < 4 kWh / m³
Κόστος παραγόμενου νερού \$ 0,527 / m³



Τυπικές εφαρμογές διεργασιών μεμβρανών

- Αφαλάτωση υφάλμυρου και θαλασσινού νερού
- Επεξεργασία πόσιμου νερού (επιφανειακού & υπόγειου)
- Επεξεργασία και ανακύκλωση λυμάτων
- Βιομηχανικοί διαχωρισμοί (ανάκτηση νερού & υλικών)

Παραδείγματα :

Ashkelon (Israel) Αφαλάτωση θαλασσινού νερού - RO (330.000 m³/d)

Yuma (AZ, USA) Αφαλάτωση υφάλμυρου νερού - RO (260.000 m³/d)

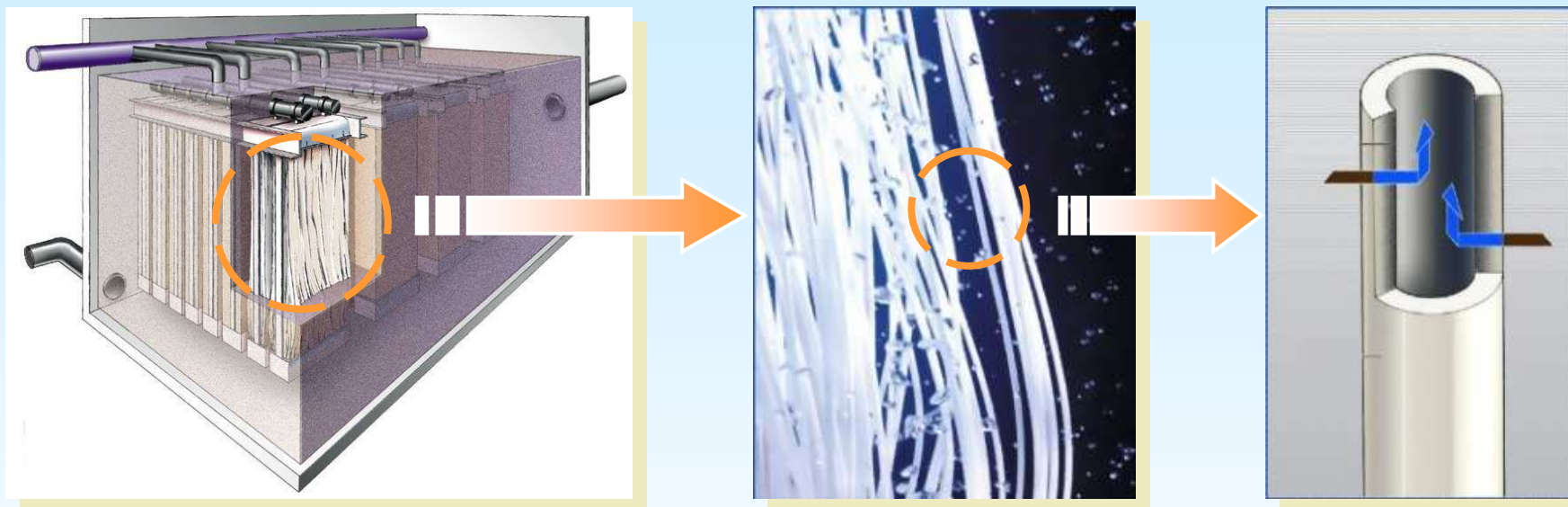
Mery-sur-Oise (France) Επεξεργασία επιφανειακού νερού - NF (140.000 m³/d)

Vigneux-sur-Seine (France) Επεξεργασία επιφανειακού νερού - UF (55.000 m³/d)

NeWater (Singapore) Ανάκτηση νερού από αστικά λύματα - RO (40.000 m³/d)



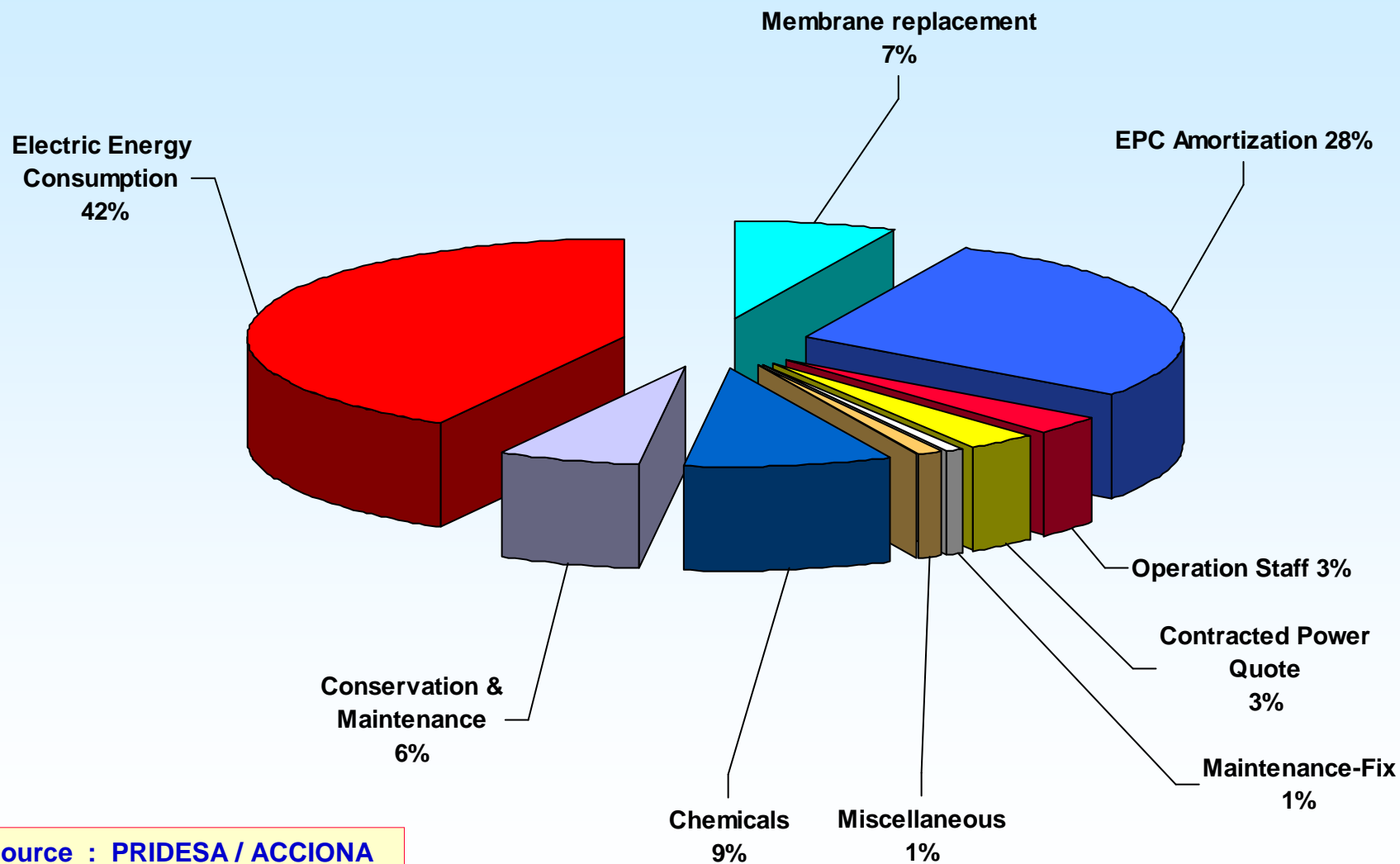
Εξελίξεις : Βιο-αντιδραστήρες μεμβρανών (MBR)



- **Εμβαπτισμένα στοιχεία, περιορισμένες ανάγκες σε έκταση**
- **Αερισμός για παροχή οξυγόνου και ανάσχεση της ρύπανσης μεμβρανών**
- **Ήπια αναρρόφηση διηθήματος με χρήση αντλίας (< 0.5 bar)**
- **Παραγωγή διηθήματος υψηλής ποιότητας για αξιοποίηση**



Ανάλυση κόστους – Αφαλάτωση θαλασσινού νερού

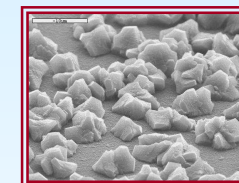
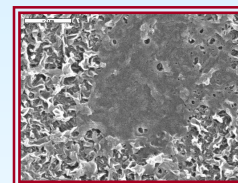
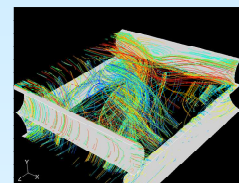
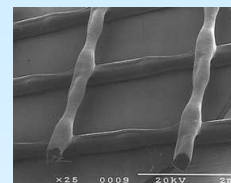


Source : PRIDESA / ACCIONA



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

- **Μείωση ενεργειακής κατανάλωσης**
 - Βελτίωση σχεδιασμού στοιχείων μεμβρανών
 - Βελτίωση ιδιοτήτων μεμβράνης
- **Μείωση λειτουργικών δαπανών**
 - Αντιμετώπιση ρύπανσης μεμβράνης
 - Βελτίωση ελέγχου μονάδων
- **Μείωση πάγιας επένδυσης**
 - Βελτιστοποίηση σχεδιασμού εγκαταστάσεων
 - Βελτίωση βασικών στοιχείων εξοπλισμού
- **Μείωση περιβαλλοντικής επιβάρυνσης**
 - Αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας !
 - Βελτίωση διαχείρισης συμπυκνώματος



ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

- ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ :**
- Βελτίωση ιδιοτήτων ενεργού επιφάνειας (απόρριψη συστατικών, ανάσχεση ρύπανσης)
- ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ :**
- Βελτίωση απόρριψης τοξικών ουσιών (Pesticides, EDS, “emerging” contaminants)
 - Βελτίωση νέων διεργασιών (MBR)
- ΜΕΛΕΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ :**
- Επικαθίσεις από κολλοειδή, οργανικά, κλπ
 - Επικαθίσεις από δυσδιάλυτα άλατα (scaling)
- ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ:**
- Βελτίωση σχεδιασμού στοιχείων (spacers)
 - Βελτιστοποίηση συνθηκών λειτουργίας
 - Νέες μορφές συσκευών (SBR)

Η έρευνα πιθανόν να επιφυλάσσει ευχάριστες εκπλήξεις !



ΕΠΙΛΟΓΟΣ

- ◆ **Ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων απαιτεί προστασία, αποκατάσταση και ενίσχυσή τους. Ειδικοί στόχοι :**
 - *Επαρκής επεξεργασία αποβλήτων ώστε να επαναχρησιμοποιούνται για άρδευση και άλλες επιλεγμένες χρήσεις.*
 - *Επεξεργασία υποβαθμισμένων υδατικών πόρων (λόγω ρύπανσης ανθρωπογενούς ή/και φυσικής, υφάλμυρα νερά)*
- ◆ **Χαρακτηριστικά προηγμένων μεθόδων με βάση τις μεμβράνες :**
 - *Σημαντικά τεχνικά πλεονεκτήματα (αντιμετώπιση 'ρύπων' παντός είδους, σταθερότητα απόδοσης ανεξάρτητη της τροφοδοσίας, υψηλή ποιότητα 'προϊόντος', μικρό μέγεθος-compact μονάδων)*
 - *Σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη (προάγεται η 'βιωσιμότητα')*
 - *Απαραίτητο εργαλείο για ολοκληρωμένη διαχείριση υδατικών πόρων*
- ◆ **Γόνιμες περιοχές δι-επιστημονικής έρευνας, όπου συμβάλλουν :**
Επιστήμη και Τεχνολογία Υλικών, Τομείς Φυσικής-Χημείας και Φαινομένων μεταφοράς, προηγμένες μέθοδοι σχεδιασμού, άλλες επιστήμες μηχανικού.



ΕΠΙΜΥΘΙΟ

Είναι επιταγή των καιρών η :

Δραστική αναθεώρηση των αρχών σχεδιασμού και κατασκευής μονάδων επεξεργασίας λυμάτων με στόχο την επαναχρησιμοποίηση του νερού και όχι την απόρριψή του.

