



BENAKI  
PHYTOPATHOLOGICAL  
INSTITUTE



ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ  
DEMOKRITOS



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



CIESOL



Citricos  
del Andarax  
S.A.



GREEN FUND



LIFE

Το έργο LIFE17 ENV/GR/000387-PureAgroH2O συγχρηματοδοτείται από την Ε.Ε. στο πλαίσιο του Προγράμματος LIFE και το Πράσινο Ταμείο



αιιφορική



LBEC



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΕΡΜΑΤΟ ΤΑΜΕΙΟ ΠΡΟΤΕΙΝΕ ΚΑΘΥΨΕΙΣ  
Η Ελλάδα συνάγει τις προτεραιότητες



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΡΟΤΕΙΝΕ ΚΑΘΥΨΕΙΣ ΣΤΗ ΠΡΟΘΕΣΗ

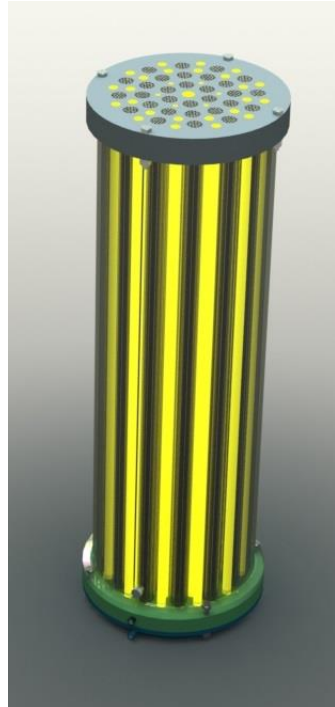


Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Με την υποστήριξη του Συνδέσμου Βιομηχανιών Θεσσαλίας & Στερεάς Ελλάδος



ΣΒΘΣΕ  
Σύνδεσμος Βιομηχανιών  
Θεσσαλίας  
& Στερεάς Ελλάδας



# Το Πρόγραμμα LIFE PureAgroH2O- Πιλοτική κατασκευή και δοκιμή καινοτόμου συστήματος επαναχρησιμοποίησης νερού από υδατικά απόβλητα

ΓΙΩΡΓΟΣ ΡΩΜΑΝΟΣ, Διευθυντής Ερευνών, Ινστιτούτο  
Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ "Δημόκριτος"

ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΟΣ ΖΑΓΟΡΑΣ ΠΗΛΙΟΥ



Καλλιέργεια και διαχείριση μήλων Ζαγοράς  
στην εποχή της πράσινης μετάβασης  
και της κλιματικής κρίσης

09 Δεκεμβρίου 2024 | 09.30 π.μ. | Πολυχώρος «Project Zeta», Ζαγορά



BENAKI  
PHYTOPATHOLOGICAL  
INSTITUTE



ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



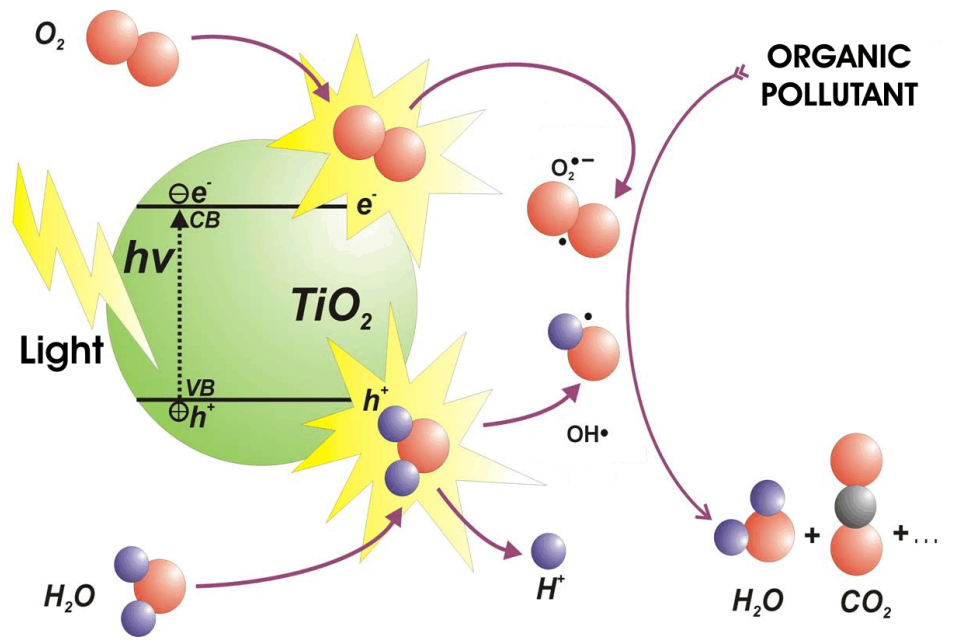
Το έργο LIFE17 ENV/GR/000387-PureAgroH2O συγχρηματοδοτείται από την Ε.Ε. στο πλαίσιο του Προγράμματος LIFE και το Πράσινο Ταμείο

- Αναδρομή για το πως αναπτύχθηκε η τεχνολογία φωτοκαταλυτικής νανοδιήθησης.
- Ο σχεδιασμός του συστήματος και η φάση ανάπτυξης.
- Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας στην εξάλειψη οργανικών ρυπαντών στο νερό.
- Αποτελέσματα για την απόδοση του πιλοτικού συστήματος της ΖΑΓΟΡΙΝ.
- Τεχνοοικονομικά στοιχεία

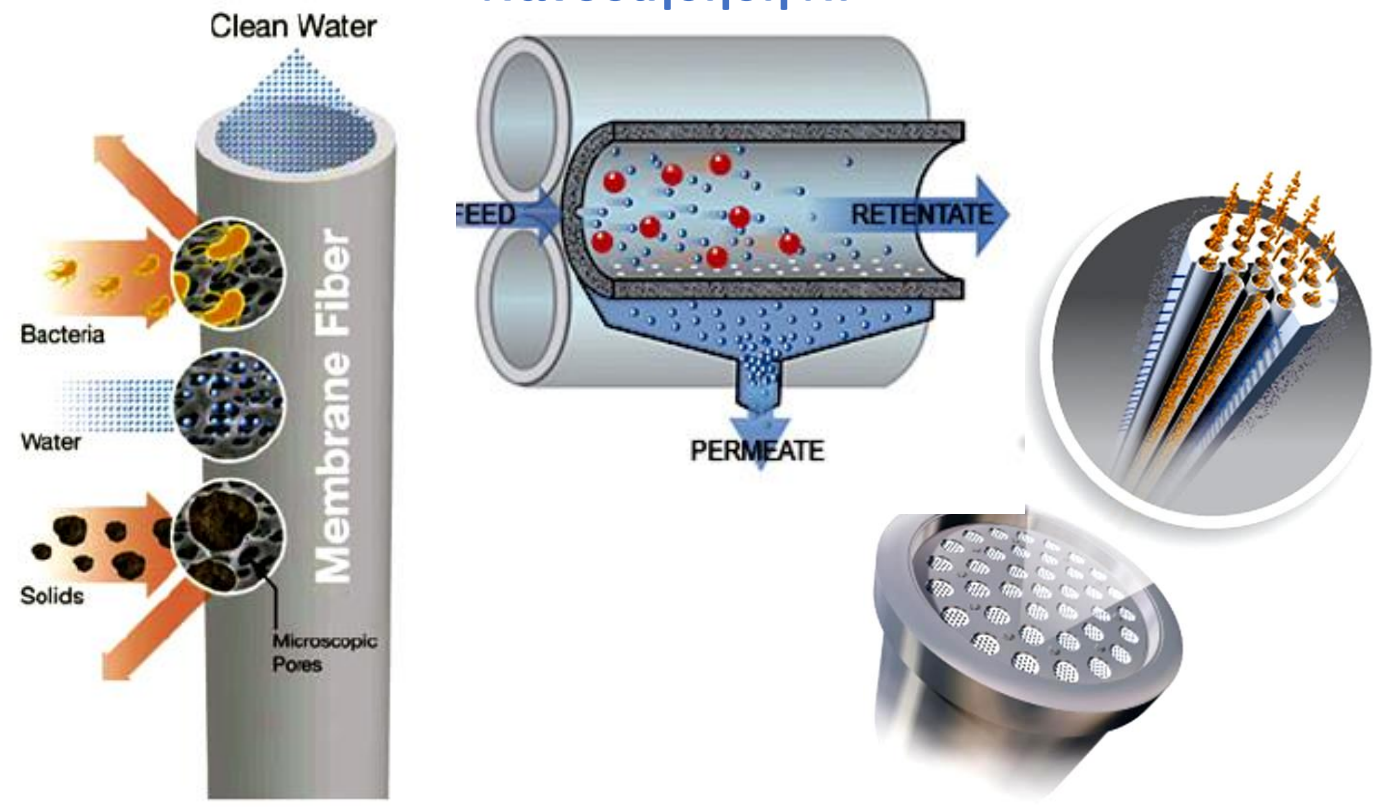
2010: Πρόγραμμα Clean Water (FP7). Κεντρική ιδέα– Είναι εφικτό να συνδυαστούν οι δύο διεργασίες με συνέργεια?



### Φωτοκατάλυση



### Νανοδιήθηση NF





BENAKI  
PHYTOPATHOLOGICAL  
INSTITUTE



ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ  
DEMOKRITOS



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



CIESOL



Citricos  
del Andarax  
S.A.



GREEN FUND



LIFE

Το έργο LIFE17 ENV/GR/000387-PureAgroH2O συγχρηματοδοτείται από την Ε.Ε. στο πλαίσιο του Προγράμματος LIFE και το Πράσινο Ταμείο

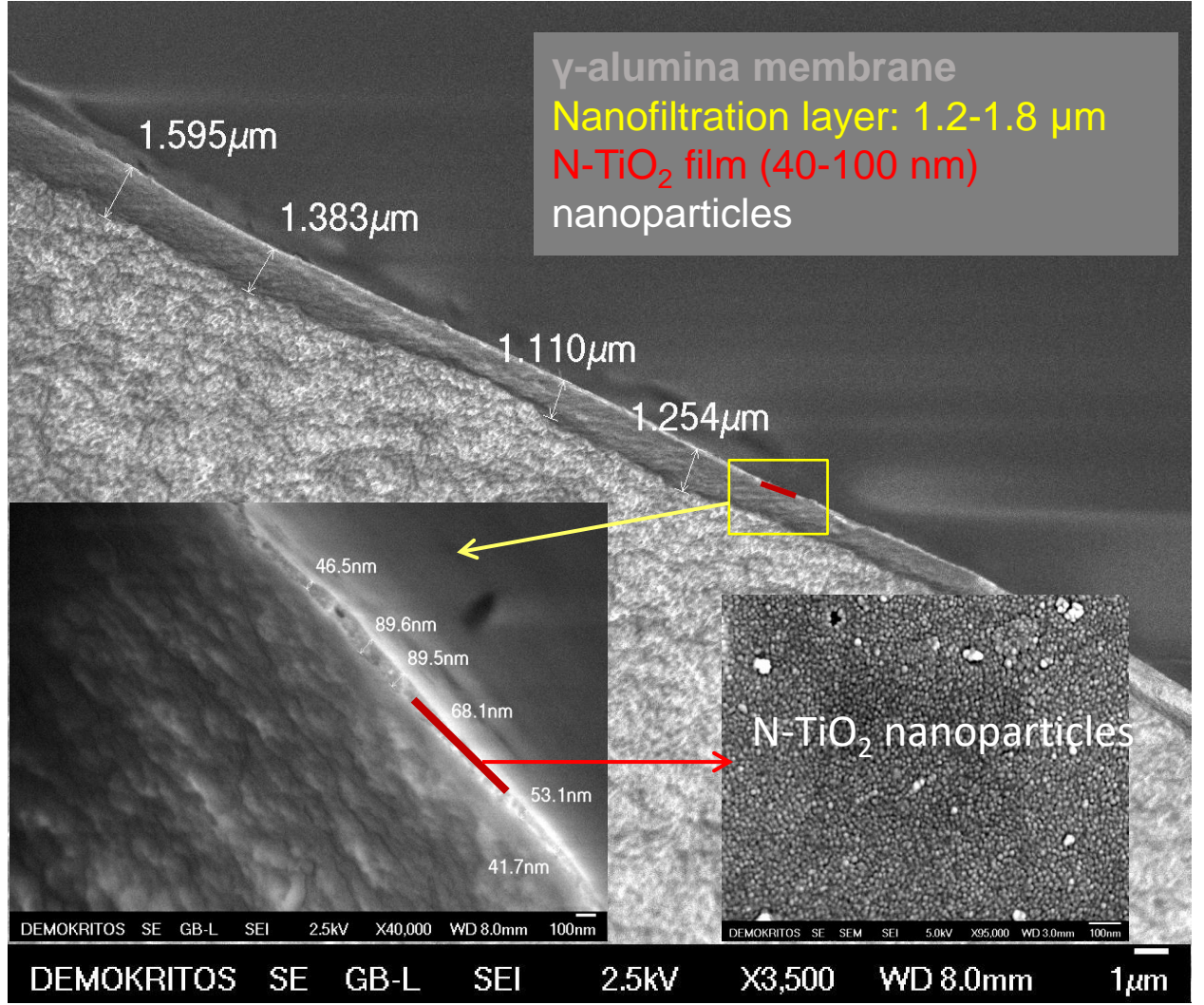
## Απαιτήσεις

Να αναπτυχθεί μια φωτοκαταλυτική μεμβράνη

Να σχεδιαστεί μια διάταξη όπου θα μπορεί να λαμβάνει χώρα η διεργασία της νανοδιήθησης ενώ ταυτόχρονα θα ακτινοβολούνται και οι δύο επιφάνειες της μεμβράνης

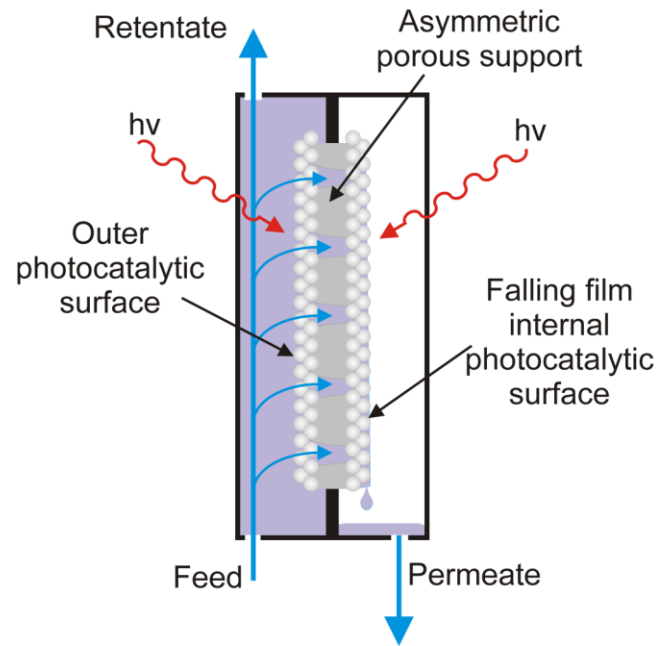
# Φωτοκαταλυτική μεμβράνη

Εφαρμογή διαφόρων τεχνικών εναπόθεσης φωτοκαταλυτικών υλικών στην επιφάνεια κεραμικών μεμβρανών νανοδιήθησης

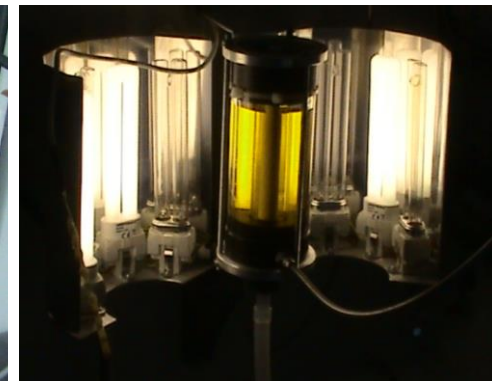
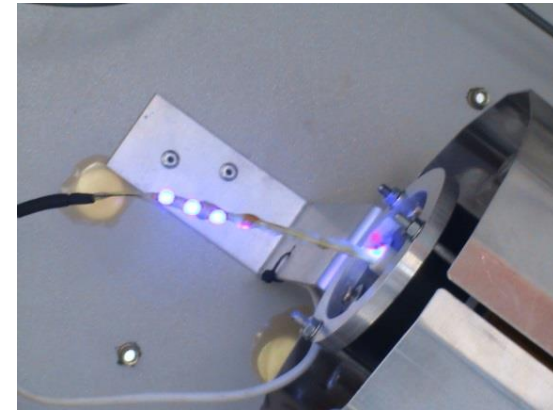
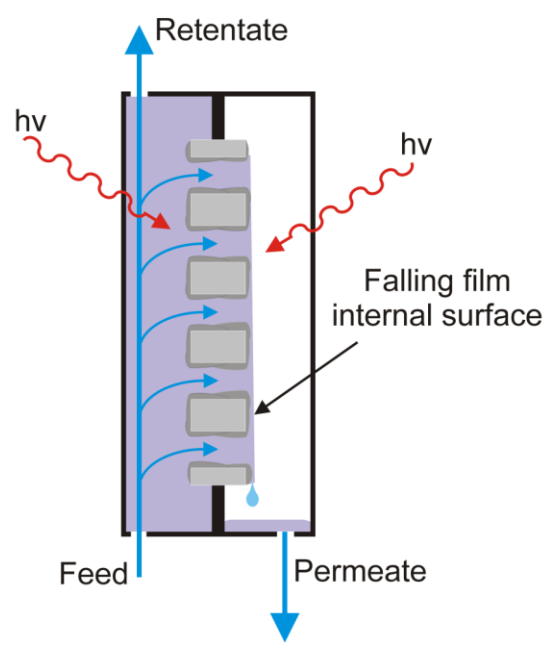


# Πρώτος εργαστηριακός φωτοκαταλυτικός αντιδραστήρας νανοδιήθησης

Membrane with deposited  $\text{TiO}_2$  nanoparticles developed via CVD



Membrane with nanocrystalline  $\text{TiO}_2$  films developed layer by layer via CVD



# Διεθνής αναγνώριση



(11) EP 2 409 954 A1

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Date of publication:  
25.01.2012 Bulletin 2012/04

(21) Application number: 10275076.7

(22) Date of filing: 20.07.2010

(51) Int Cl:  
C02F 1/30<sup>(2006.01)</sup>  
B01J 19/12<sup>(2006.01)</sup>  
B01J 21/18<sup>(2006.01)</sup>  
B01D 53/00<sup>(2006.01)</sup>  
C02F 1/32<sup>(2006.01)</sup>  
C02F 1/44<sup>(2006.01)</sup>  
B01J 35/00<sup>(2006.01)</sup>  
B01D 69/04<sup>(2006.01)</sup>  
C02F 1/72<sup>(2006.01)</sup>  
C02F 9/00<sup>(2006.01)</sup>

(84) Designated Contracting States:  
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO SE SI SK SM TR  
Designated Extension States:  
BA ME RS

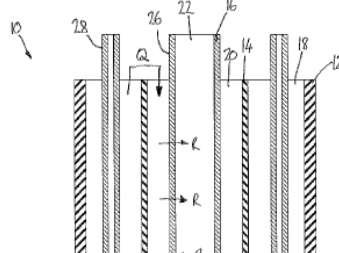
(71) Applicants:  
• National Center for Scientific Research  
Demokritos  
15310 Athens (GR)  
• Innovative Research & Technology Limited  
London  
WC1B 5LF (GB)

(72) Inventors:  
• Falaras, Polycarpus  
15351, Pallini Attikis (GR)  
• Romanos, Georgios  
15562, Cholargos Attikis (GR)  
• Aloupogiannis, Panagiotis  
14341, Nea Philadephia Attikis (GR)

(74) Representative: Holmes, Derek Malcolm  
Keltie LLP  
Fleet Place House  
2 Fleet Place  
London EC4M 7ET (GB)

(54) Photocatalytic purification device

(57) A photocatalytic reactor (10) for the treatment of contaminated fluids, such as water, is described. The reactor comprises a first flow channel (18) for receiving fluid from an inlet means, a second flow channel (22) for delivering fluid to an outlet means, a selectively-permeable filtration membrane (16) intermediate the first and second flow channels (18, 22), having a first surface (26) that receives fluid from the first flow channel (18) and an opposite second surface (24) defining, at least in part, the second fluid flow channel (22), and at least one photocatalyst support (28) disposed in the first flow channel (18). The first and second surfaces (24, 26) of the filtration membrane (16) and the photocatalyst support (28) each comprise an immobilised photocatalytic material capable



# 1 Ευρωπαϊκή Πατέντα +20 δημοσιεύσεις σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά 1 Διεθνές βραβείο

International Prize

Arab News

US, Spanish and Greek scientists win Prince  
Sultan water award



## The Prince Sultan bin Abdulaziz International Prizes for Water for 2014

- The creativity prize (groups from Princeton and Colorado Universities)
- The surface water prize (group from Arizona State University)
- **The alternative water resources prize (group from NCSR "Demokritos")**
- The ground water prize (Institute for Environmental Assessment and Water Research, Spain.)
- The water management and protection prize (University of California in Los Angeles)



BENAKI  
PHYTOPATHOLOGICAL  
INSTITUTE



ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Το έργο LIFE17 ENV/GR/000387-PureAgroH2O συγχρηματοδοτείται από την Ε.Ε. στο πλαίσιο του Προγράμματος LIFE και το Πράσινο Ταμείο

Με το πρόγραμμα LIFE μας δόθηκε η ευκαιρία να αναπτύξουμε και να αξιολογήσουμε την τεχνολογία σε πιλοτικό επίπεδο σε μια πραγματική εφαρμογή

LifepureagroH<sub>2</sub>O – Innovative photocatalytic nanofiltration technology for pollutant removal and water reuse of agro-industrial effluents

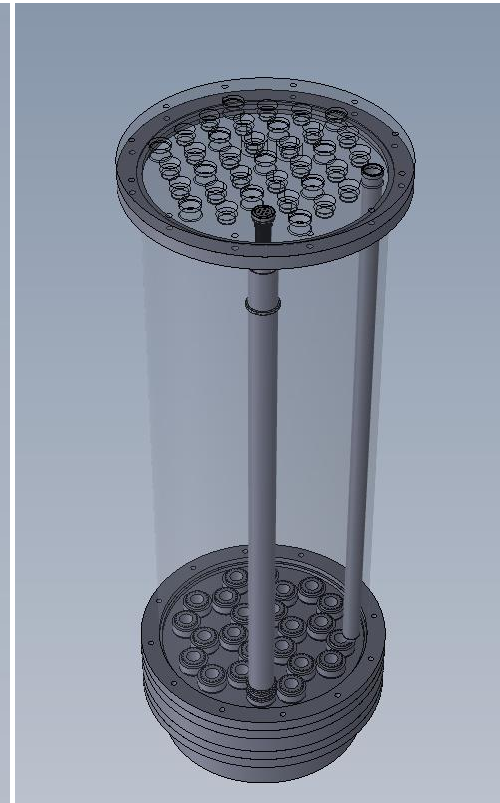
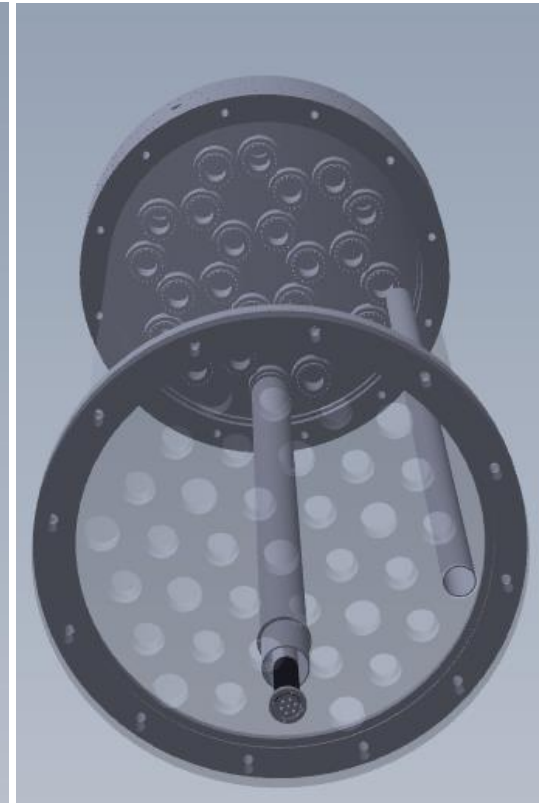
Προϋπολογισμός για την ανάπτυξη ενός συστήματος 20 τόνων νερού την ημέρα 750K€





## Στόχοι της φάσης σχεδιασμού και ανάπτυξης

- Μέγεθος και αριθμός φωτοκαταλυτικών μεμβρανών
- Σύστημα ακτινοβολησης
  - Να αυξηθεί η φωτοκαταλυτική επιφάνεια που εσωκλείεται στον αντιδραστήρα
- Σχεδιασμός των εσωτερικών τμημάτων του αντιδραστήρα



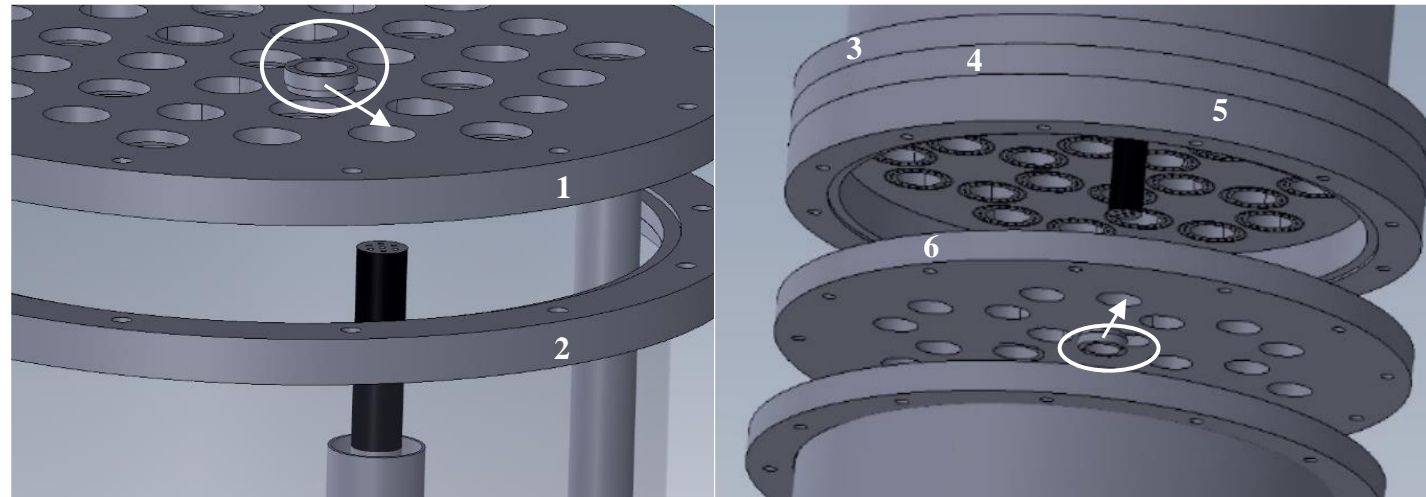
## Αποτελέσματα από την φάση σχεδιασμού

Αριθμός αντιδραστήτων: 8

Αριθμός μεμβρανών ανά  
αντιδραστήρα: 12

Αριθμός πηγών υπεριώδους  
ακτινοβολίας ανά αντιδραστήρα: 7

Μήκος φωτοκαταλυτικών ινών ανά  
αντιδραστήρα: 360 m



3 κανάλια ροής του νερού και μια συνολική  
φωτοκαταλυτική επιφάνεια της τάξης των 3.6  
τετραγωνικών μέτρων

## Φάση ανάπτυξης-Φωτοκαταλυτικές ίνες.

Προετοιμασία διαλύματος  
πολυμερούς/φωτοκαλύτη

Εκβολή των φωτοκαταλυτικών ινών με την μέθοδο  
ξηρής/υγρής αναστροφής φάσεων σε ειδική  
διάταξη εκβολέα

Τοποθέτηση των  
φωτοκαταλυτικών ινών σε  
υάλινους σωλήνες που  
εισέρχονται στον αντιδραστήρα



## Φάση ανάπτυξης-Φωτοκαταλυτικές μεμβράνες

Προετοιμασία του  
διαλύματος τιτανίας στο  
οποίο εμβαπτίζεται η  
μεμβράνη



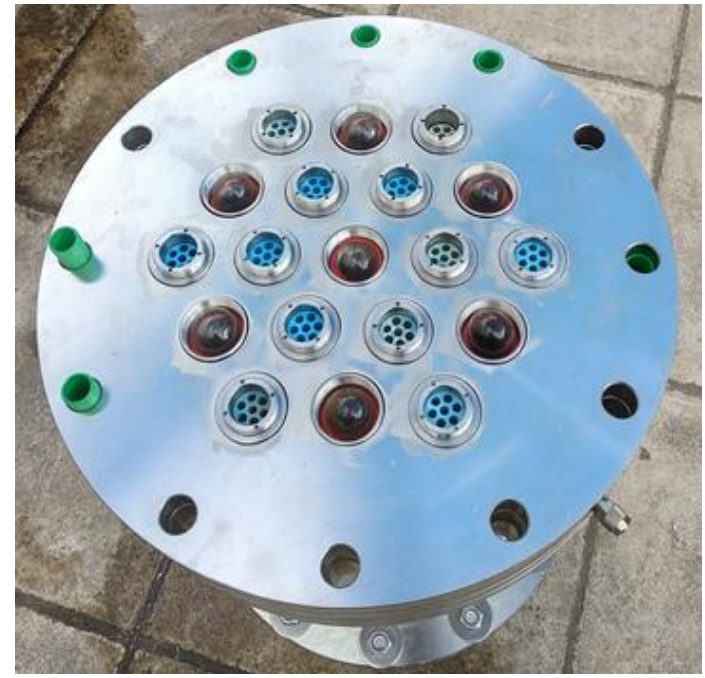
Εμβάπτιση και ξήρανση των  
μεμβρανών



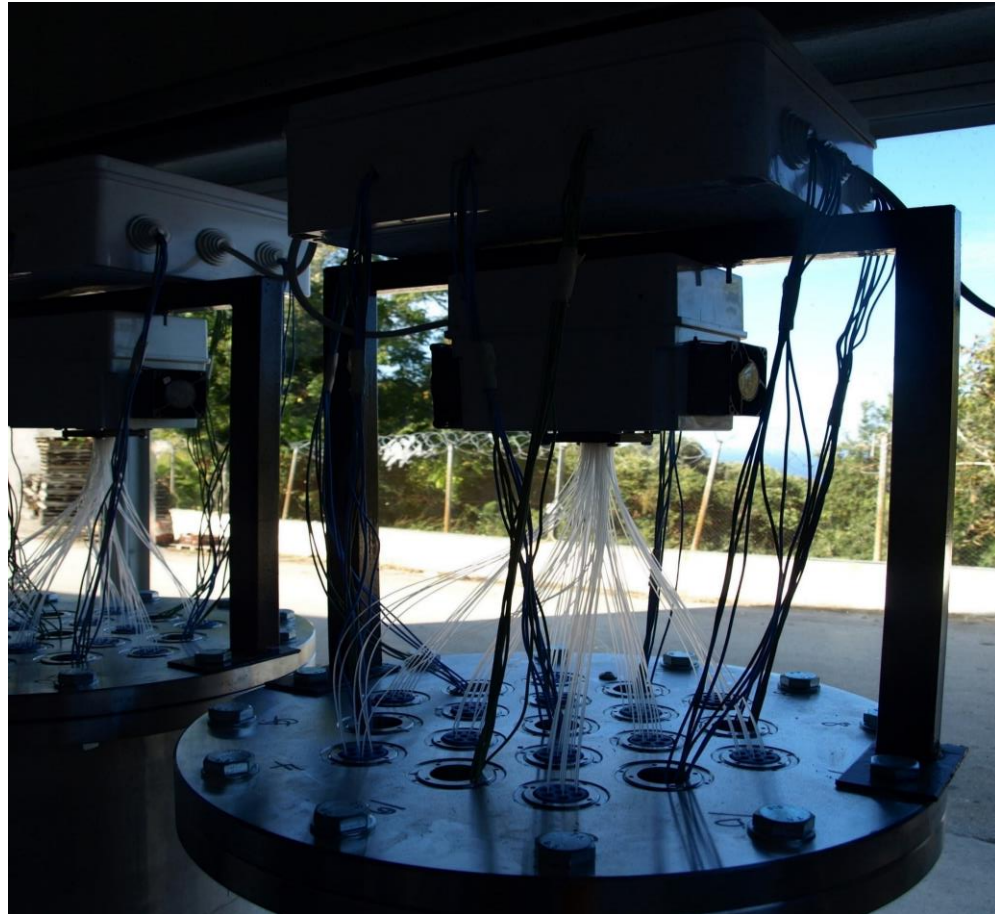
Θέρμανση ώστε να  
σταθεροποιηθούν τα  
φωτοκαταλυτικά επιχρίσματα



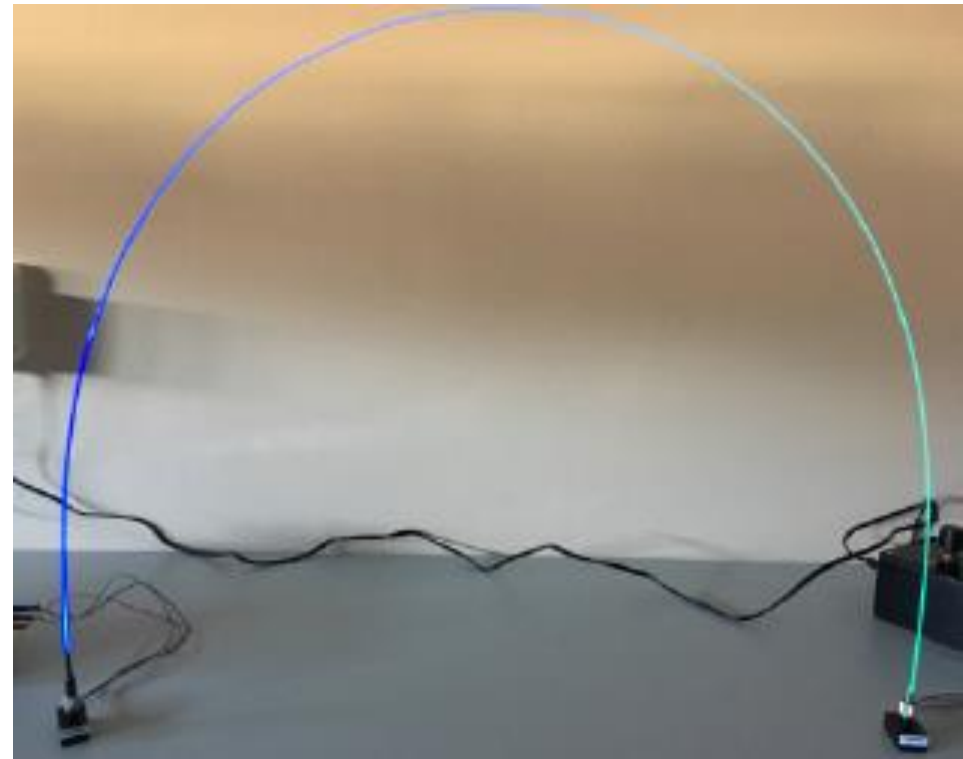
## Συναρμολόγηση των αντιδραστήρων



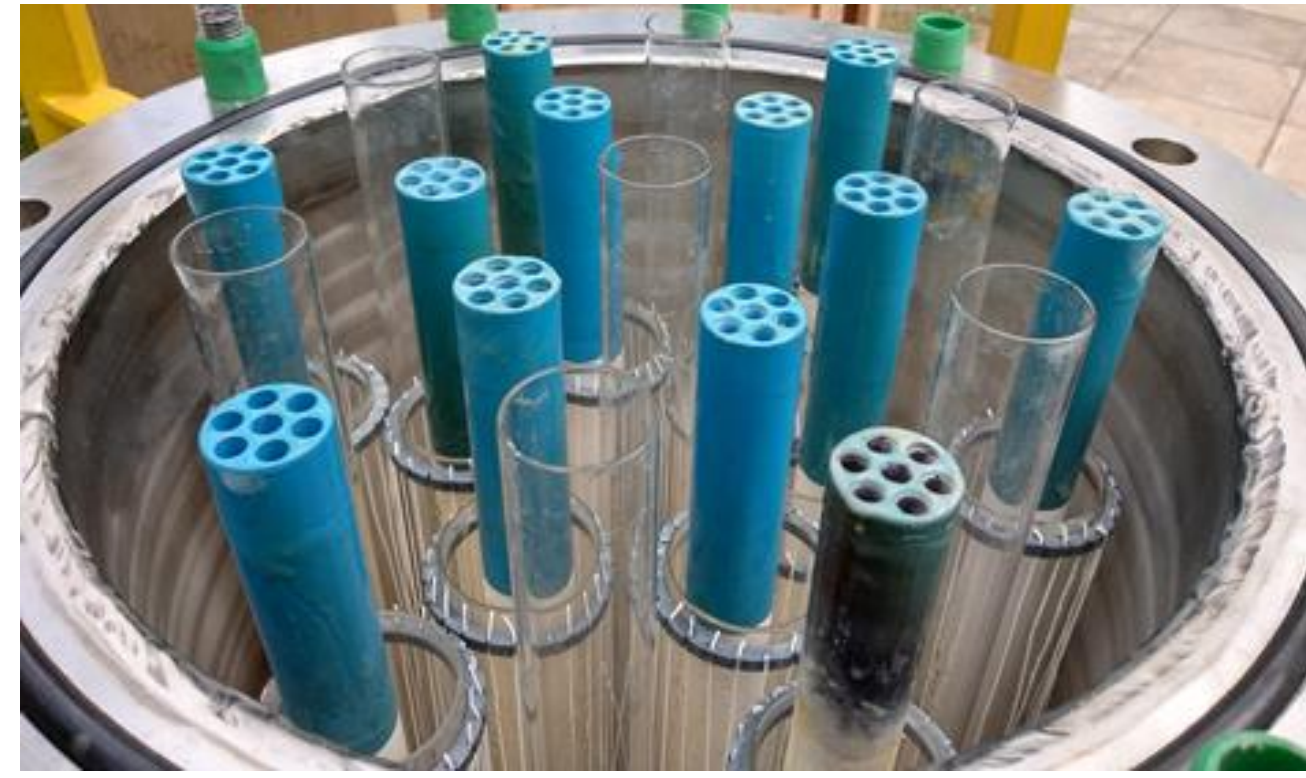
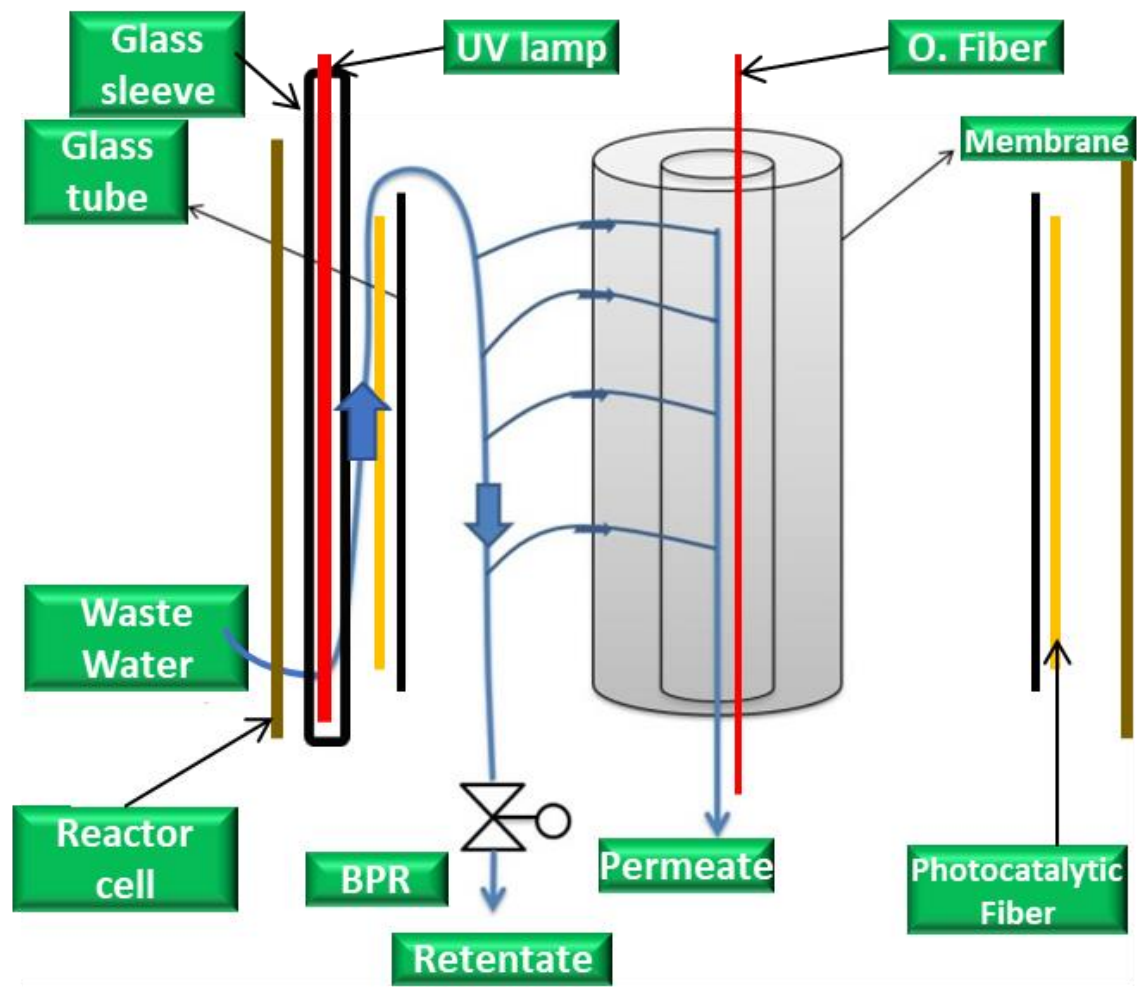
## Σύστημα ακτινοβολίας



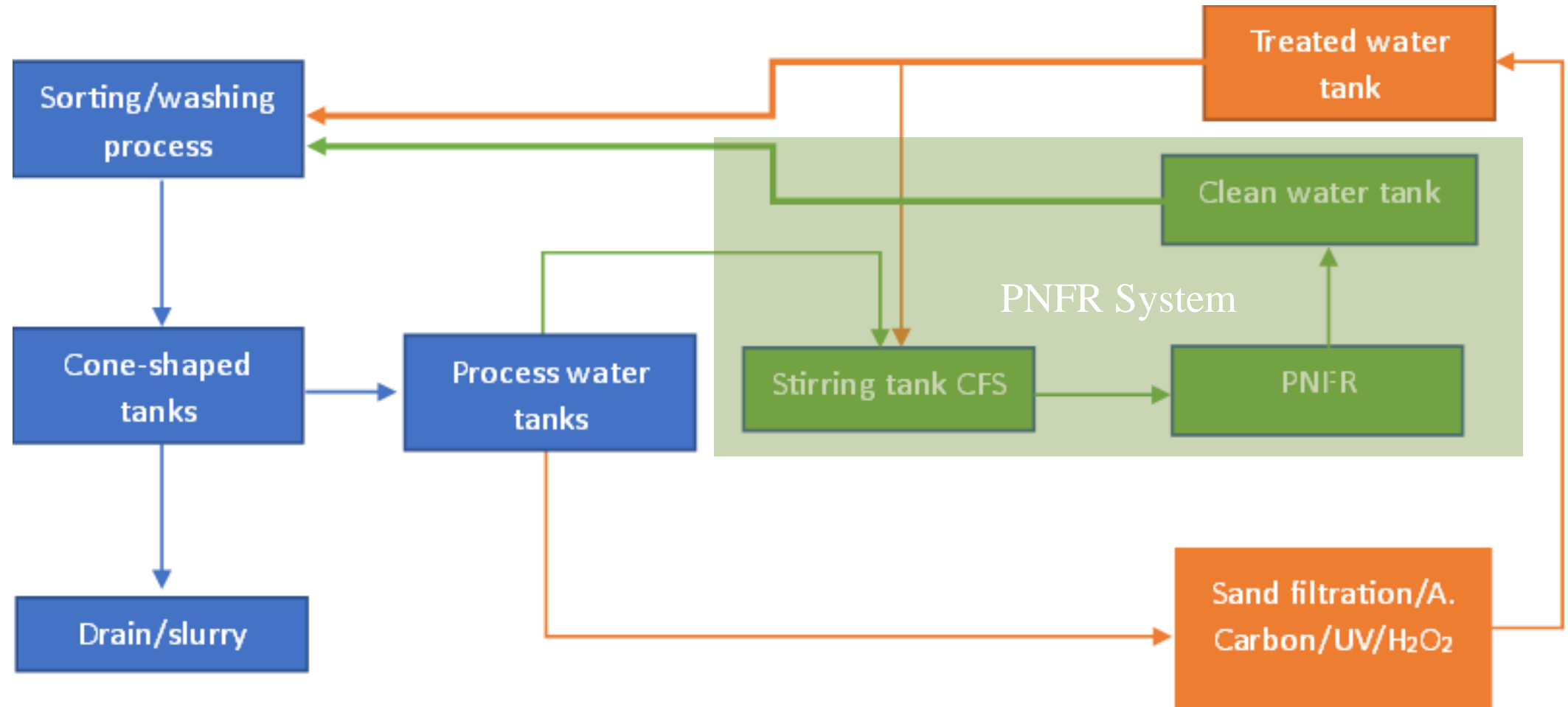
Οπτικές ίνες που ακτινοβολούν πλευρικά  
συνδεδεμένες με οπτικές διόδους υψηλής ισχύος



# Αρχή λειτουργίας



## Συνολικό διάγραμμα ροής της διεργασίας







BENAKI  
PHYTOPATHOLOGICAL  
INSTITUTE



Το έργο LIFE17 ENV/GR/000387-PureAgroH2O συγχρηματοδοτείται από την Ε.Ε. στο πλαίσιο του Προγράμματος LIFE και το Πράσινο Ταμείο

# Το σύστημα φωτοκαταλυτικής νανοδιήθησης εγκατεστημένο στη Zagorin





BENAKI  
PHYTOPATHOLOGICAL  
INSTITUTE



ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ  
DEMOKRITOS



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



CIESOL



Citricos  
del Andarax  
S.A.



Το έργο LIFE17 ENV/GR/000387-PureAgroH2O συγχρηματοδοτείται από την Ε.Ε. στο πλαίσιο του Προγράμματος LIFE και το Πράσινο Ταμείο

## Πλεονεκτήματα

- Αντιμετωπίζει την ανταγωνιστική δράση του οργανικού φορτίου στην φωτοκαταλυτική ικανότητα των μεμβρανών
- Αποφεύγεται η δημιουργία συμπυκνώματος
- Ελαχιστοποιείται η ανάγκη για συχνό καθαρισμό των μεμβρανών



BENAKI  
PHYTOPATHOLOGICAL  
INSTITUTE



ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



CIESOL  
Citrus Energy Research Center  
SARAJEVO UNIVERSITY



Citricos  
del Andarax  
S.A.



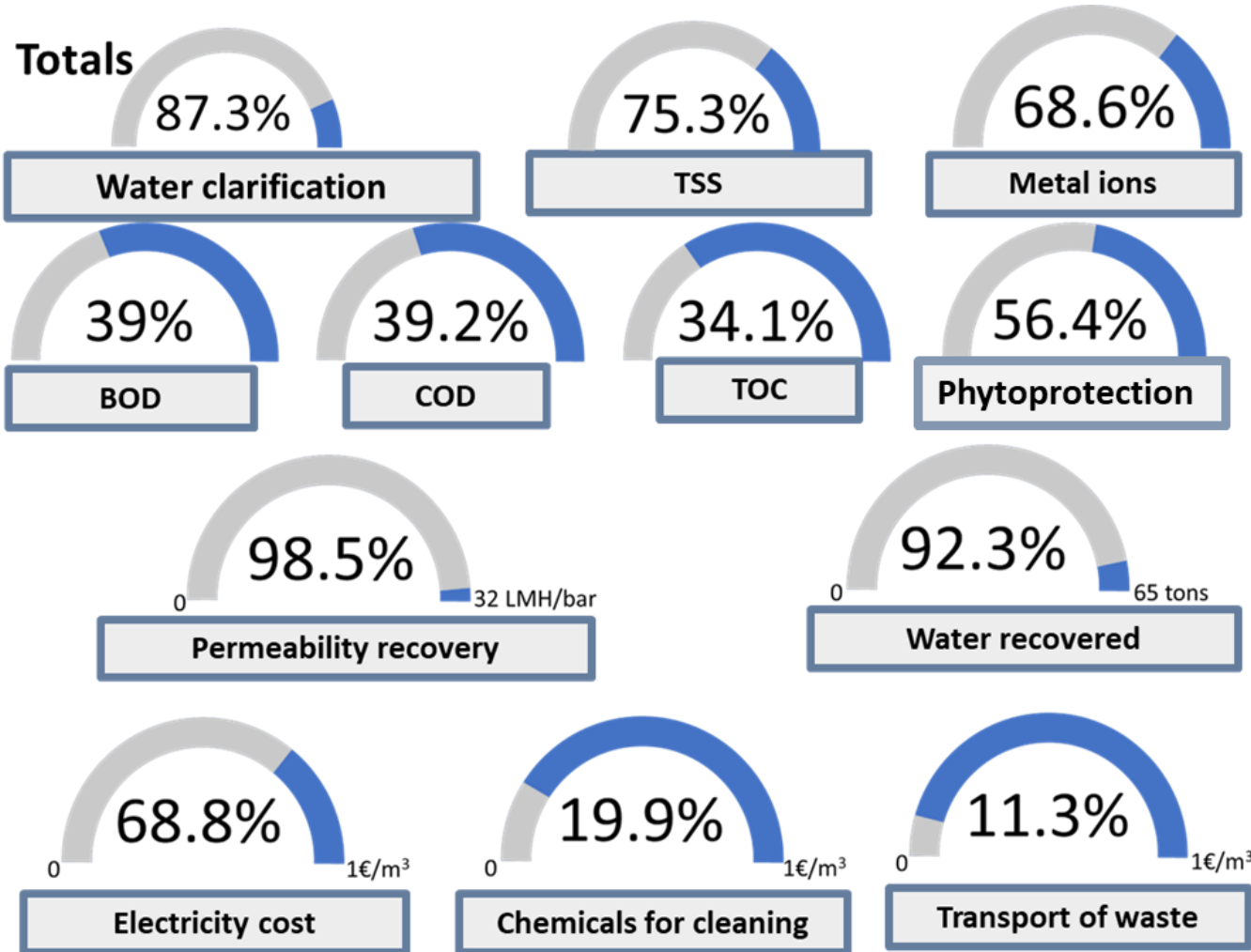
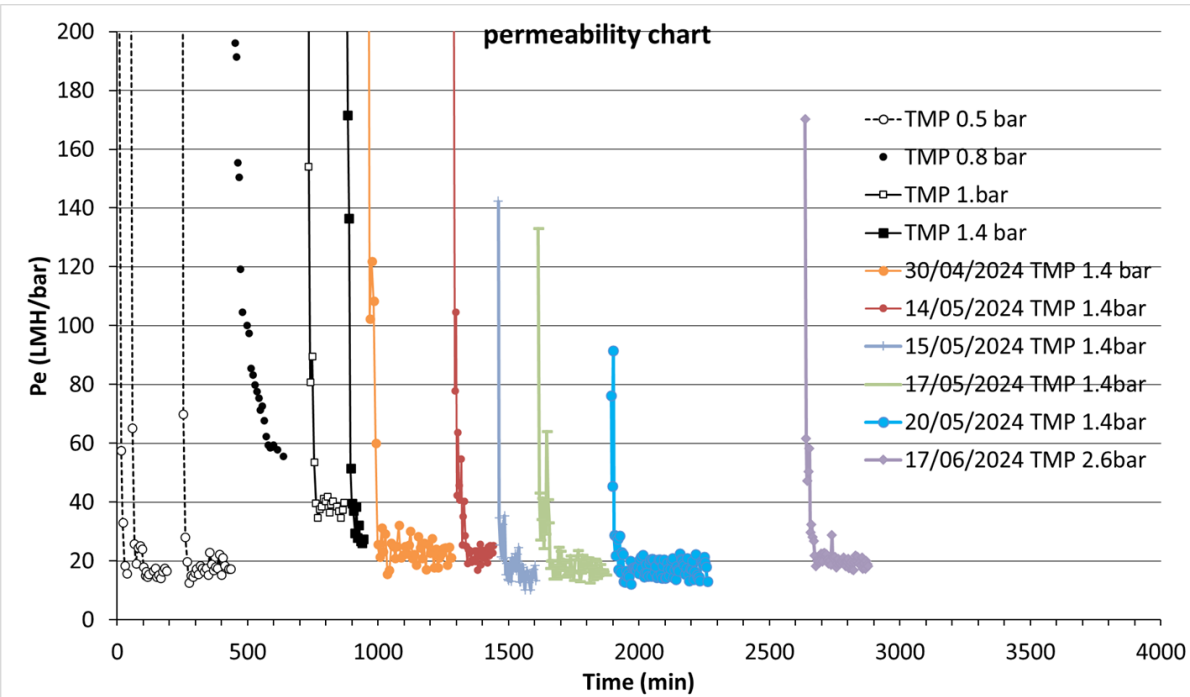
GREEN FUND



LIFE

Το έργο LIFE17 ENV/GR/000387-PureAgroH2O συγχρηματοδοτείται από την Ε.Ε. στο πλαίσιο του Προγράμματος LIFE και το Πράσινο Ταμείο

# Αποτελέσματα





BENAKI  
PHYTOPATHOLOGICAL  
INSTITUTE



ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



CIESOL



Citricos  
del Andarax  
S.A.



GREEN FUND



LIFE

Το έργο LIFE17 ENV/GR/000387-PureAgroH2O συγχρηματοδοτείται από την Ε.Ε. στο πλαίσιο του Προγράμματος LIFE και το Πράσινο Ταμείο

## Τεχνοοικονομικά στοιχεία

Υπολογισμός του κόστους νερού που παράγεται από την τεχνολογία, βασισμένο στο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα και στα μέχρι τώρα αποτελέσματα από την εφαρμογή στην Ζαγορίν

Electricity	Power of the equipment kW	Hrs (15 m <sup>3</sup> )	kWh (15 m <sup>3</sup> )	KWh (150 m <sup>3</sup> )	Operational cost (1) €/m <sup>3</sup>	LCOW %
UV-LEDs	0.8	8	6.4		0.13	3.75
UV lamps	1.68	8	13.44		0.28	7.88
Pressure pumps	1.23	8	9.84		0.2	5.77
Submersible pumps	0.23	8	1.84		0.038	1.08
Stirrer	7.5	0.11	0.81		0.017	0.48
Boiler	33.5	1		33.5	0.069	1.96
				<b>Total</b>	<b>0.735</b>	<b>20.9%</b>
Chemicals	€/kg	Kg (15 m <sup>3</sup> )	Kg (150 m <sup>3</sup> )	Kg (450 m <sup>3</sup> )	Operational cost (2) €/m <sup>3</sup>	
Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0.15	0.5			0.005	0.14
NaOH	4		6		0.16	4.55
NaOCl	1.4		3		0.028	0.80
HNO <sub>3</sub>	6			6	0.08	2.28
				<b>Total</b>	<b>0.273</b>	<b>7.77%</b>
Transport of Waste	Means of waste transport	Cost of transport €/m <sup>3</sup>	Waste generated per 15 m <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> )		Operational cost (3) €/m <sup>3</sup>	
	Truck	3.5	0.5		0.117	3.33
				<b>Total</b>	<b>0.117</b>	<b>3.33%</b>
Capital Cost	Construction Cost	Lifetime	Interest from water reuse		Capital Cost	
	€	Yrs	%		€/m <sup>3</sup>	
	289163	25	1		2.39	68
				<b>Total</b>	<b>2.39</b>	<b>68%</b>
<b>Levelized cost of water based on CAPEX and OPEX</b>			<b>LCOW</b>	<b>€/m<sup>3</sup></b>	<b>3.515</b>	

**Ευχαριστώ για την προσοχή σας.**