Ετήσια Καινοτομία για το Νερό

VOL. 02

Μάρτιος 2026

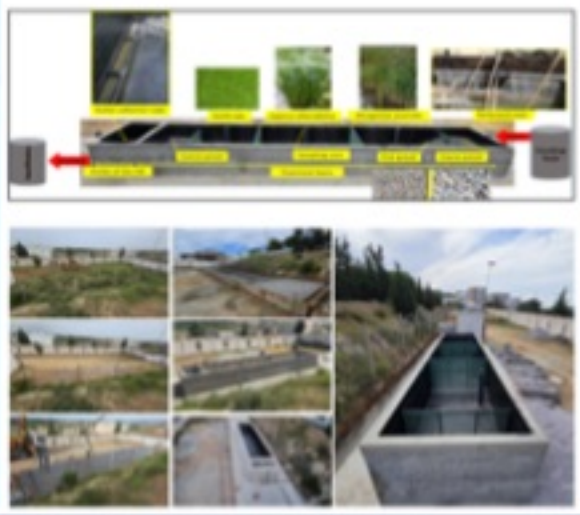
CIRQUA - ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ

4 Εγκαταστάσεις | 4 Χώρες | 140 m² Έκταση CW | Απομάκρυνση Παθογόνων

CW του ΔΠΘ



CW της ABC



CW του CIIMAR



CW του ASU



Σχήμα 1: Οι τέσσερις πιλοτικές εγκαταστάσεις Τεχνητών Υγροβιότοπων του CIRQUA στη Μεσόγειο.

Waterwise Futures: Ολοκληρωμένες προσεγγίσεις σε τοπική κλίμακα για την ενίσχυση της αποδοτικότητας επαναχρησιμοποίησης του νερού και τη βιώσιμη λίπανση του εδάφους από τα ανακτημένα θρεπτικά συστατικά των λυμάτων

Οι Τέσσερις Πιλοτικές Εγκαταστάσεις μας: Το CIRQUA έχει σχεδιάσει, κατασκευάσει και λειτουργεί τέσσερα συστήματα επίδειξης CW σε Ελλάδα, Τυνησία, Πορτογαλία και Αίγυπτο, ενσωματώνοντας το καθένα υγροβιότοπους οριζόντιας υποεπιφανειακής ροής με μονάδες νανοφίλτρων και φωτοκαταλυτικά modules.

Σχετικά με το CIRQUA: Το έργο CIRQUA (Ολοκληρωμένες προσεγγίσεις σε τοπική κλίμακα για την ενίσχυση της αποδοτικότητας επαναχρησιμοποίησης του νερού και τη βιώσιμη λίπανση του εδάφους από τα ανακτημένα θρεπτικά συστατικά των λυμάτων) είναι μια πρωτοβουλία χρηματοδοτούμενη από το PRIMA που αναπτύσσει αποκεντρωμένες λύσεις επεξεργασίας λυμάτων, βασισμένες στη φύση, σε όλη τη Μεσόγειο. Μέσω καινοτόμων πρωτοτύπων Τεχνητών Υγροβιότοπων (CW) ενισχυμένων με μονάδες νανοφίλτρων και φωτοκαταλυτικά modules, το CIRQUA αποδεικνύει ότι τα επεξεργασμένα λύματα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν με ασφάλεια για τη γεωργία, ανακτώντας παράλληλα θρεπτικά συστατικά για τη λίπανση του εδάφους.

CIRQUA Waterwise Futures

PRIMA IN THE MEDITERRANEAN AREA

This project is part of the PRIMA programme supported by the European Union

ΠΡΟΦΙΛ ΠΙΛΟΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

❶ Πιλοτική Εγκατάσταση ΔΠΘ - Ξάνθη, Ελλάδα

Democritus University of Thrace • 20 m²

CW οριζόντιας υποεπιφανειακής ροής με τέσσερα διαμερίσματα από ανοξείδωτο χάλυβα, φυτεμένα με Typha και Caltha. Εξοπλισμένο με νανοφίλτρο ZrFu/Clay/Ca-Alginate και φωτοκαταλυτικό module (15 γυάλινοι σωλήνες επικαλυμμένοι με TiO2). Επιτεύχθηκε πλήρης απομάκρυνση εντερόκοκκων/κολοβακτηριδίων, μείωση DNA κατά 5,7 φορές και εξάλειψη της τοξικότητας για το zebrafish (ψάρι-ζέβρα).

Πιλοτική Εγκατάσταση ABC - Sidi Thabet, Τυνησία

Ανώτερο Ινστιτούτο Βιοτεχνολογίας • 20 m²

CW από σκυρόδεμα με Phragmites australis, Cyperus alternifolius και Azolla spp. Φίλτρο άμμου με υλικό νανοφίλτρου και φωτοκαταλυτικό module 400 L. Αποτελέσματα: 99% απομάκρυνση παθογόνων, εξάλειψη του Vibrio cholerae. Διαχειρίζεται από Έξυπνη Βιομηχανική Μονάδα Ελέγχου βασισμένη σε Raspberry Pi/Arduino (SICU-1).

Πιλοτική Εγκατάσταση CIIMAR - Ponte de Lima, Πορτογαλία

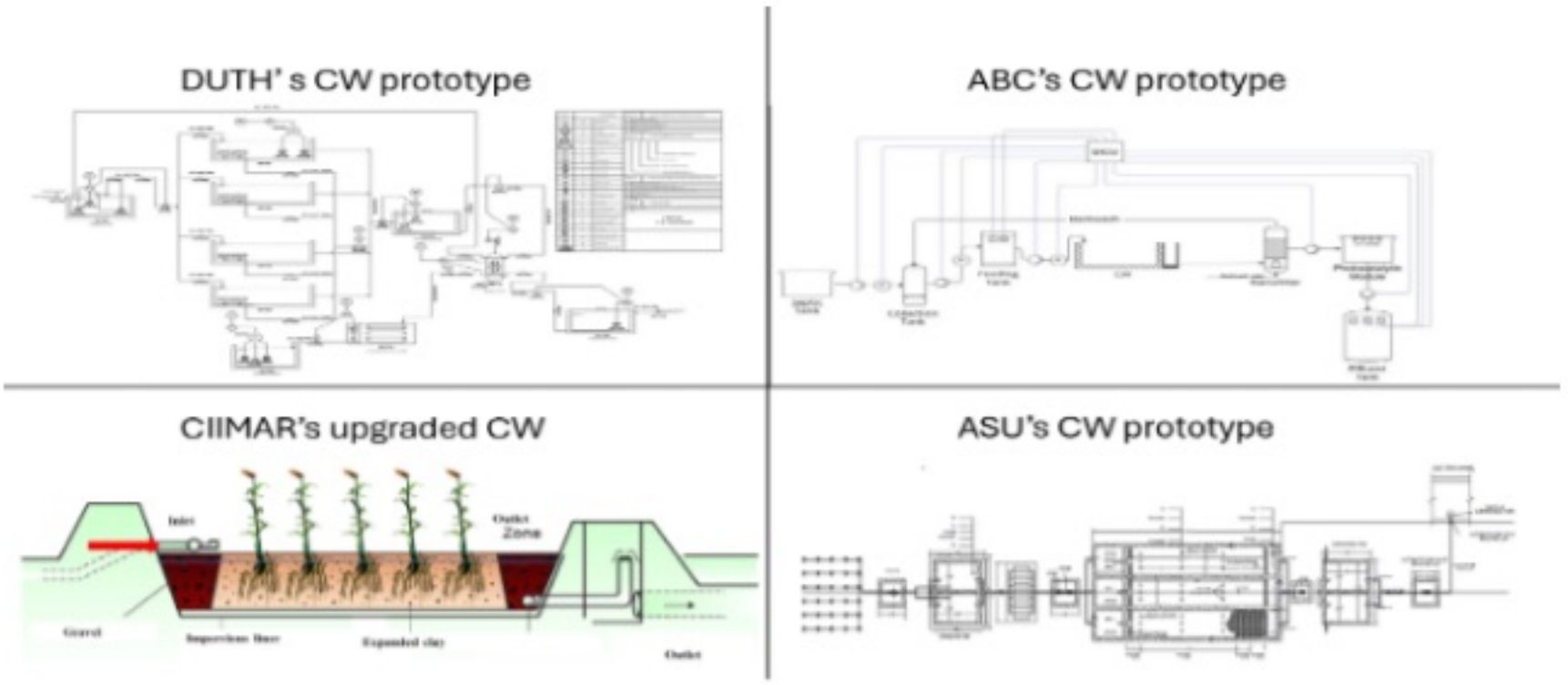
Paço de Calheiros • 40 m²

Αναβαθμισμένο υφιστάμενο CW βαρυτικής ροής (15 χρόνια λειτουργίας, μηδενική ενέργεια). Περιλαμβάνει Cannaflaccida, Zantedeschia aethiopica και C. indica. Το CIRQUA πρόσθεσε νανοφίλτρο UiO-66/Clay/Ca-Alginate και φωτοκαταλυτικό module. Αυτοματοποιημένο μέσω PLC με HMI. Οι δοκιμές οικοτοξικότητας επιβεβαίωσαν σημαντική μείωση της τοξικότητας.

❹ Πιλοτική Εγκατάσταση ASU - Γκίζα, Αίγυπτος

Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Zenin • 60 m² (3 κυψέλες × 20)

Το μεγαλύτερο πιλοτικό σύστημα του CIRQUA: τρεις παράλληλες κυψέλες CW (10x2m) με υποστρώματα διαβαθμισμένου χαλικιού. Μονάδα νανοφίλτρου και UV φωτοκαταλυτικό module (~365 nm). Αυτοματισμός PLC Siemens S7-1200. Ενισχυμένη μείωση κύστεων πρωτόζωων (*Giardia, Cryptosporidium, Entamoeba*).



Σχήμα 2: Σχεδιασμός συστημάτων αυτοματισμού για τα τέσσερα πρωτότυπα CW του CIRQUA.

ΒΑΣΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ

Κύρια Σημεία Απόδοσης Επεξεργασίας

Παράμετρος	Απόδοση	Σημασία
Απομάκρυνση Ορθοφωσφορικών	**92-99%**	Πλειοψηφία των πρωτοτύπων CW
Βαρέα Μέταλλα	**Κάτω από την Οδηγία της ΕΕ**	Πληροί την Οδηγία για το Πόσιμο Νερό 2020/2184
Απομάκρυνση Παθογόνων	**99%**	Κάτω από τα εθνικά όρια για επαναχρησιμοποίηση νερού
Μείωση Υπολειμματικού DNA	**5,7 φορές**	Επιτεύχθηκε μέσω του φωτοκαταλυτικού module
Μικρορύποι	**Αποτελεσματική απομάκρυνση**	Συμπεριλαμβανομένων φυτοφαρμάκων και αντιβιοτικών
Τοξικότητα Zebrafish	**Θανατηφόρα -> Καμία επίδραση**	Από την εισροή έως την εκροή PhC (ΔΠΘ)

Προηγμένες Μονάδες Νανοφίλτρων:

Κάθε πιλοτική εγκατάσταση ενσωματώνει ένα νανοφίλτρο φορτωμένο με σύνθετα υλικά Μεταλλο-Οργανικών Πλεγμάτων (MOFCs) ZrFu/Clay/Ca-Alginate και UiO-66/Clay/Ca-Alginate. Συντιθέμενα από βιοάνθρακα μπαμπού, άργιλο μπεντονίτη και αλγινικό ασβέστιο, τα υλικά αυτά μειώνουν αποτελεσματικά τα αιωρούμενα στερεά, τα ορθοφωσφορικά, τον ολικό φώσφορο και τα βαρέα μέταλλα.

Φωτοκαταλυτικά Modules

Το τελικό στάδιο επεξεργασίας χρησιμοποιεί φωτοκαταλυτικά modules με βάση το TiO_2 υπό υπεριώδη (UV) ακτινοβολία. Η τιτανία μικτής φάσης (P-25, ανατάσης/ρουτίλιο 80/20%) αναγνωρίστηκε ως ο πιο αποτελεσματικός φωτοκαταλύτης. Τα modules μειώνουν το υπολειμματικό DNA, εξαλείφουν τα παθογόνα και απομακρύνουν τους μικρορύπους (συμπεριλαμβανομένων φυτοφαρμάκων και αντιβιοτικών), διασφαλίζοντας ότι το επεξεργασμένο νερό πληροί τα πρότυπα ποιότητας για γεωργική επαναχρησιμοποίηση.

Έξυπνος Αυτοματισμός & Κυκλική Οικονομία

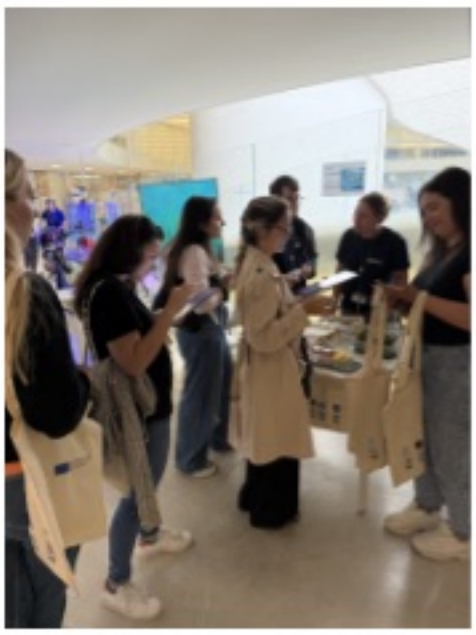
Όλες οι πιλοτικές εγκαταστάσεις διαθέτουν παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο του pH, της αγωγιμότητας, του διαλυμένου οξυγόνου, της θολερότητας, της θερμοκρασίας και του ρυθμού ροής μέσω PLC ή προσαρμοσμένων Έξυπνων Βιομηχανικών Μονάδων Ελέγχου - επιτρέποντας την απομακρυσμένη λειτουργία και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών. Πέρα από την επεξεργασία του νερού, το CIRQUA διερευνά τα σύνθετα υλικά MOF ως νανοδομημένα λιπάσματα με ικανότητα βραδείας αποδέσμευσης θρεπτικών συστατικών. Οι δοκιμές οικοτοξικότητας με Daphnia magna, Danio rerio και φυτά επιβεβαίωσαν τη βιοσυμβατότητα του επεξεργασμένου νερού για ασφαλή γεωργική επαναχρησιμοποίηση.

Σημαντικά Γεγονότα & Δράσεις του Έργου

Το CIRQUA προωθεί τη συνεργασία και την ανταλλαγή γνώσεων σε όλη τη Μεσόγειο.

Δυναμική Παρουσία του CIRQUA στο Συνέδριο Agrown:Βασικά μέλη της κοινοπραξίας CIRQUA ηγήθηκαν μιας κρίσιμης συζήτησης στο Συνέδριο Agrown, εστιάζοντας στο εξαιρετικά επίκαιρο θέμα "Επαναχρησιμοποίηση Νερού και Γεωργία Ακριβείας".







Προώθηση της Βιώσιμης Διαχείρισης Νερού: Η εκδήλωση επέτρεψε την ουσιαστική αλληλεπίδραση με την κοινότητα, αποδεικνύοντας για άλλη μια φορά ότι η συμμετοχή του κοινού είναι το κλειδί για ένα βιώσιμο μέλλον.

Το CIRQUA σε παγκόσμιο επίπεδο:
Το μέλος της ομάδας μας Cristina Calheiros ταξίδεψε στο Μαπούτο της Μοζαμβίκης για να μοιραστεί το μήνυμα του έργου CIRQUA Water με τους μαθητές του Lycée Gustave Eiffel. Η επαφή με τα νεαρά μυαλά σε όλο τον κόσμο έκανε αυτή την εκπαιδευτική αποστολή μια απίστευτα ικανοποιητική εμπειρία για την ομάδα μας.





ΚΟΙΤΑΖΟΝΤΑΣ ΜΠΡΟΣΤΑ

Επόμενα βήματα:Κλιμάκωση της τεχνολογίας CW σε επίπεδο επίδειξης, αξιολόγηση των αποδόσεων των καλλιεργειών με νανοδομημένα λιπάσματα προερχόμενα από βιομάζα, ολοκλήρωση της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και των Τεχνο-Οικονομικών Αξιολογήσεων, επέκταση της επιστήμης των πολιτών μέσω των WaterWatchers και Soil Guardians, και περαιτέρω διάχυση αποτελεσμάτων σε όλες τις χώρες-εταίρους.

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ & ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

SCAN ME SCAN ME SCAN ME SCAN ME