

Τεχνικός Οδηγός για Τεχνολογίες Διαχείρισης Μη Συμβατικών Υδατικών Πόρων

Ανάπτυξη: Global Water Partnership - Mediterranean, στο πλαίσιο του Προγράμματος Μη Συμβατικών Υδατικών Πόρων που υποστηρίζεται από το Ίδρυμα της Coca-Cola.

Συγγραφείς: Μαριέλα Αντωνοπούλου, Κωνσταντίνα Τόλη, Αθανασία Κασσελά

Επιμέλεια: Παναγιώτα Καλτσά

Global Water Partnership - Mediterranean

© GWP-Med 2018

Προτεινόμενη βιβλιογραφική αναφορά: Αντωνοπούλου Μ., Τόλη Κ., Κασσελά Α., 2018. Τεχνικός Οδηγός για Τεχνολογίες Διαχείρισης Μη Συμβατικών Υδατικών Πόρων. GWP-Med.

Περισσότερες πληροφορίες:

Global Water Partnership - Mediterranean (GWP-Med)

Κυρρήστου 12, Αθήνα, Τ.Κ. 10556

τηλ: 210 324 7267, 210 326 7490

e-mail: secretariat@gwpmed.org

Πρόλογος

Το νερό είναι ένας πολύτιμος πόρος, εν ανεπαρκεία. Ιδιαίτερα η περιοχή της Μεσογείου, χαρακτηρίζεται από λειψυδρία. Το έλλειμα μεταξύ της διαθεσιμότητας και της ζήτησης του νερού, σε ένα πλαίσιο αυξανόμενων πιέσεων και επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, επιτάσσει την εκμετάλλευση μη συμβατικών υδατικών πόρων ώστε να καλυφθούν δευτερεύουσες χρήσεις για τις οποίες δεν απαιτείται πόσιμο νερό.

Στους αρχαίους πολιτισμούς, η συλλογή βρόχινου νερού ήταν ήδη μια συνήθης πρακτική για την εξασφάλιση νερού για όλες τις χρήσεις, συμπεριλαμβανομένης της ανθρώπινης κατανάλωσης. Από την Κρήτη στη Βόρεια Αίγυπτο και την Ιορδανία, ήδη από την Εποχή του Χαλκού (2200-1200 π.Χ.), η τοπική σοφία οδήγησε τους ανθρώπους να φτιάξουν στέρνες για να συλλέγουν το βρόχινο νερό, οι οποίες επαρκούσαν για την κάλυψη των αναγκών κατά την ξηρή περίοδο του χρόνου.

Η αποθήκευση νερού για μεγαλύτερες περιόδους ξηρασίας έγινε δυνατή στην Εποχή του Σιδήρου (1200-600 π.Χ.), όταν εφευρέθηκε ο πηλός ως κατασκευαστική ύλη από τη μίξη τοπικά διαθέσιμων εδαφικών υλικών. Από τότε, η τεχνολογία προχώρησε, αναπτύχθηκαν νέα υλικά, εφευρέθηκαν νέες μέθοδοι. Παρόλα αυτά, οι αρχές της συλλογής βρόχινου νερού παρέμειναν οι ίδιες: το μόνο που απαιτείται είναι μια επιφάνεια συλλογής, ένα σύστημα μεταφοράς και κατάλληλος χώρος αποθήκευσης όπου συλλέγεται το νερό για την ξηρή περίοδο.

Το εύρος των επιλογών είναι μεγάλο: από παραδοσιακές χειροποίητες στέρνες, σε δεξαμενές από πέτρα, σκυρόδεμα ή μοντέρνες αρθρωτές δεξαμενές. Η επιλογή της πιο κατάλληλης λύσης για τη συλλογή και επαναχρησιμοποίηση του νερού εξαρτάται από τεχνο-οικονομικούς παράγοντες, καθώς και από χρονικούς περιορισμούς. Από την άλλη, το γκρίζο νερό είναι σε μεγάλο βαθμό μια αναξιοποίητη πηγή νερού. Το γκρίζο νερό είναι αυτό που προέρχεται από ντους, μπανιέρες, νιπτήρες και πλυντήρια ρούχων και συλλέγεται χωριστά από τα λύματα. Λόγω της ελαφριάς μορφής ρύπων που περιέχει, μπορεί με ευκολία να επαναχρησιμοποιηθεί για δευτερεύουσες χρήσεις, όπως στην άρδευση πρασίνου και σε καζανάκια τουαλέτας, έπειτα από μια σχετικά απλή επεξεργασία. Οι τεχνολογίες για την επεξεργασία και αξιοποίηση του γκρίζου νερού έχουν εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια, προσφέροντας ένα εύρος επιλογών, από μικρά συστήματα για οικιακή χρήση μέχρι εργοστασιακές λύσεις, εξυπηρετώντας εγκαταστάσεις μεσαίας και μεγάλης κλίμακας όπως ξενοδοχειακές μονάδες, αθλητικές εγκαταστάσεις κ.ά.

Η παρούσα έκδοση συγκεντρώνει την τεχνογνωσία του Global Water Partnership Mediterranean (GWP-Med) που αποκτήθηκε κατά τη 10-ετή υλοποίηση του Προγράμματος Μη Συμβατικών Υδατικών Πόρων (ΜΣΥΠ) στη Μεσόγειο (2008-2018) και στοχεύει να λειτουργήσει ως ένας συνοπτικός οδηγός αναφοράς για συστήματα συλλογής βρόχινου νερού και ανακύκλωσης γκρίζου νερού. Ο Οδηγός περιλαμβάνει πλήθος τύπων και τεχνολογιών, περιγράφοντας κριτήρια για την επιλογή και το σχεδιασμό τους, και είναι χρήσιμος για επαγγελματίες και ιδιώτες που διερευνούν λύσεις μη συμβατικών υδατικών πόρων σε επίπεδο κατοικίας ή γειτονιάς.

Κωνσταντίνα Τόλη

Senior Programme Officer, GWP-Med

Συντονίστρια Προγράμματος Μη Συμβατικών Υδατικών Πόρων

Περιεχόμενα Τεχνικού Οδηγού

Εισαγωγή	6	B. Ανακύκλωση γκρίζου νερού	25
A. Συλλογή και αποθήκευση βρόχινου νερού	7	B1. Συστήματα φυσικής επεξεργασίας γκρίζου νερού	26
A1. Συστήματα συλλογής και αποθήκευσης βρόχινου νερού - Λειτουργικά μέρη	8	B1.a. Συστήματα φυσικής επεξεργασίας γκρίζου νερού – Λειτουργικά μέρη	27
A2. Συστήματα συλλογής και αποθήκευσης βρόχινου νερού	11	B1.β. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συστημάτων φυσικής επεξεργασίας γκρίζου νερού.....	28
A2.1. Δεξαμενές οπλισμένου σκυροδέματος	12	B2. Συστήματα χημικής επεξεργασίας γκρίζου νερού	29
A2.1a. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα δεξαμενών οπλισμένου σκυροδέματος	13	B2.a. Συστήματα χημικής επεξεργασίας γκρίζου νερού – Λειτουργικά μέρη	30
A2.2. Πλαστικές δεξαμενές	14	B2.β. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συστημάτων χημικής επεξεργασίας γκρίζου νερού	31
A2.2a. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πλαστικών δεξαμενών	15	B3. Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας γκρίζου νερού με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (MBR)	32
A2.3. Μεταλλικές δεξαμενές	16	B3.a. Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας γκρίζου νερού με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (MBR) – Λειτουργικά μέρη	33
A2.3a. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεταλλικών δεξαμενών	17	B3.β. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συστημάτων βιολογικής επεξεργασίας γκρίζου νερού με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (MBR)	34
A2.4. Βαρέλια βροχής	18	Λέξεις-κλειδιά	36
A2.4a. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βαρελιών βροχής	19	Βιβλιογραφικές αναφορές	38
A2.5. Λιμνοδεξαμενές	20		
A2.5a. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα λιμνοδεξαμενών	21		
A2.6. Υπόγειες αρθρωτές δεξαμενές	22		
A2.6a. Εγκατάσταση και χρήση υπόγειων αρθρωτών δεξαμενών	23		
A2.6β. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υπόγειων αρθρωτών δεξαμενών	24		

Εισαγωγή

Ο τεχνικός οδηγός αναπτύχθηκε από το GWP-Med προκειμένου να ενημερώσει και να εκπαιδεύσει επαγγελματίες, υπεύθυνους σχεδιασμού και μηχανικούς ώστε να κατανοήσουν κοινά διαθέσιμες τεχνολογίες συλλογής βρόχινου νερού και ανακύκλωσης γκρίζου νερού. Ο παρών οδηγός στοχεύει επίσης στη διευκόλυνση της επιλογής της κατάλληλης τεχνολογίας βάσει των επιθυμητών χρήσεων και των τοπικών συνθηκών.

Ο οδηγός περιλαμβάνει κατάλογο των πιο κοινών τεχνολογιών συλλογής βρόχινου νερού και ανακύκλωσης γκρίζου νερού. Το μεγαλύτερο πλήθος των αναφερόμενων τεχνολογιών παρουσιάζεται βάσει αναλυτικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης, καθώς και βάσει της εμπειρίας από το Πρόγραμμα Μη Συμβατικών Υδατικών Πόρων στη Μεσόγειο, και θεωρούνται βέλτιστες πρακτικές σε διαφορετικά μέρη του κόσμου. Ο τεχνικός οδηγός περιέχει πληροφορίες για τις τεχνολογίες και περιλαμβάνει:

- Σύντομη περιγραφή
- Κριτήρια σχεδιασμού
- Αρχές λειτουργίας
- Εφαρμοσιμότητα
- Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Τα ακόλουθα σήματα υποδεικνύουν την καταλληλότητα της τεχνολογίας ανά επίπεδο εφαρμογής:



Νοικοκυριό - Οικία



Γειτονιά - Πολυκατοικία



Αγροτικές περιοχές

Το Πρόγραμμα Μη Συμβατικών Υδατικών Πόρων στη Μεσόγειο (www.gwrpmed.org/NCWR) είναι ένα πολυεταίρικό πρόγραμμα που σχεδιάστηκε και υλοποιείται από το GWP-Med σε συνεργασία με τις τοπικές και τις εθνικές αρχές στην Ελλάδα, την Ιταλία, την Κύπρο και τη Μάλτα, με την οικονομική υποστήριξη του Ιδρύματος της Coca-Cola. Το Πρόγραμμα στοχεύει στην προώθηση της χρήσης μη συμβατικών υδατικών πόρων ως μια βιώσιμη και αποδοτική από πλευράς κόστους πρακτική για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και την υδατική ασφάλεια σε τοπικό επίπεδο.

A.

Συλλογή και αποθήκευση βρόχινου νερού

Τί είναι η συλλογή και αποθήκευση βρόχινου νερού;

Η συλλογή βρόχινου νερού αφορά στη συλλογή και αποθήκευση βρόχινου νερού για επαναχρησιμοποίηση επιτόπου (συνήθως), αντί να αφήνεται να απορρέει και να χάνεται. Η πρακτική εφαρμόζεται από τα αρχαία χρόνια και είναι κατάλληλη για περιοχές με μέση ετήσια βροχόπτωση άνω των 400 χιλ.

Γιατί να συλλέγουμε βρόχινο νερό;

Τα σύγχρονα συστήματα βρόχινου νερού - με κατάλληλη διαχείριση και συντήρηση - είναι απολύτως ασφαλή και αποδίδουν νερό καλής ποιότητας. Μπορεί κανείς να αυξήσει τη διαθεσιμότητα νερού και να μειώσει τη ζήτηση του νερού από το κεντρικό δίκτυο υδροδότησης μέσω της αξιοποίησης του βρόχινου νερού για μη-πόσιμες χρήσεις, όπως τα καζανάκια, η άρδευση, το πλύσιμο των οχημάτων, αλλά και να αυξήσει τα επίπεδα εδαφικής υγρασίας για αστικό πράσινο, να ελαττώσει τα αστικά πλημμυρικά φαινόμενα και να βελτιώσει την ποιότητα του υδροφόρου ορίζοντα.

Πώς γίνεται η συλλογή βρόχινου νερού;

Το βρόχινο νερό μπορεί να συλλεγεί από την οροφή ενός κτιρίου ή από άλλες επιφάνειες συλλογής. Στη συνέχεια διοχετεύεται μέσω υδρορροών και σωλήνων σε μια δεξαμενή αποθήκευσης. Η δεξαμενή μπορεί να κατασκευαστεί από ένα πλήθος υλικών. Η προτιμυτέα θέση για μια δεξαμενή συλλογής είναι κάτω από το έδαφος, προστατευμένη από το φως του ήλιου, καθώς αυτό ελαχιστοποιεί την ανάπτυξη άλγεων στο αποθηκευμένο νερό.

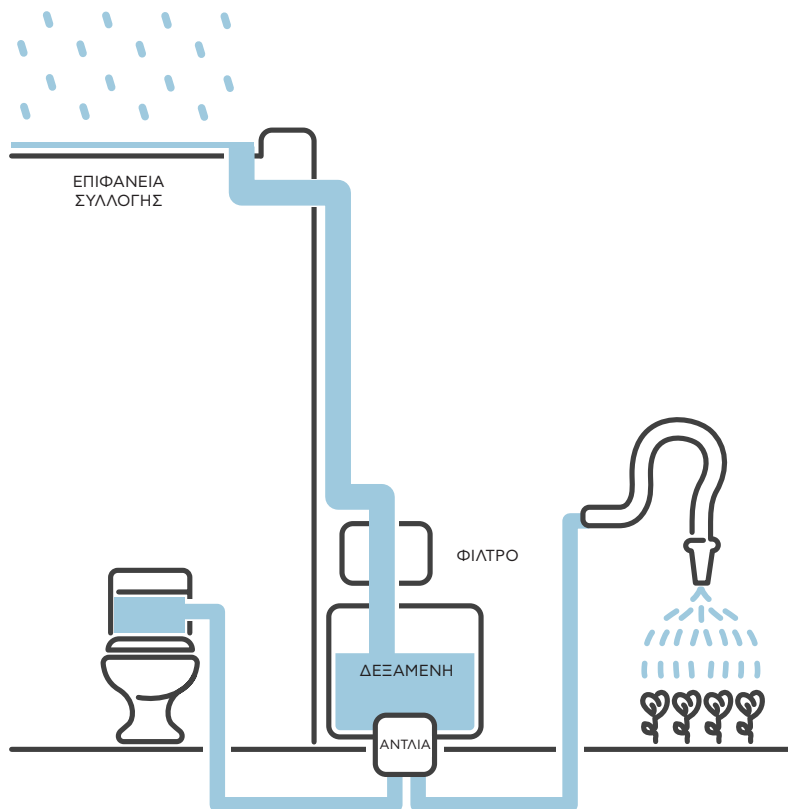
A1

Συστήματα συλλογής και αποθήκευσης βρόχινου νερού - Λειτουργικά μέρη

Βασικές αρχές λειτουργίας

Ένα συμβατικό σύστημα συλλογής βρόχινου νερού αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά μέρη:

- α. Επιφάνεια συλλογής
- β. Σύστημα μεταφοράς
- γ. Εγκατάσταση δεξαμενής αποθήκευσης
- δ. Σύστημα διάθεσης



Εικόνα 1: Απλό σχηματικό διάγραμμα επιφάνειας συλλογής που περιλαμβάνει σύστημα μεταφοράς και εγκατάσταση αποθήκευσης

α. Επιφάνεια συλλογής:

Η επιφάνεια συλλογής είναι το πρώτο σημείο επαφής του βρόχινου νερού. Η επιφάνεια συλλογής είναι στις περισσότερες περιπτώσεις η οροφή μιας κατοικίας ή ενός κτιρίου. Η επιφάνεια της οροφής και το υλικό κατασκευής της επηρεάζουν την αποδοτικότητα του συστήματος συλλογής βρόχινου νερού, καθώς και την ποιότητα του συλλεγόμενου νερού.

Υλικό κατασκευής: η επιφάνεια συλλογής πρέπει να είναι κατασκευασμένη από μη τοξικά υλικά. Όσο πιο λεία είναι η επιφάνεια, τόσο περισσότερο νερό συλλέγεται. Προτείνονται τα ακόλουθα υλικά:

- Σκυρόδεμα και κεραμίδια. Για να μειωθεί η απώλεια νερού, οι πλάκες πρέπει να είναι βαμμένες ή επενδεδυμένες με σφραγιστικό. Η οροφή πρέπει να επενδυθεί με ένα ειδικό σφραγιστικό για να αποφευχθεί η ανάπτυξη βακτηρίων σε πορώδες υλικό.
- Μεταλλικές οροφές. Συστήνονται πάντοτε επειδή αποβάλλουν εύκολα τους ρυπαντές και η υφή τους είναι αρκετά λεία για συλλογή νερού.
- Σχιστόλιθος. Η λειότητά του το καθιστά ιδανικό για επιφάνειες συλλογής για πόσιμες χρήσεις.
- Ξύλο, πίσσα, άσφαλτος, χαλίκι. Είναι σπάνια υλικά οροφής και το νερό που συλλέγεται χρησιμοποιείται μόνο για άρδευση.

β. Σύστημα μεταφοράς:

Οι υδρορροές αποτελούν τον ευκολότερο τρόπο μεταφοράς του βρόχινου νερού από την οροφή

εντός κτιρίου προς το χώρο αποθήκευσής του, καθώς συνδέονται στην άκρη της οροφής και καταλήγουν στην επιθυμητή θέση αποθήκευσης. Πρέπει να χρησιμοποιούνται χημικώς αδρανή υλικά. Τα πιο κοινά υλικά κατασκευής υδρορροών είναι: PVC, βινύλιο, αλουμίνιο, γαλβανισμένος χάλυβας. Η διάσταση των υδρορροών και η μέθοδος εγκατάστασης εξαρτάται από το σχήμα της επιφάνειας συλλογής.

γ. Εγκατάσταση αποθήκευσης:

Το βρόχινο νερό συλλέγεται τελικά σε μια δεξαμενή αποθήκευσης που μπορεί να κατασκευαστεί είτε ως τμήμα ενός κτηρίου είτε ως ανεξάρτητη μονάδα σε κάποια απόσταση από το κτίριο. Η δεξαμενή πρέπει να κατασκευαστεί από χημικώς αδρανή υλικά. Κατάλληλα υλικά είναι: οπλισμένο σκυρόδεμα, ίνες υάλου (fiberglass), ανοξείδωτος χάλυβας. Για την καλή λειτουργία του συστήματος και την καλή ποιότητα του αποθηκευμένου νερού, το σύστημα αποθήκευσης πρέπει να περιλαμβάνει επίσης:

- Σταθερό και ασφαλές κάλυμμα
- Σχάρες ή/και φίλτρα
- Σωλήνα υπερχειλίσης
- Σύστημα παροχής που δεν ρυπαίνει το νερό, π.χ. βρύση ή αντλία
- Φρεάτιο επίσκεψης, φρεάτιο άντλησης, αποστράγγιση για διευκόλυνση του καθαρισμού.

Σχεδιασμός των δεξαμενών:

Η διαθέσιμη παροχή βρόχινου νερού εξαρτάται από την ετήσια βροχόπτωση, τη διαθέσιμη επιφάνεια συλλογής (π.χ. οροφή) και το συντελεστή απορροής. Ο όγκος του βρόχινου νερού που μπορεί να συλλεγεί σε μια δεξαμενή καθώς και η απαιτούμενη διάστασή της μπορούν να υπολογιστούν με την ακόλουθη εξίσωση:

$$\begin{aligned} &\text{Ετήσια παροχή βρόχινου νερού (λ)} \\ &= \\ &\quad \text{βροχόπτωση (χιλ./έτος)} \\ &\quad \times \\ &\quad \text{επιφάνεια (τ.μ.)} \\ &\quad \times \\ &\quad \text{συντελεστής απορροής.} \end{aligned}$$

Οι τυπικές τιμές του συντελεστή απορροής για συλλογή βρόχινου νερού από οροφές εξαρτώνται από το υλικό της επιφάνειας. Παρακάτω παρατίθενται κάποια παραδείγματα συντελεστών απορροής:

Υλικό οροφής	Τυπική τιμή συντελεστή απορροής
Μέταλλο	0.8 - 0.9
Κεραμίδια	0.5
Σκυρόδεμα	0.75 - 0.9
Χαλίκι	0.8 - 0.85

δ. Σύστημα διάθεσης του νερού:

Η τελική χρήση του βρόχινου νερού πρέπει να αποφασιστεί προκειμένου να εγκατασταθεί ένα κατάλληλο σύστημα διάθεσης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έναν αριθμό δευτερευόντων χρήσεων, όπως περιληπτικά αναφέρονται παρακάτω:

i) Χρήση βρόχινου νερού σε εξωτερικούς χώρους

Η πιο κοινή χρήση του φιλτραρισμένου βρόχινου νερού που έχει συλλεχθεί είναι για εξωτερικές χρήσεις, όπως:

- Άρδευση τοπίου
- Καλλιέργειες
- Πλύσιμο αυτοκινήτου
- Πυρόσβεση και πυροπροστασία
- Καθαρισμός αυλής

ii) Χρήση βρόχινου νερού στο σπίτι

Το βρόχινο νερό μπορεί να φιλτραριστεί βάσει των απαιτήσεων της τελικής χρήσης του και αποτελεί μια καλή πηγή νερού για δευτερεύουσες χρήσεις σε εσωτερικό χώρο, όπως:

- Πλυντήρια ρούχων
- Καζανάκια
- Ντους και μπανιέρες

A2

Συστήματα συλλογής και αποθήκευσης βρόχινου νερού

Κριτήρια σχεδιασμού:

Οι δεξαμενές που αποθήκευουν το βρόχινο νερό μετά την συλλογή του ποικίλουν ως προς τις διαστάσεις και τα υλικά τους. Τα κριτήρια επιλογής είναι:

- α. η ποσότητα του νερού προς συλλογή και αποθήκευση
- β. η ζήτηση νερού για τη συγκεκριμένη πηγή νερού
- γ. το κόστος της τεχνολογίας.

Οι πιο κοινά χρησιμοποιούμενοι τύποι δεξαμενών αποθήκευσης βρόχινου νερού είναι:

- Δεξαμενές σκυροδέματος
- Πλαστικές δεξαμενές
- Μεταλλικές δεξαμενές
- Βαρέλια βρόχινου νερού
- Λιμνοδεξαμενές
- Υπόγειες αρθρωτές δεξαμενές.

A2.1

Δεξαμενές οπλισμένου σκυροδέματος



Οι **δεξαμενές οπλισμένου σκυροδέματος** χρησιμοποιούνται τόσο σε αστικές όσο και σε αγροτικές περιοχές. Το κύριο χαρακτηριστικό των υπόγειων δεξαμενών οπλισμένου σκυροδέματος είναι ότι κατασκευάζονται για να συλλέγουν μεγάλους όγκους νερού σε περιοχές με μικρό διαθέσιμο χώρο, όπου δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση δεξαμενών στην επιφάνεια του εδάφους ή όπου απαιτείται αποθήκευση νερού χαμηλότερης θερμοκρασίας. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την εξυπηρέτηση κοινοτήτων, αλλά μπορούν να εξυπηρετήσουν και ιδιωτικές εγκαταστάσεις.

Το βρόχινο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δευτερεύουσες χρήσεις όπως:

- Άρδευση
- Καζανάκια τουαλέτας
- Πλύσιμο αυτοκινήτων
- Καθάρισμα εξωτερικών χώρων.



Εικόνα 2:

Άνω: Συντήρηση της κύριας δημοτικής δεξαμενής νερού στο Καστελόριζο (πηγή: GWP-Med)
Αριστερά: Κατασκευή δεξαμενής οπλισμένου σκυροδέματος στην Αστυπάλεια (πηγή: GWP-Med)

A2.1a

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα δεξαμενών οπλισμένου σκυροδέματος

Πλεονεκτήματα

- Υπόγειες ή υπέργειες δεξαμενές
- Δυνατότητα επεξεργασίας για πόσιμο νερό
- Εξατομικευμένη προσαρμογή

Μειονεκτήματα

- Υψηλό κόστος κατασκευής
- Μεγάλος χρόνος κατασκευής
- Υψηλό κόστος συντήρησης
- Λιμνάζοντα νερά
- Χωρικοί περιορισμοί
- Απαίτηση αδειοδοτήσεων

A2.2

Πλαστικές δεξαμενές



Οι **πλαστικές δεξαμενές** χρησιμοποιούνται τόσο σε αστικές όσο και σε αγροτικές περιοχές. Η απλότητα της κατασκευής τους καθιστά την εγκατάστασή τους εύκολη. Οι πλαστικές δεξαμενές είναι ιδανικές για την αποθήκευση νερού που προορίζεται για:

- Απόθεμα ασφαλείας
- Πυρόσβεση και πυροπροστασία
- Καζανάκια
- Άρδευση τοπίου
- Πλύσιμο αυτοκινήτων
- Καθάρισμα εξωτερικών χώρων



Εικόνα 3:

Άνω: Πλαστική δεξαμενή συλλογής βρόχινου νερού εγκατεστημένη από τη UNICEF - Rwanda (πηγή: E. Dusingizumuremyi, SuSanA Secretariat)

Αριστερά: Πλαστική δεξαμενή συλλογής βρόχινου νερού εγκατεστημένη στην Αναφορά, Cairo (πηγή: Μαριέλα Αντωνακοπούλου)

A2.2a

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πλαστικών δεξαμενών

Πλεονεκτήματα

- Ελαφριά κατασκευή
- Χαμηλό κόστος για μικρές διαστάσεις
- Γρήγορη εγκατάσταση
- Εύκολη μεταφορά
- Εύκολη συντήρηση
- Κατάλληλες για πόσιμο νερό

Μειονεκτήματα

- Εύθραυστες
- Λιμνάζοντα νερά
- Υψηλό κόστος για μεγάλες διαστάσεις
- Περιορισμοί στη συνδεσμολογία

A2.3

Μεταλλικές δεξαμενές



Οι **μεταλλικές δεξαμενές** χρησιμοποιούνται συχνά σε αγροτικές περιοχές για αποθήκευση βρόχινου νερού και για διαχείριση όμβριων υδάτων και πλημμυρικού νερού. Το νερό που συλλέγεται, αξιοποιείται κυρίως για άρδευση καλλιεργειών, πλύσιμο και άλλες δευτερεύουσες χρήσεις.



Εικόνα 4:

Μεταλλικές δεξαμενές έχουν εγκατασταθεί στην Ίο, τη Φολέγανδρο, τη Σίκινο, την Τήλο. Εδώ φαίνονται τα συστήματα στην Σίκινο (άνω) και στην Τήλο (κάτω) (πηγή: GWP-Med)

A2.3a

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεταλλικών δεξαμενών

Πλεονεκτήματα

- Εύκολη μεταφορά
- Εύκολη και γρήγορη εγκατάσταση
- Λογικό κόστος
- Μεγάλο εύρος διαστάσεων
- Εύκολη συντήρηση

Μειονεκτήματα

- Λιμνάζοντα νερά
- Ευστάθεια δεξαμενής
- Ευαισθησία σε νερό με υψηλή αλατότητα

A2.4

Βαρέλια βροχής



Τα **βαρέλια βροχής**, συλλέγουν και αποθήκευουν το βρόχινο νερό και ανήκουν στην κατηγορία των τεχνολογιών της ήπιας ανάπτυξης. Η ήπια ανάπτυξη είναι μια προσέγγιση για τη χωρική ανάπτυξη και την ανακατασκευή των πόλεων που εστιάζει στην προστασία από τις πλημμύρες μέσω ήπιων παρεμβάσεων που μειώνουν την επιφανειακή απορροή σε πυκνοδομημένες περιοχές. Τα βαρέλια αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συστήματα φιλτραρίσματος του βρόχινου νερού για μικρούς βροχόκτοπους ή και ως μικρά συστήματα επαναχρησιμοποίησης. Το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

- Εμπλουτισμό των υπόγειων υδάτων
- Άρδευση
- Άλλες οικιακές χρήσεις.



Εικόνα 5: Βαρέλι βροχής εγκατεστημένο σε νηπιαγωγείο στην Άνδρο (πηγή: GWP-Med)

A2.4a

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βαρελιών βρόχης

Πλεονεκτήματα

- Φυσικό σύστημα / Απλή τεχνολογία
- Αύξηση του αστικού πράσινου
- Αύξηση αξίας γης
- Βελτίωση μικροκλίματος

Μειονεκτήματα

- Απαιτεί επαγγελματική εμπειρία
- Συχνή συντήρηση
- Κίνδυνος απόφραξης από φερτά υλικά

A2.5

Λιμνοδεξαμενές



Οι **λιμνοδεξαμενές** είναι είδη ταμιευτήρων που συγκεντρώνουν το βρόχινο νερό και την επιφανειακή απορροή ομβρίων και ρεμάτων. Αυτές οι δεξαμενές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για:

- Παροχή νερού
- Άρδευση
- Έλεγχο πλημμυρών
- Έλεγχο φερτών υλικών.

Οι λιμνοδεξαμενές αποτελούν σημαντικά έργα παροχής νερού για διάφορες χρήσεις, κυρίως σε αγροτικές κοινότητες και νησιά, με πολλαπλά ωφέλη για τον πληθυσμό.



Εικόνα 6:

Άνω: Λιμνοδεξαμενή στη Νίσυρο
Αριστερά: Λιμνοδεξαμενή στην Αστυπάλεια (πηγή: GWP-Med)

A2.5a

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα λιμνοδεξαμενών

Πλεονεκτήματα

- Μεγάλος όγκος νερού
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Πολλαπλές χρήσεις και εφαρμογές
- Προστασία από τις πλημμύρες και την ξηρασία

Μειονεκτήματα

- Επιφανειακή εξάτμιση
- Λιμνάζοντα νερά
- Δυσκολίες επισκευής
- Απαιτεί επαγγελματική εμπειρία στο σχεδιασμό
- Χωρικοί περιορισμοί
- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

A2.6

Υπόγειες αρθρωτές δεξαμενές



Οι **υπόγειες αρθρωτές δεξαμενές** συλλέγουν νερό μέσω επιφανειακής απορροής και διήθησης, το οποίο μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ή να αξιοποιηθεί για φυσικό εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα. Με αυτό τον τρόπο, συνδράμουν και στην αντιπλημμυρική προστασία.

Η δεξαμενή αποτελείται από μονάδες με αρθρωτή δομή, έχει μικρό βάρος και εξασφαλίζει κενό χώρο για αποθήκευση νερού κατά 95%. Οι μονάδες είναι κατασκευασμένες από υψηλής ανθεκτικότητας ανακυκλώσιμο πολυπροπυλένιο και το σύστημα έχει διάρκεια ζωής περίπου 20 ετών.

Το αποθηκευμένο βρόχινο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δευτερεύουσες χρήσεις όπως:

- Άρδευση-πότισμα
- Καζανάκια
- Πλύσιμο αυτοκινήτου.



Εικόνα 7:
Άνω: Εγκατάσταση αρθρωτής δεξαμενής στη Σύρο (πηγή: GWP-Med)
Αριστερά: Συναρμολόγηση μονάδων αρθρωτής δεξαμενής (πηγή: GWP-Med)

A2.6a

Εγκατάσταση και χρήση υπόγειων αρθρωτών δεξαμενών

Η εγκατάσταση ξεκινάει με εκσκαφή και διαμόρφωση της βάσης. Η βάση στη συνέχεια διαστρώνεται με μία στρώση λεπτόκοκκης άμμου σε πάχος 10 εκατοστών. Στη συνέχεια καλύπτεται με μη υφαντό γεωύφασμα ή/και γεωμεμβράνη, ανάλογα με τις απαιτήσεις αποθήκευσης και επαναχρησιμοποίησης ή εμπλουτισμού των υπογείων υδάτων. Οι μονάδες συναρμολογούνται βάσει της επιθυμητής διαμόρφωσης και τοποθετούνται μέσα στο λάκκο εκσκαφής. Τοποθετούνται οι σωληνώσεις και στη συνέχεια το γεωύφασμα ή/και η γεωμεμβράνη ντύνουν εξωτερικά το σύνολο του διαμορφωμένου πολυαρθρωτού όγκου. Τα πλαίσια της δεξαμενής και η οροφή της επικώνονται με άμμο.

Η υπόγεια φύση των αρθρωτών δεξαμενών επιτρέπει τις επιφανειακές διαμορφώσεις τοπίου, οδικές προσβάσεις ή χώρους στάθμευσης, ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρει στην κατακράτηση όμβριων υδάτων τοπικά.

Εικόνα 8: Εγκατάσταση αρθρωτής δεξαμενής σε σχολείο στο νησί Γκόζο, Μάλτα (πηγή: GWP-Med)



A2.6β

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υπόγειων αρθρωτών δεξαμενών

Πλεονεκτήματα

- Εύκολη μεταφορά
- Σύντομη και εύκολη εγκατάσταση
- Προσαρμόσιμο σε χωρικούς περιορισμούς
- Ιδανικές για ολοκληρωμένη διαχείριση υδάτινων πόρων σε πόλεις
- Δημιουργία πράσινων χώρων
- Χαμηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης
- Ιδανικές για μετασκευές κτιρίων
- Ποικιλία διαστάσεων και σχημάτων

Μειονεκτήματα

- Δύσκολα προσβάσιμη μετά την εγκατάσταση
- Εγκατάσταση και επισκευή μόνο από ειδικούς
- Απαιτείται εκσκαφή για συντήρηση ή επισκευή

B.

Ανακύκλωση γκρίζου νερού

Τί είναι η ανακύκλωση γκρίζου νερού;

Η ανακύκλωση γκρίζου νερού είναι η πρακτική επαναχρησιμοποίησης λυμάτων που προέρχονται από νιπτήρες, μπανιέρες, ντουζιέρες και πλυντήρια ρούχων (“γκρίζο” νερό) σε κτήρια κατοικιών, εμπορικά ή βιομηχανικά, για δευτερεύουσες χρήσεις σε νοικοκυριά, κοινότητες ή βιομηχανίες. Τα λύματα που προέρχονται από την τουαλέτα χαρακτηρίζονται επίσης και ως “μαύρο” νερό. Η ανακύκλωση γκρίζου νερού είναι μια βιώσιμη προσέγγιση στη διαχείριση υδατικών πόρων και μακροπρόθεσμα μπορεί να είναι οικονομικά αποδοτική.

Γιατί να ανακυκλώνουμε γκρίζο νερό;

Η ανακύκλωση γκρίζου νερού συνεισφέρει στην αύξηση της διαθεσιμότητας του νερού, μειώνει τη ζήτηση νερού από το κεντρικό δίκτυο ύδρευσης και μειώνει το φορτίο λυμάτων στα συστήματα αποχέτευσης. Επίσης, η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση νερού τοπικά, μειώνει την απαιτούμενη ενέργεια για τη μεταφορά νερού και λυμάτων, καθώς και την ανάγκη άντλησης υπόγειων υδάτων.

Πώς γίνεται η επεξεργασία του γκρίζου νερού;

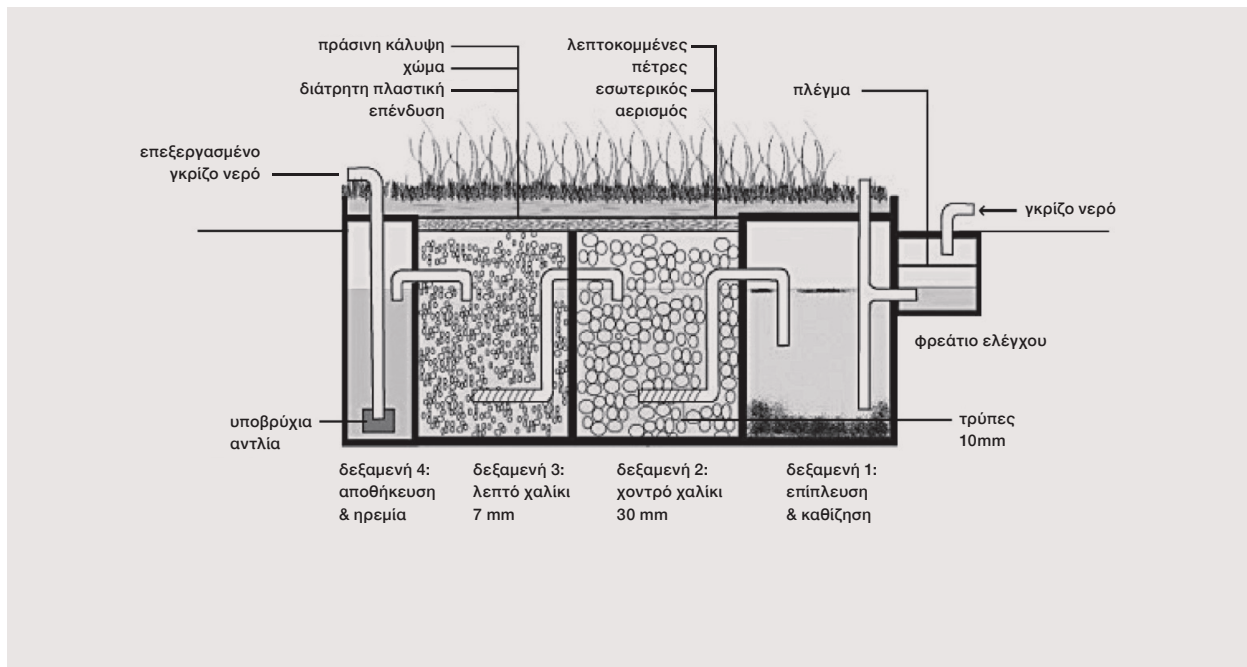
Η επιλογή της κατάλληλης επεξεργασίας εξαρτάται από την τελική χρήση του επεξεργασμένου γκρίζου νερού. Η επεξεργασία του γκρίζου νερού μπορεί να γίνει με **φυσικά, χημικά ή βιολογικά συστήματα**. Οι περισσότερες μονάδες επεξεργασίας που θα βρει κανείς στη βιβλιογραφία βασίζονται σε φυσικές διεργασίες (π.χ. καθίζηση και απολύμανση), ενώ οι πιο προηγμένες περιλαμβάνουν χημικές ή βιολογικές διεργασίες. Η πιο προηγμένη τεχνολογία επεξεργασίας γκρίζου νερού βασίζεται στη χρήση μεμβρανών και στην επεξεργασία γκρίζου νερού με βιολογική διεργασία.

B1

Συστήματα φυσικής επεξεργασίας γκρίζου νερού



Τα συστήματα φυσικής επεξεργασίας γκρίζου νερού αποτελούνται από διαμερίσματα για καθίζηση και από αμμόφιλτρα, και συνήθως έχουν κάποια φυτοκάλυψη στην οροφή τους. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε οικιακό επίπεδο σε αγροτικές περιοχές. Συστήνεται το επεξεργασμένο νερό να χρησιμοποιείται μόνο για δευτερεύουσες χρήσεις.



Εικόνα 9: Σύστημα επεξεργασίας γκρίζου νερού με φυσικές διεργασίες (Πρωτότυπη πηγή: Physical greywater treatment system used in Qebia Village, Palestine Πηγή: Burnat and Eshtayah, 2010)

B1.a

Συστήματα φυσικής επεξεργασίας γκρίζου νερού – Λειτουργικά μέρη

Κριτήρια σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος φυσικής επεξεργασίας γκρίζου νερού εξαρτάται από την:

- Ποιότητα και την ποσότητα του γκρίζου νερού προς επεξεργασία
- Τελική χρήση του επεξεργασμένου γκρίζου νερού.

Βασικές αρχές λειτουργίας και λειτουργικά μέρη:

α) Δεξαμενή συλλογής γκρίζου νερού

Οι σωληνώσεις γκρίζου και μαύρου νερού πρέπει να είναι χωριστές. Το γκρίζο νερό συλλέγεται σε μια ειδική δεξαμενή συλλογής νερού πριν τη διαδικασία επεξεργασίας. Η διάσταση της δεξαμενής εξαρτάται από την ποσότητα του νερού προς επεξεργασία.

β) Κύρια διαδικασία επεξεργασίας

Επεξεργασία με φυσικές διεργασίες.

γ) Εγκαταστάσεις αποθήκευσης

Το επεξεργασμένο γκρίζο νερό αποθηκεύεται έτοιμο προς επαναχρησιμοποίηση σε μια δεξαμενή. Η διάσταση της δεξαμενής εξαρτάται από την ποσότητα του επεξεργασμένου νερού και τη συχνότητα χρήσης του.

δ) Τελικές χρήσεις

Το ανακυκλωμένο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

Άρδευση καλλιεργειών (κυρίως οπωροφόρων δέντρων και αμπελιών και μη εδώδιμων προϊόντων), εμπλουτισμό υπογείων υδάτων που δε χρησιμοποιούνται για απολήψεις πόσιμου νερού, υγρότοπων, οικότοπων άγριας πανίδας, για αύξηση ροής ρεμάτων καθώς και για ψύξη σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

B1.β

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συστημάτων φυσικής επεξεργασίας γκρίζου νερού

Πλεονεκτήματα

- Κατασκευάζονται και επισκευάζονται με τοπικά υλικά
- Δεν απαιτούνται χημικές ουσίες ή ηλεκτρική ενέργεια
- Διάρκεια ζωής πάνω από 5 έτη
- Δεν παράγουν οσμές ούτε προσελκύουν έντομα εφόσον λειτουργούν σωστά
- Χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας

Μειονεκτήματα

- Συχνή παρακολούθηση
- Μικρή μείωση παθογόνων, στερεών και οργανικών ουσιών
- Χαμηλή κοινωνική αποδοχή
- Περιορισμένες τελικές χρήσεις

B2

Συστήματα χημικής επεξεργασίας γκριζου νερού



Τα συστήματα ανακύκλωσης γκριζου νερού συνδυάζονται με χημικές διεργασίες όταν χρησιμοποιούνται για άρδευση αστικού πρασίνου σε εξωτερικούς χώρους όπου υπάρχει πιθανότητα ανθρώπινης επαφής, όπως οι πράσινες οροφές και οι κήποι. Τα χημικά συστήματα ανακύκλωσης γκριζου νερού αποτελούνται από δεξαμενές αποθήκευσης, φίλτρα, αντλίες και η επεξεργασία γίνεται με ενεργό άνθρακα, αργιλικά φίλτρα και απολύμανση (π.χ. κλωρίωση, υπεριώδη ακτινοβολία).



Εικόνα 10:

Άνω: Σύστημα ανακύκλωσης γκριζου νερού με χημικές διεργασίες εγκατεστημένο στη Μάλτα (πηγή: GWP-Med)

Αριστερά: Σύστημα ανακύκλωσης γκριζου νερού με χημικές διεργασίες εγκατεστημένο στην Κύπρο (πηγή: GWP-Med)

B2.a

Συστήματα χημικής επεξεργασίας γκρίζου νερού – Λειτουργικά μέρη

Κριτήρια σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος χημικής επεξεργασίας γκρίζου νερού εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, μεταξύ των οποίων:

- Ποιότητα και την ποσότητα του γκρίζου νερού προς επεξεργασία
- Τελική χρήση του επεξεργασμένου γκρίζου νερού.

Βασικές αρχές λειτουργίας και λειτουργικά μέρη:

α) Δεξαμενή συλλογής γκρίζου νερού

Οι σωληνώσεις γκρίζου και μαύρου νερού πρέπει να είναι χωριστές. Το γκρίζο νερό συλλέγεται σε ειδική δεξαμενή συλλογής νερού πριν τη διαδικασία επεξεργασίας. Η διάσταση της δεξαμενής εξαρτάται από την ποσότητα του νερού προς επεξεργασία. Το υλικό πρέπει να είναι ανθεκτικό σε συνήθη χημικά (π.χ. κλώριο).

β) Κύρια διαδικασία επεξεργασίας

Επεξεργασία με χημικές διεργασίες

γ) Εγκαταστάσεις αποθήκευσης

Το επεξεργασμένο γκρίζο νερό αποθηκεύεται έτοιμο προς επαναχρησιμοποίηση σε μια δεξαμενή. Η διάσταση της δεξαμενής εξαρτάται από την ποσότητα του επεξεργασμένου νερού και την τελική χρήση του.

δ) Τελικές χρήσεις

Το ανακυκλωμένο νερό μπορεί να αποτελέσει πηγή για δευτερεύουσες χρήσεις όπου υπάρχει πιθανότητα ανθρώπινης επαφής, όπως: άρδευση καλλιεργειών, καζανάκια, πλύσιμο αυτοκινήτου, άρδευση τοπίου, αθλητικών εγκαταστάσεων-γηπέδων και χώρων αναψυχής αλλά και για εμπλουτισμό υπογείων υδάτων.

B2.β

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συστημάτων χημικής επεξεργασίας γκρίζου νερού

Πλεονεκτήματα

- Υψηλή μείωση παθογόνων, στερεών και οργανικών ουσιών
- Δεν παράγουν οσμές ούτε προσελκύουν έντομα εφόσον λειτουργούν σωστά
- Μέτρια λειτουργικά κόστη που εξαρτώνται από τη συχνότητα λειτουργίας

Μειονεκτήματα

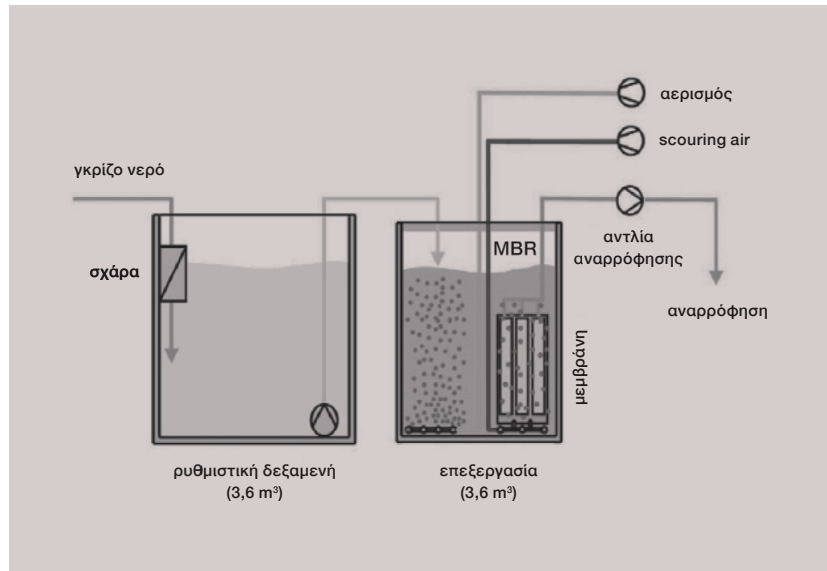
- Σχεδιασμός μόνο από ειδικούς
- Συχνή παρακολούθηση από ειδικούς
- Χαμηλή κοινωνική αποδοχή
- Υψηλό κόστος
- Ειδικά χημικά και ηλεκτρική ενέργεια

B3

Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας γκρίζου νερού με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (MBR)



Τα συστήματα ανακύκλωσης γκρίζου νερού με τεχνολογία βιοαντιδραστήρων μεμβρανών (MBR) εφαρμόζουν έναν εξαιρετικά αποτελεσματικό συνδυασμό της αρχής λειτουργίας του βασικού συστήματος ενεργού ιλύος για τη βιοδιάσπαση της οργανικής ύλης με σύστημα διήθησης μέσω ημιπερατών μεμβρανών για το διαχωρισμό υγρών-στερεών. Λόγω της σχετικά χαμηλής περιεκτικότητας του σε ρύπους, το γκρίζο νερό είναι εύκολο να καθαριστεί με τέτοιου είδους τεχνολογίες. Οι ρύποι αποσυντίθενται από τα βακτήρια της δεξαμενής ενεργού ιλύος. Το επεξεργασμένο γκρίζο νερό είναι υψηλής ποιότητας. Η τεχνολογία MBR είναι μια καινοτόμος λύση επεξεργασίας γκρίζου νερού λόγω της αξιοπιστίας της και της δυνατότητας επιτυχούς απομάκρυνσης παθογόνων.



Εικόνα 11:

Άνω: Διάγραμμα συστήματος ανακύκλωσης γκρίζου νερού με τεχνολογία MBR (πηγή: Catalogue of Technologies for Integrated Urban Water Management, 2014)
Αριστερά: Σύστημα ανακύκλωσης γκρίζου νερού με τεχνολογία MBR (πηγή: SYSTEMA AZUD, S.A.)

B3.a

Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας γκρίζου νερού με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (MBR) – Λειτουργικά μέρη

Κριτήρια σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος βιολογικής επεξεργασίας γκρίζου νερού με τεχνολογία MBR εξαρτάται από την:

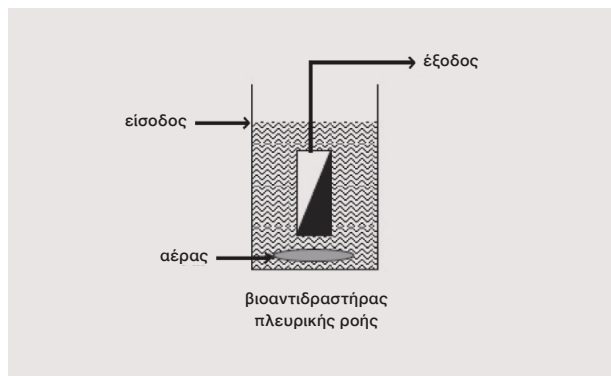
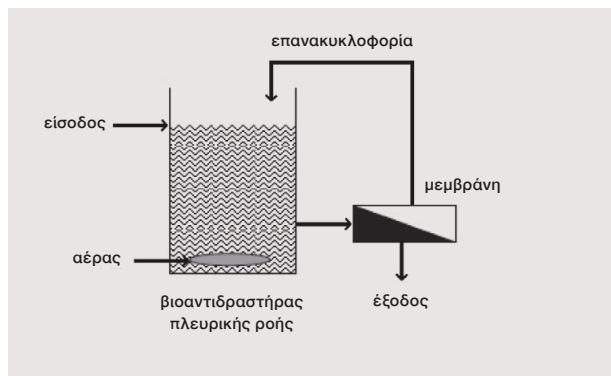
- Ποιότητα και την ποσότητα του γκρίζου νερού προς επεξεργασία
- Τελική χρήση του επεξεργασμένου γκρίζου νερού.

Βάσει των παραπάνω, τα ακόλουθα κριτήρια λαμβάνονται επιπλέον υπόψη:

- Τύπος της μεμβράνης διήθησης χαμηλής πίεσης: μικροδιήθηση (Microfiltration, MF) ή υπερδιήθηση (Ultrafiltration, UF) χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό της εκροής επεξεργασμένου γκρίζου νερού από την ενεργό ιλύ. Οι μεμβράνες μικροδιήθησης (MF) ή υπερδιήθησης (UF) παρέχουν αυξημένο βαθμό απομάκρυνσης αιωρούμενων στερεών και μικροβίων. Ειδικά οι μεμβράνες UF είναι αποτελεσματικές για απομάκρυνση ιών.

- Ρυθμίσεις MBR:

Μεμβράνες εσωτερικές / εμβαπτιζόμενες ή εξωτερικές / πλευρικής ροής. Οι εμβαπτιζόμενες χρησιμοποιούνται συχνότερα για επεξεργασία σε οικιακό επίπεδο.



Εικόνα 12:

Διάγραμμα συστήματος ανακύκλωσης γκρίζου νερού με τεχνολογία MBR. Τύποι: πλευρικής ροής (άνω) και εμβαπτιζόμενη (κάτω) (πηγή: Catalogue of Technologies for Integrated Urban Water Management, 2014)

B3.a

Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας γκρίζου νερού με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (MBR)

– Λειτουργικά μέρη (συνέχεια)

Βασικές αρχές λειτουργίας και λειτουργικά μέρη:

α) Δεξαμενή συλλογής γκρίζου νερού

- Οι σωληνώσεις γκρίζου και μαύρου νερού πρέπει να είναι χωριστές. Το γκρίζο νερό συλλέγεται σε μια ειδική δεξαμενή συλλογής νερού πριν τη διαδικασία επεξεργασίας. Η διάσταση της δεξαμενής εξαρτάται από την ποσότητα του νερού προς επεξεργασία.
- Υλικό: Δεξαμενές πολυεστέρα ενισχυμένου με ίνες υάλου (Fiberglass Reinforced Polyester - FRP) ή άλλο υλικό ανθεκτικό σε συνήθη χημικά (π.χ. κλώριο).

β) Κύρια διαδικασία επεξεργασίας

Επεξεργασία με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (MBR)

γ) Εγκαταστάσεις αποθήκευσης

- Το επεξεργασμένο γκρίζο νερό αποθηκεύεται έτοιμο προς επαναχρησιμοποίηση σε μια δεξαμενή της οποίας η διάσταση εξαρτάται από την ποσότητα του επεξεργασμένου νερού.
- Συστηνόμενο υλικό: πολυεστέρας ενισχυμένου με ίνες υάλου (Fiberglass Reinforced Polyester - FRP) ή άλλο υλικό ανθεκτικό στο κλώριο.

δ) Τελικές χρήσεις

Το ανακυκλωμένο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δευτερεύουσες χρήσεις όπου υπάρχει πιθανότητα ανθρώπινης επαφής. Μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για: άρδευση εδώδιμων καλλιεργειών και αστικών χώρων, καζανάκια, πλύσιμο αυτοκινήτου, άρδευση τοπίου, αθλητικών εγκαταστάσεων-γηπέδων και χώρων αναψυχής καθώς και για εμπλουτισμό υπογείων υδάτινων σωμάτων.

Β3.β

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συστημάτων βιολογικής επεξεργασίας γκρίζου νερού με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (MBR)

Πλεονεκτήματα

- Μικρό οικολογικό αποτύπωμα και μικρός όγκος αντιδραστήρα
- Μειωμένη παραγωγή ιλύος
- Καλή ποιότητα νερού εκροής
- Αποτελεσματική απομάκρυνση βακτηρίων και ιών
- Χαμηλότερη ευαισθησία σε υψηλά φορτία ρύπων
- Προσαρμογή του συστήματος σε διαφορετικές ρυθμίσεις της μεμβράνης
- Εύκολη συντήρηση της μεμβράνης
- Αξιόπιστος έλεγχος των παραμέτρων ρύπανσης της μεμβράνης
- Παράλληλη εξέλιξη συστήματος και βιολογικών διεργασιών

Μειονεκτήματα

- Υψηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης
- Προηγμένα συστήματα ελέγχου
- Σχεδιασμός από ειδικούς
- Πιθανότητα ίλυος στη φάση της απόχυσης
- Συχνή ρύπανση και απόφραξη των μεμβρανών
- Περιορισμοί λόγω ορίων ανοχής της μεμβράνης
- Μικρός αριθμός προμηθευτών παγκοσμίως
- Λίγοι εκπαιδευμένοι τεχνικοί συντήρησης

Λέξεις - κλειδιά / Συλλογή και αποθήκευση βρόχινου νερού



Δεξαμενές σκυροδέματος

- Υπόγειες / Υπέργειες δεξαμενές σκυροδέματος
- Κατασκευή δεξαμενής νερού από σκυρόδεμα

Πλαστικές δεξαμενές

- Πλαστικές δεξαμενές αποθήκευσης νερού
- Πλαστικές δεξαμενές συλλογής βρόχινου νερού
- Πλαστικό ντεπόζιτο νερού

Μεταλλικές δεξαμενές

- Μεταλλικές δεξαμενές αποθήκευσης νερού
- Ανοιξείδωτες δεξαμενές συλλογής βρόχινου νερού

Βαρέλια βροχής

- Βαρέλια βρόχινου νερού
- Βαρέλια συλλογής βρόχινου νερού

Λιμνοδεξαμενές

- Λιμνοδεξαμενές
- Μεμβράνες λιμνοδεξαμενών
- Στεγάνωση λιμνοδεξαμενών

Υπόγειες αρθρωτές δεξαμενές

- Δεξαμενές όμβριων υδάτων
- Σύστημα υπόγειων αρθρωτών δεξαμενών νερού (Modular rainwater harvesting tanks)
- Γεώφασμα
- Μεμβράνη πολυπροπυλενίου

Συμπληρωματικός εξοπλισμός

- Υδρορροές - λούκια
- Φίλτρα
- Διάταξη/Σύστημα εκτροπής νερού πρώτης απορροής (first flush diverter)
- Διάταξη υπερχείλισης
- Αντλία Υπόγειες αρθρωτές δεξαμενές
- Δεξαμενές όμβριων υδάτων
- Σύστημα υπόγειων αρθρωτών δεξαμενών νερού (Modular rainwater harvesting tanks)
- Γεώφασμα
- Μεμβράνη πολυπροπυλενίου

Λέξεις - κλειδιά / Ανακύκλωση γκρίζου νερού



Συστήματα φυσικής επεξεργασίας

- Φυσικά συστήματα ανακύκλωσης γκρίζου νερού
- Καθίζηση
- Φίλτρο ενεργού άνθρακα
- Αμμόφιλτρα
- Απολύμανση
- Φίλτρο φυσιγγίων

Συστήματα χημικής επεξεργασίας

- Χημικά σύστημα ανακύκλωσης γκρίζου νερού
- Ηλεκτροκροκιδωση
- Κροκιδωση / Φιλτράρισμα
- Κροκιδωση (με χρήση αργιλίου)
- Ρητίνες MIEX

Συστήματα βιολογικής επεξεργασίας με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (MBR)

- Ανακύκλωση γκρίζου νερού με βιοαντιδραστήρες μεμβρανών MBR
- Μέθοδος βιολογικής επεξεργασίας με μεμβράνες (MBR)
- Βιολογικός αντιδραστήρας ενεργού ιλύος με μεμβράνες υπερδιήθησης
- Υπερδιύλιση
- Βιομεμβράνες
- Υπερδιήθηση

Συμπληρωματικός εξοπλισμός

- Σωληνώσεις γκρίζου νερού
- Μεμβράνη για επεξεργασία
- Δεξαμενή αποθήκευσης γκρίζου νερού
- Δεξαμενή επεξεργασμένου γκρίζου νερού
- Υποβρύχια αντλία
- Υδραυλική εγκατάσταση για την επαναχρησιμοποίηση του επεξεργασμένου γκρίζου νερού

Εάν αυτός ο Οδηγός σας βοήθησε να διερευνήσετε την εφαρμογή των Μη Συμβατικών Υδατικών Πόρων, μπορείτε να μοιραστείτε μαζί μας τις ιδέες σας στο secretariat@gwpmmed.org ή στη σελίδα μας στο Facebook <https://www.facebook.com/NCWRProgramme/>

Βιβλιογραφία

- Harvesting rainwater for domestic uses: an information guide, Environment Agency, 2010
- Blue Drop Series, Book 3 : Project Managers & Implementing Agencies , Rainwater Harvesting and Utilisation, UN – Habitat, 2005
- Rainwater Harvesting, guidance toward a sustainable water future, City of Bellingham, Washington, 2012
- Code of Practice for the Reuse of Greywater in Western Australia, Department of Health, Government of Western Australia, 2010
- Catalogue of Technologies for Integrated Urban Water Management, Patel College of Global Sustainability, University of South Florida, prepared for the Global Water Partnership – Mediterranean, December 2014
- Rainwater Harvesting in the UK: Current Practice and Future Trends, Centre for Water Systems, School of Engineering, Computer Science and Mathematics
- Technical specifications on grey water reuse and rainwater harvesting, 1st Edition, Water Supplies Department, May 2015
- Rainwater Harvesting by Norma Khoury-Nolde, Germany

Διαδικτυακές αναφορές

- Non Conventional Water Resources Programme in the Mediterranean,
<http://www.gwp.org/en/GWP-Mediterranean/GwpMed-in-action/List-of-Programmes/Non-Conventional-Water-Resources-Programme-in-the-Mediterranean/>
- Rainwater Harvesting Network, <http://www.rainwaterharvesting.org/Urban/Components.htm>
- <http://www.epa.gov/green-infrastructure>
- <https://www3.epa.gov/region9/water/recycling/#p2>
- <http://theconstructor.org/water-resources/methods-of-rainwater-harvesting/5420/>
- <http://www.demeaumed.eu/index.php/inno>

