

ΣΥΛΛΟΓΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ & ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΜΙΚΡΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ



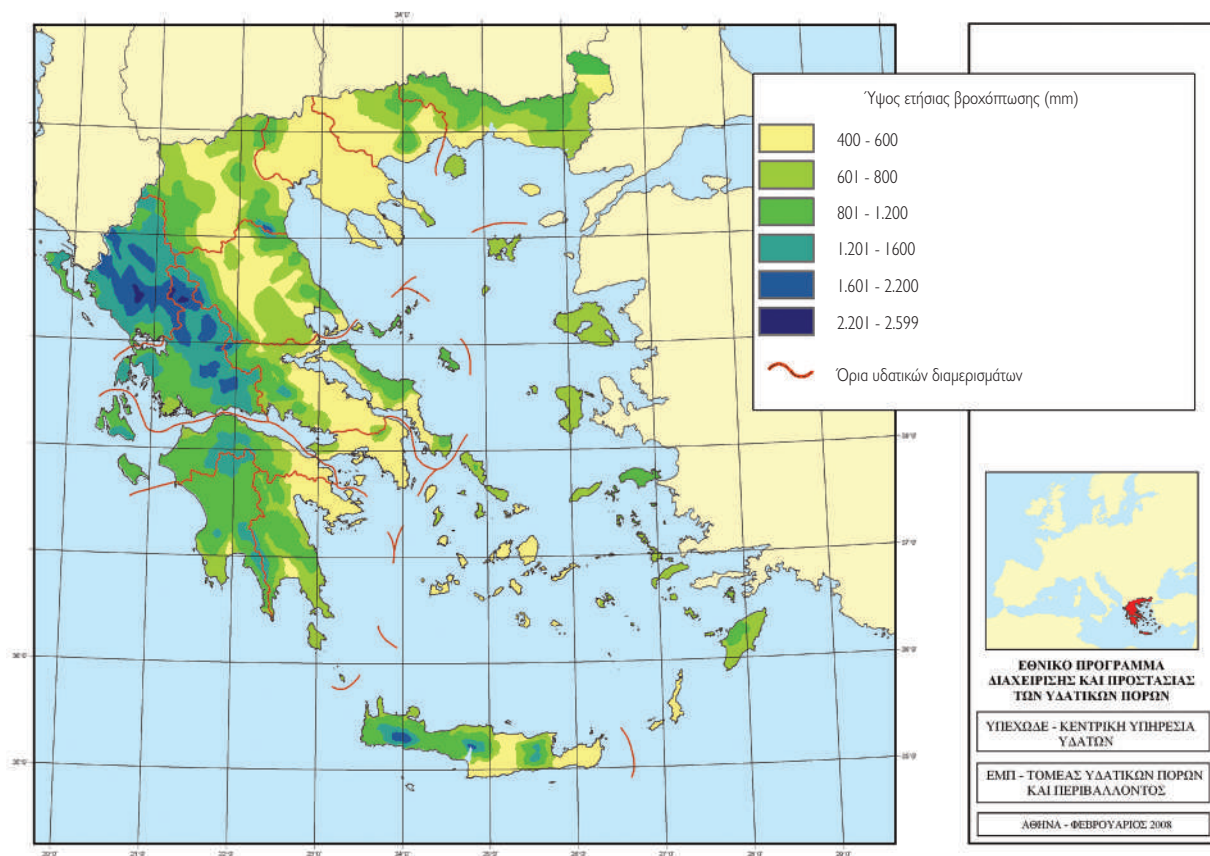
Συλλογή βρόχινου νερού από τη στέγη κατοικίας στο Τέξας, Cascading Creek House, Bercy Chen Studio.

ΤΟ ΝΕΡΟ ΕΙΝΑΙ Η ΠΡΩΤΑΡΧΙΚΗ ΑΝΑΓΚΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΚΑΙ Η ΒΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ. ΣΤΟ ΑΡΘΡΟ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΟΥΝΤΑΙ ΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΝΤΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΔΡΕΥΣΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ, ΟΙΚΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ.

Άρθρο των
Γ. ΦΟΙΒΟΥ ΣΑΡΓΕΝΤΗ, δρ. μηχανικού Ε.Μ.Π.,
ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΜΑΣΗ, αναπληρωτή καθηγητή
Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από την πολύ μεγάλη ακτογραμμή μήκους 14.800 km και την επαφή που έχει με τη θάλασσα. Όσον αφορά στους υδατικούς της πόρους, εμφανίζονται εξαιρετικά μεγάλες διαφορές στα υδρολογικά της χαρακτηριστικά (βροχοπτώσεις), καθώς και στις δυνατότητες αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού (χαρακτηριστικά αναγλύφου). Υπάρχουν πολλές αντιφάσεις στη διαχείριση του νερού. Για παράδειγμα, στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας που υπάρχει πλούσιο

υδρολογικό δυναμικό (το οποίο τροφοδοτεί και την Αθήνα) υπάρχει έλλειψη νερού. Αυτό συμβαίνει επειδή για την καλή διαχείριση του νερού δεν αρκεί η υδρολογική αφθονία. Οι ανθρώπινες κοινωνίες θέλουν υποδομές για να αξιοποιήσουν το νερό. Για παράδειγμα, στην Κεντρική Αφρική, στην οποία υπάρχει άφθονη υδρολογική επάρκεια, υπάρχει έλλειψη του νερού επειδή δεν υπάρχουν αντίστοιχες υποδομές. Το αντίστροφο συμβαίνει στην Ευρώπη.



Χάρτης της Ελλάδας, στον οποίο καταγράφεται η ετήσια βροχόπτωση σε χιλιοστά ανά περιοχή όπως προκύπτει από ερευνητικό πρόγραμμα του 2008.

Τον 21ο αιώνα ως "εύλογη πρόσβαση" ενός ατόμου σε νερό θεωρείται η απόληψη 20 λίτρων την ημέρα ανά άτομο από πηγή που βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη του 1 km από την κατοικία του, ενώ ανάλογα με τους υδατικούς πόρους, τις υποδομές και τα πολιτισμικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής, οι διατυπωμένες ανάγκες και η κατανάλωση σε νερό διαφέρουν.

Ιστορικά στοιχεία της διαχείρισης του νερού στην Ελλάδα

Από αρχαιοτάτων χρόνων, ανάλογα με τα υδρολογικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής, είχαν αναπτυχθεί κατάλληλες τεχνολογίες μικρής κλίμακας για τη διαχείριση των υδατικών πόρων, ενώ οι πρώτες νομοθετικές διατάξεις για τη διαχείριση του νερού έγιναν από τον Σόλωνα (594 π.Χ.) και περιγράφονται στον Πλούταρχο (47 - 195 μ.Χ.).

Η κατανάλωση του νερού δεν είναι ένα σταθερό μέγεθος, αλλά μπορεί να θεωρηθεί ότι από την κλασική αρχαιότητα μέχρι τις προβιομηχανικές κοινωνίες η κατανάλωση κυμαινόταν μεταξύ 20 - 80 λίτρα την ημέρα ανά άτομο, ενώ έχει διαπιστωθεί ότι απαιτούνται **50 - 100 λίτρα την ημέρα ανά άτομο** για να μην υπάρχουν επιπτώσεις στη δημόσια υγεία. Οι κοινωνίες της ηπειρωτικής Ελλάδας, όπου

υπήρχαν άφθονοι υδατικοί πόροι, είχαν αναπτυχθεί γύρω από μια πηγή ή στα ανάντη ενός ποταμού. Πριν από 50 χρόνια στην προβιομηχανική Ελλάδα, το νερό μεταφερόταν από την πηγή με τα πόδια, σε δοχεία, συνήθως από τις γυναίκες. Μη πόσιμο νερό μεταφερόταν στις κατοικίες από ανοιχτούς αγωγούς.

Οι κοινωνίες στην Αττική, στον Πειραιά και στη νησιωτική Ελλάδα, όπου δεν υπήρχε επάρκεια υδατικών πόρων, όταν εξαντλούσαν τις δυνατότητές τους να εκμεταλλευτούν τον υπόγειο υδροφόρο με πηγάδια, ανέπτυξαν από την αρχαιότητα μια απλή αλλά ευφυή τεχνολογία για τη διαχείριση του νερού σε κλίμακα κατοικίας και κοινότητας. Στέρνες (δεξαμενές) αποθήκευαν το πόσιμο βρόχινο νερό από τα δώματα και άλλες στέρνες (δεξαμενές) το μη πόσιμο νερό από τις αυλές και τους δρόμους. Σε περιοχές με επίπεδο ανάγλυφο η βελτιστοποίηση της απόδοσης κατά την αρχαιότητα γινόταν με σήραγγες, με τις οποίες επικοινωνούσαν οι δεξαμενές, αυξάνοντας τον αποθηκευτικό χώρο του συστήματος.

Συγκρίνοντας τις διάφορες τεχνικές λύσεις, φαίνονται τα ενεργειακά οφέλη από την κατασκευή συστήματος δεξαμενών. Αυτά τα οφέλη ήταν σημαντικά σε μια εποχή, κατά την οποία δεν υπήρχε η ενεργειακή αφθονία ούτε η σχετική τεχνολογία και τα δίκτυα που υπάρχουν σήμερα. Έτσι, το αποθηκευμένο νερό

προσαρμοζόταν στο ανάγλυφο δίπλα στη ζήτηση, χωρίς να απαιτούνται μεγάλα έργα για τη μεταφορά του.

Διαχείριση & ζήτηση οικιακού νερού

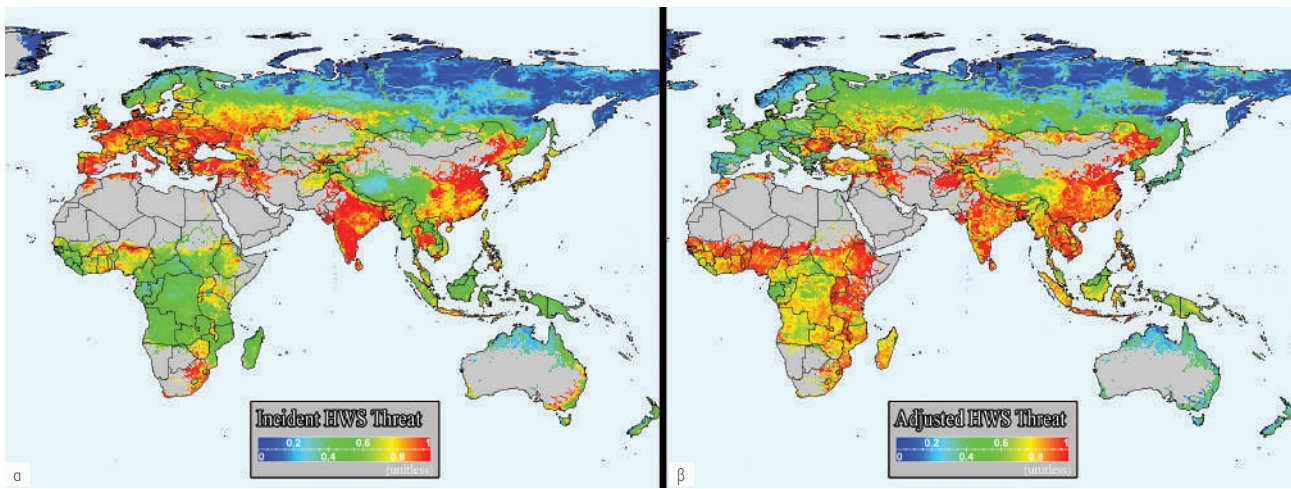
Το οικιακό νερό διακρίνεται σε καθαρό νερό (πόσιμο, που συλλέγεται από πηγές, πηγάδια και δώματα), γκρίζο νερό (που συλλέγεται από αυλές, δρόμους), γκρίζο επαναχρησιμοποιούμενο νερό (που συλλέγεται από το πλύσιμο) και μαύρο νερό της αποχέτευσης.

Οι τεχνικές λύσεις για την καλύτερη διαχείριση του οικιακού νερού είναι:

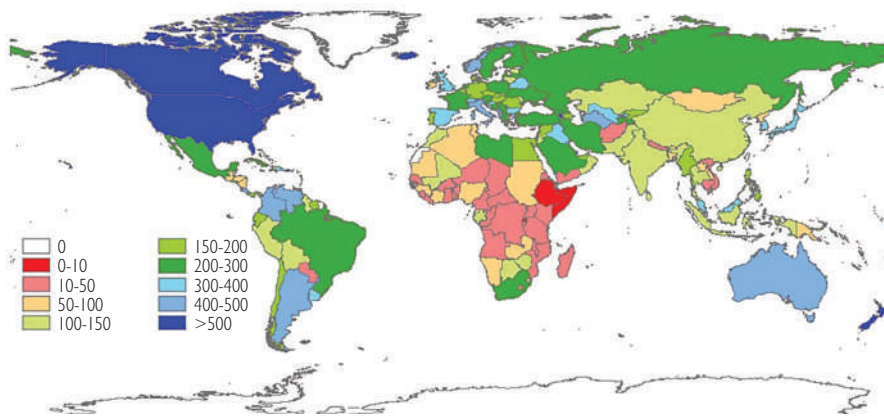
- ο διαχωρισμός συλλογής του καθαρού νερού από τα δώματα και του γκρίζου νερού από τις αυλές και τους δρόμους,
- η επανάχρηση του γκρίζου νερού (π.χ. στην αποχέτευση),
- η διοχέτευση του μαύρου νερού σε κατάλληλο χώρο, έτσι ώστε να συμβάλλει στην ανάπτυξη των φυτών.

Για την προσέγγιση του προβλήματος σχετικά με την κάλυψη της ζήτησης πρέπει να διατυπωθούν οι ανάγκες σε νερό, δηλαδή πόσοι ένοικοι θα διαμένουν στο χώρο και για πόσο χρονικό διάστημα του έτους.

Ως ελάχιστες τιμές στην κατανάλωση θεωρούνται:



Οι υδατικοί πόροι χαρτογραφούνται ως απειλή το 2010 (HWS):
 (α) όπως εμφανίζονται στη φύση,
 (β) όπως φτάνουν στον άνθρωπο με τεχνολογικές εφαρμογές.



Η οικιακή κατανάλωση νερού το 2000, σε λίτρα την ημέρα ανά άτομο.

- 15 λίτρα καθαρό νερό, την ημέρα, ανά άτομο (πόσιμο νερό, μαγείρεμα, πλύσιμο πιάτων) και
- 35 λίτρα γκριζο νερό, την ημέρα, ανά άτομο (για την αποχέτευση).

Σημειώνεται ότι **οί Έλληνες υπολογίζεται ότι καταναλώνουν περισσότερα από 150 λίτρα, το άτομο, την ημέρα.** Ένα επιπλέον στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι η ενέργεια που απαιτείται για να είναι διαθέσιμο.

Συλλογή του βρόχινου νερού σε δεξαμενές

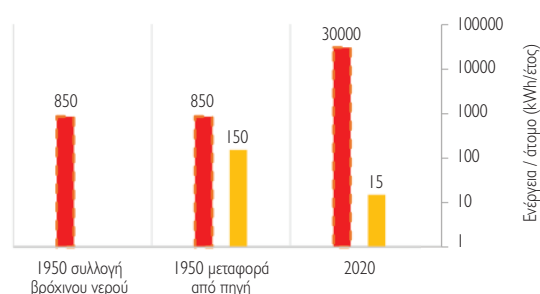
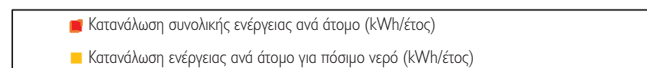
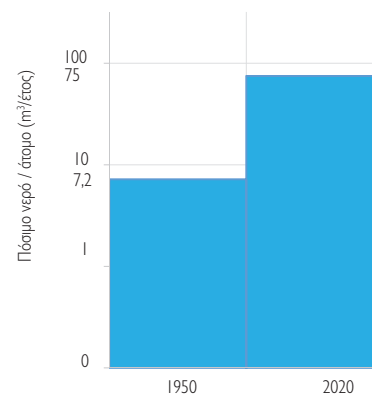
Η συλλογή των νερών από τη βροχή είναι μια αρχαιότατη τεχνική και εμφανίζεται σε διάφορες περιοχές του αρχαίου ελληνικού κόσμου, όπως στον Πειραιά, στο Λαύριο και αλλού.

Όταν αναπτύσσεται ένα οικιστικό συγκρότημα, μία μικρή κοινότητα ή ένα κτίριο σε χώρο που δεν έχει υδατικούς πόρους και δεν μπορεί να βρεθεί νερό με πηγάδι ή γεώτρηση, για να λειτουργήσει ο χώρος με τα νερά από τις βροχές, απαιτείται να ελεγχθούν οι παρακάτω παράμετροι:

- Η διαστασιολόγηση των επιφανειών συλλογής, δηλαδή των δωμάτων (καθαρό νερό) των αυλών, των δρόμων, των πλακοστρώσεων (γκρίζο νερό).
- Η διερεύνηση των χρονοσειρών εισροών,

Διαγράμματα σε λογαριθμική κλίμακα:

α. Ενδεικτική κατανάλωση νερού ανά άτομο ανά έτος στην ηπειρωτική και νησιώτική Ελλάδα πριν 70 χρόνια και σήμερα (άνω).
 β. Ενδεικτική κατανάλωση ενέργειας ανά άτομο ανά έτος και κατανάλωση ενέργειας για το νερό ανά άτομο ανά έτος, ανάλογα με την υδροληψία πριν 70 χρόνια και σήμερα (κάτω).



που εξαρτώνται από το κλιματικό καθεστώς της περιοχής (βροχοπτώση, εξάτμιση).

- Η διαστασιολόγηση δεξαμενής με βάση την πιθανότητα αστοχίας σχεδιασμού.

Αξιοποίηση του θαλασσινού νερού μέσω της αφαλάτωσης

Η αφαλάτωση παίρνει νερό από τη θάλασσα και το αποδίδει ως καθαρό νερό. Η λειτουργία της στηρίζεται στο φαινόμενο της αντίστροφης ώσμωσης.

Ώσμωση ονομάζεται το φαινόμενο της διέλευσης μορίων διαλύτη, μέσω ημιπερατής μεμβράνης από διάλυμα μικρότερης συγκέντρωσης σε διαλυμένη ουσία (αραιότερο) προς το διάλυμα μεγαλύτερης συγκέντρωσης σε διαλυμένη ουσία (πυκνότερο).

Ημιπερατή είναι η μεμβράνη που επιτρέπει να περνούν μέσα από τους πόρους της τα μόρια του διαλύτη, αλλά δεν επιτρέπει να περνούν τα μόρια της διαλυμένης ουσίας.

Η αφαλάτωση με αντίστροφη ώσμωση παράγει καθαρό πόσιμο νερό πιέζοντας το θαλασσινό νερό (διάλυμα) μέσω ημιπερατών μεμβρανών. Οι ημιπερατές μεμβράνες κατακρατούν τα διαλυμένα άλατα και μέταλλα και το καθαρό νερό (διαλύτης) φιλτράρεται για οικιακή χρήση.

Η πίεση που απαιτείται να ασκηθεί για να γίνει αυτή η διαδικασία καταναλώνει πολλή ενέργεια, περίπου 3,5 kWh/m³ σε έργα μεγάλης κλίμακας για να γίνει το θαλασσινό νερό πόσιμο και αυτό αποτελεί σοβαρό μειονέκτημα της μεθόδου. Επίσης το καθαρό νερό αποδίδεται στο υψόμετρο της θάλασσας, που σημαίνει ότι απαιτεί ενέργεια για να ανέβει στο υψόμετρο, στο οποίο θα καταναλωθεί.

Στην αγορά υπάρχουν διάφορα πλήρη συστήματα αφαλάτωσης, που μπορούν να καλύψουν ανάγκες σε διάφορες κλίμακες, καταναλώνοντας περισσότερα από 3,5 kWh/m³ που αναφέρθηκαν για την παραγωγή ενός m³ νερού.

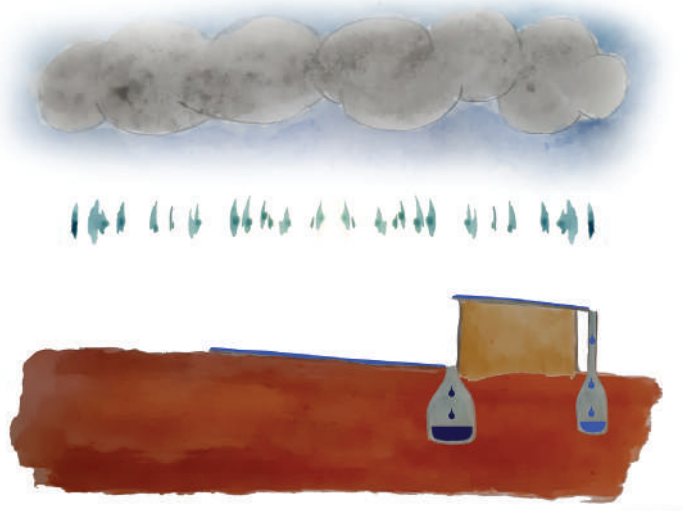
Σε έργα μικρής κλίμακας το κόστος του νερού κυμαίνεται μεταξύ 0,8 - 2,0 €/m³.

Για να εξοικονομηθούν οι μεγάλες καταναλώσεις ενέργειας, που απαιτούνται για την αφαλάτωση του νερού, γίνεται προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που θα τροφοδοτούν τα έργα αφαλάτωσης αλλά αυτός ο συνδυασμός βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο.

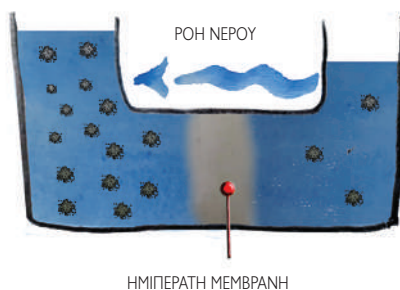
Πειραματικές τεχνικές

Ηλιακή λίμνη

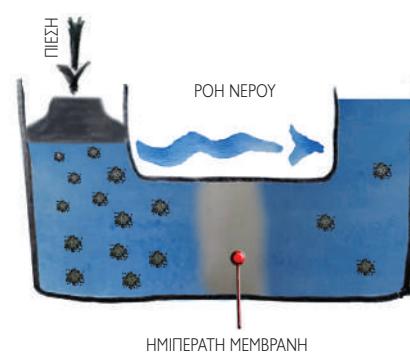
Η ηλιακή λίμνη είναι μια τεχνική αφαλάτωσης του θαλασσινού νερού, που δεν απαιτεί ενέργεια. Επιφάνεια με θαλασσινό νερό με βαμμένο μαύρο πυθμένα καλύπτεται με γυαλί ή πλαστικό και το νερό που εξατμίζεται συμπυκνώνεται και αφαλατωμένο συλλέγεται με κατάλληλη διάταξη. Στις κλιματικές συνθήκες της Αττικής και των Κυκλάδων η μέση ημερήσια εξάτμιση



Νερό από τις βροχοπτώσεις, επιφάνειες συλλογής, δεξαμενές καθαρού και γκριζού νερού.



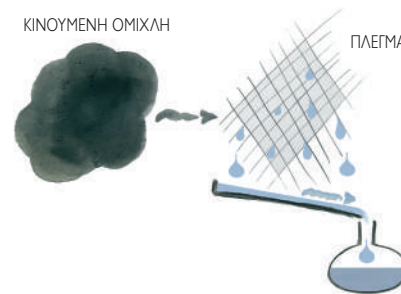
Διαδικασία της ώσμωσης.



Τεχνική της αντίστροφης ώσμωσης για την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού.



Αφαλάτωση με ηλιακή λίμνη. Το θαλασσινό νερό εξατμίζεται και συλλέγεται καθαρό, αφαλατωμένο νερό με κατάλληλη διάταξη.



Λειτουργία ομιχλοπαγίδας. Δρόσος, πάχνη και ομίχλη παγιδεύονται σε αναρτημένο πυκνό πλέγμα, συμπυκνώνονται, υγροποιούνται και συλλέγονται με κατάλληλη διάταξη.

είναι 5 mm. Εκτιμώντας συντελεστή απόδοσης 0,7, οι ηλιακές λίμνες μπορούν να έχουν μέση απόδοση 4 λίτρα την ημέρα για κάθε m², που σημαίνει ότι για να καλυφθούν οι ελάχιστες ανάγκες ενός ατόμου (50 λίτρα ανά ημέρα), απαιτείται ηλιακή λίμνη επιφάνειας περίπου 10 - 15 m² ανά άτομο. Σε πειραματικές διατάξεις σε συνδυασμό με προηγμένες τεχνολογίες, όπως είναι η προθέρμανση του θαλασσινού νερού σε ηλιακούς θερμοσίφωνες, γίνεται προσπάθεια να βελτιστοποιηθεί η απόδοση της ηλιακής λίμνης.

Συλλογή του νερού της ατμόσφαιρας με ομιχλοπαγίδες

Εμπνευσμένος από τα υδρολογικά φαινόμενα, τη δρόσο και την πάχνη, ο άνθρωπος θέλησε

να εκμεταλλευτεί αποδοτικά το ποσοστό νερού που περιέχει ο αέρας.

Οι ομιχλοπαγίδες είναι μια διάταξη κατά την οποία με την κίνηση του αέρα ένα πυκνό πλέγμα παγιδεύει την υγρασία της ατμόσφαιρας, την υγροποιεί και την κατευθύνει με κατάλληλες διατάξεις σε δοχεία φύλαξης. Για επιφάνεια 1 m² ο ετήσιος μέσος όρος σε κλιματικές συνθήκες αντίστοιχες με τις ελληνικές είναι 1 - 5 λίτρα την ημέρα (μέσος όρος έτους 0,4 - 1,8 m³/έτος) ενώ σε ιδανικές ημέρες δηλαδή με μεγάλη υγρασία και ευνοϊκούς ανέμους η απόδοση μπορεί να φτάσει τα 30 - 70 λίτρα ανά ημέρα. Το κόστος του νερού μ' αυτήν τη διαδικασία, βάσει σχετικών αναφορών της διεθνούς βιβλιογραφίας, είναι ~1 €/m³.

Η αξιοπιστία της υποδομής εκτιμάται από το αδιάστατο **διάγραμμα 1**, το οποίο έχει προκύψει από τη μελέτη άνυδρων περιοχών της Ελλάδας (Αττική, Κυκλάδες). Μελετώντας το αδιάστατο διάγραμμα (οι ποσότητες έχουν διαιρεθεί με τον ετήσιο όγκο εισροής) που έχει προκύψει από τη χρονοσειρά εισροών, απολήψεων σε ημερησία βάση και διάφορα μεγέθη δεξαμενών εξάγονται τα εξής χρήσιμα συμπεράσματα:

1. Όσο αυξάνεται το ποσοστό της μέσης ετήσιας απόληψης προς την εισροή, αυξάνεται η πιθανότητα αστοχίας.
2. Όσο μειώνεται ο όγκος των δεξαμενών προς το μέσο ετήσιο όγκο εισροής, αυξάνεται η πιθανότητα αστοχίας.
3. Στην περίπτωση κατά την οποία η ετήσια απόληψη ως προς την εισροή είναι 100%, δηλαδή ζητείται το σύνολο της εισροής, ακόμη και όταν οι δεξαμενές είναι πολύ μεγάλες, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα αστοχίας.

Εφαρμογή

Η εισροή σε μία δεξαμενή προσδιορίζεται ως εξής:

$$\text{εισροή} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{έτος}} \right) = \frac{\text{ύψος βροχής (mm/έτος)} \times \text{επιφάνεια συλλογής (m}^2\text{)} \times \text{συντελεστή απορροής}}{1000}$$

Εάν για παράδειγμα η επιφάνεια συλλογής είναι 100 m², ο συντελεστής απορροής είναι 0,7 στην περιοχή που έχει ετήσιο ύψος βροχής 400 mm, εκτιμάται ότι η εισροή σε δεξαμενές είναι 28 m³ νερού το χρόνο.

Ανάλογα με τους χρήστες, η κατανάλωση, δηλαδή η ζητούμενη απόληψη από την δεξαμενή, προσδιορίζεται ως εξής:

$$\text{κατανάλωση} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{έτος}} \right) = \frac{\text{κατανάλωση (λίτρα / ημέρα)} \times \text{ημέρες κατανάλωσης}}{1000}$$

Στην περίπτωση μιας εξοχικής κατοικίας που θα χρησιμοποιείται από 2 άτομα 60 ημέρες το χρόνο με απαιτήσεις τυπικής κατανάλωσης 180 λίτρα την ημέρα ανά άτομο, οι απολήψεις εκτιμώνται σε 22 m³ νερού το χρόνο.

Για να διαστασιοποιηθεί η δεξαμενή με αξιοπιστία σχεδιασμού υπολογίζεται ο λόγος:

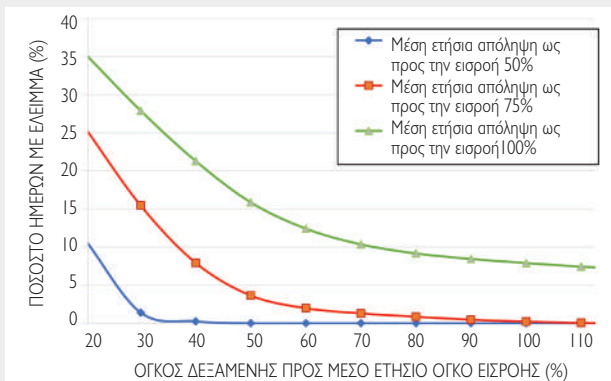
$$\frac{\text{απόληψη (κατανάλωση)} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{έτος}} \right)}{\text{εισροή} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{έτος}} \right)}$$

Από το λόγο αυτό εκτιμάται σε ποια από τις τρεις καμπύλες του **διαγράμματος 2** ανήκει η περίπτωση που εξετάζεται (για απόληψη 22 m³ και εισροή 28 m³ ο λόγος είναι 75%) που αντιστοιχεί στη μεσαία καμπύλη του διαγράμματος.

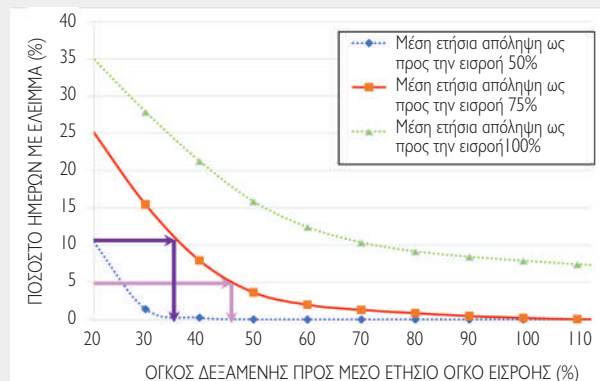
Αν επιδιώκεται η αξιοπιστία να είναι μεγαλύτερη του 90%, δηλαδή εκτιμώμενες ημέρες με έλλειμμα λιγότερες από 10% του χρόνου λειτουργίας, προκύπτει ότι αυτό αντιστοιχεί σε όγκο δεξαμενής μεγαλύτερο του 35% του όγκου της εισροής (στην περίπτωση που εξετάζεται μεγαλύτερο των 9,8 m³).

Αν επιδιώκεται η αξιοπιστία θέλουμε να είναι μεγαλύτερη του 95%, δηλαδή εκτιμώμενες ημέρες με έλλειμμα λιγότερες από 5% του χρόνου λειτουργίας, προκύπτει ότι αυτό αντιστοιχεί σε όγκο δεξαμενής μεγαλύτερο του 45% του όγκου της εισροής (στην περίπτωση που εξετάζεται μεγαλύτερο των 12,6 m³).

Σημειώνεται ότι το πρόβλημα είναι πολυπαραμετρικό και μπορεί με διαδοχικές προσεγγίσεις να βρεθεί η βέλτιστη λύση και αντίστροφα (με κατάλληλη προσαρμογή των επιφανειών συλλογής).



Διάγραμμα 1: Εκτίμηση της αξιοπιστίας της υποδομής με το αδιάστατο διάγραμμα απολήψεων και όγκου δεξαμενών ως προς τον ετήσιο όγκο εισροής.

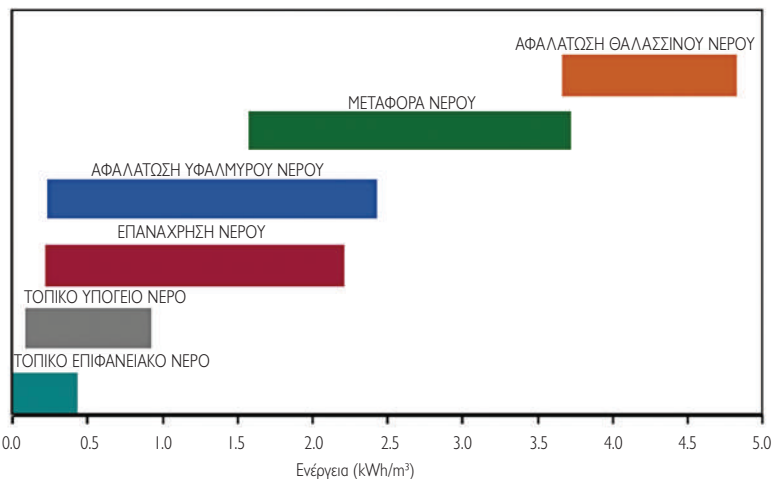


Διάγραμμα 2: Εφαρμογή αδιάστατου διαγράμματος αξιοπιστίας απολήψεων - δεξαμενών ως προς τον ετήσιο όγκο εισροής. Με τα μοβ βέλη μπορεί κάποιος να οδηγηθεί από την αξιοπιστία σχεδιασμού στη διαστασιοποίηση της δεξαμενής.

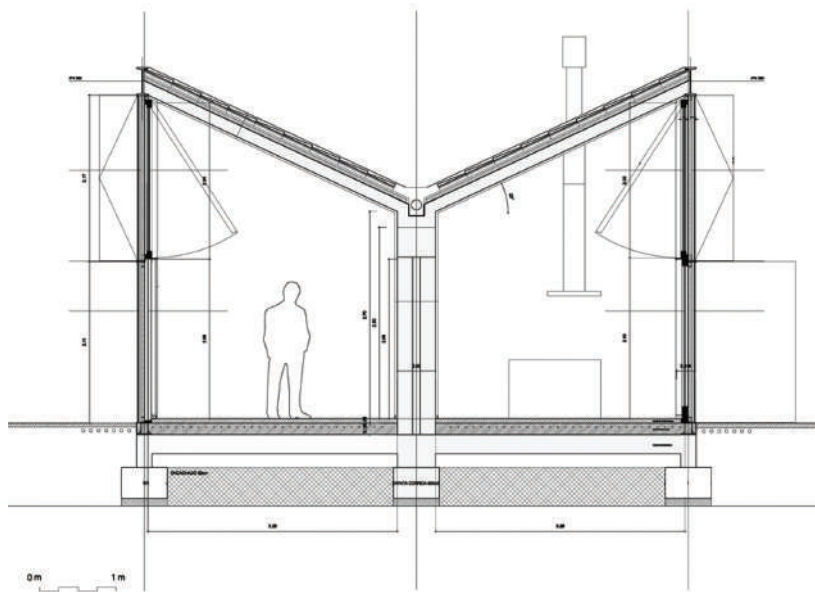
Ένα ενδιαφέρον σχετικό έργο έχει γίνει στην Αιθιοπία. Κυλινδρικό δικτύωμα από μπαμπού καλύπτεται με πυκνό πλέγμα που υγραποποιεί δρόσο, πάχνη και ομίχλη. Στο κέντρο του κυλίνδρου υπάρχει κατάλληλη διάταξη συλλογής καθαρού νερού.

Η ετήσια απόδοση αυτού του έργου αναφέρεται ότι είναι 18 έως 36 m³ νερό. Το ύψος του πύργου είναι 9,5 m, η διάμετρος της βάσης του 3,7 m και η επιφάνεια εγκατάστασης 30 m². Το έργο βρίσκεται σε περιοχή με 1.300 mm βροχοπτώση το χρόνο.

Αν συγκριθεί αυτό το έργο με ένα έργο συλλογής βρόχινου νερού στις ίδιες κλιματικές συνθήκες, η ίδια επιφάνεια εγκατάστασης (30 m²) συλλέγει 27 m³ νερού το χρόνο.



Ενδεικτική κατανάλωση ενέργειας για νερό σε έργα μικρής κλίμακας στην Ασία.



Η ανεστραμμένη οροφή όχι μόνο δίνει σε αυτό το σπίτι μια ξεχωριστή φόρμα, αλλά συλλέγει επίσης το νερό της βροχής και το φιλτράρει σε δεξαμενή για αποθήκευση. Αρχιτέκτονες Herreros Arquitectos, Ισπανία.

Συμπεράσματα

Αναμφισβήτητη η πρόσβαση σε πόσιμο νερό αποτελεί πρωταρχική ανάγκη του ανθρώπου, προκειμένου να κατοικήσει μια περιοχή. Εκτός όμως της παροχής του νερού, σημαντικό ρόλο παίζει και η σωστή διαχείρισή του. Ενδιαφέρουσες τεχνικές λύσεις για τη διαχείριση του νερού σε μικρές κλίμακες διερευνώνται στο ερευνητικό πρόγραμμα του Ε.Μ.Π. "Υδροούσα".

Αξιολογώντας τις παραπάνω τεχνικές διαδικασίες που παρουσιάστηκαν, προκύπτουν οι εξής διαπιστώσεις:

- Είναι πλέον πρόσφορο και βρίσκει γενική εφαρμογή σε άνυδρα μέρη, η αρχαία τεχνική της συλλογής βρόχινου νερού σε στέρνες (δεξαμενές), ακόμη και όταν υπάρχει σύνδεση στο δίκτυο. Η τεχνική

είναι απλή, παραδοσιακή και αποτελεί λύση χαμηλού κόστους καθώς μπορεί να λειτουργήσει εφεδρικά.

- Η αφαλάτωση με αντίστροφη ώσμωση είναι μια διαδικασία που δίνει λύσεις αλλά με υψηλό κόστος νερού και εγκαταστάσεων.
- Η αφαλάτωση με ηλιακή λίμνη είναι μια ενδιαφέρουσα πρακτική, η οποία όμως διερευνάται ώστε να γίνει περισσότερο αποδοτική, μιας και απαιτούνται παράκτιες εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης επιφάνειας, που θα αλλοιώσουν το τοπίο και το περιβάλλον.
- Εναλλακτικές τεχνικές, που παρουσιάστηκαν βασισμένες στην εκμετάλλευση του νερού της ατμόσφαιρας (ομιχλοπαγίδες), παρουσιάζουν ενδιαφέρουσα απόδοση, αλλά πρέπει να διερευνηθούν για τις ελληνικές κλιματικές συνθήκες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- D. Koutsoyiannis, A. Andreadakis, R. Mavrodimitou, A. Christofides, N. Mamassis, A. Efstratiadis, A. Koukouvinos, G. Karavokiros, S. Kozanis, D. Mamais, and K. Noutsopoulos, **National programme for the management and protection of water resources, support on the compilation of the national programme for water resources management and preservation**, doi:10.13140/RG.2.2.25384.62727, Department of Water Resources and Environmental Engineering - National Technical University of Athens, Athens, February 2008.
- Vörösmarty et al., 2010, as available for download in www.riverthreat.net/data.html
- Ν. Μαμάσης, Π. Δευτεραίος, Ν. Ζαρκαδούλας, και Δ. Κουτσογιάννης, **Η έρευνα των αρχαίων συστημάτων ύδρευσης του Πειραιά. Αναπαράσταση λειτουργίας των δεξαμενών συλλογής ομβρίων**, doi:10.13140/RG.2.2.11392.64000, 15 May 2015.
- Gleick PH (1996) **Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs**, *Water International*, 21, pp 83-92.
- Kathryn S. Boden and Chinmayee V. Subban, **A road map for small-scale desalination. An overview of existing and emerging technology, solutions for cost-efficient and low-energy desalination in South and Southeast Asia**, University of California, Berkeley & Lawrence Berkeley National Laboratory, https://www.ctc-n.org/sites/www.ctc-n.org/files/resources/roadmap_for_small-scale_desalination_southeast_asia.pdf
- Connelly JB., Wilson AI. (2002) **Hellenistic and Byzantine cisterns on Geronisos island**. With a mortar analysis by C. Doherty. Report of the Department of Antiquities, Cyprus, pp 269-292
- Farreny R, Morales-Pinzón T, Guisasola A., Tayà C., Rieradevall J., Gabarrell X. (2011) **Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain**. *Water Res.*, 45, 3245-3254
- Thomas T., Martinson DB. (2007) **Roof water harvesting. A handbook for practitioners**. International Water and Sanitation Centre, Technical Paper Series 49, p 26
- Esmailion, F. **Hybrid renewable energy systems for desalination**. *Appl Water Sci* 10, 84 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13201-020-1168-5>
- <https://www.apsaidal.com/warka-water-architecture-and-vision/>
- <https://www.hydrousa.org/>

ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΣΤΟ "ΚΤΙΡΙΟ"

- **Διαχείριση νερού σε κατοικίες. Πρακτικές και συστήματα για την εξοικονόμησή του.** Τεύχος 4/2019, σελ. 63.
- **Τεχνολογίες επεξεργασίας πόσιμου νερού. Είδη, χαρακτηριστικά, επιλογή.** Τεύχος 5/2017, σελ. 63.
- **Διαχείριση βρόχινου νερού.** Τεύχος 8/2011, σελ. 91.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ & ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΡΘΡΑ στην ιστοσελίδα www.ktirio.gr