



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
Π.Μ.Σ. : «ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ»**

# **Τεχνικές και Τεχνολογίες Συλλογής και Επαναχρησιμοποίησης Βρόχινου Νερού**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ**

της

**ΜΑΡΙΑΝΘΗΣ Δ. ΤΑΛΛΑΡΟΥ**

**Επιβλέπων: Βασίλειος Κανακούδης**  
Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ.

Βόλος, Σεπτέμβριος 2015





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**Π.Μ.Σ. : «ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ»**

# **Τεχνικές και Τεχνολογίες Συλλογής και Επαναχρησιμοποίησης Βρόχινου Νερού**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ**

της

**ΜΑΡΙΑΝΘΗΣ Δ. ΤΑΛΛΑΡΟΥ**

**Επιβλέπων: Βασίλειος Κανακούδης**  
Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 16<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου 2015

.....  
Βασίλειος Κανακούδης  
Αναπληρωτής Καθηγητής

.....  
Θεόδωρος Καρακασίδης  
Αναπληρωτής Καθηγητής

.....  
Ευάγγελος Κεραμάρης  
Λέκτορας

Βόλος, Σεπτέμβριος 2015



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Εφαρμοσμένη Μηχανική και Προσομοίωση Συστημάτων», του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, υπό την επίβλεψη του αναπληρωτή καθηγητή Βασίλη Κανακούδη. Θα ήθελα λοιπόν να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου Β. Κανακούδη, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο που ανταποκρίνεται απολύτως στα επιστημονικά μου ενδιαφέροντα καθώς και για την αμέριστη συμπαράστασή του καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Δρ. Σταυρούλα Τσιτσιφλή για την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε, καθώς ήταν πάντα διαθέσιμη να ασχοληθεί με οποιαδήποτε απορία μου εντός των πλαισίων της παρούσας εργασίας. Επίσης, ευχαριστώ τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, Θεόδωρο Καρακασίδη, αναπληρωτή καθηγητή και Ευάγγελο Κεραμάρη, λέκτορα, για την αποτελεσματική συνεργασία και συμβολή τους στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά το σύζυγό μου Παναγιώτη, που πίστεψε σε μένα και με ενθάρρυνε σε κάθε στάδιο των σπουδών μου, ενώ συνέβαλε με την ηθική του υποστήριξη στην αντιμετώπιση των δυσκολιών.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θέλω να εκφράσω προς τους γονείς μου Δημήτρη και Νικολέττα για την διαχρονική συμπαράστασή τους και την υλική και ηθική στήριξη των επιλογών μου.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σταδιακή μείωση και υποβάθμιση των αποθεμάτων νερού στον πλανήτη και η αναγκαιότητα του για τη ζωή, οδηγεί την παγκόσμια κοινότητα στην ανεύρεση βιώσιμων τρόπων παροχής νερού για ύδρευση και βιομηχανική χρήση. Η αξιοποίηση του βρόχινου νερού, παραδοσιακά θεωρείται ως μία από τις πιθανές πηγές αποθεμάτων νερού και έχει ταυτόχρονα οικονομικά και οικολογικά οφέλη.

Στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας περιγράφουμε τους τρόπους και τις μεθόδους συλλογής, αποθήκευσης και επεξεργασίας του νερού της βροχής με σκοπό την κάλυψη επιμέρους αναγκών σε δευτερεύουσες χρήσεις, όπως σε καζανάκια, πλυντήρια, νεροχύτες, για το πότισμα κήπων, το πλύσιμο αυτοκινήτων, κ.α. Με τον τρόπο αυτό εξοικονομούνται σημαντικές ποσότητες πόσιμου νερού από το δίκτυο ύδρευσης με ανάλογα οικονομικά και οικολογικά οφέλη.

Αρχικά, στο Κεφάλαιο 1 γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση και ανάδειξη της συνολικής κρίσης των υδάτινων πόρων, σε παγκόσμιο επίπεδο. Εκδηλώσεις της κρίσης του νερού αποτελούν οι ξηρασίες, η λειψυδρία, οι πλημμύρες, οι ασθένειες που σχετίζονται με το νερό, οι περιφερειακές συγκρούσεις για πόρους νερού, η ρύπανση των υδάτων, η υπεράντληση και άλλα. Όλα τα υδάτινα οικοσυστήματα, γλυκού και θαλασσινού νερού, παρέχουν αγαθά και υπηρεσίες που στηρίζουν άμεσα ή έμμεσα την ανθρώπινη ύπαρξη. Η πρόκληση που συναντάται είναι να ξεπεραστεί ο μη βιώσιμος ανταγωνισμός και να βρεθούν τρόποι για την εναρμόνιση των αναγκών των ανθρώπων σε νερό, διασφαλίζοντας παράλληλα τις ανάγκες του φυσικού περιβάλλοντος.

Στη συνέχεια, στο Κεφάλαιο 2, γίνεται μια ανασκόπηση της κατάστασης του τομέα του νερού στην Ελλάδα, ώστε να αναδειχθεί η σημασία του νερού σε κάθε τομέα της ζωής μας. Όσον αφορά συγκεκριμένα στην Ελλάδα, ο κύριος καταναλωτής νερού είναι η αγροτική χρήση. Παρόλο που η Ελλάδα είναι σχετικά ευνοημένη υδρολογικά, η αναντιστοιχία της χρονικής και χωρικής κατανομής των βροχοπτώσεων με τις χρονικές και χωρικές κατανομές της ζήτησης έχουν δημιουργήσει στο παρελθόν και εξακολουθούν να δημιουργούν προβλήματα έλλειψης νερού, ιδιαίτερα σε περιόδους ανομβρίας. Η ζήτηση νερού θα έπρεπε να ληφθεί σοβαρά υπόψη σε αγροτικές και τουριστικές περιοχές, ιδιαίτερα την καλοκαιρινή περίοδο, καθώς επίσης και στα μεγάλα αστικά κέντρα αλλά και σε πολλά νησιά, που αντιμετωπίζουν ακόμη και προβλήματα ύδρευσης. Για να αναδειχθούν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι υδατικοί πόροι της Ελλάδας, γίνεται αναφορά στις δράσεις και τα προγράμματα διαχείρισης των υδατικών πόρων.

Στο Κεφάλαιο 3 εξετάζεται η επαναχρησιμοποίηση του νερού και οι εφαρμογές που μπορεί να έχει στη γεωργία, στο αστικό πράσινο, στη βιομηχανία, στην αναπλήρωση υπόγειων υδάτων, στο περιβάλλον και την αναψυχή, στις αστικές χρήσεις για μη πόσιμους σκοπούς και στις χρήσεις για πόσιμους σκοπούς. Επίσης αναφέρεται το νομικό πλαίσιο που διέπει την επαναχρησιμοποίηση του νερού καθώς και τα στάδια και οι τεχνολογικές μέθοδοι επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων.

Στη συνέχεια, στο Κεφάλαιο 4, διερευνάται η συλλογή βρόχινου νερού (rainwater harvesting) ως μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη συλλογή, την αποθήκευση και τη μεταφορά του βρόχινου νερού από σχετικά καθαρές επιφάνειες, όπως είναι η στέγη, οι βραχώδεις και εδαφικές λεκάνες, με σκοπό τη μελλοντική χρήση αυτού. Εξετάζονται οι πρακτικές που ακολουθούνται καθώς και οι τεχνολογίες επεξεργασίας και αποθήκευσης του βρόχινου νερού. Επίσης παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η κατασκευή μιας τυπικής εγκατάστασης συλλογής βρόχινου νερού.

Στο 5ο Κεφάλαιο διερευνούνται εναλλακτικά σενάρια διαχείρισης του βρόχινου νερού σε επίπεδο κατοικίας. Τα διαχειριστικά σενάρια παρουσιάζονται αναλυτικά με ταυτόχρονη περιγραφή του εξοπλισμού που απαιτείται για την υλοποίησή τους. Παρουσιάζεται αναλυτική τεχνική περιγραφή, κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση εγκαταστάσεων αποθήκευσης και επεξεργασίας του βρόχινου νερού.

Τέλος, η εργασία ολοκληρώνεται με μια σύνοψη των κυριότερων συμπερασμάτων και με τη διατύπωση ορισμένων προτάσεων.

Συγκεκριμένα το βρόχινο νερό αποτελεί συνήθως την πιο καθαρή πηγή νερού από όλες όσες είναι διαθέσιμες. Το γεγονός αυτό του δίνει επιπρόσθετα πλεονεκτήματα ως προς τη χρήση του, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη νερού που συναντάμε. Επίσης, η συλλογή του και η χρήση του μειώνει κάποιες από τις καταστροφικές συνέπειες που προκαλούν οι έντονες κυρίως βροχοπτώσεις.

Παρ' όλα αυτά θα πρέπει να δωθούν οικονομικά κίνητρα στους ιδιώτες, με τη μορφή άμεσης ή έμμεσης επιδότησης, για την εγκατάσταση εξοπλισμού εξοικονόμησης νερού σε παλιές κατοικίες και σε περιοχές προτεραιότητας. Η επιδότηση θα μπορούσε να αφορά την κατασκευή δεξαμενής συλλογής ομβρίων.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	<b>1</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>3</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	<b>5</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Εισαγωγή</b>	<b>9</b>
1.1 Γενικά στοιχεία .....	9
1.1.1 Παγκόσμια κρίση του νερού .....	10
1.1.2 Κλιματική αλλαγή και επιπτώσεις .....	12
1.1.3 Δείκτης εκμετάλλευσης νερού .....	14
1.2 Χρήσεις νερού .....	15
1.2.1 Γεωργικός τομέας .....	17
1.2.2 Κτηνοτροφικός τομέας .....	17
1.2.3 Αστικός τομέας .....	17
1.2.3.1 Χρήση νερού στον κτιριακό τομέα .....	18
1.2.3.2 Προκλήσεις και πρωτοβουλίες σχετικά με τη χρήση του νερού στα κτίρια .....	20
1.2.4 Βιομηχανικός τομέας .....	21
1.2.5 Ανάγκη για αποτελεσματική χρήση του νερού .....	21
1.3 Εξοικονόμηση νερού .....	22
1.3.1 Κατηγοριοποίηση μέτρων εξοικονόμησης .....	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Οι Υδατικοί Πόροι της Ελλάδας</b>	<b>24</b>
2.1 Υδρολογικά στοιχεία του Ελλαδικού χώρου .....	24
2.2 Γενικά στοιχεία χρήσης νερού στην Ελλάδα .....	24
2.2.1 Αγροτική χρήση .....	25
2.2.2 Αστική χρήση .....	25

2.3 Υδατικές ανάγκες .....	26
2.4 Διαχείριση των υδατικών πόρων .....	29
2.4.1 Φορείς διαχείρισης των υδατικών πόρων .....	29
2.4.2 Προβλήματα διαχείρισης των υδατικών πόρων στην Ελλάδα .....	31
2.4.3 Δράσεις - προγράμματα διαχείρισης των υδατικών πόρων .....	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Επαναχρησιμοποίηση Νερού</b>	<b>34</b>
3.1 Γενικά στοιχεία .....	34
3.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα .....	35
3.3 Εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης νερού .....	36
3.4 Νομικό πλαίσιο .....	38
3.5 Στάδια και τεχνολογικές μέθοδοι επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων .....	38
3.6 Τύποι εγκαταστάσεων επεξεργασίας .....	40
3.7 Σημαντικές παράμετροι στα έργα επαναχρησιμοποίησης .....	41
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ομβριοσυλλογή</b>	<b>42</b>
4.1 Γενικά στοιχεία .....	42
4.2 Χαρακτηριστικά βρόχινου νερού .....	42
4.2.1 Ποιότητα βρόχινου νερού .....	42
4.2.2 Ποσότητα βρόχινου νερού .....	43
4.3 Πρακτικές συλλογής βρόχινου νερού .....	44
4.4 Τεχνολογίες επεξεργασίας .....	44
4.4.1 Στοιχεία οικιακών συστημάτων .....	44
4.4.2 Συστήματα υπέργειας δεξαμενής συλλογής .....	45
4.4.3 Συστήματα υπόγειας δεξαμενής συλλογής .....	45
4.5 Σχεδιασμός - κατασκευή συστήματος .....	46
4.6 Καθαριότητα – συντήρηση .....	48

4.7 Διαστάσεις συστήματος και συλλεγόμενη ποσότητα νερού .....	48
4.8 Εφαρμογές .....	49
4.9 Οφέλη .....	49

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Οικιακή Χρήση** **51**

5.1 Γενικά στοιχεία .....	51
5.2 Οικιακή χρήση βρόχινου νερού: Αποκεντρωμένη διαχείριση .....	51
5.2.1 Βασικές κατηγορίες συστημάτων ομβριων υδάτων .....	52
5.2.2 Υπολογισμός του κατάλληλου μεγέθους της δεξαμενής αποθήκευσης .....	53
5.2.3 Προσφορά και ζήτηση νερού .....	54
5.2.4 Ποιότητα νερού .....	54
5.2.5 Διαθέσιμη έκταση .....	56
5.2.6 Ανταγωνιστικές χρήσεις ομβρίων υδάτων .....	56
5.2.7 Κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση .....	56
5.3 Δυνατότητες εξοικονόμησης νερού - σχετικό κόστος .....	57
5.3.1 Κατάλληλη τεχνολογική προσέγγιση στην περίπτωση που: .....	58
5.3.2 Πλεονεκτήματα και οφέλη .....	58
5.3.3 Μειονεκτήματα και περιορισμοί .....	59
5.3.4 Αποδοχή των συστημάτων συλλογής ομβρίων .....	59
5.3.5 Εύρος εφαρμογών .....	60
5.4 Ο διαχωρισμός των ομβρίων υδάτων από τα συστήματα αποχέτευσης: Κεντρική διαχείριση βρόχινου νερού .....	60
5.4.1 Τεχνική περιγραφή .....	60
5.4.2 Κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση .....	61
5.4.3 Σχετικό κόστος .....	61
5.4.4 Κατάλληλη τεχνολογική προσέγγιση στην περίπτωση που: .....	61
5.4.5 Πλεονεκτήματα και οφέλη .....	62

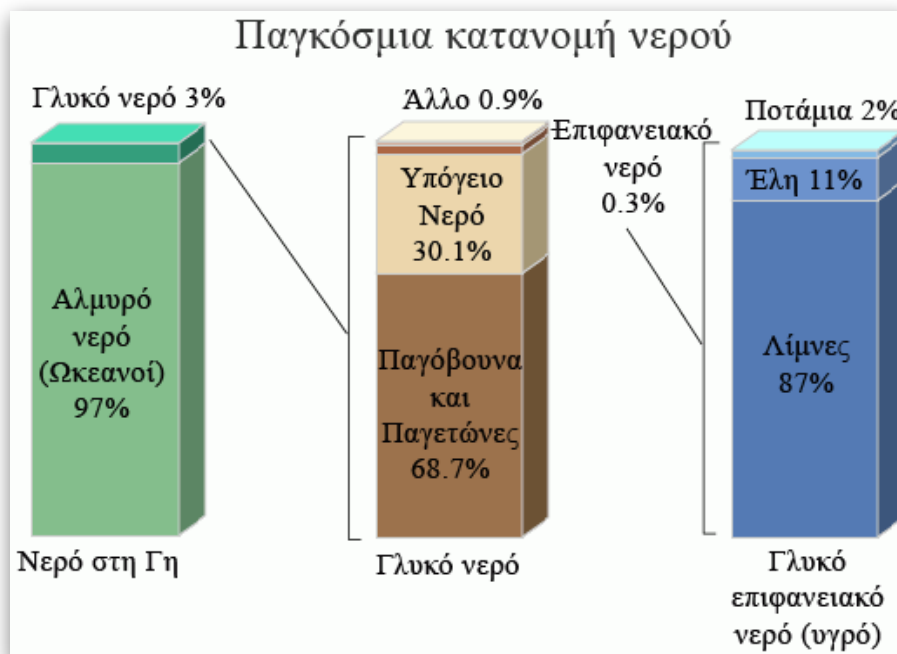
5.4.6 Μειονεκτήματα και περιορισμοί .....	62
5.4.7 Αποδοχή .....	62
5.4.8 Εύρος εφαρμογής .....	62
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα - Προτάσεις</b>	<b>63</b>
6.1 Συμπεράσματα .....	63
6.2 Προτάσεις .....	63
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	<b>66</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ</b>	<b>75</b>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

## 1.1 Γενικά στοιχεία

Το νερό είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τη ζωή, με τους ανθρώπους και το φυσικό περιβάλλον. Το ίδιο το ανθρώπινο σώμα αποτελείται κατά 66% από νερό και ο ανθρώπινος εγκέφαλος κατα 75% από νερό. Επίσης, το νερό παίζει βασικό ρόλο στη ρύθμιση του κλίματος και αποτελεί αναντικατάστατο πόρο για την οικονομική ανάπτυξη. Καλύπτοντας τα 2/3 της γήινης επιφάνειας, το νερό μπορεί να αλλάζει συνεχώς μορφές (υγρή, στερεή, αέρια) αλλά η ποσότητα του πάνω στο κλειστό σύστημα της γής παραμένει σταθερή εδώ και εκατομμύρια χρόνια.

Η κατανομή του νερού στη γή παρουσιάζεται στο Σχήμα 1. Όπως φαίνεται, τελικά από τη συνολική ποσότητα του πόσιμου νερού, αυτό που είναι διαθέσιμο για χρήση από τον άνθρωπο είναι λιγότερο από το 1%, αφού το υπόλοιπο βρίσκεται στη θάλασσα, την ατμόσφαιρα, με τη μορφή πάγου αλλά και αρκετά βαθιά στη γη ώστε να μην είναι εφικτή η εκμετάλλευσή του.



Σχήμα 1: Κατανομή του νερού στη γη. [5]

Όταν οι υδάτινοι πόροι είναι υποβαθμισμένοι, έχουν αντίκτυπο σε κάθε μορφή ζωής, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου.

Βασικά σημεία της βιώσιμης διαχείρισης των υδάτινων πόρων είναι:

- Η συνεχής βελτίωση της ύδρευσης και της αποχέτευσης ώστε να μειωθούν ασθένειες και θάνατοι που σχετίζονται με το νερό, σε παγκόσμια κλίμακα.
- Η διατήρηση και προστασία των οικοσυστημάτων και η αναγνώριση των αναγκών τους σε νερό.
- Η βελτίωση της αποδοτικής χρήσης του νερού σε όλους τους τομείς, ώστε να εξασφαλιστεί ο βιώσιμος εφοδιασμός γλυκού νερού αποδεκτής ποιότητας για όλες τις χρήσεις.
- Η μείωση της ρύπανσης των υδάτινων πόρων.

- Η καλύτερη διαχείριση των συστημάτων νερού από τις κυβερνήσεις, από οργανισμούς, με τη συμμετοχή των πολιτών και των ενδιαφερόμενων μερών, για ολοκληρωμένη προσέγγιση της διαχείρισης του νερού σε όλα τα επίπεδα.
- Το νερό, η ενέργεια, η κλιματική αλλαγή και η οικονομική ανάπτυξη είναι θεμελιωδώς συνδεδεμένα. Οι πολιτικές που σχετίζονται με όλους τους τομείς του νερού είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση υφιστάμενων και προβλεπόμενων αλλαγών και φαινομένων, όπως είναι για παράδειγμα οι πλημμύρες και οι ξηρασίες.

### 1.1.1 Παγκόσμια κρίση του νερού

Στο μεγαλύτερο μέρος της ιστορίας μας, οι άνθρωποι ξεδιψούν με το νερό από τις βροχές. Πιο συγκεκριμένα, λόγω της θέρμανσης και των ανέμων στην επιφάνεια της γης τα νερά εξατμίζονται, μαζεύονται ως υδρατμοί που στη συνέχεια συμπυκνώνονται, υγροποιούνται και πέφτουν στη γη ως βροχή ή με άλλες μορφές υετού, εμπλουτίζοντας τις επιφανειακές και υπόγειες αποθήκες νερού. Υπάρχει η ίδια ποσότητα νερού στη γη, από τη στιγμή που το πρώτο αμφίβιο βγήκε στην ξηρά. Ωστόσο σήμερα, οι ειδικοί στον τομέα της επιστήμης, της οικονομίας, και της ανάπτυξης, προειδοποιούν ότι μια παγκόσμια κρίση του νερού απειλεί τη σταθερότητα των εθνών και την υγεία δισεκατομμυρίων.

Το 97% του νερού στη γη είναι αλμυρό. Το υπόλοιπο 3% είναι γλυκό νερό, ωστόσο το 70% αυτού είναι σε μορφή πάγων και περίπου το 30% βρίσκεται στα υπόγεια ύδατα. Αυτό σημαίνει πως τελικά λιγότερο από 1% του γλυκού νερού είναι εύκολα προσβάσιμο στον άνθρωπο, στα ποτάμια, σε λίμνες και επιφανειακούς υδροφόρους. Οι πόροι του γλυκού νερού είναι πεπερασμένοι και δυστυχώς η αφαλάτωση σήμερα είναι σχεδόν απαγορευτική από την πλευρά του ενεργειακού κόστους, συνεπώς μόνο ένα μικρό ποσοστό της παροχής νερού προέρχεται από αφαλάτωση.

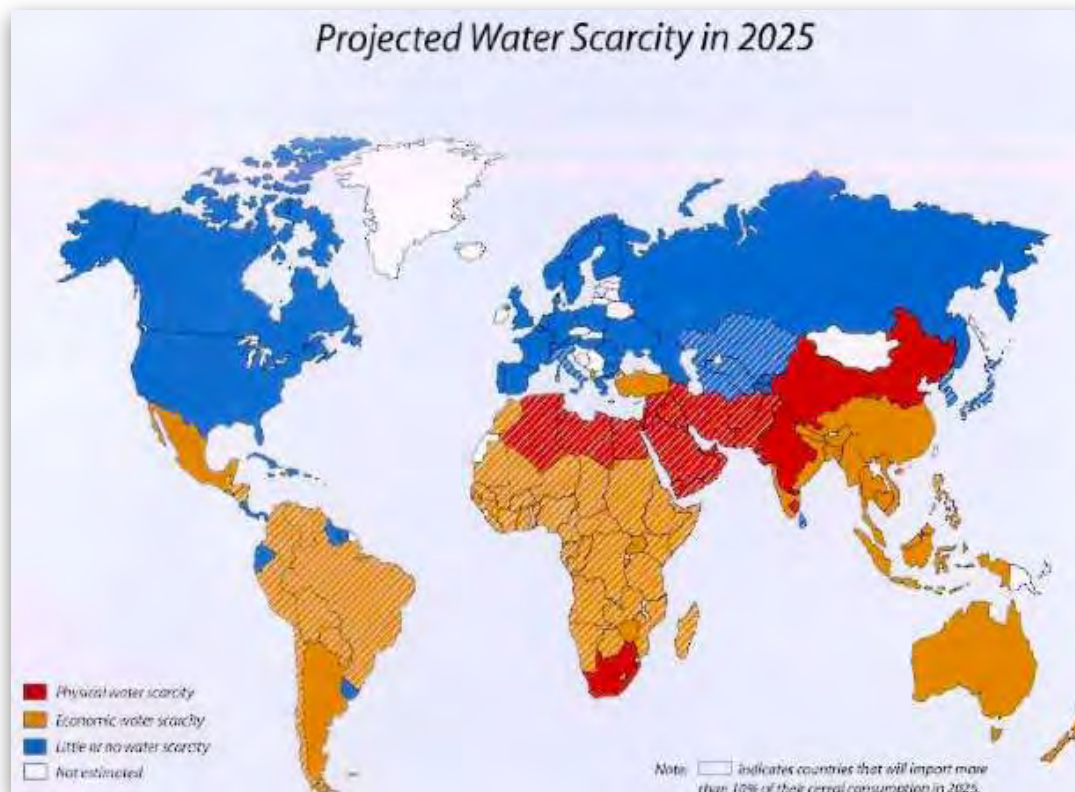
Έκθεση των Ηνωμένων Εθνών του 2006 επικεντρώνεται σε θέματα διακυβέρνησης ως βασικού πυρήνα της κρίσης του νερού, αναφέροντας πως "υπάρχει αρκετό νερό για όλους" και πως «η ανεπάρκεια νερού συχνά οφείλεται σε κακοδιαχείριση, διαφθορά, έλλειψη κατάλληλων θεσμών ή κυβερνητικών κανονισμών, γραφειοκρατική αδράνεια και έλλειψη επενδύσεων τόσο σε ανθρώπινο δυναμικό όσο και σε υλικές υποδομές». Ίσως λοιπόν το πρόβλημα να είναι περισσότερο θέμα αναγνώρισης της πραγματικής αξίας του νερού, της αποδοτικής χρήσης του και του σωστού προγραμματισμού σε δύσκολες περιόδους, παρά μια έλλειψη της συνολικής προσφοράς νερού. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με την έλλειψη επιδοτήσεων στον τομέα του νερού έχουν ως αποτέλεσμα να είναι η τιμή του νερού πολύ χαμηλή και η κατανάλωση πολύ υψηλή.

Οι προβλέψεις είναι πλέον δυσσιώνες τοποθετώντας το πρόβλημα του νερού στα σημαντικότερα για τις ερχόμενες δεκαετίες. Προβλέπει ότι μέχρι το 2025 τα 2/3 του παγκόσμιου πληθυσμού θα αντιμετωπίζουν προβλήματα σχετικά με την έλλειψη του όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.

Κάποιες από τις εκδηλώσεις της κρίσης των υδάτινων πόρων αναφέρονται παρακάτω:

- Ανεπαρκής πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό για περίπου 884 εκατομμύρια ανθρώπους.
- Ανεπαρκής πρόσβαση σε νερό για την υγιεινή και τη διάθεση των αποβλήτων για 2,5 δισεκατομμύρια ανθρώπους.
- Υπερβολική άντληση υπόγειων υδάτων, που οδηγεί σε μειωμένη γεωργική παραγωγή.
- 3,4 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο από ασθένειες που σχετίζονται με την ύδρευση και την αποχέτευση. Το 99% αυτών είναι σε αναπτυσσόμενες χώρες.

- Ασθένειες που μεταφέρονται με το νερό και η απουσία υγειονομικά καθαρού νερού οικιακής χρήσης είναι από τις κύριες αιτίες θανάτου παγκοσμίως. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Τράπεζα, το 88% του συνόλου των ασθενειών που μεταφέρονται με το νερό προκαλούνται από μη ασφαλές πόσιμο νερό, ανεπαρκή αποχέτευση και κακή υγιεινή.
- Κατά μέσο όρο οι γυναίκες στις αναπτυσσόμενες χώρες διανύουν κάθε μέρα 6 km με τα πόδια για να μεταφέρουν 20 λίτρα νερού στο σπίτι τους.
- Η κατάχρηση και η ρύπανση των υδάτινων πόρων βλάπτουν τη βιοποικιλότητα.
- Οι περιφερειακές συγκρούσεις για σπάνιους πόρους νερού συχνά αποτελούν αιτία πολέμου.



Εικόνα 1: Προβλεπόμενη έλλειψη νερού ανά τον κόσμο το έτος 2025. [6]

Τα αίτια της σημερινής κατάστασης είναι:

- Η αύξηση του πληθυσμού. Την τελευταία εκατονταετία ο παγκόσμιος πληθυσμός τριπλασιάστηκε.
- Η αύξηση της αρδευόμενης γης για να καλυφθούν οι αυξημένες διατροφικές ανάγκες του αυξανόμενου πληθυσμού.
- Οι κλιματικές αλλαγές.
- Η ρύπανση των υδατικών πόρων που τους καθιστά μη εκμεταλλεύσιμους.
- Η αστικοποίηση που προκαλεί συγκέντρωση μεγάλου πληθυσμού σε περιορισμένο γεωγραφικά χώρο με περιορισμένα (κοντινά) υδατικά αποθέματα.
- Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου. Η παγκόσμια κατανάλωση νερού εξαπλασιάστηκε φανερώνοντας την υπερκατανάλωσή του στις ανεπτυγμένες χώρες.

- Η βιομηχανική και τεχνολογική πρόοδος που χρησιμοποιούν το νερό τόσο ως πρώτη ύλη όσο και κατά τη διαδικασία παραγωγής.
- Η υπεράντληση και υπερεκμετάλλευσή τους που οδηγεί μεταξύ άλλων στην υποβάθμιση της ποιότητας του νερού έως και στην υφαλμύρινσή του.

Τα αποτελέσματα της λειψυδρίας είναι το ξέσπασμα επιδημιών, ο υποσιτισμός, η υποβάθμιση του περιβάλλοντος και η οικονομική κρίση σε περιοχές που στηρίζονται στη γεωργία. Ως εκ τούτου αποτελεί και αιτία διαμάχης μεταξύ γειτονικών χωρών καθώς το 40% των κατοίκων της Γης ζει σήμερα σε περισσότερες από 200 διακρατικές υδρολογικές λεκάνες.

### Παγκόσμια Ημέρα για το Νερό

Η Παγκόσμια Ημέρα για το Νερό ξεκίνησε το 1993 από τη Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ για την ευαισθητοποίηση σχετικά με τη σημασία του νερού και την κρίση που επηρεάζει εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο, καθώς και για να προωθήσει τη βιώσιμη χρήση του νερού.

Τέλος, σημειώνεται ότι υπάρχουν χώρες που ουσιαστικά δεν είναι φτωχές σε υδατικά αποθέματα αλλά μη έχοντας την οικονομική δυνατότητα για καλύτερη εκμετάλλευση και διαχείριση των πόρων αυτών, τελικά αντιμετωπίζουν υδατικά

#### 1.1.2 Κλιματική αλλαγή και επιπτώσεις

Τις τρεις τελευταίες δεκαετίες, η αλλαγή του κλίματος είχε έντονη επίδραση σε πολλά φυσικά και βιολογικά συστήματα ανά τον κόσμο και αναμένεται να προκαλέσει στο μέλλον προβλήματα νερού σε πολλά μέρη του κόσμου. Η τήξη των πάγων τροφοδοτεί τώρα με νερό περισσότερα από ένα δισεκατομμύρια άτομα. Χωρίς το νερό αυτό, οι πληθυσμοί που θα βρεθούν υπό πίεση είναι πιθανό να μεταναστεύσουν σε άλλες περιοχές του κόσμου, γεγονός το οποίο θα δημιουργήσει συνθήκες αναστάτωσης και ανασφάλειας σε τοπικό ή ακόμη και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η διαθεσιμότητα νερού σε ορισμένες περιοχές θα αυξηθεί ενώ σε ορισμένες ήδη ξηρές περιοχές, θα μειωθεί. Το πρόβλημα εφοδιασμού θα επιδεινωθεί από την κακή διαχείριση των υδάτινων πόρων, όπου συμπεριλαμβάνονται η υπεράντληση υπόγειων υδάτων, οι σπάταλες πρακτικές άρδευσης, η αποψίλωση των δασών, οι διαρροές των αστικών υποδομών, καθώς και τα ελαττωματικά οικονομικά μοντέλα που δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματική αξία του νερού (ΕΕΑ).

Το πρόβλημα ωστόσο είναι περισσότερο από την έλλειψη νερού. Ο κίνδυνος της ξηρασίας και των πλημμυρών θα αυξηθεί, και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας τις επόμενες δεκαετίες θα αυξήσει την ευπάθεια σε παράκτιες καταγίδες. Ενώ η ευπάθεια θα είναι μεγαλύτερη σε περιοχές του αναπτυσσόμενου κόσμου, κατά καιρούς τα φαινόμενα θα είναι αρκετά σοβαρά για να συντρίψουν τις υποδομές ακόμη και σε ανεπτυγμένες χώρες. Οι αναπτυσσόμενες χώρες που δεν έχουν τους πόρους ή την ικανότητα να λύσουν τα προβλήματα νερού, κινδυνεύουν από κοινωνικές αναταραχές, ειδικά αν ο πληθυσμός πιστεύει ότι η κυβέρνηση είναι υπεύθυνη. Όπως



είναι αναμενόμενο, το μεγαλύτερο αντίκτυπο της έλλειψης νερού θα είναι για τους φτωχούς. Έτσι, μια άνοδος των τιμών των τροφίμων μπορεί επίσης να προκαλέσει ταραχές (ΕΕΑ).

Στο μέλλον είναι πιθανό το νερό να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο ως οικονομική και πολιτική επιρροή μεταξύ των κρατών και θα μπορούσε ακόμη και να αποτελέσει όπλο, με τη χρησιμοποίηση φραγμάτων για να σταματήσει η προμήθεια νερού στους κατάντη γείτονες ή για να προκληθούν πλημμύρες. Φράγματα, εγκαταστάσεις αφαλάτωσης, κανάλια και αγωγοί μπορεί να αποτελέσουν στόχους για τρομοκρατικές επιθέσεις. Υπάρχουν 276 διασυνοριακές λεκάνες απορροής ποταμών στον κόσμο, και για να διατηρηθεί η ειρήνη μεταξύ των γειτονικών χωρών, είναι απαραίτητη η συνεργασία για την ορθή διαχείριση των διασυνοριακών υδατικών πόρων (ΕΕΑ).

Όσον αφορά την Ευρώπη, το καθαρό νερό σε πολλές περιοχές βρίσκεται υπό αυξανόμενη πίεση, συχνά με τη μορφή της υπερεκμετάλλευσης και της ρύπανσης. Υπάρχουν μέρη της Ευρώπης που ήδη αντιμετωπίζουν λειψυδρία και περιόδους εποχιακής ξηρασίας, ενώ άλλες περιοχές αντιμετωπίζουν πλημμύρες. Ανάλογα με την περιοχή, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει την ποιότητα και την ποσότητα του γλυκού νερού (ΕΕΑ).

### Υπεράντληση Υπόγειων Υδάτων

Σε πολλές περιοχές, τα υπόγεια ύδατα χρησιμοποιούνται πιο γρήγορα από ότι μπορούν να ανανεωθούν. Σύμφωνα με τα Ηνωμένα Έθνη, η εξόρυξη υπόγειου νερού σε παγκόσμιο επίπεδο έχει τριπλασιαστεί τα τελευταία 50 χρόνια. Το 2009, δορυφόροι της NASA μέτρησαν τις μεταβολές στη μάζα των υπόγειων υδάτων στη βόρεια Ινδία και τα δεδομένα των μετρήσεων υποδεικνύουν υπερβολική άρδρευση στην περιοχή. Αν δεν ληφθούν μέτρα για τη διασφάλιση της αερόφορου χρήσης των υπόγειων υδάτων οι συνέπειες για τους 114 εκατομμύρια κατοίκους τη περιοχής μπορεί να περιλαμβάνουν την κατάρρευση της γεωργικής παραγωγής και σοβαρές ελλείψεις πόσιμου νερού.

#### 1.1.3 Δείκτης εκμετάλλευσης νερού

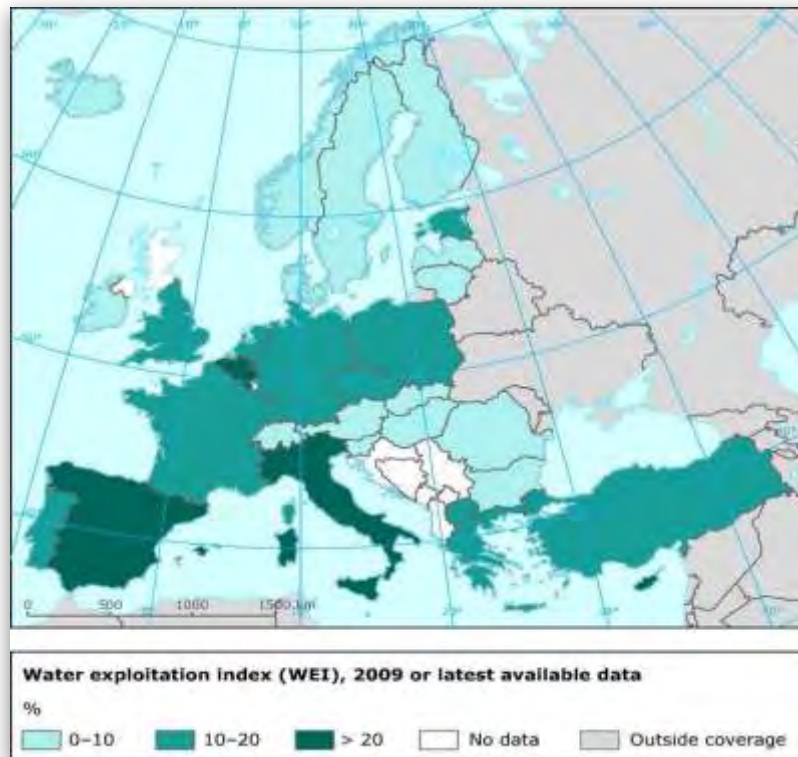
Η ανθρώπινη ζήτηση σε νερό ανταγωνίζεται την απαίτηση σε νερό για τη διατήρηση των οικολογικών λειτουργιών (ΕΕΑ, 2009 και 2010). Όταν μια πηγή νερού μειώνεται, τότε η ποιότητα του νερού επιδεινώνεται, καθώς υπάρχει λιγότερο νερό για αραιώση των ρύπων. Επιπλέον, το αλμυρό νερό διεισδύει όλο και περισσότερο σε παράκτιους υδροφόρους. Η υπερβολική άντληση από οποιοδήποτε σώμα νερού μπορεί να επηρεάσει και άλλα σώματα νερού, για παράδειγμα ποτάμια, λίμνες και υγρότοποι μπορεί να εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από υπόγεια ύδατα, ιδιαίτερα το καλοκαίρι (ΕΕΑ, 2009).

Ένας δείκτης για την πίεση που δέχονται τα οικοσυστήματα γλυκού νερού είναι ο δείκτης εκμετάλλευσης νερού (Water Exploitation Index, WEI), που εκφράζει την άντληση νερού ως ποσοστό του διαθέσιμου γλυκού νερού. Ο δείκτης δε λαμβάνει υπόψη άλλες πιέσεις, όπως είναι η ρύπανση. Όταν ο δείκτης WEI είναι πάνω από 20%, συνήθως υποδηλώνει πως το σώμα νερού είναι υπό πίεση λόγω υδροληψίας (Χάρτης 1, ΕΕΑ). Βάση δεδομένων της Eurostat για την

περίοδο 1985–2009, σε 5 χώρες θεωρείται πως το νερό δέχεται πίεση (Κύπρος, Βέλγιο, Ιταλία, Μάλτα, Ισπανία).

Το πλεονέκτημα του δείκτη εκμετάλλευσης νερού είναι πως γίνεται εύκολα κατανοητός, ενώ το μειονέκτημα του είναι πως δεν απηχεί την έκταση και τη σοβαρότητα της υπερεκμετάλλευσης των υδάτινων πόρων. Για παράδειγμα, δεν εκφράζει την ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται σε σχέση με την ποσότητα που αντλείται (αυτό ισχύει για παράδειγμα στην περίπτωση του Βελγίου, που αντλεί μεγάλες ποσότητες νερού, οι οποίες ωστόσο επιστρέφονται σε ποτάμια και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, καθώς το νερό χρησιμοποιείται για ψύξη). Επιπλέον, όταν ο δείκτης εκμετάλλευσης νερού υπολογίζεται σε εθνικό επίπεδο, θα μπορούσε να αποκρύψει διαφορές μεταξύ των περιφερειών της ίδιας χώρας (ΕΕΑ, 2010).

Στην Εικόνα 2 δίνονται στοιχεία για τον δείκτη εκμετάλλευσης νερού (WEI). Οι υπολογισμοί του δείκτη βασίζονται: στο έτος 2009 για Βουλγαρία, Κύπρο, Τσεχία, Δανία, Εσθονία, Λιθουανία, Πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Πολωνία, Ρουμανία και Σλοβενία· στο έτος 2008 για Ουγγαρία, Κάτω Χώρες και Ισπανία· στο έτος 2007 για Σουηδία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Λετονία, και Σλοβακία· στο έτος 2006 για Αγγλία, Ουαλία και Ελβετία· στο έτος 2005 για Ισλανδία· στο 2001 για Τουρκία· στο 1999 για Αυστρία και Φινλανδία· στο 1998 για Ιταλία και Πορτογαλία· στο 1985 για τη Νορβηγία.



*Εικόνα 2:* Δείκτης εκμετάλλευσης νερού (WEI) Πηγή: *European Environment Agency*

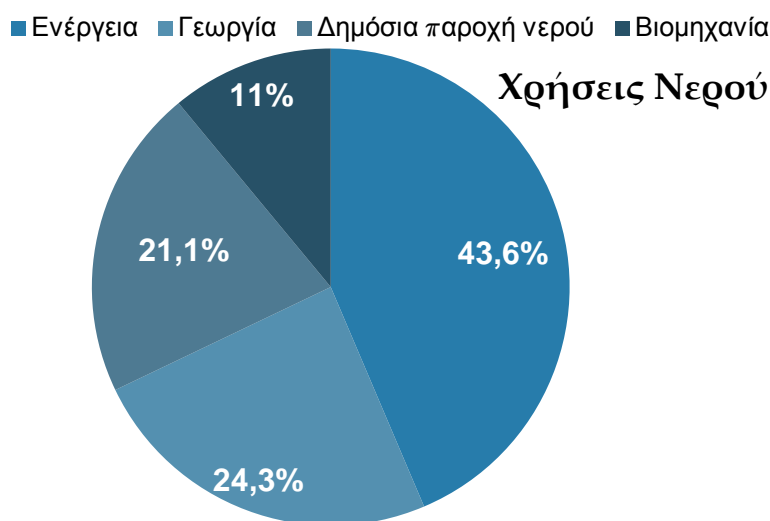
Όλα τα υδάτινα οικοσυστήματα, γλυκού και θαλασσινού νερού, παρέχουν αγαθά και υπηρεσίες που στηρίζουν άμεσα ή έμμεσα την ανθρώπινη ύπαρξη. Αυτό περιλαμβάνει το γλυκό νερό αποδεκτής ποιότητας για την ανθρώπινη υγεία και ευημερία. Η πρόκληση είναι να ξεπεραστεί η ανάγκη για μη βιώσιμο ανταγωνισμό και να βρεθούν τρόποι για την εναρμόνιση των αναγκών των ανθρώπων σε νερό, διασφαλίζοντας παράλληλα τις ανάγκες του φυσικού περιβάλλοντος (UNEP).

## 1.2 Χρήσεις Νερού

Το νερό είναι μέρος όλων όσων κάνουμε. Χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια τροφίμων, για να παράγει ενέργεια, για βιομηχανική χρήση, για την κατασκευή όλων των προϊόντων από ρούχα ως αυτοκίνητα, για δημόσια προμήθεια, για οικιακή χρήση, στις μεταφορές και για αναψυχή, μεταξύ άλλων. Καθώς ο πληθυσμός συνεχίζει να αυξάνεται, αυξάνεται και η απαιτούμενη ποσότητα νερού. Ως εκ τούτου, η βιώσιμη διαχείριση των υδάτινων πόρων απαιτεί μια ευρύτερη πολιτική, που θα απευθύνεται σε όλους τους κύριους χρήστες και θα καλύπτει τις αλληλεπιδράσεις του νερού με άλλους πόρους.

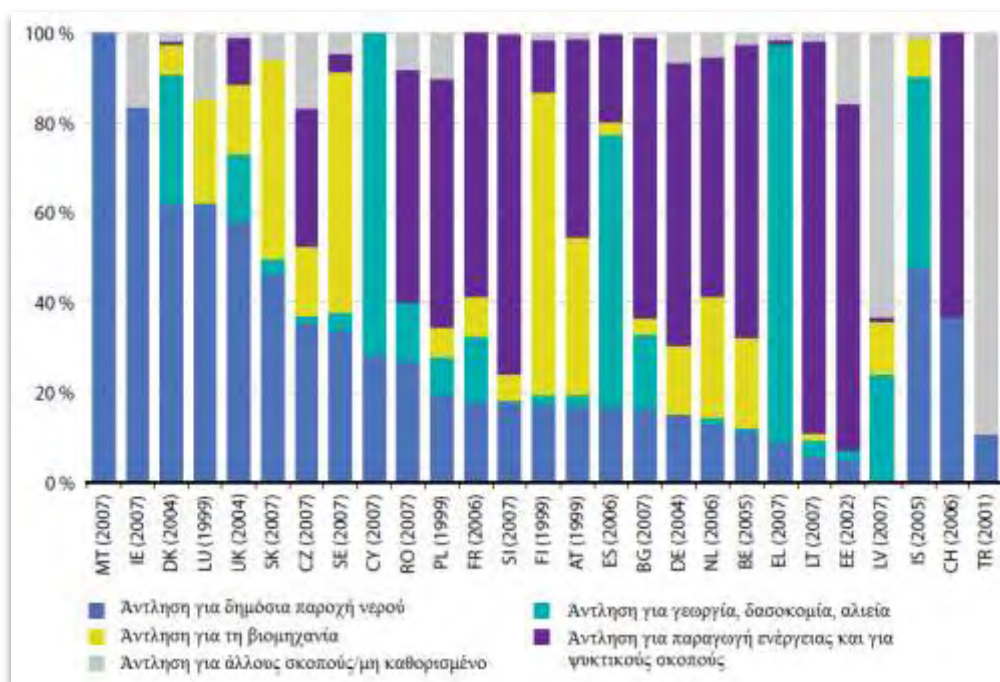
Για τις περισσότερες χρήσεις, εξάγουμε νερό από μια πηγή, το χρησιμοποιούμε και στη συνέχεια επιστρέφεται ένα μέρος του σε ένα σώμα νερού. Το νερό που επιστρέφεται είναι διαφορετικής ποιότητας από το νερό που αντλείται. Οι αλλαγές στα σώματα νερού (για παράδειγμα, η υπερβολική άντληση, η απόρριψη ζεστού ή ρυπασμένου νερού), μπορούν να επηρεάσουν το σύνολο της λεκάνης και όλα τα έμβια όντα, μαζί με τους ανθρώπους, που εξαρτώνται από το νερό.

Στο Διάγραμμα 1 που ακολουθεί διακρίνονται οι κύριοι χρήστες νερού στην Ευρώπη, σύμφωνα με δεδομένα της Eurostat για την περίοδο 1997 – 2005, που επίσης αναφέρονται στις εκθέσεις “Water efficiency standards” του 2009 και “Water performance of buildings”, του 2012. Τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να διαφέρουν ανάμεσα σε διαφορετικές περιοχές και χώρες. Για παράδειγμα, στην Ισπανία και την Ελλάδα, η γεωργία είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού, ενώ σε χώρες της κεντρικής Ευρώπης κυριαρχεί η άντληση νερού για ψύξη, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Διάγραμμα 1: Απολήψεις νερού ανά τομέα στην ΕΕ (%). Πηγή: *Water performance of buildings*, 2012

Στο διάγραμμα 2 δίνονται στοιχεία από την έκδοση της Eurostat του 2010, και παρουσιάζονται οι χρήσεις του νερού για κάθε χώρα. Η άντληση για κάθε χρήση δίνεται ως ποσοστό της συνολικής άντλησης νερού, για κάθε χώρα. Τα δεδομένα για κάθε χώρα είναι από το τελευταίο διαθέσιμο έτος, το οποίο σημειώνεται.



Διάγραμμα 2: Άντληση νερού ανά τομέα σε ευρωπαϊκές χώρες. Πηγή: Eurostat, 2010

### 1.2.1 Γεωργικός τομέας

Σε παγκόσμιο επίπεδο η γεωργία καταναλώνει περίπου το 69% των συνολικών απολήψεων νερού, κάτι που την καθιστά τον πλέον υδροβόρο τομέα. Φυσικά, υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανά περιοχή. Στην Αφρική το αντίστοιχο ποσοστό είναι 88%, στην Ασία 86%, στην Ευρώπη 24% ενώ ειδικά για την περιοχή της Μεσογείου κυμαίνεται μεταξύ 70-80%. Όσο μεγαλύτερη είναι η ανάπτυξη σε μια περιοχή, τόσο περισσότερο νερό χρησιμοποιείται για τη βιομηχανία και την αστική χρήση και λιγότερο για τη γεωργία. Υπάρχουν όμως και άλλοι καθοριστικοί παράγοντες, όπως το είδος καλλιέργειας που κυριαρχεί σε μια χώρα και οι κλιματολογικές συνθήκες. Στην Ιαπωνία η γεωργία εξακολουθεί να κατέχει την πρώτη θέση στην κατανάλωση νερού λόγω της άρδευσης των καλλιεργειών ρυζιού κι οι ξηρές μεσογειακές χώρες καταναλώνουν το περισσότερο νερό για άρδευση.

Πράγματι, η άρδευση είναι ο κύριος καταναλωτής νερού στον αγροτικό τομέα, ενώ ακολουθούν η κτηνοτροφία και οι ιχθυοκαλλιέργειες. Παρόλα αυτά, μόνο ένα 11-16% των καλλιεργειών παγκοσμίως αρδεύονται χρησιμοποιώντας αποδοτικές μεθόδους άρδευσης. Στην Ευρώπη το 85% των αρδευόμενων εκτάσεων βρίσκεται στην Ισπανία, την Ιταλία, τη Γαλλία, την Ελλάδα και την Πορτογαλία ενώ οι τάσεις είναι αυξητικές.

Τα τελευταία χρόνια με τη βελτίωση της άρδευσης έχει αυξηθεί η αποτελεσματική χρήση του νερού, αλλά υπάρχουν ακόμα περιθώρια βελτίωσης. Πολλά μέτρα μπορούν να ληφθούν με στόχο την αποτελεσματικότερη χρήση του νερού. Για παράδειγμα, μπορούν να επιλέγονται καλλιέργειες που να απαιτούν λιγότερο νερό ή να είναι ανθεκτικότερες στην ξηρασία. Σε περιοχές όπου το νερό δεν είναι άφθονο, τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα παρέχουν μια εναλλακτική πηγή νερού για τις καλλιέργειες.

Σημαντικό μέρος του νερού που χρησιμοποιείται στη γεωργία, επιστρέφεται στο περιβάλλον. Η άντληση νερού για τη γεωργία έχει μειωθεί τις τελευταίες 2 δεκαετίες, ιδιαίτερα στην ανατολική Ευρώπη. Στη νότια Ευρώπη, η άντληση για τη γεωργία παραμένει σταθερή, με εξαίρεση την Τουρκία, όπου αυξήθηκε πάνω από 30% μετά το 1990. Στη νότια Ευρώπη το νερό

χρησιμοποιείται πιο αποτελεσματικά ενώ παράλληλα αυξήθηκε η χρήση ανακυκλωμένου νερού (ΕΕΑ, 2009).

### 1.2.2 Κτηνοτροφικός τομέας

Στην κτηνοτροφία η άρδευση για παραγωγή ζωικής τροφής κατέχει το 90% της χρήσης νερού. Μάλιστα το νερό αυτό ίσως αποτελεί και το μεγαλύτερο ποσοστό του συνολικού αρδευτικού νερού μιας χώρας φτάνοντας και το 50% (περίπου 29% στην Αυστραλία). Το ποσοστό αυτό συνεχώς αυξάνεται καθώς η ζήτηση για κτηνοτροφικά προϊόντα μεγαλώνει. Η δεύτερη μεγαλύτερη κατανάλωση στην κτηνοτροφία είναι για το πότισμα των ζώων (65-80% της συνολικής κατανάλωσης μέσα σε μια κτηνοτροφική μονάδα) και ακολουθούν ο καθαρισμός της εγκατάστασης και του εξοπλισμού, το δρόσιμα των ζώων κλπ.

### 1.2.3 Αστικός τομέας

Με την αύξηση του πληθυσμού, την αστικοποίηση και την οικονομική ανάπτυξη, η ζήτηση για γλυκό νερό σε αστικές περιοχές αυξάνεται. Παράλληλα, η κλιματική αλλαγή και η ρύπανση επηρεάζουν την διαθεσιμότητα του νερού για τους κατοίκους της πόλης. Περισσότερα από τα 3/4 των Ευρωπαίων πολιτών ζουν σε αστικές περιοχές.

Περίπου το 1/5 του συνόλου του γλυκού νερού που αντλείται στην Ευρώπη τροφοδοτεί δημόσια συστήματα νερού. Η αστική χρήση του νερού αναφέρεται στην κατανάλωση στα σπίτια, τα δημόσια κτίρια, τα κτίρια γραφείων, τα εμπορικά κέντρα, τα ξενοδοχεία, τα σχολεία, τα πανεπιστήμια, τα νοσοκομεία και τις βιομηχανίες. Αντιπροσωπεύει το 8% της παγκόσμιας χρήσης νερού ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στην Αφρική είναι 7%, στην Ασία 6% και στην Ευρώπη 17%.

Η ένταση αστικής χρήσης νερού είναι ένας από τους δείκτες της οικονομικής ανάπτυξης μιας χώρας. Για παράδειγμα, η ατομική κατανάλωση νερού για προσωπική χρήση στην Αφρική είναι περίπου 47 λίτρα ημερησίως, στην Ασία 85 λίτρα, στο Ηνωμένο Βασίλειο 334 λίτρα και στις Ηνωμένες Πολιτείες 578 λίτρα. Η μέση ατομική κατανάλωση υπολογίζεται γύρω στα 200 λίτρα από τα οποία μόνο τα 5-10 λίτρα προορίζονται για τη βασική επιβίωση και το μαγειρέμα.

Η εξασφάλιση μιας σταθερής παροχής καθαρού νερού στο κοινό δεν είναι απλό έργο. Το σύστημα του νερού θα πρέπει να εξετάσει πολλούς παράγοντες, όπως το μέγεθος του πληθυσμού και των νοικοκυριών, τις αλλαγές στα φυσικά χαρακτηριστικά των επιφανειών γης, τη συμπεριφορά των καταναλωτών, τις ανάγκες του οικονομικού τομέα (όπως για παράδειγμα του τουρισμού), τη χημική σύνθεση του νερού και την υλικοτεχνική υποστήριξη της αποθήκευσης και μεταφοράς του νερού. Πρέπει επίσης να συνυπολογίσει τις προκλήσεις από την κλιματική αλλαγή, που μπορεί να περιλαμβάνουν απρόσμενες πλημμύρες, κύματα καύσωνα και περιόδους λειψυδρίας.

Για την αποφυγή κρίσεων στο αστικό νερό, πρέπει να γίνει διαχείριση των υδάτινων πόρων αποτελεσματικά σε όλα τα στάδια, από την παροχή καθαρού νερού έως τις διάφορες χρήσεις του από τους καταναλωτές. Αυτό θα πρέπει να περιλαμβάνει μείωση της κατανάλωσης καθώς και εύρεση νέων τρόπων συλλογής και χρήσης του νερού.

#### 1.2.3.1 Χρήση νερού στον κτιριακό τομέα

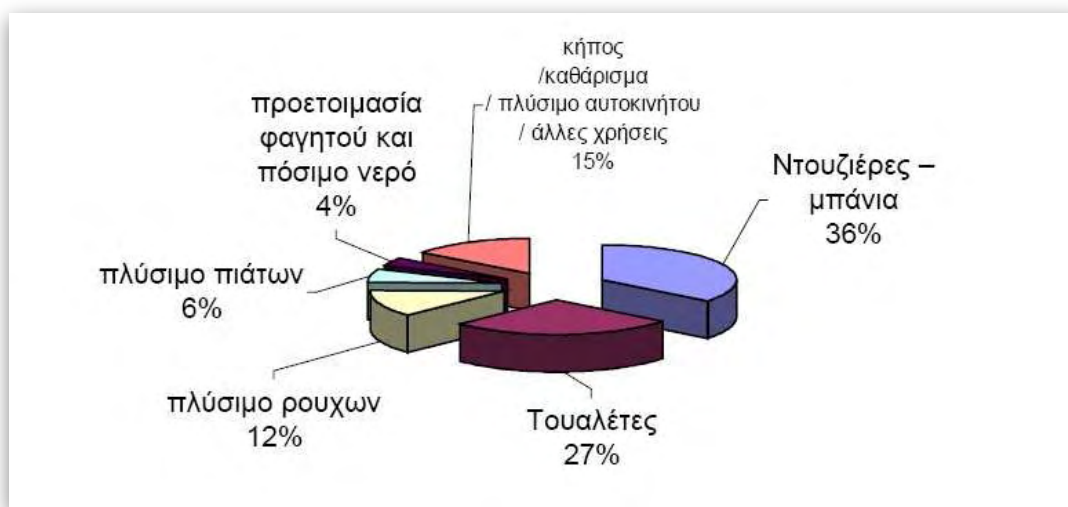
Στον κτιριακό τομέα περιλαμβάνονται οι κατοικίες και τα μη οικιστικά κτίρια. Υπάρχουν πάνω από 165 εκατομμύρια κτίρια στην Ευρώπη, και πάνω από 99% αυτών είναι κατοικίες. Αναφορικά με τη χρήση νερού στα κτίρια, το 72% χρησιμοποιείται σε κατοικίες και το 28% σε άλλα κτίρια (Water performance of buildings, 2012).



Όσον αφορά την απόληψη νερού για δημόσια παροχή νερού, υπάρχουν πολλοί κοινωνικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν το ρυθμό και τον όγκο απόληψης, όπως ο πληθυσμός, ο τύπος και το μέγεθος του νοικοκυριού, ο τουρισμός, το εισόδημα, το μορφωτικό επίπεδο, η ηλικία, η γεωγραφική θέση, η διαθέσιμη τεχνολογία και ο τρόπος ζωής. Ομοίως, τα επίπεδα υδατικής κατανάλωσης παρουσιάζουν επίσης μεγάλες διακυμάνσεις. Στη νότια Ευρώπη η οικιακή χρήση νερού έχει αυξηθεί από το 1990 κατά 12% και κατά 50% και άνω στην Τουρκία. Αντίθετα, στην ανατολική Ευρώπη υπάρχει μείωση κατά 40% λόγω της αύξησης της τιμής του νερού και της οικονομικής ύφεσης. Παρόμοια αλλά όχι τόσο σημαντική μείωση της ζήτησης παρατηρείται και στη δυτική Ευρώπη τα τελευταία χρόνια, που είναι αποτέλεσμα της ευαισθητοποίησης του κόσμου, της αλλαγής στη συμπεριφορά, της χρήσης συσκευών εξοικονόμησης νερού και της αύξησης στην τιμή του νερού (ΕΕΑ, 2009).

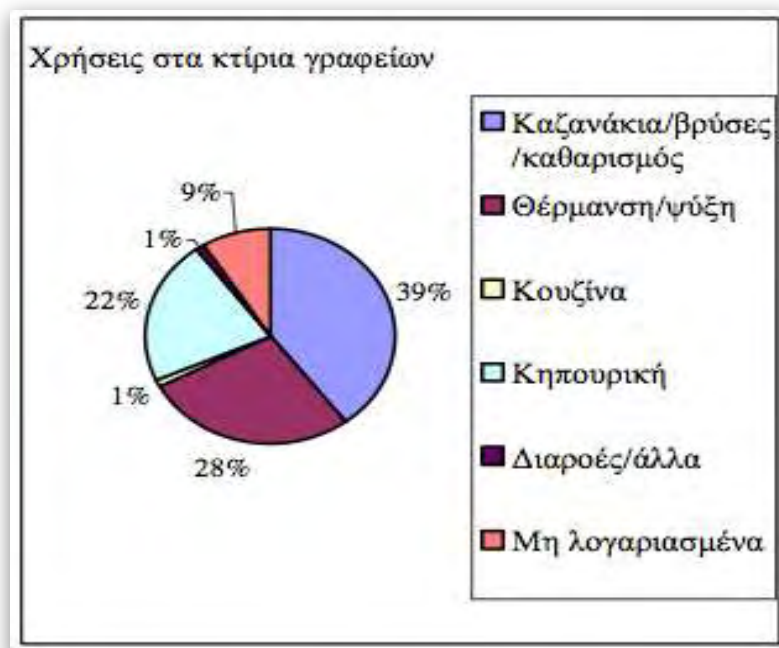
Σήμερα, η χρήση του νερού στην Ευρώπη, και πιο συγκεκριμένα σε κατοικίες, είναι περίπου 160 λίτρα/ημέρα/άτομο (Water performance of buildings, 2012). Η χρήση νερού εξαρτάται αρκετά από τον αριθμό ατόμων που μένουν σε μια κατοικία. Στην Ευρώπη ο μέσος όρος ατόμων που μένουν σε ένα σπίτι είναι 2,5 άτομα. Ο όρος κατοικίες περιλαμβάνει τις μονοκατοικίες (53%), πολυκατοικίες με λιγότερο από 8 ορόφους (37%) και πολυκατοικίες άνω των 9 ορόφων (10%).

Όσον αφορά την κατανομή της κατανάλωσης νερού στις κατοικίες, τη συντριπτική ποσότητα νερού καταναλώνουν οι κήποι, εφόσον υπάρχουν. Η ακριβής τους κατανάλωση εξαρτάται από το κλίμα της περιοχής, την έκτασή τους κλπ. Επίσης σημειώνεται ότι το παρεχόμενο νερό είναι πολλές φορές κατά μέσο όρο 30-40% περισσότερο από αυτό που χρειάζονται τα φυτά. Η κατανομή των χρήσεων νερού στο εσωτερικό του σπιτιού φαίνεται στο Διάγραμμα 3.



Διάγραμμα 3: Κατανομή χρήσεων νερού στα σπίτια. [9]

Η κατανομή κατανάλωσης νερού στα κτίρια γραφείων φαίνεται στα Διαγράμματα 4. Η μεγαλύτερη κατανάλωση αντιστοιχεί σε οικιακού τύπου χρήσεις (κυρίως καζανάκια) που για τα πανεπιστήμια και τα σχολεία φτάνει το 50% των συνολικών χρήσεων και για τα κτίρια γραφείων το 40%. Εξοικονόμηση της τάξεως του 25-30% είναι εφικτή για τη χρήση αυτή. Γενικά υπολογίζεται ότι στον αστικό τομέα η εξοικονόμηση μπορεί να φτάσει το 40% ή και περισσότερο, εφαρμόζοντας απλές πρακτικές. Παράλληλα, το νερό που εξοικονομείται είναι τις περισσότερες φορές υψηλής ποιότητας καθώς προορίζεται για οικιακή χρήση.



Διάγραμμα 4: Κατανομή χρήσεων νερού στα κτίρια γραφείων. [9]

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι σημαντικό ρόλο στη εξοικονόμηση νερού στον αστικό τομέα παίζουν οι δημοτικές αρχές και οι εταιρείες ύδρευσης - αποχέτευσης οι οποίες ωφελούνται κιάλας απο αυτή. Μέσω της εξοικονόμησης, μειώνεται η ποσότητα του νερού που πρέπει να μεταφερθεί στα σπίτια όπως και τα λύματα που πρέπει να επεξεργαστούν στις μονάδες επεξεργασίας. Έτσι μεγαλώνει ο χρόνος ζωής των μονάδων ύδρευσης και επεξεργασίας λυμάτων αλλά και για τα ιδιωτικά σηπτικά συστήματα αυξάνεται η λειτουργική απόδοση και ο χρόνος ζωής τους. Παράλληλα, η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού και η υιοθέτηση διαφόρων τιμολογιακών πολιτικών που γίνονται απο αυτούς τους φορείς επηρεάζουν σημαντικά κάθε μετέπειτα προσπάθεια εξοικονόμησης στις πόλεις.

### 1.2.3.2 Προκλήσεις και πρωτοβουλίες σχετικά με τη χρήση του νερού στα κτίρια

Το θέμα της διαχείρισης του νερού είναι τόσο τοπικό όσο και εποχιακό. Συνήθως, το νερό είναι λιγότερο διαθέσιμο και χρησιμοποιείται περισσότερο το καλοκαίρι, ιδιαίτερα στη νότια Ευρώπη, περιοχή με λίγες βροχοπτώσεις και τουρισμό. Κατά ανάλογο τρόπο και άλλες περιοχές της Ευρώπης αντιμετωπίζουν πρόβλημα νερού λόγω λίγων βροχοπτώσεων ή επειδή η ζήτηση υπερβαίνει την προσφορά.

Οι περισσότερες χρήσεις του νερού σχετίζονται με κατανάλωση ενέργειας. Το νερό πρέπει να αντληθεί και να περάσει από εγκατάσταση επεξεργασίας προτού δοθεί στο δίκτυο. Στα κτίρια, το νερό πρέπει να θερμανθεί ανάλογα με τη χρήση του, και πρέπει επίσης να αντληθεί. Τέλος, αφού το νερό χρησιμοποιηθεί, τα απόβλητα αντλούνται και οδηγούνται προς επεξεργασία. Η αποδοτική χρήση νερού σε ένα κτίριο δεν αρκεί για να μειωθούν επαρκώς οι επιπτώσεις αυτές, αλλά θα πρέπει να μειωθεί η συνολική ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται, ή πρέπει να αυξηθεί ο αριθμός των κύκλων που χρησιμοποιείται το νερό.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, κύριος στόχος κάθε πολιτικής που σκοπό έχει την καλύτερη ποσοτική διαχείριση του νερού, πρέπει να είναι η μείωση της πίεσης στα σώματα νερού, ιδιαίτερα σε περιοχές με λίγο νερό και σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, ενώ παράλληλα θα πρέπει να εγγυάται ασφαλή ποιότητα νερού. Επιπλέον, μείωση της χρήσης νερού στα κτίρια

θα συνεισφέρει στη μείωση του ενεργειακού και οικονομικού κόστους (για παράδειγμα, μέσω μείωσης της ανάγκης για άντληση, θέρμανση, επεξεργασία) και αυτός ο παράγοντας πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη. Για την επίτευξη αυτών των στόχων δύο τύποι μέτρων μπορούν να ληφθούν: μείωση της ποσότητας του νερού που χρησιμοποιείται ή επαναχρησιμοποίηση νερού.

Οι δύο τύποι μέτρων που μπορούν να εφαρμοστούν παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1 που ακολουθεί (Water performance of buildings, 2012).

Τύποι μέτρων	
1. Μείωση της χρήσης νερού στα κτίρια θα επιτευχθεί με βελτίωση της συμπεριφοράς, με βελτίωση της αποδοτικότητας προϊόντων που χρησιμοποιούν νερό ή με βελτίωση της απόδοσης των κτιρίων. Η βελτίωση της συμπεριφοράς είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς έχει επίπτωση στην ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται, ακόμη και όταν χρησιμοποιούνται αποδοτικά προϊόντα.	2. Εξετάζονται εναλλακτικές πηγές νερού, συμπεριλαμβανομένης της επαναχρησιμοποίησης και της συλλογής νερού. Έτσι θα μειωθεί η κατανάλωση πόσιμου νερού, αλλά θα απαιτούνται χωριστά δίκτυα, ενώ θα πρέπει το νερό να χρησιμοποιείται για συγκεκριμένη χρήση, όπως για παράδειγμα στην τουαλέτα ή για πότισμα.

Υπάρχουν αρκετές πρωτοβουλίες στην Ευρώπη και αλλού, με σκοπό τη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης των κτιρίων, που περιλαμβάνουν και την κατανάλωση νερού. Οι πρωτοβουλίες αυτές έχουν σκοπό τη σήμανση κτιρίων σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια, και κάποιες από αυτές τις πρωτοβουλίες είναι η BREEAM στο Ηνωμένο Βασίλειο, η DGNB στη Γερμανία, η HQE στη Γαλλία, η LEED στην Αμερική και τον Καναδά, η Green Star στην Αυστραλία.

Οι πρωτοβουλίες που αφορούν το νερό περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα δράσεων, όπως τον καλύτερο έλεγχο των διαρροών, την εγκατάσταση προϊόντων που χρησιμοποιούν αποδοτικά το νερό, την επαναχρησιμοποίηση ή συλλογή νερού κλπ. Επιπλέον, υπάρχουν πρωτοβουλίες σε ευρωπαϊκό επίπεδο, που εστιάζουν στην ανάπτυξη κριτηρίων για την αποδοτική χρήση του νερού στα κτίρια, τα οποία κριτήρια θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για ένα οικολογικό σήμα ή στις πράσινες δημόσιες προμήθειες (green public procurement) ή σε οικολογικό σχεδιασμό που θα αφορά είτε κτίρια είτε προϊόντα που χρησιμοποιούν νερό. Τέτοιες πρωτοβουλίες οδηγούν στην ανάπτυξη πρακτικών για αποδοτική χρήση του νερού. Ένα άλλο εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, είναι η οδηγία για την Ενεργειακή απόδοση κτιρίων, που θα μπορούσε να διευρυνθεί ώστε να συμπεριλάβει την αποδοτική χρήση του νερού.

#### 1.2.4 Βιομηχανικός τομέας

Σε παγκόσμια βάση η βιομηχανία καταλαμβάνει το 23% περίπου της συνολικής κατανάλωσης, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στην Αφρική είναι 5%, στην Ασία 8% και στην Ευρώπη το 59% της χρήσης είναι για βιομηχανικούς και ενεργειακούς σκοπούς.

Το νερό είναι βασικός παράγοντας στη βιομηχανία. Χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη, ψυκτικό, διαλυτικό, μεταφορικό μέσο και ως πηγή ενέργειας. Πολλά προϊόντα απαιτούν μεγάλες ποσότητες νερού για να κατασκευαστούν αλλά στην πραγματικότητα μόνο ένα μικρό μέρος καταναλώνεται και οι μεγάλες ποσότητες χρησιμοποιούνται ως μέσο σε άλλα στάδια. Για την παραγωγή ενός τόνου ατσαλιού απαιτούνται 300 τόνοι νερού και για την κατασκευή ενός αυτοκινήτου περίπου 150.000 λίτρα. Οι κύριοι βιομηχανικοί χρήστες είναι οι χαρτοβιομηχανίες, οι μεταλλουργικές και χημικές βιομηχανίες.



Οι βιομηχανίες πληρώνουν για την επεξεργασία και απόρριψη των υγρών αποβλήτων τους και μάλιστα, στις περισσότερες περιπτώσεις, το κόστος είναι μεγαλύτερο από αυτό του καθαρού νερού. Επομένως, η εξοικονόμηση νερού στη βιομηχανία αποδεικνύεται, εκτός των άλλων, και οικονομικά συμφέρουσα με αποτέλεσμα σημαντικά βήματα να έχουν γίνει στις ανεπτυγμένες χώρες του κόσμου. Πολλές υδροβόρες βιομηχανίες επαναχρησιμοποιούν και ανακυκλώνουν το νερό στις διάφορες διαδικασίες παραγωγής αλλά και τις επανασχεδιάζουν ώστε να απαιτείται λιγότερο νερό ανά μονάδα προϊόντος παραγωγής.

Ως παράδειγμα αναφέρονται οι Ηνωμένες Πολιτείες όπου η βιομηχανική κατανάλωση νερού έπεσε κατά ένα τρίτο μεταξύ του 1950 και 1990, ενώ η βιομηχανική παραγωγή τετραπλασιάστηκε και η Σουηδία όπου τα αυστηρά μέτρα ελέγχου της ρύπανσης μείωσαν στο μισό την κατανάλωση νερού στις χαρτοβιομηχανίες, ενώ η παραγωγή διπλασιάστηκε. Πα'όλα αυτά στις αναπτυσσόμενες χώρες τα περιθώρια εξοικονόμησης είναι ακόμα τεράστια. Στην Κίνα για παράδειγμα, η απαιτούμενη ποσότητα νερού για την κατασκευή ενός τόνου ατσαλιού είναι 4-9 φορές μεγαλύτερη από την αντιστοιχη στις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ιαπωνία και τη Γερμανία. Μάλιστα σημειώνεται ότι η Κίνα αποτελεί το μεγαλύτερο παραγωγό ατσαλιού παγκοσμίως (37% της παγκόσμιας παραγωγής).

### 1.2.5 Ανάγκη για αποτελεσματική χρήση του νερού

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει όλα τα κράτη, και οι λεκάνες ποταμών θα αντιμετωπίσουν διάφορα προβλήματα όσον αφορά το νερό. Διάφορα κράτη αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες, οι οποίες όμως είναι αποσπασματικές. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η οδηγία πλαίσιο θέτει στόχους που πρέπει να επιτευχθούν από όλα τα κράτη μέλη, ωστόσο, είναι απαραίτητη μια πιο βιώσιμη, ολιστική και ολοκληρωμένη διαχείριση. Είναι απαραίτητο να υπάρξουν οδηγίες σε ευρωπαϊκό επίπεδο, που να τις ακολουθήσουν όλα τα κράτη μέλη, με συντονισμένη και ισορροπημένη προσπάθεια. Ειδάλλως, κάποια κράτη μέλη, έχουν ελάχιστα κίνητρα να κάνουν πιο αποτελεσματική χρήση του νερού. Αυτό φυσικά δεν σημαίνει πως θα πρέπει να υπάρχουν οι ίδιοι στόχοι για όλα τα κράτη, καθώς κάθε λεκάνη αντιμετωπίζει ιδιαίτερα προβλήματα και επομένως θα πρέπει να τίθενται διαφορετικοί στόχοι (ΕΕΑ).

Η βελτίωση της αποτελεσματικής χρήσης των υδάτων θα κάνει πιο εύκολη την προσαρμογή στην αυξανόμενη παγκόσμια κρίση του νερού. Η επιστήμη είναι μέρος της λύσης: η γεωργική απόδοση μπορεί να βελτιωθεί δραστικά, οι κυβερνήσεις έχουν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο για την προώθηση της βιωσιμότητας (σήμανση, κανονισμοί, τιμολόγηση), η χρήση ανακυκλωμένων λυμάτων θα συνεισφέρει στην βιώσιμη διαχείριση, αντιπλημμυρικά συστήματα μπορούν να εφαρμοστούν για την αποθήκευση νερού. Το πιο σημαντικό σημείο είναι να διευθετηθούν τα οικονομικά του νερού. Κατά μία έννοια, το νερό πρέπει να αντιμετωπίζεται όπως το πετρέλαιο, επιτρέποντας μια εγγυημένη κατανομή για την ανάπτυξη. Όλοι, από τους απλούς πολίτες ως τις μεγάλες βιομηχανίες και τη γεωργία, θα πρέπει να πληρώνουν περισσότερα για το νερό.

Μια πραγματικά βιώσιμη χρήση των αποθεμάτων νερού δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς πρόσθετες βελτιώσεις για τη βιώσιμη χρήση του αστικού νερού. Η επίτευξη πιο βιώσιμης χρήσης των αστικών δημόσιων αποθεμάτων νερού απαιτεί όχι μόνο την εφαρμογή μέτρων αλλά και την ευαισθητοποίηση του κοινού σε θέματα εξοικονόμησης νερού. Διάφορα μέσα είναι διαθέσιμα για την ενημέρωση των καταναλωτών νερού, συμπεριλαμβανομένων ιστοσελίδων, προγραμμάτων εκπαίδευσης στα σχολεία, φυλλάδια των τοπικών αρχών και μέσα μαζικής ενημέρωσης. Για παράδειγμα, η οικολογική σήμανση συσκευών και η οικολογική πιστοποίηση ξενοδοχείων, μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην αύξηση της ευαισθητοποίησης, βοηθώντας τους καταναλωτές να κάνουν συνειδητές επιλογές σχετικά με την εξοικονόμηση και διατήρηση του νερού (Water performance of buildings, EC, 2012).

### 1.3 Εξοικονόμηση νερού

Μέχρι τώρα το πρόβλημα της αυξημένης ζήτησης νερού και των μειούμενων υδατικών πόρων έχει αντιμετωπιστεί με την ανεύρεση νέων αποθεμάτων και τη μεγαλύτερη εκμετάλλευση των υπαρχόντων μέσω της κατασκευής φραγμάτων, με βαθύτερες γεωτρήσεις και άλλα έργα. Πλέον έχει καταστεί φανερό ότι αυτή η πολιτική οδηγεί σε καθιζήσεις εδαφών, υφαλμύριση και υποβάθμιση υδροφορέων, διατάραξη γενικά του υδατικού ισοζυγίου λόγω υπερεκμετάλλευσης. Παράλληλα η αποθηκευτική ικανότητα πολλών φραγμάτων μειώνεται λόγω καθίζησης λάσπης με την πάροδο του χρόνου.

Η ανάγκη επομένως σωστής διαχείρισης των υδατικών πόρων προβάλλει περισσότερο επιτακτική από ποτέ. Η ποσότητα του νερού που χάνεται λόγω κακής διαχείρισης είναι τόσο μεγάλη που την καθιστά τόσο απαραίτητη όσο και εξαιρετικά συμφέρουσα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι υδατικές απώλειες λόγω κακής διαχείρισης στη Μεσογειακή λεκάνη υπολογίζεται ότι αντιπροσωπεύουν το 24% της ζήτησης. Σύμφωνα δε με μελέτη που ανέθεσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εκτιμάται ότι - και μόνο μέσω των τεχνολογικών βελτιώσεων - είναι δυνατή η βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης των υδάτινων πόρων κατά 40% περίπου. Αν ληφθούν υπόψη και τυχόν μεταβολές στη συμπεριφορά των καταναλωτών ή στις πρακτικές παραγωγής το ποσοστό εξοικονόμησης θα είναι ακόμα μεγαλύτερο. Η ίδια μελέτη υποστηρίζει ότι, ελλείψει μέτρων, η κατανάλωση νερού από το κοινό, τη βιομηχανία και τη γεωργία θα αυξηθεί, μέχρι το 2030, κατά 16%.

#### 1.3.1 Κατηγοριοποίηση μέτρων εξοικονόμησης

Τα μέτρα εξοικονόμησης νερού μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

##### 1) Τεχνικά - Κατασκευαστικά:

- ◆ Συστήματα ανακύκλωσης νερού
- ◆ Εγκαταστάσεις για την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων
- ◆ Μετρητές του νερού
- ◆ Διατάξεις για τον έλεγχο της ροής
- ◆ Συστήματα για τη μείωση της πίεσης του δικτύου διανομής νερού
- ◆ Συσκευές που εξοικονομούν νερό ή/και τροποποιήσεις των υπαρχουσων συσκευών
- ◆ Νέες, αποδοτικές τεχνολογίες στις διαδικασίες παραγωγής
- ◆ Βελτιώσεις των εγκαταστάσεων/ εργοστασίων
- ◆ Αποδοτικές μέθοδοι ψεκασμού/ άρδευσης

##### 2) Λειτουργικά - Διαχειριστικά

- ◆ Εντοπισμός και επιδιόρθωση διαρροών
- ◆ Περιορισμοί στη χρήση νερού
- ◆ Ανάπτυξη ξεχωριστών δικτύων για τα αστικά λύματα και τα νερά της βροχής. Τα δεύτερα θα μπορούσαν με μια μικρή ή καθόλου επεξεργασία να επαναχρησιμοποιηθούν στο πότισμα των κήπων, την άρδευση, το πλύσιμο δρόμων και άλλες εφαρμογές που δεν απαιτούν πολύ υψηλής ποιότητας νερό. Επίσης θα μειωνόταν η ποσότητα νερού που οδηγείται στα

εργοστάσια επεξεργασίας λυμάτων. Έτσι θα εξοικονομούνταν ενέργεια (για την επεξεργασία- μεταφορά), θα παρατεινόταν ο χρόνος ζωής του εργοστασίου και θα μειωνόταν το απαιτούμενο μέγεθος εγκαταστάσεων.

- ◆ Βελτιώσεις στα εργοστάσια / εγκαταστάσεις

### **3) Οικονομικά**

- ◆ Φορολογικές διαρθρώσεις
- ◆ Πολιτικές τιμολόγησης
- ◆ Κίνητρα μέσω εκπτώσεων και φορολογικών ελαφρύνσεων
- ◆ Άλλες κυρώσεις (πρόστιμα)

### **4) Κοινωνικοπολιτικά**

- ◆ Ενημέρωση και εκπαίδευση του κοινού
- ◆ Ρυθμιστικά μέτρα (νόμοι, πρότυπα και εσωτερικοί κανονισμοί)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Οι Υδατικοί Πόροι Της Ελλάδας

### 2.1 Υδρολογικά στοιχεία του Ελλαδικού χώρου

Η Ελλάδα είναι η πιο πλούσια υδρολογικά χώρα της Μεσογείου. Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι περίπου 800 mm/χρόνο, ενώ στην Ισπανία είναι 636 mm/χρόνο, στην Κύπρο 498 mm/χρόνο και στην Αίγυπτο 51 mm/χρόνο. Ειδικότερα για το σύνολο της χώρας τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα εκτιμώνται σε 116.330 Mm<sup>3</sup>/έτος, ενώ το συνολικό υδατικό δυναμικό εκτιμάται κατά προσέγγιση σε 57.100 Mm<sup>3</sup>/έτος, στα οποία περιλαμβάνονται τα νερά που εισρέουν από γειτονικές χώρες. Η μέση ετήσια παροχή των ποταμών της Ελλάδας είναι 35\*10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>. Περισσότερο από το 80% των επιφανειακών υδάτων προέρχεται από 8 βασικές λεκάνες απορροής ποταμών, αυτές του Αχελώου, του Αξιού, του Στρυμόνα, του Αλιάκμονα, του Έβρου, του Νέστου, του Άραχθου και του Καλαμά. Υπάρχουν 41 φυσικές λίμνες (9 με έκταση άνω των 5 km<sup>2</sup> έκαστη), οι οποίες καλύπτουν περίπου 0.5% της συνολικής έκτασης της χώρας. Υπάρχουν περίπου 400 υγρότοποι, 10 εκ των οποίων ανήκουν στον κατάλογο Ramsar. Τέλος, υπάρχουν 14 τεχνητές λίμνες, 10 εκ των οποίων έχουν έκταση μεγαλύτερη των 5 km<sup>2</sup> έκαστη.

Η ποιοτική κατάσταση των υδατικών πόρων είναι γενικά καλή, σύμφωνα με τα κριτήρια που θέτει η Κοινοτική και Ελληνική νομοθεσία ως προς τους γενικούς δείκτες και τις τοξικές ουσίες (συμπεριλαμβανομένων των φυτοφαρμάκων). Υπερβάσεις των ορίων της νομοθεσίας εμφανίζονται σε τοπική κλίμακα όπως για παράδειγμα συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων στα υπόγεια νερά (π.χ. Θεσσαλικός κάμπος), εντοπισμένα προβλήματα που οφείλονται στη βιομηχανική δραστηριότητα (π.χ. πεδιάδα Θεσσαλονίκης, Οινόφυτα Βοιωτίας) και ευαισθησία ως προς τον ευτροφισμό (λίμνη Βιστωνίδα, λίμνη Λαγκάδα κλπ).

### 2.2 Γενικά στοιχεία χρήσης νερού στην Ελλάδα

Το νερό που χρησιμοποιείται στη χώρα μας προέρχεται κατά 85-90% από επιφανειακά νερά ενώ το 10-15% από υπόγεια ύδατα. Επίσης, το 80% του νερού παράγεται μέσα στην Ελλάδα και το υπόλοιπο 20% φτάνει στην Ελλάδα από γειτονικές χώρες. Η Ελλάδα καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση στην παγκόσμια κατάταξη στην κατανάλωση νερού που αντιστοιχεί σε κάθε κάτοικο (μετά τις ΗΠΑ) και την πρώτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αυτό κυρίως οφείλεται στη υπερκατανάλωση στην ελληνική γεωργία. Η ετήσια κατά κεφαλή κατανάλωση νερού (800 m<sup>3</sup>) είναι κατά 200 m<sup>3</sup> υψηλότερη από το μέσο όρο της ΕΕ (600 m<sup>3</sup>). Η διαφορά αυτή δείχνει τάσεις διεύρυνσης, καθώς η τάση εξέλιξης της κατανάλωσης στην Ελλάδα είναι ανοδική και στην ΕΕ καθοδική. Επιπρόσθετα, σε ορισμένες περιοχές της χώρας, όπως στις τουριστικές και αστικές περιοχές, ο δείκτης συνολικής κατανάλωσης ως προς τα διαθέσιμα αποθέματα είναι σημαντικά μεγαλύτερος από το μέσο ελληνικό όρο.

Περιοχή	Χρήση	Ζήτηση / χρήση (%)	% της συνολικής ζήτησης νερού
Θεσσαλία	Αγροτική	25,1	21,7
Αττική	Αστική	37,1	4
Δυτική Μακεδονία	Βιομηχανική	26,5	0,41
Δυτική Στερεά	Ενεργειακή	19,8	0,29

Περιοχή	Χρήση	Ζήτηση / χρήση (%)	% της συνολικής ζήτησης νερού
Ελλάδα			

Πίνακας 1: Σημαντικότεροι χρήστες ανά χρήση στην Ελλάδα. [8]

Η ετήσια κατανάλωση νερού κατανέμεται ως εξής: γεωργία 86%, οικιακή χρήση - τουρισμός 11%, βιομηχανία - ενέργεια και λοιπές χρήσεις 3% (από το οποίο το 15% είναι για παραγωγή ενέργειας και το 75% για άλλες βιομηχανικές και λοιπές χρήσεις). Οι σημαντικότεροι χρήστες ανά χρήση παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Παρόλα αυτά, το υδατικό διαμέρισμα της Αττικής είναι το μόνο στο οποίο δεν κυριαρχεί η αγροτική χρήση.

### 2.2.1 Αγροτική Χρήση

Η γεωργία καταναλώνει το 86% του χρησιμοποιούμενου νερού στην χώρα μας, ποσοστό που την καθιστά τον πιο καθοριστικό τομέα στην προσπάθεια εξοικονόμησης νερού.

Το 96% του νερού που χρησιμοποιείται στη γεωργία προορίζεται για άρδευση, ενώ το 45% περίπου των καλλιεργούμενων εκτάσεων της χώρας είναι αρδευόμενες, με τάσεις αυξητικές. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι την περίοδο 1965-1995 οι αρδευόμενες εκτάσεις στη χώρα αυξήθηκαν κατά 130%. Από τις αρδευόμενες εκτάσεις, το 23,1% αρδεύονται με επιφανειακή άρδευση, το 47,7% με τεχνητή βροχή και το 29,2% με τη μέθοδο στάγδην και λοιπές μεθόδους. Όσον αφορά στην προέλευση του νερού άρδευσης, είναι η ακόλουθη:

	Υπόγεια ύδατα	Επιφανειακά ύδατα	Ύδατα από κοινά δίκτυα υδροδότησης	Αφαλατωμένα ή υφάλμυρα ύδατα	Επαναχρησιμοποιούμενα ύδατα
Ποσοστό έκτασης (% επι της συνολικής) που αρδεύεται	40,6	17,8	41	0,008	0,02

Πίνακας 2: Προέλευση του νερού άρδευσης στην Ελλάδα. [1]

Η υπερβολική κατανάλωση νερού στην ελληνική γεωργία οφείλεται κατά κύριο λόγο στην προβληματική υδατική διαχείριση, οι παράμετροι της οποίας αναλύονται στην αντίστοιχη ενότητα. Πέρα όμως από τη σπατάλη, η ρύπανση και υποβάθμιση των υδάτινων συστημάτων από γεωργικές δραστηριότητες (φυτοφάρμακα, λιμπάσματα, γεωργικά κατάλοιπα, κ.α.) έχουν επίσης σημαντικές επιπτώσεις στα συνολικά αποθέματα νερού.

### 2.2.2 Αστική χρήση

Η αστική ζήτηση στην Ελλάδα καλύπτει το 11% της συνολικής ζήτησης, έχει αυξηθεί κατά 45% σε σχέση με το 1980 και η αυξητική τάση διατηρείται. Ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες η κατανάλωση νερού ύδρευσης διπλασιάζεται κυρίως λόγω τουρισμού αλλά και ζέστης. Την περίοδο αυτή έντονο είναι το πρόβλημα ύδρευσης σε ορισμένα νησιά του Αιγαίου και της Δωδεκανήσου, όπου μεταφέρεται νερό με πλοία-υδροφόρες από άλλες περιοχές.

Σήμερα, το 95% περίπου του πληθυσμού της χώρας είναι συνδεδεμένο με δίκτυο ύδρευσης και το ποσοστό αυτό συνεχώς αυξάνεται. Δυστυχώς, τα περισσότερα δίκτυα χαρακτηρίζονται από μεγάλα ποσοστά απωλειών νερού που μπορεί να φτάσουν στο 40%. Το κόστος του “αστικού” νερού είναι αρκετά μεγάλο, καθώς σε πολλές πόλεις ερχεται από μακριά (στην Αττική από 200-

250 χιλιόμετρα μακριά) αλλά και πρέπει να επεξεργαστεί κατάλληλα ώστε να καταστεί καλής ποιότητας πόσιμο νερό. Η ποιότητα του πόσιμου ύδατος είναι καλή για το 82% του πληθυσμού, ικανοποιητική για το 8% του πληθυσμού και μη ικανοποιητική για το 2% του πληθυσμού (κυρίως λόγω υφαλμύρινσης σε παράκτιες περιοχές. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι ένα μεγάλο ποσοστό των ρύπων που καταλήγουν στα υπόγεια, αλλά και στα επιφανειακά νερά προέρχεται από την αστική δραστηριότητα.

### Η κατάσταση στην Αττική

Η Αττική καταναλώνει το 37,1% της πανελληνιας αστικής ζήτησης και το 5,3% της πανελλήνιας συνολικής ζήτησης νερού. Μια σειρά έργων (φράγμα Μαραθώνα, δέσμευση λίμνης Υλίκης καθώς και ποταμών Μόρνου και Ευήνου) μπορούν να φέρουν σήμερα στην Αττική 600.000.000 κυβικά μέτρα νερού το χρόνο. Όμως, τα έργα αυτά επαρκούν για να καλύπτουν τις ανάγκες της μόνο μέχρι το 2030, αν συνεχιστούν οι σημερινές τάσεις κατανάλωσης νερού.

Τα υδατικά προβλήματα της Αττικής οφείλονται μεταξύ άλλων και στα εξής:

- Απώλειες (10-15%) από διαρροές στο υδρευτικό δίκτυο λόγω κακής κατασκευής αλλά και παλαιότητας. Επίσης σημαντικές είναι οι απώλειες και στις κατοικίες αλλά και στα κτίρια.
- Υπερκατανάλωση. Θέτωντας ως έτος αναφοράς το 1990, η συνολική κατανάλωση νερού στην Αττική αυξάνεται σταθερά. Η συνολική κατανάλωση το 2004 ήταν αυξημένη κατά 27% περίπου σε σχέση με το 1990, αλλά κατά 62% σε σχέση με το 1991, ως αποτέλεσμα της καμπάνιας ευαισθητοποίησης και πληροφόρησης ενώπιον του κινδύνου λειψυδρίας τα έτη 1992-1993. Η κατανάλωση του νερού έφτασε ξανά στο επίπεδο του 1992 και 1997, τέσσερα χρόνια μετά τη διακοπή της εκστρατείας ενημέρωσης του κοινού για την αναγκαιότητα εξοικονόμησης νερού. Μετά το 1997 υπάρχει μια συνεχής αύξηση της κατανάλωσης νερού της τάξης του 5-8% ετησίως.
- Συνεχής υποβάθμιση των υπόγειων υδάτων της Αττικής. Πλέον δεν είναι κατάλληλα όχι μόνο για πόση αλλά και για άρδευση.

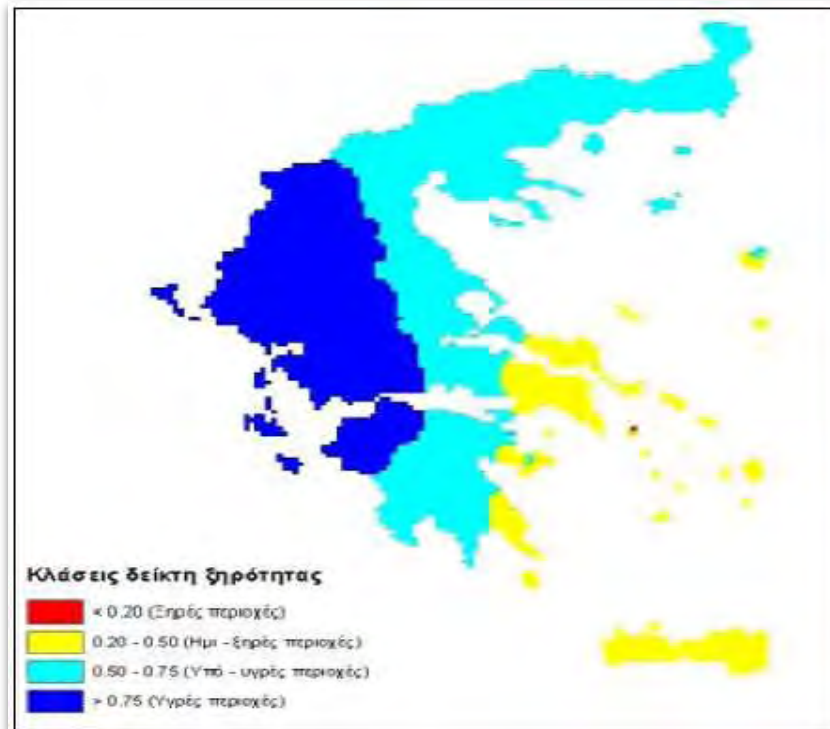
### 2.3 Υδατικές ανάγκες

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από άνιση κατανομή υδατικών πόρων, εκτεταμένη ακτογραμμή, λεκάνες απορροής μικρού μεγέθους, υπερεκμετάλλευση και υφαλμύρινση των υπόγειων υδροφορέων, διασυννοριακές εξαρτήσεις, άνιση κατανομή του πληθυσμού, εποχικότητα της ζήτησης, μεγάλο αριθμό περιοχών με προβλήματα έλλειψης νερού, αυξημένες αρδεύσεις, ανεπάρκεια διοικητικών και τεχνικών υποδομών, ελλιπές και μη εφαρμοσμένο σε μεγάλο βαθμό θεσμικό πλαίσιο και μικρή εμπειρία και ευαισθητοποίηση σε συμμετοχικές διαδικασίες.

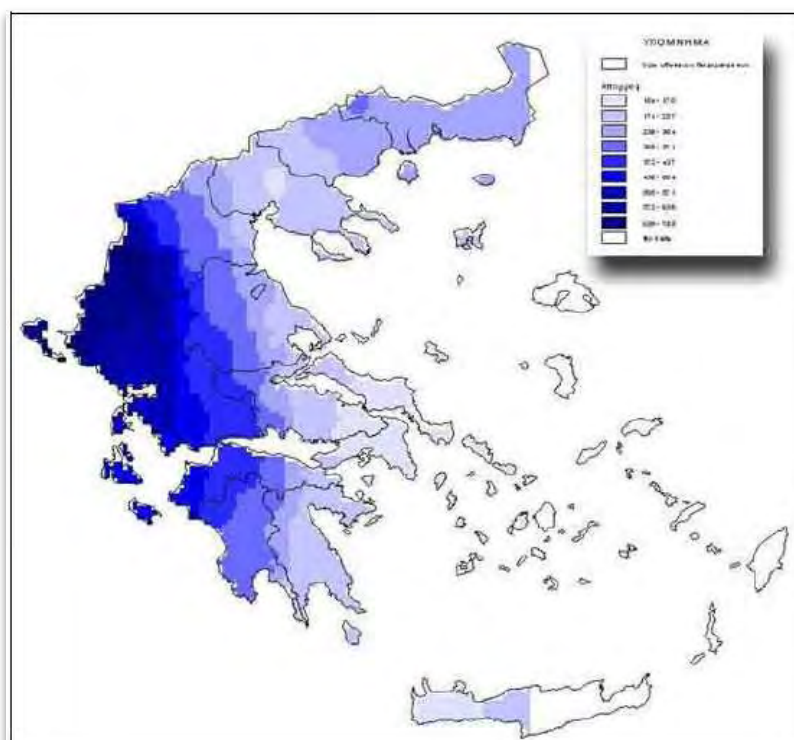
Οι ξηρασίες του 2001-2002 στην Ελλάδα προκάλεσαν εκτεταμένες ζημιές στον αγροτικό τομέα, καταστρέφοντας σημαντικές εκτάσεις καλλιεργειών σε 29 Νομούς. Μόνο στη Θεσσαλία, περισσότερα από 40 τετραγωνικά χιλιόμετρα βαμβακοκαλλιεργειών καταστράφηκαν, αφού το διαθέσιμο για άρδευση νερό δεν επαρκούσε για την κάλυψη των ελάχιστων αρδευτικών απαιτήσεων. Μόνο το έτος 2001, το κόστος από τις καταστροφές στις καλλιέργειες στην Ελλάδα, εκτιμήθηκε σε 3.500.000 €, ποσό το οποίο δεν περιλαμβάνει το κόστος λειψυδρίας άλλων χρήσεων (πχ. ύδρευση, αναψυχή).

Οι επιπτώσεις την ίδια χρονιά στα υδάτινα οικοσυστήματα ήταν εξαιρετικά οδυνηρές. Ολόκληρα οικοσυστήματα λιμνών και ποταμών απειλήθηκαν με εξαφάνιση, όταν οι ποταμοί σταμάτησαν να έχουν βασική ροή το καλοκαίρι και στις λίμνες παρατηρήθηκε μεγάλη πτώση στάθμης. Περιοχές στην Καρδίτσα και τη Θεσσαλία παρουσίασαν το μεγαλύτερο πρόβλημα.

Στον παρακάτω χάρτη, παρατηρούμε ότι οι ξηρότερες περιοχές εντοπίζονται στις ανατολικές και νότιες περιοχές της χώρας, όπως η Κρήτη, η Αττική και η Ανατολική Πελοπόννησος, όπου σημειώνονται και οι χαμηλότερες βροχοπτώσεις. Παρατηρείται ότι δεν υπάρχουν ξηρές περιοχές που να έχουν τον χαμηλότερο δείκτη ξηρότητας και στην χώρα κατά βάση έχουμε υγρές ή ημί-ξηρες περιοχές. Ταυτόχρονα εκτιμάται ότι η κατανάλωση νερού στην Ελλάδα αυξάνει κατά 3% ετησίως.



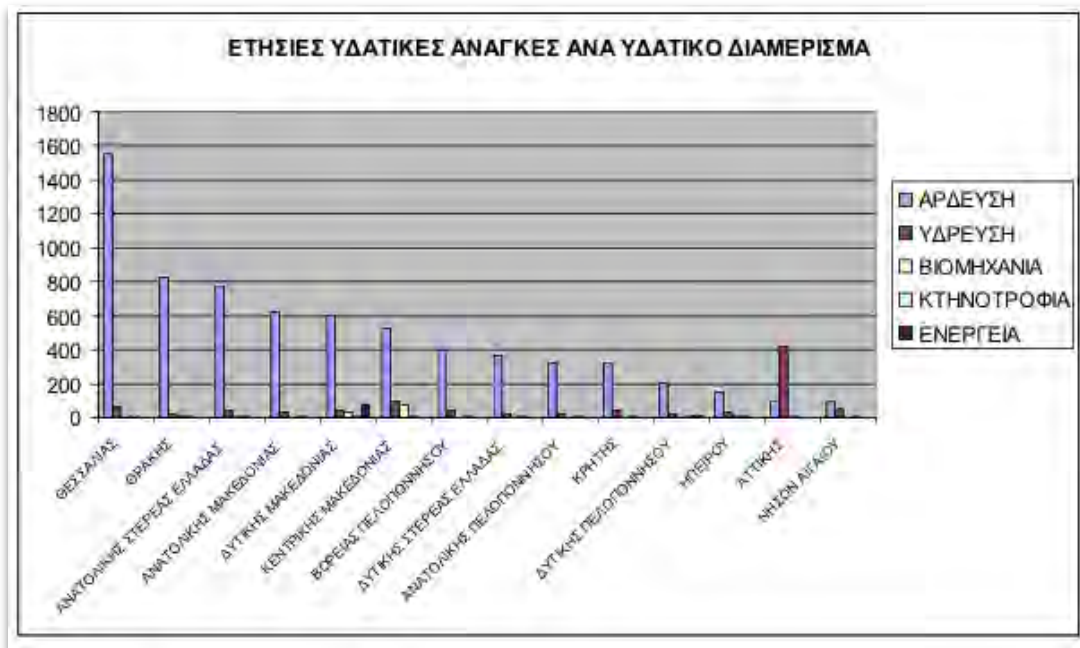
Εικόνα 3: Δείκτης ξηρότητας στην Ελλάδα [19]



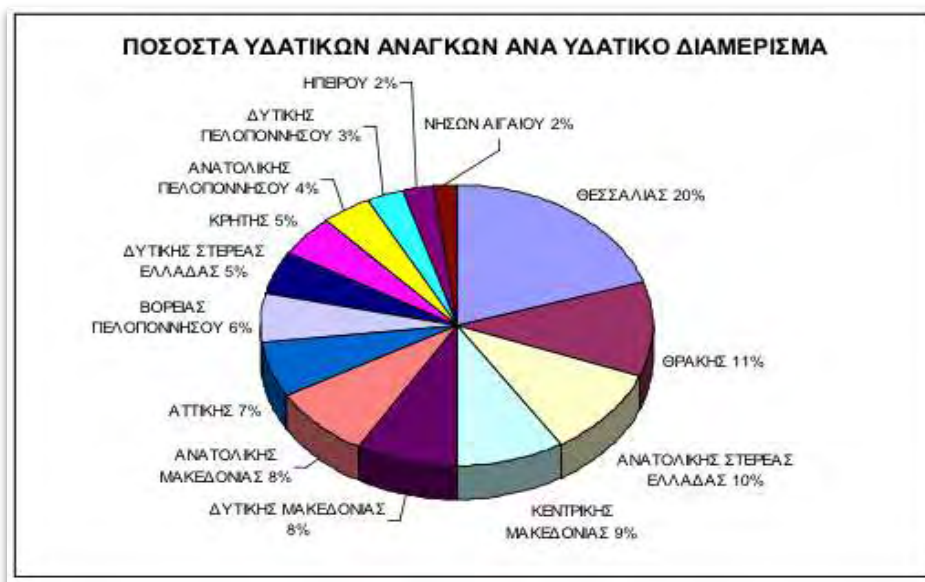
Εικόνα 4: Κατανομή της Απορροής στην Ελλάδα [20]



Η ζήτηση για άρδευση παρουσιάζεται ιδιαίτερα αυξημένη στο υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας, για ύδρευση στην Αττική ενώ η ζήτηση για βιομηχανική χρήση παρουσιάζεται αυξημένη στην Κεντρική Μακεδονία. Συνεπώς, σε συνάρτηση με τους χάρτες που προηγήθηκαν, τις λιγότερες βροχοπτώσεις και τις μεγαλύτερες ανάγκες έχουν τα διαμερίσματα της Θεσσαλίας και της Κεντρικής Μακεδονίας.



Διάγραμμα 5: Ετήσιες υδατικές ανάγκες ανά Υδατικό Διαμέρισμα. [29]



Διάγραμμα 6: Ποσοστά Υδατικών Αναγκών ανά Υδατικό Διαμέρισμα. [29]

Η Ελλάδα παρουσιάζει μια αναντιστοιχία ισοζυγίου ύδατος, ιδίως τους θερινούς μήνες με την χαμηλή βροχόπτωση και τις αυξανόμενες απαιτήσεις για άρδευση. Η ζήτηση ύδατος στην Ελλάδα έχει αυξηθεί κατακόρυφα τα τελευταία 50 έτη (Tchobanoglous και Angelakis, 1996). Παρά την επαρκή βροχόπτωση, οι ελλείψεις ύδατος οφείλονται συχνά στις χρονικές και περιφερειακές αλλαγές στην βροχόπτωση, τις αυξανόμενες ανάγκες ύδατος κατά τη θερινή περίοδο, και τη δυσκολία μεταφοράς του νερού μέσω της ορεινής και νησιωτικής έκτασης. Κατά



συνέπεια, η ένταξη της επαναχρησιμοποίησης ύδατος στη διαχείριση των υδάτινων πόρων χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα κρίσιμη στρατηγική.

## 2.4 Διαχείριση των υδατικών πόρων

### 2.4.1 Φορείς διαχείρισης των υδατικών πόρων

Η διαχείριση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα είναι κατεξοχήν αρμοδιότητα του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Δημοσίων Έργων και ειδικότερα της Διεύθυνσης Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού. Στο πλαίσιο συμμόρφωσης με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/60 για το νερό εναρμονίστηκε η εθνική με την κοινοτική νομοθεσία (νόμος 3199/03) και συστήθηκε η Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων με σκοπό το συντονισμό της υδατικής διαχείρισης σε εθνικό επίπεδο. Επιπρόσθετα συγκροτήθηκαν το 25μελές Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων και οι Περιφερειακές Διευθύνσεις Υδάτων για την αποτελεσματικότερη υδατική διαχείριση ανά υδατικό διαμέρισμα.

Άλλοι εμπλεκόμενοι φορείς σε θέματα υδατικής διαχείρισης είναι οι:

- Υπουργείο Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας: Γενική Δ/ση Φυσικού Πλούτου - Δ/ση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων: Τμήμα Προστασίας Αρδευτικών Υδάτων.
- Το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ), Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος. Αποτελεί τον κύριο κρατικό φορέα παραγωγής πληροφόρησης για το υπόγειο υδάτινο δυναμικό της χώρας. Σε αυτό υπάγεται το Εθνικό Δίκτυο παρακολούθησης των υπογείων υδάτων με περισσότερα από 500 υδροσημεία παρακολούθησης κατανεμημένα σε όλη την επικράτεια για τη συστηματική παρακολούθηση των νερών στην Ελλάδα.
- Η Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας (ΕΤΥΜΠ) για τη διαχείριση των υδατικών πόρων, με δυνατότητες περαιτέρω ανάπτυξης.
- Το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ) με το Ινστιτούτο Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Περιβάλλοντος.

Σε τοπική κλίμακα, όσον αφορά τον τομέα ύδρευσης, από το 1980 έχει δοθεί η δυνατότητα στους Δήμους και Κοινότητες της χώρας να συνιστούν Ενιαίες Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης-Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ) με αρμοδιότητα την, κατ'αποκλειστικότητα, διοίκηση, οργάνωση, εκτέλεση, λειτουργία και συντήρηση των έργων ύδρευσης, αποχέτευσης και επεξεργασίας λυμάτων. Οι ΔΕΥΑ είναι Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου διεπόμενα από τους κανόνες της ιδιωτικής οικονομίας.

Στον αγροτικό τομέα, η διαχείριση και ιδιοκτησία των αρδευτικών έργων ανήκει στις διευθύνσεις νομαρχιών, σε διάφορους αναπτυξιακούς οργανισμούς (όπως ο ΟΑΔΥΚ στην Κρήτη), στους Τοπικούς Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων (ΤΟΕΒ) καθώς και στους δήμους. Επιπρόσθετα, ένα μεγάλο μέρος από τα αρδευτικά δίκτυα είναι ιδιωτικά και λειτουργούν μέσω ιδιωτικών γεωτρήσεων, το καθεστώς λειτουργίας των οποίων δεν ελέγχεται.

Για λόγους μεθοδολογίας, οργανωτικούς και διοικητικούς, έχει θεσμοθετηθεί η διαίρεση της χώρας σε 14 υδατικά διαμερίσματα. Τα όρια των υδατικών διαμερισμάτων παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.



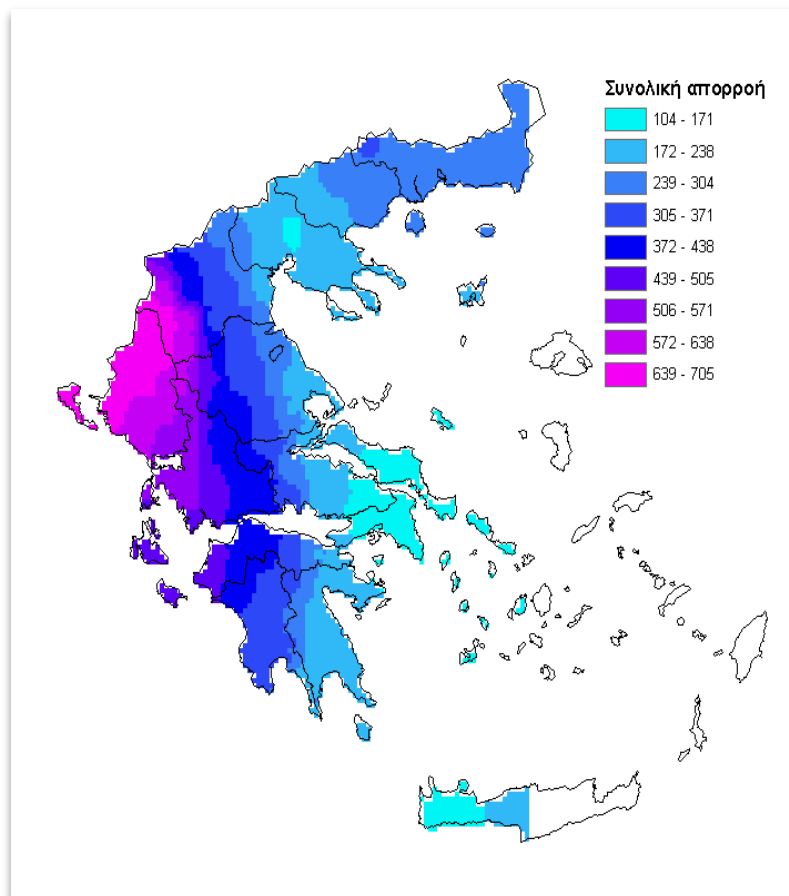
Εικόνα 5: Υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας. [12]

Παρά τις προσπάθειες που έχουν γίνει προς τη συμμόρφωση με την παραπάνω Οδηγία, η Ελλάδα είναι από τις τελευταίες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που καθυστερεί στην εφαρμογή της, με αποτέλεσμα να υφίσταται και να απειλείται με διάφορες κυρώσεις.

#### 2.4.2 Προβλήματα διαχείρισης των υδατικών πόρων στην Ελλάδα

Παρά το γεγονός ότι η Ελλάδα διαθέτει σχετικά επαρκείς και με υψηλά ποιοτικά χαρακτηριστικά ποσότητες υδατικών πόρων, ταυτόχρονα αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα όσον αφορά στην αξιοποίησή τους και τη βέλτιστη διαχείρισή τους. Οι κυριότεροι λόγοι που προκαλούν προβλήματα στην αξιοποίηση των υδατικών πόρων της χώρας είναι:

- 1. Η άνιση κατανομή των υδατικών πόρων στο χώρο.** Η δυτική Ελλάδα δέχεται πολύ μεγαλύτερα ύψη βροχών από την ανατολική. Ειδικότερα, 24% της συνολικής έκτασης της χώρας, δέχεται το 36% των συνολικών ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Ακόμη, μεγαλύτερη είναι η διαφοροποίηση στα ποσοστά της επιφανειακής απορροής, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6.



Εικόνα 6: Κατανομή απορροής στον Ελλαδικό χώρο. [6]

- **Η ανομοιόμορφη κατανομή των υδατικών πόρων στο χρόνο**, με μεγάλη συγκέντρωση βροχοπτώσεων κατά τη χειμερινή περίοδο. Στην νότια Ελλάδα το 80,9% των ετήσιων βροχοπτώσεων συγκεντρώνεται σ' αυτή την περίοδο, ενώ το θερινό ύψος της βροχής αυξάνει προς βορρά, και στα βορειότερα τμήματα παίρνει τη μεγαλύτερη τιμή του, δηλαδή 20% του ετήσιου όγκου. Λόγω αυτής της δυσμενούς κατανομής των βροχοπτώσεων και των γενικότερων κλιματολογικών συνθηκών της χώρας, οι απώλειες από την εξατμισοδιαπνοή είναι εξαιρετικά μεγάλες και φτάνουν το 54% των βροχοπτώσεων. Το υπόλοιπο νερό απορρέει επιφανειακά και υπόγεια.
- **Η άνιση κατανομή της ζήτησης στο χώρο, αναντίστοιχη με την κατανομή προσφοράς.** Ο άξονας Θεσσαλονίκη - Αθήνα - Πάτρα, που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση πληθυσμού και δραστηριοτήτων, δεν διαθέτει σημαντικούς υδατικούς πόρους.
- **Η ανομοιόμορφη κατανομή της ζήτησης στο χρόνο, αναντίστοιχη με την κατανομή της προσφοράς.** Ο μεγαλύτερος καταναλωτής του χρησιμοποιούμενου νερού, η γεωργία (87%), το καταναλώνει την ξηρή περίοδο. Την ίδια περίοδο και ειδικότερα τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο, διπλασιάζεται λόγω τουρισμού και η κατανάλωση νερού ύδρευσης.
- **Η γεωμορφολογία της χώρας.** Ο έντονος οριζόντιος και κατακόρυφος διαμελισμός, καθώς και η δομή και διάταξη των πετρωμάτων, έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών μικρών υδατορεμάτων με χειμαρρική κυρίως δίαιτα, επιφανειακή απορροή μικρής διάρκειας, αυξημένη κατεΐσδυση και συχνά πλημμυρικά φαινόμενα.

• Η εξάρτηση της βόρειας Ελλάδας από τις επιφανειακές απορροές ποταμών που προέρχονται από γειτονικά κράτη (περίπου  $13 \text{ hm}^3/\text{χρόνο}$ ). Το 20% του συνολικού υδατικού δυναμικού της χώρας προέρχεται από γειτονικές χώρες καθιστώντας ιδιαίτερα σημαντική την ανάγκη για προώθηση διασυνοριακών δράσεων διαχείρισης υδατικών πόρων.

• Τα πολλά άνυδρα ή με ελάχιστους υδατικούς πόρους νησιά της χώρας.

Πέρα όμως από τους παραπάνω λόγους, ο τομέας της υδατικής διαχείρισης παρουσιάζει δομικές αδυναμίες και ελλείψεις υποδομών, τόσο σε εθνικό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο υδρολογικών λεκανών ή υδατικών διαμερισμάτων, γεγονός που έχει επιπτώσεις αφενός μεν στο περιβάλλον, αφετέρου δε στους παραγωγικούς τομείς της οικονομίας (γεωργία, βιομηχανία, ενέργεια, τουρισμός κλπ). Σημαντικές συνιστώσες του προβλήματος της υδατικής διαχείρισης στη χώρα μας είναι οι ακόλουθες:

• Η υπεράντληση των υπόγειων υδροφορέων για γεωργικές ανάγκες. Αυτή οφείλεται στις χιλιάδες παράνομες γεωτρήσεις και στην υπεράρδευση. Στο 92% των αρδευόμενων εκτάσεων της χώρας η άρδευση γίνεται με αρδευτικά δίκτυα, συστήματα και τεχνικές υψηλών απωλειών (μεγαλύτερες του 50%) και χωρίς ορθολογική τιμολόγηση (όπου υπάρχουν δίκτυα άρδευσης). Το αποτέλεσμα της υπεράντλησης είναι η σημαντική ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση των υδατικών πόρων τα τελευταία χρόνια που ενέχει σημαντικό κίνδυνο ερημοποίησης για ορισμένες περιοχές, όπως ο Θεσσαλικός κάμπος, όπως και καθιζήσεις. Αλλού, κυρίως σε νησιωτικές περιοχές, παρουσιάζονται φαινόμενα υφαλμύρισης.

• Υδροβόρες καλλιέργειες - λανθασμένη πολιτική επιδοτήσεων. Οι υψηλότερες αποδόσεις και επιδοτήσεις ορισμένων καλλιεργειών, οδήγησαν στην αντικατάσταση πολλών ξηρικών καλλιεργειών από υδροβόρα είδη, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα το βαμβάκι. Η πολύ υδροβόρα αυτή καλλιέργεια καλύπτει το 9,6% της συνολικής ελληνικής γεωργικής έκτασης, υπερπαράγεται στο Θεσσαλικό κάμπο και καταναλώνει νερό περίπου ίσο με το 20% της συνολικής εθνικής κατανάλωσης.

• Η ύδρευση γίνεται γενικά μέσω δικτύων με υψηλά ποσοστά διαρροής που μπορεί να φτάσουν το 30-40%, λόγω κακής κατασκευής και παλαιότητας αλλά και λόγω της απουσίας κεντρικών αυτόματων συστημάτων ελέγχου και διαχείρισης των δικτύων ύδρευσης στις περισσότερες εταιρείες ύδρευσης (με εξαίρεση την ΕΥΔΑΠ και λίγες ακόμα ΔΕΥΑ).

• Η υπερκατανάλωση νερού από τους πολίτες, τόσο σε γεωργικές όσο και σε αστικές και βιομηχανικές χρήσεις.

• Στον τομέα των υποδομών διαχείρισης των παραγόμενων, από τις διάφορες δραστηριότητες, υγρών αποβλήτων (βιομηχανικά απόβλητα, αστικά λύματα κλπ.), η χώρα, παρά τις προσπάθειες που έχουν καταβληθεί, εξακολουθεί να παρουσιάζει έλλειμμα. Ειδικότερα, στον τομέα της διαχείρισης των αστικών λυμάτων, παρουσιάζονται ελλείψεις και σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας αλλά κυρίως, σε δίκτυα αποχέτευσης. Επιπρόσθετα, περιορισμένη είναι και η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων ή άλλων υγρών αποβλήτων. Περισσότερα από 1.000.000 κυβικά μέτρα νερού προερχόμενα από τις μονάδες βιολογικών καθαρισμών όλης της Ελλάδας καταλήγουν καθημερινά στη θάλασσα, ενώ θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για το πότισμα χιλιάδων στρεμμάτων καλλιεργειών, αστικού πρασίνου και άλλες χρήσεις.

• Η μικρή προσπάθεια εκμετάλλευσης των νερών από τις βροχοπτώσεις, τα οποία χάνονται μέσω της επιφανειακής απορροής και τα οποία αποτελούν ποσοστό πάνω από το 60% του

υδατικού δυναμικού της χώρας. Αντί αυτού η προσπάθεια επικεντρώνεται στην ανεύρεση νερού μέσω γεωτρήσεων.

- Η περιορισμένη εφαρμογή αφαλάτωσης ειδικά στα άνυδρα νησιά. Σε πολλές περιπτώσεις το κόστος κατασκευής των μονάδων είναι συγκρίσιμο με το ετήσιο κόστος μεταφοράς νερού με υδροφόρα πλοία. Επομένως η κατασκευή τους είναι και οικονομικά συμφέρουσα με απόσβεση σε ένα έτος σε κάποιες περιπτώσεις.
- Η ελλιπής καταγραφή χρήσεων και χρηστών νερού, ελλιπής παρακολούθηση και δυσχέρεια συντονισμού μεταξύ των αρμόδιων φορέων.
- Η έλλειψη πολιτικής τιμολόγησης των νερών που να αντανακλά την σπανιότητα του πόρου αυτού.
- Η απουσία συντονισμένης προσπάθειας ενημέρωσης του κοινού, θέσπισης μέτρων και προσφοράς κινήτρων για την εξοικονόμηση νερού στη γεωργική, βιομηχανική και αστική χρήση.
- Τέλος, όσον αφορά στην ποιότητα του πόσιμου νερού, έλεγχος γίνεται από τις δημοτικές επιχειρήσεις ύδρευσης και αποχέτευσης (ΔΕΥΑ) και την ΕΥΔΑΠ και ΕΥΑΘ για Αθήνα και Θεσσαλονίκη αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι ορισμένες ΔΕΥΑ δεν είναι πιστοποιημένες για την διεξαγωγή τέτοιων ελέγχων.

#### **2.4.3 Δράσεις - προγράμματα διαχείρισης των υδατικών πόρων**

Αρκετά είναι τα έργα που έχουν γίνει προς την κατεύθυνση της καλύτερης υδατικής διαχείρισης, αν και η χώρα είναι ακόμα αρκετά πίσω στον τομέα αυτό. Στην πράξη περίπου 56% των πόρων στοχεύουν τις οικονομικές δραστηριότητες και όχι την οικολογική διαχείριση και την παρακολούθηση των υδάτων, με το ποσοστό αυτό να μειώνεται συνεχώς μέσω των αναθεωρήσεων, αλλά και λόγω διαδικαστικών δυσχερειών. Ακόμα και οι πόροι που αφορούν οικονομικές δραστηριότητες, σχεδιάζονται με τρόπο που δεν ευνοεί τη διαχείριση των υδάτων.

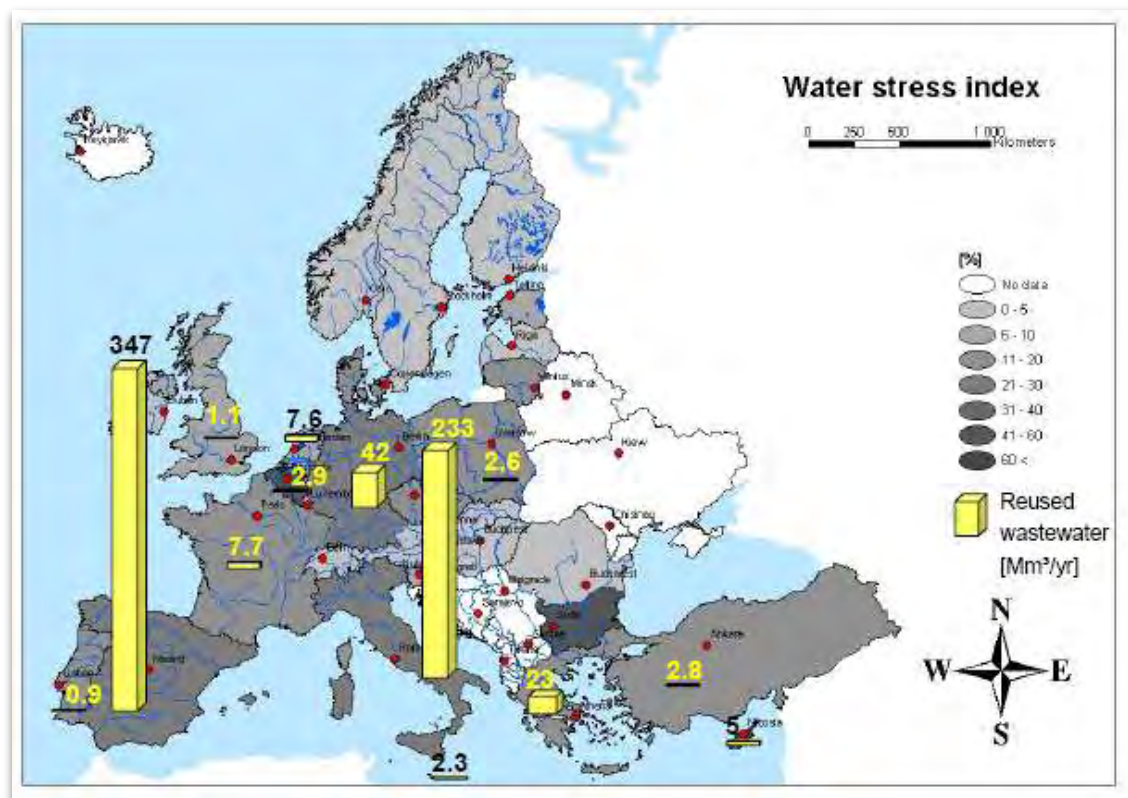
Τα περισσότερα έργα έχουν υλοποιηθεί στα πλαίσια των διαφόρων επιχειρησιακών προγραμμάτων και ειδικότερα του Ε.Π. “Περιβάλλον”. Άλλα σχετικά έργα έχουν γίνει στα πλαίσια των Ε.Π. “Αγροτική Ανάπτυξη - Ανασυγκρότηση της Υπαίθρου” και “Ανταγωνιστικότητα” καθώς και στα πλαίσια διαφόρων περιφερειακών επιχειρησιακών προγραμμάτων. Επίσης υπάρχει το σχετικό πρόγραμμα “Εγγραφο Προγραμματισμού Αγροτικής Ανάπτυξης (Ε.Π.Α.Α.)” το πρόγραμμα LIFE - Περιβάλλον, διάφορα ευρωπαϊκά προγράμματα όπως MedWet, MEDIS κ.ά. Τέλος αρκετά έργα υλοποιούνται από μικρότερους οργανισμούς όπως ΕΥΔΑΠ, ΔΕΥΑ, οικολογικές οργανώσεις κλπ.

Αναλυτικός κατάλογος έργων που έχουν πραγματοποιηθεί στον τομέα εξοικονόμησης νερού παρουσιάζεται στο Παράρτημα ΙΙΙ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Επαναχρησιμοποίηση Νερού

### 3.1 Γενικά στοιχεία

Η συνολική ποσότητα επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων που επαναχρησιμοποιούνται στην Ευρώπη είναι 964 Mm<sup>3</sup>/έτος, η οποία αντιστοιχεί στο 2,4% της συνολικής ποσότητας επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων που παράγονται. Η έλλειψη νερού και η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων σε διάφορες χώρες της Ευρώπης παρουσιάζονται στην παρακάτω Εικόνα 7.



Εικόνα 7: Έλλειψη και επαναχρησιμοποίηση νερού στις ευρωπαϊκές χώρες. [12]

Το ποσοστό των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων που επαναχρησιμοποιούνται είναι 100% στην Κύπρο, περίπου 60% στη Μάλτα, ενώ στην Ελλάδα, την Ιταλία και την Ισπανία είναι μεταξύ 5 και 12%. Μάλιστα, το ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης σε μια χώρα που καλύπτεται από την επαναχρησιμοποίηση νερού είναι συνήθως πολύ μικρό (λιγότερο από 1%). Ιστορικά αναφέρεται ότι οι πρώτοι άνθρωποι που επαναχρησιμοποίησαν το νερό (για άρδευση) ήταν οι Κρήτες τη Μινωική περίοδο (περίπου 3000 πΧ).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, το 75% των επεξεργασμένων λυμάτων που επαναχρησιμοποιούνται χρησιμοποιείται για αρδευτικούς σκοπούς, ενώ το υπόλοιπο ισοκατανέμεται στην αναπλήρωση των υπόγειων υδάτων, στη βιομηχανία, σε αστικές χρήσεις και σε διάφορες εφαρμογές οικολογικής/ περιβαλλοντικής αναβάθμισης.

Τα αίτια που καθιστούν την επαναχρησιμοποίηση του νερού ολοένα και πιο συμφέρουσα εναλλακτική λύση είναι:

- Η ολοένα αυξανόμενη ζήτηση νερού.



- Οι ξηρασίες, οι περιορισμένοι και υποβαθμισμένοι υδατικοί πόροι.
- Η απαγόρευση διοχέτευσης των υγρών αποβλήτων σε ευαίσθητους περιβαλλοντικά αποδέκτες και οι συνεπαγόμενες, υψηλότερες απαιτήσεις για επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.
- Το μειούμενο κόστος των μεθόδων επεξεργασίας νερού.
- Νέες ευνοϊκές νομοθετικές ρυθμίσεις. Για παράδειγμα, η θέσπιση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων (91/271/EEC) σύμφωνα με την οποία τα επεξεργασμένα αστικά υγρά απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπου κρίνονται κατάλληλα, έχει αυξήσει πολύ την ποσότητα του επεξεργασμένου γκρίζου νερού τα τελευταία χρόνια στην Ευρώπη.

Τα οφέλη από την επαναχρησιμοποίηση είναι πολλά, πέρα από την εξοικονόμηση νερού. Κατ'αρχάς μειώνεται ο απαιτούμενος όγκος πόσιμου νερού και άρα το κόστος επεξεργασίας του. Επίσης, προστατεύονται και οι υδάτινοι πόροι γιατί λιγότερα απόβλητα καταλήγουν σε αυτούς αλλά και γιατί μειώνεται η υπεράντλησή τους. Παράλληλα, ανάλογα με την εφαρμογή και το σχεδιασμό της, μπορεί να υπάρχουν και οικονομικά οφέλη, τόσο για τους καταναλωτές όσο και για τις εταιρείες ύδρευσης.

Τα κυριότερα εμπόδια στην εξάπλωση της επαναχρησιμοποίησης νερού είναι το αυξημένο κόστος, ειδικά για περαιτέρω επεξεργασία πέραν της δευτεροβάθμιας, το κόστος εγκατάστασης δικτύων διανομής επεξεργασμένου νερού και το κόστος του εξοπλισμού. Επίσης, είναι και οι επιφυλάξεις των καταναλωτών είτε για ψυχολογικούς λόγους είτε για λόγους υγιεινής, το κόστος του εξοπλισμού, της εγκατάστασής του και το κόστος του νερού αυτού. Τέλος, η επαναχρησιμοποίηση νερού ενδέχεται να έχει κάποιες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τα άλατα, το οργανικό και ανόργανο φορτίο, οι παθογόνοι οργανισμοί που πιθανώς να περιέχονται στο επεξεργασμένο νερό και άλλα στοιχεία του ίσως υποβαθμίσουν το έδαφος, τα φυτά (όταν χρησιμοποιείται στην άρδευση) και τα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Επίσης, υποβάθμιση θα υποστούν και οι περιοχές των εργοστασίων επεξεργασίας του νερού.

### 3.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Ένας σημαντικός παράγοντας που οδηγεί τη χρήση του ανακυκλωμένου νερού είναι ότι 88% των υγρών αποβλήτων αποχέτευσης βρίσκονται σε μια απόσταση λιγότερο από 5 χιλιόμετρα (3,1 μίλια) από το καλλιεργήσιμο έδαφος που χρειάζεται νερό άρδευσης επομένως, το συμπληρωματικό κόστος μεταφοράς για άρδευση με ανακυκλωμένο νερό είναι σχετικά χαμηλό. Σύμφωνα με μελέτες (Tsagarakis, 2000), πάνω από 15 εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων προγραμματίζουν να επαναχρησιμοποιήσουν τα απόβλητα αποχέτευσής τους για τη γεωργική άρδευση. Τα σημαντικότερα προγράμματα επαναχρησιμοποίησης ύδατος που προγραμματίζονται ή που κατασκευάζονται παρατίθενται στον Πίνακα 3. Μη οργανωμένη επαναχρησιμοποίηση εμφανίζεται ακόμα σε μερικές περιοχές, όπου το απόβλητο ύδωρ απαλλάσσεται στους διαλείποντες ποταμούς και, μετά από τη διήθηση, αντλείται μέσω των παρακείμενων φρεατίων από τους αγρότες.

Εξετάζονται έξι κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης ύδατος: η αστική, η γεωργική, η υδατοκαλλιέργειας, η βιομηχανική, η περιβαλλοντική, και η επαναφόρτιση υπόγειων υδροφορέων. Στον παρακάτω πίνακα παρατηρούνται τα κυριότερα προγράμματα που έχουν λάβει χώρα στην Ελλάδα.

Όνομα εγκαταστάσεων	Ικανότητα m <sup>3</sup> /ημέρα	Ικανότητα mgd	Χρήσεις
Λειβαδιά	3500	0,925	Άρδευση βαμβακιού
Άμφισσα	400	0,106	Άρδευση ελιών
Παλαιόκαστρο	280	0,74	Αποθήκευση, άρδευση ελιών
Χαλκίδα	13000	3,434	Άρδευση τοπίων και δασών
Κάρυστος	1450	0,383	Άρδευση τοπίων και δασών
Λέρισος	1200	0,317	Άρδευση τοπίων και δασών
Άγιος Κωνσταντίνος	200	0,053	Άρδευση τοπίων και δασών
Κένταρχος	100	0,026	Άρδευση τοπίων και δασών

*Πίνακας 3: Κύρια Προγράμματα Επαναχρησιμοποίησης Νερού στην Ελλάδα. [4]*

Όσο αφορά στην επαναχρησιμοποίηση για άρδευση, υπάρχουν 25 Μονάδες επεξεργασίας υδάτων (Management water treatment plants- MWTs) και ποσοστό 8,5% των εγκαταστάσεων όπου τα απόβλητα αποχέτευσης είναι επαναχρησιμοποιημένα για την άρδευση του γεωργικού εδάφους κυρίως για ελιές και βαμβάκι. Αυτή η ποσότητα αποτελεί το 5,2% των συνολικών παραχθέντων υγρών αποβλήτων. Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν εγκαταστάσεις που διοχετεύουν τα επεξεργασμένα απόβλητα σε ποτάμια και μετά από τη διήθηση υπάρχει άντληση μέσω φρεατίων από τους αγρότες για την άρδευση. Αυτή η μέθοδος είναι μια έμμεση επαναχρησιμοποίηση ύδατος για άρδευση.

Τα απόβλητα αποχέτευσης που παράγονται από το 7,5% των μονάδων επεξεργασίας υδάτων χρησιμοποιούνται για την άρδευση των δασικών εδαφών και πυροπροστασίας. Αυτή η ποσότητα αποτελεί το 2,4% των συνολικών παραχθέντων αποβλήτων αποχέτευσης.

Δεν υπάρχει σημαντική βιομηχανική επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων αποβλήτων αποχέτευσης εκτός από ορισμένες εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν τη διήθηση για τη περαιτέρω μεταχείριση των αποβλήτων αποχέτευσης. Οι βιομηχανίες που είναι καταναλωτές βαριού ύδατος, θα ενδιαφερθούν για χρησιμοποίηση του ανακυκλωμένου υγρού απόβλητου, ιδιαίτερα στις περιοχές κάτω από την έλλειψη ύδατος.

### 3.3 Εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης νερού

Οι εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης, κατά φθίνουσα σειρά του χρησιμοποιούμενου όγκου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Η κύρια εφαρμογή επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι η άρδευση καλλιεργειών, ενώ ακολουθεί το πότισμα αστικού πρασίνου και κήπων και μετά οι βιομηχανικές εφαρμογές. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει και η περίπτωση της “μη σχεδιασμένης” επαναχρησιμοποίησης ρυπασμένου νερού για ύρδευση, όταν οι υδάτινοι πόροι από τους οποίους παίρνει νερό μια πόλη έχουν δεχτεί, σε άλλα σημεία τους, αστικά και βιομηχανικά λύματα. Άλλωστε, λόγω της γενικευμένης ρύπανσης, πλέον και στα θεωρούμενα “καθαρά” αποθέματα νερού, εντοπίζονται πολλοί παθογόνοι οργανισμοί και άλλοι ρύποι, όπως συμβαίνει και στα υγρά απόβλητα.



Γεωργία	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Άρδευση καλλιεργειών προοριζόμενων για ανθρώπινη κατανάλωση, σε ωμή ή μεγειρεμένη μορφή.</li> <li>➤ Άρδευση καλλιεργειών προοριζόμενων για μη ανθρώπινη κατανάλωση, όπως οι ζωοτροφές.</li> <li>➤ Θερμοκήπια</li> </ul>
Αστικό πράσινο	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Πάρκα</li> <li>➤ Σχολικές αυλές</li> <li>➤ Διαχωριστικές νησίδες στους αυτοκινητοδρόμους και δέντρα στις άκρες τους.</li> <li>➤ Γήπεδα γκόλφ</li> <li>➤ Ζώνες πρασίνου</li> <li>➤ Κήποι</li> </ul>
Βιομηχανία (ανακύκλωση - επαναχρησιμοποίηση)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Νερό πλήρωσης των ψυκτικών συστημάτων (κύρια χρήση)</li> <li>➤ Νερό λέβητα</li> <li>➤ Νερό στις διάφορες διαδικασίες της κάθε βιομηχανίας</li> <li>➤ Ειδικά σε υδροηλεκτρικά εργοστάσια, χαρτοβιομηχανίες, διυλιστήρια, υφαντουργικές, χημικές, μεταλλευτικές βιομηχανίες</li> <li>➤ Νερό στις βαριές κατασκευές (έλεγχος της σκόνης, ανακάτεμα με τσιμέντο, κ.ά.)</li> <li>➤ Καθαρισμός, ξέπλυμα</li> </ul>
Αναπλήρωση υπόγειων υδάτων	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Αναπλήρωση των υπόγειων υδάτων με τη χρήση λεκανών διήθησης ή με τη διάνοιξη πηγαδιών για την έγχυση του νερού.</li> <li>➤ Εμπόδιση της εισχώρησης θαλασσινού ή υφάλμυρου νερού.</li> <li>➤ Αποτροπή καθιζήσεων</li> </ul>
Περιβάλλον και αναψυχή	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Λίμνες-γούρνες-διακοσμητικά συντριβάνια κ.α., που είτε επιτρέπεται η άμεση επαφή του νερού με τον άνθρωπο είτε όχι.</li> <li>➤ Επαύξηση της ροής ρεμάτων, μικρών ποταμιών.</li> <li>➤ Αύξηση των υδάτων των υγροτόπων και γενικά των επιφανειακών υδάτων.</li> <li>➤ Παραγωγή πάγου.</li> </ul>
Αστικές χρήσεις για μη πόσιμους σκοπούς	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Πυροσβεστική</li> <li>➤ Κλιματιστικά μηχανήματα</li> <li>➤ Καζανάκια</li> <li>➤ Επαγγελματικό πλύσιμο αυτοκινήτων</li> <li>➤ Καθαρισμός δρόμων</li> </ul>
Χρήσεις για πόσιμους σκοπούς	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Έκχυση υψηλής ποιότητας επεξεργασμένου νερού σε επιφανειακά ή υπόγεια νερά που χρησιμοποιούνται ως πηγές πόσιμου νερού.</li> <li>➤ Μείξη υψηλής ποιότητας νερού με καθαρό νερό στις δεξαμενές παροχής νερού.</li> </ul>

*Πίνακας 4: Εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης [1]*

### 3.4 Νομικό πλαίσιο

Σε παγκόσμιο επίπεδο, κάποιες από τις χώρες που έχουν θεσπίσει ολοκληρωμένη νομοθεσία ή οδηγία για την επαναχρησιμοποίηση νερού στις διάφορες εφαρμογές είναι οι: Αυστραλία, Τυνησία, Νότιος Αφρική, Ιαπωνία, Κίνα και Ηνωμένες Πολιτείες. Στην Ευρωπαϊκή νομοθεσία, δεν υπάρχει κάποια οδηγία ειδικά για την επαναχρησιμοποίηση νερού. Παρόλα αυτά, μέσω των υπολοίπων οδηγιών για το νερό, τίθενται εμμέσως κάποιιο περιορισμοί για την ποιότητα του νερού προς επαναχρησιμοποίηση. Για παράδειγμα, η Οδηγία Πλαισίου για το Νερό (2000/60/EC-WFD) θέτει περιορισμούς στην ποιότητα των εισροών σε όλα τα είδη υδάτινων σωμάτων, θέτοντας εμμέσως και περιορισμούς για την επαναχρησιμοποίηση.

Αναμφισβήτητη πάντως και επιτακτική προβάλλει η ανάγκη θέσπισης μιας κοινής ευρωπαϊκής οδηγίας για την επαναχρησιμοποίηση νερού. Ευρωπαϊκές και μεσογειακές χώρες που έχουν θεσπίσει σχετικές οδηγίες ή νομοθεσία είναι: Κύπρος, Γαλλία, Ισραήλ, Ιταλία, Ιορδανία, Μάλτα, Ισπανία, Τυνησία, Γερμανία και Τουρκία.

### 3.5 Στάδια και τεχνολογικές μέθοδοι επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων

Η ποιότητα του νερού στις διάφορες εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης είναι πολύ σημαντική. Ο βαθμός επεξεργασίας που θα υποστεί το νερό καθορίζεται από την προορισμένη χρήση του. Τα στάδια επεξεργασίας και το αντίστοιχο ρυπαντικό φορτίο που απομακρύνεται παρουσιάζονται στον Πίνακα 5:

Στάδιο επεξεργασίας	Περιγραφή
Προκαταρκτική	Απομάκρυνση κουρελιών, κλαδιών, χαλικιών, λιπών και άλλων επιπλέοντων ρύπων.
Πρωτοβάθμια	Απομάκρυνση μέρους των αιωρούμενων στερεών και της οργανικής ύλης.
Προηγμένη πρωτοβάθμια	Περαιτέρω απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών και της οργανικής ύλης, κυρίως με προσθήκη χημικών ή φιλτράρισμα/διήθηση.
Δευτεροβάθμια	Απομάκρυνση του, διαλυμένου ή αιωρούμενου, βιοαποικοδομήσιμου οργανικού φορτίου καθώς και των αιωρούμενων στερεών. Συνήθως περιλαμβάνεται και απολύμανση.
Δευτεροβάθμια με απομάκρυνση του αζώτου και φωσφόρου	Απομάκρυνση των βιοαποικοδομήσιμων οργανικών, των αιωρούμενων στερεών, του αζώτου, φωσφόρου ή και των δύο.
Τριτοβάθμια	Απομάκρυνση των παραμενόντων αιωρούμενων στερεών, μετά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, συνήθως με μέτρια κοκκώδη διήθηση, επιφανειακή διήθηση και μεμβράνες. Συνήθως περιλαμβάνεται και απολύμανση ή/και απομάκρυνση του αζώτου/φωσφόρου.
Προηγμένη	Απομάκρυνση όλων των διαλυμένων στερεών ή/και ιχνών

Στάδιο επεξεργασίας	Περιγραφή
	συστατικών για την επίτευξη υψηλής ποιότητας νερού, κατάλληλου για χρήση σε ειδικές εφαρμογές.

*Πίνακας 5: Στάδια επεξεργασίας και απομακρυνόμενο ρυπαντικό φορτίο. [1]*

Σημειώνεται ότι το νερό που προκύπτει μετά την προηγμένη επεξεργασία, ξεπερνά σε ποιότητα τις βασικές, και σε ορισμένες περιπτώσεις και τις δευτερεύουσες, απαιτήσεις ποιότητας της Αμερικανικής Εταιρείας Προστασίας Περιβάλλοντος ( U.S. EPA) που ισχύουν για το πόσιμο νερό. Παράλληλα, πολλές φορές είναι καλύτερο από τα διάφορα επιφανειακά ύδατα. Γίνεται φανερό επομένως ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πόσιμους σκοπούς, με αυξημένο βέβαια κόστος που ολόένα όμως μειώνεται.

Στάδιο επεξεργασίας	Τεχνολογική μέθοδος
Προκαταρκτική	Κοσκίνισμα, πέρασμα από αμμοχάλικα
Πρωτοβάθμια	Περαιτέρω ξεκαθάρισμα, λεπτό κοσκίνισμα.
Δευτεροβάθμια (με ή χωρίς νιτριοποίηση)	Βιοαντιδραστήρας με μεμβράνη (membrane bioreactor). Ενεργή ιλύς. Φίλτρα με στάγδην ροή (trickling filters). Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι (rotating biological constructors).
Δευτεροβάθμια με απομάκρυνση του αζώτου (νιτριοποίηση/απονιτριοποίηση)	Βιοαντιδραστήρας με μεμβράνη, με βιολογική απομάκρυνση του αζώτου. Ενεργή ιλύς με βιολογική απομάκρυνση του αζώτου.
Απομάκρυνση του φωσφόρου	Χημική καθίζηση του φωσφόρου. Βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου.
Απομάκρυνση των υπόλοιπων αιωρούμενων στερεών	Μικροφιλτράρισμα. Φιλτράρισμα εις βάθος (Depth filtration). Επιφανειακό φιλτράρισμα (surface filtration). Επίπλευση με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation).
Απομάκρυνση των υπόλοιπων κολλοειδών αιωρούμενων στερεών	Μικροφιλτράρισμα. Υπερδιήθηση.
Απομάκρυνση των υπόλοιπων διαλυμένων στερεών (προεπεξεργασία με διήθηση (cartidge filtration))	Νανοφιλτράρισμα. Αντίστροφη όσμωση. Ηλεκτροδιάλυση.
Απομάκρυνση ιχνών συγκεκριμένων συστατικών	Προηγμένη οξείδωση. Προσρόφηση σε άνθρακα (carbon adsorption) Ιοντοεναλλαγή. Απόσταξη. Φωτόλυση.

Στάδιο επεξεργασίας	Τεχνολογική μέθοδος
Προκαταρκτική	Κοσκίνισμα, πέρασμα από αμμοχάλικα
Απολύμανση	Χλωρίωση. Υπεριώση ακτινοβόληση. Όζον. Μείγμα υπεροξειδίου του υδρογόνου και οξικού οξέος (peracetic acid). Συνδυασμοί των παραπάνω.

*Πίνακας 6: Τεχνολογικές μέθοδοι επεξεργασίας νερού. [1]*

Όσον αφορά στις μεθόδους επεξεργασίας που χρησιμοποιούνται σε καθένα απο τα παραπάνω στάδια, παρουσιάζονται στον παραπάνω Πίνακα 6. Ανάλογα με την εκάστοτε εφαρμογή επαναχρησιμοποίησης, χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός των μεθόδων αυτών ώστε να επιτευχθούν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά νερού.

Σχετικά με τον Πίνακα 6, σημειώνονται τα εξής:

- Με τη δευτεροβάθμια επεξεργασία απομακρύνεται το 85-90% της οργανικής ύλης, που μετράται ως βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) και τα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS).
- Η απομάκρυνση των υπόλοιπων κολλοειδών και άλλων αιωρούμενων στερεών, μετά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, βοηθά την απολύμανση γιατί αυτά τα στερεά λειτουργούν ως σκίαστρο για τους παθογόνους οργανισμούς.
- Τα διαλυμένα συστατικά, όπως τα άλατα, αν εντοπίζονται σε αυξημένες συγκεντρώσεις στο νερό, περιορίζουν ή αποκλείουν κάποιες χρήσεις του γιατί διαβρώνουν και φράζουν τους σωλήνες και τον εξοπλισμό. Ειδικά για τη χρήση του νερού σε πύργους ψύξης πρέπει να απομακρύνονται.

Τέλος, υπάρχουν και τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων όπως δεξαμενές σταθεροποίησης, τεχνητοί υγρότοποι, λεκάνες διήθησης κλπ. Καθώς οι φυσικές αυτές διαδικασίες στηρίζονται κυρίως στην ηλιακή ενέργεια και τη φυσική ροή, το κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι μικρότερο. Παρόλα αυτά, ο ρυθμός επεξεργασίας είναι μικρότερος από τα τεχνικά συστήματα (περισσότερο από 30 μέρες διάρκεια επεξεργασίας στις δεξαμενές σταθεροποίησης έναντι των λίγων ωρών που χρειάζονται στα τεχνικά.) Επίσης, η απόδοσή τους εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές και εποχιακές συνθήκες και απαιτούν περισσότερο χώρο.

### 3.6 Τύποι εγκαταστάσεων επεξεργασίας

1. *Κεντρικές εγκαταστάσεις.* Το ανεπεξέργαστο νερό από μεγάλες αστικές και ημιαστικές περιοχές, συλλέγεται μέσω ενός εκτεταμένου δικτύου και οδηγείται στις κεντρικές εγκαταστάσεις για επεξεργασία και ανάκτηση. Συνήθως οι εγκαταστάσεις αυτές είναι μακριά από τα πιθανά σημεία επαναχρησιμοποίησης του νερού. Αυτό περιορίζει τις δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης γιατί μεγαλώνει το κόστος μεταφοράς του νερού.
2. *Περιφερειακές εγκαταστάσεις.* Ένα μέρος του ανεπεξέργαστου νερού διοχετεύεται από το σύστημα συλλογής στην περιφερειακή εγκατάσταση, η οποία είναι τοποθετημένη κοντά στα πιθανά σημεία επαναχρησιμοποίησης. Γενικά στα συστήματα αυτά δεν επεξεργάζονται τα παραγόμενα στερεά και έτσι αυτά διοχετεύονται στο σύστημα συλλογής για να επεξεργαστούν σε κάποια κεντρική εγκατάσταση. Ένα πλεονέκτημα των εγκαταστάσεων

αυτών είναι το μικρότερο μέγεθός τους καθώς και ότι συνολικά είναι πιο οικονομικά από τα κεντρικά συστήματα.

3. *Αποκεντρωμένα συστήματα.* Σε αυτά η συλλογή, επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση του νερού γίνονται στο σημείο παραγωγής των αποβλήτων ή κοντά σε αυτό. Τα λύματα μπορεί να προέρχονται από ένα σπίτι, συγκρότημα σπιτιών, απομονωμένες κοινότητες, βιομηχανίες, ιδρύματα ή τμήματα κοινοτήτων. Δεν υπάρχει σύνδεση με κάποιο κεντρικό σύστημα συλλογής. Το σύστημα πρέπει να είναι ικανό να ανταποκριθεί στις έντονες διακυμάνσεις τόσο της ροής όσο και της συγκέντρωσης των ρύπων των λυμάτων ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή ποιότητα του νερού. Επίσης θα πρέπει να είναι απλό στη χρήση και να απαιτεί αραιή και χαμηλού κόστους συντήρηση. Πάντως, γενικά οι ανάγκες επεξεργασίας είναι λιγότερες γιατί δεν υπάρχει τόσο μεγάλο εύρος διαφορετικών συστατικών όπως αν τα λύματα προέρχονται και από τον αστικό και το βιομηχανικό και το γεωργικό τομέα. Επίσης είναι γνωστά τα συστατικά γιατί είναι γνωστές και οι πηγές παραγωγής τους. Έτσι, ανάλογα πάντα και με την προοριζόμενη χρήση, το σύστημα μπορεί να είναι ιδιαίτερα απλό.

### 3.7 Σημαντικές παράμετροι στα έργα επαναχρησιμοποίησης

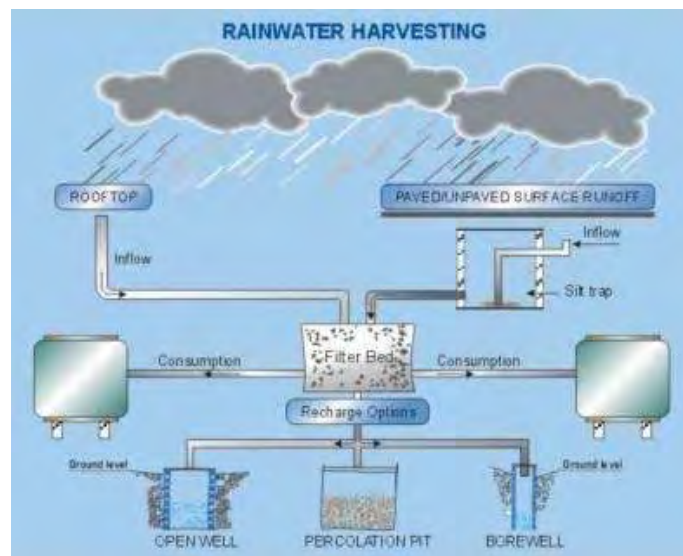
Κάποιες από τις πολλές παραμέτρους που πρέπει να προσδιοριστούν κατά την υλοποίηση ενός έργου επαναχρησιμοποίησης νερού, είναι οι εξής:

- Η προοριζόμενη χρήση. Αυτή καθορίζεται από τη διαθέσιμη ποσότητα του ανεπεξέργαστου νερού, τις ανάγκες, το κόστος της κάθε εφαρμογής και άλλα. Η σωστή επιλογή χρήσης πολλές φορές παίζει βασικό ρόλο για την επιτυχία του έργου.
- Ο βαθμός επεξεργασίας και οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν. Αυτά εξαρτώνται από την προοριζόμενη χρήση, τις απαιτήσεις ποιότητας, την πιθανότητα άμεσης επαφής του ανθρώπου με το νερό αυτό, το κόστος και άλλα.
- Το μέγεθος, ο τύπος και η επιλογή της τοποθεσίας της εγκατάστασης.
- Οικονομικά στοιχεία (κόστος, βιωσιμότητα του έργου και άλλα).
- Η προστασία της δημόσιας υγείας.
- Η προστασία του περιβάλλοντος.
- Η αξιοπιστία της επεξεργασίας και της λειτουργίας των εγκαταστάσεων.
- Η αξιοπιστία και ασφάλεια του δικτύου διανομής του επεξεργασμένου νερού. Πιο αναλυτικά, να μην μπλέκονται οι γραμμές παροχής πόσιμου και ανακτημένου νερού, να τοποθετούνται προειδοποιητικές πινακίδες για χρήση ανακτημένου νερού και οι αντίστοιχες βρύσες και σωλήνες να χρωματίζονται για να ξεχωρίζουν.
- Η απόδοχή του έργου από τους ενδεχόμενους χρήστες.
- Η συμμόρφωση του έργου με τις σχετικές νομοθετικές απαιτήσεις για την επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων που ισχύουν στην εκάστοτε χώρα.
- Τέλος, όσον αφορά στην ίδια την εφαρμογή, θα πρέπει αρχικά να ελέγχεται η δυνατότητα χρήσης ανακτημένου νερού και να γίνονται οι κατάλληλες προσαρμογές. Για παράδειγμα, στην άρδευση με ανακτημένο νερό, πρέπει να επιλεγούν καλλιέργειες που αντέχουν σε πιθανώς αυξημένα επίπεδα αλατότητας, να εξεταστεί ο τύπος του εδάφους, να εφαρμοστεί το κατάλληλο αρδευτικό σύστημα και άλλα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ομβριοσυλλογή

### 4.1 Γενικά στοιχεία

Η συλλογή βρόχινου νερού (rainwater harvesting) είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη συλλογή, την αποθήκευση και τη μεταφορά του βρόχινου νερού από σχετικά καθαρές επιφάνειες, όπως είναι η στέγη, οι βραχώδεις και εδαφικές λεκάνες, με σκοπό τη μελλοντική χρήση αυτού. Η αποθήκευση του βρόχινου νερού πραγματοποιείται είτε σε ειδικές δεξαμενές (rainwater tank), είτε στο έδαφος μέσω της διείσδυσης. Στη δεύτερη περίπτωση συντελεί και στην επαναφόρτιση του υπόγειου υδροφορέα. Στην Εικόνα 8 διακρίνονται διάφορες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των ομβρίων.



Εικόνα 8: Τεχνολογίες συλλογής βρόχινου νερού. [1]

Η συλλογή του βρόχινου νερού είναι διαδεδομένη ευρέως και οι ρίζες της εμφανίζονται πάνω από τέσσερις χιλιάδες χρόνια, σε περιοχές άνυδρες ή ημι – άνυδρες. Στην Ινδία, χρησιμοποιούνταν απλές πέτρινες δομές για την αποθήκευση βρόχινου νερού και χρονολογούνται την τρίτη χιλιετία π.Χ. [2]. Ευρήματα ανακαλύφθηκαν στη Μεσόγειο και στη Μέση Ανατολή, στις οποίες το νερό συλλεγόταν από σκληρές επιφάνειες και μεταφερόταν σε υπόγειες δεξαμενές για μελλοντική χρήση. Σημειώνεται ότι στη Δυτική Ευρώπη, στην Αμερική και στην Αυστραλία το βρόχινο νερό αποτελούσε συχνά την κύρια πηγή για το πόσιμο νερό.

### 4.2 Χαρακτηριστικά βρόχινου νερού

#### 4.2.1 Ποιότητα βρόχινου νερού

Οι παράγοντες που εξαρτάται η ποιότητα του βρόχινου νερού είναι οι εξής:

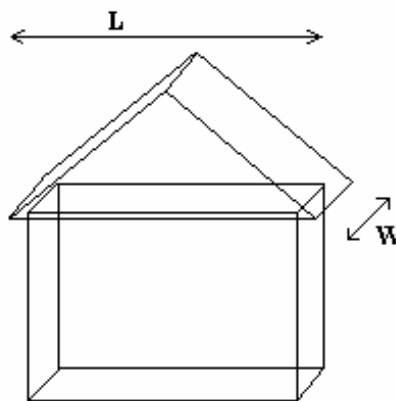
- ❖ Το περιβάλλον που λαμβάνει χώρα η βροχόπτωση. Η ποιότητα του βρόχινου νερού εξαρτάται από τα νέφη. Η σύσταση τους μπορεί να είναι φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης (τεχνητή βροχή). Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα νέφη δημιουργούνται στην ατμόσφαιρα αντιλαμβάνεται κανείς ότι η ποιότητα του βρόχινου νερού είναι άμεσα εξαρτώμενη από την ατμοσφαιρική ρύπανση.

- ❖ Η επιφάνεια συλλογής (land – based or roof – based). Η ρύπανση του βρόχινου νερού από την επιφάνεια στην οποία ρέει αποτελεί σημαντικότερο πρόβλημα συγκριτικά με αυτή που προέρχεται από την ατμόσφαιρα. Το υλικό της επιφάνειας απορροής δεν επιφέρει σημαντική μείωση της ποιότητας, ειδικά σε περιπτώσεις που είναι αδιαπέρατο και σκληρό. Αντιθέτως, σημαντικό πρόβλημα δημιουργούν τα υλικά που συσσωρεύονται στις επιφάνειες απορροής. Συγκεκριμένα, μετά το τέλος μιας ξηρής περιόδου, οι επιφάνειες είναι καλυμμένες με οργανικό υλικό (νεκροί οργανισμοί, συσώρευση φύλλων, περιττώματα), στοιχείο που προκαλεί σημαντική μείωση στην ποιότητα του νερού. Συνεπώς, είναι αναγκαία η απομάκρυνση των πρώτων βροχοπτώσεων της υγρής περιόδου [3].
- ❖ Ο χώρος αποθήκευσης του βρόχινου νερού. Ο χώρος αποθήκευσης του βρόχινου νερού είναι πιθανό να αποτελέσει πηγή μόλυνσης αυτού. Είναι απαραίτητο, λοιπόν, να τηρούνται καλές συνθήκες υγιεινής και η δεξαμενή να τοποθετείται σε κατάλληλα σημεία.

#### 4.2.2 Ποσότητα βρόχινου νερού

Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό της ποσότητας του συλλεγόμενου βρόχινου νερού παρουσιάζονται παρακάτω:

- ❖ Το εμβαδόν της επιφάνειας αποστράγγισης. Ορίζεται ως η επιφάνεια η οποία είναι εκτεθειμένη στη βροχόπτωση και διαθέτει κατάλληλη διάταξη για τη συλλογή του βρόχινου νερού. Σε περίπτωση κατοικίας η επιφάνεια αυτή αποτελεί την κάτοψη μιας στέγης ή ταράτσας Εικόνα 9. Σημειώνεται ότι αυτή μπορεί να μην είναι η συνολική επιφάνεια της στέγης καθώς η διάταξη των σωλήνων μπορεί να μην το καθιστά δυνατό.



*Εικόνα 9: Επιφάνεια συλλογής βρόχινου νερού. [4]*

Στη συλλογή του βρόχινου νερού αποφεύγεται να ληφθεί υπόψη η απορροή που προέρχεται από τσιμεντοστρωμένες ή πλακοστρωμένες εξωτερικές εκτάσεις, καθώς αυτές έχουν αυξημένο ρυπαντικό στοιχείο [5].

- ❖ Ο συντελεστής ικανότητας συλλογής του απορρέοντος νερού. Η αποδοτικότητα με την οποία μια επιφάνεια της κατοικίας συλλέγει την απορροή εκφράζεται με το συντελεστή ικανότητας συλλογής, ο οποίος αποτελεί ποσοστό της κατακρήμνισης που εμφανίζεται ως απορροή [4]. Στον παρακάτω Πίνακα 7 παρουσιάζονται κάποιες τυπικές τιμές του συντελεστή αυτού.
- ❖ Οι απώλειες. Όλα τα υλικά κατασκευής έχουν την ικανότητα να απορροφούν ένα ποσοστό της βροχόπτωσης που καταλήγει σε αυτά. Γενικά, ένα λείο, καθαρό και αδιαπέρατο υλικό



συμβάλλει στη συλλογή μεγαλύτερης ποσότητας. Οι κατασκευαστές θεωρούν ότι οι απώλειες ανέρχονται περίπου στο 25% της βροχόπτωσης [7].

- ❖ Η μέση βροχόπτωση αλλά και η χρονική διακύμανση αυτής.

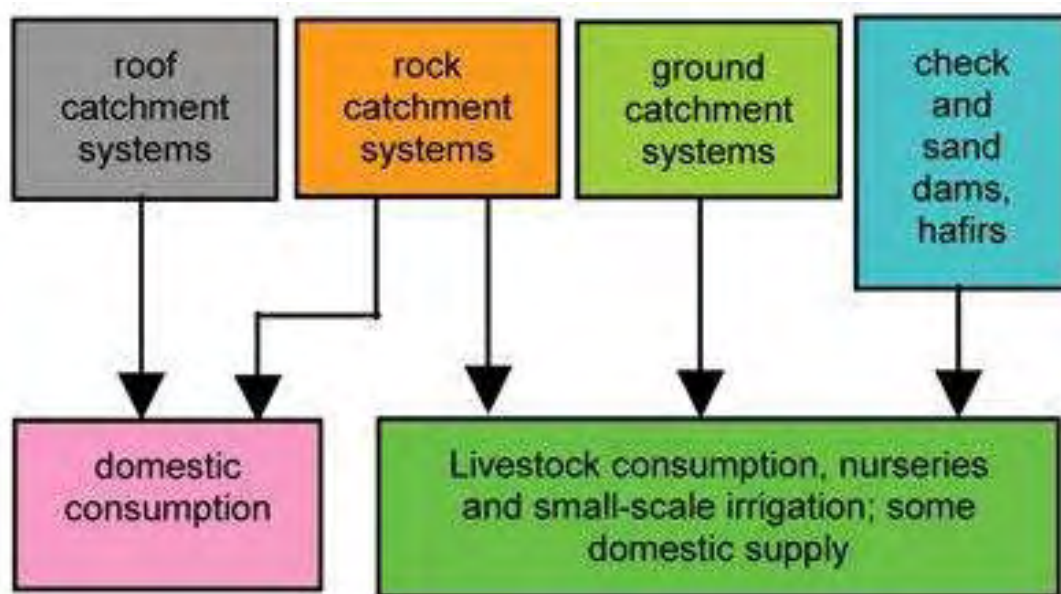
Συντελεστής ικανότητας συλλογής	
Τύπος στέγης	Τιμή
Στέγη (δίρριχτη, μονόρριχτη)	0,9
Στέγη με κεραμίδια	0,8
Ταράτσα με χαλίκια	0,8

*Πίνακας 7: Τιμές για το συντελεστής ικανότητας συλλογής ανάλογα με τον τύπο της στέγης. [4]*

### 4.3 Πρακτικές συλλογής βρόχινου νερού

Οι πρακτικές της συλλογής του βρόχινου νερού χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις χερσαίες (land – based) και αυτές που εφαρμόζονται στις οροφές και στις στέγες (roof – based). Στην πρώτη κατηγορία η απορροή προέρχεται από πλακόστρωτους ή καλυμμένους με τσιμέντο χώρους, όπως είναι τα πεζοδρόμια και οι αυλές και μεταφέρεται σε αυλάκια, λίμνες, δεξαμενές και ταμιευτήρες. Στη δεύτερη περίπτωση, η συλλογή του βρόχινου νερού πραγματοποιείται απευθείας από τη στέγη ενός κτιρίου και το νερό είναι καθαρότερο από το χερσαίο.

Το 1999 οι Gould και Nissen-Petersen (Εικόνα 10) κατηγοριοποίησαν τη συλλογή των ομβρίων υδάτων ανάλογα με τον τύπο της επιφάνειας της λεκάνης απορροής και την κλίμακα της δραστηριότητας.



*Εικόνα 10: Μικρής κλίμακας συστήματα συλλογής βρόχινου νερού και χρήσεις. [8]*

### 4.4 Τεχνολογίες επεξεργασίας βρόχινου νερού

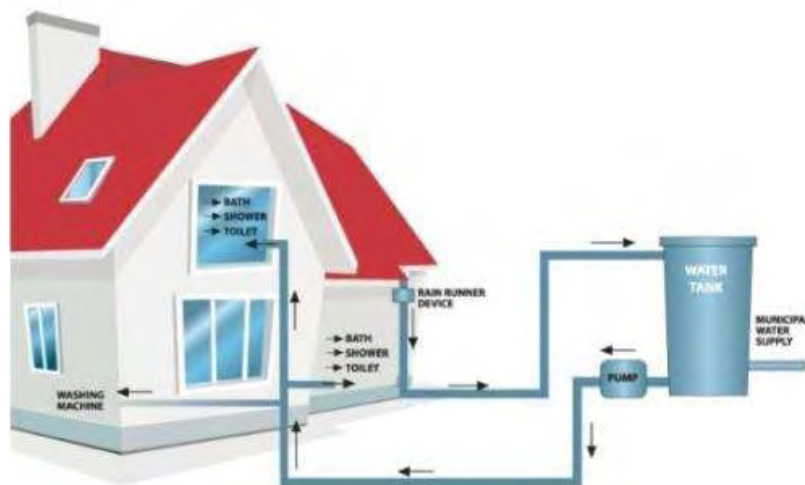
#### 4.4.1 Στοιχεία οικιακών συστημάτων

Τα οικιακά συστήματα συλλογής βρόχινου νερού αποτελούνται από τα παρακάτω στοιχεία:

- Επιφάνεια συλλογής βροχοπτώσεων
- Λούκια και υδρορροές
- Φίλτρα, εσχάρες και διαχωριστές πρώτης απόπλυσης που συντελούν στην απομάκρυνση των ρύπων
- Μία ή περισσότερες δεξαμενές
- Σύστημα επεξεργασίας και απολύμανσης του βρόχινου νερού
- Σύστημα διανομής επεξεργασμένου νερού [9]

#### 4.4.2 Συστήματα υπέργειας δεξαμενής συλλογής

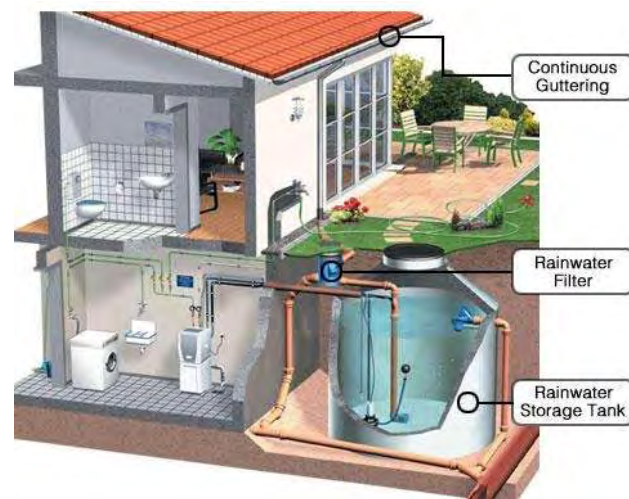
Στο σύστημα υπέργειας δεξαμενής απαραίτητα στοιχεία είναι η δεξαμενή συλλογής και τα φίλτρα που τοποθετούνται στις υδρορροές. Το αποθηκευμένο νερό χρησιμοποιείται για την άρδευση της βλάστησης. Το κόστος αυτού του συστήματος είναι μικρό. Πολλές φορές τοποθετείται επιπλέον και μια αντλία με σκοπό την επίτευξη μεγαλύτερων παροχών. Στις περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η τοποθέτηση της υπέργειας δεξαμενής δίπλα στο σπίτι, επιλέγεται η χρήση ενός μικρού δοχείου συλλογής που μεταφέρει το βρόχινο νερό από την επιφάνεια απορροής σε μια δεξαμενή αποθήκευσης και επεξεργασίας μέσω αντλίας. Στο σύστημα αυτό είναι αναγκαία η τοποθέτηση ενός φλοτέρ, το οποίο, ανάλογα με τη στάθμη του μικρού δοχείου συλλογής, θα ενεργοποιεί την αντλία για τη μεταφορά του βρόχινου νερού προς τη μεγάλη δεξαμενή [10].



Εικόνα 11: Υπέργειο σύστημα συλλογής βρόχινου νερού. [11]

#### 4.4.3 Σύστημα υπόγειας δεξαμενής συλλογής

Η απορροή από την ταράτσα συλλέγεται σε έναν κεντρικό σωλήνα μέσω του οποίου μεταφέρεται το βρόχινο νερό σε ένα υπόγειο σύστημα συλλογής. Βασικά τμήματα αυτού είναι τα φίλτρα στις υδρορροές, ένα επιπλέον φίλτρο συγκράτησης χονδροκόκκων στερεών στην είσοδο της υπόγειας δεξαμενής και μια αντλία για την εξασφάλιση σταθερής πίεσης [10].



Εικόνα 12: Υπόγεια δεξαμενή συλλογής βρόχινου νερού. [12]

#### 4.5 Σχεδιασμός και κατασκευή συστήματος

Με την πυκνή δόμηση και την ασφαλτόστρωση του μεγαλύτερου μέρους της επιφάνειας των πόλεων, το νερό της βροχής πλέον δεν απορροφάται από το έδαφος και το περισσότερο χάνεται. Στα συστήματα συλλογής βρόχινου νερού, το νερό αποστραγγίζεται από τις διάφορες επιφάνειες απορροής, όπως είναι η στέγη, και στη συνέχεια οδηγείται μέσω των υδρορροών σε ειδικές δεξαμενές -ντεπόζιτα όπου και αποθηκεύεται. Στο ντεπόζιτο μπορεί να καταλήγουν και το νερό από το μπάνιο, το πληντύριο, άλλες διαδικασίες (στην περίπτωση βιομηχανιών και άλλων), ώστε να συλλέγεται και από εκεί νερό. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται η ύπαρξη συστήματος που θα εμποδίζει πιθανή εισχώρηση του βρόχινου νερού στο δίκτυο παροχής πόσιμου νερού.

Τα ντεπόζιτα μπορεί να είναι υπόγεια ή υπέργεια, μέσα ή έξω από το κτίριο. Τα υπέργεια είναι προτιμότερα δεδομένου ότι μπορούν να ανιχνευθούν ευκολότερα πιθανές ρωγμές και διαρροές. Επίσης, με ανύψωσή τους πετυχαίνουμε μεγαλύτερη πίεση του νερού με αποτέλεσμα το νερό να εξάγεται ευκολότερα με τη βοήθεια της βαρύτητας και ίσως να μη χρειαστούν αντλίες. Τέλος, είναι συνήθως φθηνότερα από τα υπόγεια και καθαρίζονται ευκολότερα. Απαιτούν όμως περισσότερο χώρο. Όσον αφορά στο θέμα του χώρου, τα ντεπόζιτα μπορούν να τοποθετηθούν ακόμα και στον κήπο και να καλυφθούν από λεπτή στρώση χώματος όπου θα φυτευτούν μικρά φυτά ή γκαζόν. [16]

Επίσης, υπάρχουν μοντέρνα ντεπόζιτα με επίπεδα ή άλλα σχήματα που μπορούν να ενσωματωθούν στο κτίριο και να μην ενοχλούν. Καλό είναι επίσης να τοποθετούνται κοντά στις υδρορροές, στους σωλήνες νερού και σε σκιερά μέρη. Τα ντεπόζιτα ποικίλλουν τόσο στο υλικό κατασκευής όσο και στο κόστος τους. Τα υπέργεια μπορεί να είναι από μπετόν, μεταλλικά ή πλαστικά αλλά τα υπόγεια μόνο από μπετόν για να μη διαβρωθούν από την επαφή με το έδαφος. Φυσικά θα πρέπει να είναι υδατοστεγή. [14]

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του όλου συστήματος είναι απαραίτητο να γίνει από ειδικούς, καθώς πρέπει να ληφθούν υπόψη παράμετροι πίεσης, βάρους, αερισμού, στεγανότητας, ροής, κλπ.

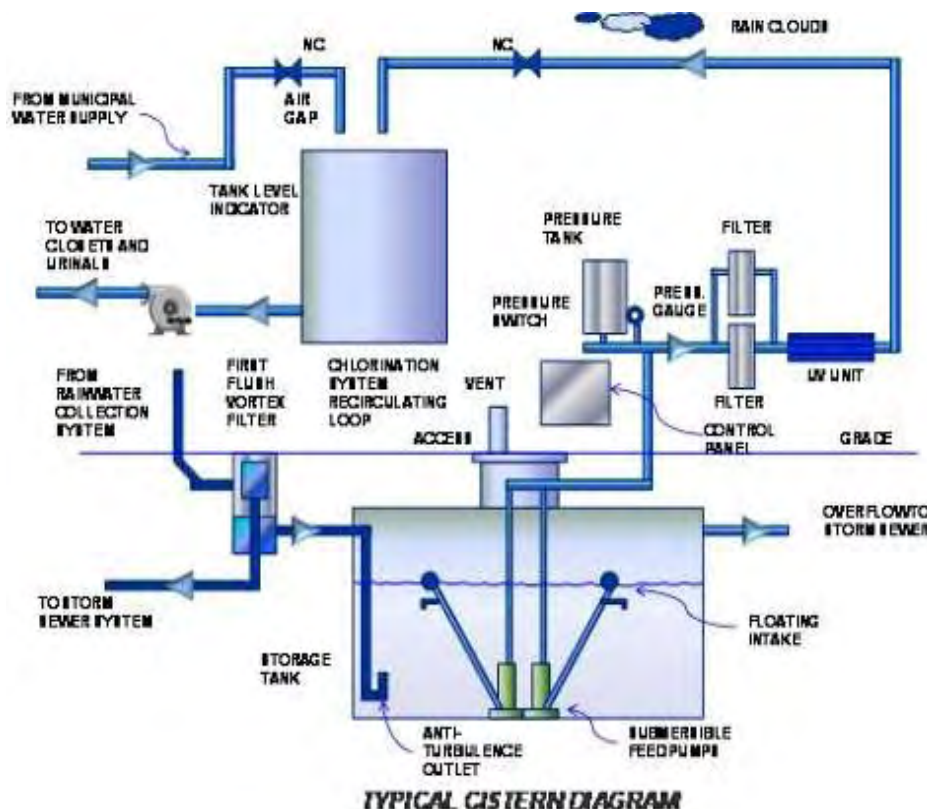
Στοιχεία ενός συστήματος συλλογής βρόχινου νερού είναι τα εξής:

- Φίλτρα. Φίλτρα άμμου, αμμοχάλικων, κάρβουνου ή σίτες πρέπει να τοποθετούνται στις υδρορροές ώστε να εμποδίζουν τα φύλλα, τα έντομα και άλλα σκουπίδια να εισέλθουν στο ντεπόζιτο. Υπάρχουν και φίλτρα που είναι ατσάλινα πλέγματα με ανοίγματα κάποιων

εκατομμυριοστόμετρων για να φιλτράρουν ακόμα και στην άμμο, τη γύρη και τη λάσπη. Αυτά μπορεί να τοποθετηθούν μετά το ντεπόζιτο. [15]

- Σύστημα εκτροπής του πρώτου, βρώμικου νερού της βροχής μακριά από το ντεπόζιτο. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια μιας βαλβίδας και ενός “κλειδιού” διακλάδωσης. Περίπου 20 πρώτα λίτρα ανά 100 τετραγωνικά μέτρα σκεπής πρέπει να απομακρύνονται. Τα συστήματα αυτά είναι φθηνότερα από τα φίλτρα και απαιτούν λιγότερη συντήρηση. [16]
- Αντλία. Στην επιλογή της αντλίας, οι παράγοντες που θα πρέπει να συνεκτιμηθούν είναι η προοριζόμενη εφαρμογή, η αξιοπιστία και ο θόρυβος. Η προοριζόμενη εφαρμογή θα καθορίσει τον αριθμό των λίτρων που μπορεί να “μετακινήσει” ανά λεπτό. Επίσης υπάρχουν και αυτόματα συστήματα για την έναρξη και την παύση της λειτουργίας της αντλίας.
- Βαλβίδες ελέγχου της ροής του νερού.
- Αγωγός για την περίπτωση υπερχείλισης.
- Προστατευτικό σύστημα για αποφυγή ρύπανσης του πόσιμου νερού από οπισθοδρόμηση του βρόχινου νερού στους αγωγούς, στην περίπτωση που συνδέονται. Επίσης, το δίκτυο σωληνώσεων του βρόχινου νερού δε θα πρέπει να συνδέεται με τους αποχετευτικούς αγωγούς για να μην υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης του νερού από αντίθετη ροή των υγρών αποβλήτων.
- Αυτόματο σύστημα ενεργοποίησης της παροχής πόσιμου νερού, για την περίπτωση που αδειάσει το νερό στο ντεπόζιτο ή υπάρχει διακοπή ρεύματος που απενεργοποιεί την αντλία. Έτσι ικανοποιείται και η ανάγκη για συνεχή και αξιόπιστη παροχή νερού.
- Κλειστή έξοδος στο κάτω τμήμα του ντεπόζιτου για την αφαίρεση της λάσπης που καθιζάνει. [17]

Στην Εικόνα 13 παρουσιάζεται μια τυπική εγκατάσταση συλλογής βρόχινου νερού.



Εικόνα 13: Εγκατάσταση συλλογής βρόχινου νερού. [18]



#### 4.6 Καθαριότητα και συντήρηση

- Τακτικός έλεγχος όλου του συστήματος για να επιβεβαιωθεί ότι λειτουργεί σωστά. Αυτό, όπως και τα παρακάτω, ως επί το πλείστον γίνονται ανά 3-6 μήνες.
- Καθαρισμός των επιφανειών απορροής και των υδρορροών για να παραμένει καλή η ποιότητα του συλλεγόμενου νερού.
- Συχνή συντήρηση των φίλτρων για να μην αναπτύσσονται μικρόβια. Υπάρχουν και αυτοκαθαριζόμενα φίλτρα.
- Τρίψιμο με σκληρές σκούπες των εσωτερικών επιφανειών των δεξαμενών. Επίσης, ξέπλυμα με καθαρό νερό μετά την κατασκευή, κατά τον καθαρισμό ή τη συντήρηση.
- Τέλος, η “λάσπη” που ίσως συγκεντρωθεί (σε διάστημα 2-3 χρόνων) μπορεί να καθαριστεί και χωρίς να αδειάσει το βαρέλι, μέσω χαμηλών ανοιγμάτων στο βαρέλι ή να αντληθεί με μικρές απώλειες νερού.
- Χρήση παρασιτοκτόνων για την αποφυγή ανάπτυξης πληθυσμού κουνουπιών ή άλλων εντόμων.
- Καλό κλείσιμο των ανοιγμάτων του ντεπόζιτου και άμεση επιδιόρθωση με διάφορα στεγανωτικά τυχουσών ρωγμών.

#### 4.7 Διαστάσεις συστήματος και συλλεγόμενη ποσότητα νερού

Το μέγεθος της δεξαμενής εξαρτάται από τις ανάγκες της εγκατάστασης σε μη πόσιμο νερό, από τη διαθέσιμη επιφάνεια απορροής, από τη συχνότητα και την ένταση των βροχοπτώσεων στην περιοχή, από τη διαθέσιμη επιφάνεια για την τοποθέτησή της και το διατιθέμενο κεφάλαιο. Επίσης εξαρτάται και από την προβλεπόμενη χρήση, γιατί στη συνεχή χρήση (καζανάκια, πλυντήρια κλπ) το ντεπόζιτο μπορεί να αδειάσει πολλές φορές, ελευθερώνοντας χώρο κάθε φορά για ξαναγέμισμα. Πάντως ένα ντεπόζιτο χωρητικότητας 2000 λίτρων έχει διάμετρο περίπου 1,3 μέτρα και ύψος 1,9 μέτρα.

Το νερό που θα συλλεχθεί εξαρτάται από την επιφάνεια απορροής, το ύψος της βροχόπτωσης στην περιοχή αλλά και από τον αριθμό των υδρορροών στην ταράτσα. Όσες περισσότερες είναι αυτές, τόσο μεγαλύτερο τμήμα της ταράτσας αξιοποιείται. Ένας γενικός τύπος για τον υπολογισμό της ποσότητας του νερού που θα συλλεχθεί για διάφορους συνδυασμούς του ύψους βροχόπτωσης και της επιφάνειας απορροής, θεωρώντας ότι οι απώλειες είναι ίσες με το ένα τρίτο της συνολικής ποσότητας, είναι ο ακόλουθος: [18]

Ποσότητα συλλεγόμενου νερού (gallons) = 0,416 \* Επιφάνεια απορροής (ft<sup>2</sup>) \* Ύψος βροχόπτωσης (inches)

Με βάση τον τύπο αυτό έχουν υπολογιστεί οι τιμές του Πίνακα 8, με κάποιες στρογγυλοποιήσεις:

Συλλεγόμενο νερό (gal)*	Ύψος βροχής (inches)						
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
500	1200	600	400	300	250	200	200
1000	2400	1200	800	600	500	400	350

Συλλεγόμενο νερό (gal)*	Ύψος βροχής (inches)						
1500	3600	1800	1200	900	750	600	500
2000	4800	2400	1600	1200	1000	800	700
2500	6000	3000	2000	1500	1200	1000	850
3000	7200	3600	2400	1800	1450	1200	1000
*Απώλειες ίσες με 1/3 της αρχικής ποσότητας							

*Πίνακας 8 : Συλλεγόμενη ποσότητα νερού για διάφορους συνδυασμούς ύψους βροχόπτωσης και επιφάνειας απορροής. [18]*

Τέλος, το πόσο νερό υπάρχει στο βαρέλι και πόσο έχει χρησιμοποιηθεί ελέγχεται απλά με μια βυθομετρική ράβδο. Επίσης μπορεί να τοποθετηθεί και ένας πλωτός μετρητής της στάθμης συνδεδεμένος ασύρματα με κάποιο σημείο για την ανάγνωση της μέτρησης.

#### 4.8 Εφαρμογές

Η χρήση βρόχινου νερού για το τράβηγμα των καζανακιών, τα πλυντήρια ρούχων, το πότισμα των κήπων, το πλύσιμο των αυτοκινήτων και άλλων, μπορεί να μειώσει την κατανάλωση πόσιμου νερού έως και κατά 70%. Αν και το νερό που πέφτει από τον ουρανό είναι γενικά καθαρό, κατά την αποθήκευση και συλλογή μπορεί να μολυνθεί. Για το λόγο αυτό δε συνιστάται η πόσιμη χρήση του, εκτός κι αν φιλτραριστεί καλά και αποστειρωθεί, για παράδειγμα με μια λυχνία υπεριώδους ακτινοβολίας. [19]

Γενικά σήμερα, η διάδοση των συστημάτων συλλογής βρόχινου νερού είναι σχετικά περιορισμένη σε αντίθεση με το παρελθόν που ειδικά στα ελληνικά άγονα νησιά τα περισσότερα σπίτια είχαν στέρνες συλλογής βρόχινου νερού. Αυτό οφείλεται στο κόστος, στην αβεβαιότητα της παροχής και στον απαιτούμενο χώρο. Αν και αρχικά το κόστος για το βαρέλι, τον υπόλοιπο εξοπλισμό και την υδραυλική εγκατάσταση κάνει το νερό της βροχής να είναι ακριβότερο από το πόσιμο νερό, με το καιρό η επένδυση φέρνει τελικά έσοδα στον ιδιοκτήτη. Η περίοδος αποπληρωμής για οικιακές και εμπορικές εφαρμογές είναι 10-15 και 2-3 χρόνια αντίστοιχα, εξαρτώμενη πάντα και από τις κλιματικές συνθήκες, την επιφάνεια απορροής κλπ. Σε κάθε περίπτωση πάντως είναι απαραίτητη η θέσπιση προδιαγραφών (υγιεινής, εγκατάστασης, χρήσης κλπ) που πρέπει να τηρούνται κατά την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος. Αυτό θα ενθαρρύνει τους καταναλωτές για τη χρήση του αλλά και θα τους προφυλάξει. [20]

#### 4.9 Οφέλη συλλογής βρόχινου νερού

Η συλλογή του βρόχινου νερού στις αστικές και αγροτικές περιοχές προσφέρει πολλά οφέλη. Σε αυτά περιλαμβάνεται η παροχή συμπληρωματικού νερού, η αυξημένη εδαφική υγρασία που είναι απαραίτητη για τη βλάστηση, ο τεχνητός εμπλουτισμός του υπόγειου υδροφορέα και η βελτίωση της ποιότητας του νερού. Σε επίπεδο κτιρίου, το νερό που συλλέγεται δύναται να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση, τα καζανάκια και το πλυντήριο ρούχων. Παρακάτω παρατίθενται επιγραμματικά τα κυριότερα οφέλη της συλλογής βρόχινου νερού:

- Τα νερό της βροχής είναι σχετικά καθαρό και αποτελεί ελεύθερο αγαθό.
- Η αποθήκευση του αποτελεί πηγή νερού σε περιπτώσεις που αυτό χρειάζεται.
- Διαχειρίζεται από τον ιδιοκτήτη και παρέχει μια αυτάρκεια.
- Είναι κοινωνικά αποδεκτό και φιλικό προς το περιβάλλον.
- Ενισχύει την εξοικονόμηση των υδατικών πόρων.
- Συντελεί στη μείωση της απορροής των ομβρίων και της ρύπανσης που προέρχεται από μη σημειακές πηγές.
- Χρησιμοποιεί απλές και ευέλικτες τεχνολογίες.
- Το κόστος λειτουργίας του είναι χαμηλό.
- Παρέχει ασφαλές πόσιμο νερό μετά από κατάλληλη επεξεργασία . [21]



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Οικιακή Χρήση Βρόχινου Νερού

### 5.1 Γενικά στοιχεία

Το βρόχινο νερό ως πηγή μπορεί να έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλες επιλογές και μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική παροχή νερού. Αυτό είναι σχετικά εύκολο σε μέτρια και υγρά κλίματα με επαρκή βροχόπτωση, που είναι αρκετά ισομερώς κατανεμημένη στη διάρκεια του έτους, αλλά μπορεί να είναι πιο σημαντικό να πραγματοποιηθεί σε ξηρά κλίματα. Το τοπικό κλίμα και η τοπική αστική κατάσταση καθορίζουν εάν υπάρχει επαρκής χωρητικότητα αποθήκευσης και μπορεί να γίνει εγκατάσταση τεχνολογιών που να χρησιμοποιούν βρόχινο νερό ως κύρια ή συμπληρωματική πηγή.

Ο δραστικός ρόλος κάθε ατόμου συμβάλει στην ευαισθητοποίηση και ευνοεί την αποδοτική χρήση του νερού. Σημαντική είναι επίσης η προώθηση των τεχνολογιών για συλλογή των ομβρίων υδάτων από διάφορους φορείς, που το έργο τους θα περιλαμβάνει τεχνική βοήθεια και έλεγχο της ποιότητας σε αλληλεπίδραση με τους χρήστες.

Δεδομένου των περιορισμένων υδάτινων πόρων σε πολλές περιοχές, είναι σημαντικό να ενισχυθεί η ασφαλής χρήση του βρόχινου νερού. Με τον τρόπο αυτό τα αστικά συστήματα μπορούν να γίνουν λιγότερο εξαρτημένα από κεντρικά συστήματα αποθήκευσης. Σε διάφορες περιοχές τις χώρες μας όπου τα αποθέματα νερού δεν είναι άφθονα, όπως για παράδειγμα σε χωριά του Πηλίου ή άλλες περιοχές της ενδοχώρας, αλλά κυρίως σε νησιά, πολλά παραδοσιακά σπίτια πραγματοποιούσαν συγκέντρωση του βρόχινου νερού και αποθήκευσή του σε πέτρινες ήτσιμεντένιες δεξαμενές (στέρνες). Με τις νέες διαθέσιμες τεχνολογίες μπορούν να αντιμετωπιστούν πολλά από τα προβλήματα που είχαν οι παλιές παραδοσιακές στέρνες και η αξιοποίηση των ομβρίων υδάτων μπορεί να γίνει πάλι επίκαιρη. [1]

Τα συστήματα συλλογής και επεξεργασίας ομβρίων βρίσκουν μικρή εφαρμογή στην ελληνική αγορά, παρόλο που τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες, όπως για παράδειγμα μέσω πιλοτικών προγραμμάτων, για τη διάδοσή τους.

Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά σε οικιακά συστήματα βρόχινου νερού (αποκεντρωμένη διαχείριση) καθώς και μια σύντομη αναφορά σε συστήματα κεντρικής διαχείρισης.

### 5.2 Οικιακή χρήση βρόχινου νερού: Αποκεντρωμένη διαχείριση

#### Τεχνική περιγραφή

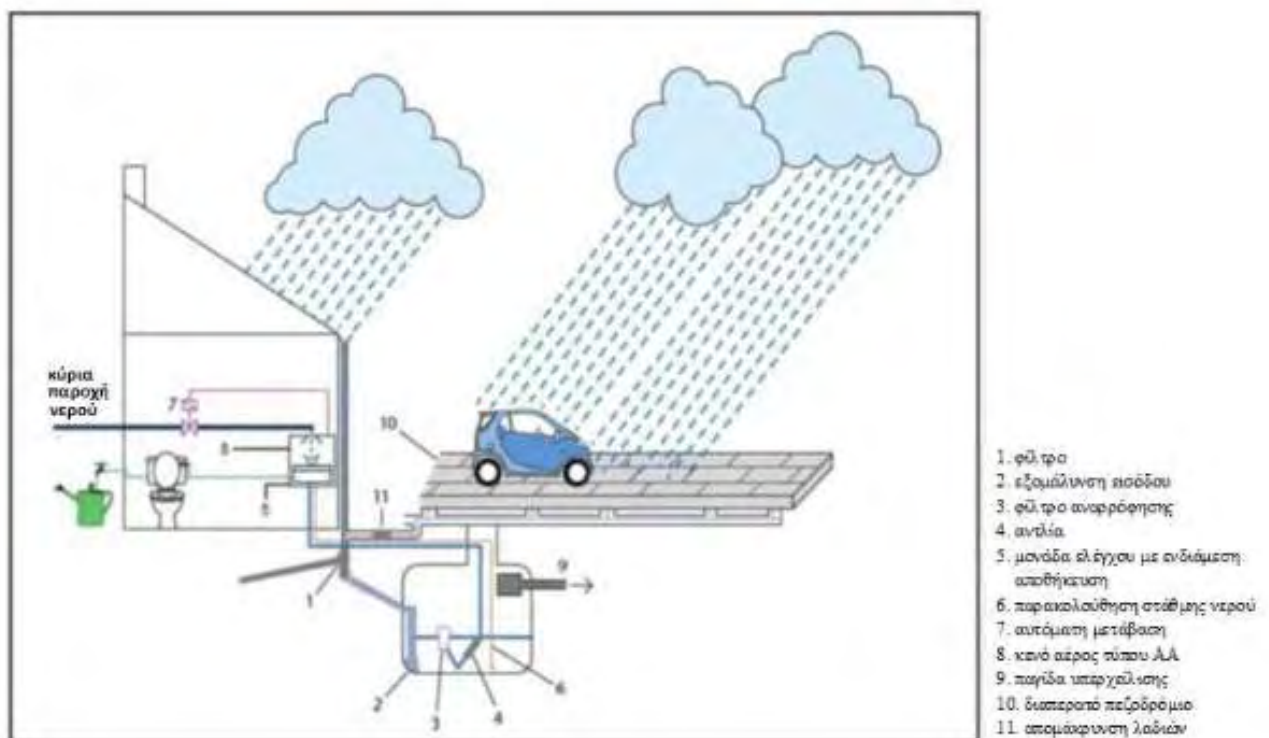
Κατά την εγκατάσταση ενός συστήματος ομβρίων υδάτων πρέπει να ληφθούν υπόψη η προσφορά και η ζήτηση νερού, η ποιότητα του νερού, τα οφέλη από την χρησιμοποίηση ομβρίων υδάτων, το κόστος, η διαθέσιμη έκταση, οι ανταγωνιστικές χρήσεις ομβρίων υδάτων και η συντήρηση του συστήματος.

Η συλλογή όμβριων υδάτων γίνεται κατευθείαν από την επιφάνεια στην οποία πέφτουν. Εναλλακτικά, το νερό αυτό καταλήγει στο αποχετευτικό σύστημα ή χάνεται μέσω εξάτμισης. Η συλλογή όμβριων υδάτων σε δεξαμενές για οικιακή χρήση περιλαμβάνει κατά βάση τη συλλογή και αποθήκευση του νερού από στέγες που τείνει να είναι λιγότερο ρυπασμένο και καλύτερης ποιότητας από ότι από πλακόστρωτους χώρους, όπως είναι τα πεζοδρόμια, οι χώροι στάθμευσης και οι δρόμοι. [2]

Το νερό της βροχής μπορεί να αποθηκευτεί σε δεξαμενές και να χρησιμοποιηθεί για διάφορες χρήσεις, ακόμη και για πόσιμο νερό, ανάλογα με την ποιότητα του και την πιθανή επεξεργασία.

Ωστόσο, η ρύπανση του βρόχινου νερού σε πολλές αστικές περιοχές περιορίζει την ασφαλή χρήση του σε μη πόσιμη χρήση. Η βροχή φέρνει το νερό σε κάθε στέγη και κάθε κήπο και αυτό ευνοεί την αποκεντρωμένη διεύθυνση ομβρίων υδάτων, καθώς και την μικρής κλίμακας χρήση του νερού σε μεμονωμένα νοικοκυριά.

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη δυνατότητα εξοικονόμησης νερού μέσω της αξιοποίησης των ομβρίων είναι τα επίπεδα και η συχνότητα βροχόπτωσης σε κάθε περιοχή, η διαθέσιμη σε κάθε κατοικία επιφάνεια συλλογής, οι απώλειες του συστήματος συλλογής και αποθήκευσης και οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης των συλλεγόμενων υδάτων. Οι δυνατότητες αξιοποίησης διαφέρουν σημαντικά ανά περιοχή (για παράδειγμα στις Κυκλάδες, στις πεδινές περιοχές η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι της τάξης των 400mm ενώ στις ορεινές περιοχές η αντίστοιχη τιμή φτάνει τα 800mm). [3]



*Εικόνα 14: Τυπικό σύστημα συλλογής ομβρίων [1]*

### 5.2.1 Βασικές κατηγορίες συστημάτων ομβρίων υδάτων

Τα συστήματα ομβρίων υδάτων μπορούν να χωριστούν σε δύο βασικές κατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας που προσφέρουν. Ο βαθμός επεξεργασίας σχετίζεται άμεσα με τις δυνατότητες αξιοποίησης του συλλεγόμενου νερού. Οι βασικές κατηγορίες είναι οι ακόλουθες: [4]

Συστήματα συλλογής και αποθήκευσης: πραγματοποιούν απομάκρυνση φερτών υλικών και απορριμμάτων μέσω μιας εσχάρας και στη συνέχεια το νερό αποθηκεύεται. Οι δυνατότητες αξιοποίησης των συλλεγόμενων υδάτων περιορίζονται στην άρδευση κήπων.

Συστήματα συλλογής, επεξεργασίας και αποθήκευσης: περιλαμβάνουν επεξεργασία των συλλεγόμενων υδάτων μέσω φίλτρανσης πολλών σταδίων και απολύμανσης. Επιτρέπουν την αξιοποίηση του νερού σε αποχωρητήρια, στο πλυντήριο ρούχων, για εξωτερικές χρήσεις (όπως πλύσιμο του αυτοκινήτου) και για άρδευση κήπων.

Τα συστήματα κατηγοριοποιούνται περαιτέρω ανάλογα με την τοποθέτηση της δεξαμενής αποθήκευσης σε συστήματα βαρύτητας και σε συστήματα με άντληση. Στα συστήματα βαρύτητας τα συλλεγόμενα όμβρια ύδατα αποθηκεύονται σε κλειστή δεξαμενή που βρίσκεται στην ταράτσα του σπιτιού. Στα συστήματα με άντληση η δεξαμενή τοποθετείται είτε στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου είτε υπόγεια. Η αποθήκευση σε υπόγειες δεξαμενές έχει ορισμένα πλεονεκτήματα, που σχετίζονται με τη χαμηλή θερμοκρασία και την προστασία του συλλεγμένου νερού. [5]

Υπάρχουν τέσσερις κύριοι τύποι οικιακών δεξαμενών:

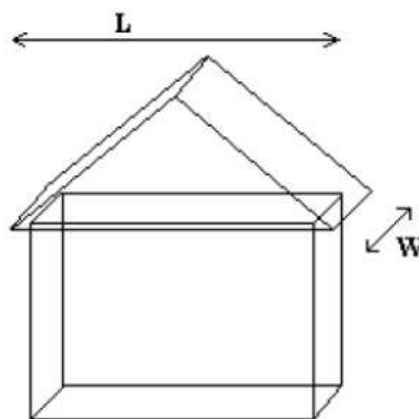
- Τυπική δεξαμενή νερού, χωρητικότητας από 100 ως 300 λίτρα.
- Διακοσμητικές δεξαμενές που τοποθετούνται πάνω από το έδαφος, χωρητικότητας μεταξύ 50 - 300 λίτρα, που διατίθενται σε σχήματα όπως βράχος, φράχτης, παγκάκι κ.α.
- Μεγάλες υπέργειες ορθογώνιες δεξαμενές που απαιτούν μια επίπεδη, σταθερή βάση (πλάκες ή άσφαλτο), χωρητικότητας μέχρι και 2000 λίτρα νερού.
- Μεγάλες υπόγειες δεξαμενές που μπορούν να αποθηκεύσουν αρκετές χιλιάδες λίτρα νερού και απαιτούν αντλία. Λόγω του μεγέθους τους, μπορούν να συνδεθούν και με την τουαλέτα και με το πλυντήριο ρούχων.

Το μέγεθος των δεξαμενών για την αποθήκευση του βρόχινου νερού εξαρτάται από την περιοχή της λεκάνης απορροής, τη ζήτηση νερού, το επιθυμητό ποσοστό κάλυψης της ζήτησης του νερού, το ύψος των βροχοπτώσεων και την κατανομή τους στη διάρκεια του έτους. [6]

### 5.2.2 Υπολογισμός του κατάλληλου μεγέθους της δεξαμενής αποθήκευσης

Ο καθορισμός του κατάλληλου μεγέθους της δεξαμενής αποθήκευσης ομβρίων υδάτων γίνεται σύμφωνα με τον ακόλουθο τρόπο υπολογισμού:

**Ετήσια βροχόπτωση (mm) x αποτελεσματική περιοχή συλλογής (m<sup>2</sup>) x συντελεστή απορροής (%) x φίλτρο απόδοση (%) x 0,05**



*Εικόνα 15: Περιοχή συλλογής νερού από στέγη*

Η επιφάνεια στέγης είναι το μήκος σε μέτρα (L) πολλαπλασιασμένο με το πλάτος σε μέτρα (W). [7]

Δεν μπορεί να συλλεχθεί όλη η βροχόπτωση που πέφτει στην περιοχή συλλογής. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια έντονης βροχόπτωσης, το νερό της βροχής ξεχειλίζει από τις υδρορροές και δεν συλλέγεται όλη η ποσότητα. Ομοίως, σε περίπτωση ελαφριάς βροχόπτωσης, η αυξημένη εξάτμιση σημαίνει επίσης πως λιγότερο νερό μπορεί να συλλεχθεί. Συνεπώς, θα

πρέπει να περιλαμβάνεται στον υπολογισμό του μεγέθους της δεξαμενής ένας συντελεστή απορροής. Αυτό γίνεται για να ληφθεί υπόψη η επίδραση των παραπάνω παραδειγμάτων. Ο πίνακας 9 δίνει μερικούς τυπικούς συντελεστές απορροής που μπορούν να εφαρμοστούν ανάλογα με τον τύπο οροφής. [8]

Τύπος στέγης	Συντελεστής απορροής
Σκεπή	0,9
Σκεπή με κεραμιδι	0,8
Επίπεδη στέγη με στρώμα χαλικιού/αμμοχάλικου	0,8

*Πίνακας 9: Συντελεστές απορροής.[8]*

Η απόδοση του φίλτρου επηρεάζει επίσης την ποσότητα του νερού που μπορεί να συλλεχθεί. Το νερό που συλλέγεται στα λούκια δεν θα φθάσει όλο στη δεξαμενή αποθήκευσης. Οι κατασκευαστές συνήθως συστήνουν ότι το 90% του νερού που ρέει μέσα στο φίλτρο συγκρατείται, συνεπώς εν απουσία συγκεκριμένης τιμής, ένας συντελεστής απόδοσης φίλτρου 0,9 μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τον υπολογισμό.

### 5.2.3 Πρόσφορά και ζήτηση νερού

Λόγω της υψηλής πυκνότητας πληθυσμού και της μεγάλης ζήτησης νερού, η συλλογή ομβρίων υδάτων και τα συστήματα αξιοποίησης μπορούν να καλύψουν στις περισσότερες περιπτώσεις μόνο ένα περιορισμένο μέρος της ζήτησης νερού. Αυτό είναι ιδιαίτερα πιθανό να συμβαίνει σε περιοχές με μέσο και υψηλό συντελεστή δόμησης. Καθώς ο συντελεστής δόμησης αυξάνει, χρειάζεται μεγάλη δεξαμενή για να παρέχει αξιόπιστη ποσότητα νερού. Αν αυξηθεί πολύ ο συντελεστής, πιθανότατα μειώνεται πολύ η δυνατότητα να αποτελέσουν τα όμβρια ύδατα συμπληρωματική πηγή νερού [10]. Μεγαλύτεροι όγκοι δεξαμενών και μεγαλύτερες λεκάνες απορροής συμβάλουν στην αύξηση του ποσοστού κάλυψης νερού. Επίσης είναι σημαντικό να μεγιστοποιηθεί η χρήση αποτελεσματικών εξαρτημάτων και συσκευών για να μειωθεί η ζήτηση σε νερό από το δίκτυο, οπότε οι πρόσθετες δυνατότητες παροχής νερού από μια δεξαμενή ομβρίων να μεγιστοποιούνται. Γενικά, σε περιοχές με χαμηλή βροχόπτωση, μάλλον πρέπει να δοθεί έμφαση σε εναλλακτικές πηγές νερού (για παράδειγμα στο γκρίζο νερό) παρά στη συλλογή ομβρίων [10]. Το πραγματικό δυνητικό ποσοστό κάλυψης νερού για μια συγκεκριμένη περίπτωση πρέπει να υπολογίζεται πριν από τον λεπτομερή σχεδιασμό. Θα πρέπει να σημειωθεί πως λόγω της περιορισμένης χωρητικότητας των δεξαμενών αποθήκευσης, η περιγραφόμενη τεχνολογία δεν συμβάλλει ή μπορεί να συμβάλλει σε περιορισμένο μόνο βαθμό στον έλεγχο των πλημμύρων [11].

Ακόμη, εάν αυξάνονται οι συνδέσεις της δεξαμενής με πολλές διαφορετικές χρήσεις, μειώνεται η αξιοπιστία του αποθέματος νερού. Ενώ όμως η αξιοπιστία μειώνεται, αυξάνεται η συνολική χρήση νερού ομβρίων, επειδή υπάρχει μεγαλύτερη συχνότητα ανάληψης νερού [10].

### 5.2.4 Ποιότητα νερού

Η ασφαλής χρήση του συλλεγόμενου νερού της βροχής απαιτεί ένα σύστημα που θα προσφέρει καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Ανάλογα με το σκοπό της χρήσης του νερού, απαιτείται απλή ή πιο πολύπλοκη επεξεργασία. Γενικά είναι προτιμότερη η χρήση βρόχινου νερού από στέγες, λόγω μικρότερου ρυπαντικού φορτίου. Η συλλογή νερού από σχετικά ρυπασμένες επιφάνειες είναι δυνατή, απλά χρειάζεται επιπλέον επεξεργασία του νερού ώστε να ανταποκρίνεται στα πρότυπα ποιότητας (UNEP). Για μη πόσιμη χρήση, το ρίσκο για τους χρήστες είναι χαμηλό, σε

περίπτωση μη επεξεργασίας του νερού. Εξάιρεση αποτελεί η περίπτωση όπου η δεξαμενή ομβρίων συνδέεται με το σύστημα ζεστού νερού, όπου υπάρχει πιθανότητα κατάποσης (για παράδειγμα στο ντους). Σε αυτή την περίπτωση είναι αναγκαία μια μορφή απολύμανσης (WSUD).

Πιθανά αίτια ρύπανσης του νερού στις οροφές: [13]

- Ατμοσφαιρική ρύπανση που επικάθεται στις στέγες.
- Απορρίψεις από πουλιά ή άλλα ζώα (περιέχουν βακτήρια και παράσιτα).
- Έντομα, σαύρες και άλλα μικρά ζώα που παγιδεύονται και πεθαίνουν στη δεξαμενή.
- Υλικά και βαφές της στέγης – βαφές που περιέχουν μόλυβδο δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε στέγες από όπου συλλέγεται νερό για πόση – επικαλύψεις που εμπεριέχουν πίσσα επίσης δεν συστήνονται γιατί μπορεί να επηρεάζουν το χρώμα, την οσμή και τη γεύση του νερού – το νερό από στέγες καλυμμένες με γαλβανισμένο σίδηρο ή ψευδάργυρο (τσιγκο) δεν είναι κατάλληλο προς πόση – διάφορα χημικά από στέγες βαμμένες με ακρυλικά χρώματα μπορούν να διαλυθούν στο νερό που απορρέει.
- Η απορροή από στέγες από ινοτσιμέντο (περιέχουν 10% περίπου άσβεστο) θα πρέπει να απορρίπτεται για ένα ολόκληρο χειμώνα λόγω της έκπλυσης lime (ασβέστη).
- Απορροή από στέγες από αμιαντοτσιμέντο μπορεί να μπλοκάρει το φίλτρο, μειώνοντας τη συλλεγόμενη ποσότητα νερού, και ενδεχομένως αποτελεί κίνδυνο για την υγεία.
- Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται χημικά επεξεργασμένο ξύλο και δεν πρέπει να συλλέγεται νερό από τμήματα της στέγης όπου υπάρχει καπνοδόχος από καυστήρες ξύλου.
- Εκροές από κλιματιστικά ή συστήματα ζεστού νερού ή οτιδήποτε σχετικό δεν πρέπει να καταλήγουν στη στέγη που τροφοδοτεί νερό σε σύστημα συλλογής ομβρίων.

Η παρουσία των παραπάνω χαρακτηριστικών εξαρτάται από διάφορους παράγοντες:

- Εγγύτητα της οικίας σε περιοχή με μεγάλη κυκλοφοριακή κίνηση, καυστήρες, χυτήρια, βαριά βιομηχανία, χρήστες ζιζανιοκτόνων και φυτοφαρμάκων.
- Υλικά στέγης και συσκευές ή εξοπλισμός που βρίσκονται στη στέγη.
- Καλά σφραγισμένη δεξαμενή, με επιλογή απόρριψης της πρώτης έκπλυσης, με σημεία εισόδου και υπερχειλίσης καλυμμένα ώστε να αποτρέπεται η είσοδος υλικών όπως φύλλα και η πρόσβαση σε κουνούπια και άλλα έντομα.

Σαν γενικός κανόνας για τη διασφάλιση καλής ποιότητας νερού, απαιτείται αρχικά φιλτράρισμα του νερού που εξασφαλίζει ότι δεν εισέρχονται μικρά σκουπίδια στη δεξαμενή. Στη συνέχεια απαιτείται ήρεμη είσοδος του νερού στη δεξαμενή ώστε να αποφεύγεται ο στροβιλισμός των ιζημάτων, και τέλος ακολουθεί καθίζηση των αιωρούμενων σωματιδίων. Αυτές οι διαδικασίες επεξεργασίας είναι επαρκείς για καλή ποιότητα του νερού. Σε περίπτωση όμως που το νερό χρησιμοποιηθεί ως πόσιμο, πρέπει να γίνεται έλεγχος της ποιότητας και επιπλέον στάδια επεξεργασίας (WSUD).

#### Μελέτη γαστρεντερίτιδας και κατανάλωσης νερού από δεξαμενή βρόχινου νερού σε μικρά παιδιά στη Νότια Αυστραλία

Στη νότια Αυστραλία τα νοικοκυριά που χρησιμοποιούν νερό της βροχής ως πόσιμο είναι περισσότερα από αυτά που χρησιμοποιούν το δημόσιο δίκτυο (42% και 40% αντίστοιχα), (Heyworth et al. 1998). Μια προηγούμενη μελέτη σε 9.500 παιδιά έδειξε ότι υπήρξε μια μικρή

αλλά όχι σημαντική αύξηση του κινδύνου γαστρεντερίτιδας που σχετίζεται με την κατανάλωση βρόχινου νερού. Για να διερευνηθεί η χρονική σχέση μεταξύ του κινδύνου γαστρεντερίτιδας και της έκθεσης σε όμβρια ύδατα, πραγματοποιήθηκε μελέτη σε 964 παιδιά που έπιναν είτε πόσιμο νερό από δεξαμενή όμβριων υδάτων χωρίς περαιτέρω επεξεργασία είτε χλωριωμένο και φιλτραρισμένο νερό από το δημόσιο δίκτυο. Η μελέτη διαπίστωσε ότι τα παιδιά που έπιναν πόσιμο νερό από δεξαμενές συλλογής της βροχής δεν διέτρεχαν μεγαλύτερο κίνδυνο γαστρεντερίτιδας σε σύγκριση με τα παιδιά που έπιναν από το δημόσιο δίκτυο ύδρευσης, αλλά ότι τα παιδιά που έπιναν από το δημόσιο δίκτυο ύδρευσης ήταν μάλιστα σε μεγαλύτερο κίνδυνο. Τα ευρήματα υποδεικνύουν πως η ποιότητα νερού εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες, όπως η συντήρηση και η κατασκευή της δεξαμενής όμβριων υδάτων, από τη λεκάνη απορροής, καθώς και από τη μεταφορά παθογόνων από την τοπική πανίδα. [13]

### 5.2.5 Διαθέσιμη έκταση

Αν η διαθέσιμη έκταση κήπου είναι περιορισμένη, πιθανότατα οι κάτοικοι δεν προτιμούν να τοποθετήσουν μια δεξαμενή για όμβρια ύδατα. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται εύκολα, αν η δεξαμενή τοποθετηθεί κάτω από το έδαφος. Επιπλέον, υπάρχουν δεξαμενές που σχεδιάζονται με λεπτή γραμμή και μπορούν να τοποθετηθούν ως π.χ. διαχωριστικά τοιχία στον κήπο. [12]

### 5.2.6 Ανταγωνιστικές χρήσεις ομβρίων υδάτων

Είναι πολύ πιθανό, όταν γίνεται ανάλυση κόστους κύκλου ζωής κεντρικού και αποκεντρωμένου συστήματος, η βέλτιστη στρατηγική να είναι η εφαρμογή συστήματος συγκομιδής ομβρίων με μεγάλη εμβέλεια, σε κατοικίες που γειτονεύουν με δημόσιους χώρους (όπως γήπεδα), όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί το νερό για άρδευση. [12]

### 5.2.7 Κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση

- Η περιοχή συλλογής θα πρέπει να προστατεύεται από ρυπαντικό φορτίο.
- Η κατασκευή των δεξαμενών αποθήκευσης είναι προτιμότερο να γίνεται σε σκοτεινό μέρος, π.χ. κάτω από το έδαφος ή σε υπόγειο (ανάπτυξη αλγών).
- Η εγκατάσταση μηχανικών φίλτρων (με μέγεθος πόρων μικρότερο από 0.5 mm) για το φιλτράρισμα του νερού πριν την είσοδο στη δεξαμενή αποθήκευσης είναι επαρκής προεπεξεργασία. Το φίλτρο πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμο για συντήρηση και καθάρισμα.
- Η είσοδος του νερού πρέπει να είναι ήρεμη για να αποφεύγεται ο στροβιλισμός (η διαδικασία της καθίζησης είναι σημαντική για τον καθαρισμό του νερού).
- Κατά την έξοδο του νερού από την επιφάνεια θα πρέπει επίσης η ροή να είναι ήρεμη και να αποφεύγεται ο στροβιλισμός στο κάτω μέρος της δεξαμενής. Ως εκ τούτου, πρέπει να υπάρχει ένα ελάχιστο σταθερό επίπεδο νερού στη δεξαμενή.
- Επιπλέον επεξεργασία (π.χ. δεξαμενές καθίζησης, φίλτρα για το χώμα) απαιτείται στην περίπτωση ρυπασμένου νερού από περιοχές με πολλή κυκλοφορία.
- Όλα τα ανοίγματα θα πρέπει να είναι κλειστά για να μην εισέρχεται σκόνη. Επίσης θα πρέπει να εμποδίζεται η είσοδος μικρών ζώων (π.χ. ποντίκια) και κουνουπιών.
- Συνιστάται να χρησιμοποιούνται πρόσθετα εμπόδια για πιθανή χημική και μικροβιολογική ρύπανση του νερού της βροχής, ειδικά στις αστικές περιοχές.
- Απαιτείται έλεγχος των δειγμάτων όσον αφορά τη μικροβιολογική και χημική ποιότητα.

- Σε περίπτωση σωστού σχεδιασμού, δεν απαιτείται ιδιαίτερη φροντίδα για τη λειτουργία και τη συντήρηση, κυρίως απαιτείται για το καθάρισμα του φίλτρου και της δεξαμενής.
- Η κατασκευή και οι επισκευές απαιτούν ορισμένη δεξιάτητα αλλά τη συντήρηση και τον καθαρισμό μπορούν να αναλάβουν οι ίδιοι οι χρήστες, ιδιαίτερα όσον αφορά την τακτική επιθεώρηση και τον καθαρισμό των φίλτρων.
- Για λόγους συντήρησης οι δεξαμενές πρέπει να είναι εξοπλισμένες με μια ανθρωποθυρίδα.
- Μπορεί να απαιτείται εγκατάσταση ενός δεύτερου δικτύου αγωγών για την παροχή νερού.

### 5.3 Δυνατότητες εξοικονόμησης νερού - σχετικό κόστος

Όσον αφορά το κόστος για την αξιοποίηση όμβριων υδάτων, τρεις παράγοντες λαμβάνονται υπόψη: η δεξαμενή, η εγκατάσταση και άντληση, και η αντλία. Μια τυπική περίοδος αποπληρωμής είναι περίπου 35 χρόνια και συνήθως δεν δικαιολογεί τη χρήση ομβρίων υδάτων σαν εναλλακτική πηγή. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η σημερινή τιμή νερού δεν αντιπροσωπεύει το περιβαλλοντικό και το κοινωνικό κόστος [12]. Η εξοικονόμηση χρημάτων είναι συνήθως μεγαλύτερη όταν ένα σύστημα εγκαθίσταται κατά τη διάρκεια της κατασκευής, παρά εκ των υστέρων, καθώς τότε η τοποθέτηση μπορεί να είναι δαπανηρή και αποδιοργανωτική [17].

Επίσης, κάποια γενικά στοιχεία για το κόστος:

- Χαμηλό κόστος για αποστράγγιση των ομβρίων υδάτων και για σωληνώσεις.
- Μεταβαλλόμενο κόστος για την κατασκευή και εγκατάσταση των δεξαμενών, που διαφοροποιείται ανάλογα με το μέγεθος της δεξαμενής, το υλικό, την κατασκευή και τη θέση, ενώ μπορεί να αυξηθεί σημαντικά εάν τοποθετηθεί ειδική δεξαμενή, σε περίπτωση έλλειψης χώρου.
- Για μείωση του κόστους είναι σημαντικό να σχεδιαστούν δεξαμενές με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται το μέγεθος των δεξαμενών και το μήκος των σωληνώσεων. Θα πρέπει ακόμα να βρίσκονται οι δεξαμενές κοντά στη λεκάνη απορροής καθώς και στον προορισμό για την προμήθεια και διανομή νερού.
- Σε αστικές περιοχές με άφθονη βροχή, η συλλογή όμβριων υδάτων σε ιδιωτικό ή συλλογικό επίπεδο μπορεί να γίνει με σχετικά χαμηλό κόστος.
- Σε νέες κατασκευές ή στο πλαίσιο μέτρων αναδιαμόρφωσης, η χρήση βρόχινου νερού μπορεί να αποτελέσει μέρος της αποδοτικής χρήσης νερού με σχετικά χαμηλό κόστος.
- Μπορεί να γίνει απόσβεση του κόστους από την πλευρά του καταναλωτή εάν το νερό που αντικαθίσταται είναι σχετικά ακριβό και μπορεί να γίνει σημαντική εξοικονόμηση (για παράδειγμα, αντικατάσταση εμφιαλωμένου νερού με νερό της βροχής).
- Σε πόλεις με δίκτυο ύδρευσης η συλλογή βρόχινου νερού είναι πιο ακριβή από την τυπική τεχνολογία.

Το κόστος επένδυσης των συστημάτων συλλογής που αφορά σε οικιακή χρήση κυμαίνεται ανάλογα με τη χωρητικότητα της δεξαμενής αποθήκευσης και την επεξεργασία του νερού από 1.000 έως 3.000 € ή και περισσότερο.



### 5.3.1 Κατάλληλη τεχνολογική προσέγγιση στην περίπτωση που:

- Η ποσότητα και κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους σε μια συγκεκριμένη περιοχή και η αποθήκευση σε ένα λογικό μέγεθος δεξαμενής συμβάλλουν σημαντικά στην ημερήσια ζήτηση νερού. Σε υγρά κλίματα με επαρκείς βροχοπτώσεις, η αστική χρήση του βρόχινου νερού είναι ελκυστική λύση εάν η ζήτηση νερού μπορεί να καλυφθεί σε σημαντικό βαθμό από την ποσότητα του συλλεγόμενου νερού, εάν μπορούν να εγκατασταθούν σωλήνες και εάν οι δεξαμενές μπορούν να τοποθετηθούν μέσα ή κοντά στο εν λόγω κτίριο.
- Η εγκατάσταση των δεξαμενών είναι εφικτή (για παράδειγμα στο πλαίσιο νέων κατασκευών ή κατά την ανακαίνιση κτιρίων).
- Το νερό της βροχής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πόσιμο στην περίπτωση που είναι καλύτερης ποιότητας από ό,τι άλλες διαθέσιμες (για πόση) πηγές νερού (για παράδειγμα, σε περίπτωση ρυπασμένου εδάφους, ρυπασμένων υπόγειων υδάτων ή ρυπασμένου νερού βρύσης από την κεντρική παροχή νερού). Θα πρέπει φυσικά να επαρκεί η ποσότητα των όμβριων υδάτων και να υπάρχει δυνατότητα πρόσθετης επεξεργασίας για τη διασφάλιση της ανθρώπινης υγείας.
- Εάν είναι δυνατό να πραγματοποιούνται έλεγχοι και βελτιώσεις στην ποιότητα του νερού, τα συστήματα συλλογής ομβρίων μπορούν να αποτελέσουν μια πρόσθετη πηγή νερού σε περιοχές που αντιμετωπίζουν έλλειψη νερού. Αυτό μπορεί να γίνει και σε αστικές περιοχές όπου υπάρχει δίκτυο ύδρευσης και κεντρική παροχή πόσιμου νερού.
- Τα αποκεντρωμένα συστήματα όμβριων υδάτων σε επίπεδο κτιρίου είναι επιθυμητά από τους ιδιοκτήτες και τους κατοίκους.
- Οι εγκαταστάσεις συλλογής, φιλτραρίσματος και αποθήκευση έχουν σχεδιαστεί κατάλληλα.
- Αποτελεί μέρος της ολοκληρωμένης διαχείρισης των όμβριων υδάτων, π.χ. σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες εξοικονόμησης νερού (ESTs) ή ακόμη και για επαύξηση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

### 5.3.2 Πλεονεκτήματα και οφέλη

- Εύκολα προσβάσιμη και σχετικά χαμηλού κόστους εναλλακτική ή πρόσθετη πηγή νερού σε κατάλληλα κλίματα και περιοχές που αντιμετωπίζουν πρόβλημα έλλειψης νερού.
- Η τοποθέτηση των δεξαμενών μπορεί να γίνει σε οποιαδήποτε θέση χωρίς περιορισμούς.
- Κατάλληλα συλλεγμένα και αποθηκευμένα όμβρια ύδατα από σχετικά καθαρές επιφάνειες μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς περαιτέρω επεξεργασία για την κηπουρική, για καθαρισμό, στην τουαλέτα και για πλύσιμο των ρούχων.
- Νερό της βροχής από συγκριτικά ρυπασμένες επιφάνειες μπορεί να καθαριστεί με περαιτέρω επεξεργασία, π.χ. με καθίζηση, διήθηση με άμμο και απολύμανση, πριν αποθηκευτεί για χρήση.
- Η συλλογή βρόχινου νερού με κατάλληλη επεξεργασία ώστε να πληρεί τα πρότυπα ποιότητας αποτελεί τη βέλτιστη λύση ως πηγή πόσιμου νερού.
- Η χρήση συλλεγόμενων ομβρίων μειώνει τον όγκο απορροής ομβρίων και κατ' επέκταση μειώνει την απόρριψη ρύπων. Επιπλέον, οι δεξαμενές συλλογής προσφέρουν κάποια επεξεργασία στο νερό, ακόμη και αν το νερό δεν χρησιμοποιηθεί.

- Η διαχείριση από τους ιδιοκτήτες αποτρέπει την αδιαφορία και βοηθά στην εξοικονόμηση νερού.
- Μειώνεται το αποτύπωμα άνθρακα, αν λάβουμε υπόψη πως περίπου 1000 λίτρα νερού παραδίδονται σε κάθε νοικοκυριό κάθε μέρα. Το ενεργειακό κόστος που συνδέεται με την επεξεργασία και την άντληση του νερού αυτού είναι τεράστιο.

### 5.3.3 Μειονεκτήματα και περιορισμοί

- Η αποτελεσματικότητα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες (ποιότητα και ποσότητα βροχοπτώσεων, κατανομή βροχοπτώσεων στη διάρκεια του έτους, ημερήσια ζήτηση νερού, μέγεθος δεξαμενής).
- Η δυνητική παρούσα αποδοτικότητα σε ξηρά κλίματα μπορεί να μειωθεί στο μέλλον, σύμφωνα με τις προβλεπόμενες επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος.
- Περιορισμένες δυνατότητες σε περιοχές με υψηλή ατμοσφαιρική ρύπανση, άνιση κατανομή βροχοπτώσεων, υψηλή πυκνότητα πληθυσμού και υψηλή ζήτηση νερού.
- Η ποιότητα του νερού χειροτερεύει σε περίπτωση κακής επεξεργασίας και λάθος σχεδιασμού της συλλογής και των εγκαταστάσεων αποθήκευσης.
- Υπάρχουν περιπτώσεις αποτυχίας συστημάτων συλλογής βρόχινου νερού λόγω κακού σχεδιασμού και κακής κατασκευής με επακόλουθη λειτουργική αποτυχία, είτε λόγω περιορισμένης ποσότητας βρόχινου νερού ή κακής ποιότητας νερού λόγω ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε συνδυασμό με υψηλές προσδοκίες για την πιθανή λειτουργικότητα του συλλεγόμενου νερού.
- Η οργάνωση του ελέγχου ποιότητας είναι κρίσιμη.

Όσον αφορά τα πλυντήρια ρούχων, αν η ποιότητα του νερού δεν είναι καλή, μπορεί να υπάρχουν προβλήματα με τη μυρωδιά ή το χρώμα.

Ένα σύστημα συλλογής ομβρίων δεν είναι ιδιαίτερα δυσχερές για έναν ιδιοκτήτη ακινήτου, είναι ωστόσο μια επιπλέον απαίτηση για μια κατοικία, η οποία θα μπορούσε να προμηθεύεται νερό μόνο από το δίκτυο. Αυτό μπορεί να επηρεάζει ένα σύστημα συλλογής ομβρίων, ιδιαίτερα στην περίπτωση που ο κάτοχος της οικίας αλλάζει. Οι εκτιμήσεις αυτές μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με σωστή εκπαίδευση και εφαρμογή ρεαλιστικών τιμών νερού.

Πρακτικά, οι σκεπές από τα σπίτια είναι πολύ μικρές ώστε η συλλογή νερού να καλύπτει τη ζήτηση, άσχετα με το μέγεθος της δεξαμενής. Επιπλέον, στην περίπτωση που εξετάζεται η εφαρμογή τέτοιου συστήματος σε υπάρχουσα κατοικία, πιθανότατα να μην συμφέρει οικονομικά. Αυτό που μπορεί να συμφέρει είναι η συλλογή νερού για πότισμα του κήπου.

### 5.3.4 Αποδοχή των συστημάτων συλλογής ομβρίων

- Υψηλή σε περιοχές όπου η τεχνολογία χρησιμοποιείται παραδοσιακά.
- Υψηλή αν οι εγκαταστάσεις σχεδιάζονται, συντηρούνται και λειτουργούν σωστά.
- Κρίσιμη αν οι εγκαταστάσεις δεν έχουν σχεδιαστεί σωστά και η ποιότητα του νερού ελαττώνεται.
- Υψηλή επειδή τα μέτρα μπορούν να ενταχθούν σε αστικές περιοχές σε διάφορα επίπεδα και σχέδια.

- Η εγκατάλειψη των συστημάτων ομβρίων υδάτων μπορεί να είναι μέρος του εκσυγχρονισμού, ενώ η επαναφορά τους θεωρείται μερικές φορές μη προοδευτική.

### 5.3.5 Εύρος εφαρμογών

- Παραδοσιακά χρησιμοποιείται σε διάφορες κλιματικές ζώνες. Υπάρχουν πολλές επιτυχημένες εφαρμογές σε ημι-άνυδρες και ξηρές περιοχές.
- Σε αστικές περιοχές και στα σπίτια συγκεκριμένα, η χρήση περιορίζεται σε μη πόσιμη λόγω της περιορισμένης ποιότητας και ποσότητας του διαθέσιμου νερού.
- Η χρήση όμβριων υδάτων σε συνδυασμό με έλεγχο ποιότητας εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα σε πολλά μέρη του κόσμου, στις λιγότερο αναπτυγμένες αστικές περιοχές.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι αποτελεσματική η χρήση σε νέες εγκαταστάσεις σε πιο αναπτυγμένες αστικές περιοχές.

### Εμπειρία συστημάτων ομβρίων υδάτων σε άλλες χώρες

Στο Ηνωμένο Βασίλειο εγκαθίστανται 400 συστήματα συλλογής ομβρίων κάθε χρόνο. Στη Γερμανία, το 35% των νέων κτιρίων που κατασκευάζονται, εξοπλίζονται με συστήματα συλλογής ομβρίων. Η ανάπτυξη των συστημάτων αυτών αυξάνεται σε Αυστρία, Ελβετία, Βέλγιο και Δανία, λόγω της υψηλής τιμής του νερού. Στο Βέλγιο υπάρχει εθνική νομοθεσία που υποστηρίζει αυτά τα συστήματα. Ομοίως και στην Αυστραλία όπου η ζήτηση νερού για πότισμα είναι μεγάλη, η κυβέρνηση εισήγαγε νέα νομοθεσία για να αυξήσει τον αριθμό των συστημάτων συλλογής ομβρίων. Η Μπανγκαλόρ είναι η πρώτη πόλη της Ινδίας που εφάρμοσε πολιτική για τα συστήματα συλλογής ομβρίων, λόγω της ανάγκης να μειωθεί το κόστος άντλησης και ενέργειας που σχετίζονται με την παροχή νερού. Η εφαρμογή συστημάτων συλλογής ομβρίων σε νέες κατασκευές στην Μπανγκαλόρ μειώνει την ανάγκη για άντληση νερού από χαμηλότερα επίπεδα και αξιοποιεί την μέση ετήσια βροχόπτωση των 900 – 970 mm. [14][16]

### Πρόγραμμα Συλλογής Ομβρίων Υδάτων σε νησιά

Με την τεχνογνωσία του Μεσογειακού Σκέλους της Διεθνούς Σύμπραξης για το Νερό (GWP-Med), έχουν εγκατασταθεί και επισκευαστεί 30 μονάδες συλλογής βρόχινου νερού από το 2009 σε 13 ελληνικά νησιά με έντονο πρόβλημα λειψυδρίας (Ανάφη, Σαντορίνη, Ίος, Νάξος, Ηρακλεία, Κουφονήσια, Τήνος, Σύρος, Μήλος, Φολέγανδρος, Σύκινος, Σίφνος, Σέριφος). Για το σκοπό αυτό έχουν εκπαιδευτεί 120 τοπικοί τεχνίτες, ενώ από την εγκατάσταση των υδατοσυλλεκτών αναμένεται να εξοικονομούνται 4.500 m<sup>3</sup> νερού ετησίως και θα ωφεληθούν 14000 κάτοικοι των νησιών αυτών.

Βαρύτητα δόθηκε και στην εκπαιδευτική διάσταση του προγράμματος. Συνολικά, στα 3 χρόνια υλοποίησης του προγράμματος, 2120 μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και 311 καθηγητές παρακολούθησαν περιβαλλοντικά και εκπαιδευτικά σεμινάρια, κατά τη διάρκεια των οποίων ενημερώθηκαν σχετικά με τη δραστηριότητα και τη σημασία της σωστής διαχείρισης του νερού και ειδικότερα του προγράμματος συλλογής όμβριων υδάτων. [11]

## 5.4 Ο διαχωρισμός των ομβρίων υδάτων από τα συστήματα αποχέτευσης: Κεντρική διαχείριση βρόχινου νερού

### 5.4.1 Τεχνική περιγραφή

Πολλές υπάρχουσες πόλεις έχουν συνδυασμένα συστήματα αποχέτευσης, σχεδιασμένα για την απόρριψη των οικιακών λυμάτων και των ομβρίων υδάτων σε έναν αγωγό. Η βελτίωση αυτών των συστημάτων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην αποδοτική χρήση του νερού. Σε βαριές

βροχοπτώσεις, το σύστημα δεν μπορεί να αντιμετωπίσει τη συσσωρευμένη ποσότητα νερού και τα συνδυασμένα συστήματα αποχέτευσης μπορεί να υπερχειλίσουν. Επιπλέον, η αραίωση των λυμάτων διαταράσσει την ομαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων, με συχνό αποτέλεσμα τον περιορισμένο καθαρισμό και την απόρριψη πιο ρυπασμένων ή ακόμη και ανεπεξέργαστων λυμάτων. Η παραδοσιακή απάντηση στα προβλήματα αυτά είναι η κατασκευή υπόγειων συστημάτων αποθήκευσης, λεκανών κατακράτησης ή μεγάλων υπονόμων για την αποθήκευση λυμάτων και ομβρίων υδάτων, σε περίπτωση έντονης βροχόπτωσης. Μια πιο περιβαλλοντική απάντηση είναι ο διαχωρισμός του νερού της βροχής από τα συνδυασμένα συστήματα αποχέτευσης.[15] Σε ορισμένα πυκνοδομημένα αστικά κέντρα ένα ξεχωριστό δίκτυο ομβρίων υδάτων είναι απαραίτητο. Μετά από επαρκή επεξεργασία, ανάλογα με το βαθμό της ρύπανσης, τα όμβρια ύδατα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αύξηση των κοντινών επιφανειακών υδάτων ή των υδροφόρων οριζόντων ή ακόμη και στα κτίρια.

#### 5.4.2 Κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση

- Η αποσύνδεση των ομβρίων υδάτων απαιτεί ειδικές γνώσεις σχεδιασμού και εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό, αλλά μπορεί να αποτελεί μέρος των ήδη προγραμματισμένων έργων αστικής αναβάθμισης. Η κατάλληλη επεξεργασία ρυπασμένης απορροής είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία της ποιότητας του νερού στα ύδατα όπου απορρίπτεται η απορροή.
- Μετά την εγκατάσταση η λειτουργία είναι σχετικά εύκολη.
- Για τη σωστή συντήρηση, επισκευή καθώς και για τον έλεγχο της ποιότητας, είναι απαραίτητος ο έμπειρος και εξειδικευμένος επαγγελματικός προσανατολισμός.

#### 5.4.3 Σχετικό κόστος

- Σε σύγκριση με την κατασκευή και συντήρηση συνδυασμένων συστημάτων αποχέτευσης, αυτή η εναλλακτική είναι πολύ αποδοτική. (Η κατασκευή των αποχετευτικών συστημάτων έχει υψηλό κόστος και κλείδωμα κεφαλαίων για μεγάλο χρονικό διάστημα, ακόμα και δεκαετίες.) Εάν μάλιστα γίνεται σε συνδυασμό με έργα αστικής ανάπλασης και έργα ανακατασκευής δρόμων, περιορίζονται οι πρόσθετες δαπάνες. Υπάρχει επίσης σημαντική εξοικονόμηση στο κόστος των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων.
- Οι δαπάνες για την υλοποίηση μπορεί να αποδοθούν στους ιδιοκτήτες των κτιρίων με την εισαγωγή χωριζόμενων τελών για την απόρριψη όμβριων υδάτων σε (μικτά) συστήματα αποχέτευσης (σε περίπτωση πλήρους διαχωρισμού, το τέλος δεν εφαρμόζεται).

#### 5.4.4 Περιπτώσεις Καταλληλότητας της τεχνολογικής προσέγγισης στην περίπτωση που:

- Είναι διαθέσιμα υπόγεια ή επιφανειακά ύδατα με επαρκή χωρητικότητα.
- Οι εγκαταστάσεις για τον καθαρισμό της απορροής και / ή για διήθηση μπορούν να ενσωματωθούν στο αστικό περιβάλλον, είτε σε ιδιωτικές περιουσίες ή σε κοινόχρηστους χώρους.
- Τα συστήματα αποχέτευσης και / ή οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων υπόκεινται σε υδραυλική υπερφόρτιση στην περίπτωση (ακραίων) κατακρημνίσεων.
- Όταν πρόκειται για την ανοικοδόμηση συνδυασμένων συστημάτων αποχέτευσης, είναι σκόπιμο να συνδυάζονται τα έργα με την αποσύνδεση των όμβριων υδάτων.

- Κατά το σχεδιασμό δημόσιων και ιδιωτικών χώρων, η απορροή ομβρίων υδάτων και η αποθήκευση μπορεί να αποτελέσει αναπόσπαστο τμήμα του σχεδίου που δεν θα απαιτεί επιπλέον χώρο.

#### 5.4.5 Πλεονεκτήματα και οφέλη

- Μέτρα αποσύνδεσης σε επίπεδο κατοικίας είναι εύκολα και μπορεί να ανατεθούν στους ιδιοκτήτες των ακινήτων, για παράδειγμα με κανονισμούς ή με την εισαγωγή τελών για την απόρριψη του βρόχινου νερού σε (μικτά) συστήματα αποχέτευσης.
- Η αποσύνδεση του βρόχινου νερού δημιουργεί ευκαιρίες για χρήση αυτής της πηγής για πότισμα, για σκοπούς καθαρισμού (π.χ. δρόμοι) καθώς και για οικιακή χρήση.
- Διευκολύνει τη χρήση ομβρίων υδάτων για αύξηση των πόρων γλυκού νερού.
- Η αποσύνδεση των όμβριων υδάτων σε υφιστάμενες περιοχές όπου υπάρχουν υπόνομοι επιτρέπει την κατάλληλη επεξεργασία των οικιακών λυμάτων σε μη-κεντρικά αλλά και σε κεντρικά συστήματα και προστατεύει το αστικό περιβάλλον από τις υπερχειλίσεις συνδυασμένων υπονόμων και από τις πλημμύρες.

#### 5.4.6 Μειονεκτήματα και περιορισμοί

- Η αλλαγή των υφιστάμενων τεχνικών συστημάτων δεν είναι εύκολη. Είναι πιο εύκολο ο διαχωρισμός των συστημάτων να γίνεται εξ αρχής.
- Η σταδιακή υλοποίηση των σχεδίων αποσύνδεσης καθιστά δύσκολο να προβλέψει κανείς τα αποτελέσματα και ως εκ τούτου είναι επίσης δύσκολο να προγραμματιστεί η δυνατότητα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων. Θα μπορούσε ίσως να εφαρμοστεί μια επίσης σταδιακή προσέγγιση.
- Περιορισμένος χώρος στις αστικές περιοχές με πολύ υψηλή πυκνότητα.

#### 5.4.7 Αποδοχή

- Μπορούν να δοθούν κίνητρα στους ιδιοκτήτες για την εισαγωγή μέτρων διαχωρισμού, όπως για παράδειγμα με τη μορφή κανονισμών ή με την εφαρμογή διαχωριζόμενων τελών για την απόρριψη όμβριων υδάτων στα συστήματα αποχέτευσης.
- Σε ένα σωστό σχεδιασμό ανοιχτών χώρων, οι άνθρωποι θα αποδεχθούν και θα εκτιμήσουν το ορατό ρόλο του νερού της βροχής κατά τη διάρκεια και μετά από καταιγίδες.

#### 5.4.8 Εύρος εφαρμογής

- Τα ξεχωριστά συστήματα και η αποσύνδεση του βρόχινου νερού από τα υπάρχοντα συνδυασμένα συστήματα εφαρμόζονται σε πολλές χώρες.
- Η εφαρμογή γίνεται με αυξητική τάση σε νέες αστικές περιοχές, όπου είναι πιο εύκολο να εφαρμοστεί, αλλά και σε περιοχές με υπάρχοντα συνδυασμένα συστήματα αποχέτευσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα –Προτάσεις

### 6.1 Συμπεράσματα

Το νερό είναι ένας πολύτιμος φυσικός πόρος, απαραίτητος σε κάθε πτυχή της ζωής μας. Στην Ελλάδα, η μεγαλύτερη ζήτηση νερού αφορά την κάλυψη των αναγκών της γεωργίας, και μόνο σε μεγάλα αστικά κέντρα η σημαντικότερη ζήτηση είναι για τις ανάγκες ύδρευσης. Η πίεση που ασκείται στους υδάτινους πόρους μας είναι ιδιαίτερα έντονη τη θερινή περίοδο, λόγω άρδευσης πρωταρχικά, αλλά και λόγω τουρισμού. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως πρέπει να δοθεί βαρύτητα στην εξοικονόμηση νερού στον τομέα της γεωργίας. Ωστόσο, κάθε προσπάθεια για εξοικονόμηση νερού είναι πολύτιμη και υπό αυτό το πρίσμα, ο τομέας της ύδρευσης είναι επίσης σημαντικός. Συνεπώς, είναι αναγκαίο να προωθηθεί η εξοικονόμηση νερού σε επίπεδο κατοικίας, ώστε να επιτευχθεί ορθολογική χρήση του νερού στις αστικές περιοχές και μείωση με τον τρόπο αυτό της ζήτησης πόσιμου νερού.

Αναφορικά με την Ελλάδα, προτεραιότητα για την εξοικονόμηση νερού σε επίπεδο κατοικίας πρέπει να δοθεί στα μεγάλα αστικά κέντρα, όπως είναι η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη και η Πάτρα, καθώς και στα νησιά, ιδιαίτερα σε αυτά που αντιμετωπίζουν έντονο πρόβλημα ύδρευσης.

Για να επιτευχθεί εξοικονόμηση νερού στα νοικοκυριά, πρωταρχικό στόχο αποτελεί η αλλαγή στα προϊόντα που καταναλώνουν νερό, όπως είναι οι κεφαλές ντους, οι βρύσες, οι τουαλέτες, τα πλυντήρια πιάτων και ρούχων. Σε αυτή την περίπτωση αναφερόμαστε σε προϊόντα νέας τεχνολογίας, που παρέχουν αποδοτικότερη χρήση του νερού.

Παράλληλα είναι αναγκαία η ενημέρωση των πολιτών και η παροχή σχετικών κινήτρων. Απαραίτητη είναι η ευαισθητοποίηση των πολιτών, ώστε να υπάρξει πλήρης αξιοποίηση της δυνατότητας εξοικονόμησης που προσφέρουν οι διάφορες τεχνολογίες. Πέρα από την ενημέρωση εξίσου αναγκαία είναι η παροχή κινήτρων, που επιτυγχάνεται είτε με τη μορφή επιδότησης για την αγορά νέου εξοπλισμού, είτε με την καλύτερη κοστολόγηση του νερού (ανάκτηση του πλήρους κόστους).

Η αξιοποίηση του βρόχινου νερού, παραδοσιακά θεωρείται ως μία από τις πιθανές πηγές αποθεμάτων νερού, κυρίως στις αγροτικές περιοχές. Όμως τα τελευταία χρόνια, η αξιοποίηση του βρόχινου νερού στις αστικές περιοχές έχει προωθηθεί γιατί επικράτησε η αντίληψη ότι το βρόχινο νερό ακόμα και στις αστικές περιοχές έχει ταυτόχρονα οικονομικά και οικολογικά οφέλη.

Το βρόχινο νερό αποτελεί συνήθως την πιο καθαρή πηγή νερού από όλες όσες είναι διαθέσιμες. Το γεγονός αυτό του δίνει επιπρόσθετα πλεονεκτήματα ως προς τη χρήση του, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη νερού που συναντάμε. Επίσης, η συλλογή του και η χρήση του μειώνει κάποιες από τις καταστροφικές συνέπειες που προκαλούν οι έντονες κυρίως βροχοπτώσεις.

### 6.2 Προτάσεις

Οι κυριότερες προτάσεις μέτρων που θα προωθήσουν μια πιο βιώσιμη χρήση του νερού και σε επίπεδο κατοικίας, συνοψίζονται ως εξής:

- Διαμόρφωση προτύπων ή κατάρτιση σχετικής νομοθεσίας, σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, για τις συσκευές και τα προϊόντα που χρησιμοποιούν νερό.
- Συνεκτίμηση κριτηρίων αποδοτικής χρήσης του νερού στα πρότυπα επιδόσεων που αφορούν τα κτίρια και υιοθέτηση δείκτη επιδόσεων σχετικού με τη χρήση του νερού.

- Κατάρτιση οδηγίας, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, παρόμοιας με την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, η οποία θα διαλαμβάνει τις επιδόσεις του κτιρίου υπό το πρίσμα της κατανάλωσης νερού. Η οδηγία μπορεί να καλύπτει βρύσες, τηλέφωνα ντους, τουαλέτες, συλλογή ομβρίων υδάτων και επαναχρησιμοποίηση γκρίζου νερού.
- Ενθάρρυνση ερευνών σχετικά με την αποδοτική χρήση του νερού.
- Υιοθέτηση υποχρεωτικών επιδόσεων για νέα κτίρια, σε εθνικό επίπεδο.
- Πλήρης ανάκτηση του κόστους για την παροχή νερού, όπου θα λαμβάνεται υπόψη και θα χρεώνεται το περιβαλλοντικό κόστος και το κόστος φυσικού πόρου, για κάθε χρήστη. Ένα μέσο νοικοκυριό δεν αντιμετωπίζει σήμερα πρόβλημα πληρωμής των σχετικών τιμολογίων. Επίσης χρήσιμο θα ήταν να πραγματοποιείται ετήσια δημοσιοποίηση του συνολικού κόστους νερού ύδρευσης και του βαθμού ανάκτησης του, με στόχο την ευαισθητοποίηση του κοινού.
- Προώθηση της αποδοτικής χρήσης του νερού με την εφαρμογή προγράμματος εξοικονόμησης νερού κατ' οίκον, με την κατάρτιση Θεσμικού Πλαισίου και Προγράμματος Μέτρων για την κατ' οίκον Εξοικονόμηση Νερού, μέσω του ΥΠΕΚΑ.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού σε θέματα του νερού. Θα πρέπει να υπάρχει διαρκής εκστρατεία ενημέρωσης (για παράδειγμα, μέσω ημερίδων) και έμφαση στη σημασία της ορθολογικής διαχείρισης του νερού και της χρήσης ανακυκλωμένου νερού. Λειτουργία ενημερωτικής ιστοσελίδας με τις σχετικές πληροφορίες για τα προβλεπόμενα μέτρα, τα πλεονεκτήματα και τα αναμενόμενα αποτελέσματα εφαρμογής τους. Παραγωγή σχετικών διαφημιστικών φυλλαδίων και διαφημιστικών μηνυμάτων.
- Ενίσχυση περιβαλλοντικών προγραμμάτων στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα σε σχολεία έχουν διπλή σκοπιμότητα, καθώς από τη μια ο άμεσος στόχος είναι η μεταφορά μηνυμάτων και τρόπων εξοικονόμησης νερού στο σπίτι, και από την άλλη μακροπρόθεσμος στόχος είναι η σταδιακή αλλαγή στη νοοτροπία των αυριανών πολιτών όσον αφορά στη σωστή χρήση του νερού.
- Ενίσχυση των επιχειρήσεων ύδρευσης σε δράσεις ευαισθητοποίησης. Προτείνεται η τροποποίηση και προβολή μέσω των ιστοσελίδων των ΔΕΥΑ πληροφοριών σχετικά με τις καλές πρακτικές εξοικονόμησης νερού.
- Κατασκευή δεξαμενών για τη συλλογή ομβρίων. Όπως έχει αναφερθεί, το 2002 εκδόθηκε Προεδρικό Διάταγμα το οποίο προέβλεπε την υποχρεωτική κατασκευή δεξαμενών για τη συλλογή ομβρίων στις νέες οικοδομές σε νησιά. Προτείνεται η αυστηρή εφαρμογή του μέτρου και η επέκταση και σε άλλες περιοχές προτεραιότητας, ιδιαίτερα σε περιοχές με αυξημένη ζήτηση νερού κατά την τουριστική περίοδο. Στα πλαίσια αυτά, θα πρέπει να οριστούν οι προδιαγραφές και να θεσπιστεί η παροχή κινήτρων για την αειφόρο διαχείριση των ομβρίων. Ακόμη, θα έπρεπε να πραγματοποιηθεί σύνταξη ενός εγχειριδίου προδιαγραφών για τη συλλογή και επαναχρησιμοποίηση των ομβρίων, για άρδευση ή άλλες δευτερεύουσες χρήσεις.
- Προαγωγή και ενίσχυση πιλοτικών έργων για την επέκταση της εφαρμογής σχετικών μέτρων σε κτίρια (επαγγελματικά κτίρια, δημόσια κτίρια). Επίδειξη των πλεονεκτημάτων από την εφαρμογή των μέτρων.
- Θεσμοθέτηση Εθνικού σήματος εξοικονόμησης νερού για εξοπλισμό που καταναλώνει νερό. Αρχικά το σήμα μπορεί να έχει εθελοντικό χαρακτήρα και να καλύψει καζανάκια, βρύσες και κεφαλές ντους. Μελλοντικά το σήμα μπορεί να αποκτήσει υποχρεωτικό χαρακτήρα και να καλύψει και πρόσθετο εξοπλισμό. Για την εφαρμογή του μέτρου του Σήματος Εξοικονόμησης



Νερού απαιτείται η διαμόρφωση σχετικού θεσμικού πλαισίου. Κατά το πρότυπο ανάλογων δράσεων διεθνώς, προτείνεται η ίδρυση εξειδικευμένης ΜΚΟ, εποπτευόμενης από το ΥΠΕΚΑ/ΕΓΥ με αντικείμενο τη διαμόρφωση των κριτηρίων και την απόδοση του Σήματος Εξοικονόμησης Νερού. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η υποχρεωτική σήμανση προϊόντων στην Αυστραλία από το 2006 (WELS) και η εθελοντική σήμανση που προσφέρεται σε προϊόντα μέσω της ΜΚΟ ANQIP (Πορτογαλία) από το 2008.

- Η παροχή οικονομικών κινήτρων, με τη μορφή άμεσης ή έμμεσης επιδότησης, για την εγκατάσταση εξοπλισμού εξοικονόμησης νερού σε παλιές κατοικίες, σε περιοχές προτεραιότητας. Η επιδότηση θα μπορούσε να αφορά την κατασκευή δεξαμενής συλλογής ομβρίων.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

### Παράρτημα Ι: Φιλοπεριβαλλοντικές τεχνολογίες

Οι φιλοπεριβαλλοντικές τεχνολογίες (Environmentally Sound Technologies, ESTs) περιλαμβάνουν τεχνολογίες που έχουν τη δυνατότητα για σημαντική βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων σε σχέση με άλλες τεχνολογίες. Σε γενικές γραμμές, αυτές οι τεχνολογίες:

- ✦ Προστατεύουν το περιβάλλον.
- ✦ Είναι λιγότερο ρυπογόνες.
- ✦ Χρησιμοποιούν τους πόρους με βιώσιμο τρόπο.
- ✦ Ανακυκλώνουν περισσότερο τα απόβλητα και τα προϊόντα τους.
- ✦ Χειρίζονται τα κατάλοιπα αποβλήτων τους με πιο περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο από ό,τι οι τεχνολογίες για τις οποίες είναι υποκατάστατα.

Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 34 της Agenda 21, οι φιλοπεριβαλλοντικές τεχνολογίες δεν είναι μόνο "μεμονωμένες τεχνολογίες αλλά ολικά συστήματα που περιλαμβάνουν τεχνογνωσία, διαδικασίες, αγαθά και υπηρεσίες, καθώς και τον εξοπλισμό αλλά και διαδικασίες οργάνωσης και διαχείρισης".

Η τεχνολογία παρέχει μια σύνδεση μεταξύ της ανθρώπινης δράσης και των φυσικών πόρων. Αντιμέτωποι με περιορισμένους φυσικούς πόρους, οι άνθρωποι πρέπει να επιδιώκουν περισσότερο βιώσιμες μορφές ανάπτυξης. Ως εκ τούτου, η εφαρμογή νέων, αποδοτικών όσον αφορά το περιβάλλον τεχνολογιών για την αξιοποίηση των πόρων είναι ζωτικής σημασίας. Η διαθεσιμότητα των ESTs εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πολιτική βούληση σε διεθνές επίπεδο. Τις φιλοπεριβαλλοντικές τεχνολογίες επιλέγουν οι κυβερνήσεις, οι πολιτικοί και οι φορείς χάραξης πολιτικής, οι χωρικές υπηρεσίες σχεδιασμού, οι υπηρεσίες σχεδιασμού για την υγεία, οι εταιρείες νερού, Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις, και οι κάτοικοι. Επιλεγμένες τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων (ΟΔΥΠ, Integrated Water Resource Management, IWRM) και ειδικότερα στη διαχείριση του νερού στον αστικό και τον οικιακό τομέα.

Σημαντικό ρόλο μπορούν να διαδραματίσουν ο ιδιωτικός τομέας, υπηρεσίες κοινωνικής ωφέλειας και οργανισμοί του ευρύτερου δημόσιου τομέα, πανεπιστήμια, ερευνητικά ιδρύματα, επαγγελματικές και εμπορικές ενώσεις, ΜΚΟ, διμερείς και πολυμερείς οργανώσεις ανθρωπιστικής βοήθειας, φορείς κοινωνικής ανάπτυξης, το ενδιαφέρον των οικονομικών κλάδων, διεθνείς οργανισμοί ανάπτυξης και θεσμοί χρηματοδότησης της ανάπτυξης.

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας για αλλαγή στο θεσμικό πλαίσιο είναι το αποτέλεσμα της «μάθησης». Θετικές και αρνητικές εμπειρίες με συγκεκριμένες τεχνολογίες, συγκεκριμένους τρόπους διακυβέρνησης και συγκεκριμένες θεσμικές ρυθμίσεις, θα επηρεάσουν μεταγενέστερες επιλογές. Οι αποτυχίες θα πρέπει να αποφεύγονται, ενώ οι επιτυχίες να αντιγράφονται και να αποτελούν παράδειγμα προς μίμηση.

Τα ατομικά και αποκεντρωμένα συστήματα, ως επί το πλείστον δεν είναι τεχνολογικά και θεσμικά ενσωματωμένα (UNEP, 2008).

#### Φιλοπεριβαλλοντικές τεχνολογίες και Πρωτόκολλο Κιότο

Ζητείται από τη γραμματεία της σύμβασης:

(α) Να συνεχίσει τις εργασίες της σχετικά με τη σύνθεση και τη διάδοση πληροφοριών σχετικά με περιβαλλοντικά ορθές τεχνολογίες και τεχνογνωσίας ευνοϊκής για τον μετριασμό και την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος, για παράδειγμα, επιταχύνοντας την ανάπτυξη μεθοδολογιών για τεχνολογίες προσαρμογής, ιδίως εργαλείων λήψης αποφάσεων, την αξιολόγηση εναλλακτικών στρατηγικών προσαρμογής, λαμβάνοντας υπόψη το πρόγραμμα εργασίας σχετικά με μεθοδολογικά ζητήματα που εγκρίθηκε από το Επικουρικό Όργανο Επιστημονικών και Τεχνολογικών Συμβουλών κατά την έκτη σύνοδο της.

(β) Να συσχεφτεί με το Παγκόσμιο Ταμείο Περιβάλλοντος και άλλους σχετικούς διεθνείς οργανισμούς και να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητες και τις ικανότητές τους να υποστηρίξουν το έργο ενός διεθνούς κέντρου πληροφόρησης για τεχνολογίες, καθώς και εθνικών και περιφερειακών κέντρων, και για την ενίσχυση της στήριξης σε εθνικά και περιφερειακά κέντρα, και να υποβάλει έκθεση στον Επικουρικό Φορέα Επιστημονικής και Τεχνολογικής Αρωγής και στον Επικουρικό Φορέα Εφαρμογής σχετικά με τις διαπιστώσεις της.

(γ) Να εξετάσει συγκεκριμένες μελέτες περιπτώσεων, ως μέρος των εργασιών της σχετικά με τη μεταφορά τεχνολογίας, με βάση την εμπειρία των συμβαλλόμενων μερών, συμπεριλαμβανομένων σχεδίων επίδειξης, με στόχο την αξιολόγηση εμποδίων για την εισαγωγή και εφαρμογή φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών και τεχνογνωσίας, και την προώθηση της πρακτικής εφαρμογής τους.

Προτρέπει τα συμβαλλόμενα μέρη:

(α) Να δημιουργήσουν ευνοϊκό περιβάλλον που να βοηθήσει περαιτέρω τις επενδύσεις του ιδιωτικού τομέα και τη μεταφορά των φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών, και (β) Να βελτιώσουν την υποβολή εκθέσεων στις εθνικές ανακοινώσεις σχετικά με τις ανάγκες της τεχνολογίας και της μεταφοράς τεχνολογίας, όπως αναφέρεται στις κατευθυντήριες γραμμές που έχουν υιοθετηθεί από τα συμβαλλόμενα μέρη.

(2η Συνάντηση Ολομέλειας, Δεκέμβριος 1997. FCCC/CP/1997/7/Add.1) (Πηγή: GDRC)

### Φιλοπεριβαλλοντικές τεχνολογίες και Agenda 21

34.1. Οι φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες προστατεύουν το περιβάλλον, ρυπαίνουν λιγότερο, χρησιμοποιούν όλους τους πόρους με πιο βιώσιμο τρόπο, ανακυκλώνουν μεγαλύτερο μέρος των αποβλήτων και των προϊόντων τους, και χειρίζονται τα κατάλοιπα αποβλήτων κατά τρόπο πιο αποδεκτό από ότι οι τεχνολογίες τις οποίες υποκαθιστούν.

34.2. Οι φιλοπεριβαλλοντικές τεχνολογίες είναι όσον αφορά στον τομέα της ρύπανσης "τεχνολογίες διεργασιών και προϊόντων» που παράγουν λίγα ή καθόλου απόβλητα, για την πρόληψη της ρύπανσης. Καλύπτουν επίσης τεχνολογίες για την επεξεργασία της ρύπανσης αφού έχει παραχθεί.

34.3. Οι φιλοπεριβαλλοντικές τεχνολογίες δεν είναι απλώς μεμονωμένες τεχνολογίες αλλά ολικά συστήματα που περιλαμβάνουν τεχνογνωσία, διαδικασίες, αγαθά και υπηρεσίες, εξοπλισμό, καθώς και διαδικασίες οργάνωσης και διαχείρισης.

Αυτό σημαίνει ότι όταν συζητάμε για μεταφορά τεχνολογιών, η ανάπτυξη του ανθρώπινου δυναμικού και οι τοπικές πτυχές δημιουργίας ικανοτήτων των επιλογών της τεχνολογίας, συμπεριλαμβανομένων των σχετικών με το φύλο πτυχών, θα πρέπει επίσης να εξεταστούν.

Οι περιβαλλοντικά ορθές τεχνολογίες θα πρέπει να είναι συμβατές με εθνικά καθορισμένες κοινωνικο-οικονομικές, πολιτιστικές και περιβαλλοντικές προτεραιότητες (Πηγή: GDRC).

## Παράρτημα II : Παρελκόμενος εξοπλισμός διαχειριστικών σεναρίων

### Αντλίες

Οι αντλίες (εικόνα II.1) αποτελούν στοιχειώδεις παρελκόμενες συσκευές για την ομαλή λειτουργία των συστημάτων βρόχινου που παρουσιάστηκαν στο 4ο κεφάλαιο της εργασίας.



Εικόνα II.1 : Αντλίες (Πηγή : <http://www.grundfos.gr>)

Ειδικότερα, αντλίες χρησιμοποιούνται στις εξής περιπτώσεις :

- Για τη μεταφορά αποθηκευμένου βρόχινου ή επεξεργασμένου νερού (επεξεργασμένο γκρίζο νερό ή επεξεργασμένα οικιακά απόβλητα) από μια δεξαμενή σε μια άλλη η οποία βρίσκεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο σε σχέση με την πρώτη.
- Για τη μεταφορά αποθηκευμένου νερού (που προέρχεται από επεξεργασία ή όχι) μέσα από το δίκτυο σωληνώσεων της κατοικίας σε κάποιο σημείο ζήτησης. Στην περίπτωση αυτή το αντλούμενο νερό θα πρέπει να έχει μια ελάχιστη απαιτούμενη πίεση.
- Για την προσθήκη χημικού σε αποθηκευμένο νερό το οποίο έχει προηγουμένως υποστεί επεξεργασία ή όχι. Στην περίπτωση αυτή των δοσομετρικών αντλιών η λειτουργία της αντλίας μπορεί να γίνεται έπειτα από εντολή του χρήστη ή αυτόματα.
- Για την ανακυκλοφορία ιλύος στην περίπτωση συστημάτων επεξεργασίας οικιακών λυμάτων που λειτουργούν με βάση την αρχή της ενεργού ιλύος.
- Για την τροφοδοσία του συστήματος αερισμού σε συστήματα επεξεργασίας που η λειτουργία τους στηρίζεται στην αερόβια επεξεργασία λυμάτων (αεραντλία).

Οι τρεις τελευταίες περιπτώσεις αντλιών είναι συνήθως ενσωματωμένες στα συστήματα επεξεργασίας ή απολύμανσης και επομένως, ο ιδιοκτήτης της κατοικίας δεν χρειάζεται να αποφασίσει για τα χαρακτηριστικά τους.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι αντλιών, καθένας από τους οποίους προτείνεται για συγκεκριμένες χρήσεις. Οι σημαντικότεροι τύποι αντλιών που κυκλοφορούν είναι οι εξής :

1. Φυγοκεντρικές αντλίες μη – αυτόματης πλήρωσης
2. Αντλίες αυτόματης αναρρόφησης
3. Υποβρύχιες αντλίες
4. Υποβρύχιες αντλίες αποστράγγισης
5. Αντλίες ακαθάρτων υδάτων

## 6. Αντλίες με τζιφάρι

- Ο τύπος της αντλίας καθορίζεται από τη χρήση για την οποία απαιτείται. Ωστόσο, πέραν από τον τύπο για την επιλογή της κατάλληλης αντλίας απαιτείται ο καθορισμός ορισμένων παραμέτρων, οι κυριότεροι από τους οποίους παρουσιάζονται παρακάτω.
- Η παροχή την οποία θα πρέπει να μεταφέρει η αντλία. Ως τιμή παροχής λαμβάνεται η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα νερού στην μονάδα του χρόνου (παροχή αιχμής).
- Το μανομετρικό ύψος, το οποίο υπολογίζεται αθροίζοντας τους παρακάτω παράγοντες:
  - Το βάθος αναρρόφησης από τη στάθμη επιφάνεια του νερού έως τη στάθμη της αντλίας.
  - Απώλειες τριβής στο σωλήνα στο σωλήνα αναρρόφησης.
  - Ύψος από τη στάθμη της αντλίας έως το ψηλότερο σημείο ζήτησης.
  - Απώλειες τριβής στο δίκτυο σωληνώσεων κατόπιν της αντλίας.
  - Απαιτούμενη ελάχιστη πίεση στο υψηλότερο σημείο ζήτησης νερού.

Ακολουθούν 2 εφαρμογές στις οποίες φαίνεται πως γίνεται η επιλογή της αντλίας με βάση τα χαρακτηριστικά της.

Αρχικά, γίνονται οι εξής παραδοχές για την αντλία :

- Η αντλία βρίσκεται τοποθετημένη στο ύψος της επιφάνειας του εδάφους.
- Η άντληση του νερού γίνεται από δεξαμενή στην οποία η επιφάνεια του νερού δεν υπερβαίνει το 1,00 m απόσταση από την αντλία.
- Η κατοικία είναι διώροφη και το υψηλότερο σημείο ζήτησης είναι το λουτρό του 2ου ορόφου.
- Το ύψος κάθε ορόφου είναι 3,00 m.
- Η ελάχιστη πίεση σε κάθε καζανάκι είναι 2,5 bar (= 25,00 m).
- Οι απώλειες υπολογίζονται από εμπειρικό τύπο με βάση τον οποίο για κάθε όροφο = αριθμός ορόφου + 2,00 m.

### **A) Αντλία που μεταφέρει νερό από δεξαμενή αποθήκευσης στα καζανάκια των λουτρών της κατοικίας.**

Στους παρακάτω πίνακες II.1 και II.2 δίνονται κάποια στοιχεία για τη ζήτηση και τον υπολογισμό του μανομετρικού ύψους.

Καζανάκι χωρητικότητα (l)	9
Χρόνος πλήρωσης του δοχείου (sec)	20
Αριθμός από καζανάκια	2
Παροχή αιχμής - σχεδιασμού (l/sec)	0.9
Παροχή αιχμής - σχεδιασμού (m <sup>3</sup> /h)	3.2

Πίνακας II.1 : Υπολογισμός παροχής αντλίας (1)

Βάθος αναρρόφησης από την επιφάνεια του νερού ως την αντλία (m)	2.50
Απώλειες τριβής στο σωλήνα αναρρόφησης (m)	1.00
Ύψος αντλίας από το υψηλότερο σημείο ζήτησης (m)	4,50
Απώλειες τριβής στις σωληνώσεις τις κατοικίας (m)	4,00
Απαιτούμενη ελάχιστη πίεση στα δοχεία (m)	25,00
Συνολικό ύψος (m)	37,00

Πίνακας I.2 : Υπολογισμός μανομετρικού ύψους αντλίας

Με βάση το μανομετρικό ύψος και την παροχή αιχμής μπορεί να γίνει η επιλογή της αντλίας από πίνακες κατασκευαστών.

### **Β) Αντλία που μεταφέρει νερό στα καζανάκια των λουτρών της κατοικίας και στο δίκτυο άρδευσης.**

Ο υπολογισμός των παραμέτρων της αντλίας στην περίπτωση αυτή θα γίνει για την θερινή περίοδο όπου οι αρδευτικές απαιτήσεις του κήπου της κατοικίας είναι αυξημένες. Στον πίνακα II.3 που ακολουθεί δίνονται κάποια στοιχεία για τη ζήτηση και τον υπολογισμό του μανομετρικού ύψους.

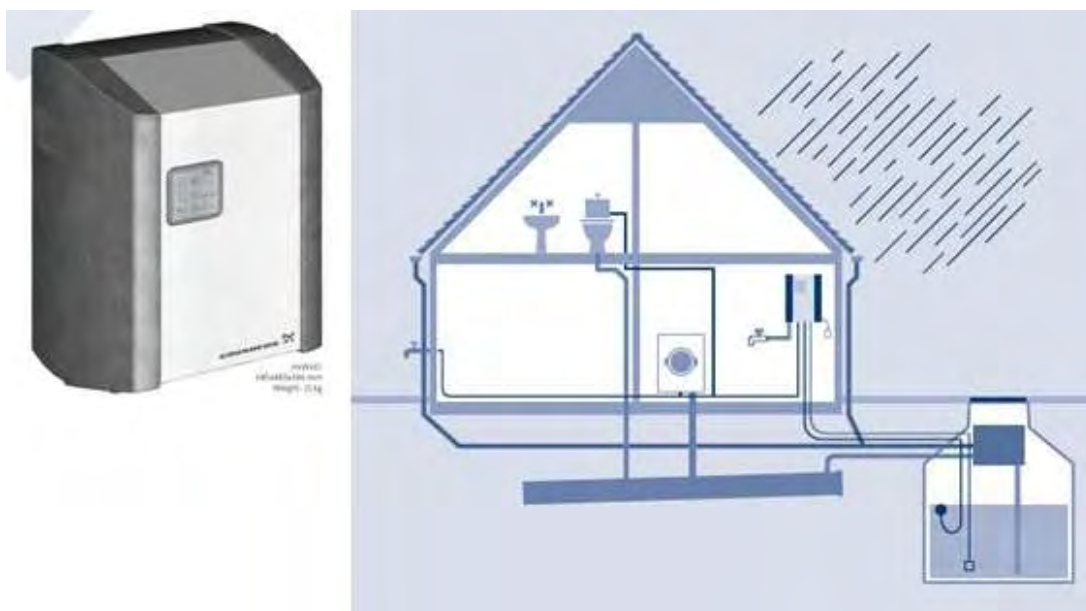
Καζανάκι χωρητικότητα (l)	9
Χρόνος πλήρωσης του δοχείου (sec)	20
Αριθμός από καζανάκια	2
Εσωτερική παροχή (l/sec)	0,9
Εσωτερική παροχή (m <sup>3</sup> /h)	3,24
Επιφάνεια κήπου κατοικίας (m <sup>2</sup> )	80
Απαίτηση άρδευσης (l/m <sup>2</sup> )	7
Διάρκεια προγράμματος άρδευσης (min)	30
Συνολική απαίτηση άρδευσης (m <sup>3</sup> /h)	1,12
Παροχή αιχμής - σχεδιασμού (m <sup>3</sup> /h)	4,36

Πίνακας II.3 : Υπολογισμός παροχής αντλίας (2)

Για τον υπολογισμό του μανομετρικού ύψους στην περίπτωση αυτή ακολουθούμε την ίδια διαδικασία όπως και στην περίπτωση Α μόνον που στις απώλειες τριβών θα πρέπει να υπολογιστούν και οι απώλειες που οφείλονται στη ροή του νερού στις σωληνώσεις του δικτύου άρδευσης, οπότε θα πρέπει να είναι γνωστό και το ακριβές μήκος του δικτύου. Επίσης, θα πρέπει να είναι γνωστή και η απαιτούμενη πίεση στα ακροφύσια των σωλήνων του δικτύου άρδευσης.

### **Αυτόματο σύστημα διαχείρισης βρόχινου νερού**

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιαστεί η συσκευή “RMQ” της Grundfos. Η μονάδα “RMQ” για το βρόχινο νερό αποτελεί μια συσκευή για τον έλεγχο και τη διαχείριση της συλλογής και χρήσης του βρόχινου νερού της κατοικίας. Η παρούσα συσκευή έχει ικανότητα ανίχνευσης σφάλματος στο σύστημα συλλογής του βρόχινου νερού και πραγματοποίησης των απαραίτητων ρυθμίσεων. Όταν στη δεξαμενή βρόχινου νερού δεν υπάρχει επαρκής ποσότητα νερού, η συσκευή “RMQ” αλλάζει την παροχή τροφοδοσίας της κατοικίας από τη δεξαμενή βρόχινου νερού στο δίκτυο της εταιρείας ύδρευσης, εξασφαλίζοντας την απαιτούμενη ποσότητα νερού στα διάφορα σημεία κατανάλωσης (για παράδειγμα, βρύσες, καζανάκια, πλυντήρια ρούχων κ.α.). Η επιλογή της πηγής τροφοδοσίας – ανάλογα με τη διαθέσιμη ποσότητα του βρόχινου νερού γίνεται με τη βοήθεια μιας τρίοδης βάνας. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι το σύστημα αυτόματης διαχείρισης βρόχινου νερού διαθέτει ενσωματωμένη αντλία. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα χειροκίνητης εναλλαγής της πηγής τροφοδοσίας της κατοικίας, πέραν του αυτοματισμού που παρέχει η συσκευή “RMQ”. Στην εικόνα II.2 που ακολουθεί παρουσιάζεται το σύστημα “RMQ” σε μια τυπική κατοικία.



Εικόνα II.2 : Σύστημα διαχείρισης “RMQ” σε τυπική κατοικία (Πηγή : <http://www.grundfos.com/>)

Μερικά από τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της συσκευής είναι :

- Πίεση συστήματος : μέχρι 7,5 bar
- Πίεση εισόδου : μέγιστη τιμή 4 bar
- Ικανότητα αναρρόφησης : μέγιστη τιμή 8 m
- Περιοχή ονοματικής τάσης : 1 x 220 – 240 V
- Βάρος : 27 Kg
- Διαστάσεις : 685 x 483 x 396 mm

Μια άλλη συσκευή η οποία ακολουθεί το ίδιο σκεπτικό παρουσιάζεται παρακάτω και είναι η “Wilo-RainSystem AF Basic” που διατίθεται από την εταιρεία WILO. Περισσότερες πληροφορίες στη διεύθυνση : <http://www.wilo.gr>.



## **Παράρτημα III : Προγράμματα διαχείρισης υδατικών πόρων στην Ελλάδα**

### **ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ**

**LIFE03 ENV/GR000217:** Έργο ΣΤΡΥΜΩΝ: Διαχείριση των υδατικών πόρων βάσει των οικοσυστημάτων, με στόχο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της γεωργίας, χρησιμοποιώντας πρωτοποριακά εργαλεία μοντελοποίησης στη λεκάνη του ποταμού Στρυμόνα. 01/09/2003 έως 31/08/2007

**Πρόγραμμα INTERREG I&II:** Ρύπανση του ποταμού Αξιού και Επιδράσεις από και προς τη Γεωργία. (Υπουργείο Γεωργίας) 1991-1998

**LIFE04 ENV/GR/000099:** Έργο INTERREG IIIB - MANWATER: Ανάπτυξη και εφαρμογή πολιτικής ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδατικών πόρων στη λεκάνη της κοιλάδας του Ανθεμούντα με την εφαρμογή συμφωνίας με την τοπική κοινωνία βάσει των αρχών της Agenda 21. 15/09/2004 έως 31/10/2007

**LIFE99 ENV/GR/000557:** Δράσεις προώθησης μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης της παράκτιας ζώνης στην περιοχή εκβολής του ποταμού Καλαμά. 01/11/1999 έως 01/05/2002

**LIFE92 ENV/GR/000051:** Έργο επεξεργασίας και ανακύκλωσης των υγρών αγροτικών αποβλήτων στην Αμαλιάδα 01/01/1993 έως 30/11/1996

**LIFE94 ENV/GR/001563:** Έργο HYDRONET: Ολοκληρωμένο σύστημα υδατικής διαχείρισης συμπεριλαμβανομένων των δικτύων διανομής νερού 01/03/1995 έως 31/12/1998

**LIFE95 ENV/GR/001017:** Καινοτόμο πιλοτικό πρόγραμμα ανακύκλωσης υγρών αποβλήτων από εγκατάσταση συλλογής γάλακτος 01/11/1995 έως 30/09/1998

**LIFE99 ENV/GR/000590:** Ανάπτυξη οδηγίας για την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων και πιλοτικός τεχνητός εμπλουτισμός των υδροφορέων με άμεση έγχυση και μέσω της άρδρευσης με σκοπό την παρεμπόδιση εισβολής του θαλασσινού νερού στη Θέρμη Θεσσαλονίκης. 01/11/1999 έως 28/02/2003

**LIFE92 ENV/GR/000053:** Υδατική διαχείριση και αποκατάσταση του υφαλμυρωμένου υδροφορέα στην περιοχή του Άργους. 01/01/1993 έως 30/06/1996

**Πρόγραμμα MEDWET:** Ανάπτυξη συστημάτων και εργαλείων μοντελοποίησης για τη διαχείριση των υδατικών πόρων στις υδατικές λεκάνες της Μακεδονίας και της Θράκης. Οκτ. 2003 - Σεπ. 2006

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Έργο: Δράσεις για την εφαρμογή της οδηγίας 2000/60/ΕΕ

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Προγράμματα παρακολούθησης ποιότητας των νερών

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Διαχείριση, λειτουργία και συντήρηση δικτύου ύδρευσης Δήμου Ξάνθης, τηλεέλεγχος/τηλεχειρισμός

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Ολοκλήρωση συστήματος ηλεκτρονικής διαχείρισης και ελέγχου διαρροών του δικτύου ύδρευσης του διευρυμένου Δήμου Βέροιας.

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Αυτόματη λειτουργία συστήματος άντλησης, μεταφοράς και διανομής νερού οικισμών Δήμου Κιλκίς.

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Επεμβάσεις στο δίκτυο ύδρευσης της πόλης του Άργους για περιορισμό διαρροών.

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Σύστημα διαχείρισης και εξοικονόμησης νερού στο δίκτυο ύδρευσης Καρπενησίου.

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Εγκατάσταση συστήματος τηλεελέγχουπτηχειρισμού και αυτοματισμών για τη διαχείριση υδροσυστημάτων της ΔΕΥΑ Ιωαννίνων.

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Εμπλουτισμός υδροφόρου ορίζοντα βιομηχανικής περιοχής Θεσσαλονίκης (ΒΙ.ΠΕ.Θ.) με ανακτημένο απόβλητο από την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) Σίνδου Θεσ/νίκης.

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων του βιολογικού καθαρισμού του Δήμου Κω με σκοπό την άρδευση.

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Εγκατάσταση συστημάτων τηλεμετρίας και αυτοματισμών στο δίκτυο ύδρευσης Αγίου Νικολάου.

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Πιλοτική μελέτη για την εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ στη λεκάνη απορροής του ποταμού Πηνειού Θεσσαλίας.

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Επαναδημιουργία της λίμνης Κάρλας

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Περιβαλλοντική Αποκατάσταση της λίμνης Κορώνειας

**Ε.Π.ΠΕΡ.:** Περιβαλλοντική αποκατάσταση Δέλτα Αξιού και Θερμαϊκού Κόλπου με την ορθή διαχείριση των εδαφουδατικών πόρων και ανακαίνιση και εκσυγχρονισμό των αρδρευτικών δικτύων (ΕΚΒΥ).

**Ε.Π.Αγροτ. Ανάπ.&Αν.Υπαίθρου:** Βελτίωση - αντικατάσταση εσωτερικών δικτύων ύδρευσης σε διάφορους δήμους και κοινότητες

**Ε.Π. Αγροτ. Ανάπ&Αν. Υπαίθρου:** Προμήθεια και εγκατάσταση υδρομετρητών

**Ε.Π. Αγροτ. Ανάπ&Αν. Υπαίθρου:** Εκσυγχρονισμός και ανακαίνιση τμημάτων αρδευτικών δικτύων ζωνών Α και Β λεκανοπεδίου Ιωαννίνων

**Ε.Π. Αγροτ. Ανάπ&Αν. Υπαίθρου:** Ανακαίνιση - εκσυγχρονισμός και βελτίωση άρδευσης Που αρδευτικού πεδιάδας Σερρών - Τμήμα ζώνης αδελφικού

**Ε.Π. Αγροτ. Ανάπ&Αν. Υπαίθρου:** Βελτίωση - ανανέωση ή υπογείωση αρδευτικών δικτύων σε διάφορες περιοχές

**Ε.Π. Αγροτ. Ανάπ&Αν. Υπαίθρου:** Κατασκευή ομβροδεξαμενών σε διάφορες περιοχές

**Ε.Π. Αγροτ. Ανάπ&Αν. Υπαίθρου:** Μελέτη και κατασκευή έργων τεχνητού εμπλουτισμού του καρστικού συστήματος Υπερείας Ν.Λάρισας - Ορφανών Ν. Καρδίτσας

**Ε.Π.ΑΝΤΑΓ.:** Προστασία υπόγειων υδροφορέων από υφαλμύρωση μέσω εμπλουτισμού με επεξεργασμένα βιομηχανικά απόβλητα και ανάπτυξη εργαλείων και τεχνολογιών για τη βιώσιμη διαχείριση των ιλύων από μονάδες καθαρισμού βιομηχανικών αποβλήτων.

**Ε.Π.ΑΝΤ.:** Έργο ΟΔΥΣΣΕΥΣ: Ολοκληρωμένη διαχείριση υδατικών συστημάτων σε σύζευξη με εξελιγμένο υπολογιστικό σύστημα

**Ε.Π.ΑΝΤ.:** Πρόγραμμα <<Ερμής - Ανοικτές Θύρες>> : Σκοπός του είναι η μεταφορά των ποικίλων όψεων και διαστάσεων του νερού στο ευρύ κοινό (Γ.Γ.Ε.Τ., ΕΚΒΥ)

**Πρόγραμμα “Έγγραφο Προγραμματισμού Αγροτικής Ανάπτυξης” (Ε.Π.Α.Α.) :** Μείωση της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης και μείωση του χρησιμοποιούμενου αρδευτικού νερού στη Θεσσαλία.

**Πρόγραμμα κοινοτόμων ενεργειών περιφέρειας Κρήτης (CRINNO) - Δράση BEWARE:** Εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας αυτόματης τηλεφωνίας παροχής on-line

πληροφορίας στους αγρότες σχετικά με την αρδευτική δόση, λαμβάνοντας υπόψη τα μετεωρολογικά δεδομένα και το διαθέσιμο υδατικό δυναμικό. 2004-2006

**Ευρωπαϊκό πρόγραμμα MEDIS:** Καθορισμός προτάσεων για επίτευξη ισόρροπης και βιώσιμης διαχείρισης νερού στις Μεσογειακές περιοχές που βασίζονται στη επιστημονική έρευνα αλλά και στη γνώση, στην εμπειρία και στις απαιτήσεις των χρηστών νερού. Η μελέτη στην Ελλάδα έγινε στην περιοχή της Κρήτης. 01.02.2002-31.01.2006

**Ευρωπαϊκή Επιτροπή των Περιφερειών, Επιτροπή κοινωνικής και οικονομικής πολιτικής (ECOS):** Πρόγραμμα INTERISK: Δράσεις για την ορθολογική διαχείριση του νερού και διασφάλιση της ποιότητας και ποσότητάς του. Εφαρμογή στην Ελλάδα στην Κρήτη και Κεντρική Μακεδονία.

**Πρόγραμμα “ECOS-Ouverture”:** Εξωτερική διαπεριφερειακή συνεργασία Ελλάδας - Βουλγαρίας για τη δημιουργία τεχνητών υγροτόπων για την επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων. Εφαρμογή στην Ελλάδα σε οικισμούς του Δήμου Εξωμβούργου Τήνου.

**Πρόγραμμα “WATERSAVE”:** Ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα για τα σχολεία της Νότιας Ευρώπης (Δίκτυο Μεσόγειος SOS) 2005-2007.

**Πρόγραμμα ενημέρωσης και κινητοποίησης** του ευρέως κοινού για θέματα εξοικονόμησης με παράλληλη εθελοντική δέσμευση των πολιτών και των φορέων για εξοικονόμηση νερού. Δίκτυο ΜΕΣΟΓΕΙΟΣ SOS, ΣΚΑΪ, ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο και Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. 2008

**ΕΥΔΑΠ:** Πρόγραμμα έργων για τη διασφάλιση και τη μεγιστοποίηση της παροχρησιμότητας των κλειστών και ανοικτών αγωγών που προσάγουν το νερό από τους ταμιευτήρες προς τα διυλιστήρια: 1) Κατασκευή της σήραγγας Ταξιαρχών μήκους 550μ στην ομώνυμη θέση ώστε να παρακαμφθεί ένα επισφαλές τμήμα της ανοικτής διώρυγας. 2) Ενίσχυση στατικώς των τμημάτων της ανοικτής διώρυγας σε μήκος 30 km με την εκτέλεση των έργων: Χρισσό - Δελφοί, Κυριάκι - Ελικώνας και Θίσβη - Ελλοπία. 3) Το έργο της διώρυγας Θηβών επενδύθηκε με ειδική μεμβράνη, στεγανοποιήθηκε η ανοικτή διώρυγα σε μήκος 14 km και αντιμετωπίστηκε το σοβαρό πρόβλημα απώλειας παροχής εκ διαρροών.

**ΕΥΔΑΠ:** Πιλοτικά προγράμματα (ανάλογα με τη συχνότητα βλαβών στους κλάδους του δικτύου) για τη σταδιακή ανανέωση των σωληνώσεων. Ο μεγαλύτερος εκσυγχρονισμός έγινε στη παραλιακή ζώνη από Καλλιθέα μέχρι Πειραιά όπου αντικαταστάθηκαν χιλιόμετρα δικτύου.

**ΕΥΔΑΠ:** Καθημερινό εκπαιδευτικό πρόγραμμα για την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των μαθητών της Αττικής σε θέματα ορθολογικής διαχείρισης των υδάτινων πόρων και προστασίας του περιβάλλοντος.

**ΕΥΑΘ:** Πιλοτικό πρόγραμμα για τη διαπίστωση διαρροών στους κεντρικούς αγωγούς της πόλης. Πιθανότητα επέκτασης και στο δευτερεύον δίκτυο.

Αναλυτική παρουσίαση των έργων ανά τομεακό επιχειρησιακό πρόγραμμα υπάρχει στους παρακάτω δικτυακούς τόπους:

[http://www3.mnec.gr/ergorama/operational\\_data\\_docs/entagmena/tomeaka/enviroment.htm](http://www3.mnec.gr/ergorama/operational_data_docs/entagmena/tomeaka/enviroment.htm)

[http://www3.mnec.gr/ergorama/operational\\_data\\_docs/entagmena/tomeaka/rural.htm](http://www3.mnec.gr/ergorama/operational_data_docs/entagmena/tomeaka/rural.htm)

[http://www3.mnec.gr/erorama/operational\\_data\\_docs/entagmena/tomeaka/competitiveness.htm](http://www3.mnec.gr/erorama/operational_data_docs/entagmena/tomeaka/competitiveness.htm)

Για τα περιφερειακά επιχειρησιακά προγράμματα αναλυτική παρουσίαση έργων υπάρχει στο: <http://www.hellaskps.gr/2000-2006.htm>

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ

### Κεφάλαιο 1

1. [http://www.planbleu.org/publications/atelier\\_aeu\\_saragosse/Synthese\\_rapport\\_eau\\_virtuelle\\_EN.pdf](http://www.planbleu.org/publications/atelier_aeu_saragosse/Synthese_rapport_eau_virtuelle_EN.pdf)
2. <http://www.iwahq.org.uk>
3. [http://ec.europa.eu/environement/water/quantity/pdf/water\\_saving\\_1.pdf](http://ec.europa.eu/environement/water/quantity/pdf/water_saving_1.pdf)
4. <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do/reference=IP/07/1276&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>
5. <http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/vvv/2002/bau-verm/11/11.pdf>
6. <http://public.iastate.edu/~mjones99/lesson1.pdf>
7. <http://euwi.net/>
8. <http://www.savewater.com.au>
9. <http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf>
10. <http://www.steelonthenet.com/ISSB/Review-02-08.pdf>
11. <http://www.unep.org/GEO/geo3/english/266.htm>

### Κεφάλαιο 2

1. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία
2. Σκουλικίδης, Ν. (1997). Η περιβαλλοντική κατάσταση των ελληνικών ποταμών, Βιώσιμη Ανάπτυξη με περιβαλλοντική αγωγή. Ειδική έκδοση. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Αιτωλοακαρνανίας - ΥΠΕΧΩΔΕ (<http://www.rivernet.gr/ellinikarotamia/Skoulikid1.pdf>)
3. [http://kapodistriako.uoa.gr/stories/print.php?id=107\\_th\\_01](http://kapodistriako.uoa.gr/stories/print.php?id=107_th_01)
4. [http://www.hellaskps.gr//documents/YP\\_SXEDIA\\_EP/OP1.pdf](http://www.hellaskps.gr//documents/YP_SXEDIA_EP/OP1.pdf)
5. <http://www.minenv.gr/download/entypo.peribalon.low.pdf>
6. Εθνική Τράπεζα Μετεωρολογικής και Υδρολογικής Πληροφορίας. (<http://ndbhmi.chi.civil.ntua.gr/el/applications/mediterranean.html#>)
7. <http://www.igme.gr/igmeprgd.pdf>
8. <http://ec.europa.eu/environement/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.home&cfid=614321&cftoken=cefd16a75c09d5c9-3B24A7F7-915D-B634-C133A24ABE011B81D>
9. [http://www.greenpage.gr/blue\\_spatiali\\_nerou.html](http://www.greenpage.gr/blue_spatiali_nerou.html)
10. ΕΠΠΑΑ: Στρατηγική εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων επιχειρησιακού προγράμματος Περιβάλλον & Αειφόρος Ανάπτυξη 2007-2013. Αθήνα, Μάρτιος 2007.
11. [http://vrc.gr/browse\\_el/ShowService.aspx?id=72](http://vrc.gr/browse_el/ShowService.aspx?id=72)
12. <http://www.ecotec.gr/article.php?ID=105>
13. [http://www.leader-plus.gr/documents/Operational\\_programme\\_review.pdf](http://www.leader-plus.gr/documents/Operational_programme_review.pdf)
14. [http://www.minagric.gr/greek/agro\\_pol/PEZAROS/WP\\_4\\_2004.htm](http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/PEZAROS/WP_4_2004.htm)

15. [http://www.enet.gr/online/online\\_obj?pid=90&tp=T&id=27984552](http://www.enet.gr/online/online_obj?pid=90&tp=T&id=27984552)
16. <http://www.watersave.gr>
17. Υδατικό Περιβάλλον και Ανάπτυξη (Σημειώσεις απο Καθ. ΕΜΠ Μ.Α. Μιμίκου για το ΔΠΜΣ Περιβάλλον και Ανάπτυξη).
18. Υδατικό Περιβάλλον και Ανάπτυξη (Σημειώσεις απο Καθ. ΕΜΠ Μ.Α. Μιμίκου & Φ.Π. Φωτόπουλος Π.Μ. ΕΜΠ, MSc MIT για το ΔΠΜΣ Περιβάλλον και Ανάπτυξη Αθήνα 2004)
19. [http://www.itia.ntua.gr/getfile/720/1/Smo\\_teyx2ekd3.pdf](http://www.itia.ntua.gr/getfile/720/1/Smo_teyx2ekd3.pdf)
20. [http://www.medwet.org/medwetnew/en/03.PROJECTS/03.proj\\_14wmp02.htm](http://www.medwet.org/medwetnew/en/03.PROJECTS/03.proj_14wmp02.htm)
21. Το Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Ελλάδας 2007
22. [http://www.minenv.gr/pinios\\_river.html](http://www.minenv.gr/pinios_river.html)
23. [http://www.wwf.gr/images/stories/docs/Gi\\_Ydor/05nov3%20gi&idor%20liarikos.pdf](http://www.wwf.gr/images/stories/docs/Gi_Ydor/05nov3%20gi&idor%20liarikos.pdf)
24. [http://www.ekby.gr/ekby/el/ECOS-Ouverture\\_main\\_el.html](http://www.ekby.gr/ekby/el/ECOS-Ouverture_main_el.html)
25. [http://www.ekby.gr/ekby/el/StrymonWeb/Strymon\\_first.html](http://www.ekby.gr/ekby/el/StrymonWeb/Strymon_first.html)
26. [http://www.crete-region.gr/greek/programs/CRINNO/BEWARE/beware\\_pres\\_gr.html](http://www.crete-region.gr/greek/programs/CRINNO/BEWARE/beware_pres_gr.html)
27. <http://www.uni-muenster.de/Umweltforshung/medis/index.html>
28. Γιακουμάκης Σ., Μέθοδοι ελέγχου των διαρροών στα δίκτυα ύδρευσης. Συμπόσιο “Αιγαίο - Νερό - Βιώσιμη Ανάπτυξη”. Πάρος 2001. ([http://www.waterinfo.gr/eedyg/Paros\\_papers/giakoumakis\\_s.pdf](http://www.waterinfo.gr/eedyg/Paros_papers/giakoumakis_s.pdf))
29. Τσιφτής Ε., Αντιμετώπιση υδρευτικών προβλημάτων των νησιών του Αιγαίου. Συμπόσιο “Αιγαίο - Νερό - Βιώσιμη Ανάπτυξη”. Πάρος 2001. ([http://www.waterinfo.gr/eedyg?Paros\\_papers/tsiftis\\_e.pdf](http://www.waterinfo.gr/eedyg?Paros_papers/tsiftis_e.pdf))
30. [http://www.skai.gr/master\\_story.php?id=83376](http://www.skai.gr/master_story.php?id=83376)
31. [http://biologion.blogspot.com/2008/06/blog-post\\_02.html](http://biologion.blogspot.com/2008/06/blog-post_02.html)

### Κεφάλαιο 3

1. Metcalf & Eddy / Aecom, Takashi Asano, Franklin L. Burton, Harold L. Leverenz, Ryujiro Tsuchihashi, George Tchobanoglous. Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications (2007)
2. <http://www.uni-muenster.de/Umweltforschung/medi/restricted/d14.pdf>
3. Γ. Παρισόπουλος, Α. Παπαδόπουλος, Φ. Παπαδόπουλος, Επεξεργασία υγρών αστικών αποβλήτων με δεξαμένες σταθεροποίησης και επαναχρησιμοποίησή τους για άρδευση. Συμπόσιο “Αιγαίο - Νερό - Βιώσιμη Ανάπτυξη”. Πάρος 2001. ([http://www.waterinfo.gr/eedyg/Paros\\_papers/parissopoulos\\_g.pdf](http://www.waterinfo.gr/eedyg/Paros_papers/parissopoulos_g.pdf))
4. Guidelines for water reuse September 2004
5. [http://www.idswater.com/Common/Paper/Paper\\_213/Irrigation%20for%20a%20Growing.htm](http://www.idswater.com/Common/Paper/Paper_213/Irrigation%20for%20a%20Growing.htm)
6. <http://www.youngreportes.org/IMG/doc/water.doc>
7. <http://www.arid.asn.au/images/stories/documentants/rainwatermagazine.pdf>
8. [http://edis.ifas.ufl.edu/scripts/htmlgen.exe?DOCUMENT\\_AE029](http://edis.ifas.ufl.edu/scripts/htmlgen.exe?DOCUMENT_AE029)

9. <http://www.sydneywater.com.au/SavingWater/InYourGarden/RainwaterTanks/index.cfm>
10. [http://greenplumbers.com.au/media/docs/Tankflush\\_May\\_05.pdf](http://greenplumbers.com.au/media/docs/Tankflush_May_05.pdf)
11. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0271:EN:HTML>
12. [http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/final\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/final_report.pdf)

#### **Κεφάλαιο 4**

1. <http://www.ppcb.gov.in/>
2. Agarwal & Narain, 1997 “Water harvesting: community-led natural resource management”
3. Thomas, 1998 “Domestic water supply rainwater harvesting
4. Environment Agency, 2008 “ Environmental analysis of rainwater harvesting infrastructures in diffuse and compact urban models of Mediterranean climate”
5. Shatewi, 2008 “Techno-economics of rainwater harvesting technology for domestic usage and cooling”
6. Environmental Agency, 2008 “Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan”
7. Martin, 1980
8. Gould και Nissen-Petersen, 1999
9. Texas Water Development Board, 2005
10. <http://www.rainwaterharvesting.co.uk/>
11. <http://www.watersolutions.co.za/>
12. <http://www.solusrenewableenergy.co.uk/>
13. Metcalf & Eddy, Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications
14. [http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros\\_papers/tzen\\_e.ppt](http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/tzen_e.ppt)
15. [http://waterinfo.gr/eedyp/Paros\\_papers/parissopoulos\\_g.pdf](http://waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/parissopoulos_g.pdf)
16. <http://sydneywater.com.au/SavingWater/InYourGarden/RainwaterTanks/index.cfm>
17. [http://edis.ifas.ufl.edu/scripts/htmlgen.exe?DOCUMENT\\_AE029](http://edis.ifas.ufl.edu/scripts/htmlgen.exe?DOCUMENT_AE029)
18. <http://www.csemag.com/home/single-article/rainwater-harvesting-system-design/1cb44b02df.html>
19. [http://www.greenplumbers.com.au/media/docs/Tankflush\\_May\\_05.pdf](http://www.greenplumbers.com.au/media/docs/Tankflush_May_05.pdf)
20. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0271:EN:HTML>
21. <http://www.watercache.com/education/rainwater/>

#### **Κεφάλαιο 5**

1. ECOPOLIS AE, Πρόγραμμα μέτρων και θεσμικό πλαίσιο για την κατ’οίκον εξοικονόμηση νερού, 2011
2. United Nations Environment Programme (UNEP). “Every drop counts - Environmentally Sound Technologies for Urban and Domestic Water Use Efficiency”. 2008

3. Greywater for domestic users: an information guide, May 2011, Environment Agency, UK 230
4. Water Conservation: Implications Of Using Recycled Greywater and Stored Rainwater in the UK. Drinking Water Inspectorate, 1997
5. Water in the city. Published: Aug 28, 2012 Last modified: Jun 05, 2013. European Environment Agency
6. Water Sensitive Urban Design, Engineering Procedures: Storm water. Chapter 12. Rainwater tanks, Melbourne Water, June 2005.
7. Harvesting rainwater for domestic uses: an information guide, October 2010, Environment Agency, UK
8. The economics of water efficient products in the household, Prepared for the Environment Agency by Elemental Solutions, 2003
9. M. Pidou, F. A. Memon, T. Stephenson, B. Jefferson and P. Jeffrey. Greywater recycling: treatment options and applications. Engineering Sustainability Vol. 160, Pages 119–131. 2007
10. Schuetze, T.; Decentralized water systems in housing estates of international big cities considering as example the cities Hamburg in Germany and Seoul in South Korea (Dezentrale Wassersysteme im Wohnungsbau internationaler Großstaedte am Beispiel der Staedte Hamburg in Deutschland und Seoul in Sued-Korea; (Dissertation) Books on Demand, Norderstedt, Germany, October 2005
11. Πρόγραμμα Συλλογής Όμβριων Υδάτων σε νησιά - “Rainwater Harvesting: A Multi-Stakeholder Pilot Project in the Cyclades Islands”. GreeceMediterranean Information Office for Environment Culture and Sustainable Development (MIO-ECSDE). [www.apostoliner.com](http://www.apostoliner.com) - <http://www.mio-ecsde.org/>
12. <http://www.wsud.org>
13. Heyworth J, Maynard E, Cunliffe D, Who drinks what?: Potable Water use in South Australia. Water 1998;25(1):9-13; in: Heyworth J, A Dairy Study of Gastroenteritis and Tank Rainwater Consumption in Young Children in South Australia, 10th International Rainwater Catchment Systems Conference, Mannheim, Germany, September 10-14. 2001, Proceedings of the Conference, P 141 - 148
14. [www.nytimes.com/2007](http://www.nytimes.com/2007)
15. <http://www.water-efficient-buildings.co.uk/>
16. [www.greenliving.gr](http://www.greenliving.gr)
17. Harvesting rainwater for domestic uses, Environment Agency