

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ  
ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΣΤΗΝ ΟΡΓΑΝΩΣΗ & ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟΤΙΚΟ,  
ΑΣΤΙΚΟ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΤΟΜΕΑ**  
-  
**ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ  
ΤΟΥ ΓΚΡΙΖΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΑ  
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ**

**ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ**

ΠΤΥΧΙΟΥΧΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΘΗΝΑ - ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2008

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΓΡΗΓΟΡΟΠΟΥΛΟΥ Ε. (ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ)  
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΔΙΑΚΟΥΛΑΚΗ Δ.  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΖΙΩΜΑΣ Ι.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κ. Γρηγοροπούλου Ελένη για την καθοδήγηση και βοήθειά της κατά τη διάρκεια της διπλωματικής καθώς και τους καθηγητές κ. Ασημακόπουλο Διονύση, κ. Διακουλάκη Δανάη και κ. Ζιώμα Γιάννη. Επίσης ευχαριστώ τους Αγκαβανάκη Βασίλη, Φίλιππο Κυρκίτσο, Ρόντου Λίντα, Κυριαζοπούλου Ισμήνη, το προσωπικό της ΔΕΥΑ Πάρου, την οικογένειά μου και όλους όσους βοήθησαν και στο ελάχιστο για τη διεκπεραίωση της εργασίας αυτής. Τέλος, ευχαριστώ το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών για την υποτροφία που μου παρείχε για τις μεταπτυχιακές μου σπουδές.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	1
----------------	---

### ΜΕΡΟΣ 1

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Παγκόσμια κατάσταση στον τομέα του νερού .....	2
1.1.1 Γενικά στοιχεία .....	2
1.1.2 Το πρόβλημα του νερού .....	2
1.1.3 Χρήσεις νερού .....	4
1.1.3.1 Γεωργικός τομέας .....	4
1.1.3.2 Κτηνοτροφικός τομέας .....	4
1.1.3.3 Αστικός τομέας .....	4
1.1.3.4 Βιομηχανικός τομέας .....	6
1.2 Εξοικονόμηση νερού .....	7
1.2.1 Κατηγοριοποίηση μέτρων εξοικονόμησης .....	8
1.2.2 Ανάπτυξη σχεδίου διαχείρισης των υδατικών πόρων .....	8
1.2.3 Εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης .....	9
Αναφορές .....	10

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Η ΕΙΚΟΝΑ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΥΔΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

2.1 Υδρολογικά στοιχεία του ελλαδικού χώρου .....	11
2.2 Γενικά στοιχεία χρήσης νερού .....	11
2.2.1 Αγροτική χρήση .....	12
2.2.2 Αστική χρήση .....	13
2.3 Διαχείριση των υδατικών πόρων .....	14
2.3.1 Φορείς διαχείρισης των υδατικών πόρων .....	14
2.3.2 Προβλήματα διαχείρισης των υδατικών πόρων στην Ελλάδα .....	15
2.3.3 Δράσεις - προγράμματα διαχείρισης των υδατικών πόρων .....	18
Αναφορές .....	18

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

3.1 Τεχνικά μέτρα .....	21
3.1.1 Μεταφορά και διανομή του νερού .....	21
3.1.2 Αρδευτικές μέθοδοι .....	24
3.1.3 Συστήματα βελτιστοποίησης της άρδευσης .....	27
3.2 Διαχειριστικά και άλλα μέτρα .....	28
3.2.1 Διαχειριστικά μέτρα .....	28
3.2.2 Νομοθετικά μέτρα .....	29
3.2.3 Οικονομικά μέτρα .....	29
3.2.4 Εκπαιδευτικά / ενημερωτικά μέτρα .....	30
Αναφορές .....	30

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

4.1 Τεχνικά μέτρα .....	33
4.1.1 Εισαγωγικά στοιχεία .....	33
4.1.2 Πότισμα – τάισμα ζώων .....	34
4.1.3 Διαχείριση των υγρών αποβλήτων της κτηνοτροφίας .....	35
4.1.4 Εκτροπή και χρήση του βρόχινου νερού .....	37
4.1.5 Καθαρισμός της αυλής .....	37
4.1.6 Καθαρισμός χώρων – εξοπλισμού .....	38
4.1.7 Ψύξη του γάλακτος .....	39
4.2 Διαχειριστικά και εκπαιδευτικά μέτρα .....	40

4.2.1 Καθαρισμός της αυλής .....	40
4.2.2 Καθαρισμός μετά το άρμεγμα.....	40
4.2.3 Αποδοτικές πρακτικές στη βόσκηση .....	40
4.2.4 Παραγωγή ζωοτροφών .....	41
4.2.5 Διάφορες πρακτικές.....	41
Αναφορές.....	41

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ**

5.1 Οικιακός τομέας.....	43
5.1.1 Τεχνικά μέτρα .....	43
5.1.1.1 Τουαλέτες .....	43
5.1.1.2 Ουρητήρια ανδρών.....	45
5.1.1.3 Ντουζιέρες .....	46
5.1.1.4 Βρύσες.....	46
5.1.1.5 Πλυντήρια ρούχων .....	47
5.1.1.6 Πλυντήρια πιάτων .....	48
5.1.1.7 Επαναχρησιμοποίηση ελαφρώς χρησιμοποιημένου (γκρίζου) νερού .....	48
5.1.2 Διαχειριστικά μέτρα .....	49
5.2 Εμπορικός και δημόσιος τομέας.....	51
5.2.1 Τεχνικά μέτρα .....	51
5.2.1.1 Συστήματα εξαερισμού, θέρμανσης και ψύξης .....	51
5.2.1.2 Επαγγελματικά πλυντήρια πιάτων .....	51
5.2.1.3 Επαγγελματικά πλυντήρια ρούχων .....	52
5.2.1.4 Παρακολούθηση – μέτρηση της κατανάλωσης νερού .....	52
5.2.1.5 Πισίνες.....	53
5.2.1.6 Μηχανές παραγωγής πάγου.....	53
5.2.2 Διαχειριστικά και εκπαιδευτικά μέτρα .....	54
5.2.2.1 Διάφορες πρακτικές .....	54
5.2.2.2 Πισίνες.....	54
5.2.2.3 Εκπαίδευση.....	54
5.3 Εταιρείες ύδρευσης – Πολιτεία – Δήμοι.....	55
5.3.1 Τεχνικά μέτρα .....	55
5.3.1.1 Μέτρηση νερού.....	55
5.3.1.2 Έλεγχος των απωλειών νερού.....	56
5.3.1.3 Διαχείριση της υδραυλικής πίεσης στο δίκτυο .....	57
5.3.1.4 Δίκτυο παροχής επεξεργασμένου νερού για επαναχρησιμοποίηση .....	58
5.3.2 Οικονομικά και ρυθμιστικά μέτρα .....	58
5.3.2.1 Μέτρα κοστολόγησης και τιμολόγησης .....	58
5.3.2.2 Οικονομικές διευκολύνσεις για την αντικατάσταση ή τροποποίηση συσκευών.....	59
5.3.2.3 Πρότυπες διαδικασίες και νομοθετικές ρυθμίσεις για τη χρήση του νερού.....	59
5.3.3 Εκπαιδευτικά – νομοθετικά μέτρα .....	60
5.3.3.1 Ένθετα στους λογαριασμούς για εξοικονόμηση νερού .....	60
5.3.3.2 Ιστοσελίδες ενημέρωσης .....	60
5.3.3.3 Σχολικά εκπαιδευτικά προγράμματα.....	60
5.3.3.4 Εκστρατείες ενημέρωσης και άλλα.....	61
5.3.3.5 Επιθεωρήσεις στα νοικοκυριά και τις επιχειρήσεις .....	61
5.4 Κηπουρική .....	61
5.4.1 Τεχνικά μέτρα .....	61
5.4.2 Διαχειριστικά μέτρα .....	61
5.4.2.1 Μελέτη του προοριζόμενου μέρους για κήπο.....	61
5.4.2.2 Σχεδιασμός του κήπου.....	62
5.4.2.3 Ξηρικές καλλιέργειες .....	62
5.4.2.4 Βελτίωση του εδάφους.....	62
5.4.2.5 Χλοοτάπητες και εναλλακτικές λύσεις.....	63

5.4.2.6 Πρακτικές εξοικονόμησης στο πότισμα .....	63
5.4.2.7 Σωστή τοποθέτηση και συντήρηση συστημάτων .....	64
Αναφορές .....	64

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΤΟΜΕΑ**

6.1 Τεχνικά μέτρα .....	67
6.1.1 Καθαριότητα και υγιεινή .....	67
6.1.2 Επαναχρησιμοποίηση νερού .....	67
6.1.3 Πύργοι ψύξεως .....	68
6.1.4 Λέβητες και διατάξεις παραγωγής ατμού .....	70
6.1.5 Συστήματα κενού .....	71
6.1.6 Συστήματα μεταφοράς .....	71
6.1.7 Απόψυξη .....	71
6.1.8 Βιομηχανίες τροφίμων .....	72
6.1.9 Υφαντουργεία – βαφεία – φινιριστήρια .....	72
6.1.10 Γενικές πρακτικές εξοικονόμησης στη βιομηχανία .....	73
6.2 Διαχειριστικά και άλλα μέτρα .....	74
6.2.1 Καθορισμός ομάδας ειδικών για το πρόγραμμα εξοικονόμησης στη βιομηχανία ..	74
6.2.2 Προσδιορισμός των χρήσεων νερού στην εγκατάσταση και μέτρηση της χρήσης νερού .....	74
6.2.3 Διαρροές και υπερχειλίσεις .....	74
6.2.4 Καθαρισμός .....	74
6.2.5 Πύργοι ψύξεως .....	75
6.2.6 Ρυθμιστικά μέτρα .....	75
6.2.7 Διάφορα άλλα μέτρα .....	75
Αναφορές .....	75

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ**

7.1 Επαναχρησιμοποίηση νερού .....	78
7.1.1 Γενικά στοιχεία .....	78
7.1.2 Εφαρμογές της επαναχρησιμοποίησης νερού .....	79
7.1.3 Νομικό πλαίσιο .....	81
7.1.4 Στάδια και τεχνολογικές μέθοδοι επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων .....	81
7.1.5 Τύποι εγκαταστάσεων επεξεργασίας .....	83
7.1.6 Σημαντικές παράμετροι στα έργα επαναχρησιμοποίησης .....	84
7.2 Αφαλάτωση .....	85
7.2.1 Γενικά στοιχεία .....	85
7.2.2 Τεχνολογίες αφαλάτωσης .....	85
7.3 Συλλογή βρόχινου νερού .....	87
7.3.1 Σχεδιασμός – κατασκευή συστήματος .....	87
7.3.2 Καθαριότητα – συντήρηση .....	88
7.3.3 Διαστάσεις συστήματος και συλλεγόμενη ποσότητα νερού .....	89
7.3.4 Εφαρμογές .....	90
Αναφορές .....	91

## **ΜΕΡΟΣ 2**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ & ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΓΚΡΙΖΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ & ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ**

8.1 Εισαγωγή .....	93
8.2 Χαρακτηριστικά του γκρίζου νερού .....	94
8.3 Παραγωγή και κατανάλωση του γκρίζου νερού .....	95
8.3.1 Κατοικίες .....	95
8.3.2 Τουριστικά συγκροτήματα .....	97
8.4 Συστήματα επεξεργασίας του γκρίζου νερού .....	99

8.4.1 Γενικά στοιχεία για συστήματα επεξεργασίας του γκριζου νερού .....	99
8.4.2 Σύστημα επεξεργασίας που μελετάται .....	101
8.4.3 Παράμετροι του συστήματος επεξεργασίας.....	102
8.5 Οικονομικά στοιχεία.....	103
8.5.1 Νερό που εξοικονομείται, νερό που επεξεργάζεται και δυναμικότητα (όγκος) του συστήματος επαναχρησιμοποίησης.....	103
8.5.2 Κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης .....	104
8.5.3 Κόστος λειτουργίας και συντήρησης συστήματος.....	105
8.5.4 Οικονομικό όφελος από την επαναχρησιμοποίηση.....	106
8.5.5 Περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης.....	106
8.6 Μελέτη περιπτώσεων.....	107
8.6.1 Περίπτωση μονοκατοικίας με κήπο στην Αθήνα .....	107
8.6.2 Περίπτωση πολυκατοικίας με κήπο στην Αθήνα .....	107
8.6.3 Περίπτωση τουριστικού καταλύματος στην Πάρο.....	111
8.6.4 Επιδοτήσεις.....	114
Αναφορές .....	114
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	116
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ .....	119
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.....	124
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV.....	132

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο Μέρος 1 της εργασίας αυτής γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση της κατάστασης του τομέα του νερού σε παγκόσμιο και πανελλαδικό επίπεδο. Επίσης, καταγράφονται τα μέτρα εξοικονόμησης νερού στο γεωργικό, κτηνοτροφικό, αστικό και βιομηχανικό τομέα. Τα μέτρα αυτά μπορεί να είναι τεχνικά, διαχειριστικά, οικονομικά, νομικά και εκπαιδευτικά. Ο τομέας στον οποίο πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή είναι η γεωργία (άρδευση) καθώς αυτή αποτελεί το μεγαλύτερο καταναλωτή νερού παγκοσμίως αλλά και στη χώρα μας. Επίσης, είναι ένας τομέας με μεγάλα περιθώρια περαιτέρω εξοικονόμησης νερού, καθώς και σήμερα είναι πολλά τα δίκτυα μεταφοράς νερού που χάνουν τεράστιες ποσότητες νερού λόγω απωλειών και κακής διαχείρισης αλλά και εξακολουθούν να εφαρμόζονται αρδευτικές μέθοδοι που σπαταλούν πολύ νερό. Υιοθετώντας το βέλτιστο συνδυασμό τεχνικών αντί του παραδοσιακού η χρήση αρδευτικού νερού μπορεί να μειωθεί κατά 50%. Στον αστικό τομέα οι προσπάθειες εξοικονόμησης νερού μπορούν να γίνουν τόσο από τους πολίτες όσο και από τις επιχειρήσεις αλλά πολύ σημαντική είναι η δραστηριοποίηση της Πολιτείας, των δήμων και των εταιρειών ύδρευσης. Συγκεκριμένα, μεγάλο ποσοστό πόσιμου αστικού νερού χάνεται λόγω απαρχαιωμένων δικτύων ύδρευσης αλλά και οι μεγάλες ποσότητες επεξεργασμένου νερού από τις μονάδες βιολογικού καθαρισμού μένουν αναξιοποίητες. Επίσης, όπως αποδεικνύεται, πολύ σημαντικό ρόλο παίζει και η ενημέρωση των πολιτών σχετικά με την εξοικονόμηση νερού από τους παραπάνω φορείς συνδυασμένα μάλιστα με διάφορα ρυθμιστικά και οικονομικά μέτρα (είτε οικονομικές ελαφρύνσεις για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης είτε πρόστιμα στους σπάταλους). Η βιομηχανία είναι ένας τομέας που ίσως έχουν εφαρμοστεί πιο ευρέως μέτρα εξοικονόμησης νερού καθώς αυτό είναι ιδιαίτερα οικονομικά συμφέρον αλλά και πιο εύκολο να πραγματοποιηθεί. Ειδικότερα, σε πολλές βιομηχανικές διεργασίες μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί νερό. Τέλος, εξετάζονται η επαναχρησιμοποίηση του νερού, η αφαλάτωση και η συλλογή βρόχινου νερού ως ειδικές μέθοδοι εξοικονόμησης νερού.

Στο Μέρος 2 της εργασίας εξετάζεται η επιτόπου επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση του γκριζου νερού στις τουαλέτες και τους κήπους για κατοικίες και τουριστικά συγκροτήματα. Μετά από σύντομη αναφορά των διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας του γκριζου νερού, περιγράφεται το σύστημα επεξεργασίας που επιλέχθηκε: 1) δεξαμενή εξισορόπησης, 2) περιστρεφόμενος βιολογικός δίσκος (RBC), 3) δεξαμενή καθίζησης και 4) χλωρίωση. Στη συνέχεια, μέσω του υπολογιστικού προγράμματος EXCEL, δημιουργήθηκε μια φόρμα. Με τη βοήθεια παραμέτρων όπως συχνότητα, η διάρκεια χρήσης, η ροή κάθε υδραυλικής συσκευής, ο αριθμός ατόμων ανά κατοικία/δωμάτιο, η τιμολόγηση του νερού και άλλων υπολογίστηκαν τα εξής: i) η κατανομή χρήσεων νερού σε κατοικίες και τουριστικά συγκροτήματα, ii) η εξοικονόμηση νερού μέσω του συστήματος επαναχρησιμοποίησης, iii) τα κόστη και τα έσοδα και iv) η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης. Οι υπολογισμοί έγιναν ειδικά για τις κατοικίες στην Αθήνα και τα τουριστικά συγκροτήματα στην Πάρο. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η εξοικονόμηση νερού για τα διαμερίσματα στην Αθήνα κυμαίνεται μεταξύ 25-45% ενώ για τα τουριστικά συγκροτήματα είναι συνήθως ~ 35%. Η επένδυση γίνεται οικονομικά συμφέρουσα για πολυκατοικίες με 26 και άνω διαμερίσματα και για συγκροτήματα με 13 και άνω δωμάτια. Στην περίπτωση ύπαρξης επιδοτήσεων, τα τελευταία νούμερα γίνονται 12 και 10 αντίστοιχα.

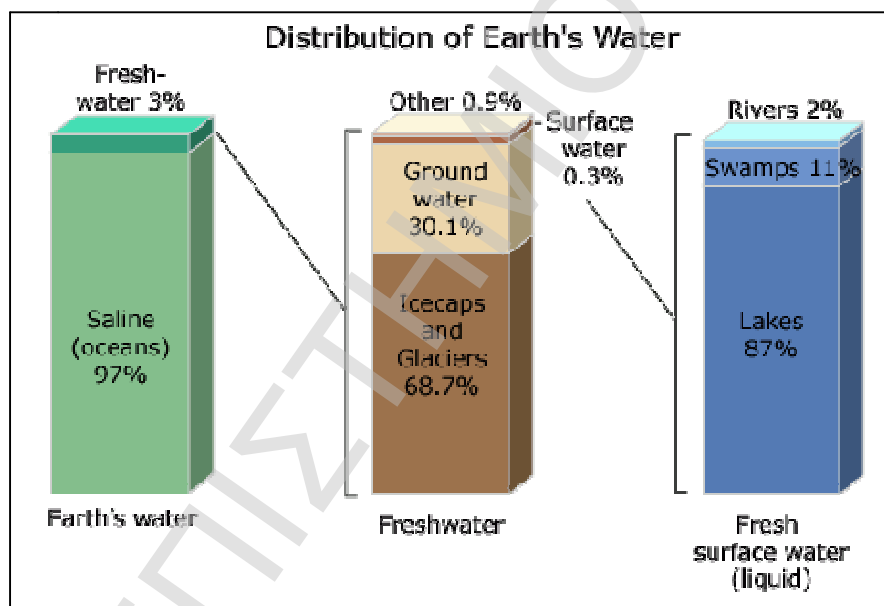


# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

### 1.1.1 Γενικά στοιχεία

Το νερό αποτελεί στοιχείο απαραίτητο για τη διατήρηση της ζωής πάνω στη γη. Το ίδιο το ανθρώπινο σώμα αποτελείται κατά 66% από νερό και ο ανθρώπινος εγκέφαλος κατά 75% από νερό. Επίσης, το νερό παίζει βασικό ρόλο στη ρύθμιση του κλίματος. Τέλος, 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 ποσότητά του πάνω στο κλειστό σύστημα της γης παραμένει σταθερή εδώ και εκατομμύρια χρόνια. Η κατανομή του νερού στη γη παρουσιάζεται στο παρακάτω 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 νερού στη γη. [5]

Τέλος, το νερό δεν ισοκατανέμεται στο χώρο και το χρόνο, δηλαδή κάποιες περιοχές χαρακτηρίζονται από πλούσια αποθέματα σε νερό ενώ άλλες είναι εντελώς ξηρές. Κάποιες εποχές υπάρχουν έντονες βροχοπτώσεις και άλλες όχι.

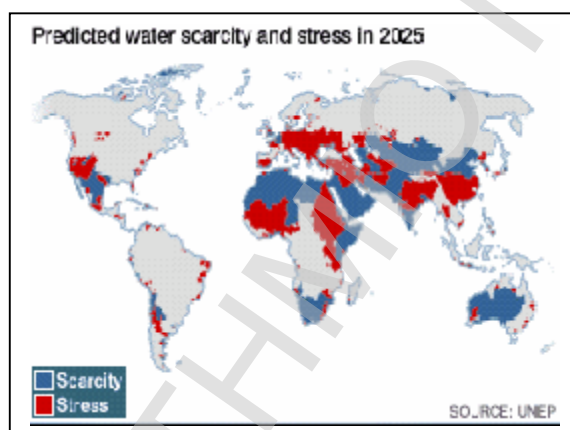
### 1.1.2 Το πρόβλημα του νερού

Το ένα τρίτο του παγκόσμιου πληθυσμού σήμερα αντιμετωπίζει προβλήματα σχετικά με την έλλειψη νερού και την υποβαθμισμένη ποιότητά του. Πιο συγκεκριμένα, πάνω από ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι στερούνται πρόσβασης σε ασφαλές πόσιμο νερό, πάνω από 2,4 δισεκατομμύρια ζουν σε συνθήκες ελλιπούς υγιεινής και 2,2 δισεκατομμύρια στις αναπτυσσόμενες χώρες και κυρίως παιδιά, πεθαίνουν από

αρρώστιες σχετικές με μολυσμένο νερό και ελλειψίες συνθήκες υγιεινής. Αξιοσημείωτο είναι ότι το 60% του παγκόσμιου «φτωχού σε νερό» πληθυσμού εντοπίζεται στη Μεσόγειο.

Επίσης μεγάλο είναι και το περιβαλλοντικό κόστος. Ειδικά για την Ευρώπη αναφέρεται ότι το ένα τέταρτο των ποταμών της είναι χαμηλής ή μέτριας ποιότητας, κάτι που έχει σοβαρές επιπτώσεις στα υδατικά οικοσυστήματα. Το 20% των επιφανειακών νερών της απειλείται σοβαρά με ρύπανση ενώ υπερεκμετάλλευση έχουν υποστεί οι υπόγειοι υδροφορείς στο 60% των αστικών και βιομηχανικών κέντρων καθώς και οι μισοί υγρότοποι της. Τέλος, το διαθέσιμο νερό στο ένα τέταρτο αγροτικής γης της ηπείρου έχει συγκεντρώσεις νιτρικών που υπερβαίνουν το καθορισμένο όριο για το πόσιμο νερό.

Οι προβλέψεις είναι οι πλέον δυσιόωνες τοποθετώντας το πρόβλημα του νερού στα σημαντικότερα για τις ερχόμενες δεκαετίες. Προβλέπεται ότι μέχρι το 2025 τα 2/3 του παγκόσμιου πληθυσμού θα αντιμετωπίζουν προβλήματα σχετικά με την έλλειψή του (Εικόνα 1).



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

### **1.1.3 Χρήσεις νερού**

#### *1.1.3.1 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 και 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.

#### *1.1.3.2 Κτηνοτροφικός τομέας*

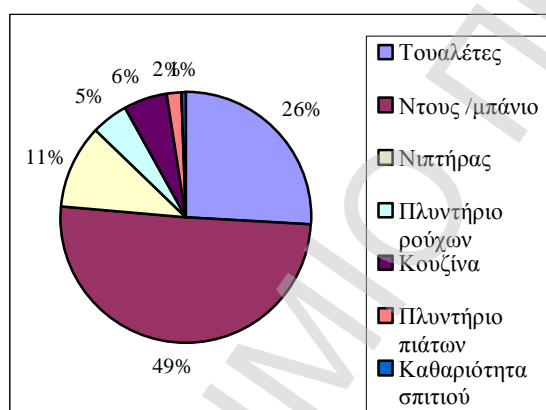
Στην κτηνοτροφία η άρδευση για παραγωγή ζωικής τροφής κατέχει το 90% της χρήσης νερού. Μάλιστα το νερό αυτό ίσως αποτελεί και το μεγαλύτερο ποσοστό του συνολικού αρδευτικού νερού μιας χώρας φτάνοντας και το 50% (περίπου 29% στην Αυστραλία). Το ποσοστό αυτό συνεχώς αυξάνεται καθώς η ζήτηση για κτηνοτροφικά 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 δρόσισμα των ζώων κλπ.

#### *1.1.3.3 Αστικός τομέας*

Η αστική χρήση νερού αναφέρεται στην κατανάλωση στα σπίτια, τα δημόσια κτίρια, τα κτίρια γραφείων, τα εμπορικά κέντρα, τα ξενοδοχεία, τα σχολεία, τα πανεπιστήμια και τα νοσοκομεία. 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 μαγείρεμα.

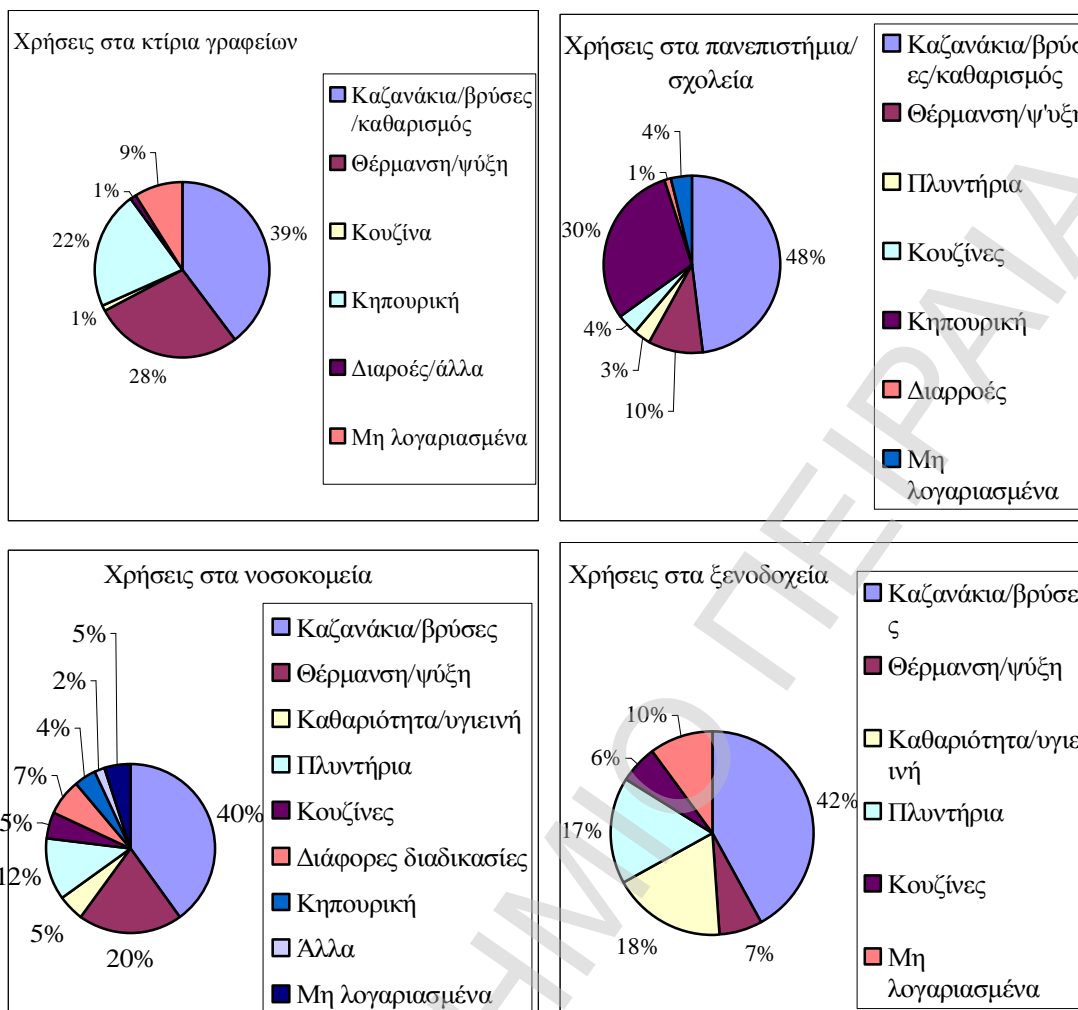
Όσον αφορά την κατανομή της κατανάλωσης νερού στις κατοικίες, τη συντριπτική ποσότητα νερού καταναλώνουν οι κήποι, εφόσον υπάρχουν. Η ακριβής τους κατανάλωση εξαρτάται από το κλίμα της περιοχής, την έκτασή τους κλπ. Επίσης σημειώνεται ότι το παρεχόμενο νερό είναι πολλές φορές κατά μέσο όρο 30-40% περισσότερο από αυτό που χρειάζονται τα φυτά. Η κατανομή των χρήσεων νερού στο εσωτερικό του σπιτιού, όπως υπολογίστηκε στο Μέρος 2 της παρούσας εργασίας, φαίνεται στο Διάγραμμα (1).



Διάγραμμα (1): Κατανομή χρήσεων νερού στα σπίτια

Η κατανομή κατανάλωσης νερού στα κτίρια γραφείων, ξενοδοχεία κλπ φαίνεται στα Διαγράμματα (2) έως (5). 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.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι σημαντικό ρόλο στην εξοικονόμηση νερού στον αστικό τομέα παίζουν οι δημοτικές αρχές και οι εταιρείες ύδρευσης – αποχέτευσης οι οποίες ωφελούνται κιάλας από 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 από αυτούς τους φορείς επηρεάζουν σημαντικά κάθε μετέπειτα προσπάθεια εξοικονόμησης στις πόλεις.



Διαγράμματα (2) – (5): Κατανομή κατανάλωσης νερού σε διάφορα κτίρια. [9].

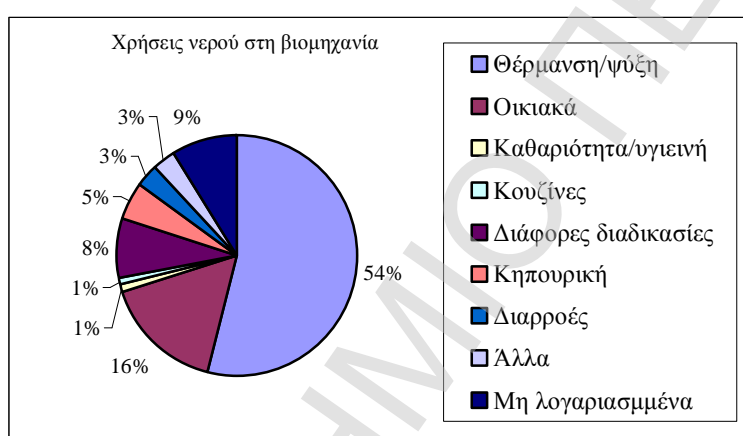
#### 1.1.3.4 Βιομηχανικός τομέας

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 βιομηχανικά 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 ασαλιού 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. Ένα ενδεικτικό υδατικό ισοζύγιο για τον τομέα των κατασκευών στη βιομηχανία παρουσιάζεται στο Διάγραμμα (6).

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. Παρόλα 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 αντίστοιχη στις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ιαπωνία και τη Γερμανία. Μάλιστα σημειώνεται ότι η Κίνα αποτελεί το μεγαλύτερο παραγωγό ατσαλιού παγκοσμίως (37% της παγκόσμιας παραγωγής).



Διάγραμμα (6): Κατανομή χρήσεων νερού στη βιομηχανία. [9]

## 1.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

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%.

### **1.2.1 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 υπάρχουσών 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 των 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)

### **1.2.2 Ανάπτυξη σχεδίου διαχείρισης των υδατικών πόρων**

Κατά την ανάπτυξη ενός σχεδίου εξοικονόμησης νερού πρέπει να ακολουθηθούν τα εξής βήματα:

- 1) Προσδιορισμός των στόχων του σχεδίου εξοικονόμησης. Αυτοί μπορεί να είναι η μείωση της χρήσης νερού, η παράταση ή ακύρωση έργων υδροληψίας και η καλύτερη αντιμετώπιση πιθανής επερχόμενης ξηρασίας.
- 2) *Επιθεωρήσεις*. Η αρχική επιθεώρηση και καταγραφή των χρήσεων νερού θα λειτουργήσει ως σημείο αναφοράς για τις μελλοντικές μετρήσεις ώστε να εκτιμηθεί η επιτευχθείσα πρόοδος και η προσέγγιση των στόχων. Κατά τη διάρκειά της συγκεντρώνονται στοιχεία για το υπολογισμένο και μη υπολογισμένο νερό. Το μη υπολογισμένο νερό περιλαμβάνει το νερό που μετράται αλλά δεν κοστολογείται και το νερό που δε μετράται. Το μη μετρούμενο νερό αφορά στις εξουσιοδοτημένες χρήσεις όπως η κατάσβεση πυρκαγιών καθώς και στις μη εξουσιοδοτημένες όπως απώλειες λόγω λογιστικών λαθών, κλοπές, ανακριβή όργανα και διαρροές. Οι εταιρείες ύδρευσης/ οργανισμοί θα πρέπει να καταβάλουν κάθε προσπάθεια να ελαχιστοποιήσουν την ποσότητα του μη μετρούμενου και «παράνομου» νερού. Επίσης, η επιθεώρηση θα πρέπει να παρέχει πληροφόρηση σχετικά με το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά του εξυπηρετούμενου πληθυσμού, κάποιες γεωγραφικές παραμέτρους, τον αριθμό των συνολικών και των μετρημένων συνδέσεων καθώς και τη μέση και μέγιστη ζήτηση. Τέλος, πρέπει να αναφερθούν οι συνθήκες που ενδέχεται να επηρεάσουν το όλο σύστημα και το σχέδιο εξοικονόμησης.  
Αν πρόκειται για συγκεκριμένη εγκατάσταση, όπως είναι μια βιομηχανική, κατά την επιθεώρηση θα πρέπει να μελετηθεί και η λειτουργία της εγκατάστασης, να καταγραφούν οι διαδικασίες και ειδικά εκείνες όπου χρησιμοποιείται νερό, ο εξοπλισμός και τα υδραυλικά συστήματα.
- 3) Εκτίμηση της *μελλοντικής ζήτησης*.
- 4) Προσδιορισμός και επιλογή *πιθανών μέτρων εξοικονόμησης*.
- 5) Ανάπτυξη και παρουσίαση της *στρατηγικής πραγματοποίησης του σχεδίου*.

### 1.2.3 Εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης

Η εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και είναι ευθύνη της πολιτείας, των πολιτών, των επιχειρήσεων ή και συνδυασμών των προηγούμενων. Απαραίτητη και πρωταρχική προϋπόθεση αποτελεί η σωστή και επαρκής *ενημέρωση* του κοινού τόσο για το πρόβλημα λειψυδρίας του σύγχρονου κόσμου όσο και για τους τρόπους εξοικονόμησης νερού που υπάρχουν ώστε αυτό να αντιμετωπισθεί. Από εκεί και πέρα τα κίνητρα για την υιοθέτηση των τρόπων εξοικονόμησης μπορεί να είναι περιβαλλοντικά, διαφημιστικά, οικονομικά ή ακόμα και ζήτημα επιβίωσης (ειδικά για περιοχές με σοβαρό πρόβλημα λειψυδρίας).

Πάντως πρέπει να σημειωθεί ότι ο οικονομικός παράγοντας αποτελεί πολλές φορές αντικίνητρο για την εφαρμογή μιας τεχνικής εξοικονόμησης λόγω του μεγάλου κόστους αυτής. Ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης εξαρτάται από το κόστος του απαιτούμενου εξοπλισμού, το κόστος εγκατάστασης, τις τιμολογήσεις των εταιρειών παροχής νερού και επεξεργασίας λυμάτων καθώς και από τον όγκο του χρησιμοποιούμενου νερού. Οι ενδιαρμοί αυτοί μπορούν να ξεπεραστούν με κατάλληλες ρυθμίσεις των τιμών της αγοράς, επιδοτήσεις, άλλες οικονομικές διευκολύνσεις αλλά και νομοθετικές ρυθμίσεις όπου χρειάζεται.



## Αναφορές :

1. [http://www.planbleu.org/publications/atelier\\_eau\\_saragosse/Synthese\\_rapport\\_eau\\_virtuelle\\_EN.pdf](http://www.planbleu.org/publications/atelier_eau_saragosse/Synthese_rapport_eau_virtuelle_EN.pdf)
2. <http://www.iwahq.org.uk>
3. [http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water\\_saving\\_1.pdf](http://ec.europa.eu/environment/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://www.public.iastate.edu/~mjones99/lesson1.pdf>
7. <http://www.euwi.net/>
8. <http://www.savewater.com.au>
9. [www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf](http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf)
10. <http://www.steelonthenet.com/ISSB/Review-02-08.pdf>
11. [http://www.gmes-geoland.info/events/download/08-OWSW-geoland-WaterSoilMalmberg\\_OpenDay2-I2-01.pdf](http://www.gmes-geoland.info/events/download/08-OWSW-geoland-WaterSoilMalmberg_OpenDay2-I2-01.pdf)
12. <http://www.unep.org/GEO/geo3/english/266.htm>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Η ΕΙΚΟΝΑ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΥΔΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

#### 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, στην Κύπρο 498 και στην Αίγυπτο 51mm/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 Αραχθού 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 Λαγκαδά κλπ).

#### 2.2 Γενικά στοιχεία χρήσης νερού

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 στην υπερκατανάλωση στην ελληνική γεωργία. Η ετήσια κατά κεφαλή κατανάλωση νερού (800 m<sup>3</sup>) είναι κατά 200 κ.μ. υψηλότερη από το μέσο όρο της ΕΕ (600m<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.

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.

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 Ελλάδα	Ενεργειακή	19,8	0,29

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

Στο Παράρτημα I (Διαγράμματα (7) έως (10)) παρουσιάζεται η αστική, αγροτική, ενεργειακή και βιομηχανική ζήτηση στα υδατικά διαμερίσματα. Επίσης παρατίθεται η ενδεικτική σύγκριση της προσφοράς και της ζήτησης ανά υδατικό διαμέρισμα (Πίνακας (9)).

### 2.2.1 Αγροτική χρήση

Η γεωργία καταναλώνει το 86% του χρησιμοποιούμενου νερού στη 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 (% επί 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, λιπάσματα, γεωργικά κατάλοιπα, κ.ά.) 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 έρχεται 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 πανελληνίας αστικής ζήτησης και το 5,3% της πανελληνίας συνολικής ζήτησης νερού. Μια σειρά έργων (φράγμα Μαραθώνα, δέσμευση νερών λίμνης Υλίκης καθώς και ποταμών Μόρνου και Εύηνου) μπορούν να φέρνουν 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 και στα άλλα κτίρια.
- Υπερκατανάλωση. Θέτοντας 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 1993. Τότε η κατανάλωση νερού είχε μειωθεί κατά 26,5% σε σχέση με το 1991, ως αποτέλεσμα της καμπάνιας ευαισθητοποίησης και πληροφόρησης ενώπιον του κινδύνου της λειψυδρίας τα έτη 1992- 1993. Η κατανάλωση του νερού έφτασε ξανά στο επίπεδο του 1991 το 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.
- Ξηρασία. Η στάθμη των ταμιευτήρων που υδροδοτούν την Αττική μειώνεται επικίνδυνα.

- Συνεχής υποβάθμιση των υπόγειων υδάτων της Αττικής. Πλέον δεν είναι κατάλληλα όχι μόνο για πόση αλλά και για άρδευση.

## 2.3 Διαχείριση των υδατικών πόρων

### 2.3.1 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.

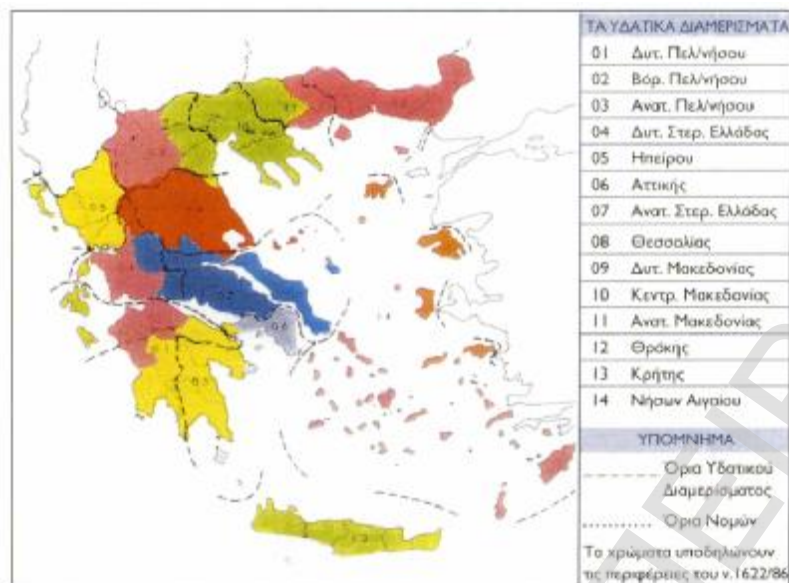
Άλλοι εμπλεκόμενοι φορείς σε θέματα υδατικής διαχείρισης είναι οι:

- Υπουργείο Ανάπτυξης: Γενική Δ/ση Φυσικού Πλούτου - Δ/ση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων.
- Υπουργείο Γεωργίας : 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 καταναμημένα 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 και 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 στο Χάρτη (1).



Χάρτης (1): Υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας. [12]

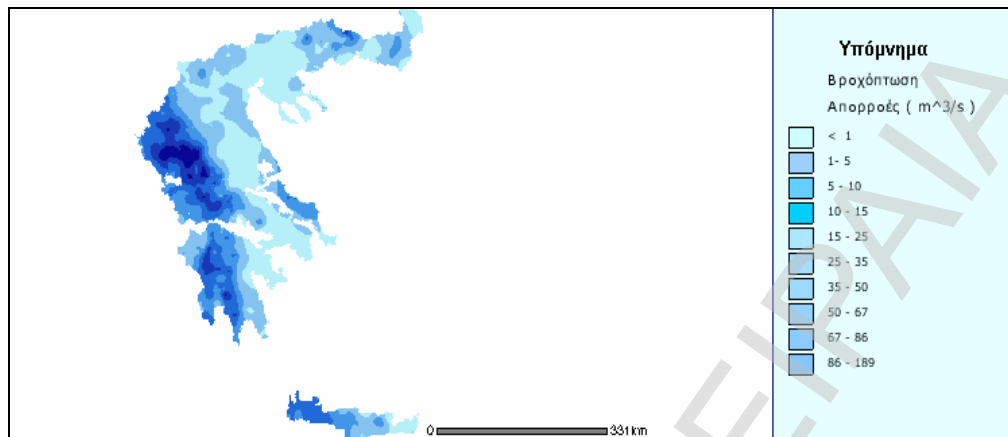
Παρά τις προσπάθειες που έχουν γίνει προς τη συμμόρφωση με την παραπάνω Οδηγία, η Ελλάδα είναι από τις τελευταίες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που καθυστερεί στην εφαρμογή της, με αποτέλεσμα να υφίσταται και να απειλείται με διάφορες κυρώσεις.

### 2.3.2 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:

- **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 στο Χάρτη (2). Οι τιμές στο χάρτη αυτό είναι μέσες ενδεικτικές τιμές μιας τριανταετίας (1960-1990).
- **Η ανομοιόμορφη κατανομή των υδατικών πόρων στο χρόνο,** με μεγάλη συγκέντρωση βροχοπτώσεων κατά τη χειμερινή περίοδο. Στη 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 της προσφοράς.** Ο άξονας Θεσσαλονίκη – Αθήνα - Πάτρα, που παρουσιάζει

τη μεγαλύτερη συγκέντρωση πληθυσμού και δραστηριοτήτων, δεν διαθέτει σημαντικούς υδατικούς πόρους.



Χάρτης (2): Κατανομή απορροής στον ελλαδικό χώρο. [6]

- **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 διάταξη, επιφανειακή απορροή μικρής διάρκειας, αυξημένη κατείδουση και συχνά πλημμυρικά φαινόμενα.
- **Η εξάρτηση της βόρειας Ελλάδας από τις επιφανειακές απορροές ποταμών που προέρχονται από γειτονικά κράτη** (περίπου 13 hm<sup>3</sup>/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.
- **Το μεγάλο ανάπτυγμα ακτών** (15.021 km) σε συνδυασμό με τη λιθολογική σύσταση των πετρωμάτων, που συντείνει, λόγω της εντατικής εκμετάλλευσης παράκτιων υδροφορέων, στην υφαλμύρινσή τους.
- **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 αυτομάτων 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, ο 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 τη διεξαγωγή τέτοιων ελέγχων.



### 2.3.3 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 των υδάτων. Περίπου 17 % των πόρων στοχεύουν τις αστικές υποδομές (ύδρευση και υγρά απόβλητα). Τελικά μόνο το 15% αφορά ουσιαστικά τη 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 Υπάιθρου» και «Ανταγωνιστικότητα» καθώς και στα πλαίσια των 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 το 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 II (Πίνακας (10)).

#### Αναφορές :

1. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία
2. Σκουλικίδης, Ν. (1997). Η περιβαλλοντική κατάσταση των ελληνικών ποταμών; Βιώσιμη Ανάπτυξη με την περιβαλλοντική αγωγή. Ειδική έκδοση. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Αιτωλοακαρνανίας – ΥΠΕΧΩΔΕ (<http://www.rivernet.gr/ellinikapotamia/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://www.wwf.gr/images/stories/docs/Gi\\_Ydor/05nov3%20gi&idor%20maragou.pdf](http://www.wwf.gr/images/stories/docs/Gi_Ydor/05nov3%20gi&idor%20maragou.pdf)

9. <http://www.ecotec.gr/printArticle.php?ID=99>
10. <http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.home&cfid=614321&cftoken=cefd16a75c09d5c9-3B24A7F7-915D-B634-C133A2ABE011B81D>
11. [http://www.greenpage.gr/blue\\_spatiali\\_nerou.htm](http://www.greenpage.gr/blue_spatiali_nerou.htm)
12. ΕΠΠΑΑ: Στρατηγική εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων επιχειρησιακού προγράμματος Περιβάλλον & Αειφόρος Ανάπτυξη 2007-2013. Αθήνα, Μάρτιος 2007.
13. [http://www.vrc.gr/browse\\_el/ShowService.aspx?id=72](http://www.vrc.gr/browse_el/ShowService.aspx?id=72)
14. <http://www.ecotec.gr/article.php?ID=105>
15. [http://www.leader-plus.gr/documents/Operational\\_programme\\_review.pdf](http://www.leader-plus.gr/documents/Operational_programme_review.pdf)
16. [http://www.minagric.gr/greek/agro\\_pol/PEZAROS/WP\\_4\\_2004.htm](http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/PEZAROS/WP_4_2004.htm)
17. [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)
18. [www.watersave.gr](http://www.watersave.gr)
19. <http://www.greenpeace.org/greece/137368/137396/138612>
20. [http://www.plant-management.gr/downloads/epper\\_2000-2006.doc](http://www.plant-management.gr/downloads/epper_2000-2006.doc)
21. [http://www.itia.ntua.gr/getfile/720/1/Smo\\_teyx2ekd3.pdf](http://www.itia.ntua.gr/getfile/720/1/Smo_teyx2ekd3.pdf)
22. [http://ec.europa.eu/environment/life/countries/documents/greece\\_gr\\_oct06.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/countries/documents/greece_gr_oct06.pdf)
23. [http://www.medwet.org/medwetnew/en/03.PROJECTS/03.proj\\_14wmp02.htm](http://www.medwet.org/medwetnew/en/03.PROJECTS/03.proj_14wmp02.htm)
24. <http://www.epper.gr/ep.htm>
25. <http://www.epper.gr/documents/ergametro.xls>
26. [http://www.wwf.gr/images/stories/docs/Gi\\_Ydor/05nov3%20gi&idor%20lazarou.pdf](http://www.wwf.gr/images/stories/docs/Gi_Ydor/05nov3%20gi&idor%20lazarou.pdf)
27. [http://www.minenv.gr/pinios\\_river.html](http://www.minenv.gr/pinios_river.html)
28. [http://www.wwf.gr/images/stories/docs/Gi\\_Ydor/05nov3%20gi&idor%20liarios.pdf](http://www.wwf.gr/images/stories/docs/Gi_Ydor/05nov3%20gi&idor%20liarios.pdf)
29. [http://www.ekby.gr/ekby/el/ECOS-Ouverture\\_main\\_el.html](http://www.ekby.gr/ekby/el/ECOS-Ouverture_main_el.html)

30. [http://www.ekby.gr/ekby/el/StrymonWeb/Strymon\\_first.htm](http://www.ekby.gr/ekby/el/StrymonWeb/Strymon_first.htm)
31. [http://www.crete-region.gr/greek/programs/CRINNO/BEWARE/beware\\_pres\\_gr.htm](http://www.crete-region.gr/greek/programs/CRINNO/BEWARE/beware_pres_gr.htm)
32. <http://www.uni-muenster.de/Umweltforschung/medis/index.html>
33. <http://www.ogeeka-dimitra.org.gr/enimerosi/orizontia.htm>
34. [http://www.eydap.gr/index.asp?a\\_id=45](http://www.eydap.gr/index.asp?a_id=45)
35. [http://www.pakoe.gr/profile\\_gr/index2.htm](http://www.pakoe.gr/profile_gr/index2.htm)
36. Γιακουμάκης Σ., Μέθοδοι ελέγχου των διαρροών στα δίκτυα ύδρευσης. Συμπόσιο «Αιγαίο – Νερό – Βιώσιμη Ανάπτυξη». Πάρος 2001. ([http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros\\_papers/giakoumakis\\_s.pdf](http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/giakoumakis_s.pdf))
37. Τσιφτής Ε., Αντιμετώπιση υδρευτικών προβλημάτων των νησιών του Αιγαίου. Συμπόσιο «Αιγαίο – Νερό – Βιώσιμη Ανάπτυξη». Πάρος 2001. ([http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros\\_papers/tsiftsis\\_e.pdf](http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/tsiftsis_e.pdf))
38. [http://www.skai.gr/master\\_story.php?id=83376](http://www.skai.gr/master_story.php?id=83376)
39. [http://www.skai.gr/master\\_dialogos.php?id=82658](http://www.skai.gr/master_dialogos.php?id=82658)
40. [http://www.skai.gr/master\\_avod.php?id=84031](http://www.skai.gr/master_avod.php?id=84031)
41. [http://biologion.blogspot.com/2008/06/blog-post\\_02.html](http://biologion.blogspot.com/2008/06/blog-post_02.html)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

#### 3.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

##### 3.1.1 Μεταφορά και διανομή του νερού

Ο τύπος του δικτύου διανομής έχει σημαντική επίπτωση στη συνολική απόδοση του αρδευτικού συστήματος. Ακόμα όμως και για τον ίδιο τύπο δικτύου διανομής, οι τιμές μπορεί να διαφέρουν πολύ μεταξύ τους από τη μια περιοχή στην άλλη και από το ένα δίκτυο στο άλλο. Οι απώλειες οφείλονται κυρίως στη διήθηση του νερού στον πάτο και τα τοιχώματα των καναλιών, σε διαρροές και σε κακή λειτουργία και διαχείριση του δικτύου. Οι απώλειες λόγω εξάτμισης είναι μόνο το 1% περίπου του αρχικού όγκου νερού που ελευθερώθηκε. Πάντως, πρέπει να σημειωθεί ότι ένα σύστημα μεταφοράς με ελάχιστες απώλειες μπορεί συνολικά να μην είναι καθόλου αποδοτικό αν η χρονική συχνότητα που γίνεται η διανομή του νερού στην καλλιέργεια είναι τέτοια ώστε πολύ λίγο νερό να μπορεί πραγματικά να χρησιμοποιηθεί. Τρόποι εξοικονόμησης νερού κατά τις διαδικασίες μεταφοράς, διανομής ή αποθήκευσής του παρουσιάζονται παρακάτω:

**Μη επενδυμένα κανάλια** – Τα μη επενδυμένα χωμάτινα κανάλια είναι ο λιγότερο αποδοτικός τρόπος διανομής του νερού καθώς οι απώλειες λόγω διήθησης του νερού και διαρροών κυμαίνονται από 20 έως και 50% του αρχικού όγκου. Η μέση απόδοση μεταφοράς για ένα επαρκώς συντηρημένο χωμάτινο κανάλι μεσαίου μήκους (200-2000 μέτρα) είναι 75%. Στην Ελλάδα η μέση απόδοση μεταφοράς χωμάτινων καναλιών είναι 65%. Στην περίπτωση όμως που το χώμα (υψηλής ή μέτριας ποιότητας) στα κανάλια συμπιέστεί και υπάρχει σωστή συντήρηση και σχεδιασμός αυτών, οι απώλειες λόγω διαρροών μπορεί να μειωθούν στα ίδια περίπου επίπεδα με εκείνα των τσιμεντένιων καναλιών. Παρόλα αυτά, είναι απαραίτητη η σωστή και τακτική συντήρηση για να παραμείνουν χαμηλές οι απώλειες αυτές.

**Επενδυμένα κανάλια** – Στην περίπτωση που τα χωμάτινα κανάλια επενδυθούν με αδιάβροχα υλικά η μεταφορική απόδοση μπορεί να φτάσει και το 95%. Στην Ελλάδα η μέση απόδοση μεταφοράς για τα επενδυμένα κανάλια είναι 80%. Τα κύρια είδη επένδυσης είναι:

- 1) Πλακάκια ή άλλα σκληρά επενδυτικά υλικά, όπως είναι τα διάφορα είδη τσιμέντου, η άσφαλτος και τα τούβλα. Η επένδυση με τσιμέντο μειώνει κατά 70% τις διαρροές.
- 2) Επιφανειακές επενδύσεις με μεμβράνη, όπως ασφαλτωμένες μεμβράνες ή πλαστικά και συνθετικά λαστιχένια φιλμ. Οι διαρροές μειώνονται κατά 90%.
- 3) Θαμμένες επενδύσεις με μεμβράνη, όπως προκατασκευασμένες ασφαλτωμένες μεμβράνες, πλαστικά και συνθετικά λαστιχένια φιλμ και μεμβράνες από μπεντονίτη. Το σκυρόδεμα σε συνδυασμό με θαμμένες μεμβράνες συντελεί σε μείωση των διαρροών κατά 95%.
- 4) Πολυακρυλαμίδια. Οι διαρροές μπορεί να μειωθούν έως και 60% προσθέτοντας πολυακρυλαμίδια.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα παλαιά επενδυμένα κανάλια με κατεστραμμένες ενώσεις και κακή συντήρηση μπορεί να είναι το ίδιο αναποτελεσματικά με τα μη επενδυμένα. Παράλληλα και σε αυτό το είδος δικτύων εξακολουθούν να υπάρχουν απώλειες λόγω εξάτμισης. Τέλος, το κόστος εγκατάστασης είναι αρκετά μεγάλο.

**Θαμμένοι σωλήνες** – Τα συστήματα διανομής με σωλήνες μεταφέρουν το νερό μέσω της άντλησης ή μέσω της βαρύτητας. Αποτελούνται από θαμμένους ή επιφανειακούς σωλήνες ή και τα δύο και συνήθως χρησιμοποιούνται για να αντικαταστήσουν μικρά κανάλια. Η απόδοση μεταφοράς με τη χρήση τους, στη θέση των χωμάτων ή μη επενδυμένων χαντακιών, αυξάνεται κατά περίπου 20%. Για τα περισσότερα συστήματα με θαμμένους σωλήνες η απόδοση μεταφοράς κυμαίνεται από 90 έως 100% καθιστώντας τα τα πιο αποτελεσματικά συστήματα διανομής καθώς εξαλείφονται και οι διαρροές και οι απώλειες λόγω εξάτμισης. Στην Ελλάδα η μέση απόδοση μεταφοράς για τα συστήματα αυτά είναι 95%. Οι κύριες δυσκολίες για την αντικατάσταση των καναλιών από τους σωλήνες είναι το κόστος και η χωρητικότητα. Όσο μικρότερη είναι η χωρητικότητα ενός καναλιού τόσο πιθανότερη είναι η αντικατάστασή του από σωλήνες. Τέλος, και για το σύστημα αυτό απαραίτητη είναι η καλή συντήρηση και επιδιόρθωση των ρωγμών.

**Επιτόπια αποθηκευτικά συστήματα** – Εξοικονόμηση νερού μπορεί να επιτευχθεί και με την αποθήκευση υπόγειου και επιφανειακού νερού σε ταμιευτήρες και γούρνες στην περιοχή της καλλιέργειας. Το σύστημα αυτό επιτρέπει στους αγρότες να κανονίζουν καλύτερα το χρόνο και την ποσότητα ποτίσματος σύμφωνα με κάποιο πρόγραμμα άρδευσης αντί να στηρίζονται στην προκαθορισμένη διανομή του νερού, εξοικονομώντας έτσι νερό. Παρόλα αυτά, οι ταμιευτήρες μπορεί να παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες λόγω εξάτμισης ή διαρροών. Οι τελευταίες αντιμετωπίζονται χρησιμοποιώντας τα ίδια επενδυτικά υλικά όπως και στα χαντάκια αλλά και με σωστή συντήρηση, ενώ για τη μείωση της εξάτμισης υπάρχουν οι παρακάτω τρόποι αντιμετώπισης:

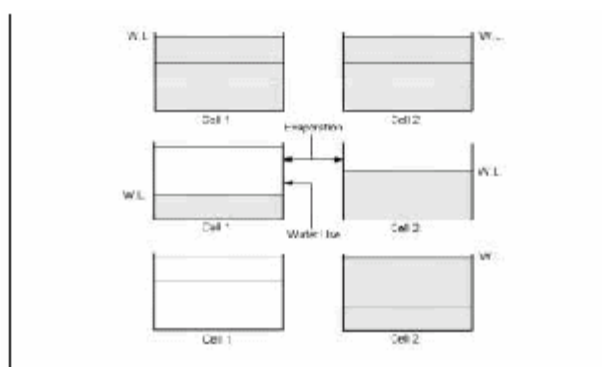
- 1) Χημικά μονομοριακά στρώματα (monolayers). Οι ουσίες αυτές εξαπλώνονται στην επιφάνεια του νερού σχηματίζοντας μια στρώση πάχους ενός μορίου και εμποδίζουν τη μεταφορά του νερού ως ατμό στην ατμόσφαιρα ενώ η μεταφορά άλλων αερίων όπως το οξυγόνο ή το διοξείδιο του άνθρακα επηρεάζονται ελάχιστα. Η απόδοση των μονομοριακών στρωμάτων σε μεγάλους ταμιευτήρες και για ταχύτητες ανέμων μικρότερες από 8χλμ/ώρα φτάνει και το 40% αλλά σε δυνατούς ανέμους μειώνεται στο 20% περίπου. Παρότι μπορούν να εξαπλωθούν ξανά σε περίπτωση που έχουν πάθει ζημιά, δε μπορούν να ανακτηθούν αν έχουν επικαθήσει στις όχθες και επίσης είναι βιοαποικοδομήσιμοι. Έτσι, για να είναι αποδοτικοί, πρέπει να εφαρμόζονται ξανά κάθε 1 με 4 μέρες. Το αρχικό κόστος τους είναι μικρότερο από αυτό των καλυμμάτων αλλά τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης είναι μεγαλύτερα και εξαρτώνται από την απαιτούμενη δόση και τη συχνότητα εφαρμογής. Η χρήση μονομοριακών στρωμάτων ενδείκνυται σε περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές καθώς έχει τη μικρότερη περιβαλλοντική επίπτωση.
- 2) Καλύμματα. Μπορεί να είναι στηριζόμενα πάνω από τους ταμιευτήρες ή να επιπλέουν. Τα στηριζόμενα καλύμματα προστατεύουν από τον ήλιο, ανάλογα και με τη διαφάνεια τους, αλλά δεν εμποδίζουν τόσο τον άνεμο. Συνήθως προτιμώνται σε μικρούς ταμιευτήρες όπου οι μικρές αποστάσεις επιτρέπουν

την καλή στήριξή τους. Τα επιπλέοντα καλύμματα εμποδίζουν την εξάτμιση πιο αποτελεσματικά και συνήθως αποτελούνται από υλικά όπως πολυαιθυλένιο, πολυστυρόλιο, κεριά και αφρώδη υλικά. Η αποτελεσματικότητα των καλυμμάτων στη μείωση της εξάτμισης εξαρτάται από τα χρησιμοποιούμενα υλικά και την έκταση που καλύπτεται. Η εξάτμιση μπορεί να μειωθεί έως και κατά 95%. Στοιχεία στα οποία πρέπει να δίνεται προσοχή είναι το ποσοστό κάλυψης του ταμιευτήρα, η ανθεκτικότητα του καλύμματος, η ανακλαστικότητα του, η σταθερότητα της στήριξης, η δυνατότητα εισόδου της βροχής στον ταμιευτήρα και ο μερικός αερισμός του αποφεύγοντας την πλήρη κάλυψή του, καθώς το αντίθετο θα οδηγήσει σε υποβάθμιση της ποιότητας του νερού. Η μέθοδος αυτή έχει μεγάλο κόστος.



- 3) Κατασκευές που εμποδίζουν τον άνεμο. Συνήθως είναι δέντρα που φυτεύονται είτε στις όχθες του ταμιευτήρα είτε σε ειδικές νησίδες μέσα σε αυτόν. Η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται από μικρή μείωση της εξάτμισης, κατά μέσο όρο κάτω του 10%. Στην καλύτερη περίπτωση μπορεί να φτάσει το 20% και αυτό όχι σε όλη την επιφάνεια του ταμιευτήρα. Το ποσοστό μείωσης της εξάτμισης μέσω της χρήσης ανεμοφραχτών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως από το λόγο της απόστασης από τον ανεμοφράχτη προς το ύψος αυτού, την πυκνότητα δενδροφύτευσης και τη γωνία του εμποδίου με τη διεύθυνση του ανέμου. Προσοχή πρέπει να δίνεται ώστε τα δέντρα να μη φυτεύονται πολύ κοντά στις όχθες γιατί μπορεί οι ρίζες τους να παρεμποδίζουν την ομαλή άντληση.

- 4) Ελαχιστοποίηση της επιφάνειας του υδάτινου συλλέκτη. Αποτελεί τον πιο άμεσο τρόπο μείωσης της εξάτμισης και συνήθως επιτυγχάνεται κτίζοντας το συλλέκτη όσο πιο βαθύ γίνεται για δεδομένο όγκο νερού. Μια άλλη εναλλακτική είναι η κατασκευή κελιών στο συλλέκτη. Στην περίπτωση δύο κελιών για παράδειγμα, το νερό



Εικόνα (2): Ελαχιστοποίηση της υδάτινης επιφάνειας του συλλέκτη

που χρειάζεται αντλείται από το ένα κελί και, όταν είναι εφικτό, το υπόλοιπο νερό του κελιού μεταφέρεται στο άλλο, μειώνοντας έτσι τη συνολική επιφάνεια (Εικόνα (2)). Ο αριθμός των κελιών καθορίζεται από το κόστος και την προβλεπόμενη υδατική διαχείριση. Η απόδοση της μεθόδου εξαρτάται από το ποσοστό μείωσης της υδάτινης επιφάνειας.

**Χρήση εξελιγμένων τεχνολογικών συστημάτων** για τη βελτιστοποίηση της διανομής νερού - Οι πύλες των καναλιών διανομής συνδέονται ηλεκτρονικά μέσω ασύρματης τηλεμετρίας με κατάλληλο υπολογιστικό λογισμικό. Στη συνέχεια, ανάλογα με τις υπολογισμένες ανάγκες, γίνεται η κατάλληλη διοχέτευση νερού. Έτσι ο χειρισμός του δικτύου μπορεί να γίνεται από απόσταση και με δυναμικό τρόπο, εξοικονομώντας νερό. Το σύστημα αυτό είναι ακριβό και βρίσκεται ακόμη σε πιλοτικό στάδιο εφαρμογής.

### 3.1.2 Αρδευτικές μέθοδοι

Η απόδοση των διαφόρων μεθόδων άρδευσης όσον αφορά στη χρήση του νερού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η στρατηγική διαχείρισης, το κλίμα, η διαθεσιμότητα του νερού, ο τύπος χώματος, η υγρασία του πριν την άρδευση, το είδος της καλλιέργειας και η ποιότητα του αρδευτικού νερού. Έτσι είναι λίγο δύσκολο να προσδιοριστεί με ακρίβεια.

**Επιφανειακή άρδευση** – Αποτελεί μία από τις παλαιότερες και συνηθέστερες μεθόδους άρδευσης όπου το νερό ρέει μέσα σε αυλάκια ανάμεσα στα φυτά ή πλημμυρίζει όλο το χωράφι. Αν και είναι οικονομική και απλή μέθοδος, η απόδοσή της είναι κατά μέσο όρο κάτω από 60%, υπολογιζόμενη ως το γινόμενο των επιμέρους αποδόσεων της μεταφοράς (συνήθως κανάλια από μπετό), της διανομής και της εφαρμογής του νερού στην καλλιέργεια. Σχεδόν το μισό νερό χάνεται καθώς μαζεύεται στις άκρες της καλλιέργειας λόγω μεγάλης ανομοιομορφίας της κατανομής του που κυμαίνεται μεταξύ 60-90%. Επίσης, εξαιτίας της πλημμυρικής φύσης της μεθόδου, ευνοείται η βαθιά αποστράγγιση. Έτσι το νερό που διοχετεύεται συνήθως για επιφανειακή άρδευση είναι πολύ περισσότερο από το πραγματικά χρειαζούμενο, γεγονός που εντείνει τη σπατάλη. Πάντως οι απώλειες λόγω εξάτμισης είναι μικρότερες από ότι στις ψεκαστικές μεθόδους.



Ορισμένες τεχνικές εξοικονόμησης νερού στην επιφανειακή άρδευση είναι οι εξής:

- 1) Ισοπεδώσεις των χωραφιών (leveling of fields). Κατά την πλημμυρική άρδευση, η χρήση συστημάτων ισοπέδωσης που, κατά προτίμηση, χρησιμοποιούν ακτίνες λέιζερ για τον ακριβή προσδιορισμό της επίπεδης επιφάνειας, βοηθά στην ομοιόμορφη ροή του νερού σε όλη την επιφάνεια του χωραφιού. Η εξοικονόμηση νερού αυξάνεται κατά 35% ενώ το κόστος είναι σχετικά μικρό.
- 2) Άρδευση με περιοδική παροχή νερού (Surge flow irrigation). Ενώ στην παραδοσιακή πλημμυρική άρδευση το νερό απλά διοχετεύεται στο χωράφι, στην περιοδική άρδευση η διοχέτευση γίνεται κατά προκαθορισμένα διαστήματα. Παράλληλα οι σωλήνες διοχέτευσης του νερού αποτραβιούνται νωρίτερα ώστε να αποφευχθεί η βαθιά αποστράγγιση και η ανεπιθύμητη απορροή. Με τους απλούς και οικονομικούς αυτούς τρόπους βελτιώνεται η απόδοση της μεθόδου μέχρι και κατά 35%.

- 3) Συγκράτηση της απορροής σε γούρνες και επαναχρησιμοποίησή της στην επόμενη άρδευση. Αυξάνει την αρδευτική απόδοση κατά περίπου 10% και συχνά αποτελεί πιο εφικτή λύση για αποδοτική άρδευση από την αύξηση της εργατικής δουλειας.
- 4) Άρδευση σε κάθε δεύτερο αυλάκι (every – other – furrow irrigation). Το νερό διοχετεύεται στη μία μόνο πλευρά της κάθε φυτεμένης σειράς. Η τεχνική αυτή ενδείκνυται σε χώματα με υψηλά ποσοστά διείσδυσης νερού και μικρή κατακράτηση νερού, ενώ δε συνιστάται σε απότομες πλαγιές. Επίσης η απόσταση μεταξύ των αρδευόμενων αυλακιών δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλη ώστε να μη μένουν σημεία ξερά και απότιστα. Η χρήση του νερού μειώνεται με τον τρόπο αυτό κατά 20-30%.

**Τεχνητή βροχή** – Μπορεί να είναι μακριοί σωλήνες με ψεκαστήρες κατά μήκος τους, κεντρικώς περιστρεφόμενα (center pivot) ή παραπλευρώς κινούμενα μηχανήματα (lateral move machines). Οι ψεκαστήρες λειτουργούν εκτοξεύοντας νερό στον αέρα, συνήθως σε προκαθορισμένη συχνότητα και ποσότητα που εξαρτάται από το μέγεθος του στομίου του ψεκαστήρα και την πίεση του νερού. Ο όγκος νερού που φτάνει στο έδαφος εξαρτάται από την ταχύτητα κίνησης των μηχανημάτων, αν πρόκειται για κινούμενα.

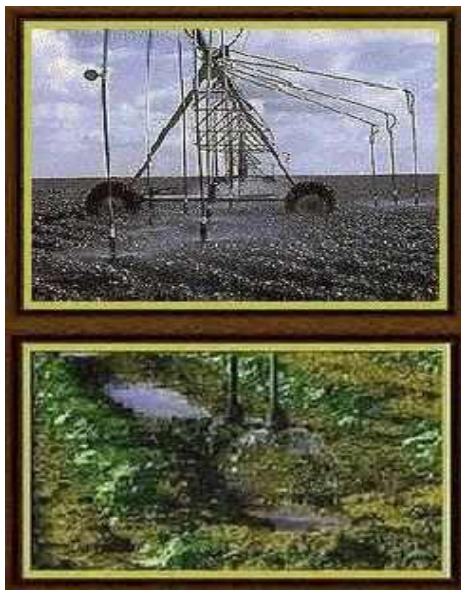


Εικόνες (3) και (4): Σύστημα ψεκασμού υψηλής πίεσης (αριστερά) και χαμηλής πίεσης (δεξιά).

Παρότι είναι διαδεδομένα, τα ψεκαστικά συστήματα υψηλής πίεσης είναι από τα λιγότερο αποδοτικά όσον αφορά στη χρήση νερού, καθώς μέχρι και 35% του νερού που εκτοξεύεται χάνεται λόγω εξάτμισης και ανέμων. Οι απώλειες αυτές μειώνονται κατά πολύ με τη χρήση των εναλλακτικών ψεκαστικών συστημάτων χαμηλής πίεσης όπου γίνεται ήπιος ψεκασμός του νερού προς τα κάτω προς το φυτό αντί να εκτοξεύεται στον αέρα. Οι κυριότεροι τύποι συστημάτων χαμηλής πίεσης είναι:

- 1) Σύστημα ψεκασμού χαμηλής ενέργειας και ακρίβειας εφαρμογής (*Low Energy Precision Application* (“LEPA”)). Το νερό ψεκάζεται ήπια, πολύ κοντά στο έδαφος με αποτέλεσμα πάνω από το 90% του αντλούμενου νερού να χρησιμοποιείται από το φυτό. Επίσης το σύστημα απαιτεί λίγη ενέργεια για να λειτουργήσει.
- 2) Σύστημα ψεκασμού χαμηλής πίεσης και θολωτής μορφής (*Low Pressure In-Canopy* (“LPIC”)). Ο ψεκασμός γίνεται ανά φυτό και σχηματίζει μια μικρή ομπρέλα από πάνω του. Η απόδοση χρήσης νερού φτάνει και το 98% ειδικά όταν υπάρχουν χαντάκια για τον έλεγχο της επιφανειακής απορροής. Ειδικά ενδείκνυται σε καλλιέργειες όπου απαιτείται βαθύ τοπικό πότισμα.





Εικόνα (5): Σύστημα ψεκασμού χαμηλής ενέργειας και ακρίβειας εφαρμογής



Εικόνα (6): Σύστημα ψεκασμού χαμηλής πίεσης και θολωτής μορφής

- 3) Σύστημα ψεκασμού χαμηλού ύψους εφαρμογής (*Low Elevation Spray Application* (“LESA”)).
- 4) Σύστημα ψεκασμού μέτριου ύψους εφαρμογής (*Medium Elevation Spray Application* (“MESA”)).

Μια βασική βελτίωση στην απόδοση των ψεκαστικών συστημάτων είναι η σωστή επιλογή των μπεκ και η κατάλληλη διαστασιολόγηση των εκτοξευτήρων ώστε να προσαρμοστεί η ένταση της βροχής για να είναι ίση με τη διηθητικότητα του εδάφους. Το μέσο ωριαίο ύψος βροχής που αντιστοιχεί σε αμμουδερά, ελαφρά, μέτρια και βαριά χώματα είναι 50, 25, 15 και 5mm/h αντίστοιχα. Έτσι μειώνονται οι επιφανειακές απορροές. Άλλοι τρόποι βελτίωσης της απόδοσης είναι η ρύθμιση της διακύμανσης της πίεσης ώστε να μην ξεπερνάει τη μέση πίεση περισσότερο από 20% και η χρήση διαφόρων άλλων συστημάτων (βλέπε παρ. 1.3).

Συγκριτικά με την επιφανειακή άρδευση, η χρήση συστημάτων τεχνητής βροχής επιφέρει 20-30% μεγαλύτερη εξοικονόμηση νερού και έχει μικρότερο εργατικό κόστος. Επιπρόσθετα, αν υπάρχει το απαιτούμενο νερό και ο απαιτούμενος όγκος του συστήματος, η σοδειά είναι ίδια ή μεγαλύτερη από την αντίστοιχη με επιφανειακή άρδευση. Αυτό που εμποδίζει συχνά την υιοθέτησή τους είναι η έλλειψη εξοικείωσης και τα κόστη άντλησης και συντήρησης. Συγκριτικά με τη στάγδην άρδευση, τα ψεκαστικά συστήματα έχουν μικρότερο κόστος (το αρχικό κόστος τους είναι μικρότερο από το μισό αυτού της στάγδην άρδευσης) και μεγαλύτερο χρόνο ζωής.

**Στάγδην άρδευση** – Το νερό ρέει μέσα σε σωλήνες (με τρύπες κατά μήκος τους) που είναι θαμμένοι ή λίγο πάνω από το έδαφος και στάζει κοντά στις ρίζες των φυτών με πολύ μικρό ρυθμό (2-3 λίτρα την ώρα). Με τον τρόπο αυτό, εκτός των άλλων ωφελειών, ελαχιστοποιούνται οι απώλειες λόγω εξάτμισης, επιφανειακής απορροής αλλά και λόγω βαθιάς διήθησης. Επίσης, μειώνεται η σπατάλη γιατί το νερό κατευθύνεται μόνο στα φυτά που το χρειάζονται και δε βρέχει όλη την περιοχή της

καλλιέργειας. Η απόδοση χρήσης νερού της μεθόδου είναι περίπου 90% ενώ ιδιαίτερα αποδοτική είναι η υπόγεια στάγδην άρδευση. Με την αλλαγή από επιφανειακή σε στάγδην άρδευση το χρησιμοποιούμενο νερό μειώνεται κατά 30-65% αλλά και η απαιτούμενη εργασία μπορεί να μειωθεί έως και 90%. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί και σε κεκλιμένες ή ανώμαλες περιοχές αλλά δεν



ενδείκνυται για φυτά μεγάλης καλλιέργειας (μικρά φυτά που καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις, όχι δέντρα), όπου είναι καλύτερη η χρήση ψεκαστήρων. Τα εμπόδια στην εξάπλωση τέτοιων συστημάτων είναι το υψηλό κόστος αγοράς και το υψηλό επίπεδο τεχνογνωσίας που απαιτείται για τη λειτουργία και τη συντήρησή τους (π.χ μέρμινα για την αποφυγή της έμφραξης των σταλακτήρων). Το καθημερινό κόστος εργασίας πάντως είναι μικρότερο από αυτό στα άλλα συστήματα.

Στον Πίνακα (3) σημειώνονται οι ενδεικτικές τιμές απόδοσης των διαφόρων συστημάτων και η συνολική απόδοση που προκύπτει από τους συνδυασμούς τους. Οι τιμές αυτές δείχνουν ότι υιοθετώντας το βέλτιστο συνδυασμό τεχνικών (μεταφορά με σωλήνες με πίεση και στάγδην άρδευση (81%)) αντί του παραδοσιακού (ανοιχτά κανάλια και πλημμυρική άρδευση (39%)), η χρήση νερού μειώνεται κατά 50%.

	Ανοιχτά κανάλια (70%)	Σωλήνες με πίεση (90%)
Επιφανειακή (55%)	39%	
Ψεκαστήρες (75%)		68%
Στάγδην (90%)		81%

Πίνακας (3): Απόδοση αρδευτικών συστημάτων και συστημάτων μεταφοράς. [2]

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν περιορισμοί στην υιοθέτηση κάποιων μεθόδων ακόμα κι αν αυτές έχουν τη μεγαλύτερη απόδοση χρήσης νερού. Τέτοιοι είναι η ασυμβατότητα του τύπου καλλιέργειας με τον τύπο άρδευσης όπως και ο τύπος εδάφους. Επίσης οι πιο αποδοτικές μέθοδοι είναι και οι περισσότερο ακριβές. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το κόστος για την επιφανειακή άρδευση είναι περίπου 4€ εκτάριο/ έτος, για τα διάφορα συστήματα με ψεκασμό είναι 144-349€ εκτάριο/ έτος και για τα συστήματα στάγδην άρδευσης είναι 2470-5146€ εκτάριο/ έτος.

### 3.1.3 Συστήματα βελτιστοποίησης της άρδευσης

Με τη χρήση αυτών των συσκευών βελτιστοποιείται η απόδοση των υπαρχόντων αρδευτικών συστημάτων.

**Αυτόματοι χρονοδιακόπτες ή ελεγκτές (controllers)** - Τα χρονικά διαστήματα που γίνεται η άρδευση και η διάρκειά τους καθορίζονται από τις ιδιαίτερες ανάγκες της καλλιέργειας και το ρυθμό απορρόφησης του νερού από το έδαφος. Σε άλλα συστήματα το πρόγραμμα άρδευσης καθορίζεται με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα όπως η βροχή, η θερμοκρασία και ο άνεμος καθώς και τις ημερήσιες τιμές εξατμισοδιαπνοής. Οι μετρήσεις των μεγεθών αυτών γίνονται από τοπικούς

μετεωρολογικούς σταθμούς ή επιτόπιους αισθητήρες και τα δεδομένα μεταφέρονται στους αγρότες. Ο προγραμματισμός της άρδευσης γίνεται είτε από τους αγρότες είτε αυτόματα μέσω υπολογιστικών προγραμμάτων και συστημάτων. Επίσης μπορεί να υπάρξει και συνδυασμός των παραμέτρων που λαμβάνονται υπόψη στον προγραμματισμό για βέλτιστη απόδοση. Δεδομένου ότι οι αγρότες για να αισθάνονται ασφαλείς δίνουν κατά μέσο όρο 25% περισσότερο νερό από αυτό που χρειάζονται οι καλλιέργειες, με τα συστήματα αυτά γίνεται σημαντική εξοικονόμηση νερού. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν συστήματα που ελέγχουν και ειδοποιούν για την ύπαρξη δυσλειτουργιών όπως σπασμένοι σωλήνες, ελαττωματικές βαλβίδες και άλλα.

**Αυτόματοι αισθητήρες** – Είναι κυρίως αισθητήρες βροχής ή εδάφους και προσαρμόζονται στο σύστημα ελέγχου άρδευσης εμποδίζοντάς το να ενεργοποιήσει τις βαλβίδες στην περίπτωση που υπάρχει αρκετή υγρασία ή βροχή. Η χρήση αισθητήρων μπορεί να μειώσει τη χρήση νερού έως και κατά 40%. Επίσης υπάρχουν αισθητήρες ανέμου και παγετού.

**Συσκευές ρύθμισης της πίεσης** – Χρησιμοποιούνται για να μειώσουν την πίεση αν αυτή είναι μεγαλύτερη από το επιθυμητό και προκαλεί μεγάλη ποσότητα νερού να εξατμίζεται. Επίσης μπορεί να την αυξάνουν αν είναι πολύ χαμηλή και οδηγεί σε ανομοιόμορφη κάλυψη.

**Συσκευές προσδιορισμού του υδατικού ισοζυγίου στο χωράφι** – Είναι συσκευές που παρακολουθούν τη ροή του νερού στα χαντάκια, το βάθος που φτάνει το αρδευτικό νερό, την απορροή του, τα υπόγεια αποθέματα και τη σοδειά.

**Υπολογιστικά προγράμματα** – Είναι προγράμματα που βοηθούν το σχεδιαστή και διαχειριστή ενός υπάρχοντος ή καινούριου αρδευτικού συστήματος να αναλύσει την απόδοσή του. Παραδείγματα είναι τα προγράμματα ανάλυσης του κόστους – οφέλους από την εφαρμογή βελτιωμένων μεθόδων άρδευσης καθώς κι αυτά που παράγουν γραφικές παραστάσεις της απόδοσης των συστημάτων ψεκασμού.

## 3.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΜΕΤΡΑ

Η σωστή διαχείριση είναι αυτή που έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στην απόδοση ενός αρδευτικού συστήματος όσον αφορά στη χρήση νερού αλλά και στην παραγόμενη σοδειά. Σημαντική προϋπόθεση γι' αυτό είναι η εκπαίδευση και γνωριμία των αγροτών με τις εξελιγμένες μεθόδους άρδευσης και η εξάσκησή τους σε μεθόδους σωστής διαχείρισης. Πέρα από αυτά, σημαντικές είναι και οι οικονομικές και νομοθετικές ρυθμίσεις. Ενδεικτικά μέτρα είναι τα εξής:

### 3.2.1 Διαχειριστικά μέτρα

- Προσαρμογή της άρδευσης χρονικά και ποσοτικά σύμφωνα με τις υδατικές απαιτήσεις της καλλιέργειας, τον τύπο του εδάφους (τοπογραφία και χημική σύσταση) και τις κλιματικές συνθήκες.
- Τακτικός έλεγχος και σωστή συντήρηση των διαφόρων συστημάτων. Όσον αφορά τις διαρροές, υπάρχουν εξελιγμένα συστήματα ανίχνευσής τους όπως

τα συστήματα τηλεμετρίας, τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών και οι τηλεαισθητήρες (remote sensing).

- Καλλιέργεια ειδών με χαμηλές απαιτήσεις σε νερό. Η αντικατάσταση των υδροβόρων καλλιεργειών από ξηρικές μπορεί να ενθαρρυνθεί από σχετικές επιδοτήσεις αλλά και με αλλαγές στις καταναλωτικές συνήθειες, ακόμα και με απαγορεύσεις. Βέβαια θα πρέπει να προτιμώνται προϊόντα που απορροφώνται από την αγορά.
- Χρήση προτύπων με τη βοήθεια των οποίων προσδιορίζονται και μετρώνται οι απώλειες λόγω διαρροής. Έτσι εκτιμάται το μέγεθος του προβλήματος και ακολουθεί η ανάλογη δράση.

### 3.2.2 Νομοθετικά μέτρα

- Θέσπιση αυστηρότερης νομοθεσίας σχετικής με το καθεστώς γεωτρήσεων και καθορισμός περιοριστικών ορίων σε αυτές.
- Αλλαγές στα δικαιώματα για το νερό με την έννοια ότι σε ορισμένες περιοχές το ποσό του συνολικά αντλούμενου νερού που προορίζεται για αρδευτικούς σκοπούς είναι υπερβολικά μεγάλο σε σχέση με τις πραγματικές ανάγκες των καλλιεργειών.
- Θέσπιση προϋποθέσεων που πρέπει να πληρούνται για την επιχορήγηση των αγροτών.

### 3.2.3 Οικονομικά μέτρα

- Κλιμακούμενη αυξανόμενη τιμολόγηση με βάση τον όγκο του χρησιμοποιούμενου νερού από τον κάθε αγρότη. Για την εφαρμογή του μέτρου αυτού είναι απαραίτητη πρώτα η τοποθέτηση συστήματος μετρητών νερού σε κάθε καλλιέργεια και αυτόματου συστήματος συλλογής των μετρήσεων. Παρόλα αυτά, αυτό δεν είναι τεχνικά εφικτό στα παλιά δίκτυα με ανοιχτά κανάλια. Η αντικατάσταση της σταθερής, σε βάση καλλιέργειας τιμολόγησης με την κλιμακούμενη αποτελεί τον πιο φτηνό τρόπο εξοικονόμησης νερού, ενώ ταυτόχρονα συνεπάγεται την αναβάθμιση των δικτύων διανομής νερού και των αρδευτικών μεθόδων.
- Εποχιακά μεταβαλλόμενη τιμολόγηση ή ειδική αυξημένη τιμολόγηση σε περιόδους ξηρασίας και άλλα.
- Χρήση πιστωτικών καρτών για την πληρωμή του νερού άρδευσης. Η κάρτα “φορτώνεται” με προπληρωμένες μονάδες νερού και εισάγεται στο ειδικό υδροστόμιο της ηλεκτρονικής υδροληψίας (“κάρτο-βάνας”), το οποίο είναι εγκατεστημένο στο χωράφι του κάθε αγρότη από τον τοπικό παράγοντα διαχείρισης αρδευτικού νερού. Έτσι καταγράφεται το νερό που καταναλώνεται. Όταν καταναλώνονται τα προπληρωμένα κυβικά, η κάρτα πρέπει να “ξαναγεμίσει”. Με τον τρόπο αυτό έχει παρατηρηθεί μείωση της κατανάλωσης νερού κατά 30-40% γιατί οι αγρότες προπληρώνουν τον όγκο του καταναλισκόμενου νερού, επομένως είναι πιο προσεκτικοί στη διαχείρισή του.
- Παροχή οικονομικών κινήτρων (χαμηλότοκα δάνεια, επιχορηγήσεις, φορολογικές ελαφρύνσεις και άλλα) για την αγορά και εγκατάσταση σύγχρονων αρδευτικών συστημάτων.

- Πρόστιμα στις περιπτώσεις κατασπατάλησης του νερού.

### 3.2.4 Εκπαιδευτικά / ενημερωτικά μέτρα

- Εκπαίδευση και εξάσκηση των αγροτών σε νέες αρδευτικές μεθόδους, σε μεθόδους συντήρησης του εξοπλισμού και διάφορες άλλες τεχνικές. Εξοικείωσή τους με νέα τεχνολογικά μέσα για καλύτερη αρδευτική διαχείριση.
- Ενημέρωση σε καθημερινή βάση σε ένα ειδικό ιστότοπο ή/ και στις τοπικές εφημερίδες για τις υδατικές ανάγκες των καλλιεργειών σύμφωνα με τις κλιματολογικές συνθήκες. Εκεί μπορεί να υπάρχουν και γενικές συμβουλές για τις υδατικές ανάγκες των διαφόρων καλλιεργειών και τις ανάγκες για διάφορα είδη χώματος.
- Επιθεωρήσεις σε καλλιέργειες, συνήθως κατόπιν αιτήσεως, όπου αναλύεται η χρήση νερού και προσδιορίζονται τρόποι εξοικονόμησής του.

#### Αναφορές :

1. <http://www.awwa.org/>
2. [http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water\\_saving\\_1.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water_saving_1.pdf)
3. [http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water\\_saving\\_2.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water_saving_2.pdf)
4. K. Chartzoulakis, M.Bertaki (2001): Towards Sustainable Water Use on Mediterranean Islands: Addressing Conflicting Demands and Varying Hydrological, Social and Economic Conditions: Investigation of irrigation methods - Recommendations. Ευρωπαϊκό πρόγραμμα MEDIS. Διαθέσιμο στο: <http://www.uni-muenster.de/Umweltforschung/medis/restricted/d14.pdf>
5. <http://www.rainbird.com/>
6. <http://www.state.gov/g/oes/sus/csd/2006/inter/66148.htm>
7. <http://www.greenmountpress.com.au/cottongrower/issues/234jacot02/234compare.htm>
8. [http://downloads.lwa2.com/downloads/publications\\_pdf/PR030566.pdf](http://downloads.lwa2.com/downloads/publications_pdf/PR030566.pdf)
9. <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/g1338/build/g1338.pdf>
10. [http://www.iwmi.cgiar.org/africa/files/riparwin/05/\\_downloads/Report-Irrigation\\_Productivity\\_Paradigms.DOC](http://www.iwmi.cgiar.org/africa/files/riparwin/05/_downloads/Report-Irrigation_Productivity_Paradigms.DOC)
11. <http://www.ncea.org.au/Irrigation/downloads/MobileSpray.pdf>

12. [http://www.nrw.qld.gov.au/compliance/wic/pdf/reports/urban\\_wateruse/evapinstorages.pdf](http://www.nrw.qld.gov.au/compliance/wic/pdf/reports/urban_wateruse/evapinstorages.pdf)
13. <http://www.worldwise.com/water.html>
14. [http://calasa.ucdavis.edu/proceedings/2007\\_Proceedings.pdf](http://calasa.ucdavis.edu/proceedings/2007_Proceedings.pdf)
15. <http://cwrri.colostate.edu/pubs/series/specialreport/SR14.pdf>
16. [http://www.nrw.qld.gov.au/rwue/pdf/evaporation\\_report.pdf](http://www.nrw.qld.gov.au/rwue/pdf/evaporation_report.pdf)
17. [http://www.nrw.qld.gov.au/rwue/earlier\\_stages.html](http://www.nrw.qld.gov.au/rwue/earlier_stages.html)
18. <http://www.public.iastate.edu/~mjones99/lesson1.pdf>
19. <http://www.twdb.state.tx.us/assistance/conservation/Documents/DraftBMPs4-28-04Vol2.pdf>
20. <http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/vvv/2002/bau-verm/11/11.pdf>
21. <http://www.idswater.com/water/europe/home.aspx>
22. <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ageng/irrigate/ae1243w.htm>
23. <http://www.irrigation.org/SWAT/Industry/specifiers/>
24. <http://www.jardiniercorp.com/products/surfaceflow.asp>
25. <http://www.enr.state.nc.us/>
26. <http://www.ncwater.org/>
27. <http://ga.water.usgs.gov/edu/irsprayhigh.html>
28. <http://www.p2pays.org/>
29. [http://practicalaction.org/?id=drip\\_irrigation](http://practicalaction.org/?id=drip_irrigation)
30. [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T3X-4KNKBVF-1&\\_user=3828026&\\_coverDate=01%2F24%2F2007&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&view=c&\\_acct=C000061474&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=3828026&md5=f4bae3f7acf6b37c06c7257a3f45f5c3](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T3X-4KNKBVF-1&_user=3828026&_coverDate=01%2F24%2F2007&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000061474&_version=1&_urlVersion=0&_userid=3828026&md5=f4bae3f7acf6b37c06c7257a3f45f5c3)
31. [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T3X-4FD0N2Y-1&\\_user=3828026&\\_coverDate=07%2F01%2F2005&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&view=c&\\_acct=C000061474&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=3828026&md5=b9adffd7913df948a74efd67c7a18820](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T3X-4FD0N2Y-1&_user=3828026&_coverDate=07%2F01%2F2005&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000061474&_version=1&_urlVersion=0&_userid=3828026&md5=b9adffd7913df948a74efd67c7a18820)

32. <http://www.smartline.com/>
33. <http://www.wateractionguide.org/share2.htm>
34. <http://www.wateruseitwisely.com/toolsLinks/index.shtml#Repairs>
35. <http://www.watergy.net/resources/>
36. [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)
37. <http://www.epa.gov/owm/water-efficiency/drouhome.htm>
38. <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=101>
39. [http://www.infoforhealth.org/pr/m14/m14chap2\\_2.shtml#wateruse](http://www.infoforhealth.org/pr/m14/m14chap2_2.shtml#wateruse)
40. Υπουργείο Γεωργίας: Κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής. Διαθέσιμο στο: [http://www.minagric.gr/greek/EPAA/INDEX%201/%CE%9A%CF%8E%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82%CE%9F%CF%81%CE%B8%CE%B7%CF%82%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%B7%CF%82%CE%A0%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%8221\\_4\\_2003.doc](http://www.minagric.gr/greek/EPAA/INDEX%201/%CE%9A%CF%8E%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82%CE%9F%CF%81%CE%B8%CE%B7%CF%82%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%B7%CF%82%CE%A0%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%8221_4_2003.doc)
41. [https://e.pancretabank.gr/info/show\\_programs.php?category=3&phase=4#](https://e.pancretabank.gr/info/show_programs.php?category=3&phase=4#)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

#### 4.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

##### 4.1.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Οι κύριες κτιριακές εγκαταστάσεις μιας κτηνοτροφικής μονάδας είναι ο αύλειος χώρος για την ανάπαυση και την ελεύθερη κίνηση των ζώων, τα υπόστεγα διατροφής όπου βρίσκονται και οι ποτίστρες για το πότισμα των ζώων, οι αποθήκες και τέλος οι χώροι για το προσωπικό και τα αρχεία της μονάδας. Ειδικά στις γαλακτοπαραγωγικές μονάδες υπάρχει και το υπόστεγο για την αναμονή των ζώων προτού αρμεχθούν, το αρμεκτήριο και η αίθουσα γάλακτος για την αποθήκευση και συντήρηση του γάλακτος. Η κατανομή του μεγέθους των κτηνοτροφικών μονάδων για διάφορα εκτρεφόμενα είδη στην Ελλάδα παρουσιάζεται στον Πίνακα (26) (Παράρτημα Ι).

Οι υδατικές απαιτήσεις της κτηνοτροφίας ποικίλλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία, την ώρα της ημέρας, το εκτρεφόμενο είδος και άλλα. Καθοριστικό όμως ρόλο παίζει η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης νερού. Σύμφωνα με αυστραλιανή έρευνα οι κτηνοτρόφοι που δεν εφαρμόζαν μέτρα εξοικονόμησης κατανάλωναν μέχρι και εικοσαπλάσια ποσότητα νερού συγκριτικά με αυτούς που εφαρμόζαν.

Ενδεικτικές καταναλώσεις διαφόρων δραστηριοτήτων σε μια γαλακτοπαραγωγική μονάδα φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα (27):

Συσκευή - δραστηριότητα	Κατανάλωση νερού
Αυτόματος καθαρισμός δεξαμενής (bulk tank)	190-225 lt/ πλύσιμο
Χειροκίνητος καθαρισμός δεξαμενής	115-150 lt/ πλύσιμο
Καθαρισμός σωληνώσεων	265-450 lt/ πλύσιμο
Καθαρισμός δοχείων γάλακτος	115-150 lt/ πλύσιμο
Καθαρισμός του αρμεκτικού συστήματος	45-75 lt/ μονάδα
Διάφορος εξοπλισμός	115 lt/ ημέρα
Προετοιμασία αγελάδας για άρμεγμα (αυτόματη)	4-17 lt/ αγελάδα
Προετοιμασία αγελάδας για άρμεγμα (χειροκίνητη)	1-2lt / αγελάδα
Καθαρισμός μαντριού	11-19 lt/ αγελάδα
Καθαρισμός του πατώματος της αίθουσας γάλακτος	40-75 lt/ ημέρα
Καθαρισμός πατώματος του αρμεκτηρίου με απλό σωλήνα νερού	190-380 lt/ πλύσιμο
Καθαρισμός πατώματος του αρμεκτηρίου και της πλατφόρμας άρμεξης με σωλήνα νερού υψηλής πίεσης ή μεγάλης παροχής νερού	1890-3780 lt/ πλύσιμο
Καθαρισμός αρμεκτηρίου και αύλειου χώρου με απότομη και έντονη παροχή νερού (flushing)	95-150 lt/ αγελάδα



Καθαρισμός μόνο του αρμεκτηρίου με απότομη και έντονη παροχή νερού (flushing)	75-115 lt/ αγελάδα
Καθαρισμός μόνο του αύλειου χώρου με απότομη και έντονη παροχή νερού (flushing)	40-75 lt/ αγελάδα
Καθαρισμός του αρμεκτηρίου και του αύλειου χώρου με αυτόματη απότομη και έντονη παροχή νερού	3780-7560 lt/ πλύσιμο

Πίνακας (27) : Κατανάλωση νερού σε γαλακτοπαραγωγική μονάδα [21]

#### 4.1.2 Πότισμα – τσίμα των ζώων

Οι ημερήσιες υδατικές απαιτήσεις των διαφόρων ζώων φαίνονται στον Πίνακα (27).

Είδος ζώου	Ημερήσιες υδατικές ανάγκες (lt) / ζώο
Γαλακτοφόρος αγελάδα	132-170
Αγελάδα ξηρής περιόδου	75-113
Νεαρή αγελάδα	38-57
Μοσχάρι (3,8-5,6 lt /45 kg βάρους σώματος)	23-38
Μεγάλοι χοίροι	11-19
Μικροί χοίροι	3,8
Γουρούνες και γουρουνάκια	30
Μικρές γουρούνες	23
Σφάγια βοοειδή	30-45
Πρόβατα	7,5
Άλογα	45
Κοτοπουλάκια πάχυνσης	30
100 κόττες	34
100 γαλοπούλες	57

Πίνακας (27): Ημερήσιες υδατικές απαιτήσεις ζώων. [18]

Μέθοδοι εξοικονόμησης νερού στο πότισμα των ζώων είναι οι ακόλουθες:

- Χρήση ποτίστρων σύγχρονης τεχνολογίας (αυτόματες ή με βαλβίδα) για περιορισμό της σπατάλης νερού. Επίσης, οι ποτίστρες τύπου κούπα ή ποτήρι σπαταλούν λιγότερο νερό.
- Ορθή τοποθέτηση των βαλβίδων ύδρευσης των ζώων. Για βαλβίδες που προβάλλουν κάθετα προς τα έξω (οριζόντιες) το ύψος τους πρέπει να είναι στους ώμους των ζώων (του μικρότερου στην ομάδα). Οι βαλβίδες με γωνίωση 45° προς τα κάτω πρέπει να τοποθετούνται 5cm κάτω από τη ράχη των ζώων. Χαμηλότερη τοποθέτηση των βαλβίδων αυξάνει τις απώλειες νερού.
- Έλεγχος της έντασης ροής του νερού. Η ροή του νερού καθορίζει το χρόνο που τα ζώα χρησιμοποιούν τη βαλβίδα, την πρόσληψη νερού και τη σπατάλη νερού. Τόσο η πολύ μικρή όσο και η πολύ μεγάλη ροή είναι εξίσου επιζήμιες.

- Χρήση ταγίστρων υγρής/ ξηρής διατροφής στην πάχυνση. Αυτές μειώνουν την κατανάλωση νερού κατά περίπου 35% σε σύγκριση με τις ταγίστρες ξηρής διατροφής και κούπας.

#### 4.1.3 Διαχείριση των υγρών αποβλήτων της κτηνοτροφίας (effluent)

Τα υγρά απόβλητα στις κτηνοτροφικές μονάδες προέρχονται από τους αύλειους χώρους και από τους χώρους αρμέγματος (για τις γαλακτοπαραγωγικές μονάδες). Περιέχουν κοπριά και ούρα, βρώμικο νερό από τα πλυσίματα των διαφόρων χώρων και ίσως μικρές ποσότητες απορρυπαντικών και γάλακτος. Επομένως, με τη σωστή διαχείριση των υγρών αποβλήτων εξοικονομείται πολύ νερό για το πότισμα των καλλιεργειών που προορίζονται για ζωοτροφές και θρεπτικές ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντί χημικών λιπασμάτων. Παράλληλα προστατεύονται οι υδάτινοι αποδέκτες στους οποίους πιθανώς θα κατέληγαν. Με την επαναχρησιμοποίηση του νερού μπορεί να καλυφθεί μέχρι και το 95% των αναγκών σε νερό.

Οι δύο κύριοι τύποι συστημάτων διαχείρισης των υγρών αποβλήτων της κτηνοτροφίας είναι τα συστήματα συνεχούς διοχέτευσης (continuous application systems) και τα συστήματα επεξεργασίας και αποθήκευσης (treatment and storage systems).

**Συστήματα συνεχούς διοχέτευσης** – Στα συστήματα αυτά δε γίνεται επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Επειδή είναι περιορισμένης χωρητικότητας, τα απόβλητα συλλέγονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα και στη συνέχεια γίνεται άμεση παροχή τους στις καλλιέργειες ή όπου αλλού προβλέπεται. Η παροχή τους γίνεται μέσω της βαρύτητας και με κινητές μάνικες συνήθως, με αντλίες και κινητούς ψεκαστήρες ή με βυτιοφόρα. Για την αποφυγή φραξίματος στους αγωγούς, πρέπει να τοποθετούνται σήτες και άλλα μέσα παγίδευσης των στερεών που αιωρούνται μέσα στα απόβλητα, προτού μπουν στις δεξαμενές αποθήκευσης.

Τα πλεονεκτήματα των συστημάτων αυτών είναι:

- Υψηλότερη συγκέντρωση θρεπτικών ουσιών συγκριτικά με τα συστήματα όπου επεξεργάζονται τα απόβλητα γιατί εκεί το άζωτο ελευθερώνεται ως αμμωνία.
- Δεν υπάρχει καθίζηση της λάσπης όπως ισχύει στα συστήματα επεξεργασίας.
- Χαμηλό αρχικό κόστος, ειδικά για τα συστήματα που χρησιμοποιούν τη βαρύτητα.

Τα μειονεκτήματα των συστημάτων αυτών είναι:

- Τακτική μετακίνηση των ψεκαστήρων/ σωλήνων ποτίσματος ώστε να μην γίνεται υπερφόρτωση μιας περιοχής με θρεπτικά συστατικά και άλατα.
- Η μικρή τους χωρητικότητα. Αυτό συνεπάγεται ότι το νερό δε μπορεί να αποθηκευτεί ώστε να χρησιμοποιηθεί σε περιόδους που υπάρχει πραγματική ανάγκη. Σε βροχερές περιόδους αναπόφευκτα τα απόβλητα παροχετεύονται σε ήδη βρεγμένη γη, με κίνδυνο να μολυνθούν οι υδάτινοι αποδέκτες από τη μεγάλη επιφανειακή απορροή. Αυτό δε συμβαίνει τόσο στα συστήματα επεξεργασίας.
- Η παροχέτευση των αποβλήτων μπορεί να γίνει αποκλειστικά σε περιοχές απομακρυσμένες από υδάτινους αποδέκτες.

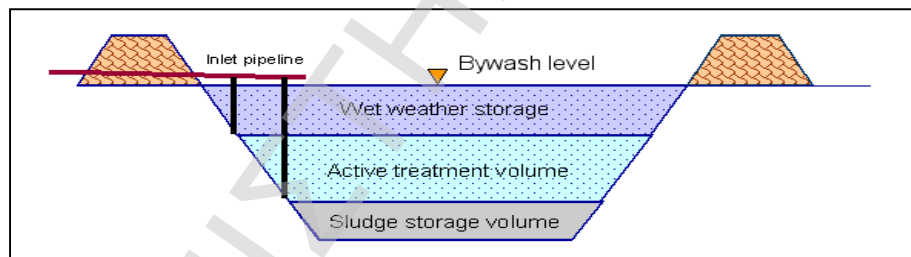
- Δεν υπάρχει η δυνατότητα ανακύκλωσης του νερού για πλύσιμο των αυλών, αντίθετα με τα συστήματα επεξεργασίας όπου αυτό είναι εφικτό.

**Συστήματα επεξεργασίας και αποθήκευσης** - Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται μία ή περισσότερες δεξαμενές σταθεροποίησης για τη συλλογή και την επεξεργασία των αποβλήτων και την αποθήκευση τόσο του νερού όσο και της λάσπης που καθιζάνει. Καθώς οι δεξαμενές είναι η μια μετά την άλλη, το νερό περνάει από τη μια στην άλλη. Η ποιότητα του νερού στην τελευταία δεξαμενή βελτιώνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των δεξαμενών. Το νερό αποθηκεύεται μέχρι να χρησιμοποιηθεί ως αρδευτικό νερό ή να ανακυκλωθεί για το πλύσιμο των αυλών. Όσον αφορά τη λάσπη, καθιζάνει στην πρώτη δεξαμενή όπου και αποθηκεύεται. Η συχνότητα με την οποία αφαιρείται από τη δεξαμενή κυμαίνεται από μια φορά το χρόνο έως μια φορά τα δέκα χρόνια.

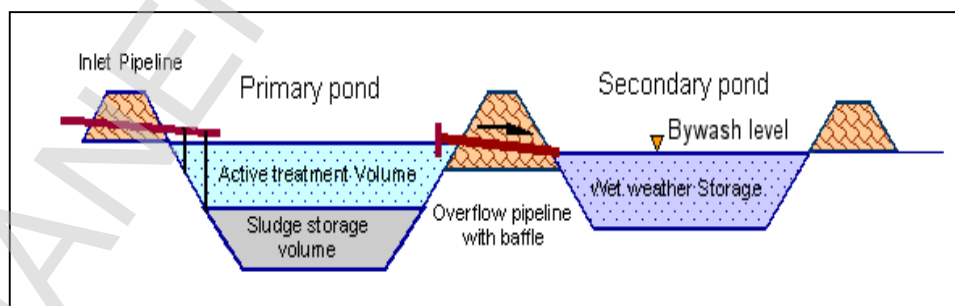
Ανεξάρτητα από τον αριθμό των δεξαμενών του συστήματος, θα πρέπει να υπάρχουν τρεις διαφορετικοί χώροι επεξεργασίας και αποθήκευσης των υγρών αποβλήτων:

- Χώρος ενεργής επεξεργασίας (Active treatment volume). Εκεί διατηρείται ο απαιτούμενος πληθυσμός βακτηρίων που διασπούν την οργανική ύλη των αποβλήτων.
- Χώρος αποθήκευσης της λάσπης που καθιζάνει κατά την επεξεργασία.
- Χώρος αποθήκευσης του επεξεργασμένου νερού. Αυτό χρειάζεται κατά τις βροχερές περιόδους ή μέχρι να παροχετευτεί το νερό, την κατάλληλη στιγμή.

Ο απαιτούμενος όγκος των τριών χώρων προσδιορίζεται με υπολογιστικά προγράμματα. Οι Εικόνες (7) και (8) δείχνουν το σύστημα με μια και με δύο δεξαμενές αντίστοιχα.



Εικόνα (7). Σύστημα μιας δεξαμενής. [3]



Εικόνα (8). Σύστημα με δύο δεξαμενές. [3]

Τα πλεονεκτήματα των συστημάτων αυτών είναι:

- Δεν απαιτούν καθημερινή φροντίδα.
- Επιτρέπουν η άρδευση να γίνεται όταν χρειάζεται.

- Υπάρχει η δυνατότητα να ενσωματωθούν τα επεξεργασμένα απόβλητα στο κύριο σύστημα άρδευσης και να αναμιχθούν με καθαρό νερό. Έτσι αξιοποιούνται καλύτερα τα θρεπτικά συστατικά των αποβλήτων, αρδεύοντας και μεγαλύτερες εκτάσεις της φάρμας.

Τα μειονεκτήματα των συστημάτων επεξεργασίας είναι:

- Χρειάζονται συγκεκριμένους τύπους χώματος για να μην είναι η δεξαμενή πολύ διαπερατή από το νερό.
- Μπορεί να μην είναι εφικτή η κατασκευή τους σε περιοχές με πολλά υπόγεια νερά.
- Απαιτείται τακτική αφαίρεση της λάσπης που καθιζάνει. Επίσης η λάσπη χρειάζεται στέγνωμα και επεξεργασία (π.χ λιπασματοποίηση) προτού εφαρμοστεί στο χωράφι.
- Κατάληψη μεγάλου χώρου από τις δεξαμενές.
- Οι δεξαμενές μπορεί να μυρίζουν άσχημα, κυρίως αν δεν έχουν σχεδιαστεί ή δε λειτουργούν σωστά καθώς και κατά την αφαίρεση της λάσπης.

#### 4.1.4 Εκτροπή και χρήση του βρόχινου νερού

Στα συστήματα συλλογής του βρόχινου νερού ορισμένοι χώροι, όπως οι αυλές, τροποποιούνται έτσι ώστε να συλλέγουν αποτελεσματικά το νερό αυτό ή υπάρχουν δεξαμενές ειδικά για τη συλλογή του βρόχινου νερού. Το σύστημα συμπληρώνεται από τις αποθηκευτικές εγκαταστάσεις, το δίκτυο σωληνώσεων και άλλα. Το βρόχινο νερό μπορεί να εκτραπεί προτού να ενωθεί με τα υγρά απόβλητα και να αποθηκευτεί σε ξεχωριστό χώρο. Ως καθαρότερο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εργασίες. Τα συστήματα αυτά είναι πολύ αποδοτικά για την εξοικονόμηση νερού, ειδικά σε περιοχές με συχνές βροχοπτώσεις. Σημειώνεται ότι μόνο η αυλή μπορεί ετησίως να συγκεντρώσει τεράστια ποσότητα νερού, ίση με το γινόμενο της έκτασής της και της ετήσιας βροχόπτωσης (σε χιλιοστά).

#### 4.1.5 Καθαρισμός της αυλής

Μέθοδοι εξοικονόμησης κατά τον καθαρισμό των αυλών είναι οι παρακάτω:

**Συστήματα καθαρισμού με πλημμυρισμό της αυλής** –Το νερό μεταφέρεται από δεξαμενή αποθήκευσης στα υψηλά σημεία της αυλής και από εκεί ρίχνεται, οπότε με τη βοήθεια της βαρύτητας και της κλίσης της αυλής, την πλημμυρίζει. Φυσικά η αυλή θα πρέπει να έχει μια μόνο κλίση. Στα συστήματα αυτά καταναλώνεται πολύ νερό, ενώ μπορεί η κάλυψη της αυλής να μην είναι καλή. Μέτρα εξοικονόμησης είναι:



- 1) Επαναχρησιμοποίηση του νερού.  
Καθαρισμός της αυλής με νερό από το σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων, από τους πύργους ψύξεως και άλλα. Σημειώνεται ότι το νερό που επαναχρησιμοποιείται συνήθως έχει αυξημένες συγκεντρώσεις θρεπτικών

συστατικών και χημικών. Γι' αυτό απαιτείται τακτικός έλεγχος της ποιότητάς του γιατί μπορεί να είναι ακατάλληλο για καθαρισμό.

- 2) Σωστός σχεδιασμός ώστε οι αγωγοί από όπου θα ριχτεί το νερό να έχουν το κατάλληλο μέγεθος και να είναι τοποθετημένοι στα κατάλληλα σημεία ώστε να υπάρχει πλήρης κάλυψη.
- 3) Κατεύθυνση της ροής στα επιθυμητά σημεία, προσαρμόζοντας κατάλληλα εξαρτήματα στα στόμια των αγωγών.

**Καθαρισμός με σωλήνες νερού** – Το νερό μπορεί να κατευθύνεται μόνο στα σημεία που έχουν ανάγκη πλυσίματος. Έτσι εξοικονομείται νερό αλλά και χρόνος καθαρισμού. Ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση επιτυγχάνεται με την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένου νερού. Τέλος, η αυλή δε χρειάζεται να έχει μια μόνο κλίση.



#### 4.1.6 Καθαρισμός χώρων - εξοπλισμού

Στον τομέα αυτό δεν πρέπει να γίνονται περικοπές στο νερό που θα χρησιμοποιηθεί γιατί από εκεί εξαρτώνται οι συνθήκες υγιεινής της επιχείρησης, κάτι που είναι πολύ σημαντικό. Παρόλα αυτά, υπάρχουν τρόποι σωστής διαχείρισης του νερού:

- Έλεγχος του συστήματος πλύσης γιατί μπορεί να χρησιμοποιείται περισσότερο νερό από το απαιτούμενο. Επίσης, για τις γαλακτοπαραγωγικές μονάδες, τα ψεκαστικά συστήματα χρησιμοποιούν 3-4 φορές λιγότερο νερό από τα συστήματα αντίστροφης ροής (reverse flow systems) στο πλύσιμο των αλμεκτικών μηχανών και είναι οικονομικότερα. Παράλληλα, ο αυτοματισμός της διαδικασίας μπορεί να εξοικονομήσει νερό. Γενικά, το νερό που απαιτείται για τον καθαρισμό κάθε αρμεκτικής μηχανής είναι 45 – 75 λίτρα.
- Πρόπλυση με ζεστό νερό των εξαρτημάτων ώστε να φύγουν εύκολα τα περισσότερα κατάλοιπα.
- Επαναχρησιμοποίηση του κρύου νερού που έχει όξινα απορρυπαντικά.. Η συλλογή και αποθήκευση του νερού αυτού για επαναχρησιμοποίηση απαιτεί πολύ λίγες αλλαγές στο σύστημα σωληνώσεων και ένα παραπάνω στεγανοποιημένο βαρέλι. Παρόλα αυτά, η διαδικασία δεν είναι εύκολο να αυτοματοποιηθεί ή/ και να ενσωματωθεί στο υπάρχον αυτόματο σύστημα. Επίσης, τα διαλύματα με αλκαλικά απορρυπαντικά δεν ενδείκνυνται, καθώς πρέπει το νερό να είναι τουλάχιστον 65°C όταν χρησιμοποιείται. Αυτό σημαίνει ότι το βαρέλι αποθήκευσης θα πρέπει να έχει από κάτω σύστημα θέρμανσης και πολύ καλή μόνωση, κάτι που κοστίζει αρκετά. Τέλος, απαιτείται τακτική παρακολούθηση του pH και της στάθμης του νερού ώστε να προστίθεται απορρυπαντικό και νερό όταν χρειάζεται. Τα διαλύματα πρέπει να αντικαθίστανται κάθε 2-6 βδομάδες.
- Χρήση του ζεστού νερού που χρησιμοποιείται στο τελευταίο ξέβγαλμα, στον επόμενο καθαρισμό ως νερό πρόπλυσης. Είναι σημαντικό το νερό πρόπλυσης να είναι ζεστό (περίπου 38 °C), έτσι το βαρέλι αποθήκευσής του θα πρέπει να

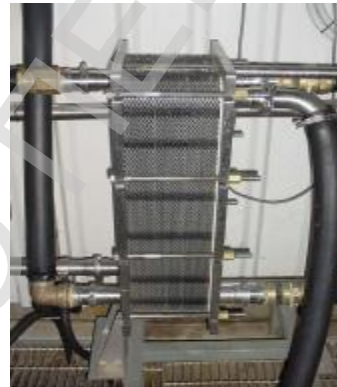
είναι μονωμένο. Η πρακτική είναι εύκολα εφαρμόσιμη, καθώς ο εξοπλισμός ήδη υπάρχει. Είναι μόνο δύσκολη η αυτοματοποίησή της.

- Τέλος, σημειώνεται ότι για την προετοιμασία της κάθε αγελάδας πριν το άρμεγμα απαιτούνται 4-17 λίτρα αν γίνεται αυτόματα και 1-2 λίτρα αν γίνεται χειρωνακτικά, οπότε αυτή η διαδικασία είναι προτιμότερο να γίνεται χειρωνακτικά, αν είναι εφικτό.

#### 4.1.7 Ψύξη γάλακτος

Σημαντική ποσότητα νερού καταναλώνεται στην πρώτη ψύξη του γάλακτος. Οι πρακτικές εξοικονόμησης σε αυτή τη διαδικασία είναι :

- Αποδοτικός εξοπλισμός για την ψύξη του γάλακτος. Ενώ οι παλιοί τύποι μηχανημάτων καταναλώνουν τον τριπλάσιο όγκο νερού από τον όγκο του γάλακτος που θα ψυχθεί, τα μοντέρνα μηχανήματα απαιτούν νερό ίσο με 1,5- 2 φορές την ποσότητα του γάλακτος.
- Αποδοτικό σύστημα ανταλλαγής θερμότητας. Όταν αυτό λειτουργεί καλά, μειώνεται η ποσότητα νερού που απαιτείται για την ψύξη. Το ίδιο επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας κατά το δυνατόν πιο κρύο νερό.
- Κατάλληλο μέγεθος του εξοπλισμού ψύξης ανάλογα με το μέγεθος της επιχείρησης. Με τον τρόπο αυτό χρησιμοποιείται η σωστή ποσότητα νερού με τη σωστή ροή. Επίσης μπορούν να προσαρμοστούν βαλβίδες ελέγχου της ροής του γάλακτος ώστε να σταθεροποιηθεί η ροή του και έτσι να χρησιμοποιείται πιο αποδοτικά το νερό.
- Ανακύκλωση του νερού. Μετά τη χρήση του, το νερό αποθηκεύεται και ψύχεται με διάφορα μέσα, όπως οι πύργοι ψύξεως, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά πολλές φορές στην ψύξη του γάλακτος. Υπάρχουν πολύ αποδοτικοί τύποι πύργων ψύξεως, ενώ ιδιαίτερα αποδίδουν σε ξηρά και κρύα κλίματα. Οι απώλειες από το σύστημα είναι ελάχιστες. Με την εγκατάσταση τέτοιου συστήματος εξοικονομείται πολύ νερό, αλλά είναι σχετικά ακριβό.
- Επαναχρησιμοποίηση του νερού ψύξης. Μετά την ψύξη του γάλακτος, το νερό μπορεί να κατευθυνθεί σε μια δεξαμενή αποθήκευσης ώστε να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες άλλες χρήσεις, όπως για το πότισμα των ζώων.
- Συλλογή του βρόχινου νερού από τη σκεπή της εγκατάστασης και χρήση του ως νερό ψύξης.
- Συγχρονισμός της λειτουργίας της αντλίας παροχής νερού ψύξης και της αντλίας παροχής γάλακτος. Έτσι το νερό ρέει στο σύστημα μόνο όταν υπάρχει και ροή γάλακτος. Η ρύθμιση του συστήματος μπορεί να γίνεται είτε χειροκίνητα είτε αυτοματοποιημένα, ενώ το κόστος είναι σχετικά χαμηλό.



Εικόνα (9). Αποδοτικός βιομηχανικός εξοπλισμός ψύξης γάλακτος.

## 4.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ – ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

### 4.2.1 Καθαρισμός της αυλής

- Σκούπισμα της αυλής προτού πλυθεί με νερό ώστε να φύγουν πολλά κατάλοιπα και να μειωθεί δραστικά ο χρόνος ροής του νερού.
- Τοποθέτηση ενός μικρού εμποδίου, ύψους περίπου 100mm, στην είσοδο της αυλής, ώστε να περιορίζεται η μεταφορά της βρωμιάς του έξω χώρου στην αυλή, καθώς τα ζώα μπαίνουν σε αυτή. Έτσι απαιτείται λιγότερο πλύσιμο. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν πριονίδια ως στρώση στα τελευταία μέτρα πριν την αυλή, για να συγκρατούν αυτά τις βρωμιές.
- Τα συστήματα μεγάλης ροής και μικρότερης πίεσης είναι πιο αποδοτικά στον καθαρισμό της κοπριάς.
- Σωστή κλίση της αυλής (1-3%) στα συστήματα καθαρισμού με πλημμυρισμό. Μεγαλύτερες κλίσεις είναι επικίνδυνες για τις αγελάδες, ενώ μικρότερες εμποδίζουν το στέγνωμα της αυλής και απαιτούν περισσότερο νερό για τον καθαρισμό τους.
- Επαρκές σύστημα αποστράγγισης ώστε τα απόνερα με τις ακαθαρσίες να εγκαταλείπουν γρήγορα την αυλή και να καταναλώνεται λιγότερο νερό για τον καθαρισμό της.



### 4.2.2 Καθαρισμός μετά το άρμεγμα

- Κλείσιμο των ψεκαστήρων νερού στην πλατφόρμα αμέσως μόλις φύγουν οι αγελάδες από εκεί. Αυτό μπορεί να γίνεται και αυτόματα με τη χρήση αισθητήρων.
- Μείωση της ροής των ψεκαστήρων και αύξησή της μόνο στο τελευταίο ξέπλυμα.
- Τοποθέτηση “αντικολλητικών” επιφανειών στους τοίχους και το πάτωμα του χώρου που γίνεται το άρμεγμα. Έτσι ο χώρος καθαρίζεται ευκολότερα και εξοικονομείται νερό.

### 4.2.3 Αποδοτικές πρακτικές στη βόσκηση

Στην περίπτωση που σε ένα μέρος γίνεται υπερβολική βόσκηση, υπάρχουν πολύ μεγάλες απορροές λόγω της υποβάθμισης και της συμπίεσης του εδάφους και της απουσίας βλάστησης. Αυτό αποτρέπεται όταν η βόσκηση είναι ελεγχόμενη, δηλαδή τα ζώα βόσκουν σε περιφραγμένο και συγκεκριμένο χώρο και υπάρχει περιοδική εναλλαγή των βοσκοτόπων από περίοδο σε περίοδο, για να μην υπάρχει κορεσμός. Παράλληλα, με την περίφραξη του βοσκοτόπου, προστατεύονται και οι υδάτινοι πόροι της περιοχής γιατί τα ζώα δεν έχουν πρόσβαση σε αυτούς ώστε να τους μολύνουν και να τους καταστρέψουν.

#### 4.2.4 Παραγωγή ζωοτροφών

Η μείωση της ποσότητας του νερού που απαιτείται για την παραγωγή των ζωοτροφών είναι καθοριστικής σημασίας στην προσπάθεια εξοικονόμησης νερού παγκοσμίως. Αυτό μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

- 1) Προώθηση τροφών που για την άρδυσή τους δε χρειάζεται πολύ νερό.
- 2) Χρήση των υπολειμμάτων των καλλιεργειών και διαφόρων παραπροϊόντων ως ζωοτροφές.

#### 4.2.5 Διάφορες πρακτικές

- Βελτίωση της παραγωγικότητας των ζώων, μέσω της σωστής διατροφής, των συνθηκών υγιεινής και άλλων. Ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, υπάρχουν περιπτώσεις όπου η παραγωγή γάλακτος ανά ζώο είναι κατά πολύ μικρότερη από την κανονική, με αποτέλεσμα να χρειάζονται πολύ περισσότερα ζώα και επομένως, μεγαλύτερη κατανάλωση νερού.
- Καθαρισμός με σκούπισμα, αντί για πλύσιμο, των χώρων όπου αυτό είναι εφικτό.
- Επιδιόρθωση των διαρροών και γενικώς του προβληματικού εξοπλισμού. Επίσης καλή συντήρηση των διαφόρων συστημάτων.

#### Αναφορές :

1. <http://www.dairyinfo.biz/index.cfm?MenuID=101&NewsID=1075>
2. <http://www.dairyaustralia.com.au/content/view/438/342/>
3. <http://www2.dpi.qld.gov.au/environment/13255.html>
4. <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=93>
5. <http://www.iwmi.cgiar.org/>
6. [http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files\\_new/newsroom/ILRI.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/newsroom/ILRI.pdf)
7. <http://www.maf.govt.nz/mafnet/rural-nz/sustainable-resource-use/land-management/sustainability-constraints/constraints-04.htm>
8. [http://www.ilri.org/ILRIPubAware/ShowDetail.asp?CategoryID=TS&ProductReferenceNo=TS\\_070503\\_001](http://www.ilri.org/ILRIPubAware/ShowDetail.asp?CategoryID=TS&ProductReferenceNo=TS_070503_001)
9. [http://www.ilri.org/ILRIPubAware/ShowDetail.asp?CategoryID=TS&ProductReferenceNo=TS\\_060822\\_001](http://www.ilri.org/ILRIPubAware/ShowDetail.asp?CategoryID=TS&ProductReferenceNo=TS_060822_001)
10. [http://www.waterandfood.org/fileadmin/CPWF\\_Documents/Documents/First\\_call\\_projects/PN\\_37.pdf](http://www.waterandfood.org/fileadmin/CPWF_Documents/Documents/First_call_projects/PN_37.pdf)



11. <http://extension.oregonstate.edu/catalog/html/em/em8588-e/#anchor1337749>
12. <http://attra.ncat.org/attra-pub/paddock.html>
13. <http://artemis.teikoz.gr/Dienst/UI/1.0/Display/artemis.teikoz.florina/PT2006-0007?abstract=>
14. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος
15. [http://mark.asci.ncsu.edu/Swine\\_News/2003/sn\\_v2606.htm](http://mark.asci.ncsu.edu/Swine_News/2003/sn_v2606.htm)
16. <http://id.water.usgs.gov/nawqa/factsheets/MAUPIN.111.html>
17. <http://www.royalsociety.org.nz/site/publish/journals/nzjar/2007/041.aspx>
18. <http://extension.unh.edu/Pubs/AgPubs/wtrcnsrv.pdf>
19. [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/21EA256035054D4FC225715E001C32A3/\\$file/Hirotrofika4Epikera2005.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/21EA256035054D4FC225715E001C32A3/$file/Hirotrofika4Epikera2005.pdf?OpenElement)
20. <http://resources.cas.psu.edu/WaterResources/pdfs/water%20use.pdf>
21. <http://resources.cas.psu.edu/WaterResources/pdfs/water%20use.pdf>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

#### 5.1 ΟΙΚΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

##### 5.1.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Η εξοικονόμηση νερού που επιτυγχάνεται εφαρμόζοντας τα παρακάτω μέτρα αλλά και ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως το νερό που καταναλώνει η παλιά συσκευή, το νερό που καταναλώνει η καινούρια, την προβλεπόμενη χρήση της συσκευής (για παράδειγμα η ροή της βρύσης στην κουζίνα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη ροή στο μπάνιο) και άλλα.

##### 5.1.1.1 Τουαλέτες

Υπάρχουν τα καζανάκια υψηλής πίεσης (τύπου Νιαγάρα), τα καζανάκια χαμηλής πίεσης και τα συστήματα με χρήση πεπιεσμένου αέρα. Η τυπική κατανάλωση νερού για τους δύο πρώτους τύπους φαίνεται στον Πίνακα (4). Σήμερα, τα περισσότερα μοντέρνα καζανάκια καταναλώνουν 6-9 λίτρα ανά χρήση.

Έτος κατασκευής	Καζανάκια υψηλής πίεσης (λίτρα/χρήση)	Καζανάκια χαμηλής πίεσης (λίτρα/χρήση)
προ 1977	19-26	17-19
1977 - μέσα '90	13-19	13
μέσα '90	6	6

Πίνακας (4): Κατανάλωση νερού στα καζανάκια. [1]

Εξοικονόμηση νερού στα καζανάκια επιτυγχάνεται είτε μέσω της αντικατάστασής τους από άλλα πιο αποδοτικά, είτε με διάφορες αλλαγές και τροποποιήσεις στα ήδη υπάρχοντα.

##### **Καζανάκια που εξοικονομούν νερό –**

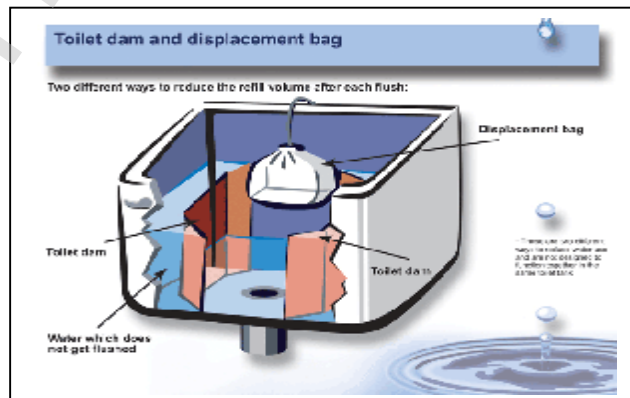
- 1) Καζανάκια με επιλογή μεγάλης ή μικρής ροής, 6 λίτρων/ χρήση και 3 λίτρων/ χρήση αντίστοιχα με εξοικονόμηση μέχρι και 60%.
- 2) Καζανάκια μειωμένης ροής 4 λίτρων/ χρήση. Η εξοικονόμηση, αν αντικαταστάθηκαν καζανάκια των 9 ή 6 λίτρων/ χρήση, φτάνει το 55% και το 32% αντίστοιχα.
- 3) Καζανάκια με κουμπί διακοπής της ροής. Το νερό τρέχει μόνο για όσο χρόνο διαρκεί η πίεση του κουμπιού. Η εξοικονόμηση μπορεί να φτάσει και το 70%.
- 4) Συστήματα με χρήση πεπιεσμένου αέρα. Είναι ο πιο μοντέρνος και αποδοτικός τύπος τουαλέτας αλλά κοστίζουν περισσότερο. Η λειτουργία τους βασίζεται στη χρήση συμπιεσμένου αέρα ο οποίος αυξάνει πολύ την δύναμη του νερού και έτσι απαιτείται λιγότερο νερό για τον καθαρισμό της λεκάνης. Συνιστώνται κυρίως σε περιοχές με μεγάλη κίνηση.

- 5) Τουαλέτες που χρησιμοποιούν χημικά υγρά για την απολύμανση των λυμάτων (χημικές). Συνήθως μια χημική τουαλέτα παράγει 100 έως 250 λίτρα αποβλήτων ημερησίως που είναι ιδιαίτερα επιβαρυντικά για το περιβάλλον. Παράλληλα, τα υγρά αυτά συνήθως είναι αλδεϋδες που είναι καρκινογόνες ουσίες, επικίνδυνες για τους χρήστες. Κυρίως για τους λόγους αυτούς, οι τουαλέτες αυτού του τύπου θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε ειδικές μόνο περιπτώσεις, όπως σε δημόσιους χώρους όπου δεν υπάρχουν τουαλέτες, σε παραλίες κλπ.
- 6) Τουαλέτες που μετατρέπουν τα οργανικά απόβλητα σε λίπασμα. Χρησιμοποιούνται σε πολύ συγκεκριμένες περιπτώσεις, όταν δεν υπάρχει δίκτυο αποχέτευσης ούτε δυνατότητα ύπαρξης βόθρου. Οι τουαλέτες αυτές, παρά την επικρατούσα άποψη, μπορούν να είναι πολύ καθαρές, δεν απαιτούν ηλεκτρικό ρεύμα και δεν έχουν μεγάλο κόστος.

**Τροποποιήσεις στα υπάρχοντα** – Συνιστώνται περισσότερο σε καζανάκια με κατανάλωση πάνω από 13λίτρα/ χρήση. Στα υπόλοιπα, οι τροποποιήσεις μπορεί να προκαλέσουν δυσλειτουργία του συστήματος ή να αυξήσουν τα έξοδα συντήρησης. Οι περισσότερες δεν απαιτούν ιδιαίτερα έξοδα. Είναι οι εξής:

- 1) Μέσα εκτοπισμού του νερού, όπως σακούλες ή μπουκάλια. Αυτά γεμίζονται με νερό και τοποθετούνται μέσα στο καζανάκι, μειώνοντας έτσι το διαθέσιμο όγκο προς γέμισμα μετά από κάθε τράβηγμα και εξοικονομώντας περίπου 3 λίτρα νερό τη φορά. Είναι οικονομικά και εύκολα στην τοποθέτηση αλλά απαιτούν τακτική συντήρηση. Δεν εξοικονομούν τόσο πολύ νερό όσο άλλες μέθοδοι και αν δεν τοποθετηθούν σωστά μπορεί να επηρεάσουν τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Τούβλα ή άλλα εύθριπτα αντικείμενα δε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό γιατί οι κόκκοι τους μπορεί να βλάψουν τις βαλβίδες και άλλα μέρη του μηχανισμού.

- 2) Φράγματα. Τοποθετούνται μέσα στο καζανάκι έτσι ώστε να κρατάνε κάποιο νερό να μη χυθεί σε κάθε τράβηγμα, εξοικονομώντας έτσι περίπου 5 λίτρα/ χρήση. Έχουν χαμηλό κόστος και τοποθετούνται εύκολα. Η διάρκεια ζωής τους είναι 5 – 6 χρόνια. Τα μειονεκτήματά τους είναι ότι με τον καιρό, αν δεν ελέγχονται τακτικά, γλιστράνε από τη θέση τους και παρουσιάζουν διαρροές ή μπλέκονται με τα κινητά μέρη του μηχανισμού, εμποδίζοντας την ομαλή λειτουργία του. Πριν την τοποθέτησή τους είναι αναγκαία η συμβουλή υδραυλικού.



- 3) Συστήματα που κλείνουν τις βαλβίδες ροής προτού αδειάσει όλο το νερό που περιέχει το καζανάκι. Τοποθετούνται εύκολα μέσα στο καζανάκι και είναι οικονομικά. Η εξοικονόμηση νερού είναι 2-7 λίτρα/ χρήση. Βέβαια θα πρέπει να γίνονται οι κατάλληλες ρυθμίσεις ώστε όταν γίνεται η διακοπή της ροής να έχει καθαριστεί η λεκάνη της τουαλέτας.

- 4) Πέρα από τις καινούριες τουαλέτες που μπορεί να έχουν συστήματα διπλής επιλογής ροής ή ελεγχόμενης ροής με το πάτημα κουμπιού για όσο χρόνο χρειάζεται, τέτοια συστήματα μπορούν να προσαρμοστούν και σε παλιότερα καζανάκια, όχι όμως στα πολύ παλιά με τρόμπα. Η εξοικονόμηση φτάνει το 70%. Η τοποθέτησή τους πρέπει να γίνεται από υδραυλικό.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι η μείωση της ροής πρέπει να γίνεται κατόπιν συνεννοήσεως με κάποιον ειδικό, καθώς η υπερβολική μείωση σε μια συσκευή μπορεί να προκαλέσει προβλήματα, δυσλειτουργίες και κινδύνους δημόσιας υγιεινής.

### **5.1.1.2 Ουρητήρια ανδρών**

#### ***Συστήματα που εξοικονομούν νερό –***

- 1) Καζανάκια χαμηλής ροής 3-1,5 λίτρων/ χρήση έναντι των συμβατικών που καταναλώνουν 7-9 λίτρα/ χρήση.
- 2) Αντικατάσταση των συστημάτων όπου η ροή του νερού είναι συνεχής, με άλλα όπου η ροή νερού ενεργοποιείται με το πάτημα κουμπιού ή το τράβηγμα αλυσίδας.
- 3) Άνυδρα συστήματα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι τέτοιων συστημάτων. Ένας τύπος λειτουργεί χρησιμοποιώντας βιοαποικοδομήσιμο υγρό αντί του νερού ως μέσο έκπλυσης. Τα ούρα, έχοντας μεγαλύτερο ειδικό βάρος, διαπερνούν τη στρώση του υγρού που επιπλέει, επικαλύπτονται από αυτή και οδηγούνται στο αποχετευτικό σύστημα. Η αλλαγή του υγρού γίνεται μετά από 1500 περίπου χρήσεις και είναι εύκολη και γρήγορη. Οι γενικές προϋποθέσεις για την εγκατάστασή τέτοιων συστημάτων είναι η καλή κατάσταση των αποχετευτικών σωλήνων και η αντικατάσταση των χάλκινων σωλήνων με πλαστικούς. Η εξοικονόμηση νερού που επιτυγχάνεται, αν τα αντικαθιστούμενα συστήματα είναι συνεχούς ροής, είναι μέχρι και 98%. Πάντως δε θεωρείται απαραίτητη η τοποθέτηση άνυδρων συστημάτων στην περίπτωση που το υπάρχον σύστημα καταναλώνει ήδη λίγο νερό και συντηρείται σωστά.
- 4) Συστήματα που χρησιμοποιούν πολύ λίγο νερό, λιγότερο από 1λίτρο/ χρήση, έχοντας παράλληλα και ενσωματωμένους αισθητήρες για καλύτερη προσαρμογή της ροής στις ανάγκες. Χρησιμοποιούνται συνήθως εκεί όπου λόγω της προκατάληψης του κοινού, το σχεδιασμό ή την υπάρχουσα υδραυλική υποδομή, δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν άνυδρα συστήματα.

#### ***Προσαρμογές - τροποποιήσεις στα υπάρχοντα –***

- 1) Τροποποίηση στις υπάρχουσες βαλβίδες ώστε να τρέχει λιγότερο νερό ανά τράβηγμα. Θα πρέπει όμως αυτές οι τροποποιήσεις να μην αντιπαραθέτονται με τις κατασκευαστικές προδιαγραφές.
- 2) Αυτόματα συστήματα με αισθητήρες ώστε να ενεργοποιείται η έκπλυση μόνο όταν χρειάζεται. Η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται αντικαθιστώντας τα συστήματα συνεχούς ροής με τα συστήματα αισθητήρων είναι 60-90%. Συνδυάζοντας αποδοτικά συστήματα (μη συνεχούς ροής) και αισθητήρες η εξοικονόμηση φτάνει το 40-50%. Η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης είναι λίγοι μήνες. Ο τακτικός έλεγχος της σωστής λειτουργίας των αισθητήρων είναι απαραίτητος.

- 3) Χρήση χρονοδιακοπών ώστε να γίνονται διαδοχικές αυτόματες εκπλύσεις με προκαθορισμένη συχνότητα σύμφωνα με την παρατηρημένη κίνηση. Επίσης μπορούν να ρυθμιστούν έτσι ώστε το νερό να μη ρέει τις περιόδους που το κτίριο δε χρησιμοποιείται.

### 5.1.1.3 Ντουζιέρες

Με τη χρήση μεθόδων εξοικονόμησης νερού στο ντους και το μπάνιο μειώνεται και η απαιτούμενη ενέργεια για τη θέρμανση του νερού.

**“Τηλέφωνα” ντους που εξοικονομούν νερό** – Τα παλαιότερου τύπου τηλέφωνα καταναλώνουν 15-25 λίτρα/ λεπτό και τα νεότερα συμβατικά 9- 10,8 λίτρα/ λεπτό. Τα τηλέφωνα για εξοικονόμηση νερού καταναλώνουν 6λίτρα/ λεπτό, ενώ είναι αρκετά οικονομικά. Υπάρχουν οι εξής τύποι:

- 1) Τηλέφωνα με ενσωματωμένο σύστημα όπου μικρότερη ποσότητα νερού ανακατεύεται με αέρα. Έτσι βγαίνει με την ίδια ή και με μεγαλύτερη πίεση από πριν δίνοντας την αίσθηση μεγάλης ροής. Επίσης διαβρέχεται μεγαλύτερη επιφάνεια.
- 2) Τα τηλέφωνα με ψεκασθήρες διανέμουν το νερό σε μικρές σταγόνες δίνοντας όμως την αίσθηση αφθονίας και διαβρέχοντας μεγαλύτερες επιφάνειες από τα συμβατικά.
- 3) Τηλέφωνα με ενσωματωμένο κουμπί διακοπής της ροής, όση ώρα δε χρειάζεται να τρέχει το νερό. Η ροή μετά είναι ίδια με πριν και στην ίδια θερμοκρασία.

**Προσαρμογές – τροποποιήσεις στα υπάρχοντα –**

- 1) Συστήματα περιορισμού της ροής. Προσαρμόζονται στο εσωτερικό του τηλεφώνου, μειώνοντας τη ροή του νερού κατά 10 – 40%. Είναι πολύ οικονομικά και εύκολα στην τοποθέτηση. Παρόλα αυτά, μπορεί να μειώνουν ανεπιθύμητα και την πίεση του νερού στο τηλέφωνο.
- 2) Βαλβίδες που προσαρμόζονται στα συμβατικά τηλέφωνα και διακόπτουν τη ροή νερού όταν δε χρειάζεται, διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή. Κάποιες φορές όμως μπορεί με την επανεκκίνηση το νερό να είναι πιο ζεστό προκαλώντας έγκαυμα, γι’ αυτό οι βαλβίδες αυτές δε θεωρούνται η καλύτερη τροποποίηση.

### 5.1.1.4 Βρύσες

**Βρύσες που εξοικονομούν νερό –**

- 1) Βρύσες με ενσωματωμένο σύστημα για ανακάτεμα του νερού με αέρα (aerators). Έτσι αυξάνεται ο όγκος και δίνεται η εντύπωση μεγάλης ροής ενώ στην πραγματικότητα έχει μειωθεί. Η κατανάλωση είναι περίπου 5 λίτρα/ λεπτό και μπορεί να φτάσει ακόμα και στα 2 λίτρα/ λεπτό, αν το επιτρέπουν οι απαιτήσεις της προοριζόμενης χρήσης. Η ροή στις συμβατικές μοντέρνες βρύσες είναι περίπου 6,5 λίτρα/ λεπτό.
- 2) Βρύσες που κλείνουν αυτόματα όταν ελευθερωθεί το χερούλι.
- 3) Βρύσες με προκαθορισμένη διάρκεια ροής από τη στιγμή που θα πατηθεί το κουμπί. Η ροή διαρκεί για κάποια δευτερόλεπτα και στη συνέχεια σταματά.

- 4) Βρύσες με ποδομοχλό ενεργοποίησης ώστε η ροή να σταματά όταν χρειάζεται.
- 5) Βρύσες με προσαρμοσμένους αισθητήρες υπερήχων ή υπέρυθρων ακτινών. Οι αισθητήρες εντοπίζουν την παρουσία αντικειμένων κάτω από τη βρύση και ενεργοποιούν τη ροή, σε προκαθορισμένο επίπεδο, για όσο χρόνο το αντικείμενο βρίσκεται κάτω από τη βρύση. Η εξοικονόμηση νερού είναι 70-80%. Τακτικός έλεγχος θα πρέπει να γίνεται στο ρυθμιστή της ροής ώστε να μη βουλώνει. Το μειονέκτημα των συσκευών αυτών είναι το αρκετά υψηλό κόστος.
- 6) Βρύσες ανάμειξης. Διαθέτουν μόνο ένα χερούλι, του οποίου η θέση καθορίζει την αναλογία ανάμειξης ζεστού και κρύου νερού. Με την κίνησή του στην επιθυμητή θέση επιτυγχάνεται γρήγορα η επιθυμητή θερμοκρασία και δε σπαταλάται το νερό. Για ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα όπου η βρύση ανοίγει μόνο όταν έχει φτάσει στο ακροφύσιο νερό της επιθυμητής θερμοκρασίας.
- 7) Βρύσες με θερμοστάτη. Έτσι διατηρείται η επιθυμητή θερμοκρασία του νερού και μειώνεται η κατανάλωση κατά περίπου 50%.

#### ***Προσαρμογές – τροποποιήσεις στις υπάρχουσες –***

- 1) Το πιο απλό μέτρο εξοικονόμησης είναι η ρύθμιση της βαλβίδας ροής ώστε να τρέχει λιγότερο νερό. Παρόλα αυτά το μέτρο αυτό δε συνιστάται ιδιαίτερα γιατί επειδή τελικά μειώνεται πολύ η ροή, ο χρήστης απλά κρατά περισσότερο χρόνο ανοιχτή τη βρύση και καταναλώνεται το ίδιο ή και περισσότερο νερό.
- 2) Συστήματα ανάμειξης αέρα και νερού (aerators) που αυξάνουν την πίεση του νερού αλλά και μειώνουν τη ροή. Προσαρμόζονται σε συμβατικές βρύσες και είναι πολύ οικονομικά. Η νέα κατανάλωση είναι κατά περίπου 40% μικρότερη από την παλιά.
- 3) Εξαρτήματα για περιορισμό της ροής μέχρι και στο ένα τρίτο της αρχικής. Χρησιμοποιούνται όταν δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα παραπάνω συστήματα και προσαρμόζονται στη γραμμή παροχής του κρύου και ζεστού νερού. Έχουν σχετικά χαμηλό κόστος.
- 4) Βαλβίδες μείωσης της πίεσης του νερού στις βρύσες. Οι υψηλές πιέσεις προκαλούν διαρροές αλλά και σπατάλη νερού λόγω πολύ μεγάλης ροής. Θα πρέπει να μειώνονται σε αποδεκτά επίπεδα για τη διατήρηση καλής ποιότητας ροής.

#### **5.1.1.5 Πλυντήρια ρούχων**

***Πλυντήρια που εξοικονομούν νερό*** – Τα πλυντήρια που εξοικονομούν νερό πλένουν τα ρούχα σε μικρότερο όγκο νερού ή/ και τα ξεπλένουν ψεκάζοντάς με νερό σε υψηλή πίεση. Επίσης υπάρχουν πλυντήρια όπου η ποσότητα του νερού που θα χρησιμοποιηθεί προσαρμόζεται στην ποσότητα των ρούχων που θα πλυθούν. Τα πλυντήρια με το σήμα ENERGY STAR εξοικονομούν νερό και ενέργεια. Η εξοικονόμηση νερού ποικίλει ανάλογα με τον τύπο πλυντηρίου και κυμαίνεται μεταξύ 25 και 55%. Το νερό που χρησιμοποιείται ανά κύκλο και ανά κυβικό μέτρο πλυντηρίου δηλώνεται με το συντελεστή χρήσης νερού. Όσο μικρότερος είναι αυτός, τόσο λιγότερο νερό χρησιμοποιεί το πλυντήριο. Ενδεικτικές καταναλώσεις νερού για ένα συμβατικό και ένα πλυντήριο που εξοικονομεί νερό (χωρητικότητας περίπου 7kg) είναι 80 και 45 λίτρα/ κύκλο πλύσης αντίστοιχα, δηλαδή υπάρχει μια μείωση κατά

περίπου 44%. Τέλος θα πρέπει να ελεγχθεί αν χρειάζονται ειδικά απορρυπαντικά για τα πλυντήρια αυτά για καλύτερα αποτελέσματα.

### 5.1.1.6 Πλυντήρια πιάτων

#### *Πλυντήρια πιάτων που εξοικονομούν νερό –*

- 1) Πλυντήρια που χρησιμοποιούν λιγότερο νερό, 12 – 14 λίτρα/ πλύση. Τα πολύ παλιά πλυντήρια πιάτων καταναλώνουν περίπου 80 λίτρα/ πλύση ενώ τα μοντέρνα συμβατικά καταναλώνουν 20 λίτρα/ πλύση. Η εξοικονόμηση είναι πολύ μεγάλη, ενώ παράλληλα εξοικονομείται και ενέργεια.
- 2) Πλυντήρια με δυνατότητα επιλογής μεταξύ διαφορετικών κύκλων πλύσης, ανάλογα με τις ανάγκες. Για παράδειγμα, αν τα πιάτα δεν είναι πολύ λερωμένα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ένα ήπιο κύκλο πλύσης, εξοικονομώντας έτσι ενέργεια και νερό. Επιπρόσθετα, υπάρχουν πλυντήρια όπου, ρυθμίζοντας ένα διακόπτη, υπάρχει δυνατότητα επιλογής της ποσότητας νερού ώστε να χρησιμοποιηθεί μόνο όσο είναι απαραίτητο.
- 3) Πλυντήρια που επαναχρησιμοποιούν το νερό από τα δύο πρώτα ξεβγάλματα, στην πρόπλυση των πιάτων.
- 4) Πλυντήρια χαμηλής θερμοκρασίας. Η αρχική απολύμανση γίνεται με τη χρήση χημικών παραγόντων και όχι με ζεστό νερό, εξοικονομώντας έτσι νερό. Από την άλλη, παράγονται χημικά απόβλητα επιβλαβή για το περιβάλλον και για το λόγο αυτό δε συνιστώνται ιδιαίτερα.

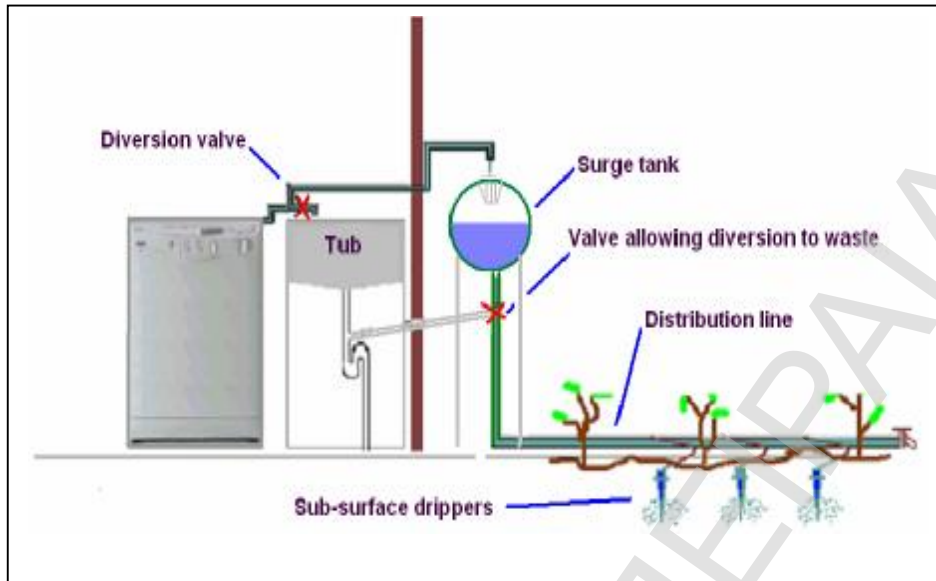
### 5.1.1.7 Επαναχρησιμοποίηση ελαφρώς χρησιμοποιημένου νερού (γκρίζου νερού)

Τα ακάθαρτα ύδατα από ένα σπίτι χωρίζονται στα πιο ρυπασμένα νερά από την τουαλέτα και την κουζίνα (blackwater) και στο νερό από τα μπάνια, το νεροχύτη του μπάνιου και το πλυντήριο, το λεγόμενο γκρίζο νερό. Υπολογίζεται ότι κάθε άνθρωπος παράγει 115-190 λίτρα γκρίζου νερού ημερησίως και αυτό το νερό αναλογεί τουλάχιστον στο 50% του συνολικά χρησιμοποιούμενου νερού στο σπίτι. Οι τρόποι να επαναχρησιμοποιηθεί το γκρίζο νερό είναι:

**Συλλογή του γκρίζου νερού με κουβάδες** - Το νερό συλλέγεται από το πλυντήριο ή το μπάνιο και χρησιμοποιείται για πότισμα του κήπου. Δεν απαιτείται ειδική άδεια για αυτό.

**Εκτροπή του γκρίζου νερού** - Αυτό γίνεται εγκαθιστώντας ένα σύστημα εκτροπής του νερού προς τον κήπο μέσω ενός υπόγειου αρδευτικού συστήματος. Τα συστήματα εκτροπής χρησιμοποιούν είτε αντλίες είτε τη βαρύτητα.

- 1) Συστήματα με άντληση. Σε αυτά υπάρχει μια δεξαμενή όπου συγκεντρώνεται αρχικά το νερό από το σπίτι ώστε να αποφευχθούν απότομες διακυμάνσεις στη ροή, όπως θα υπήρχε κατά τη διάρκεια ενός ντους για παράδειγμα. Στη συνέχεια, όπου η βαρύτητα δεν επαρκεί, με τη βοήθεια μιας αντλίας διοχετεύεται το νερό στον κήπο μέσω υπόγειου αρδευτικού συστήματος.
- 2) Συστήματα εκτροπής που χρησιμοποιούν τη βαρύτητα. Το νερό κινείται προς τον κήπο μέσω της βαρύτητας. Είτε υπάρχει δεξαμενή συγκέντρωσης του νερού είτε αυτό διοχετεύεται κατευθείαν στο υπόγειο αρδευτικό σύστημα. Το νερό αρχίζει να τρέχει με το πάτημα ενός διακόπτη ή το άνοιγμα μιας βρύσης.



Εικόνα (10): Σύστημα εκτροπής του γκρίζου νερού [9]

**Επεξεργασία του γκρίζου νερού** – Τα συστήματα επεξεργασίας του γκρίζου νερού είναι πιο ακριβά από τα συστήματα εκτροπής και το κόστος αγοράς και εγκατάστασής τους μπορεί να φτάσει τις αρκετές χιλιάδες Ευρώ. Απαιτείται ξεχωριστή υδραυλική εγκατάσταση, κάτι που είναι αρκετά δύσκολο να γίνει σε παλιότερα κτίρια. Έτσι η εφαρμογή τους σε οικιακό επίπεδο είναι περιορισμένη. Τα πλεονεκτήματά τους είναι ότι μπορούν να αποθηκεύουν το νερό και επιτρέπουν τη χρήση του με πιο πολλούς τρόπους, δηλαδή και στα καζανάκια, στα πλυντήρια και στο υπέργειο πότισμα του κήπου. Για τις επιπλέον αυτές χρήσεις απαιτείται διαπιστευμένο σύστημα επεξεργασίας.

Η τακτική και σύμφωνα με τις οδηγίες συντήρηση των συστημάτων εκτροπής και επεξεργασίας του γκρίζου νερού είναι απολύτως απαραίτητη. Επίσης, θα πρέπει να ελέγχεται κατά πόσο είναι νόμιμη η εγκατάσταση συστήματος εκτροπής ή επεξεργασίας γκρίζου νερού και θα πρέπει να ακολουθούνται οι προδιαγραφές λειτουργίας τους. Αναλυτικότερα η επαναχρησιμοποίηση νερού παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 7.

### 5.1.2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Πέρα από τη χρήση συσκευών που εξοικονομούν νερό, σημαντική είναι και η σωστή χρήση και συντήρησή τους. Επίσης πολύ σημαντική είναι και η υιοθέτηση από μέρους των καταναλωτών μιας νοοτροπίας εξοικονόμησης του νερού στην καθημερινότητά τους. Ορισμένα διαχειριστικά μέτρα παρουσιάζονται παρακάτω:

**Εντοπισμός και επιδιόρθωση διαρροών** - Οι διαρροές μπορούν να προκαλέσουν μεγάλη σπατάλη νερού σε ένα σπίτι. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι από μια βρύση που στάζει μια σταγόνα το δευτερόλεπτο μπορεί να χαθούν έως και 80 λίτρα νερού ημερησίως. Ένας εύκολος τρόπος εντοπισμού των διαρροών είναι η ανάγνωση του μετρητή του νερού σε δύο χρονικές στιγμές μεταξύ των οποίων δεν έχει καταναλωθεί νερό στο σπίτι. Αν οι δύο ενδείξεις δεν είναι ίδιες, υπάρχει διαρροή. Επίσης, ρίχνοντας μια ταμπλέτα χρώματος στο νερό του καζανακιού μπορεί να διαπιστωθεί η



ύπαρξη διαρροής, αν το χρώμα εμφανιστεί στη λεκάνη της τουαλέτας. Για την αποφυγή των διαρροών είναι προτιμότερες οι μπρούντζινες φλάντζες καθώς οι λαστιχένιες φθείρονται και παραμορφώνονται εύκολα.

Γενικά, θα πρέπει να αναφέρονται στους αρμόδιους και όποιες άλλες διαρροές, σπασμένοι σωλήνες ή ανοιχτοί κρουνοί υποπίπτουν στην αντίληψη των καταναλωτών, ακόμα και αν δεν ανήκουν στην ιδιοκτησία τους. Το νερό που σπαταλάται έτσι είναι πολλές φορές πάρα πολύ.

#### ***Εξοικονόμηση στο μπάνιο , στην κουζίνα και στα πλυντήρια***

- Σωστή συντήρηση και έλεγχος των διαφόρων ειδών και συσκευών και αντικατάστασή τους αν χρειαστεί.
- Διακοπή της ροής της βρύσης όσο χρόνο δε χρειάζεται, για παράδειγμα στη διάρκεια του ξυρίσματος, του σαπουνίσματος, του βουρτσίσματος των δοντιών, του πλυσίματος των πιάτων και άλλων.
- Προτίμηση των μικρής διάρκειας ντους αντί των αφρόλουτρων στη μπανιέρα.
- Μόνωση των σωλήνων νερού ώστε να ελαχιστοποιηθεί η ποσότητα νερού που χάνεται περιμένοντας να έρθει ζεστό νερό.
- Αποφυγή πλύσεων στα πλυντήρια ρούχων ή πιάτων αν αυτά δεν είναι γεμάτα. Εναλλακτικά, αν έχει το πλυντήριο τη δυνατότητα, μπορεί να ρυθμιστεί να γίνει μικρότερος κύκλος πλύσης που χρησιμοποιεί λιγότερο νερό. Γενικά, η πλύση με τα πλυντήρια καταναλώνει λιγότερο νερό από το αν γινόταν με τα χέρια.
- Πλύσιμο των λαχανικών σε μια λεκάνη ή στο νεροχύτη αντί κάτω από την ανοιχτή βρύση. Αποφυγή της απόψυξης των τροφών με τρεχούμενο νερό.

#### ***Συντήρηση του συστήματος εκτροπής ή επεξεργασίας του γκρίζου νερού***

- Τακτικός καθαρισμός του φίλτρου συγκράτησης των σκουπιδιών του γκρίζου νερού και έλεγχος του ποτιστικού συστήματος για πιθανές αποφράξεις. Το ποτιστικό δίκτυο καθαρίζεται με τη ροή καθαρού νερού μέσα του.
- Έλεγχος της ροής γιατί, καθώς το σύστημα είναι υπόγειο, είναι εύκολο να ξεχαστεί η ροή του νερού και να πλημμυρίσει ο κήπος.
- Επιλογή απορρυπαντικού με χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο και φώσφορο για να μην ξεραίνονται τα φυτά.
- Στο σχεδιασμό κάθε συστήματος επαναχρησιμοποίησης θα πρέπει να γίνεται μια αρχική εκτίμηση της παραγωγής γκρίζου νερού και των πιθανών καταναλώσεών του. Ανάλογα με τα αποτελέσματα, το σύστημα θα πρέπει να σχεδιάζεται ώστε να ελαχιστοποιείται το γκρίζο νερό που θα μένει ανεκμετάλλευτο. Για παράδειγμα, αν το γκρίζο νερό είναι πολύ περισσότερο από το απαιτούμενο στις τουαλέτες, θα πρέπει να υπάρξει εκτροπή του και στον κήπο.

***Συντήρηση των δεξαμενών συλλογής βρόχινου νερού*** – Απαιτείται τακτικός καθαρισμός των επιφανειών απορροής, των φίλτρων συγκράτησης σκουπιδιών και των σωλήνων. Έτσι αποφεύγεται η συσσώρευση λάσπης και η ανάπτυξη κουνουπιών μέσα στη δεξαμενή. Η δεξαμενή θα πρέπει να ελέγχεται τουλάχιστον κάθε 2-3 χρόνια και αν ο πάτος της έχει λάσπη θα πρέπει να καθαρίζεται είτε αδειάζοντάς την είτε με αναρρόφηση της λάσπης.

## 5.2 ΕΜΠΟΡΙΚΟΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

Οι δυνατότητες εξοικονόμησης στο δημόσιο και εμπορικό τομέα όσον αφορά στις «οικιακού τύπου» δραστηριότητες είναι οι ίδιες με αυτές του οικιακού τομέα. Πέρα από αυτές, στους τομείς αυτούς περιλαμβάνεται και το πότισμα των διαφόρων εκτάσεων (γηπέδων, πλατειών, πάρκων κλπ) και εκεί εφαρμόζονται όλες οι πρακτικές εξοικονόμησης που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο για την άρδευση. Επίσης υπάρχει και ο καθαρισμός των δρόμων και των δημόσιων μέσων μεταφοράς, η πυροπροστασία και άλλα. Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα στους τομείς αυτούς είναι πιο εύκολη και εύλογη η χρήση επεξεργασμένου, υποδεέστερου ποιοτικά νερού.

### 5.2.1. ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Τα υπόλοιπα, τεχνικής φύσεως μέτρα εξοικονόμησης νερού στα δημόσια κτίρια και κτίρια γραφείων, είναι τα ακόλουθα :

#### 5.2.1.1 Συστήματα εξαερισμού, θέρμανσης και ψύξης

Ο σχετικός εξοπλισμός για τα συστήματα αυτά απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού για τη λειτουργία του. Συνήθως το νερό σπαταλάται είτε γιατί δεν ανακυκλώνεται είτε γιατί ανακυκλώνεται σε μικρότερο βαθμό από το δυνατό. Τα μέτρα εξοικονόμησης για τα συστήματα αυτά περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο που αφορά τη βιομηχανία.

#### 5.2.1.2 Επαγγελματικά πλυντήρια πιάτων

**Πλυντήρια με μικρή κατανάλωση νερού** - Μπορεί να χρησιμοποιούν λιγότερο νερό ανά κύκλο πλύσης ή να ανακυκλώνουν το νερό επαναχρησιμοποιώντας το σε επόμενα στάδια πλύσης. Επίσης κάποια μοντέλα απολυμαίνουν τα πιάτα χρησιμοποιώντας χημικούς παράγοντες αντί ζεστό νερό.

**Τροποποιήσεις στα υπάρχοντα** - Απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο τύπος του πλυντηρίου να επιτρέπει τη συγκεκριμένη τροποποίηση. Οι τροποποιήσεις μπορεί να είναι οι εξής :

- Προσαρμογή συστήματος για την ανακύκλωση νερού.
- Εγκατάσταση ηλεκτρικού αισθητήρα σε ορισμένου τύπου πλυντήρια ώστε να υπάρχει ροή μόνο όταν υπάρχουν πιάτα στη σχάρα.
- Εγκατάσταση συστήματος ρύθμισης της ροής στη γραμμή ξεπλύματος των πιάτων.

**Άλλες πρακτικές** -

- Τήρηση του μεγέθους της ροής όσο πιο κοντά γίνεται στις προδιαγραφές του κατασκευαστή.
- Περιορισμός των απωλειών νερού λόγω εξάτμισης με την εφαρμογή μόνωσης στο πλυντήριο.

- Σωστή επιλογή χωρητικότητας πλυντηρίου ανάλογα με τις ανάγκες. Ένα μεγαλύτερο πλυντήριο που χρησιμοποιεί λιγότερο νερό ανά κύκλο πλύσης μπορεί να αποτελεί μια καλύτερη επιλογή και για εξοικονόμηση νερού.

### 5.2.1.3 Επαγγελματικά πλυντήρια ρούχων

#### *Πλυντήρια που εξοικονομούν νερό -*

- 1) Πλυντήρια με σύστημα όζοντος. Το όζον αυξάνει τη χημική δράση του νερού με αποτέλεσμα να χρειάζονται λιγότεροι κύκλοι πλύσης. Τα πλυντήρια με χρήση όζοντος είναι όμοια με τα συμβατικά επαγγελματικά πλυντήρια με τη μόνη διαφορά ότι προστίθεται ο μηχανισμός παραγωγής όζοντος και ότι χρησιμοποιείται κρύο νερό. Η εξοικονόμηση νερού που επιτυγχάνεται είναι περίπου 30% και ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης είναι 1-2 χρόνια. Παρόλα αυτά η τεχνολογία αυτή δεν είναι κατάλληλη για τα λευκά είδη τα σχετιζόμενα με το φαγητό. Επίσης η χρήση τέτοιων συστημάτων είναι οικονομικά βιώσιμη μόνο σε πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις πλυντηρίων.
- 2) Πλυντήρια οριζόντιου άξονα. Τα πλυντήρια αυτά χρησιμοποιούν το μισό νερό από αυτό χρησιμοποιούν άλλα πλυντήρια.
- 3) Πλυντήρια με δυνατότητα πολλαπλής επιλογής ποσότητας νερού στην πλύση. Επομένως, αν το πλυντήριο δεν είναι γεμάτο, μπορεί να γίνει ρύθμιση να χρησιμοποιηθεί λιγότερο νερό. Η εξοικονόμηση μπορεί να φτάσει το 50%.
- 4) Πλυντήρια όπου υπάρχει η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του νερού από την προηγούμενη πλύση στην επόμενη. Ειδικότερα, στα συστήματα έκπλυσης κατ'αντιρροή, το τελευταίο μπάνιο του ξεπλύματος, το οποίο είναι το λιγότερο επιβαρημένο, επαναχρησιμοποιείται στο προηγούμενο στάδιο και η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι το πρώτο στάδιο του πλυσίματος οπότε και απορρίπτεται.

*Τροποποιήσεις / προσαρμογές στα υπάρχοντα* – Στα περισσότερα πλυντήρια μπορεί να προσαρμοστεί μια δεξαμενή που θα υποδέχεται το νερό του τελευταίου ξεβγάλματος από προηγούμενη πλύση ώστε να χρησιμοποιηθεί στην επόμενη. Η εξοικονόμηση είναι της τάξεως του 30%. Οι ανασταλτικοί παράγοντες για την τοποθέτηση τέτοιου συστήματος είναι η απαίτηση χώρου, ο πρόσθετος προγραμματισμός του πλυντηρίου και ο χωρισμός των απόνερων της πλύσης.

### 5.2.1.4 Παρακολούθηση – μέτρηση της κατανάλωσης νερού

Με την παρακολούθηση της κατανάλωσης νερού στην επιχείρηση εντοπίζονται οι δυνατότητες που υπάρχουν για εξοικονόμηση του νερού, οι διαρροές και εκτιμώνται τα υπάρχοντα μέτρα εξοικονόμησης. Η παρακολούθηση μπορεί να γίνει είτε με καθημερινή ανάγνωση του μετρητή νερού είτε εγκαθιστώντας ένα αυτόματο σύστημα καταγραφής της κατανάλωσης. Υπάρχουν διάφορα αυτόματα συστήματα. Τα περισσότερα συλλέγουν τα δεδομένα και περιοδικά τα στέλνουν σε κάποιον ορισμένο υπολογιστή ή, αν το σύστημα συνδεθεί με το διαδίκτυο, τα δεδομένα μπορεί να είναι προσβάσιμα από οπουδήποτε. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα, με εκ των προτέρων ρυθμίσεις, να επισημαίνονται οποιεσδήποτε αλλαγές στις χρήσεις νερού ή αυξήσεις στη βασική κατανάλωση νερού στο κτίριο (αυτή που αντιστοιχεί στην περίοδο που δε χρησιμοποιείται το κτίριο). Μια αύξηση στη βασική κατανάλωση μπορεί να σημαίνει

την ύπαρξη διαρροής. Επίσης οι διαρροές εντοπίζονται συγκρίνοντας τα δεδομένα κατανάλωσης νερού. Τέλος, για παρακολούθηση κάθε τμήματος της επιχείρησης ξεχωριστά, μπορούν να εγκατασταθούν επιμέρους μετρητές. Επιπρόσθετα, μπορεί να γίνει μελέτη εκτίμησης της βέλτιστης κατανάλωσης ανά τομέα δραστηριότητας.

### 5.2.1.5 Πισίνες

Οι πισίνες αποτελούν ένα τομέα όπου καταναλώνεται πολύ νερό, όχι μόνο για την ανανέωση του νερού αλλά και στα ντους και άλλα. Η κατανάλωση νερού συνήθως αντιστοιχεί στο 2,5% έως 4% της συνολικής χωρητικότητας της πισίνας ανά ώρα, ανεξάρτητα από την πλήρη ανανέωση που θα γίνεται τουλάχιστον κάθε 7 ημέρες. Η συνηθισμένη χωρητικότητα για μια ιδιωτική πισίνα είναι μεταξύ των 50 και 75m<sup>3</sup>. Επομένως, μόνο για την ωριαία ανανέωση της πισίνας καταναλώνονται από 1250lt έως 3000lt. Η εξοικονόμηση που μπορεί να επιτευχθεί είναι της τάξεως του 30% και οι τρόποι είναι οι εξής :

- 1) Έλεγχος και προσαρμογή της έντασης της ροής και της συχνότητας ανανέωσης του νερού ώστε να τηρούνται οι κανόνες υγιεινής αλλά και να μην υπάρχει σπατάλη νερού από υπερβολικό ρυθμό ανανέωσής του.
- 2) Τοποθέτηση μηχανισμών ανακύκλωσης του νερού.
- 3) Τοποθέτηση συστήματος γύρω από την πισίνα για τη συλλογή του νερού που υπερχειλίζει ή πετάγεται έξω από την πισίνα ώστε να επαναχρησιμοποιηθεί.
- 4) Χρήση καλύμματος της πισίνας μετά τη χρήση της ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες λόγω εξάτμισης. Το νερό που χάνεται λόγω εξάτμισης σε μια πισίνα 10x15 μέτρων είναι περίπου 10.500 λίτρα τη βδομάδα. Επιπρόσθετα, με τον τρόπο αυτό διατηρείται περισσότερο και η θερμοκρασία της πισίνας και η ανάγκη καθαρισμού της είναι πιο αραιή.

### 5.2.1.6 Μηχανές παραγωγής πάγου

Οι μηχανές παραγωγής πάγου χρησιμοποιούνται σε εστιατόρια, ξενοδοχεία, καφετέριες, νοσοκομεία και άλλα και μπορεί να καταναλώνουν σημαντική ποσότητα νερού, ανάλογα με τον τύπο της μηχανής και τον επιθυμητό τύπο του πάγου. Το είδος της διάταξης που χρησιμοποιείται για την ψύξη του νερού επηρεάζει περισσότερο την κατανάλωση της μηχανής. Υπάρχουν δύο ειδών διατάξεις ψύξης : αυτές που χρησιμοποιούν αέρα και αυτές που χρησιμοποιούν νερό για την ψύξη. Η τυπική κατανάλωση των πρώτων κυμαίνεται μεταξύ 110 και 420 lt νερού/ 100 kg παραγόμενου πάγου ενώ για τις δεύτερες το αντίστοιχο νούμερο είναι 790-2200 lt νερού/ 100 kg παραγόμενου πάγου. Αυτά τα στοιχεία φανερώνουν ότι τα αερόψυκτα συστήματα καταναλώνουν πολύ λιγότερο νερό από τα υδρόψυκτα. Επίσης, ακόμα και για το ίδιο είδος διάταξης, τα περιθώρια εξοικονόμησης είναι πολύ μεγάλα αν επιλεγεί μια μηχανή που εξοικονομεί νερό. Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Energy Star, μια μηχανή παραγωγής πάγου θεωρείται ότι εξοικονομεί νερό αν καταναλώνει μέχρι και 210 lt νερού/ 100 kg παραγόμενου πάγου.

## 5.2.2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

### 5.2.2.1 Διάφορες πρακτικές

- Συντήρηση και έλεγχος συστημάτων όπως: πύργοι ψύξεως, λέβητες, αντλίες, βρύσες, τουαλέτες και άλλα υδραυλικά συστήματα. Έτσι ελαχιστοποιούνται οι διαρροές αλλά και βελτιστοποιείται η απόδοση του συστήματος.
- Εγκατάσταση χρονοδιακοπών για τη διακοπή της λειτουργίας των συστημάτων όταν δε χρησιμοποιούνται.
- Χρήση όσο το δυνατόν φιλικότερων προς το περιβάλλον και φυσικότερων καθαριστικών, διαλυτικών και άλλων, ώστε όταν απορρίπτονται στο αποχετευτικό δίκτυο να μολύνουν λιγότερο το νερό και να μην είναι τοξικά για τους μικροοργανισμούς που συμμετέχουν στη διαδικασία επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.
- Προτίμηση στο στεγνό καθάρισμα των πατωμάτων, των χαλιών, του εξοπλισμού και όπου αλλού είναι εφικτό.
- Τα ξενοδοχεία μπορούν να δίνουν την επιλογή στους ενοίκους τους να χρησιμοποιούν τις πετσέτες και τα σεντόνια τους πάνω από μια ημέρα. Έτσι εξοικονομούνται περίπου 110 λίτρα ανά δωμάτιο ημερησίως.
- Αποφυγή πλύσεων στα πλυντήρια ρούχων ή πιάτων αν αυτά δεν είναι γεμάτα.
- Μόνωση των σωλήνων νερού ώστε να μη σπαταλάται πολύ κρύο νερό περιμένοντας να έρθει το ζεστό στη βρύση.
- Συλλογή των απόνερων από τα κλιματιστικά, τα ψυγεία, τους καταψύκτες και άλλα, και επαναχρησιμοποίησή τους όπου είναι εφικτό.
- Σβήσιμο των κλιματιστικών μονάδων όταν και όπου δε χρειάζονται. Πέρα από την εξοικονόμηση νερού, εξοικονομείται και ενέργεια.

### 5.2.2.2 Πισίνες

- Τακτικός έλεγχος της πισίνας και της στάθμης του νερού για τυχόν διαρροές ή άλλα προβλήματα.
- Τοποθέτηση των καυστήρων για τη θέρμανση του νερού κοντά στα ντους ώστε το ζεστό νερό να έρχεται γρήγορα στη βρύση και να μη γίνεται σπατάλη το κρύου.
- Τοποθέτηση συστήματος με κέρματα για τη λειτουργία των ντους. Έτσι θα αποφευχθεί η άσκοπη χρήση τους.

### 5.2.2.3 Εκπαίδευση

Η εκπαίδευση στις πρακτικές εξοικονόμησης των εργαζομένων σε ένα κτίριο είναι βασική προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα των τεχνικών μέτρων που τυχόν έχουν ή θα εφαρμοστούν. Κάποια εκπαιδευτικά μέσα είναι:

- Εκπαίδευση του προσωπικού, εκτός των άλλων, και στην εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης νερού.

- Συναντήσεις με το προσωπικό όπου θα παρουσιάζονται με οπτικά μέσα, όπως είναι τα διαγράμματα, τα προβλεπόμενα μέτρα εξοικονόμησης και η πρόοδος της εταιρείας στην εξοικονόμηση νερού.
- Ενημέρωση για τρόπους εξοικονόμησης και σχετικά επιτεύγματα μπορούν να στέλνονται και μέσω του διαδικτύου στα προσωπικά ηλεκτρονικά ταχυδρομεία των εργαζομένων.
- Παροχή κινήτρων για υιοθέτηση των πρακτικών εξοικονόμησης.

## 5.3 ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΠΟΛΙΤΕΙΑ - ΔΗΜΟΙ

### 5.3.1. ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

#### 5.3.1.1 Μέτρηση του νερού

Τα είδη μετρητών που υπάρχουν είναι οι ογκομετρικοί, που είναι οι πιο συνηθισμένοι οικιακοί μετρητές, οι μετρητές με έλικα (helix) που χρησιμοποιούνται κυρίως στη μέτρηση του αρδευτικού νερού, οι κοινοί εμπορικοί μετρητές που είναι ένας συνδυασμός των παραπάνω και οι ηλεκτρολογικοί μετρητές. Ιδιαίτερα γίνονται οι εξής μετρήσεις:

**Μέτρηση του αντλούμενου νερού στο σημείο άντλησής του** – Με τον τρόπο αυτό οι εταιρείες ύδρευσης μετρούν τον όγκο νερού που χρησιμοποιείται και ελέγχουν καλύτερα τη χρήση του. Επίσης γίνεται καλύτερη διαχείριση της ροής του αντλούμενου νερού δια μέσου του δικτύου τους. Παράλληλα, με τη βοήθεια των μετρήσεων εντοπίζονται και εν συνεχεία επιδιορθώνονται τυχόν διαρροές σε υπόγειους αγωγούς. Έτσι εξοικονομείται νερό, αποφεύγονται ατυχήματα και ελαττώνεται το επιπλέον κόστος άντλησης και επεξεργασίας παραπάνω νερού. Τέλος, εντοπίζονται ευκολότερα οι μεγάλοι καταναλωτές και λαμβάνονται τα ανάλογα μέτρα για τη μείωση της επίδρασής τους στο σύστημα.

**Μέτρηση στα σημεία κατανάλωσης** – Πρόκειται για τα ρολόγια των οικιών. Με τη βοήθειά τους οι πελάτες γνωρίζουν το ποσό του νερού που καταναλώνουν και οι προμηθευτές παρακολουθούν ακόμα ακριβέστερα τη χρήση του νερού και χρεώνουν τους πελάτες για τη χρήση τους. Η μέτρηση στις οικίες δε μειώνει την κατανάλωση νερού αυτή καθαυτή. Εξοικονόμηση επιτυγχάνεται αν η κοστολόγηση είναι ανάλογη της κατανάλωσης και, αν είναι δυνατόν, ο λογαριασμός δείχνει τη φετινή και την περσινή κατανάλωση. Τα μέτρα αυτά αλλάζουν τη συμπεριφορά των καταναλωτών με αποτέλεσμα τη μείωση στη χρήση νερού κατά περίπου 10%.

**Μέτρηση του νερού που χρησιμοποιείται σε δημόσιες χρήσεις** – Προκειμένου να υπολογίζεται καλύτερα η κατανάλωση νερού, είναι απαραίτητη η μέτρηση και του νερού που παρέχεται για δημόσιες χρήσεις. Αυτό μπορεί να γίνει με τοποθέτηση υδρομετρητών στα σημεία λήψης του νερού αυτού. Σημειώνεται ότι στην Αθήνα δεν υπάρχουν ξεχωριστοί υδρομετρητές για το νερό που προορίζεται για δημόσιες χρήσεις καθώς αυτό περιλαμβάνεται στο συνολικό νερό που χρησιμοποιείται από τον κάθε Δήμο και το τελευταίο είναι που μετράται. Επίσης, αν και υπάρχουν

υδρομετρητές στα σημεία των πυροσβεστικών κρουνών, συνήθως το νερό αυτό δε μετράται και παρέχεται δωρεάν.

Ειδικά μέτρα για αποδοτική μέτρηση είναι τα εξής:

- Πρόγραμμα που ανά τακτά χρονικά διαστήματα μετράει ταυτόχρονα το νερό στο σημείο άντλησης και στα σημεία κατανάλωσης. Η σύγκριση των τιμών φανερώνει την ύπαρξη διαρροών και γενικά νερού που παράγεται αλλά δεν τιμολογείται.
- Είναι απαραίτητος ο τακτικός έλεγχος της ακρίβειας των μετρητών γιατί διαφορετικά δίνονται λανθασμένες τιμές κατανάλωσης, δυσχεραίνεται ο εντοπισμός των διαρροών και δεν επιτυγχάνεται εξοικονόμηση.
- Οι μετρητές πρέπει να είναι ανάλογοι των καταναλώσεων που πρέπει να μετρήσουν. Για παράδειγμα, αν ο μετρητής είναι πολύ μεγάλος για τα επίπεδα κατανάλωσης ενός νοικοκυριού, η ένδειξή του θα είναι μικρότερη της πραγματικής κατανάλωσης.

### 5.3.1.2 Έλεγχος των απωλειών νερού

Ένα καλό σύστημα πρόληψης απωλειών νερού στα δίκτυα θα πρέπει να στοχεύει τόσο στις πραγματικές απώλειες (διαρροές, σπάσιμο σωλήνων και υπερχειλίσεις) όσο και στις φαινομενικές (ανακρίβειες μετρητών, κλοπές, παράνομες χρήσεις).

**Εντοπισμός διαρροών** – Σε μερικές χώρες, μέχρι και το 60% του μεταφερόμενου νερού χάνεται λόγω διαρροών. Συνήθως, αν το νερό που χάνεται ξεπερνά το 10-15% του μεταφερόμενου, είναι συμφέρον ένα πρόγραμμα επιδιόρθωσης του δικτύου καθώς τα χρήματα που θα εξοικονομηθούν είναι πολύ περισσότερα από το κόστος επιδιόρθωσης.

Σε ένα καλό πρόγραμμα ελέγχου διαρροών, αρχικά χωρίζεται η περιοχή που εξυπηρετεί το δίκτυο σε ζώνες, ώστε να εντοπιστούν οι ύποπτες ζώνες και ειδικότερα τα ύποπτα για διαρροή τμήματα. Ο εντοπισμός γίνεται με τη συνεχή μέτρηση από ροόμετρα της διερχόμενης παροχής. Ενδεικτικοί παράγοντες πιθανών διαρροών μπορεί να είναι μία ανεξήγητη αύξηση της κατανάλωσης ή της (ελάχιστης) νυχτερινής διερχόμενης παροχής σε κάποιο τμήμα του δικτύου. Άλλοι παράγοντες είναι η πτώση πίεσης, η εμφάνιση νερού στην επιφάνεια του εδάφους ή ο θόρυβος που προκαλείται στο σημείο της διαρροής στην περίπτωση που αυτός γίνεται αντιληπτός από το ανθρώπινο αυτί.

Στη συνέχεια, γίνεται ακριβής εντοπισμός της θέσης της διαρροής. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται είναι αισθητήρες που τοποθετούνται στα άκρα του υπό εξέταση αγωγού, μεταδότες των ηχητικών σημάτων, τηλεμετρικό σύστημα μετάδοσης καθώς και μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας σήματος (συσχετιστής). Με τη βοήθεια κατάλληλων φίλτρων, το ηχητικό σήμα της διαρροής «καθαρίζεται». Η αιχμή του «καθαρού» σήματος αντιστοιχεί στο σημείο της διαρροής.

Κατά το τρίτο στάδιο επιβεβαιώνονται με φορητό εξοπλισμό (γαιόφωνα διαρροών με αισθητήρες ράβδους ή κώδωνες) τα ευρήματα του συσχετιστή. Το ηχητικό σήμα που λαμβάνεται από τον αισθητήρα του οργάνου ενισχύεται και φιλτράρεται ώστε να απομονωθούν παρασιτικοί θόρυβοι που δεν οφείλονται στην ύπαρξη της διαρροής.

Παράλληλα, υπάρχουν και τα σύγχρονα, μόνιμα συστήματα ανίχνευσης διαρροών. Σε αυτά, αισθητήρες τοποθετούνται στα φρεάτια και εκπέμπουν το σήμα τους. Αν δεν υπάρχει διαρροή εκπέμπεται ένα ειδικό σήμα που υποδηλώνει κανονική κατάσταση λειτουργίας. Στην αντίθετη περίπτωση, ο αισθητήρας τίθεται σε κατάσταση συναγερμού και εκπέμπει ένα ειδικό σήμα που υποδηλώνει διαρροή. Ο υπάλληλος της αρμόδιας υπηρεσίας κινείται κατά μήκος του δικτύου ανά τακτά χρονικά διαστήματα με το υπηρεσιακό όχημα, έχοντας μαζί του τον “επιτηρητή”, που λαμβάνει τα σήματα. Με βάση τα δεδομένα που έχουν αποθηκευθεί στη μνήμη του “επιτηρητή”, στα ύποπτα για ύπαρξη διαρροών σημεία του δικτύου γίνεται επέμβαση από ειδική ομάδα επιβεβαίωσης και εντοπισμού με ακρίβεια της θέσης της διαρροής, είτε με συσχετιστή, είτε με γαϊόφωνο. Τέλος, για πιο ακριβή απεικόνιση των δικτύων μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η χαρτογράφηση με το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών.

**Βελτίωση – αποκατάσταση των δικτύων ύδρευσης** – Τα κακοσυντηρημένα δίκτυα μεταφοράς και διανομής νερού χάνουν πολύ νερό λόγω διαρροών, ραγισμάτων, φραγμών, κακών συγκολλήσεων και κλοπών. Παράλληλα το νερό μολύνεται από τα ραγίσματα. Επομένως οι επιθεωρήσεις, ο καθαρισμός, οι έλεγχοι για τυχόν διαβρώσεις, οι επενδύσεις των καναλιών, οι έλεγχοι των βαλβίδων και οι επιδιορθώσεις των διαρροών είναι απαραίτητα. Τέλος, για την επιθεώρηση και τον καθαρισμό των δεξαμενών αποθήκευσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύτες.

**Άλλα μέτρα** – Εντοπισμός των παράνομων ή χωρίς άδεια συνδέσεων, έλεγχος της στάθμης του νερού στις δεξαμενές για αποφυγή υπερχειλίσεων, συλλογή του νερού που τρέχει αδιάκοπα κατά τη θεμελίωση κάποιων οικοδομών, με βυτιοφόρα ή άλλα πρόσφορα μέσα, και άλλα.

### 5.3.1.3 Διαχείριση της υδραυλικής πίεσης στο δίκτυο

Η μείωση της πίεσης του νερού στο δίκτυο είναι ένα μέτρο εν μέρει προληπτικό, φτηνό και πολύ σημαντικό. Έτσι αποτρέπονται οι υπερβολικές πιέσεις που θα οδηγούσαν σε ραγίσματα και διαρροές, μειώνεται η ποσότητα του νερού που ήδη χάνεται λόγω των υπάρχουσών διαρροών και μειώνεται η ροή στις διάφορες συσκευές. Επίσης οι πολύ μεγάλες πιέσεις επιδεινώνουν τις όποιες φθορές στους αγωγούς και τις συσκευές, προκαλώντας μεγαλύτερη ακόμα διαρροή και ζημιά. Μείωση της πίεσης μπορεί να γίνει και κατά τις νυχτερινές ώρες που η κανονική πίεση δεν είναι απαραίτητη λόγω της πολύ χαμηλής κατανάλωσης. Φυσικά, η μείωση της πίεσης θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην υποβαθμίζεται η ποιότητα παροχής νερού στο δίκτυο. Κάποια μέτρα είναι τα εξής:

- Προσδιορισμός των περιοχών όπου απαιτείται μείωση της πίεσης.
- Εγκατάσταση βαλβίδων για τη μείωση της πίεσης όπου είναι απαραίτητο.
- Χρήση υδραυλικών μοντέλων για τον προσδιορισμό της βέλτιστης πίεσης και το χωρισμό του συστήματος σε τομείς ροής.
- Σε κάποιες περιπτώσεις απαιτείται η αντικατάσταση των αγωγών και των στροφών, αλλά το μέτρο είναι πολύ ακριβό.
- Εκ νέου προγραμματισμός της λειτουργίας των αντλιών και βελτίωση των αποδόσεων των αντλήσεων.



#### 5.3.1.4 Δίκτυο παροχής επεξεργασμένου νερού για επαναχρησιμοποίηση

Στην περίπτωση που σε κάποια περιοχή γίνει σχεδιασμός για επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένου νερού σε επιλεγμένες οικιακές χρήσεις, θα πρέπει, πέρα από την κατασκευή εγκαταστάσεων επεξεργασίας των λυμάτων, να υπάρχει και ένα δευτερεύον, ξεχωριστό δίκτυο ύδρευσης μέσω του οποίου θα παρέχεται στους πολίτες υψηλής ποιότητας επεξεργασμένο νερό για χρήση του σε ορισμένες οικιακές δραστηριότητες. Για την υλοποίηση του μέτρου προϋποτίθεται η ύπαρξη διπλού υδραυλικού συστήματος στα σπίτια, ενός για την παροχή πόσιμου νερού και ενός για την παροχή επεξεργασμένου. Η εξοικονόμηση είναι μεγάλη καθώς το νερό αυτό συχνά οδηγείται στη θάλασσα, όπου ουσιαστικά χάνεται, ενώ με την οικιακή χρήση του μπορούν να καλυφθούν πολύ υδροβόρες χρήσεις, όπως τα καζανάκια. Η επαναχρησιμοποίηση του νερού αναλύεται στο Κεφάλαιο 7.

#### 5.3.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Το κόστος υλοποίησης ορισμένων μέτρων αποτελεί συχνά τον κύριο λόγο μη εφαρμογής τους. Επίσης υπάρχουν δομές τιμολόγησης που δεν προωθούν την εξοικονόμηση νερού. Κάποια οικονομικά και ρυθμιστικά μέτρα που μπορούν να πάρουν οι εταιρείες ύδρευσης, η πολιτεία και οι δήμοι είναι:

##### 5.3.2.1 Μέτρα κοστολόγησης και τιμολόγησης

Τα μέτρα αυτά αποτελούν ένα απαραίτητο, αλλά όχι πάντα επαρκές, μέτρο κάθε σχεδίου εξοικονόμησης νερού. Μέσω των μέτρων αυτών οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται την πραγματική αξία του νερού αλλά και υιοθετούν την ανάλογη συμπεριφορά καθώς διαφορετικά πλήττονται οικονομικά. Οι δομές τιμολόγησης του νερού που ευνοούν την εξοικονόμηση είναι:

- 1) *Τιμολόγηση ανάλογη της κατανάλωσης.* Ο πελάτης χρεώνεται ανάλογα με το νερό που χρησιμοποιεί και σε μερικές περιπτώσεις ανάλογα και με τα λύματα που παράγει. Ο λογαριασμός συνήθως αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο είναι ένα πάγιο ποσό για την παροχή υπηρεσιών από την εταιρεία ύδρευσης και το δεύτερο είναι η χρέωση για τα κυβικά μέτρα νερού που καταναλώθηκαν. Σε περιόδους ξηρασίας η χρέωση/ κυβικό μπορεί να αυξηθεί. Επίσης η χρέωση/ κυβικό μέχρι τον αριθμό των κυβικών που θεωρούνται απαραίτητα για τις συνθήκες υγιεινής μπορεί να είναι μικρότερη.
- 2) *Κλιμακωμένη τιμολόγηση.* Η χρέωση/ κυβικό μέτρο νερού είναι μικρότερη μέχρι έναν ορισμένο αριθμό κυβικών, μεγαλύτερη για το επόμενο σύνολο κυβικών, ακόμα μεγαλύτερη για το επόμενο σύνολο κ.ο.κ.. Σημειώνεται ότι η ΕΥΔΑΠ εφαρμόζει αυτού του είδους την τιμολόγηση (αναλυτικός πίνακας χρεώσεων στο Παράρτημα IV, Πίνακας (20)).
- 3) *Μεταβαλλόμενη τιμολόγηση ανάλογα με την εποχή.* Η χρέωση αυξάνεται και μειώνεται ανάλογα με τη ζήτηση του νερού και την ποσότητα αποθεμάτων. Συνήθως είναι αυξημένη τη θερινή περίοδο όπου είναι μεγάλη η ζήτηση και μειωμένα τα αποθέματα.
- 4) *Επιπλέον χρεώσεις όπου διαπιστώνεται υπερβολική κατανάλωση.*

- 5) Κατάργηση των εκπτώσεων που ίσχυαν σε περίπτωση μεγάλης κατανάλωσης ώστε να υπάρχει αντικίνητρο για σπατάλη νερού.

Όσον αφορά στον καθορισμό των τιμών κοστολόγησης, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής:

- 1) Η δυνατότητα του πληθυσμού να αντέξει οικονομικά τις αυξημένες χρεώσεις. Οι εταιρείες ύδρευσης μπορούν να κάνουν διάφορες ρυθμίσεις, όπως το να απαλλάσσουν τους χαμηλού εισοδήματος πολίτες από τα πάγια τέλη.
- 2) Η επίδραση των νέων χρεώσεων στα έσοδα της επιχείρησης. Ένα σύνηθες φαινόμενο είναι ότι με τις νέες χρεώσεις τα έσοδα δεν είναι σταθερά γιατί η μείωση της κατανάλωσης εξαρτάται από την ελαστικότητα της ζήτησης στην αύξηση των τιμών και αυτή με τη σειρά της είναι διαφορετική για τις διάφορες κοινωνικές ομάδες, τις συνήθειές τους κλπ.. Αυτό μπορεί να ξεπεραστεί με τη χρήση υπολογιστικών μοντέλων που θα επεξεργάζονται στοιχεία της περιοχής που θα αφορούν την ελαστικότητα της ζήτησης για διάφορες κοινωνικές ομάδες. Έτσι προβλέπονται τα αναμενόμενα έσοδα με τις νέες χρεώσεις.
- 3) Η αποδοτικότητα του μέτρου της αυξημένης τιμολόγησης στη μείωση της κατανάλωσης. Οι σχετικές μελέτες είναι λίγες αλλά έχουν δείξει ότι στον αστικό τομέα μια αύξηση της χρέωσης κατά 10% οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης κατά 2-4%. Στη βιομηχανία το αντίστοιχο ποσοστό είναι 5-8%. Επομένως, η ζήτηση του νερού είναι ανελαστική, δηλαδή το ποσοστό εξοικονόμησης είναι μικρότερο από το ποσοστό αύξησης των χρεώσεων. Ειδικά οι μεσαίες και ανώτερες οικονομικά ομάδες πιθανόν να μείνουν ανεπηρέαστες από το μέτρο.

### **5.3.2.2 Οικονομικές ελαφρύνσεις για την αντικατάσταση ή τροποποίηση συσκευών**

Οι επιχειρήσεις ύδρευσης ή/ και η πολιτεία μπορούν να επιδοτήσουν διάφορα προγράμματα για αντικατάσταση ή τροποποίηση υδροβόρων συσκευών. Τέτοια προγράμματα μπορεί να είναι η δωρεάν παροχή και εγκατάσταση συσκευών εξοικονόμησης νερού και η επιστροφή χρημάτων ή η απαλλαγή από το φόρο κατανάλωσης ή οι εκπτώσεις κατά την αγορά τέτοιων συσκευών.

### **5.3.2.3 Πρότυπες διαδικασίες και νομοθετικές ρυθμίσεις για τη χρήση του νερού**

Οι ρυθμίσεις μπορεί να εφαρμόζονται μόνο σε περιόδους ξηρασίας και άλλες έκτακτες καταστάσεις ή και σε μόνιμη βάση προκειμένου να υπάρχει καλύτερη υδατική διαχείριση. Κάποια παραδείγματα ρυθμίσεων είναι τα εξής:

- Περιορισμοί ή απαγορεύσεις σε ορισμένες μη απαραίτητες χρήσεις, όπως το πότισμα των κήπων, το πλύσιμο των αυτοκινήτων, το γέμισμα των πισίνων, η άρδευση γηπέδων γκολφ και άλλα.
- Καθορισμός προτύπων ή/ και απαγορεύσεις για τη λειτουργία και κατανάλωση νερού οικιακών και άλλων συσκευών και διεργασιών. Υποχρεωτική υιοθέτηση ορισμένων τεχνολογιών.
- Θέσπιση ανώτατων ορίων κατανάλωσης νερού.

- Περιορισμοί στις διαδικασίες όπου καταναλώνεται νερό σε ξενοδοχεία, νοσοκομεία, εστιατόρια, επαγγελματικά πλυντήρια αυτοκινήτων και άλλα.
- Ανάπτυξη προτύπων για σωστές μεθόδους κηπουρικής, άρδευσης και παροχέτευσης απόνερων.
- Επιβολή προστίμων ή άλλων κυρώσεων σε περιπτώσεις συστηματικής σπατάλης του νερού σε περιόδους ξηρασίας.

Οι αρμόδιες ρυθμιστικές αρχές θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτικές στη θέσπιση ρυθμίσεων και περιορισμών ώστε αυτοί να εξυπηρετούν τις ανάγκες του συστήματος. Επίσης δε θα πρέπει να ελαττώνονται υπερβολικά τα δικαιώματα των πελατών και να υποβαθμίζεται η ποιότητα παροχής υπηρεσιών.

### 5.3.3. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ – ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

#### 5.3.3.1 Ένθετα στους λογαριασμούς για εξοικονόμηση νερού

Η πληροφορία που μπορεί να περιέχεται μέσα στους λογαριασμούς μπορεί να είναι διάφορες τεχνικές και μέτρα εξοικονόμησης και η εξοικονόμηση σε νερό και χρήματα που θα επιτευχθεί εφαρμόζοντάς τα και αγοράζοντας συσκευές που εξοικονομούν νερό. Επίσης χρήσιμη είναι και η ενημέρωση των καταναλωτών για τις ακριβείς χρεώσεις στο λογαριασμό για τις επιμέρους διαδικασίες στη μεταφορά και διανομή του νερού καθώς και για το πώς αυτές καθορίζονται.

#### 5.3.3.2 Ιστοσελίδες ενημέρωσης

Οι εταιρείες ύδρευσης και άλλοι οργανισμοί μπορούν να αναπτύσσουν ιστοσελίδες αφιερωμένες στην εξοικονόμηση του νερού. Έτσι οι πολίτες θα έχουν εύκολη πρόσβαση στις σχετικές πληροφορίες. Στις ιστοσελίδες αυτές μπορούν να ανακοινώνονται και διάφορα προγράμματα ή έργα εξοικονόμησης ώστε να συμμετάσχουν οι ενδιαφερόμενοι αλλά και να ενημερώνονται για την πρόοδό τους. Τέλος μπορεί να υπάρχει καθημερινή ενημέρωση για τις υδατικές ανάγκες των φυτών στους κήπους και στις καλλιέργειες, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες της ημέρας.

#### 5.3.3.3 Σχολικά εκπαιδευτικά προγράμματα

Οι δήμοι ή οι εταιρείες ύδρευσης μπορούν να οργανώνουν διάφορα προγράμματα ενημέρωσης στα σχολεία όπου θα επιδεικνύονται και/ ή θα εφαρμόζονται ήπιες τεχνικές εξοικονόμησης. Έπειτα οι μαθητές μπορούν να αναλάβουν ένα πρόγραμμα εξοικονόμησης στο σχολείο τους. Τέλος, μπορούν να διοργανώνονται εκπαιδευτικές εκδρομές στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας του νερού ή των λυμάτων. Η άμεση επαφή των μαθητών με τους χώρους αυτούς αφυπνίζει την οικολογική τους συνείδηση.

#### 5.3.3. 4 Εκστρατείες ενημέρωσης και άλλα

Ένας πολύ αποδοτικός τρόπος για την ενημέρωση μεγάλου μέρους του πληθυσμού είναι η προβολή από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης διαφημιστικών μηνυμάτων για τα μέτρα εξοικονόμησης νερού και τα σχετικά προγράμματα που ίσως υπάρχουν. Παράλληλα μπορούν να προβάλλονται ενημερωτικές εκπομπές για το υδατικό πρόβλημα ώστε να αφυπνιστούν οι πολίτες. Άλλοι τρόποι ενημέρωσης είναι η διοργάνωση εκδηλώσεων, ομιλιών, η διανομή ενημερωτικών εντύπων σε διάφορα δημόσια μέρη καθώς και ενημερωτικά περίπτερα. Σημειώνεται ότι ανάλογες εκστρατείες μπορούν να υπάρξουν και σε επίπεδο δήμων και μάλιστα μπορεί να είναι πολύ αποδοτικές.

#### 5.3.3.5 Επιθεωρήσεις στα νοικοκυριά και τις επιχειρήσεις

Αντιπρόσωποι των εταιρειών ύδρευσης μπορούν να διεξάγουν δωρεάν ελέγχους στα νοικοκυριά και τις επιχειρήσεις, συνήθως κατόπιν αιτήσεως. Κατά τη διάρκεια των ελέγχων αναλύεται η χρήση νερού στο κτίριο και προτείνονται τρόποι εξοικονόμησης. Επίσης γίνεται επιθεώρηση για τυχόν διαρροές και μπορεί να εγκατασταθούν συστήματα που εξοικονομούν νερό.

### 5.4 ΚΗΠΟΥΡΙΚΗ

#### 5.4.1. ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Οι ποτιστικές μέθοδοι, τα αυτόματα συστήματα ελέγχου του ποτίσματος, οι διάφοροι αισθητήρες, τα εξαρτήματα ελέγχου της πίεσης και της παροχής νερού και τα λοιπά τεχνικά μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν σε κήπους και άλλες αστικές εκτάσεις πρασίνου, παρουσιάζονται στο κεφάλαιο του γεωργικού τομέα.



#### 5.4.2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

##### 5.4.2.1 Μελέτη του προοριζόμενου μέρους για κήπο

Οι παράμετροι που θα πρέπει να εξεταστούν κατά τη δημιουργία ενός κήπου ή τη μελέτη ενός υπάρχοντος είναι οι εξής:

- Η υπάρχουσα βλάστηση, η διαθεσιμότητα νερού, οι απορροές, ο τύπος χώματος, η κλίση εδάφους, η έκθεση του μέρους στον ήλιο και οι άνεμοι στο μέρος.
- Οι διαφορετικές ανάγκες σε νερό των διαφόρων φυτών.
- Η προοριζόμενη χρήση του μέρους και οι ζημιές από τα πατήματα.

Οι παράμετροι αυτές καθορίζουν το ποτιστικό σύστημα που θα εφαρμοστεί, την επιλογή των φυτών και γενικά το σχεδιασμό του κήπου. Για παράδειγμα, σε ένα

μέρος με ισχυρούς ανέμους θα πρέπει να γίνει τέτοιος σχεδιασμός του ποτιστικού συστήματος ώστε να αντισταθμίζονται οι μεγάλες απώλειες νερού που θα παρασύρεται από τον άνεμο ή θα εξατμίζεται.

#### 5.4.2.2 Σχεδιασμός του κήπου

Κατά το σχεδιασμό του κήπου θα πρέπει να γίνουν τα εξής:

- Ταξινόμηση των φυτών ανάλογα με τις ανάγκες τους σε νερό και φύτευση των φυτών της ίδιας ομάδας στο ίδιο μέρος του κήπου. Έτσι σχηματίζονται ζώνες με διαφορετικές υδατικές ανάγκες και εφαρμόζεται ξεχωριστό πρόγραμμα ποτίσματος για καθεμιά.
- Φύτευση των φυτών με μεγάλες υδατικές ανάγκες στο κάτω μέρος των πλαγιών.
- Τοποθέτηση των φυτών που αντέχουν στην ξηρασία καθώς και των δέντρων και των θάμνων, στα βόρεια και δυτικά των πολύ υδροβόρων φυτών. Έτσι τα τελευταία προστατεύονται από την ξηραντική επίδραση των ανέμων.
- Χρήση πορωδών υλικών όπως αμμοχάλικα, πέτρινα θραύσματα, ξύλινα ρινίσματα και γενικά διαπερατά υλικά για τη στρώση των μονοπατιών.
- Δημιουργία κλίσεων και κατεύθυνση των απορροών και των βρόχινων υδρορροών σε περιοχές που ποτίζονται.
- Δημιουργία γουρνών γύρω από τα δέντρα και τους θάμνους.

#### 5.4.2.3 Ξηρικές καλλιέργειες

Η χρήση ξηρικών καλλιεργειών στη διαμόρφωση κήπων είναι πολύ σημαντική. Τα πολύ υδροβόρα είδη γρασιδιού και άλλα εξωτικά φυτά αντικαθίστανται από είδη γρασιδιού, αγριολούλουδα και ενδημικά φυτά που καταναλώνουν λίγο νερό και είναι ανθεκτικά στις ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Για να αποδώσει πραγματικά η μέθοδος είναι απαραίτητη η φύτευση των φυτών ανά ζώνες, ανάλογα με τις υδατικές τους ανάγκες. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να μειωθεί η κατανάλωση νερού στον κήπο έως και κατά 60%.

#### 5.4.2.4 Βελτίωση του εδάφους



Αρχικά το χώμα ελέγχεται ώστε να προσδιοριστεί η ποιότητά του, η ικανότητα απορρόφησης και η οξύτητα ή η αλκαλικότητά του. Στη συνέχεια, σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτά, επιλέγονται τα κατάλληλα φυτά ή βελτιώνεται το χώμα, ανάλογα με τις ανάγκες. Παραδείγματος χάριν, το νερό διαπερνά πολύ γρήγορα τα αμμώδη χώματα ενώ απορροφάται πολύ αργά στα αργιλικά. Και στις δύο περιπτώσεις το πρόβλημα αντιμετωπίζεται καλύπτοντας το χώμα με ενόργανη ύλη, όπως

υπολείμματα καλλιεργειών, κομπόστ, ψιλοκομμένα φύλλα, κομμάτια φλοιών δέντρων και άλλα. Έτσι βελτιώνεται ο ρυθμός απορρόφησης του νερού, μειώνονται

οι απώλειες λόγω εξάτμισης, απομονώνονται οι ρίζες των φυτών από τη ζέστη και αποτρέπεται η ανάπτυξη ζιζανίων. Όλα αυτά συνεπάγονται μικρότερη σπατάλη ποτιστικού νερού.

#### 5.4.2.5 Χλοοτάπητες και εναλλακτικές λύσεις

- Αντικατάσταση του γρασιδιού, που είναι εξαιρετικά υδροβόρο, από ενδημικά δέντρα, φυτά χαμηλής βλάστησης, θάμνους και διάφορα υλικά κάλυψης του εδάφους.
- Το γρασίδι δε θα πρέπει να φυτεύεται σε απότομες πλαγιές ή απομονωμένες περιοχές όπου είναι δύσκολο το πότισμα ή το κούρεμά του.
- Το κούρεμα του γρασιδιού ψηλότερα μπορεί να επιφέρει μείωση στις υδατικές του ανάγκες έως και κατά 30%. Αυτό συμβαίνει γιατί το έδαφος σκιάζεται περισσότερο και κρατάει την υγρασία για πιο πολύ, οι ρίζες φτάνουν βαθύτερα και υπάρχει μεγαλύτερη αντοχή στη ζέστη.



#### 5.4.2.6 Πρακτικές εξοικονόμησης στο πότισμα κήπων

- Αραιό, βαθύ και σχολαστικό πότισμα. Έτσι μειώνονται οι απορροές και φτάνουν βαθύτερα οι ρίζες. Γενικά το νερό θα πρέπει να φτάνει σε βάθος 10 – 15 εκατοστά το οποίο αντιστοιχεί σε ύψος του νερού στην επιφάνεια 2,5 εκατοστά.
- Πότισμα νωρίς το απόγευμα ή νωρίς το πρωί ώστε να μεγιστοποιείται η απορρόφηση του νερού και να ελαχιστοποιείται η εξάτμιση. Έτσι μπορεί να χρειαστεί έως και 30% λιγότερο νερό. Αν το πότισμα γίνεται τις ζεστές ώρες της ημέρας έως και το 60% της υγρασίας μπορεί να χαθεί λόγω εξάτμισης.
- Τις μέρες με άνεμο θα πρέπει να αποφεύγεται το πότισμα γιατί το νερό παρασύρεται και εξατμίζεται.
- Πότισμα στις ρίζες των φυτών και όχι στα φύλλα ή στον κορμό.
- Πότισμα μόνο όταν το χρειάζονται τα φυτά. Αυτό μπορεί να προσδιοριστεί εύκολα με τη βοήθεια ειδικών ραβδίων που μετράνε την υγρασία του εδάφους. Η εξοικονόμηση μπορεί να φτάσει και το 70%.
- Χρήση ψεκαστήρων νερού που ρίχνουν μεγάλες σταγόνες και κοντά στο έδαφος ώστε να μην εξατμίζονται.
- Χρήση ψεκαστήρων για μεγάλες εκτάσεις με γρασίδι. Υπάρχουν χειροκίνητα συστήματα και αυτόματα όπου η έναρξη, η διάρκεια και το τέλος του ποτίσματος γίνονται αυτόματα.
- Οι μικρές πρασιές είναι καλύτερο να ποτίζονται με το χέρι, χρησιμοποιώντας ένα λάστιχο νερού ή ένα ποτιστήρι. Έτσι αποφεύγεται το πλημμύρισμα.
- Τα δέντρα, οι θάμνοι και τα λουλούδια είναι καλύτερο να ποτίζονται με στάγδην συστήματα. Αυτά επίσης ενδείκνυνται και για περιοχές καλυμμένες με υπολείμματα καλλιεργειών και άλλα, γιατί τότε το νερό διαποτίζει το έδαφος άμεσα και επίσης δεν παρασύρονται τα ενόργανα υλικά στην επιφάνεια του εδάφους.
- Προσαρμογή στα λάστιχα ποτίσματος ακροφυσίων που ελέγχουν τη ροή και την πίεση του νερού. Έτσι το νερό δεν πλημμυρίζει γιατί ο ρυθμός

απορρόφησης από το έδαφος είναι ίδιος με το ρυθμό παροχής του νερού. Επίσης το πότισμα είναι ομοιόμορφο. Η εξοικονόμηση φτάνει και το 30%. Ανάλογες ρυθμίσεις θα πρέπει να γίνονται και στα αυτόματα συστήματα ποτίσματος. Σε αντίθετη περίπτωση η διάρκεια του ποτίσματος είναι μεγαλύτερη μέχρι να καλυφθούν και οι περιοχές που δε φτάνει τόσο εύκολα το νερό.

- Χρήση όσο το δυνατόν λιγότερων χημικών λιπασμάτων γιατί αυξάνουν την κατανάλωση νερού.

#### 5.4.2.7 Σωστή τοποθέτηση και συντήρηση συστημάτων

Σε αντίθεση με άλλα εξαρτήματα που εξοικονομούν νερό, τα εξαρτήματα για αποδοτικό πότισμα δεν αρκεί απλά να τοποθετηθούν και στη συνέχεια αυτόματα να εξοικονομούν νερό. Η σωστή εγκατάσταση και συντήρησή τους είναι επίσης πολύ σημαντικοί παράγοντες. Κάποια μέτρα είναι:

- Τακτικός έλεγχος των εξωτερικών βρυσών, των λάστιχων ποτίσματος, των ακροφύσιων, των στροφίγγων, των συνδετήρων για διαρροές.
- Τακτικός έλεγχος της σωστής λειτουργίας των ψεκαστήρων νερού, των χρονοδιακοπών, των ακροφύσιων και άλλων συστημάτων.
- Τοποθέτηση των ψεκαστήρων έτσι ώστε το νερό να προσγειώνεται στις φυτεμένες περιοχές και όχι στις πεζοδρομημένες.
- Καθαρισμός των φίλτρων στα στάγδην ποτιστικά συστήματα δύο φορές το χρόνο. Επίσης αφαίρεση των πωμάτων στις απολήξεις και πλύσιμο με νερό των σωληνώσεων.
- Συχνό ξεχορτάρισμα του κήπου. Τα ζιζάνια στερούν από τα άλλα φυτά μέρος των θρεπτικών συστατικών του χώματος, του φωτός και, φυσικά, του διαθέσιμου νερού.
- Αερισμός του χώματος σκάβοντας τρύπες ανά 12 εκατοστά περίπου απόσταση. Έτσι το νερό θα φτάσει στις ρίζες αντί να χαθεί ως απορροή.
- Προσαρμογή των συστημάτων ελέγχου του ποτίσματος και γενικά του προγράμματος ποτίσματος στις υδατικές ανάγκες των φυτών κάθε εποχή.
- Κάλυψη των ψεκαστήρων σε περίπτωση επερχόμενου παγετού. Επίσης, αφαίρεση του νερού από τους σωλήνες, τα ακροφύσια των ψεκαστήρων και όπου αλλού είναι δυνατόν να εγκλωβιστεί νερό, για να μη σπάσουν από τον πάγο.

#### Αναφορές :

1. <http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf> (Water Efficiency Manual)
2. <http://www.waterrating.gov.au/products/index.html>
3. <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/BPGsForClubs.pdf#Page=1>

4. <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/SavingWaterLaundries.pdf#Page=1>
5. <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/SavingWaterKitchens.pdf#Page=1>
6. <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/Page=1>
7. <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/WaterlessUrinalsFactSheet.pdf#Page=1>
8. <http://www.sydneywater.com.au/SavingWater/InYourBusiness/Hotels.cfm>
9. <http://www.sydneywater.com.au/SavingWater/InYourHome/GreyWater/>
10. <http://www.sydneywater.com.au/SavingWater/InYourGarden/RainwaterTanks/index.cfm>
11. <http://www.sydneywater.com.au/Publications/Factsheets/SwimmingPools.pdf#Page=1>
12. [http://www.gsa.gov/gsa/cm\\_attachments/GSA\\_DOCUMENT/waterguide\\_new\\_R2E-c-t-r\\_0Z5RDZ-i34K-pR.pdf](http://www.gsa.gov/gsa/cm_attachments/GSA_DOCUMENT/waterguide_new_R2E-c-t-r_0Z5RDZ-i34K-pR.pdf)
13. [http://www.ec.gc.ca/water/en/manage/effic/e\\_weff.htm](http://www.ec.gc.ca/water/en/manage/effic/e_weff.htm)
14. [http://www.ec.gc.ca/water/en/manage/use/e\\_use.htm](http://www.ec.gc.ca/water/en/manage/use/e_use.htm)
15. [http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/nttw/e\\_nttwi5.htm](http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/nttw/e_nttwi5.htm)
16. [http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/action/e\\_action.htm#5](http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/action/e_action.htm#5)
17. [http://www.ec.gc.ca/water/en/manage/effic/e\\_leak.htm](http://www.ec.gc.ca/water/en/manage/effic/e_leak.htm)
18. [http://www.ec.gc.ca/water/en/manage/effic/e\\_solm.htm#2](http://www.ec.gc.ca/water/en/manage/effic/e_solm.htm#2)
19. [http://www.rainbird.com/pdf/iuow/iuow\\_whitepapers.pdf](http://www.rainbird.com/pdf/iuow/iuow_whitepapers.pdf)
20. <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=12>
21. <http://twri.tamu.edu/reports/2002/tr200/tr200.pdf>
22. <http://www.public.iastate.edu/~mjones99/lesson1.pdf>
23. <http://query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=9406E1DE163CF937A25757C0A9649C8B63>
24. <http://www.worldwise.com/water.html>
25. <http://www.epa.gov/owm/water-efficiency/pp/index.htm>



26. [http://practicalaction.org/docs/technical\\_information\\_service/compost\\_toilets.pdf](http://practicalaction.org/docs/technical_information_service/compost_toilets.pdf)
27. [http://www.energystar.gov/index.cfm?c=clotheswash.pr\\_clothes\\_washers](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=clotheswash.pr_clothes_washers)
28. <http://www.energystar.gov/ia/products/appliances/CommercialFoodEquipmentProcureLang.doc>
29. [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m3072/is\\_9\\_219/ai\\_n6070426](http://findarticles.com/p/articles/mi_m3072/is_9_219/ai_n6070426)
30. [http://www.mde.state.md.us/assets/document/water\\_cons/WCP\\_Guidance2003.pdf](http://www.mde.state.md.us/assets/document/water_cons/WCP_Guidance2003.pdf)
31. [http://www.mde.state.md.us/Programs/WaterPrograms/Water\\_Conservation/Water\\_Auditing/index.asp](http://www.mde.state.md.us/Programs/WaterPrograms/Water_Conservation/Water_Auditing/index.asp)
32. [http://www.epa.gov/watersense/docs/app\\_a508.pdf](http://www.epa.gov/watersense/docs/app_a508.pdf)
33. Γιακουμάκης Σ., Μέθοδοι ελέγχου των διαρροών στα δίκτυα ύδρευσης. Συμπόσιο «Αιγαίο – Νερό – Βιώσιμη Ανάπτυξη». Πάρος 2001. ([http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros\\_papers/giakoumakis\\_s.pdf](http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/giakoumakis_s.pdf))
34. [http://www.doh.wa.gov/ehp/dw/Word\\_Docs/fact\\_sheet\\_metering.pdf](http://www.doh.wa.gov/ehp/dw/Word_Docs/fact_sheet_metering.pdf)
35. <http://www.adamsmith.org/80ideas/idea/28.htm>
36. <http://www.powerwater.com.au/powerwater/customers/meters.html>
37. [http://www.wateryg.net/resources/casestudies/emfuleni\\_southafrica.pdf](http://www.wateryg.net/resources/casestudies/emfuleni_southafrica.pdf)
38. <http://www.mrsc.org/Subjects/Environment/water/wc-ratedes.pdf>
39. [http://www.infoforhealth.org/pr/m14/m14chap2\\_2.shtml#wateruse](http://www.infoforhealth.org/pr/m14/m14chap2_2.shtml#wateruse)
40. [http://www.biowc.gr/images/Dangers\\_gr.pdf](http://www.biowc.gr/images/Dangers_gr.pdf)
41. <http://www.waterless.com/ecotrap.php>
42. [http://portal.kathimerini.gr/4Dcgi/4dcgi/w\\_articles\\_tile1\\_1\\_14/02/2007\\_181693](http://portal.kathimerini.gr/4Dcgi/4dcgi/w_articles_tile1_1_14/02/2007_181693)
43. [http://www.energystar.gov/index.cfm?c=comm\\_ice\\_machines.pr\\_crit\\_comm\\_ice\\_machines](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=comm_ice_machines.pr_crit_comm_ice_machines)
44. <http://www.ahridirectory.org/ahriDirectory/pages/acim/ACIMdir-15September2008.pdf>
45. Εταιρεία Ύδρευσης Αποχέτευσης Πρωτεύουσας (ΕΥΔΑΠ)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

#### 6.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

##### 6.1.1 Καθαριότητα και υγιεινή

Η χρήση νερού για καθαριστικούς σκοπούς αντιστοιχεί περίπου στο 35% της συνολικής κατανάλωσης σε πολλές βιομηχανίες, ειδικά στις κατασκευαστικές. Πρακτικές εξοικονόμησης νερού είναι οι εξής:

- 1) Χρήση πιστολέτων ψεκασμού και προσαρμογή ψεκαστικών εξαρτημάτων στα ακροφύσια των βρυσών. Η κατανάλωση νερού μειώνεται κατά περίπου 30% και 40% αντίστοιχα.. Παράλληλα, βελτιώνεται η καθαριστική απόδοση, μειώνεται ο χρόνος καθαρισμού, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της ροής, η κάλυψη είναι πιο ομοιόμορφη και άλλα. Η χρήση των ψεκαστικών συστημάτων δεν ενδείκνυται για πλύσιμο σωληνοειδών εξαρτημάτων.
- 2) Συστήματα που προκαλούν ανατάραξη του νερού στις δεξαμενές έκπλυσης, όπως ανεμιστήρες, αντλίες και άλλα. Έτσι αυξάνεται η ορμή του νερού και επομένως η καθαριστική απόδοση και μειώνεται ο χρόνος πλύσης.
- 3) Συστήματα που χρησιμοποιούν ατμό σε πίεση. Η κατανάλωση νερού μπορεί να μειωθεί έως και κατά 60%.
- 4) Τοποθέτηση σχαρών αποστράγγισης στο πέρασμα από την παραγωγή προς το πλύσιμο των προϊόντων. Έτσι αυξάνεται ο χρόνος αποστράγγισης των προϊόντων από τα χημικά διαλύματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την παραγωγή, ώστε να απαιτείται λιγότερο νερό για το ξέπλυμα.
- 5) Χρήση όζοντος αντί για καυτό νερό στις διαδικασίες απολύμανσης. Καθώς το όζον διασπάται σε μικρό χρονικό διάστημα από τη δημιουργία του, πρέπει να παράγεται επιτόπου. Το κόστος της διάταξης παραγωγής όζοντος είναι μεγάλο, περίπου 20.500 – 95.000 € κάτι που καθιστά τη μέθοδο ακριβότερη από τις υπόλοιπες. Επίσης, το κόστος λειτουργίας μπορεί να είναι μεγάλο, ανάλογα με το κόστος της ενέργειας, λόγω των υψηλών απαιτήσεων σε ενέργεια.
- 6) Εξέταση της δυνατότητας για έκπλυση με συστήματα που χρησιμοποιούν υπεριώδη ακτινοβολία.
- 7) Συστήματα στεγνού καθαρισμού, όπου είναι εφικτό.



##### 6.1.2 Επαναχρησιμοποίηση νερού

Η επένδυση για επαναχρησιμοποίηση του νερού στη βιομηχανία αποδεικνύεται ολοένα και πιο οικονομικά συμφέρουσα, με απόσβεση που μπορεί να φτάσει και τους 6 μήνες. Μάλιστα, εκτός από νερό εξοικονομείται και ενέργεια, όταν το ζεστό ή κρύο

νερό που βγαίνει από μια διαδικασία χρησιμοποιείται για απόψυξη ή ψύξη αντίστοιχα σε άλλες διαδικασίες. Κάποιες διαδικασίες των οποίων το νερό μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί είναι:

- Το τελικό ξέβγαλμα κατά τον καθαρισμό των δεξαμενών και γενικά κατά τις πλύσεις.
- Το πλύσιμο των μπουκαλιών, των κονσερβών και άλλων πλαστικών και μεταλλικών δοχείων και γενικότερα του εξοπλισμού.
- Ο καθαρισμός των φίλτρων.
- Η παστερίωση και η αποστείρωση.

Αυτό το νερό μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε διαδικασίες που δεν απαιτούν τόσο υψηλής ποιότητας νερό όπως:

- Η αναπλήρωση νερού στους πύργους ψύξεως. Τα χημικά που ίσως περιέχει το νερό θα πρέπει να μη βλάπτουν τη λειτουργία του πύργου.
- Το πότισμα των κήπων.
- Η ψύξη και ο καθαρισμός (πρώτο ξέπλυμα) του εξοπλισμού.
- Διάφορες άλλες διαδικασίες της παραγωγής που χρησιμοποιείται νερό.

Σημειώνεται ότι σε κάποιες περιπτώσεις απαιτείται επεξεργασία του νερού προτού επαναχρησιμοποιηθεί. Επίσης, οι βιομηχανίες μπορούν να προμηθεύονται επεξεργασμένο νερό από τα αστικά λύματα. Τέλος, και εδώ η χρήση βρόχινου νερού είναι μια πολύ καλή λύση.

### 6.1.3 Πύργοι ψύξεως



Το νερό που χρησιμοποιείται στους πύργους ψύξεως αποτελεί περίπου το 95% του συνολικού νερού που χρησιμοποιείται στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια, το 55% στα διυλιστήρια και το 30% στα κτίρια γραφείων και καταστημάτων. Παρόλο που το νερό ανακυκλώνεται στους πύργους ψύξεως, αρκετό απορρίπτεται επίτηδες ώστε να αναπληρωθεί με φρέσκο νερό, για να μην αυξάνεται πολύ η συγκέντρωση αλάτων, μικροοργανισμών και άλλων. Αυτή η ποσότητα νερού για την αναπλήρωση στους πύργους ψύξεως αποτελεί τη μεγαλύτερη κατανάλωση νερού στη βιομηχανία. Τέλος, κάποιο νερό χάνεται λόγω εξάτμισης.

#### **Μεταβολές στη λειτουργία των συστημάτων –**

- 1) Αλλαγή της μεθόδου απόρριψης ποσότητας νερού. Η σχεδόν συνεχής απόρριψη του νερού είναι ο καλύτερος τρόπος απόρριψής του. Με τον τρόπο αυτό διατηρείται η αγωγιμότητα του νερού συνεχώς κοντά στα επιτρεπτά ανώτατα όρια. Η εφαρμογή της μεθόδου γίνεται με τη βοήθεια δύο υδρομετρητών στις γραμμές των νερών αναπλήρωσης και απόρριψης. Έτσι ο διαχειριστής του συστήματος μπορεί να γνωρίζει την ποσότητα νερού που κυκλοφορεί στον πύργο. Εναλλακτικός, αλλά λιγότερο αποδοτικός τρόπος, είναι η ελευθέρωση νερού αυτόματα όταν η αγωγιμότητα του νερού φτάσει ένα προκαθορισμένο επίπεδο. Τέλος, ο χειρότερος τρόπος απόρριψης είναι η

απόρριψη συγκεκριμένης ποσότητας νερού, ανεξάρτητα από την αγωγιμότητα του νερού στον πύργο.

- 2) Χρήση οξέων, όπως θεικών και ασκορβικών στο νερό που ανακυκλώνεται στον πύργο. Έτσι αποτρέπεται ο σχηματισμός λεβητολίθων (πουριού), αυξάνεται ο αριθμός των φορών ανακύκλωσης του νερού και εξοικονομείται νερό. Για παράδειγμα, σε ένα πύργο χωρητικότητας 1000 τόνων, η αλλαγή από 1,2 σε 4 φορές ανακύκλωσης, εξοικονομεί 530 λίτρα το λεπτό. Θα πρέπει όμως να δίνεται προσοχή στη δοσολογία ώστε να μην είναι υπερβολική. Επίσης, η προσθήκη των οξέων να γίνεται σε σημεία που ανακατεύεται καλά και σχετικά γρήγορα το νερό. Τέλος, το προσωπικό που εκτελεί τη διαδικασία να είναι ειδικά εκπαιδευμένο.
- 3) Σε εγκαταστάσεις όπου οι ανάγκες ψύξης μεταβάλλονται, θα πρέπει να υπάρχει σύστημα ρύθμισης της ποσότητας του νερού που θα κυκλοφορήσει στον πύργο, ανάλογα με τις ανάγκες.

#### **Τροποποιήσεις –**

- 1) Αυτόματοι διακόπτες για τη διακοπή λειτουργίας του συστήματος όταν η εγκατάσταση δε λειτουργεί, το βράδυ ή /και τα σαββατοκύριακα.
- 2) Φίλτρα για την απομάκρυνση σκουπιδιών και λάσπης από το νερό του πύργου. Έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερες φορές, ενώ παράλληλα δε βουλώνει το σύστημα και χρειάζεται πιο αραιή συντήρηση.
- 3) Σύστημα όζοντος για την απολύμανση του νερού και τη μείωση του ρυθμού ελευθέρωσης ποσότητας για τη διατήρηση της ποιότητας του, χωρίς τη χρήση χημικών. Καθώς το όζον έχει αποδοτική δράση για λιγότερο από μία ώρα, θα πρέπει να παράγεται επί τόπου. Εναλλακτικές μέθοδοι απολύμανσης είναι ο ιονισμός και η χρήση υπεριωδών ακτινών.
- 4) Τοποθέτηση εμποδίων ώστε να μην παρασύρεται το νερό από τον άνεμο.

**Αντικατάσταση υπαρχόντων συστημάτων –** Καθώς οι πύργοι ψύξεως είναι πολύ ακριβοί, η αντικατάστασή τους θα πρέπει να γίνεται μόνο όταν κρίνεται απαραίτητη και όταν οι άλλες εναλλακτικές έχουν ελεγχθεί. Πάντως, η αντικατάσταση μικρών συστημάτων με άλλα, αερόψυκτα, είναι ίσως μια καλή εναλλακτική.

**Μείωση του φορτίου ψύξης –** Έτσι ελαχιστοποιείται και το νερό που χρειάζεται για την ψύξη. Οι τρόποι είναι:

- 1) Υβριδικό σύστημα κλιματισμού όπου γίνεται εκμετάλλευση των φυσικών ρευμάτων του εξωτερικού αέρα μέσω των ανοιχτών παραθύρων τοποθετημένων στα κατάλληλα σημεία. Μπορεί να χρησιμοποιείται όταν το επιτρέπουν οι εξωτερικές συνθήκες και έτσι δε χρειάζεται η λειτουργία του πύργου ψύξης.
- 2) Μείωση της θερμότητας που διοχετεύεται στους πύργους ψύξης. Η θερμότητα αυτή μπορεί να διοχετευτεί σε άλλες διαδικασίες της εγκατάστασης που τη χρειάζονται, όπως για την προθέρμανση νερού.
- 3) Φωτιστικά συστήματα χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και συνεπώς μικρότερης παραγωγής θερμότητας. Συνεπώς και το απαιτούμενο ψυκτικό φορτίο θα είναι μικρότερο.

#### **Εναλλακτικά συστήματα απόρριψης της θερμότητας –**

- 1) Αερόψυκτα συστήματα. Δε χρησιμοποιούν πύργους ψύξεως, εξοικονομώντας νερό. Γενικά χρειάζονται λιγότερη φροντίδα και έχουν μικρότερο κόστος

συντήρησης. Είναι όμως πιο ακριβά συστήματα, απαιτούν τουλάχιστον το διπλάσιο χώρο και καταναλώνουν περίπου 15% περισσότερη ενέργεια. Στον Πίνακα (29) παρουσιάζονται τα διάφορα μεγέθη για έναν πύργο ψύξης και ένα αερόψυκτο σύστημα, όπως προέκυψαν από μια μελέτη περίπτωσης. Όπως φαίνεται, το τελικό ετήσιο κόστος είναι μικρότερο για το αερόψυκτο σύστημα. Επίσης, η κατανάλωση νερού είναι σχεδόν 7 φορές μικρότερη.

	Πύργος ψύξης κλειστού κυκλώματος	Αερόψυκτο σύστημα
Απαιτούμενος χώρος (m <sup>3</sup> )	14,8	42,9
Αναπλήρωση νερού λόγω εξάτμισης (tn/έτος)	7.885	2.300
Αναπλήρωση νερού λόγω ανανέωσης (tn/έτος)	7.885	0
Κόστος εξοπλισμού (€έτος)	3.611	8.232
Κόστος συντήρησης (€έτος)	1.875	1.250
Κόστος ενέργειας (€έτος)	15.928	20.200
Κόστος νερού (€ έτος)	71.438	10.419
Συνολικό ετήσιο κόστος (€)	92.852	40.100

Πίνακας (29): Σύγκριση πύργου ψύξεως και αερόψυκτου συστήματος. [22].

- 2) Γεωθερμικά συστήματα ψύξης. Το θερμό νερό οδηγείται σε υπόγειο σύστημα μακριών σωληνώσεων. Η ανεπιθύμητη θερμότητα μεταφέρεται στο υπέδαφος, και, καθώς το σύστημα είναι κλειστό, σχεδόν καθόλου νερό δεν καταναλώνεται. Το σύστημα στην εγκατάστασή του είναι ακριβότερο κατά 40% από το σύστημα των πύργων ψύξεως με το κόστος να υπολογίζεται γύρω στα 1500€τόνο. Επίσης, απαιτεί γη για το σκάψιμο των τρυπών, κάτι δύσκολο για αστικές περιοχές. Παρόλα αυτά, το κόστος συντήρησής του είναι κατά 20-30% μικρότερο από αυτό των συμβατικών συστημάτων, η απαιτούμενη ενέργεια είναι κατά 30-40% λιγότερη, το κόστος νερού σχεδόν εξαλείφεται και η απόδοσή του είναι μεγάλη. Τέλος, σχεδόν εξαλείφεται ο κίνδυνος Λεγιονέλας.
- 3) Συστήματα αποθήκευσης πάγου και συστήματα αποθήκευσης κρύου νερού. Πάγος ή κρύο νερό παράγεται τις νυχτερινές ώρες και χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο την επόμενη. Μειώνεται έτσι η κατανάλωση νερού και το λειτουργικό κόστος γιατί οι βραδινές χρεώσεις ρεύματος είναι μικρότερες. Επίσης, αυτά τα συστήματα καταλαμβάνουν μικρότερο χώρο.
- 4) Άλλα συστήματα όπου χρησιμοποιούνται οι λίμνες ή η θάλασσα ως αποδέκτες της θερμότητας, άλλα είδη πύργων ψύξεως κλπ.

#### 6.1.4 Λέβητες και διατάξεις παραγωγής ατμού

Για την ανάγκη αντικατάστασης των συστημάτων αυτών είναι απαραίτητη η συμβουλή κάποιου ειδικού. Οι προσαρμογές στο υπάρχον σύστημα για εξοικονόμηση νερού, χρημάτων και ενέργειας είναι:

- 1) Προσαρμογή συστήματος ανακύκλωσης του συμπυκνώματος που προκύπτει. Έτσι η εξοικονόμηση νερού και η μείωση του λειτουργικού κόστους του εξοπλισμού αυτού μπορεί να φτάσει και το 70%.

- 2) Προσαρμογή αυτόματου διακόπτη για το κλείσιμο του συστήματος όταν δε χρειάζεται να λειτουργεί.

### 6.1.5 Συστήματα κενού

Οι αντλίες κενού χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία. Το λειτουργικό κόστος τους είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερο από το αρχικό κόστος εγκατάστασής τους. Ανάμεσα στις διάφορες αντλίες κενού που υπάρχουν, οι πιο συνηθισμένες είναι του υγρού δακτυλίου (liquid ring vacuum pumps (LRVP)), όπου χρησιμοποιείται υγρό, συνήθως νερό για τη δημιουργία κενού. Μετά από μια χρήση το νερό αυτό πετάγεται.

#### *Προσαρμογές για εξοικονόμηση στις αντλίες δακτυλίου –*

- 1) Προσαρμογή διακόπτη στην παροχή νερού στην αντλία και σύνδεσή του με την παροχή ρεύματος στην αντλία. Έτσι διακόπτεται η λειτουργία της όταν δε χρειάζεται.
- 2) Ανακύκλωση του νερού που χρησιμοποιείται για δημιουργία κενού και σε επόμενο κύκλο στην αντλία. Αυτή η προσαρμογή μπορεί να είναι έως και τριπλάσιου κόστους από την απλή αντλία χωρίς ανακύκλωση. Επίσης, η εφαρμογή της είναι εφικτή ανάλογα με το βαθμό ρύπανσης του νερού. Παρόλα αυτά, με κατάλληλο καθαρισμό το πρόβλημα αυτό λύνεται.
- 3) Χρήση εναλλακτικών υγρών. Χρειάζεται συμβουλή ειδικού για την επιλογή των υγρών αυτών, ώστε να είναι συμβατά με τη λειτουργία της αντλίας.

*Αντικατάσταση αντλιών υγρού δακτυλίου* – Οι αντλίες ξηρού κενού (dry vacuum pumps) δε χρησιμοποιούν υγρό για τη δημιουργία κενού. Η μη χρήση νερού και η μείωση κατανάλωσης ενέργειας συντελούν στη μείωση του κόστους κατά 50%. Τα συστήματα αυτά είναι ελάχιστα ακριβότερα από τις αντλίες υγρού δακτυλίου αλλά έχουν ψηλό κόστος συντήρησης.

### 6.1.6 Συστήματα μεταφοράς

- 1) Εγκατάσταση διακοπών στους μεταφορείς για τη διακοπή της λειτουργίας τους όταν σταματά η παραγωγή.
- 2) Επαναχρησιμοποίηση του νερού μεταφοράς και σε άλλους κύκλους μεταφοράς, εφόσον το επιτρέπουν τα πρότυπα υγιεινής του προϊόντος.
- 3) Χρήση ξηρών μεθόδων για τη μεταφορά των υλικών, αντί νερού. Οι μεταφορικές ταινίες και η μεταφορά με πεπιεσμένο αέρα είναι καλή λύση, καθώς παράλληλα μειώνεται και ο κίνδυνος ανάπτυξης μικροβίων στο σύστημα μεταφοράς.
- 4) Αντικατάσταση του νερού ως μέσου μεταφοράς με άλλες συνθετικές, λιπαντικές ουσίες.
- 5) Βελτιστοποίηση της ροής και της έντασης ροής νερού στην υδραυλική μεταφορά.

### 6.1.7 Απόψυξη

Οι μέθοδοι εξοικονόμησης στην απόψυξη είναι:

- 1) Ξηρές τεχνικές απόψυξης με αέρα ή μικροκύματα. Η χρήση άφθονου αέρα μειώνει την απαιτούμενη ενέργεια.
- 2) Στην περίπτωση απόψυξης με νερό, πρέπει να αποφεύγεται η συνεχής ροή του νερού. Εναλλακτικά, μπορούν να τοποθετηθούν θερμοζεύγη στο κέντρο των δοχείων έτσι ώστε η παροχή νερού να σταματήσει αυτόματα όταν το υλικό θα έχει ξεπαγώσει.
- 3) Βελτίωση της κυκλοφορίας του νερού μέσα στα δοχεία απόψυξης.

### 6.1.8 Βιομηχανίες τροφίμων

Η βιομηχανία τροφίμων καταναλώνει νερό στις περισσότερες από τις δραστηριότητές της. Ενδεικτικά αναφέρονται τα: πλύσιμο προϊόντων, ψύξη, μαγείρεμα, ζεμάτισμα, απόψυξη, πλύσιμο εξοπλισμού, δοχείων, σκευών και σωλήνων και άλλα. Οι μέθοδοι εξοικονόμησης για τις διάφορες αυτές διαδικασίες αναλύονται σε άλλες ενότητες του Κεφαλαίου. Οι μέθοδοι εξοικονόμησης νερού ειδικά για το μαγείρεμα στις βιομηχανίες τροφίμων παρουσιάζονται παρακάτω:

- 1) Ελάττωση του νερού που χάνεται λόγω εξάτμισης, τοποθετώντας τα σκεπάσματα στα σκεύη και προτίμηση στο σιγοβράσιμο από το βράσιμο.
- 2) Χρήση μόνο όσου νερού χρειάζεται στο μαγείρεμα.
- 3) Χρήση του ελάχιστου δυνατού αριθμού σκευών ώστε να μειωθεί ο όγκος των άπλυτων.
- 4) Άμεσος καθαρισμός των σκευών ώστε να είναι εύκολη η απομάκρυνση των υπολειμμάτων και να καταναλώνεται λιγότερο νερό.
- 5) Χρήση ατμού αντί νερού κατά το ζεμάτισμα. Εναλλακτικά, ανακύκλωση του νερού ζεματίσματος

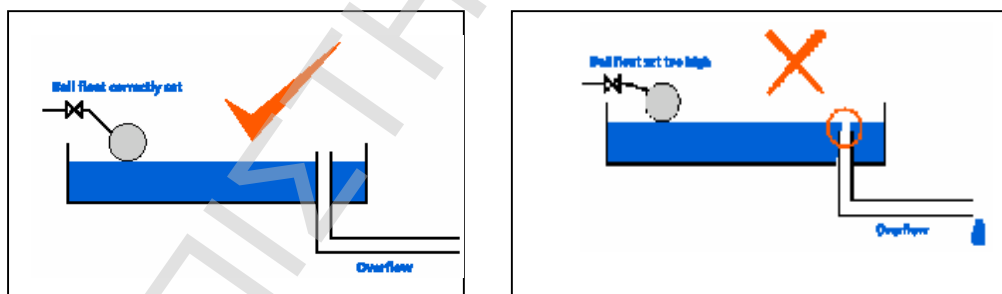
### 6.1.9 Υφαντουργεία – βαφεία - φινιριστήρια

*Αποδοτικές μέθοδοι καθαρισμού* – Στην υφαντουργεία τα στάδια όπου γίνεται πλύσιμο είναι πολλά και η βελτίωση των διαδικασιών επιφέρει μεγάλη εξοικονόμηση νερού. Οι τρεις βασικές μέθοδοι πλύσης στις βιομηχανίες αυτές είναι ο πλημμυρισμός, το άδειασμα και γέμισμα και η κατ' αντιρροή.

Η πιο υδροβόρα μέθοδος έκπλυσης είναι με πλημμυρισμό. Ακολουθεί η μέθοδος με άδειασμα και γέμισμα. Με αντικατάσταση κάθε έκπλυσης με πλημμυρισμό, με 2-4 κύκλους έκπλυσης με άδειασμα και γέμισμα, μειώνεται η κατανάλωση νερού κατά 50 – 75%. Η πιο αποδοτική όμως μέθοδος έκπλυσης είναι η κατ' αντιρροή. Σε αυτή τα υφάσματα περνούν σε διαδοχικές δεξαμενές με ολοένα και καθαρότερο νερό. Το τελευταίο μπάνιο του ξεπλύματος, το οποίο είναι το λιγότερο επιβαρυνόμενο, επαναχρησιμοποιείται στο προηγούμενο στάδιο και η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι το πρώτο στάδιο του πλυσίματος οπότε και απορρίπτεται. Παράλληλα, η εφαρμογή της μεθόδου είναι σχετικά μικρού κόστους. Τέλος, η εφαρμογή μεθόδων στεγνού καθαρισμού, όπου είναι εφικτό, ελαχιστοποιεί την κατανάλωση νερού.

### 6.1.10 Γενικές πρακτικές εξοικονόμησης στη βιομηχανία

- 1) Έλεγχος της ροής νερού. Τοποθέτηση αισθητήρων κίνησης στους ψεκαστήρες νερού στις γραμμές παραγωγής, ώστε το νερό να ρέει μόνο όταν περνούν προϊόντα. Ο έλεγχος της ροής επεκτείνεται σε όλες τις διαδικασίες που χρησιμοποιείται νερό και γενικά περιλαμβάνει τη χρήση νερού μόνο όταν και όσο χρειάζεται. Αυτό πραγματοποιείται με χρονοδιακόπτες, με την προσαρμογή της ροής στις εκάστοτε ανάγκες, με εξαρτήματα που δεν επιτρέπουν την υπέρβαση προκαθορισμένων ορίων ροής και άλλα αυτόματα συστήματα.
- 2) Αλλαγή του συστήματος ψύξης των προϊόντων, αντί για νερό να χρησιμοποιείται πεπιεσμένος αέρας. Αν και το καθαυτό σύστημα ψύξης με συμπιεσμένο αέρα έχει χαμηλότερο κόστος εξοπλισμού και συντήρησης, απαιτείται πολλή ενέργεια για την παραγωγή του συμπιεσμένου αέρα, το κόστος της οποίας είναι ίσο περίπου με το 75% του συνολικού κόστους του συστήματος σε όλη τη διάρκεια της ζωής του. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με σχετική μελέτη, η ψύξη με συμπιεσμένο αέρα καταναλώνει 29 φορές περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από αυτή που χρειάζεται ένα σύστημα με νερό.
- 3) Διόρθωση των υπερχειλίσεων στα συστήματα ανακύκλωσης όπου κάποια ποσότητα νερού απορρίπτεται. Αυτή γίνεται ελέγχοντας την ποσότητα του νερού αναπλήρωσης, ρυθμίζοντας σε σωστή θέση το φλοτέρ στη γραμμή τροφοδοσίας του. Αν το φλοτέρ τοποθετηθεί πολύ χαμηλά, υπάρχει κίνδυνος να αδειάσει η δεξαμενή με την έναρξη λειτουργίας της αντλίας. Αν τοποθετηθεί πολύ ψηλά, τότε θα υπάρξει υπερχειλίση. Η σωστή και λάθος τοποθέτηση φαίνονται στα παρακάτω σχήματα (2) και (3):



Σχήματα (2),(3): Διόρθωση των υπερχειλίσεων στα συστήματα ανακύκλωσης. [3]

- 4) Μόνωση των σωληνώσεων και των δεξαμενών που κυκλοφορεί το νερό ψύξης, ώστε αυτό να διατηρεί τη θερμοκρασία του και να ψύχει αποτελεσματικά. Επίσης, μπορεί να γίνει εκμετάλλευση του κρύου αέρα κατά τη διάρκεια του χειμώνα.
- 5) Χρήση διαφόρων συστημάτων φιλτραρίσματος του νερού από τις διάφορες διαδικασίες ώστε η επαναχρησιμοποίησή του να είναι πιο αποδοτική.



## 6. 2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΜΕΤΡΑ

### 6.2.1 Καθορισμός ομάδας ειδικών για το πρόγραμμα εξοικονόμησης στη βιομηχανία

Σε πολύπλοκα και μεγάλα συστήματα, όπως είναι τα βιομηχανικά, είναι απαραίτητος ο διορισμός ειδικού προσωπικού για την ανάπτυξη προγράμματος υδατικής διαχείρισης. Η ομάδα θα πρέπει να περιλαμβάνει τόσο ειδικούς στις μεθόδους εξοικονόμησης νερού όσο και γνώστες των συστημάτων και των λειτουργιών της συγκεκριμένης βιομηχανίας.

### 6.2.2 Προσδιορισμός των χρήσεων νερού στην εγκατάσταση και μέτρηση της χρήσης νερού

Στην επιθεώρηση της εγκατάστασης θα εξεταστούν κυρίως οι διαδικασίες που χρησιμοποιείται νερό και ο αντίστοιχος εξοπλισμός και θα συγκεντρωθούν στοιχεία χρήσης νερού, τουλάχιστον ενός έτους. Επιπρόσθετα, θα σχεδιαστεί και ένας χάρτης των χρήσεων νερού στην επιχείρηση, ο οποίος θα προσδιορίζει:

- τα σημεία και τις διαδικασίες που χρησιμοποιείται νερό
- την απαιτούμενη ποιότητα νερού για κάθε διαδικασία
- τον όγκο νερού που εισέρχεται και εξέρχεται από κάθε σύστημα
- τα σημεία που είναι τοποθετημένοι οι υδρομετρητές ή όπου χρειάζεται να τοποθετηθούν. Οι υδρομετρητές μπορεί να καταγράφουν τη συνολική κατανάλωση (χρησιμοποιούνται και από τις εταιρείες ύδρευσης) ή την κατανάλωση σε επιμέρους συστήματα.

### 6.2.3 Διαρροές και υπερχειλίσεις

Οι διαρροές δεν είναι πάντα εύκολο να εντοπιστούν. Τρόποι εντοπισμού είναι οι συχνές επιθεωρήσεις και η παρακολούθηση της κατανάλωσης μέσω των μετρητών νερού. Επίσης μπορεί να γίνεται σύγκριση των πραγματικών καταναλώσεων με τις αναμενόμενες από τις προδιαγραφές του εξοπλισμού. Τέλος, οι διάφορες δεξαμενές πρέπει να ελέγχονται για τυχόν υπερχειλίσεις.

### 6.2.4 Καθαρισμός

- 1) Βελτιστοποίηση του χρόνου καθαρισμού ώστε να διαρκεί μόνο όσο πραγματικά χρειάζεται.
- 2) Βελτιστοποίηση της πίεσης και της θερμοκρασίας του νερού πλύσης, ανάλογα με τις ανάγκες και για τη μέγιστη αποτελεσματικότητα.
- 3) Χρήση της κατάλληλης ποσότητας χημικών. Παράλληλα αύξηση του χρόνου δράσης τους, όπου ενδείκνυται, γιατί έτσι αυξάνεται η καθαριστική τους απόδοση. Τέλος, χρήση χημικών σε μορφή σπρέι που μαλακώνουν τα υπολείμματα και μειώνουν το χρόνο έκπλυσης με νερό.
- 4) Σωστή κατεύθυνση των ψεκαστήρων.

- 5) Οι δεξαμενές πλύσης θα πρέπει να έχουν τον ελάχιστο απαιτούμενο όγκο για την πλύση των εξαρτημάτων/ προϊόντων.
- 6) Πρώτη απομάκρυνση των υπολειμμάτων με σκούπισμα και άλλες στεγνές μεθόδους καθαρισμού. Έτσι μειώνεται η ποσότητα νερού που θα χρειαστεί.
- 7) Μόνωση των σωληνώσεων παροχής ζεστού νερού. Έτσι δε σπαταλάται κρύο νερό περιμένοντας να έρθει το ζεστό στη βρύση.

#### **6.2.5 Πύργοι ψύξεως**

- 1) Τακτικός έλεγχος των βαλβίδων στους πύργους ψύξης και του φλοτέρ αναπλήρωσης νερού για τυχόν φθορές ή λάθος θέση (του φλοτέρ), ειδικά μετά από πλύσιμο.
- 2) Τακτική συντήρηση και βαθμονόμηση των μετρητών αγωγιμότητας. Αν μετρούν λάθος, μπορεί να απορρίπτεται περισσότερο νερό από όσο χρειάζεται.
- 3) Έλεγχος ισοκατανομής του νερού σε όλους τους πύργους, σε περίπτωση που υπάρχουν πολλοί παράλληλα συνδεδεμένοι.

#### **6.2.6 Ρυθμιστικά μέτρα**

- 1) Απαιτήσεις προ-επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας προτού απορριφθούν.
- 2) Όρια ποσότητας απορριπτόμενων αποβλήτων και άδειες διοχέτευσης αποβλήτων.
- 3) Περιορισμένη προμήθεια νερού στην κάθε βιομηχανία.

#### **6.2.7 Διάφορα άλλα μέτρα**

- 1) Οικονομικά κίνητρα όπως: Κοστολόγηση νερού και κοστολόγηση της διάθεσης των αποβλήτων σε αποχετευτικό σύστημα, χαμηλότερες χρεώσεις για βιομηχανίες που εξοικονομούν νερό, ευνοϊκά δάνεια ή/ και επιχορηγήσεις για επενδύσεις σχετικές με την εξοικονόμηση νερού στη βιομηχανία και άλλα.
- 2) Ενημέρωση και εκπαίδευση εργαζομένων σε θέματα εξοικονόμησης νερού.

#### Αναφορές :

1. <http://twri.tamu.edu/reports/2002/tr200/tr200.pdf>
2. <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/SavingWaterCoolingTowers.pdf#Page=1>
3. <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/SavingWaterBestPracticeGuidelinesCoolingTowers.pdf#Page=1>

4. <http://www.sydneywater.com.au/Publications/Factsheets/SprayGuns.pdf#Page=1>
5. <http://www.sydneywater.com.au/Publications/Factsheets/SprayNozzles.pdf#Page=1>
6. <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/LiquidVaccumPump.pdf#Page=1>
7. Εταιρία Ύδρευσης Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης Α.Ε.: Οδηγός Ορθής Πρακτικής για την Ελαχιστοποίηση Αποβλήτων στον κλάδο των Βαφείων – Φινιριστηρίων. Έργο «Γραμμή Περιβαλλοντικής Βοήθειας για την Ελαχιστοποίηση Παραγωγής Αποβλήτων και Επιδεικτικά Έργα Ορθής Πρακτικής». Διαθέσιμο στο: <http://www.sbbe.gr/docs/Life/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82%20-%20%CE%92%CE%B1%CF%86%CE%B5%CE%AF%CE%B1%20%CE%A6%CE%B9%CE%BD%CE%B9%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CE%B1.doc>
8. [http://www.ec.gc.ca/water/en/manage/use/e\\_manuf.htm](http://www.ec.gc.ca/water/en/manage/use/e_manuf.htm)
9. [http://www.infoforhealth.org/pr/m14/m14chap2\\_2.shtml#wateruse](http://www.infoforhealth.org/pr/m14/m14chap2_2.shtml#wateruse)
10. <http://www.sawater.com.au/NR/rdonlyres/F1A6F3E9-933C-4C35-8C6D-60C39AB4C055/0/WWIndustry.pdf>
11. [http://www.savingwater.org/business\\_industrial.htm](http://www.savingwater.org/business_industrial.htm)
12. <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=321>
13. <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=59>
14. <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=510>
15. <http://www.epa.gov/watersense/docs/industry508.pdf>
16. <http://www.hydrochem.com.au/latest-news/victorian-watermap.html>
17. [http://www.qwc.qld.gov.au/myfiles/uploads/wemp/Food\\_processing\\_151106.pdf](http://www.qwc.qld.gov.au/myfiles/uploads/wemp/Food_processing_151106.pdf)
18. [http://www.qwc.qld.gov.au/myfiles/uploads/wemp/Metal\\_finishing\\_151106.pdf](http://www.qwc.qld.gov.au/myfiles/uploads/wemp/Metal_finishing_151106.pdf)
19. <http://archives.cnn.com/2002/WORLD/europe/01/15/ozone.food/index.html>
20. <http://www.epa.gov/owm/mtb/ozon.pdf>
21. [http://www.nesc.wvu.edu/pdf/WW/publications/eti/Ozone\\_Dis\\_gen.pdf](http://www.nesc.wvu.edu/pdf/WW/publications/eti/Ozone_Dis_gen.pdf)
22. <http://jaeggi.us/aktuell/General%20study.pdf>

23. [http://www.seav.vic.gov.au/manufacturing/sustainable\\_manufacturing/resource.asp?action=show\\_resource&resourcetype=2&resourceid=28](http://www.seav.vic.gov.au/manufacturing/sustainable_manufacturing/resource.asp?action=show_resource&resourcetype=2&resourceid=28)
24. <http://www.kelcroft.com.hk/cooling-towers.htm>
25. [http://www.nyserda.org/programs/geothermal/geothermal\\_manual.pdf](http://www.nyserda.org/programs/geothermal/geothermal_manual.pdf)
26. [http://blog.worldvillage.com/home/geothermal\\_heating\\_and\\_cooling.html](http://blog.worldvillage.com/home/geothermal_heating_and_cooling.html)
27. [http://www1.eere.energy.gov/industry/glass/pdfs/compressed\\_air.pdf](http://www1.eere.energy.gov/industry/glass/pdfs/compressed_air.pdf)
28. [http://www.engr.udayton.edu/udiac/Documents/CompAir\\_VortexTubes.doc](http://www.engr.udayton.edu/udiac/Documents/CompAir_VortexTubes.doc)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

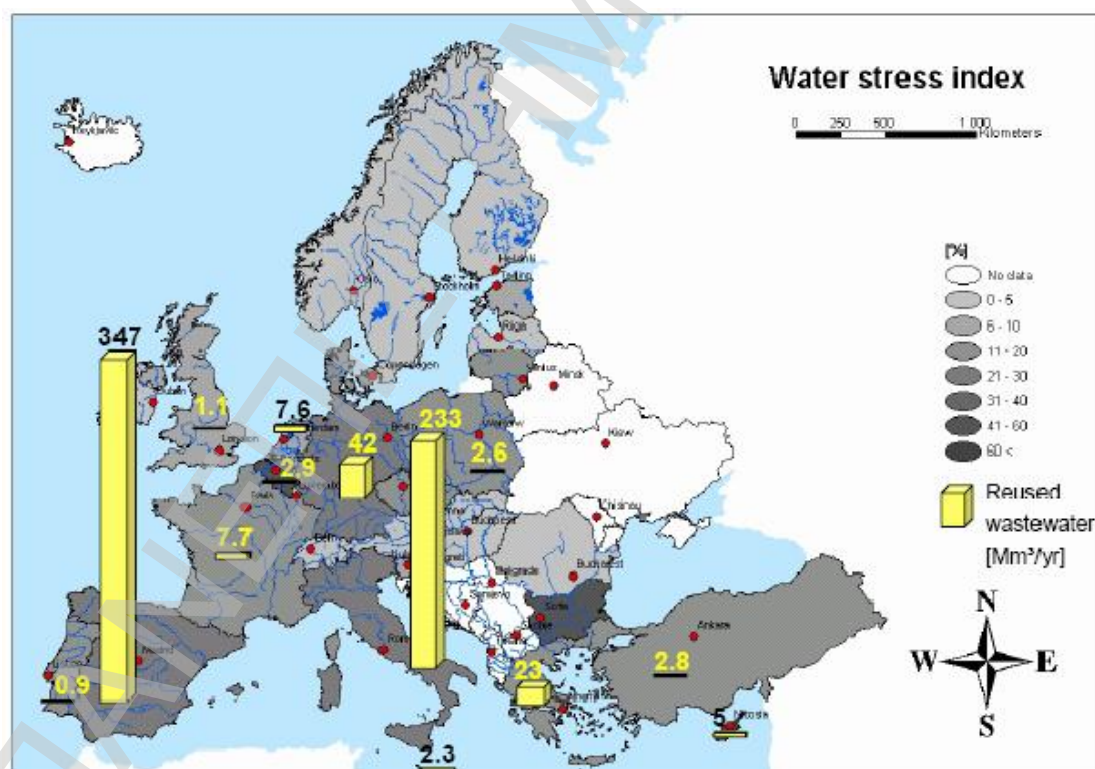
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

#### 7.1 ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

##### 7.1.1 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 στο παρακάτω Σχήμα (5). 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 (~3000 πΧ).



Σχήμα (5): Έλλειψη και επαναχρησιμοποίηση νερού στις ευρωπαϊκές χώρες. [13]

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 γκριζού 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.

### **7.1.2 Εφαρμογές της επαναχρησιμοποίησης νερού**

Οι εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης, κατά φθίνουσα σειρά του χρησιμοποιούμενου όγκου, παρουσιάζονται στον Πίνακα (5). 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 ύδρευση, 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	Άρδευση καλλιεργειών προοριζόμενων για ανθρώπινη κατανάλωση, σε ωμή ή μαγειρεμένη μορφή. Άρδευση καλλιεργειών προοριζόμενων για μη ανθρώπινη κατανάλωση, όπως οι ζωοτροφές Θερμοκήπια
Αστικό πράσινο	Πάρκα Σχολικές αυλές Διαχωριστικές νησίδες στους αυτοκινητόδρομους και δέντρα στις άκρες τους Γήπεδα γκολφ Ζώνες πρασίνου Κήποι
Βιομηχανία (ανακύκλωση - επαναχρησιμοποίηση)	Νερό πλήρωσης των ψυκτικών συστημάτων (κύρια χρήση) Νερό λέβητα Νερό στις διάφορες διαδικασίες της κάθε βιομηχανίας Ειδικά σε υδροηλεκτρικά εργοστάσια, χαρτοβιομηχανίες, διυλιστήρια, υφαντουργικές, χημικές, μεταλλευτικές βιομηχανίες Νερό στις βαριές κατασκευές (έλεγχος της σκόνης, ανακάτεμα με τσιμέντο, κ. ά.) Καθαρισμός, ξέπλυμα
Αναπλήρωση υπόγειων υδάτων	Αναπλήρωση των υπόγειων υδάτων με τη χρήση λεκανών διήθησης ή με τη διάνοιξη πηγαδιών για την έγχυση του νερού Εμπόδιση της εισχώρησης θαλασσινού ή υφάλμυρου νερού Αποτροπή καθιζήσεων
Περιβάλλον και αναψυχή	Λίμνες – γούρνες – διακοσμητικά σιντριβάνια κ.ά., που είτε επιτρέπεται η άμεση επαφή του νερού με τον άνθρωπο είτε όχι. Επαύξηση της ροής ρεμάτων, μικρών ποταμών. Αύξηση των υδάτων των υγροτόπων και γενικά των επιφανειακών υδάτων Παραγωγή πάγου
Αστικές χρήσεις για μη πόσιμους σκοπούς	Πυροσβεστική Κλιματιστικά μηχανήματα Καζανάκια Επαγγελματικό πλύσιμο αυτοκινήτων Καθαρισμός δρόμων
Χρήσεις για πόσιμους σκοπούς	Έκχυση υψηλής ποιότητας επεξεργασμένου νερού σε επιφανειακά ή υπόγεια νερά που χρησιμοποιούνται ως πηγές πόσιμου νερού Μείξη υψηλής ποιότητας νερού με καθαρό νερό στις δεξαμενές παροχής νερού

Πίνακας (5): Εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης. [1]

### 7.1.3 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 κάποιοι περιορισμοί για την ποιότητα του νερού προς επαναχρησιμοποίηση. Για παράδειγμα, η Οδηγία Πλαίσιο 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. Οι προτεινόμενες προδιαγραφές ποιότητας του νερού προς επαναχρησιμοποίηση στις Ηνωμένες Πολιτείες μπορούν να βρεθούν στη βιβλιογραφική αναφορά [1] στις σελίδες 170-177.

### 7.1.4 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 προοριζόμενη χρήση του. Τα στάδια επεξεργασίας και το αντίστοιχο ρυπαντικό φορτίο που απομακρύνεται παρουσιάζονται στον Πίνακα (6):

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 βιοαποικοδημισιμων 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 ιχθών συστατικών για την επίτευξη υψηλής ποιότητας νερού, κατάλληλου για χρήση σε ειδικές εφαρμογές.
-----------	---

Πίνακας (6): 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 ολοένα όμως μειώνεται.

Όσον αφορά στις μεθόδους επεξεργασίας που χρησιμοποιούνται σε καθένα από τα παραπάνω στάδια, παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα (7). Ανάλογα με την εκάστοτε εφαρμογή επαναχρησιμοποίησης, χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός των μεθόδων αυτών ώστε να επιτευχθούν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του νερού.

Στάδιο επεξεργασίας	Τεχνολογική μέθοδος
Προκαταρκτική	Κοσκίνισμα, πέρασμα από αμμοχάλικα
Πρωτοβάθμια	Περαιτέρω ξεκαθάρισμα, λεπτό κοσκίνισμα
Δευτεροβάθμια (με ή χωρίς νιτρικοποίηση)	Βιοαντιδραστήρας με μεμβράνη (membrane bioreactor) Ενεργή ιλύς Φίλτρα με στάγδην ροή (trickling filters) Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι (rotating biological contractors)
Δευτεροβάθμια με απομάκρυνση του αζώτου (νιτρικοποίηση/απονιτρικοποίηση)	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 (cartridge filtration))	Νανοφιλτράρισμα Αντίστροφη όσμωση Ηλεκτροδιάλυση
Απομάκρυνση ιχθών συγκεκριμένων	Προηγμένη οξείδωση

συστατικών	Προσρόφηση σε άνθρακα (carbon adsorption)
	Ιοντοεναλλαγή
	Απόσταξη
	Φωτόλυση
Απολύμανση	Χλωρίωση Υπεριώδης ακτινοβολήση Όζον Μείγμα υπεροξειδίου του υδρογόνου και οξικού οξέος (λέει peracetic acid) Συνδυασμοί των παραπάνω

Πίνακας (7): Τεχνολογικές μέθοδοι επεξεργασίας του νερού. [1]

Σχετικά με τον πίνακα (7), σημειώνονται τα εξής:

- Με τη δευτεροβάθμια επεξεργασία απομακρύνεται το 85-90% της οργανικής ύλης, που μετράται ως το 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.

#### 7.1.5 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 αραϊή και χαμηλού κόστους συντήρηση. Πάντως, γενικά οι ανάγκες επεξεργασίας είναι λιγότερες γιατί δεν υπάρχει τόσο μεγάλο εύρος διαφορετικών συστατικών όπως αν τα λύματα προέρχονταν 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.

### **7.1.6 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 αποδοχή 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.

## 7.2 ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ

### 7.2.1 Γενικά στοιχεία

Η αφαλάτωση αποτελεί μια καλή και αξιόπιστη λύση στο πρόβλημα πολλών άνυδρων νησιών και παραθαλάσσιων περιοχών. Άλλες μέθοδοι αποδεικνύονται προβληματικές. Ως παράδειγμα αναφέρεται η μεταφορά νερού με υδροφόρα πλοία η οποία αντενδείκνυται λόγω του πολύ μεγάλου κόστους μεταφοράς, των προβλημάτων τροφοδοσίας και της ποιότητας του νερού. Παράλληλα, οι κλασσικές λύσεις των φραγμάτων και των λιμνοδεξαμενών, πέραν του μεγάλου κόστους κατασκευής και του κόστους επεξεργασίας του συλλεγόμενου νερού (ταχυδιωλιστήρια), εμφανίζονται αναποτελεσματικές λόγω της έντονης ξηρασίας σε πολλές περιοχές τα τελευταία χρόνια.

Τα πλεονεκτήματα της αφαλάτωσης είναι :

- Το παραγόμενο νερό είναι καλής ποιότητας.
- Το κόστος παραγωγής του νερού με τις νέες τεχνολογίες έχει ελαττωθεί πάρα πολύ και μειώνεται ακόμα περισσότερο αν το νερό είναι υφάλμυρο.
- Υπάρχει απεξάρτηση από τη βροχόπτωση της παροχής πόσιμου νερού.

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Μεγάλο αρχικό κόστος κατασκευής της εγκατάστασης, το οποίο όμως αποσβένεται γρήγορα.
- Υποβάθμιση του θαλάσσιου περιβάλλοντος της περιοχής στην περίπτωση που τα υποπροϊόντα της διαδικασίας, που είναι πολύ πυκνό διάλυμα αλατιού, απορρίπτονται εκεί.
- Μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για τη διαδικασία. Η απαιτούμενη ενέργεια πάντως μπορεί να προέλθει και από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως τα φωτοβολταϊκά συστήματα, οι ανεμογεννήτριες, οι ηλιακοί συλλέκτες και η γεωθερμία.
- Το κόστος του αφαλατωμένου νερού εξακολουθεί να είναι ακριβότερο από το πόσιμο νερό. Ο λόγος που είναι ακριβές οι μέθοδοι αφαλάτωσης είναι και ότι χρησιμοποιούν πολλή ενέργεια. Στην αντίστροφη όσμωση, περίπου το 75% της συνολικής τιμής αντιστοιχεί στο κόστος για την ενέργεια, ενώ υπάρχουν μέθοδοι που καταναλώνουν ακόμα περισσότερη ενέργεια.

### 7.2.2 Τεχνολογίες αφαλάτωσης

#### *Μέθοδοι με Εξάτμιση – [4]*

- 1) Πολυβάθμια Εκτόνωση (Multi-Stage Flushing, MSF). Χαρακτηριστικά μεθόδου:

Εύρος Μεγεθών:	1.000 – 60.000 κ.μ/ημ
Νερό τροφοδοσίας:	Θαλασσινό
Ποιότητα Παραγ. Νερού:	~ 10 ppm TDS
Απαιτούμενη Ενέργεια:	Θερμική, 290 kJ/kg Ηλεκτρική 4-6 kWh/m <sup>3</sup>
Κόστος Εγκατάστασης:	970 – 2050 €/κ.μ/ημ.
Κόστος Νερού:	1,30 €/κ.μ.

2) Πολυβάθμια Εξάτμιση (Multiple Effect Distillation, MED).

Εύρος Μεγεθών:	500 – 20.000 κ.μ/ημ
Νερό τροφοδοσίας:	Θαλασσινό
Ποιότητα Παραγ. Νερού:	~ 10 ppm TDS
Απαιτούμενη Ενέργεια:	Θερμική, 270 kJ/kg Ηλεκτρική 2,5-3 kWh/m <sup>3</sup>
Κόστος Εγκατάστασης:	880 -1760 €/κ.μ/ημ.
Κόστος Νερού:	1,17 €/κ.μ.

3) Εξάτμιση με Επανασυμπίεση Ατμών (Vapour Compression, VC).

Εύρος Μεγεθών:	25 – 2.500 κ.μ/ημ
Νερό τροφοδοσίας:	Θαλασσινό
Ποιότητα Παραγ. Νερού:	~ 10 ppm TDS
Απαιτούμενη Ενέργεια:	Ηλεκτρική 8-15 kWh/m <sup>3</sup>
Κόστος Εγκατάστασης:	1030 - 2350 €/κ.μ/ημ.
Κόστος Νερού:	1,25 €/κ.μ.

4) Ηλιακή Απόσταξη (Solar Distillation)

Δυνατότητα Παραγωγής:	2,5 λίτρα/τ.μ.
Νερό τροφοδοσίας:	Θαλασσινό
Απαιτούμενη Ενέργεια:	Ηλεκτρική για τις αντλίες
Κόστος Εγκατάστασης:	15 -45 €/τ.μ.

**Μέθοδοι με Μεμβράνες – [4]**

1) Αντίστροφη Όσμωση (Reverse Osmosis, RO)

Εύρος Μεγεθών:	0,4 – 128.000 κ.μ/ημ (Θ) 2,5 – 98.000 κ.μ/ημ (Υ)
Νερό τροφοδοσίας:	Θαλασσινό (Θ), Υφάλμυρο (Υ)
Ποιότητα Παραγ. Νερού:	250 - 500 ppm TDS
Απαιτούμενη Ενέργεια:	Ηλεκτρική 3-15 kWh/m <sup>3</sup> (Θ) Ηλεκτρική 0,5-3 kWh/m <sup>3</sup> (Υ)
Κόστος Εγκατάστασης:	645 – 4400 €/κ.μ/ημ (Θ) 290 – 2055 €/κ.μ/ημ (Υ)
Κόστος Νερού:	1 €/κ.μ. (Θ) 0,40 €/κ.μ. (Υ)

## 2) Ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis, ED/EDR)

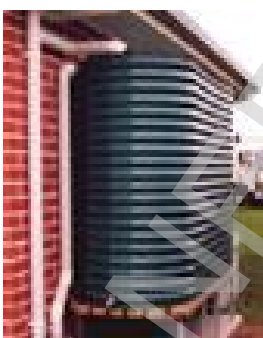
Εύρος Μεγεθών:	15 – 50.000 κ.μ/ημ
Νερό τροφοδοσίας:	κυρίως Υφάλμυρο
Ποιότητα Παραγ. Νερού:	300 - 500 ppm TDS
Απαιτούμενη Ενέργεια:	Ηλεκτρική 1,5-4 kWh/m <sup>3</sup> για 1.500 – 3.500 ppm TDS
Κόστος Εγκατάστασης:	1030 – 5000 €/κ.μ/ημ.
Κόστος Νερού:	0,40 €/κ.μ.

Οι παράμετροι επιλογής τεχνολογίας αφαλάτωσης είναι η ποιότητα του νερού τροφοδοσίας (θαλασσινό, υφάλμυρο), η ποσότητα και ποιότητα παραγόμενου νερού, το κόστος της επένδυσης, η διαθεσιμότητα χώρου, οι ενεργειακές απαιτήσεις και διαθεσιμότητα, και η διαθεσιμότητα και εμπειρία του προσωπικού. Η αντίστροφη όσμωση είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος αφαλάτωσης.

## 7.3 ΣΥΛΛΟΓΗ ΒΡΟΧΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

### 7.3.1 Σχεδιασμός – 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 πλυντήριο, 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. 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.

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:

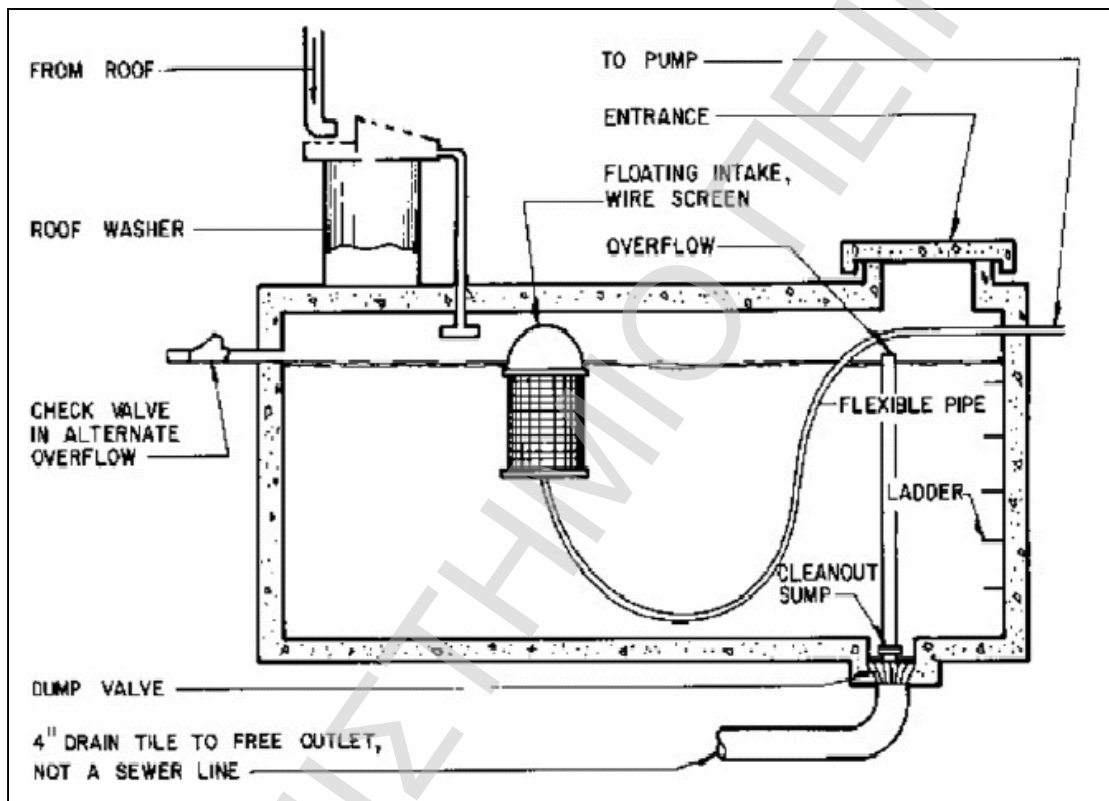
- Φίλτρα. Φίλτρα άμμου, αμμοχάλικων, κάρβουνου ή σίτες πρέπει να τοποθετούνται στις υδρορροές ώστε να εμποδίζουν τα φύλλα, τα έντομα και άλλα σκουπίδια να εισέλθουν στο ντεπόζιτο. Υπάρχουν και φίλτρα που είναι ατσάλινα πλέγματα με ανοίγματα κάποιων εκατομμυριοστών για να φιλτράρουν ακόμα και την άμμο, τη γύρη και τη λάσπη. Αυτά μπορεί να τοποθετηθούν και μετά το ντεπόζιτο.
- Σύστημα εκτροπής του πρώτου, βρώμικου νερού της βροχής μακριά από το ντεπόζιτο. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια μιας βαλβίδας και ενός “κλειδιού” διακλάδωσης. Περίπου τα 20 πρώτα λίτρα ανά 100 τετραγωνικά μέτρα σκεπής πρέπει να απομακρύνονται. Τα συστήματα αυτά είναι φθηνότερα από τα φίλτρα και απαιτούν λιγότερη συντήρηση.
- 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 την ένταση της ροής και την πίεση που απαιτείται. Η ισχύς των αντλιών καθορίζει 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 υπερχειλίσης.
- 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 αδειάζει 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.

Στο Σχήμα (4) παρουσιάζεται μια τυπική εγκατάσταση συλλογής βρόχινου νερού.

### 7.3.2 Καθαριότητα – 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.



Σχήμα (4): Εγκατάσταση συλλογής βρόχινου νερού. [9]

### 7.3.3 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. Όσοι 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:

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
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 ένα τρίτο της αρχικής ποσότητας

Πίνακας (8): Συλλεγόμενη ποσότητα νερού για διάφορους συνδυασμούς ύψους βροχόπτωσης και επιφάνειας απορροής. [9]

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.

### 7.3.4 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.

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 τον 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.

#### Αναφορές :

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/medis/restricted/d14.pdf>
3. Γ. Παρισόπουλος, Α. Παπαδόπουλος, Φ. Παπαδόπουλος, Επεξεργασία υγρών αστικών αποβλήτων με δεξαμενές σταθεροποίησης και επαναχρησιμοποίησή τους για άρδευση. Συμπόσιο «Αιγαίο – Νερό – Βιώσιμη Ανάπτυξη». Πάρος 2001. ([http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros\\_papers/parissopoulos\\_g.pdf](http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/parissopoulos_g.pdf))
4. Τζεν Ε., Μέθοδοι Αφαλάτωσης - Συγκριτική Αξιολόγηση και Εφαρμογές στα Νησιά του Αιγαίου. Συμπόσιο «Αιγαίο – Νερό – Βιώσιμη Ανάπτυξη». Πάρος 2001 ([http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros\\_papers/tzen\\_e.ppt](http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/tzen_e.ppt))
5. Τσιφτής Ε., Αντιμετώπιση Υδρευτικών Προβλημάτων των Νησιών του Αιγαίου. Συμπόσιο «Αιγαίο – Νερό – Βιώσιμη Ανάπτυξη». Πάρος 2001. ([http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros\\_papers/tsiftsis\\_e.pdf](http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/tsiftsis_e.pdf))
6. [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)
7. <http://www.youngreporters.org/IMG/doc/water.doc>
8. <http://www.arid.asn.au/images/stories/documents/rainwatermagazine.pdf>
9. [http://edis.ifas.ufl.edu/scripts/htmlgen.exe?DOCUMENT\\_AE029](http://edis.ifas.ufl.edu/scripts/htmlgen.exe?DOCUMENT_AE029)
10. <http://www.sydneywater.com.au/SavingWater/InYourGarden/RainwaterTanks/index.cfm>
11. [http://www.greenplumbers.com.au/media/docs/Tankflush\\_May\\_05.pdf](http://www.greenplumbers.com.au/media/docs/Tankflush_May_05.pdf)
12. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0271:EN:HTML>

13. [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)

14. <http://www.harvestingrainwater.co.uk/advice/rainwaterharvesting.html#link-three>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ & ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΓΚΡΙΖΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ & ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ

#### 8.1 Εισαγωγή

Γκρίζο νερό (greywater) ονομάζεται όλο το βρώμικο νερό που παράγεται σε ένα σπίτι, εκτός από το νερό από τις τουαλέτες. Δηλαδή, είναι το νερό από το ντους, το μπάνιο, τους νιπτήρες, την κουζίνα και τα πλυντήρια πιάτων και ρούχων. Σύμφωνα με μελέτες, το γκρίζο νερό αποτελεί το 60-70% της συνολικής εσωτερικής κατανάλωσης νερού σε ένα σπίτι. Γίνεται επομένως φανερό πόσο μεγάλη είναι η εξοικονόμηση αν όλο αυτό το νερό επαναχρησιμοποιηθεί.

Στην παρούσα εργασία θα εξεταστεί η επιτόπου επαναχρησιμοποίηση του γκρίζου νερού από τις μπανιέρες, τους νιπτήρες του μπάνιου και τα πλυντήρια ρούχων στις τουαλέτες και επικουρικά στο πότισμα κήπων στα σπίτια και στα τουριστικά συγκροτήματα. Σχετικά σημειώνονται τα εξής:

- Το νερό από την κουζίνα δεν επιλέχθηκε γιατί είναι πολύ πιο ρυπασμένο από το υπόλοιπο γκρίζο νερό και η επαναχρησιμοποίησή του θα απαιτούσε πιο πολύπλοκη και ακριβή επεξεργασία, ενώ παράλληλα δεν αποτελεί παρά μόνο το 5% περίπου της συνολικής κατανάλωσης.
- Οι τουαλέτες, εκτός του ότι αποτελούν ένα μεγάλο καταναλωτή νερού στο σπίτι (περίπου 30% της συνολικής κατανάλωσης), είναι και η περισσότερο αποδεκτή κοινωνικά εφαρμογή της επαναχρησιμοποίησης νερού μέσα στο σπίτι.
- Λόγω της τεχνικής και οικονομικής δυσκολίας που υπάρχει για την κατασκευή δευτερευόντων δικτύων παροχής ανακτημένου νερού στις πόλεις, θεωρήθηκε πιο εύκολο η επαναχρησιμοποίηση να εφαρμοστεί και να διαδοθεί σε ευρεία κλίμακα, αν γίνεται επιτόπου.
- Η επαναχρησιμοποίηση εξετάζεται σε σπίτια και τουριστικά συγκροτήματα γιατί εκεί το γκρίζο νερό που παράγεται συνήθως επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες στις τουαλέτες. Αντίθετα, σε κτίρια γραφείων και δημόσιους χώρους, το γκρίζο νερό που παράγεται είναι πολύ λιγότερο από το απαιτούμενο στις τουαλέτες, που εκεί μπορεί να ξεπεράσει και το 60% της κατανάλωσης.

Το κάθε σύστημα επαναχρησιμοποίησης του γκρίζου νερού, για να υιοθετηθεί από τον ιδιώτη, θα πρέπει:

- Να είναι οικονομικά συμφέρον
- Να εξοικονομεί αξιόλογη ποσότητα νερού
- Να μην καταλαμβάνει μεγάλο χώρο
- Να μη χρειάζεται πολλή, δύσκολη και πολύ συχνή συντήρηση
- Να είναι ασφαλές για την υγεία των χρηστών
- Να είναι τεχνικά αξιόπιστο
- Να μην ενοχλεί αισθητικά

## 8.2 Χαρακτηριστικά του γκρίζου νερού

Η σύσταση του γκρίζου νερού και οι περιεκτικότητες των διαφόρων συστατικών του διαφέρουν κατά τόπο και χρόνο. Συγκεκριμένα, εξαρτώνται από τον αριθμό των ατόμων στο σπίτι, τις ηλικίες τους, τον τρόπο ζωής τους, τις συνήθειές τους όσον αφορά τη χρήση του νερού και τα απορρυπαντικά που χρησιμοποιούν. Άλλοι παράγοντες είναι οι κλιματολογικές συνθήκες, η ποιότητα του πόσιμου νερού από όπου προήλθε το γκρίζο νερό και τα συστήματα διανομής του πόσιμου και του γκρίζου νερού.

Γενικά, το νερό αυτό περιέχει σαπούνια, σαμπουάν, απορρυπαντικά, λευκαντικά, λίπη και κύτταρα του δέρματος, τρίχες, υφασμάτινες ίνες και, περιστασιακά, χρώμα, ούρα και ίχνη ανθρώπινων ακαθαρσιών, ειδικά αν στους χρήστες περιλαμβάνονται μωρά ή υπερήλικες. Από χημικής πλευράς, οι κυριότεροι ρύποι είναι διαλυμένα άλατα όπως νάτριο, άζωτο, φωσφορικά άλατα, χλώριο, αμμωνία, βόριο. Από μικροβιολογικής πλευράς, αν και οι εντερικοί ιοί της Σαλμονέλας και του Καμπυλοβακτηρίου δεν έχουν ποτέ εντοπιστεί σε δείγματα γκρίζου νερού, εντούτοις περιέχονται άλλοι παθογόνοι μικροοργανισμοί. Αυτό αποδεικνύει πως, αντίθετα με την κοινή αντίληψη ότι το γκρίζο νερό είναι αβλαβές, είναι απαραίτητη η σωστή και αξιόπιστη επεξεργασία του για να καταστεί ασφαλές τόσο για τη δημόσια υγεία όσο και για το περιβάλλον, αλλά και να είναι αισθητικά αποδεκτό (χωρίς οσμές και χρώμα). Παράλληλα σημειώνεται ότι η σύσταση του γκρίζου νερού κατά την αποθήκευσή του αλλάζει με την πάροδο του χρόνου, για παράδειγμα αυξάνονται τα βακτήρια και συνακόλουθα μειώνεται το οργανικό φορτίο. Για το λόγο αυτό δε θα πρέπει να αποθηκεύεται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τέλος, αναφέρεται ότι στην περίπτωση που προβλέπεται και πότισμα κήπων με ανακτημένο νερό, θα πρέπει να γίνεται προσεκτική επιλογή των απορρυπαντικών πλυντηρίου, ώστε το νερό να μην είναι πολύ αλκαλικό και να μην περιέχει πολλά άλατα, νάτριο ή άλλα στοιχεία που είναι βλαβερά για τα φυτά και το έδαφος.

Οι φυσικοχημικές και μικροβιολογικές παράμετροι που συνήθως χρησιμοποιούνται για το χαρακτηρισμό ενός δείγματος γκρίζου νερού είναι το βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD), το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), η θολότητα, τα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), οι ολικές ποσότητες οργανικού άνθρακα, αζώτου και φωσφόρου, καθώς και τα περιττωματικά και ολικά κολοβακτηρίδια. Ενδεικτικές τιμές των παραμέτρων αυτών σε διάφορα δείγματα γκρίζου νερού, όπως έχουν προκύψει από διάφορες μελέτες της βιβλιογραφίας, παρουσιάζονται στον πίνακα (11) του παραρτήματος IV.

Προκειμένου η επαναχρησιμοποίηση του γκρίζου νερού να είναι ασφαλής για τη δημόσια υγεία, κάποιες χώρες έχουν θεσπίσει ορισμένες προδιαγραφές που πρέπει να πληροί το επεξεργασμένο νερό. Αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα (12). Σημειώνεται ότι στην Ευρωπαϊκή ένωση δεν υπάρχει κάποια οδηγία ειδικά για την επαναχρησιμοποίηση του νερού. Πάντως, οι παρουσιαζόμενες γερμανικές προδιαγραφές έχουν βασιστεί στην Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα Νερά Κολύμβησης (2006/7/EC).

	Φυσικοχημικές παράμετροι	Μικροβιολογικές (CFU 100ml <sup>-1</sup> )
USEPA	BOD ≤ 10mg/l Θολότητα ≤ 2 NTU pH : 6-9	Περιττωματικά κολοβακτηρίδια :Μη ανιχνεύσιμα Ζωντανοί παθογόνοι οργανισμοί :Μη ανιχνεύσιμοι
USA, Καλιφόρνια	Θολότητα = 2NTU (μέσος όρος) (5NTU μέγιστο)	Ολικά κολοβακτηρίδια=2,2 (μέσος όρος) (23 μέγιστο σε 30 μέρες)
Γερμανία	BOD <5 mg/l	Ολικά κολοβακτηρίδια <10000 Περιττωματικά κολοβακτηρίδια <1000 Pseudomonas aeruginosa <100

Πίνακας (12): Απαιτούμενες προδιαγραφές για την επαναχρησιμοποίηση γκρίζου νερού.[9]

### 8.3 Παραγωγή και κατανάλωση του γκρίζου νερού

#### 8.3.1 Κατοικίες

Η συνολική κατανάλωση καθώς και η κατανομή της στις διάφορες δραστηριότητες διαφέρουν από σπίτι σε σπίτι. Για το λόγο αυτό, πριν την εγκατάσταση ενός συστήματος επαναχρησιμοποίησης, θα πρέπει να υπολογίζονται οι παράμετροι αυτές, πρωτίστως για τις ανάγκες της εφαρμογής, αλλά και για να γνωρίζει ο καταναλωτής την αναμενόμενη εξοικονόμηση και την οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσής του. Η ακριβής συνολική κατανάλωση φαίνεται από το λογαριασμό νερού. Παράλληλα, μπορεί να γίνει μια εκτίμηση και από τους ίδιους τους κατοίκους, αν καταγράψουν τη συχνότητα, τη διάρκεια χρήσης και τη ροή της κάθε υδραυλικής συσκευής που κάνει ο καθένας.

Στον παρακάτω πίνακα (13) δίνεται η εκτίμηση της τυπικής κατανάλωσης νερού σε ένα σπίτι με 4 κατοίκους, εκ των οποίων 2 είναι άνδρες. Στον πίνακα (14) γίνεται η αντίστοιχη εκτίμηση, για το ίδιο σπίτι συν ένα κήπο έκτασης 100m<sup>2</sup>. Σχετικά με τους υπολογισμούς σημειώνονται τα εξής:

- Οι καταναλώσεις των διαφόρων συσκευών, η συχνότητα και η διάρκεια χρήσης τους εκτιμήθηκαν χρησιμοποιώντας βιβλιογραφικές πηγές ([2,3,4,15]) αλλά και εμπειρικά. Ιδιαίτερα, οι τιμές ροής προσδιορίστηκαν πειραματικά, μετρώντας το χρόνο για την πλήρωση ενός δοχείου γνωστής χωρητικότητας.
- Θεωρείται ότι οι κατοικίες είναι νεόχτιστες, επομένως δεν υπάρχουν διαρροές. Επίσης, οι υδραυλικές συσκευές είναι μοντέρνες και δε σπαταλούν νερό.
- Η κατανάλωση νερού για το πότισμα των κήπων παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, ανάλογα με τις ποικιλίες φυτών που υπάρχουν, τις κλιματολογικές συνθήκες και τον τύπο χώματος. Θεωρήθηκε μια μέση ετήσια τιμή 6,5 lt/m<sup>2</sup> κήπου.
- Οι υπολογισμοί έγιναν με τη χρήση του απλού υπολογιστικού εργαλείου Excel. Έτσι, επιτρέπεται η αλλαγή των παραμέτρων ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες κάθε περίπτωσης ώστε να λαμβάνονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα.

Από τους πίνακες φαίνεται ότι, για το σπίτι χωρίς κήπο, το γκρίζο νερό και οι τουαλέτες συνιστούν το 67 και 27% αντίστοιχα της συνολικής κατανάλωσης. Επομένως το νερό που θα εξοικονομείται ημερησίως θα είναι 180 lt (όσο από το γκρίζο νερό χρειάζεται για τις τουαλέτες) και συνιστά περίπου το 27% της συνολικής κατανάλωσης. Από την άλλη, όταν υπάρχει και κήπος, το γκρίζο νερό, όντας το 34% της συνολικής κατανάλωσης, δεν επαρκεί για να καλύψει πλήρως τις ανάγκες των τουαλετών και του κήπου που απαιτούν το 63% της συνολικής κατανάλωσης. Τότε εξοικονομούνται ημερησίως 446lt (όλη η ποσότητα του γκρίζου νερού) που αποτελούν το 34% της συνολικής κατανάλωσης.

Σφραγισμένη οικιστική δραστηριότητα	Συχνότητες (χρήσεις/ημέρο)	Διάρκεια χρήσης (sec)	Ροή (lt/sec)	Εξοικονόμηση/χρήση (lt/χρήση)	Ημερήσια αερίματη κατανάλωση (lt)	Οικονομική ημερήσια κατανάλωση/δραστηριότητα ή οικική (lt)	Ποσοστά/κατανάλωση δραστηριότητας ή οικικής επί της συνολικής (%)
Τουαλέτες	5			9	45	180	26,87
Ντους/βιολέτο	13	480	0,14		87,36	349,44	52,16
Ντους/ροή, βιολέτο/παιδα διαπάνω	2,5	25	0,08		5	20	
Γλυκύτητα χεριών	5	15	0,08		6	24	10,90
Πλυντήριο μηχανών	2,5	25	0,08		5	20	
Εξυαφεία	0,5	180	0,05		4,5	9	
Πλυντήριο ρούχων	0,3			80		24	3,58
Νεροχρήσης κοιλίνας/ιδιοκτήσιμα	1			1,5		1,5	
Πόση	4,5			0,25	1,125	4,5	4,48
Ασφάλεια/δραμα κατά την κατάβαση με φρεσκάκι, μηχανοκίνητο, κούτσουρο/παιτών	1	300	0,08			24	
Πλυντήριο πιάτων	0,35			30		10,5	1,57
Ισοβάφια/ισοβαφιστικά εσωτερικού σπιτιού	0,15			3		0,45	0,07
Καθαριστικά βρωμιών	0,15	120	0,14			2,52	0,38
Αρβιμάς/κουζίνας	4				Χημικά/οικιστική δραστηριότητα/κατανάλωση (lt)	669,91	
Αρβιμάς/κουζίνας	2				Επιβάρυνση/παραγωγή γκρίζου νερού (lt)	446,44	66,64
Αρβιμάς/κουζίνας/κουζίνας					Ημερήσια κατανάλωση κοινότητας (lt)	180	26,87

Πίνακας (13): Υπολογισμός κατανάλωσης νερού κατοικίας 4 ατόμων







## 8.4 Συστήματα επεξεργασίας του γκρίζου νερού

### 8.4.1 Γενικά στοιχεία για συστήματα επεξεργασίας γκρίζου νερού

Τόσο οι διακυμάνσεις στη σύσταση του γκρίζου νερού όσο και η ύπαρξη παθογόνων μικροοργανισμών απαιτούν ένα σύστημα επεξεργασίας που θα είναι αποτελεσματικό και αξιόπιστο. Υπάρχουν διάφορα συστήματα για την επεξεργασία του γκρίζου νερού που γενικά μπορούν να χωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (16).

Σύστημα επεξεργασίας	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Σχόλια
<b>Απλό σύστημα 2 σταδίων:</b> χονδρικό φιλτράρισμα και απολύμανση του γκρίζου νερού. Το φιλτράρισμα γίνεται συνήθως με ένα μεταλλικό δίχτυ και η απολύμανση με χλώριο ή βρώμιο	α) Μικρός χρόνος παραμονής του γκρίζου νερού στο σύστημα με αποτέλεσμα να παραμένει αναλόγως χημικά το γκρίζο νερό και να χρειάζεται ελάχιστη επεξεργασία. β) Μικρό κόστος γ) Γενικά, απομάκρυνση των κολοβακτηριδίων, κάτι που καθιστά το νερό αυτό θεωρητικά ασφαλές για τη δημόσια υγεία.	α) Οσμές λόγω της παρουσίας απορρυπαντικών σε υψηλές συγκεντρώσεις β) Υψηλές τιμές θολότητας και οργανικού φορτίου γ) Περιοδική αναποτελεσματικότητα της απολύμανσης που συντελεί στην υπέρβαση των ορίων της συγκέντρωσης των κολοβακτηρίων.	Ενδείκνυνται (λόγω μικρότερου κόστους) σε μικρές εγκαταστάσεις όπου ο χρόνος αποθήκευσης και κατανάλωσης του νερού είναι μικρός και δεν προλαβαίνουν να αναπτυχθούν ξανά τα κολοβακτηρίδια.
<b>Φυσικά συστήματα:</b> κυρίως φιλτράρισμα εις βάθος με άμμο ή/ και μεμβράνες (συνήθως οι τελευταίες συνδυάζονται με κατάλληλη προεργασία του νερού). <b>Φυσικοχημικά συστήματα:</b> Κροκίδωση και προηγμένη οξειδωση	α) Δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα με χημικά σοκ στη σύσταση του νερού (π.χ. με την προσθήκη ενός λευκαντικού στο σύστημα), κάτι που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τις βιολογικές μεθόδους. β) Απομακρύνουν ικανοποιητικά το οργανικό φορτίο, κάνοντας και πιο αποδοτική τη μετέπειτα απολύμανση. γ) Παράγουν νερό υψηλότερης ποιότητας από τα απλά συστήματα 2 σταδίων.	α) Τα φυσικά συστήματα μειώνουν όλα τα ανεπιθύμητα στοιχεία του γκρίζου νερού αλλά δεν ικανοποιούν όλες τις θεσπισμένες απαιτήσεις ποιότητας. β) Τα συστήματα με μεμβράνες απαιτούν πολλή ενέργεια, κάτι που τα κάνει μη οικονομικά. γ) Δυσκολίες καθαρισμού των μεμβρανών.	

<p><b>Συμβατικά βιολογικά συστήματα</b> όπως :</p> <p>α) Βιοαντιδραστήρας με μεμβράνη (MBR). Συνδυάζει αντιδραστήρα ενεργούς ιλύος με μεμβράνη μικροδιήθησης</p> <p>β) Βιολογικά αεριζόμενο φίλτρο (BAF). Συνδυάζει διήθηση εις βάθος με βιολογικό αντιδραστήρα ακινητοποιημένου υμενίου</p> <p>γ) Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι (RBC)</p>	<p>α) Απομακρύνουν τη βιοαποικοδομήσιμη οργανική ύλη αποτρέποντας έτσι την εκ νέου ανάπτυξη των μικροοργανισμών. β) Γενικά μικρές εγκαταστάσεις που παράγουν υψηλής ποιότητας νερό</p> <p>γ) Οι βιοαντιδραστήρες με μεμβράνη ικανοποιούν πλήρως όλες τις απαιτήσεις ποιότητας του νερού.</p> <p>δ) Τα "χημικά σοκ", λόγω αραίωσης, δεν εμποδίζουν τη λειτουργία των συστημάτων στα μεσαία κλίμακας έργα και πάνω.</p>	<p>α) Οι βιοαντιδραστήρες με μεμβράνη είναι από τα ακριβότερα συστήματα, μη οικονομικά βιώσιμα, ειδικά σε μικρής κλίμακας έργα.</p> <p>β) Τα βιολογικά αεριζόμενα φίλτρα δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις ποιότητας στο 40% των περιπτώσεων</p>	<p>Συστήματα ιδιαίτερα απαραίτητα σε συστήματα με μεγάλα δίκτυα διανομής (ξενοδοχεία και άλλα μεγάλες μονάδες)</p>
<p><b>Φυσικά βιολογικά συστήματα</b> όπως οι τεχνητοί υγρότοποι με υπόγεια ροή του νερού</p>	<p>α) Χαμηλό κόστος</p> <p>β) Αποφυγή οσμών και επαφής με τον άνθρωπο</p>	<p>α) Απομάκρυνση των κολοβακτηρίων σε βαθμό που μπορεί να μην ικανοποιούνται οι απαιτήσεις ποιότητας</p> <p>β) Το κόστος του υλικού του υποστρώματος μπορεί να είναι μεγάλο.</p> <p>γ) Μεγάλος απαιτούμενος υδραυλικός χρόνος παραμονής του νερού</p> <p>δ) Μεγάλη απαιτούμενη έκταση</p>	

Πίνακας (16) : Κατηγορίες συστημάτων επεξεργασίας του γκρίζου νερού. [10,13]

Οι διάφοροι συνδυασμοί συστημάτων που έχουν πραγματοποιηθεί σε σχετικές μελέτες για την ολοκληρωμένη επεξεργασία του γκρίζου νερού παρουσιάζονται στο Παράρτημα IV.

Η απόδοση των διαφόρων συστημάτων στην επεξεργασία του γκρίζου νερού, παρουσιάζεται στους πίνακες (17 – 19).

	BOD5	NH3	P	Ανιονικά απορρυπαντικά	Ολικά κολοβακτηρίδια (αριθμός/100ml)
Επεξεργασμένο νερό	>50 mg/l	<3 mg/l	<1 mg/l	10 mg/l	0

Πίνακας (17) : Τυπική απόδοση των απλών συστημάτων δύο σταδίων επεξεργασίας γκρίζου νερού.[10]

	BOD5 (mg/l)	COD (mg/l)	Θολότητα (NTU)	Ολικά κολοβακτηρίδια (cfu/100ml)
Ανεπεξέργαστο νερό	33,3	143	44,5	-
Μετά φίλτρου άμμου	12,3	35,7	32,3	-
Μετά μεμβράνης	4,7	22,2	0,34	0
Ανεπέξεργαστο νερό	25-185	86-410	12-100	2-310*10 <sup>3</sup>
Μετά μεμβράνης	1- 19	21- 112	<1	Μη ανιχνεύσιμα - 2419
Προ-προηγμένης οξειδωσης	41 (TOC)	-	-	9*10 <sup>5</sup>
Μετά -προηγμένης οξειδωσης	25 (TOC)	-	-	Μη ανιχνεύσιμα
Προ-κροκίδωσης	-	100	29,4	-
Μετά -κροκίδωσης	-	30	2,41	-

Πίνακας (18) : Τυπική απόδοση των φυσικών και φυσικοχημικών συστημάτων επεξεργασίας γκρίζου νερού. [10]

	BOD5 (mg/l)	COD (mg/l)	Θολότητα (NTU)	Ολικά κολοβακτηρίδια (cfu/100ml)
Ανεπεξέργαστο νερό	41,2 ± 30	120 ± 74,4	-	1,5*10 <sup>6</sup> ± 4,3*10 <sup>6</sup>
Επεξεργασμένο νερό με βιοαντιδραστήρα με μεμβράνη (MBR)	1,1 ± 1,6	9,6 ± 7,4	0,32 ± 0,28	Μη ανιχνεύσιμα
Επεξεργασμένο νερό με βιολογικά αεριζόμενο φίλτρο (BAF)	4,3 ± 4,1	15,1 ± 13,1	3,2 ± 8,9	2*10 <sup>4</sup> ± 5,5*10 <sup>4</sup>

Πίνακας (19) : Τυπική απόδοση των αναπτυγμένων βιολογικών συστημάτων επεξεργασίας γκρίζου νερού. [10]

#### 8.4.2 Σύστημα επεξεργασίας που μελετάται

Η διαδικασία επεξεργασίας του γκρίζου νερού που επιλέχθηκε στην παρούσα εργασία, βάσει μελέτης των βιβλιογραφικών πηγών, περιλαμβάνει τους περιστρεφόμενους βιολογικούς δίσκους ως το κατεξοχήν στάδιο επεξεργασίας. Η επιλογή αυτή έγινε για τους εξής λόγους :

- Οι περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι αποτελούν μια καλά δοκιμασμένη τεχνολογία, με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα στην επεξεργασία του γκρίζου νερού σε σταθερή βάση.
- Είναι μια τεχνολογία ειδικά κατάλληλη για μικρότερης έκτασης έργα επαναχρησιμοποίησης.

- γ) Το κόστος της δεν είναι απαγορευτικό, αφού σχετικά έργα έχουν αποδείξει ότι είναι οικονομικά συμφέροντα.
- δ) Είναι σύστημα βιολογικής επεξεργασίας. Σύμφωνα με μελέτες, η βιολογική επεξεργασία του γκρίζου νερού είναι απαραίτητη για την εγγύηση ότι το επεξεργασμένο νερό είναι ασφαλές για επαναχρησιμοποίηση σε μη πόσιμες χρήσεις.
- ε) Ο απαιτούμενος χώρος είναι σχετικά μικρός.

Αναλυτικά όλα τα στάδια της υπό μελέτη επεξεργασίας είναι τα παρακάτω [1]:

- 1) *Δεξαμενή εξισορρόπησης* (equalization basin) για τη ρύθμιση της ροής, της ποιότητας και της θερμοκρασίας του ανεπεξέργαστου γκρίζου νερού. Το στρώμα αφρού και οι κατακαθίσεις απορρίπτονται στο αποχετευτικό δίκτυο.
- 2) *Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι* (rotating biological contactor) για τη βιολογική επεξεργασία του νερού και την απομάκρυνση του οργανικού φορτίου. Ο απαιτούμενος χρόνος για τη βιοαποικοδόμηση με το σύστημα αυτό είναι γενικά λίγες ώρες, αλλά βέβαια εξαρτάται και από το βαθμό ρύπανσης του νερού.
- 3) *Δεξαμενή καθίζησης* (sedimentation basin) για την καθίζηση της λάσπης. Η λάσπη απορρίπτεται στο αποχετευτικό δίκτυο.
- 4) *Μονάδα απολύμανσης* με υποχλωριώδες διάλυμα για την απομάκρυνση των παθογόνων μικροοργανισμών.

Το σύστημα συμπληρώνεται από:

- 1) Το δίκτυο μεταφοράς του νερού που περιλαμβάνει τους σωλήνες για τη συλλογή του ανεπεξέργαστου νερού από κάθε διαμέρισμα, τη μεταφορά του στη μονάδα επεξεργασίας στο υπόγειο ή το ισόγειο, τη μεταφορά του επεξεργασμένου νερού στη δεξαμενή αποθήκευσης στην ταράτσα και από εκεί τη μεταφορά στις τουαλέτες.
- 2) Τη δεξαμενή αποθήκευσης στην ταράτσα από όπου γίνεται προμήθεια του επεξεργασμένου νερού προς την κατοικία. Θα πρέπει να τοποθετείται σε σκιερό μέρος, καθώς η ηλιακή ακτινοβολία επιταχύνει την αλλοίωση του νερού.
- 3) Την αντλία για τη μεταφορά του επεξεργασμένου νερού από το υπόγειο στην ταράτσα. [Η μεταφορά του ανεπεξέργαστου νερού προς τη μονάδα επεξεργασίας και η μεταφορά από τη δεξαμενή αποθήκευσης στις τουαλέτες γίνεται μέσω βαρύτητας.]
- 4) Αισθητήρες για τον έλεγχο της στάθμης του νερού στις δεξαμενές εξισορρόπησης και αποθήκευσης και σύστημα για την απόρριψη του πλεονάζοντος νερού στο αποχετευτικό δίκτυο.
- 5) Βαλβίδα μονής κατεύθυνσης ροής για τη συμπλήρωση με νερό από το υδρευτικό δίκτυο στη δεξαμενή αποθήκευσης, στην περίπτωση που το νερό δεν είναι αρκετό.

#### 8.4.3 Παράμετροι του συστήματος επεξεργασίας

**Όγκος του συστήματος επεξεργασίας** – Η χωρητικότητα των δεξαμενών εξισορρόπησης και αποθήκευσης, η ισχύς της αντλίας και το μέγεθος του συστήματος

επεξεργασίας πρέπει να αντιστοιχεί στη μέση κατανάλωση των τουαλετών και του κήπου κατά τη διάρκεια μιας μέρας.

**Χρόνος παραμονής του επεξεργασμένου νερού στη δεξαμενή αποθήκευσης** – Σύμφωνα με μελέτες, ο μέγιστος χρόνος αποθήκευσης του νερού δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 48 ώρες. Μετά το διάστημα αυτό το νερό αρχίζει να αλλοιώνεται και να επανεμφανίζονται παθογόνοι μικροοργανισμοί. Στην περίπτωση που για κάποιο λόγο αλλάξουν οι απαιτούμενες ποσότητες νερού, το προκαθορισμένο επίπεδο στάθμης στις δεξαμενές θα πρέπει να αλλάζει ανάλογα, ώστε ο χρόνος παραμονής να παραμένει κάτω από 48 ώρες.

**Απολύμανση** – Η απολύμανση μπορεί να γίνει με χλωρίωση ή με υπεριώδη ακτινοβολία. Η χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας αποτελεί πιο φτηνή μέθοδο και χωρίς επιβαρυντικά παραπροϊόντα για το περιβάλλον, όπως συμβαίνει με τη χλωρίωση. Παρόλα αυτά, το απολυμαντικό μέσο δε μπορεί να παραμείνει μέσα στο διάλυμα και μετά τη φάση της απολύμανσης, και έτσι μπορεί να αναπτυχθούν πιο εύκολα ξανά οι παθογόνοι μικροοργανισμοί. Παράλληλα, όταν η επεξεργασία είναι αποτελεσματική, η απαιτούμενη δόση χλωρίωσης ελαχιστοποιείται. Για τους λόγους αυτούς επιλέχθηκε στην παρούσα εργασία η χλωρίωση. Το υποχλωριώδες διάλυμα εξασθενεί με την πάροδο του χρόνου με ρυθμό που εξαρτάται από τη σύσταση του γκρίζου νερού και το μήκος των σωληνώσεων. Επομένως, η δόση χλωρίωσης πρέπει να προσδιορίζεται πειραματικά για το κάθε σύστημα, με στόχο η συγκέντρωση του χλωρίου να είναι παντού μεγαλύτερη ή ίση του 1mg/l.

**Ασφάλεια συστήματος** – Πρέπει να υπάρχει διπλό δίκτυο σωληνώσεων, ένα για το πόσιμο νερό και ένα δευτερεύον για το γκρίζο (ανεπεξεργαστο και επεξεργασμένο). Το δευτερεύον δίκτυο καλό είναι να βάφεται με κάποιο χρώμα για να ξεχωρίζει και γενικά πρέπει να εξασφαλίζεται ότι δεν υπάρχει η πιθανότητα να μπερδεύονται οι γραμμές μεταξύ τους. Επίσης, πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για αυτόματη κατεύθυνση του γκρίζου νερού στο αποχετευτικό δίκτυο στην περίπτωση που παρουσιαστεί κάποια δυσλειτουργία ή μπλοκάρισμα στο σύστημα.

## **8.5 Οικονομικά στοιχεία**

*8.5.1 Νερό που εξοικονομείται, νερό που επεξεργάζεται και δυναμικότητα (όγκος) συστήματος επαναχρησιμοποίησης.*

Το νερό που εξοικονομείται θα είναι ίσο με την κατανάλωση των τουαλετών και του κήπου, αν αυτή είναι μικρότερη από την παραγωγή του γκρίζου νερού. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή αν το γκρίζο νερό που παράγεται είναι λιγότερο, αναγκαστικά η εξοικονόμηση θα ισούται με όσο γκρίζο νερό παράγεται. Το ίδιο ισχύει φυσικά και για το νερό που επεξεργάζεται κάθε μέρα. Η δυναμικότητα (όγκος) όμως του συστήματος προσαρμόζεται πάντα έτσι ώστε να μπορεί να επεξεργαστεί νερό ίσο με το απαιτούμενο από τις τουαλέτες και τον κήπο. Ειδικά για τις τουριστικές μονάδες, ο όγκος του συστήματος (δεξαμενές, αντλίες, μονάδα επεξεργασίας) προσαρμόζεται έτσι ώστε να μπορεί να επεξεργαστεί νερό ίσο με το απαιτούμενο από τις τουαλέτες και τον κήπο για πληρότητα της μονάδας 100%.

### 8.5.2 Κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης [1]

Το κεφαλαιακό κόστος κάθε μέρους του εξοπλισμού περιγράφεται από τις παρακάτω εξισώσεις. Στα κόστη αυτά περιλαμβάνεται και το κόστος εγκατάστασης. Επίσης, έχει γίνει μετατροπή των τιμών της βιβλιογραφίας από δολάρια σε ευρώ με συντελεστή μετατροπής :  $1\$ = 0,68 \text{ €}$

$$\text{Κόστος σωλήνων} = 4 * L \text{ (€)} \quad (1)$$

όπου L το συνολικό μήκος των σωλήνων του συστήματος (m). Το μήκος αυτό ισούται:

$$L_{\text{κατοικίες}} = \text{μήκος σωληνώσεων εσωτερικά σε κάθε διαμέρισμα} * \# \text{ διαμερισμάτων} + \text{ύψος ορόφου} * 3 * (\# \text{ ορόφων} + 1) \text{ (m)} \quad (2)$$

Το ύψος του ορόφου πολλαπλασιάζεται επί 3 δεδομένου ότι θα περνάει τριπλή σωλήνωση από κάθε όροφο: Μία για τη μεταφορά του ανεπεξέργαστου νερού στο υπόγειο για την επεξεργασία, μία για την ανύψωση του επεξεργασμένου νερού στη δεξαμενή αποθήκευσης στην ταράτσα και μία για τη μεταφορά του αποθηκευμένου νερού στις τουαλέτες και τον κήπο. Μάλιστα, επειδή το δίκτυο αυτό περνάει από όλους τους ορόφους συν το υπόγειο, ο πολλαπλασιασμός γίνεται με τον αριθμό ορόφων συν ένα.

Για τα τουριστικά συγκροτήματα θεωρήθηκε ότι η επεξεργασία του νερού γίνεται στο υπόγειο ενός (κεντρικού) κτιρίου του συγκροτήματος. Επίσης, και η δεξαμενή αποθήκευσης υπάρχει στο υπόγειο του ίδιου κτιρίου. Αυτό έγινε γιατί δεν είναι όλα τα δωμάτια στο ίδιο κτίριο. Έτσι, και να ήταν στην ταράτσα η δεξαμενή αποθήκευσης, η παροχή στις τουαλέτες μέσω της βαρύτητας θα γινόταν μόνο στα (λίγα) δωμάτια του κτιρίου που γίνεται η επεξεργασία. Επίσης, ο ήλιος θα είχε αρνητική επίδραση στην ποιότητα του νερού. Το μήκος σωληνώσεων για το τουριστικό συγκρότημα είναι:

$$L_{\text{τουρ.συγκρότημα}} = \text{μήκος σωληνώσεων εσωτερικά σε κάθε δωμάτιο} * \# \text{ δωματίων} + \text{ύψος κάθε ορόφου} * 2 * (\# \text{ ορόφων/κτίριο} - 1) * \# \text{ κτιρίων} + \text{απόσταση μεταξύ των κτιρίων} * 2 * (\# \text{ κτιρίων} - 1) \quad (3)$$

Το ύψος κάθε ορόφου πολλαπλασιάζεται επί 2 γιατί, καθώς η μονάδα επεξεργασίας θα βρίσκεται σε ένα κεντρικό κτίριο, θα περνάει διπλή μόνο σωλήνωση από κάθε όροφο: μία για τη μεταφορά του ανεπεξέργαστου νερού μέχρι το έδαφος και μία από το έδαφος μέχρι τον κάθε όροφο για τη μεταφορά του επεξεργασμένου νερού. Στο έδαφος θα υπάρχουν δύο κεντρικοί σωλήνες (ανά κτίριο) που θα συνδέουν το κάθε κτίριο με το κεντρικό, για τη μεταφορά του νερού προς και από αυτό.

Το κόστος για τα υπόλοιπα στοιχεία του εξοπλισμού εκφράζεται με τις ίδιες εξισώσεις για τις κατοικίες και τα τουριστικά συγκροτήματα:

$$\text{Κόστος δεξαμενών (εξισορρόπησης, αποθήκευσης)} = 98 * V^{0.484} \text{ (€)} \quad (4)$$

όπου V ο όγκος της δεξαμενής σε  $\text{m}^3$ , ίσος με τον όγκο του νερού που καταναλώνεται στις τουαλέτες και τον κήπο.

$$\text{Κόστος αντλίας} = 404 \cdot Q^{0.0286} \quad (\text{€}) \quad (5)$$

όπου Q η παροχή του νερού σε m<sup>3</sup>/ ημέρα, ίση με το νερό που επεξεργάζεται καθημερινά. Σημειώνεται ότι, ενώ για τις κατοικίες η ημερήσια παροχή είναι περίπου σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, για τα τουριστικά συγκροτήματα, μεταβάλλεται ως μέσος όρος από μήνα σε μήνα, ανάλογα με την πληρότητα του συγκροτήματος.

$$\text{Κόστος περιστρεφόμενων βιολογικών δίσκων (RBC) (+ δεξαμενή καθίζησης)} = 2441 \cdot Q^{0.6776} \quad (\text{€}) \quad (6)$$

$$\text{Κόστος μονάδας χλωρίωσης} = 1136 \quad (\text{€}) \quad (7)$$

$$\text{Επιπλέον κόστη (διάφορα εξαρτήματα, βαλβίδες κλπ)} = 15\% \cdot (\text{συνολικό κόστος εξοπλισμού}) \quad (8)$$

### 8.5.3 Κόστος λειτουργίας και συντήρησης συστήματος [1]

Το κόστος των εργατικών υπολογίζεται σε 15 € την ώρα και η απαιτούμενη συντήρηση είναι 1 ώρα τη βδομάδα.

$$\text{Μηνιαίο κόστος απολυμαντικού (διαλύματος χλωρίου)} = \text{δόση } \delta/\text{τος χλωρίου} \cdot Q \cdot 30 \cdot (1/X) \cdot (1/\rho) \cdot \text{κόστος } \delta/\text{τος χλωρίου} \quad (\text{€}) \quad (9)$$

όπου η δόση του δ/τος χλωρίου είναι τα kg δ/τος Cl<sub>2</sub>/ m<sup>3</sup> γκρίζου νερού. Σύμφωνα με μελέτες η δόση των 0,003 kg/m<sup>3</sup> επαρκεί για μια σωστή απολύμανση. Επίσης, X είναι το κλάσμα χλωρίου στο διάλυμα χλωρίου και ρ η πυκνότητα του διαλύματος χλωρίου (kg/l). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, το X=0,11, ρ≅1 kg/l και το κόστος του δ/τος χλωρίου είναι 0,18 €/lt διαλύματος χλωρίου. Το Q είναι η παροχή νερού σε m<sup>3</sup>/ ημέρα. Αυτή αλλάζει σημαντικά από μήνα σε μήνα για τα τουριστικά συγκροτήματα, ανάλογα με την πληρότητα, γι' αυτό το κόστος απολυμαντικού και της ενέργειας (παρακάτω) πρέπει να υπολογίζεται ξεχωριστά για κάθε μήνα.

Στο εξεταζόμενο σύστημα, ενέργεια καταναλώνεται για την επεξεργασία του γκρίζου νερού και για την ανύψωση του επεξεργασμένου νερού στη δεξαμενή αποθήκευσης. Η ισχύς στους περιστρεφόμενους βιολογικούς δίσκους είναι :

$$P_{RBC} = 42,2 \cdot e^{(0.1046 \cdot Q)} / 1000 \quad (\text{kW}) \quad (10)$$

Η απαιτούμενη ισχύς από την αντλία για την ανύψωση του νερού είναι :

$$P_{\text{pump}} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_p}{h \cdot 1000} \quad (\text{kW}) \quad (11)$$

όπου  $\gamma = \rho \cdot g$  (kg/m<sup>2</sup>\*s<sup>2</sup>), το ειδικό βάρος του γκρίζου νερού προσεγγιστικά ίσο με 10000 kg/m<sup>2</sup>\*s<sup>2</sup>, Q η παροχή σε m<sup>3</sup>/sec, η η απόδοση της αντλίας (περίπου 75%) και H<sub>p</sub> είναι η διαφορά πίεσης μέσα στο σωλήνα εκφρασμένη ως ύψος στήλης νερού. Για



τις κατοικίες, ισούται με την υψομετρική διαφορά μεταξύ του υπογείου και της ταράτσας. Έτσι :

$$H_p = (\text{αριθμός ορόφων} + 1) * \text{ύψος κάθε ορόφου} \quad (12)$$

Για τα τουριστικά συγκροτήματα είναι μεταξύ του υπογείου (κεντρικό κτίριο) και του υψηλότερου ορόφου. Έτσι:

$$H_p = (\text{αριθμός ορόφων}) * \text{ύψος κάθε ορόφου} \quad (13)$$

Επομένως:

$$\text{Μηνιαίο κόστος ενέργειας} = (P_{RBC} + P_{\text{pump}}) * 24 * 30 * \text{κόστος κιλοβατώρας} (\text{€}) \quad (14)$$

Για την Ελλάδα, το κόστος της κιλοβατώρας από τη ΔΕΗ θεωρήθηκε 0, 1 €/kWh.

Τέλος, το ετήσιο κόστος για ανταλλακτικά εξαρτήματα και επισκευές θεωρήθηκε ίσο με το 2% του συνολικού κόστους εξοπλισμού.

#### 8.5.4 Οικονομικό όφελος από την επαναχρησιμοποίηση

Τα κέρδη που θα έχει ο χρήστης από το μειωμένο λογαριασμό ύδρευσης υπολογίζονται ως η διαφορά των δύο λογαριασμών, αυτού αν δεν υπήρχε σύστημα επαναχρησιμοποίησης και αυτού αν υπήρχε. Το κέρδος δεν εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των κυβικών μέτρων νερού που εξοικονομούνται αλλά και από την εκάστοτε τιμολόγηση και την κλιμάκωσή της. Για παράδειγμα, για κάποιον μικρό καταναλωτή η εξοικονόμηση χρημάτων θα είναι μικρότερη από ότι για κάποιον μεγάλο, γιατί τα κυβικά που εξοικονομούνται στον τελευταίο, λόγω κλιμακούμενης χρέωσης, είχαν πολύ μεγάλη χρέωση.

Το καθαρό ετήσιο όφελος για τον επενδυτή ισούται με :

$$\text{Καθαρό ετήσιο όφελος} = \text{Ετήσιο κέρδος λόγω μειωμένου λογαριασμού} - \text{ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης συστήματος} (\text{€}) \quad (15)$$

Στις τουριστικές εγκαταστάσεις σε καλοκαιρινά θέρετρα αυτά τα ετήσια μεγέθη ουσιαστικά συμπίπτουν με το άθροισμα των μηνιαίων τιμών για τους μήνες λειτουργίας της εγκατάστασης, καθώς τους υπόλοιπους μήνες δεν υπάρχουν ούτε οφέλη από μειωμένο λογαριασμό ούτε κόστη λειτουργίας και συντήρησης.

#### 8.5.5 Περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης [1]

Η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση :

$$\text{Περίοδος αποπληρωμής} = \frac{\log \left[ \frac{1}{1 - \frac{K \cdot e}{O}} \right]}{\log (1 + \varepsilon)} \quad (\text{έτη}) \quad (16)$$

όπου Ο είναι το καθαρό ετήσιο όφελος, Κ το συνολικό κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης και ε το ετήσιο επιτόκιο. Αυτό θεωρήθηκε 2%.

Δεδομένου ότι ο χρόνος που ένα τέτοιο σύστημα διατηρείται σε ικανοποιητική λειτουργική κατάσταση έχει υπολογιστεί γύρω στα 15 έτη, η επένδυση γίνεται οικονομικά συμφέρουσα αν η περίοδος αποπληρωμής είναι κάτω από 15 έτη.

## 8.6. Μελέτη περιπτώσεων

Παρακάτω μελετάται η εφαρμογή του συστήματος επαναχρησιμοποίησης που περιγράφηκε στα προηγούμενα σε υποθετικές κατοικίες και τουριστικά συγκροτήματα ενοικιαζόμενων δωματίων. Με το υπολογιστικό εργαλείο EXCEL δημιουργήθηκε μια φόρμα που, εισάγοντας κάποιες παραμέτρους, υπολογίζονται το νερό που εξοικονομείται, τα κόστη εξοπλισμού και λειτουργίας/ συντήρησης της επένδυσης, τα κέρδη από το μειωμένο λογαριασμό ύδρευσης (για τις περιοχές της Αθήνας και της Πάρου) και η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης. Όλοι οι υπολογισμοί έγιναν βάσει της θεωρίας που περιγράφηκε στις προηγούμενες ενότητες.

### 8.6.1 Περίπτωση μονοκατοικίας με κήπο στην Αθήνα

Οι θεωρούμενες συνθήκες στην κατοικία αυτή είναι:

- Κατανάλωση νερού όπως φαίνεται στον πίνακα (14).
- Αριθμός κατοίκων: 4 και 2 από αυτούς άνδρες
- Έκταση κήπου: 100 m<sup>2</sup> και μέσες (ετησίως) ημερήσιες υδατικές απαιτήσεις: 6,5 lt/m<sup>2</sup>
- Ύψος ορόφου: 3m
- Τιμολόγηση νερού (Αθήνα): Πίνακας (20), Παράρτημα IV. [Συχνότητα λογαριασμού κάθε 105 μέρες.]

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα (21):

Ποσοστό επί της συνολικής κατανάλωσης νερού που εξοικονομείται	Κόστος εξοπλισμού (€)	Ετήσια καθαρά έσοδα (€)	Χρόνος αποπληρωμής (έτη)
34	3783	-284	-11,9

Πίνακας (21): Εξοικονόμηση νερού και οικονομικά στοιχεία στην περίπτωση μονοκατοικίας με κήπο.

Όπως φαίνεται, η επένδυση δεν είναι συμφέρουσα οικονομικά καθώς δεν υπάρχει ουσιαστικά χρόνος αποπληρωμής. Αν και το κόστος εξοπλισμού, συγκριτικά με το συνολικό κόστος ενός σπιτιού, είναι μικρό, είναι μεγάλο το ετήσιο κόστος. Έτσι η επένδυση από οικονομικής πλευράς δε μπορεί να πραγματοποιηθεί, εκτός κι αν τα κριτήρια είναι μόνο περιβαλλοντικά (34% εξοικονόμηση νερού).

### 8.6.2 Περίπτωση πολυκατοικίας με κήπο στην Αθήνα

Οι θεωρούμενες συνθήκες είναι:

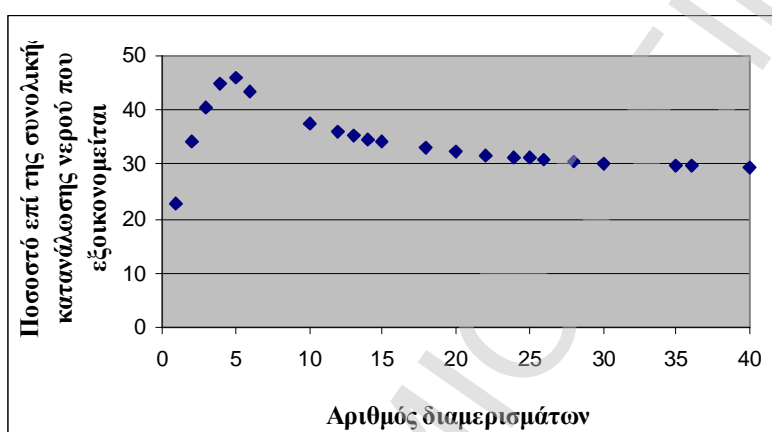
- Κατανάλωση νερού ανά άτομο ίδια με τη μονοκατοικία.
- Μέσος αριθμός κατοίκων ανά διαμέρισμα : 3 και 2 από αυτούς άνδρες
- Έκταση κήπου: 150 m<sup>2</sup> και μέσες (ετησίως) ημερήσιες υδατικές απαιτήσεις: 6,5 lt/m<sup>2</sup>
- Ύψος ορόφου: 3m
- Τιμολόγηση νερού (Αθήνα): Πίνακας (20), Παράρτημα IV. [Συχνότητα λογαριασμού κάθε 105 μέρες.]
- Διαίρεση της συνολικής χρέωσης για το πότισμα του κήπου με τον αριθμό των διαμερισμάτων.

Αυξάνοντας διαδοχικά τον αριθμό των διαμερισμάτων, υπολογίστηκαν η εξοικονόμηση νερού και διάφορα οικονομικά στοιχεία για την κάθε περίπτωση. Στον παρακάτω Πίνακα (22) φαίνονται τα αποτελέσματα.

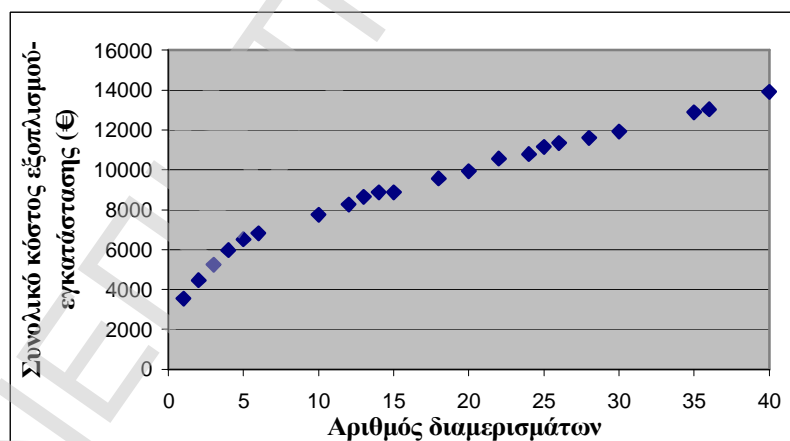
Αριθμός διαμερισμάτων	Ποσοστό επί της συνολικής κατανάλωσης νερού που εξοικονομείται	Συνολικό κόστος εξοπλισμού (€)	Συνολικό κόστος εξοπλισμού/ διαμέρισμα (€)	Ετήσια καθαρά έσοδα/ διαμέρισμα (€)	Χρόνος αποπληρωμής (έτη)
1	22,9	3539	3539	-406	-8,1
2	34,0	4463	2232	-3	-133,8
3	40,6	5252	1751	2	#ΑΡΙΘ!
4	44,9	5966	1491	4	#ΑΡΙΘ!
5	46,1	6521	1304	1	#ΑΡΙΘ!
6	43,6	6821	1137	-10	-58,5
10	37,6	7753	775	7	#ΑΡΙΘ!
12	35,9	8257	688	14	168,5
13	35,3	8655	666	17	81,9
14	34,7	8877	634	19	54,9
15	34,2	8880	592	22	39,0
18	32,9	9564	531	27	25,3
20	32,3	9935	497	30	20,6
22	31,8	10556	480	31	18,6
24	31,3	10780	449	33	15,8
25	31,1	11149	446	34	15,5
26	30,9	11343	436	34	14,7
28	30,6	11597	414	36	13,2
30	30,3	11930	398	37	12,1
35	29,7	12891	368	39	10,5
36	29,6	13028	362	40	10,1
40	29,3	13908	348	41	9,4

Πίνακας (22): Εξοικονόμηση νερού και οικονομικά στοιχεία για κατοικίες με διάφορους αριθμούς διαμερισμάτων.

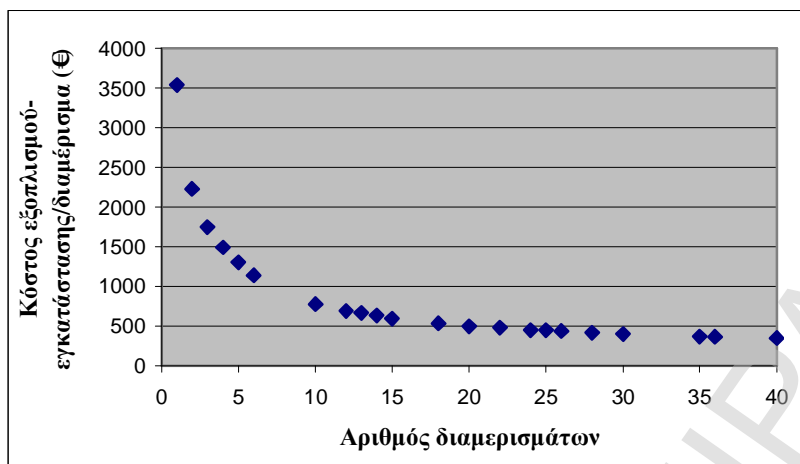
Όπως προκύπτει από τον Πίνακα (22), η επένδυση γίνεται οικονομικά συμφέρουσα για πολυκατοικίες με 26 ή παραπάνω διαμερίσματα. Παρόλα αυτά, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί και σε πολυκατοικίες με μικρότερο αριθμό διαμερισμάτων. Για παράδειγμα, για μια πολυκατοικία με 6 διαμερίσματα, το κόστος εξοπλισμού ανά διαμέρισμα είναι 1137€, ποσό πολύ μικρό συγκρινόμενο με το αρχικό κόστος αγοράς ενός καινούριου διαμερίσματος. Επίσης μικρά είναι και τα ετήσια έξοδα ανά διαμέρισμα (10 €), ενώ η εξοικονόμηση φτάνει το 44%. Γενικά, η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται για διάφορους αριθμούς διαμερισμάτων κυμαίνεται περίπου μεταξύ 25 και 45%. Στα διαγράμματα (11-14) φαίνονται γραφικά τα αποτελέσματα του Πίνακα (22).



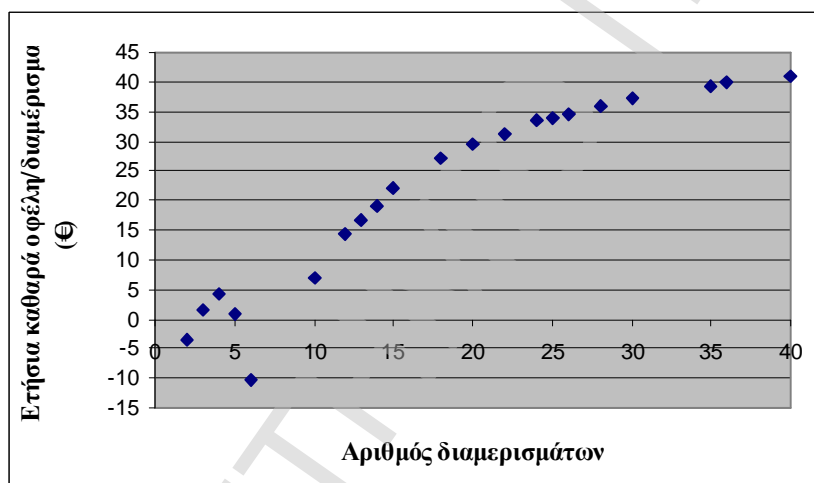
Διάγραμμα (11): Εξοικονόμηση νερού για διάφορους αριθμούς διαμερισμάτων.



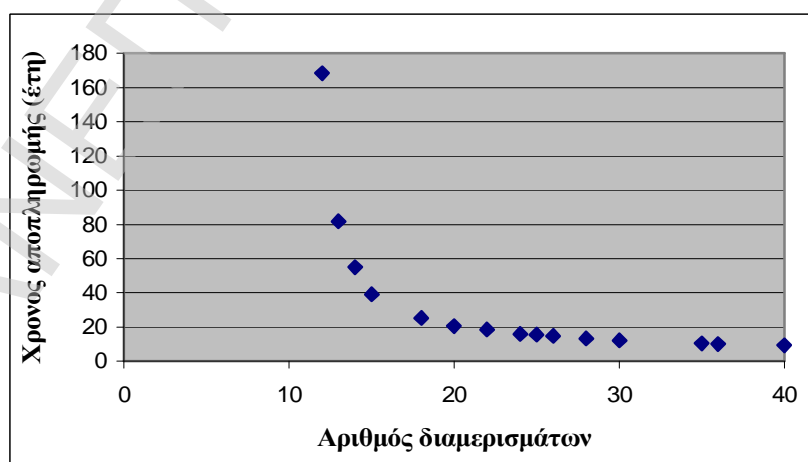
Διάγραμμα (12): Συνολικό κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης για όλη την πολυκατοικία για διάφορους αριθμούς διαμερισμάτων.



Διάγραμμα (13): Κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης ανά διαμέρισμα για διάφορους αριθμούς διαμερισμάτων.



Διάγραμμα (14): Ετήσια καθαρά οφέλη ανά διαμέρισμα για διάφορους αριθμούς διαμερισμάτων.



Διάγραμμα (15): Χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης ανά διαμέρισμα για διάφορους αριθμούς διαμερισμάτων.

### 8.6.3 Περίπτωση τουριστικού καταλύματος στην Πάρο

Οι θεωρούμενες συνθήκες είναι:

- Κατανάλωση νερού ανά άτομο όπως φαίνεται στον πίνακα (15).
- Μέσος αριθμός κατοίκων ανά διαμέρισμα : 3
- Έκταση κήπου:

Αριθμός δωματίων	Έκταση κήπου (m <sup>2</sup> )
25	1 έως 5
75	6 έως 15
100	16 έως 30
150	31 έως 40
200	41 έως 50

- Μέσες (καλοκαιρινές) ημερήσιες υδατικές απαιτήσεις κήπου: 10 lt/m<sup>2</sup>
- Ύψος ορόφου: 3m
- Απόσταση μεταξύ των κτιρίων του συγκροτήματος : 30m
- Αριθμός κτιρίων:

Αριθμός κτιρίων	Συνολικός αριθμός δωματίων συγκροτήματος
1	1 έως 10
2	11 έως 20
3	21 έως 30
4	31 έως 40
5	41 έως 50

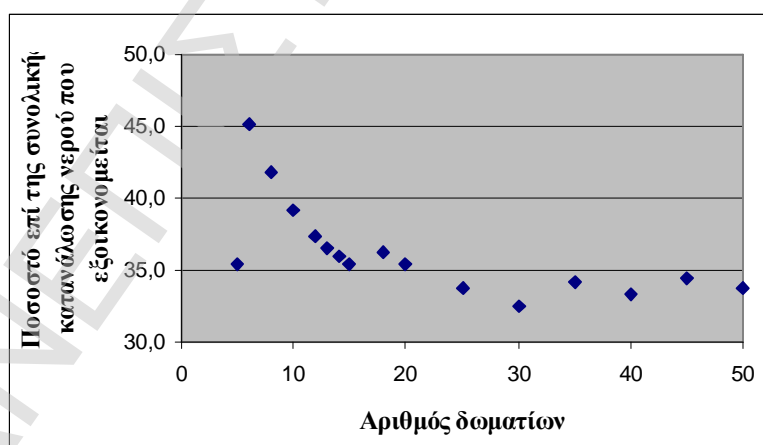
- Τιμολόγηση νερού (Πάρος): Πίνακας (23) , Παράρτημα IV. [Συχνότητα λογαριασμού κάθε 120 μέρες.]
- Το συγκρότημα λειτουργεί μόνο τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο με μέση πληρότητα 50 και 85% αντιστοίχως.
- Το κόστος ανταλλακτικών και επιδιορθώσεων θεωρήθηκε 1% του κόστους εξοπλισμού επειδή το σύστημα δε λειτουργεί ετησίως.

Αυξάνοντας διαδοχικά τον αριθμό των δωματίων, υπολογίστηκαν η εξοικονόμηση νερού και διάφορα οικονομικά στοιχεία για την κάθε περίπτωση. Στον παρακάτω Πίνακα (24) φαίνονται τα αποτελέσματα. Όπως φαίνεται, η επένδυση γίνεται οικονομικά συμφέρουσα για συγκροτήματα με 13 ή παραπάνω δωμάτια. Μάλιστα, για ένα συγκρότημα με 35 δωμάτια, που είναι ένας τυπικός αριθμός για δωμάτια στην Πάρο, η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης είναι πολύ μικρή (5,2 έτη) ενώ παράλληλα εξοικονομείται το 34% της συνολικής κατανάλωσης νερού. Γενικά, η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται για διάφορους αριθμούς δωματίων κυμαίνεται μεταξύ 33 και 45% αλλά συνήθως είναι περίπου 35%.

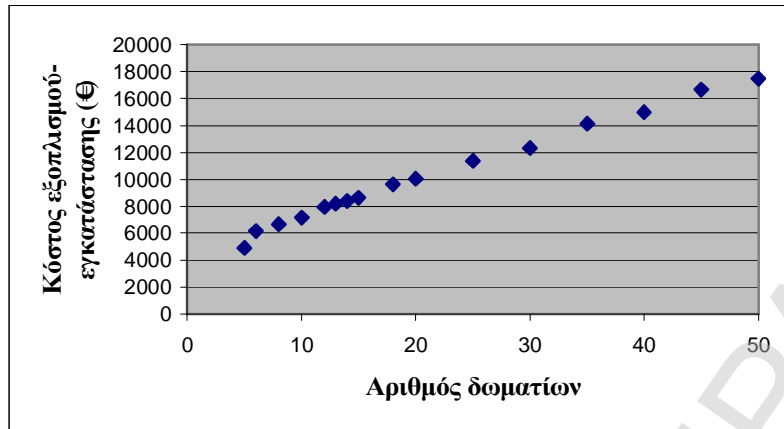
Αριθμός δωματίων	Ποσοστό επί της συνολικής κατανάλωσης νερού που εξοικονομείται	Κόστος εξοπλισμού (€)	Ετήσια καθαρά έσοδα (€)	Χρόνος αποπληρωμής (έτη)
5	35,4	4903	-17	-95,8
6	45,2	6155	186	54,7
8	41,8	6672	346	24,6
10	39,2	7165	508	16,8
12	37,3	7957	605	15,4
13	36,6	8188	655	14,5
14	35,9	8416	693	14,0
15	35,4	8640	732	13,6
18	36,3	9641	1096	9,8
20	35,4	10054	1333	8,3
25	33,7	11368	1923	6,4
30	32,5	12320	2271	5,8
35	34,2	14124	2898	5,2
40	33,3	14990	3196	5,0
45	34,5	16670	3824	4,6
50	33,7	17477	4124	4,5

Πίνακας (24): Εξοικονόμηση νερού και οικονομικά στοιχεία για τουριστικά συγκροτήματα με διάφορους αριθμούς δωματίων.

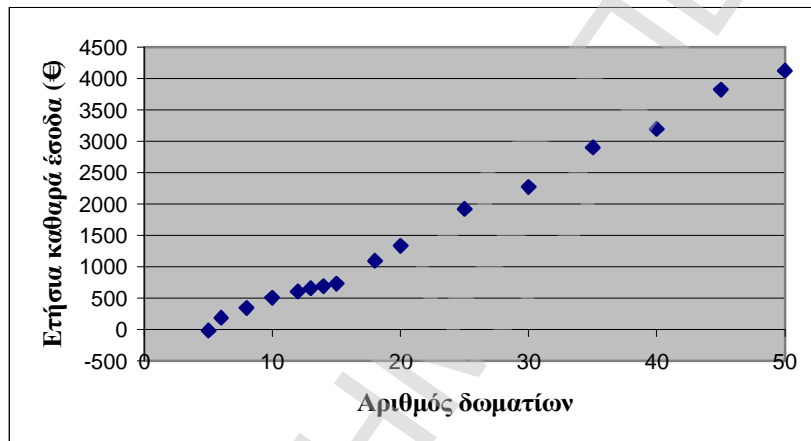
Στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνονται γραφικά τα αποτελέσματα του Πίνακα 24.



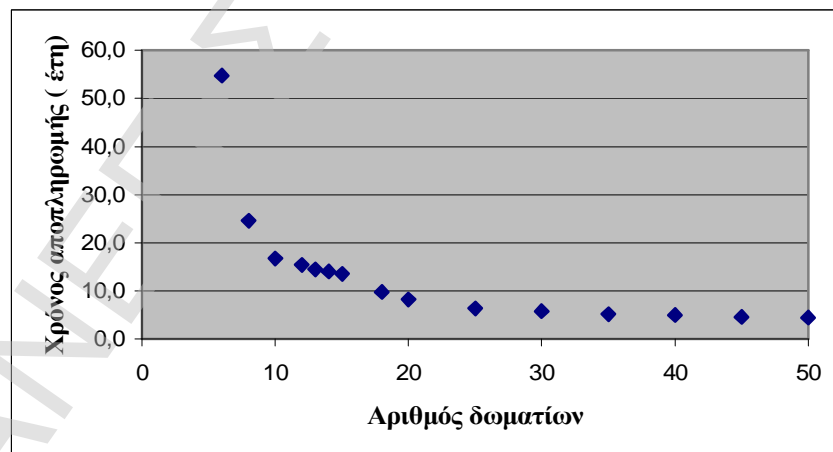
Διάγραμμα (16): Εξοικονόμηση νερού για τουριστικά συγκροτήματα με διάφορους αριθμούς δωματίων.



Διάγραμμα (17): Κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης για τουριστικά συγκροτήματα με διάφορους αριθμούς δωματίων.



Διάγραμμα (18): Ετήσια καθαρά έσοδα για τουριστικά συγκροτήματα με διάφορους αριθμούς δωματίων.



Διάγραμμα (19): Χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης για τουριστικά συγκροτήματα με διάφορους αριθμούς δωματίων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση νερού από τις τουριστικές μονάδες στο νησί είναι  $283.521\text{m}^3$  και αποτελεί το 20% της συνολικής κατανάλωσης στο νησί. Αν η μέση εξοικονόμηση ανά μονάδα είναι έστω 30%, ετησίως θα εξοικονομούνται  $85.056\text{m}^3$ .



#### 8.6.4 Επιδοτήσεις

**Αθήνα** - Δεδομένου ότι το κόστος επεξεργασίας του πόσιμου νερού στην Αθήνα είναι περίπου  $0,03 \text{ €m}^3$  (πίνακας (25), Παράρτημα IV) και συμπεριλαμβάνοντας και το κόστος επεξεργασίας των λυμάτων στις εγκαταστάσεις της Ψυτάλλειας ( $0,055-0,075 \text{ €m}^3$  χωρίς ξήρανση και διάθεση της λάσπης και  $0,17-0,22 \text{ €m}^3$  με ξήρανση και διάθεση της λάσπης), θεωρείται μια επιδότηση  $0,5 \text{ € m}^3$  νερού που εξοικονομείται από συστήματα επαναχρησιμοποίησης γκρίζου νερού. Τα αποτελέσματα δείχνουν τη μεγάλη επίδραση της επιδότησης, καθώς η επένδυση γίνεται συμφέρουσα οικονομικά για πολυκατοικίες με 12 και άνω διαμερίσματα, ενώ πριν ήταν για 26 και άνω.

**Πάρος** – Στην Πάρο το νερό προέρχεται κυρίως από τις 50 γεωτρήσεις που υπάρχουν στο νησί. Το νερό αυτό δεν επεξεργάζεται. Πάντως, το κόστος επεξεργασίας των λυμάτων υπολογίζεται σε  $0,96 \text{ € m}^3$ . Έτσι, θεωρείται μια επιδότηση  $1 \text{ € m}^3$  νερού που εξοικονομείται λόγω συστήματος επαναχρησιμοποίησης γκρίζου νερού. Η επένδυση υπό αυτές τις συνθήκες συμφέρει οικονομικά για συγκροτήματα 10 δωματίων και άνω, ενώ πριν ήταν για 13 και άνω.

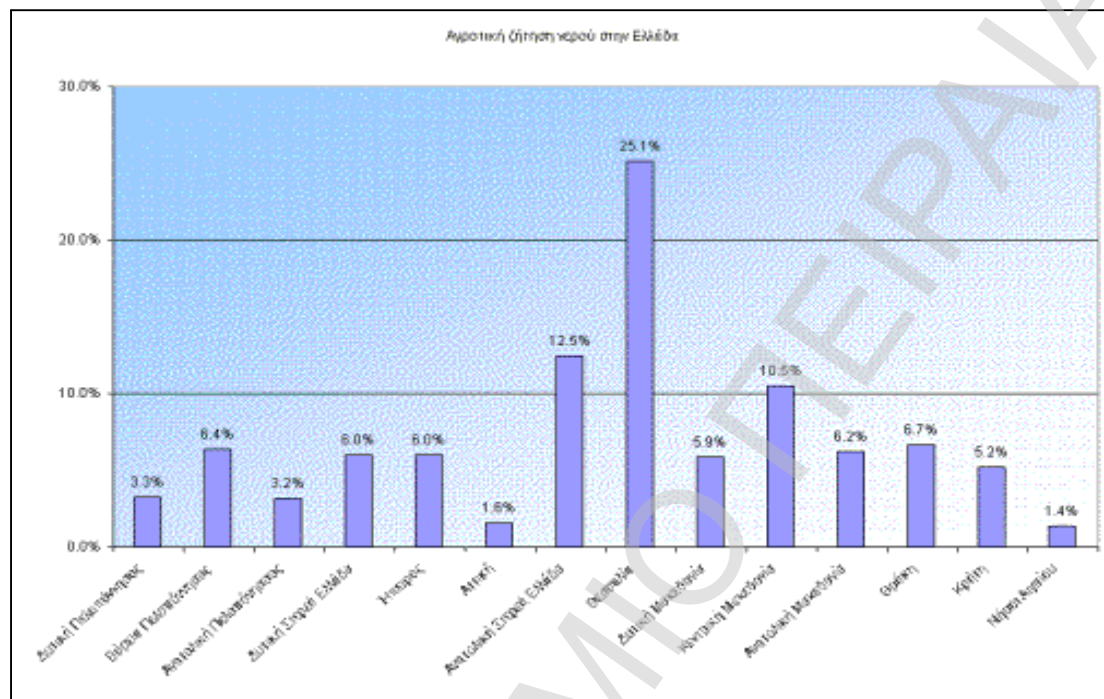
#### Αναφορές :

1. E. Friedler, M.Hadari, Desalination, 190 (2006) 221-234
2. EneDir Ghisi, Daniel F. Ferreira, Building and Environment, 42 (2007) 2512-2522
3. EneDir Ghisi, Sulayre Mengotti de Oliveira, Building and Environment, 42 (2007) 1731-1742
4. J.G. March, M. Gual, F. Orozco, Desalination, 164 (2004) 241-247
5. [http://www.health.nsw.gov.au/resources/publichealth/environment/water/pdf/greywater\\_policy.pdf](http://www.health.nsw.gov.au/resources/publichealth/environment/water/pdf/greywater_policy.pdf)
6. Diana Christova-Boal, Robert E. Eden, Scott McFarlane, Desalination, 106 (1996) 391-397
7. M. Pidou, L. Avery, T. Stephenson, P. Jeffrey, S. A. Parsons, S. Liu, F. A. Memon, B. Jefferson, Chemosphere, 71 (2008) 147-155
8. <http://www.iwaponline.com/ws/00304/0069/003040069.pdf>
9. G. P. Winward, L. M. Avery, R. Frazer-Williams, M. Pidou, P. Jeffrey, T. Stephenson, B. Jefferson, Ecological Engineering, 32 (2008) 187-197
10. B. Jefferson, A. Laine, S. Parsons, T. Stephenson, S. Judd, Urban Water, 1 (1999) 285-292

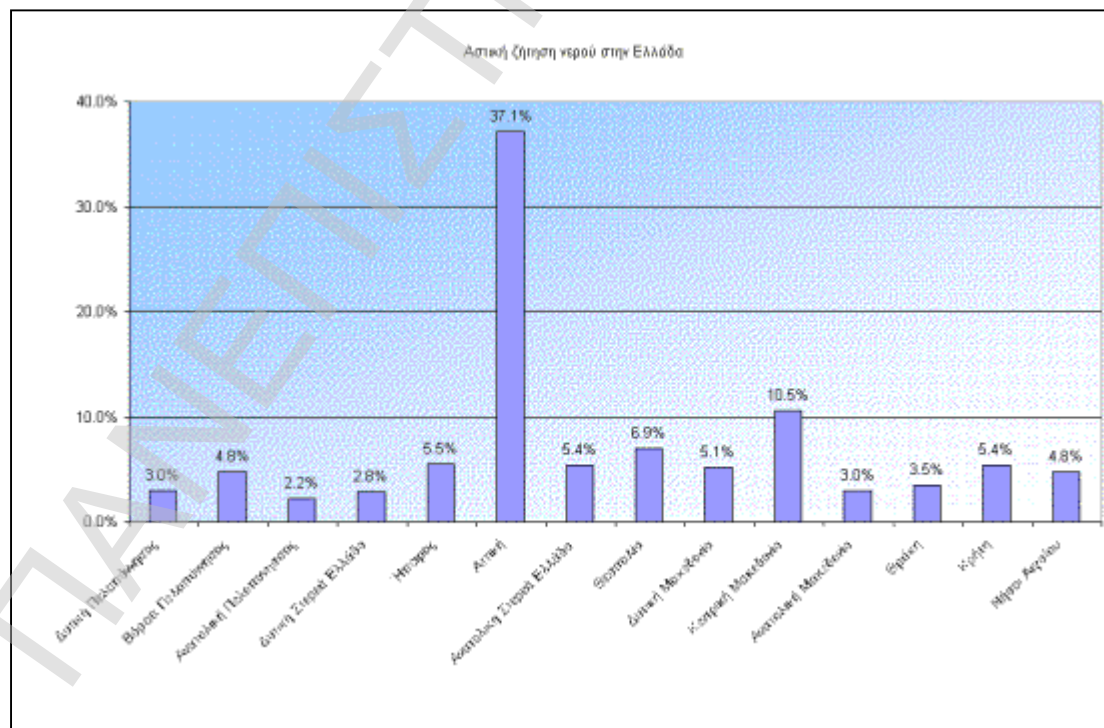
11. Erwin Nolde, Urban Water, 1 (1999) 275-284
12. M. Gual, A. Moia, J. G. March, Desalination, 219 (2008) 81-88
13. S. Dallas, B. Scheffe, G. Ho, Ecological Engineering, 23 (2004) 55-61
14. F. Naji, T. Lustig, Desalination, 188 (2006) 195-202
15. [http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water\\_saving\\_1.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water_saving_1.pdf) EU
16. ΕΥΔΑΠ
17. Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης – Αποχέτευσης Πάρου
18. S.A. Fane, N.J. Ashbolt, S.B. White, Water Science and Technology, 46 (2002) 281- 288

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

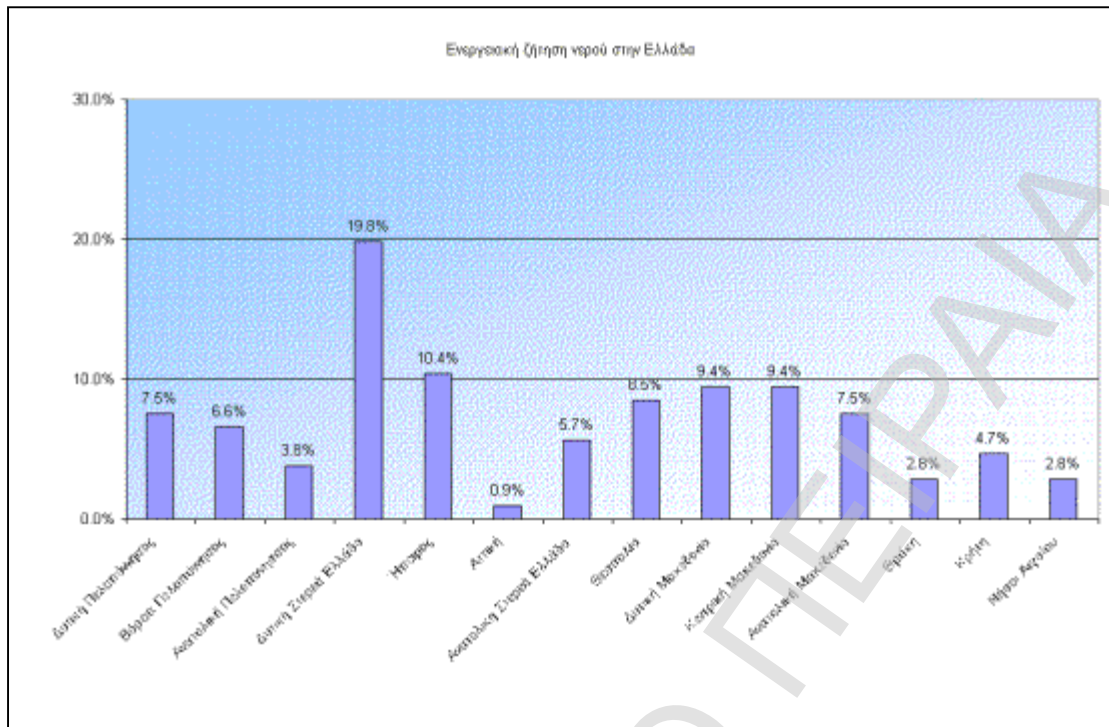
**Αστική, αγροτική, ενεργειακή και βιομηχανική ζήτηση στα υδατικά διαμερίσματα.**



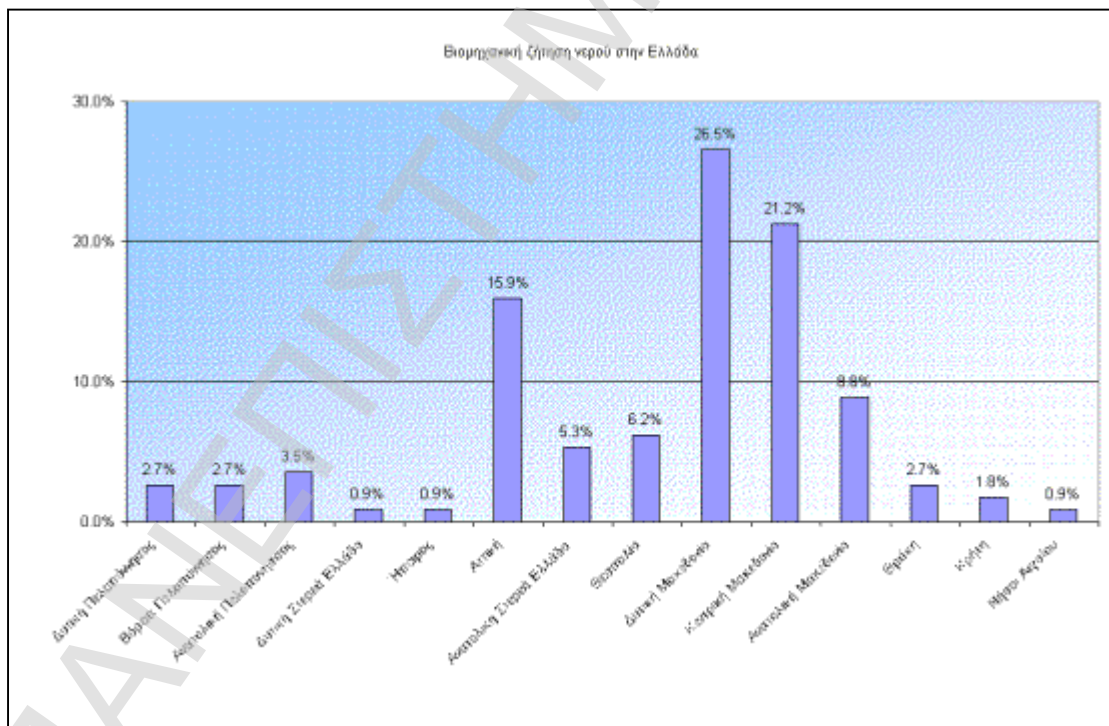
Διάγραμμα (7): Αγροτική ζήτηση νερού ανά υδατικό διαμέρισμα στην Ελλάδα, ως μέση τιμή για την περίοδο 1960-1990. [6, Κεφ. 2]



Διάγραμμα (8): Αστική ζήτηση νερού ανά υδατικό διαμέρισμα στην Ελλάδα, ως μέση τιμή για την περίοδο 1960-1990. [6, Κεφ. 2]



Διάγραμμα (9):Ενεργειακή ζήτηση νερού ανά υδατικό διαμέρισμα στην Ελλάδα, ως μέση τιμή για την περίοδο 1960 -1990. [6,Κεφ.2]



Διάγραμμα (10) : Βιομηχανική ζήτηση νερού ανά υδατικό διαμέρισμα στην Ελλάδα , ως μέση τιμή για την περίοδο 1960-1990. [6,Κεφ.2]

Υδατικά διαμερίσματα	Προσφορά(hm <sup>3</sup> )	Ζήτηση(hm <sup>3</sup> )	Παρατηρήσεις
01 Δυτικής Πελονήσου	73	55	Πλεονασματικό
02 Βόρειας Πελονήσου	122	104	Πλεονασματικό
03 Ανατ. Πελονήσου	56	67	Ελλειμματικό
04 Δυτ. Στερ. Ελλάδας	415	82	Πλεονασματικό
05 Ηπείρου	193	33	Πλεονασματικό
06 Αττικής	56	54	Οριακά Πλεονασματικό (1)
07 Ανατ. Στερ. Ελλάδας	128	187	Ελλειμματικό (2)
08 Θεσσαλίας	210	335	Ελλειμματικό
09 Δυτικής Μακ/νίας	159	136	Πλεονασματικό
10 Κεντρικής Μακ/νίας	137	130	Οριακά Πλεονασματικό
11 Ανατ. Μακ/νίας	354	132	Πλεονασματικό
12 Θράκης	424	253	Πλεονασματικό
13 Κρήτης	130	133	Οριακά Ελλειμματικό (3)
14 Νήσων Αιγαίου	7	25	Ελλειμματικό
Σύνολο χώρας	2464	1726	Πλεονασματικό

(1) Οι υδατικοί πόροι είναι κατά βάση μεταφερόμενοι από γειτονικά διαμερίσματα

(2) Οι αρδευόμενες εκτάσεις κατά ΕΣΥΕ φαίνονται υπερεκτιμημένες και γι' αυτό, το διαμέρισμα, ενώ έχει σήμερα οριακά επαρκείς πόρους, εμφανίζεται ως έντονα ελλειμματικό.

(3) Σήμερα, η ζήτηση καλύπτεται πλημμελώς κυρίως από πηγές και γεωτρήσεις.

Πίνακας (9): Ενδεικτική σύγκριση της προσφοράς και της ζήτησης ανά υδατικό διαμέρισμα. [4, Κεφ.2]

Αριθμός βοοειδών / μονάδα	1-2	3-5	6-9	10-19	20-29	30-49	50 και άνω		
Αριθμός μονάδων	4.463	4.431	2.844	3.759	1.827	2.090	4.023		
Αριθμός χοιροειδών / μονάδα	1-2	3-9	10-19	20-29	30-49	50-99	100 και άνω		
Αριθμός μονάδων	22.797	6.734	2.088	981	631	636	854		
Αριθμός αιγοειδών / μονάδα	1-4	5-9	10-19	20-49	50-99	100-299	300-499	500-699	700 και άνω
Αριθμός μονάδων	51.460	21.867	16.520	12.818	6.337	10.430	2.978	713	225
Αριθμός προβατοειδών / μονάδα	1-4	5-9	10-19	20-29	30-49	50-99	100-199	200-499	500 και άνω
Αριθμός μονάδων	15.488	12.225	19.814	12.309	14.059	17.457	16.290	10.670	1.043

Πίνακας (26): Κατανομή μεγέθους των ελληνικών κτηνοτροφικών μονάδων για διάφορα εκτροφόμενα είδη το έτος 2006. [14, Κεφ. 4]

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

### Προγράμματα διαχείρισης υδατικών πόρων στην Ελλάδα :

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ
LIFE03 ENV/GR/000217: 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
LIFE92ENV/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
LIFE94ENV/GR/001561: Πιλοτική μελέτη ανάκτησης υγρών αποβλήτων για άρδευση και εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα στο Ηράκλειο Κρήτης 01/10/1994 έως 31/10/1997
LIFE99 ENV/GR/000590: Ανάπτυξη οδηγίας για την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων και πιλοτικός τεχνητός εμπλουτισμός των υδροφορέων με άμεση έγχυση και μέσω της άρδευσης 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

<p>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</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Έργο: Δράσεις για την εφαρμογή της οδηγίας 2000/60/ΕΕ</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Προγράμματα παρακολούθησης ποιότητας των νερών</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Διαχείριση, λειτουργία και συντήρηση δικτύου ύδρευσης Δήμου Ξάνθης, τηλεέλεγχος/τηλεχειρισμός</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Ολοκλήρωση συστήματος ηλεκτρονικής διαχείρισης και ελέγχου διαρροών του δικτύου ύδρευσης του διευρυμένου Δήμου Βέροιας.</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Αυτόματη λειτουργία συστήματος άντλησης, μεταφοράς και διανομής νερού οικισμών Δήμου Κιλκίς.</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Επεμβάσεις στο δίκτυο ύδρευσης της πόλης του Άργους για περιορισμό διαρροών.</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Σύστημα διαχείρισης και εξοικονόμησης νερού στο δίκτυο ύδρευσης Καρπενησίου.</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Εγκατάσταση συστήματος τηλεελέγχου- τηλεχειρισμού και αυτοματισμών για τη διαχείριση υδροσυστημάτων της ΔΕΥΑ Ιωαννίνων.</p>
<p>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.</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων του βιολογικού καθαρισμού του Δήμου Κω με σκοπό την άρδευση.</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Εγκατάσταση συστημάτων τηλεμετρίας και αυτοματισμών στο δίκτυο ύδρευσης Αγίου Νικολάου.</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Πιλοτική μελέτη για την εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ στη λεκάνη απορροής του ποταμού Πηνειού Θεσσαλίας.</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Επαναδημιουργία της λίμνης Κάρλας</p>
<p>Ε.Π.ΠΕΡ.: Περιβαλλοντική Αποκατάσταση της λίμνης Κορώνειας</p>
<p>Περιβαλλοντική αποκατάσταση Δέλτα Αξιού και Θερμαϊκού Κόλπου με την ορθή διαχείριση των εδαφοϋδατικών πόρων και ανακαίνιση και εκσυγχρονισμό των αρδευτικών δικτύων (ΕΚΒΥ).</p>
<p>Ε.Π.Αγροτ.Ανάπ.&amp;Αν. Υπαίθρου : Βελτίωση - αντικατάσταση εσωτερικών δικτύων ύδρευσης σε διάφορους δήμους και κοινότητες</p>
<p>Ε.Π.Αγροτ.Ανάπ.&amp;Αν. Υπαίθρου : Προμήθεια και εγκατάσταση υδρομετρητών</p>

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 ομβροδεξαμνών 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 "Εγγραφο Προγραμματισμού Αγροτικής Ανάπτυξης" (Ε.Π.Α.Α.) : Μείωση της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης και μείωση του χρησιμοποιούμενου αρδευτικού νερού στη Θεσσαλία.
Πρόγραμμα καινοτόμων 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 στην 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



<p>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.</p>
<p>Πρόγραμμα «ECOS-Ouverture»: Εξωτερική διαπεριφερειακή συνεργασία Ελλάδας - Βουλγαρίας για τη δημιουργία τεχνητών υδροτόπων για την επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων. Εφαρμογή στην Ελλάδα σε οικισμούς του Δήμου Εξωμβούργου Τήνου.</p>
<p>Πρόγραμμα "WATERSAVE" : Ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα για τα σχολεία της Νότιας Ευρώπης (Δίκτυο Μεσόγειος SOS) 2005-2007.</p>
<p>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 - .</p>
<p>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 550m στην ομώνυμη θέση ώστε να παρακαμφθεί ένα επισφαλές τμήμα της ανοικτής διώρυγας. 2) Ενίσχυση στατικά των τμημάτων της ανοικτής διώρυγας σε μήκος 30 km με την εκτέλεση των έργων: Χρισσό - Δελφοί, Κυριάκι - Ελικώνας και Θίσιβη - Ελλοπία. 3) το έργο της διώρυγας Θηβών επένδυθηκε με ειδική μεμβράνη, στεγανοποιήθηκε η ανοικτή διώρυγα σε μήκος 14km και αντιμετωπίστηκε το σοβαρό πρόβλημα απώλειας παροχής εκ διαρροών.</p>
<p>ΕΥΔΑΠ : Πιλοτικά προγράμματα (ανάλογα με τη συχνότητα βλαβών στους κλάδους του δικτύου) για τη σταδιακή ανανέωση των σωληνώσεων. Ο μεγαλύτερος εκσυγχρονισμός έγινε στην παραλιακή ζώνη από Καλλιθέα μέχρι Πειραιά όπου αντικαταστάθηκαν χιλιόμετρα δικτύου.</p>
<p>ΕΥΔΑΠ : Καθημερινό εκπαιδευτικό πρόγραμμα για την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των μαθητών της Αττικής σε θέματα ορθολογικής διαχείρισης των υδάτινων πόρων και προστασίας του περιβάλλοντος.</p>
<p>ΕΥΑΘ : Πιλοτικό πρόγραμμα για τη διαπίστωση διαρροών στους κεντρικούς αγωγούς της πόλης. Πιθανότητα επέκτασης και στο δευτερεύον δίκτυο.</p>

Πίνακας (10): Προγράμματα διαχείρισης υδατικών πόρων στην Ελλάδα

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

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

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

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

#### ΓΕΩΡΓΙΑ

##### Μεταφορά και διανομή νερού

- [http://products.lwa.gov.au/downloads/publications\\_pdf/PR030566.pdf](http://products.lwa.gov.au/downloads/publications_pdf/PR030566.pdf) (σελ.26, 27, 29, 30, 31, 32)
- [http://www.nrw.qld.gov.au/rwue/pdf/evaporation\\_report.pdf](http://www.nrw.qld.gov.au/rwue/pdf/evaporation_report.pdf) (σελ.18 – 21)

##### Επιφανειακή άρδευση

- [http://www.aciar.gov.au/web.nsf/att/ACIA-6SH2AQ/\\$file/PR121%20Part%20B%20for%20Web.pdf](http://www.aciar.gov.au/web.nsf/att/ACIA-6SH2AQ/$file/PR121%20Part%20B%20for%20Web.pdf) (περισσότερο για επιπεδοποίηση των χωραφιών)
- [http://www.iwmi.cgiar.org/africa/files/riparwin/05/downloads/Report-Irrigation\\_Productivity\\_Paradigms.DOC](http://www.iwmi.cgiar.org/africa/files/riparwin/05/downloads/Report-Irrigation_Productivity_Paradigms.DOC) (γενικά και περισσότερο για επαναχρησιμοποίηση νερού)
- [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T3X-4KNKBVF-1&\\_user=3828026&\\_coverDate=01%2F24%2F2007&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&view=c&\\_acct=C000061474&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=3828026&md5=f4bae3f7acf6b37c06c7257a3f45f5c3](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T3X-4KNKBVF-1&_user=3828026&_coverDate=01%2F24%2F2007&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000061474&_version=1&_urlVersion=0&_userid=3828026&md5=f4bae3f7acf6b37c06c7257a3f45f5c3) (άρδευση με περιοδική παροχή νερού και άρδευση κάθε δεύτερο αυλάκι)
- [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T3X-4FD0N2Y-1&\\_user=3828026&\\_coverDate=07%2F01%2F2005&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&view=c&\\_acct=C000061474&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=3828026&md5=b9adffd7913df948a74efd67c7a18820](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T3X-4FD0N2Y-1&_user=3828026&_coverDate=07%2F01%2F2005&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000061474&_version=1&_urlVersion=0&_userid=3828026&md5=b9adffd7913df948a74efd67c7a18820) (άρδευση με περιοδική παροχή νερού)
- <http://www.cababstractsplus.org/google/abstract.asp?AcNo=20043032561> (άρδευση με περιοδική παροχή νερού)
- <http://www.nrw.qld.gov.au/rwue/pdf/research/fr2003proj12.pdf>

##### Τεχνητή βροχή

- <http://www.atse.org.au/uploads/Anthony03.pdf> (σελ.136 - 139)
- <http://www.ncea.org.au/Irrigation/downloads/MobileSpray.pdf> (σελ.1)
- <http://www.ncea.org.au/Irrigation/downloads/MobileSpray.pdf> (σελ.18)
- <http://www.p2pays.org/ref/20/19749.htm>
- <http://www.p2pays.org/ref/20/19750.htm> (σύστημα LEPA)
- <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/af978e/af978e00.pdf> (ψεκασμός θολωτής μορφής)

##### Στάγδην άρδευση

- <http://ftp.igin.com/CaseStudy.htm>
- [http://www.rainbird.com/pdf/iuow/iuow\\_whitepapers.pdf](http://www.rainbird.com/pdf/iuow/iuow_whitepapers.pdf) (σελ.18)
- <http://www.atse.org.au/uploads/Anthony03.pdf> (σελ.136, 137)
- <http://asae.frymulti.com/abstract.asp?aid=19401&t=2>

- <http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/vvv/2002/bau-verm/11/11.pdf> (σελ.12)
- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=571>
- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=79>
- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=80>

#### Αυτόματα συστήματα

- [http://www.irrigation.org/swat/images/santa\\_barbara.pdf](http://www.irrigation.org/swat/images/santa_barbara.pdf)
- <http://www.irrigation.org/swat/images/irvine.pdf>
- [http://www.irrigation.org/swat/images/irvine\\_runoff\\_reduction.pdf](http://www.irrigation.org/swat/images/irvine_runoff_reduction.pdf)
- [http://www.irrigation.org/swat/images/puget\\_sound.pdf](http://www.irrigation.org/swat/images/puget_sound.pdf)
- <http://www.irrigation.org/swat/images/boulder.pdf>
- [http://www.rainbird.com/pdf/iuow/iuow\\_whitepapers.pdf](http://www.rainbird.com/pdf/iuow/iuow_whitepapers.pdf) (σελ.14, 16, 17)
- <http://www.smartline.com/files/Marin%20Reports.pdf>
- <http://www.smartline.com/index.cfm?page=Testimonials>
- [http://www.rainbird.com/pdf/iuow/IUOW\\_Homeowner\\_Whitepaper.pdf](http://www.rainbird.com/pdf/iuow/IUOW_Homeowner_Whitepaper.pdf) (σελ.13)
- <http://www.atse.org.au/uploads/Anthony03.pdf> (σελ.139) (σύστημα καθυστέρησης ποτίσματος λόγω βροχής)
- <http://www.turfgrassod.org/waterright/case8.pdf>
- [http://www.irrigation.org/swat/images/puget\\_sound.pdf](http://www.irrigation.org/swat/images/puget_sound.pdf)
- <http://www.irrigation.org/swat/images/Moreno%20Valley%20Report.pdf>
- [http://www.irrigation.org/swat/images/Boulder\\_Soil\\_Moisture.pdf](http://www.irrigation.org/swat/images/Boulder_Soil_Moisture.pdf)
- [http://products.lwa.gov.au/downloads/publications\\_pdf/PR030566.pdf](http://products.lwa.gov.au/downloads/publications_pdf/PR030566.pdf) (σελ.42)
- [http://products.lwa.gov.au/downloads/publications\\_pdf/PR030566.pdf](http://products.lwa.gov.au/downloads/publications_pdf/PR030566.pdf) (σελ.47)
- <http://www.utexas.edu/centers/nfic/fc/production.html>

#### Γενικές μελέτες περίπτωσης

- [http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water\\_saving\\_2.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water_saving_2.pdf)
- [http://products.lwa.gov.au/downloads/publications\\_pdf/PR030566.pdf](http://products.lwa.gov.au/downloads/publications_pdf/PR030566.pdf) (σελ.40, 41, 45, 50)
- [http://www.nrw.qld.gov.au/rwue/case\\_studies.html](http://www.nrw.qld.gov.au/rwue/case_studies.html)
- [http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/1/5/718\\_whitesc.htm](http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/1/5/718_whitesc.htm)
- <http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/vvv/2002/bau-verm/11/11.pdf> (σελ.13)
- [http://www.environment.sa.gov.au/epa/cp\\_heyne.html](http://www.environment.sa.gov.au/epa/cp_heyne.html)

#### Άλλα μέτρα

- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/industry.html>
- [http://products.lwa.gov.au/downloads/publications\\_pdf/PR030566.pdf](http://products.lwa.gov.au/downloads/publications_pdf/PR030566.pdf) (σελ.45, 50, 53)

#### ΑΣΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

##### Τουαλέτες

- <http://www.soilassociation.org/web/sa/psweb.nsf/ed0930aa86103d8380256aa70054918d/e71ddb2986ab8faa802572c2004b7826?OpenDocument> (τούβλο στο καζανάκι)
- <http://twri.tamu.edu/reports/2002/tr200/tr200.pdf> (σελ.5)

#### Ουρητήρια ανδρών

- <http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf> (σελ.36)
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/BPGsForClubs.pdf#Page=1> (αισθητήρες σε ουρητήρια ανδρών)
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/Page=1> (σελ.4)
- <http://www.cleanlink.com/casestudieswhitepapers/details.asp?GeneralID=139>
- <http://www.cleanlink.com/casestudieswhitepapers/details.asp?GeneralID=259>

#### Βρύσες

- <http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf> (σελ.65)
- [http://www.bradleycorp.com/aboutus/pdfcontent/trafalgarhouse\\_casestudy\\_0105.pdf](http://www.bradleycorp.com/aboutus/pdfcontent/trafalgarhouse_casestudy_0105.pdf)
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/ConserverAug07.pdf#Page=1>

#### Πλυντήρια

- <http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf> (σελ.69)

#### Εμπορικός και δημόσιος τομέας

- [http://www.enet.gr/online/online\\_obj?pid=90&tp=T&id=78393896](http://www.enet.gr/online/online_obj?pid=90&tp=T&id=78393896)
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/SavingWaterCaseStudyJesseStreetCentre.pdf#Page=1>
- <http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf> (σελ.72)
- [http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/manual/e\\_case.htm](http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/manual/e_case.htm)
- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=241>
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/ConserverAug07.pdf#Page=1>
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/SavingWaterCaseStudyAshfieldHotel.pdf#Page=1> (ξενοδοχεία)
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/SavingWaterCaseStudyManlyCouncil.pdf#Page=1>
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/ConserverAug07.pdf#Page=1> (ξενοδοχεία – παρακολούθηση κατανάλωσης – συντήρηση)
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/ConserverMar07.pdf#Page=1>
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/Factsheets/Page=1>
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/BPGsForClubs.pdf#Page=1>
- <http://www.mwra.state.ma.us/04water/html/bullet1.htm> (νοσοκομεία)
- [http://www.savingwater.org/docs/irrigation\\_casestudy.pdf](http://www.savingwater.org/docs/irrigation_casestudy.pdf)
- [http://www.savingwater.org/docs/refrigeration\\_casestudy.pdf](http://www.savingwater.org/docs/refrigeration_casestudy.pdf)
- [http://www.savingwater.org/docs/singlepasscooling\\_savemoney.pdf](http://www.savingwater.org/docs/singlepasscooling_savemoney.pdf)
- [http://www.savingwater.org/docs/medical\\_casestudy.pdf](http://www.savingwater.org/docs/medical_casestudy.pdf)
- [http://www.savingwater.org/education\\_casestudies.htm](http://www.savingwater.org/education_casestudies.htm)
- [http://www.qwc.qld.gov.au/myfiles/uploads/wemp/Commercial\\_Laundries\\_141106.pdf](http://www.qwc.qld.gov.au/myfiles/uploads/wemp/Commercial_Laundries_141106.pdf)
- <http://www.georgiaplanning.com/watertoolkit/Documents/WaterConservationDroughtManagement/1>
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/casestudies/ayers.html> (τουριστικό θέρετρο)

- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/kurrajong1.html> (ξενοδοχείο)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/intercont.html> (ξενοδοχείο)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/parkroyal.html> (ξενοδοχείο)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/regent.html> (ξενοδοχείο)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/flinders.html> (ιατρικό κέντρο)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/launceston-hospital.html> (νοσοκομεία)

#### Εταιρείες ύδρευσης – δήμοι (τεχνικά μέτρα)

- [http://www.rainbird.com/pdf/iuow/iuow\\_whitepapers.pdf](http://www.rainbird.com/pdf/iuow/iuow_whitepapers.pdf) (σελ.8) (δίκτυα διανομής)
- [http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/action/e\\_action.htm#5](http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/action/e_action.htm#5) (εντοπισμός διαρροών)
- <http://www.adamsmith.org/80ideas/idea/28.htm> (μέτρηση νερού)
- [http://texaswatermatters.org/pdfs/articles/water\\_metering\\_in\\_texas.pdf](http://texaswatermatters.org/pdfs/articles/water_metering_in_texas.pdf) (σελ. 5) (μέτρηση νερού)
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/ConserverAug07.pdf#Page=1>
- [http://www.watergy.net/resources/casestudies/karnataka\\_india.pdf](http://www.watergy.net/resources/casestudies/karnataka_india.pdf)
- [http://www.watergy.net/resources/casestudies/soweto\\_southafrica.pdf](http://www.watergy.net/resources/casestudies/soweto_southafrica.pdf)
- [http://www.watergy.net/resources/casestudies/emfuleni\\_southafrica.pdf](http://www.watergy.net/resources/casestudies/emfuleni_southafrica.pdf)
- <http://www.watergy.net/resources/factsheets/india.pdf>
- <http://www.watergy.net/resources/factsheets/mexico.pdf>
- <http://www.watergy.net/resources/factsheets/philippines.pdf>
- [http://www.watergy.net/resources/casestudies/fortaleza\\_brazil.pdf](http://www.watergy.net/resources/casestudies/fortaleza_brazil.pdf)
- [http://www.watergy.net/resources/casestudies/karnataka\\_india.pdf](http://www.watergy.net/resources/casestudies/karnataka_india.pdf)
- [http://www.watergy.net/resources/casestudies/veracruz\\_mexico.pdf](http://www.watergy.net/resources/casestudies/veracruz_mexico.pdf)
- [http://www.watergy.net/resources/casestudies/emfuleni\\_southafrica.pdf](http://www.watergy.net/resources/casestudies/emfuleni_southafrica.pdf)
- [http://www.watergy.net/resources/casestudies/soweto\\_southafrica.pdf](http://www.watergy.net/resources/casestudies/soweto_southafrica.pdf)
- [http://www.mde.state.md.us/assets/document/water\\_cons/WCP\\_Guidance2003.pdf](http://www.mde.state.md.us/assets/document/water_cons/WCP_Guidance2003.pdf)
- <http://www.getwatersmart.com/parks/>
- [http://www.cwwa.ca/WEED/Results\\_e.asp](http://www.cwwa.ca/WEED/Results_e.asp) (μέτρηση νερού)
- <http://www2.sfu.ca/cedc/forestcomm/fbackfile/communities/HundredMile.html>

#### Εταιρείες ύδρευσης – δήμοι (οικονομικά & ρυθμιστικά μέτρα)

- <http://twri.tamu.edu/reports/2002/tr200/tr200.pdf> (σελ.14, 21)
- [http://www.cwwa.ca/WEED/Results\\_e.asp](http://www.cwwa.ca/WEED/Results_e.asp) (οικονομικά μέτρα)
- [http://www.cwwa.ca/WEED/Results\\_e.asp](http://www.cwwa.ca/WEED/Results_e.asp) (ρυθμιστικά μέτρα)
- <http://www2.sfu.ca/cedc/forestcomm/fbackfile/communities/HundredMile.html>
- <http://www.cwwa.ca/WEED/Results.asp?ID=154>
- <http://www.cwwa.ca/WEED/Results.asp?ID=249>
- <http://www.cwwa.ca/WEED/Results.asp?ID=67>
- European Environment Agency/Environmental issue report/No 19/Demand management/ p. 78

- [http://www.cwwa.ca/WEED/Results\\_e.asp](http://www.cwwa.ca/WEED/Results_e.asp) (γενικά οικονομικά μέτρα & μέτρηση νερού)

#### Εταιρείες ύδρευσης – δήμοι (εκπαιδευτικά μέτρα)

- [http://www.mde.state.md.us/assets/document/water\\_cons/WCP\\_Guidance2003.pdf](http://www.mde.state.md.us/assets/document/water_cons/WCP_Guidance2003.pdf) (μετρητές από τις τοπικές αρχές)
- [http://www.cwwa.ca/WEED/Results\\_e.asp](http://www.cwwa.ca/WEED/Results_e.asp) (ενημέρωση και εκπαίδευση του κοινού)
- <http://www.cwwa.ca/WEED/Results.asp?ID=197>
- <http://www.cwwa.ca/WEED/Results.asp?ID=286>
- <http://www.cwwa.ca/WEED/Results.asp?ID=288>
- <http://www.cwwa.ca/WEED/Results.asp?ID=273>
- European Environment Agency/Environmental issue report/No 19/Demand management/ p. 81

#### Κηπουρική (τεχνικά μέτρα)

- <http://www.sc-ec.org/PDFs/2002SCEC/03Never%20Give%20Up%20Paper.pdf> (p.6)
- [http://www.rainbird.com/pdf/iuow/IUOW\\_HomeownerWhitepaper.pdf](http://www.rainbird.com/pdf/iuow/IUOW_HomeownerWhitepaper.pdf) (σελ.7, 10, 11, 12, 13)

#### Κηπουρική (διαχειριστικά – εκπαιδευτικά μέτρα)

- [http://www.irrigation.org/swat/images/puget\\_sound.pdf](http://www.irrigation.org/swat/images/puget_sound.pdf) (σχεδιασμός κήπου)
- [http://www.rainbird.com/pdf/iuow/IUOW\\_HomeownerWhitepaper.pdf](http://www.rainbird.com/pdf/iuow/IUOW_HomeownerWhitepaper.pdf) (σελ.6) (ξηρικές καλλιέργειες)
- [http://www.rainbird.com/pdf/iuow/iuow\\_whitepapers.pdf](http://www.rainbird.com/pdf/iuow/iuow_whitepapers.pdf) (σελ.9) (ξηρικές καλλιέργειες)
- <http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf> (σελ.53) (ξηρικές καλλιέργειες)
- <http://www.turfgrasssod.org/waterright/case8.pdf> (πρακτικές εξοικονόμησης)
- [http://www.irrigation.org/swat/images/irvine\\_runoff\\_reduction.pdf](http://www.irrigation.org/swat/images/irvine_runoff_reduction.pdf) (τοποθέτηση- συντήρηση)
- [http://www.irrigation.org/swat/images/puget\\_sound.pdf](http://www.irrigation.org/swat/images/puget_sound.pdf) (τοποθέτηση- συντήρηση)
- <http://www.projectevergreen.com/> (τοποθέτηση- συντήρηση)
- <http://www.wateractionguide.org/> (τοποθέτηση- συντήρηση)
- <http://www.sc-ec.org/PDFs/2002SCEC/03Never%20Give%20Up%20Paper.pdf> (γενικά)

#### Γενικά για τον αστικό τομέα

- [http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water\\_saving\\_2.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water_saving_2.pdf)
- [http://www.cwwa.ca/WEED/Results\\_e.asp](http://www.cwwa.ca/WEED/Results_e.asp)
- [http://www.cwwa.ca/WEED/Search\\_e.asp](http://www.cwwa.ca/WEED/Search_e.asp)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/industry.htm>

## ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ

#### Τεχνικά μέτρα

- <http://www.agric.nsw.gov.au/reader/irrigation-waterwise/max-lange-i-may3.htm>

- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=111>
- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=112>
- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=114>
- [http://www.dairyingfortomorrow.com/activities/reports/Irrig%20Alternatives%20\(2003\)%20Bethune.pdf](http://www.dairyingfortomorrow.com/activities/reports/Irrig%20Alternatives%20(2003)%20Bethune.pdf) (μέθοδοι άρδευσης)
- [http://www.dairyingfortomorrow.com/activities/reports/Irrig%20WUE%20\(2001\)%20Kingston.pdf](http://www.dairyingfortomorrow.com/activities/reports/Irrig%20WUE%20(2001)%20Kingston.pdf)
- [http://www.dairyingfortomorrow.com/activities/reports/Irrig%20Practices%20\(2001\)%20Wang.pdf](http://www.dairyingfortomorrow.com/activities/reports/Irrig%20Practices%20(2001)%20Wang.pdf)
- <http://www.dairyingfortomorrow.com/activities/reports/Irrig%20Alternatives%200Applicatn%20-%20Wood.pdf>
- [http://www.geoflow.com/research\\_ag.html](http://www.geoflow.com/research_ag.html)

#### Διαχειριστικά μέτρα

- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=115>
- <http://www.soilassociation.org/web/sa/psweb.nsf/ed0930aa86103d8380256aa70054918d/23031ba8b51bf5b6802572c2004ce8da?OpenDocument>

## ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

#### Τεχνικά μέτρα

- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/Factsheets/SprayGuns.pdf#Page=1> (καθαριότητα)
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/Factsheets/Page=1> (καθαριότητα)
- <http://twri.tamu.edu/reports/2002/tr200/tr200.pdf> (σελ.18,20) (επαναχρησιμοποίηση)
- [http://www.savingwater.org/docs/coolingtower\\_savemoney.pdf](http://www.savingwater.org/docs/coolingtower_savemoney.pdf) (σελ.2) (πύργοι ψύξεως)
- <http://www.georgiaplanning.com/watertoolkit/Documents/WaterConservationDroughtManagement/1> (πύργοι ψύξεως)
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/Page=1> (πύργοι ψύξεως)
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/FactSheets/LiquidVaccumPump.pdf#Page=1> (συστήματα κενού)

#### Βιομηχανία τροφίμων

- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/goodmanfield.html> (αρτοποιήματα)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/cascade-brewery.html> (μπύρες, αναψυκτικά, σιρόπια)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/bonlac1.html> (γαλακτοκομικά)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/smiths.html> (τρόφιμα)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/heinz.html> (τρόφιμα)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/chiquita.html> (τρόφιμα)



- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/banksia.html> (φρούτα, λαχανικά)
- [http://www.epa.qld.gov.au/publications/p00171aa.pdf/Cutting costs in the food \\_processing\\_ industry\\_Harvest\\_FreshCuts.pdf](http://www.epa.qld.gov.au/publications/p00171aa.pdf/Cutting%20costs%20in%20the%20food%20processing%20industry%20Harvest%20FreshCuts.pdf)
- [http://www.epa.qld.gov.au/publications/p00375aa.pdf/A spectrum of environmental initiatives\\_Food\\_Spectrum.pdf](http://www.epa.qld.gov.au/publications/p00375aa.pdf/A%20spectrum%20of%20environmental%20initiatives%20Food%20Spectrum.pdf)
- <http://www.p2pays.org/ref/01/00692.pdf> (σελ.83)
- [http://www.qwc.qld.gov.au/myfiles/uploads/wemp/Food\\_processing\\_151106.pdf](http://www.qwc.qld.gov.au/myfiles/uploads/wemp/Food_processing_151106.pdf)

#### Υφαντουργία - βυρσοδεψία

- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/carlife.html> (βυρσοδεψία και επεξεργασία γουνών)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/ausdye.html> (υφαντουργία)
- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=511> (υφαντουργία)

#### Μεταλλουργία

- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/protect.html>
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/industrial.html>
- [http://www.qwc.qld.gov.au/myfiles/uploads/wemp/Metal\\_finishing\\_151106.pdf](http://www.qwc.qld.gov.au/myfiles/uploads/wemp/Metal_finishing_151106.pdf)

#### Γενικά για το βιομηχανικό τομέα:

- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/ContinentalCarbon.pdf#Page=1>
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/SavingWaterCaseStudyGSK.pdf#Page=1>
- [http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water\\_saving\\_2.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/water_saving_2.pdf)
- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=474> (Ford)
- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=477> (Smorgon steel)
- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=214> (βαφή χαλιών)
- <http://www.savewater.com.au/index.php?sectionid=667> (πλαστικά προϊόντα)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/tony.html> (επεξεργασία τόνου)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/parr.html> (χρώματα)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/fletcher.html> (κατασκευές κτιρίων)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/dalealcock.html> (κατασκευές κτιρίων)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/techdry.html> (αδιαβροχοποίηση κτιρίων)
- <http://www.sawater.com.au/NR/rdonlyres/F1A6F3E9-933C-4C35-8C6D-60C39AB4C055/0/WWIndustry.pdf>
- [www.getwatersmart.com](http://www.getwatersmart.com) (μετρητές κατανάλωσης στις βιομηχανίες και κοστολόγηση)
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/industry.html>

## ΕΠΙΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ

- Metcalf & Eddy / Aecom , Takashi Asano, Franklin L. Burton, Harold L. Leverenz, Ryujiro Tsuchihashi, George Tchobanoglous. Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications (2007) (σελ. 47, 53, 751, 755, 760, 915, 919, 922, 1015, 1022, 1028, 1086, 1093, 1155, 1158, 1231, 1234, 1238, 1297, 1323, 1329, 1334, 1348, 1352, 1361, 1397, 1450, 1453).
- <http://www.sc-ec.org/PDFs/2002SCEC/03Never%20Give%20Up%20Paper.pdf> (άρδευση)
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/SavingWaterCaseStudyGSK.pdf#Page=1>
- [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)
- <http://www.hellaskps.gr/bestpractices/proj.asp?pId=69> (Ελλάδα)
- <http://www.soilassociation.org/web/sa/psweb.nsf/ed0930aa86103d8380256aa70054918d/23031ba8b51bf5b6802572c2004ce8da?OpenDocument>
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/SavingWaterCaseStudyDunheved.pdf#Page=1> (γήπεδο γκολφ)
- <http://www.sydneywater.com.au/SavingWater/RecyclingandReuse/RecyclingAndReuseInAction/RecyclingForIndustry.cfm> (ανακύκλωση νερού, χαλυβουργείο)

## ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ

- <http://www.hellaskps.gr/bestpractices/proj.asp?pId=77>

## ΣΥΛΛΟΓΗ ΒΡΟΧΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

- [http://products.lwa.gov.au/downloads/publications\\_pdf/PR030566.pdf](http://products.lwa.gov.au/downloads/publications_pdf/PR030566.pdf) (σελ.46)
- [http://www.rainbird.com/pdf/iuow/TUOW\\_HomeownerWhitepaper.pdf](http://www.rainbird.com/pdf/iuow/TUOW_HomeownerWhitepaper.pdf) (σελ.14)
- <http://www.soilassociation.org/web/sa/psweb.nsf/ed0930aa86103d8380256aa70054918d/e71ddb2986ab8faa802572c2004b7826?OpenDocument>
- <http://www.sydneywater.com.au/Publications/CaseStudies/ContinentalCarbon.pdf#Page=1> (βιομηχανία)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Φαρμακευτικές & Βιολογικές πληροφορίες υγρού	[4] (Γραμμάριο μπιτάνι ανά γραμμάριο νερού)	[11] (Κριτικές μπιτάνι ανά γραμμάριο υγρού)	[12] (Γραμμάριο μπιτάνι ανά γραμμάριο νερού)
<b>PH</b>	<b>7,6</b>		<b>6,8</b>
Βιολογική Αντιδοσολογία Οξυγόνο (BCL) (mg O <sub>2</sub> /H)		150-250	
Χημικό Αντιδοσολογία Οξυγόνο (CCL) (mg O <sub>2</sub> /H)	171	250-430	72,7
Θαλάσσια (NIT)	20		38,8
Οξυγόνο ανά γραμμάριο σερβό (LSS) (mg/l)	44		32,2
Συνολικός οξυγόνο (α) (mg/l)	58		41
Συνολικό όξινο (mg N/l)	11,4		4,1
Συνολικός οξυγόνο (mg l <sup>-1</sup> /h)			
Πρωτογενικό οξυγόνο ανά γραμμάριο		(10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-6</sup> h <sup>-1</sup> )	
Οξυγόνο ανά γραμμάριο		(10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-6</sup> h <sup>-1</sup> )	
Αναδεδειγμένη οξυγόνο (CHU)		(10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-7</sup> h <sup>-1</sup> )	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-8</sup> h <sup>-1</sup>

	[6] (κατοικίες)	[9] (δομώματα σε φοιτητικές γρεσβατές)	[14] (κατοικίες: μυώνια, γκουρ, λυτήρες)
νερό από το μπάνιο	νερό από το πλυντήριο	Low σε ειδικά γρεσβατές	High σε ειδικά γρεσβατές
6,4-8,1	9,3-10	20	164
76-200	48-290	87	495
60-240	50-210	19,6	67,4
48-120	88-250	29	93
			6,6
			0,7
(500-2,4*10 <sup>7</sup> )/100ml	(2,3*10 <sup>3</sup> -3,3*10 <sup>5</sup> )/100ml		

Πίνακας (11): Τιμές διαφόρων παραμέτρων σε δείγματα γκρίζου νερού από διάφορες δραστηριότητες, όπως προέκυψαν από μελέτες της βιβλιογραφίας (# βιβλιογραφικής αναφοράς εμφανίζεται στην πρώτη γραμμή του πίνακα)

Κατάλογος ολοκληρωμένων συστημάτων επεξεργασίας που χρησιμοποιήθηκαν σε μελέτες επαναχρησιμοποίησης γκρίζου νερού :

- 1) [4] : Νερό από ξενοδοχείο (μπανιέρες και νιπτήρες). Επεξεργασία: α) φιλτράρισμα μέσω νάιλον φίλτρου β) καθίζηση και γ) απολύμανση με υποχλωριώδες νάτριο. Κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες (συγκέντρωση υποχλωριώδους νατρίου παντού μεγαλύτερη από 1mg/lit και διάρκεια αποθήκευσης του επεξεργασμένου νερού μικρότερη από 48 ώρες), το σύστημα απομάκρυνε ικανοποιητικά τα ανεπιθύμητα στοιχεία. Επίσης, ικανοποιητικό από πλευράς απαιτούμενου όγκου, κατανάλωσης ενέργειας και ανθεκτικότητας.
- 2) [2,3] : Νερό από οικίες (μπανιέρες, νιπτήρες και πλυντήρια ρούχων). Επεξεργασία: α) φιλτράρισμα και β) τεχνητός υγρότοπος (βιολογικό φίλτρο αποτελούμενο από χαλίκι η άμμο και υδρόβια φυτά). Το σύστημα είναι οικονομικά συμφέρον αν πρόκειται για πολυκατοικία αλλά δεν είναι αν πρόκειται για μονοκατοικίες.
- 3) [11] : Νερό από οικίες (μπανιέρες και νιπτήρες). Επεξεργασία: α) καθίζηση (με αυτόματη απομάκρυνση της λάσπης) β) βιολογική επεξεργασία με περιστρεφόμενους βιολογικούς δίσκους (RBC) 4 σταδίων επεξεργασίας (εναλλακτικά φίλτρο με σταλαγμό (trickling filter) ή φυτεμένο χωμάτινο φίλτρο κατακόρυφης ροής του νερού (VFRB)) γ) δεξαμενή για την απομάκρυνση της βιομάζας δ) απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία. Πολύ ικανοποιητική απόδοση, μικρές απαιτήσεις όγκου, οικονομικά βιώσιμο.
- 4) [11] : Νερό από οικία (μπανιέρα και νιπτήρα). Επεξεργασία: Αντιδραστήρας ρευστοστερεάς κλίνης (fluidized-bed reactor) 2 σταδίων επεξεργασίας. Πολύ μικρός όγκος, οικονομικά βιώσιμο.
- 5) [9] : Νερό από φοιτητικά δωμάτια (μπανιέρες, νιπτήρες). Επεξεργασία : βιοαντιδραστήρας με μεμβράνη (membrane bioreactor, MBR). Πολύ καλή απόδοση αλλά απαγορευτικό από οικονομικής άποψης.
- 6) [9] : Νερό από φοιτητικά δωμάτια (μπανιέρες, νιπτήρες). Επεξεργασία : Χημικός αντιδραστήρας με μεμβράνη (membrane chemical reactor, MCR). Καλή απόδοση, όχι τόσο καλή όσο του MBR.
- 7) [9] : Νερό από φοιτητικά δωμάτια (μπανιέρες, νιπτήρες). Επεξεργασία : Τεχνητός υγρότοπος με καλάμια με οριζόντια ροή του νερού (horizontal flow reed bed (HFRB)). Όχι τόσο καλή απομάκρυνση των ανεπιθύμητων στοιχείων.
- 8) [9]: Νερό από φοιτητικά δωμάτια (μπανιέρες, νιπτήρες). Επεξεργασία : Τεχνητός υγρότοπος με καλάμια με κάθετη ροή του νερού (vertical flow reed bed (VFRB)). Ικανοποιητική απόδοση, χειρότερη από το MBR αλλά η καλύτερη απόδοση από τα συστήματα τεχνητών υγροτόπων.

Αριθμός κυβικών μέτρων νερού		Χρέωση (€)		
1-17,5		0,4017		
17,5-70		0,6283		
70-94,5		1,8025		
94,5-122,5		2,5235		
122,5-		3,1415		

Πάγιο τέλος (€)	N.Δ. 1068/42 (€)	Αποχέτευση (€)	ΦΠΑ επί τιμήματος (€)	ΦΠΑ επί υπολοίπων (€)
5,57	1% του τιμήματος	65% του τιμήματος	9%	19%

Πίνακας (20): Τιμολόγηση νερού από την ΕΥΔΑΠ (για διάστημα 105 ημερών) (Κεφ.8, [16])

Τιμολόγιο ύδρευσης (Παροικιά)		Τιμολόγιο αποχέτευσης	
Ποσότητα νερού σε m <sup>3</sup>	Χρέωση (€)	Ποσότητα νερού σε m <sup>3</sup>	Χρέωση (€)
0 – 30	0,636	0-100	0,904
31 – 50	1,219	101-200	1,469
51 – 70	1,484	200-	2,26
71 – 100	2,332		
101 – 150	2,862		
151 – 400	5,194		
401 –	9,010		
Πάγιο τέλος ύδρευσης: 10,6 €		Πάγιο τέλος αποχέτευσης: 11,3 €	

Πίνακας (23): Τιμολόγηση νερού από ΔΕΥΑΠ Πάρου (Κεφ.8, [17])

Κόστος επεξεργασίας νερού ανά παραγόμενο m <sup>3</sup> για το έτος 2007
MEN ΓΑΛΑΤΣΙΟΥ:0,024
MEN ΑΧΑΡΝΩΝ : 0,019
MEN ΠΟΛΥΔΕΝΔΡΙΟΥ : 0,095
MEN ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ: 0,039
ΣΥΝΟΛΟ: 0,033

Πίνακας (25): Κόστος επεξεργασίας πόσιμου νερού από ΕΥΔΑΠ (Κεφ.8, [16])