ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

«ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΚΑΙ ΥΦΑΛΜΥΡΟΥ ΝΕΡΟΥ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ»



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Άννα Ν. Σταθοπούλου»

ΧΑΝΙΑ 2015

1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

«ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΚΑΙ ΥΦΑΛΜΥΡΟΥ ΝΕΡΟΥ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ»

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Άννα Ν. Σταθοπούλου»

Επιβλέπων : **Δρ. Δ Καλδέρης**

Καθηγητής

Επιτροπή Αξιολόγησης :

Ημερομηνία παρουσίασης

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 25

Ευχαριστίες

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω :

- Τον κ. Καλδέρη Δημήτριο για την ανάθεση και επίβλεψη της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Τον ευχαριστώ για τη συνεργασία που είχαμε, την εμπιστοσύνη στο πρόσωπό μου, την υπομονή που έχει επιδείξει.

Επίσης θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου :

- Στους καθηγητές του Τμήματος για τις γνώσεις που μου προσέφεραν.
- Στους καλούς φίλους-συμφοιτητές που έκανα κατά τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων.
- Την εταιρία INTERACQUA για όλο το υλικό και τις αναλυτικές πληροφορίες οι οποίες ήταν απαραίτητες για την ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Και τέλος θέλω ιδιαίτερα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και την υπόλοιπη οικογένειά μου για όλα όσα μου έχουν προσφέρει ως τώρα.

Περίληψη

Η αντίστροφη όσμωση (RO) είναι μια τεχνολογία επεξεργασίας με βάση της μεμβράνες με σκοπό τον καθαρισμό του νερού. Αυτό επιτυγχάνεται με διαχωρισμό των διαλυμένων στερεών από το ρεύμα τροφοδοσίας με αποτέλεσμα να δημιουργεί διήθημα το οποίο και απορρίπτει το ρεύμα. Στόχο αποτελεί ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στα νοικοκυριά όσο και σε βιομηχανικές εφαρμογές. Η τεχνολογία αντίστροφης ώσμωσης χρησιμοποιείται για την αφαίρεση διαλυμένων στερεών, χρωστικών ουσιών, οργανικών ρύπων, και νιτρικών προσμίξεων από ένα ρεύμα τροφοδοσίας. Ως εκ τούτου, η τεχνολογία αντίστροφης ώσμωσης χρησιμοποιείται στην επεξεργασία του νερού και επικίνδυνων αποβλήτων, διεργασίες διαχωρισμού στα τρόφιμα, ποτά, χαρτί καθώς και ως μια εναλλακτική μέθοδος για την ανάκτηση των οργανικών και ανόργανων υλικών από χημικές διεργασίες. Αυτή η εργασία στοχεύει να παρέχει μια συνολική θεώρηση της τεχνολογίας αντίστροφης ώσμωσης ως εναλλακτική μέθοδο για τη διεργασία του θαλασσινού νερού σε διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές. Η παρούσα σύντομη ανασκόπηση παρουσιάζει εφαρμογές του συστήματος αντίστροφης ώσμωσης για την επεξεργασία εκροών σε δύο έργα, δηλαδή στο Ξενοδοχείο Resort Λαγονήσι και στην μια βιομηχανική επιχείρηση ΒΙΠΕ στην Κρήτη. Στις συγκεκριμένες εργασίες αναδεικνύεται η αποτελεσματικότητα και η δυνατότητα εφαρμογής της τεχνολογίας αντίστροφης ώσμωσης.

Abstract

Reverse Osmosis (RO) is a membrane based process technology to purify water by separating the dissolved solids from feed stream resulting in permeate and reject stream for a wide range of applications in domestic as well as industrial applications. RO technology is used to remove dissolved solids, colour, organic contaminants, and nitrate from a feed stream. Hence RO technology is used in the treatment of water and hazardous waste, separation processes in the food, beverage and paper industry, as well as recovery of organic and inorganic materials from chemical processes as an alternative method. This paper intends to provide an overall vision of RO technology as an alternative method for treating salt-water in different Industrial applications. The present short review shows applicability of RO system for treating effluents from two projects, i.e. a Hotel Resort in Lagonisi and an industrial dry-cleaning business in Crete through sea water reverse osmosis (SWRO) treatment indicating efficiency and applicability of RO technology.

Εισαγωγή

Το νερό και ο πολιτισμός έχουν κοινούς δεσμούς. Ένδειξη αυτού αποτελεί το γεγονός ότι ο ανθρώπινος πολιτισμός ξεκίνησε στην Μεσοποταμία κι έκτοτε όλοι οι μεγάλοι πολιτισμοί και μητροπόλεις έχουν αναπτυχθεί κοντά η γύρω από ποταμούς ή πηγές πόσιμου νερού. Παραταύτα το καθαρό νερό στη διαχρονική εξέλιξη μας γίνεται όλο και λιγότερο, διότι οι ανάγκες στην οικιακή, βιομηχανική, βιοτεχνική, γεωργική και άλλες χρήσεις συνεχώς αυξάνουν. Μάλιστα, συνήθως η χρήση του νερού σε αυτές τις διεργασίες συνοδεύεται από αλόγιστη σπατάλη και ρύπανση.

Σε πολλές περιοχές της γης, όπως και στη νησιωτική πατρίδα μας, παρουσιάζεται το φαινόμενο της έλλειψης νερού, ιδίως κατά τους θερινούς μήνες. Σ'αυτές τις περιοχές όπου το θαλάσσιο νερό είναι πλησίον των οικισμών ή των δραστηριοτήτων του πληθυσμού, καθίσταται ευχερής και ωφέλιμη η αφαίρεση των αλάτων αυτού, προκειμένου να παραχθεί καθαρό και πόσιμο νε.

Η επεξεργασία της αφαλάτωσης του θαλάσσιου ή υφάλμυρου νερού διεξάγεται με μια από τις παρακάτω μεθόδους , οι οποίες έχουν ευρεία εφαρμογή και είναι ικανοποιητικώς δοκιμασμένες:

- Η απόσταξη.
- Η ανάστροφη ώσμωση.
- Η ηλεκτροδιάλυση.
- Η ψύξη.
- Οι υβριδικές (συνδυασμός μεθόδων).

Το θαλάσσιο νερό αποτελεί το 97% του όγκου των υδάτων του πλανήτη, ενώ το υπόλοιπο 3% συμπεριλαμβάνει το πόσιμο νερό και το υφάλμυρο, όπου και αν βρίσκονται και σε όποια από τις καταστάσεις, δηλαδή αέρια, υγρά ή στερεά.

Στην συγκεκριμένη εργασία θα ασχοληθούμε με την αφαλάτωση του θαλασσινού η υφάλμυρου νερού με την μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης και την χρήση ημιπερατών μεμβρανών.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες…..……...3

Περίληψη…….…….....4

Abstract……..…….....5

Εισαγωγή……..6

Κεφάλαιο 1: ΤΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ..11

Κεφάλαιο 2: ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ……...……..15

2.1 Εισαγωγή……..…….……...16

Κεφάλαιο 3: ΩΣΜΩΣΗ…..…….20

3.1 Γενικές πληροφορίες…….....21

3.2 Οσμωτική Πίεση ……..21

3.3 Μεμβράνες…….…….23

3.4 Σύστημα αντίστροφης όσμωσης……..……..……24

Κεφάλαιο 4 :Εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης: Ξενοδοχείο Resort, Λαγονήσι……..26

4.1 Εισαγωγή……...…….……....27

4.2 Εξοπλισμός…….……..27

4.2.1 Εξοπλισμός Προ-Εργασίας……..27

4.2.2 Εξοπλισμός Χημικής Επεξεργασίας……28

4.2.3 Εγκατάσταση Αντίστροφης Ώσμωσης……28

4.2.4 Ηλεκτρικές Συσκευές……,,,,,28

4.2.5 Συστήματα Ελέγχου……28

4.2.6 Βοηθητικός Εξοπλισμός……..……29

4.2.7 Σωληνώσεις και Εξαρτήματα Σύνδεσης……...……29

4.3 Βάση Σχεδιασμού……29

4.3.1 Ανάλυση Συστήματος Προ-Επεξεργσίας……30

4.3.2 Φιλτράρισμα Dual Media……30

4.3.3 Συστήματα Από-βακτηρίωσης……31

4.3.4 Όξυνση……31

4.3.5 Σύστημα Φιλτραρίσματος Φυσιγγίων……31

4.3.6 Σύστημα Αντίστροφης Ώσμωσης (RO)……..32

4.3.7 Μεμβράνες……...32

4.3.8 Βαλβίδες Πίεσης……34

4.4 Χημικό σύστημα καθαρισμού μεμβρανών……..34

4.5 Σύστημα μετεπεξεργασίας……...34

4.6 Προδιαγραφές εξοπλισμού……...……36

4.6.1 Χαρακτηριστικά Εγκατάστασης Αντίστροφης Ώσμωσης……36

4.7 Περιγραφή Κύριων Εξαρτημάτων Εγκατάστασης……37

4.7.1 Αεροσυμπιεστής……37

4.7.2 Φίλτρο Άμμου……..……..…38

Κεφάλαιο 5: Βιομηχανικά Πλυντήρια Ρούχων, ΒΙΠΕ, Ηράκλειο Κρήτης……44

5.1 Εισαγωγή……..45

5.2 Χαρακτηριστικά της Εγκατάστασης Αντίστροφης Ώσμωσης…….46

5.3 Ποιότητα Ακατέργαστου Νερού……..……..47

5.4 Λίστα Κύριων Εξαρτημάτων…….49

5.5 Σύμπλεγμα Διήθησης Ασφαλείας……..…….52

5.6 Αντίστροφη Ώσμωση…….…….52

5.6.1 Ανικλιμακτικό Σύστημα Δοσολογίας…….……52

5.6.2 Δοσομετρική Αντλία……53

5.6.3 Σωληνώσεις Υψηλής και Χαμηλής Πιέσεως……53

5.6.4 Αντλία Πιέσεως…….……54

5.7 Εγκατάσταση Αντίστροφης Ώσμωσης……56

5.7.1 Ολίσθηση…….……..56

5.7.2 Ωσμωτικές μεμβράνες……...…..…….….57

5.7.3 Δοχεία Πιέσεως……..……57

5.7.4 Όργανα……...……58

5.7.5 Προπαρασκευαστική Δεξαμενή Αποθήκευσης……..……59

5.7.6 Πλακέτα με μικροεπεξεργαστή SIRIO και MIMIC διάγραμμα……....60

Κεφάλαιο 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ……...…....……63

6.1 Συμπεράσματα……64

6.2.1 Ξενοδοχείο Resort, Λαγονήσι –Χωρητικότητα 200 $μ^3$…….64

6.2.2 Ξενοδοχείο Resort, Λαγονήσι- Οικονομικά Στοιχεία……65

6.3.1 Βιομηχανικά Πλυντήρια Ρούχων, ΒΙΠΕ, Ηράκλειο Κρήτης…….66

6.3.2 Βιομηχανικά Πλυντήρια Ρούχων, ΒΙΠΕ, Ηράκλειο Κρήτης- Οικονομικά Στοιχεία…67

6.4 Πιθανές Εφαρμογές Αντίστροφης Ώσμωσης στην Ελλάδα……68

6.5 Τελικά Συμπεράσματα……69

Βιβλιογραφία……..……..70

Παράρτημα……..…….71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

Το νερό είναι ένας ανανεώσιμος αλλά περιορισμένος πόρος. Τα αποθέματα γλυκού νερού ανανεώνονται μέσω του υδρολογικού κύκλου, ωστόσο η διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι περιορισμένη και η κατανομή του στον χώρο και τον χρόνο άνιση. Περαιτέρω περιορισμό στη διαθεσιμότητα του νερού δημιουργεί και η ρύπανσή του από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (αστικές, βιομηχανικές, γεωργικές).

Το νερό δεν είναι ένα εμπόρευμα, όπως όλα τα άλλα, όμως δεν αποτελεί και ένα δημόσιο αγαθό, στο οποίο η πρόσβαση μπορεί να είναι ανεξέλεγκτη. Απαιτεί συνετή διαχείριση, με στόχο την ικανοποίηση των πολλών και συχνά αντικρουόμενων χρήσεών του. Για την επίτευξη μιας συνετής διαχείρισης είναι απαραίτητη μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που δεν αντιμετωπίζει τις εκάστοτε χρήσεις αποσπασματικά, αλλά σε αλληλεξάρτηση μεταξύ τους. Μια προσέγγιση που επί πλέον λαμβάνει σοβαρά υπόψη, όχι μόνο τις ανθρώπινες απαιτήσεις σε νερό, αλλά και τις απαιτήσεις των οικοσυστημάτων.

Από τις αρχές του 2000 σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και στη χώρα μας έχουν τεθεί οι βάσεις για μια τέτοια ολοκληρωμένη προσέγγιση, μέσω της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Νερά (2000/60/ΕΚ) και των επί μέρους θυγατρικών Οδηγιών. Άμεσος στόχος είναι να σταματήσει άμεσα η υποβάθμιση της ποιότητας των νερών. Μακροπρόθεσμος στόχος είναι να αποκτήσουν ως το 2015 όλα τα νερά στην Ευρωπαϊκή Ένωση «καλή ποιότητα» που θα ανταποκρίνεται σε αυστηρά οικολογικά και χημικά πρότυπα.

Σε σύγκριση με προγενέστερες αντιλήψεις η νέα αυτή πολιτική εισάγει καινοτόμες θέσεις όπως μεταξύ άλλων είναι η ολοκληρωμένη διαχείριση, η διαχείριση σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης, η αναγνώριση των αναγκών σε νερό των οικοσυστημάτων και η σημασία της συμμετοχής του πολίτη στο σχεδιασμό, τη λήψη των αποφάσεων και την παρακολούθηση της εφαρμογής της πολιτικής για τα νερά.

Παραταύτα, τα τελευταία χρόνια , όλο και περισσότερο προβάλλει έντονο το φαινόμενο της λειψυδρίας στη χώρα μας, με σοβαρές επιπτώσεις τόσο για τον άνθρωπο , όσο και για την γεωργία /κτηνοτροφία και τη βιομηχανία. Η ικανοποιητική λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων φαίνεται πλέον να εξαρτάται όλο και πιο πολύ από την ορθολογική χρήση και διαχείριση του νερού , εφόσον η διαθεσιμότητα πηγών φυσικού και φθηνού νερού φθίνει , τα κόστη κατεργασίας του συνεχώς αυξάνουν , οι προδιαγραφές των

απομακρυσμένων υγρών αποβλήτων γίνονται πιο αυστηρές και οι παραδοσιακοί τρόποι εξοικονόμησης του νερού έχουν φτάσει σχεδόν τα όρια της απόδοσης τους.

Στην Ελλάδα έχουμε διπλάσια πραγματική κατανάλωση νερού από τον παγκόσμιο μέσο όρο, σύμφωνα με έρευνα ολλανδικού πανεπιστημίου. Μάλιστα, η κατά κεφαλήν κατανάλωση νερού στην Ελλάδα είναι από τις μεγαλύτερες στον κόσμο (λίγο πίσω από τις ΗΠΑ) και είναι σχεδόν διπλάσια από το μέσο όρο σε παγκόσμιο επίπεδο. Σχεδόν 2.400 κυβικά μέτρα νερό το χρόνο αναλογούν σε κάθε κάτοικο της Ελλάδας (σ.σ.: προσοχή, σε αυτόν τον αριθμό συνυπολογίζεται η κατανάλωση από κάθε δυνατή χρήση και σπατάλη νερού), όταν ο παγκόσμιος μέσος όρος είναι 1.240 μ^3 ετησίως.

Σήμερα, σε μια περίοδο που η ανησυχία για την επάρκεια νερού μεγαλώνει (ειδικά καθώς φαίνεται ότι οι κλιματικές αλλαγές διαταράσσουν τον υδρολογικό κύκλο και την ευεργετική επίδραση της βροχής) έρχεται στο προσκήνιο το «αποτύπωμα νερού», το οποίο εκφράζει το «πραγματικό νερό» που χρησιμοποιείται, όχι μόνο άμεσα (πόση, καθαριότητα κ.λπ.), αλλά και έμμεσα μέσω όλων των προϊόντων που καταναλώνονται.

Το «αποτύπωμα νερού», το οποίο άρχισε να χρησιμοποιείται ως όρος από το 2002, μπορεί να εκφραστεί σε επίπεδο ατομικής κατανάλωσης, σε επίπεδο ενός προϊόντος, ακόμα και ενός κράτους. Ήδη το Πανεπιστήμιο του Τβέντε έχει μελετήσει το «αποτύπωμα νερού» διαφόρων προϊόντων, παραγωγικών κύκλων και ολόκληρων κρατών, με βάση τα στατιστικά δεδομένα από τις οικονομικές τους δραστηριότητες. Το καινοτόμο στοιχείο αυτών των μελετών είναι ότι δεν υπολογίζει μόνο τη χρήση των υδάτων της συγκεκριμένης χώρας, αλλά και τις πραγματικές ποσότητες νερού που καταναλώνει η συγκεκριμένη χώρα, ακόμα και εκείνες που ξοδεύτηκαν στο εξωτερικό για να δημιουργηθούν τα εμπορεύματα που εισάγονται και καταναλώνονται.

Δηλαδή, η ποσότητα νερού που χρειάστηκε για την παραγωγή στην Αργεντινή ενός φορτίου βοδινού κρέατος, το οποίο εξήχθη και καταναλώθηκε στις ΗΠΑ υπολογίζεται στον «λογαριασμό» της Ουάσιγκτον. Αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες (όπως Ιταλία, Γερμανία, Βρετανία και Ολλανδία) το 50-80% του «αποτυπώματος νερού» οφείλεται στις εισαγωγές.

Γενικά, στον παγκόσμιο χάρτη του αποτυπώματος νερού παρατηρείται μια εικόνα παρόμοια με τον χάρτη για τις εκπομπές αερίου του θερμοκηπίου, που δείχνει ότι η υψηλή κατανάλωση νερού συμβαδίζει με τη ζήτηση ενέργειας, απότοκο ενός μοντέλου ενεργοβόρου και υδροβόρου.

Έτσι, οι ΗΠΑ, οι χώρες της Ευρώπης και η Ρωσία είναι στην πρώτη γραμμή της χρήσης νερού. Αυτό που διαφέρει -και προκαλεί εντύπωση- είναι η πολύ αυξημένη καταγραφή των μεσογειακών χωρών (Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Πορτογαλία), γεγονός που οφείλεται στον ιδιαίτερα υδροβόρο γεωργικό τομέα, τις κλιματικές συνθήκες και την υψηλή σχετικά κατανάλωση.

Οι μηχανικοί της βιομηχανίας εδώ και καιρό αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της διαχείρισης και εξοικονόμησης νερού εφαρμόζοντας διάφορες τεχνολογίες , όπως πύργους ψύξεως , βιολογική επεξεργασία αποβλήτων κλπ. Το εντεινόμενο πρόβλημα λειψυδρίας τα τελευταία χρόνια προώθησε την εφαρμογή σε παγκόσμια κλίμακα και άλλων προηγμένων τεχνολογιών οι οποίες όμως στη χώρα μας δεν υιοθετήθηκαν ευρέως, κυρίως λόγω του υψηλού κόστους εφαρμογής τους.

Σε μια χώρα όπως η Ελλάδα που περιβάλλεται από θάλασσα σε μεγάλο βαθμό , είναι σκόπιμο να εξετασθούν , να αξιολογηθούν και να εφαρμοστούν μέθοδοι που στηρίζονται σε τεχνικές αξιοποίησης του θαλασσινού νερού ή ακόμα και του υφάλμυρου νερού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ

2.1 Εισαγωγή

Η αφαλάτωση είναι μια διεργασία διαχωρισμού αλάτων και νερού από υδατικά, αλατούχα διαλύματα και εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα για την παραγωγή καθαρού νερού για κάθε χρήση (οικιακή, βιομηχανική, αγροτική).

Η Ελλάδα είναι μια από τις 7 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αντιμετωπίζουν πρόβλημα λειψυδρίας. Η αφαλάτωση, σε σύγκριση με τις συμβατικές παρεμβάσεις για εφοδιασμό νερού, έχει πλεονεκτική θέση από άποψη οικονομικού κόστους και περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των συστημάτων αφαλάτωσης είναι οι μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις που παραδοσιακά παρέχονται από συμβατικές μορφές ενέργειας (ορυκτά καύσιμα και ηλεκτρική ενέργεια). Στις μέρες μας, 13600 μονάδες αφαλάτωσης λειτουργούν παγκοσμίως. Το 11% αυτών των μονάδων εγκαταστάθηκαν τα τελευταία χρόνια (πριν το 2000). Το 38% αυτών βρίσκονται στον Περσικό Κόλπο και το 17% στις ΗΠΑ.

Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι είναι η πολυβάθμια εκτόνωση (multiple stage flashing, MSF) και η αντίστροφη ώσμωση (reverse osmosis, RO), καθεμιά απ' τις οποίες παράγει το 43% του παγκόσμιου προϊόντος. Η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης παρέχει αξιοπιστία σε όλο το εύρος μεγεθών παραγωγής (από λίγα λίτρα έως εκατοντάδες κυβικά μέτρα ανά ημέρα), λόγω και της συμπαγούς και εύκολης σχετικά με τις άλλες μεθόδους κατασκευής της. Με βάση το κόστος κατασκευής επιλεγμένων μονάδων σε διαφορές χώρες την τελευταία 15/ετία το κόστος αφαλάτωσης με αντίστροφη ώσμωση διαμορφώνεται διαχρονικά από 1,50 € το 2001 μέχρι 0,20 € το 2005.

Τα τελευταία χρόνια η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού αναπτύσσεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς, που φαίνεται ότι στο μέλλον θα αποτελέσει μια από τις κύριες πηγές υδροδότησης. Σήμερα εκτιμάται ότι σε όλο τον κόσμο λειτουργούν πολυάριθμες μονάδες αφαλάτωσης, που παράγουν πάνω από 50 εκατ.m^3/ημ. πόσιμου νερού.

Η αφαλάτωση στην Ελλάδα, αν και θα μπορούσε να αποτελέσει μια βιώσιμη λύση για το πρόβλημα της λειψυδρίας στα νησιά του Αιγαίου και κυρίως στα πολύ ξηρά νησιά των Κυκλάδων, όπου το κόστος του μεταφερόμενου νερού είναι πολύ υψηλό, δεν

χρησιμοποιείται ευρέως. Είναι, δηλαδή, σημαντικό να παρατηρηθεί πως η αφαλάτωση νερού είναι αρκετά φθηνότερη σε σχέση με τη μεταφορά νερού με πλοία που είναι ο σημερινός τρόπος επίλυσης του προβλήματος της έλλειψης νερού.

Με δεδομένη την σημαντική ηλιοφάνεια και την έντονη παρουσία των ανέμων στα ελληνικά νησιά, Έλληνες και ξένοι επιστήμονες οδηγήθηκαν στη σχεδίαση και την δημιουργία της πρώτης στον κόσμο πλωτής μονάδας αφαλάτωσης, η οποία χρησιμοποιεί για τη λειτουργία της μονάχα ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: τον άνεμο για την κυρίως λειτουργία του «πλωτού εργοστασίου» και επικουρικά τον ήλιο για την ηλεκτροδότηση των συστημάτων ελέγχου και τηλεχειρισμού της. Η πρώτη αυτή μονάδα που ονομάστηκε με το όνομα Υδριάδα, παρμένο από την ελληνική μυθολογία, κόστισε 2,8 εκατ. €, όμως, το κόστος για τις επόμενες αντίστοιχες υπολογίζεται ότι δεν πρόκειται να ξεπεράσει τα 700.000€. Τόσο η σχεδίαση όσο και τα αποτελέσματα από τη λειτουργία της πλατφόρμας αφαλάτωσης έχουν κερδίσει τις εντυπώσεις σε εθνικό αλλά και σε διεθνές επίπεδο.

Οι κύριες μονάδες αφαλάτωσης στην Κύπρο είναι η μονάδα αφαλάτωσης Δεκέλειας και η μονάδα αφαλάτωσης Λάρνακας. Αναμφίβολα η συνεισφορά της αφαλάτωσης στην αντιμετώπιση του υδατικού προβλήματος της Κύπρου είναι μεγάλη, αλλά παρόλα αυτά οι μονάδες αφαλάτωσης φαίνεται να είναι μια πολυδάπανη, ενεργοβόρα και περιβαλλοντικά επιβαρύνουσα λύση για το υδατικό πρόβλημα, σε αντίθεση με την πολιτική της βέλτιστης διαχείρισης των υφιστάμενων πόρων.

Οι μεγάλες εγκαταστάσεις αφαλάτωσης συνήθως χρησιμοποιούν συμβατικές μορφές ενέργειας, οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικές αυξομειώσεις κόστους οι οποίες επηρεάζουν σαφώς και το κόστος του παραγόμενου νερού. Είναι αναγκαίο το αφαλατωμένο νερό να καταναλώνεται κοντά στην περιοχή παραγωγής του, καθόσον η μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις από τον τόπο που παράγεται αυξάνει το κόστος απαγορευτικά. Συνεπώς η ενέργεια που απαιτείται για την λειτουργία της εγκατάστασης θα πρέπει να διατίθεται στην ευρύτερη περιοχή της μονάδας αφαλάτωσης.

Οι μονάδες αφαλάτωσης παρουσιάζουν δύο κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων: επιπτώσεις από την χρήση της ενέργειας και επιπτώσεις από την απόρριψη της άλμης. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) έχουν σχετικά χαμηλό κόστος, καθόσον

προέρχονται από δωρεάν πρώτη ύλη αλλά δεν προσφέρονται πάντα για την χρήση τους στις μονάδες αφαλάτωσης. Φυσικά δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον και είναι προσιτές, όμως δεν έχουν βρει ευρύτερη εφαρμογή ακόμα και σε μικρές μονάδες αφαλάτωσης.

Η λύση της αφαλάτωσης είναι μια καλή τεχνοοικονομικά επιλογή, εκεί όπου υπάρχει ανάγκη για νερό και άρα για επιβίωση. Σχετικές μελέτες για συγκεκριμένα νησιωτικά μέρη έχουν δείξει ότι πρόκειται για μια βιώσιμη και κερδοφόρα επένδυση για οποιονδήποτε επιχειρήσει την υλοποίησή της, δημοτική ή κοινοτική επιχείρηση, ακόμα και το Δημόσιο.

Παρά το γεγονός ότι η μέθοδος της αφαλάτωσης θα μπορούσε να αποτελέσει λύση στο πρόβλημα της έλλειψης νερού, δεν είναι άμοιρη επιπτώσεων. Το συμπύκνωμα της πυκνής άλμης επιστρέφει στη θάλασσα με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αλατότητα του νερού σε αρκετή απόσταση από το σημείο εξόδου και να επηρεάζεται το θαλάσσιο οικοσύστημα. Επομένως απαιτείται πολύ προσεκτική μελέτη, ανάλογα με την περιοχή, που αφορά στη θέση του σημείου απόρριψης της άλμης. Επιπλέον, το αντλούμενο νερό προχλωριώνεται για την προστασία των μεμβρανών, το κόστος των οποίων είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Κατά συνέπεια τα αποπλύματα των μεμβρανών καταλήγουν στη θάλασσα μαζί με το συμπύκνωμα της άλμης, επιβαρύνοντας περισσότερο το θαλάσσιο οικοσύστημα.

Οι χώρες χρησιμοποιούν την αφαλάτωση για να λύσουν τα επείγοντα προβλήματα που προκύπτουν από την έλλειψη του νερού, ζυγίζοντας αυτά με τις όποιες επιπτώσεις επιφέρει η αφαλάτωση.Η αφαλάτωση είναι μια μέθοδος που μπορεί να προσφέρει ικανοποιητική ποιότητα και ποσότητα πόσιμου νερού, ανεξάρτητα από το κλίμα της περιοχής και επιβάλλεται να επιδιωχθεί σαν λύση. Όμως είναι αδύνατον να καλύψει όλες τις ανάγκες ύδρευσης, πρέπει να λειτουργεί συμπληρωματικά σε μια ευρύτερη πολιτική ολοκληρωμένης διαχείρισης υδατικών πόρων και επ’ουδενί πρέπει να αντικαταστήσει τις προσπάθειες για συλλογή του βρόχινου νερού, τον περιορισμό των διαρροών από το δίκτυο ύδρευσης, και την επιλογή κατάλληλων καλλιεργειών στην αγροτική παραγωγή που δεν είναι υδροβόρες, έτσι ώστε να γίνεται η μέγιστη εξοικονόμηση νερού

Η αφαλάτωση ίσως αποτελεί την μελλοντική ελπίδα της ανθρωπότητας, όχι πιθανώς για την παραγωγή γλυκού νερού σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν πηγές φυσικού νερού, αλλά για όλες τις περιοχές της γης και κυρίως για τα μεγάλα αστικά κέντρα όπου το υπάρχον μολυσμένο νερό θα καθαρίζεται πλέον με μια από τις μεθόδους αφαλάτωσης.

Η πτυχιακή αυτή εργασία έχει ως στόχο να παρουσιάσει συστήματα αφαλάτωσης νερού τροφοδοτούμενα από ενδεδειγμένες λύσεις οι οποίες είναι ταυτόχρονα προσιτές στην αγορά, ώστε να αντιμετωπιστεί καλύτερα το πρόβλημα της έλλειψης νερού που αντιμετωπίζεται σήμερα και το οποίο αναμένεται μελλοντικά να γίνει ακόμα πιο έντονο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΩΣΜΩΣΗ

3.1 Γενικές Πληροφορίες

Κατά τη διάλυση ενός σώματος στο νερό ή οποιοδήποτε άλλο διαλύτη, λαμβάνει χώρα τόσο η διάχυση των μορίων του διαλυόμενου σώματος , διά μέσου των μορίων του νερού, όσο και των μορίων του νερού δια μέσου των μορίων του διαλυόμενου σώματος, έως ότου σχηματιστεί ομογενές διάλυμα.

Η διάχυση των μορίων του νερού γίνεται όχι μόνο μεταξύ του καθαρού νερού και ενός διαλύματος, αλλά και μεταξύ δύο διαλυμάτων διαφορετικής συγκέντρωσης , και βεβαίως τείνει πάντα από το διάλυμα μικρότερης συγκέντρωσης προς αυτό της μεγαλύτερης.

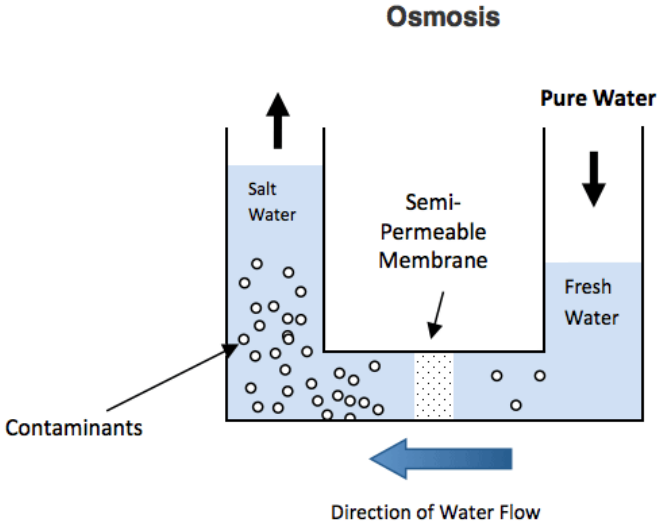
Το φαινόμενο αυτό της διάχυσης μέσω μίας ημιπερατής μεμβράνης από το διάλυμα της μικρότερης προς το διάλυμα της μεγαλύτερης συγκέντρωσης ονομάζεται <<όσμωση>>.

3.2 Ώσμωτική Πίεση

Παρακάτω θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στην όσμωση και θα δώσουμε συγκεκριμένα διαγράμματα και περιγραφές τα οποία βοηθούν στην περαιτέρω κατανόηση του φαινομένου.

Λαμβάνουμε ένα δοχείο πλήρους καθαρού ύδατος και εντός αυτού τοποθετούμε θαλάσσιο νερό (*Εικόνα 2.1*), το οποίο διαχωρίζεται από μία ημιπερατή μεμβράνη από το καθαρό νερό. Η επικρατούσα πίεση και στις δύο περιοχές είναι η συνηθισμένη ατμοσφαιρική Pa.

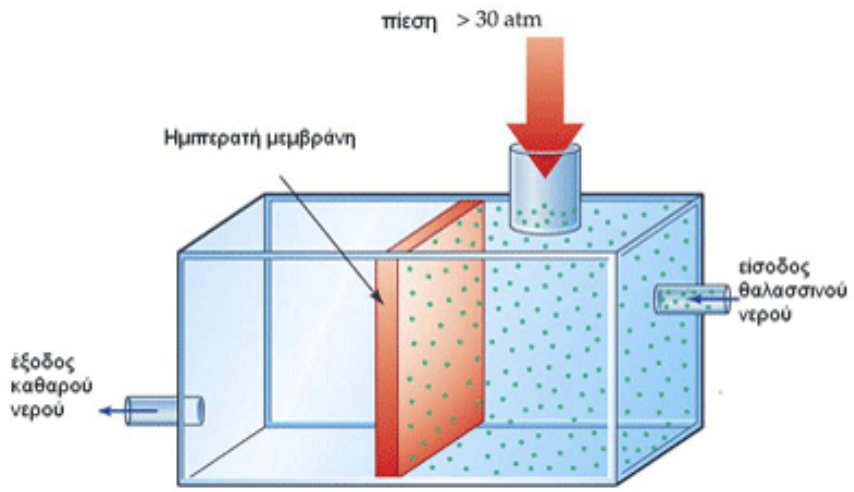
Εικόνα 2.1:



Επειδή μεταξύ των δύο πλευρών της μεμβράνης υπάρχει διαφορά δυναμικού, διαπιστώνουμε τη μοριακή διάχυση του νερού δια μέσου των μοριακών ανοιγμάτων τα οποία σχηματίζονται από την κατασκευή - δομή της ημιπερατής μεμβράνης προς το αλμυρό νερό. Τα μόρια του νερού έχουν μεγαλύτερη κινητικότητα από τα μόρια των αλάτων με αποτέλεσμα να μην διαπερνούν την ημιπερατή μεμβράνη οπότε παραμένουν στον ίδιο χώρο .

Το καθαρό νερό που διαχέεται μέσο της ημιπερατής μεμβράνης στο χώρο του πυκνού διαλύματος μειώνει τη συγκέντρωση αλάτων αυτού, ενώ ταυτοχρόνως αραιώνει το αλμυρό νερό με παράλληλη αύξηση της πίεσης από το χώρο της άλμης. (*Εικόνα 2.2*)

Εικόνα 2.2:



Η πίεση εμφανίζεται ως υδροστατική διαφορά μεταξύ της στάθμης των δύο διαλυμάτων. Η πίεση αυτή σταδιακά περιορίζει τη ροή του καθαρού νερού προς το αλμυρό.

Για ένα ζεύγος τιμών όπου η συνεχής ελάττωση της ποσότητας του καθαρού νερού και η αύξηση της υδροστατικής πιέσεως αντισταθμίζουν τη ροή εμφανίζοντας μια κινητική ισορροπία όπου το νερό ρέει και προς τις δύο κατευθύνσεις, η υδροστατική πίεση η οποία δημιουργείται από το φαινόμενο της όσμωσης και κατ' επέκταση εμφανίζεται η κινητική ισορροπία η οποία καλείται οσμωτική πίεση.

Εάν επί του διαλύματος του θαλασσινού νερού εφαρμόσουμε μια εξωτερική πίεση μεγαλύτερη της οσμωτικής (*Εικόνα 2.2*) τότε τα μόρια το θαλασσινού νερού διέρχονται δια μέσου της ημιπερατής μεμβράνης στην άλλη πλευρά του καθαρού ύδατος. Τα δε άλατα μη μπορώντας να διέλθουν μέσω της μεμβράνης παραμένουν σε αυτό το χώρο. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ανάστροφη ή αντίστροφη όσμωση.

Διά της μεθόδου της αντίστροφης όσμωσης διαχωρίζεται το θαλασσινό νερό από τα άλατά του και με τις απαραίτητες επεξεργασίες καθίσταται διαυγές, καθαρό και πόσιμο.

3.3 Μεμβράνες

Ως πιο απλή μεμβράνη διαχωρισμού μείγματος στερεού- υγρού (και κατ' επέκταση και για το θαλασσινό νερό) μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το διηθητικό χαρτί με πόρους κατάλληλης διαμέτρου, ανάλογα με τις διαστάσεις των κόκκων του στερεού, που βρίσκονται εντός του υγρού.

Οι ημιπερατές μεμβράνες είναι η περγαμηνή και άλλες ζωικές, όμως αυτές με την πάροδο του χρόνου και τις χρήσεις γίνονται διαπερατές, οπότε είναι ικανές μόνο για ελάχιστες απαιτήσεις. Οι συνθετικές μεμβράνες που χρησιμοποιούνται στην αντίστροφη όσμωση κατασκευάζονται από νιτρική ή οξική κυτταρίνη σε πολύ λεπτές κοίλες ίνες που έχουν διάμετρο ανθρώπινης τρίχας.

Για τις διεργασίες αντίστροφης όσμωσης υπό πίεση υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι μεμβρανών, που ανάλογα με την κατασκευάστρια εταιρεία παρουσιάζουν τεχνολογικές διαφορές, η βασική όμως αρχή λειτουργίας παραμένει η ίδια.

Τα είδη μεμβρανών που υπάρχουν στο εμπόριο είναι τα κάτωθι :

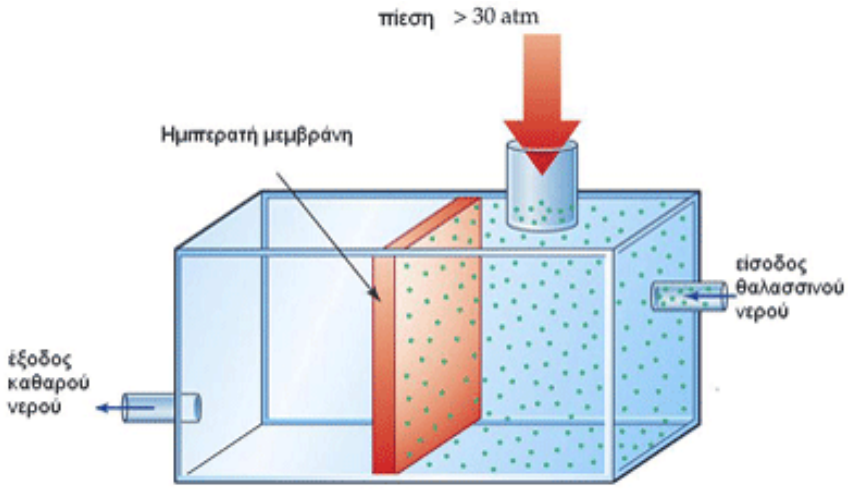
- Στοιχείο μεμβράνης κοίλων ινών
- Στοιχεία μεμβράνης ελικοειδούς περιελίξεως
- Στοιχείο μεμβράνης σωληνοειδούς
- Στοιχείο μεμβράνης δυσκοειδούς??

Γνωστοί οίκοι κατασκευής μεμβρανών για υφάλμυρο και θαλασσινό νερό είναι οι: FILMTEK Αμερικής , OSMONICS Αμερικής , DESAL Αμερικής.

3.4 Σύστημα Αντίστροφης ώσμωσης

Ένα σύστημα αντίστροφης όσμωσης αποτελείται από τέσσερα κυρίως στοιχεία/ διαδικασίες : **Α)** προεπεξεργασία **Β**) θέση υπό πίεση **Γ**) διαχωρισμό μεμβράνης **Δ**) σταθεροποίηση μετά την επεξεργασία. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει τα βασικά στοιχεία του συστήματος αντίστροφης όσμωσης.

Εικόνα 2.2:



Α) Προεπεξεργασία

Το εισερχόμενο νερό τροφοδοσίας υφίσταται προεπεξεργασία για να είναι συμβατό με τις μεμβράνες, αφαιρώντας τα αιωρούμενα στερεά, με ρύθμιση pH και την προσθήκη ενός αναστολέα κατωφλίου, ο οποίος ελέγχει την καθαλάτωση που προκαλείται από συστατικά όπως το θειϊκό ασβέστιο.

Β) Θέση υπό πίεσης

Η αντλία αυξάνει την πίεση του προεπεξεργασμένου νερού τροφοδοσίας σε μία πίεση λειτουργίας κατάλληλη για τη μεμβράνη και την αλατότητα του νερού τροφοδοσίας.

Γ) Διαχωρισμός

Οι υδατοπερατές μεμβράνες εμποδίζουν τη διέλευση διαλυμένων αλάτων, ενώ επιτρέπουν τη διέλευση στο αφαλατωμένο παραγόμενο νερό. Η εφαρμογή του νερού τροφοδοσίας στο συγκρότημα των μεμβρανών έχει αποτέλεσμα μία ροή παραγόμενου γλυκού νερού και μία ροή συμπυκνώματος απόβλητης άλμης. Επειδή καμία μεμβράνη δεν αποκλείει τέλεια τα διαλυμένα άλατα, ένα μικρό ποσοστό άλατος διαπερνά τη μεμβράνη και παραμένει στο παραγόμενο νερό. Οι μεμβράνες για αντίστροφη όσμωση υπάρχουν σε διάφορες διαμορφώσεις. Δύο από τις πιο δημοφιλείς είναι οι ελικοειδώς περιελιγμένες και αυτές των λεπτών ινών με κοιλότητα. Συνήθως είναι κατασκευασμένες από οξικό εστέρα κυτταρίνης, αρωματικά πολυαμίδια ή, τώρα πλέον, σύμπλοκα πολυμερή λεπτής μεμβράνης. Και οι δύο χρησιμοποιούνται για αφαλάτωση υφάλμυρου και θαλασσινού νερού, αν και η συγκεκριμένη μεμβράνη και η κατασκευή του δοχείου πίεσης διαφέρει ανάλογα με τις διαφορετικές πιέσεις λειτουργίας που χρησιμοποιούνται για τους δύο τύπους νερού τροφοδοσίας.

Δ) Διαχωρισμός

Το παραγόμενο νερό από το συγκρότημα μεμβρανών συνήθως χρειάζεται ρύθμιση του pH και απαέρωση πριν μεταφερθεί στο σύστημα διανομής για χρήση ως πόσιμο νερό. Το προιόν περνά από μία στήλη αερισμού όπου το pH αυξάνεται από μία τιμή κοντά στο 5 σε μία κοντά στο 7. Σε πολλές περιπτώσεις το νερό αυτό αποβάλλεται σε μία δεξαμενή αποθήκευσης για μεταγενέστερη χρήση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ: ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ RESORT, ΛΑΓΟΝΗΣΙ

4.1 Εισαγωγή

Η παρακάτω μελέτη αφορά την εγκατάσταση μιας μονάδας επεξεργασίας αλμυρού νερού σχεδιασμένο να λειτουργεί με θαλασσινό νερό με ανώτατο όριο TDS τα 40.500 ppm και αναμενόμενη θερμοκρασία νερού τους 20°C. Σκοπός είναι να παράχθεί πόσιμο νερό υψηλής ποιότητας σύμφωνα με τις υψηλότερες προδιαγραφές ποιότητας. Ωστόσο η εγκατάσταση μπορεί να λειτουργήσει και σε διαφορετικές θερμοκρασίες νερού έως 30°C, αλλά το αποτέλεσμα και η ποιότητα του παραγόμενου νερού θα διαφέρει ανάλογα, πάντα όμως εντός των αποδεκτών ορίων του δείκτη TDS για το πόσιμο νερό.

Η προτεινόμενη διαρρύθμιση είναι σχεδιασμένη να παράγει μια ονομαστική ροή των 200 m^3/d πόσιμου νερού και θα περιλαμβάνει κυρίως τα ακόλουθα βήματα:

- Προ-επεξεργασία του αλμυρού νερού
- Μονάδα αντίστροφης όσμωσης
- Εγκατάσταση συστήματος μετεπεξεργασίας και εκ νέου σκλήρυνσης του νερού

4.2 Εξοπλισμός

4.2.1 Εξοπλισμός Προ-επεξεργασίας

- 1 Αυτόματο Dual Media Filter διαμέτρου 1.6 m
- 1 Σύστημα Dual Media Filter με αεροσυμπιεστή πεπιεσμένου αέρα
- 1 Σύστημα αποστείρωσης υπεριώδους ακτινοβολίας
- Σύστημα φιλτραρίσματος κασέτας 5 μm

4.2.2 Εξοπλισμός Χημικής Επεξεργασίας

- 1 Σύστημα τροφοδοσίας υδροχλωρικού οξέος για αλμυρό νερό
- 1 Σύστημα τροφοδοσίας Antiscalant για αλμυρό νερό
- υδροχλωρικού οξέος 1 σύστημα δοσολογίας για νερό διηθήματος
- 1 Καυστική σόδα σύστημα δοσολογίας για νερό διηθήματος
- 1 Νάτριο σύστημα δοσολογίας υποχλωριώδες για τη θέση χλωρίωσης

4.2.3 Εγκατάστασης Αντίστροφης Ώσμωσης

- 1 Αντλία υψηλής πίεσης με soft starter
- 1 Στρόβιλος ανάκτησης ενέργειας
- Πληθώρα μεμβρανών και δοχείων πίεσης
- Πληθώρα συστημάτων σωληνώσεων χαμηλής πίεσης
- Πληθώρα συστημάτων σωληνώσεων υψηλής πίεσης
- 1 Πακέτο Οργάνων μετρήσεων

4.2.4 Ηλεκτρικές συσκευές

- 1 Κέντρο ελέγχου κινητήρα 400V / 3pH / 50Hz
- 1 Σειρά καλωδίων χαμηλής τάσης 24V - 50 Hz
- 1 Φίλτρο συστήματος ελέγχου
- 1 Σειρά καλωδίων ελέγχου

4.2.5 Σύστημα Ελέχγου

- 1 Σειρά οργάνων
- 1 Σειρά συσκευών αυτόματου ελέγχου σημάτων 4-20 mA
- 1 Κεντρική μονάδα ηλεκτρονικού αυτόματου ελέγχου, PLC Siemens
- 1 Πάνελ μίμησης

4.2.6 Βοηθητικός Εξοπλισμός

- 1 Χημική μονάδα καθαρισμού / έκπλυσης μεμβρανών

4.2.7 Σωληνώσεις και Εξαρτήματα Σύνδεσης

- Πληθώρα σωληνώσεων και εξαρτημάτων PVC πίεσης, 904L ανοξείδωτο χάλυβα ή Duplex S.S.
- 1 Σειρά των απαιτούμενων βαλβίδων ελέγχου
- Πληθώρα οργάνων, σωληνώσεις και υποστήριξη βαλβίδων

4.3 Βάση Σχεδιασμού

Η προτεινόμενη μονάδα αφαλάτωσης έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Πίνακας 4.1:

PARAMETER	200 m^3/d SWRO
Water source	Borehole
Product water flow	8,3 m^3/h
Recovery	40 %
Maximum feed Pressure	70 bar
Temperature	20°C

4.3.1 Άνάλυση Σύστηματος Προ-επεξεργασίας

Η επιτυχής μακροπρόθεσμη απόδοση των συστημάτων αντίστροφης όσμωσης (RO:Reverse Osmosis) εξαρτάται από τρεις παράγοντες: α) την προ-επεξεργασία, β) το σχεδιασμό του συστήματος, γ) τη λειτουργία και τη συντήρηση του.

Ο σκοπός της προ-επεξεργασίας είναι να παρέχει την καλύτερη δυνατή ποιότητα νερού στις μεμβράνες RO όσον αφορά τα αιωρούμενα σωματίδια και το βιολογικό φορτίο. Η ανάπτυξη μικροοργανισμών σε μεμβράνες RO μπορεί να επηρεάσει την απόδοση του συστήματος, ακόμα και να καταστρέψει τις μεμβράνες.

Το βιολογικό φορτίο του συστήματος μπορεί να επηρεάσει τρεις παράγοντες: α)Βιολογική αποικοδόμηση της μεμβράνης, β)Βιολογική ρύπανση της μεμβράνης, γ) Την βακτηριδιακή περιεκτικότητα του ύδατος.

Τα στάδια της προ-επεξεργασίας, τα οποία έχουν ληφθεί υπόψη για το έργο αυτό, ώστε να εξαλειφθεί ή να ελαχιστοποιηθεί η δυνατότητα ρύπανσης και βιολογικής αποδόμησης των μεμβρανών καλύπτουν τα εξής:

- Βιολογικό φορτίο
- Κολλοειδή και κροκίδωσης τους
- Κλιμάκωση μεμβράνης
- Σωματίδια

4.3.2 Φιλτράρισμα Dual Media

Το επόμενο βήμα της διαδικασίας της προ-επεξεργασίας λαμβάνει χώρα σε ειδικά σχεδιασμένα και κατασκευασμένα GRP φίλτρα dual media.

Απαραίτητη είναι και η παρουσία φίλτρων άμμου σωστής διαβάθμισης και χαλικιού στο φίλτρο dual media. Επίσης το φίλτρο θα είναι ικανό να παρέχει την απαιτούμενη

ταχύτητα ροής, η οποία θα διακόπτεται κατά τη διάρκεια εργασιών οι οποίες είναι αναγκαίες για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων κατά τη διάρκεια όλου του έτος, με ελάχιστη συντήρηση κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου.

Η συχνότητα οπισθοπλύσης είναι συνήθως μία φορά κάθε 24-48 ώρες. Το ποσοστό του νερού οπισθοπλύσης θα είναι το πολύ 25 $m^3/m^2/h$, με τη χρήση ακατέργαστου νερού. Η ακολουθία οπισθοπλύσης θα είναι αυτόματη, με τη χρήση βαλβίδων πεπιεσμένου αέρα βαλβίδες.

4.3.3 Σύστημα Από-βακτηρίωσης

Για να αποφευχθεί η βακτηριακή ρύπανση έχει συμπεριληφθεί ένα σύστημα υπεριώδους αποστείρωσης.

4.3.4 Όξυνση

Προκειμένου να αποτραπεί η εναπόθεση CaCO3 στις μεμβράνες, μια μικρή δοσολογία υδροχλωρικού οξέως εισάγεται στο αλμυρό νερό. Η προβλεπόμενη δοσολογία έτσι ώστε να υπάρξει πτώση του αλμυρού νερού από pH 8,2 σε pH 7,2 είναι 42 mg/l HCl 32% περίπου. Το πυκνό (32%. HCl) οξύ αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή 120 λίτρων.

4.3.5 Σύστημα Φιλτραρίσματος Φυσιγγίων

Μετά τη διήθηση και όξυνση του νερού, αυτό περνά μέσα από ένα σύστημα που αποτελείται από φυσίγγια φιλτραρίσματος, τα οποία εξουδετερώνουν την ενδεχόμενη υπολειπόμενη θολότητα του νερού. Αποτελεί ουσιαστικά μια λειτουργία ασφαλείας για το σύστημα R.O.

Τα φυσίγγια φιλτραρίσματος που προτείνεται να χρησιμοποιηθούν στις εγκαταστάσεις θα πρέπει να έχουν ένα βαθμό διατήρησης των 5 μικρομέτρων τα οποία είναι ένα ανυπέρβλητο εμπόδιο για τις ουσίες που μπορούν να βλάψουν ή να φράξουν τις μεμβράνες.

Η απόδοση των φυσιγγίων φιλτραρίσματος και η διάρκεια ζωής τους εξαρτώνται αποκλειστικά από την ποσότητα των ακαθαρσιών στο τροφοδοτούμενο νερό. Όταν τα φυσίγγια παρεμποδίζονται, το νερό δεν μπορεί να τα διαπεράσει πια, και, κατά συνέπεια, αυτό προκαλεί χαμηλή πίεση στην είσοδο του συστήματος R.O. Η απώλεια της αποτελεσματικότητας είναι βαθμιαία και μπορεί να παρατηρηθεί στους μετρητές πίεσης στην είσοδο και στην έξοδο των οργάνων διήθησης.

4.3.6 Σύστημα Αντίστροφης Όσμωσης (R.O)

Μετά την διαδικασία προ-επεξεργασίας το νερό διαπερνά τπ φίλτρο των 5 μικρομέτρων και από εκεί μέσω μιας αντλίας υψηλής πίεσης αυτό διηθήζεται μέσω των μεμβρανών RO.

Η εγκατάσταση θα πρέπει είναι αυτοδύναμη σε ως προς όλες τις πτυχές της, όπως ο ελέγχος και η μόνωση της ενέργειας, προκειμένου εκείνη να λειτουργεί ανεξάρτητα. Η μονάδα αλμυρού νερού εχεί σχεδιαστεί με σκοπό το ποσοστό ανάκτησης νερού να αγγίξει το 40%, ενώ η ικανότητα παραγωγής της θα είναι 8,3 m^3/hr σε θερμοκρασία 20°C με τροφοδοσία νερού αλατότητας 40.500 mg/l.

4.3.7 Μεμβράνες

Η μονάδα SWRO θα είναι εξοπλισμένη με υψηλής παραγωγικότητας, σπειροειδή λεπτές μεμβράνες μεμβράνη για να επιτραπεί η ελάχιστη παραγωγή στους 20 ° C.

Πίνακας 4.2

PARAMETER	SWRO 200 m^3 / d
Array	4 Pressure vessel x 5 elements
Manufacturer/model	Hydranautics/SWC3 Ropur/SU-820-FA Filmtec/ SWHR-380 KOCH/TFC 2832 HF
Configuration	Spiral wound
Type	Thin film composite polyamide
Recovery ratio	40 %
Max. operating pressure bar	70
Feed water pH range	6,5 ÷ 7,5
Diameter mm (inch)	201.9 (8)
Length mm (inch)	1016 (40)
Nominal salt rejection %	99.6
Nominal salt rejection %	99.6

4.3.8 Βαλβίδες Πίεσης

Πίνακας 4.3

	SWRO 200 m^3 / d
Quantity	4 units
Manufacturer/model	Phoenix, Code line, Knappe Bekaert or equivalent
Material	Glass reinforced epoxy res

4.4 Χημικό σύστημα καθαρισμού μεμβρανών

Οι χημικές απαιτήσεις καθαρισμού μεμβρανών συνδέονται στενά με την ποιότητα του τροφοδοτούμενου αλμυρού νερού, τη γενική απόδοση της εγκατάστασης, τη λειτουργία και τη συντήρηση, στενή παρακολούθηση της απόδοσης της μονάδας RO και τα προσόντα του προσωπικού της εγκατάστασης.

Συχνότητα της ανάγκης χημικού καθαρισμού επομένως σχετίζεται με τους παραπάνω παράγοντες. Μπορεί επίσης να προσδιοριστεί με οποιαδήποτε από τα ακόλουθα:

- Υψηλή διαφορική πίεση (τροφοδοσία/συμπύκνωμα)
- Απώλειες παραγωγικότητας (ροή προϊόντος νερού)
- Χαμηλή ποιότητα του προϊόντος νερού

4.5 Σύστημα μετεπεξεργασίας

Το διηθημένο νερό που ρέει από τις στοίβες μεμβρανών R.O έχει χαμηλό ρΗ, χαμηλή συνολική σκληρότητα, χαμηλή περιεκτικότητα σε όξινα ανθρακικά και αρνητικό LSI. Ως εκ τούτου, μετεπεξεργασία πρέπει να πραγματοποιηθεί για να διορθώθούν οι παραπάνω παράμετροι.

Το προτεινόμενο σύστημα μετεπεξεργασίας αποτελείται από:

- Σύστημα δοσολογίας HCl σύστημα έτσι ώστε να αυξηθεί η περιεκτικότητα σε CO2 στο διηθημένο νερό.
- Επανασκληρυντηκός σταθμός για τη διόρθωση του ρΗ και την αύξηση της περιεκτικότητας του νερού σε ασβέστιο και μαγνήσιο.
- Μονάδα καυστικής σόδας για την αύξηση του pH και την επιβεβαίωση ότι το επεξεργασμένο νερό έχει θετικό LSI.
- Μονάδα εισαγωγής υποχλωριώδους νατρίου για την επιβεβαίωση ότι το τελικό επεξεργασμένο νερό είναι απαλλαγμένο από βακτήρια.
- Το διηθημένο νερό το χαμηλό ρΗ διέρχεται μέσω ενός συστήματος επανασκλήρυνσης που περιέχει ένα αλκαλικό υλικό φιλτραρίσματος το οποίο ονομάζεται Δολομίτης. Αυτό το υλικό αποτελείται από κόκκους που λαμβάνονται από επιλεγμένα βράχη δολομίτη και βοηθά καταλυτικά στην αύξηση της συγκέντρωσης του ασβεστίου, του μαγνησίου και όξινων ανθρακικών ιόντων, τα οποία είναι φυσιολογικά και χημικά ανθεκτικό στη διάβρωση.

4.6 Προδιαγραφές Εξοπλισμού

4.6.1 Χαρακτηριστικά Εγκατάστασης Αντίστροφης Ώσμωσης

Πίνακας 4.4

Type of feed water	sea water from beach well
Max flow rate of feed water	20,8 m^3/h
Max. salinity (TDS) of feed water	40.500 mg/l
Treated water (permeate) flow rate	8,3 m^3/h
Max treated water (permeate) salinity	< 500 mg/l
System recovery Raw water quality	40%

Πίνακας 4.5: Ποιότητα Ακατέργαστου Νερού

Turbidity	max. 0,2 NTU
Micro-organisms	0 TC/ml
Hydrocarbons, oxidising elements and oils	absent
Iron, manganese, silt	absent
Any substance that may harm the membranes	absent
SDI 15 of raw water	max. 2.5
pH	max. 8,2
Running temperature	18-30 °C
Project temperature	20 °C

4.7 Περιγραφή Κύριων Εξαρτημάτων Εγκατάστασης

4.7.1 Αεροσυμπιεστής

Πινακας 4.5

Max running pressure	bar	10
Normal running pressure	bar	7
Max environment temperature	^oC	35
Min environment temperature	^oC	5
Drive shaft speed – 50 Hz	Rev/min	1500
Delivery at nominal speed – 50Hz	Nm^3/h	7
Engine Power	kW	1,1
Safety valve opening pressure	bar	11
Electrical energy	Volt/Hz	220/50

Πίνακας 4.6: Αντλία τροφοδοσίας

Service	Feed sand filter
Quantity pump	1 installed
Type	Submersible with inverter
Supplier	Grundfos
Model	SP 30-8 R
Material	AISI 904 L stainless steel
Project flow rate	20.8 m^3/h
Max flow rate	36 m^3/h
Project head	5.5 bars
Speed	2900 rpm
Seal	Mechanical
Motor	Closed
Installed power	7.5 kW
Electrical energy	400V/3hp/50 Hz

4.7.2 Φίλτρο Άμμου

Πίνακας 4.7: Μηχανικό Φιλτράρισμα

Quantity of filters	1
Cleaning	Automatic
Elecronic programmer to command the working phase and the washing	By time and/or manual

Πίνακας 4.8: Χαρακτηριστικά

Medium flow rate	20.8 m^3/h
Max cleaning flow rate	36 m^3/h
Duration cleaning	15-25
Max. Pressure drop	1 bar
Diameter	1,600 mm
Project pressure	4 bar
Hydraulic test pressure	6 bar
Material	GRP
Type of valves	Pneumatic actuated butterfly valves

Κατασκευες απο χαλυβα

Κάθετη κυλινδρική δεξαμενή αποθήκευσης κατασκευασμένη από GRP με ανοιχτούς πυθμένες, συμπεριλαμβανομένων φρεατίων, πορτών επιθεώρησης και λαβών ανύψωσης.

Σύστημα διανομής νερού

Η ροή του νερού επιτυγχάνεται αψόγως μιας και διανέμεται στα εκάστοτε φίλτρα μέσω των ανώτερων και κατώτερων διαχυτών.

Υλικό φιλτραρίσματος

Το φίλτρα αποτελούνται από (ανώτερο έως κατώτερο):

- χαλαζίτη με ειδική κοκκομετρία, υψηλό επίπεδο χαλαζίτη και υψηλού ειδικού βάρους.
- σίλικα κλίνη στην οποία ο διανομέας έχει εισαχθεί.

Εικόνα 4.1

Hydranautics Membrane System Design Software, v. 8.00 (c) 2002 07/11/2003
BASIC DESIGN

RO program licensed to:	O.S.		
Calculation created by:	GS		
Project name:	A31094 C. PASSAS	Permeate flow:	8.3 m3/hr
HP Pump flow:	20.8 m3/hr	Raw water flow:	20.8 m3/hr
Recommended pump press.:	66.3 bar		
Feed pressure:	63.5 bar	Permeate recovery ratio:	40.0 %
Feedwater Temperature:	20.0 C(68F)		
Raw water pH:	8.20	Element age:	3.0 years
Acid dosage, ppm (32%):	38.8 HCl	Flux decline % per year:	7.0
Acidified feed CO2:	11.7	Salt passage increase, %/yr:	10.0
Average flux rate:	12.1 l/m2-hr	Feed type:	Seawater - well

Stage	Perm. Flow m3/hr	Flow/Vessel Feed m3/hr	Conc m3/hr	Flux l/m2-hr	Beta	Conc.&Throt. Pressures bar	bar	Element Type	Elem. No.	Array
1-1	8.3	5.2	3.1	12.1	1.06	63.0	0.0	SWC3	20	4x5

Ion	Raw water mg/l	Raw water meq/l	Feed water mg/l	Feed water meq/l	Permeate mg/l	Permeate meq/l	Concentrate mg/l	Concentrate meq/l
Ca	464.0	23.1	464.0	23.1	1.12	0.1	772.6	38.5
Mg	1370.0	112.8	1370.0	112.8	3.32	0.3	2281.1	187.7
Na	12748.8	554.3	12748.8	554.3	148.01	6.4	21149.3	919.5
K	412.0	10.6	412.0	10.6	5.97	0.2	682.7	17.5
NH4	0.1	0.0	0.1	0.0	0.00	0.0	0.2	0.0
Ba	0.100	0.0	0.100	0.0	0.000	0.0	0.167	0.0
Sr	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0
CO3	0.4	0.0	0.6	0.0	0.00	0.0	1.1	0.0
HCO3	167.0	2.7	158.6	2.6	2.99	0.0	262.4	4.3
SO4	2832.0	59.0	2832.0	59.0	7.45	0.2	4715.0	98.2
Cl	22650.0	638.9	22662.0	639.3	237.90	6.7	37611.5	1061.0
F	1.4	0.1	1.4	0.1	0.03	0.0	2.3	0.1
NO3	1.0	0.0	1.0	0.0	0.08	0.0	1.6	0.0
SiO2	5.0		5.0		0.04		8.3	
TDS	40651.8		40655.7		406.9		67488.2	
pH	8.2		7.2		5.7		7.6	

Εικόνα 4.2

Hydranautics Membrane System Design Software, v. 8.00 (c) 2002 07/11/2003
BASIC DESIGN

RO program licensed to: O.S.			
Calculation created by: GS			
Project name: A31094 C. PASSAS		Permeate flow:	8.3 m3/hr
HP Pump flow:	20.8 m3/hr	Raw water flow:	20.8 m3/hr
Recommended pump press.:	66.3 bar		
Feed pressure:	63.5 bar	Permeate recovery ratio:	40.0 %
Feedwater Temperature:	20.0 C(68F)		
Raw water pH:	8.20	Element age:	3.0 years
Acid dosage, ppm (32%):	38.8 HCl	Flux decline % per year:	7.0
Acidified feed CO2:	11.7	Salt passage increase, %/yr:	10.0
Average flux rate:	12.1 l/m2-hr	Feed type:	Seawater - well

Stage	Perm. Flow m3/hr	Flow/Vessel Feed m3/hr	Conc m3/hr	Flux l/m2-hr	Beta	Conc.&Throt. Pressures bar	bar	Element Type	Elem. No.	Array
1-1	8.3	5.2	3.1	12.1	1.06	63.0	0.0	SWC3	20	4x5

Ion	Raw water mg/l	Raw water meq/l	Feed water mg/l	Feed water meq/l	Permeate mg/l	Permeate meq/l	Concentrate mg/l	Concentrate meq/l
Ca	464.0	23.1	464.0	23.1	1.12	0.1	772.6	38.5
Mg	1370.0	112.8	1370.0	112.8	3.32	0.3	2281.1	187.7
Na	12748.8	554.3	12748.8	554.3	148.01	6.4	21149.3	919.5
K	412.0	10.6	412.0	10.6	5.97	0.2	682.7	17.5
NH4	0.1	0.0	0.1	0.0	0.00	0.0	0.2	0.0
Ba	0.100	0.0	0.100	0.0	0.000	0.0	0.167	0.0
Sr	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0
CO3	0.4	0.0	0.6	0.0	0.00	0.0	1.1	0.0
HCO3	167.0	2.7	158.6	2.6	2.99	0.0	262.4	4.3
SO4	2832.0	59.0	2832.0	59.0	7.45	0.2	4715.0	98.2
Cl	22650.0	638.9	22662.0	639.3	237.90	6.7	37611.5	1061.0
F	1.4	0.1	1.4	0.1	0.03	0.0	2.3	0.1
NO3	1.0	0.0	1.0	0.0	0.08	0.0	1.6	0.0
SiO2	5.0		5.0		0.04		8.3	
TDS	40651.8		40655.7		406.9		67488.2	
pH	8.2		7.2		5.7		7.6	

Εικόνα 4.3

	Raw water	Feed water	Concentrate
CaSO4 / Ksp * 100:	23%	23%	44%
SrSO4 / Ksp * 100:	0%	0%	0%
BaSO4 / Ksp * 100:	424%	424%	788%
SiO2 saturation:	4%	4%	6%
Langelier Saturation Index	1.25	0.23	1.03
Stiff & Davis Saturation Index	0.31	-0.71	0.03
Ionic strength	0.80	0.80	1.33
Osmotic pressure	29.4 bar	29.4 bar	48.8 bar

These calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. No guarantee of system performance is expressed or implied unless provided in writing by Hydranautics.
Hydranautics (USA) Ph:(760)901-2500 Fax:(760)901-2578 info@hydranautics.com
Hydranautics (Europe) Ph: 31 5465 88355 Fax: 31 5465 73288 (10)
Hydranautics Membrane System Design Software, v. 8.00 (c) 2002 07/11/2003
BASIC DESIGN

RO program licensed to: O.S.			
Calculation created by: GS			
Project name: A31094 C. PASSAS		Permeate flow:	8.3 m3/hr
HP Pump flow:	20.8 m3/hr	Raw water flow:	20.8 m3/hr
Recommended pump press.:	66.3 bar		
Feed pressure:	63.5 bar	Permeate recovery ratio:	40.0 %
Feedwater Temperature:	20.0 C(68F)		
Raw water pH:	8.20	Element age:	3.0 years
Acid dosage, ppm (32%):	38.8 HCl	Flux decline % per year:	7.0
Acidified feed CO2:	11.7	Salt passage increase, %/yr:	10.0
Average flux rate:	12.1 l/m2-hr	Feed type:	Seawater - well

Stg	Elem no.	Feed pres bar	Pres drop bar	Perm flow m3/hr	Perm Flux l/m2hr	Beta	Perm sal TDS	Conc osm pres	Concentrate saturation level CaSO4	SrSO4	BaSO4	SiO2	Lang.
1-1	1	63.5	0.1	0.6	18.4	1.12	217.5	33.5	27	0	496	4	0.4
1-1	2	63.4	0.1	0.5	14.7	1.11	256.9	37.6	32	0	573	5	0.5
1-1	3	63.3	0.1	0.4	11.5	1.10	302.1	41.6	36	0	648	5	0.7
1-1	4	63.2	0.1	0.3	8.8	1.08	353.2	45.3	40	0	719	6	0.8
1-1	5	63.1	0.1	0.2	6.9	1.06	407.1	48.7	44	0	786	6	0.9

Εικόνα 4.4

HYDRANAUTICS
A Nitto Denko Corporation
www.membranes.com

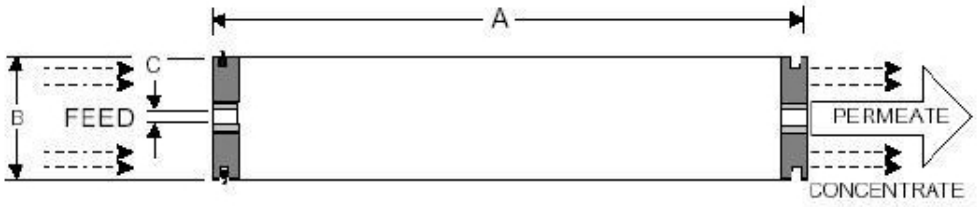
	Membrane Element	SWC3
Performance:	Permeate Flow:	5,900 gpd (22.3 m^3/d)
	Salt Rejection:	
	nominal:	99.7 %
Type	Configuration:	Spiral Wound
	Membrane Polymer:	Composite Polyamide
	Nominal Membrane Area:	370 ft^2
Application Data	Maximum Applied Pressure:	1200 psig (8.27 MPa)
	Maximum Chlorine Concentration:	< 0.1 PPM
	Maximum Operating Temperature:	113 °F (45 °C)
	Feedwater pH Range:	3.0 - 10.0
	Maximum Feedwater Turbidity:	1.0 NTU
	Maximum Feedwater SDI (15 mins):	5.0
	Maximum Feed Flow:	75 GPM (17.0 m^3/h)
	Minimum Ratio of Concentrate to Permeate Flow for any Element	5:1
	Maximum Pressure Drop for Each Element:	10 psi

Εικόνα 4.5

Test Conditions

The stated performance is initial (data taken after 30 minutes of operation), based on the following conditions:

32,000 ppm NaCl
800 psi (5.5 MPa) Applied Pressure
77 °F (25 °C) Operating Temperature
10% Permeate Recovery
6.5 - 7.0 pH Range



A, inches (mm)	B, inches (mm)	C, inches (mm)	Weight, lbs. (kg)
40.0 (1016)	7.95 (201.9)	1.125 (28.6)	36 (16.4)

Notice: Permeate flow for individual elements may vary + or - 15 percent. All membrane elements are supplied with a brine seal, intercennector, and o-rings. Elements are vacuum-sealed in a polyethylene bag containing less than 1.0% sodium meta-bisulfite solution, and then packaged in a cardboard box.

Hydranautics believes the information and data contained herein to be accurate and useful. The information and data are offered in good faith, but without guarantee, as conditions and methods of use of our products are beyond our control. Hydranautics assumes no liability for results obtained or damages incurred through the application of the presented information and data. It is the user's responsibility to determine the appropriateness of Hydranautics' products for the user's specific end uses. 9/03/02

Εικόνα 4.6

bmet17-13-8 CSJ03-5SQC29

```
*****************************************
*   GRUNDFOS BOOSTER - Modules BME/T    *
*            Version 4.3.7              *
*****************************************

*********************************************************
INPUT

Unit Type                       :  BMET
Feed Flow [m3/h]                :  20,80
Feed Pressure [bar]             :  70,00
Concentrate Flow [m3/h]         :  12,50
Concentrate Press. [bar]        :  68,00
Pre-Feed Pressure [bar]         :  2,00
Voltage [Volt]                  :  400
Frequency [Hz]                  :  50
Water Temperature [DegC]        :  20,0
Ambient Temperature [DegC]      :  25,0
Density [kg/m3]                 :  1030

*********************************************************
Customer
       Company                  :
       Address                  :
       City                     :
       Country                  :
       Reference                :
Salesman
       Company                  :
       Reference                :

Date                            :  27. oktober 2003
Time                            :  09:42

*********************************************************
Specified values in ()
*********************************************************
SYSTEM-OUTPUT
=============
Number of Booster Modules                    :   1
Booster module                               :  BMET17-13/8
Motor Type                                   :  IEC 225M2 - 45 [kW]
Calculatet feed flow              [m3/h]     :  20,76 (20,80)
Calculatet concentrate flow       [m3/h]     :  12,49 (12,50)
Calculatet permeate flow          [m3/h]     :  8,32 (8,30)
Calculatet feed pressure          [bar]      :  70,27 (70,00)
Total power consumption (P1)      [kW]       :  41,12
Plant efficiency                  [%]        :  95,8

BME-OUTPUT
==========
Number of stages, BME-pump                   :   13
Calculated pressure, BME-pump     [bar]      :  46,44
Power consumption, BME-pump       [kW]       :  38,53
Efficiency, BME-pump              [%]        :  69,5
Torsion in BME-pump shaft         [Nm]       :  67,72
Pulley diameter, motor            [mm]       :  280
Speed, BME-pump                   [RPM]      :  5433
Number of belt                    [-]        :   3
Safety margin for V-belts         [%]        :  23,7
Dynamic load of bearing           [N]        :  1025
Static tension for belts          [N]        :  820
Deflection of the belts           [mm]       :  3,8
                                  Pagina 1
```

Εικόνα 4.7

	bmet17-13-8 CSJ03-5SQC29		
Deflection force, max	[N]	:	16,6
Deflection force, min	[N]	:	12,0
BMT-OUTPUT			
Number of stages, BMT-pump	[-]	:	8
Calculated pressure, BMT-pump	[bar]	:	21,83
Power, BMT-pump	[kW]	:	19,3
Power, saved by BMT-pump	[kW]	:	20,5
Torsion in BMT-pump shaft	[Nm]	:	38,1
Speed, BMT-pump	[RPM]	:	4844
Turbine Wheel diameter	[mm]	:	185,0
Nozzle diameter	[mm]	:	4,47

Εικόνα 4.8



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΛΗΝΤΥΡΙΑ ΡΟΥΧΩΝ, ΒΙΠΕ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Στο παρακάτω κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε όλα τα απαραίτητα εργαλεία, εξοπλισμό και εργασία που χρειάζεται για την κατασκευή μιας συγκεκριμένης εγκατάστασης.

Πεδίο εφαρμογής της παρακάτω εγκατάσταση είναι μια μονάδα BWRO. 6,0 m^3 / h του ύδατος διηθήματος ύστερα από πλήρη προ-επεξεργασία.

Για την διεκπαιρέωση της παρακάτω μελέτης θεωρήσαμε το διαθέσιμο νερό σε μια υπάρχουσα δεξαμενή ακατέργαστου νερού ως πλήρως καθαρό από βακτήρια. Το σύστημά μας αποτελείται από: μια αντλία, φίλτρο άμμου και το φίλτρο φυσιγγίου ασφάλειας τα οποία χρησιμοποιούνται προκειμένου να εξαλειφθούν όλα τα σωματίδια διαμέτρου άνω των 5 μm παρών στο ακατέργαστο νερό. Η προ-επεξεργασία ακατέργαστου νερού θα αντλείται προς το σύστημα της μονάδας RO με μία αντλία υψηλής πίεσης με τη δυνατότητα ροής διηθήματος 6,0 m^3 / h

Η προτεινόμενη μονάδα θα παρέχεται προ-συναρμολογημένο από το εργοστάσιο, επομένως ελάχιστος χρόνος και εργασίες θα χρειαστούν για την εγκατάστασή του.

5.2 Χαρακτηριστικά της Εγκατάστασης Αντίστροφης Ώσμωσης

CHARACTERISTICS OF THE REVERSE OSMOSIS PLANT	
Type of feed water	Well water
Project flow rate of raw water to the RO unit	10 m^3/h
Salinity of raw water	max 4.500 mg/
Permeate water flow rate	6,0 m^3/h
Product water salinity (TDS)	< 100 ppm
System recovery	max. 65 %

5.3 Ποιότητα Ακατέργαστου Νερού

Raw water quality*	
Turbidity	Max. 1 NTU
Microorganisms, bacteria	absent
Hydrocarbons, oxidizing elements and oils	absent
Any substance that may harm the membranes	absent
SDI 15 of raw water	Max. 2,5
Iron	Absent
Manganese	Absent
Sulphures, H2S, silt	Absent
pH	7-8
Running water temperature	18÷30 °C
Project water temperature	20 °C

Σημείωση: Η πρώτη ανάλυση του νερού θεωρείται η προσφορά μας είναι εκείνη 05/01/2014 μέσω ηλεκτρονικού mail όσο προβολής στο πρόγραμμα ROSA.

5.4 Λίστα κύριων εξαρτημάτων

1. RAW WATER STORAGE TANK

Η δεξαμενή αποθήκευσης πρέπει να έχει ελάχιστο μέγεθος 5 m^3

2. Αντλία Τροφοδότησης

Feed Pump	
Service	Feed the filter
Quantity Pump	1 installed
Type	Horizontal centrifugal
Supplier	Lowara
Model	SHE 32-200/40
Material	AISI 316L
Project flow rate	10 m^3/h
Project head	4.5 bar
Seal	Mechanical
Motor	Closed
Installed Power	4 kW
Electrical Energy	400 Volt / 3ph /50hz
Start by	direct

3. Φίλτρο Άμμου

Quantity of filters	1
Model	FQF 900
Cleaning	Automatic
Electronic programmer to command the working phase and the washing	By time and/or Manual

4. Χαρακτηριστικά

Medium flow rate	10 m^3/h
Max. cleaning flow rate	25 m^3/h
Duration cleaning	15÷25 minutes
Max. pressure drop	1 bar
Diameter	900 mm
Project pressure	5 bar
Hydraulic test pressure	8 bar
Material	GRP
Type of valve	Pneumatic valve SIATA V363F

5. Κατασκευες απο χαλυβα

Κάθετη κυλινδρική δεξαμενή αποθήκευσης GRP με βομβαρδισμένο πυθμένα.

6. Σύστημα διανομής νερού

Η ροή του νερού διανέμεται τέλεια στην επιφάνεια φιλτραρίσματος μέσω των ανώτερων και κατώτερων διαχυτών.

7. Πρόσοψη και αξεσουάρ

- Το φίλτρο έχει ένα μέτωπο για την αυτόματη κατανομή των ροών κατά τη διάρκεια της υπηρεσίας και κατά τη διάρκεια των διαφόρων φάσεων καθαρισμού:
- Σειρά αυτόματων βαλβίδων με εντολοδόχους πεπιεσμένο αέρα με το συσκευή περιορισμού ανοίγματος για την ρύθμιση των ρυθμών ροής και για το τέλος της λειτουργίας.

8. Μέσα Φιλτραρίσματος

Gravel	2-3 mm	75 kg
Sand gross	1-2 mm	125 kg
Sand fine	0,4-0,8 mm	300kg
Anthracite		75 lt

5.5 Σύμπλεγμα Διήθησης Ασφαλείας

Στοιχεία Φιλτραρίσματος	
Material	Polypropylene
Qunatity	5
Height	40”
Retention Power	5 μm

5.6 Αντίστροφη Ώσμωση

5.6.1. Αντικλιμακτικό Σύστημα Δοσολογίας

Αυτή η δοσολογία δεν ελέγχεται ούτε ρυθμίζεται από ένα όργανο. Η δοσομετρική αντλία αρχίζει να λειτουργεί όταν ξεκινά η αντλία υψηλής πίεσης ξεκινά.

Δοχείο Αποθήκευσης	
Model	Chemi V120
Material	PE
Geometrical capacity	120 lt
Quantity	1

5.6.2 Δοσομετρική Αντλία

Δοσομετρική Αντλία **n.1 αντλίες ηλεκτρονικής δοσολογίας με χειροκίνητο έλεγχο της παράδοσης**	
Quantity	1
Model	PDPK 01-05
Flow rate	1 l/h
Max. pressure	5 bar

5.6.3 Σωληνώσεις Υψηλής και Χαμηλής Πίεσεως

ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΥΨΗΛΗΣ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ	
Material high pressure piping	316 L SS
Material for brine side	Duplex stainless steel
Material low pressure piping	PVC PN 10-16 H.R.

5.6.4 ΑΝΤΛΙΑ ΠΙΕΣΕΩΣ

Ν. 1 Η αντλία HP έχει τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά

Quantity	1
Type of pump	Vertical Centrifugal
Supplier	LOWARA
Model	15SV13 N 110T
Project flow rate	10 m^3/h
Pump head	15 bar
Material hydraulic part	Stainless steel AISI 316 L
Installed Power	11 kW
Motor protection degree	IP 55
Motor isolation class	F
Feed tension – frequency	400 V / 3 ph / 50 Hz
Start by	Y / Δ

Quantity	1
Type of pump	Vertical Centrifugal
Supplier	LOWARA
Model	15SV13 N 110T
Project flow rate	10 m^3/h
Pump head	15 bar
Material hydraulic part	Stainless steel AISI 316 L
Installed Power	11 kW
Motor protection degree	IP 55
Motor isolation class	F
Feed tension – frequency	400 V / 3 ph / 50 Hz
Start by	Y / Δ

5.7 Εγκατάσταση Αντίστροφης Ώσμωσης

Model	OSMO B 6 AM
Requested flow rate of raw water	10 m^3/h
Feed water temperature	20^o C
Max salinity of raw water	4.500 mg/l
Flow rate of permeate produced water	6 m^3/h
Max. salinity of permeate water (TDS)	500 ppm
Pressure of produced water	Max. 0,3 bar
Max. pressure of concentrate	3 bar

5.7.1 Ολίσθηση

Material	Stainless Steel supporting also the cleaning facility

5.7.2 Ωσμωτικές Μεμβράνες

Number of membranes used	6
Manufacturer	Filmtec
Model	BW30 HR 440i or HRLE 440 i
Type	Polyamide spiral wound (TFC)
Diameter membrane	8”
Length membrane	40”

5.7.3 Δοχεία Πιέσεως

Number of vessels	3 (2 membranes for each vessel)
Supplier	Wave Cyber, ROPV
Material	GRP 450 psi
Diameter	8”
Type of closing	By Spring

5.7.4 Όργανα

Μετρητής Ροής

Μετρητές ροής, τύπος μεταβλητής περιοχής, εγκατάσταση στο διήθημα, ανακύκλωσης και γραμμές άλμης.

Μετρητές Πίεσης

Μετρητές πίεσης αποθηκεύονται σε γλυκερίνη με ακτινική σύνδεση.

Διακόπτες πίεσης

Διακόπτες πίεσης για υψηλό διήθημα και χαμηλής πίεση σε γραμμή αναρρόφησης HPP.

Αγωγιμόμετρο

Ηλεκτρονικός ψηφιακός μετρητής αγωγιμότητας, προς εγκατάσταση στην γραμμή διηθήματος.

Διακόπτης Στάθμης

Διακόπτης χαμηλής στάθμης για δεξαμενές καθαρισμού και δοσολογίας.

Σύστημα έκπλυσης νερού καθαρισμού και διηθήματος

Η εγκατάσταση αντίστροφης όσμωσης είναι εξοπλισμένη με συσκευές καθαρισμού για τις οσμωτικές μεμβράνες. Η αντλία χημικού καθαρισμού είναι η κύρια HPP.

5.7.5 Προπαρασκευαστική Δεξαμενή Αποθήκευσης

Volume	300lt
Accessories	Discharge Level Overflow Level Switch

Αυτή είναι η δεξαμενή αποθήκευσης όπου παρασκευάζονται τα διαλύματα καθαρισμού. Είναι κατασκευασμένο σε PE.

Η φιλοσοφία ελέγχου και η υδραυλική και ηλεκτρική σύνδεση παρέχονται από την OSMO SISTEMI S.r.l.

5.7.6 Πλακέτα με μικροεπεξεργαστή SIRIO και MIMIC διάγραμμα

PANEL BOARD WITH SIRIO MICRO-PROCESSOR AND MIMIC DIAGRAM	
Tension	380 -415 v / 3ph + N +G / 50 Hz
Material	Painted plate
Protection degree	IP 55
Opening	Door with proper key
Installed on the front	Tension switch 0/1 Start-up switch AUT/ 0 / MAN Functioning LED LEDs indication block(s) Functioning hour meter Identification label of plant with registration number for previously described analyser
Electrical panel board with microprocessor SIRIO for fully automatic operation is supplied with pre-set functions	Delayed start Rinse on start up and forced stop with filtered water Alarm on high conductivity level Stop on low pressure

	Predisposition of low level of chemicals Permeate water flushing control

Στην οθόνη του μικροεπεξεργαστή Sirio η αγωγιμότητα του προϊόντος νερού και του συνόλου των ωρών εργασίας μπορεί να ελεγχθεί.

Ο μικροεπεξεργαστής μπορεί επίσης να χειριστεί τη φάση χημικού καθαρισμού και την κοινοποίηση συναγερμού μέσω μιμικού διαγράμματος.

Η πλακέτα οτυ πίνακα του πίνακα θα κατασκευαστεί σύμφωνα με τους ισχύοντες κανόνες CE.

ΔΕΝ ΠΑΡΕΧΟΝΤΑΙ ΤΑ ΠΑΡΑΚΑΤΩ

Δεν περιλαμβάνονται οι παρακάτω:

Κατασκευαστικά έργα (κατασκευές μπετόν κλπ.)

Δεξαμενές ακατέργαστου και προϊόντος νερού

Αποβακτηρίωση νερού τροφοδοσίας / συστήματα απολύμανσης
Αντλία μεταφοράς προϊόντος νερού
Υδραυλικές και ηλεκτρικές συνδέσεις από και προς το εργοστάσιο
Τροφοδοσία ακατέργαστου νερού
Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος
Περιβαλλοντική μελέτη
Καταναλωνώμενα υλικά
Επίσημη δοκιμή
Οι δεξαμενές αποθήκευσης του διηθήματος και ακατέργαστου νερού.
Ό, τι δεν αναφέρεται ρητά στην παρούσα προσφορά B30585-L01-02



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Συμπεράσματα

Στο παρακάτω κεφάλαιο θα γίνει μια συνοπτική ανασκόπηση των δύο εργασιών που παρουσιάστηκαν και φυσικά μια ορθολογική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους. Η γενικότερη εικόνα που σχηματίζεται απο την ανάλυση αυτή είναι ότι τα πλεονεκτήματα των εγκατεστημένων μονάδων που παρουσιάστηκαν είναι πολλαπλάσια του κόστους τους ή των εκάστοτε δυσκολιών που μπορεί να παρουσίαζει μια εγκατάσταση.

6.2.1 ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ RESORT, ΛΑΓΟΝΗΣΙ- Χωρητικότητας 200 $μ^3$

Τα οφέλη της συγκεκριμένης εγκατάστης κάλυπτουν μια ευρεία γκάμα βοηθειών για την επιχείρηση που την χρησιμοποιεί αλλά και για το περιβάλλον.

Πιο αναλυτικά, η εγκατάσταση αφαλάτωσης επέτρεψε την ανεξαρτητοποίηση και την αυτονομία της ξενοδοχειακής μονάδας από το δίκτυο της ΕΥΔΑΠ. Αυτό επέτρεψε την καλύτερη λειτουργία της μονάδας καθώς και την αποφυγή πιθανών ελλείψεων νερού λόγω τεχνικών προβλημάτων στο δίκτυο της ΕΥΔΑΠ. Από περιβαλλοντική άποψη η μονάδα αφαλάτωσης επέτρεψε στην ΕΥΔΑΠ να διαθέσει τον όγκο νερού, που δεν κατανάλωνε πια η μονάδα, στους δημότες του Λαγονησίου ή την γενικότερη εξοικονόμηση πολύτιμων πόρων σε μια περιοχή που έχει αντιμετωπίσει κατά καιρούς προβλήματα λειψυδρίας. Επίσης σημαντική είναι και η βελτίωση της ποιότητας νερού που τώρα χρησιμοποιεί το ξενοδοχείο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καταλυτική μείωση βλαβών στον εξοπλισμό (λέβητες, πλυντηήρια, μπόιλερς, παγομηχανές) και τον καλύτερα πλυμένο ιμανισμό. Εν τέλει αυτό σημαίνει μακροζωΐα του ιμανισμού και του εξοπλισμού με πολλές θετικές επιδράσεις για την επιχείρηση και το περιβάλλον, καθώς μειώθηκαν σε σημαντικό βαθμό οι ποσότητες των απορρυπαντικών και μαλακτικών που χρησιμοποιούνται μαζί με το μικρότερο κόστος συντήρησης και ανανέωσης του ιμανισμού και του εξοπλισμού. Τέλος, η επιχείρηση κατάφερε να έχει ουσιαστικά και μακροπρόθεσμα κέρδη μέσα από την μείωση του κόστους, των εκσυγχρονισμό της μονάδας και του εξοπλισμού της. Επίσης, εκμεταλλευόμενοι ένα επενδυτικό πρόγραμμα με ευρωπαϊκή επιχορήγηση το κόστος της εγκατάστασης παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα.

6.2.2 ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ RESORT, ΛΑΓΟΝΗΣΙ- Οικονομικά στοιχεία

Παρακάτω παραθέτονται τα οικονομικά στοιχεία σχετικά με το κόστος του έργου και το συνολικό κόστος ανά $μ^3$ νερού έτσι ώστε να είναι ευδιάκριτο το μέγεθος της μείωσης του κόστους και ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης.

ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΟΥ	
Κόστος Αγοράς	130.000€ +23% ΦΠΑ
Κόστος Μεταφοράς	2.000€ + 23% ΦΠΑ
Κόστος Εργασιών Εγκατάστασης	15.000€ + 23% ΦΠΑ
Κόστος Υποδομών	10.000€ + 23% ΦΠΑ
Συνοιλικό Κόστος Έργου	157.000€ +23% ΦΠΑ

ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ/$μ^3$	
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας/ $μ^3$ Παραγόμενου Νερού	0,67€
Κόστος Αναλωσίμων Service(μεμβράνες, ανταλλακτικά φίλτρα, service) / $μ^3$ Παραγόμενου Νερού	0,28€
Συνολικό Κόστος/ $μ^3$ Παραγόμενου Νερού	0,95€

6.3.1 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΛΗΝΤΥΡΙΑ ΡΟΥΧΩΝ, ΒΙΠΕ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Παρόμοια με την πρώτη μονάδα αφαλάτωσης και η δεύτερη ,η οποία έγινε στη νήσο της Κρήτης, παρουσιάζει ένα πληθωρικό εύρος οφελών προς την επιχείρηση.

Βασικότερο πλεονέκτημα τέτοιων εγκαταστάσεων είναι ότι ο πελάτης μπορεί να επιλέξει μονάδα η οποία παράγει νερό ποιότητας ακριβώς στις απαιτήσεις του, επωμιζόμενος ασφαλώς και το ανάλογο κόστος. Στην συγκεκριμένη εγκατάσταση, μετά από σωστή εκτίμηση των αναγκών και των δυνατοτήτων τους, η ΒΙΠΕ κατάφερε να μειώσει το κόστος σχετικό με τα απορρυπαντικά-μαλακτικά κατά 30%, αφού η υψηλή ποιότητα νερού επέτρεπε την ραγδαία μείωση της ποσότητας των απορρυπαντικών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα και μεγαλύτερη ικανοποίηση των πελατών της επιχείρηση, οπότε και αύξηση του πελατολογίου, και αύξηση του περιθωρίου κέρδους της επιχείρησης και, τέλος, σημαντικά λιγότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Το υψηλής ποιότητας νερό επέτρεψε περαιτέρω μείωση του κόστους λειτουργίας της ΒΙΠΕ καθώς μειώθηκαν τα έξοδα για την συντήρηση του εξοπλισμού, μιας και η εναπόθεση αλάτων ήταν ελάχιστη έως μηδενική. Υπήρξε, επίσης, σημαντική μείωση της στρατσώνας στους ατμολέβητες η οποία συντελεί στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Όλα τα παραπάνω βοηθούν στην μακροζωία όλου του εξοπλισμού της ΒΙΠΕ καθιστώντας την ανάγκη αντικατάστασης του εξοπλισμού πολύ λιγότερο πιθανή.

Τέλος, από τα σημαντικότερη οφέλη της εγκατάστασης για την ΒΙΠΕ ήταν η ανεξαρτητοποίηση από το τοπικό δίκτυο της ΕΥΔΑΠ. Η ΒΙΠΕ μπόρεσε με αυτήν την επένδυση να καθιερώσει την αυτονομία της. Αυτό σημαίνει προφύλαξη από τυχόν ευρείες βλάβες στο σύστημα υδροδότησης ή ελάχιστη επιρροή από εποχές λειψυδρίας όπου ο ευρύτερος πληθυσμός μπορεί να επηρεαστεί. Ταυτόχρονα, οφέλη απολαμβάνει και η τοπική κοινότητα καθώς οι ήδη περιορισμένοι διαθέσιμοι πόροι δεν δέχονται εκμετάλλευση εώς τα όρια τους. Εξοικονομούνται περί τα 150 $μ^3$ νερού καθημερινά, ποσότητα διόλου ευκαταφρόνητη, η οποία παραμένει διαθέσιμη για τα νοικοκυριά του τοπικού δήμου.

Πρέπει να σημειωθεί πως η μονάδα αξιοποιεί μια ήδη υπάρχουσα γεώτρηση στον χώρο του πλυντηρίου. Επίσης η επένδυση πραγματοποιήθηκε μέσω επενδυτικού

προγράμματος με χρηματοδότηση κατά 60% από ευρωπαϊκά κονδύλια, για εξοικονόμηση και αξιοποίηση υδάτινων πόρων, και 40% από ίδια μέσα.

6.3.2 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΛΗΝΤΥΡΙΑ ΡΟΥΧΩΝ, ΒΙΠΕ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ- Οικονομικά στοιχεία

Παρακάτω παραθέτονται τα οικονομικά στοιχεία σχετικά με το κόστος του έργου και το συνολικό κόστος ανά $μ^3$ νερού έτσι ώστε να είναι ευδιάκριτο το μέγεθος της μείωσης του κόστους και ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης.

ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΟΥ	
Κόστος Αγοράς R/O Μονάδας	40.000€ +23% ΦΠΑ
Κόστος Μεταφοράς	1.000€ + 23% ΦΠΑ
Κόστος Εργασιών Εγκατάστασης	6.000€ + 23% ΦΠΑ
Κόστος Υποδομών	4.000€ + 23% ΦΠΑ
Συνοιλικό Κόστος Έργου	51.000€ +23% ΦΠΑ

ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ/$μ^3$	
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας/ $μ^3$ Παραγόμενου Νερού	0,30€
Κόστος Αναλωσίμων Service(μεμβράνες, ανταλλακτικά φίλτρα, service) / $μ^3$ Παραγόμενου Νερού	0,18€
Συνολικό Κόστος/ $μ^3$ Παραγόμενου Νερού	0,48€

6.4 Πιθανές Εφαρμογές Αντίστροφης Ώσμωσης στην Ελλάδα

Λαμβάνουμε αυτήν την ευκαιρία για να επιδείξουμε και να προτείνουμε άλλες εφαρμογές που θα μπορούσε να έχει η αντίστροφη όσμωση στον ελληνικό χώρο, με σκοπό να αναδείξουμε την σημαντικότητα που θα μπορούσε να έχει μια πιθανή ευρεία εφαρμογή της.

Παραθέτουμε παρακάτω μια συνοπτική λίστα:

1. Βιομηχανίες	Φαρμακοβιομηχανίες Βιομηχανίες Καλλυντικών Βιομηχανίες Απορρυπαντικών Χημικές Βιομηχανίες Βιομηχανίες Τροφίμων Βαφεία Ποτοποιίες, Βιομηχανίες Αναψυκτικών
2. Ναυτιλία	Μονάδες θαλασσινού νερού τοποθετούνται στα πλοία (κρουαζιερόπλοια ,Φορτηγά-πλοία)
3.Δήμοι-Κοινότητες- Ξενοδοχειακές μονάδες	Ανάλογα με την γεωγραφική θέση οι δήμοι ή οι κοινότητες αξιοποιούν τους υδάτινους πόρους (πηγάδια , γεωτρήσεις, θαλασσινό νερό) έτσι ώστε να τροφοδοτήσουν το δίκτυό τους με καλής ποιότητας πόσιμο νερό
4. Νοσοκομεία-Κλινικές	Συστήματα Αιμοκάθαρσης: Οι μονάδες αντίστροφης ώσμωσης έδωσαν λύση σε μια δύσκολη εφαρμογή στις μονάδες τεχνικής νεφρού στην νησιωτική Ελλάδα

6.5 Τελικά Συμπεράσματα

Παρακάτω θα προσπαθήσουμε να συνοψίσουμε σε μια απλουστευμένη λίστα τα μεγαλύτερα οφέλη της εφαρμογής της αντίστροφης όσμωσης από οποιαδήποτε επιχείρηση, βασιζόμενοι στην παραπάνω ανάλυση:

- Ανεξαρτητοποίηση-Αυτονομία.
- Αξιοποίηση Υδάτινων Πόρων.
- Χαμηλό Κόστος Παραγωγής.
- Δυνατότητα χρήσης Αιολικής Ενέργειας για την τροφοδοσία συστημάτων αφαλάτωσης.
- Μειωμένος αριθμός βλαβών και μακροζωΐα στα μηχανήματα και τον εξοπλισμό.
- Δυνατότητα χρηματοδότησης για την απόκτηση συστημάτων αντίστροφης όσμωσης μέσω ΕΣΠΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. OSMO SISTEMI (τεχνικά φυλλάδια)

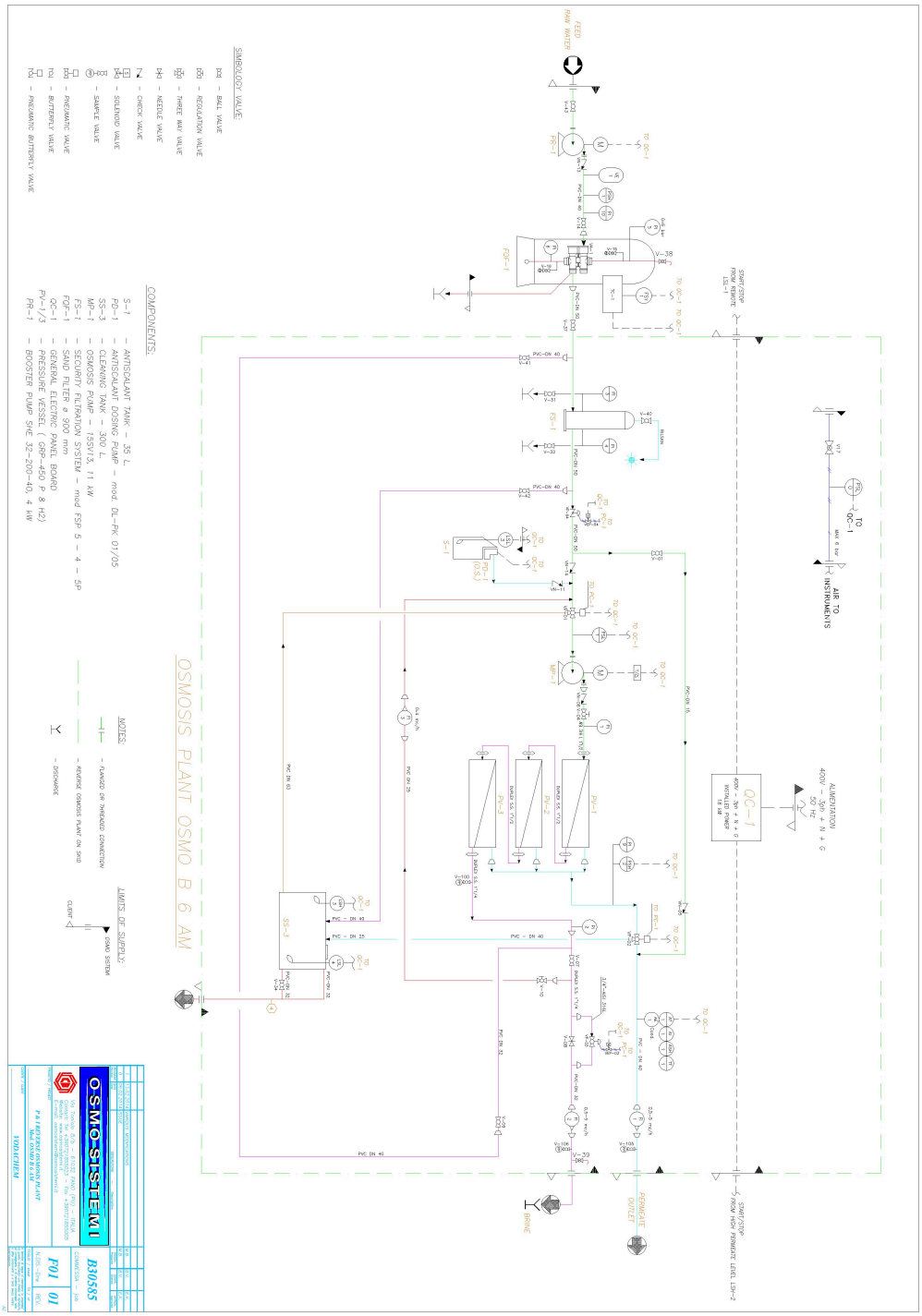
2. Τεχνικά φυλλάδια και σεμινάρια εταιρείας
INTERAQUA

3. Επεξεργασία ύδατος Παναγιώτη Κόλλια Αθήνα 1982

4. Τεχνολογία ύδατος Iban Dobrewski B Mannof μέρος 1ο του
ανώτατου χημικού τεχνολογικού ινστιτούτου
Μπουργκας Βουλγαρία.

5. Τεχνικά φυλλάδια εταιρείας ΤΕΜΑΚ ΑΕ Ηρώδης
Μητσόπουλος 1990.

Παράρτημα



Εγκατεστημένες Μονάδες στην Ελλάδα από την Interacqua

1. Βιομηχανία γλυκών Σαράντη στη Χίο
2. Χυμοί Χίου
3. Ιστορικό ξενοδοχείο Αργέντικον Χίος
4. Ποτοποίια Χίου
5. Hotel Γοργονα Μύκονο
6. Ξενοδοχείο Καλημέρα Κω
7. Βιομηχανία παραγωγής μπίρας Παππαδημητρίου Ρόδο
8. Ιερά Μονή Πάτμου (γυναικεία)
9. Ξενοδοχείο Αυστραλία Λαγανά Ζάκυνθος
10. Πολυτεχνείο Κρήτης
11. Φαρμακοβιομηχανια Anfarm
12. Βιομηχανια καλλυντικών Παπουτσάνης