

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΥΡΟΥ ΑΜ.1931
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΟΥΡΔΟΥΜΠΑΣ
ΙΩΑΝΝΗΣ



Περιεχόμενα

Περίληψη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

<u>Γενικά Στοιχεία</u>	Σελ.8
1.1 Ιστορία των μεθόδων αφαλάτωσης στα αρχαία χρόνια.....	Σελ.9
Τεχνολογίες συμβατικής αφαλάτωσης νερού	
1.2 Αφαλάτωση με βάση την θερμότητα.....	Σελ.10
1.2.1 Απόσταξη πολλαπλής φάσης(πολυβάθμια εκτόνωση)	
1.2.2 Απόσταξη πολλαπλής επίδρασης.....	Σελ.11
1.2.3 Συμπύεση Ατμού.....	Σελ.12
1.2.4 Ενιαία επίδραση εξάτμισης με μηχανική συμπύεση ατμών	
1.2.5 Πολλαπλή απόσταξη με μηχανική Συμπύεση ατμών	
1.3 Αφαλάτωση με διεργασίες μεμβράνης.....	Σελ.14
1.3.1 Αφαλάτωση με ηλεκτροδιάλυση	Σελ.14
1.3.2 Αντίστροφη όσμωση.....	Σελ.15
1.4 Άλλες μέθοδοι αφαλάτωσης.....	Σελ.16
1.4.1 Νανοφιλτράρισμα	
1.4.2 Αφαλάτωση με ψύξη	
1.4.3 Γεωθερμική αφαλάτωση.....	Σελ.17
1.4.4 Ιοντοανταλλαγή.....	Σελ.18
1.5 Κατανάλωση ενέργειας και κόστος αφαλάτωσης κατά την αφαλάτωση νερού.....	Σελ.20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Παραγωγή ενέργειας για την πραγματοποίηση της αφαλάτωσης με ηλιακή ενέργεια

Εισαγωγή στην αφαλάτωση μέσω ηλιακής ενέργειας.....	Σελ.21
Τεχνολογίες αφαλάτωσης με συνδυασμό Φωτοβολταϊκών	
2.1 Αφαλάτωση με σύνδεση φ/β για παραγωγή ενέργειας.....	Σελ.22
2.2 Αντίστροφη όσμωση με λειτουργία της ηλιακής ενέργειας.....	Σελ.23
2.2.1 Αντίστροφη όσμωση θαλασσινού νερού με φ/β	
2.2.2 Αντίστροφη όσμωση υφάλμυρου νερού με φ/β	
2.3 Τεχνολογίες αφαλάτωσης με ηλιακά θερμικά συστήματα.....	Σελ.24
2.3.1 Αντίστροφη όσμωση με θερμικά ηλιακά συστήματα	
2.3.2 Αντίστροφη όσμωση με παραβολικούς ηλιακούς συλλέκτες	
2.3.3 Αντίστροφη όσμωση με ηλιακούς συλλέκτες κενού	
2.4 Ηλιακή πολλαπλή εξάτμιση.....	Σελ.25
2.4.1 Πολλαπλή εξάτμιση με ηλιακή λίμνη	
2.5 Ηλιακή πολύβάθμια εκτόνωση	
2.5.1 Πολυβάθμια εκτόνωση με ηλιακή λίμνη.....	Σελ.27
2.5.2 Πολυβάθμια εκτόνωση με ηλιακούς συλλέκτες	
2.5.3 Ηλιακή συλλέκτες	
2.6 Ηλιακή μηχανική συμπίεση ατμού.....	Σελ.28
2.7 Εξάτμιση πολλαπλής επίδρασης	Σελ.29
2.8 Ηλιακή ηλεκτροδιάλυση.....	Σελ.30
2.9 Κόστη φ/β στοιχείων.....	Σελ.32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Αφαλάτωση με χρήση αιολικής ενέργειας για την πραγματοποίηση αφαλάτωσης

- 3.1 Εισαγωγή ανεμογεννητριών.....Σελ.33
- 3.2 Συνδυασμός αφαλάτωσης με αιολική ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρισμού για την λειτουργία του συστήματος.....Σελ.34
- 3.3 Συνδυασμός ανεμογεννήτριας με αντίστροφη όσμωση.....Σελ.35
- 3.4 Αιολική μηχανική συμπίεση ατμού.....Σελ.35
- 3.5 Κόστη για την εγκατάσταση με ανεμογεννήτριες.....Σελ.36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εφαρμογές της Αφαλάτωσης Παγκοσμίως

- 4.1 Αφαλάτωση στην Αυστραλία.....Σελ.37
 - 4.1.1 Μονάδα αφαλάτωσης στο Περθ
 - 4.1.2 Μονάδα αφαλάτωσης στο Σιδνευ
- 4.2 Αφαλάτωση στις Ηνωμένες πολιτείες.....Σελ.39
 - 4.2.1 Μονάδα αφαλάτωσης στην Καλιφόρνια.....Σελ.40
- 4.3 Μονάδα αφαλάτωσης στο Ισραήλ.....Σελ.41
- 4.4 Μονάδα αφαλάτωσης στο Al - Jubail.....Σελ.42
- 4.5 Μονάδες αφαλάτωσης στα κανάρια νησιά της Ισπανίας.....Σελ.42
 - 4.5.1 Μονάδα αφαλάτωσης Arucas
- 4.6 Μονάδες αφαλάτωσης στην Ελλάδα.....Σελ.43
 - 4.6.1 Αιολική μονάδα αφαλάτωσης Μήλος
 - 4.6.2 Μονάδα αφαλάτωσης στην Κρήτη(ΑΛΜΥΡΟΣ ΠΟΤΑΜΟΣ).....Σελ.44
 - 4.6.3 Πρώτη πλωτή μονάδα αφαλάτωσης (ΥΔΡΙΑΔΑ).....Σελ.45

Εφαρμογές της Αφαλάτωσης στην Νοτιανατολική Μεσόγειο.

4.7 Τα προβλήματα νερού στην Κύπρο.....	Σελ.46
4.8 Μονάδες αφαλάτωσης στην Κύπρο.....	Σελ.48
4.8.1 Μονάδα αφαλάτωσης Δεκέλειας	
4.8.2 Μονάδα αφαλάτωσης στην Λάρνακα.....	Σελ.49
4.8.3 Μονάδα αφαλάτωσης στη Πάφο	
4.8.4 Μονάδα αφαλάτωσης στην Λεμεσό.....	Σελ.50
4.8.4.1 Υπερσύγχρονη μονάδα στην Λεμεσό	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις της Αφαλάτωσης Νερού

5.1 Εισαγωγή των προβλημάτων αφαλάτωσης.....	Σελ.52
5.2Κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων.....	Σελ.53
5.2.1 Άμεσες επιπτώσεις	
5.2.2 Έμμεσες επιπτώσεις	
5.3 Χρήση Γής.....	Σελ.54
5.4 Επιπτώσεις στα υπόγεια ύδατα.....	Σελ.55
5.5 Επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον.....	Σελ.55
5.6 Ηχορύπανση.....	Σελ.56
5.7 Σύνθεση άλμης και επιπτώσεις.....	Σελ.57
5.7.1 Διασπορά των συμπυκνωμένων αλάτων.....	Σελ.58
5.8 Παράγοντες που επηρεάζουν τις επιπτώσεις απόρριψης της άλμης σε υδατικό φορέα.....	Σελ.59
5.9 Εναλλακτικές τεχνικές λύσης για τις επιπτώσεις.....	Σελ.59
5.10 Άμεση απόρριψη της άλμης στην ακτογραμμή.....	Σελ.60
Συμπεράσματα.....	Σελ.62

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται αναφορά στο παγκόσμιο πρόβλημα έλλειψης νερού και πιο γενικά στην ιστορία της αφαλάτωση του νερού από τα αρχαία χρόνια.

Στην συνέχεια, καταδεικνύονται οι διάφορες τεχνολογίες της συμβατικής αφαλάτωσης που χρησιμοποιούνται σήμερα και έπειτα παρουσιάζονται κάποια συμπεράσματα από την ανάλυση κόστους της εκάστοτε επένδυσης και της κατανάλωσης ενέργειας.

Ακολουθεί αναφορά στην αφαλάτωση η οποία συνδυάζει διάφορες τεχνολογίες της ηλιακής ενέργειας. Λόγω του ότι η αφαλάτωση χρειάζεται αρκετή ενέργεια κατά την λειτουργία της, η χρήση της ηλιακής ενέργειας αποτελεί τον πλέον καλύτερο τρόπο παροχής ενέργειας. Στις μέρες μας οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν το πιο φιλικό τρόπο παραγωγής ενέργειας προς το περιβάλλον. Έπειτα ακολουθεί αναφορά στην αιολική ενέργεια που επίσης συνδυάζεται με την αφαλάτωση.

Στο τέταρτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, γίνεται αναφορά στις μεγαλύτερες εφαρμογές αφαλάτωσης παγκοσμίως και στις εφαρμογές της στην νοτιοανατολική μεσόγειο καθώς και στην έλλειψη νερού.

Το τελευταίο κεφάλαιο αναφέρεται από την μια πλευρά στην θετική συνεισφορά της αφαλάτωσης σε όλες τις χώρες που αντιμετωπίζουν προβλήματα λόγω έλλειψης νερού, αλλά από την άλλη πλευρά το κεφάλαιο αυτό αντιπαραβάλλει την θετική αυτή συνεισφορά με τις αρνητικές επιπτώσεις της αφαλάτωσης στο περιβάλλον.

Κλείνοντας περιγράφονται τα συμπεράσματα μέσα από αυτή την εργασία και επίσης αναφέρονται και οι τεχνολογίες συμβατικής αφαλάτωσης και με τον συνδυασμό με την χρήση ανανεώσιμων πηγών.

Abstract

In this thesis, reference is made to the global problem of water scarcity and more generally to the history of desalination of water from the early ancient times. Various conventional desalination technologies which are used today are shown, and some results about the cost analysis of the investment and the energy consumption in them are presented.

Moreover, there is a reference to desalination that combines various solar energy technologies. Due to the fact that desalination needs large amounts of energy during its operation, the use of solar energy instead of fossil fuels is the best way of delivering energy.

Nowadays, renewable energy sources are the most environmentally friendly energy resources. Next, reference is made to wind energy that could be combined with desalination technology.

In the fourth chapter of this thesis, reference is made to the world's largest desalination applications and applications in the South East Mediterranean. Applications of water desalination to Greek islands and to Cyprus are also mentioned.

Finally the environmental implications of various desalination technologies are presented.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

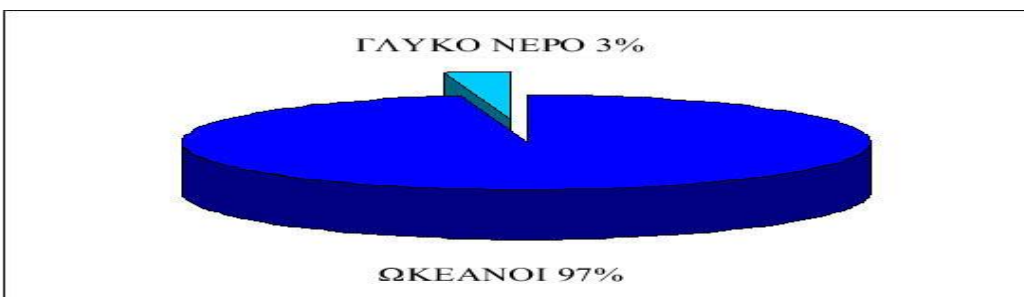
Γενικά Στοιχεία

Όπως είναι γνωστό το νερό αποτελεί το βασικότερο παράγοντα για την διατήρηση ζωής. Γνωστό είναι ότι το σώμα μας αποτελείται από 60% νερό και είναι πολύ σημαντικό για τον οργανισμό μας, άρα αφού το νερό είναι αυτό που μας κρατάει στην ζωή πρέπει να το καταναλώνουμε και να είναι αβλαβές γιατί στις μέρες μας θεωρείται επικίνδυνο και το καλής ποιότητας νερό αρχίζει να σπανίζει. Η αυθόρμητη ανάπτυξη όλων αυτών έχει δημιουργήσει ένα χάσμα που δεν μπορεί να γίνει από τις συμβατικές πηγές. Αυτό έχει αναγκάσει την ανθρωπότητα να ψάξει για μια άλλη πηγή νερού. Επιπλέον, η ταχεία μείωση των υπόγειων υδροφορέων και η αυξανόμενη αλατότητα αυτών των μη-ανανεώσιμων πηγών θα συνεχίσει να επιδεινώσει τα διεθνή προβλήματα έλλειψης νερού σε πολλές περιοχές του κόσμου. Η λειψυδρία συμβαίνει όταν η ζήτηση υπερβαίνει την προσφορά που οφείλεται σε φυσικά αίτια όπως η αύξηση του πληθυσμού ή ευρέως διαδεδομένες πρακτικές που καταναλώνουν υπερβολικές ποσότητες νερού. Η κβαντική αύξηση του πληθυσμού κατά τη διάρκεια της χρονιας, την εκβιομηχάνιση, την άρδευση και την αυξανόμενη κατανάλωση νερού έχει δημιουργήσει μια ανισορροπία μεταξύ ζήτησης και διαθεσιμότητας του γλυκού νερού.

Οι στατιστικές δείχνουν μια εκθετική αύξηση στην κατανάλωση από τον άνθρωπο νερό πάνω από τον τελευταίο μισό αιώνα, η οποία αναμένεται να διπλασιάζεται κάθε δύο δεκαετίες . Σε ορισμένες περιοχές, οι αναλήψεις νερού είναι τόσο υψηλή,σε σχέση με την παροχή ότι οι προμήθειες επιφανειακών υδάτων είναι κυριολεκτικά συρρικνωμένες και τα αποθέματα των υπόγειων υδάτων καταστρέφονται πιο γρήγορα από ό, τι μπορεί να αναπληρώνονται με καθίζηση.

Η αφαλάτωση είναι μια βιώσιμη επιλογή μακροπρόθεσμη καθώς οι τεχνολογίες που εμπλέκονται είναι γνωστές και έχει αποδεδειγμένα αποτελέσματα. Έχει ήδη γίνει αποδεκτή σε πολλές χώρες ως κύρια πηγή πόσιμου νερού. Επίσης είναι μια τεχνολογική μέθοδος η οποία αφαιρεί τα περιεχόμενα άλατα του θαλασσινού νερού και των αλμυρών νερών που είναι ακατάλληλο για χρήση και τα μετατρέπει σε γλυκό νερό που είναι κατάλληλο προς χρήση. Επίσης αποτελεί παγκόσμια την λύση εφαρμογής για βιομηχανικής κλίμακας εγκαταστάσεις και ακόμη οι ειδικοί εκτιμούν ότι είναι μια μελλοντική πηγή όπου θα χρησιμοποιείται και για καθαρισμό διαφόρων διαλυμάτων από άλατα.

Το μεγαλύτερο του μέρος του νερού στον πλανήτη αποτελείται από 97% θαλασσινό νερό και το υπόλοιπο 3 % από καθαρό νερό.



Σχήμα 1. Κατανομή του Νερού στην Γή.

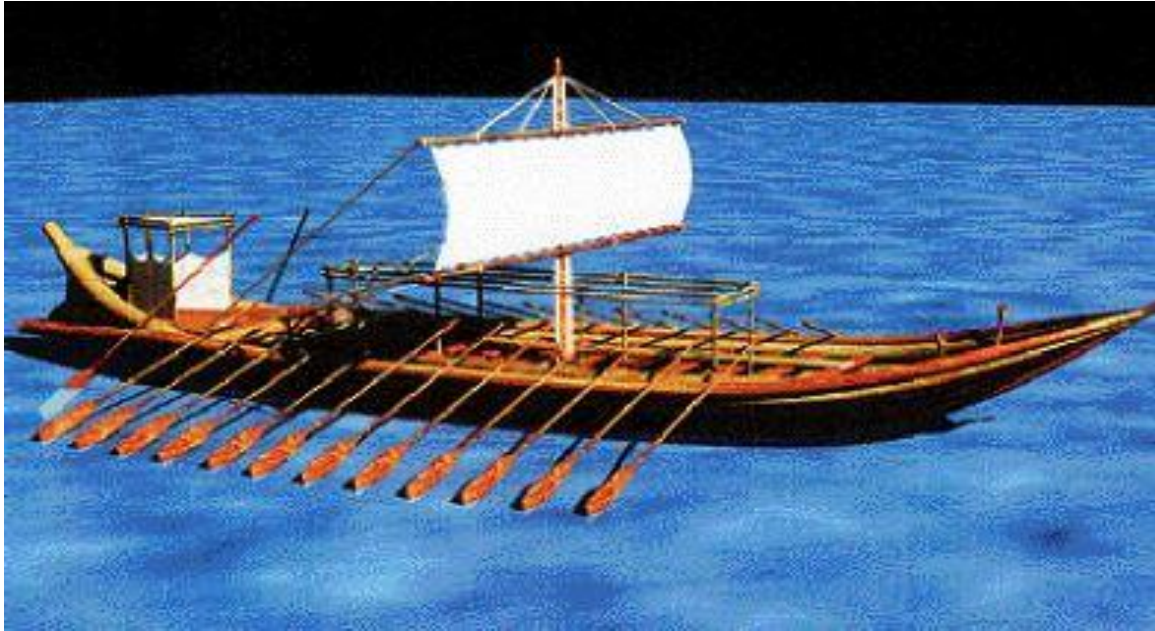
1.1 Ιστορία των Μεθόδων Συμβατικής Αφαλάτωσης

Η μεγαλύτερη υφιστάμενη διαδικασία αφαλάτωσης στη γη είναι ο υδρολογικός κύκλος, το οποίο είναι το δώρο της φύσης στην ανθρωπότητα. Μια άλλη διαδικασία της αφαλάτωσης είναι το πάγωμα του θαλασσινού νερού κοντά στην πολική περιοχή.

Οι βασικές αρχές της αφαλάτωσης είναι γνωστό και ασκείται εδώ και χιλιάδες χρόνια. Αποδεικτικά στοιχεία δείχνουν ότι γύρω στον 4^ο αιώνα π. Χ. το 1400 αρχαίοι πεζοναύτες ήξεραν ότι το θαλασσινό νερό μπορεί να εξατμίζεται και οι ατμοί του προϊόντος θα μπορούσαν να συλληθούν, συγκεκριμένα ο Αριστοτέλης είπε στους Έλληνες ναυτικούς για την αφαλάτωση του νερού, χρησιμοποιώντας τεχνικές εξάτμισης και φίλτρα άμμου χρησιμοποιήθηκαν για την διαδικασία αυτή. Κατά τη διάρκεια του πρώτου μΧ. αιώνα, οι Ρωμαίοι που χρησιμοποίησαν φίλτρα φτιαγμένα από πηλό για να παγιδεύουν το αλάτι.

Η απόσταξη χρησιμοποιήθηκε ευρέως από τον τέταρτο αιώνα και το νερό έβραζε και ο ατμός συλλεγόταν σε σφουγγάρια. Η πρώτη επιστημονική εργασία σχετικά με την αφαλάτωση, δόθηκε στη δημοσιότητα από τους Άραβες χημικούς στον 8^ο αιώνα.

Οι τεχνικές που έχουν γίνει πιο περίπλοκες, αλλά η απόσταξη και το φιλτράρισμα είναι ακόμα οι κύριες μέθοδοι αφαλάτωσης για το μεγαλύτερο μέρος του κόσμου. Το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας αφαλάτωσης χορηγήθηκε το 1869, και την ίδια χρονιά, η πρώτη μονάδα απόσταξης ατμού χερσαίες ιδρύθηκε στη Βρετανία, για να τροφοδοτήσει τις φρέσκες παροχές νερού των πλοίων που βρίσκονται αγκυροβολημένα στο λιμάνι. Περί τον 20^ο αιώνα μ.Χ. δημιουργήθηκαν και εγκαταστάθηκαν οι πρώτες μεγάλες εγκαταστάσεις αφαλάτωσης στην Αίγυπτο το 1912 όπου λειτουργούσαν με την μέθοδο εξάτμισης και παρήγε 75 κυβικά μέτρα αφαλατωμένου νερού.



1.2 Τεχνολογίες Συμβατικής Αφαλάτωσης Νερού

Αφαλάτωση με Βάση την Θερμότητα

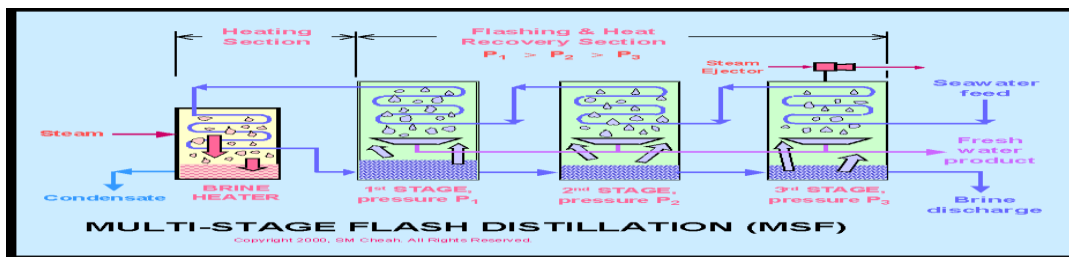
1.2.1 Απόσταξη Πολλαπλής Φάσης(Πολυβάθμια Εκτόνωση)

Η απόσταξη πολλαπλής φάσης είναι μια μέθοδος αφαλάτωσης όπου είναι εξαιρετικά αξιόποιστη. Εφαρμόζεται κυρίως σε περιοχές όπου έχουν υψηλή ενεργειακή ζήτηση και ανάγκη από πόσιμο νερό. Αποτελείται από βαθμίδες όπου στην καθεμιά υπάρχουν διαφορετικές πιέσεις για την δημιουργία της αφαλάτωσης.

Σε αυτή τη διαδικασία το θαλασσινό νερό θερμαίνεται σε έναν εναλλάκτη θερμότητας που είναι γνωστό ως βραστήρας άλμης.

Η ξαφνική εισαγωγή του νερού στην φάση καθιστά γρήγορα τον βρασμό του νερού και εξατμίζεται. Μόνο ένα μικρό μέρος αυτού του νερού μετατρέπεται σε ατμό το νερό, με βάση το επίπεδο της πίεσης κατά τη φάση.

Η απόσταξη συνεχίζεται μέχρι να αρχίσει το νερό να κρυώσει απελευθερώνοντας την απαραίτητη θερμοκρασία εξάτμισης μέχρι να φθάσει στο σημείο βρασμού. Όσο για τον ατμό που παράγεται, μετατρέπεται σε πόσιμο γλυκό νερό κατά την συμπύκνωση στην επιφάνεια των θερμοανταλλακτών που περνούν από την φάση.



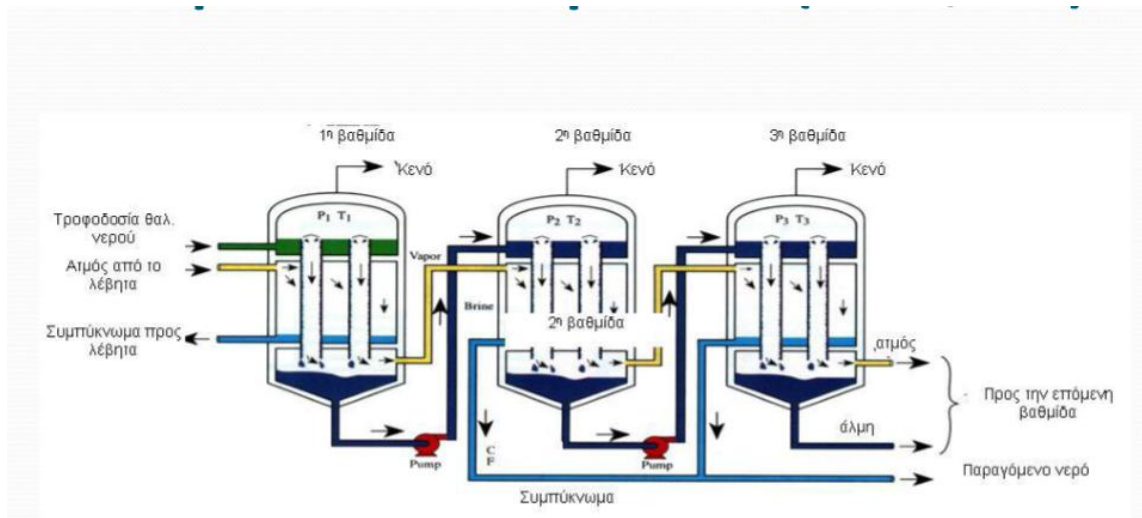
Εικόνα 1. Απόσταξη πολλαπλής φάσης

1.2.2 Απόσταξη Πολλαπλής Επιδρασης (MED)

Η διαδικασία της τεχνολογίας αυτής είναι παρόμοια με την απόσταξη πολλαπλής φάσης και αναπτύχθηκε το 1950. Εφαρμόζεται σε μεγάλης βιομηχανικής κλίμακας εγκαταστάσεις με μεγάλες παροχές σε αφαλατωμένο νερό. Από τις αρχές του 1900 μονοβάθμια εξατμιστήρια λειτουργούσαν για την εξάτμιση της άλμης για την παραγωγή αλατιού. Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν εξατμιστήρια δυο και τεσσάρων βαθμίδων.

Η διαδικασία που λειτουργεί είναι ο ατμός που χρησιμοποιείται και εισάγεται στην 1^η βαθμίδα για να ζεστάνει το θαλασσινό νερό που εισάγεται και το ψεκάζει επάνω στις σωλήνες που ρέει ο ατμός και στην συνέχεια μεταφέρεται στην επόμενη βαθμίδα που έχει χαμηλότερη πίεση και η διαδικασία γίνεται και στις επόμενες βαθμίδες. Στην κάθε βαθμίδα βρίσκεται και το καθαρό νερό που συλλέγεται όταν ψεκαστεί το θαλασσινό νερό.

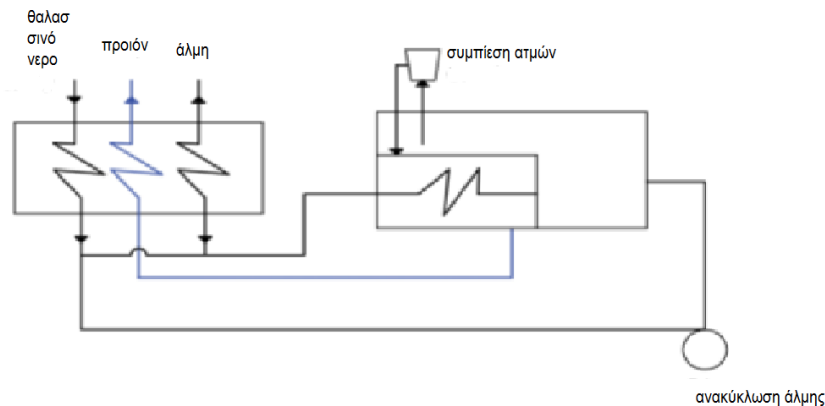
Στην πολυβάθμια εξάτμιση υπάρχουν 3 τύποι λειτουργίας του συστήματος. Ο 1^{ος} τύπος είναι με οριζόντια εγκατάσταση των σωλήνων. Ο 2^{ος} με κάθετη εγκατάσταση σωλήνων και ο 3^{ος} με κάθετα συγκεντρωμένες δέσμες σωλήνων.



Εικόνα 2. Πολλαπλή Επίδραση

1.2.3 Συμπύεση Ατμού (VCD)

Αυτή η διαδικασία ήταν στην πράξη από τις αρχές-μέσα του περασμένου αιώνα. Ενώ η διαδικασία έχει υποστεί πολλές αλλαγές, παραμένει ένα από τα πιο οικονομικά και αξιόπιστα μέσα για την παραγωγή γλυκού νερού από θαλασσινό νερό. Αυτή η διαδικασία είναι παρόμοια με την MED, αλλά εδώ η μηχανική ενέργεια χρησιμοποιείται αντί για την άμεση θερμότητα ως πηγή ενέργειας. Η διαδικασία αυτή λειτουργεί σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία έτσι ώστε η συσσώρευση του άλατος να είναι χαμηλή. Καθώς ο συμπιεσμένος ατμός συμπυκνώνεται σε μία πλευρά της επιφάνειας μεταφοράς θερμότητας σωλήνα, το θαλασσινό νερό βράζει στην άλλη πλευρά δημιουργώντας περισσότερους ατμούς. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια αντί για ατμό. Η διαδικασία ατμών συμπύεσης Απόσταξης, γενικά χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους, όπως η MED και από την ίδια για τις μικρές και μεσαίες κλίμακας εφαρμογές το θαλασσινό νερό αφαλάτωσης. Η θερμότητα για την εξάτμιση του νερού προέρχεται από την συμπύεση του ατμού, παρά την άμεση ανταλλαγή θερμότητας από ατμό που παράγεται σε ένα λέβητα. Κατατάσσεται ως που χρησιμοποιεί μηχανική συμπύεση και που χρησιμοποιεί θερμική συμπύεση.



Σχήμα 2. Συμπύεση Ατμών

1.2.4 Ενιαία Επίδραση Εξάτμισης με Μηχανική Συμπύεση Ατμών

Σε αυτή την μέθοδο αφαλάτωσης η θερμότητα μεταφέρεται άμεσα στο νερό το οποίο εισέρχεται και υπάρχουν υψηλές θερμοκρασίες όταν αυξάνεται η πίεση. Τα μέρη το οποίο αποτελείται αυτό το σύστημα είναι ένας συμπιεστής ,εξατμιστής και εναλλάκτης θερμότητας που είναι οι σωλήνες που βρίσκονται. Η λειτουργία που γίνεται είναι ο ατμός που δημιουργείται οδηγείται στον συμπιεστή και συμπιέζεται και η θερμοκρασία αυξάνεται. Στην συνέχεια ο ατμός όπου συμπυκνώθηκε επιστρέφει στον εξατμιστή από τις σωλήνες που υπάρχουν που είναι οι εναλλάκτες θερμότητας και έτσι συμπυκνώνεται και παράγεται το καθαρό νερό.

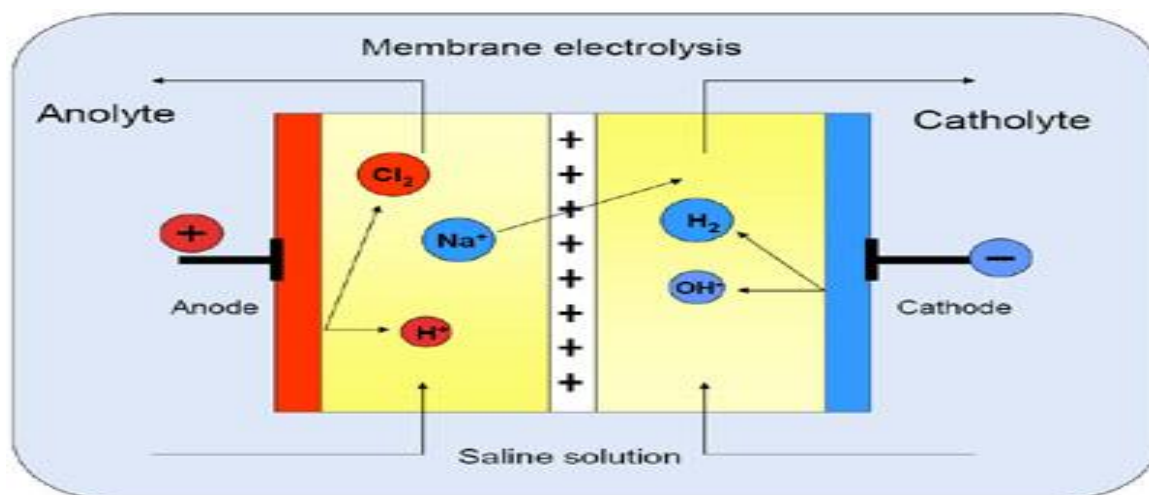
Πολλαπλή Απόσταξη με Μηχανική Συμπύεση Ατμών

Ο σχεδιασμός του συστήματος αυτού είναι παρόμοια με εκείνη του SEE-MVC εκτός τον αποκλεισμό της βάσης συμπυκνωτή, καθώς όλες οι ατμοί που σχηματίζονται στο τελευταίο αποτέλεσμα που κατευθύνεται προς τον συμπιεστή ατμού. Η εμπορική διαθεσιμότητα των συστημάτων MED-MVC είναι περιορισμένη. Υφιστάμενες μονάδες δεν έχουν περισσότερα από τέσσερα αποτελέσματα και τις ικανότητες παραγωγή μικρότερη των 5000 m³

1.3 Αφαλάτωση με Διεργασίες Μembrάνης

1.3.1 Αφαλάτωση με Ηλεκτροδιάλυση

Η ηλεκτροδιάλυση είναι μια μέθοδος όπου τα άλατα υπό μορφή ιόντων απομακρύνονται από την κυρία μάζα του διαλύματος μέσω μεμβρανών και έτσι το παραμένον διάλυμα περιέχει άλατα μικρότερης συγκέντρωσης δηλαδή το πόσιμο νερό. Τα ιόντα απομακρύνονται από την ηλεκτρική ενέργεια μέσω ενός ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από ένα συνεχές ρεύμα. Η ηλεκτροδιάλυση εφαρμόζεται κυρίως για την αφαλάτωση υφάλμυρου νερού. Επίσης χρησιμοποιεί ειδικές μεμβράνες και αυτό κατατάσσεται στις μεθόδους μεμβρανών. Οι μεμβράνες διακρίνονται σε κατιονικές που επιτρέπουν την διόδο των κατιόντων από αυτές και ανιονικές που επιτρέπουν την διόδο των ανιόντων. Μια μονάδα ηλεκτροδιάλυσης αποτελείται από μια σειρά στενών θαλάμων πάχους 0.1cm δια μέσω των οποίων εισάγεται και κινείται με τη βοήθεια αντλίας το αλατούχο διάλυμα προς αφαλάτωση. Ο λόγος του μικρού πάχους των θαλάμων είναι η μείωση της ηλεκτρικής αντίστασης τους και η ελαχιστοποίηση του φαινομένου της συγκέντρωσης πόλωσης δηλαδή την αύξηση της συγκέντρωσης των αλάτων στην επιφάνεια της μεμβράνης. Τα τμήματα αυτά χωρίζονται μεταξύ τους σε εναλλακτικά από ανιονικές και κατιονικές μεμβράνες δηλαδή μεμβράνες που επιτρέπουν την διόδο μόνο των αρνητικά ή μόνο των θετικών ιόντων αντίστοιχα.



Σχήμα 3. Διαδικασία Ηλεκτροδιάλυσης

1.3.2 Αντίστροφη Όσμωση

Η αντίστροφη όσμωση είναι μια διαδικασία αφαλάτωσης με την οποία ο διαλύτης ενός διαλύματος το νερό μεταφέρεται και διαχωρίζεται μέσω μεμβράνης από τα συστατικά του διαλύματος με την άσκηση πίεσης. Ενώ προσπαθεί να διαχωρίσει καθαρό νερό και ένα διάλυμα άλατος μέσω μιας διαπερατής μεμβράνης, το καθαρό νερό διαχέεται μέσω της μεμβράνης και διαλύει το διάλυμα άλατος. Η μεμβράνη απορρίπτει τα περισσότερα από τα διαλυμένα άλατα, ενώ επιτρέπει στο νερό να διεισδύσει. Αυτό το φαινόμενο είναι γνωστό ως φυσικό Όσμωση.

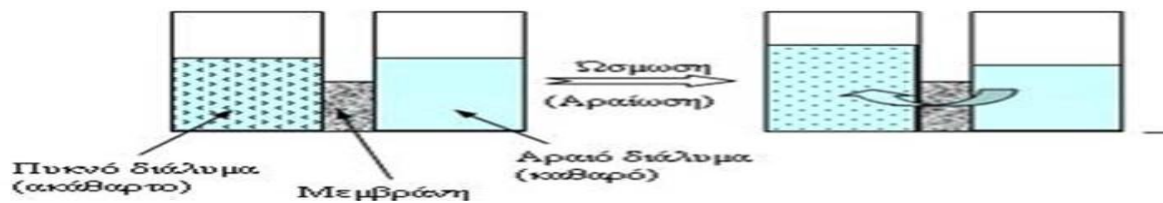
Καθώς το νερό διέρχεται μέσω της μεμβράνης, η πίεση στην πλευρά από το αραιό διάλυμα, και η πίεση του συμπυκνωμένου διαλύματος αυξάνεται. Η οσμωτική ροή συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί μια ισορροπία, όπου η καθαρή ροή ύδατος διαμέσου της μεμβράνης γίνεται μηδέν. Σε ισορροπία, το επίπεδο του υγρού στο αλατούχο νερό θα είναι υψηλότερο από ότι στην όχθη.

Η ποσότητα του νερού που περνά σε οποιαδήποτε κατεύθυνση θα είναι ίση.

Η υδροστατική διαφορά πίεσης επιτυγχάνεται και είναι ίση με την πραγματική κινητήρια δύναμη που προκαλεί την ροή, που ονομάζεται οσμωτική πίεση. Αυτή η πίεση είναι μια ισχυρή συνάρτηση της συγκέντρωσης διαλυτής ουσίας και τη θερμοκρασία, και εξαρτάται από τον τύπο των ιονικών ειδών που υπάρχουν. Εφαρμόζοντας μια πίεση μεγαλύτερη από την οσμωτική πίεση στο τμήμα αλατούχο νερό επιβραδύνει την οσμωτική ροή, και αναγκάζει το νερό να ρέει από το διάλυμα άλατος εντός του δίπλα στο νερό. Ως εκ τούτου, η κατεύθυνση της ροής αντιστρέφεται, και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο αυτή η διαδικασία διαχωρισμού ονομάζεται αντίστροφη όσμωση.

Μια μεμβράνη για να είναι κατάλληλη για τη διεργασία της αντίστροφης όσμωσης, θα πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μεγάλη απόρριψη αλάτων με υψηλή διαπερατότητα διαλύτη
- Ικανότητα να σχηματίζει λεπτά διαχωριστικά στρώματα μεγάλης αντοχής
- Ικανότητα κατασκευής με μεγάλο λόγο επιφάνειας προς όγκο
- Μεγάλο εύρος λειτουργικών παραμέτρων, πίεσης, θερμοκρασίας και είδους διαλύματος τροφοδοσίας
- Μεγάλη διάρκεια ζωής. Η διάρκεια ζωής κυμαίνεται από 3-5 χρόνια, εξαρτώμενη από την ποιότητα του νερού προς επεξεργασία και τιν τρόπο χρήσης και καθαρισμού
- Μεγάλη αντοχή σε χημικά αντιδραστήρια και βιολογικές επιθέσεις
- Ικανότητα λειτουργίας σε μεγάλο εύρος pH
- Χαμηλό κόστος Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι μεμβρανών αντίστροφης όσμωσης:
 1. Τύπου ινών μεμβρανών
 2. Τύπου σπείρας

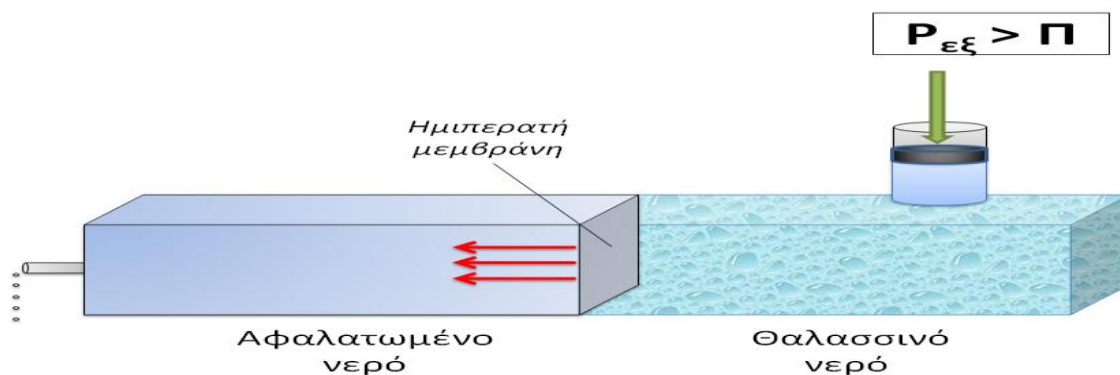


Σχήμα 4. Αντίστροφη Όσμωση

1.4 Άλλες Μέθοδοι Αφαλάτωσης

1.4.1 Νανοφιλτράρισμα

Το Νανοφιλτράρισμα είναι μια από τις πιο εξελιγμένες μεθόδους και καινούργια η οποία δεν έχει και αρκετό κόστος εγκατάστασης. Είναι μια διεργασία μεμβράνης η οποία και αυτή αφαλατώνει το αλμυρό και υφάλμυρο νερό για την παραγωγή καθαρού νερού. Ο τρόπος ο οποίος εφαρμόζεται είναι σε κάποιες περιπτώσεις όταν στο νερό υπάρχουν λιγότερες ποσότητες ουσιών σε επιφανειακά ύδατα και σε υπόγειο νερό. Η μέθοδος αυτή συνδυάζεται με την αντίστροφη όσμωση και όταν τεθεί σε λειτουργία αφαιρεί όλες τις ουσίες που περιέχει το νερό και αυτό δεν χρησιμοποιείται για πόσιμο νερό αλλά για νερό αποσταγμένο.



Σχήμα 5. Νανοφιλτράρισμα

1.4.2 Αφαλάτωση με Ψύξη

Πριν από μισό αιώνα, ένα νέο ενδιαφέρον δημιουργήθηκε στην αφαλάτωση του θαλασσινού νερού από την αφαλάτωση με ψύξη. Ωστόσο, προκαταρκτικά οι ερευνητές ήταν απαισιόδοξοι σχετικά με το κόστος παραγωγής καθαρού νερού από την μέθοδο

αυτή. Αυτές οι μελέτες ήταν σημαντικές, ωστόσο δεδομένου ότι απορρίπτουν τη δυνατότητα χρήσης έμμεσης μεταφοράς θερμότητας για την κατάψυξη.

Λίγες εγκαταστάσεις έχουν κατασκευαστεί από το τελευταίο μισό αιώνα, αλλά χωρίς οποιαδήποτε σημαντική εμπορική επιτυχία. Η δοκιμή με την ροή μέσω ηλεκτροδίου που ξεκίνησε πριν από μια δεκαετία έχει αναγνωριστεί για την επιτυχή αντιμετώπιση μεθανίου από κοιτάσματα άνθρακα που παράγεται νερό. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κατάψυξης, διαλυμένα άλατα είναι φυσικά να απομακρύνονται κατά το σχηματισμό κρυστάλλων πάγου.

Η απλούστερη λύση είναι η έμμεση δέσμευση, η οποία επιτυγχάνεται με την κυκλοφορία ενός ψυκτικού μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας που αφαιρεί θερμότητα από το θαλασσινό νερό με αγωγιμότητα. Οι κρύσταλλοι πάγου που σχηματίζονται επί της επιφάνειας του εναλλάκτη θερμότητας θα πρέπει να αφαιρεθούν, πλένονται για να ληφθεί καθαρό νερό.

Η διαδικασία άμεσης κατάψυξης είναι μια ελκυστική εναλλακτική λύση όπου η θερμότητα απομακρύνεται από το ψυχρό θαλασσινό νερό με άμεση επαφή του ψυκτικού υγρού με το θαλασσινό νερό. Το ψυκτικό μέσο μπορεί να είναι το ίδιο το θαλάσσιο νερό όπου η θερμότητα απομακρύνεται από το αλμυρό νερό. Ένα μέρος του νερού σε ατμό σε χαμηλή πίεση. Ο πάγος που σχηματίζεται διαχωρίζεται από την υπόλοιποι άλμη, πλένεται και στη συνέχεια χρησιμοποιώντας την συμπιέσει ατμού που έχει κυκλοφορήσει στην κατάψυξη διαδικασία. Αυτό ονομάζεται συμπιέσης ατμού κατάψυξης κενού .

Μια άλλη μέθοδος που εμπίπτει στην άμεση δέσμευση ονομάζεται η διαδικασία της δευτεροβάθμιας πάγωμα του ψυκτικού μέσου. Ένα ψυκτικό που έχει μια χαμηλή διαλυτότητα στο νερό και είναι περισσότερο πτητικό συμπιέζεται, ψύχεται σε θερμοκρασία κοντά στη θερμοκρασία πήξεως του θαλασσινού νερού, και αναμιγνύεται με το θαλασσινό νερό . Καθώς το ψυκτικό μέσο εξατμίζεται, η θερμότητα απορροφάται από το μίγμα και το νερό κρυσταλλώνεται σε πάγο. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα σε πιο βολικό πίεση από τη διαδικασία που περιγράφεται παραπάνω VFVC.

Η διαδικασία SRF προσφέρει ένα σημαντικό πλεονέκτημα έναντι της διαδικασίας VFVC λόγω του μειωμένου μεγέθους του εξοπλισμού που απαιτείται για την παροχή γλυκού νερού. Επίσης, το χαρακτηριστικό άμεσης ψύξης προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με την έμμεση διαδικασία λόγω της μεγαλύτερης δυνατότητας μεταφοράς θερμότητας.

1.4.3 Γεωθερμική Αφαλάτωση

Η μέθοδος αυτή είναι μια μέθοδος η οποία εκμεταλλεύεται την θερμότητα που βρίσκεται στο έδαφος και με αυτό παράγει το πόσιμο νερό. Το γεωθερμικό σύστημα εφαρμόζεται σε περιοχές όπου διαθέτουν γεωθερμικές βαθμίδες ίσες η και μεγαλύτερες από την μέση τιμή. Τα κύρια μέρη του συστήματος είναι τρία η πηγή θερμότητας, ένας ταμιευτήρας και το ρευστό το οποίο είναι ο φορέας θερμότητας. Στην μέθοδο αυτή

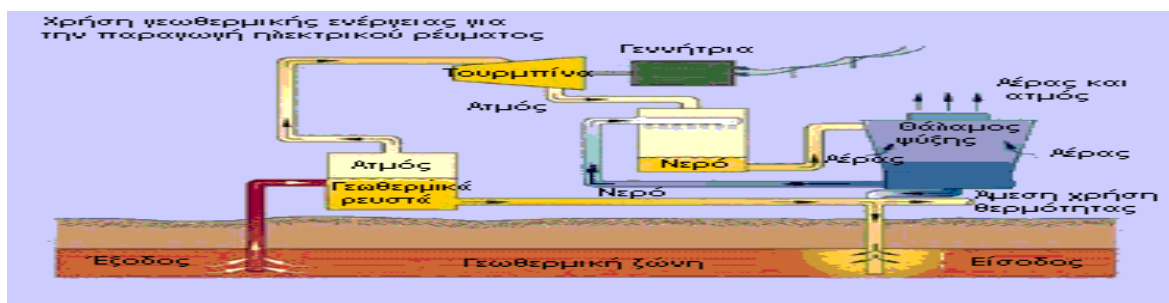
υπάρχουν αρκετά πλεονεκτήματα όπως είναι πιο οικονομική και έχει εύκολο χειρισμό για την επεξεργασία αφαίρεσης αλάτων από το νερό. Το σημαντικότερο είναι η ενέργεια που παράγει δεν επιφέρει επιπτώσεις στο περιβάλλον γιατί είναι από τις πιο φιλικές μορφές ενέργειας.

Η γεωθερμική αφαλάτωση συνδυάζεται με τις μονάδες αφαλάτωσης με 3 τρόπους.

1) Ο ατμός συμπυκνώνεται και παράγει κατευθείαν το συμπύκνωμα όταν όμως οι πηγές της γεωθερμίας έχουν υψηλό ατμό στην πίεση.

2) Στην 2^η περίπτωση συνδυασμού η πηγή εκλύει μίγμα νερού και ατμού η εκτόνωση όπου παράγει τον ατμό και για την άλμη που πρέπει να εισρέει στο εξατμιστή για να γίνει η διαδικασία.

3) Χρησιμοποιούνται πολλαπλές βαθμίδες εξατμιστήρων όταν το νερό έχει περισσότερη αναλογία από τον ατμό.



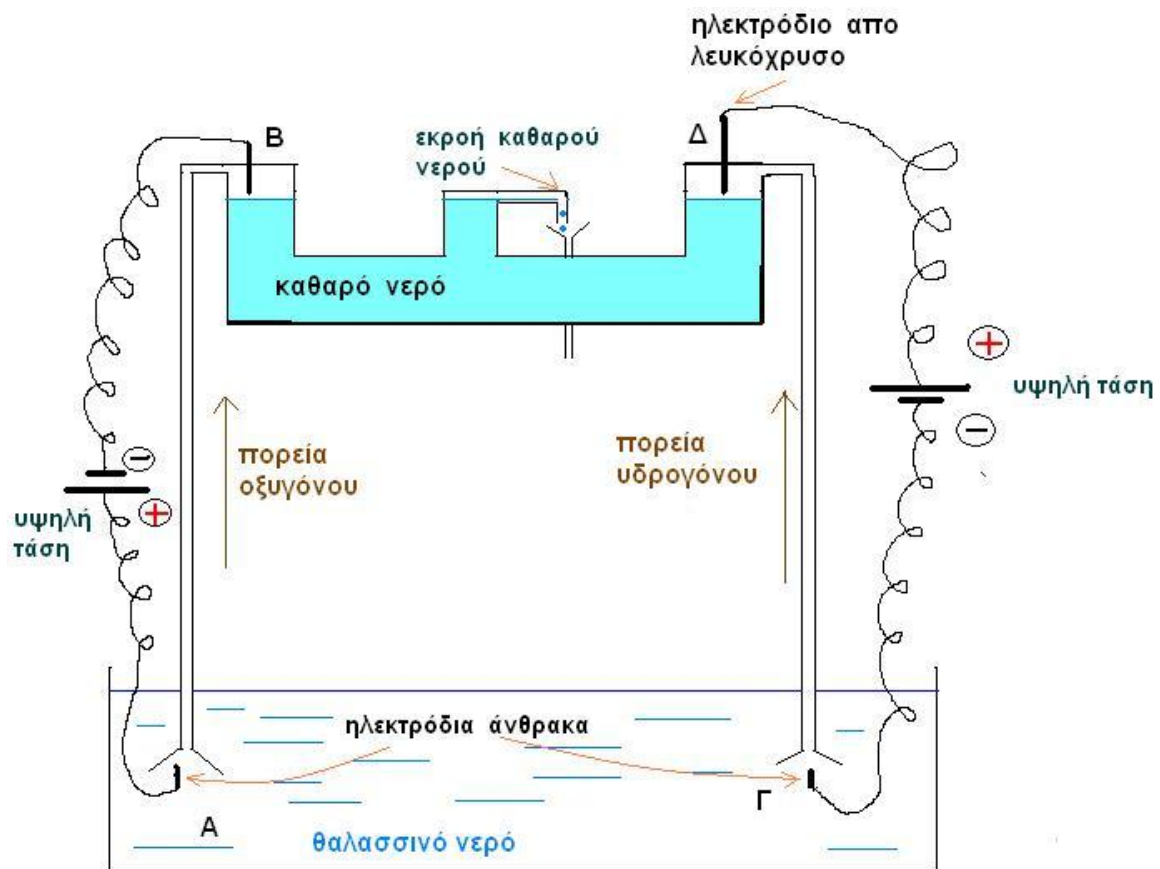
Σχήμα 6. Γεωθερμική Αφαλάτωση

1.4.4 Ιοντοανταλλαγή

Μια μέθοδος η οποία εφαρμόζεται στο πεδίο της αφαλάτωσης με την ανταλλαγή ιόντων και περιλαμβάνει την ανταλλαγή ιόντων μεταξύ δύο ηλεκτρολυτών. Κυρίως εφαρμόζεται και χρησιμοποιείται για την διαδικασία καθαρισμού και διαχωρισμού υγρών και όχι μόνο σε διαλύματα που περιέχουν ιόντα.

Οι ανταλλαγείς ιόντων χωρίζονται σε ανταλλαγείς ανιόντων όπου ανταλλάσσονται αρνητικά φορτισμένα ιόντα και σε ανταλλαγείς κατιόντων όπου ανταλλάσσονται θετικά φορτισμένα ιόντα.

Επίσης υπάρχουν και οι αμφοτερικοί ανταλλαγείς όπου είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί ανταλλαγή ανιόντων και κατιόντων ταυτόχρονα.



Σχήμα 7. Διαδικασία Ιοντοανταλλαγής

1.5 Πίνακας Κατανάλωσης Ενέργειας κατά την Συμβατική Αφαλάτωση

Διεργασία αφαλάτωσης	Αρχικό κόστος Επένδυσης (€/m ³ ημερ.)	Ενεργειακό κόστος (€/m ³)	Κόστος κατανάλωσης Αλώσιμων (€/m ³)	Κόστος εργατικών (€/m ³)	Κόστος συντήρησης (€/m ³)	Συνολικό κόστος (€/m ³)
Απόσταξη πολλαπλής φάσης (MSF)	1000-2000	0.6-1.8	0.03-0.09	0.03 -0.20	0.02-0.06	0.68-2.15
Απόσταξη πολλαπλής επίδρασης (MED)	900-1800	0.38-1.12	0.02-0.15	0.03 -0.20	0.02-0.06	0.45-1.53
Συμπύεση ατμών (VC)	900-2500	0.56-2.24	0.02-0.15	0.03 -0.20	0.02-0.06	0.63-2.83
Αντίστροφη όσμωση (RO)	800-1600	0.32-1.28	0.09-0.25	0.03 -0.20	0.02-0.06	0.46-1.78

Συμπεράσματα από τη Κατανάλωση

Όπως παρατηρούμε στο πιο πάνω πίνακα το κόστος της ενέργειας της αντίστροφης όσμωσης είναι μειωμένος με σχέση με τις άλλες διεργασίες αφαλάτωσης αλλά διακρίνουμε πως έχει υψηλό κόστος αναλώσιμων και αυτό οφείλεται στις μεμβράνες που χρησιμοποιούνται γιατί έχουν υψηλά κόστη. Επίσης βλέπουμε ότι στην διεργασία της συμπύεσης των ατμών σε κόστη επένδυσης και ενεργειακά κόστη έχουν τα ποιο υψηλά γι αυτό χρησιμοποιείται σπάνια σε μονάδες αφαλάτωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Αφαλάτωση Μέσω Ηλιακής Ενέργειας

Γενικά Στοιχεία

Η ηλιακή αφαλάτωση είναι ένας τύπος αφαλάτωσης με απόσταξη. Στον τομέα της ηλιακής απόσταξης η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται αντί της συμβατικής ενέργειας. Παρόμοια με άλλες διαδικασίες απόσταξης, σε αυτή τη διαδικασία το νερό θερμαίνεται για να σχηματίσει ατμούς, οι οποίοι στη συνέχεια συμπυκνώνονται για να σχηματίσουν καθαρό νερό. Η Ηλιακή απόσταξη του νερού είναι μια παλιά τεχνολογία δύο χιλιάδες χρόνια πριν. Ωστόσο, ιστορικά είχε χρησιμοποιηθεί κυρίως για την παραγωγή αλατιού, αντί για το πόσιμο νερό. Τα αρχεία δείχνουν ότι η ηλιακή αποστακτήρες κατασκευάστηκαν στο δέκατο έκτο αιώνα. Ένα από τα πρώτα ηλιακά μεγάλα κλίμακας εξακολουθούν ότι χτίστηκε το 1872 για να παρέχει μια μεταλλευτική κοινότητα στη Χιλή με πόσιμο νερό. Η μαζική παραγωγή συνέβη για πρώτη φορά κατά τη διάρκεια του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου, όταν 200.000 φουσκωτοί πλαστικοί αποστακτήρες έγιναν για να διατηρηθεί στη ζωή σχεδίες για το Πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ. Υπάρχει ένας αριθμός άλλων προσεγγίσεων για τον καθαρισμό του νερού και την αφαλάτωση, όπως φωτοβολταϊκά για να ελέγχεται η αντίστροφη όσμωση, για την οποία μικρής κλίμακας εμπορικά είναι διαθέσιμα με εξοπλισμό. Η δημιουργία ενός ηλιακού εξακολουθεί να είναι μια δαπανηρή διαδικασία, παρά το γεγονός ότι το κόστος της ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία του είναι μηδενική, αυτό είναι, επίσης κάποια ενέργεια που απαιτείται για την άντληση του νερού τροφοδοσίας. Ένα ηλιακό εξακολουθεί να αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία: Πηγή Ενέργειας, Στην εξάτμιση. Η εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας για αφαλάτωση έχει αποτελέσει αντικείμενο της κερδοσκοπίας πάροδο των ετών. Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, σημαντικό έργο έγινε για να κατασκευάσουν μικρά ηλιακοί άμβυκες που χρησιμοποιούνταν σε σωσίβια σχεδίες. Αυτά τα στιγμιότυπα βασίστηκαν στο φυσικό υδρολογικό κύκλο, στον οποίο οι ακτίνες του ήλιου θέρμαιναν το νερό για να παράγουν υδρατμούς. Οι ατμοί ύδατος στη συνέχεια συμπυκνώνονταν σε μία ψυχρή επιφάνεια, και το συλλεγόμενο συμπύκνωμα ήταν ένα καθαρό προϊόν νερό.



2.1 Τεχνολογίες Αφαλάτωση Με Χρήση Ηλιακής Ενέργειας Για Παραγωγή Ηλεκτρισμού

2.1 Αφαλάτωση με Σύνδεση Φ/Β για Παραγωγή Ενέργειας

Με τα φωτοβολταικά πάνελ μπορούμε να συλλέξουμε την ηλιακή ενέργεια και να την μετατρέψουμε σε ηλεκτρική ενέργεια.

Οι φωτοβολταικές μονάδες παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να παρουσιάζουν εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, θόρυβο και κραδασμούς ακόμη δεν έχουν και πολλά κόστη συντήρησης τους. Τα φωτοβολταικά στοιχεία είναι συνήθως τετράγωνα και χρησιμοποιούνται 2 τύποι όπως είναι το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο. Οι αποδόσεις που έχουν αυτά τα στοιχεία είναι 15-18%.

Στην αφαλάτωση γίνεται ένας συνδυασμός με τα φωτοβολταικά όπου παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και την τεχνολογία της συμβατικής αντίστροφης όσμωσης και

συνιστούν ένα οικονομικό σύστημα τεχνολογίας των φ/β είναι από τις πιο αξιόπιστες και προχωρημένες εγκαταστάσεις τα τελευταία χρόνια.



Εικόνα 3 Μονάδα Αφαλάτωσης με Συνδυασμό Φωτοβολταικών

2.2 Αντίστροφη Όσμωση με Λειτουργία της Ηλιακής Ενέργειας

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας καθιστά πλέον ένα δυνατό τρόπο πρόσβασης σε μονάδες όπου είναι απομακρυσμένες σε περιοχές όπου δεν έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρισμό. Η διαδικασία της αντίστροφης όσμωσης είναι πλέον μια ευρέως τεχνολογία που χρησιμοποιείται στις περισσότερες μονάδες αφαλάτωσης ,η τεχνολογία αυτή με συνδυασμό με την ηλιακή ενέργεια θεωρείται να έχει ποιο εύκολη συντήρηση και πιο αξιοπιστία και επίσης ποιο οικονομική. Ο λόγος είναι ότι ηλιακή ενέργεια συμβάλει στο να επιλύει τα προβλήματα της πρόσβασης σε ηλεκτρισμό και στην ποσότητα στερεών καυσίμων.

Η διαδικασία της αντίστροφης όσμωσης συνδυάζεται με φωτοβολταικά στοιχεία και θερμικά ηλιακά συστήματα.

2.2.1 Αντίστροφη Όσμωση Θαλασσινού Νερού με Φ/Β για Ηλεκτρική Ενέργεια

Για την εγκατάσταση μιας μονάδας αντίστροφης όσμωσης θαλασσινού νερού με φ/β απαιτούνται ποιο πολλά φωτοβολταικά στοιχεία με σύγκριση του υφάλμυρου νερού για τον λόγο ότι το θαλασσινό νερό έχει υψηλότερη ωσμωτική πίεση και απαιτεί περισσότερη ενέργεια για την λειτουργία της. Επίσης στο σύστημα αντιστροφής

όσμωσης για το θαλασσινό νερό χρειάζονται δυνατότερα μηχανήματα επειδή έχει μεγαλύτερη πίεση.

2.2.2 Αντίστροφη Όσμωση Υφάλμυρου Νερού με Φ/Β

Σε μια τέτοια εγκατάσταση η αφαλάτωση νερού απαιτεί λιγότερη ενέργεια άρα και πιο λίγα φωτοβολταϊκά στοιχεία. Η εγκατάσταση αυτή αποτελείται από πλαστικά εξαρτήματα όπου έχουν χαμηλό κόστος και αυτό είναι πολύ οικονομικό. Μια μονάδα αντίστροφης όσμωσης υφάλμυρου νερού αποτελείται από την υπομονάδα παραγωγής ενέργειας και την υπομονάδα αφαλάτωσης. Η λειτουργία του συστήματος υπάρχει μια μεμβράνη διαχωρισμού και με την χρήση μιας αντλίας υψηλής πίεσης όπου είναι συνδεδεμένη με την υπομονάδα παραγωγής ενέργειας ,η αντλία δουλεύει με ένα τριφασικό μοτέρ και παίρνει ηλεκτρική ενέργεια από την υπομονάδα παράγωγης ενέργειας.

2.3 Τεχνολογίες Αφαλάτωσης με Ηλιακή Θερμότητα

2.3.1 Αντίστροφη Όσμωση με Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

Αναμφίβολα, η διαδικασία της αντίστροφης όσμωσης είναι από τις πιο σημαντικές. Ως αντίστροφη όσμωση θεωρείται, η διαδικασία διαχωρισμού η οποία χρησιμοποιεί πίεση για να ωθήσει ένα διάλυμα μέσω μιας μεμβράνης η οποία κρατάει τη διαλυμένη ουσία στην μια πλευρά και επιτρέπει στον καθαρό διαλύτη να περάσει από την άλλη πλευρά.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ο διαλύτης να περάσει από μια περιοχή με χαμηλή συγκέντρωση διαλυμένη ουσία σε μια περιοχή με υψηλή συγκέντρωση, όταν δεν ασκείται καμία εξωτερική πίεση.

Στη διαδικασία της αντίστροφης όσμωσης, οι δυνάμεις που επηρεάζουν την κίνηση του νερού είναι οι εξής:

1. Η δύναμη που λόγω της ωσμωτικής πίεσης αναγκάζει το διαλύτη να κινηθεί από την περιοχή με την χαμηλότερη συγκέντρωση διαλυμένης ουσίας στην χαμηλότερη περιοχή.
2. Η αντίθετη της πρώτης, η οποία προκαλεί αντίθετη κίνηση του νερού και οφείλεται στην πίεση που υπάρχει εξωτερικά.

2.3.2 Αντίστροφη Όσμωση με Παραβολικούς Ηλιακούς Συλλέκτες

Αυτό το σύστημα που ορίζεται ανωτέρω, αναλύθηκε στην παρουσίαση του T.E Bowman. Το σύστημα αυτό λειτουργεί ανεξάρτητα από το δίκτυο αλλά έχει έναν λέβητα

πετρελαίου και ένα εφεδρικό σύστημα θερμικές αποθήκευσης. Η θερμική αποθήκη αποτελείται από έναν συσσωρευτή ατμού που συνδέεται με δύο κινητήρες εμβόλων ατμού, όπου ο ένας κινητήρας συνδέεται απευθείας με την αντλία με μια ηλεκτρική γεννήτρια για την παραγωγή βοηθητικού ηλεκτρισμού.

Το ηλιακό πεδίο όπως έχει σχεδιαστεί και διαμορφωθεί παράγει αρκετή ενέργεια ώστε να εφοδιάζει την ποσότητα του ατμού που απαιτείται και από τους δύο κινητήρες για οκτώ ώρες σε μια μέση ηλιοφάνεια ενός μήνα του χρόνου.

2.3.3 Αντίστροφη Όσμωση με Ηλιακούς Συλλέκτες Κενού

Το νερό που κυκλοφορεί μέσα στους σωλήνες θερμαίνεται και στη συνέχεια μεταφέρεται στον εναλλάκτη θερμότητας όπου παράγει υπέρθερμο υδρατμό. Ο υπέρθερμος υδρατμός χρησιμοποιείται σε συσκευές επέκτασης όπου παράγεται η απαιτούμενη μηχανική ενέργεια για τη λειτουργία των αντλιών στο σύστημα ΑΩ, στο βρόγχο κυκλοφορίας του νερού αλλά και στο βρόγχο του υπέρθερμου υδρατμού.

2.4 Ηλιακή Πολλαπλή Εξάτμιση

Τα τελευταία έτη, έχουν πραγματοποιηθεί πολλές εξελίξεις στις διεργασίες λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών, έχει σημειωθεί αύξηση της δυνατότητας τέτοιων συστημάτων ηλιακής πολλαπλής εξάτμισης.

Η ηλιακή πολλαπλή εξάτμιση, μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση ηλιακών λιμνών και την χρήση ηλιακών συλλεκτών.

Η ηλιακή λίμνη είναι ιδανικός συνδυασμός με τα συστήματα αφαλάτωσης, καθώς μπορεί να συλλέγει την θερμότητα, να αποθηκεύει και να μεταφέρει με χαμηλό κόστος άντλησης.

2.4.1 Πολλαπλή Εξάτμιση με Ηλιακή Λίμνη

Όπως προανέφερα και παραπάνω η ηλιακή λίμνη έχει αρκετά πλεονεκτήματα για τον λόγο ότι μπορεί να συνδυαστεί μετά συστήματα αφαλάτωσης αλλά και λειτουργεί να συλλέγει την ηλιακή ενέργεια και σαν δεξαμενή την οποία αποθηκεύει. Επιπλέον ένα τέτοιο σύστημα δεν έχει πολλά λειτουργικά έξοδα σε θέμα εγκατάστασης αλλά και συντήρησης. Αυτός ο συνδυασμός ηλιακής λίμνης και συστήματος πολλαπλής εξάτμισης θεωρείται από τους πιο αποδοτικότερους αφού η θερμοκρασία της λίμνης κυμαίνεται στο 60-80 βαθμού κελσίου και αυτό είναι ένα θετικό στοιχείο γιατί ταιριάζει με τους βαθμούς στην οποία λειτουργεί το σύστημα της πολλαπλής εξάτμισης.

Η λειτουργία της πολλαπλής εξάτμισης με ηλιακή λίμνη δεν έχει μεγάλη διαφορά από την συμβατική γιατί πολύ απλά λειτουργεί σαν υπομονάδα παραγωγής ενέργειας και

αντί ένα συμπυκνωτή υπάρχει ένας ηλιακός προθερμαντήρας. Επίσης η ηλιακή λίμνη αποτελεί την είσοδο για την υπομονάδα αφαλάτωσης. Τέλος ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της μονάδας με συνδυασμό της ηλιακής λίμνης είναι η άλμη όπου απορρίπτεται στην ηλιακή λίμνη για να διατηρεί την ισορροπία άλατος.



Εικόνα 4. Φωτοβολταικά σε λίμνη

2.5 Ηλιακή Πολυβάθμια Εκτόνωση

2.5.1 Πολυβάθμια Εκτόνωση με Ηλιακή Λίμνη

Η ηλιακή λίμνη είναι ένα σύστημα πολύ οικονομικό και αποδοτικό όπου συνδυάζεται με το σύστημα αφαλάτωσης για την παραγωγή μεγάλης ποσότητας πόσιμου νερού σε σχέση με άλλες μονάδες.

Η μονάδα αυτή αποτελείται από την συμβατική μονάδα πολλαπλής εκτόνωσης και μια μονάδα όπου συλλέγει την ηλιακή ενέργεια ή ηλιακή λίμνη και λειτουργεί και σαν μονάδα αποθήκευσης. Επίσης αποτελείται και από μια γεννήτρια και ένα βραστήρα ο οποίος τροφοδοτείται από αυτή.

Η λειτουργία της λίμνης αυτής πρέπει για περίπου 2 χρόνια να υπάρχει μια προσαρμογή και έτσι όταν αποκτήσει μια θερμοκρασία για να έχει μια σωστή λειτουργία για τον λόγο ότι η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο για την λειτουργία της αφαλάτωσης γιατί όταν οι θερμοκρασίες είναι μικρότερες το σύστημα δεν λειτουργεί αποδοτικά ενώ για μεγάλες αυξάνονται οι θερμικές απώλειες της λίμνης. Η δουλειά που κάνει η λίμνη είναι να συλλέγει την ηλιακή ενέργεια και να την αποθηκεύει και να θερμαίνει το νερό που πρέπει να βρίσκεται σε θερμοκρασία 90°C όπου εισέρχεται στην 1^η μονάδα αφαλάτωσης. Επίσης η θερμοκρασία είναι υψηλή τόσο και το ποσοστό της

εξάτμισης θα είναι ψηλό. Η λίμνη παίζει σημαντικό ρόλο που λειτουργεί σαν δεξαμενή αποθήκευσης για την ισορροπημένη λειτουργία της λίμνης.

2.5.2 Πολυβάθμια Εκτόνωση με Ηλιακούς Συλλέκτες

Η πολυβάθμια εκτόνωση με συνδυασμό ηλιακούς συλλέκτες είναι μια τεχνολογία που πλέον θεωρείται και η κατάλληλη για μεγάλη παραγωγικότητα αφαλάτωσης .Σε αυτό το σύστημα χρησιμοποιούνται κυρίως παραβολικοί συλλέκτες και σπάνια επίπεδοι.

Τα μέρη που περιέχει ένα τέτοιο σύστημα συνδυασμού είναι τρία .

1)Συλλογή Θερμότητας

2)Θερμική Αποθήκευση

3)Πολυβάθμια Εκτόνωση

Η συλλογή θερμότητας είναι οι ηλιακοί συλλέκτες και λειτουργούν με την ηλιακή ακτινοβολία που περνά μέσα από το γυαλί που είναι το κάλυμμα του συλλέκτη και αντανακλάται στις χάλκινες σωλήνες όπου μέσα υπάρχει νερό και μεταφέρει την θερμική ενέργεια. Το δεύτερο μέρος είναι μια υπομονάδα θερμικής αποθήκευσης που υπάρχει μια μονωμένη δεξαμενή και είναι συνδεδεμένη με το ολικό σύστημα. Η λειτουργία της δεξαμενής πραγματοποιείται με την κυκλοφορία μιας θερμοστατικής βαλβίδας όπου ρυθμίζεται και έχει μια σταθερή θερμοκρασία στην έξοδο των συλλεκτών και το ζεστό νερό που υπάρχει μέσα χρησιμοποιείται στους θαλάμους εκτόνωσης της μονάδας αφαλάτωσης.

Γενικά η δεξαμενή λειτουργεί ως θερμικός αποσβεστήρας μεταξύ των συστημάτων συλλογής ηλιακής ενέργειας και αφαλάτωσης. Ο Θερμαντήρας άλμης είναι συνδεδεμένος με την μονάδα πολύβαθμιας εκτόνωσης και το ζεστό νερό που υπάρχει στην δεξαμενή αποθήκευσης μέσω μιας αντλίας μεταφέρεται σε αυτό και το ζεστό νερό αποδίδει κάποια θερμική ενέργεια.

2.5.3 Ηλιακοί Συλλέκτες

Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι συστήματα τα οποία μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για την αφαλάτωση νερού χρησιμοποιώντας πηγή θέρμανσης την ηλιακή ενέργεια. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η διαδικασία που πραγματοποιείται με αυτό το σύστημα.

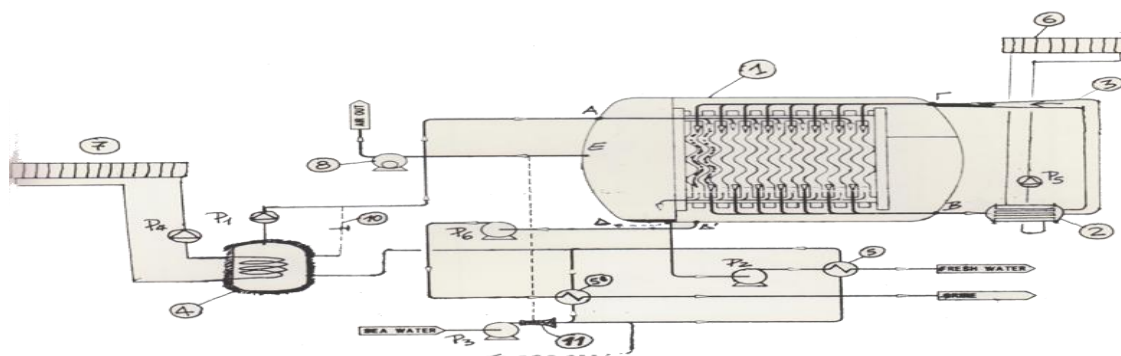
Αρχικά θερμαίνουμε το προς αφαλάτωση νερό σε ένα μπόιλερ στο αρ.4.Εν συνέχεια μέσω ενός κυκλώματος κλειστού τύπου διαμέσου των σωλήνων των ηλιακών

συλλεκτών διαρρέει το ζεστό νερό αρ.7,το ζεστό νερό εισέρχεται σε ένα πλακοειδή εναλλάκτη στο αρ.1 με την βοήθεια μιας αντλίας όπου ψύχει τον υγροποιήσιμο ατμό που δημιουργήθηκε προηγουμένως στον ίδιο εναλλάκτη και εισήλθε αναβαθμισμένος από πλευράς θερμοκρασίας και πίεσης από την είσοδο γ.Ένα μεγάλο ποσοστό υγροποιημένου ατμού ατμοποιείται και διοχετεύεται σε μια λεκάνη κλειστού τύπου όπου πλέον υπάρχει το αλμυρό νερό και απομακρύνεται αφού θερμανθεί μέσω εναλλάκτη θερμότητας ροής 5β μια ποσότητα φρέσκου θαλασσινού νερού με την βοήθεια του κυκλοφορητή ρδ.

Η ατμοποίηση γίνεται σε συνθήκες υποπίεσης και χαμηλής θερμοκρασίας που συντηρείται στο σημείο E, είτε με την βοήθεια ενός τζιφαρού αρ.11 είτε με μία αντλία κενού αρ.8 .

Στο τελικό στάδιο το γλυκό νερό στο αρ.1 εξέρχεται μέσω βαλβίδας αντεπιστροφής αρ.14 σε υψηλή θερμοκρασία και μέσω εναλλάκτη αντίθετου ροής αρ.5 ψύχεται προθερμαίνοντας ταυτόχρονα το αντλούμενο ρ3 προς αφαλάτωση νερό.

Η αναβάθμιση του εξερχόμενου ατμού σε υψηλότερη θερμοκρασία και πίεση γίνεται με ειδικό εναλλάκτη αρ.2 και κλειστό κύκλωμα ζεστού νερού μέσω ηλιακών συλλεκτών αρ.6 είτε με ειδική αντλία συμπίεσης ατμού.αρ.13.



Σχήμα 8.Διάγραμμα του συλλέκτη

2.6 Ηλιακή Μηχανική Συμπύεση Ατμού

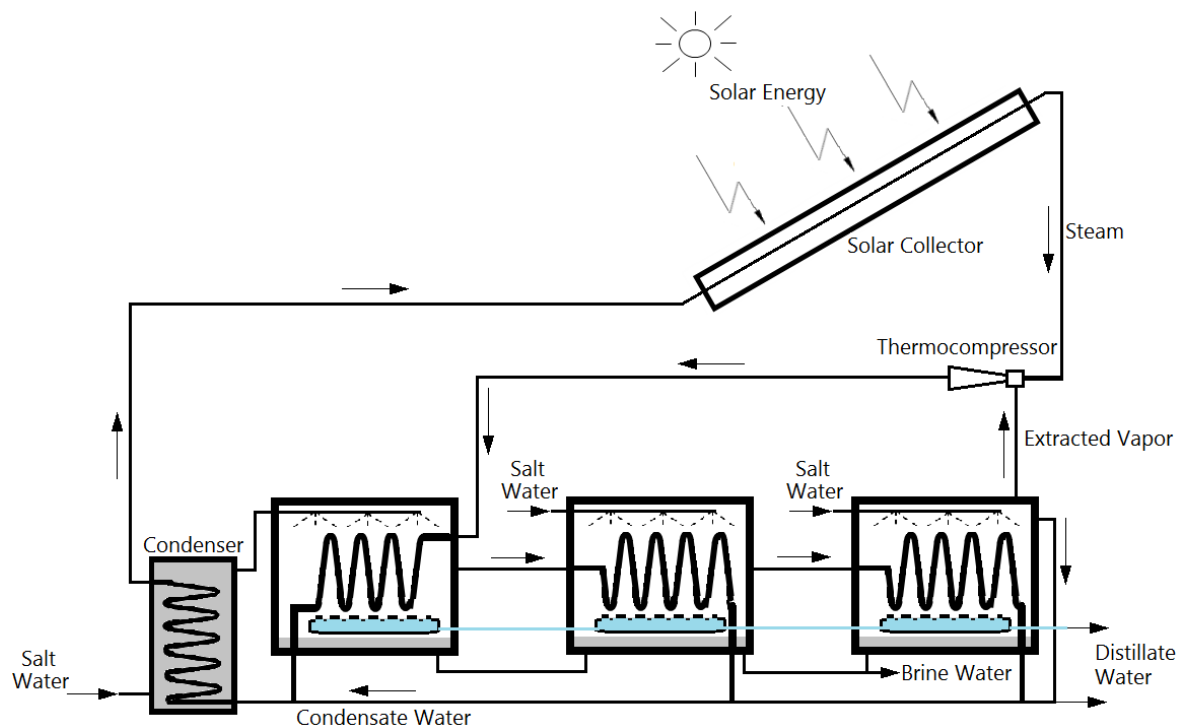
Είναι μια διαδικασία αφαλάτωσης που λειτουργεί για μικρές ποσότητες νερού όπου έχει συνδυαστεί με την ηλιακή ενέργεια έμμεσα με την μηχανική συμπίεση ατμού. Το σύστημα χρησιμοποιεί και μπαταρίες ως εφεδρικές για τις ώρες που δεν έχει ηλιοφάνεια και τις βραδινές ώρες επίσης χρησιμοποιεί μια γεννήτρια. Αυτό το σύστημα με το

συνδυασμό με χρήση φωτοβολταϊκών ,γεννήτριας και εναλλάκτων έχει τα πλεονεκτήματα πως δεν θα υπάρχουν πολλές εκπομπές αέριες χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις του συστήματος και έχει φθηνά κόστη συντήρησης. Ακόμη έχει υψηλή αξιοπιστία και κατασκευάζεται για μικρές μονάδες.Τα φωτοβολταϊκά λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα μέσω του αντιστρόφου. Έτσι η μονάδα λειτουργεί όπως και η συμβατική που προανέφερα παραπάνω και το μόνο διαφορετικό είναι ο συνδυασμός με τα φ/β.

2.7 Εξάτμιση Πολλαπλής Επίδρασης με Ηλιακούς Συλλέκτες

Η πλειοψηφία της μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεων ηλιακής θερμικής ενέργειας, βασίζεται στην εξάτμιση πολλαπλής επίδρασης.

Ειδικότερα, τα τελευταία έτη παρατηρείται έντονα το φαινόμενο αυτό, εξαιτίας των πολύ χαμηλότερων θερμοκρασιών κορυφαίας άλμης σε συνδυασμό με τη χαμηλή ειδική ενεργειακή κατανάλωση της μεθόδου. Τα συστήματα αφαλάτωσης εξάτμισης πολλαπλής επίδρασης λειτουργούν με τρεις διαφορετικούς τρόπους που εξαρτώνται από τις πηγές θερμότητας.



Αρχικά, στην πρώτη κατηγορία παρουσιάζονται τα συστήματα λειτουργίας που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια. Στην περίπτωση αυτή, η ενέργεια που εισέρχονται

στη πρώτη βαθμίδα προέρχονται αποκλειστικά από τη θερμική ενέργεια που παράγεται από συστοιχία θερμικών συλλεκτών.

Περαιτέρω, υπάρχουν τα συστήματα που λειτουργούν μόνο με τη χρήση καυσίμων και έτσι σε αυτό το σύστημα οι αντλίες απορρόφησης θερμότητας τροφοδοτούν όλη την θερμότητα που απαιτείται από τη μονάδα αφαλάτωσης.

Επιπρόσθετα, η Τρίτη κατηγορία είναι τα υβριδικά συστήματα. Στα συστήματα αυτά η ενέργεια που απαιτείται προέρχεται τόσο από τους ηλιακούς συλλέκτες όσο και από τις αντλίες απορρόφησης.

Σε αυτή τη κατηγορία, η αντλία θερμότητα λειτουργεί είτε σε 24ώρη βάση συνεισφέροντας 30% στην παρερχόμενη ενέργεια, είτε διακοπτόμενα ανάλογα με τη διαθεσιμότητα ηλιακής ενέργειας.

Γενικά, οι ηλιακοί συλλέκτες συνδέονται με την μονάδα αφαλάτωσης πολλαπλής εξάτμισης και αποτελούν την πηγή ενέργειας του συστήματος. Έχουν ως σκοπό την θέρμανση υγρού μεταφοράς θερμότητας νερό ή λάδι που θα τροφοδοτήσει την πρώτη βαθμίδα της μονάδας αφαλάτωσης.

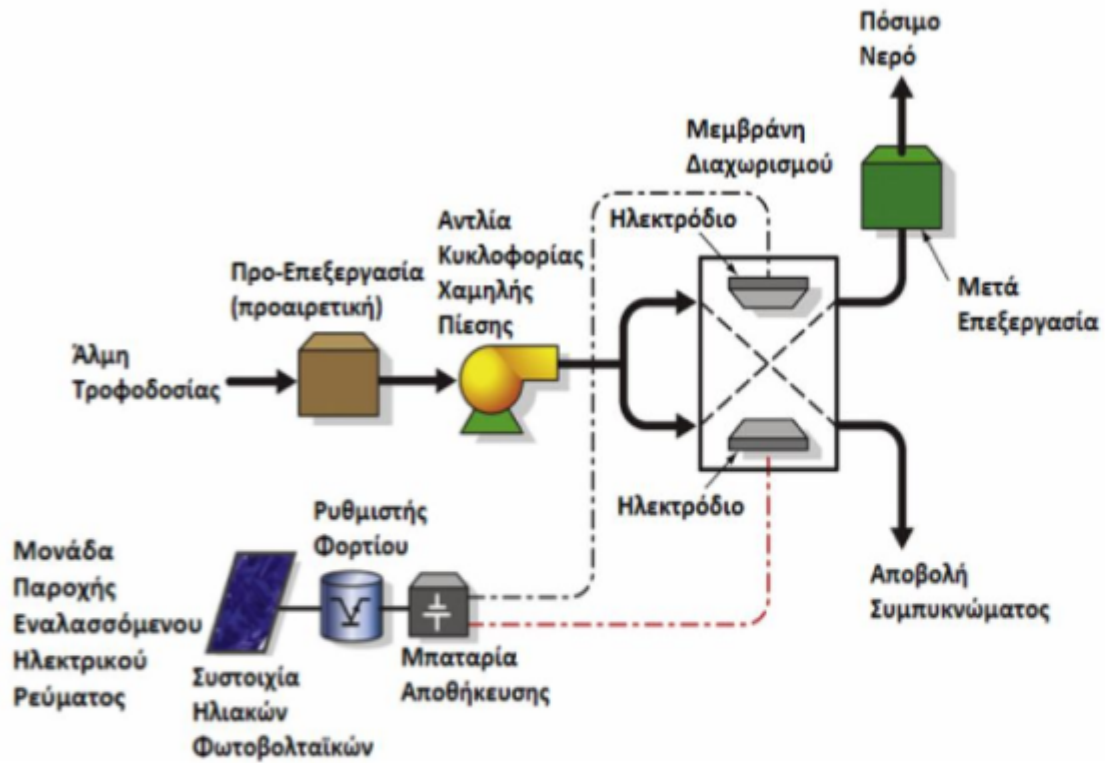
2.8 Ηλιακή Ηλεκτροδιάλυση

Η ηλιακή ηλεκτροδιάλυση χρησιμοποιείται στην αφαλάτωση νερού όπως προ ανέφερα στις συμβατικές τεχνολογίες. Παρά αυτό μπορεί να συνδυαστεί και με ηλιακές τεχνολογίες όπως με φωτοβολταϊκά στοιχεία. Ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από:

- Σύστημα προ επεξεργασίας
- μεμβράνη διαχωρισμού
- αντλία χαμηλής πίεσης
- φωτοβολταϊκά στοιχεία
- δοχείο παραγόμενου νερού προς επεξεργασία

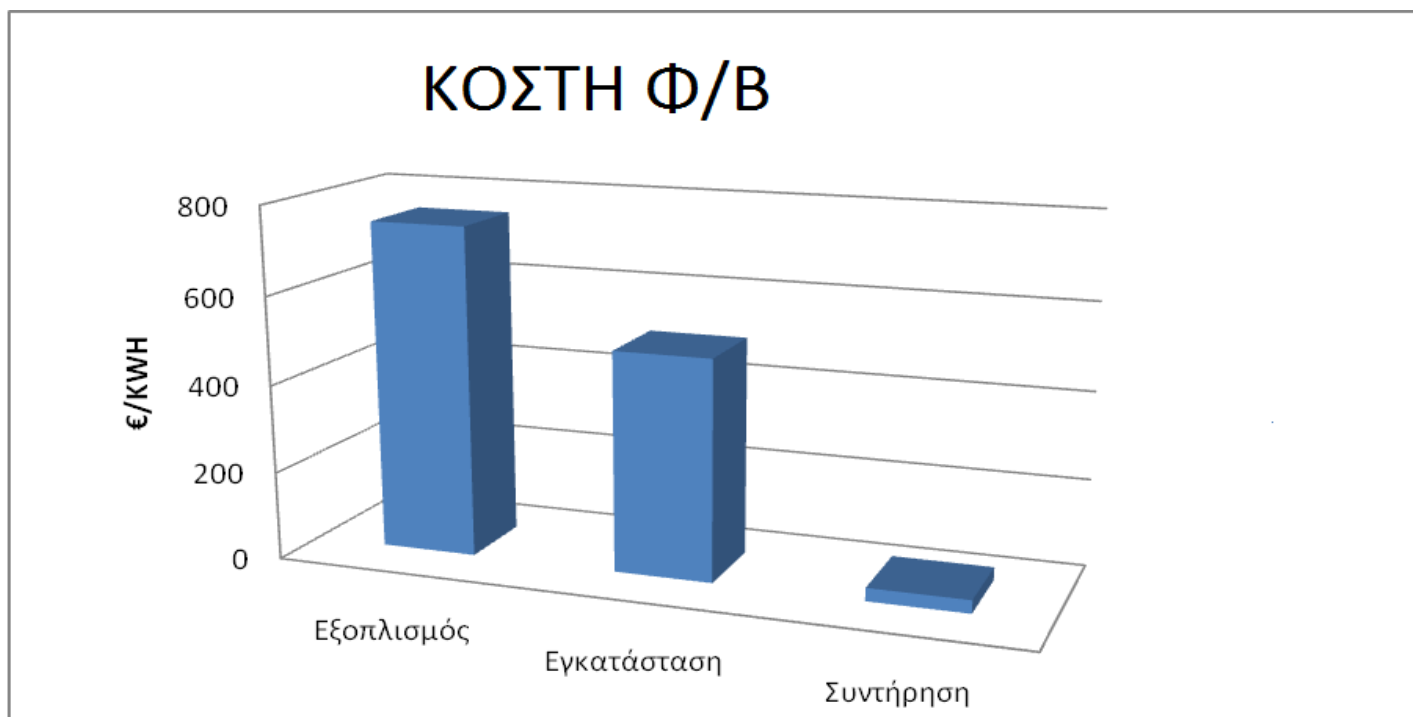
Ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος ηλεκτροδιάλυσης με φωτοβολταϊκά στοιχεία, είναι όταν τα ηλεκτρόδια συνδέονται με μια εξωτερική πηγή που είναι συνεχούς ρεύματος με φωτοβολταϊκά και μπαταρίες που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση ενέργειας σε μια δεξαμενή η οποία βρίσκεται το αλμυρό νερό όπου θα επεξεργαστούν.

Αυτό επιτυγχάνεται όταν μεταφέρεται στο διάλυμα ηλεκτρικό ρεύμα και τα ιόντα που βρίσκονται τείνουν στο ηλεκτρόδιο το οποίο έχει αντίθετο φορτίο και στο τέλος η αλατότητα του νερού απομακρύνεται σιγά – σιγά όταν διέρχεται μέσα στις μεμβράνες τα οποία βρίσκονται ανάμεσα στα ηλεκτρόδια.



Σχμα 8 Απεικόνιση Ηλεκτροδιάλυσης με Φ/β Στοιχείο

2.9 Κόστη Φ/β Στοιχείων



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Αφαλάτωση με την Χρήση Αιολικής Ενέργειας για την Λειτουργία των Μονάδων με Ηλεκτρική Ενέργεια



3.1 Γενικά Στοιχεία

Η χρήση την αιολικής ενέργειας στις μέρες μας αποτελεί πηγή για μια ενδιαφέρουσα λύση η οποία θα μας παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν εκμεταλλευτή το αιολικό δυναμικό κάποιων περιοχών όπου έχουν πλούσιο αιολικό και θα μπορούμε να παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια με την εγκατάσταση ανεμογεννητριών. Έχει αρκετά πλεονεκτήματα καθώς και ελάχιστα μειονεκτήματα. Μερικά από αυτά είναι ότι το καύσιμο της είναι άφθονο αφού λειτουργεί με τον άνεμο, δεν ελκύονται αέρια θερμοκηπίου και άλλοι ρύποι αφού συγκαταλέγεται σε ήπια μορφή ενέργειας και οι επιπτώσεις στις στο περιβάλλον είναι πολύ ελάχιστες με σύγκριση με συμβατικά καύσιμα.

Η ιστορία της αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας άρχισε να εκμεταλλεύεται των 21^ο αιώνα από Κίνα,Θιβέτ, Ινδία, Περσία όπου χρησιμοποιούσαν τον άνεμο σαν κινητήρια δύναμη.

Σήμερα η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε βιομηχανίες και πόλεις. Τα αιολικά πάρκα διακρίνονται σε 4 κατηγορίες με βάση την κατασκευή τους.

- Παράκτια αιολικά πάρκα
- Χερσαία αιολικά πάρκα
- Υπεράκτια αιολικά πάρκα
- Πλωτά αιολικά πάρκα

3.2 Συνδιασμός Αφαλάτωση με Αιολική Ενέργεια για την Παραγωγή Ηλεκτρισμού για την Λειτουργία του Συστήματος

Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και για να γίνει αυτή η μετατροπή εφαρμόζονται δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο η φτερωτή που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε μηχανική με την μορφή περιστροφής του άξονα της φτερωτής και το 2^ο στάδιο μέσω μιας γεννήτριας επιτυγχάνουμε την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Η αιολική ενέργεια λόγω του χαμηλού της κόστους μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με μεθόδους αφαλάτωσης με την αντίστροφη όσμωση και την μηχανική συμπίεση ατμού για να παράγει ρεύμα και η εκάστοτε μέθοδος να έχει χαμηλό κόστος. Αρκετά ωφέλιμα κόστη έχει η αιολική αφαλάτωση και επίσης είναι ανταγωνιστική σε σχέση με άλλα συστήματα αφού παρέχει πόσιμο νερό και είναι φιλική προς το περιβάλλον. Υπάρχουν δύο τύποι ανεμογεννητριών, οριζόντιου και κάθετου άξονα, με αυτές του οριζόντιου άξονα να είναι οι πιο διαδεδομένες αυτή τη στιγμή στον κόσμο.

Οι ανεμογεννήτριες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

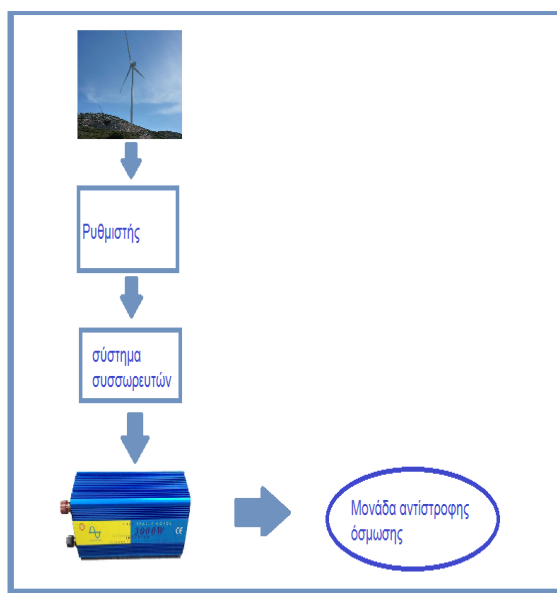
Ανεμογεννήτριες Οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας ρότορας του μοτέρ είναι τύπου έλικα και βρίσκεται σε θέση παράλληλη με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους.

Ανεμογεννήτριες Κατακόρυφου άξονα, των οποίων ο δρομέας ρότορας του μοτέρ παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους.

Παρακάτω στην διπλωματική μου θα σας παρουσιάσω τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να συνδυαστεί η αιολική ενέργεια με αυτές τις μεθόδους και ποια τα κόστη μιας τέτοιας εγκατάστασης.

3.3 Συνδιασμός Ανεμογεννήτριας με Αντίστροφη Όσμωση

Η αντίστροφη όσμωση όπως είδαμε και παραπάνω καταναλώνει τις πιο ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις. Μια μονάδα περίπου χρειάζεται μια ενεργειακή κατανάλωση στα 3 kWh ανά κυβικά μέτρα αφαλατωμένου νερού, έτσι η σύζευξη της αντίστροφης όσμωσης με την αιολική ενέργεια εμφανίζεται ιδιαίτερα ελκυστική στην περίπτωση απομακρυσμένων περιοχών με κατάλληλη ταχύτητα ανέμου. Παρακάτω στο σχήμα παρουσιάζεται η λειτουργία και συνδεσμολογία της μεθόδους αυτής. Υπάρχει η αιολική μονάδα ,ένας ρυθμιστής το σύστημα συσσωρευτών όπου αποθηκεύουν την ενέργεια και ο inverter που είναι συνδεδεμένος με την μονάδα της συμβατικής αντίστροφης όσμωσης.



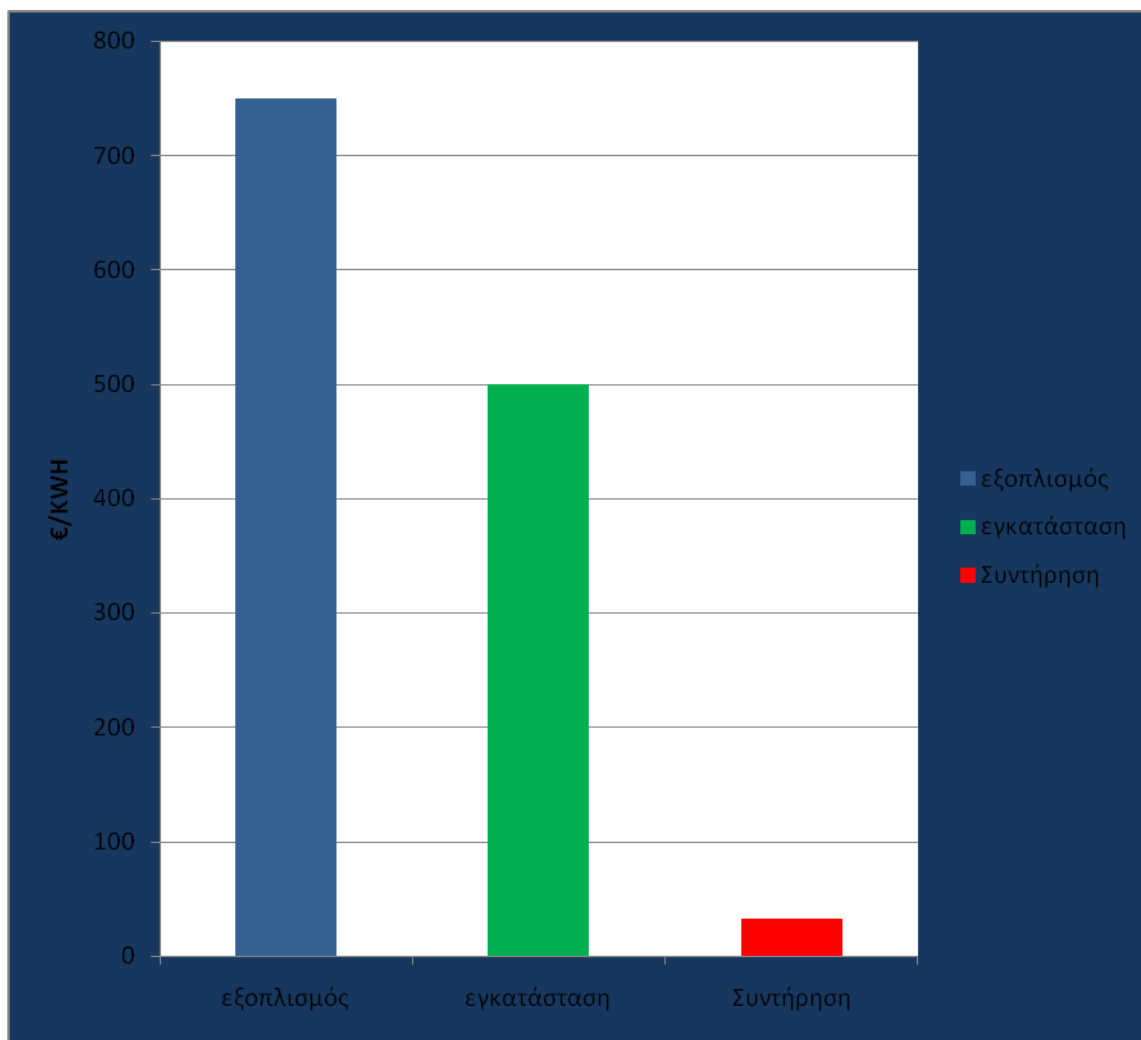
Σχήμα 9. Αντίστροφη Όσμωση με Ανεμογεννήτρια

3.4 Αιολική Μηχανική Συμπύεση Ατμού

Ένας μηχανικός συμπιεστής ή ένας συμπιεστής ηλεκτρικού ρεύματος μπορεί να τροφοδοτηθούν από την αιολική ενέργεια. Αυτή η μέθοδος δεν εφαρμόζεται σε πολλές μονάδες στον κόσμο. Η λειτουργία της αιολικής με συνδυασμό την συμπύεση ατμού είναι όταν οι ανεμογεννήτριες εμφανίζουν παρόμοια μηχανικά χαρακτηριστικά με το

συμπιεστή, που χρησιμοποιείται στη μηχανική συμπίεση ατμού. Η ομοιότητα των δυο παραπάνω μηχανών έγκειται στο ότι και οι δυο αποτελούν μηχανές ροής ρευστού. Αυτή τους η ομοιότητα συνεπάγεται την ύπαρξη δύο εξόδων ισχύος, που διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Κατά συνέπεια, το σύστημα λειτουργεί αποτελεσματικά ακόμη υπό την επήρεια μεταβαλλόμενης ταχύτητας ανέμου. Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της μεταβαλλόμενης ταχύτητας ανέμου, συνίσταται η χρήση μιας βοηθητικής πηγής θέρμανσης καθώς και η παροχή της απαιτούμενης ενέργειας εκκίνησης.

3.5 Κόστη για την Εγκατάσταση με Ανεμογεννήτριες



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εφαρμογές της Αφαλάτωσης Παγκόσμια

4.1 Αφαλάτωση στην Αυστραλία

Όπως και στις περισσότερες χώρες σε όλο τον κόσμο, έτσι και η Αυστραλία αντιμετωπίζει ένα μείζον θέμα στη ζήτηση για καθαρό νερό. Δεν είναι μόνο η ξηρότερη κατοικημένη ήπειρος στον κόσμο, αλλά και ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού ανά κάτοικο. Οι Αυστραλοί χρησιμοποιούν περισσότερα από 980 κυβικά μέτρα γλυκού νερού ανά άτομο ετησίως για διάφορους σκοπούς. Επί του παρόντος, οι περισσότερες από τις μεγάλες αστικές πόλεις σε όλη την Αυστραλία αναζητούν νέες πολιτικές και περιορισμούς που αποσκοπούν στη μείωση της χρήσης του νερού κατά 20 τοις εκατό ή περισσότερο με την πάροδο του χρόνου. Οι τελευταίες δυο δεκαετίες γενικά, και ιδιαίτερα αυτή, έχουν αναδείξει ένα σοβαρό πρόβλημα έλλειψης νερού σε αρκετές περιοχές της Αυστραλίας. Σχεδόν όλες οι πολιτείες της Αυστραλίας έχουν επιβάλει τα πιο σκληρά μέτρα για να περιοριστεί η χρήση του νερού στη βιομηχανία και τους κατοίκους από το 1970. Επίσης έχει παρατηρηθεί και μια σημαντική μείωση του μέσου όρου των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριών δεκαετιών στην Αυστραλία γενικά, και στη Δυτική Αυστραλία, ιδιαίτερα. Σαν λύση λοιπόν σε αυτά τα προβλήματα προτάθηκε η κατασκευή δυο μεγάλων μονάδων αφαλάτωσης. Μια στο Πέρθ και μια στο Σίδνεϊ.

4.1.1 Μονάδα Αφαλάτωσης στο Πέρθ

Στην κwinana στην δυτική Αυστραλία νότια της πόλης Περθ κατασκευάστηκε η πρώτη μονάδα αφαλάτωσης θαλασσινού νερού με αντίστροφη όσμωση. Η μονάδα αυτή παράγει 45 εκατομμύρια κυβικά μέτρα ανά έτος και ημερήσια παραγωγική ικανότητα 140000κυβικά μέτρα ανά ημέρα για την εξυπηρέτηση σχεδόν 1.5 εκατομμυρίου πληθυσμού. Η μονάδα αυτή ήταν η πρώτη ποιά μεγάλη που χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπου υπάρχει ένα μεγάλο αιολικό πάρκο για την αντικατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας και αυτό παράγει 270GWh/έτος για το δίκτυο της πόλης και τα 180 Gwh/έτος τα απαιτεί η μονάδα αυτή.

Η αρχή λειτουργίας του εργοστασίου έχει αυστηρές περιβαλλοντικές διαδικασίες και έχει ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα περιβαλλοντικής παρακολούθησης.



Εικόνα 4. Μονάδα Αφαλάτωσης στην Kwinana

4.1.2 Μονάδα Αφαλάτωσης στο Σίδνεϋ

Όπως αναφέραμε και παραπάνω η Αυστραλία και συγκεκριμένα το Σίδνεϋ αντιμετωπίζει έντονα προβλήματα ξηρασίας λόγω των χαμηλών βροχοπτώσεων και παρά το γεγονός ότι υπάρχει ένα δίκτυο έντεκα φραγμάτων για τον εφοδιασμό του πληθυσμού του Σίδνεϋ, η στάθμη του νερού των φραγμάτων εξακολουθεί να είναι χαμηλή.

Με την αύξηση του πληθυσμού και τις επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος στις λεκάνες απορροής νερού του Σίδνεϋ, μια μονάδα αφαλάτωσης κρίθηκε ως ένα βασικό στοιχείο για την ασφάλεια της συνεχούς παροχής νερού στο Σίδνεϋ, ακόμη και σε έτη ξηρασίας. Η μονάδα λοιπόν αφαλάτωσης του Σίδνεϋ που κατασκευάστηκε στην ακτή του Kurnell το 2010 είναι το τρίτο μεγάλο εργοστάσιο αφαλάτωσης κατασκευάστηκε στην Αυστραλία.

Χρησιμοποιεί τη μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης και μεμβράνες διήθησης για να αφαιρέσει το αλάτι από το θαλασινό νερό και τροφοδοτείται 100 τοις εκατό με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ανανεώσιμη ενέργεια παρέχεται στο εθνικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας από το Capital Wind Farm του Bungendore, στην Νέα Νότια Ουαλία. Η τροφοδοσία του θαλασσινού νερού γίνεται από τη θάλασσα Tasman και το εργοστάσιο είναι σε θέση να εξυπηρετεί μέχρι και 1,5 εκατομμύρια άνθρωποι- 15% των αναγκών σε νερό του Σίδνεϋ με συνολική δυναμικότητα 250 εκατ. Λίτρα την ημέρα. Το εργοστάσιο λειτουργούσε συνεχώς για τα δύο πρώτα έτη. Την 1η Ιουλίου 2012 όμως έκλεισε και όταν τα επίπεδα του φράγματος πέσουν στα κατώτατα όρια που έχουν καθοριστεί τότε, η μονάδα μπορεί να ξαναρχίσει, παρέχοντας έτσι τη μακροπρόθεσμη ασφάλεια του νερού.



Εικόνα 5. Μονάδα Αφαλάτωσης στο Σίδνεϋ

4.2 Αφαλάτωση στις Ηνωμένες Πολιτείες

Μονάδες αφαλάτωσης έχουν κατασκευαστεί σε κάθε πολιτεία των ΗΠΑ. Μέχρι τον Ιανουάριο του 2005, πάνω από 2.000 μονάδες αφαλάτωσης μεγαλύτερες από 100 m³ / d έχουν εγκατασταθεί ή έχει υπογραφεί σύμβαση. Η πηγή του νερού που επεξεργάζεται στις μονάδες των ΗΠΑ διαφέρει από εκείνη του υπόλοιπου του κόσμου. Περίπου το ήμισυ του συνόλου της δυναμικότητας των ΗΠΑ χρησιμοποιείται για την αφαλάτωση υφάλμυρου νερού. Είκοσι πέντε τοις εκατό του συνόλου της δυναμικότητας των ΗΠΑ αφαλατώνει νερό του ποταμού, διαδικασία σχετικά εύκολη και οικονομικά αποδοτική για τη βιομηχανία, για μονάδα παραγωγής ενέργειας, ή για δημοτική χρήση. Ενώ σε παγκόσμιο επίπεδο η μεγαλύτερη πηγή νερού είναι το θαλασσινό, στις ΗΠΑ λιγότερο από το 10% της παραγωγικής δυναμικότητας της χώρας, αφαλατώνεται. Η υπόλοιπη δυναμικότητα είναι κατά κύριο λόγο αφιερωμένη στην αφαλάτωση λυμάτων και καθαρού νερού για βιομηχανικούς σκοπούς. Όπως και στο υπόλοιπο κόσμο, έτσι και στις ΗΠΑ η αντίστροφη όσμωση (RO) είναι η πιο διαδεδομένη τεχνολογία αφαλάτωσης και αντιπροσωπεύει σχεδόν το 70% της εγκατεστημένης δυναμικότητας αφαλάτωσης. Ωστόσο, η δεύτερη πιο διαδεδομένη και συχνά χρησιμοποιημένη τεχνολογία αφαλάτωσης σε παγκόσμιο επίπεδο, η πολυβάθμια εκτόνωση είναι ασυνήθιστη στις ΗΠΑ. Μόνο το 1% της συνολικής δυναμικότητας αφαλάτωσης των ΗΠΑ βασίζεται στην πολυβάθμια εκτόνωση (MSF). Αντίθετα, η νανοδιήθηση χρησιμοποιείται πολύ συχνά στις ΗΠΑ, αντιπροσωπεύοντας το 15% περίπου της συνολικής χωρητικότητας. Από τα 1,4 εκατ. m³ / d του νερού που αφαλατώνεται σε όλο τον κόσμο με τη χρήση της νανοδιήθησης, περίπου το 65% του ποσού περίπου 0,89 εκατομμύρια m³ / d λαμβάνει χώρα στις ΗΠΑ.

4.2.1 Η Αφαλάτωση στην Καλιφόρνια



Μονάδα αφαλάτωσης Scattergood στην Καλιφόρνια Πρόκειται για μια μονάδα αφαλάτωσης στην Καλιφόρνια του Λος Άντζελες με δυναμικότητα 220.000 m³ /day. Η μονάδα αυτή είναι συνδεδεμένη με το προϋπάρχον σύστημα κυκλοφορίας κρύου νερού από τον παρακείμενο σταθμό παραγωγής ενέργειας. Το αλμόλοιπο εδώ, δηλαδή το νερό με την αυξημένη περιεκτικότητα σε αλάτι που μένει από την διαδικασία της αντίστροφης όσμωσης, αφού αναμειχθεί με κρύο νερό μεταφέρεται για απόρριψη στη θάλασσα μέσω ενός ή περισσοτέρων από τους υπάρχοντες αγωγούς.

Οι αγωγοί αυτοί είναι:

1. Ένας αγωγός με διάμετρο 5.25m θερμικής απόρριψης που εξυπηρετεί τον σταθμό παραγωγής με σημείο εκροής τοποθετημένο 360m από την ακτή
2. Ένας αγωγός με διάμετρο 3.6m που χρησιμοποιείται σε έκτακτες συνθήκες τοποθετημένος 1.615m από την ακτή
3. Ένας αγωγός με διάμετρο 3.6m βαθιάς εκροής τοποθετημένος 8.262m από την ακτή

Μετά από μελέτη που πραγματοποιήθηκε εκτιμήθηκε η διάλυση και η διασπορά του αλμόλοιπου για κάθε μια από τις τρεις εναλλακτικές επιλογές εκροής. Τα σενάρια που μελετήθηκαν έλαβαν υπόψη τις συνθήκες που επικρατούν στον ωκεανό και είχαν εύρος τιμών για το παραγόμενο νερό μεταξύ 52.800 και 220.000 m³ /day. Αυτό έγινε για να για να εκτιμηθεί η ικανότητα παροχής κάθε επιλογής εκροής. Οι υδροδυναμικές μελέτες καθώς και τα στοιχεία που υπάρχουν για την περιοχή εδώ και 20 χρόνια έδωσαν μερικά πολύ χρήσιμα συμπεράσματα: •Όταν η παραγωγή καθαρού νερού είναι περιορισμένη μεταξύ 52.800 μέχρι 110.000 m³ /day τότε ο αγωγός που είναι τοποθετημένος 360m από την ακτή προσφέρει επαρκή διάλυση του αλμόλοιπου κάτω από όλες τις συνθήκες. Όταν η παραγωγή καθαρού νερού αυξάνεται σε 220.000 m³ /day τότε το αλμόλοιπο που εκρέει παραμένει κάτω από τα θαλάσσια βιολογικά όρια κατά 82% των περιπτώσεων. Το υπόλοιπο 18% όταν η αλατότητα του πυθμένα υπερβαίνει την ανοχή των βιολογικών ορίων μια μεγάλη περιοχή φυσικού περιβάλλοντος υπεραλατώνεται. Εκροή αλμόλοιπου από τον δεύτερο αγωγό που βρίσκεται 1615m από την ακτή υπερβαίνει τα όρια στο 98% των περιπτώσεων αν η παραγωγή νερού είναι της τάξεως των 52.800 m³ /day. Αν η ποσότητα του παραγόμενου νερού αυξηθεί στα 220.000 m³ /day τότε τα όρια υπερβαίνονται στο

100% των περιπτώσεων. Η εκροή από αυτόν τον αγωγό δεν είναι μια εφικτή λύση εκτός εάν το αλμόλοιπο αναμιγνύεται επιπλέον με θαλασσινό νερό πριν την εκροή. Η αναλογία θαλασσινού νερού που απαιτείται για εξάλειψη της υπεραλατότητας είναι 3.25 προς 1.

Εκροή αλμόλοιπου από τον τρίτο βαθύ αγωγό που βρίσκεται 8262m από την ακτή δεν προκαλεί προβλήματα υπεραλατότητας. Η εκροή από αυτόν τον αγωγό προσφέρει το μικρότερο ρίσκο όσον αφορά τις επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον ενώ επιτρέπει την μέγιστη παραγωγή νερού από την μονάδα.

4.3 Μονάδα Αφαλάτωσης στο Ισραήλ

Μια μονάδα που λειτουργεί με πολύ χαμηλή πίεση για να μην καταστρέφει το θαλάσσιο περιβάλλον. Η μονάδα αυτή βρίσκεται στο Ισραήλ νότια το Τελ Αβίβ και είναι μια μονάδα με αυστηρά μέτρα και παράγει το 30% του πόσιμου νερού της χώρας .Είναι από τις πιο μεγάλες μονάδες ανά το παγκόσμιο και παράγει 26000 κυβικά μετρά νερού την ώρα και 624000 την ημέρα. Η λειτουργία της μονάδας γίνεται με αντίστροφη όσμωση ,το θαλασσινό νερό υπό υψηλή πίεση μέσα σε κυλίνδρους που έχουν μέσα στρώματα μεμβρανών. Το εργοστάσιο βρίσκεται 2.5 χιλιόμετρα από την ακτή και τοποθετήθηκαν 3 μεγάλοι αγωγοί στην θάλασσα και η άντληση γίνεται σε χαμηλή πίεση για να μην επηρεάζει όταν παίρνει το νερό να καταστρέφει το βυθό δηλ.τα ψάρια.



Εικόνα 6. Μεγαλύτερης Μονάδα Αφαλάτωσης στο Ισραήλ

4.4 Μονάδα Αφαλάτωσης στο Al-Jubail

Η μονάδα αφαλάτωσης του Al- Jubail βρίσκεται στον αραβικό κόλπο. Τα χαρακτηριστικά του αγωγού εκροής είναι μήκος 2km, διάμετρος 0.9m, βάθος σημείου εκροής 4m με κατακόρυφη εκροή.

Η μέση πυκνότητα της θάλασσας στην περιοχή είναι 1.027,5 kg/m³ ενώ η πυκνότητα του αλμόλοιπου είναι 1.046,5 kg/m³. Η δυνατότητα παραγωγής νερού της μονάδας είναι 1.115.400 m³ /day και η εκροή του αλμόλοιπου είναι 1.632.400 m³ /day ή 16.25 m³ /s. Η μέση θερμοκρασία της θάλασσας στην περιοχή είναι 32 °C ενώ του αλμόλοιπου είναι 38 °C. Στη θάλασσα υπάρχει 46.000 ppm ενώ στην άλμη υπάρχει περιεκτικότητα 67.000 ppm. Όλες οι παραπάνω παράμετροι χρησιμοποιήθηκαν στο CORMIX από τους μηχανικούς, για να εκτιμηθούν τα προφίλ της συγκέντρωσης και της θερμοκρασίας για την εκροή του αλμόλοιπου. Στο σημείο εκροής έχει μέγιστη θερμοκρασία η οποία μειώνεται καθώς απομακρυνόμαστε μέχρι να φτάσει στα επίπεδα θερμοκρασίας της θάλασσας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πτώση της θερμοκρασίας είναι πολύ έντονη στην αρχή μέχρι το πλούμιο να ακουμπήσει τον πυθμένα σε απόσταση 2.77m από το σημείο εκροής. Μέσα στην απόσταση αυτή το πλούμιο έχει αναμειχθεί σημαντικά και η διάλυση στον άξονα του είναι 30 φορές μεγαλύτερη από το σημείο εκροής. Καθώς το πλούμιο ταξιδεύει πιο μακριά η θερμοκρασία του πέφτει σταδιακά και φτάνει σχεδόν στα επίπεδα της θάλασσας σε απόσταση 101.41m από το σημείο εκροής. Από αυτά τα αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι η εκροή του θερμού αλμόλοιπου από την μονάδα αφαλάτωσης του Al- Jubail δεν έχει δραστικές επιδράσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον του Αραβικού κόλπου

4.5 Μονάδες Αφαλάτωσης στα Κανάρια Νησιά, Ισπανία

Η μονάδα αυτή βρίσκεται στα νοτιοδυτικά του νησιού στα Κανάρια, στην παραλία Bocabarranco στο Galdar. Έχει δυναμικότητα παραγωγής 7.000 m³ /day, ποσοστό ανάκτησης 45%, και τα συνολικά αιωρούμενα στερεά στην εκροή είναι 400 ppm και το νερό που παράγει χρησιμοποιείται για οικιακή κατανάλωση. Η μονάδα αυτή είναι μέρος μιας ενιαίας εγκατάστασης αφαλάτωσης σε μια έκταση 10.000 m² και χρησιμοποιεί τις ίδιες υποδομές. Υπάρχει ακόμα μια μονάδα αντίστροφης όσμωσης στο συγκρότημα που παράγει νερό για γεωργική χρήση, και μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων πολύ κοντά. Το αλμόλοιπο διοχετεύεται μέσω δύο αγωγών στην αιγιαλίτιδα ζώνη, ο πρώτος είναι διπλός για την εκροή αλμόλοιπου από τη μονάδα πόσιμου νερού με διάμετρο 300mm και ο δεύτερος 400mm για τη γεωργική χρήση. Και οι δυο αγωγοί εκρέουν κοντά στην παραλία.

Η λύση που για όλες τις εκροές ακόμα και αυτές από την επεξεργασία υγρών αποβλήτων ήταν εκροή μέσω μεγάλου αγωγού στη θάλασσα.

Η συχνότητα καθαρισμού του φίλτρου της άμμου στο στάδιο προεπεξεργασίας είναι περίπου μια φορά την εβδομάδα και τα υπολείμματα εκρέουν και αυτά στον αγωγό της άλμης. Το ίδιο συμβαίνει και με τις μεμβράνες που καθαρίζονται 3-4 φορές το χρόνο.

4.5.1 Arucas

Αυτή η μονάδα βρίσκεται στα νότια του νησιού, σε μια περιοχή που ονομάζεται Punta de Camello, σε υψόμετρο 33.27m πάνω από τη θάλασσα. Έχει δυναμικότητα 5.000 m³ /day, ποσοστό ανάκτησης 45%, συνολικά αιωρούμενα στερεά στην εκροή 400 ppm και το νερό που παράγει χρησιμοποιείται για γεωργική χρήση. Η μονάδα είναι κοντά σε μια άλλη με παρόμοιο σχεδιασμό, με διαφορετική όμως χρήση. Η άλμη συναντά τον ήδη προϋπάρχων από το 1994 αγωγό με διάμετρο 400 mm και εκρέουν κατευθείαν στην ακτογραμμή. Υπάρχει ένας κατάλογος με ενδημικά θαλάσσια είδη, κόκκινα φύκια υπήρχαν σε εκείνο το μέρος και τώρα είναι κατεστραμμένα από προηγούμενες επιπτώσεις .

4.6 Μονάδες Αφαλάτωσης στην Ελλάδα

4.6.1 Αιολική Μονάδα Μήλος

Στην Μήλο βρίσκεται η πρώτη μονάδα αφαλάτωσης η οποία λειτουργεί από αιολική μηχανή και είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο. Η μονάδα καλύπτει όλες τις βραχυπρόθεσμες ανάγκες του νησιού σε νερό και καλύπτοντας και τους καλοκαιρινούς μήνες η οποία η ζήτηση του νερού αφού είναι τουριστική χρειάζεται περισσότερη κατανάλωση. Το 2015 μάλιστα επεκτάθηκε κατά 1.120 κυβικά μέτρα νερού την μέρα και του που εφαρμόστηκε το 2008 ήταν 2.600 κυβικά μέτρα νερού την μέρα.

Ειδικότερα, για την παραγωγή πόσιμου νερού, χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό μετά από επεξεργασία, αφαλάτωση και, εν συνεχεία, εμπλουτισμό. Η μέθοδος αφαλάτωσης που επιλέχθηκε είναι η αντίστροφη όσμωση η οποία βασίζεται, κυρίως, στην τεχνολογία ειδικών μεμβρανών, με εφαρμογή υψηλής πίεσης νερού, και χρησιμοποιεί θαλασσινό νερό και ηλεκτρική ενέργεια.

Είναι σημαντικό, επίσης, να τονιστεί ότι, σε αντίθεση με άλλες παρόμοιες εφαρμογές αφαλάτωσης, στη μονάδα αφαλάτωσης της Μήλου, χάρη στο σχεδιασμό της και στην τεχνολογία αιχμής που χρησιμοποιήθηκε, δεν πραγματοποιείται προχλωρίωση – αποχλωρίωση και δοσομέτρηση θειικού οξέος στην είσοδο των μεμβρανών, ούτε στο παραγόμενο νερό, και, γενικά, έχει επιτευχθεί η ελάχιστη δυνατή χρήση χημικών. Η μονάδα αφαλάτωσης αποτελείται από τέσσερα βασικά υποσυστήματα: το αντλιοστάσιο παροχής θαλασσινού νερού και τους σωλήνες προσαγωγής - απόρριψης, την προεπεξεργασία θαλασσινού νερού, τη διάταξη των μεμβρανών αντίστροφη ώσμωση, την μετεπεξεργασία αφαλατωμένου νερού και τη δεξαμενή γλυκού νερού. Το θαλασσινό νερό που αντλείται από τη θάλασσα περνάει αρχικά από μια φάση προεπεξεργασίας, με αυτόματα πολυστρωματικά φίλτρα χαλαζιακής άμμου ανθρακίτη και σακόφιλτρα από πολυπρο- πυλένιο, για την κατακράτηση ξένων σωμάτων και οργανισμών. Ως χημικό προκατεργασίας χρησιμοποιείται μόνο αντικαθαλατωτικό, κατάλληλο για χρήση σε μονάδες αφαλάτωσης παραγωγής πόσιμου νερού.

Η μονάδα λειτουργεί σε τέσσερις 4 ημιαυτόνομες συστοιχίες των 560 m³/d, προσδίδοντας έτσι στο σύστημα σημαντική λειτουργική ευελιξία, μεγιστοποιώντας παράλληλα τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία της.

4.6.2 Μονάδα Αφαλάτωσης στην Κρήτη (Αλμυρός Ποταμός)

Η μονάδα αφαλάτωσης βρίσκεται στο δήμο Μαλεβιζίου στο Ηράκλειο όπου αντλείται νερό προς αφαλάτωση από τον Αλμυρό ποταμό. Λειτουργεί από το 2014 και έχει αξιοσημείωτες επιδόσεις. Η δυναμικότητα του είναι 2000 κυβικά μέτρα νερού ημερησίως και τώρα έχουν τεθεί σχέδια για επέκταση της μονάδας για επιπλέον 3000 κυβικά μέτρα. Η Μονάδα αυτή λειτουργεί με το σύστημα αντίστροφης όσμωσης.



Εικόνα 7. Αλμυρός Ποταμός Κρήτη

4.6.3 Η Υδριάδα Πρώτη Πλωτή Μονάδα Αφαλάτωσης

Είναι ή πρώτη πλωτή μονάδα στην Ελλάδα που σχεδιάστηκε και λειτούργησε ανά το παγκόσμιο η οποία διαθέτει ανεμογεννήτρια και φωτοβολταικά συστήματα. Έχει δυνατότητα παραγωγής πόσιμου νερού 70 κυβικά μέτρα νερού ανά ημέρα και καλύπτει 400 άτομα. Η μονάδα αυτή είναι κυρίως οικολογική και μεταφέρετε σε οποιοδήποτε νησί χρειάζεται ενίσχυση πόσιμου νερού. Η μονάδα τώρα βρίσκεται σε εκτός λειτουργίας.



Εικόνα 8. Πλωτή Μονάδας Αφαλάτωσης Υδριάδας

σημαντική μείωση των βροχοπτώσεων κατά τα τελευταία τριάντα χρόνια. Χιόνι εμφανίζεται σπάνια στα πεδινά και για τη Βόρεια Περιοχή, αλλά πέφτει κάθε χειμώνα στο έδαφος πάνω από 1.000 μέτρα συνήθως συμβαίνουν από την πρώτη εβδομάδα του Δεκεμβρίου και τελειώνει στα μέσα Απριλίου. Το νησί αντιμετωπίζει συχνές ξηρασίες. Οι ορεινές περιοχές είναι γενικά κρύες και υγρές από τα υπόλοιπα μέρη του νησιού. Σχετική υγρασία του αέρα είναι κατά μέσο όρο μεταξύ 60-80% το χειμώνα και μεταξύ 40-60% το καλοκαίρι με ακόμα χαμηλότερες τιμές πάνω από τις εσωτερικές περιοχές γύρω από το μεσημέρι. Ομίχλης δεν είναι ένα συνηθισμένο φαινόμενο στο νησί, με ορατότητα γενικά είναι σαφής. Οι άνεμοι στο νησί είναι γενικά ελαφρά έως μέτρια, αλλά διαφέρουν ως προς την κατεύθυνση.

Η διαθεσιμότητα του νερού στην Κύπρο εξαρτάται από την ετήσια βροχόπτωση, που κυμαίνεται από 340 χιλιοστά στις παράκτιες πεδιάδες έως 1.100 mm σε βουνά του Τροόδους. Η μέση ετήσια βροχόπτωση σε όλο το νησί είναι περίπου 500 mm, που ισοδυναμεί με 4.600×10^6 m³. Περίπου τα δύο τρίτα των βροχοπτώσεων εμφανίζεται κατά τους χειμερινούς μήνες, Δεκέμβριος έως το Φεβρουάριο. Εκτιμάται ότι περίπου το 80 τοις εκατό της βροχής χάνεται στην ατμόσφαιρα με άμεση εξάτμιση και από το υπόλοιπο των 900×10^6 m³, περίπου 300×10^6 m³ εμπλουτίζουν τον υδροφόρο ορίζοντα και 60×10^6 m³ αποτέλεσμα στην επιφανειακή απορροή.

Μέρος αυτής της απορροής χρησιμοποιείται για άμεση άρδευση ή συλλέγεται σε φράγματα και περίπου 260×10^6 m³ χάνεται στη θάλασσα. Τα έργα είναι σε εξέλιξη για να εκτρέψει μέρος της τελευταίας απορροή στα φράγματα. Οι ετήσιες διακυμάνσεις των βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων είναι αρκετά μεγάλα και οδηγούν σε ελλείμματα στην παροχή νερού κατά τη διάρκεια της χαμηλής βροχόπτωσης και πλημμύρες κατά τη διάρκεια της υψηλής βροχόπτωσης.

Όταν οι βροχοπτώσεις είναι μόνο περίπου 360 χιλιοστά ετησίως ή λιγότερο, συνθήκες ξηρασίας συμβαίνουν με αμελητέα απορροή και αναπλήρωση των υπόγειων υδάτων.

Παρά την εντυπωσιακή ανάπτυξη των συμβατικών πηγών επιφάνεια του νερού κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες, η Κύπρος εξακολουθεί να αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα έλλειψης νερού. Η παρατεταμένη ξηρασία των τελευταίων ετών έχει μειώσει δραστικά τα αποθέματα νερού των επιφανειακών και υπόγειων δεξαμενών και έχει δημιουργήσει προβλήματα σε όλους τους τομείς των δραστηριοτήτων της. Ως εκ τούτου, προκειμένου να εξαιρεθεί η εξάρτηση από τις πόλεις και τουριστικά κέντρα σε ετήσια βροχόπτωση και ενόψει της αυξανόμενης ζήτησης νερού, η κυβέρνηση αποφάσισε να προχωρήσει με την κατασκευή μονάδων αφαλάτωσης θαλασσινού νερού.

Η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού παρουσιάστηκε για πρώτη φορά τον Απρίλιο του 1997, με τη λειτουργία της πρώτης μονάδας αφαλάτωσης στη Δεκέλεια, ενώ στις 4 Μαρτίου του 1999 υπεγράφη η σύμβαση για μια δεύτερη μονάδα αφαλάτωσης κοντά στο αεροδρόμιο της Λάρνακας. Επιπλέον, το Συμβούλιο των Υπουργών, στις 25 Αυγούστου 1999 αποφάσισε να κατασκευάσει ένα άλλο εργοστάσιο αφαλάτωσης, στην Λεμεσό όπου είναι στην περιοχή Βασιλικό.

4.8 Μονάδες στην Κύπρο

4.8.1 Μονάδα Αφαλάτωσης Δεκέλειας

Μονάδα Αφαλάτωσης Δεκέλειας είναι η πρώτη μεγάλη μονάδα αφαλάτωσης στην Κύπρο και χρησιμοποιεί το σύστημα αντίστροφης όσμωσης. Η Μονάδα αυτή άρχισε να λειτουργεί την 1η Απριλίου του 1997, με ονομαστική δυναμικότητα 20.000 m³ / d. Λόγω της παρατεταμένης ξηρασίας αμέσως επεκτάθηκε και σήμερα έχει ονομαστική χωρητικότητα 40000 m³ / d και παρέχει νερό για τις πόλεις της Λάρνακας και της Λευκωσίας και των παράκτιων τουριστικών περιοχών της Αγίας Νάπας και Παραλιμνίου.

Το εργοστάσιο ανατέθηκε σε ένα ενσωματωμένο, τις δικές, λειτουργία και βάση μεταφοράς και το αφαλατωμένο νερό πωλείται στην κυβέρνηση, στην πηγή.

4.8.2 Λάρνακα SWRO Μονάδα Αφαλάτωσης

Το Φεβρουάριο του 1999 ανατέθηκε η σύμβαση buildown-Operate-Transfer να παρέχει σε καθημερινή 40.000 m³ αφαλατωμένου νερού από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων του Υπουργείου Γεωργίας, Κύπρος. Όταν η διάρκεια της σύμβασης λήγει το 2011, το εργοστάσιο θα περιέρχονται στην ιδιοκτησία της κυπριακής κυβέρνησης, οι οποίοι έχουν επίσης την επιλογή να αγοράσει πριν από την ημερομηνία αυτή, να εξασκηθούν σε προειδοποίηση έξι μηνών του. Στη συνέχεια αναβαθμίστηκε σε 54,000m³ / d, ήταν η δεύτερη, και μεγαλύτερη, εγκατάσταση αφαλάτωσης που θα κατασκευαστούν στη χώρα, καταλαμβάνοντας περίπου 1,6 εκτάρια γης κοντά στο αεροδρόμιο της Λάρνακας. Η κατασκευή άρχισε το Δεκέμβριο του 1999 και ολοκληρώθηκε το Μάρτιο του 2001. Το κόστος του έργου ήταν περίπου US \$ 47 εκατομμύρια και έχει προβλεπόμενη ετήσια έσοδα των US \$ 13 εκατομμύρια. Η αρχική τιμή του νερού του προϊόντος είναι US \$ 0.79 / m³. Η κυβέρνηση αποφάσισε να διερευνήσει εναλλακτικές λύσεις για να ανταποκριθεί στις έκρηξη ανάγκες των μεγάλων

πόλεων και τουριστικά κέντρα, που οδηγεί στην πρώτη μονάδα αφαλάτωσης της χώρας άρχισε να λειτουργεί Δεκέλειας τον Απρίλιο του 1997

4.8.3 Μονάδα Αφαλάτωσης στην Πάφο, Κύπρος

Η δυναμικότητα της συγκεκριμένης μονάδας αντίστροφης όσμωσης σε αρχικό στάδιο είναι της τάξεως των 10.000 m³ /d ενώ προβλέπεται η αναβάθμισή της ώστε να η παροχή πόσιμου νερού να ανέρχεται 35.000 m³ /d. Η χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας αφαλάτωσης συνεπάγεται την παροχή (700 m³ /h βάσει του αρχικού σχεδιασμού και 2,500 m³ /h βάσει της προβλεπόμενης επέκτασης) πυκνού σε άλατα διαλύματος (άλμη). Η αλατότητα της άλμης είναι κατά 70% μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του αντλούμενου θαλασσινού νερού. Οι παραγόμενες ποσότητες άλμης αμέσως μετά την διέλευση τους από το σύστημα ανάκτησης ενέργειας προωθούνται μέσω υπόγειου αγωγού (μήκους περίπου 300 m) ο οποίος ακολουθεί παράλληλη διαδρομή με την ακτή. Στην συνέχεια η ροή της άλμης εκρέει μέσω υποθαλάσσιου αγωγού 800 m από την ακτή. Η επιλογή του μήκους των 800 m υπαγορεύτηκε από την ανάγκη ώστε η απόληξη του αγωγού να βρίσκεται σε απόσταση από την ακτή μεγαλύτερη των 700m καθώς στην ενδιάμεση περιοχή ενδημούν λιβάδια Ποσειδωνίας τα οποία δεν πρέπει να επηρεαστούν από την απορριπτόμενη άλμη. Ο αγωγός έχει διάμετρο 750mm, θα κατασκευαστεί από υαλόνημα (fiberglass) και για λόγους ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος θα περιβάλλεται από εξωτερικό σωλήνα, όπως ακριβώς συμβαίνει για τον αγωγό άντλησης. Οι προδιαγραφές που τέθηκαν από τον Τομέα Θαλάσσιου Περιβάλλοντος του Τμήματος Αλιείας και Θαλάσσιων Ερευνών (βάθος στο σημείο απόληξης αγωγού απόρριψης τουλάχιστον 5 μέτρα και 3 μέτρα τουλάχιστον από την επιφάνεια της θάλασσας) επέβαλαν την εγκατάσταση του αγωγού απόρριψης με τέτοιο τρόπο ώστε η απόληξη αυτού να αιωρείται σε ύψος περίπου 4 μέτρων από τον πυθμένα (στο σημείο εγκατάστασης το βάθος της θάλασσας είναι περίπου 7.25 μέτρα). Η απόληξη του αγωγού δεν φέρει κάποια ειδική διαμόρφωση .



Εικόνα 8. Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης στην Πάφο

4.8.4 Μονάδα Αφαλάτωσης στην Λεμεσό, Κύπρος

Τον Δεκέμβριο του 2008 ολοκληρώθηκε η κατασκευή της Κινητής Μονάδας Αφαλάτωσης Μονής η οποία παράγει 20.000 m³/ημέρα. Η Μονάδα αυτή θα εξυπηρετεί τις ανάγκες της Λεμεσού μέχρι το τέλος του 2011. Επίσης, τον Ιανουάριο 2009 ξεκίνησε τη λειτουργία της η Κινητή Μονάδα Επεξεργασίας νερού του Υδροφορέα του ποταμού Γαρύλλη δυναμικότητας 10.000 m³/ημέρα για τις υδρευτικές ανάγκες τις Λεμεσού. Για την κάλυψη των αναγκών της Επαρχίας Λεμεσού για τα επόμενα είκοσι χρόνια αποφασίστηκε η κατασκευή μόνιμης Μονάδας στην περιοχή Ακρωτηρίου-Επισκοπής δυναμικότητας 40.000 m³/ημέρα με δυνατότητα επέκτασης στα 60.000 m³/ημέρα. Η Μονάδα είναι υπό κατασκευή και αναμένεται να λειτουργήσει πριν το Καλοκαίρι του 2012. Η μονάδα θα έχει αγωγό απόρριψης 1.500 m μακριά από την ακτή και εκρέει σε βάθος 15m με παροχή 0,463 m³/s.



Εικόνα 9. Υπερσύγχρονη Μονάδα στην Λεμεσό

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις της Αφαλάτωσης Νερού



5.1 Εισαγωγή για τις Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις της Αφαλάτωσης

Οι διεργασίες αφαλάτωσης όπως διαπιστώσαμε στην διπλωματική μου εργασία έχει αρκετά θετικά για το βιοτικό επίπεδο ανά το παγκόσμιο και πλέον εξυπηρετεί πολλές χώρες που αντιμετωπίζουν ζήτηση νερού. Επίσης προσφέρει πολλά οφέλη όπως είναι η αποχέτευση αποσκλήρυνση του νερού αλλά ερχόμαστε να αντιμετωπίσουμε ένα σοβαρό πρόβλημα που κουβαλάει αυτή η τεχνολογία επεξεργασίας θαλασσινού η και αλμυρού νερού. Όπως προανέφερα μια μονάδα αφαλάτωσης τις περισσότερες φορές η και πάντα τοποθετείτε στο τόπο στον οποίο βρίσκεται το νερό που θα επεξεργαστεί όσο για περισσότερη οικονομία όσο και για ποιο γρήγορη προετοιμασία που αυτοί οι τόποι συνήθως είναι ακτές παραλίων αφαλάτωση κουβαλάει μαζί της πολλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις όταν δεν γίνεται σωστά η χρήση της η και τοποθέτηση της.

Σε μια μονάδα αφαλάτωσης είναι σημαντικό να επιλέξουμε μια σωστή θέση όπου θα τοποθετηθεί και να προβλέψουμε από πριν τις περιβαλλοντικές και θαλάσσιες επιπτώσεις.

Το δεύτερο σημαντικό πρόβλημα είναι η κατασκευή η οποία θα έχει την είσοδο του νερού τροφοδοσίας και της εκροής της άλμης που αυτό έχει ως συνέπεια να προκαλούνται επιπτώσεις στην θάλασσα

5.2 Η Αφαλάτωση Χωρίζεται σε 5 Κατηγορίες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

5.2.2 Άμεσες επιπτώσεις

Δυσμενείς επιπτώσεις για τη χρήση της Γής

Τα εργοστάσια αφού θα αφαλατώσουν το θαλασσινό νερό χτίζονται κοντά στην ακτή και έτσι οι παραλίες αντί για τουρισμό υπάρχουν αντλιοστάσια.

Επιπτώσεις του υδροφόρα ορίζοντα

Το θαλασσινό νερό και η άλμη μεταφέρεται από αγωγούς προς την μονάδα αφαλάτωσης η οποία βρίσκεται ελάχιστα μέτρα από την παραλία. Σε τυχόν βλάβη ο υδροφόρος ορίζοντας θα υπάρξει κίνδυνος σε αυτόν.

Οι επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον από την άλμη που επιστρέφεται στην θάλασσα

Το παράξενο είναι ότι η άλμη επιφέρει και αυτή μόλυνση στο θαλάσσιο περιβάλλον αφού έρχεται από την θάλασσα.

Όταν έρθει στην μονάδα επεξεργασίας με την προσθήκη χημικών στο στάδιο προεπεξεργασίας μπορεί να βλάψει θαλάσσιο περιβάλλον στο στάδιο που απορρίπτεται γιατί περιέχει αυτά τα χημικά.

5.2.3 Έμμεσες επιπτώσεις

Επιπτώσεις θορύβου από ΑΠΕ

Είναι γνωστό οι ανεμογεννήτριες για να παράγουν ενέργεια δημιουργούν και αρκετό θόρυβο. Επίσης οι εγκαταστάσεις αφαλάτωσης λειτουργούν με χρήση αντλιών υψηλής πίεσης που και αυτές δημιουργούν έντονο θόρυβο. Για την αποφυγή αυτών των θορύβων πρέπει να βρίσκονται μακριά από κατοικημένες περιοχές.

Η εντατική χρήση της ενέργειας

Αυτό έχει έμμεσο αντίκτυπο στο περιβάλλον λόγω της ανάγκης να αυξηθεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τις γνωστές που σχετίζονται με το περιβάλλον συνέπειες.

5.3 Χρήση Γης

Το πρώτο βήμα στο σχεδιασμό μιας μονάδας αφαλάτωσης είναι να επιλεγεί η περιοχή όπου θα βρίσκεται η μονάδα. Η περιβαλλοντική αξία που αποδίδεται στη χρήση της γης αλλάζει από τόπο σε τόπο και εξαρτάται από την πυκνότητα του πληθυσμού και την ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης. Σε πολλά μέρη η τιμή αυτή είναι αμελητέα, αλλά σε μέρη με περιορισμένες παραλίες, όπως στο κράτος του Ισραήλ, υπάρχει μια υψηλή αξία που αποδίδεται σε κάθε λωρίδα της ακτής, η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον εσωτερικό και εξωτερικό τουρισμό και για τη διατήρηση της φύσης. Ο χώρος που απαιτείται για μια μονάδα αφαλάτωσης θαλασσινού νερού συμπεριλαμβανομένων των αντλιών και των λιμνών είναι περίπου 25 στρέμματα για ένα εργοστάσιο που παράγει 100 εκατομμύρια m³ / έτος.

Σε μια περιοχή μικρότερη από 1000 στρέμματα είναι πιθανόν να αφαλατωθούν 1 δισεκατομμύριο m³ νερού. Το καθεστώς για την ανάπτυξη των ακτών του Ισραήλ ορίζει περιορισμένες περιοχές μόνο για τη βαριά βιομηχανία, δεν επιτρέπεται κτίριο σε απόσταση 100 μέτρων από την ακτή. Μία από τις λύσεις για την ελαχιστοποίηση της χρήσης των παράκτιων εκτάσεων κατά την κατασκευή μονάδων αφαλάτωσης είναι η τοποθέτηση των εργοστασίων πιο βαθιά στην ενδοχώρα. Αυτό εισάγει το πρόβλημα της χρήσης σωλήνων για τη μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων του θαλασσινού νερού και άλμης, με τον κίνδυνο της ρύπανσης του υποκείμενου υδροφορέα από πιθανή διαρροή. Η τοποθέτηση της μονάδας αφαλάτωσης δίπλα σε περιοχές με καθορισμένες και λειτουργικές υποδομές, στα πλαίσια της ενοποίησης των υποδομών, θα ελαχιστοποιήσει αυτές τις επιπτώσεις.

5.4 Επιπτώσεις στα Υπόγεια Ύδατα

Οι σωλήνες που είναι τοποθετημένες με θαλασσινό νερό στον υδροφόρο ορίζοντα αποτελούν κίνδυνο εάν έχουν διαρροή και το αλμυρό νερό θα διεισδύει στο υδροφόρο ορίζοντα. Η προτιμώμενη θέση για ένα εργοστάσιο είναι μια περιοχή όπου η πιθανότητα βλάβης του υδροφόρου ορίζοντα είναι χαμηλή. Η παροχή του νερού τροφοδοσίας από γεώτρηση είναι μια αξιόπιστη τεχνολογία. Το κύριο πλεονέκτημα της έγκειται στην παροχή καθαρού και φιλτραρισμένου θαλασσινού νερού, στη σημαντική μείωση του κινδύνου μόλυνσης, και στην σταθερή θερμοκρασία του νερού τροφοδοσίας. Η χρήση του νερού από τη γεώτρηση επιτρέπει επίσης την εξοικονόμηση στο στάδιο της προκατεργασίας. Τα μειονεκτήματα του συστήματος είναι ο κίνδυνος να διαταραχθεί ο υδροφόρος ορίζοντα και ο υδροφορέας.

5.5 Οι Επιπτώσεις στο Θαλάσσιο Περιβάλλον

Η τοποθέτηση των σωλήνων τροφοδοσίας και των σωλήνων απόρριψης της άλμης αποτελούν τις περισσότερες επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Η αρχική επίδραση κατά την τοποθέτηση των σωλήνων είναι προσωρινή και περιορίζεται στην περιοχή που γίνονται τα έργα, αλλά ακόμη και αυτή η επίδραση μπορεί να είναι σημαντική, ιδιαίτερα σε βραχώδεις περιοχές και κοραλλιογενείς υφάλους.

Η σοβαρότητα των επιπτώσεων είναι μία συνάρτηση του επιπέδου της διαταραχής του περιβάλλοντος και της φυσικής ευαισθησίας, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από την ειδική φύση του βιοτόπου και στις ειδικές κοινότητες.

Από τα κύρια απόβλητα των μονάδων αφαλάτωσης είναι η άλμη. Η κύρια επίπτωση οφείλεται στην απόρριψη της πυκνής άλμης στη θάλασσα, και το μέγεθος της εξαρτάται από τους περιβαλλοντικούς και υδρογεωλογικούς παράγοντες που χαρακτηρίζουν τη θάλασσα: τη βαθυμετρία, τα κύματα, τα ρεύματα, το βάθος της στήλης του νερού. Σε γενικές γραμμές, η βιομηχανία υποστηρίζει ότι αυτό μπορεί να γίνει με ασφάλεια. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν πολλά που δεν γνωρίζουμε για την αλατότητα στους ωκεανούς και ίσως πιο εύστοχα στις ημίκλειστες θάλασσες. Ακόμα και μικρές μεταβολές της αλατότητας στην επιφάνεια της θάλασσας μπορεί να έχει δραματικές συνέπειες για τον κύκλο του νερού και την κυκλοφορία των ωκεανών.

Περαιτέρω, οι μονάδες αφαλάτωσης παράγουν υγρά απόβλητα που μπορεί να περιέχουν όλα ή μερικά από τα ακόλουθα στοιχεία:

-υψηλές συγκεντρώσεις άλατος, τα χημικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια καθαρισμού του εξοπλισμού

-Τοξικά μέταλλα

-Τα υγρά απόβλητα μπορεί να:

-απορρίπτονται απευθείας στον ωκεανό

- σε συνδυασμό με άλλα απόβλητα

-απορρίπτονται στο αποχετευτικό σύστημα για την επεξεργασία σε μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, ή στεγνώσει.

5.6 Ηχορύπανση

Ηχορύπανση κατά τη φάση κατασκευής Η ηχορύπανση που προκαλείται από την κατασκευή μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες με βάση την πηγή της:

1. Στο θόρυβο που παράγεται από τη μεταφορά των μηχανημάτων για την κατασκευή: η μεταφορά των υλικών για επιχωματώσεις, μεταφορά των αδρανών υλικών άμμος χαλίκι του τσιμέντου και του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού προκαλεί κυκλοφοριακό χάος κατά μήκος των αυτοκινητοδρόμων.
2. Στο θόρυβο που παράγεται από το εργοτάξιο και τα μηχανήματα: η λειτουργία των εκσκαφών, των γερανών, των οδοστρωτήρων, των βυθοκόρων και άλλων μηχανημάτων παράγει θόρυβο, αλλά ο εν λόγω θόρυβος είναι ουσιαστικά ασήμαντος αφού οι μονάδες αφαλάτωσης κατασκευάζονται σε γενικές γραμμές μακριά από κατοικημένες περιοχές.



5.7 Σύνθεση της Άλμης και Επιπτώσεις

Σε όλες τις διαδικασίες της αφαλάτωσης, η άλμη που αποβάλλεται, η συγκέντρωση της οποίας είναι υψηλότερη από εκείνη των φυσικών θαλασσινού νερού, επιστρέφεται στην θάλασσα.

Οι συγκεντρώσεις της άλμης συνήθως είναι κοντά στο διπλάσιο σε σχέση τη συγκέντρωση του φυσικού θαλασσινού νερού.

Εκτός από την υψηλή συγκέντρωση αλάτων, αυτό το νερό που αποβάλλεται, περιέχει διάφορες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται κατά το στάδιο της προεπεξεργασίας της αφαλάτωσης. Στην περίπτωση των εργοστασίων εξάτμισης, παράγεται επίσης θερμική ρύπανση. Οι τύποι και οι ποσότητες των χρησιμοποιούμενων χημικών ουσιών

εξαρτώνται από την τεχνολογία που επιλέγεται και την απαιτούμενη ποιότητα νερού που θα παραχθεί.

Διάφορα χημικά που ίσως βρεθούν στην άλμη είναι οι επιφανειοδραστικές ουσίες, και τα οξέα που χρησιμοποιούνται για τη μείωση του pH. Τα άλατα που επιστρέφουν στη θάλασσα είναι όμοια με αυτά που υπάρχουν στο νερό τροφοδοσίας, αλλά είναι πλέον παρούσα σε υψηλότερη συγκέντρωση.



5.7.1 Διασπορά των Συμπυκνωμένων Αλάτων

Το μείζον περιβαλλοντικό πρόβλημα που συνδέεται με μια μονάδα αφαλάτωσης είναι το πώς θα απαλλαγούμε από το πλεόνασμα της συμπυκνωμένης άλμης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν μπορούν να παραμείνουν στο έδαφος, λόγω του κινδύνου που δημιουργούν για το υποκείμενο των υπόγειων υδάτων. Ένας φυσικός χώρος διάθεσης της άλμης είναι η θάλασσα, αλλά είναι απαραίτητη η κατάλληλη τεχνολογία για να εξασφαλιστεί η σωστή διασπορά των πυκνών διαλυμάτων και έτσι να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Διάφορες εναλλακτικές τεχνικές είναι διαθέσιμες για το σκοπό αυτό, και η επιλογή μεταξύ τους θα εξαρτηθεί από τις ιδιαίτερες συνθήκες της περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη το περιβαλλοντικές, μηχανικές και οικονομικές πτυχές

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Απόρριψης της Άλμης στα Θαλάσσια Οικοσυστήματα

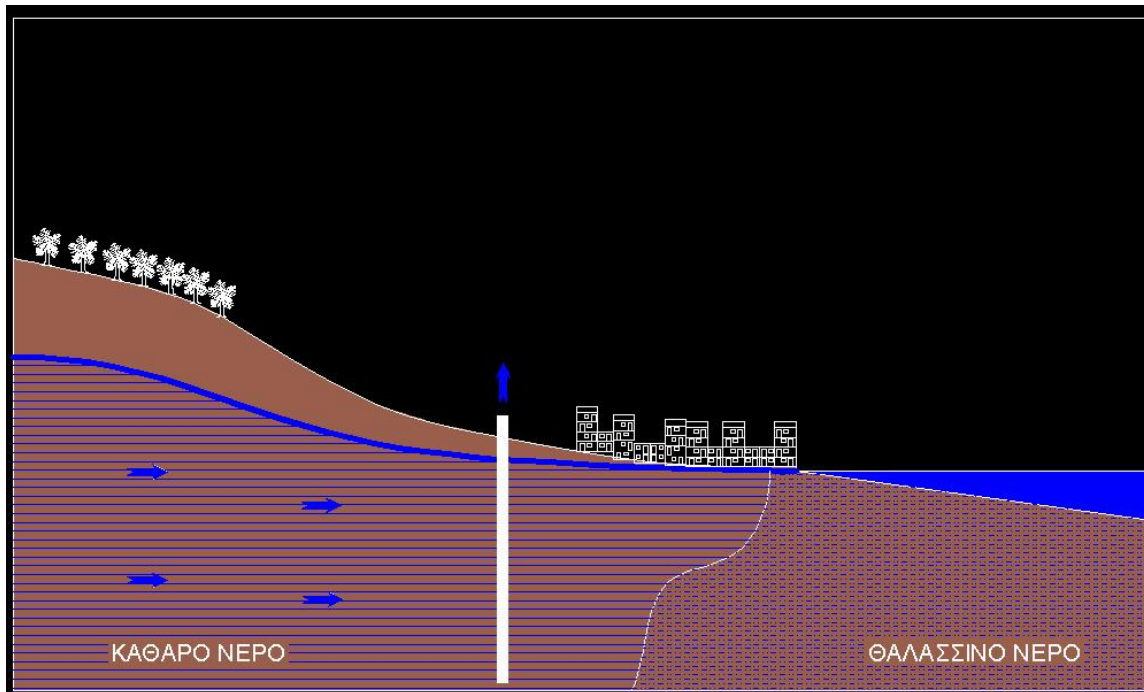
- 1) Αύξηση θερμοκρασίας διακύμανσης αλατότητας του νερού
- 2) Ευτροφισμός (υψηλή συγκέντρωση σε νιτρικά, φωσφορικά)
- 3) Αλλαγή θαλάσσιων οικοσυστημάτων
- 4) Αύξηση σε αιωρούμενα σωματίδια

5)Θνησιμότητα θαλάσσιων οργανισμών (χλωρίδα – πανίδα)

6)Μεταβολή-μείωση παραγωγικότητας του φυτοπλαγκτόν

7)Χημική ρύπανση, ανακατανομή συγκεντρώσεων σε ιχνοστοιχεία

8)Μείωση παραγωγικότητας των φυτών και του εδάφους, υφαλμύρωσης .



Εικόνα 9

5.8 Παράγοντες που Επηρεάζουν τις Επιπτώσεις Απόρριψης σε Υδάτινο Φορέα:

- Ρυθμός και πίεση εκροής, βαθμός αραίωσης - ανάμειξης, ταχύτητα ανάμειξης (διαχυτήρας αγωγών απόρριψης, μικρότερη επίπτωση)
- Βάθος και τοπογραφικά στοιχεία του σημείου απόρριψης
- Διαδρομή – σχεδιασμός αγωγού απόρριψης (μήκος, γωνία)
- Μετεωρολογικά στοιχεία (κατεύθυνση - ταχύτητα ανέμου)
- Βαθυμετρικά χαρακτηριστικά
- Κύριες διευθύνσεις και δύναμη κυμάτων • Θαλάσσια ρεύματα
- Βαθμός ευαισθησίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος

5.9 Οι Εναλλακτικές Τεχνικές Λύσεις είναι:

Απόρριψη της άλμης μέσω ενός μακρύ σωλήνα μακριά μέσα στη θάλασσα. Το αλμόλοιπο, το οποίο συνήθως απορρίπτεται στη θάλασσα, σχηματίζει ένα λοφίο "σύννεφο" νερού υψηλής αλατότητας, που το μέγεθος του εξαρτάται από την ποσότητα και τις συνθήκες της θάλασσας βάθος, βαθυμετρία, ρεύματα, κλπ.

Το λοφίο θα βυθιστεί στον πυθμένα της θάλασσας και οι επιδράσεις του θα επεκταθούν σε μια περιοχή εκατοντάδων μέτρων.

Όλη αυτή η διαδικασία παρουσιάζει μια συνεχή και αθροιστική πηγή ρύπανσης, και αυτό οδηγεί σε μια συνεχή βλάβη στο ζώντες οργανισμούς στη γύρω περιοχή. Είναι επομένως σκόπιμο να τοποθετηθεί το σημείο απόρριψης της άλμης μακριά από την παραλία και από τις βραχώδεις περιοχές που είναι πλούσιες σε οργανισμούς, καθώς και πολύ μακριά από περιοχές όπου μεγάλος αριθμός ατόμων εμπλέκεται σε δραστηριότητες όπως η αναψυχή, η περιήγηση, το ψάρεμα και άλλα. Η διαδικασία αραίωσης της άλμης είναι ένας συνδυασμός δύο φυσικών διαδικασιών: της αρχικής αραίωσης και της φυσικής αραίωσης. Ο ρυθμός της κύριας διαδικασίας αραίωσης εξαρτάται από τη διαφορά στις πυκνότητες μία συνάρτηση της συγκέντρωσης των αλάτων και της θερμοκρασίας μεταξύ της συμπυκνωμένης άλμης και του θαλασσινού νερού, καθώς και στην ορμή, στο ρυθμό της ροής και της ταχύτητας εξόδου από το σωλήνα εκκένωσης. Η αρχική αραίωση περαιτέρω επηρεάζεται από τη διάμετρο του σωλήνα εκκένωσης και από το βάθος του πυθμένα της θάλασσας. Στην περίπτωση της άλμης, ο πίδακας του νερού κατεβαίνει προς τα κάτω και η αποτελεσματικότητα του σταδίου αυτού είναι μειωμένη.

Με κατάλληλο σχεδιασμό του σωλήνα εκκένωσης, μπορεί να βελτιωθεί η διαδικασία της κύριας αραίωσης. Η δεύτερη φάση είναι η φυσική αραίωση τυρβώδης αραίωση, η οποία λαμβάνει χώρα μετά το στάδιο της αρχικής, κυρίως ως αποτέλεσμα των διεργασιών της διάχυσης και της αναμίξεως, οι οποίες δημιουργούνται από θαλάσσια ρεύματα και κύματα. Αυτό ποικίλλει ανάλογα με τις θαλάσσιες συνθήκες. Οι κύριες επιδράσεις στους θαλάσσιους ζώντες οργανισμούς θα είναι κοντά στη περιοχή του σωλήνα εκκένωσης και σχετίζεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του αλατιού. Αυτό θα επηρεάσει κυρίως τους βενθικούς οργανισμούς και το πλαγκτόν. Για τους θαλάσσιους οργανισμούς που υπάρχουν σε μια οσμωτική ισορροπία με το περιβάλλον τους, μία αύξηση στην συγκέντρωση των αλάτων σε αυτό το περιβάλλον μπορεί να οδηγήσει σε αφυδάτωση των κυττάρων και το θάνατο κυρίως των νυμφών και των νεαρών ατόμων. Η ευαισθησία στην αύξηση αλατότητας ποικίλλει από είδος σε είδος. Μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στις Κανάριες Νήσους περιλαμβάνει μια έρευνα και την παρακολούθηση της διασποράς της συμπυκνωμένης άλμης και την επίδραση στην θαλάσσια χλωρίδα.

5.10 Άμεση Απόρριψη της Άλμης στην Ακτογραμμή

Η εναλλακτική λύση της απόρριψης του αλμόλοιπου απ' ευθείας στα παράλια δεν συνιστάται παρά μόνο σε κάποιες εξαιρέσεις μικρές μονάδες, ακτή μικρής ευαισθησίας που έχουν να κάνουν με οικονομικούς παράγοντες. Το αλμόλοιπο, που καταλήγει στη θάλασσα, θα σχηματίσει ένα σύννεφο νερού υψηλής αλατότητας, ανάλογα με τις θαλάσσιες συνθήκες και άλλους παράγοντες. Το αποτέλεσμα θα είναι αισθητό σε αποστάσεις εκατοντάδων μέτρων από την έξοδο ανάλογα με τις ποσότητες της άλμης. Ακόμη και αν το αλμόλοιπο αραιώνεται σε μικρή απόσταση από την έξοδο, κατά τη διάρκεια των ημερών που η θάλασσα είναι ήρεμη, η δευτερεύουσα αραιώση θα είναι αμελητέα. Σε εκείνες τις ημέρες η βλάβη των παράκτιων οικοτόπων θα είναι μεγάλη. Η μέθοδος αυτή δεν συνιστάται για τις θάλασσες με υψηλή ευαισθησία, για μμεγάλες εγκαταστάσεις αφαλάτωσης ή για περιοχές με πληθυσμού υψηλής περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.

Απόρριψη της άλμης μέσω της εξόδου του σταθμού ψύξης νερού.

Η επιλογή αυτή προτείνει τη χρήση του ζεστού νερού που αποβάλλεται από το σταθμό τροφοδοσίας, για την αραιώση του αλμόλοιπου. Το κύριο περιβαλλοντικό πλεονέκτημα είναι η μεγάλη αραιώση που επιτυγχάνεται. Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα έγκειται στο σχετικά χαμηλό ειδικό βάρος του ζεστού νερού, το οποίο θα αντισταθμίσει εν μέρει με το υψηλό ειδικό βάρος της άλμης και θα μειώσει συνεπώς την τάση της να βυθιστεί στον πυθμένα. Ο συνδυασμός ενός σταθμού παραγωγής ενέργειας και μιας μονάδας αφαλάτωσης έχει πολλά πλεονεκτήματα, αν και τα περισσότερα από αυτά είναι σχετικές με τα εργοστάσια που βασίζεται στα συστήματα εξάτμισης και όχι αντίστροφης όσμωσης.

Απόρριψη της άλμης μέσω της εξόδου του σταθμού ψύξης νερού. Η επιλογή αυτή προτείνει τη χρήση του ζεστού νερού που αποβάλλεται από το σταθμό τροφοδοσίας, για την αραιώση του αλμόλοιπου. Το κύριο περιβαλλοντικό πλεονέκτημα είναι η μεγάλη αραιώση που επιτυγχάνεται. Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα έγκειται στο σχετικά χαμηλό ειδικό βάρος του ζεστού νερού, το οποίο θα αντισταθμίσει εν μέρει με το υψηλό ειδικό βάρος της άλμης και θα μειώσει συνεπώς την τάση της να βυθιστεί στον πυθμένα. Ο συνδυασμός ενός σταθμού παραγωγής ενέργειας και μιας μονάδας αφαλάτωσης έχει πολλά πλεονεκτήματα, αν και τα περισσότερα από αυτά είναι σχετικές με τα εργοστάσια που βασίζεται στα συστήματα εξάτμισης και όχι αντίστροφης όσμωσης. Υπολογισμοί που έγιναν στο Ashkelon και Hadera δείχνουν ότι η συνολική αλμυρότητα του νερού στην περιοχή της εξόδου του σωλήνα εκκένωσης αυξάνεται κατά 1 έως 5%.

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα μοντέλα για διασπορά, η επίδραση της άλμης θα εξαφανιστεί σε απόσταση λίγων μέτρων από την έξοδο.

Δρομολόγηση της άλμης σε ένα εργοστάσιο παραγωγής αλατιού. Αυτή η επιλογή, σύμφωνα με την οποία τα άλατα που αντλούνται από τη θάλασσα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αλατιού αντί να επιστρέφονται στην θάλασσα, παρουσιάζοντας πολλά περιβαλλοντικά και οικονομικά πλεονεκτήματα. Το μόνο μειονέκτημα, είναι ότι μικρός αριθμός εργοστασίων παραγωγής αλατιού βρίσκονται κοντά σε εγκαταστάσεις αφαλάτωσης.

Ένα πλεονέκτημα της χρήσης αυτής της τεχνολογίας, είναι η αύξηση της αλατότητας του νερού απόρριψης με την επανεπεξεργασία της άλμης μέσω των μεμβρανών. Η επιλογή αυτή χρησιμοποιείται εν μέρει στο Eilat. Το εργοστάσιο Mekorot στο Eilat λειτουργεί με αντίστροφη όσμωση και παράγει σχεδόν 12 εκατομμύρια m³ αφαλατωμένου νερού ετησίως. Μέρος του νερού τροφοδοσίας είναι υφάλμυρο νερό από γεωτρήσεις και το υπόλοιπο της τροφοδοσίας είναι θαλασσινό νερό. Η συγκέντρωση της άλμης που δημιουργείται από το υφάλμυρο νερό είναι 70% και η άλμη που δημιουργείται από το θαλασσινό νερό φθάνει σε συγκέντρωση το 50%. Το αλμόλοιπο βγαίνει από το εργοστάσιο σε συγκεντρώσεις που είναι 2,0 έως 2,5 φορές υψηλότερη από τη συγκέντρωση του θαλασσινού νερού. Η άλμη στη συνέχεια μεταφέρεται από το εργοστάσιο στις λίμνες της Εταιρείας Αλατιού και οποιοδήποτε πλεόνασμα μεταφέρεται στο κέντρο παρατηρήσεως πτηνών στο Eilat. Εκεί η άλμη συνδυάζεται με την άλμη από άλλες πηγές και στη συνέχεια μεταφέρονται σε ένα ανοιχτό κανάλι προς τη θάλασσα. Καθώς το κανάλι περνά μέσα από μια περιοχή, που είναι σαν ένας πολύ αλατούχος βάλτος, και καθώς η ροή είναι πολύ ισχυρή, φαίνεται ότι δεν υπάρχει καμία διείσδυση του ύδατος άλμης στα υπόγεια νερά.

Συμπεράσματα

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζονται οι τεχνολογίες Αφαλάτωσης νερού δεδομένου ότι η αφαλάτωση είναι μία πολύ σημαντική τεχνολογία για όλη την ανθρωπότητα, καθώς λόγω των μεταβαλλόμενων καιρικών συνθηκών υπάρχει ανομβρία και έλλειψη πόσιμου νερού σε πολλά μέρη του πλανήτη.

Όπως αναφέρεται η αφαλάτωση είναι πολύ σημαντική, καθώς το νερό αποτελεί πηγή ζωής, καθώς χωρίς το νερό είναι ανύπαρκτη η ζωή τόσο του ανθρώπου όσο και των ζώντων οργανισμών. Έτσι η αφαλάτωση, είναι ίσως η καλύτερη λύση για την απομάκρυνση των αλάτων από το υφάλμυρο νερό και την παραγωγή πόσιμου νερού.

Σήμερα, χρησιμοποιούνται πολλές τεχνολογίες αφαλάτωσης σε όλο το πλανήτη, και η πιο συνηθισμένη είναι η αντίστροφη όσμωση, η οποία είναι και η πιο αποτελεσματική και οικονομική σε σχέση με τις υπόλοιπες. Φυσικά η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιείται κυρίως , αλλά όχι μόνο , σε υποανάπτυκτες χώρες, οι οποίες αντιμετωπίζουν προβλήματα ανομβρίας και έλλειψης πόσιμου νερού.

Στη συνέχεια αναφέρονται μερικές άλλες τεχνολογίες μεμβρανών, εκτός από την αντίστροφη όσμωση όπως είναι η ηλεκτροδιάλυση. Επίσης, πολλές χώρες χρησιμοποιούν την πολυβάθμια εξάτμιση και εκτόνωση , η οποίες είναι πολύ αξιόπιστες τεχνολογίες και εφαρμόζονται σε περιοχές με υψηλές ανάγκες πόσιμου νερού.

Όπως αναφέρεται οι τεχνολογίες αφαλάτωσης, απαιτούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας για να παράξουν πόσιμο νερό ή νερό για άρδευση.

Τα τελευταία έτη, οι τεχνολογίες αφαλάτωσης έχουν συνδυαστεί με τη χρήση ΑΠΕ αντί των συμβατικών καυσίμων και αυτό έχει επιφέρει θετικά οικονομικά και περιβαλλοντικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, οι ΑΠΕ όπως αναφέρεται και στην παρούσα πτυχιακή εργασία, χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες αφαλάτωσης. Μεταξύ των ΑΠΕ χρησιμοποιούνται κυρίως τα φωτοβολταϊκά συστήματα και οι ανεμογεννήτριες-αιολικά πάρκα.

Όπως αναφέρεται σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν εγκατασταθεί πολλές εφαρμογές αφαλάτωσης νερού με τη χρήση ΑΠΕ και ειδικότερα στις χώρες με μεγάλο πληθυσμό, όπου η ανάγκη για πόσιμο νερό είναι τεράστιες δεδομένου ότι οι τεχνολογίες αυτές είναι αρκετά οικονομικές.

Στη περίπτωση της Ελλάδας πολλά νησιά αντιμετωπίζουν πρόβλημα ανομβρίας και τα τελευταία έτη το πρόβλημα έχει πάρει τεράστιες διαστάσεις, λόγω της κλιματικής αλλαγής. Στα νησιά αυτά χρησιμοποιείται η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού για τη παραγωγή πόσιμου.

Συμπερασματικά η αφαλάτωση είναι μια αξιόπιστη, τεχνολογικά και οικονομικά , λύση για την αντιμετώπιση του φαινομένου της ανομβρίας και της έλλειψης πόσιμου νερού. Η

αφαλάτωση βέβαια, θα πρέπει να γίνεται πάντοτε με τον ορθό τρόπο τεχνολογικά και περιβαλλοντικά καθώς αν συμβεί το αντίθετο θα έχουμε αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στους ζώντες οργανισμούς. Γι αυτό θα πρέπει να διεξάγονται όλες οι απαραίτητες μελέτες και να επιλέγεται η βέλτιστη λύση πριν εγκατασταθεί μία μονάδα αφαλάτωσης νερού.

Βιβλιογραφία

1. Εισαγωγή στην τεχνολογία νερού και αφαλάτωσης. Σταμάτης Α. Αυλωνίτης
2. https://www.google.gr/search?q=MultiStage+Flash+Distillation&noj=1&biw=1366&bih=613&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjC-7GqianQAhXDQiYKHZACA6YQ_AUICCgB
3. <http://www.enertechinc.eu/ell/product/%CE%91%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%AC%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7>
4. <http://www.dafni.net.gr/gr/projects/milos-desalination.pdf>
5. <http://www.econews.gr/2013/06/28/ydriada-irakleia-102113/>
6. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%AC%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7>
7. [http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/0/1B63FC4138863E1FC225756A002EFC72/\\$file/%CE%91%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%91%CE%A4%CE%A9%CE%A3%CE%97%20%CE%A4%CE%95%CE%A0%CE%91%CE%9A.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/0/1B63FC4138863E1FC225756A002EFC72/$file/%CE%91%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%91%CE%A4%CE%A9%CE%A3%CE%97%20%CE%A4%CE%95%CE%A0%CE%91%CE%9A.pdf)
8. <https://nikitiperivallontiki2013.wordpress.com/%CE%B1%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%AC%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE-%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1/>
9. <http://www.neakriti.gr/?page=newsdetail&DocID=1338225>
10. <http://lofos.info/laloslal/distil-desal.html>
11. <https://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/958/>
12. http://ikaros.teipir.gr/phyche/Talks/Reverse_Osmosisfountoukidis.pdf
13. http://www.greek-tech.gr/2014/07/blog-post_4648.html
14. [http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/All/C97AFD6B3CECF96BC22573F700307EE5/\\$file/6a.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/All/C97AFD6B3CECF96BC22573F700307EE5/$file/6a.pdf)
15. <http://ir.lib.uth.gr/bitstream/handle/11615/14089/P0014089.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

16. https://www.google.gr/search?q=monada+afalatosis+pafo+kipros&safe=strict&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwidxa60v9PTAhUMbRQKHSvfCYoQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=MemBlyowSyLQbM:
17. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%AC%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7>
18. <http://www.watersave.gr/index.php/2013-11-08-12-09-28/44-2013-11-08-12-14-28>
19. <http://www.kathimerini.gr/853625/article/epikairothta/perivallon/to-israhl-prwtoporei-sthn-afalatwsh>
20. <http://docplayer.gr/4847019-Afalatosi-kai-perivallontikes-epiptoseis.html>
21. http://okeanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1144/aut_00602a.pdf?sequence=4
22. [http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/0/1B63FC4138863E1FC225756A002EFC72/\\$file/%CE%91%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%91%CE%A4%CE%A9%CE%A3%CE%97%20%CE%A4%CE%95%CE%A0%CE%91%CE%9A.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/0/1B63FC4138863E1FC225756A002EFC72/$file/%CE%91%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%91%CE%A4%CE%A9%CE%A3%CE%97%20%CE%A4%CE%95%CE%A0%CE%91%CE%9A.pdf)
23. <http://digilib.teiimt.gr/jspui/bitstream/123456789/2392/1/012014x01x067.pdf>
24. <http://apothesis.teicm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/647/diamantopoulos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. http://eclass.teiion.gr/modules/document/file.php/ECO141/%CE%A5%CE%A0%CE%9F%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%99%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F%20%CE%A5%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B5%CF%82%20%CE%91%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%AC%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%BF%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82%20%CE%95%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%AE%CF%82%20%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BD%20%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%20%CF%87%CF%8E%CF%81%CE%BF_part2.pdf
26. <http://okeanis.lib.puas.gr/xmlui/handle/123456789/1144>
27. <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2013/SyskakiKalliopi/attached-document-1382025641-644833-4479/SyskakiKalliopi2013.pdf>
28. http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/5720/Pasisis_I.pdf?sequence=1

[1]https://www.google.gr/search?q=%CE%A5%CE%94%CE%A1%CE%99%CE%91%CE%94%CE%91+%CE%9C%CE%9F%CE%9D%CE%91%CE%94%CE%91+%CE%91%CE%A6%CE%91%CE%9B%CE%91%CE%A4%CE%A9%CE%A3%CE%97%CE%A3&safe=strict&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjumcGikuDTAhVEDZoKHaffBs4Q_AUIBygC&biw=1366&bih=662#imgrc=OzV9_z6aQGE5MM:

[2]<http://www.sigmalive.com/lifestyle/press-releases/59558/ypersygxroni-i-monada-afalatoxis-nerou-sti-lemeso>

[3]https://www.google.gr/search?q=%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B7+%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%85+%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD+%CE%B3%CE%B7&safe=strict&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjnp4mqmODTAhWJWxoKHZnTCjgQ_AUIBigB&biw=1366&bih=662#imgrc=IOc6jRpkvKO9rM:

[4]https://www.google.gr/search?q=msf+distillation&safe=strict&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiFjezomODTAhVM0xoKHduTBjUQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=iA89AmUUtAFiGM:

[5] http://www.separationprocesses.com/Distillation/DT_Chp07b.htm

[6]<http://www.fumatech.com/EN/Membraneprocesses/Process%2Bdescription/Membrane-electrolysis/index.html>

[7]<http://www.eurofrost.gr/el/%CE%B5%CE%BE%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%83/%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%B5%CF%80%CE%B5%CE%BE%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%B1%CF%83-%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%85/%CF%86%CE%B9%CE%BB%CF%84%CF%81%CE%B1/87-%CF%86%CE%AF%CE%BB%CF%84%CF%81%CE%BF-%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%8D-%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%AF%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%B7%CF%82-%CF%8C%CF%83%CE%BC%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82-dometic>

[8] <https://www.filtra.nerou.gr/tecnologies-nerou-apo-to-mellon/>

-
- [9] <https://martinomalley.com/15-goals/goal-2/>
- [10] <http://infohost.nmt.edu/~lynnek/w10sp/modLoader.php?mod=05&sec=2&pg=17>
- [11] <http://www.kathimerini.gr/853625/article/epikairothta/perivallon/to-israhl-prwtoporei-sthn-afalatwsh>
- [12] <http://exploringcrete.blogspot.gr/2010/04/blog-post.html>
- [13] <http://www.elzoni.gr/html/ent/729/ent.24729.asp>
- [14] <http://desalination.edu.au/2012/06/world-environment-day-desalination-and-green-energy-in-australia/>
- [15] https://www.google.gr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwiz8LCwk-jTAhWBPRoKHSRoCYIQjhwIBQ&url=http%3A%2F%2Fwww.ethnos.gr%2Fdiet-hni%2Farthro%2Fposimo_nero_ston_san_ntiegko_apo_ton_okeano-64239408%2F&psig=AFQjCNHmwBXnSyRb_N6fN5DAe3-zkC71ng&ust=1494602763761910
- [16] <http://www.fotovoltaika.gr/>
- [17] http://users.sch.gr/imarinakis/geothermal_energy.htm
- [18] <https://energypress.gr/news/agogo-afalatosis-7-dis-litron-thalassinoy-neroy-me-iliaki-energeia-shediazoyn-stin-kalifornia>