

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΡΙΘΜΟΣ 1145

ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΠΛΩΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Α.Π.Ε.



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΑΡΓΥΡΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΦΑΡΑΚΟΣ ΠΕΤΡΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ :

ΣΤΑΘΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ

ΠΑΤΡΑ ΜΑΡΤΙΟΣ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΝΕΡΟ-ΛΕΙΨΥΔΡΙΑ.....	5
1.1 ΝΕΡΟ: Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ.....	6
1.2 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑ.....	7
1.2.1 ΑΙΤΙΑ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ.....	7
1.2.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.....	8
1.2.3 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.....	9
1.2.4 ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ.....	11
1.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ-ΛΥΣΕΙΣ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.....	15
2.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ	16
2.1.1 ΑΠΟΣΤΑΞΗ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΦΑΣΗΣ MSF	16
2.1.2 ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ MED	17
2.1.3 ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΜΕ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΑΤΜΩΝ MVC	17
2.1.4 ΗΛΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΞΗ SD	18
2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ.....	19
2.2.1 ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΛΥΣΗ ED.....	19
2.2.2 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΛΥΣΗ RED.....	20
2.2.3 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΩΣΜΩΣΗ RO.....	20
2.3 ΛΟΙΠΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	23
2.3.1 ΝΑΝΟΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ NF	23
2.3.2 ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΙΟΝΤΩΝ	24
2.3.3 ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ	24
2.3.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣ.....	24
2.3.5 ΑΠΟΣΤΑΞΗ ΜΕΣΩ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ MD.....	25
2.3.6 ΚΡΥΣΤΑΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΥΔΡΙΚΟ ΑΙΘΑΝΙΟ.....	25
2.4 ΕΚΤΙΜΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.....	30
3.1 ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ	30
3.2 ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε.....	31
3.2.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ.....	32
3.2.2 ΒΙΟΜΑΖΑ.....	33
3.2.3 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗ- ΩΚΕΑΝΙΑ.....	34
3.2.4 ΗΛΙΑΚΗ.....	35
3.2.5 ΑΙΟΛΙΚΗ	36
3.3 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ.....	36
3.4 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	37
3.5 ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΠΛΩΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.....	41
4.1 ΤΟ ΠΛΩΤΟ ΟΙΚΟΔΟΜΗΜΑ.....	42
4.1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ-ΑΛΛΗΛΟΔΥΝΔΕΣΗ ΠΛΩΤΗΡΩΝ.....	43
4.1.2 ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ.....	44
4.2 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ.....	48
4.2.1 ΑΝΕΜΟΤΟΥΡΜΠΙΝΑ.....	49
4.2.2 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΜΟΝΙΜΟΥ ΜΑΓΝΗΤΗ.....	52
4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	53
4.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.....	54
4.4 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΝΟΡΘΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ.....	58
4.4.1 Η ΑΝΟΡΘΩΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ.....	58
4.4.2 ΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ PWM ΜΕ ΕΛΕΓΧΟ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.....	59
4.4.3 Ο ΕΛΕΓΚΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ PI.....	61
4.4.5 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	62
4.4.6 ΕΛΕΓΚΤΗΣ ΤΑΣΗΣ PI.....	62
4.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΟΣΗΣ (RO).....	63
4.6 ΣΥΖΕΥΞΗ ΑΝΤΛΙΑΣ – ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΩΣΜΩΣΗΣ.....	66
4.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΑΝΤΛΙΑ CLARK.....	68
4.8 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ – ΔΙΟΧΕΤΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ.....	69
4.9 ΣΥΣΤΟΙΧΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ.....	70
4.9.1 ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	70
4.10 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	72
4.11 ΣΥΣΤΗΜΑ SCADA.....	73
4.12 ΑΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ.....	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.....	76
5.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	76
5.1.1 ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΚΑΤΑΡΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	76
5.1.2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΚΑΤΑΡΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	76
5.1.3 ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	76
5.1.4 ΚΟΣΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	77
5.1.5 ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.....	77
5.2 ΚΟΣΤΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ.....	77
5.2.1 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ - ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ.....	84
6.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.....	84
6.2 ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	84
6.3 ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	84
6.4 ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	85
6.4.1 ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ.....	85
6.4.2 ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ.....	85

6.4.3	ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΟΥΒΟΥ	86
6.4.4	ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΤΗΣ ΑΛΜΗΣ	86
6.4.5	ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΘΟΔΟ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ	87
6.5	ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ	89
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ	90
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ.....	91

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

Η ευαισθησία της ενεργειακής εποχής μας βασίζεται στις ανανεώσιμες πηγές της. Παράλληλα μείζονος βιοτικά προβλήματα ωθούν την αναγκαιότητα συνεργασίας με τον ενεργειακό τομέα. Η λειψυδρία σε παγκόσμιο και σε Ελληνικό επίπεδο αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα θέματα προς συζήτηση και μελέτη ειδικά σε ελλειμματικές περιοχές όπως τα νησιά. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία καλύπτεται η προσπάθεια αντιμετώπισης του προβλήματος βασισμένο σε οικολογικές λύσεις. Οι νέες τεχνογνωσίες και η τεχνολογική εμπειρία αποτέλεσε παράγοντας για την εφεύρεση διαφόρων μονάδων αφαλάτωσης τόσο στην ξηρά όσο και στην θάλασσα. Η πρόοδος στην τελειοποιημένη μορφή της έφτασε στα αυτόνομα πλωτά συστήματα αφαλάτωσης με Α.Π.Ε. Τα συστήματα αυτά θεωρούνται ιδανικά για την εξυπηρέτηση της ανάγκης πόσιμου νερού επειδή συνυπάρχουν με το περιβάλλον και στηρίζονται αποκλειστικά στην πράσινη ενέργεια εκμηδενίζοντας την παροχή ρεύματος από το δίκτυο και του σημαντικού κόστους. Οι εφαρμογές αυτές αποτελούν και τον σκοπό της μελέτης μας. Τα πλέον καινοτόμα σημεία τέτοιων πλωτών συστημάτων είναι το γεγονός ότι αξιοποιούν τον άνεμο για την παραγωγή ρεύματος μέσω ανεμογεννήτριας που τροφοδοτεί την μονάδα αφαλάτωσης. Επίσης χρησιμοποιεί τον ήλιο μέσω του οποίου φωτοβολταϊκά πλαίσια θέτουν σε λειτουργία τα όργανα ελέγχου της μονάδας. Αξιοσημείωτο θεωρείται ότι η ανεμογεννήτρια καθώς και τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι εγκατεστημένα στο πλωτό ναυπήγημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΝΕΡΟ-ΛΕΙΨΥΔΡΙΑ

1.1 ΝΕΡΟ: Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ

Καθ' όλη την διάρκεια της εξελικτικής πορείας του πλανήτη ένα από τα βασικότερα στοιχεία για την διαμόρφωση του και την επιβίωση των έμβιων όντων ήταν και είναι το νερό. Η σημασία του μοναδική. Ως αναντικατάστατη ουσία θεωρείται βασικό στοιχείο στη διατήρηση της ισορροπίας της φύσης και διαμορφώνει σε έναν βαθμό το περιβάλλον μας. Αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο για την υδρομηχανική τάξη του εδάφους, ρυθμίζει το κλίμα και την υδρολογική ισορροπία ενώ συντηρεί μεγάλη ποικιλότητα χλωρίδας και πανίδας. Οι φυσικές και χημικές του ιδιότητες στηρίζουν τους βιολογικούς κύκλους των οργανισμών και ελέγχουν τις κλιματικές και γεωλογικές συνθήκες κάθε περιοχής.

Συνδέοντας το άρρητα με την επιβίωση του άνθρωπου το νερό αποτελεί το 60% περίπου της μάζας του σώματος και είναι βασικός παράγοντας της κυκλοφορίας και της ηλεκτρολυτικής ισορροπίας του οργανισμού μας ενώ αποτέλεσε ζωοφόρο πηγή για την δημιουργία πολιτισμών και μέσω αυτών αποτέλεσε ένα από τα επίκεντρα και της επιστήμης. Το χρησιμοποιούμενο νερό για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει να είναι αβλαβές για την υγεία των ανθρώπων, οργανοληπτικά άμεμπτο και καθαρό χωρίς παθογόνους μικροοργανισμούς και οποιεσδήποτε ουσίες που αποτελούν κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά θα πρέπει να κυμαίνονται εντός ορίων. Όρια τα οποία αποτελούν τα πρότυπα ποιότητας και θεσπίζονται νομοθετικά.



1.2 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑ

Όμως στην σύγχρονη εποχή μας είναι πραγματικότητα ότι το πόσιμο νερό δε είναι άφθονο αλλά τείνει να γίνει αγαθό εν ανεπάρκεια. Η έλλειψη του προκύπτει από την μη συχνή βροχόπτωση που οφείλεται στις κλιματικές αλλαγές ενώ επιδεινώνεται συνεχώς λόγω της αυξημένης ζήτησης για νερό. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται λειψυδρία με παγκόσμιο αντίκτυπο και απαιτεί ουσιαστική αντιμετώπιση καθώς θα αποτελέσει στοιχείο ανταγωνισμού και ανασταλτικού παράγοντα για την ανάπτυξη στις επόμενες δεκαετίες.

1.2.1 ΑΙΤΙΑ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ

Για τις αιτίες της λειψυδρίας πρωταρχικό ρόλο έχει η ζήτηση. Παγκοσμίως τα τελευταία 100 χρόνια η ανάγκη χρήσης του νερού εξαπλασιάστηκε και αναμένεται έως το 2050 να διπλασιαστεί. Η κατανομή του διαμοιράζεται με ένα μεγάλο ποσοστό στην γεωργία, κτηνοτροφία και ακολουθούν η βιομηχανία και η αστική χρήση. Επακόλουθος παράγοντας της λειψυδρίας είναι η ρύπανση η οποία αλλάζει ποιοτικά τους υδάτινους πόρους και δεν είναι πάντοτε αναστρέψιμη. Αιτίες της ρύπανσης είναι εύλογα τα αγροτικά, βιομηχανικά και αστικά λύματα και απορρίμματα που οδηγούν σε φαινόμενα ευτροφισμού και υφαλμυρισμού. Συνεισφορά του προβλήματος υπάρχει και από τις κλιματικές αλλαγές καθώς η αύξηση της θερμοκρασίας, ανομβρία καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου σε συνδυασμό με την έντονη ξηρασία δημιουργεί πεδία ερημοποίησης. Μερίδιο ευθύνης ακόμα αποτελεί η έλλειψη υδατικής διαχείρισης και στρατηγικής έλεγχου για την προστασία των υδάτινων πόρων όπως οι εντατικές αντλήσεις ενώ η ενημέρωση και η κινητοποίηση φορέων βρίσκεται ακόμα στην αφάνεια. Η υπερεκμετάλλευση, η κακοδιαχείριση και έλλειψη πόρων είναι οι κυριότερες απειλές για την πρόσβαση του ανθρώπου σε καθαρό και πόσιμο νερό.



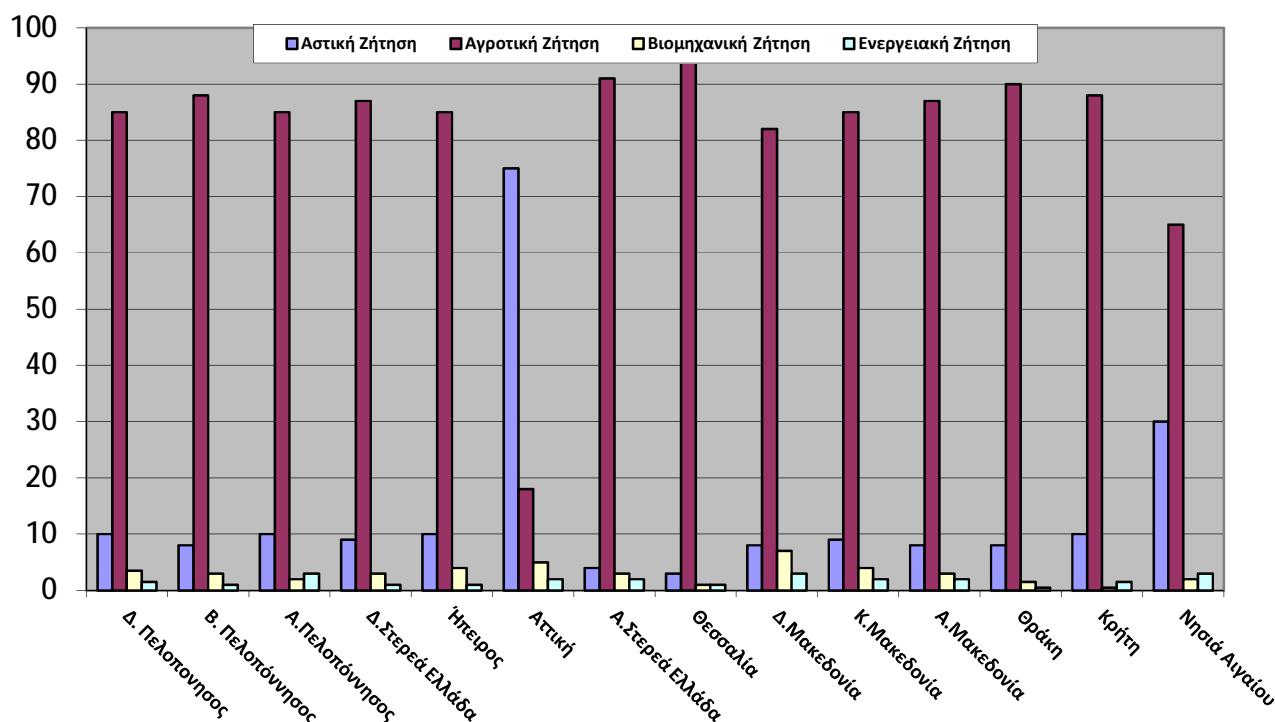
1.2.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Σύμφωνα με το Διεθνές Ινστιτούτο Διαχείρισης Νερού (IWMI) - υπό την αιγίδα του οποίου πραγματοποιείται η Παγκόσμια Εβδομάδα Νερού - ένας στους τρεις ανθρώπους παγκοσμίως υποφέρει από κάποια μορφή έλλειψης νερού. Σε παγκόσμια κλίμακα εκτιμάται ότι θα βρεθούν αντιμέτωποι με την λειψυδρία 1,25 δις άνθρωποι έως το 2025 ενώ μέχρι το 2050 θα υποφέρουν πάνω από 3 δις άτομα, σύμφωνα με επίσημα στοιχεία το Ο.Η.Ε. Δυσμενέστερη θέση λαμβάνουν χώρες του 3^{ου} κόσμου σε Ασία και Αφρική οι οποίες βρίσκονται σε οριακή άποψη εξάντλησης υδάτινων πόρων. Αξιοσημείωτη η ανισοκατανομή που επικρατεί στα αποθέματα νερού όπως στην Ισλανδία η οποία έχει αρκετή βροχή και χιόνι για να προμηθεύσει με 670.000 m³ ανά άτομο το χρόνο ενώ την ίδια στιγμή στο Κουβέιτ με εφταπλάσιο πληθυσμό έχει μερικές σταγόνες για να μοιραστούν οι κάτοικοι του, ή ακόμα η Λατινική Αμερική έχει 12 φορές περισσότερο νερό από τη Νότια Ασία. Σε μερικές χώρες όπως η Βραζιλία και ο Καναδάς, υπάρχει πλεόνασμα στα αποθέματα νερού, αντιθέτως οι χώρες που βρίσκονται στη Μέση Ανατολή, αντιμετωπίζουν προβλήματα καθώς τα αποθέματα πόσιμου νερού δεν φτάνουν να καλύψουν τις ανάγκες του πληθυσμού. Επιπλέον, το εν λόγω πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπίσει ένα μεγάλο μέρος ανθρώπων στη Δυτική Αμερική, καθώς υπάρχει πιθανότητα ο ποταμός Κολοράντο, να χάσει ένα σημαντικό ποσοστό των υδάτων του ή να ξεραθεί, μέχρι το 2057.



1.2.3 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Σήμα κινδύνου εκπέμπεται και στην Ελληνικό χώρο όσο αφορά το θέμα της λειψυδρίας . Η κατανάλωση νερού της χώρας διαμοιράζεται ως εξής : 86% στον αγροτικό τομέα με 13.200.000 αρδεύσιμα στρέμματα κυρίως στην Θεσσαλία και στην Ανατολική Μακεδονία , 1,72% στην Βιομηχανία και 12,28% στον τουρισμό και στην αστική χρήση .



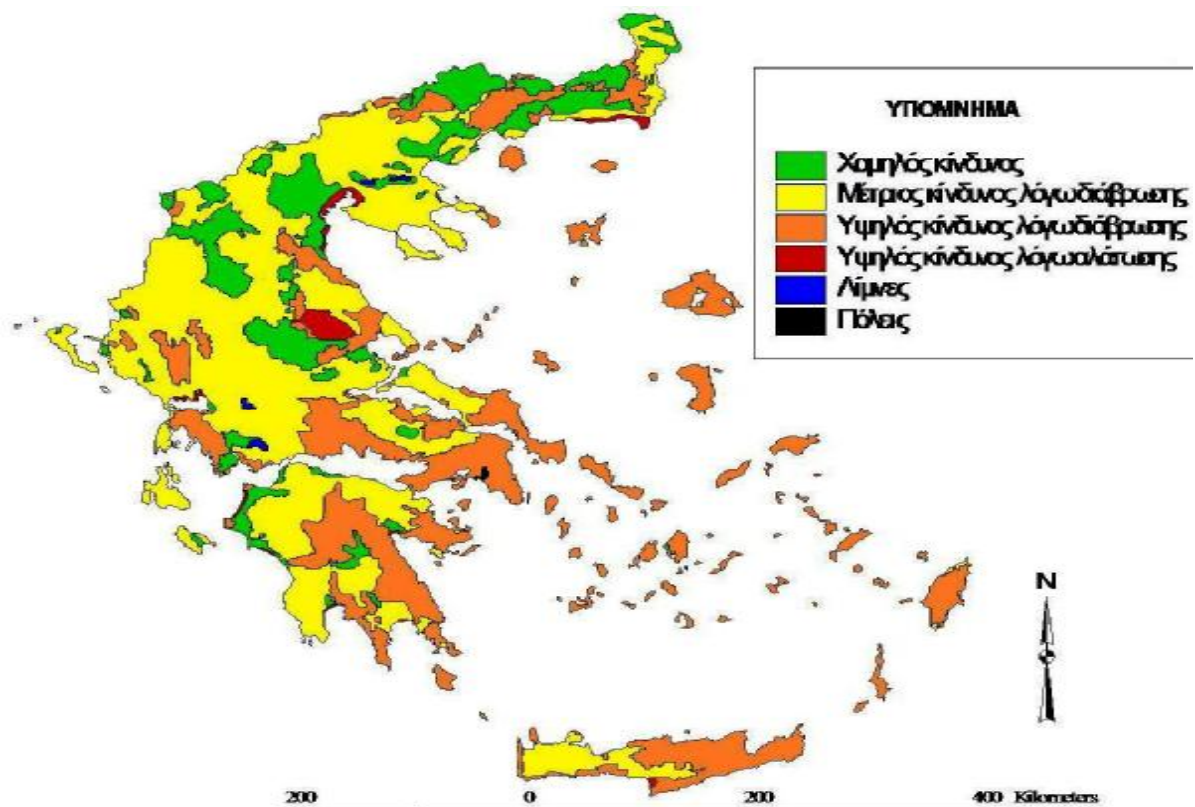
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η αδυναμία κάλυψης των αναγκών αυτών προέρχεται λόγω της ανομβρίας ,αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών αλλά και από τις ιδιαίτερες γεωγραφικές, δημογραφικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες της χώρας μας .Ακόμα παράγοντες αποτελούν η ανομοιόμορφη χρονική και χωρική κατανομή των βροχοπτώσεων με μεγάλα ποσοστά βροχοπτώσεων στη Δυτική Ελλάδα κατά τη χειμερινή περίοδο, η εξάρτηση από τα διακρατικά νερά στο βόρειο τμήμα της χώρας , η συγκέντρωση του πληθυσμού σε περιοχές της Ανατολικής Ελλάδας με συγκριτικά μικρότερη διαθεσιμότητα νερού ,η εποχικότητα στη ζήτηση, καθώς αυτή λαμβάνει μέγιστες τιμές κατά τη διάρκεια του θέρους όταν ταυτόχρονα παρατηρούνται χαμηλά ποσοστά βροχόπτωσης.

Η απορροή φρέσκου νερού στη θάλασσα και είσοδος θαλάσσιων υδάτων στην ενδοχώρα, λόγω της τεράστιας ακτογραμμής της χώρας , ενώ στα μεγάλα υδάτινα σώματα όπως ο Αξιός, οι Πρέσπες, ο Πηνειός, ο Νέστος, ο Αλιάκμονας υπάρχουν τεράστια προβλήματα ευτροφισμού και ρύπανσης από σκουπίδια.

Ο προβληματισμός γίνεται ακόμη πιο έντονος σε περιοχές που θεωρούνται τουριστικές ,αλλά και σε περιοχές όπου εδρεύουν επιχειρήσεις παραγωγής τροφίμων και ποτών και διαπιστώνεται πρόβλημα λειψυδρίας ή κακής ποιότητας νερού. Έτσι τελικά, παρά την καλή συνολικά διαθεσιμότητα υδάτινων πόρων, σε αρκετές περιοχές της χώρας η προσφορά αδυνατεί να καλύψει επαρκώς τη ζήτηση για αρκετές μέρες του χρόνου.

Η αδυναμία κάλυψης της ζήτησης εντοπίζεται σε διάφορες αιτίες: Τεράστιες περιοχές της χώρας, ακριβώς λόγω του ότι βρίσκονται ήδη σε κατάσταση οριακής ξηρότητας, κινδυνεύουν να οδηγηθούν σε πλήρη έλλειψη νερού, ακόμη και στην περίπτωση βραχείας ξηρής περιόδου. Όπως προειδοποιεί το Κέντρο Εκτίμησης Φυσικών Κινδύνων και Προληπτικού Σχεδιασμού του ΕΜΠ απειλούνται με δραματική μείωση απορροών τα ξηροθερμικά συστήματα της χώρας όπως η Αττική, η Ανατολική Κρήτη, τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου, η Θεσσαλία και η Ανατολική Πελοπόννησος. Η δραματική εικόνα για την Ελλάδα σχετικά με την ξηρασία και τη λειψυδρία, στον αιώνα που διανύουμε, αναδεικνύεται σε όλες τις επιστημονικές προσεγγίσεις για το πώς θα αλλάξει το κλίμα. Οι εκτιμήσεις αυτής της προσέγγισης δείχνουν ότι το ποσοστό των ετών με κάποια μορφή ξηρασίας (ήπια, μέτρια, έντονη, ακραία) θα είναι για τη Θεσσαλία 74%, τις Κυκλάδες 83% και την Κρήτη 85% . Κανείς δεν πρέπει να εφησυχάζει όσον αφορά το νερό στους ταμειωτήρες . Δυστυχώς δεν υπάρχει στη χώρα μας ολοκληρωμένη πολιτική διαχείρισης των υδατικών πόρων ,καθώς σε πολλές περιοχές μας έχουν συσσωρευθεί πολλά και αδιέξοδα προβλήματα .Τα προβλήματα αυτά εκδηλώνονται σε περιοχές που είναι πιο ευάλωτες από άποψη υδατικού ισοζυγίου ,όπως τα νησιά.



ΧΑΡΤΗΣ ΞΗΡΟΘΕΡΜΙΑΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

Η πλήξη των νησιών από την λειψυδρία οφείλεται στο ότι υπάρχουν μικρά μεγέθους ετήσια βροχομετρικά ύψη, ενώ οι υπόγειοι υδροφορείς δεν μπορούν εύκολα να συγκρατήσουν το νερό καθώς είναι μικροί και συνδέονται με τη θάλασσα. Με την εντατική άντληση νερού εισέρχεται το θαλασσινό νερό στα υπόγεια ύδατα αλλοιώνοντας την ποιότητα του νερού και καταστρέφοντας τον υπόγειο υδροφόρο. Τα νησιά δε είναι επίπεδα έχουν έντονο ανάγλυφο και επομένως μεγάλες κλίσεις οι ροές είναι χειμαρικές το νερό διοχετεύεται με μεγάλη ταχύτητα προς την θάλασσα. Ακόμα δε υπάρχει φυτοκάλυψη όπως στα άνυδρα νησιά των Κυκλάδων με αποτέλεσμα να μη συγκρατείται το νερό να ρέει και να χάνεται μεγάλη εξάτμιση που οφείλεται στους ισχυρούς ανέμους και στην έντονη ηλιοφάνεια. Στη χώρα μας το πρόβλημα είναι πιο έντονο στις νησιωτικές περιοχές λόγω της μορφολογίας του εδάφους και των ελάχιστων πηγών νερού που συνήθως δεν είναι πόσιμο αλλά υφάλμυρο. Η κατάσταση επιδεινώνεται ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών και της ξηρασίας καθώς και εξαιτίας της αυξημένης τουριστικής κίνησης στις περιοχές αυτές.

1.2.4 ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ

Με το μαρτύριο της δίψας να βασανίζει 1,25 δισεκατομμύρια ανθρώπους στον πλανήτη μας έως το 2025, ενώ μέχρι το 2050 λόγω της έλλειψης θα υποφέρουν πάνω από 3 δισ. άτομα, σύμφωνα με τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών ήδη 1,1 δισ. άνθρωποι στερούνται το καθαρό και αξιόπιστο νερό με το 80% των θανάτων και των νοσημάτων στις αναπτυσσόμενες χώρες, περιλαμβάνοντας περισσότερους από 2,2 εκατ. ανθρώπους ετησίως και 3,900 παιδιά καθημερινά, οφείλονται σε ασθένειες που προκαλούνται από το μολυσμένο και ανθυγιεινό νερό, ενώ το κόστος των ασθενειών και των συναφών απωλειών παραγωγικότητας έχει αντίκτυπο στον ΑΕΠ των αναπτυσσόμενων χωρών σε ποσοστό 2% κάθε χρόνο.

Όμως η εικόνα είναι ακόμη πιο ψυχρή. Οι οικολογικοί μετανάστες. Η μαζική μετανάστευση των ανθρώπων από τις αγροτικές περιοχές στα αστικά κέντρα θα επιβαρύνει σε τεράστιο βαθμό τις παροχές νερού. Οι υπάρχουσες ελλείψεις δημιουργούν ήδη προβλήματα προκαλώντας τη δυσαρέσκεια των περιοχών όπου η κατάσταση έχει αποσταθεροποιηθεί πλήρως. Για παράδειγμα οι ποταμοί Τίγρης και Ευφράτης παρουσιάζουν περιορισμένη ροή προς το Ιράκ, γεγονός που οφείλεται στη Τουρκία η οποία έχει προχωρήσει στην κατασκευή φραγμάτων για την αποθήκευση του νερού. Θέμα λογομαχίας για την Βόρεια και Νότια Κορέα αποτελεί ο ποταμός Χαν, ενώ για την Ινδία και το Μπαγκλαντές ο ποταμός Γάκης. Οι πόλεμοι για το νερό για δεκάδες χρόνια αποτελούν αιτία συγκρούσεων μεταξύ των Ισραηλινών και των Παλαιστινίων. Είναι γεγονός ότι το νερό θα αποτελέσει αίτια διαμάχης και συγκρούσεων μεταξύ γειτονικών χωρών δεδομένου ότι περίπου το 40% των κατοίκων της γης ζει σε περισσότερες από 200 διακρατικές υδρολογικές λεκάνες το νερό των οποίων μοιράζονται περισσότερες από δυο σε κάθε περίπτωση χώρες.



Η κρίση της ανεπάρκειας νερού θα είναι η μεγαλύτερη που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα κατά τον 21ο αιώνα περισσότερο απ' ότι η ενεργειακή κρίση ή η κλιματική αλλαγή. Η εξαφάνιση της γεωργίας και σταδιακή καταστροφή του παραγωγικού δυναμικού των αντίστοιχων εδαφικών εκτάσεων με τον κίνδυνο ερημοποίησης , φαινόμενα ευτροφισμού και υφαλμυρισμού , κύματα οικολογικών προσφύγων, πλημμύρες, ξηρασίες, ερημοποίηση τεράστιων εκτάσεων, εύφορων σήμερα, αδυναμία ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων, προσδιορίζοντας πολλές φορές και την ίδια τη βιωσιμότητά τους, είναι μερικές από τις επιπτώσεις της λειψυδρίας.

1.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ –ΛΥΣΕΙΣ

Λύση στο πρόβλημα της λειψυδρίας είναι οι επενδύσεις . Χαρακτηρίζοντας το νερό ως το «πετρέλαιο του επόμενου αιώνα» εκτιμάται ότι οι επενδύσεις της παγκόσμιας αγοράς για το νερό αναμένονται να εκτοξευθούν στα 126 δις. ευρώ μέχρι το 2015 θα προσφέρει υψηλά κέρδη σε όσους επενδυτές μπουν δυναμικά στην αγορά. Για παράδειγμα οι ΗΠΑ μέχρι το 2020 θα χρειαστούν περίπου 1 τρισεκατομμύριο δολάρια για νέες γεωτρήσεις και επίσης εκτιμάται ότι οι επενδύσεις της Κίνας μέσα στα επόμενα 10 χρόνια θα αυξηθούν κατά μια τάξη μεγέθους φτάνοντας από τα 60 εκατ. δολάρια στα 600 εκατ. δολάρια .

Στην προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος της λειψυδρίας σε πολλές χώρες παγκοσμίως εφαρμόζονται αναγκαίες τεχνικές και μέθοδοι όπως οι γεωτρήσεις ,ο σχεδιασμός νέων υδραγωγείων ,η μεταφορά νερού ,η αφαλάτωση ,η κατασκευή φραγμάτων ενώ σε άλλες χώρες τακτικές όπως η ορθή διαχείριση της απορροής των υδάτων μέσω των ταμιευτήρων ,η διασύνδεση υδατικών συστημάτων και η αύξηση χωρητικότητας των λεκανών απορροής . Όμως εκτός από τις τεχνοκρατικές μεθόδους λύση αποτελεί η σύσταση παύσης της υπερεκμετάλλευσης των υδάτινων πόρων η οποία πρέπει να αντιμετωπισθεί με τεχνολογίες μείωσης η με καμπάνιες ενημέρωσης.



Στην Ελλάδα η αντιμετώπιση της λειψυδρίας βασίζεται στη μεταφορά νερού κυρίως στα νησιά με υδροφόρα πλοία, όπως η Σχοινούσα, η Φολέγανδρος, η Τήνος, η Σίκινος, τα οποία πλοία μισθώνονται από το Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας ενώ το κόστος για την μεταφορά κυμαίνεται, ανάλογα με την περιοχή, από 4 έως 10 ευρώ ανά κυβικό μέτρο, μέθοδος που ταλανίζει τις τοπικές κοινωνίες από άποψη κερδοσκοπίας και άποψης ότι το νερό υστερεί τα αποδεκτά όρια ποιότητας του. Ακόμα το περιβαλλοντολογικό κόστος και η ασταθή υπόσχεση για μελλοντική συνεχόμενη τροφοδότηση με νερό είναι παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.



Επίσης η κατασκευή φραγμάτων και οι ταμιευτήρες νερού (σε ενδοχώρα και σε νησιά) αποτελούν εφαρμογή στο πρόβλημα, όπως η κατασκευή 2 φραγμάτων στην περιοχή Μαραθώ της Μυκόνου μεγάλης χωρητικότητας, αλλά το κόστος αυτών των συστημάτων για την υποδομή τους είναι μεγάλο και οικονομικά και ως προς το περιβάλλον, ενώ σε μεγάλη περίοδο ανομβρίας και ξηρασίας, αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών, ίσως να μη ανταπεξέλθει και άρα δε πρέπει να καθησυχάζομαστε.



Σχετικά νέα μέθοδος στον ελληνικό χώρο που όμως έχει αντίκτυπο παγκοσμίως είναι η αφαλάτωση . Είναι η διεργασία αφαίρεσης των αλάτων από αλατούχα ύδατα τα οποία μπορεί να είναι είτε το αλμυρό νερό της θάλασσας είτε υφάλμυρο νερό από κάποια πηγή. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται πόσιμο νερό ή νερό για άρδευση. Πράγματι στις φτωχές χώρες σε νερό αλλά πλούσιες σε ενεργειακό πλούτο της Μέσης Ανατολής και της Ασίας, η μέθοδος αφαλάτωσης έχει αναλάβει ενεργό ρόλο. Στη Σαουδική Αραβία παράγεται περίπου το 18% της παγκόσμιας παραγωγής αφαλατωμένου νερού και η Μέση Ανατολή αναμένεται να επενδύσει 30 δις. δολάρια στην νέα τεχνολογία μέχρι το 2015. Περιοχές όπως η Αλγερία, το Ντουμπαί, η Λιβύη και οι Σιγκαπούρη είναι εξαρτημένες από το πόσιμο νερό που ανακτάται από αφαλάτωση. Κινούμενοι προς αυτήν την κατεύθυνση υποστηρίζεται ως βασική λύση η αφαλάτωση στο πρόβλημα της λειψυδρίας στην Ελλάδα, χώρα με τα πολυάριθμα νησιά και την μεγάλη ακτογραμμή της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Θέλοντας να καλύψουμε την εικόνα της αφαλάτωσης πρέπει να γνωστοποιηθούν οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται . Η ανάγκη για παραγωγή βιομηχανικού ή πόσιμου νερού συντέλεσε κινητήριος δύναμη για εφευρέσεις βασισμένες στις συνθήκες που επικρατούν στην κάθε περιοχή . Κατηγοριοποιώντας τις ξεχώρισαν ανάμεσα στις άλλες **η μέθοδος της εξάτμισης** και **η μέθοδος των μεμβρανών** κυρίως λόγω της ευκολίας χρήσης τους και της αποδοτικότητας τους. Αναλυτικότερα οι **μέθοδοι της εξάτμισης** διαχωρίζονται στην **πολυβάθμια εκτόνωση** ή απόσταξη πολλαπλής φάσης (Multi-Stage Flushing, MSF), στην **πολυβάθμια εξάτμιση** (Multiple Effect Distillation, MED) ή εξάτμιση πολλαπλής επίδρασης , στην **εξάτμιση με μηχανική επανασυμπίεση ατμών** (Mechanical Vapour Compression, MVC) και στην **ηλιακή απόσταξη** (Solar Distillation). Όσο αφορά την μέθοδο της απόσταξης συγκαταλέγεται στις διεργασίες που περιλαμβάνουν αλλαγή φάσης δηλαδή το νερό περνάει από την υγρή στην αέρια μορφή και αντίστροφα μέχρι ότου να συμπυκνωθεί και πάλι σε υγρή μορφή. **Οι μέθοδοι των μεμβρανών** αναλύονται στην **αντίστροφη ώσμωση** (Reverse Osmosis, RO), στην **ηλεκτροδιάλυση** (Electrodialysis, ED) και στην **αντίστροφη ηλεκτροδιάλυση** (RED) . Η λειτουργία τους βασίζεται στην πραγματοποίηση της αφαλάτωσης σε μόνο μια φάση ,την υγρή με την χρήση των μεμβρανών για την απομάκρυνση των αλάτων . Άλλες μέθοδοι που αξίζει να αναφερθούν είναι το **πάγωμα ή στερεοποίηση** , το **νανοφιλτράρισμα** ,η **ανταλλαγή ιόντων** (ion exchange), στη **μέθοδο απόσταξης με μεμβράνες MD** (Membrane Distillation) , στη **γεωθερμική αφαλάτωση** (geothermal desalination) και στη **κρυσταλλοποίηση με υδρικό αιθάνιο**.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ	1. ΑΠΟΣΤΑΞΗ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΦΑΣΗΣ MSF
	2. ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ MED/ME
	3. ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΑΤΜΟΥ MVC
	4. ΗΛΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΞΗ SD
ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	1. ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΛΥΣΗ ED
	2. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΛΥΣΗ RED
	3. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΩΣΜΩΣΗ RO
ΛΟΙΠΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	1. ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ
	2. ΝΑΝΟΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ NF
	3. ΑΠΟΣΤΑΞΗ ΜΕΣΩ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ MD
	4. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ
	5. ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΙΟΝΤΩΝ
	6. ΚΡΥΣΤΑΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΥΔΡΙΚΟ ΑΙΘΑΝΙΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

2.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ

Όλες οι κατασκευές που χρησιμοποιούν την μέθοδο της εξάτμισης περιλαμβάνουν πανομοιότυπες εργασίες με την ακόλουθη σειρά : της θέρμανσης του νερού , την απομάκρυνση του ατμού από το υγρό που προήλθε και συγχρόνως τη μεταφορά του σε άλλο χώρο ,την συμπύκνωση του ατμού, χαμηλώνοντας τη θερμοκρασία του φέρνοντας τον σε επαφή με ψυχρές επιφάνειες , μετατρέποντας το πάλι σε υγρό , και τέλος την φύλαξη του αποσταγμένου πια νερού σε δεξαμενές διαφοροποιώντας τις ως προς τη μελέτη του συστήματος θέρμανσης και ψύξης του νερού.

2.1.1 ΑΠΟΣΤΑΞΗ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΦΑΣΗΣ MSF

Απόσταξη πολλαπλής φάσης αποκαλείται η μέθοδος αφαλάτωσης η οποία αποστάζει θαλασσινό νερό ατμοποιώντας άμεσα ένα μέρος του νερού σε πολλές βαθμίδες . Η αρχή λειτουργίας της είναι η εξής .Το θαλασσινό νερό θερμαίνεται σε θερμοκρασία λίγο χαμηλότερη του σημείου ζέσεως σε δοχείο που ονομάζεται βραστήρας άλμης ή θερμοαντής άλμης (brine heater) και στη συνέχεια εισέρχεται στον πρώτο θάλαμο που υπάρχει πίεση χαμηλότερη από την πίεση κορεσμού οπότε ατμοποιείται. Ο ατμός έρχεται σε επαφή με τους σωλήνες που μεταφέρουν το κρύο θαλασσινό νερό , έτσι υγροποιείται και συλλέγεται ως καθαρό νερό ενώ η άλμη προωθείται στους επόμενους θαλάμους όπου το φαινόμενο επαναλαμβάνεται και η πίεση διαρκώς μειώνεται μέχρι που τελικά απορρίπτεται . Αξιοσημείωτη η βοήθεια των θερμοηλεκτρικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κοντά σε μονάδες αφαλάτωσης MSF για την κάλυψη της θέρμανσης του βραστήρα με την χρήση της συμπαραγωγής . Η διαδικασία της συμπαραγωγής είναι ότι ο ατμός υψηλής πίεσης εκτονώνεται στον ατμοστρόβιλο για παραγωγή ισχύος ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνεται η ψύξη του εργοστάσιου παραγωγής ενέργειας χωρίς αυτή η θερμότητα να ελευθερώνεται στο περιβάλλον. Εγκαταστάσεις αυτού του τύπου συναντώνται στην μέση Ανατολή, Σαουδική Αραβία , Κουβέιτ όπου η χρήση τους εκεί ανέρχεται περίπου στο 40 %.



2.1.2 ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ MED

Αν και συμβαδίζει με την μέθοδο της πολυβάθμιας εκτόνωσης αντικαταστάθηκε γρήγορα από την MSF λόγω τεχνικών προβλημάτων . Αποτελείται από έναν λέβητα θέρμανσης ,έναν αποστακτήρα , έναν συμπυκνωτή ατμών και έναν διαχωριστή που παγιδεύει τις λεπτές σταγόνες της άλμης και τις αποχωρίζει από τον ατμό. Η λειτουργία της βασίζεται στο ότι ο ατμός περνά μέσα από τους σωλήνες ενώ το ψυχρό θαλασσινό νερό ψεκάζεται επάνω τους για να δημιουργηθεί φιλμ και να εξατμιστεί αποτελεσματικότερα . Έτσι , μέρος του ατμού συμπυκνώνεται και συλλέγεται σαν καθαρό νερό ενώ ο υπόλοιπος ατμός ,μαζί με μέρος του θαλασσινού νερού που ατμοποιήθηκε ,συνεχίζουν στον επόμενο θάλαμο. Και εδώ σε κάθε θάλαμο υπάρχει αντλία κενού για να βοηθά την εξάτμιση με βαθμιαία μειούμενη πίεση σε κάθε θάλαμο ,ίση με την πίεση κορεσμού στην αντίστοιχη θερμοκρασία. Στη μέθοδο αυτή συχνά χρησιμοποιούνται και συμπιεστές(θερμικοί ή μηχανικοί), ενώ οι παραλλαγές της προκύπτουν από την διάταξη των σωλήνων ατμού σε σχέση με την άλμη.



2.1.3 ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΜΕ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΑΤΜΩΝ MVC

Η μέθοδος αυτή είναι η πιο απλή στην κατασκευή και πιο αποδοτική . Το θαλασσινό νερό ψεκάζεται πάνω σε μια σειρά σωλήνων που τους διαπερνά ατμός , θερμαίνεται και εξατμίζεται με τη βοήθεια αεροσυμπιεστή που δημιουργεί υποπίεση . Ο συμπιεστής αυτός μαζεύει τους ατμούς του καθαρού νερού και τους εκτοξεύει με πίεση μέσα στους σωλήνες και με την επαφή του θαλασσινού νερού συμπυκνώνονται και λαμβάνονται ως προϊόν . Η κύρια διαφορά με τις προηγούμενες δυο μεθόδους είναι η απουσία πηγής θερμότητας , αφού εδώ η εξάτμιση προκαλείται και μόνο από τη χαμηλή πίεση, δηλαδή λειτουργεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος . Και εδώ η δημιουργία λεπτού φιλμ πάνω στους σωλήνες είναι το κλειδί για την αποτελεσματικότερη εξάτμιση και άρα απόδοση της εγκατάστασης .Η εξάτμιση με συμπίεση ατμών χρησιμοποιείται γενικά σε μικρές και μεσαίες εγκαταστάσεις και παράγει μέχρι και 3000 m³/ημέρα.



2.1.4 ΗΛΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΞΗ SD

Οι συσκευές αυτής της κατηγορίας είναι ουσιαστικά μια αναπαράσταση του υδρολογικού κύκλου σε μικρή κλίμακα : οι ακτίνες του ήλιου διέρχονται μέσα από μια διαφανή οροφή και θερμαίνουν το θαλασσινό νερό που βρίσκεται στον πάτο . Αυτό εξατμίζεται και ανεβαίνει στην οροφή που είναι κεκλιμένη , οπότε συμπυκνώνεται πάλι και συλλέγεται ως προϊόν από κατάλληλη διάταξη . Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούν λιγότερο από το 50% της προσπτώμενης ακτινοβολίας και η απόδοση τους είναι αρκετά χαμηλή ,περίπου 4 λίτρα καθαρό νερό την ημέρα ανά τετραγωνικό μέτρο εδάφους . Για το λόγο αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται φθηνά υλικά για να μειωθεί το κόστος εγκατάστασης ,που είναι και το μόνο έξοδο , αφού και τα λειτουργικά κόστη είναι από ελάχιστα ως μηδαμινά . Πρέπει βέβαια να αναφερθεί ότι το νερό που παράγεται δεν είναι απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς διότι δε βράζει σε μεγάλη θερμοκρασία και άρα χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία . Εκτιμώντας την η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε μικρές εγκαταστάσεις ή για οικιακή κατανάλωση.



2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Οι κατασκευές αφαλάτωσης που χρησιμοποιούν στα συστήματά τους τις μεμβράνες χαρακτηρίζονται οι πιο αποτελεσματικές στον τομέα της αφαλάτωσης καθώς αξιοποιούν την βασική τους ιδιότητα, την επιλεκτική διαπερατότητα, σύμφωνα με την οποία υπό την επίδραση μιας εξωτερικής δύναμης επιτρέπεται η διέλευση είτε του νερού είτε των ιόντων άλατος μέσα από αυτές. Κατάφεραν να περιορίσουν την ανταγωνιστικότητα σε σχέση με τις μεθόδους απόσταξης καθώς έχουν χρήση με ευρύ αντίκτυπο (εγκατάσταση για μια μικρή πόλη 2.000 κατοίκων, έως και οικιακή συσκευή για κατανάλωση πόσιμου νερού) με εξέχουσα θέση την μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης στις προτιμήσεις των μηχανικών και των τεχνολόγων ερευνητών.

2.2.1 ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΛΥΣΗ ED

Όπως δηλώνει και το όνομα της, αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί τον ηλεκτρισμό για να καθαρίσει το νερό. Το νερό τροφοδοσίας περνάει ανάμεσα από φορτισμένες μεμβράνες θετικά και αρνητικά εναλλάξ. Έτσι τα ιόντα που είναι διαλυμένα προσκολλώνται στις μεμβράνες, οι οποίες επιτρέπουν τη διέλευση τους και μόνο, δημιουργώντας διαμερίσματα μικρότερης και μεγαλύτερης συγκέντρωσης, που μας δίνουν το προϊόν και την άλμη αντίστοιχα. Είναι προφανές ότι η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να απομακρύνει τα μη ιόντα στερεά, αλλά και όσον αφορά τα ιοντικά η απαιτούμενη ενέργεια αυξάνει ανάλογα με τη συγκέντρωση. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται σε νερά χαμηλής συγκέντρωσης αλάτων, όπως τα υφάλμυρα. Για τον καθαρισμό και την καλύτερη λειτουργία των μεμβρανών, εφαρμόζεται αντιστροφή των πεδίων, αλλάζοντας θέση στα κανάλια του προϊόντος με αυτά της άλμης. Έτσι τα τμήματα των μεμβρανών που είχαν μαζέψει πολλά άλατα καθαρίζονται από τη ροή καθαρού νερού. Στο τέλος της διεργασίας γίνεται επεξεργασία του νερού για τη ρύθμιση της σκληρότητας και του pH, όπως στην αντίστροφη όσμωση.



2.2.2 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΛΥΣΗ RED

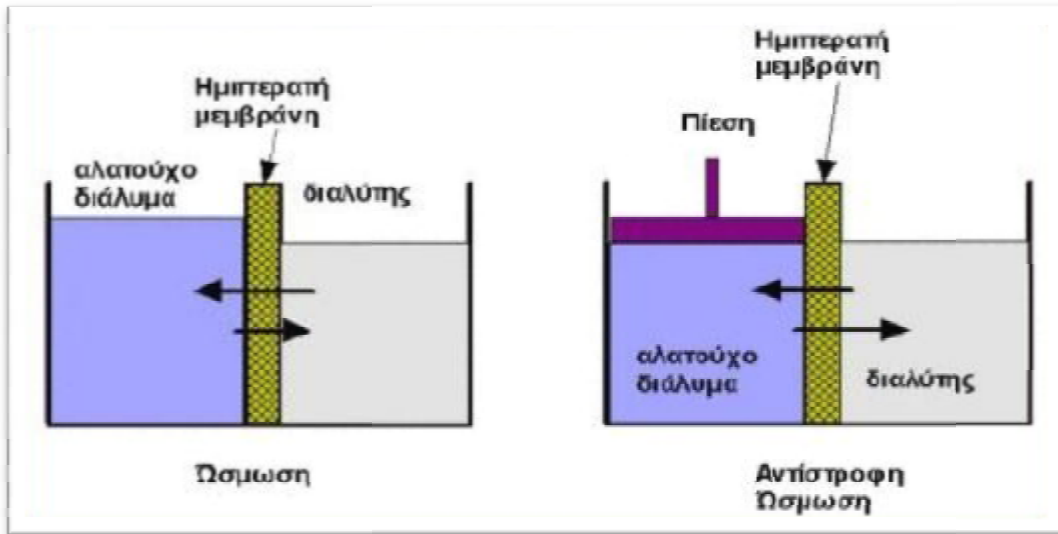
Η αντίστροφη ηλεκτροδιάλυση (Reverse Electrodialysis RED) είναι μια μέθοδος που εκμεταλλεύεται την ωσμωτική ενέργεια που είναι η ενέργεια που ανακτάται εξαιτίας της διαφοράς στην συγκέντρωση αλατιού μεταξύ του θαλασσινού νερού και του πόσιμου νερού. Για την πραγματοποίηση της μεθόδου ένα διάλυμα που περιέχει άλατα καθώς και μια ποσότητα φρέσκου νερού διοχετεύονται σε μια δέσμη από εναλλασσόμενες μεμβράνες ανόδου και καθόδου. Η διαφορά χημικού δυναμικού μεταξύ του αλατούχου και του πόσιμου νερού δημιουργεί μια διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού μεταξύ κάθε μεμβράνης ενώ η συνολική τάση που δημιουργείται είναι το άθροισμα όλων των επιμέρους τάσεων που δημιουργούνται. Η μέθοδος αυτή επηρεάζεται μόνο από την συγκέντρωση των ιόντων και όχι από το ηλεκτρικό πεδίο γι' αυτό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην κατάλληλη επιλογή μεμβρανών.

2.2.3 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΩΣΜΩΣΗ RO

Η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης είναι η πλέον διαδεδομένη, αξιόπιστη και οικονομική τεχνολογία για την παραγωγή υψηλής ποιότητας νερού ύδρευσης, κυρίως λόγω της χρήσης ευκολίας με τροφοδότηση της ενέργειας της από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για αυτό είναι αναγκαίο να αναλυθεί αξιοπρόσεκτα στην παρούσα μελέτη.

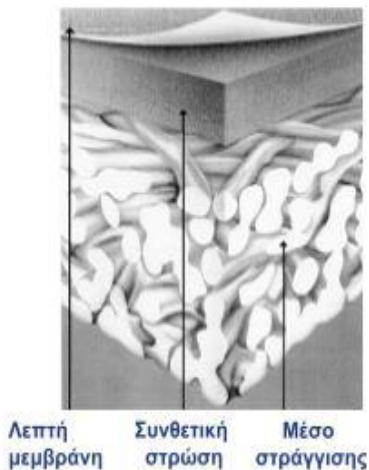
Βασίζεται στο φαινόμενο της ώσμωσης κατά το οποίο όταν δυο διαλύματα με διαφορετικές συγκεντρώσεις χωρίζονται από μια ημιπερατή μεμβράνη τότε το διάλυμα με τη μικρότερη συγκέντρωση θα περάσει μέσα από τη μεμβράνη προς το πυκνότερο διάλυμα, μέχρι να εξισωθούν οι συγκεντρώσεις τους. Το φαινόμενο αυτό απαντάται πολύ συχνά στη φύση και στους ζωντανούς οργανισμούς, ανάμεσα τους και ο άνθρωπος καθώς πολλές κυτταρικές λειτουργίες βασίζονται σε αυτό, για παράδειγμα τα νεφρά λειτουργούν λίγο πολύ ως μεμβράνες. Η πίεση που πρέπει να ασκηθεί στην πλευρά του πυκνότερου διαλύματος για να μην λάβει χώρα το φαινόμενο της ώσμωσης ονομάζεται ωσμωτική πίεση.

Η αντίστροφη ώσμωση συνιστά ακριβώς την άσκηση πίεσης στην πλευρά του πυκνότερου διαλύματος ώστε από την άλλη να παραλάβουμε φιλτραρισμένο καθαρό νερό. Ο πιο συνηθισμένος τύπος συσκευής όπως στο σχήμα το θαλασσινό ή υφάλμυρο νερό εισέρχεται στη συσκευή και καταλαμβάνει χώρο ο οποίος βρίσκεται υπό πίεση και το νερό εξαναγκάζεται κατά ποσοστό 25% περίπου να διέλθει μέσα από την μεμβράνη οπότε και καθαρίζεται και εξέρχεται ως προϊόν ενώ μόλις η πίεση ξεπεράσει το όριο της βαλβίδας τότε θα διαφύγει στην έξοδο σε ποσοστό 75% περίπου παρασύροντας μαζί του και τις ακαθαρσίες στην επιφάνεια της μεμβράνης όπου και απορρίπτεται.



Όσο αφορά τις μεμβράνες διαφέρουν από τα συνήθη φίλτρα επειδή δε σχετίζονται με το μέγεθος των πόρων αλλά καθώς περιέχουν λεπτό επιφανειακό στρώμα σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού καθιστώντας τα τελευταία μη ικανά να διαλύσουν το άλας . Με τον τρόπο αυτό το άλας δε διαπερνά το στρώμα αυτό και εκ νέου τα μόρια νερού που προσεγγίζουν το στρώμα μεταφέρονται μέσα από αυτό σχηματίζοντας με το ίδιο δεσμούς υδρογόνου μετατοπίζοντας τα προγενέστερα μόρια νερού τα οποία κινούνται με τριχοειδή δράση μέσα από τους πόρους του υπόλοιπου τμήματος της μεμβράνης και καταλήγουν στην πλευρά του καθαρού νερού. Οι πιο εύχρηστοι τύποι μεμβρανών στις RO εγκαταστάσεις είναι οι σπειροειδής (μεμβράνη σπιράλ) και οι τριχοειδής(μεμβράνη λεπτού συνθετικού φιλμ) .

Μεμβράνη λεπτού συνθετικού φιλμ



Μεμβράνη σπιράλ



ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ RO

Ένα σύστημα παραγωγής αφαλατωμένου νερού με αντίστροφη ώσμωση αποτελείται από τρία κυρίως στάδια: Το στάδιο προ-κατεργασίας του νερού, το κυρίως στάδιο της αφαλάτωσης RO και το στάδιο μετεπεξεργασίας του νερού.

ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το πρώτο στάδιο επεξεργασίας του θαλασσινού νερού είναι πολύ σημαντικό σε ένα σύστημα αντίστροφης ώσμωσης καθώς αυτό αποτελεί παράγοντα για την αποδοτικότητα και την διάρκεια ζωής του συστήματος. Για αυτό στο στάδιο τούτο οι μικροοργανισμοί πρέπει να καταστραφούν και τα αιωρούμενα στερεά να αφαιρεθούν ώστε να αποφευχθεί η ανάπτυξη μικροοργανισμών και η εναπόθεση αλάτων στις μεμβράνες. Η προεπεξεργασία του θαλασσινού νερού περιλαμβάνει αρχικά το φίλτρο εισόδου με τοποθέτηση σχάρας στην αναρρόφηση για να μην εισέλθουν ψάρια, φύκια και πλαστικά. Μετέπειτα η προχλωρίωση του θαλασσινού νερού με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου, η προσθήκη οξέος, συνήθως θειικό οξύ για την ρύθμιση της οξύτητας και την αποφυγή απόθεσης αλάτων και η συσσωμάτωση των κολλοειδών / οργανικών ουσιών με προσθήκη χλωριούχου σιδήρου και πολυηλεκτρολύτη. Επόμενη φάση της προεπεξεργασίας είναι να περάσει το θαλασσινό νερό από το φίλτρο άμμου το οποίο περιλαμβάνει άμμο, χαλίκια και ανθρακίτη για αποτελεσματικότερη κατακράτηση μικρότερων σωματιδίων και από το φίλτρο πολυπροπυλενίου για στερεές ουσίες έως και 1μm προς αποφυγή φθοράς των μεμβρανών. Τέλος η αποχλωρίωση και η αποστείρωση με υπεριώδη ακτινοβολία.

ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΩΣΜΩΣΗΣ

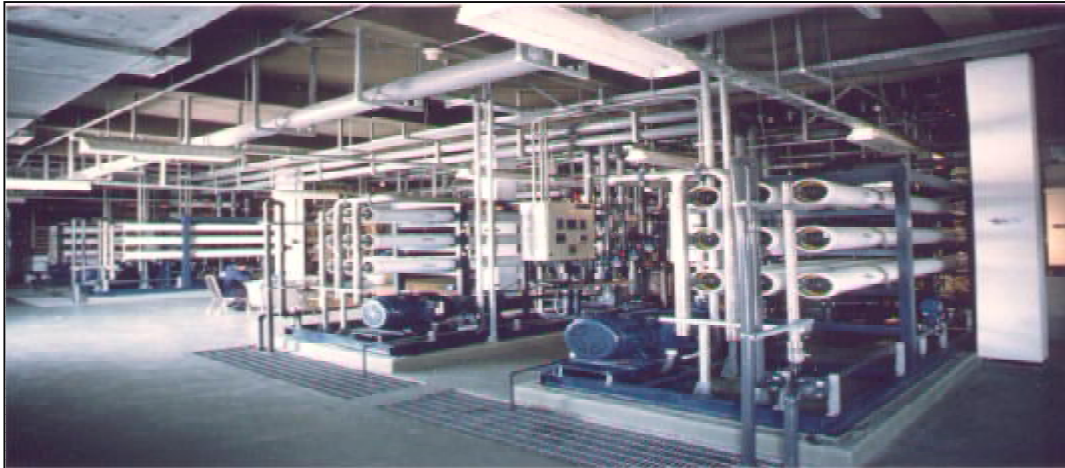
Στο στάδιο διαχωρισμού στις μεμβράνες, αντλίες υψηλής πίεσης παρέχουν την πίεση που απαιτείται ώστε το νερό να περάσει μέσα από τις μεμβράνες και να απορρίψει τα άλατα του. Αυτή η πίεση είναι μεταξύ 54 και 80 ατμόσφαιρες. Καθώς ένα μέρος του νερού περνάει μέσα από τις μεμβράνες, στο υπόλοιπο νερό αυξάνεται η συγκέντρωση αλάτων. Την ίδια στιγμή ένα μέρος του νερού που τροφοδοτείται στις μεμβράνες απορρίπτεται χωρίς να περάσει μέσα από αυτές. Χωρίς αυτή την ελεγχόμενη απόρριψη, η συγκέντρωση των αλάτων στο νερό θα συνέχιζε να αυξάνει, με επακόλουθο την εναπόθεση των υποκορεσμένων αλάτων και αύξηση της ωσμωτικής πίεσης κατά μήκος των μεμβρανών. Η ποσότητα του νερού αυτού είναι μεταξύ 20% και 70% της ροής τροφοδοσίας και εξαρτάται από τη συγκέντρωση των αλάτων στο νερό τροφοδοσίας.

ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο τελικό στάδιο επεξεργασίας γίνεται σταθεροποίηση του παραγόμενου νερού και προετοιμασία του για τη διανομή του ως πόσιμο νερό. Το στάδιο αυτό μπορεί να αποτελείται από την απομάκρυνση αερίων όπως το υδροθείο, την ρύθμιση οξύτητας pH και αύξηση της σκληρότητας και την τελική χλωρίωση.

Είναι φανερό ότι στη μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης η ενέργεια που απαιτείται καταναλώνεται σχεδόν εξολοκλήρου στις αντλίες για τη συμπίεση του νερού. Επειδή η ωσμωτική πίεση είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των αλάτων, η αντίστροφη ώσμωση είναι η πρώτη επιλογή για υφάλμυρα νερά με την πίεση λειτουργίας να είναι 15-25 bar, αφού η

ωσμωτική του πίεση είναι περίπου 25 bar . Η σημαντικότερη απώλεια ενέργειας είναι η εκτόνωση της άλμης , όταν βγαίνει με υψηλή πίεση από την συσκευή και για αυτό σε μεγάλες κυρίως μονάδες υπάρχουν συστήματα ανάκτησης της ενέργειας αυτής πχ υδροστρόβιλοι με αποτελεσματικότητα 95 %



2.3 ΛΟΙΠΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η διαρκής ενασχόληση για τις τεχνολογίες αφαλάτωσης σε παγκόσμιο επίπεδο, έφερε στο προσκήνιο εφευρέσεις πολλές από τις οποίες αν και βρίσκονται ακόμα σε πειραματικό στάδιο ή χαρακτηρίζονται ασύμφωρες από οικονομική άποψη , δε παύουν να αποτελούν τις συνεχές προσπάθειες αντιμετώπισης και του έντονου προβληματισμού κατά του φαινομένου της λειψυδρίας στις επιστημονικές κοινότητες . Κατασκευές στις οποίες οι τρόποι αφαλάτωσης ποικίλουν καθιστώντας τες μελλοντικά υποσχόμενες όπως το νανοφιλτράρισμα , η ανταλλαγή ιόντων , η στερεοποίηση ,η γεωθερμική αφαλάτωση , η απόσταξη με μεμβράνες MD και η κρυσταλλοποίηση με υδρικό αιθάνιο.

2.3.1 ΝΑΝΟΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ NF

Μια άλλη διεργασία μεμβράνης για την παραγωγή πόσιμου νερού από αλμυρό ή υφάλμυρο νερό είναι η διεργασία του νανοφιλτραρίσματος (nanofiltration NF). Επιστήμονες του Ινδικού Πανεπιστημίου Banaras, στο Varanasi ανακάλυψαν μια απλή μέθοδο για να παράγουν φίλτρα από νανο-σωλήνες άνθρακα που αφαιρούν αποτελεσματικά τους μολυσματικούς παράγοντες μικρο ή νάνο κλίμακας από το νερό. Φτιαγμένα εξ ολοκλήρου από νανο-σωλήνες άνθρακα, τα φίλτρα κατασκευάζονται εύκολα χρησιμοποιώντας μια νέα μέθοδο της δομικής κυλινδρικής γεωμετρίας. Η σύνθεση των νανο-σωλήνων καθιστά τα φίλτρα ισχυρά, επαναχρησιμοποιήσιμα, και ανθεκτικά στη θερμότητα και μπορούν να καθαριστούν εύκολα για την επαναχρησιμοποίηση. Σε πειράματα όμως που έγιναν αποδείχθηκε ότι η αφαλάτωση που γινόταν με αυτό τον τρόπο αφαιρούσε μεν τις διαλυμένες ουσίες που έπρεπε ώστε να μειωθεί η συγκέντρωση των αλάτων και να γίνει το νερό πόσιμο, όμως ταυτόχρονα χανόταν και πλήθος θρεπτικών συστατικών, όπως ασβέστιο και ιόντα μαγνησίου, με αποτέλεσμα η συγκέντρωσή τους να έπεφτε κάτω από τα επιτρεπτά όρια που θέτει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας. Έτσι

έπρεπε στη συνέχεια να προστεθούν ξανά όλα τα θρεπτικά στοιχεία του νερού που χάθηκαν. Παρόλα αυτά, το μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν έχει ιδιαίτερες οικονομικές απαιτήσεις οπότε καθίσταται συμφέρουσα για αναπτυσσόμενες χώρες που έχουν αυξημένες ανάγκες για φθινό νερό σε μεγάλες ποσότητες.

2.3.2 ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΙΟΝΤΩΝ

Μια άλλη μέθοδος που βρίσκει εφαρμογή και στο πεδίο της αφαλάτωσης είναι η μέθοδος ανταλλαγής ιόντων . Περιλαμβάνει ένα πορώδες στρώμα από συνθετικές ρητίνες που έχουν την ικανότητα να ανταλλάσσουν ιόντα με εκείνες στα μεταλλικά νερά που έρχονται σε επαφή με το στρώμα .Τα στρώματα είναι τοποθετημένα σε σειρά μεταξύ τους ώστε το μεταλλικό νερό να έρχεται πρώτα σε επαφή με τον ανταλλακτήρα κατιόντων και στη συνέχεια με τον αντίστοιχο των ανιόντων. Στον ανταλλακτήρα κατιόντων αφαιρούνται από το νερό κατιόντα και στη θέση τους τοποθετούνται κατιόντα υδρογόνου. Στον ανταλλακτήρα των ανιόντων αφαιρούνται από το νερό ανιόντα και στην θέση τους τοποθετούνται κατιόντα υδροξυλίου. Έτσι οι προσμίξεις αφαιρούνται από το αλμυρό νερό αφήνοντας φρέσκο νερό. Όταν οι ρητίνες φτάνουν σε σημείο κορεσμού λόγω της κατακράτησης ιόντων χάνουν την ικανότητα τους να αφαιρούν ιόντα και πρέπει να καθαριστούν με οξέα και βάσεις για να ανακτήσουν τις ιδιότητες τους.

2.3.3 ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ

Η αφαλάτωση μπορεί να επιτευχθεί και με την μέθοδο της στερεοποίησης ή αλλιώς του παγώματος (freezing) των διαφόρων μιγμάτων νερού. Γενικά οι υδρίτες των αερίων (gas hydrates) ή κλαθράτα υδριτών (clathrate hydrates) είναι γνωστοί από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα όταν επιστήμονες πειραματίζονταν με μίγματα χλωρίου-ύδατος παρατηρήθηκε ότι κατά την ψύξη των μειγμάτων αυτών σχηματίζονταν ένα παγόμορφο στερεό υλικό σταθερό και σε θερμοκρασίες πάνω από τη θερμοκρασία τήξης του πάγου μέθοδος βασίζεται στο φυσικό φαινόμενο που επιτρέπει , όταν ψυχθεί ένα υδατικό διάλυμα μέχρι το σημείο πήξεως του να αποβάλλονται καθαροί κρύσταλλοι νερού. Αυτή η μέθοδος έχει αρκετά μειονεκτήματα και τεχνικά προβλήματα τα οποία έχουν εμποδίσει ως τώρα την περαιτέρω ανάπτυξη της.

2.3.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ

Μια πρωτοπόρα και υπό διερεύνηση μέθοδος αφαλάτωσης είναι η γεωθερμική αφαλάτωση. Στην Ελλάδα ήδη υπάρχουν παρόμοια συστήματα όπως στην περιοχή Συκιών της Άρτας. Η μονάδα Βασίζεται στην χρησιμοποίηση της θερμότητας που προέρχεται από την γη για την παραγωγή ποσίμου νερού. Τα διαβεβαιωμένα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι η ενέργεια που προέρχεται από την γεωθερμική θερμότητα αποτελεί μια από τις πιο φιλικές προς το περιβάλλον μορφές ενέργειας. Εκτιμήσεις έχουν δείξει ότι με νερό θερμοκρασίας περίπου 100 βαθμών Κελσίου και μια πηγή ψύξης ή μελετώμενη διαδικασία εξάτμισης και συμπύκνωσης η μονάδα μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά.

2.3.5 ΑΠΟΣΤΑΞΗ ΜΕΣΩ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ MD

Επίσης υπάρχει και η μέθοδος της απόσταξης με μεμβράνη MD. Είναι μια νέα διαδικασία για τον καθαρισμό νερού ακόμα και για αφαλάτωση. Η λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος βασίζεται στη μεμβράνη MD και στους ηλεκτρονικούς αισθητήρες θερμοκρασίας. Το θαλασσινό νερό εισέρχεται στο θάλαμο, θερμαίνεται και ρέει σε μια μικροπορώδη, υδρόφοβη μεμβράνη. Στο σημείο βρασμού το νερό εξατμίζεται μέσα από τη μεμβράνη και συμπυκνώνεται στην επιφάνεια ψύξης. Μη πτητικές ουσίες δεν μπορούν να διαπεράσουν τη μεμβράνη και συνεπώς διαχωρίζονται. Μετά την επίτευξη του σημείου βρασμού, τα ηλεκτρονικά θα κρατήσουν το νερό ακριβώς στο σημείο βρασμού για έναν αριθμό λεπτών. Αυτό είναι ένα μοναδικό χαρακτηριστικό για την περιοχή καθαρότητας, που χρησιμοποιούν τη θερμότητα στο νερό για να εξατμιστούν οργανικοί ρύποι. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, φυσαλίδες σε μορφή ατμών κατευθύνονται ανοδικά στην επιφάνεια, εξασφαλίζοντας ουσιαστικά τη διαφυγή των πτητικών οργανικών ενώσεων ενώ η παρατεταμένη θερμότητα στο νερό σκοτώνει τα βακτηρίδια, ιούς και παθογόνους οργανισμούς. Δεδομένου ότι λειτουργεί σε ατμοσφαιρική πίεση και σε θερμοκρασίες κάτω των 100 ° C, ο εξοπλισμός είναι αξιόπιστος και ανθεκτικός ενώ μη πτητικές ουσίες, όπως μέταλλα και φθόριο δεν επηρεάζονται.

2.3.6 ΚΡΥΣΤΑΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΥΔΡΙΚΟ ΑΙΘΑΝΙΟ

Μια νέα πειραματική διάταξη αφαλάτωσης η οποία συγκλίνει με την κοινή στερεοποίηση είναι η κρυσταλοποίηση με υδρικό αιθάνιο. Επιστήμονες στην Αγία Πετρούπολη, Florida ισχυρίστηκαν ότι μια τεράστια κατασκευασμένη στήλη στον ωκεανό ή κατά μήκος μιας ακτής, ίσως 1.000 ή 1.500 μέτρα μήκος, με πεπιεσμένο αέριο (αιθάνιο ή μεθάνιο) να διοχετεύεται στη βάση μπορεί να δημιουργήσει μια μονάδα αφαλάτωσης με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Με το θαλασσινό νερό να εισέρχεται στο κάτω μέρος και την πρόσμιξη του με το αιθάνιο δημιουργείται ένα στρώμα κρυστάλλων το οποίο συγκρατεί το νερό και διαχωρίζει τα άλατα, έχοντας μικρότερη πυκνότητα αναδύεται στο μεσαίο τμήμα όπου εκεί η πίεση μειώνεται και προκαλεί λιώσιμο των κρυστάλλων και απεγκλωβισμό του αερίου και έτσι μένει το καθαρό νερό στην άνω περιοχή και το φυσικό αέριο στην κορυφή. Το αφαλατωμένο πια νερό θα μπορούσε να αντληθεί, και το αέριο θα μπορούσε να ανακυκλώνεται. Η ιδέα θυμίζει μια αένη κίνηση μηχανής χωρίς φίλτρα, ωστόσο στη μέθοδο αυτή θεωρήθηκε σχεδόν αδύνατο να απομονωθεί πολύ γλυκό νερό από τον πολτό των κρυστάλλων κρίνοντας την ασύμφορη.

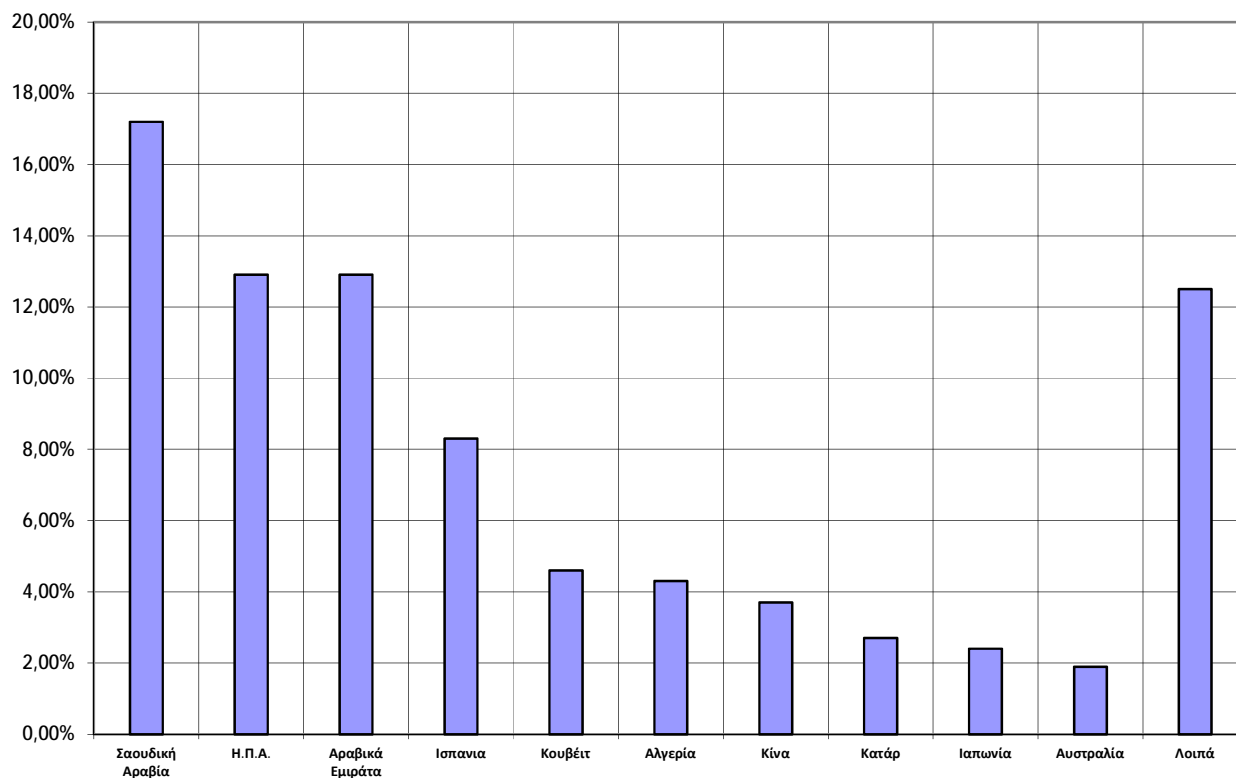
2.4 ΕΚΤΙΜΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Η εκτίμηση των τεχνικών αφαλάτωσης περιορίζεται στις εφαρμογές οι οποίες είναι ήδη δοκιμασμένες και διαδεδομένες χωρίς όμως να απορρίπτονται επιστημονικά καινοτομίες πέρα από την λογική των θερμικών ή των διεργασιών με μεμβράνες. Ο πίνακας 2.2 παρουσιάζει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, λειτουργικά και τεχνικά, των βασικότερων μεθόδων αφαλάτωσης εξετάζοντας την δυναμικότητα των συστημάτων σε m³/ ημέρα, το είδος του νερού τροφοδοσίας, την ποιότητα του παραγόμενου νερού στο δείκτη συνολικών διαλυμένων στερεών TDS (Total Dissolved Solids) και το είδος απαιτούμενης ενέργειας.

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΕΥΡΟΣ ΜΕΓΕΘΩΝ m ³ / ημέρα	ΝΕΡΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ ΝΕΡΟ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ
ΑΠΟΣΤΑΞΗ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΦΑΣΗΣ MSF	5,000 – 50,000	ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ-ΥΦΑΛΜΥΡΟ	TDS < 25 ppm	Θερμική ενέργεια 250-300 kJ/kg Ηλεκτρική ενέργεια 3.5-5 kWh/m ³
ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΜΕΔ/ΜΕ	< 10,000	ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ-ΥΦΑΛΜΥΡΟ	TDS < 25 ppm	Θερμική ενέργεια 150-220 kJ/kg Ηλεκτρική ενέργεια 1.5-2.5 kWh/m ³
ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΑΤΜΟΥ MVC	250 – 2,500	ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ-ΥΦΑΛΜΥΡΟ	TDS < 25 ppm	Ηλεκτρική ενέργεια 11 - 12 kWh/m ³
ΗΛΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΞΗ SD	< 0.1	ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ-ΥΦΑΛΜΥΡΟ	TDS < 25 ppm	2.5–4 l/m ²
ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΛΥΣΗ ED	< 20,000	ΥΦΑΛΜΥΡΟ	TDS: 200 - 500 ppm	Ηλεκτρική ενέργεια 2.6-5.5 kWh/m ³
ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΩΣΜΩΣΗ -RO	< 20,000	ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ-ΥΦΑΛΜΥΡΟ	TDS: 200 - 500 ppm	Ηλεκτρική ενέργεια 5-9 kWh/m ³

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Εξετάζοντας το μέγεθος της αφαλάτωσης σε παγκόσμια κλίμακα (πίνακας 2.3) παρατηρούμε πως περισσότερο από το μισό της παγκόσμιας δυναμικότητας είναι εγκατεστημένο στις άνυδρες χώρες της Μέσης Ανατολής και της Βόρειας Αφρικής οι οποίες καλύπτουν το σύνολο ή σημαντικότατο τμήμα των αναγκών τους με θερμική αφαλάτωση λόγω της αξιοποίησης της ενέργειας των εργοστασίων πετρελαίου, ενώ άλλες χώρες με σημαντικό δυναμικό όπως οι ΗΠΑ, η Ισπανία, η Κίνα, η Ιαπωνία, η Αυστραλία, το Ισραήλ και η Κύπρος χρησιμοποιούν κυρίως μεθόδους μεμβρανών με την αντίστροφη ώσμωση να αποτελεί την πιο σύγχρονη τεχνολογία στις μέρες μας.



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ

Εξετάζοντας τον πίνακα Πίνακας 2.4 παρατηρούμε πως η αντίστροφη ώσμωση κερδίζει έδαφος ανάμεσα στις τεχνολογίες αφαλάτωσης.

Εγκατάσταση	Χώρα	Έναρξη λειτουργίας	Μέθοδος	Δυναμικότητα (m ³ /ημ.)	Κόστος παραγωγής (\$/m ³)
CARLSBAD	ΗΠΑ	2012	RO	189.000	0,46
TUAS	ΣΙΓΚΑΠΟΥΡΗ	2005	RO	136.380	0,49
TAMPA BAY	ΗΠΑ	2007	RO	132.000	0,497
ASHKLEON	ΙΣΡΑΗΛ	2007	RO	330.000	0,527
LARNACA	ΚΥΠΡΟΣ	2001	RO	64.000	0,79
SHOAIIBA	Σ.ΑΡΑΒΙΑ	2003	MSF	450.000	1,06
PERTH	ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ	2006	RO	140.000	1,09
LAREDO	ΗΠΑ	1010	SD	190	2,85

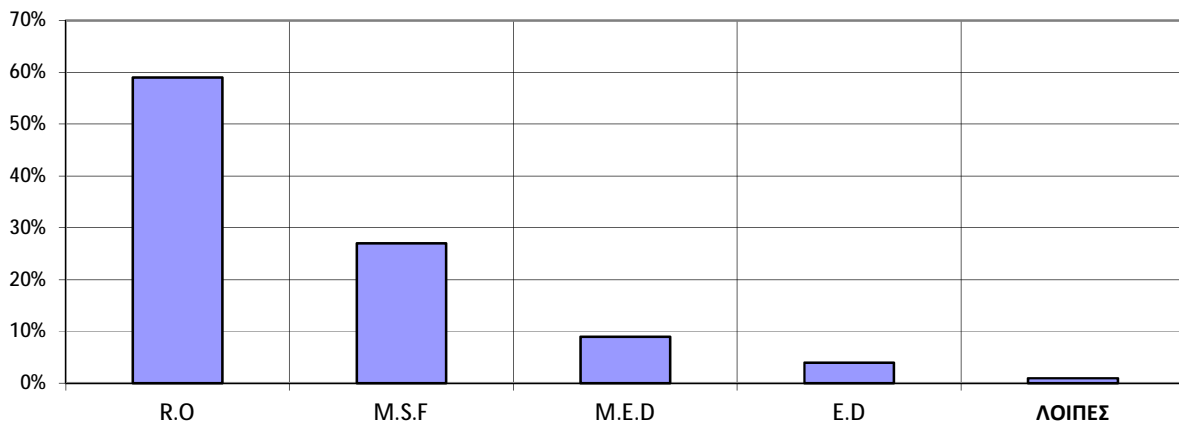
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Αλλά και στην Ελλάδα η ανάπτυξη εφαρμογών αφαλάτωσης για παραγωγή νερού ύδρευσης αν και ξεκίνησε στα τέλη της 10ετίας του 60 αφορούσε μικρές πειραματικές μονάδες ηλιακής απόσταξης αλλά οι περισσότερες εγκαταλείφθηκαν λόγω προβλημάτων συντήρησης και λειτουργίας ενώ μετέπειτα στηρίχτηκε αποκλειστικά στην τεχνολογία της αντίστροφης ώσμωσης η οποία κατέστη αποδοτικότερη και πλέον συμφέρουσα για τις ελληνικές συνθήκες ξεκινώντας προοδευτικά από το 1992 έως και σήμερα.

ΜΟΝΑΔΑ	Έτος κατασκευής	Δυναμικότητα (m ³ /hr)	Λειτουργικό κόστος (ευρώ/m ³)	ΤΥΠΟΣ
Σύρος 1η (Ερμούπολη)	1992	800	1,25	RO(SW)
Σύρος 2η (Ερμούπολη)	1997	800	1,25	RO(SW)
Σύρος 3η (Ερμούπολη)	2001	2x250	1,00	RO(SW)
Σύρος 4η (Ανω Σύρος)	2000	250	0,50	RO(SW)
Σύρος 5η (Ανω Σύρος)	2002	500	0,50	RO(SW)
Σύρος 6η (Ερμούπολη)	2002	4x500	1,00	RO(SW)
Σύρος 7η (Ανω Σύρος)	2005	2x500	0,40	RO(SW)
Σχοινούσσα	2004	100	0,70	RO(SW)
Μύκονος (Κόρφος)	2001	3x650	0,50	RO(SW)
Πάρος (Νάουσα)	2001	1.200	0,50	RO(SW)
Τήνος (Παλαιά)	2001	500	0,62	RO(SW)
Τήνος (Νέα)	2005	500	0,62	RO(SW)
Σαντορίνη 1η (Οία)	1994	220	2,00	RO
Σαντορίνη 2η (Οία)	2000	320	2,00	RO
Σαντορίνη 3η (Οία)	2002	160	2,00	RO
Σίφνος	2002	500	3,50	RO(BW)
Ομηρούπολη (Δήμος), Χίος	2000	600	0,30	RO
Ομηρούπολη (Δήμος), Χίος	2005	3x1.000	0,26	RO
Ομηρούπολη (Δήμος), Χίος	2005	500	0,26	RO
Νίσυρος (Παλαιά)	1991	300	-	RO
Νίσυρος (Νέα)	2002	350	0,66	RO
Λέρος (ΔΕΥΑ)	2001	200	0,13	RO
Ποσειδωνία (Δήμος) 1	2002	2x250	0,56	RO(SW)
Ποσειδωνία (Δήμος) 2	2005	2x250	0,45	RO(SW)
Σίφνος (Δήμος)	2007	250	-	RO(SW)
Ίος (Δήμος)	2003	1.000	-	RO(SW)
Οινούσες (Δήμος)	2005	500	-	RO(SW)
Πόρου	2006	1000		RO(BW)
Γαξιού Ηράκλειο	2008	1.000		RO(BW)
Ηράκλεια	2008	70	2,8	RO (ΑΓ)

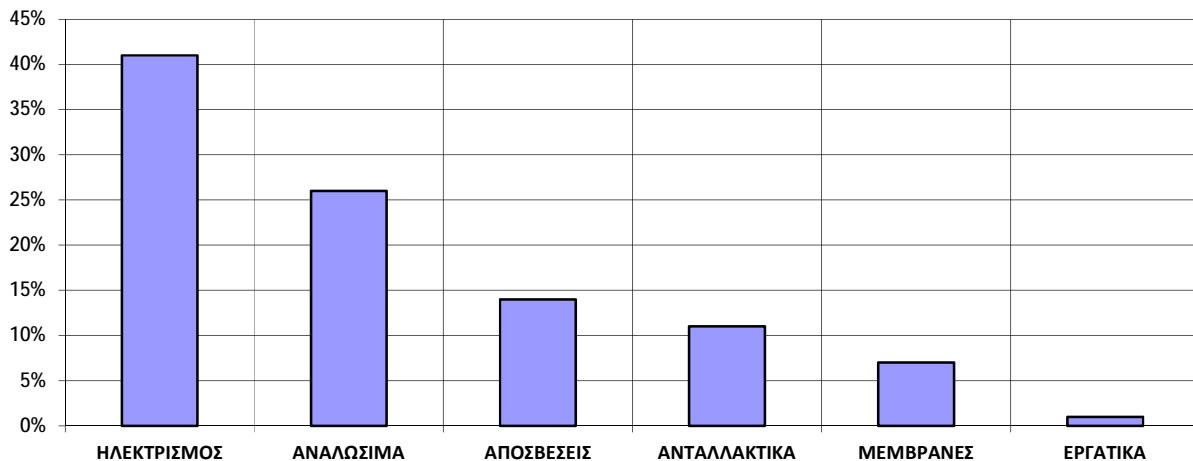
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όμως γιατί συμβαίνει αυτό ; Μερικοί από τους λόγους που η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης έχει επικρατήσει για την αφαλάτωση θαλασσινού και υφάλμυρου νερού σε παγκόσμιο αλλά και σε Ελληνικό επίπεδο είναι η αξιοπιστία της σε όλο το εύρος μεγεθών (από μερικά λίτρα έως χιλιάδες κυβικά μέτρα την ημέρα), η συμπαγής κατασκευή της και ο σχετικά μικρός χρόνος κατασκευής της σε σχέση με άλλες μεθόδους. Επίσης ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της αντίστροφης ώσμωσης είναι ότι είναι από τις λιγότερο ενεργοβόρες μεθόδους, γεγονός που κάνει το κόστος παραγωγής του νερού ακόμα πιο χαμηλό .



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6 ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΜΕΘΟΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Παρ' όλο που όλες οι μέθοδοι αφαλάτωσης χαρακτηρίζονται ως ενεργοβόρες, με ενδεικτικές τιμές 12 kWh/κ.μ. για τις μονάδες VC ή καταναλώσεις που μπορεί να ξεπερνούν τις 5 kWh/ κ.μ. για μονάδες MSF, η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης έχει καταφέρει να μειώσει δραστικά την ενεργειακή της κατανάλωση περίπου στις 5 kWh/κ.μ. έως 9 kWh/κ.μ. σε μεγάλες μονάδες αφαλάτωσης θαλασσινού νερού. Η σχετική ακόλουθη εικόνα εκφράζει την διάρθρωση κόστους μιας μονάδας αφαλάτωσης με αντίστροφη ώσμωση με δυναμικότητα 125m³/h, πίεση 75 bar και 3,5 kWh/m³, ενώ εκτιμάται σε μεγαλύτερου μεγέθους μονάδες τα ποσά κινούνται ανάλογα. Με 41% σε ποσοστό του κόστους για την κατανάλωση ρεύματος της μονάδας, δημιουργείται η ανάγκη επίλυσης του θέματος της ενέργειας των συστημάτων αφαλάτωσης, θέμα που θα διερευνηθεί στο κεφάλαιο 3.



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕΘΟΔΟΥ RO ΕΠΙ ΤΙΣ %

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Η εξάρτηση των μεθόδων αφαλάτωσης από ηλεκτρικές και θερμικές πηγές ενέργειας συντέλεσε στο να είναι ο σημαντικότερος προβληματισμός για την απόδοση καθώς και την εναρμόνιση του συστήματος με το κατά περίπτωση περιβάλλον. Ενέργεια η οποία αντλείται με τη μορφή του δικτύου από συμβατικά ή εναλλακτικά καύσιμα είτε έχει την μορφή των Α.Π.Ε.(ανανεώσιμες πηγές ενέργειας) , ενώ ο συνδυασμός τους οδήγησε στα υβριδικά συστήματα και στην τελειότερη μορφή τους , στο πλήρως αυτόνομο σύστημα αφαλάτωσης .

3.1 ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τους θερμικούς σταθμούς, ένα μεγάλο μέρος της αποδιδόμενης από το καύσιμο ενέργειας (συμβατικά ή εναλλακτικά) χάνεται με την μορφή θερμότητας στο περιβάλλον (65-70%). Γίνεται φανερή η ανάγκη για εξεύρεση τρόπων αξιοποίησης όλης ή έστω κάποιου σημαντικού μέρους αυτής της χαμένης ενέργειας. Η καλύτερη λύση της αξιοποίησης της θερμότητας που απορρίπτεται είναι η χρησιμοποίησή της ως έχει σε καταναλωτές θερμικής ενέργειας, εξοικονομώντας αντίστοιχα τα καύσιμα που θα απαιτούνταν για την παραγωγή της, τα οποία μάλιστα είναι κυρίως εισαγόμενα (πετρέλαιο, λιθάνθρακας). Οι μέθοδοι που αξιοποιούνται είναι η τηλεθέρμανση, η τροφοδοσία με ζεστό νερό ξενοδοχείων, κολυμβητηρίων η ακόμα και μονάδων αφαλάτωσης .

Ωστόσο η εγκατάσταση συστημάτων ΣΗΘ εγκυμονεί κινδύνους για το περιβάλλον ως προς την διασπορά των ρύπων και ηχορύπανσης ιδιαίτερα όταν πρόκειται για την εγκατάσταση πολλών μικρών και διάσπαρτων μονάδων. Άλλος κίνδυνος που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την μελέτη εγκατάστασης μονάδων συμπαραγωγής ειδικά στις μεγάλες μονάδες αφαλάτωσης είναι οι συχνές και σημαντικές αυξομειώσεις του κόστους με αντίστοιχη επίδραση στο κόστος του αφαλατωμένου νερού εξαιτίας της αντιοικονομικής μεταφοράς του θαλασσινού νερού , θέμα που δυσχεραίνει την απόφαση πραγματοποίησης ενός τέτοιου συστήματος μιας και η θερμότητα πρέπει να διατίθεται επί τόπου σε αντίθεση με την ηλεκτρική ενέργεια που συνήθως διατίθεται σε όποιο σημείο ζητηθεί.



3.2 ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε.

Η συμπεριφορά του ρυθμού αύξησης των ανθρώπινων αναγκών σε ενέργεια αποδεικνύει ότι τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων θα εξαντληθούν για αυτό τον λόγο συντονίζοντας την προσπάθεια για την εύρεση νέων πηγών ενέργειας η τεχνολογία ανέδειξε τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.). Με τον όρο Α.Π.Ε. εννοούμε τις πηγές που ουσιαστικά είναι ανεξάντλητες και δε επιβαρύνουν το περιβάλλον. Κατατάσσονται ως εξής :1. γεωθερμική ενέργεια 2. ενέργεια από βιομάζα 3. ηλιακή ενέργεια 4. υδραυλική ενέργεια 5. ενέργεια των κυμάτων (κυματική, ωκεάνια) 6. αιολική ενέργεια. Οι Α.Π.Ε. θεωρούνται αξιόλογες επειδή περικλείουν πλεονεκτήματα καθώς είναι ανεξάντλητες πηγές ενέργειας , συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενους ενεργειακούς πόρους, ενισχύοντας έτσι την ενεργειακή ανεξαρτησία σε εθνικό επίπεδο, συμβάλλουν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος ενώ με τον τρόπο αυτό μειώνονται οι απώλειες μεταφοράς ενέργειας και δημιουργούνται θέσεις εργασίας σε πολλές περιοχές , ακόμα μπορούν μάλιστα να συμβάλλουν στην αναζωογόνηση υποβαθμισμένων περιοχών και είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Όμως ανάμεσα από το πλήθος θετικών σχολίων γίνεται λόγος και για τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν οι Α.Π.Ε. , μειονεκτήματα που συντελούν στην αργή εξέλιξη τους , όπως ο παροδικός χαρακτήρας που έχουν οι περισσότερες από τις ΑΠΕ , η εξάρτηση από τα στοιχεία της φύσης (η ταχύτητα του ανέμου και η ηλιακή ακτινοβολία), των οποίων οι ακριβείς τιμές είναι δύσκολο να προβλεφθούν ακόμα και το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος είναι υψηλό και έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας .Δυστυχώς υπάρχουν και πολλά άλλα προβλήματα, κάποια από τα οποία ελπίζουμε ότι στο μέλλον θα περιοριστούν χωρίς να επισκιάζουν την αναγκαία εισφορά τους στην ενεργειακή κάλυψη των ημερών.

Για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας δυναμική λύση αποτελεί η αφαλάτωση .Όμως εξετάζοντας τις περιοχές που πλήττονται ,όπως απομακρυσμένες ή περιοχές με ασθενή δίκτυα (νησιά στα οποία αδυνατεί η σύνδεση τους με το ισχυρό ηπειρωτικό δίκτυο) κρίνεται αναγκαία η συμβολή των Α.Π.Ε. για την κάλυψη παροχής ενέργειας ή μέρος αυτής των συστημάτων αφαλάτωσης . Επίσης συμβάλλουν στην οικονομική στήριξη των επιμέρους τοπικών κοινωνιών προσφέροντας θέσεις εργασίας και με την προσαρμογή τους στα συστήματα αφαλάτωσης συνεισφέρουν στον αγροτικό και τουριστικό τομέα αποτινάσσοντας την εξάρτηση πόσιμου και αρδεύσιμου νερού από τους προμηθευτές .

Κρίνοντας απαραίτητη την σύζευξη των Α.Π.Ε. με συστήματα αφαλάτωσης ενεργοποιείται πλήθος παραμέτρων για την επιλογή της κατάλληλης πηγής ενέργειας είτε έχοντας την μορφή υβριδικού συστήματος είτε έχοντας την μορφή αυτόνομου συστήματος και της κατάλληλης μεθόδου αφαλάτωσης. Παράμετροι όπως οι γεωγραφικές συνθήκες, η τοπογραφία της περιοχής, η ενέργεια που είναι διαθέσιμη, η περιεκτικότητα σε αλάτι του νερού ακόμα και το μέγεθος της κατασκευής . Ο γενικός κανόνας είναι να συνδυάζονται τεχνολογίες θερμικής ενέργειας με θερμικές διαδικασίες αφαλάτωσης και ηλεκτρομηχανικές τεχνολογίες ενέργειας με διαδικασίες αφαλάτωσης που απαιτούν ηλεκτρική ή μηχανική ισχύ όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα που απεικονίζει τις βασικότερες Α.Π.Ε. σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες αφαλάτωσης . Αξίζει να γίνει λόγος πως υπάρχει συμμετοχή σαν πηγές ενέργειας στα συστήματα αφαλάτωσης και άλλων Α.Π.Ε. όπως η βιομάζα και η υδραυλική βρίσκοντας τες όμως σε αρχικό τεχνολογικό επίπεδο ,οι οποίες θα σχολιαστούν συνοπτικά στο παρών κεφάλαιο.

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ					
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ		ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	RO	ED	VC
		ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ	VC	MED	MSF
ΗΛΙΑΚΗ	Φ/Β	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	RO	ED	VC
		ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ	VC/SD	MED	MSF
	ΘΕΡΜΙΚΗ	ΜΗΧ. ΕΡΓΟ	RO	ED	
		ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	RO	ED	VC
ΑΙΟΛΙΚΗ		ΜΗΧ.ΕΡΓΟ	RO	VC	-
		ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	RO	ED	VC

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 Α.Π.Ε. ΚΑΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ

3.2.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται ήπια και σχετικά ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Προέρχεται από τα βαθύτερα στρώματά του φλοιού της γης και παρουσιάζεται στην επιφάνεια με αγωγή θερμότητας με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Το γεωθερμικό δυναμικό κάθε περιοχής σχετίζεται με τις γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της ενώ υπάρχουν δύο κατηγορίες εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας: Πρώτη κατηγορία είναι τα πεδία χαμηλής ή μέσης θερμοκρασίας (50 – 150°C) εκμεταλλεύοντας τις θερμές μάζες του υπεδάφους ή υπόγειων υδάτων για την κίνηση αντλιών θερμότητας (γεωθερμικές αντλίες) για εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης σε οικισμούς, θερμοκήπια, αλλά και μικρές βιομηχανικές μονάδες. Η δεύτερη κατηγορία είναι τα πεδία υψηλής θερμοκρασίας (άνω των 150°C) αξιοποιώντας τα γεωθερμικά ρευστά το θερμό υγρό καταλήγει σε παραγόμενο ατμό για την παραγωγή ηλεκτρισμού και σε εναλλάκτη θερμότητας για τη θέρμανση νερού και χώρων μεγάλων εγκαταστάσεων όπως και συστημάτων αφαλάτωσης.

Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι ιδιαίτερα οικονομικές εξοικονομώντας φυσικούς πόρους αλλά και φιλικές προς το περιβάλλον με ελάχιστες εκπομπές CO₂. Παρόλα αυτά, η εκμετάλλευση της γεωθερμίας συναντά αντιδράσεις σε τοπικό επίπεδο καθώς προκύπτουν προβλήματα από την απόρριψη των γεωθερμικών ρευστών στο περιβάλλον της περιοχής ή δύσσομα αέρια και ακόμα προβλήματα διάβρωσης, κυρίως στις σωληνώσεις μεταφοράς των ρευστών.



3.2.2 ΒΙΟΜΑΖΑ

Με τον όρο βιομάζα ορίζεται το σύνολο της ύλης που έχει οργανική (βιολογική) προέλευση, εξαιρώντας τα ορυκτά καύσιμα. Με βάση τον ορισμό αυτό, περιλαμβάνεται οποιοδήποτε υλικό ΑΠΕ προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από φυτική ή ζωική ύλη ενώ η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας περιλαμβάνει τεχνολογίες θερμικής επεξεργασίας της βιομάζας, η οποία παρέχει τη δυνατότητα άμεσης εκμετάλλευσης του θερμικού περιεχομένου της σε μονάδες καύσης είτε έμμεσης εκμετάλλευσης σε εγκαταστάσεις πυρόλυσης ή εξαερίωσης όπου παράγεται αέριο προϊόν που μετά τον καθαρισμό του αποτελεί άριστη καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας προσφέροντας μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενες ενεργειακές πρώτες ύλες , καθαρότερη παραγωγή ενέργειας ,την ενεργειακή αξιοποίηση των παραγόμενων απορριμμάτων και τη συνολικά καλύτερη διαχείρισή τους. Παρόλα αυτά ο συνδυασμός της με την αφαλάτωση δε είναι μια υποσχόμενη εναλλακτική καθώς τα οργανικά υπολείμματα δε είναι συνήθως διαθέσιμα σε άγονες περιοχές και η ανάπτυξη βιομάζας απαιτεί περισσότερο καθαρό νερό από όσο πιθανώς να παράγει η μονάδα της αφαλάτωσης .



3.2.3 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗ – ΩΚΕΑΝΙΑ

Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων σε ηλεκτρική, τα επονομαζόμενα υδροηλεκτρικά εργοστάσια, δεν είναι τα μόνα συστήματα που εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες του νερού. Αξιοποιώντας την κινητική ενέργεια των κυμάτων σε όλο το θαλάσσιο πεδίο δηλαδή στον πυθμένα, στην επιφάνεια αλλά και παράκτια είναι σε θέση να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες μιας οικίας ή ενός φάρου έως και μιας μικρής μονάδας αφαλάτωσης, όσο αφορά τα μικρά συστήματα κυματικής ενέργειας.

Το πλήθος των πλεονεκτημάτων όπως η γρήγορη και οικονομική εγκατάσταση και συντήρηση τους, η κατάργηση του κόστους μεταφοράς του θαλασσινού νερού προς αφαλάτωση, η φιλικότητα ως προς το περιβάλλον μιας και δεν εκπέμπει ρύπους ή απόβλητα συντέλεσε στο να θεωρηθεί ως μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία αν και στα μειονεκτήματα τονίζεται το κόστος μεταφοράς της παραγόμενης ενέργειας στη στεριά που είναι πολύ υψηλό.



Μάλιστα σημαντική θεωρείται και η συμβολή της ωκεάνιας ενέργειας από συστήματα που εκμεταλλεύονται τα φαινόμενα της παλίρροιας και της άμπωτης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τροφοδοτώντας καταναλωτές ανάλογα με την δυναμικότητα του συστήματος όπως μια μικρή μονάδα αφαλάτωσης. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών, εκτός ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα, είναι το σχετικά μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων, η μεγάλη απόδοση (40-70 KW ανά μέτρο μετώπων κύματος) και η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο ενώ στα μειονεκτήματα όπως και στα συστήματα που αξιοποιούν την κυματική ενέργεια αναφέρεται το κόστος μεταφοράς της ενέργειας στη στεριά.



3.2.4 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Μία από τις πολλά υποσχόμενες μορφές Α.Π.Ε. είναι και η ηλιακή ενέργεια καθώς τα συστήματα που εφαρμόζονται αξιοποιούν τη θερμική ενέργεια της τόσο για την παραγωγή υπέρθερμου ατμού (ηλιακά κάτοπτρα) όσο και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (φωτοβολταϊκά). Επισημαίνοντας τα κυριότερα πλεονεκτήματα αναφέρουμε πως είναι μια ανανεώσιμη και ελεύθερα διαθέσιμη πηγή με ικανοποιητική απόδοση μετατροπής και ακόμα δεν ρυπαίνει το περιβάλλον ενώ στα μειονεκτήματα τονίζεται το υψηλό κόστος κατασκευής των ηλιακών στοιχείων, η δαπανηρή αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και η χρήση μεγάλων επιφανειών.



Ειδικότερα, για την αφαλάτωση, μέσω της ηλιακής ενέργειας μπορεί να παραχθεί η θερμική ενέργεια που απαιτείται ώστε να λειτουργήσουν οι μέθοδοι αλλαγής φάσης είτε από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για να λειτουργήσουν οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μεμβράνες .Οι προσπάθειες ανέδειξαν πως η σύζευξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων και της αντίστροφης ώσμωσης ήταν επιτυχής μια και αποδείχτηκε οικονομικά βιώσιμη και εμπορικά εκμεταλλεύσιμη λύση για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας σε άγονες και απομακρυσμένες περιοχές.



3.2.5 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι ανεμογεννήτριες εκμεταλλεύονται την κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέποντας την σε μηχανική για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Η θεωρητική μέγιστη ικανότητα αεροδυναμικής μετατροπής από τον άνεμο σε μηχανική ενέργεια είναι περίπου το 50% και αποτελεί την πιο ελκυστική επιλογή γιατί η τεχνολογία της είναι καλά ανεπτυγμένη και σχετικά φθηνή. Κατατάσσονται ανάλογα με την ισχύ τους σε τάξεις των 10KW ή και μικρότερων ,των 100KW ,των 0,5MW ή και μεγαλύτερων από 0,5MW και το αιολικό δυναμικό θεωρείται κατάλληλο αν η μέση τιμή της ταχύτητας τους ανέμου είναι πάνω από 5m/s.

Η αιολική ενέργεια μπορεί να αποτελέσει λύση, ειδικά για περιοχές παράκτιες και νησιά , στις οποίες το αιολικό δυναμικό συνήθως είναι αυξημένο .Στις περιοχές αυτές η αιολική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κατοίκων όσο και για την αφαλάτωση. Οι νέες τεχνολογίες για ανεμογεννήτριες μικρού και μεσαίου μεγέθους προσφέρουν υψηλή αξιοπιστία και χαμηλό κόστος επένδυσης αν και η απόφαση αυτή δεν μπορεί να ληφθεί εύκολα σε κάθε περίπτωση καθώς η εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού έχει πολλές συνέπειες και πολλές φορές εγείρει πολλά προβλήματα για τους κατοίκους της περιοχής αλλά και για το ίδιο το περιβάλλον.



3.3 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ

Για να είναι αποτελεσματικοί οι συνδυασμοί αφαλάτωσης και Α.Π.Ε. και να προσφέρουν επιχειρηματική ασφάλεια προηγήθηκε η κατασκευή τους σαν εργαστηριακές πιλοτικές μονάδες δοκιμασμένες έτσι ώστε να εξεταστούν αν θα είναι κατάλληλες σε εφαρμογές μεγαλύτερης κλίμακας. Σαν αποτέλεσμα της προσπάθειας αυτής ήδη έχουν καταγραφεί 135 εφαρμογές συνδυασμού αφαλάτωσης με Α.Π.Ε. για την επεξεργασία θαλασσινού αλλά και υφάλμυρου νερού οι οποίες καλύπτουν τις ανάγκες για πόσιμο και αρδεύσιμο νερό σύμφωνα με τα δεδομένα της κάθε περιοχής. Ανάμεσα τους ξεχώρισαν γρήγορα η αιολική με τις ανεμογεννήτριες και η ηλιακή ενέργεια με τα Φ/Β αξιοποιώντας την αντίστροφη ώσμωση (RO) μιας και είναι η επικρατέστερη από τις μεθόδους αφαλάτωσης γεγονός που οφείλεται κυρίως στις χαμηλές ενεργειακές της απαιτήσεις. Όμως υπάρχει επίσης ένας σημαντικός αριθμός εφαρμογών που

αφορά το συνδυασμό ηλιακών θερμικών συστημάτων με τεχνολογίες εξάτμισης και κυρίως με την τεχνολογία πολλαπλής εξάτμισης ατμών (MED), ενώ ελάχιστες εφαρμογές αφορούν στον συνδυασμό των υπόλοιπων τεχνολογιών όπως την αιολική ενέργεια με μηχανική συμπίεση ατμών (MVC) ή ηλεκτροδιάλυση, τα Φ/Β εξίσου με ηλεκτροδιάλυση, τα ηλιακά θερμικά με εξάτμιση πολλαπλών σταδίων (MSF) και την γεωθερμία με την τεχνολογία πολλαπλής εξάτμισης ατμών (MED). Γενικά η μέχρι σήμερα έρευνα και λειτουργία πιλοτικών συστημάτων έχουν αποδείξει ότι υπάρχουν τεχνολογίες που είναι αρκετά υποσχόμενες στο μέλλον ώστε να παρέχεται η δυνατότητα κάλυψης μιας περιοχής με πόσιμο ή αρδεύσιμο νερό αλλά και να εξισορροπήσουν το μεγάλο κόστος εγκατάστασης τους.

Περνώντας στις πραγματικές εφαρμογές οι συνδυασμοί της αφαλάτωσης με τη χρήση της ηλιακής και αιολικής ενέργειας κρίθηκαν αντάξιοι των απαιτήσεων του ανταγωνισμού μεταξύ των άλλων Α.Π.Ε. καθώς με την τεχνολογική ανάπτυξη και τις νέες στρατηγικές ελέγχου παραγκωνίζουν τα μειονεκτήματά τους, βελτιώνοντας ολοένα και περισσότερο τις δυνατότητες παραγωγής τους ενώ παράλληλα το κόστος αφαλάτωσης διαρκώς μειώνεται, κατατάσσοντας τις πιο ενδιαφέρουσες και από οικονομικής άποψης.

Όμως το κατά πόσο μπορούν αυτές οι τεχνολογίες να ανταγωνιστούν τις συμβατικές πηγές ενέργειας στις εφαρμογές αφαλάτωσης αφορά όχι την αξιοπιστία των συστημάτων αυτών αλλά την έλλειψη υιοθέτησης μίας συντονισμένης και ολοκληρωμένης πολιτικής ενθάρρυνσης, επιβάλλοντας σε πρώτο στάδιο την συνεργασία των Α.Π.Ε. κατασκευάζοντας τα υβριδικά συστήματα και σε δεύτερο πια στάδιο την πλήρη ενεργειακή ανεξάρτηση από τις συμβατικές μορφές ενέργειας, δηλαδή τα αυτόνομα συστήματα αφαλάτωσης.

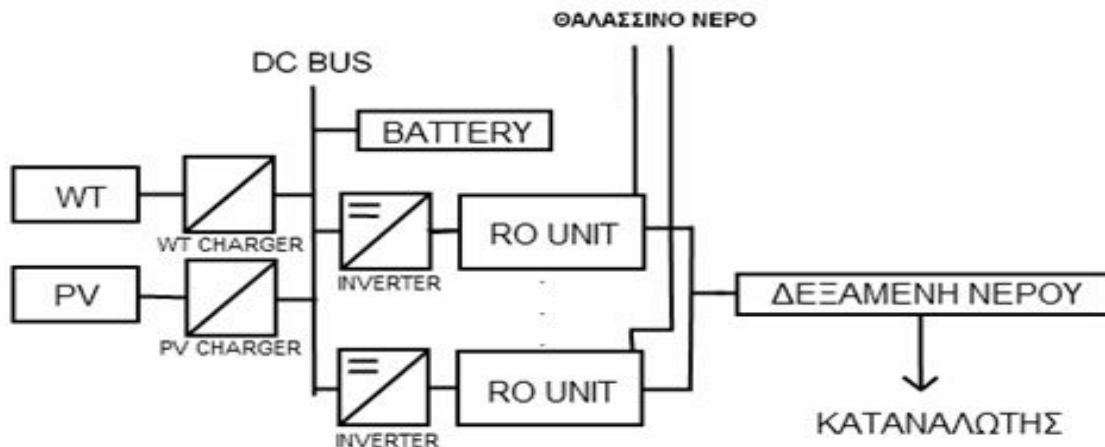
3.4 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ως υβριδικό ορίζουμε ένα σύστημα στο οποίο η παροχή ενέργειας του προέρχεται από τουλάχιστον δύο διαφορετικές πηγές ενέργειας. Η συμβολή της επικουρικής δράσης τους εξαλείφει την περίπτωση το σύστημα να τεθεί εκτός λειτουργίας σε περίπτωση αδυναμίας παραγωγής της πρώτης παροχής ενέργειας χρησιμοποιώντας την εφεδρική πηγή, εκφράζοντας συνδυασμούς όπως των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (πχ το δίκτυο ή ντιζελογεννήτριες), των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (πχ αιολική ή ηλιακή) λόγω της αστείρευτης πρώτης ύλης, ή και τη χρήση κάποιου συστήματος αποθήκευσης ενέργειας (πχ μπαταρίες).

Όσο αφορά το θέμα της αφαλάτωσης ο καλύτερος συνδυασμός είναι αυτός που δίνει το μικρότερο κόστος παραγόμενου νερού. Συνήθως τα υβριδικά συστήματα αφαλάτωσης συνδυάζουν μια μορφή Α.Π.Ε. με μια συμβατική λόγω του ότι οι Α.Π.Ε. είτε παρέχουν περιορισμένη ισχύ είτε δεν παρέχουν συνεχόμενα ενέργεια και μπορεί να οδηγήσει σε μη ικανοποίηση της απαιτούμενης ζήτησης. Ειδικά στην περίπτωση της μεθόδου της αντίστροφης ώσμωσης που αν και είναι η καλύτερη επιλογή γιατί μπορεί να παράγει νερό σε χαμηλότερο κόστος, οι μεταβολές της ισχύος δημιουργούν δυσλειτουργίες στην ανθεκτικότητα και στη διαχείριση των μεμβρανών καθώς αυτές πρέπει να λειτουργούν υπό σταθερή πίεση και μέσα στα όρια που τους επιτρέπουν οι προδιαγραφές τους.

Εφαρμογές όπως η σύνδεση ανεμογεννήτριας με κάποιο δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος λύνει τα προβλήματα αστάθειας της ή ακόμα η σύνδεση φ/β συστήματος σε συνδυασμό με ντιζελογεννήτρια, ή με σύστημα αποθήκευσης ενέργειας λύνει το θέμα περιοδικότητας της

παραγωγής τους. Μια ιδιαίτερη εφαρμογή όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα είναι η σύζευξη φωτοβολταϊκών και ανεμογεννήτριας που αξιοποιώντας τα συμπληρωματικά χαρακτηριστικά τους, δηλαδή τις μικρές απαιτήσεις των φωτοβολταϊκών κατά την λειτουργία τους με ένα επαρκές αιολικό δυναμικό που απαιτεί η ανεμογεννήτρια, μπορεί να βελτιστοποιήσει το σύστημα αφαλάτωσης ώστε το συνολικό κόστος σε χρονικό ορίζοντα εικοσαετίας να γίνεται ελάχιστο ενώ συγχρόνως να καλύπτεται η ζήτηση του νερού.



ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ (ΦΒ ΚΑΙ Α/Τ) ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΩΣΜΩΣΗ

Στο σύστημα του σχήματος περιγράφεται η σύζευξη φωτοβολταϊκών πλαισίων (PV) με ανεμογεννήτριες (WT), η οποία επιτυγχάνεται με την χρήση ενός κοινού διαύλου συνεχούς τάσης (DC BUS), για την τροφοδότηση μονάδων αφαλάτωσης RO. Επισημαίνεται πως επάνω στον δίαυλο είναι συνδεδεμένοι φορτιστές (Chargers) που ρυθμίζουν την τάση και για την σωστή φόρτιση του συσσωρευτή και μετατροπείς DC/AC (αντιστροφείς), επειδή οι μονάδες αφαλάτωσης λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα, ενώ ο δίαυλος διαρρέεται από συνεχές.



Γενικά αν και οποιαδήποτε επιλογή υβριδικού συστήματος έχει αυξημένο κόστος επένδυσης και εγκατάστασης με ακριβής υπολογισμούς της συμμετοχής κάθε μιας πηγής στην παραγωγή ενέργειας, αποτελούν συμφέρουσες λύσεις για εγκαταστάσεις μικρού και μεσαίου μεγέθους και θεωρούνται μια υποσχόμενη εναλλακτική λύση.

3.5 ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

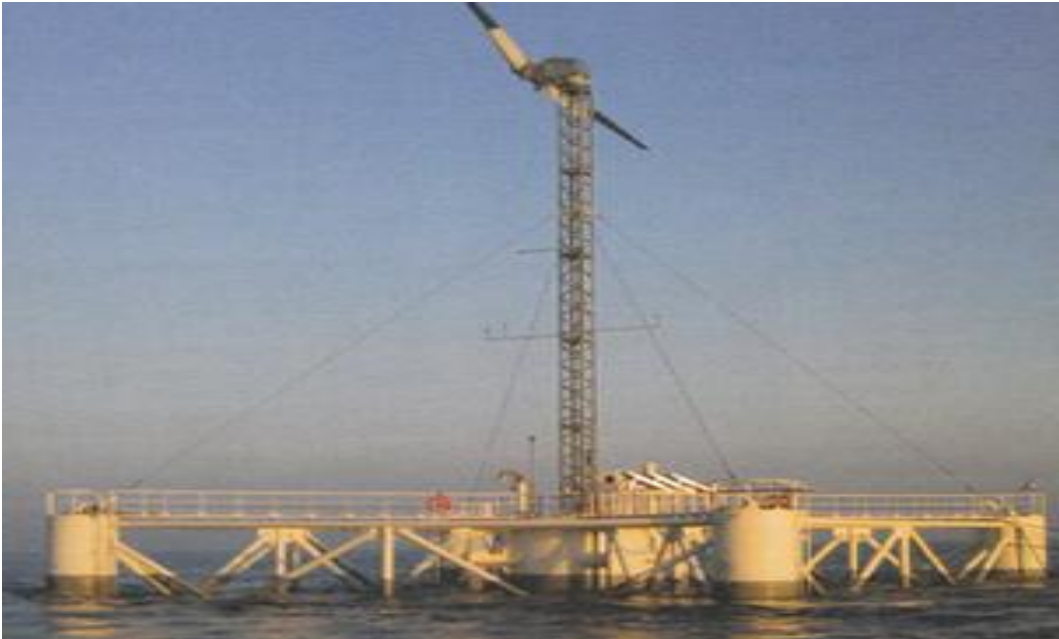
Η ιδέα της κατασκευής αυτόνομων συστημάτων αφαλάτωσης δημιουργήθηκε από την αναγκαιότητα τροφοδοσίας με πόσιμο νερό απομακρυσμένων περιοχών, όπου η υπάρχων διαθέσιμη ενέργεια έχει υψηλό κόστος γιατί παράγεται από ακριβά καύσιμα ή που το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο είναι ασταθές. Ακόμα όπως συμβαίνει σε πολλά Ελληνικά νησιά η λύση της μεταφοράς του πόσιμου νερού με υδροφόρα πλοία όπως επίσης η υποθαλάσσια σύνδεση από την ηπειρωτική χώρα να κρίνεται οικονομικά ασύμφορη, καθώς και η απασχόληση εξειδικευμένου προσωπικού.

Η λύση της πλήρως αυτοματοποιημένης λειτουργίας μιας μονάδας αφαλάτωσης έχει αποδείξει ότι υπάρχουν τεχνολογίες που είναι αρκετά υποσχόμενες για σταθερή ισχύ και συνεχή λειτουργία παράγοντας νερό καλής ποιότητας σε κόστος συγκρίσιμο και χαμηλότερο σε ορισμένες περιπτώσεις από άλλες πηγές νερού. Η πλειονότητα των εφαρμογών αυτών αφορά μικρές, αυτόνομες μονάδες που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο εθνικών κοινοτικών προγραμμάτων.

Στον Ελληνικό χώρο στα πλαίσια του επιχειρησιακού προγράμματος ανταγωνιστικότητας δύο από τις πιο πρόσφατες εφαρμογές ,που αφορούν αυτόνομα υβριδικά συστήματα αφαλάτωσης, λειτουργούν με επιτυχία αναδεικνύοντας την προσπάθεια επίλυσης του ζητήματος της τροφοδότησης με πόσιμο νερό σε απομακρυσμένες περιοχές.

Το πρώτο έργο το οποίο βρίσκεται στην Κερατέα Αττικής περιλαμβάνει την συνεργασία Α/Γ με Φ/Β συνδεδεμένα σε μονάδα αντίστροφης ώσμωσης παράγοντας ημερησίως 130 λίτρα πόσιμου νερού ενώ η παρακολούθηση και ο έλεγχος του συστήματος γίνεται εξ αποστάσεως μέσω λογισμικού προγράμματος για το συγκεκριμένο έργο.

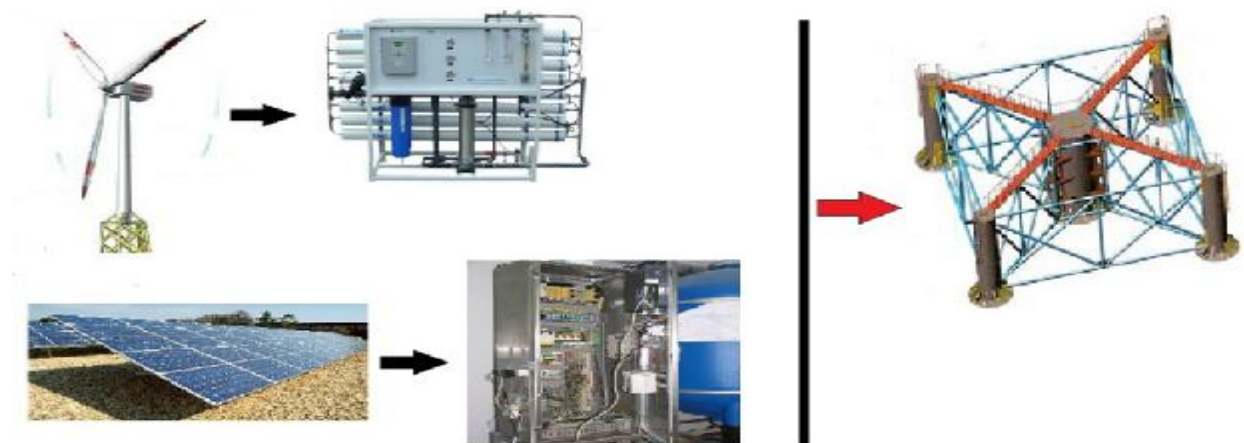
Το δεύτερο έργο το οποίο έχει μεταφερθεί στην Ηρακλεία των Κυκλάδων καλύπτοντας μέρος των αναγκών νερού του νησιού αποτελεί την κατασκευή μιας πιλοτικής υβριδικής μονάδας Α/Ο με Α/Γ και Φ/Β επάνω σε πλωτό οικοδόμημα με την δυνατότητα ρυμούλκησης της καθώς και αυτόνομης λειτουργίας της δίνοντας στο επόμενο κεφάλαιο την περιγραφή των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των μηχανικών ,ηλεκτρολογικών και ηλεκτρονικών τμημάτων της .



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΠΛΩΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Η αντιμετώπιση του προβλήματος της λειψυδρίας μέσω της αφαλάτωσης επιτεύχθηκε με ποικίλες μεθόδους που κατά το πλείστον βασίζονται σε διεργασίες θερμικές και μεμβρανών, ενώ τα συστήματα παροχής ενέργειας τους διαφέρουν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά κάθε περιοχής. Η τεχνολογική εξέλιξη των μονάδων αφαλάτωσης έφερε στο προσκήνιο τα αυτόνομα συστήματα τα οποία έχουν σκοπό την κάλυψη με πόσιμο και αρδεύσιμο νερό απομακρυσμένων περιοχών με την δυνατότητα ενεργειακής αυτονομίας, την προστασία του περιβάλλοντος, την εξάλειψη παρούσας εξειδικευμένου προσωπικού σε μόνιμη βάση και τον επιχειρησιακό ανταγωνισμό.

Στο παρόν κεφάλαιο θα εξεταστεί ένα πρωτοποριακό αυτόνομο σύστημα αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης με σύζευξη Α.Π.Ε. Το γεγονός που το κάνει ξεχωριστό είναι μια σειρά από καινοτομίες καθώς η μονάδα μετατροπής του αλμυρού νερού σε γλυκό και κατ επέκταση σε πόσιμο, στηρίζεται και εγκαθίσταται επάνω σε πλωτήρες ώστε να μπορεί να επιπλέει και να είναι ευέλικτο για μετακινήσεις όποτε χρειαστεί. Επίσης για τη λειτουργία της μονάδας δεν χρειάζεται η σύνδεση με το δίκτυο της ηλεκτροδότησης (ΔΕΗ) καθώς τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια ανεμογεννήτρια η οποία είναι επίσης εγκατεστημένη επάνω στο πλωτό οικοδόμημα. Παράλληλα, επάνω στο πλεύομένο είναι τοποθετημένα φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία έχουν σκοπό την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στα υπολογιστικά συστήματα καθώς και τα συστήματα ελέγχου της μονάδας.



4.1 ΤΟ ΠΛΩΤΟ ΟΙΚΟΔΟΜΗΜΑ

Για την κατασκευή του πλωτού οικοδομήματος πάνω στο οποίο θα στηρίζονται η ανεμογεννήτρια, τα φωτοβολταικά, η μονάδα αφαλάτωσης και τα συστήματα ελέγχου, είναι απαραίτητο να διεκπεραιωθούν προγενέστερα μελέτες και διεργασίες, για την εξασφάλιση της αντοχής, της πρακτικότητας και της πλεύσης της τελικής μορφής που θα έχει μια τέτοια κατασκευή.

Η βασική ιδέα συνοψίστηκε στην κατασκευή τεσσάρων(4) περιφερειακών πλωτήρων κυλινδρικού σχήματος με διάμετρο δυο μέτρα (2m) και ύψος οκτώ μέτρα (8m) και ενός κεντρικού επίσης κυλινδρικού με διάμετρο τέσσερα μέτρα (4m) και ύψος οκτώ μέτρα (8m) τριών ορόφων.

Ο λειτουργικός χαρακτήρας των περιφερειακών πλωτήρων είναι η αντιστάθμιση της όλης κατασκευής και αυτό επιτυγχάνεται καθώς στο εσωτερικό τους περιέχεται αρκετή ποσότητα νερού ώστε να ρυθμίζεται το επιθυμητό το επίπεδο άνωσης των πλωτήρων συνυπολογίζοντας και το βάρος της μονάδας. Ενώ ο κεντρικός πλωτήρας στους τρεις ορόφους που περιέχει φιλοξενεί πρώτον τον χώρο που θα υπάρχει η μονάδα της αφαλάτωσης, δεύτερον τα συστήματα ελέγχου και τηλεπικοινωνιών και τρίτον τον χώρο που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση πόσιμου νερού.

Για την ικανοποίηση των κριτηρίων της πλεύσης, της αντοχής και της πρακτικότητας του συστήματος κρίνεται αναγκαίο κατά τον πρωταρχικό σχεδιασμό, να γίνει η συλλογή στοιχείων για τα επιμέρους τμήματα της μονάδας και με την χρήση προγραμμάτων εξομοίωσης να πραγματοποιηθεί η λήψη των δυναμικών τους χαρακτηριστικών.

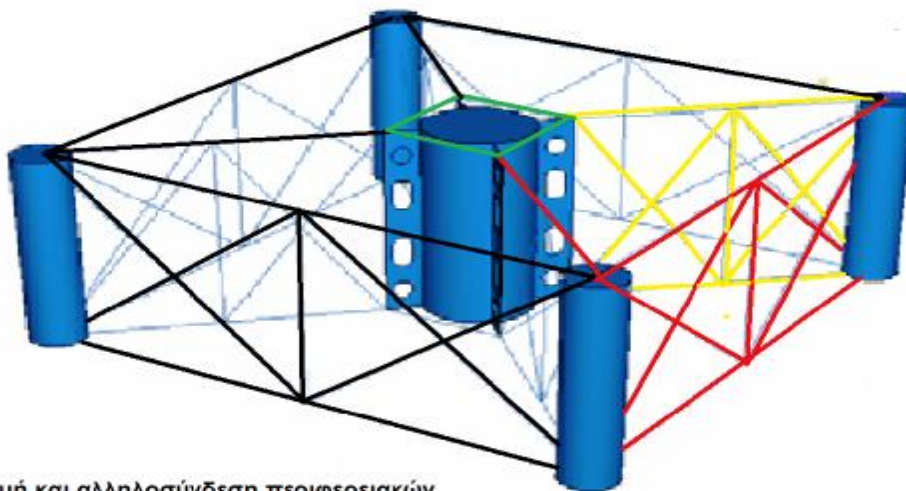
Στη συνέχεια πραγματοποιείται ένας έλεγχος σταθερότητας σε συνθήκες φορτίου όπως δυνατός άνεμος και έντονος κυματισμός, αλλά και ποιοτική και ορθή λειτουργία της πλωτής ανεμογεννήτριας μέσω προγραμμάτων εξομοίωσης.

Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η διαπίστωση της απόδοσης, καλής πλεύσης και αντοχής της πλατφόρμας σε συνθήκες που ταυτίζονται με αυτές που υπάρχουν πραγματικά, λαμβάνοντας ελαχιστοποιώντας τα όποια ανεπιθύμητα αποτελέσματα τυχόν προκύψουν, όπως μεγάλη ταλάντωση από πρόσκρουση κυμάτων και υψηλών ανεμικών διαταραχών, μειώνοντας ταυτόχρονα και το κόστος κατασκευής της.

Με οδηγό την παραπάνω διαδικασία λαμβάνονται οι απαιτούμενες μετρήσεις και εξάγονται συμπεράσματα κρίσιμα όσον αφορά την ικανότητα πλεύσης και αντοχής της πλατφόρμας, ώστε να υπάρχουν τα κατάλληλα κριτήρια που θα συντελέσουν στην ποιοτικότερη και πιο ανθεκτική κατασκευή τόσο των πλωτήρων όσο και των συνδέσμων μεταξύ τους.

4.1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ-ΑΛΛΗΛΟΔΥΝΔΕΣΗ ΠΛΩΤΗΡΩΝ

Όπως αναφέραμε στη προηγούμενη παράγραφο, η βασική ιδέα της κατασκευής αποτελείται από τους τέσσερις περιφερειακούς πλωτήρες και από τον κεντρικό. Τα παραπάνω δομικά στοιχεία συνδέονται μεταξύ τους με κατάλληλο τρόπο ώστε να αποτελέσουν ένα ενιαίο πλωτό οικοδόμημα. Η αλληλοσύνδεση όλων των κυλίνδρων επιτυγχάνεται μέσω ενός μεταλλικού πλέγματος που υλοποιείται με σωλήνες οι οποίοι έχουν διάμετρο $d=273 \text{ mm}=27,3 \text{ cm}$ (273 χιλιοστά=27.3 εκατοστά) και πάχος υλικού κατασκευής 8,8 mm (8,8 χιλιοστά). Οι εν λόγω σωλήνες διασυνδέονται σε διαγώνια διάταξη μεταξύ τους (χιαστοί) διαμορφώνοντας έτσι έναν τύπο περιφερειακού πλέγματος και σκελετού που ενώνει τον έναν κύλινδρο με τον άλλον. Παράλληλα γίνεται αλληλοσύνδεση όλων των εξωτερικών κυλίνδρων με τον κεντρικό με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που προαναφέρθηκε (πλέγμα σωλήνων σε διαγώνια διάταξη).

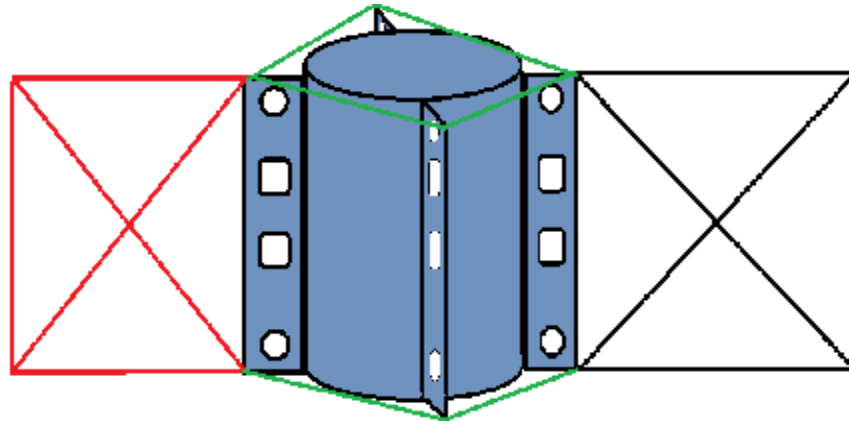


Δομή και αλληλοσύνδεση περιφερειακών κυλίνδρων-κεντρικού κυλίνδρου.

Μέσα σε κάθε περιφερειακό κύλινδρο είναι τοποθετημένος και στερεωμένος κατά μήκος ένας σωλήνας με δυο ειδικές υποδοχές στην κορυφή του, που αποτελούν τον κόμβο σύνδεσης με τα μεταλλικά πλέγματα. Η σύνδεση αυτή επιτυγχάνεται μέσω της μεθόδου ισχυρής συγκολλήσεως ενώ λίγο πριν από τον κόμβο αυτό υπάρχει ένα άλλο σημείο ένωσης σε κάθε σωλήνα του πλέγματος ξεχωριστά, όπου τοποθετείται ειδική ενωτική φλάντζα. Με αυτόν τον τρόπο παρεμποδίζεται το εξωτερικό περίβλημα-κέλυφος του κυλίνδρου από το να δέχεται και να καταπονείται από αξονικές και ελαστικές δυνάμεις που ενδεχομένως να δημιουργηθούν όταν θα βρίσκεται σε κανονική λειτουργία στη θάλασσα όλο το κατασκεύασμα.

Η ένωση των μεταλλικών πλεγμάτων με τον κεντρικό κύλινδρο έχει μια σημαντική διαφοροποίηση σε σχέση με τους εξωτερικούς. Η διαφορά είναι ότι η ένωση δε γίνεται εσωτερικά με συγκόλληση όπως πριν, αλλά εξωτερικά μέσω ενός σωληνοειδούς ορθογωνίου

που δημιουργείται και είναι προσκολλημένο στο κέλυφος του κυλίνδρου. Ένας λόγος για τον οποίο δεν επιδιώκεται παρόμοια εσωτερική συγκόλληση όπως πριν, είναι ότι προστατεύεται το κέλυφος αλλά και ο ίδιος ο κεντρικός κύλινδρος από πιθανές ισχυρές εξωτερικές δυνάμεις και διαταραχές. Επίσης στο εσωτερικό του κεντρικού κυλίνδρου είναι αναγκαίο να υπάρχει αρκετός χώρος γιατί εκεί θα βρίσκεται ο χώρος του μηχανοστασίου της πλατφόρμας.

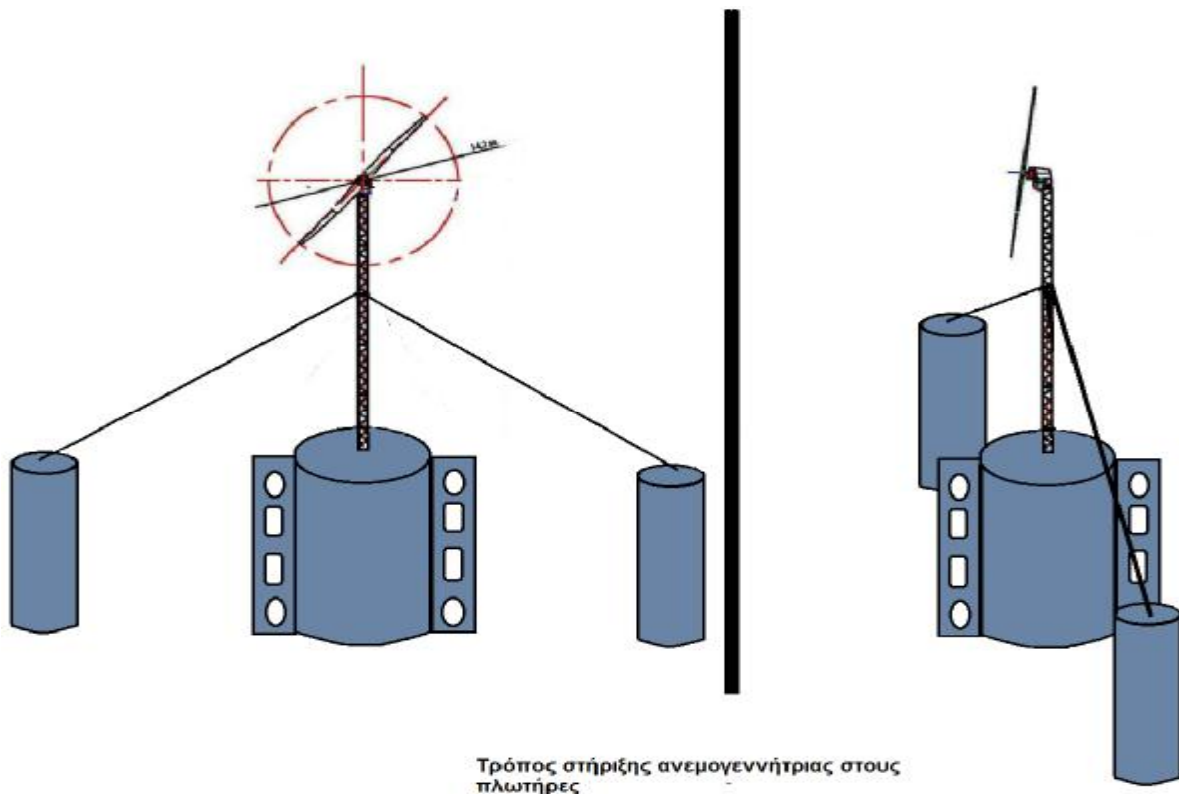


Η ένωση του μεταλλικού πλέγματος με το ορθογώνιο πλέγμα του κεντρικού κυλίνδρου.

4.1.2 ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

Μετά από την επιλογή του αριθμού, του μεγέθους, αλλά και του τρόπου αλληλοσύνδεσης των πέντε κυλινδρικών πλωτήρων, πρέπει με το πέρας της κατασκευής να γίνει καθορισμός του βάρους του πλωτού και κατόπιν να υποβληθεί σε πειραματικές δοκιμές αντοχής και αξιοπιστίας (στον υπολογισμό βάρους συμπεριλαμβάνεται και η ανεμογεννήτρια). Αρχικά λοιπόν, πρέπει να σημειωθεί ότι το βάρος του κάθε περιφερειακού κυλίνδρου ανέρχεται στα 7325,5 kg (κιλά), του κεντρικού στα 18426 kg, όλου του σωληνοειδούς μεταλλικού πλέγματος στα 44910 kg, του μηχανισμού μηχανοστασίου στα 25000kg, της ανάρτησης της ανεμογεννήτριας στα 3000kg, και των μεταλλικών πλακών για την κατασκευή διαδρόμου εισόδου στα 5000kg. Αθροίζοντας τους παραπάνω παράγοντες βάρους προκύπτει ότι το συνολικό βάρος της πλατφόρμας είναι 127.778 kg. Μετά τον καθορισμό του βάρους, διενεργούνται μια σειρά από μετρήσεις και πειραματισμοί ώστε να διαπιστωθούν οι αντοχές και η αξιοπιστία του πλωτού οικοδομήματος.

Όσο αφορά τον τρόπο στήριξης της ανεμογεννήτριας στον κεντρικό πλωτό κύλινδρο η τοποθέτηση της επάνω σε ανάρτηση που βρίσκεται επάνω στον κεντρικό πλωτήρα και στη συνέχεια η στήριξη της από τέσσερα συρματόσχοινα τα οποία με τη σειρά τους κουμπώνουν στους περιφερειακούς πλωτήρες αντίστοιχα, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, δείχνει να ικανοποιεί τα κριτήρια σταθερότητας της.

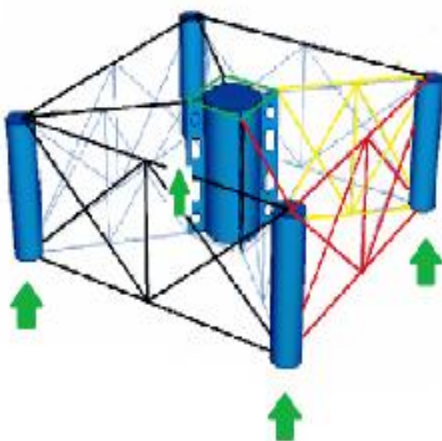


Όμως κατά τη κανονική λειτουργία της ανεμογεννήτριας παρατηρήθηκε ότι ασκείται οριζόντια δύναμη εξαιτίας της αντίστασης στον αέρα και για αυτό απαιτούνται περαιτέρω υπολογισμοί. Οι δυνάμεις που ασκούνται στο σύνολο της πλωτής κατασκευής και το φορτίο που επιφέρει την ελαστική λύγιση της υπολογίζεται από τον τύπο που βασίζεται στη θεωρία του Euler περί σιδηροσωλήνων και σιδηροδοκών. Ο τύπος που διατυπώνει την θεωρία είναι: $P_e = \pi^2 \cdot E \cdot I_e / L_e^2$ όπου E : συντελεστής ελαστικότητας, I_e : ελάχιστη τιμή αδράνειας, L_e : μήκος ενεργού τμήματος σωλήνα (στην περίπτωση του συστήματος που περιγράφεται ισούται με το 50% του μήκους επειδή χρησιμοποιούνται σωλήνες που ενώνονται μεταξύ τους με τύπο κολάρου φλάντζα και περαστές βίδες). Στον παρακάτω πίνακα δίνονται ενδεικτικά κάποια φορτία λυγισμού για τους σωλήνες που χρησιμοποιούνται στο πλέγμα στήριξης όπου: Segment Length είναι το μήκος του τμήματος του σωλήνα σε μέτρα (m), Segment Weight είναι το βάρος του τμήματος αυτού σε κιλά (kg), Buckling Force είναι η δύναμη λυγισμού σε MN, και Buckling Stress είναι η ένταση λυγισμού σε MPa.

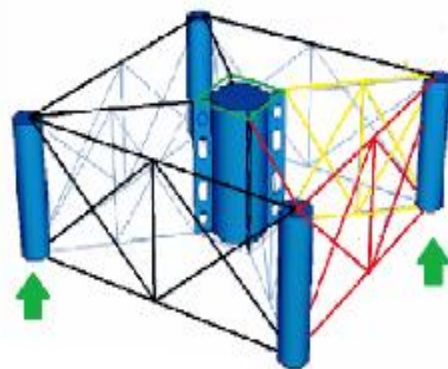
Pipe Diameter	D = 0,273m			
Cross Sectional Area	A = 0,007304077 m ²			
Second Moment of Area	I = 0,0000638 m ⁴			
Pipe segment weight	W = 57,1 kg/m			
a/a	Segment Length [m]	Segment Weight [kg]	Buckling Force [MN]	Buckling Stress [MPa]
1	4,560	260,4	25,56	3499,19
2	5,600	319,8	16,95	2320,18
3	6,264	357,7	13,54	1854,36
4	7,200	411,1	10,25	1403,56
5	10,253	585,4	5,06	692,14

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΛΥΓΙΣΜΟΥ

Παρακάτω ,περιγράφονται δοκιμές σε διαφορετικές πειραματικές καταστάσεις. Η πρώτη περίπτωση είναι η κατάσταση βαθουλώματος-χαλάρωσης. Σε αυτή τη κατάσταση φόρτου ,η πλωτή κατασκευή στηρίζεται μόνο στους τέσσερεις περιφερειακούς κυλίνδρους και ο κεντρικός είναι ελεύθερος να κινείται σε κάθετη κατεύθυνση και στη συνέχεια στηρίζεται μόνο στους δυο από τους τέσσερεις εξωτερικούς πλωτήρες. Με αυτή τη μέθοδο δοκιμής εξετάζεται η δημιουργία έντασης και πίεσης των μεταλλικών στηριγμάτων καθώς και το κάθετο εκτόπισμα του κεντρικού πλωτήρα. Το παραπάνω πειραματικό στάδιο φαίνεται παρακάτω:

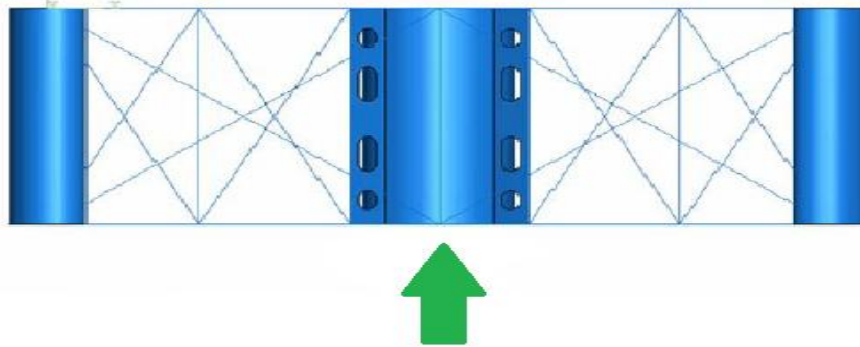


Δοκιμή χαλάρωσης-βουλιώματος με στήριξη στους 4 πλωτήρες



Με στήριξη στους 2 διαγώνιους πλωτήρες

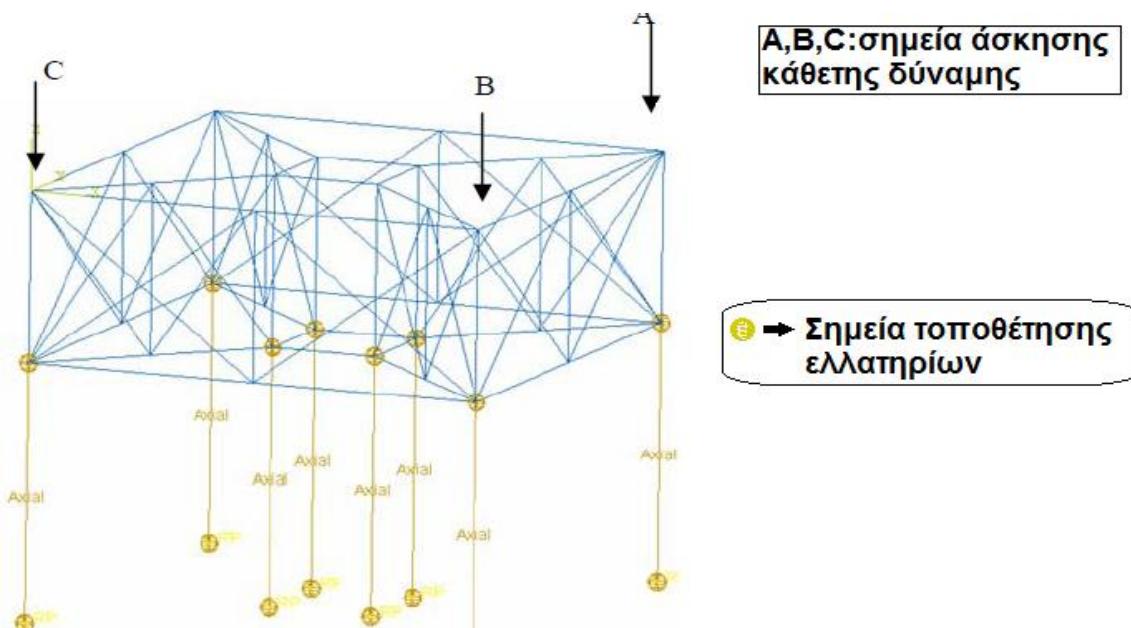
Στη συνέχεια, γίνεται δοκιμή για την κατάσταση σχηματισμού τόξου στη κατασκευή. Αυτό επιτυγχάνεται πειραματικά στηρίζοντας την πλατφόρμα μόνο στον κεντρικό κύλινδρο επιτρέποντας την κίνηση των περιφερειακών πλωτήρων σε κάθετη κατεύθυνση. Η παραπάνω μέθοδος φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



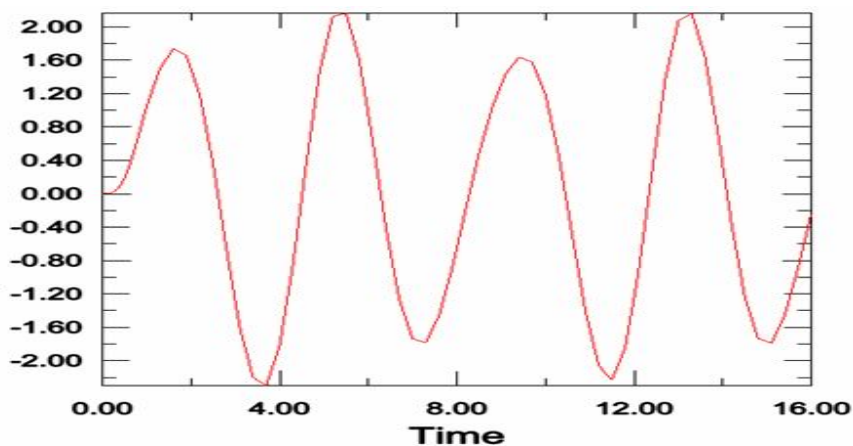
**Δοκιμή σχηματισμού τόξου κατασκευής.
(στήριξη στον μεσαίο κύλινδρο)**

Τέλος, διενεργείται το πείραμα της δυναμικής κίνησης. Σε αυτή τη περίπτωση η πλατφόρμα στηρίζεται σε ειδικά ελατήρια. Ειδικότερα, τοποθετείται ένα ελατήριο σε καθένα από τους τέσσερις περιφερειακούς πλωτήρες και τέσσερα ελατήρια στους δοκούς στήριξης του κεντρικού πλωτήρα. Αφού γίνει αυτό, ασκείται εξωτερική κάθετη δύναμη σε συγκεκριμένα σημεία και παρατηρείται η συμπεριφορά του πλωτού.

Πρώτα ασκείται δύναμη στα σημεία A και B και σε δεύτερη φάση στο σημείο C. Ο σκοπός αυτού του πειράματος είναι να εξεταστεί η επίδραση της αδρανείας μάζας στα σημεία σύζευξης και ένωσης των σιδηροσωλήνων και γενικότερα στο μεταλλικό πλέγμα. Στη παρακάτω εικόνα περιγράφονται τα σημεία άσκησης δύναμης και την τοποθέτηση των ελατηρίων.



Με το πέρας της παραπάνω διαδικασίας, παρατηρήθηκε ότι η πλατφόρμα όταν διεγερθεί από αυτές τις δυνάμεις(που σε φυσιολογικές συνθήκες είναι τα κύματα)εκτελεί αρμονική περιοδική ταλάντωση με περίοδο $T=7,8$ δευτερόλεπτα όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Με την ολοκλήρωση των πειραμάτων και των αναλύσεων που έγιναν παραπάνω, προκύπτει ότι η αντοχή της κατασκευής είναι μέσα στα όρια των ανοχών που έχουν θεσπιστεί από κατασκευαστικές οργανώσεις και φορείς , καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η πλατφόρμα είναι πολύ ανθεκτική κατασκευαστικά σε συνθήκες έντασης και παράλληλα είναι άξια πλευσης ακόμα και σε πολύ δύσκολες καιρικές συνθήκες με μεγάλους κυματισμούς.

ότι έχουν τεθεί οι σωστές βάσεις επάνω όπου θα στηριχτούν στη συνέχεια η ανεμογεννήτρια, η μονάδα αφαλάτωσης ,τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, τα συστήματα ελέγχου και τα συστήματα τηλεπικοινωνίας.

4.2 ANEMOΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Στο σημείο αυτό θα γίνει αναφορά και ανάλυση όσον αφορά στην χρήση και τον τύπο της ανεμογεννήτριας που χρησιμοποιείται στην πλωτή μονάδα.

Η ενέργεια που απαιτείται απο τις αντλίες που αντλούν το θαλασσινό νερό καθώς και απο το σύστημα αφαλάτωσης, προσφέρεται απο την εν λόγω ανεμογεννήτρια. Γνωρίζουμε οτι η τάση και συχνότητα που απαιτείται είναι συγκεκριμένη και οτι οι τιμές των παραπάνω μεγεθών είναι ανάλογες της ταχύτητας περιστροφής της γεννήτριας.

Συνεπώς, μια μεταβολή στην ταχύτητα του ανέμου θα επηρεάσει τις στροφές της γεννήτριας άρα και την τάση και την συχνότητα αυτής.

Γίνεται κατανοητό πως ο ιδανικός τύπος για ένα τέτοιο σύστημα θα είναι μια ανεμογεννήτρια σύγχρονη μόνιμου μαγνήτη. Βέβαια λόγω των συνεχών μεταβολών στην ένταση του ανέμου δε μας επιτρέπεται η απ'ευθείας σύνδεση της γεννήτριας με το σύστημα. Έτσι παρεμβάλεται και μια διάταξη που μετατρέπει αρχικά την παραγόμενη τάση σε συνεχή και στη συνέχεια την μετατρέπει στην επιθυμητή εναλλασσόμενη τάση.

Μια τέτοια διάταξη καλείται αντιστροφέας ή όπως έχει επικρατήσει στα αγγλικά inverter. Παρακάτω γίνεται μια πιο αναλυτική περιγραφή στον τρόπο λειτουργίας της ανεμογεννήτριας αλλά και της διάταξης του αντιστροφέα.

Αρχικά για να γίνει ο καθορισμός και κατόπιν η επιλογή του μεγέθους (σε ισχύ KW) της ανεμογεννήτριας, θα πρέπει να είναι γνωστή η τιμή της ισχύος που θα χρειαστεί να αποφοροφήσει η αντλία και το σύστημα αφαλάτωσης που είναι εγκατεστημένο στην πλωτή μονάδα.

Για να γίνει ένας τέτοιος υπολογισμός πρέπει να είναι γνωστή και ως επι το πλείστον καθορισμένη η ποσότητα του νερού που θα παράγει η μονάδα κάθε μέρα. Είναι γνωστό εξ'αρχής λοιπόν πως το σύστημα θα είναι σε θέση να παράγει περίπου 70.000 λίτρα νερού ημερησίως με την μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης (RO-REVERSE OSMOSIS).

Μια μεγαλύτερη παροχή νερού θα απαιτούσε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις όσον αφορά τον χώρο τοποθέτησης της μονάδας αφαλάτωσης όπως επίσης και μεγαλύτερες απαιτήσεις σε ενέργεια, πράγμα που σημαίνει ανάγκη τοποθέτησης μεγαλύτερης ισχύος ανεμογεννήτρια αρα και μεγαλύτερο κόστος.

Έτσι λοιπόν μια τέτοια μέση ποσότητα παραγωγής πόσιμου νερού απαιτεί μια ανεμογεννήτρια της τάξεως τω 30 KW σε ισχύ. Παρακάτω πραγματοποιείται μια παρουσίαση και ανάλυση του κάθε τμήματος της ανεμογεννήτριας καθώς και τον τρόπο λειτουργίας καθενός απο αυτά.

4.2.1 ANEMOTΟΥΡΜΠΙΝΑ

A) Το πρώτο κομμάτι το οποίο χρήζει ανάλυσης είναι το αεροδυναμικό μέρος. Πρόκειται δηλαδή για την ανεμοτουρμπίνα η οποία λειτουργεί ως η κινητήρια μηχανή της σύγχρονης γεννήτριας μόνιμου μαγνήτη. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ανεμοτουρμπίνα αποτελείται απο 2 πτερύγια(οχι 3 οπως συνηθίζεται) τα οποία μάλιστα είναι μεταβλητής γωνίας.

Ένας λόγος που επιλέγεται ο δίπτερος ρότορας είναι οτι όταν έχουμε λιγότερους έλικες έχουμε λιγότερες επιφάνειες που παράγουν θόρυβο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ελαφρώς λιγότερου θόρυβου, περίπου 2 dB (2 ντεσιμπέλ) χαμηλότερο από το αντίστοιχο των τριών πτερυγίων ανεμογεννητριών.

Ο δεύτερος λόγος και πιο ουσιαστικός είναι ο παράγοντας αεροδυναμική-κόστος. Πιο συγκεκριμένα, όταν έχουμε να κάνουμε με 2 πτερύγια, η χορδή του πτερυγίου (προπορευόμενη ακμή μέχρι τη μεταπορευόμενη ακμή) πρέπει να αυξηθεί.

Επειδή το προφίλ έλικας χαρακτηρίζεται από το σχετικό πάχος της (πάχος λεπίδας, προς το πλάτος λεπίδας, μία αναλογία που συνήθως κυμαίνεται από 0,15 έως 0,20), αυτό σημαίνει πως έχουμε αύξηση στο πάχος λεπίδας όταν υπάρχει αύξηση μεγέθους χορδής.

Μία συνέπεια της παχύτερης λεπίδας είναι μια σημαντική αύξηση στην αντοχή. Για μία δοκό, η ισχύς είναι ανάλογη με την τρίτη δύναμη του ύψους της δοκού. Μια παχύτερη λεπίδα μειώνει την ανάγκη για χρήση μεγάλου ποσού δομικού υλικού, κάτι που την καθιστά ελαφρύτερη και λιγότερο δαπανηρή. Έτσι λοιπόν γίνεται αντιληπτό οτι το συνολικό κόστος λεπίδας πέφτει σημαντικά.

Ένα ακόμη κατασκευαστικό πλεονέκτημα είναι ότι κατά την ανέγερση της δίπτερης ανεμογεννήτριας, τα πτερύγια μπορούν να ενσωματωθούν στον πύργο πρίν σηκωθεί. Σε αντίθεση με ανεμοτουρμπίνα τριών πτερυγίων, όπου πρέπει πρώτα να αανασηκωθεί και στερεωθεί ο πύργος και μετά να ενσωματωθούν ένα τα τρία πτερύγια.

Όπως γίνεται λοιπόν κατανοητό είναι πιο απλή εύκολη και οικονομική η διαδικασά ανέγερσης της διλέπιδης ανεμοτουρμπίνας που χρησιμοποιούμε στην πλατφόρμα μας.

Όπως αναφέραμε πιο πάνω, η χρήση δύο πτερυγίων αντί για τρία συνεπάγεται αύξηση του μεγέθους τους σε μήκος κυρίως αλλά και σε πάχος.

Έτσι μεγαλώνει η δύναμη και αντοχή τους. Με βάση λοιπόν αυτά τα στοιχεία, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι επιτυγχάνεται σημαντική αύξηση ταχύτητας περιστροφής του ρότορα σε τιμές αρκετά μεγαλύτερες από αυτές που θα μπορούσαν να επιτευχθούν με τρίπτερο.

Επειδή η ταχύτητα περιστροφής του ρότορα είναι αντιστρόφως ανάλογη της ανάγκης χρήσης κιβωτίου ταχυτήτων στην γεννήτρια, βγαίνει το συμπέρασμα πως με δυο πτερύγια δεν είναι αναγκαία η χρήση του κιβωτίου για την μετάδοση.

Συνεπώς επιτυγχάνεται μια σημαντική ελάφρυνση στην κατασκευή κάνοντας την πιο απλή και εύκολη σε συντήρηση, και ταυτόχρονα μειώνουμε το κόστος κατασκευής ακόμη περισσότερο.

B) Ένα χαρακτηριστικό των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας, είναι ότι είναι μεταβλητής γωνίας ή αλλιώς 'PITCH WIND CONTROL' όπως συναντάται πιο συχνά η ονομασία στο εμπόριο. Το κάθε πτερύγιο δηλαδή έχει τη δυνατότητα, υπο προϋποθέσεις, να μεταβάλλει τη κλίση του σε σχέση με τον άνεμο και ανάλογα με την ταχύτητα του.

Πιο συγκεκριμένα και για να γίνει πιο κατανοητή η συγκεκριμένη λειτουργία πρέπει να αναφέρουμε πως ένα γενικότερο κατασκευαστικό χαρακτηριστικό των ανεμογεννητριών, είναι ότι σχεδιάζονται έτσι ώστε να παράγουν μέγιστη ισχύ σε ταχύτητες ανέμου της τάξης των 15 m/s . Δεν αποδίδει να σχεδιάζονται ώστε να μεγιστοποιούν την έξοδό τους σε μεγαλύτερους ανέμους γιατί τόσο ισχυροί άνεμοι είναι δυνατόν να υπάρχουν όμως όχι με τόσο μεγάλη συχνότητα.

Σε περίπτωση ισχυρότερων ανέμων είναι απαραίτητο να αποφεύγεται ή αλλιώς να σπαταλάται μέρος της επιπλέον ενέργειας του ανέμου προκειμένου να προφυλαχθεί ο εξοπλισμός της ανεμογεννήτριας. Το Pitch control είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος ελέγχου της αεροδυναμικής ισχύος που παράγεται από το δρομέα της ανεμογεννήτριας.

Έτσι λοιπόν σε ανεμογεννήτριες που εφαρμόζεται τέτοιου είδους έλεγχος, δηλαδή στις ανεμογεννήτριες με ελεγχόμενο βήμα έλικα, το εξωτερικό ήμισυ της λεπίδας αλλάζει το βήμα του σε σχέση με την ταχύτητα του ανέμου και του ρυθμού περιστροφής. Αυτό σημαίνει ότι η λεπίδα δεν μπορεί να υποστεί υπερτάχυνση είτε από έλλειψη φορτίου ή από ταχύτητα ανέμου.

Ο σχεδιασμός τέτοιου είδους ανεμογεννητριών απαιτεί έξυπνη μηχανική ώστε τα πτερύγια να στρέφονται ακριβώς την απαιτούμενη γωνία. Ο έλεγχος αυτός κάθε φορά που αλλάζει διεύθυνση ο αέρας στρέφει τα πτερύγια μερικές μοίρες ώστε να διατηρεί τη γωνία πρόσπτωσης ιδανική για να μεγιστοποιεί την έξοδο. Με αυτό τον επιτυγχάνεται η λεγόμενη ρύθμιση ισχύος. Γίνεται δηλαδή ρύθμιση μέσω της κλίσης των πτερυγίων, της ισχύος στην έξοδο της ανεμογεννήτριας. Η μέθοδος αυτή έχει επικρατήσει να ονομάζεται pitching to feather .

Οι ανεμογεννήτριες στις οποίες εφαρμόζεται αυτός ο έλεγχος έχουν τα πτερύγια τους ενσωματωμένα στην κεφαλή του ρότορα σε σταθερή γωνία, κάνοντας «pitching» μόνο στα άκρα των πτερυγίων ώστε να τροποποιούν τις αεροδυναμικές ιδιότητες. Αυτή η μέθοδος έχει ως αποτέλεσμα τα πτερύγια να επιβραδύνονται σε υψηλούς ανέμους.

Το γεωμετρικό προφίλ όμως των πτερυγίων, είναι αεροδυναμικά σχεδιασμένο ώστε να διασφαλίσει ότι τη στιγμή που η ταχύτητα του ανέμου γίνεται αρκετά υψηλή, να δημιουργεί αναταραχές στην πλευρά του πτερυγίου που δεν βλέπει τον αέρα, γεγονός που οδηγεί σε επιβράδυνση των πτερυγίων.

Αυτή η επιβράδυνση προλαμβάνει την άσκηση ανεπιθύμητων δυνάμεων των πτερυγίων στον ρότορα. Στις 90 μοίρες θετικής κλίσης το πτερύγιο είναι «φτερό» (“feathered”). Μια αύξηση στην γωνία βήματος της έλικας “pitch angle”, που ορίζεται ως στροφή της κύριας λεπίδας στον άνεμο, έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία κλίσης στο «φτερό» (“feather”).

Επιτυγχάνεται έτσι μείωση της γωνίας πρόσπτωσης, που συνεπάγεται μείωση της ροπής, άρα μείωση της δύναμης ανύψωσης στα πτερύγια, με τελικό αποτέλεσμα να πετυχαίνουμε ρύθμιση της ισχύος εξόδου στα επιθυμητά και επιτρεπόμενα όρια.



Γ) Το τελευταίο κατασκευαστικό κομμάτι που χαρακτηρίζει την ανεμοτουρμπίνα είναι το ύψος της, το είδος και ο τρόπος στήριξής της.

Αρχικά λοιπόν, ο πύργος στον οποίο στηρίζεται η ανεμογεννήτρια είναι φτιαγμένος από δικτύωματα χαλύβδου ή αλλιώς κλιμακωτό δικτύωμα.

Ο βασικός λόγος που χρησιμοποιήθηκε αυτός ο τύπος κατασκευής είναι το χαμηλότερο κόστος σε σχέση με άλλου είδους κατασκευές καθώς χρησιμοποιείται αρκετά λιγότερο δομικό υλικό, απ'ότι αν είχαμε πύργο από χάλυβα σωληνοειδούς μορφής

Αφού καθορίστηκε ο τύπος του πύργου στήριξης, μένει να βρεθεί το ύψος που θα έχει. Έχει επικρατήσει ανεμογεννήτριες της τάξης των 20-30 kw(στην περίπτωση μας 30 kw) να έχουν ύψος 30-40 μέτρα (ή αλλιώς το ύψος μια 10όροφης πολυκατοικίας).



4.2.2 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΜΟΝΙΜΟΥ ΜΑΓΝΗΤΗ

Το επόμενο βασικό τμήμα της ανεμογεννήτριας είναι ο τρόπος μετατροπής της αιολικής ενέργειας που θα παράγεται από την ανεμοτουρμπίνα, σε ηλεκτρική ενέργεια που θα αξιοποιείται από τα κύρια συστήματα της πλωτής μονάδας αφαλάτωσης.

Ο τρόπος που επιτυγχάνεται αυτό είναι με μια γεννήτρια, συνθέτοντας έτσι μαζί με την τουρμπίνα μια ολοκληρωμένη ανεμογεννήτρια.

Η επιλογή της γεννήτριας που θα χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με την ανεμοτουρμπίνα, πρέπει να ικανοποιεί κριτήρια, τα οποία εξαρτώνται από τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Όπως είναι γνωστό, η ταχύτητα του ανέμου δεν είναι πάντα σταθερή αλλά μεταβαλλόμενη και φυσικά μη προβλέψιμη ως προς την ακριβή ταχύτητα.

Έτσι η γεννήτρια πρέπει να έχει καλή δυναμική απόκριση σε μεταβολές των σημάτων εντολής ταχύτητας και να προσαρμόζεται γρήγορα και αποτελεσματικά στις νέες συνθήκες λειτουργίας, έτσι ώστε να παίρνει την επιθυμητή ταχύτητα περιστροφής για την επίτευξη της βέλτιστης λειτουργίας ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου.

Η γεννήτρια που ταιριάζει με τα παραπάνω δεδομένα και χαρακτηριστικά είναι μια σύγχρονη γεννήτρια μόνιμου μαγνήτη πολυπολική η οποία και προτιμάται για να εγκατασταθεί επάνω στην ανεμοτουρμπίνα.

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα οδηγούν στην επιλογή του συγκεκριμένου τύπου γεννήτριας.

Ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι έχει πολύ καλή και γρήγορη δυναμική απόκριση. Ακόμη στα πλεονεκτήματα είναι ότι έχει υψηλό βαθμό απόδοσης, μεγάλη πυκνότητα ροπής ανά όγκο μηχανής, η μικρή αδράνεια και η σχετικά ικανοποιητική τιμή του συντελεστή ισχύος.

Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου του συντελεστή ισχύος μέσω της ρύθμισης του πεδίου της μηχανής και χωρίς να είναι απαραίτητη η εγκατάσταση πυκνωτών αντιστάθμισης, που θα ανέβαζαν επιπλέον το κόστος της κατασκευής.

Η μηχανή που θα χρησιμοποιηθεί είναι πολυπολική, το οποίο προσφέρει το πλεονέκτημα ότι δε χρειάζεται να γίνει εγκατάσταση κιβωτίου ταχυτήτων, πράγμα που μειώνει το κόστος της κατασκευής, αλλά ακόμη περισσότερο ελατώνει το βάρος της μηχανής, πετυχαίνοντας έτσι τη βελτίωση της αξιοπιστίας και την ελάττωση του θορύβου.

Είναι φυσικά γεγονός πως υπάρχουν και μειονεκτήματα όσον αφορά την γεννήτρια μόνιμου μαγνήτη που χρησιμοποιείται.

Ένα από αυτά είναι το υψηλό κόστος των υλικών των μόνιμων μαγνητών. Το δεύτερο είναι πως με την πάροδο του χρόνου παρουσιάζεται σταδιακά μεταβολή των μαγνητικών χαρακτηριστικών των μόνιμων μαγνητών.

4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.

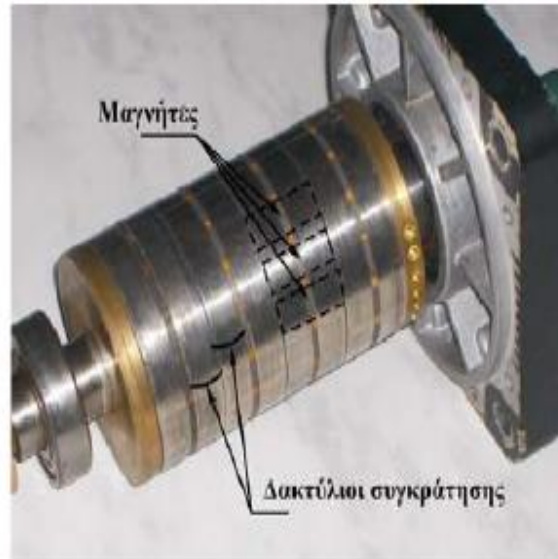
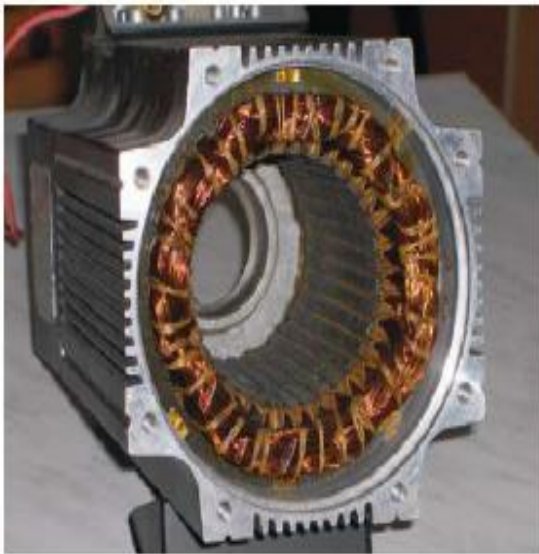
Όσον αφορά τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των σύγχρονων γεννητριών μόνιμου μαγνήτη, υπάρχει μια βασική διαφορά που τις κάνει να ξεχωρίζουν από τις κοινές σύγχρονες γεννήτριες.

Οι μηχανές αυτές έχουν τριφασικό τύλιγμα στο στάτη και ο πυρήνας του στάτη είναι κατασκευασμένος από δυναμοελάσματα, όπως και στις σύγχρονες και επαγωγικές μηχανές, αλλά το τύλιγμα του δρομέα έχει αντικατασταθεί από το μόνιμο μαγνήτη.

Έτσι, όπως και στις μηχανές συνεχούς ρεύματος έτσι και εδώ δεν υπάρχει η δυνατότητα να ελεγχθεί άμεσα το ρεύμα διέγερσης. Το πεδίο διέγερσης της μηχανής δημιουργείται από τη συστοιχία των μόνιμων μαγνητών, οι οποίοι βρίσκονται τοποθετημένοι περιμετρικά στην επιφάνεια του δρομέα, ώστε να δημιουργούν ακτινικό μαγνητικό πεδίο.

Χρησιμοποιώντας όμως μόνιμους μαγνήτες στο δρομέα αντί τυλίγματα, μειώνονται οι απώλειες χαλκού, όπως προαναφέρθηκε, αφού απώλειες παρουσιάζονται μόνο στο στάτη. Επίσης, λόγω του ότι οι θερμικές απώλειες παρουσιάζονται μόνο στο στάτη, η ψύξη των μηχανών αυτών γίνεται ευκολότερα αφού ο στάτης βρίσκεται πιο κοντά στο εξωτερικό περίβλημα και έτσι η θερμότητα απάγεται γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί το γεγονός ότι χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην εγκατάσταση των μόνιμων μαγνητών στο δρομέα, γιατί πρέπει να αντέχουν τις έντονες φυγοκεντρικές δυνάμεις που θα ασκούνται σε αυτούς κατά την περιστροφή του δρομέα.



4.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ .

Παρακάτω πραγματοποιείται μια ανάλυση των παραμέτρων της γεννήτριας μόνιμου μαγνήτη. Η ανάλυση αυτή γίνεται για να υπολογιστούν βασικά ηλεκτρικά στοιχεία της γεννήτριας όπως μέγιστο ρεύμα διέγερσης, ηλεκτρική ταχύτητα περιστροφής ω , εσωτερική τάση κινητήρα E_f rms, ρεύμα στάτη, ρεύμα ροπής, συνολική τάση εισόδου, λόγος ροπής προς ρεύμα K που είναι απαραίτητο να είναι γνωστά για τη καλή λειτουργία του συστήματος γενικότερα.

Στην παρακάτω διαδικασία, οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται για σύγχρονο κινητήρα με την παραδοχή ότι οι ίδιοι υπολογισμοί ισχύουν και για τη λειτουργία της μηχανής ως σύγχρονη γεννήτρια.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τα δεδομένα σύγχρονου κινητήρα μόνιμου μαγνήτη.

A/A	Μέγεθος	Τιμή μεγέθους	
1	Πεπλεγμένη μαγνητική ροή παραγόμενη από μαγνήτες (Wb)	0.77 Wb	
2	Ονομαστική μηχανική ταχύτητα περιστροφής (rpm)	700 rpm	
3	Αριθμός ζευγών πόλων	5	
4	Ονομαστική ηλεκτρομαγνητική ροπή (Nm)	50Nm	
5	Αυτεπαγωγή μαγνήτισης (H)	στον ορθό άξονα-d	0.028 H
		στον εγκάρσιο άξονα-d	0.028 H
6	Ωμική αντίσταση στάτη (Ω)	2 Ω	
8	Ονομαστική μηχανική ισχύς (W)	3890.075 W	

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΟΝΙΜΟΥ ΜΑΓΝΗΤΗ

Τα 700 rpm για τα οποία παίρνουμε φασική τάση εξόδου 220 V, θα πρέπει να θεωρηθούν ως ταχύτητα βάσης για την ανάλυση και τους υπολογισμούς .

A) Η αυτεπαγωγή μαγνήτισης της μηχανής σχετίζεται με τη πεπλεγμένη μαγνητική ροή (λ) με την εξής σχέση:

$$L = \lambda / I_f' \quad (1)$$

Όπου I_f' = ρεύμα στο τύλιγμα διέγερσης (ρεύμα διέγερσης).

Έτσι γνωρίζοντας από τα δεδομένα ότι $\lambda_{peak} = 0,77$ Wb και $L = 0,028$ H, η μέγιστη τιμή του ρεύματος διέγερσης είναι ίση με :

$$I_{f' peak} = 0,77 / 0,028 \rightarrow I_{f' peak} = 27,499 \text{ A} \rightarrow I_{f' rms} = \mathbf{19,445 \text{ A}}$$

B) Απο τη θεωρία των μηχανών γνωρίζουμε ότι η επαγόμενη τάση στα τυλίγματα της μηχανής δίνεται απο την σχέση :

$$E_{f rms} = \omega_e * L * I_{f' rms} \quad (2)$$

Όπου ω_e = η ηλεκτρική ταχύτητα περιστροφής (rad / sec)

Η ηλεκτρική ταχύτητα περιστροφής σχετίζεται με τη μηχανική ταχύτητα περιστροφής (ω_m) με τη σχέση :

$$\omega_e = p * \omega_m \quad (3)$$

όπου p = ο αριθμός ζευγών πόλων της γεννήτριας.

Γνωρίζοντας ότι η σύγχρονη μηχανή μόνιμου μαγνήτη είναι δεκαπολική, δηλαδή έχει 5 ζεύγη πόλων και η ταχύτητα περιστροφής της είναι 700 rpm ($n_m = 700$ rpm) :

$$\left. \begin{array}{l} \omega_m = 2 * \pi * n_m / 60 \\ p = 5 \end{array} \right\} \omega_e = \mathbf{366,5191 \text{ rad / sec}}$$

Έτσι αφού υπολογίστηκε και η ηλεκτρική ταχύτητα περιστροφής, απο τον τύπο (3) προκύπτει ότι η εσωτερική τάση του κινητήρα είναι ίση με :

$$E_{f rms} = \mathbf{199,55 \text{ V}}$$

Γ) Καθώς βρέθηκε η εσωτερική τάση, στη συνέχεια πραγματοποιείται ο υπολογισμός του ρεύματος στάτη του κινητήρα. Το ρεύμα στάτη, και πιο συγκεκριμένα το ρεύμα ροπής I_{sq} , θα υπολογιστεί με τη βοήθεια της σχέσης :

$$T_e = 3 * p * L_s * I'_{f \text{ rms}} * I_{sq} \quad (4)$$

Όπου :

T_e = η ηλεκτρομαγνητική ροπή της γεννήτριας (50 Nm)

P = ο αριθμός ζευγών πόλων της γεννήτριας ($p=5$)

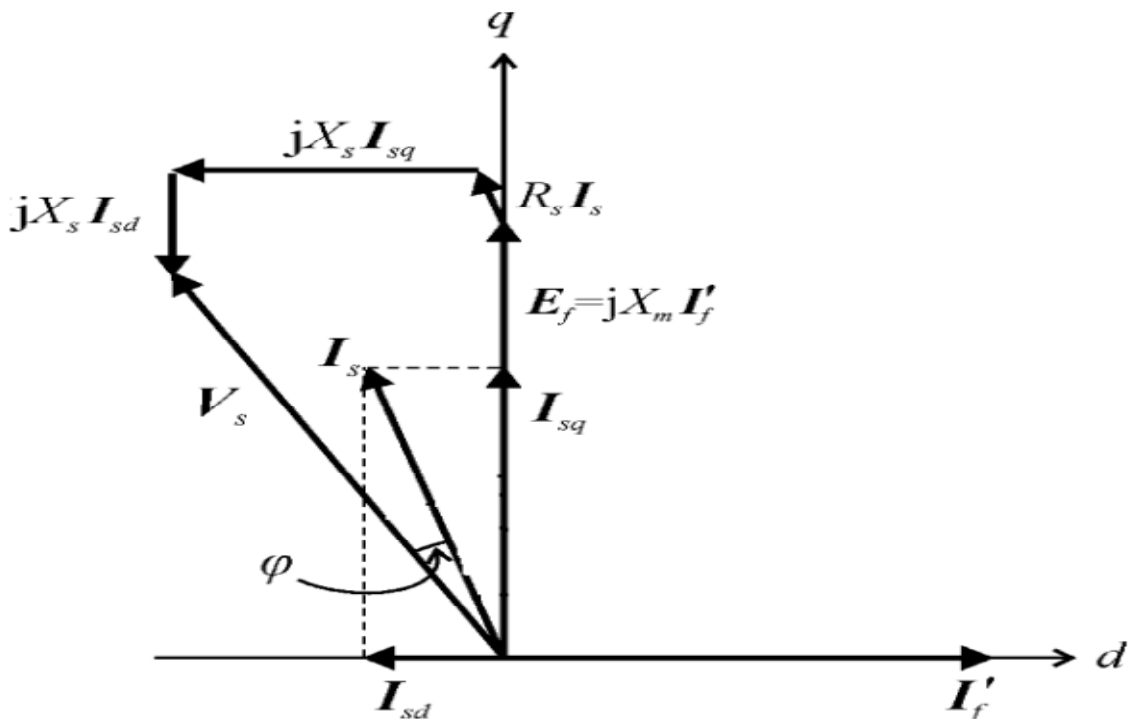
L_s = αυτεπαγωγή μαγνήτισης (0,028 H)

I'_f = ρεύμα διέγερσης (19,455 A)

Έτσι λύνοντας την σχέση (4) ως προς I_{sq} , το ρεύμα ροπής του κινητήρα είναι ίσο με :

$$I_{sq \text{ rms}} = 6,122 \text{ A}$$

Δ) Στο σημείο αυτό και με τη βοήθεια του διανυσματικού διαγράμματος τάσεων και ρευμάτων που ακολουθεί, θα υπολογιστούν οι συνιστώσες στον όρθιο και εγκάρσιο άξονα, ώστε στο τέλος να υπολογιστεί και η συνολική τάση εισόδου του κινητήρα.



Απο το πιο πάνω διάγραμμα, για $I_{sd} = 0$, φαίνεται ότι οι δύο συνιστώσες είναι ίσες με:

$$V_{sq} = E_f + X_s * I_{sd \text{ rms}} + R_s * I_{sq \text{ rms}} \quad (5)$$

$$\rightarrow V_{sq} = 199,55 + 2 * 6,122 \rightarrow V_{sq} = 211,8 \text{ V}$$

$$V_{sd} = - X_s * I_{sq} \quad (6)$$

$$\rightarrow V_{sd} = - L * \omega * I_{sq \text{ r m a}} = - 0,028 * 366,1591 * 6,122$$

$$\rightarrow V_{sd} = - 62,827 \text{ V}$$

Η συνολική τάση εισόδου του κινητήρα λοιπόν, υπολογίζεται απο τις δύο επιμέρους συνιστώσες της :

$$V_s = \sqrt{V_{sd}^2 + V_{sq}^2} \quad (7) \quad \text{άρα}$$

$$V_s = \sqrt{211,8^2 + 62,827^2} \Rightarrow V_s = 220,92 \text{ V (rms φασική)}$$

Συνεπώς, όπως φαίνεται και απο τη σχέση (4) , η ηλεκτρομαγνητική ροπή είναι ανεξάρτητη απο το ρεύμα πεδίου I_{sd} , καθώς εξαρτάται μόνο απο το ρεύμα ροπής I_{sq} . Επίσης παρατηρείται οτι για σταθερή τάση διέγερσης E_f , η ροπή είναι ανάλογη του ρεύματος ροπής. Η μόνη παράμετρος που επηρεάζεται άμεσα απο το ρεύμα πεδίου, είναι η συνιστώσα της τάσης κατά τον εγκάρσιο άξονα, όπως φαίνεται απο την σχέση (5).

Είτε το ρεύμα πεδίου είναι θετικό είτε αρνητικό, η ροπή δεν επηρεάζεται. Αυτή η εξάρτηση της ροπής μόνο απο το ρεύμα ροπής βοηθά ώστε η δυναμική συμπεριφορά της σύγχρονης γεννήτριας να είναι πιο ομαλή και καλύτερα προβλέψιμη. Έτσι επιλέγοντας μηδενικό ρεύμα πεδίου, μειώνονται οι απώλειες χαλκού και επιπλέον επιτυγχάνεται και μέγιστος λόγος ροπής προς ρεύματος στάτη.

Ο λόγος ροπής προς ρεύματος στάτη υπολογίζεται με την εξής σχέση :

$$K = T_s / I_s = T_e / I_{sq} = 50 / 6,122 \rightarrow K = 8,167$$

Τέλος, με μηδενικό ρεύμα πεδίου, παρατηρείται πιο ασφαλή λειτουργία των μαγνητών γιατί δεν επηρεάζονται άμεσα απο τις μεταβολές του φορτίου και συνεπώς απο τις συνθήκες φόρτισης της μηχανής. Δίοτι, όπως είναι γνωστό, για θετικό ρεύμα πεδίου οι μαγνήτες μαγνητίζονται ενώ για αρνητικό ρεύμα πεδίου απομαγνητίζονται. Έτσι όταν το ρεύμα πεδίου είναι μηδέν ($I_{sd} = 0$) ,οι μαγνήτες ούτε μαγνητίζονται και συνεπώς δεν καταναλώνεται μεγάλη ποσότητα ρεύματος, αλλά ούτε απομαγνητίζονται ώστε να κινδυνεύει η λειτουργία τους.

Οι υπολογισμοί που πραγματοποιήθηκαν παραπάνω, αποτελούν τα βασικότερα σημεία που διέπουν τη λειτουργία μιας σύγχρονης γεννήτριας μόνιμου μαγνήτη ως προς τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά, τα μηχανικά χαρακτηριστικά, τα προτερήματα και τα πειονεκτήματα της.

4.4 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΝΟΡΘΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ

Στην παράγραφο που ακολουθεί θα γίνει ενασχόληση με μια επίσης σημαντική και καιρία σειρά διατάξεων που είναι απαραίτητες να υπάρχουν μετά απο την γεννήτρια μόνιμου μαγνήτη που αναλύσαμε παραπάνω. Η διατάξεις αυτές είναι : η ανορθωτική διάταξη, ο αντιστροφέας ισχύος, η διάταξη διαμόρφωσης PWM ελέγχου ρεύματος, η μετασχηματισμός d-q, ο ελεγκτής ταχύτητας PI, ο αντιστροφέας ισχύος, και ο ελεγκτής τάσης PI.

Παρακάτω γίνεται μια αναφορά και επεξήγηση της χρησιμότητας και του τρόπου λειτουργίας της κάθε διάταξης.

4.4.1 Η ΑΝΟΡΘΩΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

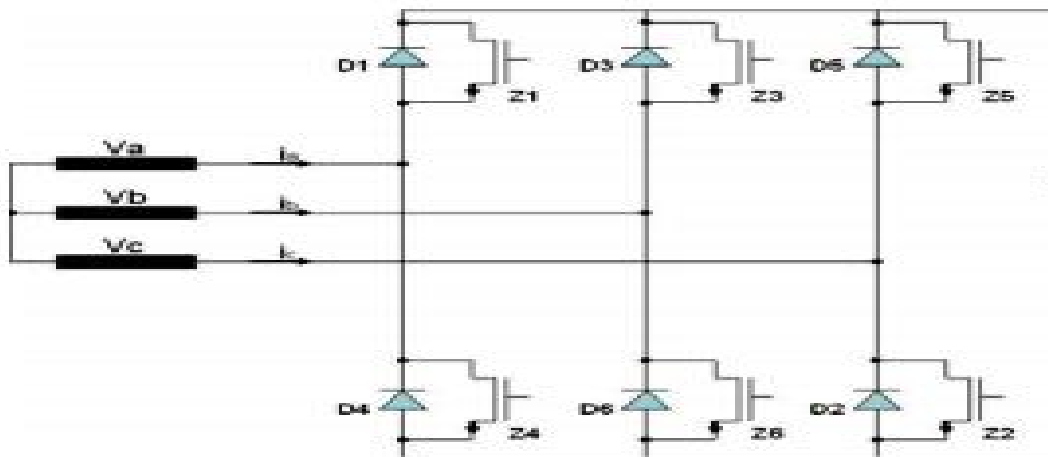
Η διάταξη αυτή χρησιμοποιείται για να ανορθώνει, δηλαδή να μετατρέπει την εναλλασσόμενη τάση που παράγεται στους ακροδέκτες της γεννήτριας μόνιμου μαγνήτη σε συνεχή τάση.

Η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας τριφασικής ελεγχόμενης γέφυρας, η οποία αποτελείται απο τρανζίστορ τύπου IGBT (insulated gate bipolar transistors) με αντιπαράλληλους διόδους. Η τοποθέτηση των αντιπαράλληλων διόδων επιτρέπει την αμφίδρομη ροή ισχύος, δίνοντας τη δυνατότητα στη γεννήτρια να δουλεύει και στα τέσσερα τεταρτημόρια (4Q).

Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκαν τα IGBT ως ηλεκτρονικοί διακόπτες ισχύος στην ανορθωτική διάταξη είναι οτι έχουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλους ηλεκτρονικούς διακόπτες ισχύος. Ένα βασικό πλεονέκτημα και κριτήριο που επιλέγονται είναι οτι έχουν μεγάλη αντοχή στις υψηλές τάσεις που θα επικρατήσουν κατα τη λειτουργία του συστήματος. Επίσης σημαντικό είναι το στοιχείο οτι τα IGBT ανήκουν στην κατηγορία των υβριδικών ημιαγωγών ισχύος γιατί συνδυάζουν χαρακτηριστικά αρκετών άλλων διακοπών ισχύος, όπως MOSFET, διπολικών τρανζίστορ ισχύος και θυρίστορ. Ακόμη ένα πλεονέκτημα είναι οτι έχουν μικρές διακοπτικές απώλειες και έχουν μεγάλο εύρος διακοπτικής συχνότητας λειτουργίας, η οποία κυμαίνεται απο μερικά kHz μέχρι και 10 kHz για ονομαστική λειτουργία. Επιπρόσθετα, η μέγιστη ισχύς ελέγχου είναι μεγαλύτερη των τρανζίστορ ισχύος και χρειάζονται μικρής ισχύος κύκλωμα ελέγχου.

Τέλος, τα IGBT έχουν την ικανότητα να αντέχουν σε υψηλές ανάστροφες τάσεις, όπως και τα θυρίστορ.

Στο πρακτικό τμήμα, η γέφυρα αυτή του ανορθωτή, δέχεται τρεις φάσεις στην είσοδο της (δηλαδή η τροφοδοσία) και την είσοδο του σήματος για τον έλεγχο των IGBT η λεγόμενη και πύλη (gate). Στην έξοδο της γέφυρας υπάρχουν δύο ακροδέκτες απο τους οποίους λαμβάνεται η παραγόμενη συνεχή τάση που στη συνέχεια θα περάσει στον αντιστροφέα (inverter). Στην εικόνα που ακολουθεί απεικονίζεται μια τριφασική ανορθωτική γέφυρα με IGBT.



Ένα σημείο το οποίο είναι σημαντικό να αναφερθεί, είναι η επιλογή της τεχνικής παραγωγής σήματος στην πύλη των IGBT. Υπάρχουν δύο βασικές τεχνικές παραγωγής τέτοιων σημάτων και αυτές είναι : α) διαμόρφωση PWM πηγής τάσης και β) διαμόρφωση PWM με βρόχο ελέγχου ρεύματος.

Επιλέγεται η δεύτερη τεχνική PWM με βρόχο ελέγχου ρεύματος και μάλιστα με «δέλτα διαμόρφωση». Ο λόγος είναι ότι η συγκεκριμένη διαμόρφωση έχει πολύ γρηγορότερη δυναμική απόκριση σε σύγκριση με τη διαμόρφωση PWM πηγής τάσης. Η τεχνική που επιλέχθηκε ονομάζεται και carrier less PWM επειδή δεν χρησιμοποιεί φέρον σήμα για την υλοποίηση της διαμόρφωσης.

4.4.2 ΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ PWM ΜΕ ΕΛΕΓΧΟ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

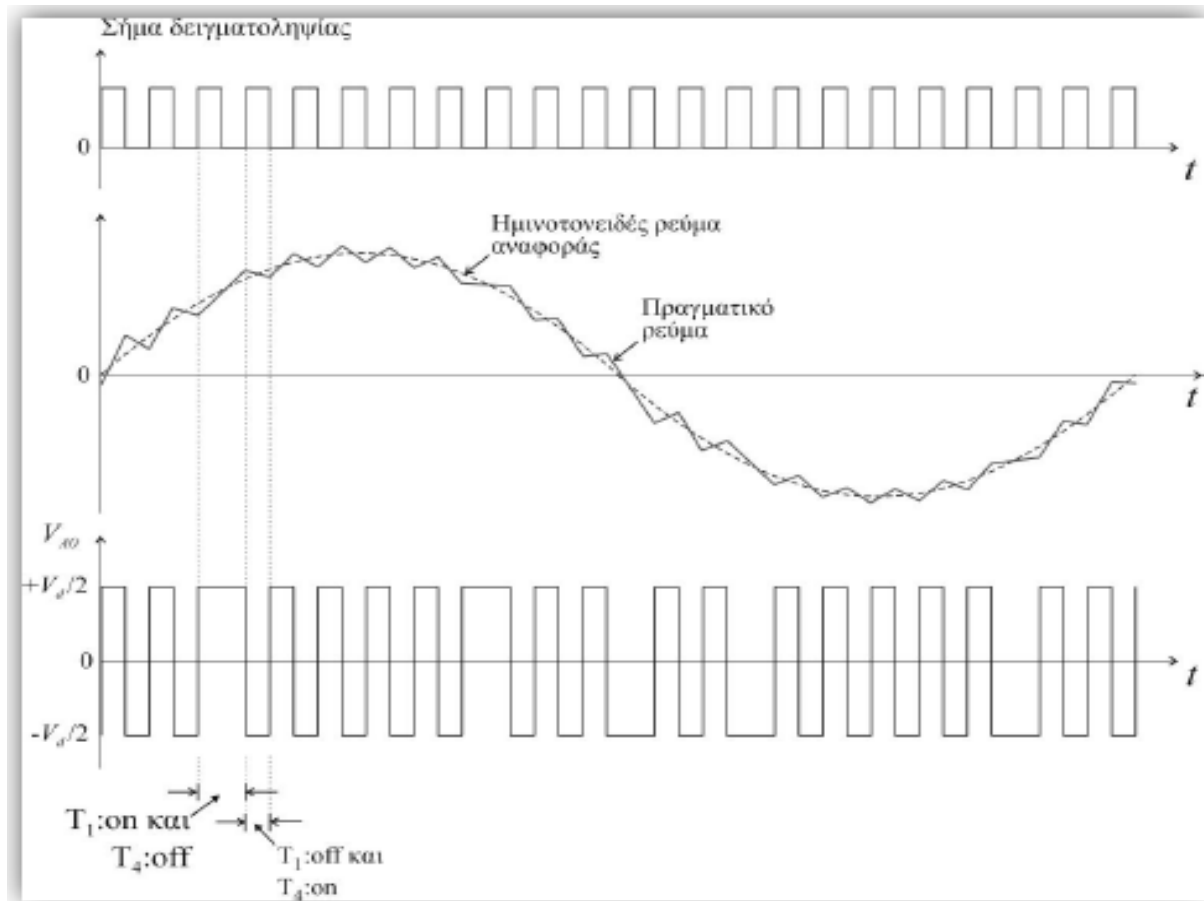
Η τεχνική αυτή βασίζεται στον έλεγχο του ρεύματος. Τα ημιτονοειδή σήματα αναφοράς των ρευμάτων των τριών φάσεων (i_a , i_b , i_c) παράγονται από το κύκλωμα ελέγχου, και συγκεκριμένα μέσω του αντίστροφου μετασχηματισμού d-q. Στη συνέχεια, τα σήματα αυτά συγκρίνονται με τις κυματομορφές των πραγματικών ρευμάτων των τριών φάσεων της γεννήτριας.

Σε κάθε δειγματοληψία, αν το πραγματικό ρεύμα είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο από το ημιτονοειδές ρεύμα αναφοράς, τότε ο έλεγχος θα παράγει τα κατάλληλα σήματα (παλμούς) που θα οδηγηθούν στις πύλες των IGBT. Αυτοί οι παλμοί ελέγχου είναι υπεύθυνοι για το ανοιγοκλείσιμο των IGBT περιορίζοντας το ρεύμα γύρω από την επιθυμητή τιμή.

Η διακοπτική συχνότητα δεν είναι σταθερή και δεν μπορεί άμεσα να ρυθμιστεί. Η επιλογή μιας μεγάλης διακοπτικής συχνότητας οδηγεί σε καλύτερα αποτελέσματα, με κόστος όμως τις μεγάλες διακοπτικές απώλειες. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι επειδή χρησιμοποιείται η «δέλτα διαμόρφωση», το ανώτερο όριο της διακοπτικής συχνότητας περιορίζεται από τη συχνότητα δειγματοληψίας.

Εξάγεται συνεπώς το συμπέρασμα ότι η δέλτα διαμόρφωση δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα και παράλληλα περιορίζει τις διακοπτικές απώλειες.

Παρακάτω παρουσιάζεται με διαγράμματα η λειτουργία της διαμόρφωσης PWM με βρόχο ελέγχου ρεύματος. Φαίνεται το σήμα της δειγματοληψίας, καθώς και το πραγματικό ρεύμα και το ημιτονοειδές ρεύμα αναφοράς.



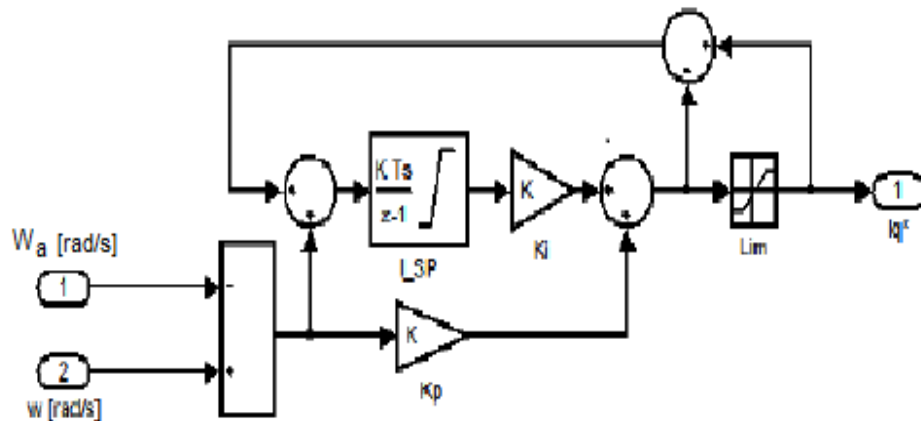
Όπως γίνεται αντιληπτό, αν το πραγματικό ρεύμα είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο από το ρεύμα αναφοράς, τότε παράγονται οι ανάλογοι παλμοί ελέγχου που οδηγούνται στους ηλεκτρονικούς διακόπτες (IGBT) της ανορθωτικής γέφυρας.

4.4.3 Ο ΕΛΕΓΚΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ PI

Στη διάταξη της ανορθωτικής γέφυρας, το ρεύμα I_q (που απαιτείται στο μετασχηματισμό d-q για την παραγωγή των τριών ρευμάτων αναφοράς), παράγεται σε έναν ελεγκτή ταχύτητας PI, από τη σύγκριση της ταχύτητας αναφοράς με την πραγματική ταχύτητα περιστροφής της γεννήτριας και κατά συνέπεια και της τουρμπίνας αφού έχουν την ίδια ταχύτητα περιστροφής.

Ουσιαστικά, ο ελεγκτής αυτός παίρνει στην είσοδο του δύο προς σύγκριση ταχύτητες και στην έξοδο του παράγει ένα ρεύμα ροπής.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το κύκλωμα του ανωτέρω ελεγκτή και στη συνέχεια γίνεται η επεξήγηση του.



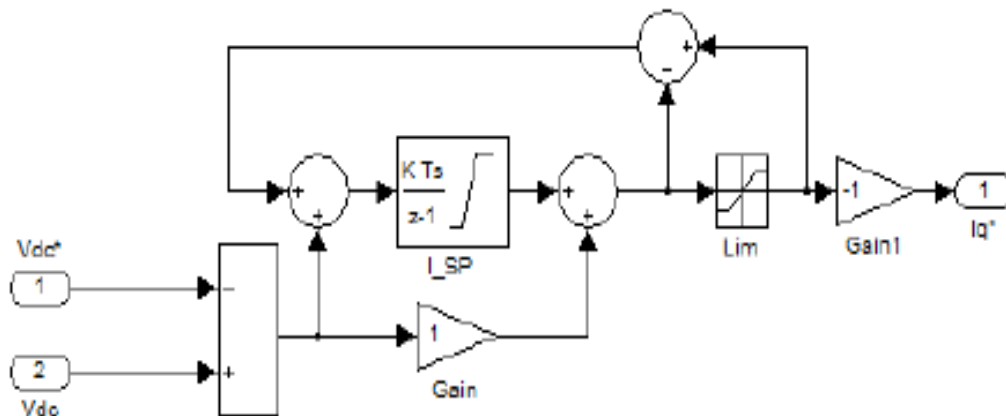
Αρχικά, φαίνονται οι δυο προς σύγκριση ταχύτητες εισόδου, η ταχύτητα αναφοράς w_a , και η πραγματική ταχύτητα w . Ο ελεγκτής πρέπει να ρυθμιστεί έτσι ώστε η σύγχρονη γεννήτρια να πετύχει πολύ καλή και γρήγορη δυναμική απόκριση.

Αυτό επιτυγχάνεται με τη ρύθμιση των δύο κερδών του ελεγκτή : το αναλογικό κέρδος k_p , και το ολοκληρωτικό κέρδος k_i . Η ρύθμιση των κερδών έγινε αρχικά για σταθερή τιμή της ταχύτητας αναφοράς και ροπής εισόδου στη γεννήτρια, ώστε να διαπιστωθεί η ικανότητα της γεννήτριας να ανταποκρίνεται σε όλο το φάσμα των ταχυτήτων που αναμένεται να αναπτύξει ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου.

Στο σχήμα επίσης διακρίνονται οι περιοριστές ρεύματος που τοποθετούνται για την εξασφάλιση του περιορισμού του επιπέδου ρεύματος που αναπτύσσεται, στα όρια που προβλέπονται από το ρεύμα, που υπολογίστηκε προηγουμένως και είναι ίσο με $I_q = 6,122 \text{ A}$.

Συνεπώς θα εφαρμοστεί έλεγχος PI στην συνεχή τάση που παράγει ο ανορθωτής στην έξοδο του και η οποία θα οδηγηθεί στην είσοδο του αντιστροφέα ισχύος, έτσι ώστε η τάση εισόδου του αντιστροφέα να είναι πάντα 700 V ανεξάρτητα από την ταχύτητα του ανέμου και την DC τάση εξόδου της διάταξης ανόρθωσης.

Παρακάτω φαίνεται το κύκλωματικό διάγραμμα του ελεγκτή τάσης PI.



Πιο συγκεκριμένα, παρατηρούνται οι δύο προς σύγκριση τάσεις εισόδου του ελεγκτή τάσης PI. Από τη μία η σταθερή τάση αναφοράς των 700 V, και πιο κάτω η πραγματική τάση εξόδου της γέφυρας ανόρθωσης.

Η ρύθμιση των κερδών γίνεται με την ίδια διαδικασία όπως και στον ελεγκτή ταχύτητας PI που χρησιμοποιήθηκε στο σύστημα ανόρθωσης.

Τέλος, ο ελεγκτής τάσης είναι υπεύθυνος για την παραγωγή του ρεύματος ροπής I_q^* που είναι απαραίτητο στο μετασχηματισμό d-q για την παραγωγή των ρευμάτων αναφοράς του στάτη, τα οποία χρησιμοποιούνται από τη δέλτα διαμόρφωση.

Συνεπώς με αυτό τον τρόπο ολοκληρώθηκε η περιγραφή και ανάλυση ενός πολύ βασικού τμήματος της μονάδας αφαλάτωσης, αυτό δηλαδή της ανεμογεννήτριας και των επι μέρους στοιχείων που την αποτελούν.

4.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO)

Αφού λοιπόν εξασφαλίστηκε η βασική πηγή παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της ανεμογεννήτριας που βρίσκεται επάνω στο πλωτό, το επόμενο στάδιο είναι η ανάλυση της μεθόδου αφαλάτωσης που χρησιμοποιείται καθώς και του τρόπου άντλησης του θαλασσινού νερού το οποίο θα τροφοδοτήσει τη μονάδα αφαλάτωσης προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό και ζητούμενο αποτέλεσμα που δεν είναι άλλο από την παραγωγή πόσιμου νερού.

Είναι γνωστό πως η διαδικασία της αφαλάτωσης πραγματοποιείται με το σύστημα της αντίστροφης ώσμωσης RO (Reverse Osmosis). Κατά τη διαδικασία αυτή, ουσιαστικά υπάρχει μια μονάδα-συσκευή η οποία έχει τρεις αγωγούς ροής νερού. Ο ένας είναι για την παροχή του αλμυρού θαλασσινού νερού, ο δεύτερος χρησιμοποιείται για την εκροή του καθαρού πόσιμου νερού μέσα σε μια δεξαμενή αποθήκευσης του, εφόσον αυτό έχει περάσει μέσα από τις μεμβράνες και ο τρίτος αγωγός για την αποβολή των ακαθάρτων υδάτων που απομένουν αφού πραγματοποιηθεί η διεργασία της αφαλάτωσης.

Κύριο χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου και βασική αρχή λειτουργίας της είναι ότι ασκείται πίεση στο νερό ώστε να διαπεράσει τη μία μεμβράνη και να περάσει στην επόμενη έχοντας καθαριστεί από τις ουσίες που το καθιστούν μη πόσιμο.

Η ελάχιστη πίεση με την οποία είναι απαραίτητο το νερό να διαπεράσει τη μεμβράνη ώστε να επιτευχθεί η παραπάνω διαδικασία είναι της τάξεως των 40-60 psi για πιο μικρές μονάδες και 120-150 psi για μεγαλύτερες μονάδες αφαλάτωσης, αλλιώς δεν θα είναι ικανοποιητικά τα αποτελέσματα.

Έτσι λοιπόν γίνεται κατανοητό ότι η τεχνική βασίζεται στην διέλευση του θαλασσινού νερού με υψηλή πίεση μέσα από μεμβράνες. Πιο αναλυτικά, οι μεμβράνες διαχωρίζουν το νερό εισόδου σε δυο τμήματα. Το διήθημα, δηλαδή το νερό που διέρχεται από την μεμβράνη (30 – 40% του νερού εισόδου) και το συμπύκνωμα (60 – 70%), δηλαδή το νερό που δεν διέρχεται από τη μεμβράνη. Στο συμπύκνωμα παραμένει το 99.8% των αλάτων του διηθήματος. Τα μόρια του γλυκού νερού είναι εξαιρετικά μικρά, με αποτέλεσμα η μεμβράνη να επιτρέπει τη διέλευσή τους, σε αντίθεση με αυτά των μετάλλων, των αλάτων, των βακτηριδίων, καθώς και του 98% των ουσιών, που μολύνουν το νερό, τα οποία συγκρατούνται από την ημιπερατή μεμβράνη του συστήματος. Έτσι, το αποτέλεσμα είναι ένα «φιλτράρισμα» του αλατισμένου νερού, που αποδίδει καθαρό νερό.

Οι μεμβράνες που χρησιμοποιούνται είναι υψίστης ποιότητας και εγκεκριμένες παγκοσμίως για την αξιοπιστία και ασφάλεια που παρέχουν ως προς την παραγωγή καθαρού νερού.



ΠΡΟΦΙΛΤΡΑ

Βέβαια επειδή στο νερό εμπεριέχονται ουσίες όπως χλωρίνη και χλώριο αλλά και άλλα μεγάλα σωματίδια, τα οποία και καταστρέφουν τις μεμβράνες των μονάδων, γίνεται κατανοητό πως είναι αναγκαία η τοποθέτηση ειδικών φίλτρων πριν να φτάσει το νερό στις μεμβράνες της μονάδας αντίστροφης ώσμωσης. Τοποθετούνται τα λεγόμενα προφίλτρα. Τα φίλτρα αυτά

παρακρατούν τα σωματίδια και ουσίες προστατεύοντας τις μεμβράνες της αντίστροφης ώσμωσης.

Το ένα απο τα δύο πιο συνηθισμένα προφίλτρα είναι τα λεγόμενα «διαπερατότητας χ μm » τα οποία παρακρατούν όλα τα σωματίδια μεγαλύτερα απο την τιμή « χ ». Αποτελεί το πρώτο στάδιο φίλτρανσης και αποτελείται από ένα φίλτρο διαπερατότητας 1 μm . Λέγεται προφίλτρο, γιατί φιλτράρει το νερό πριν αυτό περάσει από τη μεμβράνη αντίστροφης ώσμωσης. Από το νερό που περνάει μέσα από αυτό το προφίλτρο, παρακρατούνται όλα τα σωματίδια τα οποία υπάρχουν στο νερό και τα οποία έχουν μέγεθος μεγαλύτερα από 1 μικρόμετρα. Είναι από τα βασικότερα συστατικά ενός εξοπλισμού αντίστροφης όσμωσης, μιας και όσο μικρότερα σωματίδια πάνε στη μεμβράνη αντίστροφης ώσμωσης, τόσο λιγότερο καταπονείται αυτή. Έτσι καταλήγουμε στο συμπέρασμα οτι όσο πιο μικρή είναι αυτή η τιμή « χ », τόσο καλύτερο για τη βασική μας μεμβράνη, αφού σε αυτήν συσσωρεύονται όσο το δυνατόν μικρότερα σωματίδια.



Το δεύτερο προφίλτρο που τοποθετείται αμέσως μετα απο το πρώτο προφίλτρο διαπερατότητας, είναι το λεγόμενο προφίλτρο άνθρακα. Είναι ένα φίλτρο άνθρακα από καρύδα, που φιλτράρει το νερό πριν αυτό περάσει από τη μεμβράνη αντίστροφης ώσμωσης. Αυτό παρακρατεί το χλώριο/χλωρίνη που υπάρχει στο νερό, μιας και η βασική μεμβράνη είναι πολύ ευαίσθητη στο χλώριο/χλωρίνη. Ακόμη και μικρή ποσότητα χλωρίου/χλωρίνης αν περάσει από την βασική μεμβράνη, μπορεί να την καταστρέψει και να την θέσει εκτός καλής λειτουργίας. Συνεπώς, πρόκειται για ένα πολύ σημαντικό προφίλτρο όσον αφορά την προστασία των μεμβρανών της αντίστροφης ώσμωσης.



4.6 ΣΥΖΕΥΞΗ ΑΝΤΛΙΑΣ – ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΩΣΜΩΣΗΣ

Το νερό της θάλασσας θα βρεί τον δρόμο προς την μονάδα αφαλάτωσης αφού πρώτα αντληθεί με τη βοήθεια αντλίας. Η επιλογή της πρέπει να γίνει με προσοχή λόγω της ιδιαιτερότητας του νερού της θάλασσας να διαβρώνει και ουσιαστικά να καταστρέφει με την πάροδο του χρόνου τα μηχανικά και ηλεκτρολογικά μέρη της με αποτέλεσμα την δυσλειτουργία έως και αδυναμία λειτουργίας του συστήματος μας.

Η αντλία αυτή είναι κατασκευασμένη από τιτάνιο το οποίο ολοένα και πιο συχνά συναντάται στην αγορά και το εμπόριο σε πολλές εφαρμογές που αξιοποιούν θαλασσινό νερό και απαιτούν προστασία από οξυδώσεις και από άλατα. Το τιτάνιο είναι ένα από τα πιο ανθεκτικά μέταλλα στον κόσμο και έχει το πλεονέκτημα ότι εμποδίζει τις οξυδώσεις με διάφορα άλατα και χημικά στοιχεία που μπορεί να βρεθούν στο νερό. Επίσης, αποτρέπει τη δημιουργία σκουριάς η οποία εκτός από το να καταστρέφει την αντλία, μολύνει και το νερό που επιθυμούμε να είναι όσο πιο καθαρό γίνεται. Έτσι με αυτόν τον τρόπο προστατεύεται η αντλία από πιθανή διάβρωση της και συνάμα προσφέρει στο σύστημα ασφάλεια, συνεχή λειτουργία και αδιάκοπη παραγωγή πόσιμου νερού.

Αντλίες τέτοιου τύπου είναι οι “CRT” οι οποίες έχουν την δυνατότητα να αντλούν νερό και να το στέλνουν όπως λέμε με πίεση που φτάνει και τα 90 PSI. Φυσικά υπάρχουν αντλητικά που έχουν δυνατότητα να αντλούν και να στέλνουν το νερό με πιέσεις αρκετά μεγαλύτερες που φθάνουν και τα 200 ή και 300 PSI.

Ο πρώτος λόγος που δεν χρησιμοποιούνται αυτού του τύπου οι αντλίες, είναι ότι πρώτον θα είχαν αρκετά μεγαλύτερο όγκο και θα χρειαζόταν μεγαλύτερος χώρος για την εγκατάσταση και τοποθέτηση τους στο πλωτό.

Δεύτερον, τέτοιες αντλίες υψηλής πίεσης έχουν ανάγκη κατανάλωσης μεγάλων ποσών ηλεκτρικής ενέργειας για να λειτουργήσουν. Θα χρειαζόταν δηλαδή μεγαλύτερη ανεμογεννήτρια και γενικά εναλλακτικές πηγές ηλεκτρικής ενέργειας, κάτι που θα αύξανε το κόστος της κατασκευής.

Τρίτον, λόγω της οικολογικής φύσης που έχει το εγχείρημα της πλωτής μονάδας αφαλάτωσης, βρέθηκε ένας τρόπος να σταλεί το νερό στην μονάδα αφαλάτωσης με την απαιτούμενη πίεση χρησιμοποιώντας ένα σύστημα ανάκτησης ενέργειας που λειτουργεί με την μορφή αντλίας. Το σύστημα αυτό είναι επίσης κατασκευασμένο από τιτάνιο για αποφυγή οξυδώσεων και διαβρώσεων.

Πιο αναλυτικά, η πρώτη σε σειρά αντλία της είναι τύπου CRT τιτανίου και έχει δυνατότητα άντλησης έως και 20.000 lt/h (20.000 λίτρα ανα ώρα) κάτι που σημαίνει 480.000 λίτρα θαλασσινού νερού την ημέρα.

Είναι απαραίτητη η άντληση τέτοιων ποσοτήτων νερού επειδή η τελική ποσότητα πόσιμου νερού που αξιοποιείται ανέρχεται στο ¼ της συνολικής ποσότητας άντλησης.

Επειδή η τελική ποσότητα πόσιμου νερού που είναι αναγκαία να παρέχεται ημερησίως ανέρχεται στα 90.000 – 100.000 λίτρα ημερησίως γίνεται αντιληπτό ότι η αντλία CRT είναι κατάλληλη για την άντληση αυτών των ποσοτήτων νερού.



Όπως αναφέρθηκε παραπάνω για να λειτουργήσει μια μονάδα αφαλάτωσης με την μέθοδο αντίστροφης όσμωσης απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη πίεσης πάνω των 50 psi που θα πιέσει το νερό να περάσει απο τη μία μεμβράνη στην άλλη. Η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση 2 αντλιών, η μία είναι η αντλία CRT τιτανίου που θα αντλήσει σε πρώτη φάση το νερό της θάλασσας και η οποία εν συνεχεία θα το στείλει στη δεύτερη σε σειρά αντλία τύπου CLARK η οποία και θα το στείλει με ανισχυμένη πίεση περίπου 10 φορές περισσότερη (δηλαδή 900 PSI) στη μονάδα αφαλάτωσης.

Οι σωληνώσεις της αντλίας, δηλαδή οι σωλήνας μεταφοράς του νερού της θάλασσας προς την αντλία CRT γίνεται με σωλήνες AISI DUPLEX οι οποίες είναι σωλήνες υψηλής αντοχής απο ανοξείδωτο ατσάλι ούτως ώστε να αποφευχθεί η διάβρωση και η σκουριά που μπορεί να προκαλέσει η συνεχής επαφή και ροή θαλασσινού νερού μέσω αυτών.



4.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΑΝΤΛΙΑ CLARK

Η αντλία CLARK λειτουργεί ως σύστημα ανάκτησης ενέργειας. Είναι μια αντλία ενεργειακή η οποία έχει την ιδιότητα να ενισχύει την πίεση του νερού που θα λάβει στην είσοδο της από την πρώτη αντλία τύπου CRT που αναφέραμε προηγουμένως. Το σημαντικό με αυτήν την αντλία είναι ότι δε χρειάζεται ηλεκτρική ενέργεια για να λειτουργήσει κάτι που την καθιστά εντελώς οικολογική και οικονομική.

Η αντλία αυτή έχει δυο αντικριστούς κυλίνδρους με πιστόνια που μοιράζονται έναν μονό μοχλό που περνάει μέσα από ένα κεντρικό μπλόκ. Μια βαλβίδα αναστροφής, (που ελέγχεται από μια άλλη βαλβίδα που ενεργοποιείται μηχανικά από τα πιστόνια) επιτρέπει τους κύλινδρους να εναλλάσσονται πρώτα πιέζοντας και μετά οδηγώντας.

Ο κύλινδρος που οδηγεί το νερό, έχει πίεση οδήγησης, σπρώχνοντας το αλμυρό νερό πάνω από το πιστόν και κατόπιν το πιστόνι οδήγησης σπρώχνει το μοχλό –ράβδο μέσα από το κεντρικό μπλόκ. Το νερό θαλάσσης που είναι κάτω από το πιστόνι οδήγησης και το οποίο πέρασε μέσα από τη μεμβράνη στη προηγούμενη διαδρομή είναι πλέον αποφορτισμένο. Ένας κύλινδρος ξεκινάει να πιέζει όταν ο μοχλός-ράβδος εισχωρήσει μέσα του. Καθώς ο μοχλός σπρώχνει το πιστόνι οδήγησης, κυκλοφορεί και το νερό πάνω από το πιστόνι, μέσα στη μεμβράνη και πίσω στη βαλβίδα αναστροφής. Η βαλβίδα αυτή το καθοδηγεί πάλι μέσα στον ίδιο κύλινδρο κάτω από το πιστόνι το οποίο ο μοχλός εισέρχεται. Αυτό δημιουργεί ένα κλειστό βρόχο μεταξύ κύλινδρου και μεμβράνης. Ο μοχλός εκτοπίζει το νερό καθώς αυτός εισέρχεται στον κύλινδρο, και επειδή το νερό δεν έχει σε ποιο άλλο χώρο να πάει, αυξάνεται ακαριαία η πίεση μέχρι να υπάρξει αρκετή πίεση ώστε να σταλεί στη μεμβράνη της μονάδας αντίστροφης όσμωσης και στη συνέχεια να σταλεί στη δεξαμενή απθήκευσης πόσιμου νερού.

Η αντλία αυτή έχει τη δυνατότητα να μετατρέπει την πίεση των 90 PSI εισέρχονται σε 800-900 PSI στην έξοδο και κατόπιν στις μεμβράνες RO. Έτσι, μια ποσότητα φρέσκου νερού (εκτοπισμένου) που ισούται με τον όγκο της ράβδου που εισέρχεται στον κύλινδρο, παράγεται σε κάθε κίνηση καθώς το πιστόνι κυκλοφορεί το νερό μέσα από τη μεμβράνη. Όταν το οδηγούμενο έμβολο βγει κατά κάποιο τρόπο από την βάση του κεντρικού μπλόκ, ενεργοποιεί μια βαλβίδα και η διαδικασία αμέσως επαναλαμβάνεται με την ανάποδη ομοιά φορά.

Όπως και πριν, οι σωληνώσεις που συνδέουν την αντλία CLARK με την αντλία CRT είναι από AISI DUPLEX ανοξείδωτου ατσαλιού ώστε να επιτευχθεί η ασφαλής και συνεχής ροή θαλασσινού νερού στις μονάδες αντίστροφης όσμωσης χωρίς να υπάρχει πρόβλημα από σκουριά ή περεταίρω διαβρώσεις που ίσως καταστρέψουν τους σωλήνες.

4.8 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ – ΔΙΟΧΕΤΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ

Καθώς λοιπόν έχουν περατωθεί οι διαδικασίες άντλησης και αφαλάτωσης του θαλασσινού νερού, δημιουργείται η ανάγκη διοχέτευσης του καθαρού πόσιμου πλέον νερού. Αυτό γίνεται είτε σε δεξαμενή αποθήκευσης που βρίσκεται επάνω στη πλωτή μονάδα ή στη στεριά με την σύνδεση στο τοπικό δίκτυο ύδρευσης απο όπου μπορούν να το προμηθευτούν οι κάτοικοι. Σε κάθε περίπτωση υπάρχει πάντα μια μεγάλη ποσότητα αποθηκευμένου πόσιμου νερού στη δεξαμενή αποθήκευσης που υπάρχει στον τελευταίο όροφο του κεντρικού κυλίνδρου που στηρίζει το πλωτό.

Η μεταφορά του καθαρού νερού από τις μονάδες αφαλάτωσης στις εν λόγω δεξαμενές γίνεται από σωλήνες PVC πλαστικούς ατοξικούς, ώστε να μην αλλοιώνεται το νερό που έχει παραχθεί. Επίσης επειδή είναι ανθεκτικοί και αντιδιαβρωτικοί με το πέρασμα του χρόνου, εύκολοι ως προς την τοποθέτηση ή και αντικατάσταση και οικονομικοί ως προς το κόστος αγοράς.



Ενώ στη στεριά η μεταφορά του νερού γίνεται και πάλι με πλαστικούς μη τοξικούς σωλήνες αυτή τη φορά όμως ευλύγιστους για ευκολία στη διαδικασία εγκατάστασής τους από τη στεριά στη πλωτή μονάδα και για ασφάλεια όσον αφορά τη στεγανότητα και αντοχή.

Εκτός από το πόσιμο νερό, για το οποίο βρέθηκε τρόπος διάθεσης και αποθήκευσης, υπάρχει και το νερό που περισσεύει θα λέγαμε από την διαδικασία της αντίστροφης όσμωσης. Η ποσότητα αυτή ανέρχεται στα $\frac{3}{4}$ του συνολικού νερού που αντλούμε για να γίνει η αφαλάτωση του. Συνεπώς, το υπόλοιπο νερό που απομένει το οποίο έχει ποσότητες άλμης και διάφορα χημικά μη βλαβερά που προσκολλούνται από τις μεμβράνες, αποθηκεύεται σε μικρές δεξαμενές προκειμένου να αποβληθεί σε ανοιχτές θαλάσσιες περιοχές και να αναμειχθεί πιο γρήγορα ξανά στο γνωστό θαλασσινό νερό. Φυσικά αυτή η αποβολή τέτοιων μορφών νερού έχει εξεταστεί από ειδικά χημικά εργαστήρια και έχουν γίνει κατάλληλοι έλεγχοι ώστε να διαπιστωθεί ότι πράγματι δεν υπάρχει κίνδυνος για το θαλασσιο περιβάλλον και το οικοσύστημα.

4.9 ΣΥΣΤΟΙΧΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Ενα ακόμη στοιχείο που αποδεικνυει την οικολογική συνείδηση της πλωτης μονάδας αφαλάτωσης, είναι οτι εκτός απο την ανεμογεννήτρια που τροφοδοτεί τις αντλίες και γενικά τα ισχυρά ρεύματα που είναι εγκατεστημένα, έχουν τοποθετηθεί φωτοβολταϊκά πάνελ σε συστοιχία.

Ο λόγος που τοποθετήθηκαν αυτά τα πάνελ είναι οτι με αυτόν τον τρόπο θα εξασφαλίζεται παραγωγή συνεχούς τάσης DC με την οποία θα συνδεθούν και τροφοδοτηθούν τα υπολογιστικά συστήματα, συστήματα ελέγχου και τηλεπικοινωνίας, καθώς και το πολύ σημαντικό σύστημα SCADA.



4.9.1 ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Αρχικά πρέπει να γίνει μια αναφορά και επεξήγηση στο πως είναι δομημένα κατασκευασμένα τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και κατόπιν πως λειτουργούν. Η βασική αρχή αυτών των παισίων είναι να μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Το βασικό ηλιακό στοιχείο που είναι ένας κατάλληλα επεξεργασμένος ημιαγωγός μικρού πάχους. Με την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας επάνω του, δημιουργείται ηλεκτρική τάση. Η βάση για το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής Φ/Β παγκοσμίως είναι το πυρίτιο. Ένα υλικό το οποίο έχει τα κατάλληλα χαρακτηριστικά που το καθιστούν ικανό να εκμεταλλευτεί την ηλιακή ενέργεια. Το πυρίτιο, ανάλογα με την επεξεργασία του, δίνει μονοκρυσταλλικά, πολυκρυσταλλικά ή άμορφα υλικά απο τα οποία παράγονται τα πλαίσια. Τα λεπτά υλικά είναι ένας τρόπος να μειωθεί το κόστος των Φ/Β πλαισίων και να αυξηθεί η απόδοση τους. Εκτός απο τη χρήση μικρότερης ποσότητας υλικού, ένα άλλο πλεονέκτημα είναι οτι ολόκληρα πλαίσια μπορούν να κατασκευαστούν παράλληλα με τη διαδικασία απόθεσης. Αυτό είναι συμφέρον οικονομικά, αλλά επίσης πολύ απαιτητικό σε επίπεδο τεχνικής επειδή η επεξεργασία χωρίς ατέλειες αφορά μεγαλύτερη επιφάνεια.



Όπως είναι αναμενόμενο ένα μικρό φωτοβολταϊκό στοιχείο δεν είναι δυνατόν να έχει κάποια σημαντική επίδραση σε κάποια πρακτική εφαρμογή καθώς παράγει τάση μόνο 0,5 V. Συνεπώς καλωδιώνοντας αρκετά τέτοια στοιχεία εν σειρά δημιουργείται το τυπικό Φ/Β πλαίσιο που αναφέραμε παρπάνω. Συνήθως ένα τέτοιο πλαίσιο αποτελείται από 35-36 στοιχεία.στη σειρά και ονομάζεται Φ/Β πλαίσιο 12 V. Η τάση αυτή βέβαια μπορεί να αυξηθεί συνδέοντας σε σειρά πολλά πλαίσια, εκτός αν τα συνδέσουμε παράλληλα ώστε να πετύχουμε αύξηση στο ρεύμα αλλά όχι στην τάση. Το σημαντικό στη σχεδίαση και στο αποτέλεσμα της ενέργειας που θα λάβουμε, εξαρτάται από το πλήθος των πλαισίων που θα συνδεθούν σε σειρά και το πλήθος αυτών που θα συνδεθούν παράλληλα. Αυτός ο συνδυασμός ονομάζεται Φ/Β συλλέκτης.

Γενικά, είναι γνωστό ότι αν τα Φ/Β στοιχεία συνδεθούν σε σειρά μεταφέρουν το ίδιο ρεύμα, οπότε για να υπολογίσουμε την συνολική τάση του φωτοβολταϊκού πλαισίου χρησιμοποιούμε τον τύπο $V_{mod} = n * (V_d - I * R_s)$ όπου n ο αριθμός των Φ/Β στοιχείων που συνδέονται σε σειρά για τον σχηματισμό του πλαισίου.

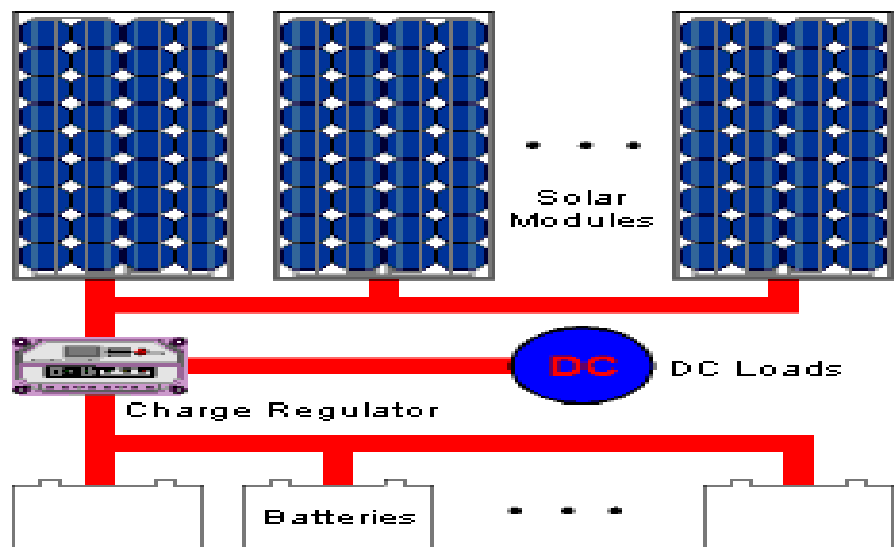
Στην περίπτωση που υπάρχουν αρκετά Φ/Β πλαίσια σε σειρά, τότε η συνολική τάση (V) ισούται με το άθροισμα των τάσεων των πλαισίων και το ρεύμα παραμένει ίδιο. Συνεπώς για n αριθμό πλαισίων έχουμε : $V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$. Έτσι με μια συνδεσμολογία τέτοιου τύπου επιτυγχάνεται αύξηση της παραγόμενης τάσης.

Αντίθετα, συνδέοντας πλαίσια παράλληλα, επιτυγχάνεται αύξηση του ρεύματος καθώς για κάθε τάση που εφαρμόζεται στα άκρα κάθε ενός από τα πλαίσια, το συνολικό ρεύμα ισούται με το άθροισμα των ρεμάτων των πλαισίων. Έχουμε δηλαδή για n αριθμό πλαισίων :

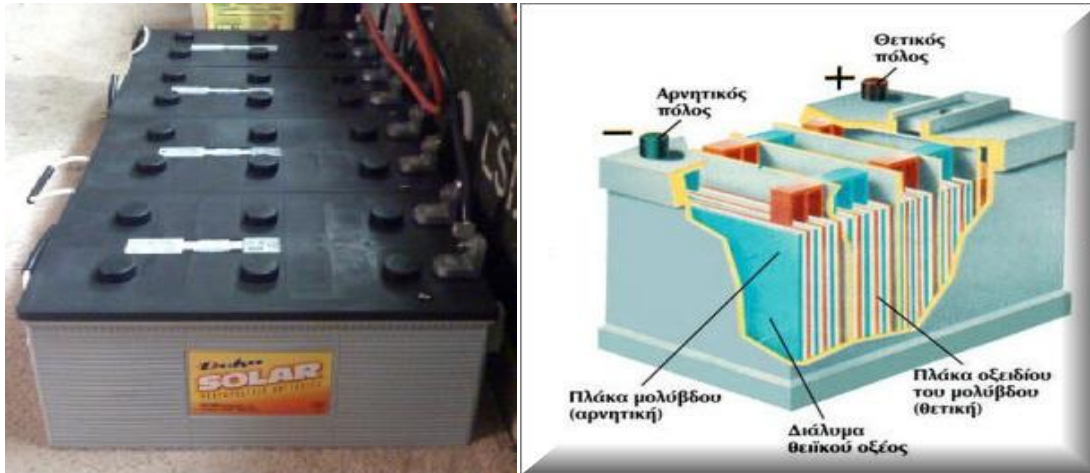
$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n .$$

4.10 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Είναι γνωστό ότι τα Φ/Β παρέχουν ισχύ μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας και μάλιστα με την ακτινοβολία του ηλίου. Αμέσως, λοιπόν δημιουργείται η ανάγκη εύρεσης τρόπου αποθήκευσης της ημερίσιας παραγόμενης ενέργειας, ώστε να καταναλωθεί από συστήματα τα οποία πιθανόν να λειτουργούν και κατά τη διάρκεια της νύχτας ή και μιας συννεφιασμένης ημέρας. Η πιο ενδεδειγμένη και διαδεδομένη επίλυση του προβλήματος αυτού, είναι η αποθήκευση της ενέργειας που παράγουν τα Φ/Β σε μπαταρίες ούτως ώστε να χρησιμοποιηθεί όποτε χρειαστεί.



Υπάρχουν πολλές τεχνολογίες μπαταριών, αλλά ο τύπος μπαταρίας που έχει επικρατήσει να χρησιμοποιείται για τα Φ/Β συστήματα είναι η μολύβδου-οξέως βαθιάς εκφόρτωσης. Ένας λόγος που χρησιμοποιούνται οι μπαταρίες εκτός από το ότι αποθηκεύουν ενέργεια, είναι ότι έχουν μεγάλη διάρκεια χρόνου ζωής, μπορούν να παρέχουν υψηλά ρεύματα για σύντομα χρονικά διαστήματα μιας και είναι υψηλότερα από το στιγμιαίο ρεύμα του Φ/Β συλλέκτη. Επίσης, έχουν την ιδιότητα να ελέγχουν την τάση εξόδου του συλλέκτη έτσι ώστε τα φορτία να λαμβάνουν τάσεις που να είναι ανάμεσα στα δικά τους όρια αποδοχής. Σημαντικό στοιχείο στις μπαταρίες δεν είναι μόνο η τάση που παράγουν, αλλά και η ικανότητα αποθήκευσης ενέργειας η οποία μετριέται σε αμπερόρια (Ah) και ο ρυθμός εκφόρτωσης. Ένας επίσης σημαντικός παράγοντας που παίζει ρόλο στην ικανότητα σε αμπερώρια (Ah) μιας μπαταρίας είναι και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Σε ψυχρές θερμοκρασίες, μειώνεται δραματικά η ικανότητα της μπαταρίας, μειώνεται η τάση εξόδου της, και δημιουργείται η ανάγκη προστασίας τέτοιων μπαταριών στα ψυχρά κλίματα. Βέβαια, για να συμβούν τα παραπάνω και να προκύψει αλλοίωση των χαρακτηριστικών, πρέπει να είναι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κάτι σχεδόν απίθανο στην περίπτωση της πλωτής μονάδας και ακόμα πιο ειδικά στις παραθαλάσσιες περιοχές τις χώρες μας.



4.11 ΣΥΣΤΗΜΑ SCADA

Μπαίνοντας στο τελευταίο κομμάτι της τεχνικής ανάλυσης της πλωτής μονάδας αφαλάτωσης, θεωρείται πολύ σημαντικό να γίνει αναφορά και επεξήγηση της λειτουργίας ενός εκ των ζωτικότερων συστημάτων που είναι εγκατεστημένα στο πλωτό. Το σύστημα αυτό ονομάζεται SCADA από τις αγγλικές λέξεις, supervisory (επιτηρητικός), control (έλεγχος), and data (δεδομένα), acquisition (απόκτηση). Είναι δηλαδή ένα σύστημα που επιτηρεί και ελέγχει αυτόματα τα δεδομένα που το ίδιο το σύστημα ανακτά και συλλέγει. Λειτουργεί με ένα λογισμικό σε έναν Η/Υ, που επικοινωνεί με τις μονάδες τηλεμετρίας μέσω δικτύου. Ένα λογισμικό SCADA παρέχει την πλατφόρμα ανάπτυξης της εφαρμογής που συλλέγει τις μετρήσεις, προβαίνει στις ανάλογες ενέργειες και απεικονίζει εποπτικά όλη την εγκατάσταση. Το λογισμικό λειτουργεί σε παραθυρικό περιβάλλον, είναι εύκολα ρυθμιζόμενο ως προς τις παραμέτρους λειτουργίας του, είναι επεκτάσιμο, σταθερό, καταγράφει τις μετρούμενες τιμές και ενέργειες που λαμβάνονται και μπορεί να ειδοποιήσει τηλεφωνικά σχετικό προσωπικό σε περιπτώσεις που εντοπίζει βλάβες σε αντλίες, σωλήνες, μονάδα αφαλάτωσης και δεξαμενές.

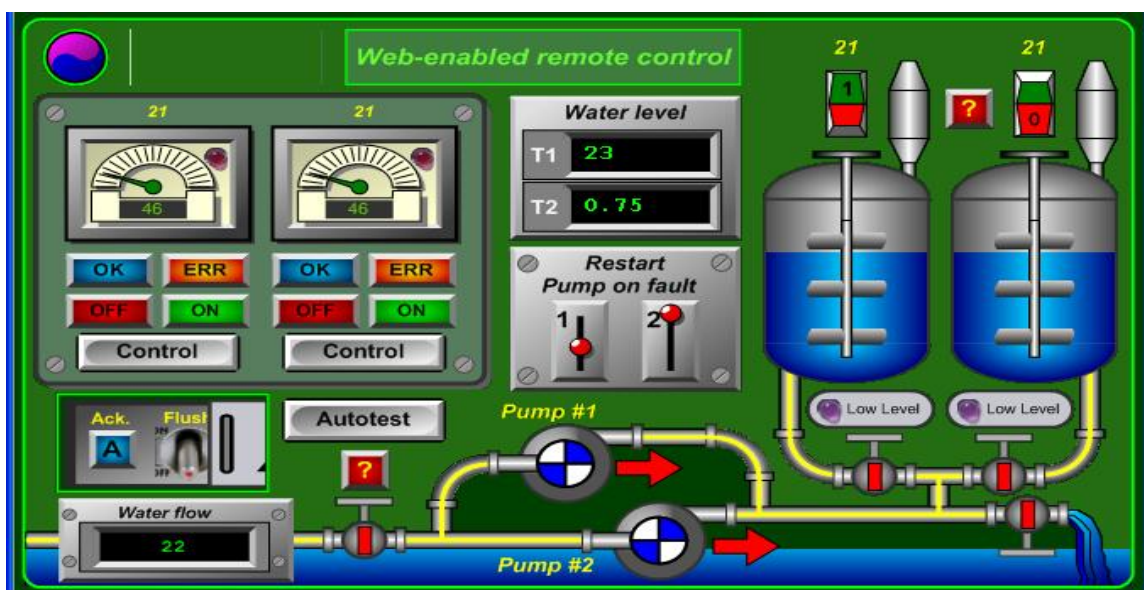
Πιο συγκεκριμένα, για να υπάρχει η δυνατότητα υλοποίησης των προαναφερθέντων λειτουργιών του λογισμικού του συστήματος SCADA, εγκαταστάθηκαν αισθητήρες: πίεσης, αγωγιμότητας, ροής, θερμοκρασίας καθώς και μέτρησης ρεύματος. Στη συνέχεια, συναρμολογήθηκαν δύο πίνακες με μονάδες τηλεμετρίας, και κατασκευάστηκε εφαρμογή για Η/Υ με δυνατότητες όπως:

1. Διαβάζει τις μετρήσεις από τις μονάδες τηλεμετρίας.
2. Ελέγχει τις τιμές συγκρίνοντας τις με όρια που έχουν τεθεί.
3. Απεικονίζει τις τιμές και τα σφάλματα σε μιμικό διάγραμμα του εργοστασίου.
4. Προβαίνει σε αυτόματες ενέργειες που προστατεύουν την ορθότητα διαδικασίας της αφαλάτωσης και του εξοπλισμού.
5. Ειδοποιεί τηλεφωνικά, μέσω SMS ακόμα και με e-mail το προσωπικό σε περιπτώσεις βλαβών.
6. Καταγράφει τις μετρήσεις και της βλάβες για στατιστική ανάλυση.

7. Επιτρέπει αλληλεπίδραση με το χρήστη για χειρισμούς ακόμα και κατά την αυτόματη λειτουργία.
8. Παρέχει εργαλεία αυτοδιάγνωσης και επίλυσης προβλημάτων μέσω αναβαθμίσεων online.
9. Είναι γρήγορη και πολυνηματική εφαρμογή σχεδιασμένη να προχωρά τη διαδικασία χωρίς να καταρρέει ή να κολλάει σε δυσλειτουργίες αισθητήρων ή σημάτων. Επεξεργάζεται ταυτόχρονα πολλά τμήματα της διαδικασίας όχι σειριακά.
10. Το σύστημα αυτό μπορεί να ελέγχεται απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου ή dial-in από διαπιστευμένο προσωπικό, οπουδήποτε, οποτεδήποτε.

Τα οφέλη που προκύπτουν από την εγκατάσταση αυτού του προγράμματος είναι πολλά και σημαντικά αρκεί να σημειωθούν αποτελέσματα όπως: 1) η εγκατάσταση προστατεύτηκε με έναν ιδιαίτερο τρόπο που εξασφαλίζει τη λειτουργία της και την παραγωγή του προϊόντος (πόσιμο νερό) σε υψηλή μάλιστα ποιότητα. 2) μείωσε τα εργατικά κόστη. 3) η ανάλυση των δεδομένων που καταγράφονται μπορούν να δώσουν ενδείξεις για προληπτική συντήρηση. 4) προγραμματίζεται εύκολα, 4) συντηρείται και επισκευάζεται με ευκολία, 5) είναι αξιόπιστο και φιλικό προς το περιβάλλον, 6) μπορεί να ελεγχθεί από μακριά οποιαδήποτε χρονική στιγμή και μάλιστα χωρίς να πρέπει να βρίσκεται κάποιος τεχνικός επάνω στο πλωτό, 7) δίνει τη δυνατότητα να παρακολουθείται η διαδικασία με μια ματιά, με αποτέλεσμα αν υπάρχει κάποιο σφάλμα κάπου, να εντοπίζεται εύκολα και γρήγορα.

Συνεπώς, το σύστημα αυτό αποτελεί έναν ομολογουμένως αξιόπιστο «φρουρό» που επιτηρεί και ελέγχει το σύστημα αδιάλειπτα και με ασφάλεια ούτως ώστε να επιτευχθεί στο μέγιστο στόχος της αξιοποίησης του θαλασσινού νερού μετατρέποντας το σε πόσιμο.



4.12 ΑΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ

Κλείνοντας το τεχνικό σκέλος του αυτόνομου πλωτού συστήματος αφαλάτωσης, σημειώνεται ότι πρόκειται για ένα κατασκεύασμα το οποίο αξιοποιεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την ενέργεια που μπορεί να προσφέρει ο αέρας και η ηλιακή ακτινοβολία. Συνδυάζει ένα ευρύ φάσμα γνώσεων ηλεκτρολογικής, ηλεκτρονικής και μηχανολογικής φύσεως με απότερο σκοπό την παραγωγή ενός πολύτιμου και αναγκαίου αγαθού που δεν είναι άλλο από το ίδιο το πόσιμο νερό. Σε επίπεδο ηλεκτρολογικό, γίνεται πλήρης αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας που έχει ο άνεμος και μέσω μιας ανεμογεννήτριας μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια η οποία θα τροφοδοτήσει τις αντλίες παροχής νερού στη μονάδα αφαλάτωσης. Την ανεμογεννήτρια πλαισιώνουν και όλα τα απαραίτητα στοιχεία που απαιτούνται για την σωστή και ασφαλή της λειτουργία. Τέτοια στοιχεία είναι ο αντιστροφέας που θα ρυθμίζει την τάση σε επιθυμητά επίπεδα, και ελεγκτές PI που θα ελέγχουν και ρυθμίζουν αυτόματα τόσο τις στροφές της τουρμπίνας όσο και την τάση της γεννήτριας. Ταυτόχρονα, η ηλιακή ακτινοβολία και η ενέργεια που αυτή ενέχει, θα μετατρέπεται μέσω των φωτοβολταϊκών πλαισίων σε ηλεκτρική ενέργεια που θα παρέχεται για τη λειτουργία των συστημάτων ελέγχου και τηλεπικοινωνίας. Ένα τέτοιο σύστημα, το οποίο είναι και υπεύθυνο εν μέρει για τον χαρακτηρισμό «αυτόνομο» του συστήματος είναι το σύστημα SCADA που ελέγχει σε συνεχή βάση μέσω αισθητήρων, τις αντλίες, τους αγωγούς μεταφοράς υδάτων και την ίδια την μονάδα αφαλάτωσης, ως προς τη καλή λειτουργία τους. Επίσης, έχει δυνατότητα να ενημερώνει μέσω ασύρματου δικτύου επικοινωνίας τους τεχνικούς για πιθανές βλάβες που θα εντοπιστούν και να επισκευαστούν αν είναι δυνατόν και πάλι από απόσταση. Συνεπώς είναι ένα σύστημα το οποίο είναι σε θέση να παράγει ένα πολύτιμο αγαθό χωρίς να ρυπαίνει το περιβάλλον, έχοντας αξιοποιήσει τη φύση στο έπακρον, αλλά και τις ηλεκτρολογικές, ηλεκτρονικές και μηχανολογικές γνώσεις του ανθρώπου.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Γενικά το κάθε σύστημα αφαλάτωσης για να κριθεί αξιόλογο πρέπει να εξεταστούν επαρκώς τα οικονομικά δεδομένα του . Μια δύσκολη περιγραφή κατευθυνόμενη κατά τις βασικές συνιστώσες του **κόστους της επένδυσης του συστήματος** και του **κόστους της πώλησης του παραγόμενου νερού** οι οποίες προκύπτουν από συνάθροισμα παραγόντων και από πλήθος υπόψη παραμέτρους , δίνοντας στο παρών κεφάλαιο μια δυνατή προσέγγιση των χαρακτηριστικών αυτών .

5.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.

Το κόστος της επένδυσης του συστήματος χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες: **το κόστος αρχικής επένδυσης** καθώς και από **το κόστος λειτουργίας και συντήρησης**. Όσο αφορά το **αρχικό κόστος της επένδυσης** διαμοιράζεται στο κόστος που περιλαμβάνει το πλήθος των μελετών που αφορούν την καταλληλότητα της περιοχής αλλά και του επιχειρηματικού ρίσκου πριν το στάδιο της έναρξης κατασκευής του συστήματος, ενώ στην επόμενη φάση, της έναρξης των διεργασιών καλύπτεται το κόστος του εξοπλισμού και της εργασίας συνοψίζοντας τα **στα στάδια της προκαταρκτικής μελέτης, του προκαταρκτικού σχεδιασμού, της ανάπτυξης του προτεινόμενου έργου και του μηχανικού σχεδιασμού** .

5.1.1 ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΚΑΤΑΡΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.

Η περιοχή η οποία επιλέχθηκε για την κατασκευή ενός συστήματος αφαλάτωσης πρέπει να πιστοποιηθεί ότι πληροί τις προϋποθέσεις επιθεωρώντας την επιτόπια από εμπειρογνώμονες ,προκειμένου να γνωστοποιηθούν τα γενικά και ειδικά χαρακτηριστικά της περιοχής (εδαφικά ,μετεωρολογικά , επίπεδα αλατότητας του νερού κ.α.) ενώ με την σειρά της ακολουθεί η περιβαλλοντική μελέτη η οποία θα εστιάσει στην πρόληψη αρνητικών επιπτώσεων και κινδύνων στο περιβάλλον (χρήση της γης , θαλάσσιο περιβάλλον , κ.α.) αλλά και στην τοπική κοινωνία. Η διασταύρωση των συγκεντρωμένων στοιχείων θα οδηγήσουν στην ανάδειξη της βέλτιστης θέσης και διάταξης και θα βοηθήσει στην αίσια εναρμόνιση του συστήματος.

5.1.2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΚΑΤΑΡΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.

Μετάπειτα ακολουθεί ο προκαταρκτικός σχεδιασμός, σαν επιπρόσθετο κόστος, ο οποίος αντιπροσωπεύει την εκτίμηση της βέλτιστης δυναμικότητας της εγκατάστασης, το μέγεθος της, την διάταξη της , τις υποδομές και τον εξοπλισμό που απαιτείται καθώς και τις εκτιμώμενες ποσότητες, απαραίτητες για την διενέργεια λεπτομερής εκτίμησης κόστους ενώ συμπεριλαμβάνεται η διεξαγωγή της αναλυτικής εκτίμησης κόστους . Η έκθεση αυτή θα πρέπει να είναι επαρκώς λεπτομερείς σχετικά με τα κόστη , την απόδοση και τους κινδύνους που εγκυμονούν από την υλοποίηση του σχεδίου .

5.1.3 ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΕΡΓΟΥ.

Με την προϋπόθεση ότι οι προγενέστερες μελέτες θα αναδείξουν την ορθότητα της επιλογής της τοποθεσίας και της καταλληλότητας της επένδυσης ακολουθούν οι δραστηριότητες ανάπτυξης του παραγόμενου έργου . Πρωταρχικά ξεκινά η διαπραγμάτευση της τιμής διάθεσης του νερού και ταυτόχρονα η έγκριση πλήθους άδειών κυρίως περιβαλλοντικών συμπεριλαμβάνοντας στις εν

λόγω διαπραγματεύσεις το κόστος νομικών και άλλων συμβουλών οικονομικού και λογιστικού χαρακτήρα.

5.1.4 ΚΟΣΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.

Τελευταίο στη φάση του αρχικού κεφαλαίου και το πιο σημαντικό είναι ο μηχανικός σχεδιασμός και η διεκπεραίωση του ,ο οποίος αποτελεί το βασικότερο βήμα του συστήματος αφαλάτωσης περιλαμβάνοντας τις μηχανολογικές και ηλεκτρολογικές μελέτες και τις εργασίες χημικού μηχανικού και πολιτικού μηχανικού. Εξίσου σημαντική η συμμετοχή του ηλεκτρολόγου μηχανικού για τον σχεδιασμό και την σύνδεση των ηλεκτρολογικών και ηλεκτρονικών στοιχείων.

Γενικά το κόστος κατασκευής της μονάδας αποτελεί ένα ποσοστό 50-80% του αρχικού κόστους επένδυσης και περιλαμβάνει τα κόστη προμήθειας των απαιτούμενων υλικών, κατασκευής και εγκατάστασης των συστημάτων αφαλάτωσης και των συστημάτων επεξεργασίας του νερού, πριν και μετά την αφαλάτωση. Το υπόλοιπο ποσοστό, δηλαδή το 20-50% αναφέρεται στα διαδικαστικά κόστη μελέτης, σχεδιασμού και αδειοδότησης της εγκατάστασης της μονάδας αφαλάτωσης, καθώς και στο κονδύλι των «απροβλέπτων».

5.1.5 ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.

Μετά το πέρας της εγκατάστασης του συστήματος ξεκινάει η φάση της λειτουργίας και συντήρησης του .Το κόστος που αναφέρεται γενικά στις ενεργειακές δαπάνες , στην εργασία του προσωπικού καθώς και σε υλικά χαρακτηρίζεται ως το κόστος λειτουργίας και συντήρησης, κατανοώντας το με τον διαχωρισμό του στις παραμέτρους του σταθερού και μεταβλητού κόστους.

Το σταθερό κόστος με ποσοστό περίπου του 15%-50% του συνολικού κόστους λειτουργίας και συντήρησης χαρακτηρίζεται από το σύνολο των εργασιών που αφορούν τα εργατικά, τις απαιτήσεις του προσωπικού, την συντήρηση του εξοπλισμού, τον τεχνικό έλεγχο, τα κόστη για τον περιβαλλοντικό έλεγχο και ακόμα τα κόστη της ασφάλισης και της διοίκησης. Γενικά είναι τα κόστη τα οποία δεν έχουν σχέση με την ποσότητα του παραγόμενου πόσιμου νερού από το σύστημα.

Το μεταβλητό κόστος εξαρτάται από την παραγόμενη ποσότητα νερού και αναφέρεται στην ενέργεια που καταναλώνεται, την απαιτούμενη χημική επεξεργασία την αντικατάσταση ανταλλακτικών που φθείρονται, την απομάκρυνση της άλμης και αποτελεί το υπόλοιπο 50-85% του κόστους συντήρησης και λειτουργίας. Συχνά το ενεργειακό κόστος αγγίζει το 60% του μεταβλητού κόστους λειτουργίας και συντήρησης. Είναι προφανές ότι για την οικονομική αξιολόγηση μιας μονάδας αφαλάτωσης υπολογίζεται το άθροισμα των κοστών που αναφέρθηκαν παραπάνω σε ευρώ ανά κυβικό.

5.2 ΚΟΣΤΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ .

Οι κοινωνικές ανάγκες απαιτούν το πόσιμο νερό να είναι αγαθό ελεύθερα εκμεταλλεύσιμο, με αποδεκτά ποιοτικά όρια, με διαχρονικότητα και με σεβασμό προς το περιβάλλον . Όμως δε πρέπει να παραγνωρίζεται επειδή αποτελεί και επενδυτικός παράγοντας εμπλέκοντας το οικονομικό σύστημα, ένα πολύπλοκο σύστημα ειδικά για τα συστήματα αφαλάτωσης. Η τιμή πώλησης του παραγόμενου νερού θα καθορίσει την ίδια την βιωσιμότητα της μονάδας και προκύπτει με βάση τον

υπολογισμό του κόστους του παραγόμενου νερού και τελικώς από τους διακανονισμούς με τους υποψήφιους αγοραστές (δημόσιο ή ιδιώτες).

5.2.1 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ.

Για την εκμετάλλευση του πόσιμου ή αρδεύσιμου νερού από τους δημότες ή ιδιώτες καταναλωτές προηγούνται πλήθος έργων και ενεργειών που αποτελούν την παραγωγική προσπάθεια και την κατανάλωση άλλων πόρων. Συνοψίζοντας τα στα κόστος επένδυσης της μονάδας ,μεταφοράς του αφαλατωμένου νερού και αποθήκευσης του προκύπτει το κόστος του παραγόμενου νερού. Με βάση αυτό θα καθοριστεί η ελάχιστη εγγυημένη ποσότητα νερού την οποία ο αγοραστής είναι υποχρεωμένος να αγοράζει κάθε χρόνο μετά από σχετική συμφωνία και η ίδια θα καλύπτει τις άμεσες ανάγκες των καταναλωτών δηλαδή την προβλεπόμενη ζήτηση αλλά ταυτόχρονα θα εξασφαλίσει και την συνέχιση της παραγωγής του συστήματος δηλαδή της ίδιας της βιωσιμότητας της μονάδας. Καλύπτοντας την εικόνα του παραγόμενου νερού θα επεξηγηθούν μερικοί σχεδιαστικοί και λειτουργικοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν άμεσα το κόστος του.

ΚΑΤΑΡΤΙΣΜΕΝΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Η απασχόληση καταρτισμένων λειτουργών, μηχανικών και διαχειριστών μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερη διαθεσιμότητα και δυναμικότητα παραγωγής του συστήματος, εξάλειψη του χρόνου συντήρησης ή αποκατάστασης βλαβών και αύξηση της διάρκειας ζωής του έργου μειώνοντας έτσι το κόστος κεφαλαίου του προϊόντος.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ

Η πρόληψη για την τοποθεσία του συστήματος αφαλάτωσης σε ευνοϊκές θέσεις έχει την ικανότητα να μειώσει κόστη που σχετίζονται με την εγκατάσταση ,τη διαχείριση της άλμης σημειώνοντας ότι τα χαρακτηριστικά στοιχεία της περιοχής έχουν μια δυνατή επίδραση τόσο στον τύπο επεξεργασίας που θα εφαρμοστεί πριν και μετά την διεργασία αφαλάτωσης όσο και στον βαθμό κατανάλωσης των χημικών ουσιών.

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ.

Η εξέταση των χαρακτηριστικών του νερού τροφοδοσίας προς αφαλάτωση όπως η αλατότητα , η θερμοκρασία, η θολότητα, η ύπαρξη χημικών στοιχείων θα καθορίσουν την επεξεργασία και τη μέθοδο αφαλάτωσης που θα απαιτηθεί για να κριθεί αποδεκτό, ανάλογα με την ποιότητα που ζητείται.

Όσο αφορά την αλατότητα δηλαδή την περιεκτικότητα του νερού σε ολικά διαλυτά στερεά μπορεί να χωριστεί σε υφάλμυρο και θαλασσινό. Το υφάλμυρο θεωρείται το νερό στο οποίο τα ολικά διαλυτά στερεά είναι μέχρι και 10.000 ppm ενώ τα θαλασσινό νερό περιέχει από 10.000 ppm μέχρι και περίπου 42.000ppm. Συγκρίνοντας τα , η μικρότερη συγκέντρωση άλατος επιτρέπει στο σύστημα να λειτουργήσει σε χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση ενώ το κόστος παραγωγής και επεξεργασίας είναι μικρότερο σε σχέση με αυτό που θα είχε ένα ίδιο σύστημα που θα τροφοδοτούνταν με θαλασσινό νερό.

Όσο αφορά τις χημικές ουσίες όπως πυρίτιο, μαγνήσιο και κάλλιο που βρίσκονται διαλυμένες στο νερό τροφοδοσίας ανεξάρτητα της αλατότητας του αυξάνουν το κόστος της επεξεργασίας που πρέπει να προηγηθεί καθώς επίσης και η αύξηση της θερμοκρασίας αν και γενικά μειώνει το κόστος παραγωγής ,στις μεθόδους με μεμβράνες φθείρει τις συστοιχίες τους.

ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΛΜΗΣ.

Ο τρόπος διαχείρισης της άλμης επίσης επηρεάζει το κόστος με την απόρριψη της άλμης στην θάλασσα να είναι η πιο φθηνή λύση εγκυμονώντας όμως περιβαλλοντολογικούς κινδύνους όπως η μόλυνση γειτονικών συστημάτων ειδικά σε μονάδες αφαλάτωσης που βρίσκονται σε ηπειρωτικές περιοχές. Η κατασκευή λιμνών εξάτμισης ή εναλλακτικά ένα σύστημα ανάκτηση ενέργειας από την άλμη αποτελούν συμφέρουσες λύσεις .

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.

Μια σημαντική παράμετρος που επηρεάζει το κόστος παραγωγής του αφαλατωμένου νερού είναι το μέγεθος της μονάδας αφαλάτωσης (οικονομία κλίμακας). Η δυναμικότητα του συστήματος θα καθορίσει το κόστος του εξοπλισμού δηλαδή τα μεγέθη διεργασιών, των μονάδων άντλησης και παρατηρείται ότι μεγαλύτερης δυναμικότητας συστήματα αν και περιλαμβάνουν υψηλότερο κεφάλαιο μειώνουν το κόστος κεφαλαίου ανά μονάδα προϊόντος. Αναφορικά για μεγάλου μεγέθους συστήματα προτιμώνται οι διεργασίες απόσταξης και συγκεκριμένα η απόσταξη πολλαπλής φάσης ενώ σε μεσαίου μεγέθους εφαρμογές η εξάτμιση πολλαπλής επίδρασης και σε μικρότερες η μηχανική συμπίεση. Οι διεργασίες μεμβράνης είναι κατάλληλες για κάθε είδους εφαρμογές.

Είδος νερού τροφοδοσίας	Δυναμικότητα μονάδας m3/ημέρα	Κόστος €/m3
Υφάλμυρο	<1.000	0,63 - 1,06
	5.000-60.000	0,21 - 0,43
Θαλασσινό	<1.000	1,78 - 9,00
	1.000-5.000	0,56 - 3,15
	12.000-60.000	0,35 – 1,30
	>60.000	0,40 – 0,80

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΩΣΜΩΣΗ

Εξετάζοντας τον πίνακα 5.1 συμπεραίνουμε ότι για συστήματα αντίστροφης ώσμωσης διαφορετικής δυναμικότητας αλλά και είδους νερού το κόστος του αφαλατωμένου νερού μειώνεται όσο αυξάνεται το μέγεθος της μονάδας. Συγκριτικά μπορούμε να αναφέρουμε για θαλασσινό νερό μια μονάδα αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης με δυναμικότητα 5.000 m³/ημέρα το κόστος του παραγόμενου νερού κυμαίνεται στα 3,15€/m³ ενώ όταν η δυναμικότητα αυξηθεί σε 60.000 m³/ημέρα το κόστος μειώνεται σε 1,30€/m³ κατά μέσο όρο.

Μέθοδος Αφαλάτωσης	Μέγεθος μονάδας m ³ /ημέρα	Κόστος €/m ³
MSF	<100	2- 8
	12.000-55.000	0,76 - 1,20
	>91.000	0,42 - 0,81

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ MSF

Εξετάζοντας τον πίνακα 5.2 για διαφορετικής δυναμικότητας συστήματα απόσταξης πολλαπλής φάσης επαληθεύεται πως και στις θερμικές διεργασίες το κόστος αφαλάτωσης του νερού μειώνεται όσο αυξάνεται το μέγεθος της μονάδας. Συγκεκριμένα για συστήματα MSF δυναμικότητας λιγότερων των 100 m³/ημέρα το κόστος του παραγόμενου νερού κυμαίνεται στα 2- 8€/m³ ενώ όταν η δυναμικότητα αυξηθεί στα 55.000 m³/ημέρα το κόστος μειώνεται σε 1,20€/m³ κατά μέσο όρο.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .

Η μέθοδος αφαλάτωσης θα επηρεάσει το κόστος της παραγωγής που περιλαμβάνει το κόστος εργασίας ,την ενέργεια και τα αναλώσιμα και όχι το κόστος της διανομής και της αποθήκευσης. Για την επιλογή της θα ληφθούν υπόψη παράγοντες που προαναφέρθηκαν αλλά και από την διάθεση της ενέργειας που αποτελεί την σημαντικότερη παράμετρο.

Οι μονάδες αφαλάτωσης με βάση το είδος της ενέργειας που χρησιμοποιούν χωρίζονται στα συστήματα που είναι συνδεδεμένα με τις συμβατικές μορφές ενέργειας και σε αυτά που αξιοποιούν τις Α.Π.Ε. είτε ως υβριδικά είτε ως αυτόνομα.

Είδος νερού τροφοδοσίας	Πηγή ενέργειας	Κόστος €/m ³
Υφάλμυρο	Συμβατική	0,21 – 1,06
	Φ/Β	4,5 -10,32
Θαλασσινό	Γεωθερμία	2,00
	Συμβατική	0,35- 2,70
	Αιολική	1,00 -5,00
	Φ/Β	3,14- 9,00

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΝΑ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ερμηνεύοντας τον πίνακα 5.3 οι συμβατικές μορφές ενέργειας αποφέρουν το χαμηλότερο κόστος παραγόμενου νερού κατά την επεξεργασία υφάλμυρου νερού ,με κόστος από 0,21 - 1,06 €/m³ κατά μέσο όρο, αλλά και κατά την επεξεργασία θαλασσινού νερού, με αντίστοιχο κόστος για τις μεγαλύτερες μονάδες να είναι 0,35 €/m³ και φτάνει για τις μικρότερες τα 2,70 €/m³ σε σύγκριση των εφαρμογών με Α.Π.Ε.

Γενικά η καθιέρωση της συμπαραγωγής με τις διεργασίες απόσταξης εμφανίζεται σε χώρες όπου υπάρχει άφθονο φθινό πετρέλαιο, όπως στην Μέση Ανατολή επειδή απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας για την εξάτμιση του νερού τροφοδοσίας και ενδείκνυται κυρίως για συστήματα μεγάλης δυναμικότητας σε άνυδρες περιοχές με υψηλή απαίτηση ποιότητας νερού καθώς οι διεργασίες απόσταξης παράγουν νερό με χαμηλή συγκέντρωση άλατος της τάξης των 10-20 ppm σε σύγκριση με τις διεργασίες μεμβράνης που παράγουν νερό με συγκέντρωση 350-500 ppm.

Αντίθετα με τις συμβατικές μορφές ενέργειας η χρήση των Α.Π.Ε. μπορεί να αποτελέσει μια ελκυστική εναλλακτική λύση λόγω των μειωμένων περιβαλλοντικών επιπτώσεων καθώς είναι φιλικές ως προς το περιβάλλον και έχουν μειωμένες εκπομπές αερίων λόγω μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας κατά την χρήση τους .Η πλειονότητα των Α.Π.Ε. που χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία μονάδων αφαλάτωσης είναι σε αυτές που χρησιμοποιούν αιολική ενέργεια (ανεμογεννήτριες), την ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά , ηλιακοί συλλέκτες) και σε αυτές που χρησιμοποιούν την γεωθερμική ενέργεια. Γενικά το κόστος του παραγόμενου νερού με Α.Π.Ε. εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της περιοχής όπως την αλατότητα (υφάλμυρο ή θαλασσινό) ,το δυναμικό Α.Π.Ε. αλλά και την δυναμικότητα του συστήματος. Παρατηρείται πως στην πλειονότητα τους συνδυάζονται με τις μεθόδους των μεμβρανών και συγκεκριμένα με αυτής της αντίστροφης ώσμωσης εξαιτίας του ότι η κατανάλωση ρεύματος είναι μικρότερη όπως επίσης και το κόστος συντήρησης .

Μια διαφορετική κατηγορία συστημάτων αφαλάτωσης είναι αυτών των υβριδικών τα οποία θεωρούνται ικανά να αυξήσουν την παραγωγικότητά τους και να μειώσουν το κόστος του παραγόμενου νερού χρησιμοποιώντας περισσότερες από μια μορφές ενέργειας ή ακόμα και ένα μίγμα διαφορετικών μεθόδων αφαλάτωσης.

Εφαρμογές τέτοιων συστημάτων συναντιούνται συνήθως είτε με την συνεργασία των Α.Π.Ε. μεταξύ τους, όπως η σύνδεση Φ/Β με ΑΓ αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια αλλά και το αιολικό δυναμικό ώστε να εξασφαλίζεται όσο το δυνατόν μεγαλύτερος βαθμός αδιάκοπης λειτουργίας ,είτε με το δίκτυο. Έχουν αναφερθεί συστήματα αφαλάτωσης δυναμικότητας γύρω στα 1.000 m³/ημέρα με ανεμογεννήτριες συνδεδεμένες στο δίκτυο το κόστος του παραγόμενου νερού να κυμαίνεται στα 1,40€/m³ και 2,18€/m³ ενώ σε άλλο σύστημα αφαλάτωσης με ανεμογεννήτρια συνδεδεμένη με το δίκτυο αλλά και με ντιζελογεννήτρια το κόστος του παραγόμενου νερού να κυμαίνεται στα 2,31€/m³.

	Μέγεθος μονάδας m³/ημέρα	Κόστος €/m³
100% Φ/Β	3.096	6,64
60% Φ/Β+4KW Α/Γ	3.096	5,58
40% Φ/Β +2Χ4 KW Α/Γ	3.096	5,21
35% Φ/Β +10 KW Α/Γ	3.096	5,36

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ

Παρατηρώντας τον πίνακα 5.4 ενός υβριδικού συστήματος (Φ/Β με ΑΓ) όσο μεγαλύτερη είναι η συμβολή της ανεμογεννήτριας τόσο το κόστος του παραγόμενου νερού μειώνεται, ξεπερνώντας σε οικονομία ακόμα και το αυτόνομο Φ/Β σύστημα κυρίως λόγω υψηλού κόστους εγκατάστασης του.

Υπάρχουν επίσης αναφορές υβριδικών συστημάτων αφαλάτωσης τα οποία συνδυάζουν διαφορετικές μεθόδους αφαλάτωσης όπως ένα σύστημα MED το οποίο σε συνδυασμό με τη μέθοδο VC παράγει 36.000 m³/ημέρα με κόστος 0,59 €/m³ ή και ένα σύστημα αφαλάτωσης ημερήσιας δυναμικότητας 528.000 m³/ημέρα χρησιμοποιεί την μέθοδο MSF σε συνεργασία με την αντίστροφη ώσμωση μπορεί να μειώσει το κόστος παραγωγής περίπου κατά 15%. Θεωρητικά ακόμα εκτιμήθηκε το σύστημα Νανοδιήθησης - RO – MSF δηλαδή ένας συνδυασμός των μεμβρανών με τις θερμικές διεργασίες και η κατάληξη ήταν ότι το ποσοστό του νερού που μπορούσε να μετατραπεί σε πόσιμο με τον τρόπο αυτό θα μπορούσε να φτάσει το 77,2% με ένα κόστος τόσο χαμηλό όσο 0,30 €/m³.

Τέλος τα συστήματα αφαλάτωσης με Α.Π.Ε. μπορεί να είναι εντελώς αυτόνομα και συνήθως συνδέονται με τη μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης κάνοντας χρήση μπαταριών για να συσσωρεύουν το περίσσειμα ενέργειας και να το αποδίδουν όταν οι καιρικές συνθήκες δε είναι ευνοϊκές και επίσης για να μειώνονται οι διακυμάνσεις στην παραγωγή νερού λόγω της μεταβολής στο ρυθμό παραγωγής ενέργειας .

Σε πολλές περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται φωτοβολταϊκά με αντίστροφη ώσμωση για την ηλεκτροδότηση μονάδων αφαλάτωσης το κόστος πώλησης του παραγόμενου νερού κυμαίνεται από 4,15 έως και 10,32 €/m³ ενώ για συστήματα αφαλάτωσης που χρησιμοποιούν αποκλειστικά ανεμογεννήτριες το κόστος του παραγόμενου νερού κυμαίνεται από 1 έως 5 €/m³ (πίνακας 5.3).

Επιπλέον έχουν αναφερθεί περιπτώσεις για την παραγωγή φρέσκου νερού χρησιμοποιούν γεωθερμία ή σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ηλιακοί συλλέκτες . Ενδεικτικά αναφέρεται πως όσον αφορά τα συστήματα που χρησιμοποιούν γεωθερμία υπολογίζεται πως η τιμή της πώλησης του παραγόμενου νερού κυμαίνεται γύρω στα 2 €/m³ συστήματος δυναμικότητας 80 m³/ημέρα .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ- ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ

Για την εγκατάσταση ενός συστήματος αφαλάτωσης τίθεται σαν προτεραιότητα η ασφάλιση των συμφερόντων της άμεσα κοντινής κοινότητας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να προσεγγίσει την σημασία της συμπληρωματικής κατεύθυνσης της αφαλάτωσης, του περιβάλλοντος και της κοινωνίας σε αντίθεση με τις κινδυνολογίες που θεωρούν πως δρουν ανταγωνιστικά μεταξύ τους.

6.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Η ανάγκη για την επιλογή της βέλτιστης δυνατής θέσης για την εγκατάσταση μιας μονάδας αφαλάτωσης θεσμοθέτησε κυρίως χωροταξικά κριτήρια που είτε υπάγονται στην ΣΜΠΕ (Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων) είτε από συμβούλους διάφορων ειδικοτήτων όπως του μηχανικού με γνώση στα θέματα υδρολογίας, του χωροτάκτη σχεδιαστή πόλεως, του γεωλόγου, του βιολόγου με ειδίκευση στα θέματα της θάλασσας, του περιβαλλοντολόγου καθώς και εκπροσώπους της τοπικής διοίκησης και της κοινωνίας για να ληφθούν αποφάσεις με γνώμονα την τοπογραφία, το περιβάλλον και την κοινωνία.

Συνοπτικά τα κριτήρια αυτά περιλαμβάνουν τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά ζητήματα όπως η μονάδα καθώς και η απόρριψη της άλμης πρέπει να είναι εκτός ορίων από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος και από κατοικημένες ή τουριστικές περιοχές. Επίσης το ότι η μονάδα θα πρέπει να είναι κοντά στο δίκτυο παροχής ενέργειας, στο δίκτυο διανομής νερού και κοντά στην πηγή τροφοδοσίας εξυπηρετεί στην ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς της ενέργειας και της μεταφοράς του νερού καθώς η εγκατάσταση πρόσθετων αγωγών δε χρειάζεται μειώνοντας έτσι τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις εξαιτίας αυτών.

6.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την κάθε μονάδα αφαλάτωσης ασκούν μια ιδιαίτερη επίδραση στον άμεσα προσβαλλόμενο χώρο και για να εκτιμηθούν διαχωρίζονται σε αυτές κατά το στάδιο της κατασκευής της μονάδας αλλά και σε αυτές κατά την λειτουργία της με την μορφή εισροών και εκροών.

6.3 ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Οι εγκαταστάσεις των μονάδων αφαλάτωσης κατά το πλείστον τοποθετούνται παραθαλάσσια με κίνδυνο την αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος κάνοντας λόγο για την αισθητική ρύπανση αλλά και την υποβάθμιση της γης εμποδίζοντας την χρήση της από άλλες δραστηριότητες όπως την αλιεία και τον τουρισμό, γι' αυτό αποφεύγεται η χωροθέτηση τους κοντά σε αρχαιολογικούς χώρους τουριστικά θέρετρα και περιοχές περιβαλλοντικής σημασίας. Επίσης κατά το στάδιο της κατασκευής της μονάδας αφαλάτωσης σημαντικές με δευτερεύουσας σημασίας επιπτώσεις είναι η ηχορύπανση όπου εμφανίζεται και στο στάδιο της λειτουργίας και η δημιουργία σκόνης.

6.4 ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

6.4.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ.

Η συλλογή του νερού τροφοδοσίας γίνεται συνήθως με αγωγούς ανοικτού άκρου φέρνοντας σαν αποτέλεσμα την θνησιμότητα μικροοργανισμών (πλαγκτόν, αυγά, μικρά ψάρια) αλλά και μεγάλα θαλάσσια είδη (ενήλικα ψάρια, ασπόνδυλα, πουλιά) λόγω πρόσκρουσης στον αγωγό εισροής και στα πλέγματα.

Μια εναλλακτική λύση είναι η αντικατάσταση των αγωγών εισροής με τα θαλάσσια πηγάδια (beach wells) τα οποία αλλάζουν την ροή του νερού από κάθετη σε οριζόντια με χαμηλή ταχύτητα άντλησης σε σχέση με τα ανοικτά συστήματα τροφοδοσίας ,μειώνοντας την αναρρόφηση οργανισμών.

6.4.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ.

Με την λειτουργία της μονάδας αφαλάτωσης η χρήση χημικών ουσιών κρίνεται αναγκαία καθώς αποτελεί μέρος της συντήρησης των επιμέρους συστημάτων και εξασφαλίζει την ποιότητα του παραγόμενου νερού. Ο κίνδυνος που εγκυμονεί είναι η χημική ρύπανση του νερού και του οικοσυστήματος γύρω από την μονάδα από τα προϊόντα διάβρωσης, την προσθήκη αντισκωριακών μέσων και οξέων, την προσθήκη απολυμαντικών μέσων και την προσθήκη αντιδραστηρίων κατά του αφρισμού.

ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ .

Το αποτέλεσμα της διάβρωσης των εσωτερικών επιφανειών της μονάδας αφαλάτωσης προκαλεί την απελευθέρωση βαρέων μετάλλων τα οποία στην συνέχεια απορροφώνται από τα αιωρούμενα στερεά και συσσωρεύονται στο ίζημα με αποτέλεσμα την μόλυνση του οικοσυστήματος ,λόγω της τοξικότητάς τους, όταν διοχετεύονται μαζί με την άλμη. Τα βαρέα μέταλλα είναι ο χαλκός, το νικέλιο, το χρώμιο και ο ψευδάργυρος στην περίπτωση μεθόδων με εξάτμιση ή ο σίδηρος, το νικέλιο, το χρώμιο και το μολυβδαίνιο, στην περίπτωση των μεθόδων με μεμβράνες. Γενικότερα παρατηρείται πως ο χαλκός και σίδηρος είναι αυτά με το μεγαλύτερο ποσοστό διάχυσης τους και μπορεί να ξεπεράσουν τα 0.02 ppm (200 φορές υψηλότερα από την συγκέντρωση στο θαλάσσιο περιβάλλον) αλλά λόγω της διάλυσης της εκροής οι συνέπειες δεν μπορούν να μετριάστουν ,ενώ σα λύση προτείνεται η χρήση μη διαβρωτικών υλικών .

ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ (ΑΝΤΙΣΚΩΡΙΑΚΑ ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΟΞΕΑ).

Για την αντιμετώπιση της παραποίησης της διάρθρωσης σωληνώσεων και επιφανειών της μονάδας από την ανάπτυξη κρυστάλλων ,λόγω της αλατότητας του νερού και από τα λασπώδη απόβλητα, χρησιμοποιούνται αντισκωριακά μέσα τόσο στις μεθόδους εξάτμισης όσο και στις μεθόδους με μεμβράνες. Το πολυφωσφορικό οξύ και το πολυμηλεϊνικό οξύ είναι οι συνηθέστεροι διαλύτες που συναντιούνται κατά της καθίζησης όμως προκαλούν παρενέργειες ειδικά το πολυφωσφορικό οξύ που υδρολύεται προς ορθοφωσφορικό οξύ προκαλώντας ευτροφισμό μιας θαλάσσιας περιοχής εντείνοντας την βιομόλυνση. Η αντικατάσταση των φωσφορικών πρόσθετων με οργανικά όπως το πολυακρυλικό οξύ θα αποτελούσε μια εναλλακτική λύση ελαχιστοποιώντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Επίσης για τον περιορισμό της καθίζησης χρησιμοποιούνται και ισχυρά οξέα όπως το θειικό οξύ με το οποίο γίνεται πλύση την μεμβρανών συνήθως 3-4 φορές το χρόνο αλλά και για να μειωθεί το pH του θαλασσινού νερού. Οι συνέπειες από την εκροή του θειικού οξέως είναι η επιτόπια χημική αλλαγή του θαλάσσιου νερού αλλά είναι ελάχιστης περιβαλλοντικής σημασίας καθώς το θειικό άλας είναι ένα από τα κύρια συστατικά της θάλασσας.

ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ

Τα απολυμαντικά πρόσθετα κυρίως το χλώριο και το υποχλώριο χρησιμοποιούνται για να εμποδίσουν την βιομόλυνση στην μονάδα αφαλάτωσης αλλά και του παραγόμενου νερού από τυχόν βακτήρια ή φύκια. Οι μετρήσεις στο σημείο εκροής μιας μονάδας είναι 0.2-0.5 ppm και είναι ικανή να επηρεάσει την υδρόβια ζωή εξοντώνοντας ή καθιστώντας αδύνατη την εγκατάσταση μικροοργανισμών, μιας και αποτελεί ένα από τα ισχυρά τοξικά βιοκτόνα ,ενώ προτείνεται αντί του χλωρίου η χρήση της υπεριώδης ακτινοβολία.

ΑΝΤΙΑΦΡΩΔΗ ΠΡΟΣΘΕΤΑ.

Τα αντιαφρώδη πρόσθετα κατατάσσονται στις απορρυπαντικές ουσίες και συγκεκριμένα για τις μονάδες αφαλάτωσης χρησιμοποιούνται τα μείγματα πολυγλυκόλης όπως το πολυπροπυλένιο γλυκόλης για την αποφυγή αφρισμού στις θερμικές μονάδες αφαλάτωσης (MSF). Η συνηθέστερη τιμή συγκεντρώσεως στην εκροή είναι τα 0.04-0.05 ppm και παρατηρείται από την χρήση τους μικρή μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στην περιοχή απόρριψης ενώ για τον περιορισμό της προτείνεται διάσπαση της τάξης του 80-90% πριν την εκροή.

6.4.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΟΡΥΒΟΥ .

Ο κίνδυνος της όχλησης από την παραγωγή θορύβου εκτός από το στάδιο της κατασκευής υπάρχει και στο στάδιο της λειτουργίας με τα συστήματα της μονάδας όπως οι τουρμπίνες να προκαλούν θόρυβο με ένταση πάνω από τα 90 dB όταν το όριο είναι 50-55 dB.

6.4.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΤΗΣ ΑΛΜΗΣ .

Ο τρόπος διαχείρισης της άλμης ποικίλει με τη συνηθέστερη μέθοδο της απευθείας απόρριψης της πίσω στα επιφανειακά νερά αναμειγνύοντας την με τα υγρά απόβλητα της εγκατάστασης. Όμως υποστηρίζονται εναλλακτικές μέθοδοι όπως την απόρριψη της άλμης σε σύστημα αποχέτευσης ,σε βαθιά πηγάδια-γεωτρήσεις ,σε λεκάνες διήθησης ή ακόμα αξιοποιώντας την σε λίμνες εξάτμισης για την συλλογή του αλατιού και την αποθήκευσης θερμότητας ή στην ιχθυοκαλλιέργεια και στην γεωργία.

Η απορριπτόμενη άλμη από τη μονάδα αφαλάτωσης στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι ρυπαντική μιας και έχει πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση αλάτων από τη θάλασσα καθώς και χημικές ουσίες από την επεξεργασία του νερού , καθιστώντας ανίκανη την ανάπτυξη χλωρίδας και πανίδας στην κοντινή περιοχή.

Επίσης υπάρχει διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ άλμης και θαλασσινού νερού περίπου 8 με 15°C για τις (MSF) μονάδες και παρατηρήθηκε μείωση τις ικανότητας του νερού να περιέχει οξυγόνο ,αλλαγή της βιοποικιλότητας και αύξηση του ρυθμού μεταβολής των κρυσταλλών ζώων. Ακόμα

υπάρχει κίνδυνος της μόλυνσης του υπόγειου υδροφορέα σε περίπτωση διαρροής των σωληνώσεων κατά την μεταφορά της άλμης σε ηλιακές λίμνες ή και στα πηγάδια– γεωτρήσεις.

Για να αντιμετωπιστούν οι συνέπειες της απορριπτόμενης άλμης εφαρμόστηκαν πρακτικές μέθοδοι αλλά και συστάθηκαν βιολογικές μελέτες υποδεικνύοντας την βέλτιστη διαχείριση της άλμης μειώνοντας έτσι τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Συνοπτικά πρακτικές λύσεις είναι η ξεχωριστή συλλογή των αποβλήτων και διάχυση της άλμης σε μεγάλη έκταση με αγωγούς κατά το μήκος της ακτογραμμής, έτσι ώστε να επιτύχει και άμεση αραίωση της αλλά και προστασία των αγωγών από τυχόν διέλευση πλοίων. Ακόμα οι μελέτες γεωμορφολογίας της περιοχής με θέματα της βυθομέτρησης ,της μελέτης του ανάγλυφου βυθού, των ρευμάτων και της μελέτης των κυμάτων θα βοηθήσουν για την ταχεία και αποτελεσματική αραίωση της φλέβας της άλμης, ενώ μελετώντας το οικοσύστημα γύρω από την μονάδα αφαλάτωσης θα διαπιστωθούν τα όρια ανοχής της χλωρίδας και της πανίδας στις συγκεντρώσεις των συστατικών της άλμης.

6.4.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΘΟΔΟ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την επιλογή της μεθόδου αφαλάτωσης δε περιορίζονται μόνο στην χρήση των χημικών που χρειάζεται για την συντήρηση της αλλά υπάρχει και ο κίνδυνος ατμοσφαιρικής ρύπανσης κυρίως από το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και το διοξείδιο του θείου (SO₂).

Γενικά οι ρύποι αυτοί έχουν επιπτώσεις στην υγεία προσβάλλοντας το αναπνευστικό σύστημα αλλά και στο περιβάλλον μιας και είναι τα κύρια συστατικά της δημιουργίας του επιφανειακού όζοντος ,της φωτοχημικής αιθαλομίχλης και της όξινης βροχής.

Τεχνική αφαλάτωσης	CO ₂ / m ³ νερού (Kg/m ³)	NO _x /m ³ νερού (g/m ³)	SO ₂ /m ³ νερού (g/m ³)	Κατανάλωση ενέργειας
RO	1.78	3.87	10.68	3-5 KWh/m ³
MED	18.05	21.41	26.48	270KJ/Kg+2,5-3KWh/m ³
MSF	23.41	28.3	27.91	290 KJ/Kg+4-6KWh/m ³

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1 ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ ΑΝΑ ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.

Παρατηρώντας τον πίνακα 6.1 της μέτρησης αέριων ρύπων για διαφορετικές τεχνικές αφαλάτωσης η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης (RO) παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές σε εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα ,σε οξείδια του αζώτου αλλά και σε διοξείδια του θείου σε αντίθεση με τις θερμικές μεθόδους της εξάτμισης πολλαπλής επίδρασης (MED) και της απόσταξης πολλαπλής φάσης (MSF) .

Όμως αέριοι ρύποι δεν παράγονται μόνο από τις μεθόδους αλλά και από τις διαφορετικές πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση της μονάδας αφαλάτωσης. Μετά την

υπογραφή της σύμβασης του Κιότο η Ελλάδα δεσμεύτηκε για τον περιορισμό των αερίων του θερμοκηπίου κατά 5% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990 έως το 2008 – 2012 προβάλλοντας σα λύση στο πλαίσιο της προστασίας του περιβάλλοντος την χρήση των Α.Π.Ε. έναντι των συμβατικών καυσίμων όσο αφορά τα συστήματα αφαλάτωσης .

Τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας	ΕΚΠΟΜΠΕΣ (g C02/kWh)		
	Σταθμοί καύσης άνθρακα	870	975
Σταθμοί καύσης πετρελαίου	742	880	942
Φ/Β	21	53,4	104
Α/Γ	8	14	123,7

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2 ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ ΑΝΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Εξετάζοντας τον πίνακα 6.2 των εκπομπών αέριων ρύπων από εκτιμήσεις συστημάτων διαφορετικών πηγών ενέργειας σχετικής δυναμικότητας παρατηρούμε πως τα συμβατικά καύσιμα απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα σε ποσότητα πολύ μεγαλύτερη από τις τεχνολογίες των φωτοβολταϊκών και των ανεμογεννητριών.

Για τον υπολογισμό των αέριων ρύπων που προέρχονται από τον συνδυασμό σταθμών καύσης πετρελαίου ή άνθρακα και της μονάδας αφαλάτωσης θα πρέπει να μετρηθεί το σύνολο των ρύπων από τον σταθμό παραγωγής ενέργειας, την λειτουργία τις μεθόδου που χρησιμοποιείται αλλά και από το στάδιο της κατασκευής της μονάδας και της μεταφοράς των εξαρτημάτων.

Σε αντίθεση με τα συμβατικά το περιβαλλοντικό κόστος από τον συνδυασμό των Α.Π.Ε. και αφαλάτωσης αφορά περισσότερο τη μέθοδο ,το στάδιο της κατασκευής και το στάδιο της μεταφοράς των εξαρτημάτων παρά το σταθμό παραγωγής ενέργειας.

Γενικά η αποτελεσματικότητα και η απόδοση των τεχνολογιών Α.Π.Ε. και ειδικά της αξιοποίησης της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας αποτελούν την νέα πραγματικότητα στα συστήματα αφαλάτωσης ,παρέχοντας συνδυασμούς τεχνολογικά και οικονομικά εφικτούς προασπίζοντας το περιβάλλον και τα συμφέροντα της κοινωνίας.

6.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ.

Ο πρωταρχικός ρόλος των συστημάτων αφαλάτωσης είναι η κάλυψη της ανάγκης περιοχών με νερό κατάλληλης ποιότητας. Όμως η αξιολόγηση στο σύνολο τους δεν κρίνεται μόνο σε τοπικό επίπεδο αλλά αφορά την ευρύτερη κοινωνία καθώς διαδραματίζει έμμεσα έναν ρόλο επίδρασης στα ζητήματα της ύδρευσης και της άρδευσης τα οποία και πρέπει να επιλυθούν.

Με την σύνδεση ενός συστήματος αφαλάτωσης στο υπάρχων τοπικό δίκτυο ύδρευσης θα επιτευχθεί αυξημένη υδατοπρομήθεια ,πέρα από τις καιρικές συνθήκες, βελτιστοποιώντας την ποιότητα της. Η κίνηση αυτή της τροφοδότησης με εγγυημένες ποσότητες νερού θα διασφαλίσει τις καταναλωτικές ανάγκες ύδρευσης προς οικιακή χρήση αλλά και των οικονομικών δραστηριοτήτων όπως των τουριστικών εγκαταστάσεων, χωρίς να επηρεαστεί η ποιότητα ζωής.

Ακόμα η παρουσία των συστημάτων αφαλάτωσης σαν επενδυτικός παράγοντας θα ενισχύσει την αναγκαιότητα συνεργασίας της τοπικής αυτοδιοίκησης και των δημοσίων φορέων παροτρύνοντας την επίλυση άλυτων θεμάτων που ταλανίζουν την Ελληνική υδατική πραγματικότητα όπως η προστασία των υδροφόρων οριζόντων με την καταπολέμηση της υπεράντλησης από τις γεωτρήσεις, την βελτίωση των αρκετά πεπαλαιωμένων δικτύων με σκοπό την αποτελεσματική μείωση των απωλειών, την απεξάρτηση από τους προμηθευτές, την συγκρότηση ενός καταρτισμένου τιμολογίου και γενικότερα την επίλυση της χαοτικής γραφειοκρατικής διαχείρισης των υδάτινων πόρων της χώρας.

Τέλος με την λειτουργία των συστημάτων αφαλάτωσης θα επιτευχθεί η απελευθέρωση σημαντικών ποσοτήτων νερού από την ύδρευση αξιοποιώντας τες είτε υπέρ της ανάκτησης της στάθμης των υδροφορέων οριζόντων είτε για την άρδευση, δηλαδή την κάλυψη υδατοπρομήθειας των καλλιεργήσιμων εδαφών την οποία και έχει δεσμευτεί το κράτος να παρέχει ανά κυβερνητικό υδατικό έργο, δημιουργώντας έτσι κλίμα εμπιστοσύνης και αξιοπιστίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

Ο χαρακτηρισμός του νερού ως αγαθό εν ανεπάρκεια σημάδεψε την απαρχή του 21ου αιώνα σε ένα ήδη επιβαρυσμένο περιβάλλον με την έξαρση της λειψυδρίας να πλήττει το 25% του συνολικού παγκόσμιου πληθυσμού. Στην προσπάθεια της επίλυσης του ζητήματος ανάμεσα στις προτάσεις ξεχώρισε η ιδέα της αφαλάτωσης και σήμερα αποτελεί ένα από τα ισχυρά όπλα κατά της λειψυδρίας. Παράλληλα το ευρύ φάσμα γνώσεων ηλεκτρολογικής, ηλεκτρονικής και μηχανολογικής φύσεως σε συνδυασμό με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας συντέλεσε στην κατασκευή των υβριδικών συστημάτων και στην τελειότερη μορφή τους στα πλήρως αυτοματοποιημένα συστήματα παρουσιάζοντας πλήθος εφαρμογές με ποικίλες τεχνοτροπίες. Τέλος ο επενδυτικός ρόλος της αφαλάτωσης έμμεσα υποκινεί την επίλυση των κρατικών υδατικών θεμάτων ενώ η κοινωνική υπόσταση της επιδιώκει την αίσια εναρμόνιση του συστήματος με την υπάρχουσα κοινότητα αλλά και με το φυσικό περιβάλλον. Άλλωστε η προσφορά της είναι ο σημαντικότερος φυσικός πόρος για την επιβίωση των πάντων, το νερό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ.

- 1. Bailey D, E.:** «Wright, Practical SCADA for Industry», 2003
- 2. Bastaki N.M., Abbas A.:** «Modeling an industrial osmosis unit», Desalination 126, pp. 33 - 39, Elsevier, 1999
- 3. Chapman Stephen J.:** «Ηλεκτρικές μηχανές AC-DC» Εκδόσεις Τζιόλα 1993
- 4. LILAS T.** «FLOATING AUTONOMOUS ENVIRONMENTAL FRIENDLY AND EFFICIENT DESALINATION UNIT»
- 5. Mohan, Underland, Robbins.:** «Ηλεκτρονικά ισχύος» Εκδόσεις Τζιόλα 1996
- 6. Muljadi and C.P. Butterfield.:** «Pitch-Controlled Variable-Speed Wind Turbine Generation» February 2000
- 7. Water-Technology:** Βάση δεδομένων για projects αφαλάτωσης, 2009.
- 8. WIND TECH INTERNATIONAL:** MAGAZINE APRIL/MAY 2008.
- 9. Zehnder T. and Zellman.:** «Warhaft University Collaboration on Wind Energy» Alan July 27, 2011
- 10. Αλεξιάκης Α. :** «ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ», Εκδόσεις Σιδέρη Μιχάλη, 2003.
- 11. Αυλωνίτης Α. :** «ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ», Εκδόσεις ΙΩΝ, 2006 .
- 12. Δαγκαλίδης Α.:** «Κλαδική μελέτη 12 – Αφαλάτωση νερού», Μονάδα οικονομικής ανάλυσης και αγορών – Τράπεζα Πειραιώς, Αθήνα, 2009 .
- 13. Δεληγιάννη Ε., Μπελεσιώτης Β. :** «ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ», Αθήνα 1995 .
- 14. Ευγενίδιο Ίδρυμα :** «ΕΝΕΡΓΕΙΑ: ΠΗΓΕΣ–ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ–ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ», Αθήνα 1996.
- 15. Καλλία Α.:** «Υδροηλεκτρική Ενέργεια και _ Διαχείριση Υδάτινων Πόρων», Περιοδικό Αμφίβιον, Θεσσαλονίκη 2008.7
- 16. Καραχάλιου Π.:** «Τεχνολογίες αφαλάτωσης και προοπτικές εφαρμογής στον ελληνικό χώρο», Μεταπτυχιακή εργασία, ΔΠΜΣ Επιστήμη και τεχνολογία υδατικών πόρων - ΕΜΠ, Αθήνα, 2010.
- 17. Μανωλάκος Δ.:** «Συστήματα Αφαλάτωσης στον νησιωτικό χώρο»,

Μηχανολόγος Μηχ/κός Ε.Μ.Π., Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2009.

18. Μουγιάκος Κ.: «ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑ ΓΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ» Διπλωματική Εργασία Μάρτιος 2003

19. Νικητάκος Ν. : «Πράσινη» Επιχειρηματικότητα, ΥΔΡΙΑΔΑ, Πλωτή Αυτόνομη Οικολογική & Αποδοτική Μονάδα Αφαλάτωσης, (παρουσίαση).

20. Νικητάκος Ν. Θεόδωρος Λ.: «Πλωτή Μονάδα Αφαλάτωσης με χρήση ΑΠΕ», (παρουσίαση).

21. Νικητάκος Ν.: «Ανάπτυξη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Θαλάσσιο Περιβάλλον», εκδόσεις Σιδέρη, 2008.

22. Ριζόπουλος Γ. Pathfinder τεχνολογείν: «Πλωτή αιολική μονάδα αφαλάτωσης: λύση για τα άνυδρα νησιά», Νοέμβριος 2007.

23. Σταθάτου Η.: Σημειώσεις θεωρίας στο μάθημα «Φωτοβολταϊκά συστήματα και εφαρμογές που είναι αναρτημένες στο eclass»

24. Τζέν Ε.: «Μια εναλλακτική λύση στη λειψυδρία», Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση, τεύχος Ιανουαρίου 2001.

25. Τζεν Ε.: «Μέθοδοι Αφαλάτωσης – Συγκριτική Αξιολόγηση και Εφαρμογές στα Νησιά του Αιγαίου», ΚΑΠΕ, 2001.

ΠΗΓΕΣ INTERNET

1. <http://www.aerostarwind.com/Why%20Two%20Bladed%20Rotors%20Make%20Sense.html>
2. <http://www.grundfos.com/cases/find-case/grundfos-crt-titanium-pumps-solve-corrosion-problems-on-ro-plants-on-board-ships.html#overview>
3. <http://www.grundfos.com/cases/find-case/high-pressure-pump-for-ro-plant.html>
4. <http://www.pmi.gr/pmi.gr/waterresources.aspx>
5. http://www.spectrawatermakers.com/documents/awwa_journal_sun_and_wind_powered_7.2007.pdf
6. <http://www.spectrawatermakers.com/technology/clark-pump.html>
7. <http://www.sustainablefuture.cornell.edu/attachments/2011-UnivWindCollaboration.pdf>
8. <http://www.windpowerengineering.com/featured/the-plus-side-of-large-two-blade-turbines-2/>