

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Η.Μ.Ε & ΠΡΟ.ΠΕ.

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΘΕΜΑ : “ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ - ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΣΥΜΗΣ ”**

Σπουδαστής : ΑΒΔΕΛΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ-ΜΙΧΑΗΛ

Επιβλέπων : ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΖΑΦΕΙΡΑΚΗΣ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2018

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Η.Μ.Ε & ΠΡΟ.ΠΕ.

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΘΕΜΑ : “ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ - ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΣΥΜΗΣ ”**

Σπουδαστής : ΑΒΔΕΛΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ-ΜΙΧΑΗΛ

Επιβλέπων : ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΖΑΦΕΙΡΑΚΗΣ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2018

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην προτεινόμενη πτυχιακή εργασία διερευνάται συνδυασμένη λύση αιολικού πάρκου-μονάδας αφαλάτωσης για την εξυπηρέτηση της κατανάλωσης νερού σε μη διασυνδεδεμένα νησιά της περιοχής του Αιγαίου Πελάγους και ειδικότερα στο νησί της Σύμης. Πιο συγκεκριμένα, εκτιμώντας τις περικοπές αιολικής ενέργειας λόγω των περιορισμών που τίθενται σε επίπεδο δικτύου αναφορικά με την απορρόφηση της τελευταίας, εξετάζεται η δυνατότητα αξιοποίησης του όποιου πλεονάσματος ενέργειας για την παραγωγή νερού μέσω της λειτουργίας κατάλληλων μονάδων αφαλάτωσης. Η εργασία εστιάζει στην παραμετρική ανάλυση των κύριων παραμέτρων του προβλήματος, ήτοι την εγκατεστημένη αιολική ισχύ, τη δυναμικότητα της μονάδας αφαλάτωσης και τον όγκο της δεξαμενής αποθήκευσης του αφαλατωμένου νερού, αξιολογώντας την επίδραση της μεταβολής αυτών στον ετήσιο συντελεστή κάλυψης της κατανάλωσης νερού.

**Λέξεις Κλειδιά**—Αιολική ενέργεια, Αποθήκευση ενέργειας, Αφαλάτωση, Μη διασυνδεδεμένα νησιά

\

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ορισμός	5
1.2 Τεχνολογίες Αφαλάτωσης	6
1.3 Κριτήρια Επιλογής Αφαλάτωσης	15

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Παγκόσμια δεδομένα	16
2.2 Εγχώρια δεδομένα	18
2.3 Νησιωτική Ελλάδα	19

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Συνεργασία Αφαλάτωσης-ΑΠΕ	20
-------------------------------	----

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Παρουσίαση Μοντέλου Προσομοίωσης	24
4.2 Λειτουργία Της Εγκατάστασης	27

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Παρουσίαση ενεργειακής κατάστασης και υδροδότησης της Σύμης	30
5.2 Αλατότητα και αιλικό δυναμικό στην περιοχή της Σύμης	31
5.3 Στοιχεία μονάδας αφαλάτωσης και ανεμογεννήτριας	33

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Παρουσίαση υπολογιστικών μοντέλων εγκατάστασης	35
6.2 Συγκεντρωτικά γραφήματα- Διερεύνηση πλήθους συνδυασμών	37

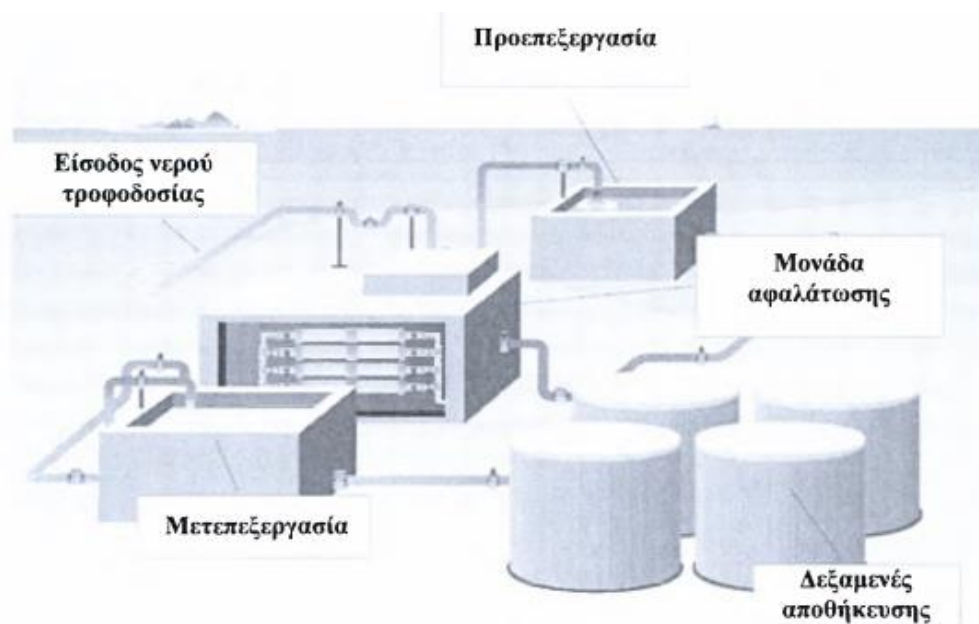
### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1 Παράρτημα 1	44
7.2 Βιβλιογραφία	68

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1 Ορισμός

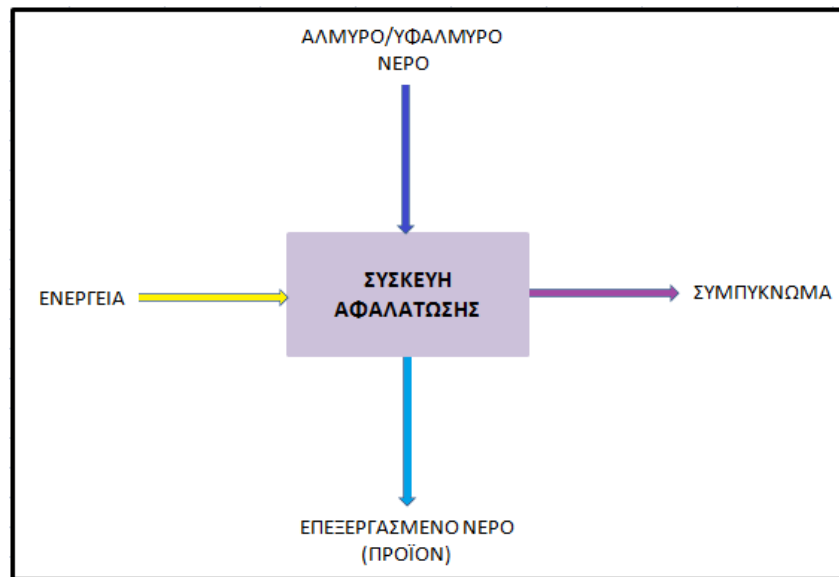
Ως αφαλάτωση ορίζεται οποιαδήποτε διεργασία αποχωρισμού αλάτων και νερού από υδατικά διαλύματα. Για την αφαλάτωση χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι οι οποίες είτε απομακρύνουν τα άλατα από το νερό, είτε το νερό από τα άλατα. Οι τεχνολογίες αφαλάτωσης όπως έχει επικρατήσει χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή πόσιμου νερού (η αύξηση κόστους καθιστά ασύμφορη τη χρησιμοποίησή τους για γεωργικούς λόγους), παρόλα αυτά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε γεωργικές και σε βιομηχανικές εφαρμογές. Αν και έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνολογίες και μέθοδοι αφαλάτωσης, η βασική διαδικασία και τα επί μέρους στάδια όλου του συστήματος είναι κοινά. Σε ένα τυπικό σύστημα αφαλάτωσης, όπως απεικονίζεται γραφικά στην Εικόνα 1, το νερό τροφοδοσίας (θαλασσινό ή υφάλμυρο) συλλέγεται μέσω ενός δικτύου αγωγών, ενώ συγχρόνως φιλτράρεται προκειμένου να αφαιρεθούν σωματίδια και να βελτιωθεί η απόδοση της διαδικασίας και της ποιότητας του νερού τροφοδοσίας (είσοδος). Στη συνέχεια το ρεύμα νερού τροφοδοσίας διέρχεται ενός σταδίου που προηγείται της αφαλάτωσης, όπου φιλτράρεται ή και επεξεργάζεται χημικά αναλόγως τη μέθοδο αφαλάτωσης (προ-επεξεργασία). Έπειτα, οδηγείται στο κύριο μέρος της εγκατάστασης, δηλαδή στο σύστημα αφαλάτωσης (αφαλάτωση). Το σύστημα αφαλάτωσης διαχωρίζει το ρεύμα εισόδου σε ρεύμα παραγόμενου νερού και άλμης. Το παραγόμενο νερό επεξεργάζεται εκ νέου, ώστε να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις ποιότητας, προκειμένου να είναι κατάλληλο προς πόση (μετ-επεξεργασία). Τέλος, το παραγόμενο νερό αποθηκεύεται σε δεξαμενές, σε περίπτωση που η ανάγκη εκμετάλλευσης του δεν είναι άμεση (Σπύρου, 2009).



Εικόνα 1. Αναπαράσταση ενός τυπικού συστήματος αφαλάτωσης ( Σπύρου, 2009).

## 1.2 Τεχνολογίες Αφαλάτωσης

Μια συσκευή αφαλάτωσης χωρίζει το αλμυρό ή υφάλμυρο νερό σε δύο μέρη(εικόνα 2). Ένα που έχει χαμηλή συγκέντρωση άλατος(επεξεργασμένο νερό ή προϊόν), και το άλλο με πολύ υψηλότερη συγκέντρωση άλατος από το αρχικά τροφοδοτούμενο νερό, το οποίο αναφέρεται ως άλμη ή συμπύκνωμα. Για να επιτευχθεί ο διαχωρισμός αυτός βασική προϋπόθεση είναι η παροχή ενέργειας καθώς και η χρησιμοποίηση μίας ή περισσοτέρων τεχνολογιών αφαλάτωσης.



Εικόνα 2. Διαδικασία αφαλάτωσης

Οι διαφορετικές τεχνολογίες αφαλάτωσης ομαδοποιούνται σε δύο κατηγορίες βάσει του τρόπου επεξεργασίας του αρχικά τροφοδοτούμενου νερού. Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται οι θερμικές τεχνολογίες ή τεχνολογίες αλλαγής φάσης(Thermal technology), ενώ στη δεύτερη κατηγορία εντάσσονται οι τεχνολογίες που κάνουν χρήση μεμβρανών, προκειμένου να αφαλατώσουν, ή μέθοδοι μίας φάσης(Membrane technology). Παρακάτω δίνονται συγκεντρωτικά.

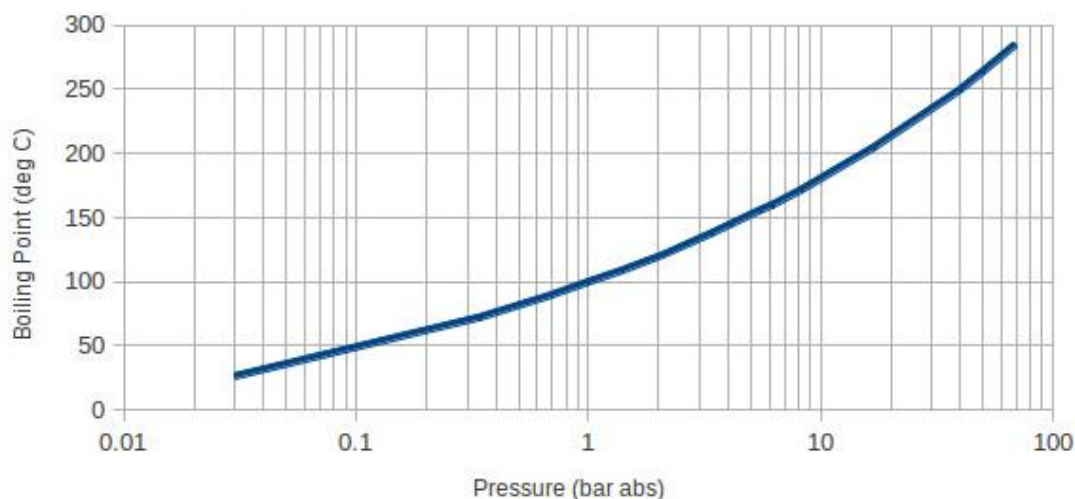
Θερμικές Τεχνολογίες Thermal Technology	Τεχνολογίες χρήσης Μεμβρανών Membrane Technology
Πολυβάθμια Εκτόνωση Multi-Stage Flash Distillation (MSF)	Αντίστροφη Όσμωση Reverse Osmosis (RO)
Πολυβάθμια Εξάτμιση Multi-Effect Distillation (MED)	Ηλεκτροδιάλυση Electrodialysis (ED)
Εξάτμιση Με Συμπύεση Ατμών Vapor Compression Distillation (VCD)	Αντίστροφη Ηλεκτροδιάλυση Electrodialysis reversal (EDR)

Πίνακας 1. Τεχνολογίες αφαλάτωσης.

## Θερμικές Τεχνολογίες

Στις θερμικές τεχνολογίες προκειμένου να παραχθεί επεξεργασμένο νερό χρησιμοποιείται χρησιμοποιείται ως μέσο η θερμότητα. Γενικότερα, το αλμυρό νερό θερμαίνεται και παράγει υδρατμούς. Εν συνεχεία, συμπυκνώνει τους υδρατμούς αυτούς και παράγει φρέσκο νερό. Για να παραχθεί σε μια μονάδα αφαλάτωσης το μέγιστο ποσοστό υδρατμών, το αρχικά τροφοδοτούμενο νερό θερμαίνεται μέχρι το σημείο βρασμού του. Δύο είναι τα απαραίτητα στοιχεία για να βράσει το νερό: α) Η σχέση θερμοκρασίας-Πίεσης περιβάλλοντος και β) αρκετή ενέργεια για εξάτμιση.

Για να γίνει η διαδικασία της αφαλάτωσης με θερμικές μεθόδους πιο οικονομική, ρυθμίζεται η εφαρμοζόμενη πίεση στον θάλαμο που βράζει το νερό έτσι ώστε να το σημείο βρασμού του νερού να είναι ελεγχόμενο. Συνεπώς, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα της εικόνας 3, όσο μειώνεται η πίεση που εφαρμόζεται στο υγρό τόσο μειώνεται η θερμοκρασία βρασμού του.



Εικόνα 3. Σχέση σημείου βρασμού-Εφαρμοζόμενης Πίεσης(A future worth having- chapter 4)

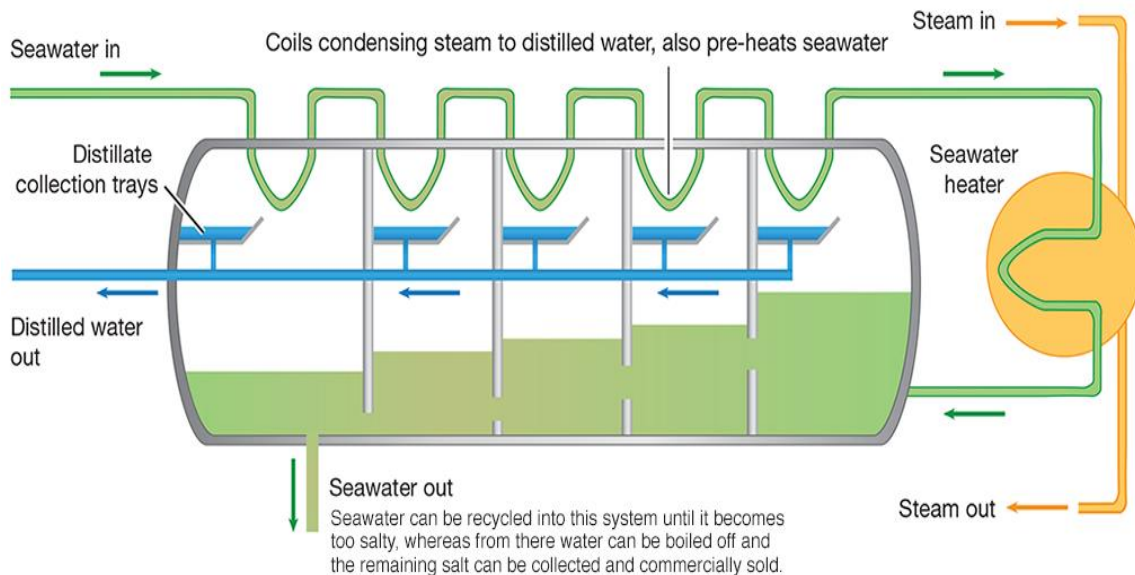
Για να μειωθεί σημαντικά η ποσότητα της ενέργειας που απαιτείται για την εξάτμιση του υγρού, συνήθως χρησιμοποιούνται σε μία διαδικασία αφαλάτωσης πολλαπλοί βρασμοί σε διαδοχικά δοχεία, όπου το κάθε ένα από αυτά λειτουργεί σε χαμηλότερη πίεση και θερμοκρασία. Αυτές οι τεχνολογίες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Πολυβάθμια Εκτόνωση(MSF)
2. Πολυβάθμια εξάτμιση(MED)
3. Εξάτμιση με συμπίεση ατμών(VCD).

### 1.Πολυβάθμια Εκτόνωση(MSF)

Στη μέθοδο της πολυβάθμιας εκτόνωσης, ο διαχωρισμός(απόσταξη) του νερού προς αφαλάτωση, επιτυγχάνεται με το πέρασμά του από διαδοχικούς θαλάμους(multi-stage) όπως φαίνεται στην

εικόνα 4. Σε αυτή τη διαδικασία κάθε στάδιο λειτουργεί σε χαμηλότερες πιέσεις και θερμοκρασίες. Το τροφοδοτούμενο νερό αρχικά θερμαίνεται κάτω από υψηλή πίεση, σε θερμοκρασία χαμηλότερη του σημείου βρασμού του και έπειτα εισέρχεται στον πρώτο θάλαμο όπου υπάρχει πίεση χαμηλότερη από την πίεση κορεσμού του με αποτέλεσμα την βίαιη ατμοποίησή του. Μέσα από κάθε στάδιο περνάει ένα δίκτυο σωληνώσεων μέσα στο οποίο κυκλοφορεί κρύο θαλασσινό νερό. Ο ατμός που έρχεται σε επαφή με τις σωληνώσει από τις οποίες περνάει το θαλασσινό νερό, υγροποιείται λόγω της θερμοκρασιακής διαφοράς και συλλέγεται από άλλο σύστημα ως καθαρό νερό-προϊόν. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και στους επόμενους θαλάμους, στους οποίους προωθείται η άλμη, με την πίεση συνεχώς να μειώνεται.



Εικόνα 4. Λειτουργία πολυβάθμιας εκτόνωσης(A future worth having-chapter 4)

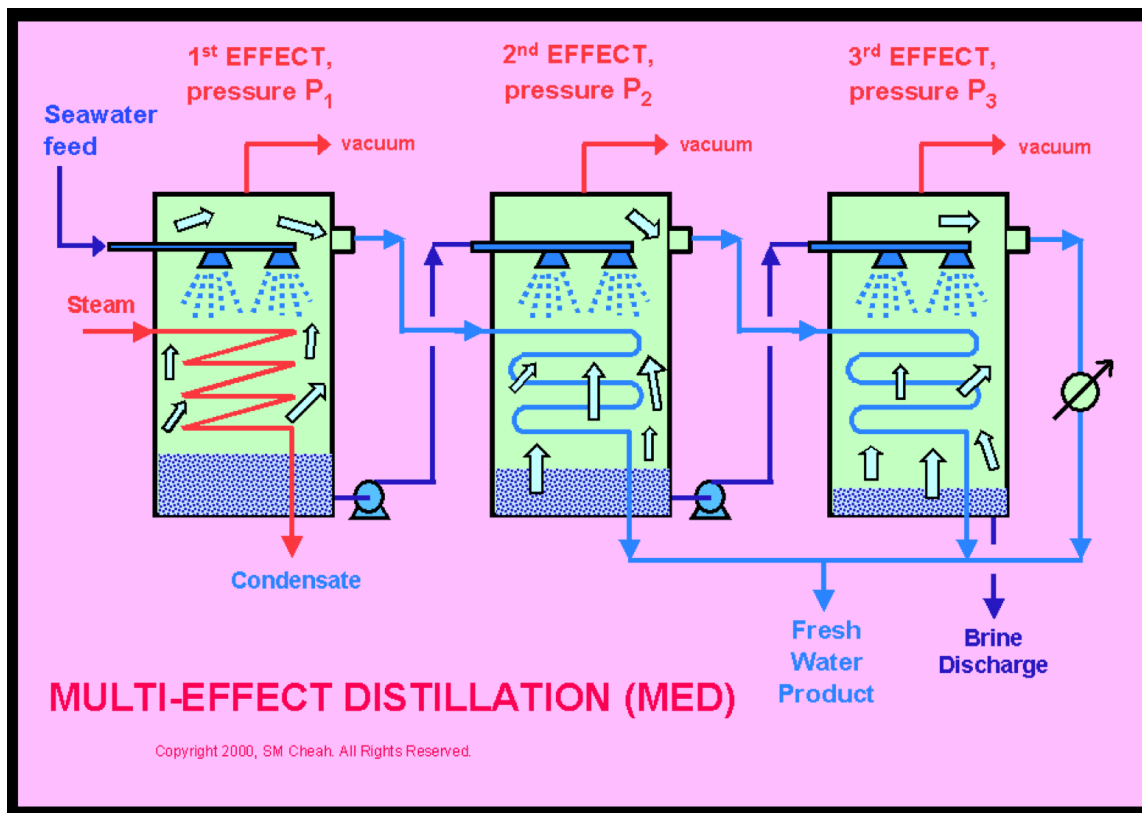
Τα εργοστάσια πολυβάθμιας εκτόνωσης μπορεί να περιλαμβάνουν από 15 έως 25 στάδια. Όσο περισσότερα στάδια περιλαμβάνει ένα εργοστάσιο τόσο αυξάνεται η απόδοσή του αλλά και τα κόστη. Αυτό συμβαίνει διότι περισσότερα στάδια καλύπτουν μεγαλύτερη έκταση, και αυξάνεται και η πολυπλοκότητα της λειτουργίας του.

## 2. Πολυβάθμια Εξάτμιση(MED)

Η πολυβάθμια εξάτμιση είναι μια θερμική μέθοδος, προγενέστερη της πολυβάθμιας εκτόνωσης. Τα συστήματα μίας βαθμίδας αποτελούνται από ένα λέβητα θέρμανσης, έναν αποστακτήρα , ένα συμπυκνωτή ατμών και ένα διαχωριστή που διαχωρίζει τις λεπτές σταγόνες της άλμης από τον ατμό. Τα συστήματα πολυβάθμιας εκτόνωσης αποτελούνται από περισσότερες βαθμίδες, δηλαδή πολλά εξατμιστήρια στη σειρά ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερη εκμετάλλευση της θερμότητας του συστήματος (εικόνα 5). Ο ατμός θέρμανσης εισάγεται μόνο στην πρώτη βαθμίδα, όπου θερμαίνεται το αλμυρό νερό μέχρι τη θερμοκρασία βρασμού του. Οι ατμοί που σχηματίζονται στην πρώτη βαθμίδα χρησιμοποιούνται σαν ατμός θέρμανσης στη δεύτερη βαθμίδα, η οποία βρίσκεται σε χαμηλότερη πίεση από την πρώτη, ώστε το διάλυμα της άλμης να βράζει σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Στη μέθοδο αυτή συχνά χρησιμοποιούνται και συμπιεστές (μηχανικοί ή θεμρικοί),



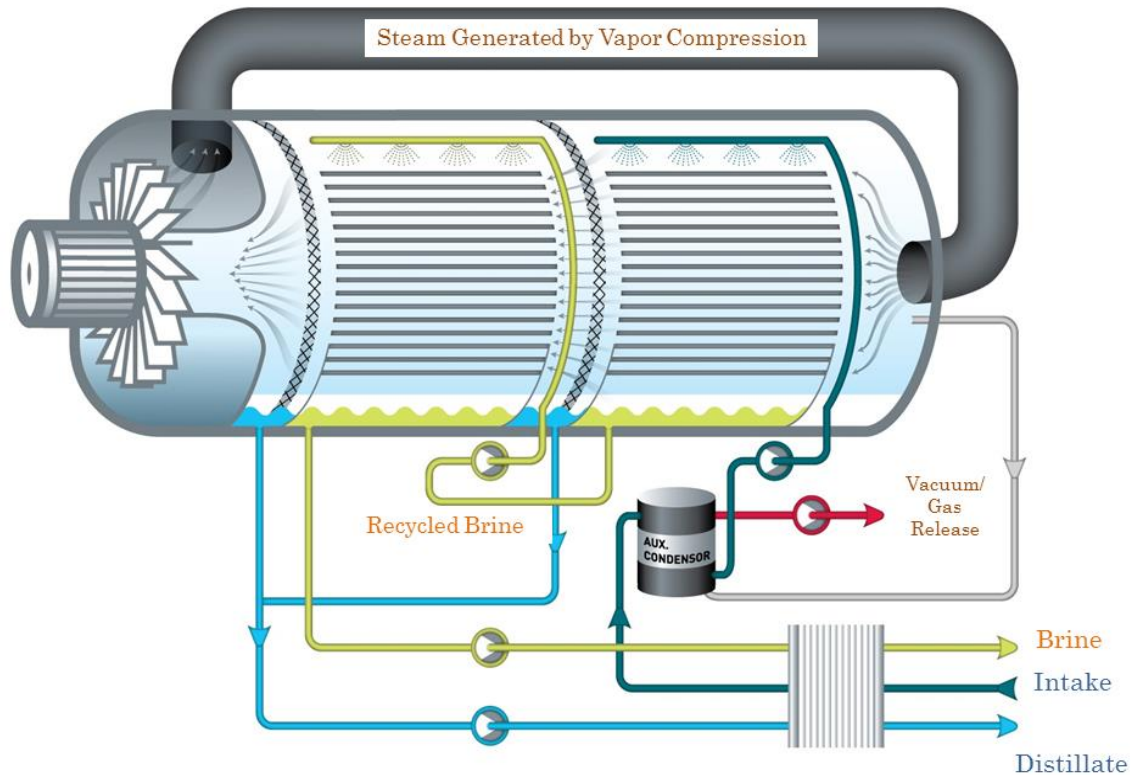
ενώ οι παραλλαγές της προκύπτουν από την οριζόντια ή κάθετη διάταξη των σωληνώσεων ατμού και τη φορά του ατμού σε σχέση με την άλμη.(Σαμακίδης 2009, Δαγκαλίδης 2009).



Εικόνα 5. Λειτουργία πολυβάθμιας εξάτμισης

### 3.Εξάτμιση Με Συμπίεση Ατμών(VCD)

Στη μέθοδο εξάτμισης με συμπίεση ατμών, ο ατμός που εξατμίζεται από το αρχικά τροφοδοτούμενο νερό συλλέγεται από μια διάταξη η οποία το συμπιέζει προκειμένου να παραχθεί αρκετή θερμότητα ικανή να εξατμίσει το θαλασσινό νερό(εικόνα 6). Οι δύο κύριες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την συμπίεση του ατμού είναι η μηχανική συμπίεση MVC(με ένα μηχανικό συμπιεστή) που λειτουργεί συνήθως με ηλεκτρισμό και η θερμική συμπίεση TVC(με εκτοξευτήρα ατμού). Στη μέθοδο αυτή, το κρύο εισερχόμενο νερό τροφοδοσίας ψεκάζεται πάνω σε σωληνώσεις από τις οποίες περνάει ατμός και εξατμίζεται με τη βοήθεια αεροσυμπιεστή δημιουργώντας υποπίεση. Ο συμπιεστής αυτός μαζεύει τους υδρατμούς του καθαρού νερού και τους εκτοξεύει με πίεση μέσα στους σωλήνες που είναι σε επαφή με το κρύο θαλασσινό νερό προκειμένου να συμπυκνωθούν και εν συνεχεία λαμβάνονται ως προϊόν. Η μέθοδος αυτή λειτουργεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.



Εικόνα 6. Λειτουργία εξάτμισης με συμπίεση ατμών.

## Τεχνολογίες Μεμβρανών

Στις τεχνολογίες μεμβρανών ή μεθόδους μίας φάσης, προκειμένου να παραχθεί αφαλατωμένο νερό χρησιμοποιούνται μεμβράνες οι οποίες διαχωρίζουν τα άλατα από το νερό. Οι επικρατέστερες τεχνολογίες μεμβρανών είναι:

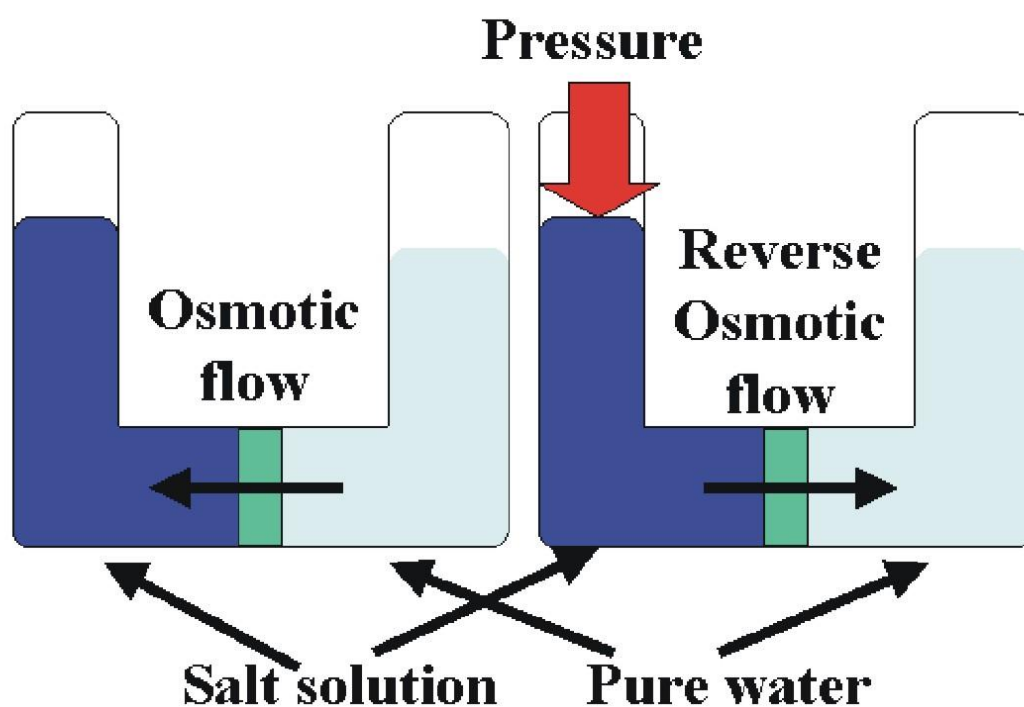
1. Η αντίστροφη όσμωση(RO),
2. Η ηλεκτροδιάλυση(ED) και
3. Η αντίστροφη ηλεκτροδιάλυση(EDR).

Η βασική διαφοροποίηση αυτών, είναι στον τρόπο που η κάθε τεχνολογία χρησιμοποιεί τις μεμβράνες για να παραχθεί το προϊόν διάλυμα.

### 1.Αντίστροφη Όσμωση(RO)

Όσμωση ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο ένα αραιότερο διάλυμα(διαλύτης) κινείται προς ένα πυκνότερο(διαλυμένη ουσία) μέσω μιας ημιδιαπερατής μεμβράνης. Η μεμβράνη αυτή είναι κατασκευασμένη ώστε να επιτρέπει μόνο την διέλευση των μορίων του αραιότερου διαλύματος. Στην περίπτωση όπου ασκείται πίεση στην διαλυμένη ουσία, συνεπώς αυτή ρέει σε αντίθετη κατεύθυνση μέσα στην μεμβράνη τότε το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αντίστροφη όσμωση και το

συναντάμε στις αφαλατώσεις, όπου το αλμυρό νερό διέρχεται μέσα από την μεμβράνη και φιλτράρεται, αφήνοντας πίσω τα άλατα που έχει. Απαραίτητο στοιχείο για την διαδικασία αυτή είναι η πίεση που εφαρμόζεται επάνω στις μεμβράνες και βοηθάει στον διαχωρισμό των αλάτων από το νερό(εικόνα 7). Η ποσότητα νερού που διεισδύει στη μεμβράνη εξαρτάται από τη διαφορά μεταξύ εφαρμοζόμενης και οσμωτικής πίεσης(πίεση που ασκείται στον διαλύτη) του τροφοδοτούμενου νερού.



Εικόνα 7. Λειτουργία όσμωσης/ αντίστροφης όσμωσης.

Μια μονάδα αφαλάτωσης αντίστροφης όσμωσης αποτελείται από τέσσερα στάδια:

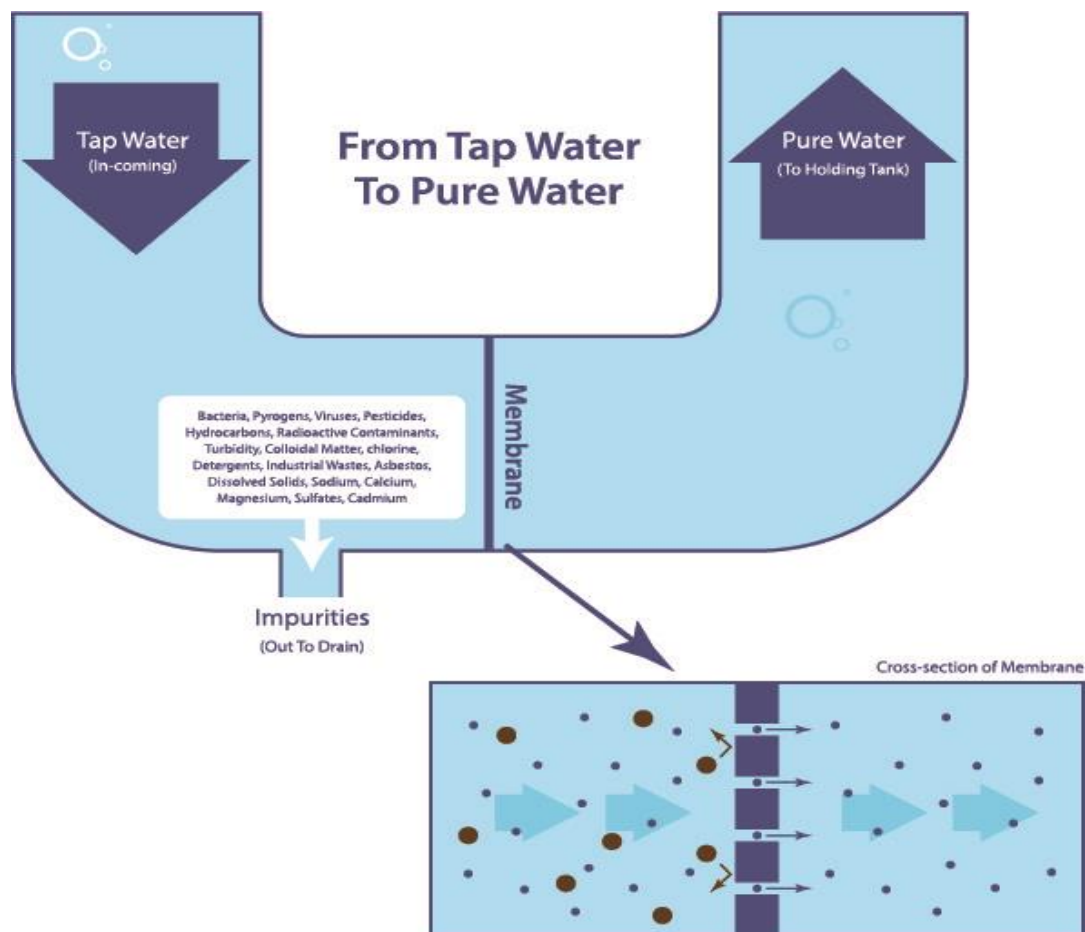
1. Στάδιο πρό-επεξεργασίας
2. Υψηλής πίεσης αντλίες
3. Σύστημα μεμβρανών
4. Τελικό στάδιο επεξεργασίας

Στο στάδιο πρό-επεξεργασίας απομακρύνονται αιωρούμενα στερεά που έχουν παραμείνει στις μεμβράνες και το εισερχόμενο νερό περνάει μία διαδικασία ρύθμισης του Ph του. Συνεπώς, πρέπει οι μεμβράνες να είναι καθαρές προκειμένου να έχουμε καλύτερο φιλτράρισμα και εν συνεχεία καλύτερης ποιότητας νερό στην έξοδο(προϊόν).

Οι αντλίες υψηλής πίεσης αυξάνουν την πίεση του αρχικά κατεργασμένου νερού τροφοδοσίας στην πίεση που είναι κατάλληλη για να λειτουργήσει η διαδικασία της αφαλάτωσης, βάσει της μεμβράνης και της αλμυρότητας του νερού.

Οι μεμβράνες κάνουν τον διαχωρισμό, επιτρέποντας στο αφαλατωμένο νερό να περάσει μέσα από αυτές και συγχρόνως εμποδίζοντας τη διέλευση των διαλυμένων αλάτων(εικόνα 8).

Στο στάδιο τελικής επεξεργασίας περιλαμβάνονται η σταθεροποίηση και η προετοιμασία του προϊόντος για κατανάλωση, με διαδικασίες αύξησης του Ph και της σκληρότητας του παραγόμενου νερού καθώς παρουσιάζει μικρή σκληρότητα και χαμηλό Ph.



Εικόνα 8. Λειτουργία αντίστροφης όσμωσης.

## 2. Ηλεκτροδιάλυση(ED)

Η μέθοδος της ηλεκτροδιάλυσης εφαρμόζεται για τον διαχωρισμό ιόντων από ένα υδατικό διάλυμα. Η διαφορά της από τις άλλες μεθόδους διαχωρισμού με μεμβράνες είναι ότι ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ηλεκτρικού δυναμικού. Σε αυτή τη μέθοδο αφαλάτωσης οι μεμβράνες που χρησιμοποιούνται είναι διαπερατές μόνο από ιόντα και κατιόντα. Μια μονάδα ηλεκτροδιάλυσης αποτελείται από τα εξής στάδια:

1. Στάδιο πρό-επεξεργασίας
2. Στοιβες μεμβρανών
3. Αντλίες χαμηλής πίεσης
4. Τροφοδοσία DC
5. Τελικό στάδιο επεξεργασίας

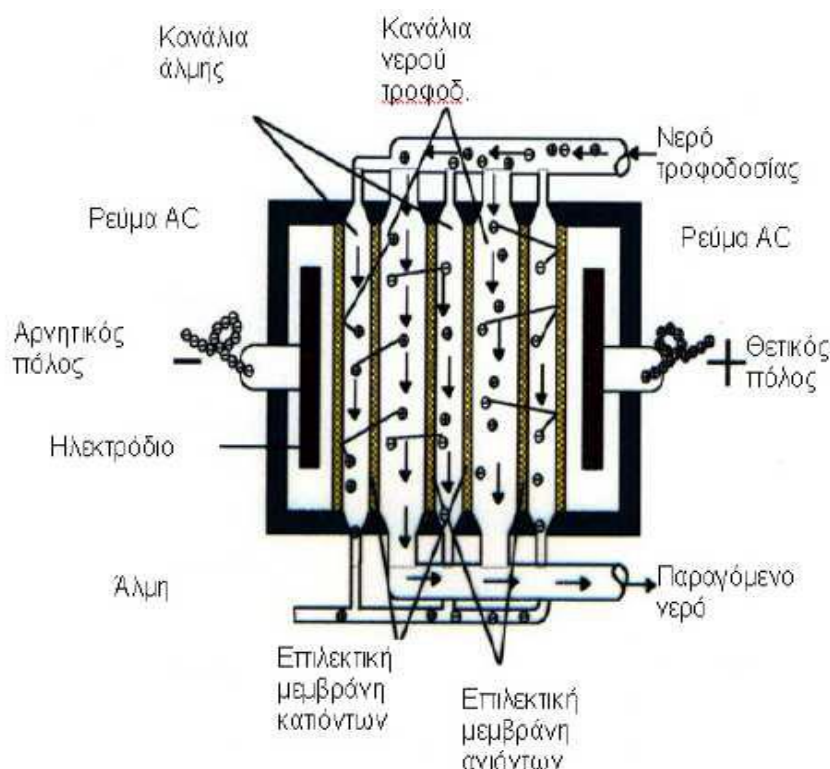
Στο στάδιο πρό-επεξεργασίας το τροφοδοτούμενο νερό υπόκειται κάποια επεξεργασία προκειμένου να αποφευχθεί η καταστροφή των μεμβρανών.

Οι αντλίες χαμηλής πίεσης βοηθούν ώστε το νερό τροφοδοσίας να κυκλοφορεί διαμέσου της στοιβας με τόση δύναμη ώστε να υπερνικάει τις αντιστάσεις που δημιουργούνται καθώς διέρχεται από τα στενά περάσματα.

Στο στάδιο τροφοδοσίας υπάρχει ένας ανορθωτής ο οποίος χρησιμοποιείται προκειμένου να μετασχηματίσει εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές. Το ρεύμα αυτό παρέχεται στα ηλεκτρόδια στο εξωτερικό της κάθε στοιβας των μεμβρανών.

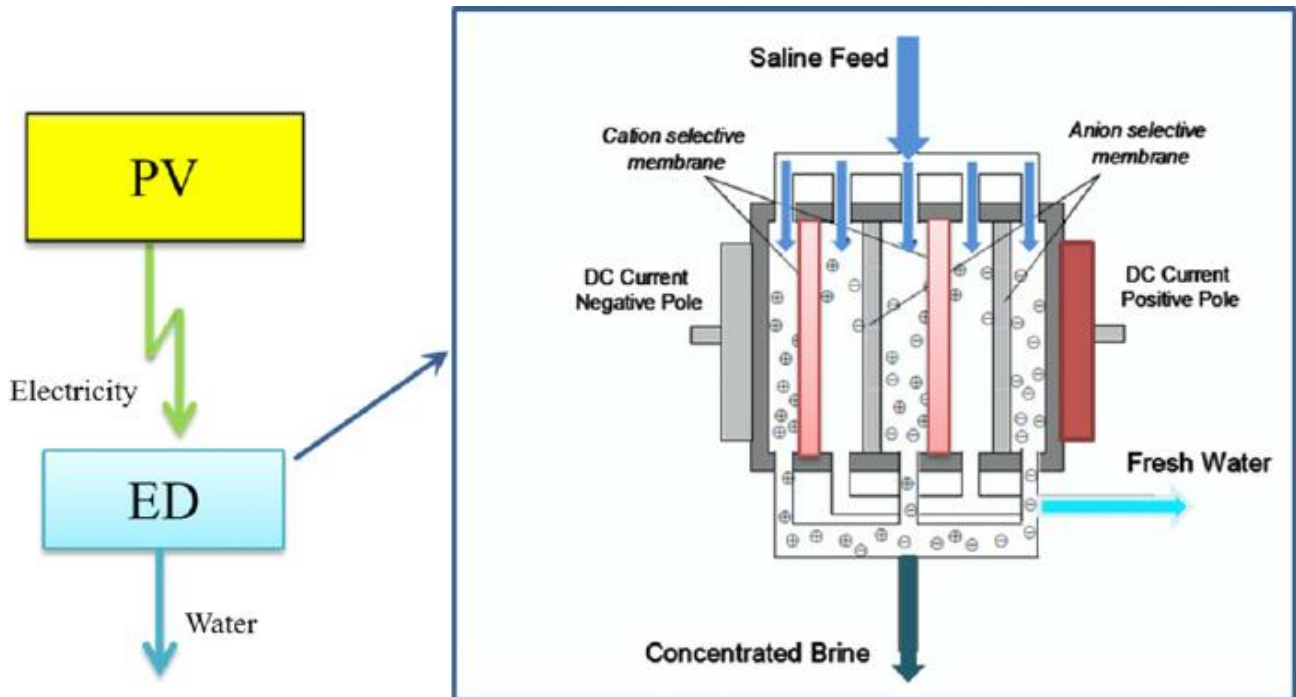
Στο στάδιο τελικής επεξεργασίας περιλαμβάνονται η σταθεροποίηση και η προετοιμασία του προϊόντος για κατανάλωση.

Στην εικόνα 9 δίνεται σχηματικά η διάταξη των μεμβρανών.



Εικόνα 9. Διάταξη μεμβρανών ηλεκτροδιάλυσης.

Οι μεμβράνες συνήθως διατάσσονται σε ένα εναλλακτικό μοτίβο, όπου επιλεκτικές μεμβράνες ανιόντων ακολουθούνται από επιλεκτικές μεμβράνες κατιόντων. Το προς επεξεργασία διάλυμα διοχετεύεται διαμέσου των διαμερισμάτων που σχηματίζουν οι μεμβράνες, όπου υπό την επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου τα κατιόντα και τα ανιόντα οδεύουν στα αντίστοιχα σημεία. Λόγω ανάκλασης των ανιόντων από τις στοίβες κατιόντων και αντίστροφα δημιουργούνται ορισμένα διαμερίσματα που έχουν πλήρως απομακρυνθεί τα ιόντα και άλλα με αυξημένη συγκέντρωση σε αυτά. Το διάλυμα που είναι ελεύθερο από ιόντα λαμβάνεται ως προϊόν ενώ το συμπυκνωμένο ως άλμη(εικόνα 10).



Εικόνα 10. Λειτουργία ηλεκτροδιάλυσης

### 3. Αντίστροφη Ηλεκτροδιάλυση (EDR)

Μια μονάδα αντίστροφης ηλεκτροδιάλυσης λειτουργεί με την ίδια αρχή όπως μία μονάδα ηλεκτροδιάλυσης εκτός από το γεγονός ότι τόσο το προϊόν όσο και τα κανάλια της άλμης είναι πανομοιότυπα σε κτασκευή. Η διαφορά της μεθόδου αυτής είναι ότι αρκετές φορές μέσα σε μια ώρα η πολικότητα των ηλεκτροδίων αντιστρέφεται με αποτέλεσμα το κανάλι της άλμης και του προϊόντος να ενεργοποιούνται. Μετά την αντιστροφή της πολικότητας και της ροής, τα ιόντα έλκονται προς την αντίθετη κατεύθυνση και το νερό που παράγεται χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό της στοίβας και των γραμμών. Μετά την έκλυση και για μερικά λεπτά, η μονάδα επανέρχεται στην παραγωγή νερού.

### 1.3 Κριτήρια Επιλογής Αφαλάτωσης

Σύμφωνα με δημοσίευση του Tamim Yunos(The Economics Of Desalination, December 2005) ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την εγκατάσταση της αφαλάτωσης είναι το κόστος. Παρακάτω δίνεται μια σύνοψη των παραμέτρων που επηρεάζουν το κόστος βάσει της συγκεκριμένης δημοσίευσης καθώς επίσης και μια κατηγοριοποίηση για τα κόστη που υπάρχουν σε μία τέτοια μελέτη-εγκατάσταση.

1. Ποιότητα ακατέργαστου νερού. Η ποιότητα του εισερχόμενου(ακατέργαστου), στην αφαλάτωση νερού είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τον σχεδιασμό μίας μονάδας. Ανάλογα με την συγκέντρωση των ολικών διαλυμένων στερεών στο εισερχόμενο νερό μπορεί να απαιτείται περισσότερη κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα το υφάλμυρο νερό χρειάζεται λιγότερη ενέργεια από το θαλασσινό προκειμένου να επεξεργαστεί και να παραχθεί πόσιμο νερό.
2. Δυνατότητα παραγωγής της εγκατάστασης. Η παραγωγική ικανότητα της εγκατάστασης είναι ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει το κόστος. Αυτό συμβαίνει διότι σε ένα εργοστάσιο μεγάλης κλίμακας το στάδιο προ-επεξεργασίας, οι αντλίες, οι δεξαμενές αποθήκευσης και το σύστημα διανομής είναι μεγαλύτερα συγκριτικά με ένα εργοστάσιο μικρότερης κλίμακας.
3. Περιβάλλοντας χώρος εγκατάστασης. Ο χώρος που πρόκειται να γίνει η εγκατάσταση της αφαλάτωσης μπορεί να επηρεάσει άμεσα το κόστος. Για παράδειγμα, ένα εργοστάσιο που βρίσκεται δίπλα στην πηγή νερού από την οποία τροφοδοτείται, είναι φθηνότερο σε σχέση με ένα άλλο που λόγω του εδάφους βρίσκεται μακριά, καθώς αυξάνονται τα κόστη των αντλιών και της εγκατάστασης των σωληνώσεων.

Κατηγοριοποίησε τα κόστη μιας εγκατάστασης αφαλάτωσης σε δύο μεγάλες κατηγορίες οι οποίες δίνονται παρακάτω συνοπτικά:

- I. Κόστη κατασκευής ή αρχική επένδυση τα οποία αποτελούνται από:
  - a. Άμεσα κόστη
    - i. Κόστος γης
    - ii. Κατασκευαστικά κόστη και κόστη βοηθητικού εξοπλισμού
    - iii. Κόστη συστήματος τροφοδοσίας νερού
    - iv. Κόστη επεξεργασίας νερού, διάφορα μετρητικά όργανα-ελεγκτές
    - v. Κόστη αντλιών, αποθηκευτικών δεξαμενών, γεννητριών μετασχηματιστών και γενικότερα συμπληρωματικού εξοπλισμού.
    - vi. Κόστη κτιριακών εγκαταστάσεων

vii. Κόστη μηχανισμού επεξεργασίας και απόρριψης της άλμης.

b. Έμμεσα κόστη

i. Κόστη ασφάλισης

ii. Κόστη εργατοωρών συνεργείων, ημιμόνιμων εγκαταστάσεων, κέρδος εξωτερικών συνεργατών κλπ.

iii. Κόστη μηχανικού σχεδιασμού, απόκτησης της γής, δημιουργίας συμβολαίων και άλλων συμφωνητικών, διοικητικά κόστη.

iv. Κόστη πρόσθετων υπηρεσιών

II. Κόστη λειτουργίας και συντήρησης:

a. Πάγια κόστη συμπεριλαμβανομένου της ασφάλειας καθώς και κόστη που συνδέονται με τη διάρκεια ζωής του εργοστασίου και στο βαθμό ενδιαφέροντος.

b. Ποικίλα κόστη που περιλαμβάνουν τις μισθοδοσίες του εργατικού προσωπικού, την κατανάλωση ενέργειας, διάφορα χημικά που χρησιμοποιούνται και ανάγκες σε ανταλλακτικά που μπορεί να προκύπτουν κατά τη προγραμματισμένη συντήρηση, π.χ. αλλαγή μεμβρανών.

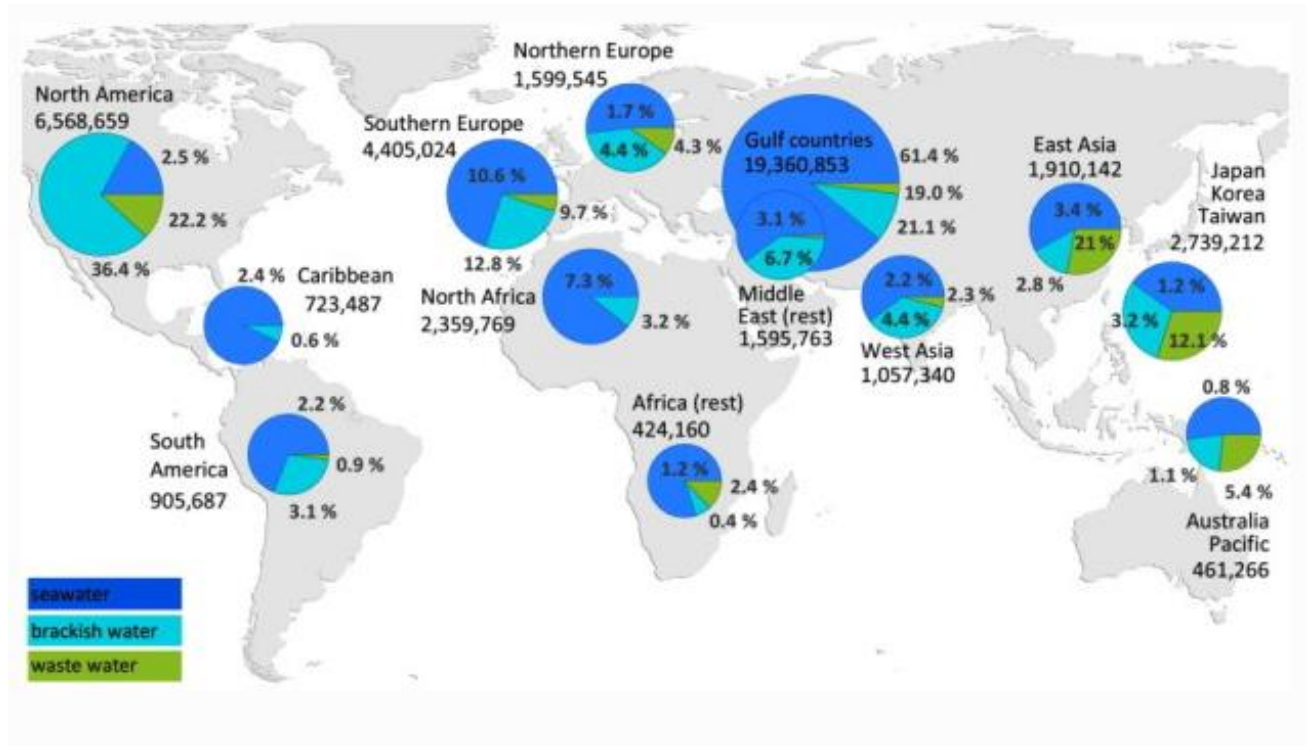
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Παγκόσμια Δεδομένα

Από τον συνολικό όγκο των υδάτων της γης, το 94% είναι αλμυρό νερό από τους ωκεανούς και το 6% είναι φρέσκο. Από το φρέσκο νερό, το 73% περίπου είναι σε υπόγεια ρεύματα και το 27% στους πάγους. Το αλμυρό νερό του πλανήτη ενώ είναι εξαιρετικά χρήσιμο για τις μεταφορές αλλά και για την αλιεία, παρ' όλα αυτά είναι πολύ αλμυρό για να διατηρήσει την ανθρώπινη ζωή. Προκειμένου να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό υδάτινων πόρων που διατίθενται σε μία κοινότητα, οι τεχνικές αφαλάτωσης έχουν προσανατολιστεί προς αυτή τη νοοτροπία, αυξάνοντας έτσι το εύρος των πόρων που μπορούν να τροφοδοτηθούν προκειμένου να παράξουν αφαλατωμένο νερό.

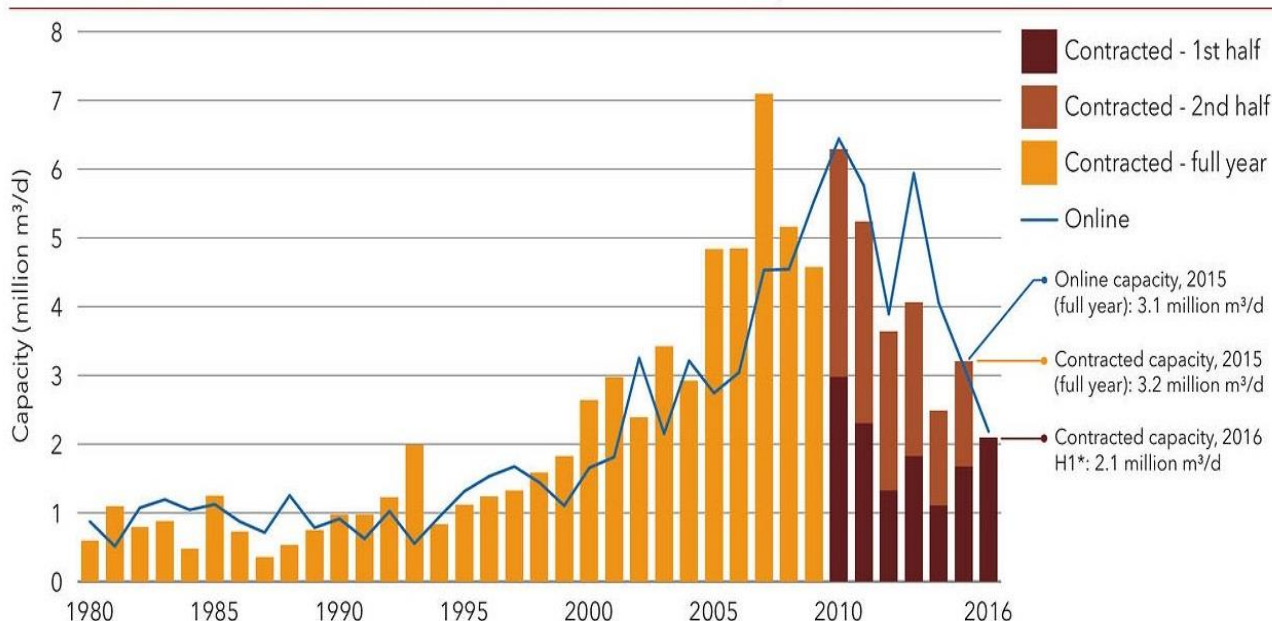
Παγκοσμίως, το έτος 2014 είχαν καταγραφεί περισσότερα από 16.000 εργοστάσια αφαλάτωσης, ενώ μέχρι και τα μέσα του 2015 βάσει του IDA(International Desalination Association) ο αριθμός των αφαλατώσεων αυξήθηκε κοντά στα 18.500 εργοστάσια. Η αφαλάτωση είναι η πιο ενεργειακά απαιτητική τεχνολογία επεξεργασίας νερού καθώς το αφαλατωμένο νερό εμπεριέχει τη χρήση, τουλάχιστον 75.2 TWh το χρόνο, το οποίο ανέρχεται στο 0.4% της παγκόσμιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας(UN WATER 2014). Παρακάτω απεικονίζονται γραφικά τα εργοστάσια αφαλάτωσης παγκοσμίως καθώς και σε τι ποσοστό λειτουργούν με θαλασσινό νερό, υφάλμυρο ή αποβαλλόμενο νερό βιομηχανιών.





Εικόνα 11. Κατάσταση εργοστασίων αφαλάτωσης παγκοσμίως (<http://www.unwater.org/statistics/statistics-detail/es/c/211827/>)

Έπειτα από έρευνα που διεξήχθη από τον IDA (εικόνα 12) προέκυψε ότι μετά από χαμηλή πορεία 13 ετών στην αγορά της αφαλάτωσης έως το 2014, στο 28ο worldwide desalting plant inventory, παρουσιάστηκε ότι το 2015 θα υπάρξει μια αύξηση της δραστηριότητας η οποία προέκυψε, βάσει των αθροισμάτων αφαλάτωσης κατά τα μέσα του έτους που ήταν ήδη αυξημένα κατά 14% σε σχέση με το 2014. Το 2016, αυτή η αύξηση είχε πραγματοποιηθεί μέσα σε ένα γενικότερο πλαίσιο επιβράδυνσης της αγοράς της αφαλάτωσης. Μπορεί να χρειαστεί να συνεχίσουμε μέχρι το 2021 ή και περισσότερο μέχρι να φτάσουμε ξανά τα κορυφαία επίπεδα δραστηριότητας, εν μέρει λόγω της επιμονής των χαμηλών τιμών των βασικών εμπορευμάτων και της εξάρτησης ορισμένων περιφερειακών οικονομιών από αυτές τις τιμές. Συμβάλλοντας στην εξάλειψη ορισμένων αυξανόμενων αναγκών από παράγοντες όπως η αύξηση του πληθυσμού, η αύξηση της βιομηχανοποίησης, η ξηρασία, οι κλιματικοί παράγοντες και ο ανταγωνισμός για τους υδάτινους πόρους.



\* Values through June 2016

Source: GWI DesalData / IDA

Εικόνα 12. Incremental contracted and online capacity by year 1980-2016 (IDA Desalination yearbook 2016-2017)

Η ανάπτυξη της αιολικής ηλεκτρικής ενέργειας τουλάχιστον τετραπλασιάστηκε κατά την περίοδο 2004-2015, και αντιστοιχεί στο ένα τρίτο της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Τη μεγαλύτερη συνεισφορά έχουν η Γερμανία και η Ισπανία. Όσον αφορά την υπεράκτια αιολική ενέργεια, τέσσερις χώρες (Σουηδία, Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο και Δανία) εκτιμάται ότι έχουν ξεπεράσει την προβλεπόμενη πορεία τους για το 2015. Εντούτοις, σε επίπεδο ΕΕ, η υπεράκτια αιολική ενέργεια παρουσιάζει βραδύτερη πρόοδο από το αναμενόμενο, με απόκλιση -12 % από την πορεία των ΕΣΔΑΕ για το 2015, κυρίως λόγω του αρχικά υψηλού κόστους (που πλέον μειώνεται σημαντικά) και ζητημάτων συνδέσεων με το δίκτυο. Ωστόσο, η ανάπτυξη έχει επιταχυνθεί σημαντικά τα τελευταία έτη.

## 2.2 Εγχώρια Δεδομένα

Η Ελλάδα θεωρείται χώρα με επαρκείς υδάτινους πόρους, επιφανειακούς και υπόγειους. Είναι γεγονός πως περιλαμβάνει αναλογικά με το μέγεθος της σημαντικό αριθμό ποταμών και λιμνών. Επίσης η πλούσια γεωλογική της μορφολογία ευνοεί την ανάπτυξη υπόγειων υδρο-φορέων. Παρά την αφθονία της χώρας σε ανανεώσιμους υδάτινους πόρους αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα, τα οποία αν και δεν είναι ανάλογου μεγέθους με άλλες περιοχές του πλανήτη, και οι ενδείξεις δείχνουν ότι είναι πιθανό στο άμεσο μέλλον να αντιμετωπίσει σοβαρό πρόβλημα λειψυδρίας. Αυτό οφείλεται στη γεωγραφική κατανομή του υδατικού δυναμικού της Ελλάδας καθώς διακρίνεται συγκέντρωση στα δυτικά και βόρεια της χώρας, στην μη ορθολογική διαχείριση και στα άνυδρα νησιά (Δαγκαλιδής, 2009). Οι λόγοι, σύμφωνα με το ΔΙΠΕ(2009), ΥΠΙΑΝ(2003)

μέλλον να αντιμετωπίσει σοβαρό πρόβλημα λειψυδρίας λόγω της γεωγραφικής κατανομής του υδατικού δυναμικού (συγκέντρωση στα δυτικά και βόρεια της χώρας), της ανορθολογικής διαχείρισης και των ανύδρων νησιών της (Δαγκαλίδης, 2009). Κάποιοι από τους λόγους που ευθύνονται για αυτό δίνονται παρακάτω:

- Το πλήθος μικρής έκτασης κατοικημένων νησιών(στην πλειοψηφία τους άνυδρα)
- Η μη εφαρμογή σχεδίων αειφόρου διαχείρισης
- Η απουσία προσωπικού τεχνικά καταρτισμένου και υλικοτεχνικής υποδομής
- Η έλλειψη σχεδιασμού και προγραμματισμού
- Η πλημμελής και αποσπασματική αντιμετώπιση της διαχείρισης από την πολιτεία

## 2.3 Νησιωτική Ελλάδα

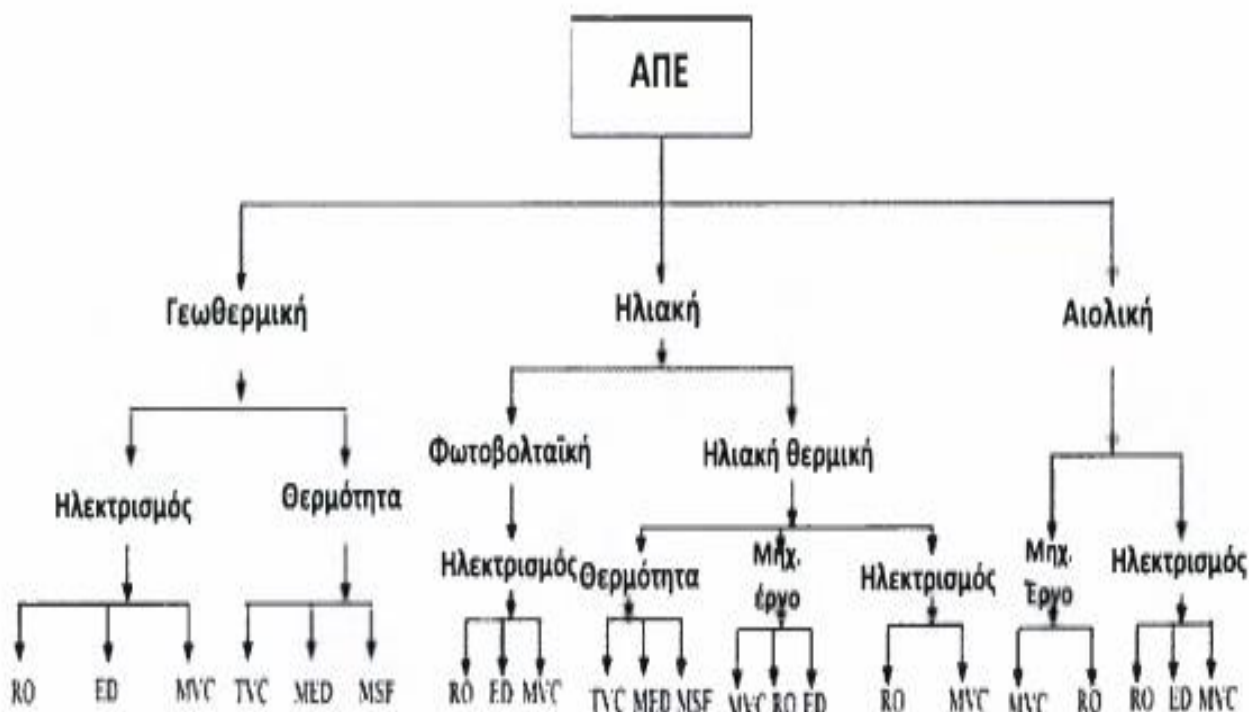
Η πλειοψηφία των νησιών της Ελλάδας και κυρίως οι Κυκλάδες, και τα Δωδεκάνησα έρχονται αντιμέτωπα με το πρόβλημα του ελλείμματος των υδάτινων πόρων, καθώς μπορεί να είναι άνυδρα ή να βιώνουν περιόδους λειψυδρίας. Σημαντική επιρροή σε αυτές τις περιοχές έχουν οι κλιματικές αλλαγές αλλά και η τουριστική περίοδος κατά την οποία παρουσιάζεται τρομερή αύξηση της ζήτησης(έως και τρεις φορές αυξημένη ζήτηση έναντι της κανονικής). Τα προβλήματα αυτά στα νησιά του Αιγαίου αντιμετωπίζονται με μεταφορά νερού μέσω δεξαμενόπλοιων από την ηπειρωτική Ελλάδα ή από γειτονικά νησιά. Η λύση της μεταφοράς μέσω υδροφόρων πλοίων είναι εξαιρετικά δαπανηρή αφού το κόστος μπορεί να υπερβαίνει και τα 7€/m<sup>3</sup>(Gikas and Angelakis, 2009). Συγκεκριμένα, με στοιχεία της Γενικής Γραμματείας Αιγαίου, για το έτος 2014 η μεταφορά νερού σε 13 νησιά, εκ των οποίων η Πάτμος(68.654m<sup>3</sup>), η Κίμωλος(55.340m<sup>3</sup>), το Κουφονήσι(51.117m<sup>3</sup>) και η Αμοργός(33.936m<sup>3</sup>) έλαβαν μεγαλύτερες ποσότητες έναντι των Καστελλόριζο, Σύμη, Σχοινούσα, Ηρακλεία, Δονούσα, Αγαθονήσι, Λέρος και Λειψοί, κόστισε περίπου 5,5 εκατομμύρια ευρώ.

Πέρα από το πρόβλημα της έλλειψης νερού όμως τα περισσότερα νησιά του Αιγαίου πελάγους δεν είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της Ηπειρωτικής Ελλάδας και διαθέτουν για την κάλυψη των αναγκών τους τοπικά και αυτόνομα συστήματα παραγωγής, με αποτέλεσμα το πετρέλαιο να αποτελεί την κύρια ενεργειακή μορφή που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα υπολογίζεται πώς η ετήσια κατανάλωση του πετρελαίου αγγίζει τους 100.000tn(Diesel) και σχεδόν τους 400.000tn μαζούτ. Οι θερμικοί πετρελαϊκοί σταθμοί καλύπτουν περίπου το 99% της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με περίπου 250 θερμικές μονάδες παραγωγής ενέργειας και το αυτόνομο δίκτυο παραγωγής ενέργειας της Κρήτης, ενώ το ποσοστό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι πολύ χαμηλό.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

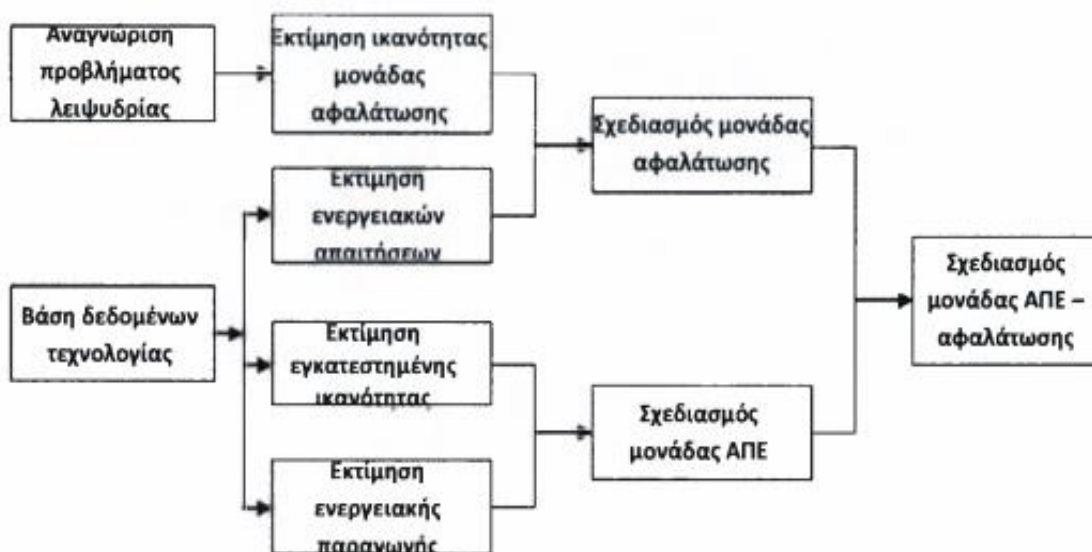
### 3.1 Συνεργασία Αφαλάτωσης-Α.Π.Ε

Η αυξανόμενη χρήση της αφαλάτωσης προκειμένου να καλυφθεί ζήτηση που δημιουργείται από την αύξηση του πληθυσμού αλλά και της βιομηχανίας, καθιστά απαραίτητη και την αύξηση των πηγών ενέργειας. Πολυάριθμες προσπάθειες έχουν πραγματοποιηθεί σε μια αναζήτηση κατάλληλης σύζευξης μεταξύ των διαδικασιών αφαλάτωσης και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα συστήματα αυτά συχνά ονομάζονται και αυτόνομα (Autonomus Desalination System, ADS). Η καταλληλότητα αυτή εξαρτάται από τις απαιτήσεις των δύο αυτών συστημάτων καθώς και του τύπου της ενέργειας που μπορεί να αποκτηθεί από την εξεταζόμενη πηγή. Διαφορετικοί συνδυασμοί μεταξύ των συστημάτων αυτών δίνονται παρακάτω (εικόνα 13), όπως επίσης και ένας αλγόριθμος σχεδιασμού κατάλληλου συνδυασμού ανανεώσιμων πηγών με τεχνολογία αφαλάτωσης (εικόνα 14).



RO= Αντίστροφη όσμωση, ED= Ηλεκτροδιάλυση, MVC= Μηχανική συμπίεση ατμού, MED= πολυβάθμια εξάτμιση, MSF= πολυβάθμια εκρηκτική εξάτμιση, TVC= Θερμική συμπίεση ατμού

Εικόνα 13. Πιθανοί συνδυασμοί ΑΠΕ-Αφαλάτωσης (Eltawil et al., 2009)



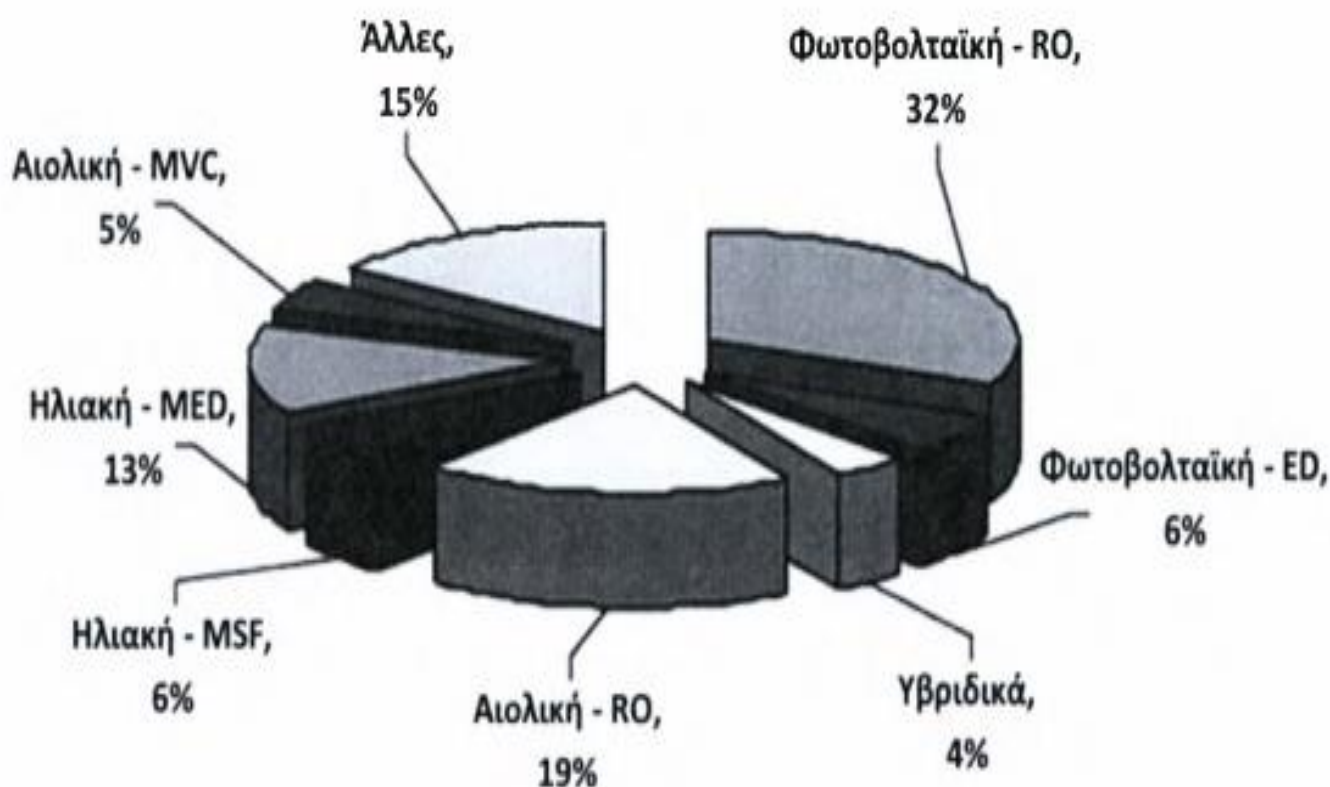
Εικόνα 14. Αλγόριθμος σχεδιασμού κατάλληλης μονάδας αφαλάτωσης-ΑΠΕ (Eltawil et al., 2009)

Τα αυτόνομα συστήματα αφαλάτωσης είναι λίγα και έχουν συνήθως περιορισμένη ικανότητα. Αντιπροσωπεύουν περίπου το 0,02% της συνολικής ικανότητας αφαλάτωσης (Garcia-Rodriguez, 2002). Σύμφωνα με τους Eltawil et al (2009) και Mathioudakis et al (2007), οι κύριοι λόγοι που οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν έχουν βρεί ευρύτερη εφαρμογή είναι:

1. Η διαθεσιμότητα. Η γεωγραφική κατανομή του δυναμικού των ΑΠΕ δεν συμβαδίζει πάντα με την ένταση της έλλειψης νερού σε τοπικό επίπεδο.
2. Οι δαπάνες. Οι αρχικές δαπάνες εγκατάστασης των διάφορων συστημάτων είναι ακόμα υψηλές.
3. Οι τεχνολογίες σύνδεσης της ενεργειακής μετατροπής και των συστημάτων αφαλάτωσης. Μια σημαντική πρόκληση για αυτές τις θα ήταν η βελτίωση του τεχνολογικού σχεδιασμού των συνδυαστικών οι οποίες θα αυξάνουν την απόδοση καθώς και τον όγκο παραγωγής με ταυτόχρονη μείωση των δαπανών.
4. Η βιωσιμότητα.
5. Η τοποθεσία των εγκαταστάσεων.
6. Η εποχιακή προσαρμογή ζήτησης.
7. Η ενεργειακή διαθεσιμότητα

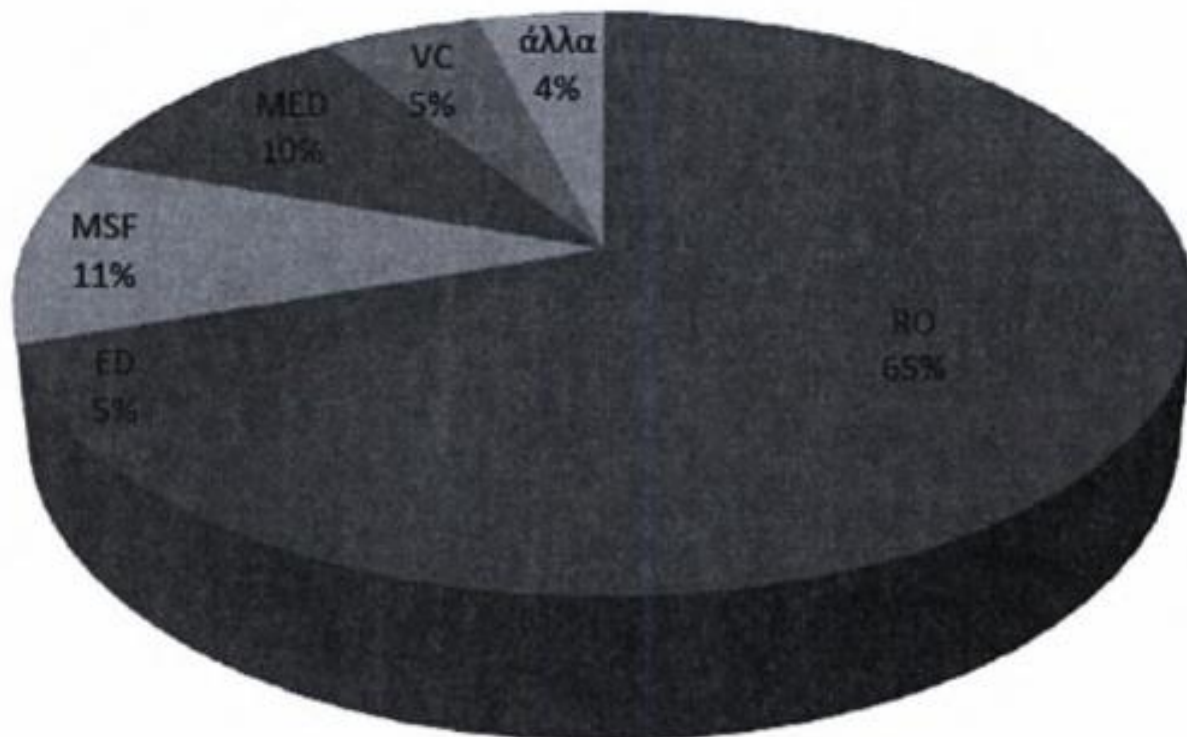
8. Η αυτάρκεια, καθώς οι ΑΠΕ επιτρέπουν την αποφυγή της εξάρτησης από εξωτερικό εφοδιασμό
9. Η τεχνολογία. Η ανάπτυξη και εμπορευματοποίηση των αυτόνομων συστημάτων προάγουν την εξαγωγή τεχνολογίας και τεχνογνωσίας.
10. Η περιβαλλοντική επίδραση.
11. Τα οικονομικά ζητήματα. Οι απαιτήσεις σε φρέσκο νερό κάνουν σε ορισμένες περιπτώσεις κάνουν απαραίτητη τη μεταφορά φρέσκου νερού μέσω δεξαμενόπλοιων το οποίο έχει υψηλό κόστος
12. Η συντήρηση και λειτουργία.

Δεδομένου ότι υπάρχουν πολλά κριτήρια που καθορίζουν το βέλτιστο συνδυασμό των ΑΠΕ και των τεχνολογιών αφαλάτωσης, υπάρχει μια ευρεία ποικιλία των υφιστάμενων εγκαταστάσεων των μονάδων αφαλάτωσης - ΑΠΕ(εικόνα 15).



Εικόνα 15. Κατανομή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τροφοδότησης των τεχνολογιών αφαλάτωσης (Eltawil et al., 2009).

Όπως παρατηρείται από την εικόνα 16, το μεγαλύτερο ποσοστό τεχνολογιών αφαλάτωσης που συνδέθηκαν με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το κατέχει η αντίστροφη όσμωση και είναι της τάξης του 65%(Tzen, and Morris, 2003), έπειτα είναι η πολυβάθμια εκτόνωση με 11%, η πολυβάθμια εξάτμιση με 10% και τέλος η εξάτμιση με συμπίεση ατμών και η ηλεκτροδιάλυση με 5%.



Εικόνα 16. Τεχνολογίες αφαλάτωσης που συνδυάζονται με ΑΠΕ.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που έχουν μελετηθεί και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συστήματα αφαλάτωσης περιλαμβάνουν την ηλιακή θερμική ενέργεια, την ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια, την αιολική ενέργεια, την γεωθερμική ενέργεια, την βιομάζα, την κυματική ενέργεια και την υδραυλική ενέργεια.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 Παρουσίαση μοντέλου προσομοίωσης

Τα κύρια χαρακτηριστικά καθώς και οι βασικές λειτουργίες της μονάδας αφαλάτωσης αντίστροφης όσμωσης του Εργαστηρίου ΗΜΕ & ΠΡΟΠΕ δίνονται στις ακόλουθες παραγράφους ανά στάδιο επεξεργασίας. Η ολοκληρωμένη διάταξη απεικονίζεται στην εικόνα 17.



*Εικόνα 17. Πειραματική μονάδα αφαλάτωσης.*

### Στάδιο προεπεξεργασίας

- Δοχείο πολυαιθυλενίου 1.000 lit. με αντλία επανασυμπίεσης.
- Ηλεκτροκίνητη διαφραγματική αντλία η οποία δοσομετρεί υποχλωριώδες νάτριο στο τροφοδοτούμενο νερό για την αποφυγή ανάπτυξης οργανικού φορτίου επί των μεμβρανών. Η αντλία συνοδεύεται από δοχείο υποχλωριώδους νατρίου με φλωτεροδιακόπτη ελέγχου στάθμης.



- Φίλτρα ειδικού σχεδιασμού με ταχύτητα ροής  $<15\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$  πολλαπλών στρώσεων και κοκκομετρικής βαθμίδος ικανά να φιλτράρουν αιωρούμενα διατομής έως και 10μ.
- Φίλτρο ειδικού σχεδιασμού για δέσμευση υπολειμματικού χλωρίου και κατακράτηση οργανικών. Το υλικό κατασκευής είναι οξύμαχος πολυεστέρας. Ο χρόνος έκπλυσης είναι συνάρτηση της ημερήσιας επιβάρυνσης. Η ταχύτητα ροής είναι  $<15\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ .
- Ηλεκτροκίνητη διαφραγματική δοσομετρική αντλία η οποία δοσομετρεί υλικό το οποίο εξουδετερώνει το υπολειμματικό χλώριο (όσο δεν έχει αντιδράσει με τα εμπεριεχόμενα οργανικά). Η αντλία συνοδεύεται από δοχείο υλικού αποχλωρίωσης με φλωτεροδιακόπτη ελέγχου στάθμης.
- Ειδικά σχεδιασμένα φίλτρα φυσιγγίων για την προστασία των μεμβρανών από πιθανές εμφράξεις μικροαιρούμενων.
- Ηλεκτροκίνητη διαφραγματική δοσομετρική αντλία η οποία δοσομετρεί υλικό αντικαθαλάτωσης στο τροφοδοτούμενο νερό για την αποφυγή καθαλατώσεων. Η αντλία συνοδεύεται από δοχείο υλικού αντικαθαλάτωσης με φλωτεροδιακόπτη ελέγχου στάθμης

## Στάδιο κυρίως επεξεργασίας

Η εκκίνηση της εγκατάστασης γίνεται αυτόματα, σύμφωνα με τη ζήτηση νερού. Επιτηρητής στάθμης τοποθετημένος στην δεξαμενή του παραγόμενου νερού ελέγχει την εκκίνηση της γραμμής αφαλάτωσης. Η διαδικασία των σημάτων αυτοματισμού είναι η ακόλουθη:

- Οι ρυθμιστές στάθμης της δεξαμενής αποθήκευσης επεξεργασμένου νερού δίνουν εντολή να ξεκινήσει η διαδικασία παραγωγής.
- Μετά από μερικά δευτερόλεπτα, εάν όλα τα σήματα που προέρχονται από τους ελεγκτές των διαφόρων παραμέτρων για την προστασία των αντλητικών συγκροτημάτων υψηλής πίεσης και των μεμβρανών της αντίστροφης όσμωσης έχουν καλώς, το αντλητικό συγκρότημα υψηλής πίεσης αρχίζει την λειτουργία του. Στην περίπτωση που ένας από τους προαναφερθέντες επιτηρητές δεν επιτρέψει στην αντλία υψηλής πίεσης να λειτουργήσει, όλο το σύστημα της μονάδος προκατεργασίας του νερού αυτόματα σταματά και δίδεται αντίστοιχο σήμα για τον εντοπισμό της αστοχίας.
- Στην γραμμή του παραγόμενου αφαλατωμένου νερού, ελέγχεται συνεχώς η αγωγιμότητα. Στην περίπτωση υψηλής αγωγιμότητας του νερού, ένας οπτικός συναγερμός ενεργοποιείται στον πίνακα ελέγχου και δίδεται έξοδος σήματος προς το BMS.
- Όλο το σύστημα ελέγχου είναι προστατευμένο μέσω των ακόλουθων εξαρτημάτων ασφαλείας, τα οποία μεταβιβάζουν ένα σήμα συναγερμού στον πίνακα ελέγχου :
  - Μαγνητοθερμικός διακόπτης σε κάθε ηλεκτρικό κινητήρα
  - Διακόπτης χαμηλής στάθμης στα δοχεία των χημικών διαλυμάτων
  - Διακόπτης χαμηλής πίεσης στην είσοδο της αντλίας υψηλής πίεσης
  - Συναγερμός από υψηλή αγωγιμότητα του νερού στην έξοδο των μεμβρανών
  - Συναγερμός από έλλειψη ακατέργαστου
  - Συναγερμός από σφάλμα τροφοδοσίας
  - Συναγερμός από υψηλή πίεση

• Μονάδα αντίστροφης όσμωσης:

Είδος συστήματος	Μονάδα αφαλάτωσης θαλασσινού νερού
Τύπος αυτοματισμού	Αγωγιμομετρικός έλεγχος
Μέγιστη ωριαία παροχή	0.15 m <sup>3</sup> /h
Μέγιστη ημερήσια παροχή	3.6 m <sup>3</sup> / d
Πίεση λειτουργίας	56 – 58 atm
Πίεση τροφοδοσίας	5 atm
Σωληνώσεις εισαγωγής - εξαγωγής	32 mm
Εγκατεστημένη ισχύς	2.2 kW
Τάση λειτουργίας	230 V ή 400 V
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ:	56.000 μS
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ:	< 1.000 μS
ΧΡΗΣΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ:	ΓΕΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ – ΠΟΣΙΜΟ

Το σύστημα αποτελείται από:

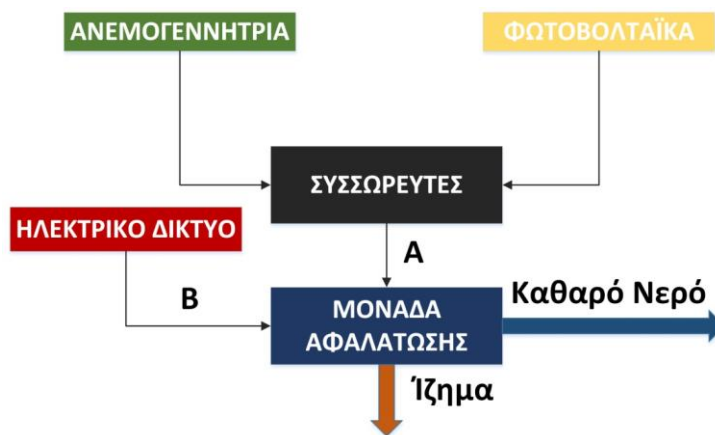
- Αντλία υψηλής πίεσης κατασκευασμένη από ειδικό ανοξείδωτο χάλυβα για να εξασφαλιστεί η ύψιστη αντοχή στην διαβρωτική τάση του νερού. Το σύστημα έχει ενσωματωμένα όλα τα αναγκαία εξαρτήματα αναρρόφησης και κατάθλιψης καθώς και τα αναγκαία συστήματα ελέγχου και προστασίας.
- Υδραυλικά δίκτυα υψηλής πίεσης κατασκευασμένα από ειδικό ανοξείδωτο χάλυβα.
- Υδραυλικά δίκτυα χαμηλής πίεσης κατασκευασμένα από PVC PN 16.
- Μεμβρανοθήκες σχεδιασμένες και κατασκευασμένες για να αντέχουν σε υψηλές μηχανικές καταπονήσεις και να λειτουργούν σε οξειδωτικά περιβάλλοντα.
- Μεμβράνες αντίστροφης όσμωσης υψηλής ποιότητας.
- Πίνακα ελέγχου κατασκευασμένο από μη διαβρώσιμο υλικό με όλα τα όργανα μέτρησης και ελέγχου.
- Μανόμετρα ελέγχου εγκατεστημένα πριν και μετά τα φίλτρα άμμου, πριν και μετά τα φίλτρα φυσιγγίων στην γραμμή υψηλής πίεσης, στην γραμμή αποβλήτων, στην γραμμή έκπλυσης και στην έξοδο της αντλίας υψηλής, κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα.

- Ροόμετρα στο δίκτυο παραγωγής και αποβλήτων για την καταμέτρηση της στιγμιαίας ροής.
- Όργανο καταμέτρησης ωρών λειτουργίας της μονάδος εγκατεστημένο επί του πίνακα.
- Σύστημα ελέγχου χαμηλής πίεσης για την αποφυγή ξηράς λειτουργίας της αντλίας υψηλής πίεσης.
- Συστήματα ένδειξης λειτουργίας και ALARM που ελέγχονται από το κεντρικό PLC.
- Αυτοφερόμενη βάση από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304 με αυτογενή συγκόλληση.

## 4.2 Λειτουργία της εγκατάστασης

Η πειραματική μονάδα αφαλάτωσης υποστηρίζει τη μελέτη διαφόρων παραμέτρων ενεργειακής συμπεριφοράς και αποδοτικότητας και ως εκ τούτου συντέλεσε ουσιαστικά στο να αναπτυχθεί μια ολοκληρωμένη πειραματική – πιλοτική εγκατάσταση υβριδικού σταθμού ΑΠΕ με ταυτόχρονη παραγωγή νερού. Η βασική ιδέα του εν λόγω ολοκληρωμένου συστήματος είναι η κατάλληλη αξιοποίηση από τη μονάδα αφαλάτωσης της παραγόμενης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, εξασφαλίζοντας με τον τρόπο αυτό καθαρή και οικονομική ενεργειακή παροχή στην ενεργειακά απαιτητική διεργασία της αφαλάτωσης. Ειδικότερα, και στο πλαίσιο της υφιστάμενης εγκατάστασης, η τροφοδοσία της μονάδας αφαλάτωσης πραγματοποιείται με τη χρήση διακόπτη με δύο τρόπους (Α και Β αντίστοιχα, εικόνα 18), έχοντας ως στόχο τη συνεχή διασφάλιση παροχής ενέργειας προς τη μονάδα:

- Είτε αξιοποιώντας καθαρή ενέργεια μέσω του συνδυασμού Φ/Β πλαισίων, ανεμογεννήτριας και συστοιχίας συσσωρευτών (η τροφοδοσία πραγματοποιείται μέσω inverter στην έξοδο των συσσωρευτών)
- Είτε αξιοποιώντας συμβατική ενέργεια προερχόμενη από το κεντρικό δίκτυο.



Εικόνα 18. Επεξηγηματικό διάγραμμα ροής για την τροφοδοσία της μονάδας αφαλάτωσης.

### Πειραματική διαδικασία

Σκοπός της πειραματικής διαδικασίας ήταν ο καθορισμός του συντελεστή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά μονάδα όγκου παραγόμενου πόσιμου νερού, δηλ. kWh/m<sup>3</sup>, για διαφορετικής

αλατότητας (αγωγιμότητας) νερό επεξεργασίας, αντίστοιχου της ποιότητας νερού διαφορετικών περιοχών/περιπτώσεων μελέτης. Τα βασικά βήματα της εν λόγω πειραματικής διαδικασίας περιγράφονται στα ακόλουθα:

- Αρχικά, για να πετύχουμε την επιθυμητή αλατότητα του νερού που θα υποστεί αφαλάτωση, διαλύουμε αλάτι μέσα σε ένα δοχείο με νερό. Το νερό αυτό το ρίχνουμε στην δεξαμενή, η οποία περιέχει ήδη κάποια ποσότητα καθαρού νερού, και ταυτοχρόνως, ενεργοποιούμε την διαδικασία ανακυκλοφορίας του νερού της δεξαμενής μέσω της μικρής αντλίας και της κατάλληλης διαχείρισης του κυκλώματος των αγωγών νερού. Εκτελούμε αυτή τη διαδικασία έτσι ώστε το αλάτι, που πιθανόν να μην έχει διαλυθεί στο δοχείο, να διαλυθεί και να μην καταπέσει ως ίζημα στην δεξαμενή.
- Κατά τη διάρκεια της ανακυκλοφορίας παίρνουμε δείγματα του νερού και μέσω ηλεκτρονικού αγωγιμόμετρου μετράμε την αλατότητα του νερού, έως ότου επιτύχουμε την επιθυμητή.
- Έχοντας επιτύχει την επιθυμητή αλατότητα, θέτουμε σε λειτουργία και τη μεγάλη αντλία, έχοντας διαμορφώσει το κύκλωμα των αγωγών κατάλληλα.
- Ταυτοχρόνως, δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα εξής ακόλουθα:
  1. Η πίεση στην αντλία ανακυκλοφορίας (μικρή), δεν πρέπει να ξεπεράσει τα 4.5bar. Το σύστημα σταματά την κυκλοφορία αυτόματα, αν η πίεση ξεπεράσει τα 4.5bar.
  2. Για να λειτουργήσει η μονάδα, πρέπει η πίεση στην κατάθλιψη της αντλίας να είναι άνω των 20bar.
  3. Η πίεση μετά των μεμβρανών πρέπει να είναι κάτω των 65bar.
  4. Η διαφορά πίεσης, προ και μετά των μεμβρανών, πρέπει να κυμαίνεται στα 5-7bar.

## Λήψη και επεξεργασία μετρήσεων

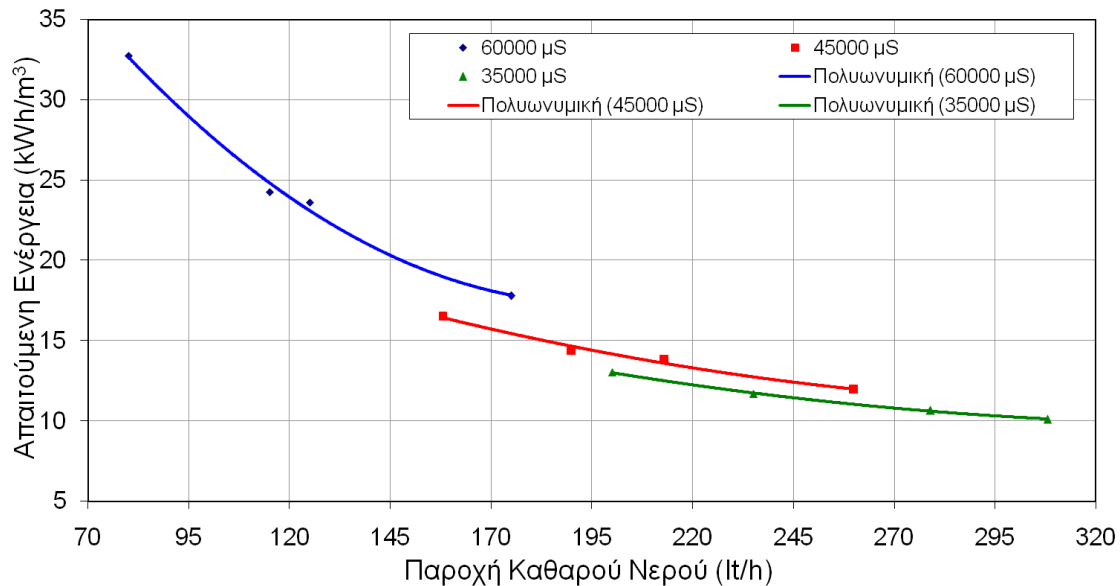
Για την λήψη των μετρήσεων χρησιμοποιούμε τα μανόμετρα και τα ροόμετρα της εγκατάστασης και ένα μετρητή ισχύος, τον οποίο έχουμε συνδέσει στην παροχή ρεύματος της μονάδας, η οποία με τη σειρά της τροφοδοτείται από τον πειραματικό υβριδικό σταθμό μέσω της μονάδας των συσσωρευτών. Επίσης, χρησιμοποιούμε τον πίνακα ελέγχου της μονάδας. Έχοντας επιτύχει την επιθυμητή αλατότητα, μέσω της βάνας που υπάρχει προ της αντλίας καταθλίβουμε ή εκτονώνουμε ανάλογα με την πίεση που θέλουμε να επιτύχουμε. Πιο συγκεκριμένα:

- Καταγράφουμε, μέσω των μανομέτρων, την εκάστοτε υψηλή και χαμηλή πίεση.
- Καταγράφουμε, μέσω των ροομέτρων, την εκάστοτε παροχή καθαρού νερού και αποβλήτων.
- Ο μετρητής ισχύος, αφού τον θέσουμε σε λειτουργία καταγραφής, αποθηκεύει τις εναλλαγές της ισχύος κατά την διάρκεια του πειράματος. Τις μετρήσεις αυτές, έπειτα, τις αποσπούμε μέσω υπολογιστή.
- Μέσω του πίνακα ελέγχου της μονάδας καταγράφουμε την μέση αλατότητα του καθαρού νερού.

Στο πλαίσιο αυτό, ελήφθησαν διαφορετικά σετ μετρήσεων αναφορικά με την απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ για την αφαλάτωση δεδομένου όγκου επεξεργαζόμενου νερού διαφορετικής αλατότητας. Έπειτα από την επεξεργασία των μετρήσεων που συλλέχθηκαν προέκυψε, το γράφημα(εικόνα 19) το οποίο αποδίδει τη μεταβαλλόμενη σχέση της απαιτούμενης ηλεκτρικής

ενέργειας και του νερού που πρόκειται να παραχθεί για ένα εύρος τιμών αλατότητας του εισερχόμενου νερού . Σημειώνεται πως οι εμφανιζόμενες τιμές αντιστοιχούν σε μέσους όρους δεκάδων μετρήσεων ανά συνδυασμό αγωγιμότητας και παροχής νερού.

### Μεταβολή Συντελεστή Απαιτούμενης Ηλεκτρικής Ενέργειας για Διαφορετική Αλατότητα & Διακινούμενη Παροχή



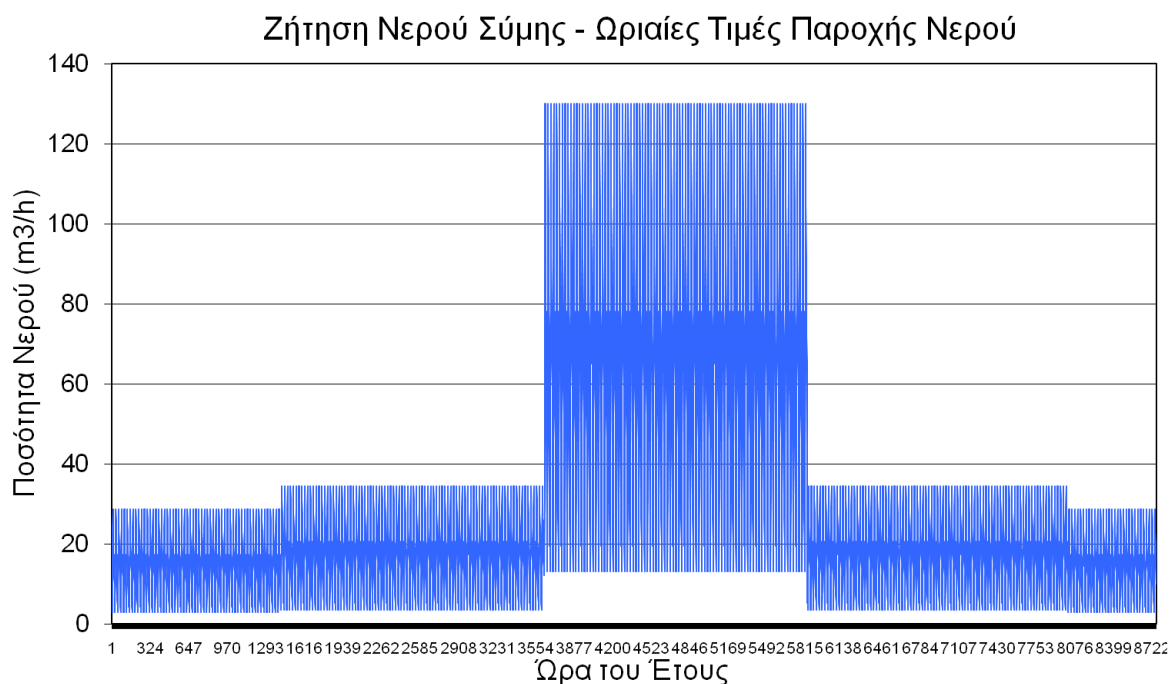
Εικόνα 19. Μεταβολή απαιτούμενης ενέργειας-παροχής νερού για διαφορετικές τιμές αλατότητας.

Βάσει του γραφήματος της εικόνας 19, παρατηρείται, αύξηση της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας για εισερχόμενο νερό υψηλής αλατότητας (π.χ. 60000μS). Ενώ με τη μείωση της αλατότητας, του εισερχόμενου στην αφλάτωση νερού, στα 35000μS, ο συντελεστής κατανάλωσης ενέργειας μειώνεται σημαντικά και κινείται σε φυσιολογικά επίπεδα (κάτω και από τις 10kWh/m<sup>3</sup>) επιτρέποντας παράλληλα και μεγαλύτερη παραγωγή (παροχή) πόσιμου νερού στην έξοδο της μονάδας. Συνεπώς προκύπτει και το συμπέρασμα ότι για υψηλές τιμές αλατότητας στο εισερχόμενο στη μονάδα νερό, η ενεργειακή κατανάλωση αυξάνεται ενώ η παραγωγή πόσιμου νερού στην έξοδο της μονάδας μειώνεται και αντίστροφα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 Παρουσίαση ενεργειακής κατάστασης και υδροδότησης της Σύμης

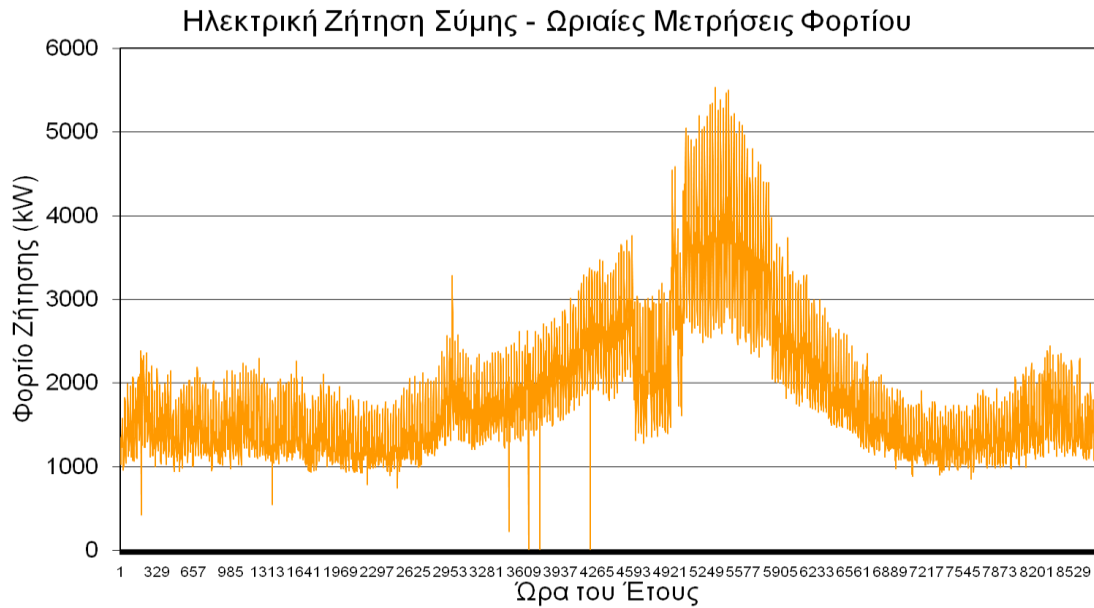
Στο κεφάλαιο αυτό δίνονται τα στοιχεία του νησιού που αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία έγιναν οι υπολογισμοί και οι συγκρίσεις των διαφορετικών μοντέλων εγκατάστασης αργότερα ώστε να επιλεγεί ο καλύτερος δυνατός συνδυασμός για την περιοχή της Σύμης.



Εικόνα 20. Μεταβολή ζήτησης του νερού στο νησί της Σύμης .

Από το γράφημα της εικόνας 20, παρατηρείται ότι από τον Ιανουάριο έως το Μάιο καθώς και από τον Σεπτέμβριο έως τον Δεκέμβριο, οι απαιτήσεις του νησιού σε νερό, κυμαίνονται από 20 έως 40 m<sup>3</sup>/h με μια μέση τιμή περίπου στα 36 m<sup>3</sup>/h. Ενώ κατά την καλοκαιρινή περίοδο παρατηρείται αύξηση του ποσού αυτού έως και 3 φορές, ενδεικτικά περίπου 130 m<sup>3</sup>/h. Ποσό που αιτιολογείται απόλυτα καθώς κατά την καλοκαιρινή περίοδο αυξάνεται ο πληθυσμός του νησιού έως και τρεις φορές(περίπου 9000 κάτοικοι).

Το ίδιο συμβαίνει όπως αντιλαμβανόμαστε και στην διακύμανση του ηλεκτρικού φορτίου της Σύμης.



Εικόνα 21. Μεταβολή ηλεκτρικής ζήτησης Σύμης.

Από το διάγραμμα της εικόνας 21, παρατηρούμε ότι κατά τη διάρκεια ενός έτους η ζήτηση αυξάνεται ραγδαία κατά την καλοκαιρινή περίοδο, όπου μπορεί να ξεπεράσει έως και τις 5000kWh, ενώ κατά την χειμερινή περίοδο δεν υπερβαίνει τις 2500kWh.

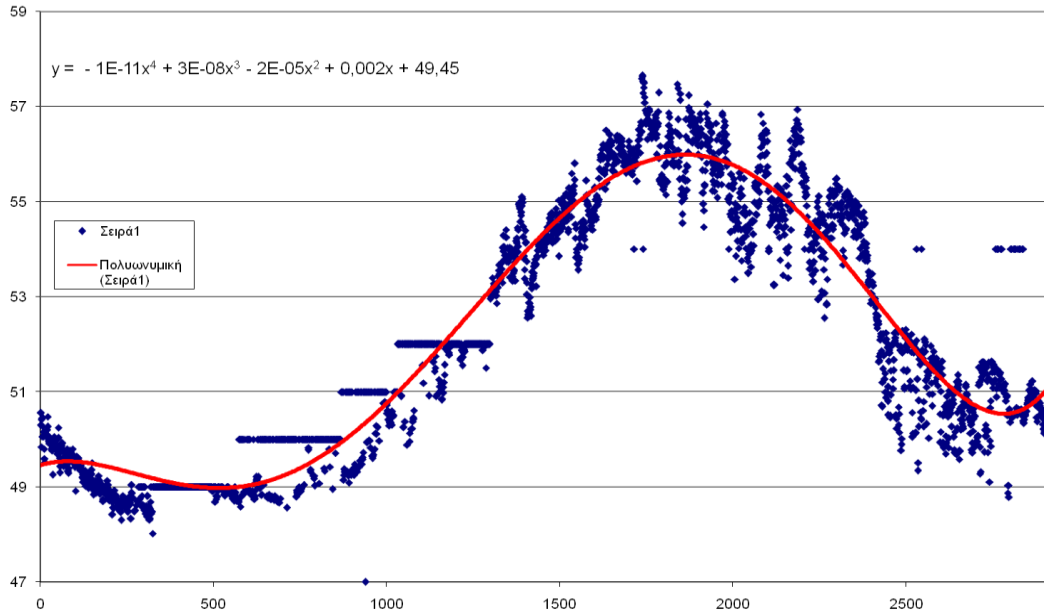
## 5.2 Αλατότητα και αιολικό δυναμικό στην περιοχή της Σύμης

Η αλατότητα (S, salinity) είναι η συγκέντρωση της μάζας όλων των αλάτων που βρίσκονται στη μάζα του νερού. Ορίζεται ως ο συνολικός αριθμός γραμμαρίων διαλυμένων αλάτων σε ένα κιλό θαλασσινού νερού:

$$S = \frac{\text{gr Διαλυμχων αλΦτων}}{1\text{Kg θαλασσινού νερού}}$$

Οι μονάδες μέτρησης της αλατότητας είναι επομένως επί της χιλίως (‰) ή αντίστοιχα parts per thousand (ppt), ενώ επίσης χρησιμοποιείται και η ονομασία practical salinity units (psu). Το σύνολο των μονάδων αυτών είναι ισοδύναμο, ενώ σημειώνεται ότι τα τελευταία χρόνια επικρατεί η αναφορά της αλατότητας χωρίς τη χρήση μονάδας (π.χ. S=33 αντί του S=33ppt ή 33‰ ή 33psu). Η αλατότητα στην επιφάνεια των ωκεανών εξαρτάται κυρίως από το ισοζύγιο εξάτμισης- κατακρήμνισης, δεδομένου ότι κατά την εξάτμιση αυξάνεται η συγκέντρωση αλάτων στο νερό (εξατμίζεται νερό και τα άλατα παραμένουν) ενώ κατά την κατακρήμνιση (εισροή γλυκού νερού) μειώνεται η συγκέντρωση αλάτων. Στις παράκτιες περιοχές η αλατότητα στα επιφανειακά νερά μειώνεται με την εισροή γλυκού νερού από ποτάμια και το λιώσιμο του πάγου στα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη. Αντίθετα σε μικρά γεωγραφικά πλάτη και σε κλειστές αβαθείς θαλάσσιες λεκάνες, όπου η εξάτμιση είναι μεγάλη και η εισροή γλυκού νερού μικρή, η αλατότητα στα επιφανειακά στρώματα αυξάνεται

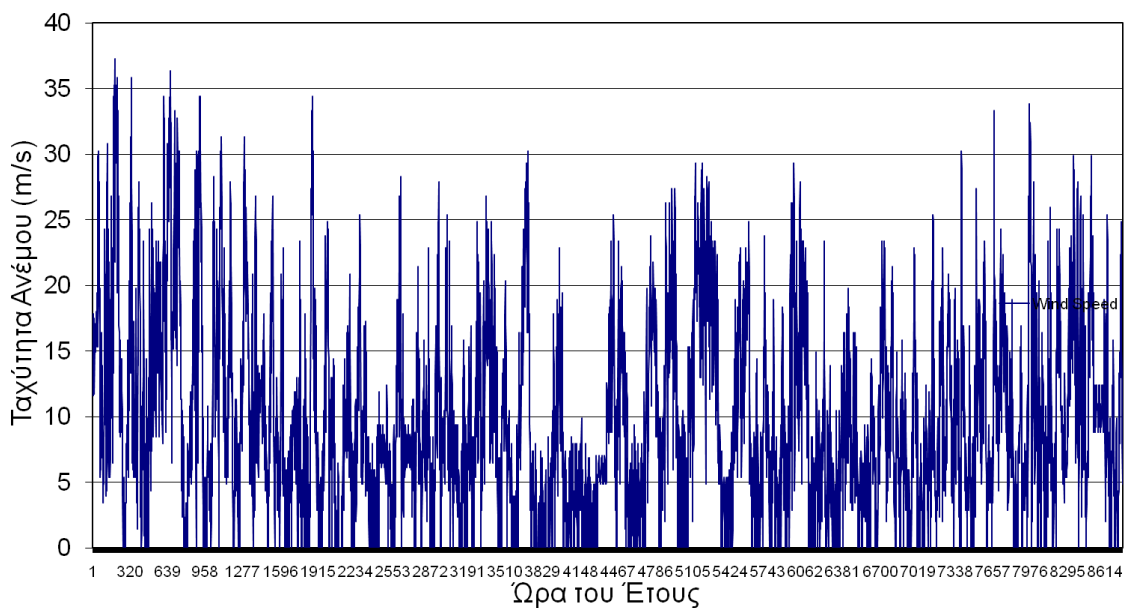
(Μουστάκα, 1997). Το 99% του νερού του παγκόσμιου ωκεανού έχει αλατότητα που κυμαίνεται μεταξύ 33 και 37ppt, ενώ μια μέση τιμή για την αλατότητα του θαλασσινού νερού είναι τα 35ppt. Τα νερά με αλατότητα κάτω των 25ppt ονομάζονται υφάλμυρα, ενώ σε περιπτώσεις όπου η αλατότητα υπερβαίνει τα 40ppt (π.χ. στη Νεκρά Θάλασσα) τα νερά ονομάζονται υπεράλμυρα.



Εικόνα 22. Μεταβολή της αλατότητας στην ευρύτερη περιοχή της Σύμης.

Στο διάγραμμα της εικόνας 22 απεικονίζεται η μεταβολή της αλατότητας, κατά τη διάρκεια ενός έτους, για την ευρύτερης περιοχής της Σύμης, οι μετρήσεις είναι καταγεγραμμένες σε τρίωρα.

### Αιολικό Δυναμικό Σύμης - Ωριαίες Μετρήσεις Ταχύτητας Ανέμου

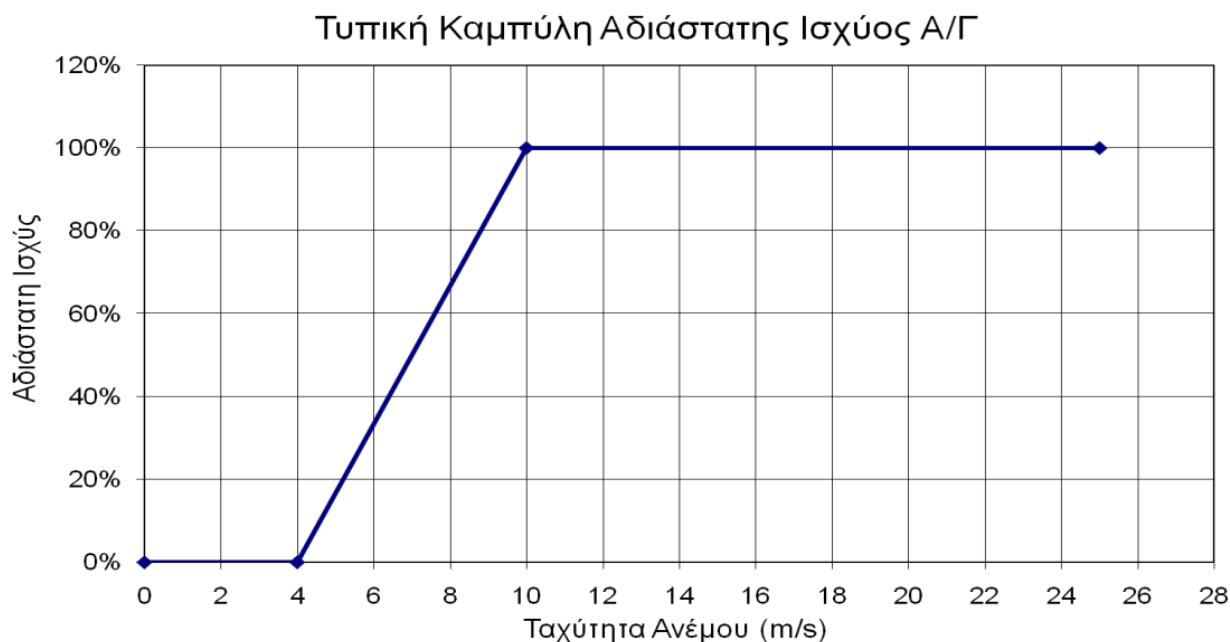


Εικόνα 23. Μεταβολή αιολικού δυναμικού στην περιοχή της Σύμης.



Στο παραπάνω γράφημα της εικόνας 23 αποτυπώνονται οι ωριαίες ταχύτητες του ανέμου σε διάρκεια ενός έτους στην ευρύτερη περιοχή της Σύμης.

### 5.3 Στοιχεία μονάδας αφαλάτωσης και ανεμογεννήτριας

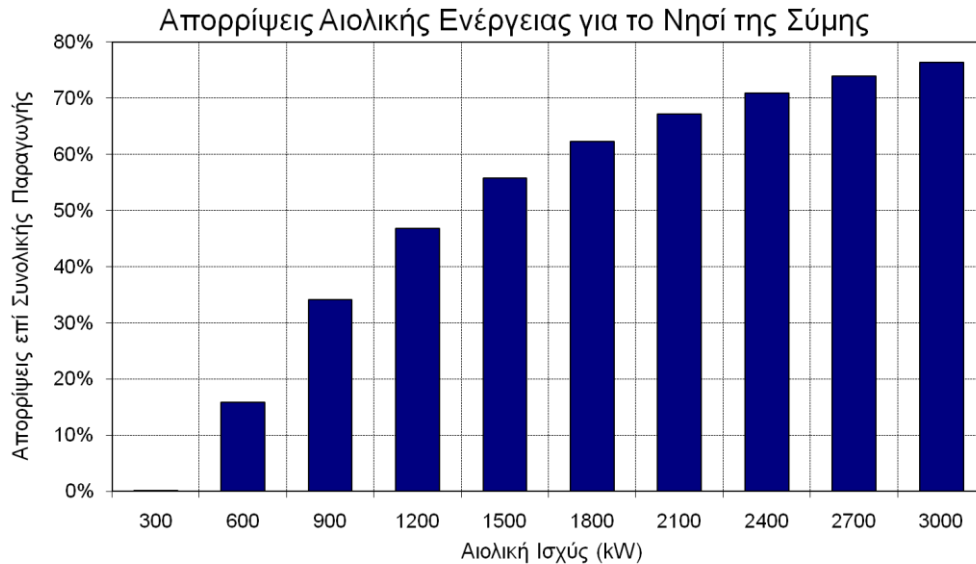


Εικόνα 24. Τυπική καμπύλη αδιάστατης ισχύος ανεμογεννήτρια.

Η λειτουργία μιας τυπικής ανεμογεννήτριας περιγράφεται από το παραπάνω διάγραμμα και ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου παρατηρούμε ότι χωρίζεται σε τρία στάδια εκ των οποίων:

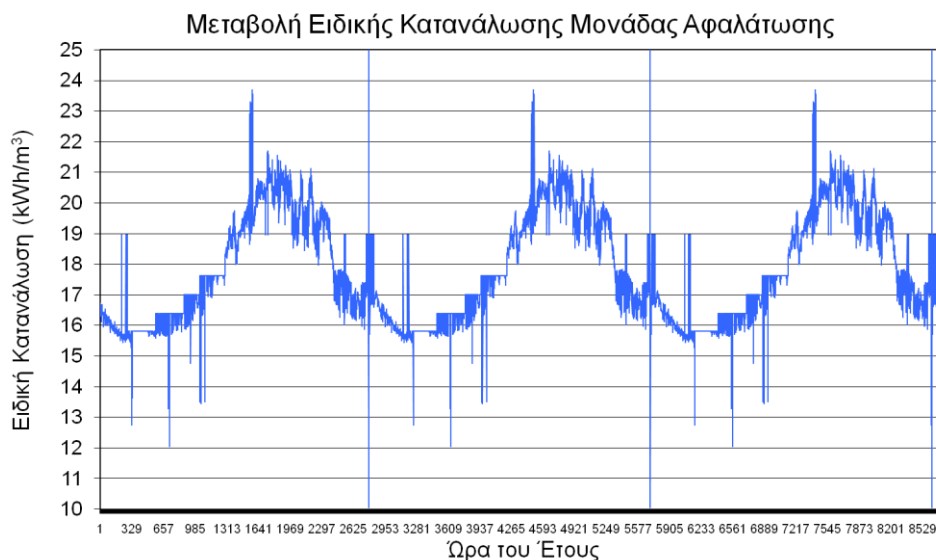
1. Σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου (0-4m/s στην εικόνα 24) γενικά από 2,5-5m/s, ένα μέρος της κινητικής ενέργειας του μένει αναξιοποίητο λόγω του ότι η πτερωτή της ανεμογεννήτριας δεν περιστρέφεται. Αυτό συμβαίνει λόγω των απωλειών κενού φορτίου της εγκατάστασης (π.χ. τριβές στους άξονες) οι οποίες είναι μεγαλύτερες από την παραγόμενη ισχύ της μηχανής.
2. Όταν η ισχύς του ανεμοκινητήρα υπερβεί τις απώλειες του νεκρού φορτίου, για ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη των 4m/s(στην εικόνα 24), τότε αρχίζει η λειτουργία της ανεμογεννήτριας. Στο σημείο αυτό παρατηρούμε ότι από 4-10m/s έχουμε και την παραγωγή ισχύος από την ανεμογεννήτρια.
3. Από μια ταχύτητα ανέμου και μετά η ωφέλιμη ισχύς της ανεμογεννήτριας παραμένει για λειτουργικούς λόγους περίπου σταθερή με αποτέλεσμα να χάνουμε έτσι ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας του ανέμου ιδιαίτερα σε υψηλές ταχύτητες. Όσο η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται τόσο αυξάνεται και η ωφέλιμη ισχύς του ανεμοκινητήρα μέχρι να φτάσει την ονομαστική ισχύ της μηχανής. Από το σημείο αυτό και μετά διατηρούμε την ισχύ εξόδου της

ανεμογεννήτριας περίπου σταθερή. Σε ταχύτητες ανέμου πολύ μεγαλύτερες περίπου 20m/s(ανάλογα και την μηχανή), για λόγους ασφαλείας επιβάλλεται η διακοπή της λειτουργίας της μηχανής και η ισχύς του ανέμου παραμένει αναξιοποίητη.



Εικόνα 25. Απορρίψεις αιολικής ενέργειας για το νησί της Σύμης.

Από το διάγραμμα της εικόνας 25, παρατηρούμε πως μεταβάλλονται οι απορρίψεις της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται ανάλογα με την αιολική ισχύ της εγκατάστασής μας. Έτσι σε μία εγκατάσταση αιολικής ισχύος της τάξεως των 1800Kw έχουμε απόρριψη περίπου 60% της συνολικής παραγωγής.



Εικόνα 26. Μεταβολή ειδικής κατανάλωσης μονάδας αφαλάτωσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6.1 Παρουσίαση υπολογιστικών μοντέλων εγκατάστασης

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται 4 προτάσεις-περιπτώσεις που προέκυψαν από το υπολογιστικό μοντέλο με σκοπό να βρεθεί ο καλύτερος δυνατός συνδυασμός της εγκατάστασης. Τα στοιχεία που λήφθηκαν ως σταθερές ήταν οι ανάγκες νερού (Water Demand) και το αιολικό δυναμικό του νησιού και οι τιμές που μεταβλήθηκαν ήταν η ισχύς του αιολικού πάρκου, η χωρητικότητα της δεξαμενής αποθήκευσης και η δυνατότητα παραγωγής αφαλατωμένου νερού (m<sup>3</sup>).

Στο πλαίσιο αυτό, παρουσιάζονται αρχικά αντιπροσωπευτικά γραφήματα του ωριαίου ισοζυγίου ενέργειας και νερού για διαφορετικούς συνδυασμούς αιολικής ισχύος, δεξαμενής αποθήκευσης νεού και δυναμικότητας μονάδας αφαλάτωσης, ώστε να αποτυπωθεί η επίδραση μεταβολής των κύριων παραμέτρων του προβλήματος γραφικά. Παρατίθενται τέσσερις συνολικά συνδυασμοί, ενώ σε κάθε γράφημα απεικονίζονται η προς κάλυψη κατανάλωση νερού (κίτρινη καμπύλη), η στάθμη της δεξαμενής αφαλατωμένου νερού (γαλάζια επιφάνεια) και η παραγωγή αφαλατωμένου νερού (μπλε καμπύλη).

Όπως διαφαίνεται και από τα γραφήματα, μικρότερη δεξαμενή συνεπάγεται αδυναμία κάλυψης της ζήτησης νερού, ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη αιολική ισχύ, ενώ για μεγαλύτερες τιμές αιολικής ισχύος, οι μειωμένες διαστάσεις της δεξαμενής οδηγούν και σε μειωμένη αξιοποίηση της περίσσειας αιολικής παραγωγής.

Παρόμοια, η περιορισμένη δυναμικότητα της μονάδας αφαλάτωσης είναι επίσης υπεύθυνη για τη μειωμένη αξιοποίηση του πλεονάσματος αιολικής ενέργειας σε περιπτώσεις ικανής εγκατεστημένης αιολικής ισχύος.

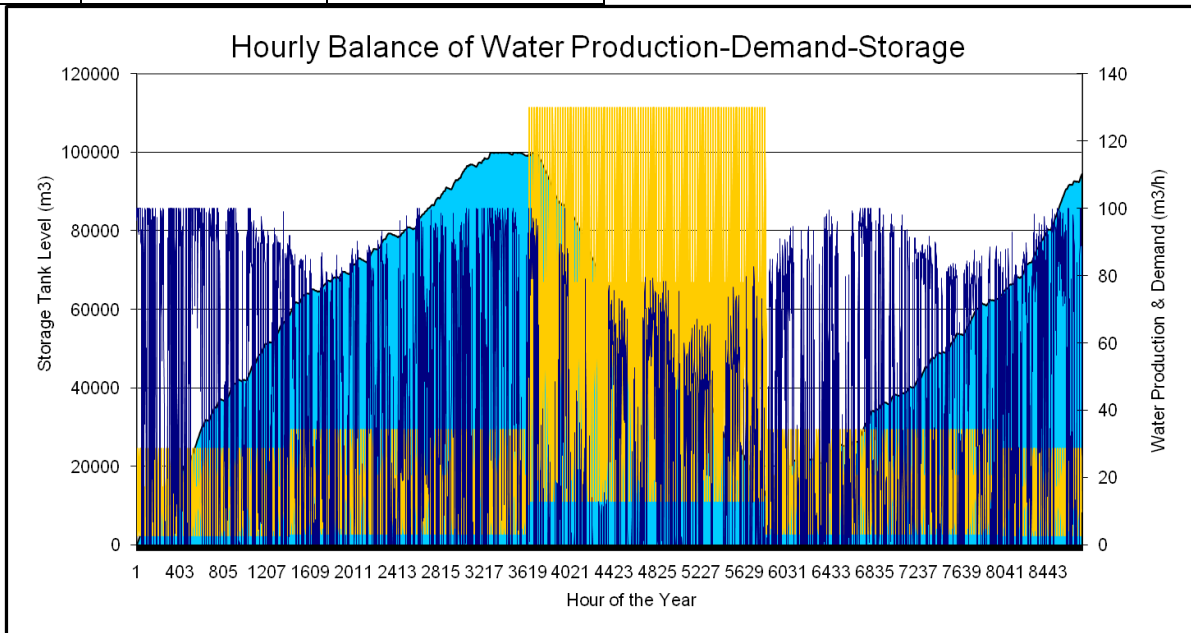
Καθίσταται λοιπόν σαφής η επίδραση των διαφορετικών παραμέτρων στο τελικό αποτέλεσμα, δηλ. το τελικό ποσοστό κάλυψης της ζήτησης νερού με χρήση μονάδας αφαλάτωσης και με αξιοποίηση της περίσσειας ενέργειας του υπό εξέταση αιολικού πάρκου.

Είναι επίσης σαφές πως είναι δυνατή η εξέταση πλήθους συνδυασμών, η οποία και διενεργήθηκε, με καθέναν από τους εξεταζόμενους συνδυασμούς να εγγυάται διαφορετικά επίπεδα αυτονομίας (βλέπε και Παράρτημα).

Με βάση τα ανωτέρω, τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα ενεργειακής αξιολόγησης για ένα πλήθος εξεταζόμενων συνδυασμών εμφανίζονται στα γραφήματα που ακολουθούν τις 4 αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις.

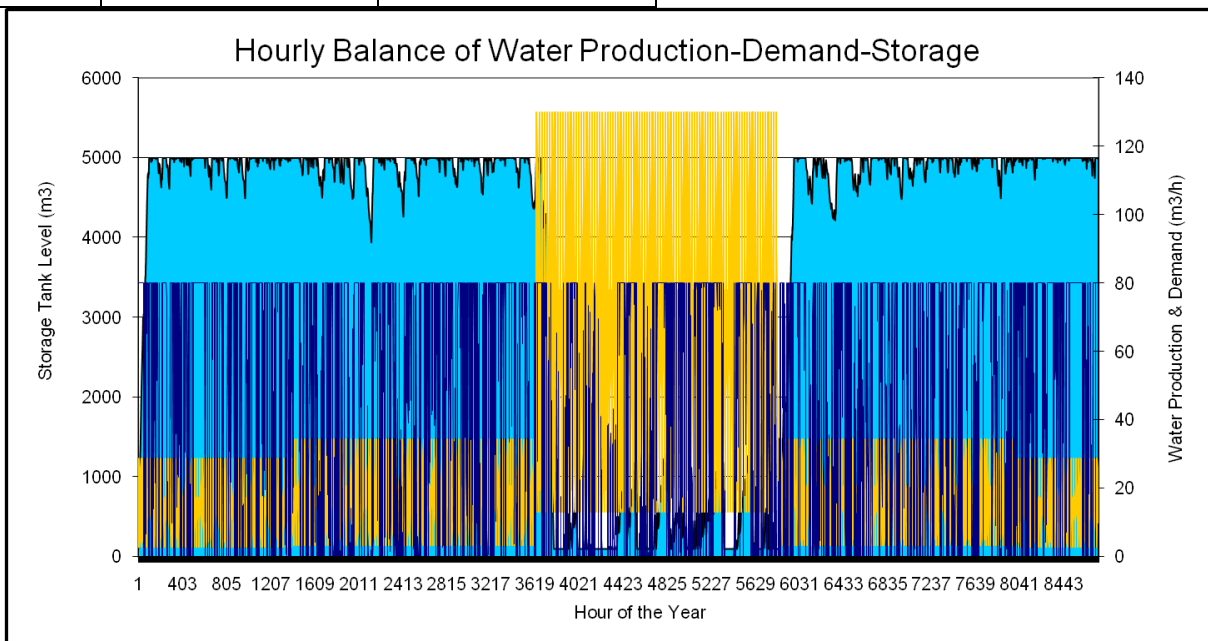
1η Περίπτωση

Wind Park	Des (m3/h)	Capacity	Water Tank (m3)
2000	100		100000



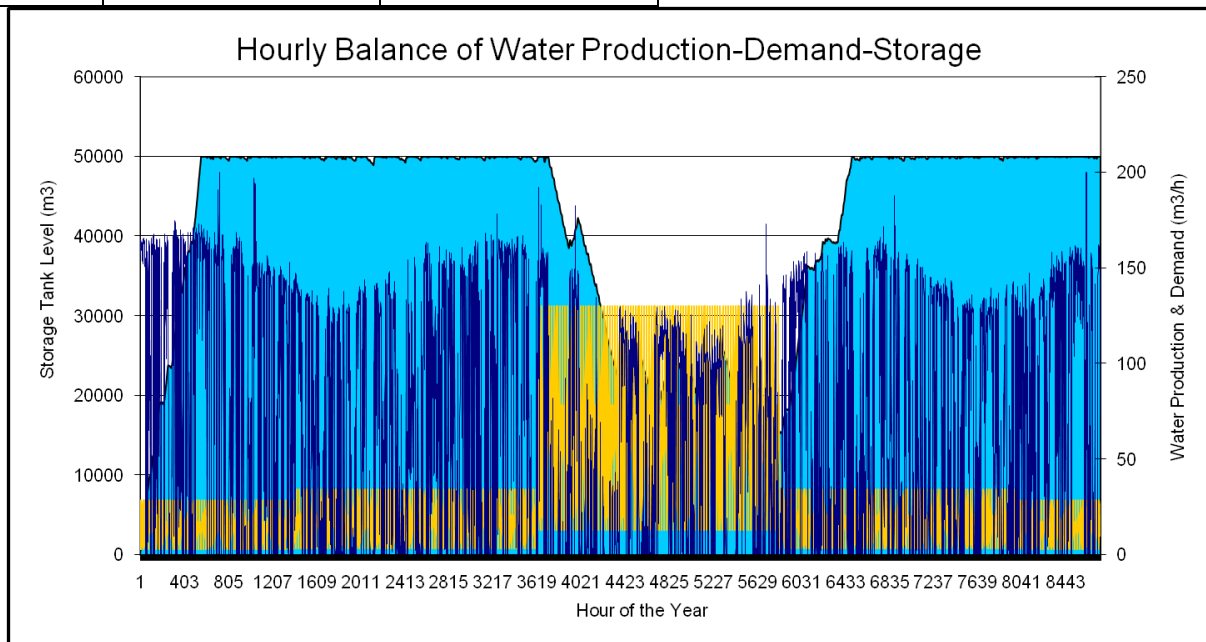
2η Περίπτωση

Wind Park	Des (m3/h)	Capacity	Water Tank(m3)
3000	80		5000



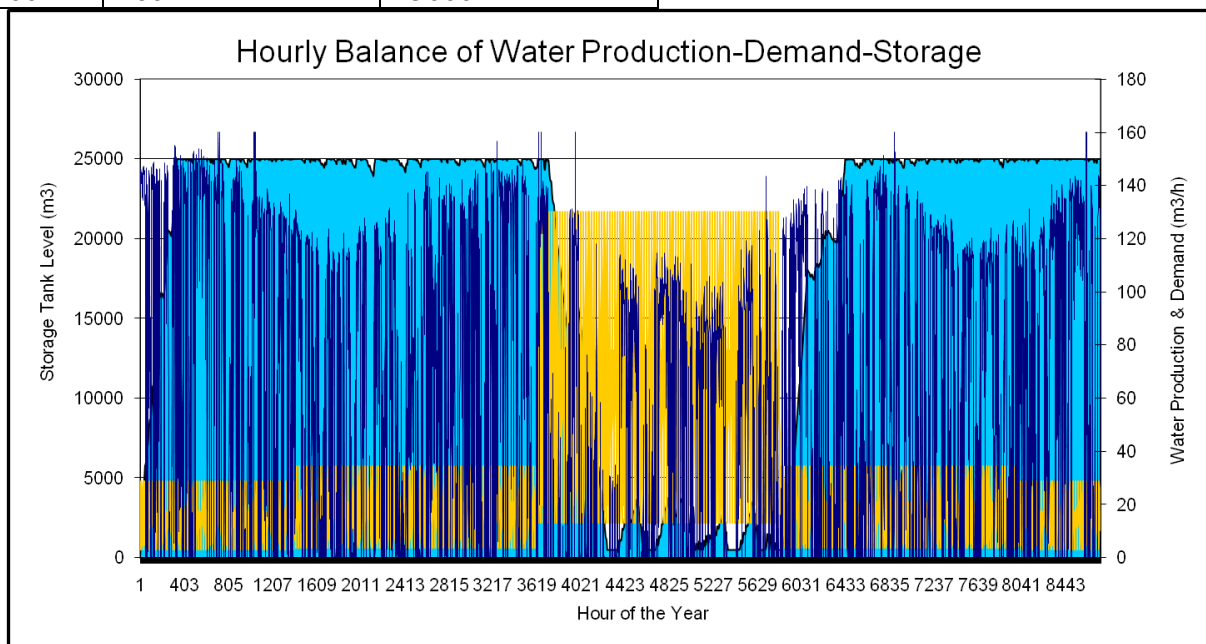
### 3η Περίπτωση

Wind Park	Des (m <sup>3</sup> /h)	Capacity	Water Tank(m <sup>3</sup> )
3000	200		50000



### 4η Περίπτωση

Wind Park	Des (m <sup>3</sup> /h)	Capacity	Water Tank(m <sup>3</sup> )
2700	160		25000



## 6.2 Συγκεντρωτικά Γραφήματα - Διερεύνηση Πλήθους Συνδυασμών

Όπως προαναφέρθηκε, στη συνέχεια παρουσιάζονται συγκεντρωτικά γραφήματα για πλήθος συνδυασμών αιολικής ισχύος-όγκου δεξαμενής νερού, θεωρώντας διαφορετική κάθε φορά δυναμικότητα της μονάδας αφαλάτωσης. Το εύρος μεταβολής είναι από 300kW έως 3000kW για την αιολική ισχύ, από 5.000m<sup>3</sup> έως 50.000m<sup>3</sup> για τον όγκο της δεξαμενής, και από 20m<sup>3</sup>/h έως 200m<sup>3</sup>/h για τη δυναμικότητα της αφαλάτωσης.

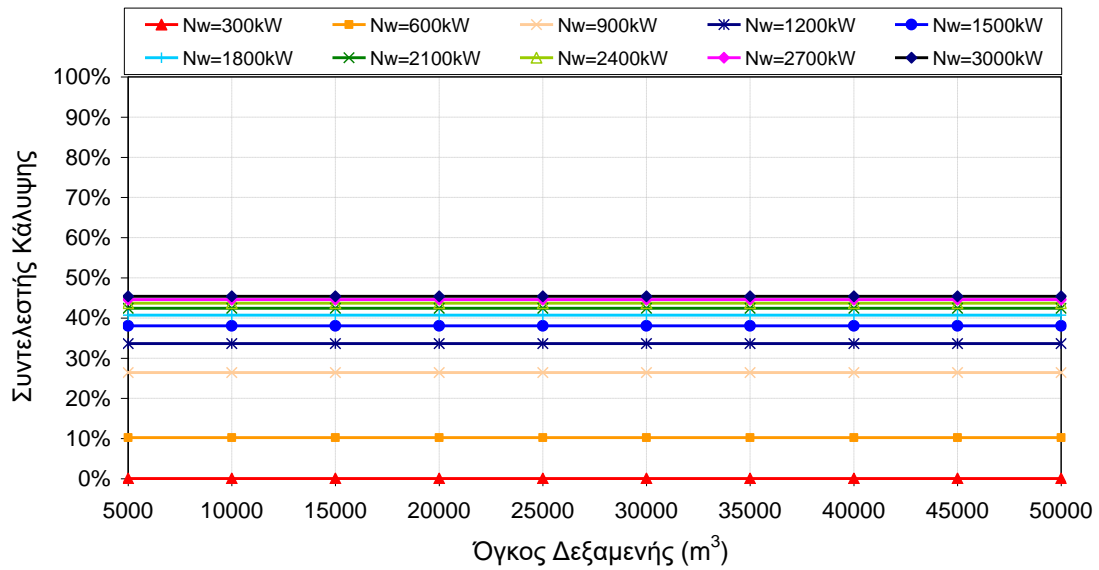
Όπως συμπεράναμε και προηγούμενα, όταν η αιολική ισχύς ξεπεράσει ένα συγκεκριμένο επίπεδο (~1MW), είναι απαραίτητη η παράλληλη αύξηση της δυναμικότητας της αφαλάτωσης και του όγκου δεξαμενής του αφαλατωμένου νερού ώστε η επιπλέον αιολική ισχύς να κατορθώσει να επηρεάσει το συντελεστή κάλυψης της ζήτησης νερού. Η εν λόγω διαφοροποίηση γίνεται αισθητή για τιμές δυναμικότητας αφαλάτωσης μεγαλύτερες των 20m<sup>3</sup>/h καθώς και για όγκους δεξαμενής μεγαλύτερους των 10.000m<sup>3</sup>.

Στον αντίποδα, από ένα επίπεδο τιμών και μετά, δεν κρίνεται σκόπιμη η περαιτέρω αύξηση των διαστάσεων των επιμέρους συνιστωσών των υπό εξέταση υβριδικών συνδυασμών, καθώς αυτό συνεπάγεται επιπλέον κόστος επένδυσης δίχως ανάλογη αύξηση του συντελεστή κάλυψης της ζήτησης νερού.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των γραφημάτων, γίνεται αντιληπτό πως η όποια αύξηση περαιτέρω των 3MW αιολικής ισχύος, 30.000m<sup>3</sup> όγκου δεξαμενής αποθήκευσης και 100-120m<sup>3</sup>/h αναφορικά με τη δυναμικότητα αφαλάτωσης δεν αναμένεται να προσδώσει ανάλογα οφέλη σε σχέση με το συντελεστή κάλυψης.

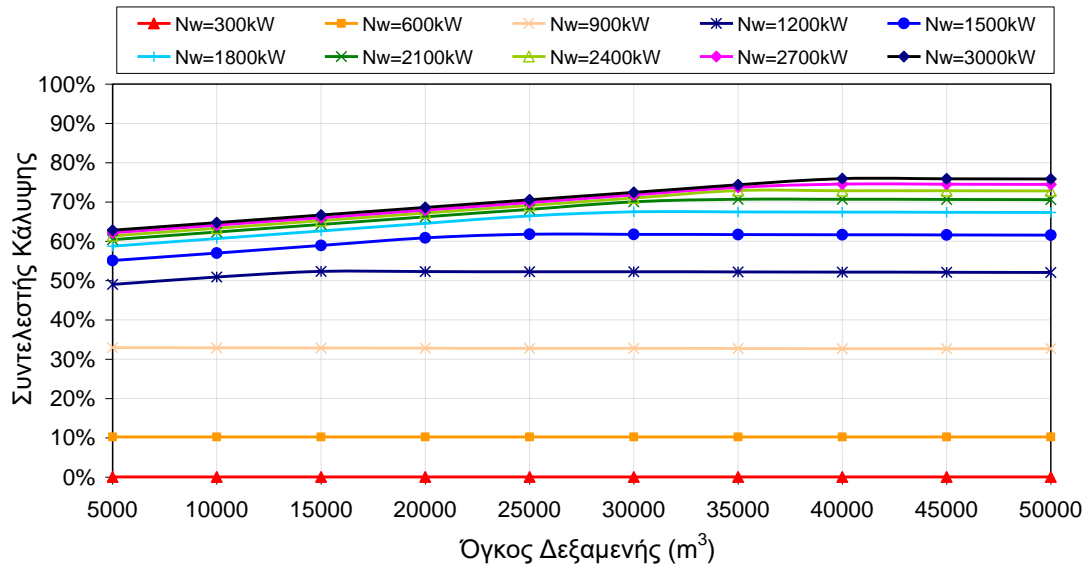
Ως εκ τούτου, και καθότι η παρούσα εργασία δεν προχωρά σε οικονομική αξιολόγηση των υπό εξέταση συνδυασμών, τα ανωτέρω αποτελούν τα άνω όρια διαστασιολόγησης, με βάση τα ενεργειακά αποτελέσματα της μελέτης προσομοίωσης η οποία πραγματοποιήθηκε.

### Ετήσιος Συντελεστής Κάλυψης Μεταφορών Νερού για Δυναμικότητα Αφαλάτωσης 20m<sup>3</sup>/h

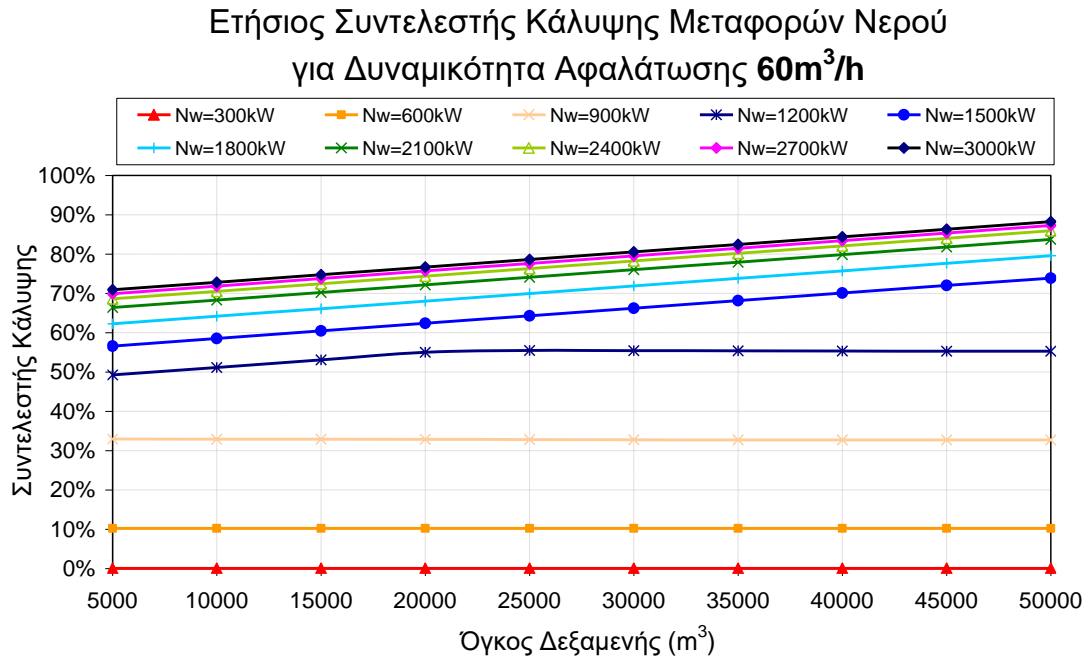


Εικόνα 27. Συντελεστής κάλυψης κατανάλωσης νερού για δυναμικότητα αφαλάτωσης 20m<sup>3</sup>/h

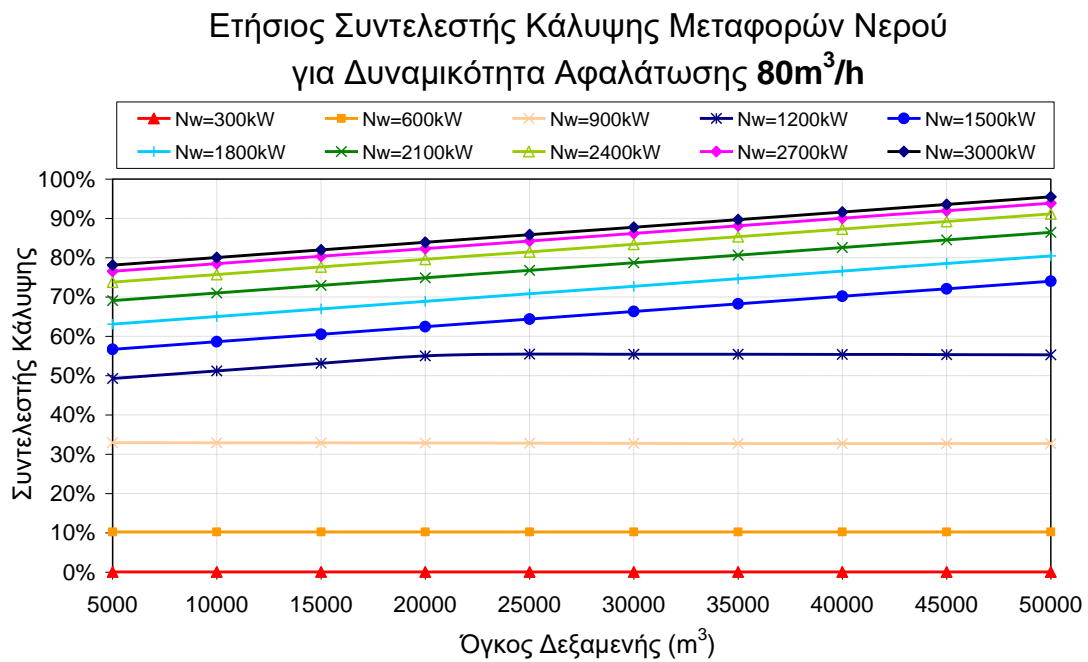
### Ετήσιος Συντελεστής Κάλυψης Μεταφορών Νερού για Δυναμικότητα Αφαλάτωσης 40m<sup>3</sup>/h



Εικόνα 28. Συντελεστής κάλυψης κατανάλωσης νερού για δυναμικότητα αφαλάτωσης 40m<sup>3</sup>/h

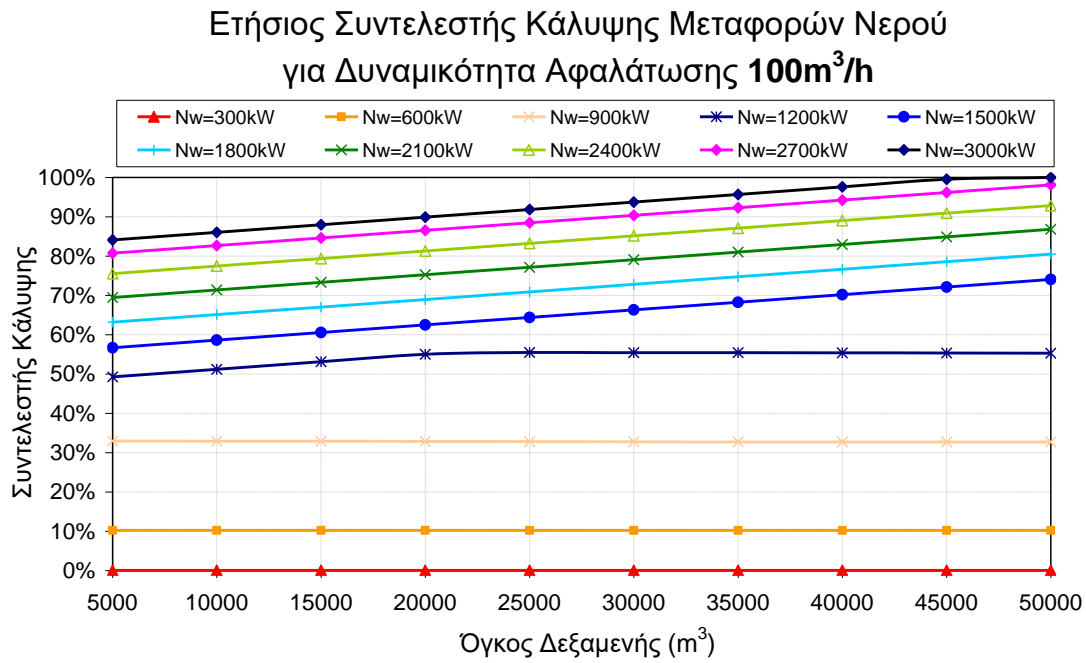


Εικόνα 29. Συντελεστής κάλυψης κατανάλωσης νερού για δυναμικότητα αφαλάτωσης 60m<sup>3</sup>/h

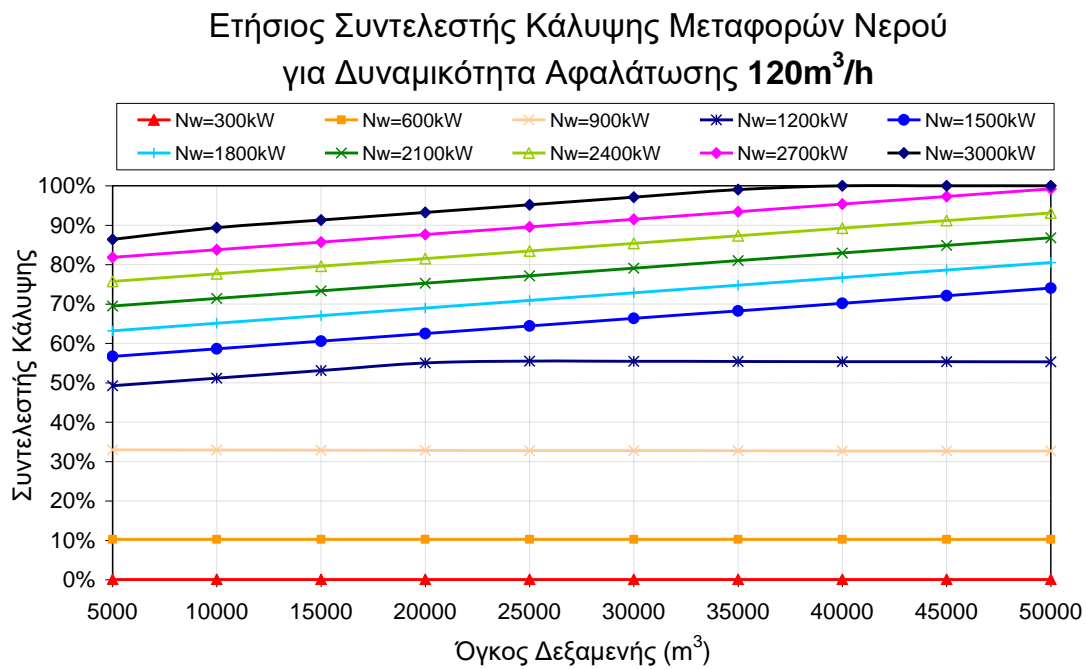


Εικόνα 30. Συντελεστής κάλυψης κατανάλωσης νερού για δυναμικότητα αφαλάτωσης 80m<sup>3</sup>/h

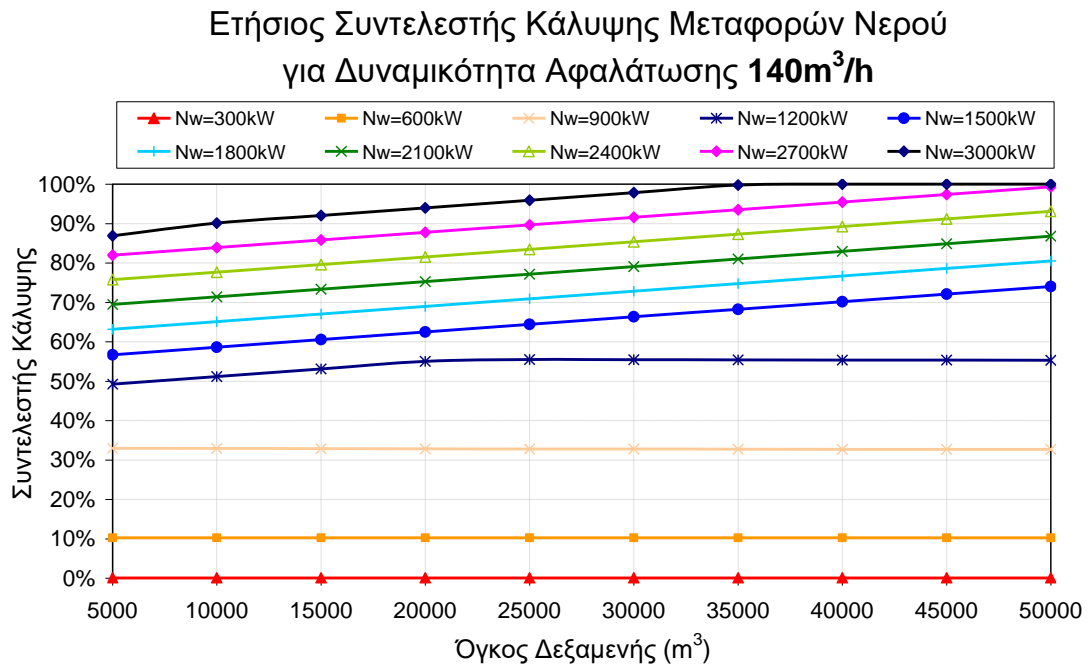




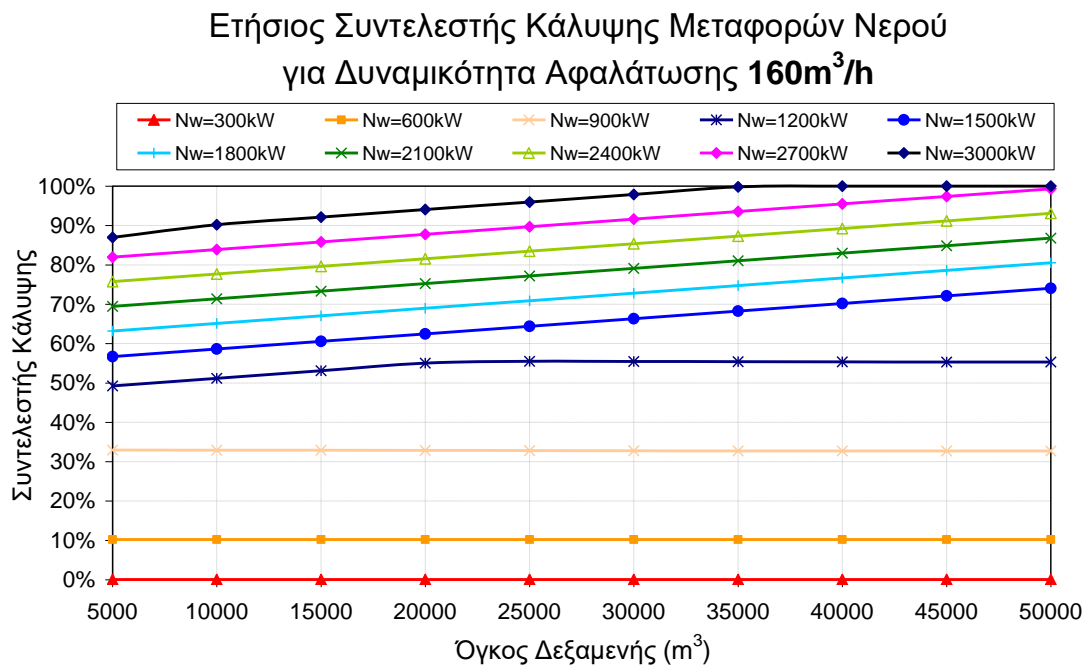
Εικόνα 31. Συντελεστής κάλυψης κατανάλωσης νερού για δυναμικότητα αφαλάτωσης 100m<sup>3</sup>/h



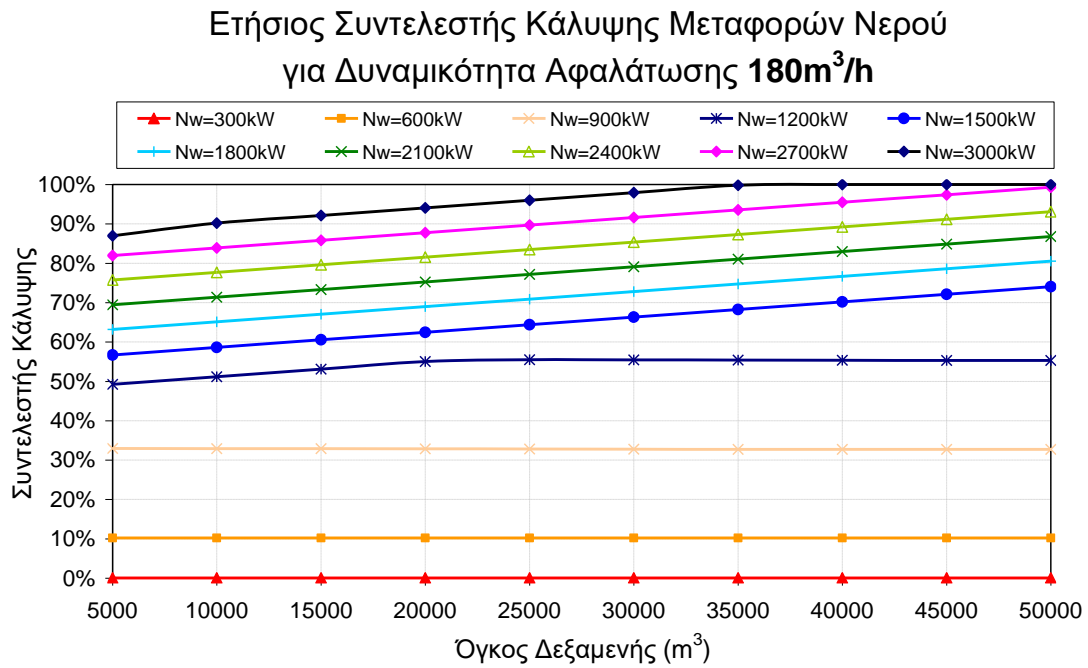
Εικόνα 32. Συντελεστής κάλυψης κατανάλωσης νερού για δυναμικότητα αφαλάτωσης 120m<sup>3</sup>/h



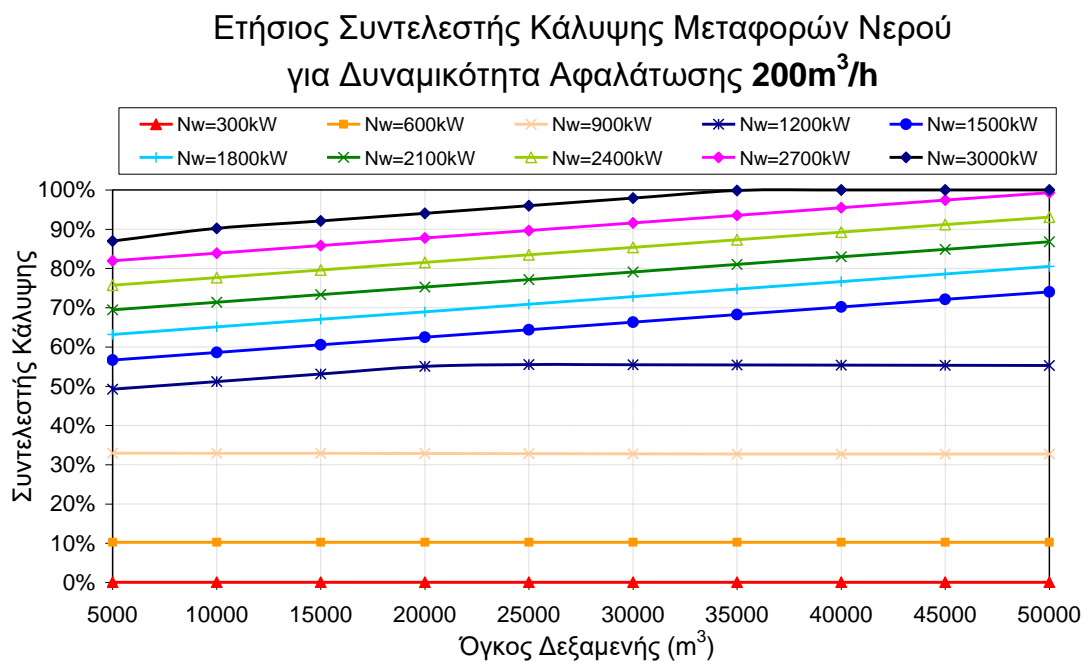
Εικόνα 33. Συντελεστής κάλυψης κατανάλωσης νερού για δυναμικότητα αφαλάτωσης 140m<sup>3</sup>/h



Εικόνα 34. Συντελεστής κάλυψης κατανάλωσης νερού για δυναμικότητα αφαλάτωσης 160m<sup>3</sup>/h



Εικόνα 35. Συντελεστής κάλυψης κατανάλωσης νερού για δυναμικότητα αφαλάτωσης 180m<sup>3</sup>/h



Εικόνα 36. Συντελεστής κάλυψης κατανάλωσης νερού για δυναμικότητα αφαλάτωσης 200m<sup>3</sup>/h

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### 7.1 Παράρτημα 1

ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 300kW							
0	0	0	254,2265	0	#ΔΙΑΙΡ/0!	0	0
300	0	0	254,23	0,00%	#ΔΙΑΙΡ/0!	1,5	0,001432
300	20	0	254,2265	0,000329	0,000477862	1,461237	0,001432
300	40	0	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	60	0	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	80	0	254,2265	0,000329	0,000119466	1,461237	0,001432
300	100	0	254,2265	0,000329	9,55724E-05	1,461237	0,001432
300	120	0	254,2265	0,000329	7,96437E-05	1,461237	0,001432
300	140	0	254,2265	0,000329	6,8266E-05	1,461237	0,001432
300	160	0	254,2265	0,000329	5,97328E-05	1,461237	0,001432
300	180	0	254,2265	0,000329	5,30958E-05	1,461237	0,001432
300	200	0	254,2265	0,000329	4,77862E-05	1,461237	0,001432
300	20	5000	254,2265	0,000329	0,000477862	1,461237	0,001432
300	20	10000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	20	15000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	20	20000	254,2265	0,000329	0,000477862	1,461237	0,001432
300	20	25000	254,2265	0,000329	0,000477862	1,461237	0,001432
300	20	30000	254,2265	0,000329	0,000477862	1,461237	0,001432
300	20	35000	254,2265	0,000329	0,000477862	1,461237	0,001432
300	20	40000	254,2265	0,000329	0,000477862	1,461237	0,001432
300	20	45000	254,2265	0,000329	0,000477862	1,461237	0,001432
300	20	50000	254,2265	0,000329	0,000477862	1,461237	0,001432
300	40	5000	254,2265	0,000329	0,000238931	1,461237	0,001432
300	40	10000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	40	15000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	40	20000	254,2265	0,000329	0,000238931	1,461237	0,001432
300	40	25000	254,2265	0,000329	0,000238931	1,461237	0,001432
300	40	30000	254,2265	0,000329	0,000238931	1,461237	0,001432
300	40	35000	254,2265	0,000329	0,000238931	1,461237	0,001432
300	40	40000	254,2265	0,000329	0,000238931	1,461237	0,001432
300	40	45000	254,2265	0,000329	0,000238931	1,461237	0,001432
300	40	50000	254,2265	0,000329	0,000238931	1,461237	0,001432
300	60	5000	254,2265	0,000329	0,000159287	1,461237	0,001432
300	60	10000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	60	15000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	60	20000	254,2265	0,000329	0,000159287	1,461237	0,001432
300	60	25000	254,2265	0,000329	0,000159287	1,461237	0,001432
300	60	30000	254,2265	0,000329	0,000159287	1,461237	0,001432
300	60	35000	254,2265	0,000329	0,000159287	1,461237	0,001432
300	60	40000	254,2265	0,000329	0,000159287	1,461237	0,001432

300	60	45000	254,2265	0,000329	0,000159287	1,461237	0,001432
300	60	50000	254,2265	0,000329	0,000159287	1,461237	0,001432
300	80	5000	254,2265	0,000329	0,000119466	1,461237	0,001432
300	80	10000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	80	15000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	80	20000	254,2265	0,000329	0,000119466	1,461237	0,001432
300	80	25000	254,2265	0,000329	0,000119466	1,461237	0,001432
300	80	30000	254,2265	0,000329	0,000119466	1,461237	0,001432
300	80	35000	254,2265	0,000329	0,000119466	1,461237	0,001432
300	80	40000	254,2265	0,000329	0,000119466	1,461237	0,001432
300	80	45000	254,2265	0,000329	0,000119466	1,461237	0,001432
300	80	50000	254,2265	0,000329	0,000119466	1,461237	0,001432
							z
300	100	5000	254,2265	0,000329	9,55724E-05	1,461237	0,001432
300	100	10000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	100	15000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	100	20000	254,2265	0,000329	9,55724E-05	1,461237	0,001432
300	100	25000	254,2265	0,000329	9,55724E-05	1,461237	0,001432
300	100	30000	254,2265	0,000329	9,55724E-05	1,461237	0,001432
300	100	35000	254,2265	0,000329	9,55724E-05	1,461237	0,001432
300	100	40000	254,2265	0,000329	9,55724E-05	1,461237	0,001432
300	100	45000	254,2265	0,000329	9,55724E-05	1,461237	0,001432
300	100	50000	254,2265	0,000329	9,55724E-05	1,461237	0,001432
300	120	5000	254,2265	0,000329	7,96437E-05	1,461237	0,001432
300	120	10000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	120	15000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	120	20000	254,2265	0,000329	7,96437E-05	1,461237	0,001432
300	120	25000	254,2265	0,000329	7,96437E-05	1,461237	0,001432
300	120	30000	254,2265	0,000329	7,96437E-05	1,461237	0,001432
300	120	35000	254,2265	0,000329	7,96437E-05	1,461237	0,001432
300	120	40000	254,2265	0,000329	7,96437E-05	1,461237	0,001432
300	120	45000	254,2265	0,000329	7,96437E-05	1,461237	0,001432
300	120	50000	254,2265	0,000329	7,96437E-05	1,461237	0,001432
300	140	5000	254,2265	0,000329	6,8266E-05	1,461237	0,001432
300	140	10000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	140	15000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	140	20000	254,2265	0,000329	6,8266E-05	1,461237	0,001432
300	140	25000	254,2265	0,000329	6,8266E-05	1,461237	0,001432
300	140	30000	254,2265	0,000329	6,8266E-05	1,461237	0,001432
300	140	35000	254,2265	0,000329	6,8266E-05	1,461237	0,001432
300	140	40000	254,2265	0,000329	6,8266E-05	1,461237	0,001432
300	140	45000	254,2265	0,000329	6,8266E-05	1,461237	0,001432
300	140	50000	254,2265	0,000329	6,8266E-05	1,461237	0,001432

300	160	5000	254,2265	0,000329	5,97328E-05	1,461237	0,001432
300	160	10000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	160	15000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	160	20000	254,2265	0,000329	5,97328E-05	1,461237	0,001432
300	160	25000	254,2265	0,000329	5,97328E-05	1,461237	0,001432
300	160	30000	254,2265	0,000329	5,97328E-05	1,461237	0,001432
300	160	35000	254,2265	0,000329	5,97328E-05	1,461237	0,001432
300	160	40000	254,2265	0,000329	5,97328E-05	1,461237	0,001432
300	160	45000	254,2265	0,000329	5,97328E-05	1,461237	0,001432
300	160	50000	254,2265	0,000329	5,97328E-05	1,461237	0,001432
300	180	5000	254,2265	0,000329	5,30958E-05	1,461237	0,001432
300	180	10000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	180	15000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	180	20000	254,2265	0,000329	5,30958E-05	1,461237	0,001432
300	180	25000	254,2265	0,000329	5,30958E-05	1,461237	0,001432
300	180	30000	254,2265	0,000329	5,30958E-05	1,461237	0,001432
300	180	35000	254,2265	0,000329	5,30958E-05	1,461237	0,001432
300	180	40000	254,2265	0,000329	5,30958E-05	1,461237	0,001432
300	180	45000	254,2265	0,000329	5,30958E-05	1,461237	0,001432
300	180	50000	254,2265	0,000329	5,30958E-05	1,461237	0,001432
300	200	5000	254,2265	0,000329	4,77862E-05	1,461237	0,001432
300	200	10000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	200	15000	254,23	0,03%	0,0%	1,5	0,001432
300	200	20000	254,2265	0,000329	4,77862E-05	1,461237	0,001432
300	200	25000	254,2265	0,000329	4,77862E-05	1,461237	0,001432
300	200	30000	254,2265	0,000329	4,77862E-05	1,461237	0,001432
300	200	35000	254,2265	0,000329	4,77862E-05	1,461237	0,001432
300	200	40000	254,2265	0,000329	4,77862E-05	1,461237	0,001432
300	200	45000	254,2265	0,000329	4,77862E-05	1,461237	0,001432
300	200	50000	254,2265	0,000329	4,77862E-05	1,461237	0,001432
<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 600kW</b>							
600	20	5000	254,2265	0,10214	0,148628242	2,922474	0,464447
600	20	10000	254,23	10,21%	14,9%	2,9	0,464447
600	20	15000	254,23	10,21%	14,9%	2,9	0,464447
600	20	20000	254,2265	0,10214	0,148628242	2,922474	0,464447
600	20	25000	254,2265	0,10214	0,148628242	2,922474	0,464447
600	20	30000	254,2265	0,10214	0,148628242	2,922474	0,464447
600	20	35000	254,2265	0,10214	0,148628242	2,922474	0,464447
600	20	40000	254,2265	0,10214	0,148628242	2,922474	0,464447
600	20	45000	254,2265	0,10214	0,148628242	2,922474	0,464447
600	20	50000	254,2265	0,10214	0,148628242	2,922474	0,464447
600	40	5000	254,2265	0,102365	0,074477199	2,922474	0,464447
600	40	10000	254,23	10,24%	7,4%	2,9	0,464447
600	40	15000	254,23	10,24%	7,4%	2,9	0,464447

600	40	20000	254,2265	0,102365	0,074477199	2,922474	0,464447
600	40	25000	254,2265	0,102365	0,074477199	2,922474	0,464447
600	40	30000	254,2265	0,102365	0,074477199	2,922474	0,464447
600	40	35000	254,2265	0,102365	0,074477199	2,922474	0,464447
600	40	40000	254,2265	0,102365	0,074477199	2,922474	0,464447
600	40	45000	254,2265	0,102365	0,074477199	2,922474	0,464447
600	40	50000	254,2265	0,102365	0,074477199	2,922474	0,464447
600	60	5000	254,2265	0,102365	0,049651466	2,922474	0,464447
600	60	10000	254,23	10,24%	5,0%	2,9	0,464447
600	60	15000	254,23	10,24%	5,0%	2,9	0,464447
600	60	20000	254,2265	0,102365	0,049651466	2,922474	0,464447
600	60	25000	254,2265	0,102365	0,049651466	2,922474	0,464447
600	60	30000	254,2265	0,102365	0,049651466	2,922474	0,464447
600	60	35000	254,2265	0,102365	0,049651466	2,922474	0,464447
600	60	40000	254,2265	0,102365	0,049651466	2,922474	0,464447
600	60	45000	254,2265	0,102365	0,049651466	2,922474	0,464447
600	60	50000	254,2265	0,102365	0,049651466	2,922474	0,464447
600	80	5000	254,2265	0,102365	0,037238599	2,922474	0,464447
600	80	10000	254,23	10,24%	3,7%	2,9	0,464447
600	80	15000	254,23	10,24%	3,7%	2,9	0,464447
600	80	20000	254,2265	0,102365	0,037238599	2,922474	0,464447
600	80	25000	254,2265	0,102365	0,037238599	2,922474	0,464447
600	80	30000	254,2265	0,102365	0,037238599	2,922474	0,464447
600	80	35000	254,2265	0,102365	0,037238599	2,922474	0,464447
600	80	40000	254,2265	0,102365	0,037238599	2,922474	0,464447
600	80	45000	254,2265	0,102365	0,037238599	2,922474	0,464447
600	80	50000	254,2265	0,102365	0,037238599	2,922474	0,464447
600	100	5000	254,2265	0,102365	0,029790879	2,922474	0,464447
600	100	10000	254,23	10,24%	3,0%	2,9	0,464447
600	100	15000	254,23	10,24%	3,0%	2,9	0,464447
600	100	20000	254,2265	0,102365	0,029790879	2,922474	0,464447
600	100	25000	254,2265	0,102365	0,029790879	2,922474	0,464447
600	100	30000	254,2265	0,102365	0,029790879	2,922474	0,464447
600	100	35000	254,2265	0,102365	0,029790879	2,922474	0,464447
600	100	40000	254,2265	0,102365	0,029790879	2,922474	0,464447
600	100	45000	254,2265	0,102365	0,029790879	2,922474	0,464447
600	100	50000	254,2265	0,102365	0,029790879	2,922474	0,464447
600	120	5000	254,2265	0,102365	0,024825733	2,922474	0,464447
600	120	10000	254,23	10,24%	2,5%	2,9	0,464447
600	120	15000	254,23	10,24%	2,5%	2,9	0,464447
600	120	20000	254,2265	0,102365	0,024825733	2,922474	0,464447
600	120	25000	254,2265	0,102365	0,024825733	2,922474	0,464447
600	120	30000	254,2265	0,102365	0,024825733	2,922474	0,464447

600	120	35000	254,2265	0,102365	0,024825733	2,922474	0,464447
600	120	40000	254,2265	0,102365	0,024825733	2,922474	0,464447
600	120	45000	254,2265	0,102365	0,024825733	2,922474	0,464447
600	120	50000	254,2265	0,102365	0,024825733	2,922474	0,464447
600	140	5000	254,2265	0,102365	0,0212792	2,922474	0,464447
600	140	10000	254,23	10,24%	2,1%	2,9	0,464447
600	140	15000	254,23	10,24%	2,1%	2,9	0,464447
600	140	20000	254,2265	0,102365	0,0212792	2,922474	0,464447
600	140	25000	254,2265	0,102365	0,0212792	2,922474	0,464447
600	140	30000	254,2265	0,102365	0,0212792	2,922474	0,464447
600	140	35000	254,2265	0,102365	0,0212792	2,922474	0,464447
600	140	40000	254,2265	0,102365	0,0212792	2,922474	0,464447
600	140	45000	254,2265	0,102365	0,0212792	2,922474	0,464447
600	140	50000	254,2265	0,102365	0,0212792	2,922474	0,464447
600	160	5000	254,2265	0,102365	0,0186193	2,922474	0,464447
600	160	10000	254,23	10,24%	1,9%	2,9	0,464447
600	160	15000	254,23	10,24%	1,9%	2,9	0,464447
600	160	20000	254,2265	0,102365	0,0186193	2,922474	0,464447
600	160	25000	254,2265	0,102365	0,0186193	2,922474	0,464447
600	160	30000	254,2265	0,102365	0,0186193	2,922474	0,464447
600	160	35000	254,2265	0,102365	0,0186193	2,922474	0,464447
600	160	40000	254,2265	0,102365	0,0186193	2,922474	0,464447
600	160	45000	254,2265	0,102365	0,0186193	2,922474	0,464447
600	160	50000	254,2265	0,102365	0,0186193	2,922474	0,464447
600	180	5000	254,2265	0,102365	0,016550489	2,922474	0,464447
600	180	10000	254,23	10,24%	1,7%	2,9	0,464447
600	180	15000	254,23	10,24%	1,7%	2,9	0,464447
600	180	20000	254,2265	0,102365	0,016550489	2,922474	0,464447
600	180	25000	254,2265	0,102365	0,016550489	2,922474	0,464447
600	180	30000	254,2265	0,102365	0,016550489	2,922474	0,464447
600	180	35000	254,2265	0,102365	0,016550489	2,922474	0,464447
600	180	40000	254,2265	0,102365	0,016550489	2,922474	0,464447
600	180	45000	254,2265	0,102365	0,016550489	2,922474	0,464447
600	180	50000	254,2265	0,102365	0,016550489	2,922474	0,464447
600	200	5000	254,2265	0,102365	0,01489544	2,922474	0,464447
600	200	10000	254,23	10,24%	1,5%	2,9	0,464447
600	200	15000	254,23	10,24%	1,5%	2,9	0,464447
600	200	20000	254,2265	0,102365	0,01489544	2,922474	0,464447
600	200	25000	254,2265	0,102365	0,01489544	2,922474	0,464447
600	200	30000	254,2265	0,102365	0,01489544	2,922474	0,464447
600	200	35000	254,2265	0,102365	0,01489544	2,922474	0,464447
600	200	40000	254,2265	0,102365	0,01489544	2,922474	0,464447
600	200	45000	254,2265	0,102365	0,01489544	2,922474	0,464447



600	200	50000	254,2265	0,102365	0,01489544	2,922474	0,464447
<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 900kW</b>							
900	20	5000	254,2265	0,264334	0,384515653	4,383711	1,49469
900	20	10000	254,23	26,43%	38,5%	4,4	1,49469
900	20	15000	254,23	26,43%	38,5%	4,4	1,49469
900	20	20000	254,2265	0,264313	0,384515653	4,383711	1,49469
900	20	25000	254,2265	0,264313	0,384515653	4,383711	1,49469
900	20	30000	254,2265	0,264313	0,384515653	4,383711	1,49469
900	20	35000	254,23	26,43%	38,5%	4,4	1,49469
900	20	40000	254,2265	0,264313	0,384515653	4,383711	1,49469
900	20	45000	254,2265	0,264313	0,384515653	4,383711	1,49469
900	20	50000	254,2265	0,264313	0,384515653	4,383711	1,49469
900	40	5000	254,2265	0,329426	0,241688813	4,383711	1,49469
900	40	10000	254,23	32,90%	24,2%	4,4	1,49469
900	40	15000	254,23	32,86%	24,2%	4,4	1,49469
900	40	20000	254,2265	0,328246	0,241688813	4,383711	1,49469
900	40	25000	254,2265	0,327852	0,241688813	4,383711	1,49469
900	40	30000	254,2265	0,327459	0,241688813	4,383711	1,49469
900	40	35000	254,23	32,71%	24,2%	4,4	1,49469
900	40	40000	254,2265	0,326831	0,241688813	4,383711	1,49469
900	40	45000	254,2265	0,326831	0,241688813	4,383711	1,49469
900	40	50000	254,2265	0,326831	0,241688813	4,383711	1,49469
900	60	5000	254,2265	0,329607	0,161244765	4,383711	1,49469
900	60	10000	254,23	32,92%	16,1%	4,4	1,49469
900	60	15000	254,23	32,88%	16,1%	4,4	1,49469
900	60	20000	254,2265	0,328427	0,161244765	4,383711	1,49469
900	60	25000	254,2265	0,328034	0,161244765	4,383711	1,49469
900	60	30000	254,2265	0,327641	0,161244765	4,383711	1,49469
900	60	35000	254,23	32,72%	16,1%	4,4	1,49469
900	60	40000	254,2265	0,327013	0,161244765	4,383711	1,49469
900	60	45000	254,2265	0,327013	0,161244765	4,383711	1,49469
900	60	50000	254,2265	0,327013	0,161244765	4,383711	1,49469
900	80	5000	254,2265	0,329607	0,120933574	4,383711	1,49469
900	80	10000	254,23	32,92%	12,1%	4,4	1,49469
900	80	15000	254,23	32,88%	12,1%	4,4	1,49469
900	80	20000	254,2265	0,328427	0,120933574	4,383711	1,49469
900	80	25000	254,2265	0,328034	0,120933574	4,383711	1,49469
900	80	30000	254,2265	0,327641	0,120933574	4,383711	1,49469
900	80	35000	254,23	32,72%	12,1%	4,4	1,49469
900	80	40000	254,2265	0,327013	0,120933574	4,383711	1,49469
900	80	45000	254,2265	0,327013	0,120933574	4,383711	1,49469
900	80	50000	254,2265	0,327013	0,120933574	4,383711	1,49469
900	100	5000	254,2265	0,329607	0,096746859	4,383711	1,49469

900	100	10000	254,23	32,92%	9,7%	4,4	1,49469
900	100	15000	254,23	32,88%	9,7%	4,4	1,49469
900	100	20000	254,2265	0,328427	0,096746859	4,383711	1,49469
900	100	25000	254,2265	0,328034	0,096746859	4,383711	1,49469
900	100	30000	254,2265	0,327641	0,096746859	4,383711	1,49469
900	100	35000	254,23	32,72%	9,7%	4,4	1,49469
900	100	40000	254,2265	0,327013	0,096746859	4,383711	1,49469
900	100	45000	254,2265	0,327013	0,096746859	4,383711	1,49469
900	100	50000	254,2265	0,327013	0,096746859	4,383711	1,49469
900	120	5000	254,2265	0,329607	0,080622383	4,383711	1,49469
900	120	10000	254,23	32,92%	8,1%	4,4	1,49469
900	120	15000	254,23	32,88%	8,1%	4,4	1,49469
900	120	20000	254,2265	0,328427	0,080622383	4,383711	1,49469
900	120	25000	254,2265	0,328034	0,080622383	4,383711	1,49469
900	120	30000	254,2265	0,327641	0,080622383	4,383711	1,49469
900	120	35000	254,23	32,72%	8,1%	4,4	1,49469
900	120	40000	254,2265	0,327013	0,080622383	4,383711	1,49469
900	120	45000	254,2265	0,327013	0,080622383	4,383711	1,49469
900	120	50000	254,2265	0,327013	0,080622383	4,383711	1,49469
900	140	5000	254,2265	0,329607	0,069104899	4,383711	1,49469
900	140	10000	254,23	32,92%	6,9%	4,4	1,49469
900	140	15000	254,23	32,88%	6,9%	4,4	1,49469
900	140	20000	254,2265	0,328427	0,069104899	4,383711	1,49469
900	140	25000	254,2265	0,328034	0,069104899	4,383711	1,49469
900	140	30000	254,2265	0,327641	0,069104899	4,383711	1,49469
900	140	35000	254,23	32,72%	6,9%	4,4	1,49469
900	140	40000	254,2265	0,327013	0,069104899	4,383711	1,49469
900	140	45000	254,2265	0,327013	0,069104899	4,383711	1,49469
900	140	50000	254,2265	0,327013	0,069104899	4,383711	1,49469
900	160	5000	254,2265	0,329607	0,060466787	4,383711	1,49469
900	160	10000	254,23	32,92%	6,0%	4,4	1,49469
900	160	15000	254,23	32,88%	6,0%	4,4	1,49469
900	160	20000	254,2265	0,328427	0,060466787	4,383711	1,49469
900	160	25000	254,2265	0,328034	0,060466787	4,383711	1,49469
900	160	30000	254,2265	0,327641	0,060466787	4,383711	1,49469
900	160	35000	254,23	32,72%	6,0%	4,4	1,49469
900	160	40000	254,2265	0,327013	0,060466787	4,383711	1,49469
900	160	45000	254,2265	0,327013	0,060466787	4,383711	1,49469
900	160	50000	254,2265	0,327013	0,060466787	4,383711	1,49469
900	180	5000	254,2265	0,329607	0,053748255	4,383711	1,49469
900	180	10000	254,23	32,92%	5,4%	4,4	1,49469
900	180	15000	254,23	32,88%	5,4%	4,4	1,49469
900	180	20000	254,2265	0,328427	0,053748255	4,383711	1,49469

900	180	25000	254,2265	0,328034	0,053748255	4,383711	1,49469
900	180	30000	254,2265	0,327641	0,053748255	4,383711	1,49469
900	180	35000	254,23	32,72%	5,4%	4,4	1,49469
900	180	40000	254,2265	0,327013	0,053748255	4,383711	1,49469
900	180	45000	254,2265	0,327013	0,053748255	4,383711	1,49469
900	180	50000	254,2265	0,327013	0,053748255	4,383711	1,49469
900	200	5000	254,2265	0,329607	0,04837343	4,383711	1,49469
900	200	10000	254,23	32,92%	4,8%	4,4	1,49469
900	200	15000	254,23	32,88%	4,8%	4,4	1,49469
900	200	20000	254,2265	0,328427	0,04837343	4,383711	1,49469
900	200	25000	254,2265	0,328034	0,04837343	4,383711	1,49469
900	200	30000	254,2265	0,327641	0,04837343	4,383711	1,49469
900	200	35000	254,23	32,72%	4,8%	4,4	1,49469
900	200	40000	254,2265	0,327013	0,04837343	4,383711	1,49469
900	200	45000	254,2265	0,327013	0,04837343	4,383711	1,49469
900	200	50000	254,2265	0,327013	0,04837343	4,383711	1,49469
<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 1200KW</b>							
1200	20	5000	254,2265	0,336402	0,489402279	5,844948	2,733342
1200	20	10000	254,23	33,64%	48,9%	5,8	2,733342
1200	20	15000	254,23	33,64%	48,9%	5,8	2,733342
1200	20	20000	254,2265	0,336381	0,489402279	5,844948	2,733342
1200	20	25000	254,2265	0,336381	0,489402279	5,844948	2,733342
1200	20	30000	254,2265	0,336381	0,489402279	5,844948	2,733342
1200	20	35000	254,23	33,64%	48,9%	5,8	2,733342
1200	20	40000	254,2265	0,336381	0,489402279	5,844948	2,733342
1200	20	45000	254,2265	0,336381	0,489402279	5,844948	2,733342
1200	20	50000	254,2265	0,336381	0,489402279	5,844948	2,733342
1200	40	5000	254,2265	0,49012	0,410106704	5,844948	2,733342
1200	40	10000	254,23	50,94%	41,0%	5,8	2,733342
1200	40	15000	254,23	52,36%	41,0%	5,8	2,733342
1200	40	20000	254,2265	0,523161	0,410106704	5,844948	2,733342
1200	40	25000	254,2265	0,522768	0,410106704	5,844948	2,733342
1200	40	30000	254,2265	0,522375	0,410106704	5,844948	2,733342
1200	40	35000	254,23	52,20%	41,0%	5,8	2,733342
1200	40	40000	254,2265	0,521588	0,410106704	5,844948	2,733342
1200	40	45000	254,2265	0,521195	0,410106704	5,844948	2,733342
1200	40	50000	254,2265	0,520801	0,410106704	5,844948	2,733342
1200	60	5000	254,2265	0,492411	0,294931032	5,844948	2,733342
1200	60	10000	254,23	51,17%	29,5%	5,8	2,733342
1200	60	15000	254,23	53,10%	29,5%	5,8	2,733342
1200	60	20000	254,2265	0,550234	0,294931032	5,844948	2,733342
1200	60	25000	254,2265	0,554748	0,294931032	5,844948	2,733342
1200	60	30000	254,2265	0,554354	0,294931032	5,844948	2,733342
1200	60	35000	254,23	55,40%	29,5%	5,8	2,733342

1200	60	40000	254,2265	0,553567	0,294931032	5,844948	2,733342
1200	60	45000	254,2265	0,553174	0,294931032	5,844948	2,733342
1200	60	50000	254,2265	0,552781	0,294931032	5,844948	2,733342
1200	80	5000	254,2265	0,492567	0,221305303	5,844948	2,733342
1200	80	10000	254,23	51,18%	22,1%	5,8	2,733342
1200	80	15000	254,23	53,11%	22,1%	5,8	2,733342
1200	80	20000	254,2265	0,550389	0,221305303	5,844948	2,733342
1200	80	25000	254,2265	0,554937	0,221305303	5,844948	2,733342
1200	80	30000	254,2265	0,554544	0,221305303	5,844948	2,733342
1200	80	35000	254,23	55,42%	22,1%	5,8	2,733342
1200	80	40000	254,2265	0,553757	0,221305303	5,844948	2,733342
1200	80	45000	254,2265	0,553364	0,221305303	5,844948	2,733342
1200	80	50000	254,2265	0,55297	0,221305303	5,844948	2,733342
1200	100	5000	254,2265	0,492567	0,177047507	5,844948	2,733342
1200	100	10000	254,23	51,18%	17,7%	5,8	2,733342
1200	100	15000	254,23	53,11%	17,7%	5,8	2,733342
1200	100	20000	254,2265	0,550389	0,177047507	5,844948	2,733342
1200	100	25000	254,2265	0,554937	0,177047507	5,844948	2,733342
1200	100	30000	254,2265	0,554544	0,177047507	5,844948	2,733342
1200	100	35000	254,23	55,42%	17,7%	5,8	2,733342
1200	100	40000	254,2265	0,553757	0,177047507	5,844948	2,733342
1200	100	45000	254,2265	0,553364	0,177047507	5,844948	2,733342
1200	100	50000	254,2265	0,55297	0,177047507	5,844948	2,733342
1200	120	5000	254,2265	0,492567	0,147539589	5,844948	2,733342
1200	120	10000	254,23	51,18%	14,8%	5,8	2,733342
1200	120	15000	254,23	53,11%	14,8%	5,8	2,733342
1200	120	20000	254,2265	0,550389	0,147539589	5,844948	2,733342
1200	120	25000	254,2265	0,554937	0,147539589	5,844948	2,733342
1200	120	30000	254,2265	0,554544	0,147539589	5,844948	2,733342
1200	120	35000	254,23	55,42%	14,8%	5,8	2,733342
1200	120	40000	254,2265	0,553757	0,147539589	5,844948	2,733342
1200	120	45000	254,2265	0,553364	0,147539589	5,844948	2,733342
1200	120	50000	254,2265	0,55297	0,147539589	5,844948	2,733342
1200	140	5000	254,2265	0,492567	0,126462505	5,844948	2,733342
1200	140	10000	254,23	51,18%	12,6%	5,8	2,733342
1200	140	15000	254,23	53,11%	12,6%	5,8	2,733342
1200	140	20000	254,2265	0,550389	0,126462505	5,844948	2,733342
1200	140	25000	254,2265	0,554937	0,126462505	5,844948	2,733342
1200	140	30000	254,2265	0,554544	0,126462505	5,844948	2,733342
1200	140	35000	254,23	55,42%	12,6%	5,8	2,733342
1200	140	40000	254,2265	0,553757	0,126462505	5,844948	2,733342
1200	140	45000	254,2265	0,553364	0,126462505	5,844948	2,733342
1200	140	50000	254,2265	0,55297	0,126462505	5,844948	2,733342

1200	160	5000	254,2265	0,492567	0,110654692	5,844948	2,733342
1200	160	10000	254,23	51,18%	11,1%	5,8	2,733342
1200	160	15000	254,23	53,11%	11,1%	5,8	2,733342
1200	160	20000	254,2265	0,550389	0,110654692	5,844948	2,733342
1200	160	25000	254,2265	0,554937	0,110654692	5,844948	2,733342
1200	160	30000	254,2265	0,554544	0,110654692	5,844948	2,733342
1200	160	35000	254,23	55,42%	11,1%	5,8	2,733342
1200	160	40000	254,2265	0,553757	0,110654692	5,844948	2,733342
1200	160	45000	254,2265	0,553364	0,110654692	5,844948	2,733342
1200	160	50000	254,2265	0,55297	0,110654692	5,844948	2,733342
1200	180	5000	254,2265	0,492567	0,098359726	5,844948	2,733342
1200	180	10000	254,23	51,18%	9,8%	5,8	2,733342
1200	180	15000	254,23	53,11%	9,8%	5,8	2,733342
1200	180	20000	254,2265	0,550389	0,098359726	5,844948	2,733342
1200	180	25000	254,2265	0,554937	0,098359726	5,844948	2,733342
1200	180	30000	254,2265	0,554544	0,098359726	5,844948	2,733342
1200	180	35000	254,23	55,42%	9,8%	5,8	2,733342
1200	180	40000	254,2265	0,553757	0,098359726	5,844948	2,733342
1200	180	45000	254,2265	0,553364	0,098359726	5,844948	2,733342
1200	180	50000	254,2265	0,55297	0,098359726	5,844948	2,733342
1200	200	5000	254,2265	0,492567	0,088523754	5,844948	2,733342
1200	200	10000	254,23	51,18%	8,9%	5,8	2,733342
1200	200	15000	254,23	53,11%	8,9%	5,8	2,733342
1200	200	20000	254,2265	0,550389	0,088523754	5,844948	2,733342
1200	200	25000	254,2265	0,554937	0,088523754	5,844948	2,733342
1200	200	30000	254,2265	0,554544	0,088523754	5,844948	2,733342
1200	200	35000	254,23	55,42%	8,9%	5,8	2,733342
1200	200	40000	254,2265	0,553757	0,088523754	5,844948	2,733342
1200	200	45000	254,2265	0,553364	0,088523754	5,844948	2,733342
1200	200	50000	254,2265	0,55297	0,088523754	5,844948	2,733342
<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 1500KW</b>							
1500	20	5000	254,2265	0,380646	0,554691978	7,306185	4,074976
1500	20	10000	254,23	38,06%	55,5%	7,3	4,074976
1500	20	15000	254,23	38,06%	55,5%	7,3	4,074976
1500	20	20000	254,2265	0,380625	0,554691978	7,306185	4,074976
1500	20	25000	254,2265	0,380625	0,554691978	7,306185	4,074976
1500	20	30000	254,2265	0,380625	0,554691978	7,306185	4,074976
1500	20	35000	254,23	38,06%	55,5%	7,3	4,074976
1500	20	40000	254,2265	0,380625	0,554691978	7,306185	4,074976
1500	20	45000	254,2265	0,380625	0,554691978	7,306185	4,074976
1500	20	50000	254,2265	0,380625	0,554691978	7,306185	4,074976
1500	40	5000	254,2265	0,551002	0,494906222	7,306185	4,074976
1500	40	10000	254,23	57,03%	49,5%	7,3	4,074976

1500	40	15000	254,23	58,96%	49,5%	7,3	4,074976
1500	40	20000	254,2265	0,608825	0,494906222	7,306185	4,074976
1500	40	25000	254,2265	0,61777	0,494906222	7,306185	4,074976
1500	40	30000	254,2265	0,617377	0,494906222	7,306185	4,074976
1500	40	35000	254,23	61,70%	49,5%	7,3	4,074976
1500	40	40000	254,2265	0,61659	0,494906222	7,306185	4,074976
1500	40	45000	254,2265	0,616197	0,494906222	7,306185	4,074976
1500	40	50000	254,2265	0,615804	0,494906222	7,306185	4,074976
1500	60	5000	254,2265	0,565973	0,425311125	7,306185	4,074976
1500	60	10000	254,23	58,52%	42,5%	7,3	4,074976
1500	60	15000	254,23	60,45%	42,5%	7,3	4,074976
1500	60	20000	254,2265	0,623795	0,425311125	7,306185	4,074976
1500	60	25000	254,2265	0,643069	0,425311125	7,306185	4,074976
1500	60	30000	254,2265	0,662343	0,425311125	7,306185	4,074976
1500	60	35000	254,23	68,16%	42,5%	7,3	4,074976
1500	60	40000	254,2265	0,700892	0,425311125	7,306185	4,074976
1500	60	45000	254,2265	0,720166	0,425311125	7,306185	4,074976
1500	60	50000	254,2265	0,738878	0,425311125	7,306185	4,074976
1500	80	5000	254,2265	0,56672	0,329761998	7,306185	4,074976
1500	80	10000	254,23	58,60%	33,0%	7,3	4,074976
1500	80	15000	254,23	60,53%	33,0%	7,3	4,074976
1500	80	20000	254,2265	0,624542	0,329761998	7,306185	4,074976
1500	80	25000	254,2265	0,643817	0,329761998	7,306185	4,074976
1500	80	30000	254,2265	0,663091	0,329761998	7,306185	4,074976
1500	80	35000	254,23	68,24%	33,0%	7,3	4,074976
1500	80	40000	254,2265	0,701639	0,329761998	7,306185	4,074976
1500	80	45000	254,2265	0,720913	0,329761998	7,306185	4,074976
1500	80	50000	254,2265	0,740187	0,329761998	7,306185	4,074976
1500	100	5000	254,2265	0,566855	0,263906691	7,306185	4,074976
1500	100	10000	254,23	58,61%	26,4%	7,3	4,074976
1500	100	15000	254,23	60,54%	26,4%	7,3	4,074976
1500	100	20000	254,2265	0,624678	0,263906691	7,306185	4,074976
1500	100	25000	254,2265	0,643952	0,263906691	7,306185	4,074976
1500	100	30000	254,2265	0,663226	0,263906691	7,306185	4,074976
1500	100	35000	254,23	68,25%	26,4%	7,3	4,074976
1500	100	40000	254,2265	0,701774	0,263906691	7,306185	4,074976
1500	100	45000	254,2265	0,721049	0,263906691	7,306185	4,074976
1500	100	50000	254,2265	0,740323	0,263906691	7,306185	4,074976
1500	120	5000	254,2265	0,566855	0,219934291	7,306185	4,074976
1500	120	10000	254,23	58,61%	22,0%	7,3	4,074976
1500	120	15000	254,23	60,54%	22,0%	7,3	4,074976
1500	120	20000	254,2265	0,624678	0,219934291	7,306185	4,074976
1500	120	25000	254,2265	0,643952	0,219934291	7,306185	4,074976

1500	120	30000	254,2265	0,663226	0,219934291	7,306185	4,074976
1500	120	35000	254,23	68,25%	22,0%	7,3	4,074976
1500	120	40000	254,2265	0,701774	0,219934291	7,306185	4,074976
1500	120	45000	254,2265	0,721049	0,219934291	7,306185	4,074976
1500	120	50000	254,2265	0,740323	0,219934291	7,306185	4,074976
1500	140	5000	254,2265	0,566855	0,188515107	7,306185	4,074976
1500	140	10000	254,23	58,61%	18,9%	7,3	4,074976
1500	140	15000	254,23	60,54%	18,9%	7,3	4,074976
1500	140	20000	254,2265	0,624678	0,188515107	7,306185	4,074976
1500	140	25000	254,2265	0,643952	0,188515107	7,306185	4,074976
1500	140	30000	254,2265	0,663226	0,188515107	7,306185	4,074976
1500	140	35000	254,23	68,25%	18,9%	7,3	4,074976
1500	140	40000	254,2265	0,701774	0,188515107	7,306185	4,074976
1500	140	45000	254,2265	0,721049	0,188515107	7,306185	4,074976
1500	140	50000	254,2265	0,740323	0,188515107	7,306185	4,074976
1500	160	5000	254,2265	0,566855	0,164950718	7,306185	4,074976
1500	160	10000	254,23	58,61%	16,5%	7,3	4,074976
1500	160	15000	254,23	60,54%	16,5%	7,3	4,074976
1500	160	20000	254,2265	0,624678	0,164950718	7,306185	4,074976
1500	160	25000	254,2265	0,643952	0,164950718	7,306185	4,074976
1500	160	30000	254,2265	0,663226	0,164950718	7,306185	4,074976
1500	160	35000	254,23	68,25%	16,5%	7,3	4,074976
1500	160	40000	254,2265	0,701774	0,164950718	7,306185	4,074976
1500	160	45000	254,2265	0,721049	0,164950718	7,306185	4,074976
1500	160	50000	254,2265	0,740323	0,164950718	7,306185	4,074976
1500	180	5000	254,2265	0,566855	0,146622861	7,306185	4,074976
1500	180	10000	254,23	58,61%	14,7%	7,3	4,074976
1500	180	15000	254,23	60,54%	14,7%	7,3	4,074976
1500	180	20000	254,2265	0,624678	0,146622861	7,306185	4,074976
1500	180	25000	254,2265	0,643952	0,146622861	7,306185	4,074976
1500	180	30000	254,2265	0,663226	0,146622861	7,306185	4,074976
1500	180	35000	254,23	68,25%	14,7%	7,3	4,074976
1500	180	40000	254,2265	0,701774	0,146622861	7,306185	4,074976
1500	180	45000	254,2265	0,721049	0,146622861	7,306185	4,074976
1500	180	50000	254,2265	0,740323	0,146622861	7,306185	4,074976
1500	200	5000	254,2265	0,566855	0,131960575	7,306185	4,074976
1500	200	10000	254,23	58,61%	13,2%	7,3	4,074976
1500	200	15000	254,23	60,54%	13,2%	7,3	4,074976
1500	200	20000	254,2265	0,624678	0,131960575	7,306185	4,074976
1500	200	25000	254,2265	0,643952	0,131960575	7,306185	4,074976
1500	200	30000	254,2265	0,663226	0,131960575	7,306185	4,074976
1500	200	35000	254,23	68,25%	13,2%	7,3	4,074976
1500	200	40000	254,2265	0,701774	0,131960575	7,306185	4,074976

1500	200	45000	254,2265	0,721049	0,131960575	7,306185	4,074976
1500	200	50000	254,2265	0,740323	0,131960575	7,306185	4,074976
<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 1800KW</b>							
1800	20	5000	254,2265	0,406999	0,594820124	8,767422	5,464497
1800	20	10000	254,23	40,70%	59,5%	8,8	5,464497
1800	20	15000	254,23	40,70%	59,5%	8,8	5,464497
1800	20	20000	254,2265	0,406978	0,594820124	8,767422	5,464497
1800	20	25000	254,2265	0,406978	0,594820124	8,767422	5,464497
1800	20	30000	254,2265	0,406978	0,594820124	8,767422	5,464497
1800	20	35000	254,23	40,70%	59,5%	8,8	5,464497
1800	20	40000	254,2265	0,406978	0,594820124	8,767422	5,464497
1800	20	45000	254,2265	0,406978	0,594820124	8,767422	5,464497
1800	20	50000	254,2265	0,406978	0,594820124	8,767422	5,464497
1800	40	5000	254,2265	0,587586	0,547926684	8,767422	5,464497
1800	40	10000	254,23	60,69%	54,8%	8,8	5,464497
1800	40	15000	254,23	62,61%	54,8%	8,8	5,464497
1800	40	20000	254,2265	0,645408	0,547926684	8,767422	5,464497
1800	40	25000	254,2265	0,664682	0,547926684	8,767422	5,464497
1800	40	30000	254,2265	0,674952	0,547926684	8,767422	5,464497
1800	40	35000	254,23	67,46%	54,8%	8,8	5,464497
1800	40	40000	254,2265	0,674165	0,547926684	8,767422	5,464497
1800	40	45000	254,2265	0,673772	0,547926684	8,767422	5,464497
1800	40	50000	254,2265	0,673379	0,547926684	8,767422	5,464497
1800	60	5000	254,2265	0,622448	0,497843512	8,767422	5,464497
1800	60	10000	254,23	64,17%	49,8%	8,8	5,464497
1800	60	15000	254,23	66,10%	49,8%	8,8	5,464497
1800	60	20000	254,2265	0,68027	0,497843512	8,767422	5,464497
1800	60	25000	254,2265	0,699544	0,497843512	8,767422	5,464497
1800	60	30000	254,2265	0,718819	0,497843512	8,767422	5,464497
1800	60	35000	254,23	73,81%	49,8%	8,8	5,464497
1800	60	40000	254,2265	0,757367	0,497843512	8,767422	5,464497
1800	60	45000	254,2265	0,776641	0,497843512	8,767422	5,464497
1800	60	50000	254,2265	0,795915	0,497843512	8,767422	5,464497
1800	80	5000	254,2265	0,631047	0,434377013	8,767422	5,464497
1800	80	10000	254,23	65,03%	43,4%	8,8	5,464497
1800	80	15000	254,23	66,96%	43,4%	8,8	5,464497
1800	80	20000	254,2265	0,68887	0,434377013	8,767422	5,464497
1800	80	25000	254,2265	0,708144	0,434377013	8,767422	5,464497
1800	80	30000	254,2265	0,727418	0,434377013	8,767422	5,464497
1800	80	35000	254,23	74,67%	43,4%	8,8	5,464497
1800	80	40000	254,2265	0,765966	0,434377013	8,767422	5,464497
1800	80	45000	254,2265	0,78524	0,434377013	8,767422	5,464497
1800	80	50000	254,2265	0,804514	0,434377013	8,767422	5,464497



1800	100	5000	254,2265	0,631662	0,353733948	8,767422	5,464497
1800	100	10000	254,23	65,09%	35,4%	8,8	5,464497
1800	100	15000	254,23	67,02%	35,4%	8,8	5,464497
1800	100	20000	254,2265	0,689485	0,353733948	8,767422	5,464497
1800	100	25000	254,2265	0,708759	0,353733948	8,767422	5,464497
1800	100	30000	254,2265	0,728033	0,353733948	8,767422	5,464497
1800	100	35000	254,23	74,73%	35,4%	8,8	5,464497
1800	100	40000	254,2265	0,766581	0,353733948	8,767422	5,464497
1800	100	45000	254,2265	0,785856	0,353733948	8,767422	5,464497
1800	100	50000	254,2265	0,80513	0,353733948	8,767422	5,464497
1800	120	5000	254,2265	0,631785	0,29487138	8,767422	5,464497
1800	120	10000	254,23	65,11%	29,5%	8,8	5,464497
1800	120	15000	254,23	67,03%	29,5%	8,8	5,464497
1800	120	20000	254,2265	0,689607	0,29487138	8,767422	5,464497
1800	120	25000	254,2265	0,708881	0,29487138	8,767422	5,464497
1800	120	30000	254,2265	0,728155	0,29487138	8,767422	5,464497
1800	120	35000	254,23	74,74%	29,5%	8,8	5,464497
1800	120	40000	254,2265	0,766704	0,29487138	8,767422	5,464497
1800	120	45000	254,2265	0,785978	0,29487138	8,767422	5,464497
1800	120	50000	254,2265	0,805252	0,29487138	8,767422	5,464497
1800	140	5000	254,2265	0,631785	0,252763205	8,767422	5,464497
1800	140	10000	254,23	65,11%	25,3%	8,8	5,464497
1800	140	15000	254,23	67,03%	25,3%	8,8	5,464497
1800	140	20000	254,2265	0,689607	0,252763205	8,767422	5,464497
1800	140	25000	254,2265	0,708881	0,252763205	8,767422	5,464497
1800	140	30000	254,2265	0,728155	0,252763205	8,767422	5,464497
1800	140	35000	254,23	74,74%	25,3%	8,8	5,464497
1800	140	40000	254,2265	0,766704	0,252763205	8,767422	5,464497
1800	140	45000	254,2265	0,785978	0,252763205	8,767422	5,464497
1800	140	50000	254,2265	0,805252	0,252763205	8,767422	5,464497
1800	160	5000	254,2265	0,631785	0,221169568	8,767422	5,464497
1800	160	10000	254,23	65,11%	22,1%	8,8	5,464497
1800	160	15000	254,23	67,03%	22,1%	8,8	5,464497
1800	160	20000	254,2265	0,689607	0,221169568	8,767422	5,464497
1800	160	25000	254,2265	0,708881	0,221169568	8,767422	5,464497
1800	160	30000	254,2265	0,728155	0,221169568	8,767422	5,464497
1800	160	35000	254,23	74,74%	22,1%	8,8	5,464497
1800	160	40000	254,2265	0,766704	0,221169568	8,767422	5,464497
1800	160	45000	254,2265	0,785978	0,221169568	8,767422	5,464497
1800	160	50000	254,2265	0,805252	0,221169568	8,767422	5,464497
1800	180	5000	254,2265	0,631785	0,196595171	8,767422	5,464497
1800	180	10000	254,23	65,11%	19,7%	8,8	5,464497
1800	180	15000	254,23	67,03%	19,7%	8,8	5,464497

1800	180	20000	254,2265	0,689607	0,196595171	8,767422	5,464497
1800	180	25000	254,2265	0,708881	0,196595171	8,767422	5,464497
1800	180	30000	254,2265	0,728155	0,196595171	8,767422	5,464497
1800	180	35000	254,23	74,74%	19,7%	8,8	5,464497
1800	180	40000	254,2265	0,766704	0,196595171	8,767422	5,464497
1800	180	45000	254,2265	0,785978	0,196595171	8,767422	5,464497
1800	180	50000	254,2265	0,805252	0,196595171	8,767422	5,464497
1800	200	5000	254,2265	0,631785	0,176935654	8,767422	5,464497
1800	200	10000	254,23	65,11%	17,7%	8,8	5,464497
1800	200	15000	254,23	67,03%	17,7%	8,8	5,464497
1800	200	20000	254,2265	0,689607	0,176935654	8,767422	5,464497
1800	200	25000	254,2265	0,708881	0,176935654	8,767422	5,464497
1800	200	30000	254,2265	0,728155	0,176935654	8,767422	5,464497
1800	200	35000	254,23	74,74%	17,7%	8,8	5,464497
1800	200	40000	254,2265	0,766704	0,176935654	8,767422	5,464497
1800	200	45000	254,2265	0,785978	0,176935654	8,767422	5,464497
1800	200	50000	254,2265	0,805252	0,176935654	8,767422	5,464497
<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 2100KW</b>							
2100	20	5000	254,2265	0,424058	0,620708614	10,22866	6,873343
2100	20	10000	254,23	42,40%	62,1%	10,2	6,873343
2100	20	15000	254,23	42,40%	62,1%	10,2	6,873343
2100	20	20000	254,2265	0,424037	0,620708614	10,22866	6,873343
2100	20	25000	254,2265	0,424037	0,620708614	10,22866	6,873343
2100	20	30000	254,2265	0,424037	0,620708614	10,22866	6,873343
2100	20	35000	254,23	42,40%	62,1%	10,2	6,873343
2100	20	40000	254,2265	0,424037	0,620708614	10,22866	6,873343
2100	20	45000	254,2265	0,424037	0,620708614	10,22866	6,873343
2100	20	50000	254,2265	0,424037	0,620708614	10,22866	6,873343
2100	40	5000	254,2265	0,60421	0,581616844	10,22866	6,873343
2100	40	10000	254,23	62,35%	58,2%	10,2	6,873343
2100	40	15000	254,23	64,28%	58,2%	10,2	6,873343
2100	40	20000	254,2265	0,662032	0,581616844	10,22866	6,873343
2100	40	25000	254,2265	0,681306	0,581616844	10,22866	6,873343
2100	40	30000	254,2265	0,70058	0,581616844	10,22866	6,873343
2100	40	35000	254,23	70,71%	58,2%	10,2	6,873343
2100	40	40000	254,2265	0,706712	0,581616844	10,22866	6,873343
2100	40	45000	254,2265	0,706319	0,581616844	10,22866	6,873343
2100	40	50000	254,2265	0,705925	0,581616844	10,22866	6,873343
2100	60	5000	254,2265	0,663842	0,543003313	10,22866	6,873343
2100	60	10000	254,23	68,31%	54,3%	10,2	6,873343
2100	60	15000	254,23	70,24%	54,3%	10,2	6,873343
2100	60	20000	254,2265	0,721664	0,543003313	10,22866	6,873343
2100	60	25000	254,2265	0,740938	0,543003313	10,22866	6,873343
2100	60	30000	254,2265	0,760212	0,543003313	10,22866	6,873343

2100	60	35000	254,23	77,95%	54,3%	10,2	6,873343
2100	60	40000	254,2265	0,798761	0,543003313	10,22866	6,873343
2100	60	45000	254,2265	0,818035	0,543003313	10,22866	6,873343
2100	60	50000	254,2265	0,837309	0,543003313	10,22866	6,873343
2100	80	5000	254,2265	0,690866	0,498783556	10,22866	6,873343
2100	80	10000	254,23	71,01%	49,9%	10,2	6,873343
2100	80	15000	254,23	72,94%	49,9%	10,2	6,873343
2100	80	20000	254,2265	0,748688	0,498783556	10,22866	6,873343
2100	80	25000	254,2265	0,767962	0,498783556	10,22866	6,873343
2100	80	30000	254,2265	0,787236	0,498783556	10,22866	6,873343
2100	80	35000	254,23	80,65%	49,9%	10,2	6,873343
2100	80	40000	254,2265	0,825785	0,498783556	10,22866	6,873343
2100	80	45000	254,2265	0,845059	0,498783556	10,22866	6,873343
2100	80	50000	254,2265	0,864333	0,498783556	10,22866	6,873343
2100	100	5000	254,2265	0,694507	0,440213765	10,22866	6,873343
2100	100	10000	254,23	71,38%	44,0%	10,2	6,873343
2100	100	15000	254,23	73,31%	44,0%	10,2	6,873343
2100	100	20000	254,2265	0,75233	0,440213765	10,22866	6,873343
2100	100	25000	254,2265	0,771604	0,440213765	10,22866	6,873343
2100	100	30000	254,2265	0,790878	0,440213765	10,22866	6,873343
2100	100	35000	254,23	81,02%	44,0%	10,2	6,873343
2100	100	40000	254,2265	0,829426	0,440213765	10,22866	6,873343
2100	100	45000	254,2265	0,8487	0,440213765	10,22866	6,873343
2100	100	50000	254,2265	0,867975	0,440213765	10,22866	6,873343
2100	120	5000	254,2265	0,694601	0,370757953	10,22866	6,873343
2100	120	10000	254,23	71,39%	37,1%	10,2	6,873343
2100	120	15000	254,23	73,31%	37,1%	10,2	6,873343
2100	120	20000	254,2265	0,752423	0,370757953	10,22866	6,873343
2100	120	25000	254,2265	0,771697	0,370757953	10,22866	6,873343
2100	120	30000	254,2265	0,790971	0,370757953	10,22866	6,873343
2100	120	35000	254,23	81,02%	37,1%	10,2	6,873343
2100	120	40000	254,2265	0,82952	0,370757953	10,22866	6,873343
2100	120	45000	254,2265	0,848794	0,370757953	10,22866	6,873343
2100	120	50000	254,2265	0,868068	0,370757953	10,22866	6,873343
2100	140	5000	254,2265	0,694601	0,317886197	10,22866	6,873343
2100	140	10000	254,23	71,39%	31,8%	10,2	6,873343
2100	140	15000	254,23	73,31%	31,8%	10,2	6,873343
2100	140	20000	254,2265	0,752423	0,317886197	10,22866	6,873343
2100	140	25000	254,2265	0,771697	0,317886197	10,22866	6,873343
2100	140	30000	254,2265	0,790971	0,317886197	10,22866	6,873343
2100	140	35000	254,23	81,02%	31,8%	10,2	6,873343
2100	140	40000	254,2265	0,82952	0,317886197	10,22866	6,873343
2100	140	45000	254,2265	0,848794	0,317886197	10,22866	6,873343

2100	140	50000	254,2265	0,868068	0,317886197	10,22866	6,873343
2100	160	5000	254,2265	0,694601	0,278164692	10,22866	6,873343
2100	160	10000	254,23	71,39%	27,8%	10,2	6,873343
2100	160	15000	254,23	73,31%	27,8%	10,2	6,873343
2100	160	20000	254,2265	0,752423	0,278164692	10,22866	6,873343
2100	160	25000	254,2265	0,771697	0,278164692	10,22866	6,873343
2100	160	30000	254,2265	0,790971	0,278164692	10,22866	6,873343
2100	160	35000	254,23	81,02%	27,8%	10,2	6,873343
2100	160	40000	254,2265	0,82952	0,278164692	10,22866	6,873343
2100	160	45000	254,2265	0,848794	0,278164692	10,22866	6,873343
2100	160	50000	254,2265	0,868068	0,278164692	10,22866	6,873343
2100	180	5000	254,2265	0,694601	0,24726529	10,22866	6,873343
2100	180	10000	254,23	71,39%	24,7%	10,2	6,873343
2100	180	15000	254,23	73,31%	24,7%	10,2	6,873343
2100	180	20000	254,2265	0,752423	0,24726529	10,22866	6,873343
2100	180	25000	254,2265	0,771697	0,24726529	10,22866	6,873343
2100	180	30000	254,2265	0,790971	0,24726529	10,22866	6,873343
2100	180	35000	254,23	81,02%	24,7%	10,2	6,873343
2100	180	40000	254,2265	0,82952	0,24726529	10,22866	6,873343
2100	180	45000	254,2265	0,848794	0,24726529	10,22866	6,873343
2100	180	50000	254,2265	0,868068	0,24726529	10,22866	6,873343
2100	200	5000	254,2265	0,694601	0,222538761	10,22866	6,873343
2100	200	10000	254,23	71,39%	22,3%	10,2	6,873343
2100	200	15000	254,23	73,31%	22,3%	10,2	6,873343
2100	200	20000	254,2265	0,752423	0,222538761	10,22866	6,873343
2100	200	25000	254,2265	0,771697	0,222538761	10,22866	6,873343
2100	200	30000	254,2265	0,790971	0,222538761	10,22866	6,873343
2100	200	35000	254,23	81,02%	22,3%	10,2	6,873343
2100	200	40000	254,2265	0,82952	0,222538761	10,22866	6,873343
2100	200	45000	254,2265	0,848794	0,222538761	10,22866	6,873343
2100	200	50000	254,2265	0,868068	0,222538761	10,22866	6,873343
<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 2400KW</b>							
2400	20	5000	254,2265	0,436681	0,639831782	11,6899	8,293953
2400	20	10000	254,23	43,67%	64,0%	11,7	8,293953
2400	20	15000	254,23	43,67%	64,0%	11,7	8,293953
2400	20	20000	254,2265	0,436659	0,639831782	11,6899	8,293953
2400	20	25000	254,2265	0,436659	0,639831782	11,6899	8,293953
2400	20	30000	254,2265	0,436659	0,639831782	11,6899	8,293953
2400	20	35000	254,23	43,67%	64,0%	11,7	8,293953
2400	20	40000	254,2265	0,436659	0,639831782	11,6899	8,293953
2400	20	45000	254,2265	0,436659	0,639831782	11,6899	8,293953
2400	20	50000	254,2265	0,436659	0,639831782	11,6899	8,293953
2400	40	5000	254,2265	0,613957	0,605742962	11,6899	8,293953

2400	40	10000	254,23	63,32%	60,6%	11,7	8,293953
2400	40	15000	254,23	65,25%	60,6%	11,7	8,293953
2400	40	20000	254,2265	0,671779	0,605742962	11,6899	8,293953
2400	40	25000	254,2265	0,691053	0,605742962	11,6899	8,293953
2400	40	30000	254,2265	0,710327	0,605742962	11,6899	8,293953
2400	40	35000	254,23	72,91%	60,6%	11,7	8,293953
2400	40	40000	254,2265	0,728739	0,605742962	11,6899	8,293953
2400	40	45000	254,2265	0,728345	0,605742962	11,6899	8,293953
2400	40	50000	254,2265	0,727952	0,605742962	11,6899	8,293953
2400	60	5000	254,2265	0,685994	0,572422191	11,6899	8,293953
2400	60	10000	254,23	70,53%	57,2%	11,7	8,293953
2400	60	15000	254,23	72,45%	57,2%	11,7	8,293953
2400	60	20000	254,2265	0,743816	0,572422191	11,6899	8,293953
2400	60	25000	254,2265	0,763091	0,572422191	11,6899	8,293953
2400	60	30000	254,2265	0,782365	0,572422191	11,6899	8,293953
2400	60	35000	254,23	80,16%	57,2%	11,7	8,293953
2400	60	40000	254,2265	0,820913	0,572422191	11,6899	8,293953
2400	60	45000	254,2265	0,840187	0,572422191	11,6899	8,293953
2400	60	50000	254,2265	0,859461	0,572422191	11,6899	8,293953
2400	80	5000	254,2265	0,737859	0,538578282	11,6899	8,293953
2400	80	10000	254,23	75,71%	53,9%	11,7	8,293953
2400	80	15000	254,23	77,64%	53,9%	11,7	8,293953
2400	80	20000	254,2265	0,795681	0,538578282	11,6899	8,293953
2400	80	25000	254,2265	0,814956	0,538578282	11,6899	8,293953
2400	80	30000	254,2265	0,83423	0,538578282	11,6899	8,293953
2400	80	35000	254,23	85,35%	53,9%	11,7	8,293953
2400	80	40000	254,2265	0,872778	0,538578282	11,6899	8,293953
2400	80	45000	254,2265	0,892052	0,538578282	11,6899	8,293953
2400	80	50000	254,2265	0,911326	0,538578282	11,6899	8,293953
2400	100	5000	254,2265	0,755186	0,498484633	11,6899	8,293953
2400	100	10000	254,23	77,45%	49,8%	11,7	8,293953
2400	100	15000	254,23	79,37%	49,8%	11,7	8,293953
2400	100	20000	254,2265	0,813008	0,498484633	11,6899	8,293953
2400	100	25000	254,2265	0,832282	0,498484633	11,6899	8,293953
2400	100	30000	254,2265	0,851557	0,498484633	11,6899	8,293953
2400	100	35000	254,23	87,08%	49,8%	11,7	8,293953
2400	100	40000	254,2265	0,890105	0,498484633	11,6899	8,293953
2400	100	45000	254,2265	0,909379	0,498484633	11,6899	8,293953
2400	100	50000	254,2265	0,928653	0,498484633	11,6899	8,293953
2400	120	5000	254,2265	0,757413	0,444332222	11,6899	8,293953
2400	120	10000	254,23	77,67%	44,4%	11,7	8,293953
2400	120	15000	254,23	79,60%	44,4%	11,7	8,293953
2400	120	20000	254,2265	0,815235	0,444332222	11,6899	8,293953

2400	120	25000	254,2265	0,834509	0,444332222	11,6899	8,293953
2400	120	30000	254,2265	0,853783	0,444332222	11,6899	8,293953
2400	120	35000	254,23	87,31%	44,4%	11,7	8,293953
2400	120	40000	254,2265	0,892332	0,444332222	11,6899	8,293953
2400	120	45000	254,2265	0,911606	0,444332222	11,6899	8,293953
2400	120	50000	254,2265	0,93088	0,444332222	11,6899	8,293953
2400	140	5000	254,2265	0,757483	0,383459219	11,6899	8,293953
2400	140	10000	254,23	77,68%	38,3%	11,7	8,293953
2400	140	15000	254,23	79,60%	38,3%	11,7	8,293953
2400	140	20000	254,2265	0,815305	0,383459219	11,6899	8,293953
2400	140	25000	254,2265	0,834579	0,383459219	11,6899	8,293953
2400	140	30000	254,2265	0,853853	0,383459219	11,6899	8,293953
2400	140	35000	254,23	87,31%	38,3%	11,7	8,293953
2400	140	40000	254,2265	0,892402	0,383459219	11,6899	8,293953
2400	140	45000	254,2265	0,911676	0,383459219	11,6899	8,293953
2400	140	50000	254,2265	0,93095	0,383459219	11,6899	8,293953
2400	160	5000	254,2265	0,757483	0,335618795	11,6899	8,293953
2400	160	10000	254,23	77,68%	33,6%	11,7	8,293953
2400	160	15000	254,23	79,60%	33,6%	11,7	8,293953
2400	160	20000	254,2265	0,815305	0,335618795	11,6899	8,293953
2400	160	25000	254,2265	0,834579	0,335618795	11,6899	8,293953
2400	160	30000	254,2265	0,853853	0,335618795	11,6899	8,293953
2400	160	35000	254,23	87,31%	33,6%	11,7	8,293953
2400	160	40000	254,2265	0,892402	0,335618795	11,6899	8,293953
2400	160	45000	254,2265	0,911676	0,335618795	11,6899	8,293953
2400	160	50000	254,2265	0,93095	0,335618795	11,6899	8,293953
2400	180	5000	254,2265	0,757483	0,298343323	11,6899	8,293953
2400	180	10000	0,00	0,00%	0,0%	12,9	9,751125
2400	180	15000	254,23	79,60%	29,8%	11,7	8,293953
2400	180	20000	254,2265	0,815305	0,298343323	11,6899	8,293953
2400	180	25000	254,2265	0,834579	0,298343323	11,6899	8,293953
2400	180	30000	254,2265	0,853853	0,298343323	11,6899	8,293953
2400	180	35000	254,23	87,31%	29,8%	11,7	8,293953
2400	180	40000	254,2265	0,892402	0,298343323	11,6899	8,293953
2400	180	45000	254,2265	0,911676	0,298343323	11,6899	8,293953
2400	180	50000	254,2265	0,93095	0,298343323	11,6899	8,293953
2400	200	5000	254,2265	0,757483	0,268520406	11,6899	8,293953
2400	200	10000	254,23	77,68%	26,9%	11,7	8,293953
2400	200	15000	254,23	79,60%	26,9%	11,7	8,293953
2400	200	20000	254,2265	0,815305	0,268520406	11,6899	8,293953
2400	200	25000	254,2265	0,834579	0,268520406	11,6899	8,293953
2400	200	30000	254,2265	0,853853	0,268520406	11,6899	8,293953
2400	200	35000	254,23	87,31%	26,9%	11,7	8,293953

2400	200	40000	254,2265	0,892402	0,268520406	11,6899	8,293953
2400	200	45000	254,2265	0,911676	0,268520406	11,6899	8,293953
2400	200	50000	254,2265	0,93095	0,268520406	11,6899	8,293953
<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 2700KW</b>							
2700	20	5000	254,2265	0,446118	0,654041577	13,15113	9,72339
2700	20	10000	254,23	44,61%	65,4%	13,2	9,72339
2700	20	15000	254,23	44,61%	65,4%	13,2	9,72339
2700	20	20000	254,2265	0,446097	0,654041577	13,15113	9,72339
2700	20	25000	254,2265	0,446097	0,654041577	13,15113	9,72339
2700	20	30000	254,2265	0,446097	0,654041577	13,15113	9,72339
2700	20	35000	254,23	44,61%	65,4%	13,2	9,72339
2700	20	40000	254,2265	0,446097	0,654041577	13,15113	9,72339
2700	20	45000	254,2265	0,446097	0,654041577	13,15113	9,72339
2700	20	50000	254,2265	0,446097	0,654041577	13,15113	9,72339
2700	40	5000	254,2265	0,621517	0,624311156	13,15113	9,72339
2700	40	10000	254,23	64,08%	62,4%	13,2	9,72339
2700	40	15000	254,23	66,01%	62,4%	13,2	9,72339
2700	40	20000	254,2265	0,679339	0,624311156	13,15113	9,72339
2700	40	25000	254,2265	0,698613	0,624311156	13,15113	9,72339
2700	40	30000	254,2265	0,717887	0,624311156	13,15113	9,72339
2700	40	35000	254,23	73,72%	62,4%	13,2	9,72339
2700	40	40000	254,2265	0,745402	0,624311156	13,15113	9,72339
2700	40	45000	254,2265	0,745008	0,624311156	13,15113	9,72339
2700	40	50000	254,2265	0,744615	0,624311156	13,15113	9,72339
2700	60	5000	254,2265	0,699133	0,594362768	13,15113	9,72339
2700	60	10000	254,23	71,84%	59,4%	13,2	9,72339
2700	60	15000	254,23	73,77%	59,4%	13,2	9,72339
2700	60	20000	254,2265	0,756956	0,594362768	13,15113	9,72339
2700	60	25000	254,2265	0,77623	0,594362768	13,15113	9,72339
2700	60	30000	254,2265	0,795504	0,594362768	13,15113	9,72339
2700	60	35000	254,23	81,48%	59,4%	13,2	9,72339
2700	60	40000	254,2265	0,834052	0,594362768	13,15113	9,72339
2700	60	45000	254,2265	0,853326	0,594362768	13,15113	9,72339
2700	60	50000	254,2265	0,872601	0,594362768	13,15113	9,72339
2700	80	5000	254,2265	0,765348	0,56598194	13,15113	9,72339
2700	80	10000	254,23	78,46%	56,6%	13,2	9,72339
2700	80	15000	254,23	80,39%	56,6%	13,2	9,72339
2700	80	20000	254,2265	0,823171	0,56598194	13,15113	9,72339
2700	80	25000	254,2265	0,842445	0,56598194	13,15113	9,72339
2700	80	30000	254,2265	0,861719	0,56598194	13,15113	9,72339
2700	80	35000	254,23	88,10%	56,6%	13,2	9,72339
2700	80	40000	254,2265	0,900267	0,56598194	13,15113	9,72339
2700	80	45000	254,2265	0,919541	0,56598194	13,15113	9,72339
2700	80	50000	254,2265	0,938816	0,56598194	13,15113	9,72339

2700	100	5000	254,2265	0,807544	0,534868418	13,15113	9,72339
2700	100	10000	254,23	82,68%	53,5%	13,2	9,72339
2700	100	15000	254,23	84,61%	53,5%	13,2	9,72339
2700	100	20000	254,2265	0,865366	0,534868418	13,15113	9,72339
2700	100	25000	254,2265	0,88464	0,534868418	13,15113	9,72339
2700	100	30000	254,2265	0,903915	0,534868418	13,15113	9,72339
2700	100	35000	254,23	92,32%	53,5%	13,2	9,72339
2700	100	40000	254,2265	0,942463	0,534868418	13,15113	9,72339
2700	100	45000	254,2265	0,961737	0,534868418	13,15113	9,72339
2700	100	50000	254,2265	0,981011	0,534868418	13,15113	9,72339
2700	120	5000	254,2265	0,818595	0,497215968	13,15113	9,72339
2700	120	10000	254,23	83,79%	49,7%	13,2	9,72339
2700	120	15000	254,23	85,71%	49,7%	13,2	9,72339
2700	120	20000	254,2265	0,876417	0,497215968	13,15113	9,72339
2700	120	25000	254,2265	0,895691	0,497215968	13,15113	9,72339
2700	120	30000	254,2265	0,914966	0,497215968	13,15113	9,72339
2700	120	35000	254,23	93,42%	49,7%	13,2	9,72339
2700	120	40000	254,2265	0,953514	0,497215968	13,15113	9,72339
2700	120	45000	254,2265	0,972788	0,497215968	13,15113	9,72339
2700	120	50000	254,2265	0,992062	0,497215968	13,15113	9,72339
2700	140	5000	254,2265	0,819671	0,447475458	13,15113	9,72339
2700	140	10000	254,23	83,89%	44,7%	13,2	9,72339
2700	140	15000	254,23	85,82%	44,7%	13,2	9,72339
2700	140	20000	254,2265	0,877493	0,447475458	13,15113	9,72339
2700	140	25000	254,2265	0,896767	0,447475458	13,15113	9,72339
2700	140	30000	254,2265	0,916042	0,447475458	13,15113	9,72339
2700	140	35000	254,23	93,53%	44,7%	13,2	9,72339
2700	140	40000	254,2265	0,95459	0,447475458	13,15113	9,72339
2700	140	45000	254,2265	0,973864	0,447475458	13,15113	9,72339
2700	140	50000	254,2265	0,993138	0,447475458	13,15113	9,72339
2700	160	5000	254,2265	0,819763	0,393341854	13,15113	9,72339
2700	160	10000	254,23	83,90%	39,3%	13,2	9,72339
2700	160	15000	254,23	85,83%	39,3%	13,2	9,72339
2700	160	20000	254,2265	0,877585	0,393341854	13,15113	9,72339
2700	160	25000	254,2265	0,896859	0,393341854	13,15113	9,72339
2700	160	30000	254,2265	0,916134	0,393341854	13,15113	9,72339
2700	160	35000	254,23	93,54%	39,3%	13,2	9,72339
2700	160	40000	254,2265	0,954682	0,393341854	13,15113	9,72339
2700	160	45000	254,2265	0,973956	0,393341854	13,15113	9,72339
2700	160	50000	254,2265	0,99323	0,393341854	13,15113	9,72339
2700	180	5000	254,2265	0,819763	0,349726121	13,15113	9,72339
2700	180	10000	254,23	83,90%	35,0%	13,2	9,72339



2700	180	15000	254,23	85,83%	35,0%	13,2	9,72339
2700	180	20000	254,2265	0,877586	0,349726121	13,15113	9,72339
2700	180	25000	254,2265	0,89686	0,349726121	13,15113	9,72339
2700	180	30000	254,2265	0,916134	0,349726121	13,15113	9,72339
2700	180	35000	254,23	93,54%	35,0%	13,2	9,72339
2700	180	40000	254,2265	0,954682	0,349726121	13,15113	9,72339
2700	180	45000	254,2265	0,973957	0,349726121	13,15113	9,72339
2700	180	50000	254,2265	0,993231	0,349726121	13,15113	9,72339
2700	200	5000	254,2265	0,819763	0,314772267	13,15113	9,72339
2700	200	10000	254,23	83,90%	31,5%	13,2	9,72339
2700	200	15000	254,23	85,83%	31,5%	13,2	9,72339
2700	200	20000	254,2265	0,877586	0,314772267	13,15113	9,72339
2700	200	25000	254,2265	0,89686	0,314772267	13,15113	9,72339
2700	200	30000	254,2265	0,916134	0,314772267	13,15113	9,72339
2700	200	35000	254,23	93,54%	31,5%	13,2	9,72339
2700	200	40000	254,2265	0,954682	0,314772267	13,15113	9,72339
2700	200	45000	254,2265	0,973957	0,314772267	13,15113	9,72339
2700	200	50000	254,2265	0,993231	0,314772267	13,15113	9,72339
<b>ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ 3000KW</b>							
3000	20	5000	254,2265	0,454011	0,665892947	14,61237	11,15946
3000	20	10000	254,23	45,40%	66,6%	14,6	11,15946
3000	20	15000	254,23	45,40%	66,6%	14,6	11,15946
3000	20	20000	254,2265	0,45399	0,665892947	14,61237	11,15946
3000	20	25000	254,2265	0,45399	0,665892947	14,61237	11,15946
3000	20	30000	254,2265	0,45399	0,665892947	14,61237	11,15946
3000	20	35000	254,23	45,40%	66,6%	14,6	11,15946
3000	20	40000	254,2265	0,45399	0,665892947	14,61237	11,15946
3000	20	45000	254,2265	0,45399	0,665892947	14,61237	11,15946
3000	20	50000	254,2265	0,45399	0,665892947	14,61237	11,15946
3000	40	5000	254,2265	0,628271	0,639185405	14,61237	11,15946
3000	40	10000	254,23	64,75%	63,9%	14,6	11,15946
3000	40	15000	254,23	66,68%	63,9%	14,6	11,15946
3000	40	20000	254,2265	0,686093	0,639185405	14,61237	11,15946
3000	40	25000	254,2265	0,705368	0,639185405	14,61237	11,15946
3000	40	30000	254,2265	0,724642	0,639185405	14,61237	11,15946
3000	40	35000	254,23	74,39%	63,9%	14,6	11,15946
3000	40	40000	254,2265	0,759235	0,639185405	14,61237	11,15946
3000	40	45000	254,2265	0,758842	0,639185405	14,61237	11,15946
3000	40	50000	254,2265	0,758448	0,639185405	14,61237	11,15946
3000	60	5000	254,2265	0,708992	0,612045733	14,61237	11,15946
3000	60	10000	254,23	72,83%	61,2%	14,6	11,15946
3000	60	15000	254,23	74,75%	61,2%	14,6	11,15946
3000	60	20000	254,2265	0,766815	0,612045733	14,61237	11,15946
3000	60	25000	254,2265	0,786089	0,612045733	14,61237	11,15946

3000	60	30000	254,2265	0,805363	0,612045733	14,61237	11,15946
3000	60	35000	254,23	82,46%	61,2%	14,6	11,15946
3000	60	40000	254,2265	0,843911	0,612045733	14,61237	11,15946
3000	60	45000	254,2265	0,863186	0,612045733	14,61237	11,15946
3000	60	50000	254,2265	0,88246	0,612045733	14,61237	11,15946
3000	80	5000	254,2265	0,781224	0,585862491	14,61237	11,15946
3000	80	10000	254,23	80,05%	58,6%	14,6	11,15946
3000	80	15000	254,23	81,98%	58,6%	14,6	11,15946
3000	80	20000	254,2265	0,839046	0,585862491	14,61237	11,15946
3000	80	25000	254,2265	0,858321	0,585862491	14,61237	11,15946
3000	80	30000	254,2265	0,877595	0,585862491	14,61237	11,15946
3000	80	35000	254,23	89,69%	58,6%	14,6	11,15946
3000	80	40000	254,2265	0,916143	0,585862491	14,61237	11,15946
3000	80	45000	254,2265	0,935417	0,585862491	14,61237	11,15946
3000	80	50000	254,2265	0,954691	0,585862491	14,61237	11,15946
3000	100	5000	254,2265	0,841165	0,560782568	14,61237	11,15946
3000	100	10000	254,23	86,04%	56,1%	14,6	11,15946
3000	100	15000	254,23	87,97%	56,1%	14,6	11,15946
3000	100	20000	254,2265	0,898987	0,560782568	14,61237	11,15946
3000	100	25000	254,2265	0,918261	0,560782568	14,61237	11,15946
3000	100	30000	254,2265	0,937536	0,560782568	14,61237	11,15946
3000	100	35000	254,23	95,68%	56,1%	14,6	11,15946
3000	100	40000	254,2265	0,976084	0,560782568	14,61237	11,15946
3000	100	45000	254,2265	0,995358	0,560782568	14,61237	11,15946
3000	100	50000	254,2265	1	0,560782568	14,61237	11,15946
3000	120	5000	254,2265	0,863741	0,531613925	14,61237	11,15946
3000	120	10000	254,23	89,37%	53,2%	14,6	11,15946
3000	120	15000	254,23	91,30%	53,2%	14,6	11,15946
3000	120	20000	254,2265	0,932297	0,531613925	14,61237	11,15946
3000	120	25000	254,2265	0,951572	0,531613925	14,61237	11,15946
3000	120	30000	254,2265	0,970846	0,531613925	14,61237	11,15946
3000	120	35000	254,23	99,01%	53,2%	14,6	11,15946
3000	120	40000	254,2265	1	0,531613925	14,61237	11,15946
3000	120	45000	254,2265	1	0,531613925	14,61237	11,15946
3000	120	50000	254,2265	1	0,531613925	14,61237	11,15946
3000	140	5000	254,2265	0,868912	0,495616088	14,61237	11,15946
3000	140	10000	254,23	90,11%	49,6%	14,6	11,15946
3000	140	15000	254,23	92,04%	49,6%	14,6	11,15946
3000	140	20000	254,2265	0,939659	0,495616088	14,61237	11,15946
3000	140	25000	254,2265	0,958933	0,495616088	14,61237	11,15946
3000	140	30000	254,2265	0,978207	0,495616088	14,61237	11,15946
3000	140	35000	254,23	99,75%	49,6%	14,6	11,15946
3000	140	40000	254,2265	1	0,495616088	14,61237	11,15946

3000	140	45000	254,2265	1	0,495616088	14,61237	11,15946
3000	140	50000	254,2265	1	0,495616088	14,61237	11,15946
3000	160	5000	254,2265	0,869684	0,449988408	14,61237	11,15946
3000	160	10000	254,23	90,19%	45,0%	14,6	11,15946
3000	160	15000	254,23	92,12%	45,0%	14,6	11,15946
3000	160	20000	254,2265	0,940431	0,449988408	14,61237	11,15946
3000	160	25000	254,2265	0,959705	0,449988408	14,61237	11,15946
3000	160	30000	254,2265	0,97898	0,449988408	14,61237	11,15946
3000	160	35000	254,23	99,83%	45,0%	14,6	11,15946
3000	160	40000	254,2265	1	0,449988408	14,61237	11,15946
3000	160	45000	254,2265	1	0,449988408	14,61237	11,15946
3000	160	50000	254,2265	1	0,449988408	14,61237	11,15946
3000	180	5000	254,2265	0,869815	0,401263884	14,61237	11,15946
3000	180	10000	254,23	90,20%	40,1%	14,6	11,15946
3000	180	15000	254,23	92,13%	40,1%	14,6	11,15946
3000	180	20000	254,2265	0,940562	0,401263884	14,61237	11,15946
3000	180	25000	254,2265	0,959836	0,401263884	14,61237	11,15946
3000	180	30000	254,2265	0,97911	0,401263884	14,61237	11,15946
3000	180	35000	254,23	99,84%	40,1%	14,6	11,15946
3000	180	40000	254,2265	1	0,401263884	14,61237	11,15946
3000	180	45000	254,2265	1	0,401263884	14,61237	11,15946
3000	180	50000	254,2265	1	0,401263884	14,61237	11,15946
3000	200	5000	254,2265	0,869824	0,361225206	14,61237	11,15946
3000	200	10000	254,23	90,20%	36,1%	14,6	11,15946
3000	200	15000	254,23	92,13%	36,1%	14,6	11,15946
3000	200	20000	254,2265	0,940571	0,361225206	14,61237	11,15946
3000	200	25000	254,2265	0,959845	0,361225206	14,61237	11,15946
3000	200	30000	254,2265	0,97912	0,361225206	14,61237	11,15946
3000	200	35000	254,23	99,84%	36,1%	14,6	11,15946
3000	200	40000	254,2265	1	0,361225206	14,61237	11,15946
3000	200	45000	254,2265	1	0,361225206	14,61237	11,15946
3000	200	50000	254,2265	1	0,361225206	14,61237	11,15946

## 7.2 Βιβλιογραφία

- Desalination – a critical element of water solutions for the 21st century(Lisa Henthorne, President, The International Desalination Association)
- Τεχνολογίες αφαλάτωσης νερού-Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων( Συσκάκη Καλλιόπη, Ηράκλειο 2013)
- Water challenges and desalination- Looking back and looking forward a decade( Mike Hightower, Multi-State salinity coalition January 2016)
- Global water outlook to 2025- Averting an impending crisis( Mark w. Rosegrant, Ximing Cai and Sarah A. Cline, September 2002)
- The ABC’s of desalting by O.K. Buros( Second edition)
- Αφαλάτωση- Σύγχρονες μονάδες αφαλάτωσης- Εφαρμογές και μέθοδοι(Δαλιούρης Παναγιώτης, Αθήνα 2013)
- Desalting Handbook for Planners(3rd Edition-Desalination and water purification research and development program report No. 72, July 2003)
- Global Trends in Renewable Energy Investment 2016( Frankfurt School- UNEP Centre/BNEF.2016)
- Introduction to Desalination Technologies(Hari J. Krishna)
- Ειδικές Εφαρμογές Κυματικής Ενεργειας- Αφαλάτωση(Τορβακόπουλος Δημήτριος, Ιούνιος 2012)
- Overview of Desalination Techniques(Tamim Younos, Kimberly E. Tulou, December 2005)
- Μονάδες Αφαλάτωσης στην Ελλάδα: Αποτύπωμα Άνθρακα(Νυδρέος Σακουέλος Παναγιώτης, Βόλος 2010)
- Ανάπτυξη Υπολογιστικού Μοντέλου για την Προσομοίωση Σταθμών Αντλησιοταμίευσης με Σκοπό την Αντικατάσταση Θερμικών Μονάδων Βάσεως στο Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα(Σταθάκης Λάμπρος, Πειραιάς 2015)
- Καλδέλλης Ι., 1992, <<Εφαρμογές της Αιολικής Ενέργειας>>, ΙΤΕ/ ΕΛΚΕΠΑ, Αθήνα.
- Καλδέλλης Ι., Καββαδίας Κ., 2001, <<Εργαστηριακές Εφαρμογές των Ήπιων Μορφών Ενέργειας>>, Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα.

- Καλδέλλης Ι., 2005, <<Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας>>, Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Sea Water Desalination in the Mediterranean Assessment and Guidelines(UNEP/MAP, Athens 2003)
- Comparisons of Technical and Economic Performance of the Main Desalination Processes With and Without Renewable Energy
- Coupling(Ali Al-Karaghoul and Lawrence L. Kazmerski, National Renewable Energy Laboratory)
- Desalination Technologies and Challenges(Water Research Foundation, Water Supply Diversification)
- The Mechanical Vapor Compression: 38 Years of Experience(Fredi Lokiec, Abraham Ophir, IDA world congress –Spain October 21-26, 2007)
- Επιλογή Συστήματος Αφαλάτωσης για την Παραγωγή Πόσιμου Νερού στην Κύπρο. Μια ενεργειακή, Περιβαλλοντική και Οικονομική Ανάλυση(Τάσος Τουμάσης, Πειραιάς 2005)
- Μελέτη Αφαλάτωσης με Μικρές Μονάδες. Ειδικά με Αυτόνομη Μονάδα Αντίστροφης Οσμωσης και Χρήση ΑΠΕ( Ράπτης Δημήτριος, Πάτρα 2012)
- Ενεργειακή Αυτονομία Μικρών Νησιών με τη Χρήση και Κυματικής Ενέργειας. Η περίπτωση της Αμοργού(Νομικός Γεώργιος, Φεβρουάριος 2016)
- Renewable Energy Applications in desalination: state of art, solar eΕνεργειακή Αυτονομία Μικρών Νησιών με τη Χρήση και Κυματικής Ενέργειας. Η περίπτωση της Αμοργού(Νομικός Γεώργιος, Φεβρουάριος 2016)
- Water and wastewater treatment technologies- Desalination Technology, Health and Environment- Joseph Cotruvo, Nikolay Voutchkov, John Fawell, Pierre Payment, David Cunliffe, Sabine Lattemann
- Buross et al. The USAID Desalination Manual. Produced by CH2M HILL International for the U.S. Agency for International Development. 1980.
- The International Desalination & Water (D&W) Reuse Quarterly. A Lineal/Green Publication. USA
- United Nations. Non-Conventional Water Resource Use in Developing Countries. (UN Pub No. E.87.II.A.20.) 1987.
- Wangnick, Klaus. 1998 IDA Worldwide Desalting Plants Inventory Report No. 15. Produced by Wangnick Consulting for International Desalination Association.1998.

- Krishna, H. J., Virgin islands Water Resources Conference, Proc. Editor, University of the Virgin Islands and U.S. Geological Survey, 1989.
- Oklejas, E. et al., "Improvements in the Economics of Reverse Osmosis through Advanced Pumping and Energy Recovery Technology", Proceedings of the American Desalting Association, Monterey, CA, 1996.
- Raucher, R.S., P. Xu, J. Oxenford, J. Ruetten, Z. Shoto, and R. Reiss. 2010. Guidelines for Implementing Seawater and Brackish Water Desalination Facilities. Denver, Colo.: Water Research Foundation.
- Mackey, E.D., N. Pozos, W. James, T. Seacord, H. Hunt, and D. Mayer. 2011. Assessing Seawater Intake Systems for Desalination Plants. Denver, Colo.: Water Research Foundation.
- NRC (National Research Council). 2008. Desalination: A National Perspective. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Robinson, M.K. 2007. Communications Lessons From the Frontline of Desalination Plant Development. Presented at the NRC Committee on Advancing Desalination Technology, Clearwater, Fla.
- D. Hoffman, "Low Temperature Distillation Plants – A Comparison with Seawater Reverse Osmosis"; presented at the 9th Annual Conference National Water Supply Improvement Association, Washington D.C. (1981).
- A. Ophir and A. Gendel, "The Low Temperature MED Process as an Optimal Solution for Dual Purpose Power Generation and Seawater Desalination"; presented at the IDA World Conference on Desalination and Water Reuse, Washington D.C. (1991).
- R. Matz and Z. Zimmerman, "Low Temperature Vapor Compression and Multi-Effect Distillation of Seawater: Effects of Design on Operations and Economics"; Desalination, 52 (1985) 201-216.
- G. Kronenberg and F. Lokiec, "Low-Temperature Distillation Processes in Single and Dual-Purpose Plants"; Desalination, 136 (2001) 189-197.
- A.N. Rogers, C.D. Siebenthal, R.F. Battey, L. Awerbuch, "Desalination Technology – Report on the State-Of-The-Art"; Bechtel Group, Inc., San Francisco, California, (1983).
- Z. Zimmerman, "Development of Large Capacity High Efficiency Mechanical Vapor Compression (MVC) Units"; Desalination, 96 (1994) 51-58.

- Burton T., Sharpe D., Jenkins N., Bossanyi E., 2001, “Wind energy handbook”, Chichester, UK: J. Wiley & Sons.
- Grubb M., Vigotti R., 1997, “Renewable energy strategies for Europe-electricity systems and primary electricity sources”, Vol. 2. London, UK: The royal Institute of International Affairs.
- Walker J.F., Jenkins N., 1997, “Wind energy technology”, Chichester, UK: J. Wiley & Sons.