



ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΟΙΚΗΣΗ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ»

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

Η ανάγκη δημιουργίας Αφαλατώσεων στην Κύπρο και ο τρόπος λειτουργίας της Αφαλάτωσης Επισκοπής σε συνδυασμό με όλους τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος παραγωγής του αφαλατωμένου νερού.

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΤΡΥΦΩΝΟΣ

ΕΠΙΠΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Δρ. Σάββας Κατσικίδης

Ιούνιος, 2017

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Η ανάγκη δημιουργίας Αφαλατώσεων στην Κύπρο και ο τρόπος λειτουργίας της Αφαλάτωσης Επισκοπής σε συνδιασμό με όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος παραγωγής αφαλατωμένου νερού.

Παναγιώτα Τρύφωνος

**Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ Σάββας Κατσικίδης**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα από τη Σχολή Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Ιούνιος, 2017

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

Περίληψη

Η παρούσα εργασία με τίτλο « Η ανάγκη δημιουργίας Αφαλατώσεων στην Κύπρο και ο τρόπος λειτουργίας της Αφαλάτωσης Επισκοπής σε συνδυασμό με όλους τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος παραγωγής του αφαλατωμένου νερού » αποτελεί την Διπλωματική Εργασία του Διατμηματικού Προγράμματος μεταπτυχιακών Σπουδών «Διοίκηση, Τεχνολογία και Ποιότητα».

Βασικό ερέθισμα για την επιλογή αυτού του θέματος στάθηκε το πρόβλημα της υδατικής ανεπάρκειας στην Κύπρο και γενικά σε όλο τον κόσμο, λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου, της πληθυσμιακής αύξησης, της βιομηχανικής και γεωργικής ανάπτυξης, της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου και της συνεχούς αύξησης του τουρισμού.

Ένα θέμα και κατ' επέκταση πρόβλημα που μας απασχολεί όλους και το οποίο κατά καλή μας τύχη διαγνώστηκε και αντιμετωπίστηκε έγκαιρα ως ένα βαθμό στον τόπο μας με την πολιτική χρήσης νέων μη συμβατικών πόρων που εξασφαλίζουν την απεξάρτηση της προμήθειας πόσιμου νερού από τα καιρικά φαινόμενα. Η πολιτική αυτή μαζί με την ανάπτυξη νέων, λιγότερο ενεργοβόρων και άρα, πιο οικονομικών μεθόδων αφαλάτωσης, οδήγησε τελικά στην απόφαση για κατασκευή μονάδων αφαλάτωσης στην Κύπρο με κύριο στόχο την ικανοποίηση των αναγκών σε πόσιμο νερό.

Ξεκινώντας στην εισαγωγή παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή της Κύπρου όπου βλέπουμε το πρόβλημα ανοβρίας που επικρατεί και μαστίζει εδώ και χρόνια την χώρα μας λόγω την μορφολογίας και της γεωγραφικής της θέση.

Στο επόμενο κεφάλαιο, έχοντας σαν παράδειγμα την αφαλάτωση Επισκοπής, αναλύουμε τα βασικά στάδια που περνά το θαλασσινό αλμυρό νερό μέχρι την μετατροπή του σε πόσιμο ποιοτικό νερό με τις σωστές προδιαγραφές για να καταλήξει τέλος στον καταναλωτή.

Η διαδικασία της αφαλάτωσης στους πλείστους από μας προκαλεί ένα δέος , ενθουσιασμό και θαυμασμό για την ανάπτυξη της τεχνολογίας και των αποτελεσμάτων αυτής και πόσο μάλλον για τη Κύπρο μας, η οποία έχει επιδείξει ιδιαίτερη πρόοδο στην χρήση αφαλατώσεων.

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση για τα διάφορα κόστη κατασκευής, συντήρησης, λειτουργίας και παραγωγής της μεθόδου της αφαλάτωσης που

επηρεάζουν το κόστος παραγωγής του αφαλατωμένου νερού.

Τέλος παρουσιάζεται ο συνδιασμός αφαλάτωσης με Α.Π.Ε και γίνεται αναφορά στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις για να δοθούν λύσεις ούτως ώστε να μειωθεί η αντανάκλαση στο περιβάλλον από τις αφαλατώσεις.

Summary

The following project has been written and designed according to the necessary research methods and analysis in order to present a master thesis for the Master of Science Management, Technology and Quality of the Open University of Cyprus.

“The need to do Desalination in Cyprus and the operation of the Desalination at Episkopi in combination with all the key factors affecting the production cost of desalinated water” has been chosen to thoroughly present the water deficiency problem in Cyprus due to the Greenhouse effect, the continuous human population growth, the improvement of the living standards, the industrial development and the agricultural growth, as well as the constant increase in tourism are factors that put pressure towards securing more and more quantities of water.

The contribution of this master thesis is significant because it explains the importance of the early diagnosis from Cyprus Government. The above reasons constitute the natural water resources insufficient and thus, gradually we have adopted the policy of using non-conventional water resources which secure the independency from weather conditions in supplying water. This policy together with the development of new, less energy-consuming and therefore, economical methods of desalination, has led to the decision to construct Desalination Plants in Cyprus, whose main aim is to cover the needs in potable water.

Reading the thesis, the reader can initially go through the history of Cyprus and following on will read and understand the main reasons Cyprus suffers from drought. Having Episkopi Desalination as an example, the basic steps, the chain of converting the sea salt water to drink water are described in detail. The procedure of desalination is not simple but indeed is a difficult step-wise procedure that makes us feeling enthusiasm and proud regarding the effective use of technology, especially in Cyprus which has seen an important technology development in the recent years.

In the next chapter the cost of construction, production, maintenance and operation are analyzed helping the reader to understand the major costs of the desalination industry. At the end, the combination of APE with the desalination is explained and also the environmental consequences are described suggesting solutions to this current problem.

Θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα
τον σύζυγό μου Νικόλα
και τα τρία μου παιδιά
Μαρίanna, Αντρέα και Παικά
για την ηθική υποστήριξη,
αγάπη και υπομονή τους
και ειδικά
τον πατέρα μου Χαράλαμμο
για την οικονομική υποστήριξη
αυτού του μεταπτυχιακού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι	7
1.1	ΚΥΠΡΟΣ – ΥΔΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ	8
1.1.1	ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	9
1.1.2	ΚΛΙΜΑ	10
1.1.3	ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ	12
1.1.4	ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ	13
1.1.5	ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	15
1.1.6	ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΑΝΟΒΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ.....	17
1.1.7	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ ΚΑΙ ΑΠΩΤΕΡΟΣ ΣΚΟΠΟΣ.....	20
2	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ	23
2.1	ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΛΕΜΕΣΟΥ.....	24
2.1.1	ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	25
2.1.2	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	28
2.1.3	ΣΤΑΔΙΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ	29
2.1.4	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΣΩΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ	37
3	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ	38
3.1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ.....	39
3.1.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	40
3.1.2	ΚΟΣΤΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΑΡΧΙΚΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	41
3.1.3	ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	42
3.1.4	ΕΤΗΣΙΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΕΙΚ).....	43
3.1.5	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	44
4	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV	48
4.1	ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ.....	49
4.1.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	50
4.1.2	ΚΟΣΤΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	51
4.1.3	ΚΟΣΤΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	52
5	ΚΕΦΑΛΑΙΟ V	53
5.1	ΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	54
5.1.1	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	55
5.1.2	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	57
5.1.3	ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ.....	59

6	ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI	61
6.1	ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	62
6.1.1	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	63
6.1.2	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΤΗΣ ΑΛΜΗΣ	64
6.1.3	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	66
7	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	67
8	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	75
1.	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	76
2.	ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	78
9	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ.....	79

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

1.1 ΚΥΠΡΟΣ - ΥΔΑΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

1.1.1 ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η Κύπρος βρίσκεται στο βορειοανατολικό άκρο της Μεσογείου μεταξύ του 33^{ου} και 35^{ου} παράλληλου. Είναι το τρίτο σε μέγεθος νησί της Μεσογείου με συνολική έκταση 9,251 τετραγωνικά χιλιόμετρα από τα οποία 47% είναι καλλιεργήσιμη γη, 19% καλύπτονται από δάση και το υπόλοιπο 34% ακαλλιέργητη γή.

Τα μορφολογικά της χαρακτηριστικά καθορίζονται από τις δύο μεγάλες οροσειρές, του Τροόδους που δεσπόζουν στο κεντρικό τμήμα του νησιού με μέγιστο υψόμετρο 1,952 μέτρα, και του Πενταδακτύλου που βρίσκεται στο βόρειο τμήμα με μέγιστο υψόμετρο 1,085 μέτρα.

Μεταξύ των δύο αυτών οροσειρών εκτείνονται οι πεδιάδες της Μόρφου και της Μεσαορίας. Παραλιακά και στις κοιλάδες των ποταμών υπάρχουν εύφορες εκτάσεις οι οποίες δημιουργήθηκαν από τις προσχώσεις των ποταμών.

Οι ποταμοί της Κύπρου είναι όλοι χείμαρροι, με περιορισμένη ροή, που κατέρχονται ορμητικά το χειμώνα. Οι περισσότεροι από αυτούς πηγάζουν από την οροσειρά του Τροόδους και μόνο ένας αξιόλογος χείμαρρος πηγάζει από την οροσειρά του Πενταδάκτυλου.

(Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων)

1.1.2 ΚΛΙΜΑ

Η Κύπρος χαρακτηρίζεται από εύκρατο μεσογειακό κλίμα με ήπιο χειμώνα, μακρύ ζεστό καλοκαίρι και πολύ περιορισμένο φθινόπωρο και άνοιξη.

Η ηλιοφάνεια είναι μεγάλη σε όλη τη διάρκεια του χρόνου, με 11,5 ώρες κατά μέσο όρο την ημέρα το καλοκαίρι και 5,5 ώρες το χειμώνα. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία τον Ιούλιο-Αύγουστο φθάνει τους 36°C στις κεντρικές πεδιάδες και τους 27°C στο Τρόδος.

Κατά τον Ιανουάριο η μέση ελάχιστη θερμοκρασία πέφτει στους 5°C στις πεδιάδες και 0°C στο Τρόδος. Η μεγάλη διάρκεια της ηλιοφάνειας, η σχετική ξηρασία και η διαρκής κίνηση του αέρα έχουν ως αποτέλεσμα την εξατμισοδιαπνοή μεγάλων ποσοτήτων νερού που σε ετήσια βάση, αντιστοιχεί στο 80% της βροχόπτωσης.

Στη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα και στις αρχές του 21^{ου} το κλίμα της Κύπρου, και ιδιαίτερα οι δύο βασικές κλιματικές παράμετροι, η βροχόπτωση και η θερμοκρασία, έχουν παρουσιάσει σημαντικές διακυμάνσεις και τάσεις. Παρόμοιες διακυμάνσεις και τάσεις στο κλίμα έχουν παρατηρηθεί και σε χώρες της Ανατολικής Μεσογείου και της Μέσης Ανατολής, κατάσταση που υποδηλώνει διαφοροποίηση στη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας στην περιοχή.

Στην Κύπρο η βροχόπτωση παρουσίασε πτωτική τάση και η θερμοκρασία ανοδική τάση. Οι ρυθμοί μεταβολής της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας είναι μεγαλύτεροι στο δεύτερο μισό του αιώνα σε σύγκριση με την κατάσταση στο πρώτο μισό του αιώνα. Στις τελευταίες δεκαετίες ο αριθμός των ετών με ολιγομβρία και ανομβρία είναι μεγαλύτερος και οι ξηροθερμικές συνθήκες τόσο στην Κύπρο όσο και στην Ανατολική Μεσόγειο έχουν επιδεινωθεί. Επίσης τα περισσότερα από τα πιο θερμά χρόνια του αιώνα έχουν παρατηρηθεί στα τελευταία 20 χρόνια. Η ελάττωση στην ποσότητα της βροχόπτωσης ήταν σημαντική. Ενώ η μέση ετήσια βροχόπτωση στην πρώτη τριακονταετία του αιώνα ήταν 559 mm, στην τελευταία τριακονταετία έχει ελαττωθεί στα 462 mm, δηλαδή κατά 17% πιο χαμηλή απ' ό τι στην αρχή του αιώνα.

Αντίθετα η μέση ετήσια θερμοκρασία στην Κύπρο, τόσο στις πόλεις όσο και στην ύπαιθρο παρουσίασε ανοδική τάση. Η αύξηση της θερμοκρασίας ήταν μεγαλύτερη στις

πόλεις λόγω αστικοποίησης, όμως το γεγονός ότι αύξηση της θερμοκρασίας παρουσιάζεται και στην ύπαιθρο, είναι ενδεικτικό της γενικής αύξησης της θερμοκρασίας στην περιοχή μας όπως και παγκόσμια. Στη Λευκωσία η μέση ετήσια θερμοκρασία αυξήθηκε από 18.9°C στην πρώτη τριακονταετία του αιώνα σε 19.7°C στην τελευταία τριακονταετία, αυξήθηκε δηλαδή κατά 0.8°C.

(Μετεωρολογίας, Τμήμα Μετεωρολογίας)

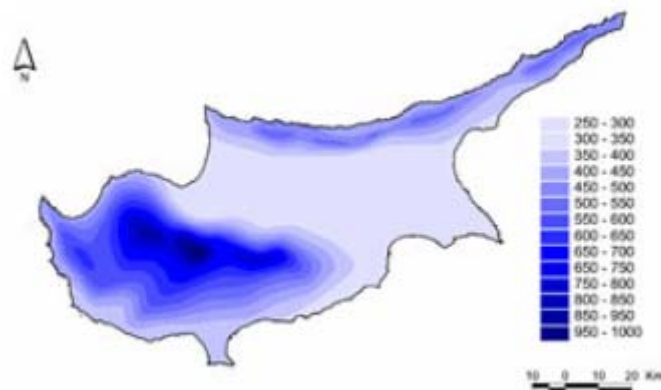
Στη Κύπρο όπως και στον υπόλοιπο κόσμο το νερό είναι πολύ απαραίτητο. Η Γεωργία και τα Νοικοκυριά είναι οι κύριοι καταναλωτές του νερού στη Κύπρο.



Πίνακας 1.1

1.1.3 ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

Μέχρι και το 1997 μοναδική πηγή υδατικών πόρων στην Κύπρο, ήταν η βροχόπτωση. Σύμφωνα με μια μακρά σειρά παρατηρήσεων η μέση ετήσια βροχόπτωση, περιλαμβανόμενης και της χιονόπτωσης, είναι 503 χιλιοστόμετρα, ενώ από το 2000 μέχρι σήμερα έχει μειωθεί στα 463 χιλιοστόμετρα. Η ποσότητα νερού που αντιστοιχεί στην ολική επιφάνεια της ελεύθερης περιοχής της Κύπρου ανέρχεται στα 2.750 εκατομμύρια κυβικά μέτρα (ΕΚΜ), αλλά μόνο το 10% ή 275 ΕΚΜ προσφέρεται για εκμετάλλευση, αφού τα υπόλοιπα 90% περίπου επιστρέφουν στην ατμόσφαιρα ως απευθείας εξάτμιση και διαπνοή. Η βροχόπτωση είναι γεωγραφικά ανομοιόμορφα κατανεμημένη με τη μέγιστη στους δύο ορεινούς όγκους και την ελάχιστη στις ανατολικές πεδινές και παράλιες περιοχές. Επιπρόσθετα υπάρχει και μεγάλη διαχρονική διακύμανση της βροχόπτωσης με συχνές συνεχείς ανομβρίες διάρκειας δύο μέχρι τεσσάρων χρόνων. Η μέση ετήσια ποσότητα των 275 ΕΚΜ νερού κατανέμεται με μια αδρή αναλογία 1:3 σε επιφανειακή αποθήκευση και σε υπόγεια νερά αντίστοιχα. Από την υπόγεια αποθήκευση περίπου το 1/3 ρέει στη θάλασσα.



(Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων)

1.1.4 ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

350 π.Χ	Ο Αριστοτέλης πειραματίζεται με τον διαχωρισμό νερού και αλατιού.
200 μ.Χ	Ναυτικοί μεταφέρουν μικρές πρωτόγονες μονάδες αφαλάτωσης στα πλοία της.
16^{ος} αιώνας	Τα πλοία που εξερευνούν της ωκεανούς μεταφέρουν μονάδες αφαλάτωσης οι οποίες επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν μόνο σε περίπτωση ανάγκης.
1890	Στη Δυτική Αυστραλία λόγω ξηρού κλίματος κατασκευάζονται μονάδες αφαλάτωσης (πάντα με την θερμαντική μέθοδο). Το νερό ήταν ακριβό, δεδομένου ότι τα 4.5 λίτρα νερού κόστιζαν όσο το ένα τρίτο του μισθού του ανειδίκευτου εργάτη.
Τέλη 19^{ου} αιώνα	Η μέθοδος απόσταξης του Rillieux αρχίζει και εφαρμόζεται και στην αφαλάτωση.
1950	Η Αμερικανική κυβέρνηση ιδρύει το Τμήμα Αλμυρού Νερού με σκοπό να υποστηρίξει την έρευνα για την αφαλάτωση.
	Ξεκινά μια νέα μέθοδος θερμαντικής αφαλάτωσης και εφαρμόζεται σε χώρες της Μέσης Ανατολής.
1960	Ξεκινούν στο πανεπιστήμιο UCLA της Καλιφόρνια τα πειράματα πάνω στην αντίστροφη ώσμωση με την κατασκευή των πρώτων μεμβρανών από δύο ερευνητές, της Sydney Loeb και Shrinivasa Sourirajan.
1965	Η πρώτη πειραματική μονάδα αφαλάτωσης υφάλμυρου νερού με την μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης.
Τέλος δεκαετίας '70	Ο John Cadotte του America's Midwest Research Institute και του Film Tec Corporation εφεύρει μια πολύ βελτιωμένη μεμβράνη που θα χρησιμοποιηθεί καθολικά στα επόμενα χρόνια.
1980	Η πρώτη μονάδα αφαλάτωσης που εξυπηρετεί πόλη, ξεκινά την λειτουργία της στην Jeda της Σαουδικής Αραβίας.
1990-2003	Το κόστος της αφαλάτωσης πέφτει στο ένα τρίτο.

2006	Μελέτη που δημοσιεύεται στο επιστημονικό περιοδικό αναφέρει ότι η χρήση νανοσωλήνων άνθρακα μπορεί να βελτιώσει πολύ την παραγωγή καθαρού νερού.
	Μελέτη της περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αφαλάτωσης από το (όχι απαγορευτικές αλλά ούτε και αμελητέες)

(Technology, 2008)

1.1.5 ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Στη Κύπρο το πρόβλημα της υδατικής ανεπάρκειας διαγνώστηκε και αντιμετωπίθηκε έγκαιρα. Το σύνθημα ΟΥΤΕ ΣΤΑΓΟΝΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ καθόρισε την υδατική πολιτική της Κυβέρνησης της νεοσύστατης Κυπριακής Δημοκρατίας και των κυβερνήσεων που ακολούθησαν.

Πειστική μαρτυρία της μεγάλης σημασίας που δόθηκε και συνεχίζει να δίνεται στην ορθολογιστική αξιοποίηση των υδατικών πόρων είναι η σημερινή αποθήκευτική ικανότητα των φραγμάτων που ανέρχεται στα 327,5 ΕΚΜ νερού, σε σύγκριση με 6 ΕΚΜ που ήταν το 1960. Αξίζει να σημειωθεί ότι με βάση τα υφιστάμενα δεδομένα, η Κύπρος κατατάσσεται πρώτη στο ευρωπαϊκό χώρο όσον αφορά τον αριθμό και τη χωρητικότητα μεγάλων φραγμάτων. Η εκτίμηση αυτή γίνεται φυσικά σε σχέση με την έκταση του νησιού με αναλογία πενήντα μεγάλα φράγματα για κάθε 10 000 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Βασικό γνώρισμα της περιόδου από το 1960 μέχρι την τουρκική εισβολή ήταν η στενή συνεργασία του Υπουργείου Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, κυρίως μέσω του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων, με διεθνείς και της Οργανισμούς για τη διεξαγωγή μελετών που σχετίζονταν με τον προγραμματισμό της ανάπτυξης και κατασκευής έργων και τη διαμόρφωση βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων σχεδίων δράσης.

Κατά την περίοδο αυτή έγιναν οι τεχνοοικονομικές μελέτες για πολλά έργα και κατασκευάστηκαν πολλά φράγματα, της του Πωμού, της Αγίας Μαρίνας, της Αργάκας, των Λευκάρων, της Γερμασόγειας, των Πολεμιδιών και του Μαυροκόλμπου, ενώ παράλληλα, ικανοποιήθηκαν οι ανάγκες υδατοπρομήθειας των χωριών της υπαίθρου.

Η περίοδος από την τουρκική εισβολή μέχρι σήμερα χαρακτηρίζεται από σημαντικά επιτεύγματα στον τομέα της υδατικής ανάπτυξης με την κατασκευή μεγάλων έργων, της είναι το Αδρευτικό Έργο Πάφου, το Αδρευτικό Έργο Χρυσοχούς, το Σχέδιο Βασιλικού – Πεντάσχοινου, το Σχέδιο Ενιαίας Αγροτικής Ανάπτυξης Πιτσιλιάς και το Σχέδιο του Νότιου Αγωγού. Παράλληλα, ενισχύθηκε η υδατοπρομήθεια των πόλεων και κοινοτήτων υπαίθρου. Κατασκευάστηκαν, της, τα διυλιστήρια νερού Χοιροκοιτίας,

Κόρνου, Λεμεσού Τερσεφάνου και Ασπρόκρεμμου στην Πάφο, της και μονάδες επεξεργασίας και επαναχρησιμοποίησης λυμάτων και οι μονάδες αφαλάτωσης νερού στη Δεκέλεια, Λάρνακα, Βασιλικού, Πάφου και Λεμεσού.

Το 1997 κατασκευάστηκε η 1^η Μονάδα Αφαλάτωσης στη Δεκέλεια και ακολουθούν της τρεις μόνιμες μονάδες αφαλάτωσης συνολικής/ μέγιστης παραγωγής 222.000 m³/ημέρα. Με την Μονάδα Αφαλάτωσης της Λεμεσού, συμπληρώνεται η υλοποίηση του σχεδιασμού που στοχεύει στην πλήρη απεξάρτηση της χώρας από της διακυμάνσεις των καιρικών συνθηκών αλλά και την απειλή των επερχόμενων κλιματικών αλλαγών.

Η ημερήσια δυναμικότητα της μονάδας Αφαλάτωσης Λεμεσού ανέρχεται σε 40.000 κυβικά μέτρα νερού την ημέρα με δυνατότητα επέκτασης στα 60.000 κυβικά μέτρα, ποσότητα η οποία θα συμβάλει αποτελεσματικά στην κάλυψη των αναγκών της ευρύτερης περιοχής Λεμεσού.

1.1.6 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΑΝΟΒΡΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Το πρόβλημα ανομβρίας στην Κύπρο ήταν της παράγοντας που συντέλεσε στην κατασκευή αφαλατώσεων.

Η Κύπρος με το ημίξηρο κλίμα της και της περιορισμένους υδατικούς πόρους, κατά τη διάρκεια των χιλιάδων χρόνων της ιστορίας της, βρέθηκε της φορές προ του φάσματος της λειψυδρίας. Συνεχείς χρονιές ανομβρίας ανάγκασαν σε κάποιες περιπτώσεις της κατοίκους του νησιού να το εγκαταλείψουν. Οι Κύπριοι στην προσπάθεια της να επιβιώσουν στον τόπο τούτο της άνυδρες και ξηρές περιόδους, χρησιμοποίησαν την εφευρετικότητα της και ανακάλυψαν ότι μπορούν να αξιοποιούν το νερό των υδροφορέων με την ανόρυξη πηγαδιών. Από ότι γνωρίζουμε τα πιο αρχαία πηγάδια στον κόσμο βρίσκονται έδω στην Κύπρο και φθάνουν την ηλικία των 10.000 χρόνων.

Σχεδόν όλοι οι διαθέσιμοι υδατικοί πόροι της Κύπρου προέρχονται από της ταμιευτήρες. Η μέση ετήσια βροχόπτωση (περιλαμβανομένης και της χιονόπτωσης) ανέρχεται σε 500 mm, παρατηρείται μόνο κατά της χειμερινούς μήνες, είναι γεωγραφικά ανομοιόμορφα κατανεμημένη και παρουσιάζει μεγάλη διαχρονική διακύμανση με συνεχείς ανομβρίες. Μόνο ένα ποσοστό 20% προσφέρεται για χρήση αφού το υπόλοιπο 80% επιστρέφει στην ατμόσφαιρα σαν εξάτμιση.

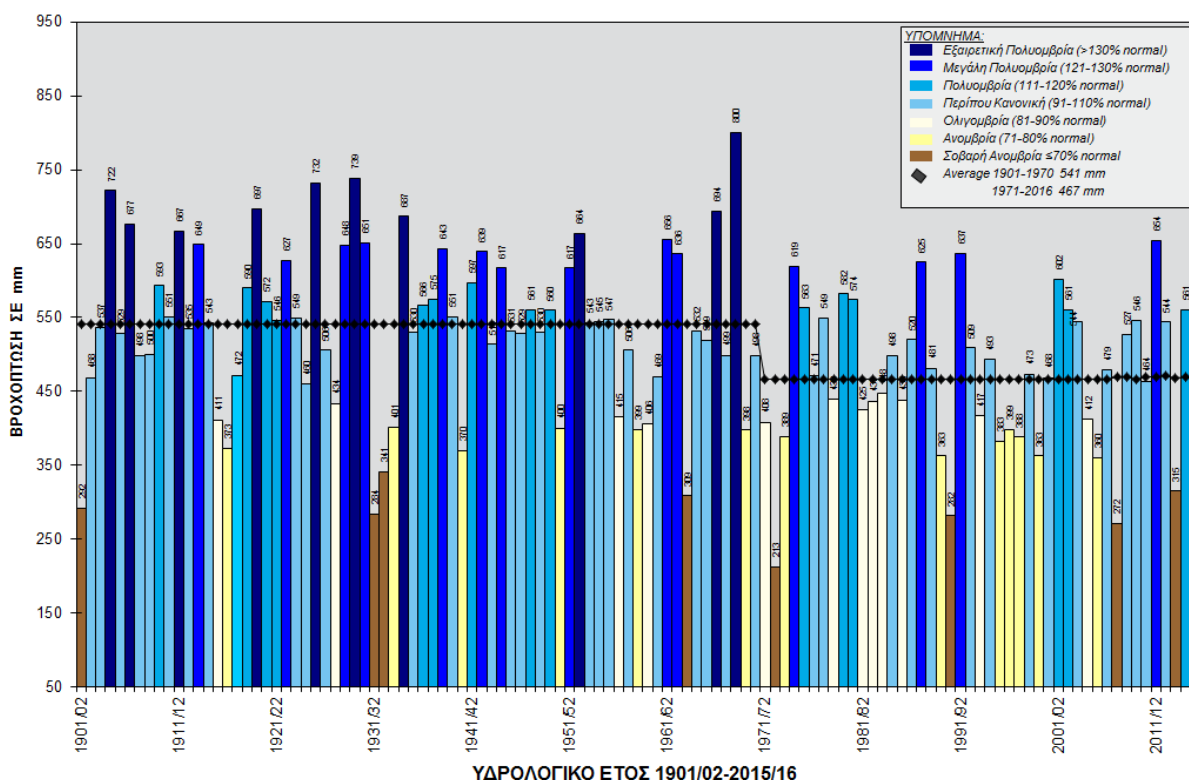
(Μιχαηλίδης, Σεπτέμβριος 2009)

(Γεωργίου, 2009)

Από το 1971 η βροχόπτωση μειώνεται ραγδαία. Ο μέσος όρος κατά τα έτη 1901-1970 ήταν 541 mm και κατά τα έτη 1971-2016 μειώθηκε ακόμα περισσότερο στα 467 mm. Η συχνότητα των ανομβριών αυξήθηκε. Κατά την περίοδο 1990 - 2016 είχαμε 11 έτη ανομβρίας.

Πιο κάτω βλέπουμε πιο αναλυτικά την ετήσια βροχόπτωση της Κύπρου από το 1900 μέχρι και σήμερα.

ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ (ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ)



Ο παρακάτω πίνακας δείχνει κλιμακωτά ανά βαθμό ανομβρίας και πενταετία το ποσοστό ανομβρίας:

Έτη	Ολιγομβρία (81%-90% normal)	Ανομβρία (71%-80% normal)	Σοβαρή Ανομβρία (<70% normal)
1990-1995	1		1
1996-2000		4	
2001-2005	1		
2006-2010		1	1
2011-2016			2

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 1.1 την τελευταία δεκαετία είχαμε 1 ανομβρία και 3 σοβαρές ανομβρίες. Αυτό πιστοποιεί τις εκτιμήσεις του Τμήματος Μετεωρολογίας ότι μέχρι το 2030 η βροχόπτωση θα ελαττωθεί κατά 10-15% και η θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά 1,0 – 1,5°C σε σύγκριση με τις κανονικές τιμές της περιόδου 1961 – 1990.

(Μετεωρολογίας, Κλιματικές προγνώσεις, 2006-2017)

Τα αποτελέσματα του ελλείμματος νερού κατά την δεκαετία 1990-2000 στην Κύπρο ήταν η μείωση της παροχής νερού για ύδρευση μέχρι και 20% της κανονικής και η

μείωση του νερού άρδευσης μέχρι και 70%της κανονικής. Ως συνέπεια ήταν προβλήματα οικονομικά, κοινωνικά, περιβαλλοντικά.

1.1.7 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ ΚΑΙ ΑΠΩΤΕΡΟΣ ΣΚΟΠΟΣ

Παρά τις προβλέψεις ότι η εκμετάλλευση των επιφανειακών υδατικών πόρων θα δημιουργούσε μια επάρκεια νερού στην Κύπρο, οι συνεχείς και συχνές χρόνιες ανοβρίες που παρατηρήθηκαν μετά το 1970 και η σημαντικά μειωμένη μέση βροχόπτωση, ανάγκασαν το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων και το Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος να αναζητήσει νέες μη συμβατικές πηγές νερού.

Έτσι, οι μονάδες αφαλάτωσης στην Κύπρο δημιουργήθηκαν στα πλαίσια της πολιτικής για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας, καθώς προστίθεται περισσότερο νερό στο υδατικό ισοζύγιο, εξισώνοντας έτσι την ζήτηση και την προσφορά νερού. Με τις μονάδες αφαλάτωσης υπάρχει σταθερή παραγωγή νερού και υπάρχει ανεξαρτητοποίηση από τις κλιματολογικές συνθήκες.

Οι κύριες μονάδες αφαλάτωσης στην Κύπρο σήμερα που είναι σε λειτουργία είναι οι εξείς:

- Μονάδα αφαλάτωσης Δεκέλειας, δυναμικότητας 60.000 m³
- Μονάδα αφαλάτωσης Λάρνακας, δυναμικότητας 62.000 m³
- Μονάδα αφαλάτωσης Βασιλικού δυναμικότητα 40.000 m³
- Μονάδα αφαλάτωσης Λεμεσού δυναμικότητας 40.000 m³ (60.000 m³)



Η συνολική δυναμικότητα όλων των Μονάδων Αφαλάτωσης ανέρχεται στα 22.000 κυβικά μέτρα νερού την ημέρα και είναι αρκετή για να καλύψει τις ανάγκες μας σε πόσιμο νερό. Σε ότι αφορά την ποιότητα του πόσιμου νερού που παρέχεται από τα Κυβερνητικά Συστήματα Υδατοπρομήθειας, αυτή συνάδει πλήρως με τα πρότυπα της σχετικής Ευρωπαϊκής Οδηγίας.

Οι μονάδες λειτουργούν με το σύστημα BOOT (Build, Own, Operate and Transfer). Σύμφωνα με το σύστημα αυτό, ιδιωτική εταιρία, σε συμφωνία με την Κυπριακή Κυβέρνηση, αναλαμβάνει την ανέγερση, την λειτουργία και την εκμετάλλευση του διυλιστηρίου για είκοσι χρόνια, οπότε αυτό μετά θα περέλθει στο δημόσιο. Παρέχεται επίσης το δικαίωμα εξαγοράς της μονάδας πριν την συμπλήρωση είκοσι χρόνων. Στα πλαίσια του συστήματος έχει συμφωνηθεί κατώτατο όριο παραγωγής: δηλαδή σε περίπτωση αυξημένων βροχοπτώσεων και άρα μειωμένων απαιτήσεων σε νερό αφαλάτωσης, η κυβέρνηση είναι υποχρεωμένη να αγοράζει την συγκεκριμένη ποσότητα η οποία έχει συμφωνηθεί σαν κατώτατο όριο.

Τα κριτήρια επιλογής του χώρου των μονάδων αφαλάτωσης ήταν τα εξής:

- Να είναι εκτός και σχετικά μακριά από οικιστικές, τουριστικές και παραθεριστικές περιοχές.
- Να είναι περιοχές κοντά στην θάλασσα, ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος μόλυνσης σε περίπτωση ατυχήματος από την διέλευση αγωγών άλμης διαμέσου γής.

- Ο χώρος να είναι κοντά σε άλλα υδραυλικά έργα ώστε να υπάρχει εύκολη και γρήγορη σύνδεση των μονάδων για την μεταφορά του αφαλατωμένου νερού.
- Το θαλάσσιο περιβάλλον να προσφέρει καλής ποιότητας νερό, ώστε να μην υπάρχει ο κίνδυνος μόλυνσης ή ρύπανσης ή επηρεασμός της ποιότητας του.
- Η περιοχή να μην έχει χαρακτηριστεί ως χώρος με ειδική περιβαλλοντική σημασία.

Μια τυπική Μονάδα Αφαλάτωσης απαρτίζεται από τα κάτωθι:

- Υποθαλάσσιοι αγωγοί μεταφοράς θαλάσσιου νερού και απόρριψης άλμης.
- Αντλιοστάσιο θαλάσσιου νερού.
- Χερσαίοι αγωγοί μεταφοράς νερού και απόρριψης άλμης.
- Εργοστάσιο Αφαλάτωσης.
- Προεπεξεργασία.
- Αντίστροφη Όσμωση.
- Τελική Επεξεργασία.
- Δεξαμενή και αντλιοστάσιο αφαλατωμένου νερού.
- Αγωγός μεταφοράς αφαλατωμένου νερού.

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

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

2.1 ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΛΕΜΕΣΟΥ



2.1.1 ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το έργο της αφαλάτωσης Λεμεσού είχε ανατεθεί από το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων στην κοινοπραξία M.N Limassol Water Company Ltd, αποτελούμενη από τις Κυπριακές εταιρείες Logicom Public Ltd και Δήμητρα Επενδυτική Δημόσια Λτδ, καθώς και την Ισραηλινή εταιρία Mekorot Development and Enterprise Ltd ([htt36]) με την μέθοδο Build – Operate – Transfer (BOT).

Το σχετικό συμβόλαιο προβλέπει λειτουργία της Μονάδας Αφαλάτωσης υπό την Κοινοπραξία για περίοδο 20 χρόνων. Η κατασκευή της Μονάδας Αφαλάτωσης, μιας από τις μεγαλύτερες του είδους της στην Κύπρο ξεκίνησε το 2009, και πέρασε με επιτυχία όλους τους προβλεπόμενους ελέγχους (πρότυπα της ΕΕ) και ήδη βρίσκεται σε πλήρη λειτουργία . Η ημερήσια δυναμικότητα παραγωγής πόσιμου νερού ανέρχεται σε 40.000 κυβικά μέτρα, με δυνατότητα περαιτέρω αύξησης στις 60.000. Η μονάδα αυτή συμβάλλει αποτελεσματικά στην κάλυψη των αναγκών της επαρχίας Λεμεσού.

Η επιτυχής ολοκλήρωση και λειτουργία του έργου αποτελεί έμπρακτη απόδειξη της ουσιαστικής αναβάθμισης της συνεργασίας μεταξύ της Κύπρου και του γειτονικού Ισραήλ. Αποτελεί επίσης, απόδειξη της αποτελεσματικότητας της συνεργασίας μεταξύ Κρατικού και Ιδιωτικού τομέα για την εκτέλεση έργων μεγάλης κλίμακας.

Η λειτουργία της Μονάδας Αφαλάτωσης Λεμεσού ενισχύει τους χρήστες του νερού που είναι οι Δήμοι και οι κοινότητες της Επαρχίας Λεμεσού. Η ημερήσια δυναμικότητα της Μονάδας Αφαλάτωσης ανέρχεται σε 40.000 κυβικά μέτρα νερού ανά μέρα με δυνατότητα επέκτασης στις 60.000 κυβικά μέτρα, ποσότητα η οποία θα συμβάλει αποτελεσματικά στην κάλυψη των αναγκών της ευρύτερης περιοχής της Λεμεσού.

Όπως είπαμε και παραπάνω η κατασκευή της συγκεκριμένης Μονάδας άρχισε το 2009 και ολοκληρώθηκε στις αρχές του 2013. Η λειτουργία της προγραμματίστηκε να διαρκέσει 20 χρόνια. Το έργο αποτελείται από υποθαλάσσιους αγωγούς μεταφοράς θαλάσσιου νερού και απόρριψης της άλμης, αντλιοστάσιο θαλάσσιου νερού στην παραλία, χερσαίους αγωγούς μεταφοράς αφαλατωμένου νερού και απόρριψης της άλμης, υπερσύγχρονο εργοστάσιο αφαλάτωσης, καθώς και αγωγούς μεταφοράς αφαλατωμένου νερού στις δεξαμενές του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων.

Μοναδικός πελάτης, που προμηθεύεται το αφαλατωμένο νερό είναι το Τμήμα

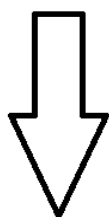
Αναπτύξεως Υδάτων που υπάγεται κάτω από το τμήμα του Υπουργείου Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος.

Η λειτουργία της Μονάδας Αφαλάτωσης Λεμεσού βρίσκεται κάτω από την διαχείριση της εταιρείας M.N Limassol Water Co Ltd και διατηρεί 20ετές συμβόλαιο με το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων , με βάση το οποίο προμηθεύει το αφαλατωμένο νερό ανά κυβικό μέτρο στη τιμή των €0,8725. Στο συμβόλαιο υπάρχει πρόνοια που αναπροσαρμόζει την τιμή αυτή, λαμβάνοντας υπόψη τις αυξομειώσεις της τιμής του πετρελαίου και του ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς και τις αυξήσεις στα εργατικά κόστη.

Είδος συμφωνητικού	20 χρόνια συμφωνία να αγοράζει το νερό η κυβέρνηση και αργότερα να της μεταβιβαστεί η ιδιοκτησία
Μέρα Λειτουργίας	Ιούλιος 2013
Μέρα λήξης Συμβολαίου	Ιούλιος 2033
Παραγωγή/ημέρα (m³/day)	40000
Ελάχιστη Παραγωγή/ημέρα	36000
Ενέργεια Παραγωγής	4.042
Τιμή πώλησης	€0,8725

(Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων)

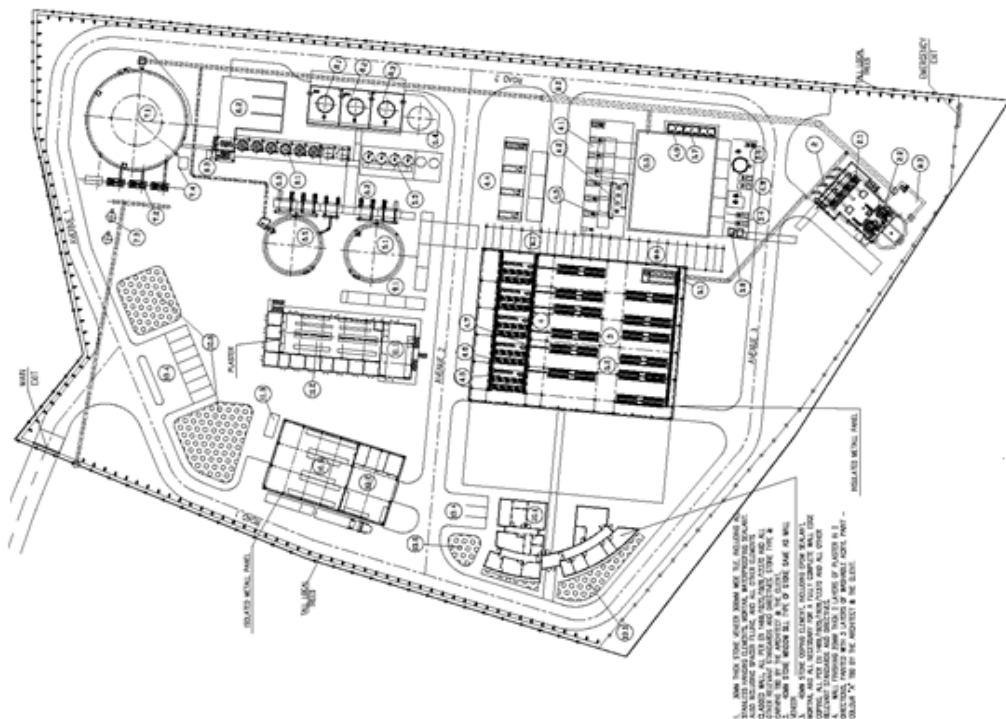
Η μονάδα αφαλάτωση Επισκοπής κατασκευάστηκε σε διάστημα 24 μηνών και η ημερήσια παραγωγή νερού μπορεί να φτάσει μέχρι και 50000 m³ την ημέρα.



2.1.2 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

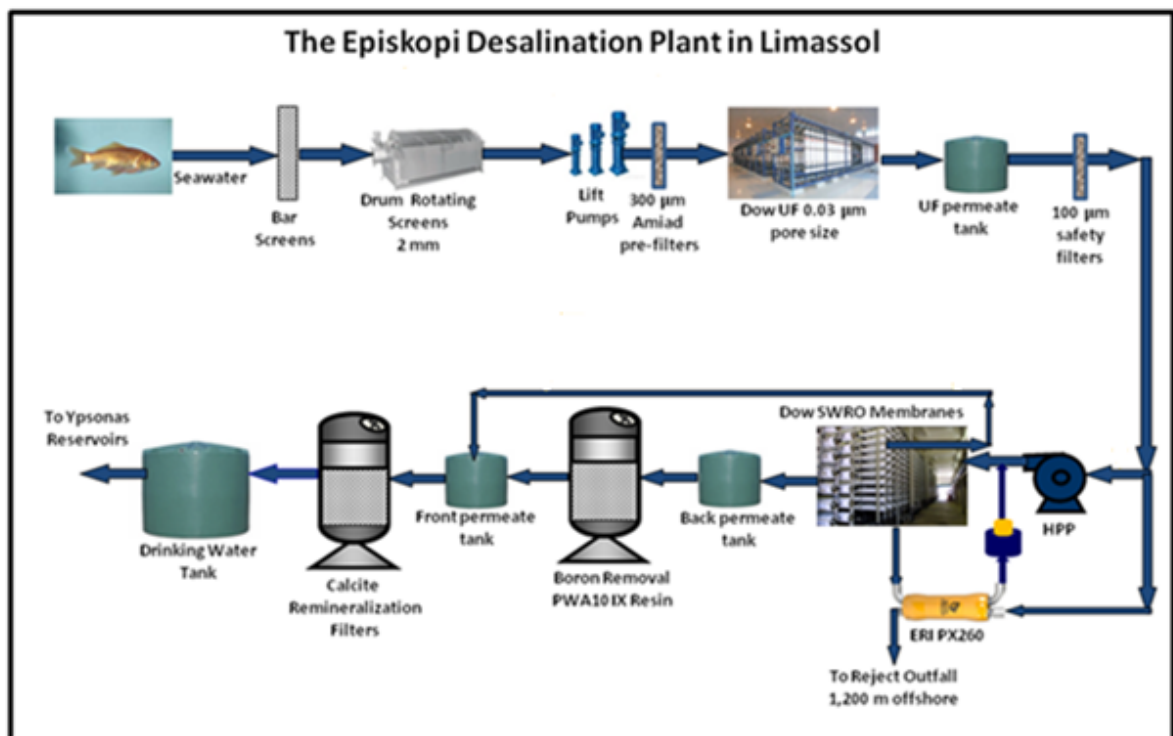
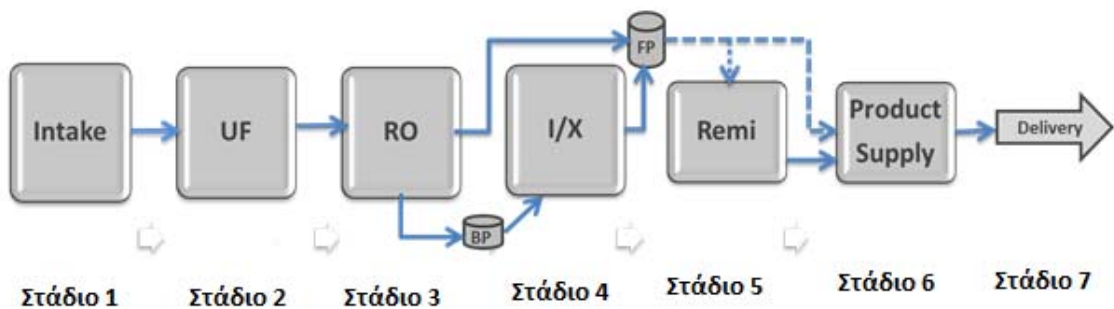
Το εργοστάσιο αποτελείται από 10 διαφορετικές περιοχές (areas)

1. Office Building
2. Intake Pump Station
3. Pre Treatment Plant
4. RO System
5. IX System
6. Remi
7. Product Supply
8. Utilities
9. Infrastructure
10. Services Buildings
11. Electrical Buildings



2.1.3 ΣΤΑΔΙΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

Το θαλασσινό νερό περνά από επτά διαδοχικά στάδια μέχρι να φτάσει στο τελικό προορισμό του σαν πόσιμο αφαλατωμένο νερό.



1. Στάδιο 1 - Intake

Το στάδιο της εισαγωγής είναι όπου το θαλασσινό νερό έχει ληφθεί από τη θάλασσα (intake) και επίσης όπου το συμπυκνωμένο νερό (μεγάλη περιεκτικότητα σε αλάτι, brine) επιστρέφει στη θάλασσα. Το Intake είναι γεμάτο με θαλασσινό νερό στο επίπεδο της θάλασσας και η στάθμη του ανεβοκατεβαίνει ανάλογα με την παλίρροια. Το θαλασσινό νερό οδηγείται μέσα από ένα αγωγό που είναι 700 μέτρα μακριά και το συμπυκνωμένο νερό (άλμης) στέλνεται πίσω μέσω ενός αγωγού που είναι 1000μ. Εδώ το νερό περνά μέσα από ένα φίλτρο έτσι ώστε να κρατηθεί οτιδήποτε μεγαλύτερο από 2 χιλιοστά (πχ φύκια, ψάρια κ.τ.λ.). Τρεις αντλίες αναρρόφησης παίρνουν νερό από αυτό το θάλαμο και με τις αντλίες το στέλνουν στο επόμενο στάδιο.



2. Στάδιο 2 – UF

Σε αυτό αυτό το στάδιο το μέγεθος του φίλτρου γίνεται μικρότερο. Αρχικά το θαλασσινό νερό περνά μέσα από 4 φίλτρα (200 microns) και στη συνέχεια περνά από 4 μονάδες UF (ultrafiltration) οι οποίες συσσωρεύουν οποιαδήποτε στερεά σωματίδια που πιθανόν να μεταφέρει το νερό και αφήνουν μόνο το φιλτραρισμένο θαλασσινό νερό. Αυτά τα φίλτρα έχουν την ιδιαιτερότητα να καθαρίζονται από μόνα τους μέσω της μεθόδου backwashing δηλ σπρώχνοντας το νερό μέσα από αυτά προς τα πίσω. Αυτό μπορεί επίσης να γίνει με χημικά για ένα πιο έντονο καθαρισμό. Το ακάθαρτο νερό πηγαίνει στα απόβλητα και το φιλτραρισμένο θαλασσινό νερό στέλλεται σε μια δεξαμενή (UF permeate tank) και αποθηκεύεται εκεί για το επόμενο στάδιο.



3. Στάδιο 3 – Ανίστροφη Ώσμωση Reverse Osmosis (RO)

Πρίν το φιλτραρισμένο θαλασσινό νερό εισέλθει στο σύστημα RO , περνά μέσω ενός συστήματος με 9 αντλίες. Αυτό γίνεται για να αυξηθεί η πίεση στο σωστό επίπεδο για την αντίστροφη ώσμωση. Τα στάδια είναι τα εξής:

- Τροφοδοσία χαμηλής πίεσης 1 bar έως 2 bar με 1 έως 3 αντλίες. Περίπου το ήμισυ του θαλασσινού νερού στέλνεται σε ένα σύστημα ανάκτησης ενέργειας, και το άλλο μισό στις αντλίες τροφοδοσίας υψηλής πίεσης.
- Τροφοδοσία υψηλής πίεσης 2 bar έως 8 bar με 1 έως 3 αντλίες.
- Τροφοδοσία υψηλής πίεσης 8 bar έως 60 bar με 1 έως 3 αντλίες.

Το σύστημα RO αποτελείται από 5 “skids” με 120 δοχεία πίεσης (pressure vessels). Το κάθε vessel κατέχει 8 μεμβράνες. Το νερό σε υψηλή πίεση εισέρχεται, φιλτράρεται και εξέρχεται με τρεις τρόπους:

1. Υψηλής ποιότητας πόσιμο νερό από το μπροστινό μέρος του vessel κάτω από χαμηλή πίεση.
2. Χαμηλή ποιότητα πόσιμο νερό από το πίσω μέρος του vessel κάτω από χαμηλή πίεση.
3. Ακάθαρτο νερό από το πίσω μέρος του vessel κάτω από υψηλή πίεση, το οποίο κατευθύνεται πίσω στο ERI σύστημα το οποίο ανταλλάσει της υψηλής πίεσης νερό με της χαμηλής πίεσης νερο. Της υψηλής πίεσης το στέλνει πίσω στο RO και το χαμηλής πίεσης πηγαίνει σκάρτο πίσω στη θάλασσα.

4. Ion Exchange - IX

Η κακή ποιότητα του πόσιμου νερού από το πίσω μέρος των δοχείων πίεσης έχει υψηλή περιεκτικότητα σε βόριο. Αυτή η ουσία βρίσκεται στο θαλασινό νερό και είναι επιζήμια για την γεωργική γη, σε περίπτωση που εμπλουτιστεί η γη με την συγκεκριμένη χημική ουσία. Αυτό το νερό διατηρείται σε μια δεξαμενή (BP) και στη συνέχεια διέρχεται μέσω των στηλών IX. Το σύστημα IX χρησιμοποιείται για να συλλέγει τα ιόντα βορίου από το νερό μέχρι να έχουμε μηδενικά επίπεδα βορίου. Το νερό διοχετεύεται στο επόμενο στάδιο μέσα στο Front Permeate Tank για να αναμειχθεί με το νερό από το 3ο στάδιο μέσω των δοχείων πίεσης RO (FP μπροστινό παράγωγο των RO).



5. Re-Mineralisation REMI

Όλο το πόσιμο (Permeate) νερό από το μπροστινό και πίσω μέρος των δοχείων πίεσης RO καταλήγει στην Front Permeate δεξαμενή. Εδώ το 20% του νερού διέρχεται μέσω των φίλτρων ανθρακικού ασβεστίου στις δεξαμενές REMI. Το υπόλοιπο παρακάμπτει την αντίδραση αυτή και αντλείται άμεσα στην περιοχή χημικής δοσολογίας (Chemical DosingArea).

Στη συνέχεια προστίθεται Οξύ στο 20% του νερού για να μειωθεί το pH, έτσι ώστε το ασβέστιο να διαλυθεί στο νερό. Αυτό δίνει τη γεύση του νερού, σκληρότητα και αλκαλικότητα. Το αντιδρών νερό αναμιγνύεται με το ρεύμα 80% και στη συνέχεια αναλύεται και υποβάλλεται σε επεξεργασία στο επόμενο στάδιο.



6. Product Supply

Στη συνέχεια το νερό αναμιγνύεται και περνά από το σημείο όπου γίνεται η τελική ανάλυση του και προστίθενται οι κατάλληλες χημικές ουσίες, έτσι ώστε να ικανοποιεί την απαιτούμενη από το ευρωπαϊκό δίκαιο ποιότητα. Η δεξαμενή αυτή είναι η μεγαλύτερη σε χωρητικότητα και μπορεί να αποθηκεύσει 5000 τόνους νερού.

Από το αντλιοστάσιο χρησιμοποιούμε τρεις αντλίες για να στέλνουμε το πόσιμο νερό από το Product tank στη δεξαμενή μας στον Ύψωνα.

Σημ. Η απόσταση από το Product tank μέχρι την Δεξαμενή στον Ύψωνα είναι περίπου 13 χιλιόμετρα.



7. Delivery

Με την βοήθεια των αντλίων , το νερό ταξιδεύει κατά μήκος ενός αγωγού 13^{ων} χιλιομέτρων σε δεξαμενή μας στον Ύψωνα. Το νερό ελέγχεται πριν να εξέλθει από το εργοστάσιο, και ελέγχεται ξανά όταν φθάνει στον Ύψωνα για να βεβαιωθούμε ότι η ποιότητα δεν έχει αλλάξει ή αλλοιωθεί. Από αυτή τη δεξαμενή, ο πελάτης μας WDD, τμήμα Υδατοπρομήθειας Λεμεσού, παίρνει πόσιμο νερό το οποίο εξέρχεται από αυτή τη δεξαμενή μέσω ενός αγωγού που κατευθύνει το νερό στο τοπικό δίκτυο.

2.1.4 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΣΩΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Turbidity less than 1 NTU,
Colour less than 5 Hazen (Pt/Co)
Odour and taste NIL,
Free residual chlorine not less than 0,2 ppm
Langelier Index not less than 0,2
Alkalinity not less than 30 ppm HCO₃
Total dissolved Solids less than 600 ppm
Dissolved oxygen not less than 60% of saturation
Nitrates less than 15 ppm
Ammonialess than 0,1 ppm
Total Organic Carbonless than 2 ppm
Boron less than 0,5 ppm
Phenoles less than 0,5 ppb
Oils, grease less than 10 ppb
Surface active substances less than 0,2 ppm

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

3.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κόστος της αφαλάτωσης περιλαμβάνει το κόστος του παραγόμενου νερού, το κόστος της διανομής και τέλος το κόστος αποθήκευσης. Η μέθοδος αφαλάτωσης δεν επηρεάζει ούτε το κόστος διανομής, ούτε της αποθήκευσης αλλά μόνο το κόστος παραγωγής. Το τελευταίο, γενικά περιλαμβάνει το κόστος εργασίας, την ενέργεια, το πάγιο κεφάλαιο και τα αναλώσιμα. Το ύψος του καθορίζεται κυρίως από το κόστος της ενέργειας και το απαιτούμενο πάγιο κεφάλαιο.

Το κόστος μιας νέας εγκατάστασης αφαλάτωσης ανά μονάδα παραγόμενου νερού (σε €/m³) μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την ακόλουθη ταξινόμηση:

1. Κόστος απαιτούμενου αρχικού κεφαλαίου

Μια καινούργια εγκατάσταση αφαλάτωσης υπολογίζεται πως έχει περίπου κόστος απαιτούμενου αρχικού κεφαλαίου € 50,000,000.

2. Ετήσιο λειτουργικό κόστος

Το ετήσιο λειτουργικό κόστος δεν είναι σταθερό και συνήθως επηρεάζεται σημαντικά από το κόστος συντήρησης και το κόστος ενέργειας κατά κύριο παράγοντα.

Στη συνέχεια θα δώσουμε ένα ενδεικτικό παράδειγμα και θα υπολογίσουμε το ετήσιο ισοδύναμο κόστος της επένδυσης (EIK).

3.1.2 ΚΟΣΤΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΑΡΧΙΚΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Το κόστος του απαιτούμενου αρχικού κεφαλαίου περιλαμβάνει:

- **Κόστος γης**
- **Κόστος κτισμάτων και έργων υποδομής**
- **Κόστος τροφοδοσίας της μονάδας με νερό (σωληνώσεων, γεωτρήσεις, κλπ)**
- **Κόστος σύνδεσης με το δίκτυο παροχής ρεύματος**
- **Κόστος μονάδας αφαλάτωσης (αντλίες, μεμβράνες, λοιπά εξαρτήματα)**
- **Δεξαμενές νερού**

3.1.3 ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

Το ετήσιο λειτουργικό κόστος με το οποίο θα ασχοληθούμε πιο αναλυτικά περιλαμβάνει:

- **Εργασία**
- **Κόστος λειτουργίας (χημικά, φίλτρα, λοιπά)**
- **Κόστος ενέργειας (από το δίκτυο ή άλλες συμβατικές πηγές)**
- **Κόστος συντήρησης**
- **Κόστος ασφάλισης**

3.1.4 ΕΤΗΣΙΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΕΙΚ)

Δεδομένου του χρόνου ζωής του κάθε «συστατικού» της εγκατάστασης και του επιτοκίου της αγοράς, χρησιμοποιώντας τον τύπο του ετήσιου ισοδύναμου μπορούμε να υπολογίσουμε το ετήσιο ισοδύναμο κόστος της εγκατάτασης. Γνωρίζοντας τη διάρκεια ζωής μιας επένδυσης (n χρόνια) και το ετήσιο επιτόκιο (i) τότε το ετήσιο ισοδύναμο κόστος της επένδυσης (ΕΙΚ) με δεδομένη την παρούσα αξία της (ΠΑ) είναι:

$$\text{ΕΙΚ} = \frac{ΠΑ * i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

ΕΙΚ : Ετήσιο ισοδύναμο κόστος της επένδυσης

ΠΑ : Παρούσα αξία

i : Ετήσιο επιτόκιο

3.1.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Το μοντέλο που θα επεξεργαστούμε είναι μια μονάδα αφαλάτωση δυναμικότητας 40.000 m³ την ημέρα με τιμή πώλησης ανά κυβικό μέτρο 0,83 ευρώ.

Στον **πίνακα 3.1.5.1** δίνεται η σχετική ανάλυση για την μονάδα αφαλάτωσης Χ. Αξίζει να σημειωθεί πως η οικονομική ζωή του συστήματος αφαλάτωσης προσδιορίζεται στα 20 χρόνια και το χρησιμοποιούμενο επιτόκιο είναι 5%.

Πίνακας 3.1.5.1 Ανάλυση κόστους εγκατάστασης

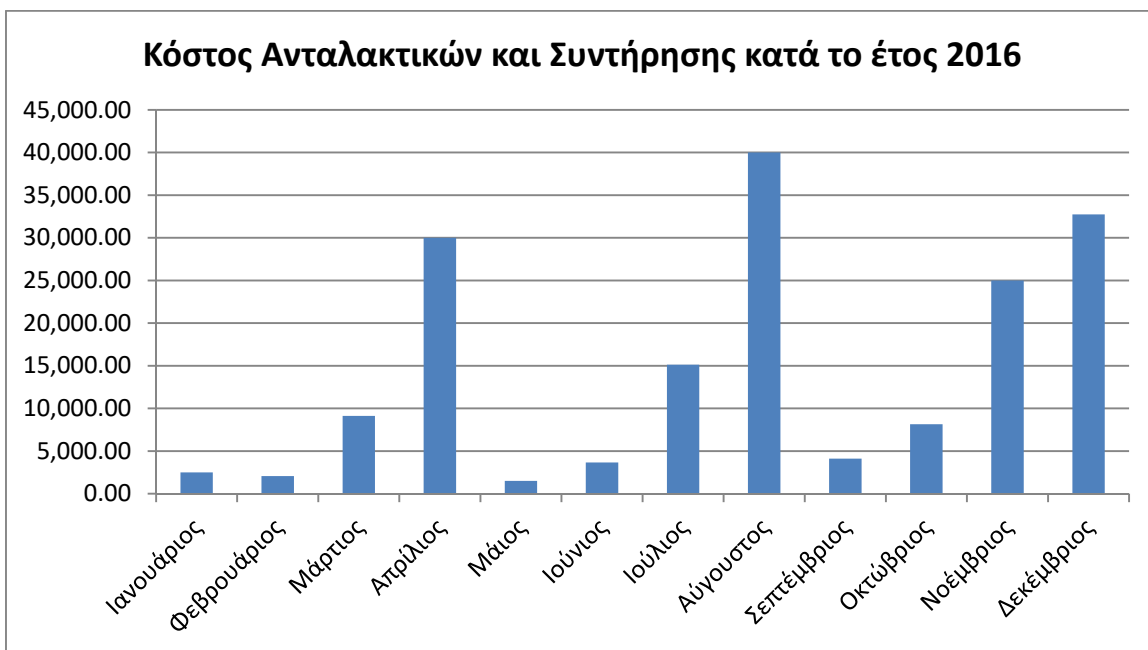
Επένδυση	Κόστος (€)	Απόσβεση (€)
Κόστος γης και αρχιτεκτονικών σχεδίων	2.000.000	160.514
Κόστος κτισμάτων και έργων υποδομής	8.000.000	642.055
Κόστος τροφοδοσίας (σωληνώσεις, γεωτρήσεις κτλ)	8.000.000	642.055
Κόστος σύνδεσης με το δίκτυο παροχής ρεύματος	3.000.000	240.770
Κόστος μονάδας αφαλάτωσης (αντλίες, μεμβράνες, λοιπά εξαρτήματα)	25.000.000	2.006.421
Δεξαμενές νερού	4.000.000	321.027
Συνολικό κόστος επένδυσης	50.000.000	4.012.841

Τα κυριότερα λειτουργικά έξοδα περιλαμβάνουν το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας, την αντικατάσταση των μεμβρανών, τα χημικά για την προκατεργασία και την μετακατεργασία του νερού ώστε να καταστεί ασφαλές, τα έξοδα απασχόλησης εργατικού δυναμικού και λοιπά έξοδα.

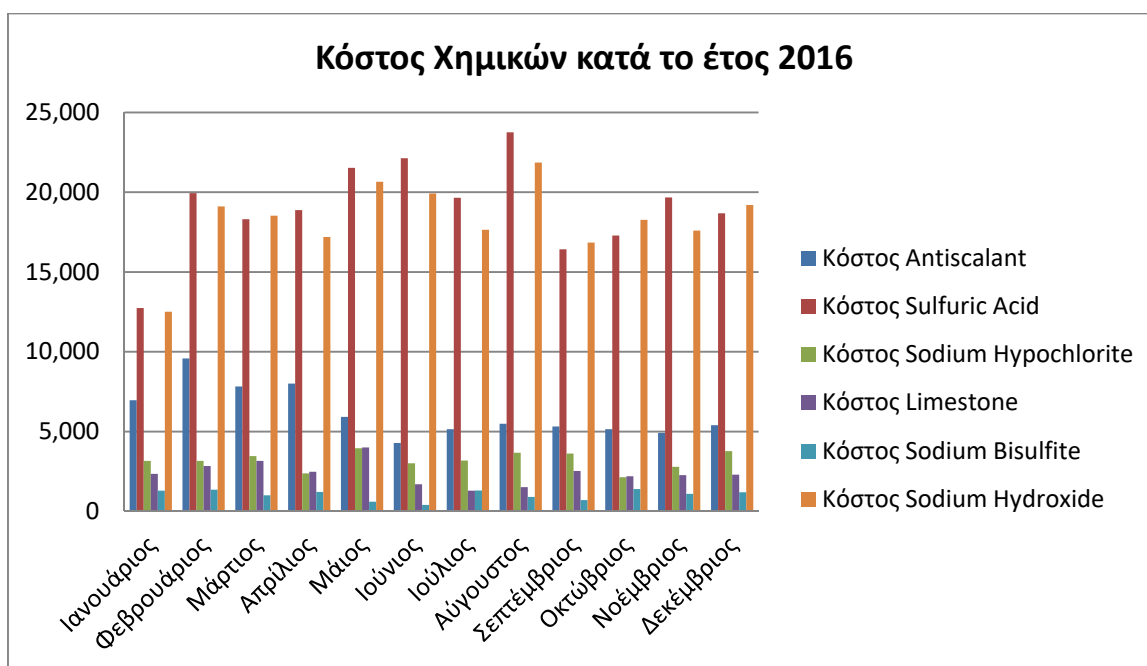
Παρακάτω θα δούμε κάποια από τα πιο βασικά λειτουργικά έξοδα αναλυτικά κατά μήνα .



Πίνακας 3.5.1.2



Πίνακας 3.5.1.3



Πίνακας 3.5.1.4

Στον πίνακα 3.1.5.5 συνοψίζονται τα λειτουργικά κόστη και υπολογίζεται το τελικό κόστος αφαλάτωσης νερού. Αξίζει να σημειωθεί πως η ετήσια ονομαστική δυναμικότητα του συστήματος αφαλάτωσης X είναι 14.600.000 m³. Παρόλα αυτά, το επίπεδο αυτό παραγωγής είναι πρακτικά αδύνατο. Μια ρεαλιστική προσέγγιση θα ήταν να υποθέσουμε πως για λόγους βλαβών, συντήρησης κλπ, η διαθεσιμότητα της μονάδας αφαλάτωσης είναι 85% με ετήσια παραγωγή 13.500.000 m³.

Πίνακας 3.1.5.5 Υπολογισμός κόστους νερού αφαλάτωσης (σε €/έτος)

Λειτουργικά Έξοδα	Κόστος (€)
1) Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	4.600.000
2) Κόστος εργατικών	520.000
3) Κόστος χημικών	601.776
4) Κόστος Συντήρησης και ανταλλακτικών	173.975
Συνολικό κόστος λειτουργικών εξόδων	5.895.751
Αποσβέσεις	4.012.841
Συνολικό ετήσιο κόστος	9.908.592
Ετήσια παραγωγή νερού (σε m ³)	13.500.000
Κόστος νερού αφαλατωσης (σε €/m³)	0,73

Το κόστος της αφαλάτωσης μπορεί αυξηθεί μελλοντικά με ρυθμό μεγαλύτερο του πληθωρισμού, λόγω αύξησης του κόστους των εργατικών ή του κόστους παραγωγής του ηλεκτρικού. Επιπρόσθετα, το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του απαραίτητου εξοπλισμού, μπορεί στην πράξη να αποδειχτεί υψηλότερο από τις αρχικές προβλέψεις. Γι' αυτό τον λόγο, υπολογίστηκε ένα απαισιόδοξο σενάριο βασισμένο σε αυξημένο κόστος εγκατάστασης, εργασίας και ηλεκτρικής ενέργειας κατά 50%. Ακόμα και σε αυτή την περίπτωση όμως, το κόστος παραγωγής φρέσκου νερού με χρησιμοποίηση μονάδας αφαλάτωσης δεν υπερβαίνει τα 0,83 €/m³.

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

4.1 ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

4.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Καθώς οι διαθέσιμοι υδάτινοι πόροι εξατλούνται, όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον εμφανίζεται για την αφαλάτωση υφαλμυρών και θαλασσινών διαλυμάτων. Στη σημερινή εποχή, οι υπάρχουσες μέθοδοι αφαλάτωσης είναι ενεργοβόρες, γεγονός που κοστίζει τόσο από οικονομικής όσο και περιβαλλοντικής απόψεως. Πολλές μελέτες έχουν εμφανιστεί σε έντυπα σχετικά με αφαλάτωση και ανανεώσιμες πηγες ενέργειας. Στις εκτιμήσεις που γίνονται σε αυτές σημαντικό ρόλο φαίνεται να έχουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της τοποθεσίας καθώς για παρόμοιες εγκαταστάσεις παρατηρείται διαφορά στο κόστος του παραγόμενου νερού. Η διαφορά αυτή υφίσταται επειδή το κόστος του νερού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι πιο σημαντικοί από τους οποίους είναι η μέθοδος αφαλάτωσης, το είδος της ενέργειας που χρησιμοποιείται, το μέγεθος της μονάδας αφαλάτωσης και άλλοι παράγοντες σχετιζόμενοι με την τοποθεσία εγκατάστασης.

4.1.2 ΚΟΣΤΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Το νερό τροφοδοσίας ανάλογα με την περιεκτικότητα του σε ολικά διαλυτά στερεά μπορεί να χωριστεί σε υφαλμυρό και θαλασσινό. Υφαλμυρό θεωρείται το νερό στο οποίο τα ολικά διαλυτά στερεά είναι μέχρι 10.000 ppm, ενώ το θαλασσινό νερό περιέχει από 10.000 μέχρι και περίπου 42.000 ppm. Σε περιπτώσεις που το νερό προς αφαλάτωση είναι υφαλμυρό το κόστος παραγωγής είναι μικρότερο σε σχέση με αυτό που θα είχε ένα ίδιο σύστημα που θα τροφοδοτείτο με θαλασσινό νερό λόγω της μικρότερης περιεκτικότητας σε ολικά διαλυτά στερεά. Ο κύριος λόγος φυσικά που συνεπάγεται είναι ότι η κατανάλωση ρεύματος είναι μικρότερη, όπως επίσης και το κόστος συντήρησης, π.χ έχουμε αραιότερη αντικατάσταση των μεμβρανών σε μονάδες αφαλάτωσης με αντίστροφη ώσμωση.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Αμερικάνικου Κογκρέσου (1988), για την αφαλάτωση υφαλμυρού νερού σε μια μονάδα αντίστροφης ώσμωσης το κόστος κυμαίνεται 0.06€ και 0.07€ ανα m^3 και για θαλασσινό νερό από 0.40€ μέχρι 0.56€ συμπεριλαμβανομένου του κόστους εγκατάστασης και των λειτουργικών εξόδων.

(Avlonitis, 2002)

(Arias, 2001)

4.1.3 ΚΟΣΤΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Τα συστήματα αφαλάτωσης νερού με βάση το είδος της ενέργειας που χρησιμοποιούν μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: Σε αυτά που συνδέονται με συμβατικά συστήματα παραγωγής ενέργειας (ΔΕΗ, κλπ) και σε εκείνα που χρησιμοποιούν ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες, ηλιακοί συλλέκτες, γεωθερμία κλπ.)

Όπως είναι εύκολα αντιληπτό, το κόστος του παραγόμενου νερού από συστήματα αφαλάτωσης που χρησιμοποιούν κάποια συμβατική μορφή ενέργειας (πετρέλαιο, αέριο κλπ) είναι αισθητά χαμηλότερο.

Η αφαλάτωση με ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), αντίθετα με τις συμβατικές μορφές ενέργειας μπορεί να αποτελέσει μια ελκυστική εναλλακτική λόγω των μειωμένων περιβλλοντικών επιπτώσεων καθώς είναι φιλικές ως προς το περιβάλλον μορφές και έχουν μειωμένες εκπομπές αερίων λόγω μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας κατά την χρήση τους. Η πλειονότητα των ΑΠΕ που χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία μονάδων αφαλάτωσης μπορεί να χωριστεί σε τρεις κατηγορίες:

- Σε αυτές που χρησιμοποιούν αιολική ενέργεια (ανεμογεννήτριες)
- Σε αυτές που χρησιμοποιούν ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά, ηλιακοί συλλέκτες)
- Σε αυτές που χρησιμοποιούν την γεωθερμική ενέργεια.

Τα συστήματα αφαλάτωσης με ΑΠΕ μπορεί να είναι εντελώς αυτόνομα, συνήθως με χρήση μπαταριών για να συσσωρεύουν το περίσσειμα ενέργειας και να το αποδίδουν όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές. Σε πολλές περιπτώσεις όμως είναι συνδεδεμένα με το υπάρχον δίκτυο ηλεκτροδότησης ώστε να μειώνονται οι διακυμάνσεις στην παραγωγή νερού λόγω της μεταβολής στο ρυθμό παραγωγής ενέργειας.

5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

5.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ

5.1.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Στη Κύπρο έχουμε 4 μεγάλες αφαλατώσεις που παράγουν συνολικά 70,000,000m³/χρόνο .

	Αφαλατώσεις			
	Λεμεσού	Βασιλικός	Λάρνακα	Δεκέλεια
Δυναμικότητα	42,000 m ³ /ημέρα	60,000 m ³ /ημέρα	60,000 m ³ /ημέρα	40,000 m ³ /ημέρα
Ελάχιστη Ημερήσια Ποσότητα	38,000 m ³ /ημέρα	50,000 m ³ /ημέρα	54,000 m ³ /ημέρα	38,000 m ³ /ημέρα
Ελάχιστη Ετήσια Ποσότητα	13,870,000 m ³ /έτος	18,250,000 m ³ /έτος	19,710,000 m ³ /έτος	13,870,000 m ³ /έτος

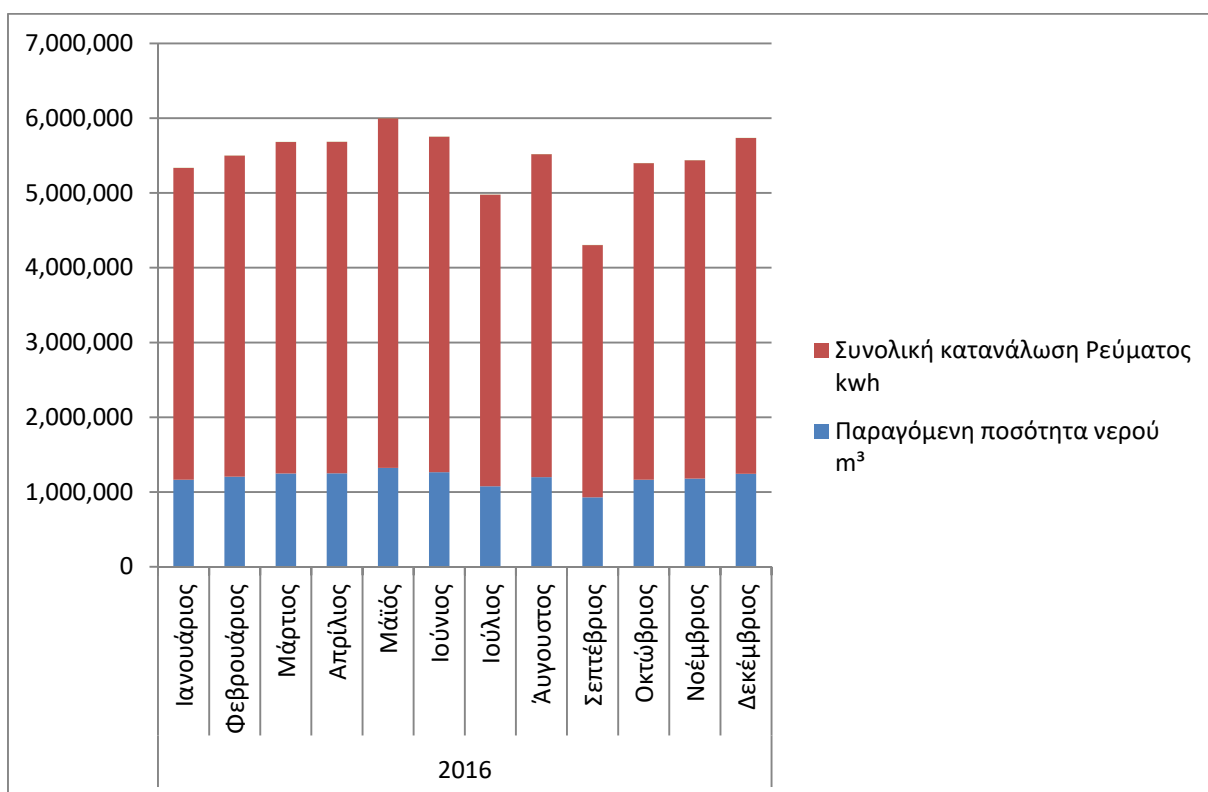


Στην Κύπρο τη χώρα με την μεγαλύτερη πυκνότητα φραγμάτων σε όλο τον κόσμο, η

υδροδότηση αντιμετωπίστηκε αποτελεσματικά την τελευταία 10ετία με τις μονάδες αφαλάτωσης.

5.1.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η κατανάλωση ενέργειας βασίζεται σε πολλούς παράγοντες. Κάποιες από αυτές είναι η συγκέντρωση θαλασσινού νερού, η θερμοκρασία λειτουργίας, ο ρυθμός μετατροπής, οι απώλειες θερμότητας, η διαφορά θερμοκρασίας στις θερμικές διεργασίες κ.α. Οι διαδικασίες που περιλαμβάνουν αλλαγή φάσης του νερού απαιτούν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας. Για το λόγο αυτό, οι διαδικασίες απόσταξης εφαρμόζονται κυρίως σε χώρες όπου υπάρχει άφθονο φθηνό πετρέλαιο, όπως στην Μέση Ανατολή. Παρόλα αυτά θερμικές διαδικασίες οι οποίες χρησιμοποιούν ατμό που έχει προέλθει από συμπαραγωγή είναι οικονομικά ελκυστικές και συγκρίνονται με το κόστος της αντίστροφης όσμωσης. Για τις διεργασίες μεμβράνης, οι απαιτήσεις ενέργειας εξαρτώνται από την αλμυρότητα του νερού τροφοδοσίας. Μια λύση είναι η χρήση συστημάτων ανάκτησης ενέργειας καθώς έτσι η εξοικονόμηση μπορεί να αγγίξει το 40%.



Πίνακας 5.1

Από τον παραπάνω Πίνακα 5.1 συμπεραίνουμε πώς όσο αυξάνεται η παραγόμενη ποσότητα νερού τόσο αυξάνεται και η συνολική κατανάλωση ρεύματος.

Οι απαιτήσεις σε ενέργεια για τις κυριότερες μεθόδους φαίνονται στον πίνακα 5.2 ενώ στον πίνακα 5.3 υπάρχει μια συγκεντρωτική απεικόνιση των επιμέρους στοιχείων κόστους για τις διάφορες μεθόδους.

Διαδικασία	Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας kWh/m ³	Ηλεκτρική Ισοδύναμη Κατανάλωση kWh/m ³
MSF	2,5-3,5	10-14,5
MED	~2	6-9
VC	7-15	7-15
SWRO	4-6 with energy recovery 7-13 without energy recovery	4-6 with energy recovery 7-13 without energy recovery
BWRO	0,5-2,5	0,5-2,5
ED	0,7-2,5	0,7-2,5

Πίνακας 5.2

Διαδικασία	Επένδυση €/m ³ day	Ενέργεια €/m ³ day	Αναλώσιμα €/m ³ day	Προσωπικό €/m ³ day	Συντήρηση €/m ³ day	Συνολικό Κόστος €/m ³ day
MSF	1000-2000	0,6-1,8	0,03-0,09	0,03-0,02	0,02-0,06	0,68-2,15
MED	900-1800	0,38-1,12	0,02-0,15	0,03-0,02	0,02-0,06	0,45-1,53
VC	900-2500	0,56-2,4	0,02-0,15	0,03-0,02	0,02-0,08	0,63-2,83
SWRO	800-1600	0,32-1,28	0,09-0,25	0,03-0,02	0,02-0,05	0,46-1,78
BWRO	200-500	0,04-0,4	0,05-0,13	0,03-0,02	0,004-0,02	0,12-0,75
ED	266-328	0,06-0,4	0,06-0,13	0,03-0,02	0,006-0,009	0,15-0,74

Πίνακας 5.3

5.1.3 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ

Μια σημαντική παράμετρος που επηρεάζει το κόστος παραγωγής του αφαλατωμένου νερού είναι το μέγεθος της μονάδας αφαλάτωσης (οικονομία κλίμακας). Συγκριτικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι π.χ μια μονάδα αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης με δυναμικότητα 5.000 m³/ημέρα έχει κόστος παραγόμενου νερού κατά μέσο όρο 1,5€/m³ ενώ όταν η δυναμικότητα αυξηθεί σε 20.000 m³/ημέρα το κόστος μειώνεται σε 0,75€/m³ κατά μέσο όρο.

Αναλυτικότερα, τάξη κόστους του παραγόμενου νερού, ανάλογα με την δυναμικότητα και ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη πηγή ενέργειας, φαίνεται στους παρακάτω πίνακες:

Είδος νερού που χρησιμοποιείται	Δυναμικότητα μονάδας αφαλάτωσης m ³ /ημέρα	Κόστος €/m ³
Υφαλμυρό	<1000	0,63 - 1,06
	5000 - 60000	0,21 - 0,43
Θαλασσινό	1000 - 5000	0,56 - 3,15
	12000 - 60000	0,35 - 1,30
	>60000	0,40 - 0,80

Πηγή: (Δρ. Δ. Μανωλάκος)

Άλλη παράμετρος που έχει επίρεια στο τελικό κόστος του παραγόμενου νερού είναι ο συντελεστής διαθεσιμότητας της μονάδας. Αυτός ερμηνεύεται ως ποσοστό του χρόνου που η μονάδα αφαλάτωσης παράγει ποσότητα ίση ή μικρότερη της ονομαστικής ετήσιας δυναμικότητας.

Π.χ.: Μονάδα αφαλάτωσης με αντίστροφη ώσμωση, δυναμικότητας 30000 m³/ημέρα, παράγει 30000 x 365 x 1 = 10,950,000 m³/έτος με συντελεστή διαθεσιμότητας 100%. Ενώ αν η ίδια μονάδα λειτουργεί με συντελεστή διαθεσιμότητας 10% λιγότερο μέσα σε ένα χρόνο, τότε η ετήσια παραγωγή θα είναι 30000 x 365 x 0,90 = 9,855,000 m³/έτος.

Όταν αυξάνεται ο συντελεστής διαθεσιμότητας, αυξάνεται και το ετήσιο μεταβλητό κόστος λειτουργίας, αλλά συνήθως τα έσοδα από την πώληση του νερού

υπερκαλύπτουν αυτό το αυξημένο κόστος.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος του παραγόμενου νερού, κυρίως από μονάδα αντίστροφης ώσμωσης είναι η ποιότητα του νερού τροφοδοσίας, δηλαδή η αλατότητα, η θερμοκρασία, η θολότητα, η ύπαρξη οργανικής ουσίας, η ύπαρξη χημικών στοιχείων όπως πυρίτιο, μαγνήσιο και το κάλιο.

Η αύξηση της αλατότητας του νερού τροφοδοσίας αυξάνει το αρχικό κόστος κατασκευής της μονάδας, ενώ η αύξηση της θερμοκρασίας γενικά μειώνει το κόστος παραγωγής αλλά καταστρέφει τις συστοιχίες των μεμβρανών. Τέλος, οι χημικές ουσίες που βρίσκονται διαλυμένες στο νερό τροφοδοσίας αυξάνουν το κόστος της επεξεργασίας που πρέπει να προηγηθεί, ενώ σημαντικό ρόλο παίζει και η ποιότητα του προς χρήση νερού. Η απαιτούμενη υψηλή ποιότητα του πόσιμου νερού αυξάνει σημαντικά το συνολικό κόστος της μονάδας. Ο τρόπος διαχείρισης της άλμης επίσης επηρεάζει το κόστος, με την απόρριψη της άλμης στην θάλασσα να είναι η πιο φθηνή λύση.

6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI

6.1 ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

6.1.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η αφαλάτωση απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας, η οποία εξαρτάται φυσικά από την ύπαρξη ή όχι συστήματος ανάκτησης της υδραυλικής ενέργειας της άλμης. Επίσης η χρήση συμβατικών καυσίμων παράγει αέριους ρύπους προς το περιβάλλον όπως CO, CO₂, SO₂ και NO_x, καθώς και στερεά σωματίδια. Σύμφωνα με τη Συνθήκη του Κιότο υπάρχει δέσμευση μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 5% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990 έως το 2008 – 2012.

(Κενάκης Γιώργος, Κατσαράκης Νίκος, Σαββάκης Κώστας, 2008)

Στο πλαίσιο λοιπόν της προστασίας του περιβάλλοντος, εντάσσεται ο συνδιασμός των ενεργειακών καταναλώσεων των μονάδων αφαλάτωσης με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Πλέον ο συνδιασμός των τεχνολογιών είναι εφαρμόσιμος και τεχνοοικονομικά εφικτός. Η αποτελεσματικότητα και η απόδοση του συνδιασμού των τεχνολογιών αυτών εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως το δυναμικό των ΑΠΕ (αιολικό, ηλιακό), η ποιότητα του τροφοδοτούμενου νερού (υφαλμυρό ή θαλασσινό), κτλ. Επίσης εξαρτάται από τη ικανότητα του συστήματος να παρέχει σταθερή ισχύ και συνεχή λειτουργία, άρα πρέπει να υπάρχει συνδιασμός για αποθήκευση ενέργειας. Η χρήση όμως συσσωρευτών που εξασφαλίζουν σταθερή παροχή ισχύος στην μονάδα αφαλάτωσης αυξάνει κατά πολύ το κόστος της εγκατάστασης. Είναι χαρακτηριστικό ότι η αφαλάτωση ξεκίνησε να χρησιμοποιείται κυρίως στη Μέση Ανατολή όπου υπάρχει έλλειψη νερού, αλλά άφθονη ενέργεια με τη μορφή πετρελαίου.

(Κενάκης Γιώργος, Κατσαράκης Νίκος, Σαββάκης Κώστας, 2008)

6.1.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΤΗΣ ΑΛΜΗΣ

Η παραγόμενη άλμη από τις μονάδες αφαλάτωσης θεωρείται ρυπαντική προς το περιβάλλον διότι έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση αλάτων από το θαλασσινό νερό και μεγαλύτερη θερμοκρασία. Στην αντίστροφη όσμωση υπάρχει συμπύκνωση της εξερχόμενης άλμης κατά 1,3 - 1,7 φορές. Επίσης περιέχει χημικές ουσίες από την επεξεργασία του νερού, διότι το αντλούμενο νερό προχλωριώνεται για την προστασία των μεμβρανών που χρησιμοποιούνται ως φίλτρα, και επομένως η απόρριψη της άλμης στη θάλασσα, συνήθως χωρίς περιοριστικά μέτρα, επηρεάζει την ισορροπία των οικοσυστημάτων και των θαλασσινών ειδών και καταστρέφεται έτσι η θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα. Το θαλασσινό νερό είναι φυσικό περιβάλλον και περιέχει ολόκληρο οικοσύστημα από πλαγκτόν, ασπόνδυλα και ψάρια. Παρουσιάζεται λοιπόν θνησιμότητα μικρών οργανισμών (πλαγκτόν, αυγά, μικρά ψάρια) λόγω συμπαρασυρμού στην εισροή της μονάδας. Επίσης υπάρχει θνησιμότητα μεγάλων θαλάσσιων ειδών (ενήλικα ψάρια, ασπόνδυλα, πουλιά) λόγω πρόσκρουσης στον αγωγό εισροής και επίσης ορισμένα είδη θαλάσσιας βλάστησης είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην αλατότητα.

Οι συμβατικοί τρόποι για την διαχείριση της άλμης είναι η απόρριψη της απευθείας πίσω στη θάλασσα, η απόρριψη σε σύστημα αποχέτευσης, η απόρριψη σε γεωτρήσεις ή απ'ευθείας στο έδαφος. Για την απόρριψη της άλμης πρέπει να γίνει μελέτη βυθομέτρησης, μελέτη ανάγλυφου βυθού, μελέτη κυμάτων και ρευμάτων.

Υπάρχει η τεχνική της μείωσης του όγκου της απορριπτόμενης άλμης μέσω μιας δεύτερης βαθμίδας αφαλάτωσης, στην οποία θα εισέρχεται ως νερό τροφοδοσίας η άλμη που παράγεται από την πρώτη βαθμίδα. Αυτοί όμως οι τρόποι παρουσιάζουν σημαντικά μεγάλο κόστος και έτσι δεν έχουν βρει ευρεία εφαρμογή.

Άλλος περιβαλλοντικός κίνδυνος είναι η χημική ρύπανση του θαλασσινού νερού. Συχνά προστίθενται αντισκωριακά μέσα τόσο στις μεθόδους εξάτμισης όσο και στην αντίστροφη όσμωση, που έχει ως παρενέργεια τον τοπικό ευτροφισμό λόγω του πολυφωσφορικού οξέος που υδρολύεται προς ορθοφωσφορικό οξύ. Εξάλλου, η προσθήκη οξέων αλλάζει το pH του θαλασσινού νερού, καθόσον το όξινο θαλασσινό νερό αποβάλλεται στην θάλασσα και απαιτείται μεγάλος χρόνος για αφομοίωση από το

περιβάλλον με αρνητικές επιδράσεις στους οργανισμούς.
(Κενάκης Γιώργος, Κατσαράκης Νίκος, Σαββάκης Κώστας, 2008)

6.1.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί και η περιβαλλοντική επίπτωση της ηχορύπανσης, τόσο στο στάδιο της κατασκευής της μονάδας αφαλάτωσης, όσο και στο στάδιο λειτουργίας, (μονάδες αντίστροφης όσμωσης) με τις αντλίες υψηλής πίεσης, τα συστήματα ανάκτησης ενέργειας, τις τουρπίνες κτλ. Εξίσου σημαντική μπορεί να θεωρηθεί και η ενδεχόμενη αισθητική ρύπανση με την τοποθέτηση μονάδων αφαλάτωσης σε παραθαλάσσιες περιοχές. Επιβάλλεται η χωροθέτηση τους μακριά από αρχαιολογικούς χώρους και τουριστικά θέρετρα, καθόσον για μια μονάδα 5.000 – 10.000 m³/ημέρα απαιτείται έκταση 10.000 m²

(Κενάκης Γιώργος, Κατσαράκης Νίκος, Σαββάκης Κώστας, 2008)

7 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

«Χρησιμοποιούμε πολύ περισσότερο νερό από ότι έχουμε διαθέσιμο. Η βραχυπρόθεσμη λύση για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας ήταν μέχρι σήμερα η άντληση ακόμη μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού από τα επιφανειακά και υπόγεια υδατικά αποθέματα. Η υπερεκμετάλλευση δεν αποτελεί όμως βιώσιμη λύση. Έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα και στην ποσότητα των εναπομένων υδάτων καθώς και στα οικοσυστήματα, τα οποία εξαρτώνται από το νερό. Πρέπει να περιοριστεί η ζήτηση, να ελαχιστοποιηθούν οι ποσότητες των αντλούμενων υδατικών πόρων και να δοθεί έμφαση στην αποτελεσματική χρήση τους»

(EEA Executive Director Jacqueline McGlade, 1st April 2013)

Με όσα αναφέραμε ως τώρα η αφαλάτωση σίγουρα είναι μια λύση στο αδιέξοδο του υδατικού προβλήματος. Είναι μια λύση με την οποία αποφεύγονται σημαντικές επιπτώσεις από την έλλειψη του νερού, ο άνθρωπος μπορεί να ζήσει κάτω από συνθήκες υγιεινής, χωρίς να στερείται έναν φυσικό πόρο που έχει καθοριστικό ρόλο στην επιβίωση του.

Παρά το γεγονός ότι η μέθοδος της αφαλάτωσης θα μπορούσε να αποτελέσει λύση στο πρόβλημα της έλλειψης νερού, εντούτοις έχει και τις επιπτώσεις της, τις οποίες θα πρέπει να εξαλείψουμε με την εκπόνηση μελετών σχετικά με την αναγκαιότητα των μονάδων, τις περιβαλλοντικές προβλέψεις και τη λήψη ειδικών μέτρων και ρυθμίσεων τόσο κατά την εγκατάσταση όσο και κατά την επεξεργασία των μονάδων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ:

- ✚ Το κόστος των μονάδων αφαλάτωσης εξαρτάται από την δυναμικότητα της μονάδας αλλά και τον συνδιασμό τους με ΑΠΕ.
- ✚ Το συμπύκνωμα της πυκνής άλμης επιστρέφει στη θάλασσα με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αλατότητα του νερού σε αρκετή απόσταση από το σημείο εξόδου και να επηρεάζει το θαλάσσιο οικοσύστημα. Επομένως απαιτείται πολύ προσεκτική μελέτη, ανάλογα με την περιοχή που αφορά στη θέση του σημείου απόρριψης άλμης.
- ✚ Το αντλούμενο νερό προχλωριώνεται για την προστασία των μεμβρανών, το

κόστος των οποίων είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Κατά συνέπεια τα αποπλύματα των μεμβρανών να καταλήγουν στη θάλασσα μαζί με το συμπύκνωμα της άλμης, επιβαρύνοντας περισσότερο το θαλάσσιο οικοσύστημα. Επίσης πολλά θαλασσινά είδη απορροφώνται από τον αγωγό υδροληψίας κατά την απορρόφηση του θαλασσινού νερού και προσκρούουν πάνω στα πλέγματα με αποτέλεσμα να πεθαίνουν. Για τους λόγους αυτούς οι μονάδες θα πρέπει να κτίζονται σε περιοχές μη κατοικημένες.

- ✚ Η κατανάλωση ρεύματος είναι αρκετά μεγάλη και θα ήταν σκόπιμο οι μονάδες να βρίσκονται κοντά σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας, έτσι ώστε να αποφεύγεται το οικονομικό αλλά και το περιβαλλοντικό κόστος από την μεταφορά της ενέργειας.
- ✚ Σημαντική παράμετρος επίσης είναι η εύκολη πρόσβαση του σταθμού στο δίκτυο διανομής του νερού για κατανάλωση ώστε να αποφευχθεί το κόστος της μεταφοράς καθώς και το κόστος των εγκαταστάσεων που θα πρέπει να κατασκευαστούν για τη μεταφορά του νερού.
- ✚ Πρέπει να γίνεται επεξεργασία της άλμης και των χημικών ώστε να μην αποβάλλονται απευθείας στην θάλασσα και να προκαλούν μόλυνση και καταστροφή στην θαλάσσια ζωή και στην παράκτια περιοχή.

Ο συνδιασμός αφαλάτωσης με ΑΠΕ είναι τεχνικά εφικτός και περιβαλλοντικά ωφέλιμος, παρουσιάζει όμως γενικά υψηλότερο κόστος σε σχέση με τη συμβατική τροφοδοσία. Παρόλα αυτά, πρέπει να αποτελέσει προτεραιότητα σε μελλοντικές εφαρμογές με αντίστοιχη παροχή κινήτρων.

Παραδείγματα πρωτοποριακής τεχνολογίας αφαλάτωσης από διάφορες πηγές:

1) Ελληνική πρωτοποριακή αφαλάτωση

Πηγή: Εφημερίδα Καθημερινή



« Ένα πρωτοποριακό σύστημα από τη Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ υπόσχεται να κάνει την αφαλάτωση απόλυτα «φιλική» στο περιβάλλον, ανακυκλώνοντας την άλμη ώστε να εξαλείψει το απόβλητο.

Με την ονομασία «Sol-Brine», το σύστημα αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής του μηχανολόγου μηχανικού Δημήτρη Ξεύγενου, υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας του ΕΜΠ και υπεύθυνης του εργαστηρίου Μαρίας Λοϊζίδου. «Το πιλοτικό σύστημα “Sol-Brine” σχεδιάστηκε με τη συγχρηματοδότηση του ευρωπαϊκού προγράμματος LIFE+, χάρις στην οποία δοκιμάζεται εδώ και δύο χρόνια στην Τήνο, με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα», προσθέτει στην «Κ» ο κ. Ξεύγενος.

Μάλιστα, το σύστημα κέρδισε στις αρχές Νοεμβρίου το 1ο βραβείο στον πρώτο Διαγωνισμό Καινοτομίας για τη Θαλάσσια Οικονομία «Blue Growth Piraeus», που

διοργάνωσαν το Athens Information Technology (AIT) και το πρόγραμμα υποστήριξης νεοφυών επιχειρήσεων Aephoria.net. Η διάκριση αυτή θα βοηθήσει στα πρώτα της βήματα τη start-up εταιρεία που μέσα στον επόμενο μήνα θα ιδρύσει η ομάδα από το ΕΜΠ, με σκοπό την εμπορική αξιοποίηση της καινοτομίας. «Το επόμενο βήμα είναι να βρούμε χρηματοδότηση ώστε να κατασκευάσουμε το σύστημα σε πλήρη κλίμακα και να το δοκιμάσουμε πλέον σε μια κανονική μονάδα αφαλάτωσης», λέει ο ερευνητής από το Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ο οποίος είναι επίσης υπότροφος του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών.

Παρόλο που δεν έχει ακόμη αποτυπωθεί ποσοτικά, η επιβάρυνση των μονάδων αφαλάτωσης περιγράφεται ως μια νέα οικολογική απειλή από το Μεσογειακό Σχέδιο Δράσης του Προγράμματος Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών. Κι αυτό, εξαιτίας των μεγάλων ποσοτήτων άλμης που προκύπτουν από τις μονάδες, αφού, ανά 3 κυβικά μέτρα θαλασσινού νερού παράγεται μόλις 1 κυβικό μέτρο πόσιμο νερό, με τα υπόλοιπα να απομένουν ως απόβλητο. Παράλληλα, με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και την κλιματική αλλαγή, αναμένεται να πολλαπλασιασθούν οι περιοχές στον κόσμο όπου τα αποθέματα σε γλυκό νερό δεν θα είναι αρκετά για να καλύψουν τις ανάγκες των κατοίκων τους. Επομένως, όλα δείχνουν πως η χρήση της αφαλάτωσης θα επεκταθεί ακόμη περισσότερο στο μέλλον, κάνοντας έτσι και πιο σημαντικό το πρόβλημα.

Από την άλλη πλευρά, το «Sol-Brine» επεξεργάζεται την άλμη κατά 100%, ώστε να διαχωριστεί από το απόβλητο το γλυκό νερό που περιέχει, για να χρησιμοποιηθεί κι αυτό για υδροδότηση. Επίσης, τα άλατα που παράγονται προορίζονται για διάφορες χρήσεις, όπως επιτραπέζιο και εκχιονιστικό αλάτι, αλλά και για βιομηχανικές χρήσεις όπως στην παραγωγή χαρτιού και γύψου. Το σύστημα θα μπορεί να αξιοποιηθεί σε οποιοδήποτε υπάρχον εργοστάσιο αφαλάτωσης, ανακυκλώνοντας την παραγόμενη άλμη, ενώ η τεχνολογία του θα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή καινούργιων μονάδων αφαλάτωσης, οι οποίες θα έχουν εξαρχής μηδενικά απόβλητα.

«Η τεχνολογία βασίζεται στην εξάτμιση, η οποία όμως γίνεται με μεθόδους “τελευταίας γενιάς”, ώστε να καταναλώνεται όσο το δυνατόν λιγότερη ενέργεια. Επομένως, πιστεύουμε πως οι ανάγκες του “Sol-Brine” σε ρεύμα θα είναι δυνατόν να καλυφθούν σε μεγάλο βαθμό ή ακόμη και εξ’ ολοκλήρου από ανανεώσιμες πηγές», λέει ο μηχανολόγος μηχανικός. Με τις δοκιμές στην Τήνο, στις οποίες εκτός από το ΕΜΠ συμμετείχε ο

τοπικός δήμος και η εταιρεία αφαλάτωσης Culligan, αποδείχθηκε πως η ιδέα λειτουργεί στην πράξη. Σύμφωνα με τον κ. Ξεύγενο, για την τεχνολογία έχουν ήδη εκφράσει ενδιαφέρον επενδυτές, οι οποίοι εξετάζουν το ενδεχόμενο να χρηματοδοτήσουν την εφαρμογή της σε πραγματική κλίμακα. »

(Κώστας Δεληγιάννης, 2014)

2) Πρωτοποριακή τεχνολογία αφαλάτωσης θαλασσινού νερού

«Ερευνητές του Πανεπιστημίου της Αλεξάνδρειας στην Αίγυπτο ανέπτυξαν μία οικονομική τεχνολογία αφαλάτωσης, η οποία μπορεί να φιλτράρει αλμυρό νερό εντός λεπτών.

Η εν λόγω τεχνολογία βασίζεται σε μεμβράνες με σκόνη οξικής κυτταρίνης, που παράγεται στην Αίγυπτο. Η συγκεκριμένη σκόνη, σε συνδυασμό με άλλα συστατικά, «δεσμεύει» τα σωματίδια του αλατιού καθώς περνούν, καθιστώντας την εν λόγω τεχνική ιδανική για την αφαλάτωση θαλασσινού νερού.

«Η μεμβράνη που συνθέσαμε μπορεί εύκολα να φτιαχτεί σε οποιοδήποτε εργαστήριο, μέσω της χρήσης φθηνών συστατικών, κάτι που την καθιστά εξαιρετική επιλογή για αναπτυσσόμενες χώρες» αναφέρει σχετικά ο Αχμέντ ελ Σαφεί, βοηθός καθηγητής γεωργικής τεχνολογίας και βιοσυστημάτων στο πανεπιστήμιο και ένας εκ των συντακτών της έρευνας.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιεί τη διεξάτμιση, μια τεχνική κατά την οποία το νερό πρώτα φιλτράρεται μέσω της μεμβράνης για την απομάκρυνση μεγαλύτερων σωματιδίων και μετά θερμαίνεται μέχρι την εξάτμισή του. Στη συνέχεια, οι υδρατμοί συμπυκνώνονται με σκοπό την απαλλαγή από άλλες ανεπιθύμητες ουσίες- και το τελικό αποτέλεσμα είναι καθαρό νερό.

Σύμφωνα με το σχετικό paper, που δημοσιεύτηκε στο Water Science and Technology, η μέθοδος αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον καθαρισμό νερού που περιέχει διάφορες ουσίες, από αλάτι μέχρι λύματα και χρώμα- διαδικασία που είναι δύσκολο να γίνει γρήγορα, μέσω των συμβατικών υπάρχουσών διαδικασιών.

Επίσης, είναι εύκολη στη χρήση, καθώς απαιτούνται μόνο οι μεμβράνες και μια φωτιά για την εξάτμιση του φιλτραρισμένου νερού - χωρίς να απαιτείται καν ηλεκτρισμός, όπως τονίζει ο Ελ Σαφεί.

Γενικότερα, η διεξάτμιση χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό οργανικών υγρών, όπως το αλκοόλ, και βλέπει ευρεία χρήση στην επεξεργασία λυμάτων. Η τεχνολογία αυτή

υπάρχει από τα μέσα του 1990, ωστόσο η καινοτομία έγκειται στην αξιοποίησή της μέσω της χρήσης υλικών που υπάρχουν σε αφθονία σε αναπτυσσόμενες χώρες.»

(Τεχνολογία-Επιστήμη, 2015)

8 ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γεωργίου Μαριάννα: «Οι Μονάδες Αφαλάτωσης στην Κύπρο, η σημασία τους στην Διαχείριση των Υδατικών Πόρων και οι περιβαλλοντικές Επιπτώσεις» Πτυχιακή εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, 2010

Δημ. Μανωλάκος: «Συστήματα Αφαλάτωσης στον νησιώτικο χώρο», Μηχανολόγος Μηχ/κος Ε.Μ.Π., Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2009

Δ. Αργυρόπουλος: «Μονάδες Αφαλάτωσης», Παγκύπριο σεμινάριο για σημαντικά θέματα διαχείρισης των νερών, 10-11 Δεκεμβρίου 2007

Ευριπίδης Κυριακίδης: «Η Αφαλάτωση στην Κύπρο», Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων

Ιωάννης Χρ. Καραγιάννης: « Οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση συστημάτων αφαλάτωσης νερού με χρήση ανανεώσιμων και μη πηγών ενέργειας. Εναλλακτικές στρατηγικές στον ελληνικό νησιώτικο χώρο.» , Μεταπτυχιακή Διατριβή , αθήνα, Δεκέμβριος 2010.

Κεσανάκης Γιώργος, Κατσαράκης Νίκος, Σαββάκης Κώστας: «Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη λειτουργία μονάδων αφαλάτωσης θαλασσινού νερού», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή τεχνολογικών Εφαρμογών, Γενικό Τμήμα Θετικών Επιστημών, Τομέας Χημείας και Τεχνολογίας Υλικών, Ιεράπετρα, Φεβρουάριος 2008

Νυδρέος Σακουέλος Παναγιώτης: «Μονάδες Αφαλάτωσης στην Ελλάδα: Αποτύπωμα Άνθρακα», Περιβαλλοντολόγος, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Βόλος 2010

Πασισης Β. Ιωαννης: « Αφαλάτωση Νερού με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας», Μεταπτυχιακή, Αθήνα 2011.

Sigmalive: <http://www.sigmalive.com/lifestyle/press-releases/59558/ypersygxroni-i-monada-afalatoxis-nerou-sti-lemeso#.dpuf>

Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων:

http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/profile_gr/profile_gr?OpenDocument

Τμήμα Μετεωρολογίας:

http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcyclimate_gr/DMLcyclimate_gr?OpenDocument

Χρίστος Μιχαηλίδης: «Η Αφαλάτωση στην Κύπρο», Εκτελεστικός Μηχανικός, Υπουργείο Συγκοινωνιών και Έργων, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, Σεπτέμβριος 2009

2. ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Andreas Manoli: “Desalination in Cyprus” , Electrical Engineer, Water Development Department Ministry of Agriculture, Nicosia, Natural Resources and the Environment, March 2010

Arias, D.P Rico and M.F.C: “A reverse osmosis potable water plant at Alicante University: first years of operations” , 91-102 , (2001)

Avlonitis S.A: “Operational cost and productivity improvements for small-size RO desalination plants” , (2002)

America’s Authority in Membrane Treatment: “Membrane Desalination Power Usage Put in Perspective” , April 2016

Ebrahim, A., M.Abdel-Jawad: “ Economics of seawater desalination by reverse osmosis Desalination, 99, 39-55, (1994).

Katerina Charalambous: “Urban Water Balance and Management, a case study in Limassol, Cyprus” , Master of Science, Queen’s university Belfast.

Oklejas, E. I. Moch and K. Nielsen: “ Low cost incremental seawater plant capacity increase by coupling advanced pumping and RO technologies, Desalination, 102, 189-197, (1995).

Reza Dashtpour and Sarim N. Al-Zubaidy: “Energy Efficient Reverse Osmosis Desalination Process”, International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 3, No. 4, August 2012

Watereuse Association Desalination Committee: “Seawater Desalination Power Consumption” , November 2011

Website: <http://idadesal.org/>

Wikipedia: Water treatment, https://en.wikipedia.org/wiki/Water_treatment

9 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- (n.d.). Ανάκτηση από
<http://www.mekorot.co.il/Eng/newsite/DevEnterprise/Pages/Default.aspx>
- Arias, D. R. (2001). A reverse osmosis potable water plant at Alicante University: first years of operations.
- Avlonitis, S. (2002). *Operational cost and productivity improvements for small-size RO desaliantion plants.*
- EEA Executive Director Jacqueline McGlade. (1st April 2013). Towards Efficient use of water resourves in Europe. *Europe needs to use water more efficiently*,
<http://www.scientistlive.com/content/25474>.
- Technology, Π. W. (2008, Νοέμβριος 27). *Ιστοσελίδα της Εταιρείας Υδρευσης της Αυστραλίας για την αφαλάτωση*. Ανάκτηση από
http://antiparios.blogspot.com.cy/2008/11/h_28.html
- Γεωργίου, Μ. (2009). *Οι Μονάδες Αφαλάτωσης στην Κύπρο, η σημασία τους στην Διαχείριση των Υδατικών Πόρων και οι Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις*. Ελλάδα: Χαποκόπειο Πανεπιστήμιο.
- Δρ. Δ. Μανωλάκος, Μ. Μ. (n.d.). Συστήματα αφαλάτωσης στο νωσιώτικό χώρο. *Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών*.
- Κενάκης Γιώργος, Κατσαράκης Νίκος, Σαββάκης Κώστας. (2008). Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη λειτουργία μονάδων αφαλάτωσης θαλασσινού νερού". Ιεράπετρα: Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης.
- Κώστας Δεληγιάνης. (2014, Νοέμβριος 29). *Η Καθημερινή*. Ανάκτηση από
<http://www.kathimerini.gr/793878/article/epikairothta/ellada/ellhnikh-prwtoporikh-afalatwsh>
- Μετεωρολογίας, Τ. (2006-2017). *Κλιματικές προγνώσεις*. Κύπρος: Κυπριακή Δημοκρατία.
- Μετεωρολογίας, Τ. (n.d.). *Τμήμα Μετεωρολογίας*. Ανάκτηση από
http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcyclimate_gr/DMLcyclimate_gr?OpenDocument
- Μιχαηλίδης, Χ. (Σεπτέμβριος 2009). *Η Αφαλάτωση στην Κύπρο*. Κύπρος: Υπουργείο Συγκοινωνιών και Έργων, Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων .
- Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων. (n.d.). Ανάκτηση από
http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/profile_gr/profile_gr?OpenDocument
- Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων. (n.d.). *Υδατικά Έργα*. Ανάκτηση από Μονάδες Αφαλάτωσης:
<http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/Wdd.nsf/All/2ACB760DDE60ED1CC2256E3F0048E3FA?OpenDocument>