



Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Βιώσιμου
Σχεδιασμού

Μεταπτυχιακό πρόγραμμα Σπουδών:

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός

Διπλωματική Εργασία

«Αξιολόγηση σημαντικότερων τεχνολογιών αφαλάτωσης στον
Ελληνικό νησιωτικό χώρο. Σύγκριση με συμβατικές μεθόδους
ύδρευσης και περιβαλλοντικές επιπτώσεις»

Μιχαήλ Μοσχονάς

Επιβλέπων καθηγητής: Αριστείδης Μπλούτσος

Πάτρα, Ιούλιος 2022

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

«Αξιολόγηση σημαντικότερων τεχνολογιών αφαλάτωσης στον
Ελληνικό νησιωτικό χώρο. Σύγκριση με συμβατικές μεθόδους
ύδρευσης και περιβαλλοντικές επιπτώσεις»

Μιχαήλ Μοσχονάς

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Αριστείδης Μπλούτσος

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Κωνσταντίνος Λουπασάκης

Πάτρα, Ιούλιος 2022

Περίληψη

Στον Ελληνικό νησιωτικό χώρο, παραδοσιακά, τα περισσότερα νησιά υδρεύονται μέσω μεταφοράς πόσιμου νερού από την ενδοχώρα. Η ανάπτυξη των τεχνολογιών αφαλάτωσης χρησιμεύει ώστε να απεμπλακούν οι νησιωτικές περιοχές από αυτή τη διαδικασία. Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τη διερεύνηση και αξιολόγηση των τεχνολογικών μεθόδων που αποσκοπούν στη βέλτιστη συμφέρουσα επιλογή τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά.

Στο κεφάλαιο 1, εκτός από γενικές πληροφορίες για το νερό στον πλανήτη γίνεται αναφορά στο υδατικό αποτύπωμα, ένα σχετικά νέο εργαλείο στη διαχείριση των υδατικών πόρων καθώς και στο φαινόμενο της έλλειψης νερού.

Στο κεφάλαιο 2, παρουσιάζονται οι μέθοδοι της αφαλάτωσης, η πορεία της μέσα στο χρόνο από τις πρώτες καταγραφές στην αρχαιότητα μέχρι και σήμερα και αναλύονται οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι και οι διεργασίες που τις απαρτίζουν. Επίσης δίνεται μία εικόνα της υπάρχουσας κατάστασης παγκοσμίως αλλά και στον Ελλαδικό χώρο.

Στο κεφάλαιο 3, εστιάζουμε στον Ελληνικό νησιωτικό χώρο και δίνεται πιο αναλυτική εικόνα της κατάστασης που επικρατεί όσον αφορά τις απαιτήσεις των νησιών σε πόσιμο νερό, τον τρόπο προμήθειας του νερού αυτού, τις εγκαταστάσεις αφαλάτωσης που έχουν τοποθετηθεί και είναι σε λειτουργία καθώς και την επάρκειά τους.

Στο κεφάλαιο 4, αναλύονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή αυτών των μεθόδων επεξεργασίας νερού.

Στο κεφάλαιο 5, γίνεται σύγκριση των δύο εναλλακτικών τρόπων παροχής πόσιμου νερού: α) μεταφορά και β) επεξεργασία με εγκατάσταση αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης σε τέσσερα νησιά των Κυκλάδων: Σίκινο, Ανάφη, Σχοινούσα, Κουφονήσια. Υπολογίζονται οι ετήσιες καταναλώσεις και λαμβάνοντας υπόψη το λειτουργικό κόστος της μονάδας αφαλάτωσης και την απόσβεση της επένδυσης, χρησιμοποιώντας ενέργεια από το Δίκτυο (και όχι από ΑΠΕ παρότι είναι η πιο ενδεδειγμένη λύση), προτείνεται τρόπος τιμολόγησης και γίνεται ανάλυση της οικονομικής βιωσιμότητας της εγκατάστασης αφαλάτωσης, χρησιμοποιώντας τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης.

Στο κεφάλαιο 6, αναλύονται τα συμπεράσματα που απορρέουν από την παραπάνω ανάλυση.

Abstract

In the Greek island area, traditionally, most islands are supplied with water by the transportation of drinking water from the mainland. The development of desalination technologies leads to disengage island areas from this process. The present dissertation aims to investigate and evaluate the technological methods that aim at the best advantageous choice both economically and environmentally.

In Chapter 1, except from general information about water on the planet, a reference to the water footprint is also made, a relatively new tool in the management of water resources as well as to the phenomenon of water scarcity.

In Chapter 2, the method of desalination is presented (sea and brackish water), its course through time from the first records in antiquity to the present day and finally the most common desalination methods and processes. Also an overview of the current situation worldwide and in Greece is presented.

In Chapter 3, we focus on the Greek island area and present a more detailed situation regarding the requirements of the islands for drinking water, the way of supplying this water, the desalination plants that have been installed and are in operation and their adequacy.

In Chapter 4, the environmental impact of the application of these water treatment methods is analyzed.

In chapter 5, a comparison is made of the two alternative ways of supplying drinking water: a) transport and b) treatment with a reverse osmosis desalination plant in four islands of the Cyclades: Sikinos, Anafi, Schinoussa, Koufonisia. The annual consumptions are calculated and taking into account the operating costs of the desalination unit, the amortization of the investment, using energy from the Grid (and not from RES although it is the most appropriate solution), a pricing method is proposed and an analysis of the economic viability of the desalination plant is made, using the Internal Rate of Return (IRR).

Lastly, in Chapter 6 the conclusions derived from the above-mentioned analysis are presented.

Περιεχόμενα

Περίληψη	4
Abstract	5
Περιεχόμενα.....	6
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	9
Κατάλογος Πινάκων	10
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	12
Κεφάλαιο 1. Το Νερό	13
1.1 Γενικά για το νερό.....	13
1.2 Το «υδατικό αποτύπωμα».....	15
1.3 Το πρόβλημα της έλλειψης νερού (Λειψυδρία).....	16
1.4 Ζήτηση και κύριες χρήσεις ύδατος στο ΥΔ Νήσων Αιγαίου	18
Κεφάλαιο 2. Αφαλάτωση.....	22
2.1 Ορισμός της Αφαλάτωσης	22
2.2 Ιστορική αναδρομή της αφαλάτωσης	22
2.3 Μέθοδοι αφαλάτωσης.....	25
2.3.1 Η πολυβάθμια εκτόνωση (Multi-stage Flash Distillation, M.S.F.).....	26
2.3.2 Η πολυβάθμια εξάτμιση (Multi Effect Distillation, M.E.D.).....	26
2.3.3 Η εξάτμιση με επανασυμπύεση ατμών (Vapor Compression, V.C.).....	27
2.3.4 Η αντίστροφη ώσμωση (Reverse Osmosis, R.O.)	28
2.3.5 Η ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis, E.D.)	31
2.4 Η αφαλάτωση στον κόσμο.....	32
Κεφάλαιο 3. Η αφαλάτωση στον Ελληνικό Νησιωτικό Χώρο.....	33
3.1 Διοικητική Διαίρεση ΥΔ Νήσων Αιγαίου και πληθυσμιακά στοιχεία	33
3.2 Καταγραφή αφαλατώσεων στο ΥΔ Νήσων Αιγαίου	35
Κεφάλαιο 4. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις.....	44
4.1 Αντίκτυπο στο θαλάσσιο περιβάλλον.....	44
4.2 Κατανάλωση ενέργειας.....	45
4.3 Αντίκτυπος στις χρήσεις γης.....	46
4.4 Αντίκτυπο στο υπόγειο υδροφόρο στρώμα	46
4.5 Αντίκτυπος του θορύβου	47
Κεφάλαιο 5. Σύγκριση Μεθόδων Ύδρευσης στα Νησιά.....	48
5.1 Ο Ελληνικός νησιωτικός χώρος του Αιγαίου πελάγους	49
5.2 Κόστος μεταφοράς νερού στα νησιά του Αιγαίου Πελάγους.....	51
5.3 Κόστος αφαλάτωσης.....	56
5.3.1 Υπολογισμός κόστους λειτουργίας μονάδας αφαλάτωσης.....	58
5.4 Υπολογισμός καταναλώσεων (εξισώσεις – παραδοχές).....	61
5.5 Μελέτη περίπτωσης 1: Σίκινος	63
5.5.1 Γεωγραφικά – Διοικητικά στοιχεία	63
5.5.2 Ανάγλυφο – Φυσικό Περιβάλλον	64
5.5.3 Δημογραφικά στοιχεία και απασχόληση	64
5.5.4 Υποδομές	64
5.5.4.1 Ύδρευσης - Άρδευσης	64

5.5.5 Οικονομικά Χαρακτηριστικά.....	65
5.5.5.1 Πρωτογενής Τομέας.....	65
5.5.5.2 Φυτική Παραγωγή.....	65
5.5.6 Δευτερογενής Τομέας	66
5.5.7 Τριτογενής Τομέας.....	66
5.5.8 Υπολογισμός καταναλώσεων	66
5.6 Μελέτη περίπτωσης 2: Ανάφη.....	72
5.6.1 Γεωγραφικά – διοικητικά στοιχεία	72
5.6.2 Ανάγλυφο - φυσικό περιβάλλον	73
5.6.3 Υποδομές – Υδροδότηση Νήσου Ανάφης – Δίκτυο Ύδρευσης.....	73
5.6.4 Δημογραφικά στοιχεία και απασχόληση	73
5.6.5 Οικονομικά χαρακτηριστικά.....	74
5.6.5.1 Πρωτογενής τομέας	74
5.6.5.2 Φυτική παραγωγή	75
5.6.5.3 Δευτερογενής τομέας	76
5.6.5.4 Τριτογενής τομέας	76
5.6.6 Υπολογισμός καταναλώσεων	77
5.7 Μελέτη περίπτωσης 3: Σχοινούσα.....	82
5.7.1 Διοικητικά-δημογραφικά στοιχεία.....	82
5.7.2 Γεωγραφικά – Γεωλογικά - Κλιματολογικά στοιχεία.....	83
5.7.3 Υποδομές	83
5.7.3.1 Ύδρευσης.....	83
5.7.3.2 Άρδευσης	84
5.7.4 Οικονομικά Χαρακτηριστικά.....	84
5.7.5 Πρωτογενής Τομέας.....	85
5.7.5.1 Φυτική παραγωγή	85
5.7.6 Δευτερογενής Τομέας	85
5.7.7 Τριτογενής Τομέας.....	86
5.7.8 Υπολογισμός καταναλώσεων	87
5.8 Μελέτη περίπτωσης 4: Κουφονήσια.....	92
5.8.1 Γεωγραφικά – Γεωλογικά – Κλιματολογικά στοιχεία	92
5.8.2 Υποδομές	93
5.8.2.1 Ύδρευσης.....	93
5.8.2.2 Άδρευσης	94
5.8.3 Οικονομικά στοιχεία	95
5.8.4 Πρωτογενής Τομέας.....	96
5.8.5 Τριτογενής Τομέας.....	99
5.8.6 Υπολογισμός καταναλώσεων	100
5.9 Συγκεντρωτικά στοιχεία παροχών	106
5.10 Εκτίμηση του κόστους λειτουργείας και συντήρησης:.....	108
5.11 Εκτίμηση απόσβεσης της επένδυσης.....	111
5.11.1 Δεδομένα Αναλύσεων.....	112
5.11.2 Συγκριτική Απόδοση Επένδυσης Αφαλάτωσης και Μεταφοράς Νερού	114

5.11.3 Ανάλυση Οικονομικής Βιωσιμότητας Επένδυσης Αφαλάτωσης και Τιμολόγηση	116
5.11.4 Ανάλυση Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης της Επένδυσης.....	119
5.11.5 Ανάλυση Ευαισθησίας του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης σε αύξηση του κόστους ηλεκτρικής Ενέργειας.	120
Κεφάλαιο 6. Παρατηρήσεις -Συμπεράσματα	122

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1: Η έλλειψη νερού ως ποσοστό της συνολικής διαθεσιμότητας.....	16
Εικόνα 2: Παραγωγή πόσιμου νερού με τη μέθοδο της απόσταξης στην αρχαιότητα	23
Εικόνα 3: Ο Ελληνικός νησιωτικός χώρος του Αιγαίου.....	49
Εικόνα 4: Νήσος Σίκινος	63
Εικόνα 5: Νήσος Ανάφη	72
Εικόνα 6: Νήσος Σχοινούσα	82
Εικόνα 7: Κουφονήσια.....	92
Σχήμα 1: Παγκόσμια κατανομή νερού	13
Σχήμα 2: Ανάγκες Νερού στο Υ.Δ. Νήσων Αιγαίου	18
Σχήμα 3: Πολυβάθμια εκτόνωση (MSF)	26
Σχήμα 4: Πολυβάθμια εξάτμιση (MED).....	27
Σχήμα 5: Μηχανική εξάτμιση με συμπίεση ατμών (TVC).....	28
Σχήμα 6: Θερμική εξάτμιση με συμπίεση ατμών (VC).....	28
Σχήμα 7: Αντίστροφη ώσμωση (RO)	30
Σχήμα 8: Ηλεκτροδιάλυση (ED).....	31
Σχήμα 9: Σίκινος - Κατανομή κατανάλωσης ανά χρονική περίοδο.....	71
Σχήμα 10: Ανάφη - Κατανομή κατανάλωσης ανά χρονική περίοδο	81
Σχήμα 11: Σχοινούσα - Κατανομή κατανάλωσης ανά χρονική περίοδο	91
Σχήμα 12: Κουφονήσια - Κατανομή κατανάλωσης ανά χρονική περίοδο	105
Σχήμα 13: Ετήσια παροχή ανά νησί και ανά χρονική περίοδο	106
Σχήμα 14: Συνολική ετήσια παροχή νησιών.....	107
Σχήμα 15: Σύγκριση μεθόδων ύδρευσης (Αφαλάτωση – Μεταφορά)	117

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Εκτίμηση της παγκόσμιας κατανομής νερού	14
Πίνακας 2: Συστατικά του πόσιμου νερού σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (W.H.O.)	14
Πίνακας 3: Σύγκριση του υδάτινου αποτυπώματος της Ελλάδας με άλλες χώρες για την περίοδο: 1997-2001	15
Πίνακας 4: Ετήσιες Ανάγκες νερού στο ΥΔ Νήσων Αιγαίου (EL14) ανά Χρήση	18
Πίνακας 5: Άνυδρα νησιά - τρόπος υδροδότησης	21
Πίνακας 6: Ετήσια παραγωγή εγκαταστάσεων αφαλάτωσης 1945-2012.....	32
Πίνακας 7: Οι μεγαλύτερες εγκαταστάσεις αφαλάτωσης στον κόσμο (μέχρι το 2013)	32
Πίνακας 8: Διοικητική Διαίρεση ΥΔ και πληθυσμιακά στοιχεία Απογραφής 2011 ...	33
Πίνακας 9: Πληθυσμιακά στοιχεία για τα άνυδρα νησιά	34
Πίνακας 10: Μονάδες Αφαλάτωσης που λειτουργούν στο ΥΔ Νήσων Αιγαίου	35
Πίνακας 11: Κατάλογος προγραμματιζόμενων και νέων έργων (αφαλατώσεις)	36
Πίνακας 12: Νησιά Αιγαίου Πελάγους (Εκταση, πληθυσμός, απόσταση από πλησιέστερο σημείο προμήθειας νερού).....	50
Πίνακας 13: Συγκεντρωτικός πίνακας δαπανών και μεταφερόμενων ποσοτήτων νερού ανά έτος στις Ν.Α. Κυκλάδων & Δωδεκανήσου	52
Πίνακας 14: Μεταφερόμενες ποσότητες νερού ανά έτος σε νησιά των Κυκλάδων....	54
Πίνακας 15: Μεταφερόμενες ποσότητες νερού ανά έτος σε νησιά των Δωδεκανήσων	55
Πίνακας 16: Κόστος παραγόμενου νερού ανάλογα με τον τύπο νερού και τη δυναμικότητα της αφαλάτωσης	57
Πίνακας 17: Κόστος παραγόμενου νερού ανάλογα με τον τύπο νερού και την πηγή ενέργειας	57
Πίνακας 18: Σύγκριση των μεθόδων αφαλάτωσης.....	57
Πίνακας 19: Κόστος λειτουργίας μονάδων αφαλάτωσης στην Ελλάδα (2013)	60
Πίνακας 20: Τιμές εμπορικών καταναλώσεων	62
Πίνακας 21: Διάρθρωση απασχόλησης πληθυσμού Σίκινου	64
Πίνακας 22: Επιχειρήσεις νήσου Σίκινου	67
Πίνακας 23: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 1 στη νήσο Σίκινο	67
Πίνακας 24: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 2 στη νήσο Σίκινο	67
Πίνακας 25: Διάρθρωση απασχόλησης πληθυσμού Ανάφης	74
Πίνακας 26: Χρήσεις Γης Ανάφης.....	75
Πίνακας 27: Επιχειρήσεις νήσου Ανάφης	77
Πίνακας 28: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 1 στη νήσο Ανάφη	77
Πίνακας 29: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 2 στη νήσο Ανάφη	78
Πίνακας 30: Διάρθρωση απασχόλησης πληθυσμού Σχοινούσας	84
Πίνακας 31: Χρήσεις γης Σχοινούσας	85
Πίνακας 32: Επιχειρήσεις νήσου Σχοινούσας	87
Πίνακας 33: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 1 στη νήσο Σχοινούσα	87
Πίνακας 34: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 2 στη νήσο Σχοινούσα	88
Πίνακας 35: Διάρθρωση οικονομικά ενεργού πληθυσμού Κουφονησιών	96

Πίνακας 36: Χρήσεις γης Κουφονησίων	97
Πίνακας 37: Αροτραίες Καλλιέργειες Κουφονησίων	98
Πίνακας 38: Κηπευτικές καλλιέργειες Κουφονησίων	98
Πίνακας 39: Δενδρώδεις Καλλιέργειες.....	98
Πίνακας 40: Επιχειρήσεις νήσου Άνω Κουφονησίου.....	100
Πίνακας 41: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 1 στη νήσο Κουφονησίου	100
Πίνακας 42: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 2 στη νήσο Κουφονησίου	101
Πίνακας 43: Καταναλώσεις ανά περίοδο.....	108
Πίνακας 44: Ενεργειακές Απαιτήσεις Μονάδας Αφαλάτωσης	109
Πίνακας 45: Κόστος Συντήρησης Αφαλάτωσης	110
Πίνακας 46: Λειτουργικό Κόστος Αφαλάτωσης	111
Πίνακας 47: Σίκινος – Δεδομένα Αφαλάτωσης/Μεταφοράς.....	113
Πίνακας 48: Ανάφη – Δεδομένα Αφαλάτωσης/Μεταφοράς	113
Πίνακας 49: Σχοινούσα – Δεδομένα Αφαλάτωσης/Μεταφοράς	114
Πίνακας 50: Κουφονήσια – Δεδομένα Αφαλάτωσης/Μεταφοράς	114
Πίνακας 51: Σίκινος – Συγκριτικός Πίνακας	115
Πίνακας 52: Ανάφη – Συγκριτικός Πίνακας.....	115
Πίνακας 53: Σχοινούσα – Συγκριτικός Πίνακας.....	115
Πίνακας 54: Κουφονήσια – Συγκριτικός Πίνακας	116
Πίνακας 55: Συγκριτική Απόδοση Επένδυσης	116
Πίνακας 56: Μέσο Ετήσιο Κόστος.....	117
Πίνακας 57: Ελάχιστη Τιμή Πώλησης.....	118
Πίνακας 58: Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης.....	120
Πίνακας 59: Ποσοστό αύξησης του ΕΚΛ <small>Ενέργειας</small> που καθορίζει τη μη βιωσιμότητα της επένδυσης	121

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΓΝΑΠ	Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής
ΔΕΥΑ	Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης
EBA/IRR	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης / Internal Return Rate
ΕΚΛ	Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας
ΕΣΥΕ	Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική
ΕΥΔΑΠ	Εταιρεία Υδρεύσεως και Αποχετεύσεως Πρωτεύουσας
ΕΠΕ	Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΛΑΠ	Λεκάνη Απορροής
ΟΤΑ	Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΠΒΑ	Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου
ΠΝΑ	Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου
ΠΔΕ	Πρόγραμμα Δημόσιων Επενδύσεων
ΣΜΠΕ	Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΥΔ	Υδατικό Διαμέρισμα
ΥΣ	Υδατικό Σύστημα
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
ΣΔΛΑΠ	Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής

Κεφάλαιο 1. Το Νερό

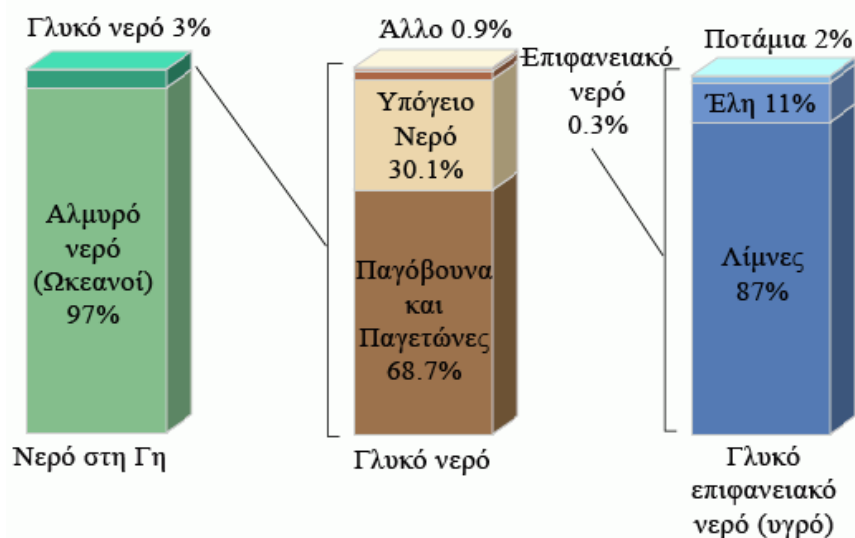
1.1 Γενικά για το νερό

«Το ύδωρ δεν είναι εμπορικό προϊόν όπως όλα τα άλλα, αλλά αποτελεί κληρονομιά που πρέπει να προστατεύεται και να τυγχάνει της κατάλληλης σύλληψης». (Φράγου, 2010), (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2000)

Το νερό καλύπτει το 70,9 % του πλανήτη μας και αποτελεί τη σημαντικότερη ανόργανη χημική ένωση που είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ζωής. Μέχρι τον 18^ο αιώνα θεωρούνταν στοιχείο μέχρι που ο Γάλλος χημικός Antoine Laurent Lavoisier απέδειξε ότι αποτελεί ένωση του υδρογόνου και του οξυγόνου (H₂O).

Είναι ένας ανανεώσιμος φυσικός πόρος (μέσω του υδρολογικού κύκλου) αλλά όχι και ανεξάντλητος, για τη σωστή διαχείριση του οποίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η κοινωνική, η περιβαλλοντική αλλά και η οικονομική αξία του. (Φράγου, 2010)

Το 97% του νερού του πλανήτη είναι θαλασσινό και μόνο το 3% (γλυκό) μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο για να καλύψει τις ανάγκες του και βρίσκεται στους πόλους με τη μορφή πάγου, στις λίμνες, τα ποτάμια και τους υδροφόρους ορίζοντες. (Καραγιάννης, 2010)



Σχήμα 1: Παγκόσμια κατανομή νερού
Πηγή: (USGS, 2015)

Πίνακας 1: Εκτίμηση της παγκόσμιας κατανομής νερού
Πηγή: (Gleick, 1996)

Μορφή Νερού	Όγκος νερού σε κυβικά χιλιόμετρα	Ποσοστό γλυκού νερού	Ποσοστό συνολικού νερού
Ωκεανοί, Θάλασσες & Κόλποι	1.338.000.000	--	96,5
Παγόβουνα, Παγετώνες & Μόνιμο χιόνι	24.064.000	68,7	1,74
Υπόγειο Νερό	23.400.000	--	1,7
Γλυκό	10.530.000	30,1	0,76
Αλμυρό	12.870.000	--	0,94
Εδαφική Υγρασία	16.500	0,05	0,001
Εδαφικός πάγος & Μόνιμα παγωμένο έδαφος	300.000	0,86	0,022
Λίμνες	176.400	--	0,013
Γλυκές	91.000	0,26	0,007
Αλμυρές	85.400	--	0,006
Ατμόσφαιρα	12.900	0,04	0,001
Έλη	11.470	0,03	0,0008
Ποταμοί	2.120	0,006	0,0002
Βιολογικό Νερό	1.120	0,003	0,0001
Σύνολο	1.386.000.000	-	100

Κατάλληλο ως πόσιμο θεωρείται το νερό που περιέχει λιγότερα από 500 ppm (parts per million) ολικά διαλυτά στερεά. Υφάλμυρο θεωρείται το νερό που περιέχει ολικά διαλυτά στερεά μέχρι 10.000 ppm. Το θαλασσινό νερό περιέχει από 10.000 ppm μέχρι 42.000 ppm ολικά διαλυτά στερεά περίπου. Ενδεικτικά, στη Νεκρά Θάλασσα τα ολικά διαλυτά στερεά φτάνουν μέχρι τα 220.000 ppm. (Δελγιάννη, 1995)

Πίνακας 2: Συστατικά του πόσιμου νερού σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (W.H.O.)

Πηγή: (Δελγιάννη, 1995)

Συστατικά		Περιεκτικότητα εις mg/l	
		Ανώτατο δεκτό	Ανώτατο επιτρεπτό
Υλικά διαλυμένα άλατα	TDS	500	1500
Χλωριούχα	Cl	200	600
Θειικά	SO ²⁺	200	400
Ασβέστιο	Ca ²⁺	75	100
Μαγνήσιο	Mg ²⁺	30	150
Φθοριούχα	F ⁻	0.7	1.7
Νιτρικά	NO ₃ ⁻	<50	100
Χαλκός	Cu ²⁺	0.05	1.5
Σίδηρος	Fe ³⁺	0.10	1.0
Χλωριούχο νάτριο	NaCl	250	-
Υδρογόνο σε μονάδες	pH	7.0 έως 8.5	6.5 έως 9.2

1.2 Το «υδατικό αποτύπωμα»

Το υδατικό αποτύπωμα ή αποτύπωμα νερού είναι ένας δείκτης κατανάλωσης νερού που λαμβάνει υπόψη την άμεση αλλά και την έμμεση κατανάλωση νερού από τον καταναλωτή αλλά και τον παραγωγό αντίστοιχα. Η έμμεση κατανάλωση αναφέρεται στην ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή εμπορικών αγαθών και προϊόντων ή υπηρεσιών και ονομάζεται «εικονικό» νερό. Το υδατικό αποτύπωμα ενός ατόμου, μίας κοινωνίας ή μίας επιχείρησης, προσδιορίζεται ως ο συνολικός όγκος φρέσκου (γλυκού) νερού που χρειάζεται για να παραχθούν τα αγαθά και οι υπηρεσίες που θα καταναλωθούν από το άτομο ή την κοινωνία ή θα παραχθούν από την επιχείρηση. (Maite, 2011)

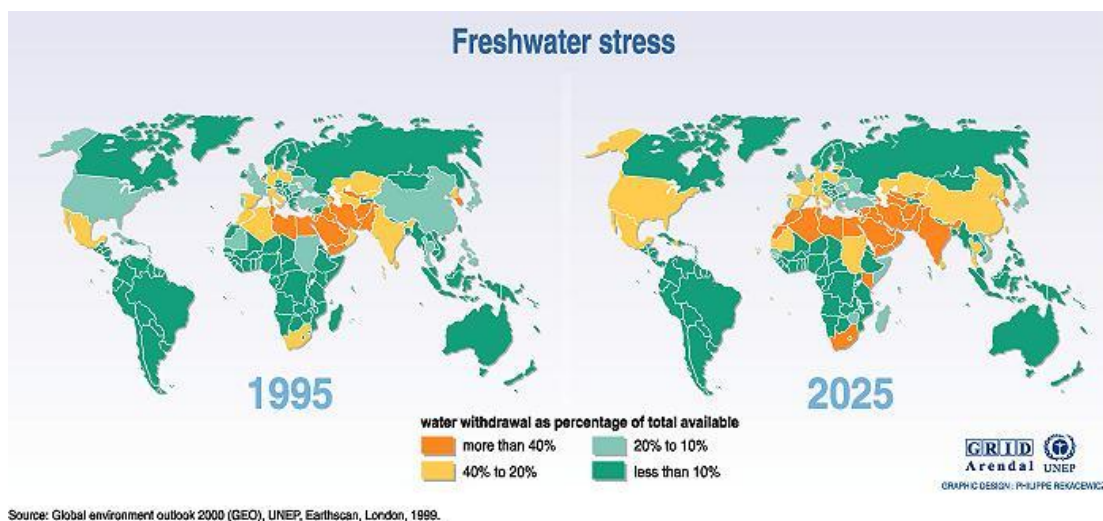
Όπως φαίνεται παρακάτω, η Ελλάδα βρίσκεται στην δεύτερη θέση παγκοσμίως όσον αφορά το υδάτινο αποτύπωμά της. (Φράγου, 2010)

Πίνακας 3: Σύγκριση του υδάτινου αποτυπώματος της Ελλάδας με άλλες χώρες για την περίοδο: 1997-2001
Πηγή: (Φράγου, 2010)

ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ (m³ ανά κάτοικο και έτος)						
Χώρα	συνολικό υδάτινο αποτύπωμα	κατανάλωση για οικιακές χρήσεις	παραγωγή αγροτικών προϊόντων		παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων	
			τοπική παραγωγή	εισαγόμενα προϊόντα	τοπική παραγωγή	εισαγόμενα προϊόντα
Ελλάδα	2.390	79	1.403	680	73	154
Ισπανία	2.325	105	1.251	671	138	161
Νορβηγία	1.467	101	244	541	231	350
ΗΠΑ	2.483	217	1.192	267	609	197
Ουγγαρία	789	65	596	128	0	0
Ισλανδία	1.327	183	4	348	323	470
Ινδία	980	38	907	14	19	2

1.3 Το πρόβλημα της έλλειψης νερού (Λειψυδρία)

Ως λειψυδρία μίας περιοχής ορίζεται η έλλειψη επαρκών αποθεμάτων νερού τα οποία είναι απαραίτητα για την κάλυψη των αναγκών της περιοχής αυτής.



Εικόνα 1: Η έλλειψη νερού ως ποσοστό της συνολικής διαθεσιμότητας
Πηγή: (GEO, 1999)

Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής (μείωση βροχοπτώσεων, ακραίες μετεωρολογικές μεταβολές) και η κακή διαχείριση των υδατικών πόρων είναι κάποιοι από τους παράγοντες που οδήγησαν πολλές χώρες ανά τον κόσμο σε αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ύδρευσης, όπως η κατασκευή φραγμάτων και λιμνοδεξαμενών, η εκμετάλλευση υπόγειων υδάτων, η μεταφορά νερού και η αφαλάτωση. Σε αρκετές περιπτώσεις όμως, οι λύσεις που εφαρμόστηκαν δεν αποδείχθηκαν επαρκείς ή οικονομικά βιώσιμες ώστε να δώσουν ουσιαστική λύση στο πρόβλημα της λειψυδρίας. (Τζεν, 2015)

Στην Ελλάδα, και ιδιαίτερα σε αρκετές νοτιοανατολικές περιοχές, υπάρχει πολύ χαμηλή διαθεσιμότητα νερού, η οποία επιδεινώνεται από τη μεγάλη ζήτηση ύδατος για την κάλυψη των αναγκών του τουρισμού και της άρδευση κυρίως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Το πρόβλημα φαίνεται να είναι πιο εμφανές στα Νησιά του Αιγαίου (ιδιαίτερα στα Δωδεκάνησα και τις Κυκλάδες), στη Θεσσαλία, την κεντρική Ελλάδα, την ανατολική ηπειρωτική Ελλάδα (Στερεά Ελλάδα), την ανατολική Κρήτη και τη νοτιοανατολική Πελοπόννησο. Πιο συγκεκριμένα, στην κεντρική Ελλάδα (Θεσσαλία

και Στερεά Ελλάδα), υπάρχει μεγάλη ζήτηση νερού για άρδευση, ενώ στα νησιά το πρόβλημα οφείλεται κυρίως στην αυξημένη ζήτηση του πόσιμου νερού για την κάλυψη των αναγκών του τουρισμού το καλοκαίρι. (Zotalis, 2014)

Η υψηλή ζήτηση νερού οφείλεται επίσης στην υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδάτων, καθώς και στη μόλυνσή τους, συμπεριλαμβανομένης της εισροής θαλάσσιων υδάτων σε αυτά στις παράκτιες περιοχές. Επιπλέον, το μικρό μέγεθος των νησιών και η γεωγραφία τους δεν επιτρέπουν άλλες οικονομικά αποδοτικές τεχνολογίες για την αύξηση της διαθεσιμότητας νερού. (Zotalis, 2014)

Οι προαναφερθείσες περιοχές (και κυρίως τα νησιά) βρίσκονται στο νοτιοανατολικό τμήμα της Ευρώπης. Το κλίμα τους είναι τυπικά μεσογειακό δηλαδή ζεστό και ξηρό. Λόγω της γεωγραφικής τους απομόνωσης, αυτές οι περιοχές είναι εξοπλισμένες με αυτόνομα, αλλά περιορισμένα συμβατικά ηλεκτρικά δίκτυα. Ωστόσο, υπάρχει αφθονία στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή, η γεωθερμική και η κυματική ενέργεια. (Zotalis, 2014)

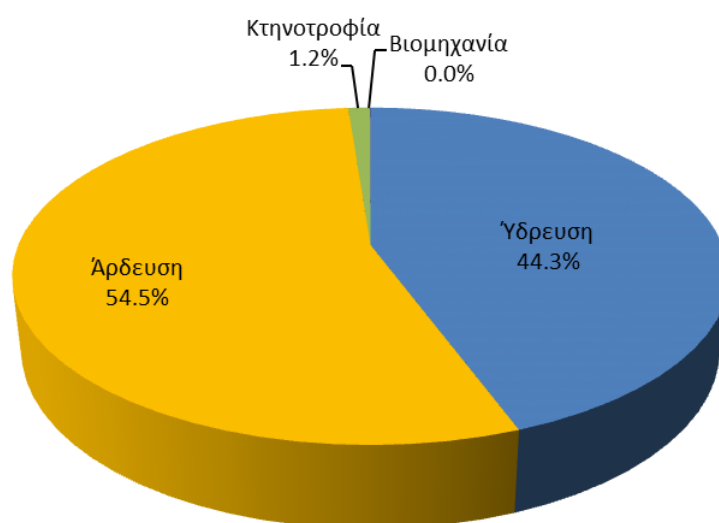
Ο κύριος τρόπος για την αντιμετώπιση του ανεπαρκούς υδατικού ισοζυγίου των άνυδρων νησιών είναι η μεταφορά νερού με κόστος που κυμαίνεται από 4,91 € / m³ έως 8,32 €/m³ και έχει μεγάλη περιβαλλοντική επιβάρυνση από πλευράς αέριων εκπομπών των πλοίων. Επιπλέον, το μεταφερόμενο νερό στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι πόσιμο κατά συνέπεια μια οικονομική και περιβαλλοντική ανάλυση θα πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη τις επιπτώσεις από την αυξημένη χρήση εμφιαλωμένου νερού. Άλλοι τρόποι αντιμετώπισης των αναγκών σε ανεπάρκεια νερού είναι η εκμετάλλευση των υπόγειων υδάτων, των φραγμάτων και της συλλογής των όμβριων υδάτων. (Zotalis, 2014)

1.4 Ζήτηση και κύριες χρήσεις ύδατος στο ΥΔ Νήσων Αιγαίου

Οι συνολικές ετήσιες ανάγκες νερού στο ΥΔ Νήσων Αιγαίου εκτιμήθηκαν στα 204,5 x 10⁶ m³. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα οι κυριότερες ανάγκες σε νερό αφορούν την άρδευση και την ύδρευση, που αποτελούν αντίστοιχα το 54,5% και 44,3% των συνολικών αναγκών σε νερό. Οι ανάγκες του νερού για την κάλυψη των αναγκών της κτηνοτροφίας αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό της τάξης του 1,2%, ενώ οι ανάγκες για βιομηχανική χρήση είναι ελάχιστες. (Καϊμάκη, 2017)

Πίνακας 4: Ετήσιες Ανάγκες νερού στο ΥΔ Νήσων Αιγαίου (EL14) ανά Χρήση
Πηγή: (Καϊμάκη, 2017)

Ύδρευση (10 ⁶ m ³)	Άρδευση (10 ⁶ m ³)	Κτηνοτροφία (10 ⁶ m ³)	Βιομηχανία (10 ⁶ m ³)
90,66	111,36	2,39	0,05



Σχήμα 2: Ανάγκες Νερού στο Υ.Δ. Νήσων Αιγαίου
(Καϊμάκη, 2017)

Ένα από τα βασικότερα θέματα που αντιμετωπίζει μεγάλο μέρος των νησιών του Αιγαίου είναι η κάλυψη των υδρευτικών αναγκών λόγω της έλλειψης νερού που παρατηρείται κυρίως κατά τους θερινούς μήνες. Για την κάλυψη αυτών των αναγκών, που είναι άμεσης προτεραιότητας, εκτός της εκμετάλλευσης των υπόγειων νερών μέσω γεωτρήσεων και των επιφανειακών μέσω ταμιευτήρων και λιμνοδεξαμενών, σε αρκετά νησιά έχουν κατασκευαστεί μονάδες αφαλάτωσης, ενώ σε κάποια άλλα η κάλυψη των αναγκών γίνεται και μέσω μεταφοράς νερού, από υδροφόρα πλοία. Εκτιμάται ότι η κάλυψη των υδρευτικών αναγκών μέσω αφαλάτώσεων είναι της τάξης του 10%, ενώ η μεταφορά νερού το 1% και αφορά νησιά κυρίως των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων. (Καϊμάκη, 2017)

Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου

Η ύδρευση αποτελεί χρήση πρώτης προτεραιότητας, προτεραιότητα θεσμοθετημένη με το Ν. 1739/87 που λόγω διαφόρων προβλημάτων (π.χ. αυξημένου κόστους έργων μεταφοράς) δεν τηρείται. Γίνεται από υπόγεια και επιφανειακά νερά καλυπτόμενα από τοπικούς υδατικούς πόρους. (Καϊμάκη, 2017).

Σε τοπικό επίπεδο οι υδρευτικές ανάγκες κοινοτήτων και μικρών δήμων εξυπηρετούνται από μικρά υδρευτικά έργα που τα διαχειρίζονται οι ίδιοι οι ΟΤΑ. Λόγω των γεωγραφικών και φυσιογνωστικών γνωρισμάτων της περιφέρειας, τα νησιά, τόσο τα μεγάλα όσο και τα μικρότερα εξυπηρετούνται από δημόσιες πηγές καθώς και από δημόσιες και ιδιωτικές γεωτρήσεις. Οι δημόσιες γεωτρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί από τους μεγάλους Δήμους της περιφέρειας εξυπηρετούν τις ανάγκες της ύδρευσης, ενώ οι ιδιωτικές γεωτρήσεις οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί από τις μικρές κοινότητες χρησιμοποιούνται για την άρδευση των νησιών. Οι ιδιωτικές γεωτρήσεις εξυπηρετούν κυρίως τις ανάγκες άρδευσης των ιδιωτών και σε αρκετές περιπτώσεις την κάλυψη τουριστικών μονάδων. (Καϊμάκη, 2017)

Ειδικότερα, στα νησιά του Βορείου Αιγαίου (Λεκάνη Απορροής Ανατολικού Αιγαίου), σύμφωνα με το εγκεκριμένο σχέδιο διαχείρισης των υδάτινων πόρων, η κύρια πηγή πόσιμου νερού είναι τα υπόγεια ύδατα (πλήρης κάλυψη των αναγκών σε πόσιμο νερό από υπόγεια ύδατα στα νησιά Λέσβος, Λήμνος, Άγιος Ευστράτιος και Ψαρά), ενώ ένα μικρό ποσοστό καλύπτεται από ταμιευτήρες και μονάδες αφαλάτωσης (Χίος, Οινούσες). (Καϊμάκη, 2017)

Στο Βόρειο Αιγαίο η οργανωμένη άρδευση είναι πολύ περιορισμένη και εντοπίζεται κυρίως στη Μυτιλήνη, στη Λήμνο και στη Σάμο, και σε αυτές τις περιπτώσεις όμως αποτελεί πολύ μικρό ποσοστό της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης. Οι ανάγκες άρδευσης των νησιών ικανοποιούνται από γεωτρήσεις εκμετάλλευσης του υπόγειου δυναμικού, που έχουν κατασκευαστεί τόσο από φορείς του δημοσίου (νομαρχίες, δήμοι, κοινότητες) όσο και από ιδιώτες, από πηγές αποστράγγισης των υπόγειων υδροφορέων, καθώς και από λιμνοδεξαμενές και φράγματα. (Καϊμάκη, 2017)

Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου

Η κάλυψη των υδρευτικών αναγκών στην ΠΝΑ έρχεται σε πρώτη προτεραιότητα τόσο γιατί πρέπει να καλυφθούν οι υδρευτικές ανάγκες του πληθυσμού όσο και για τη συντήρηση του βασικότερου τομέα της οικονομίας των νησιών, τον τουρισμό. Σε δεύτερη προτεραιότητα έρχεται το νερό για την άρδευση και την κάλυψη των κτηνοτροφικών αναγκών αφού στα περισσότερα νησιά (συνήθως τα μικρά) ο πρωτογενής τομέας δεν αποτελεί τον κύριο παράγοντα της οικονομίας και στη συνέχεια το νερό για βιομηχανική χρήση η οποία ούτως ή άλλως είναι μικρή στα νησιά. Μεγαλύτερα νησιά (π.χ. Ρόδος) τα οποία έχουν τους εδαφικούς πόρους για ανάπτυξη εντατικής καλλιέργειας απαιτούν σημαντικές ποσότητες νερού οι οποίες συναγωνίζονται με αυτές για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών. Και σε αυτή την περίπτωση πρώτη προτεραιότητα είναι η ύδρευση και έπειτα η κατασκευή εγγειοβελτιωτικών έργων τα οποία θα καλύψουν τις ανάγκες του νησιού για άρδευση. (Καϊμάκη, 2017)

Ειδικότερα για τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου (Κυκλάδες και Δωδεκάνησα), κύρια πηγή πόσιμου νερού είναι τα υπόγεια ύδατα (πλήρης κάλυψη των αναγκών από υπόγεια ύδατα π.χ. στα νησιά Κάρπαθος, Αντίπαρος, Κέα, Κύθνος, κ.α.), αλλά σε μεγάλο ποσοστό οι υδρευτικές ανάγκες καλύπτονται από μονάδες αφαλάτωσης (πλήρης κάλυψη στη Σύρο και μεγάλο ποσοστό σε αρκετά νησιά), από μεταφορά νερού με πλοία (Αμοργός, Λειψοί, Αγαθονήσι, Κίμωλος, κ.α.) και από ταμιευτήρες (π.χ. Ανάφη). (Καϊμάκη, 2017)

Στα περισσότερα νησιά οι υδρευτικές ανάγκες καλύπτονται από περισσότερες της μίας πηγής πόσιμου νερού (π.χ. στη νήσο Θήρα, για το έτος 2014, οι ανάγκες καλύφθηκαν κατά 54 % από υπόγεια ύδατα, κατά 46 % από αφαλατώσεις και κατά 0,35 % από

μεταφορά με πλοία, ενώ στη Σίφνο κατά 60 % από αφαλατώσεις και κατά 40 % από υπόγεια ύδατα). Σε πολλές περιοχές των νησιών παρατηρείται έλλειμμα, ιδιαίτερα κατά την καλοκαιρινή περίοδο. (Καϊμάκη, 2017)

Η υδροδότηση των 12 άνυδρων νησιών, τα οποία ανήκουν στις Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα, γίνεται με μεταφορά νερού, με υδροφόρα πλοία. Στον ακόλουθο Πίνακα παρουσιάζονται τα άνυδρα νησιά και ο τρόπος υδροδότησής τους.

Πίνακας 5: Άνυδρα νησιά - τρόπος υδροδότησης

Πηγή: (ΦΕΚ 2019Β 17/9/2015)

ΚΥΚΛΑΔΕΣ	
Αμοργός Κουφονήσι Κίμωλος Ηρακλεία Σχοινούσα Δονούσα	Υδροδότηση με πλωτά μέσα με προμήθεια νερού από το δίκτυο της ΕΥΔΑΠ στην Αττική
ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΑ	
Λειψοί Μεγίστη Ρω Πάτμος Σύμη (Πανορμίτης) Χάλκη	Υδροδότηση με πλωτά μέσα με προμήθεια νερού από την Κάλαθο Ρόδου

Κεφάλαιο 2. Αφαλάτωση

2.1 Ορισμός της Αφαλάτωσης

Αφαλάτωση ονομάζεται η διαδικασία διαχωρισμού αλάτων και νερού σε υδατικά διαλύματα και χρησιμοποιείται για την παραγωγή «καθαρού» (γλυκού) νερού. Οι χρήσεις του νερού αυτού μπορεί να είναι αστική-οικιακή, βιομηχανική, αγροτική κ.ά. (Δεληγιάννη, 1995), (Καραγιάννης, 2010).

Η αφαλάτωση είναι μία φυσική, συνεχής διαδικασία και αποτελεί σημαντικό μέρος του κύκλου του νερού στον πλανήτη. Το βρόχινο νερό ακολουθεί μία πορεία προς τη θάλασσα κατά τη διάρκεια της οποίας διαλύει ορυκτά και άλλα στοιχεία αποκτώντας αλατούχα συστατικά. Καθώς φτάνει στους ωκεανούς ή σε άλλα φυσικά σημεία χαμηλού υψομέτρου, όπως η Νεκρά Θάλασσα, ένα μέρος του εξατμίζεται από την ενέργεια του ήλιου. Αυτό το εξατμισμένο νερό αφήνει πίσω τα άλατα και οι υδρατμοί που προκύπτουν σχηματίζουν σύννεφα που παράγουν βροχή, συνεχίζοντας τον κύκλο (Buros, 2000)

2.2 Ιστορική αναδρομή της αφαλάτωσης

4^{ος} αιώνας π.Χ.: Ο Αριστοτέλης πειραματίζεται με τον διαχωρισμό νερού και αλατιού εξατμίζοντας το νερό και στη συνέχεια συμπυκνώνοντάς το για να το μετατρέψει σε πόσιμο. (Kalogirou, 2005)

2^{ος} αιώνας μ.Χ.: Σε αναφορά του Αλέξανδρου του Αφροδισιέα ναυτικοί μεταφέρουν μικρές πρωτόγονες μονάδες αφαλάτωσης στα πλοία χρησιμοποιώντας την τεχνική της απόσταξης, βράζοντας θαλασσινό νερό σε χάλκινα σκεύη και συλλέγοντας το προϊόν της απόσταξης με μεγάλους σπόγγους, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. (Kalogirou, 2005)



Εικόνα 2: Παραγωγή πόσιμου νερού με τη μέθοδο της απόσταξης στην αρχαιότητα

Πηγή: (Kalogirou, 2005)

16^{ος} αιώνας: Τα πλοία που εξερευνούν τους ωκεανούς μεταφέρουν μονάδες αφαλάτωσης οι οποίες επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν μόνο σε περίπτωση ανάγκης. (Καλλονιάτης, 2008), (Καπλανάϊ, 2013)

17^{ος} αιώνας: Το 1675 κατατίθεται το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για μία συσκευή απόσταξης θαλασσινού νερού για την παραγωγή πόσιμου νερού και αργότερα το 1683 ένα δεύτερο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας επίσης για την απόσταξη θαλασσινού νερού. (Καλλονιάτης, 2008), (Καπλανάϊ, 2013)

18^{ος} αιώνας: Το 1724 δόθηκε η πρώτη αναφορά για την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού με πλήρη περιγραφή των επιτευγμάτων της εποχής του και ιδιαίτερα για την παραγωγή γλυκού νερού από θάλασσα σε ποντοπόρα πλοία, από τον Γάλλο ναύαρχο, A.F.B Deslanes. Το 1739 ο μεγάλος φυσιολόγος Stephan Hales εξέδωσε ένα βιβλίο, φημισμένο στην εποχή του, το οποίο περιείχε λεπτομερή περιγραφή όλων των προβλημάτων σχετικά με την αφαλάτωση. (Καλλονιάτης, 2008), (Καπλανάϊ, 2013)

19^{ος} αιώνας: Το 1850 ο Αμερικανός μηχανικός Norbert Rillieux κατοχυρώνει πατέντες για μεθόδους απόσταξης της ζάχαρης που ελαττώνουν τις απαιτήσεις ενέργειας κατά 80%. Στα τέλη του 18^{ου} αιώνα αυτές οι μέθοδοι αρχίζουν να εφαρμόζονται στην αφαλάτωση του θαλασσινού νερού. Το 1870 κατατίθεται στις ΗΠΑ το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για αφαλάτωση με ηλιακή ενέργεια. Το δίπλωμα αυτό ευρεσιτεχνίας

περιγράφει με λεπτομέρεια όλα όσα ακόμα και σήμερα εφαρμόζονται στη συμβατική αφαλάτωση με ηλιακή ενέργεια. Το 1872 ο Σουηδός μηχανικός Carlos Wilson σχεδίασε και κατασκεύασε την πρώτη μεγάλη εγκατάσταση αφαλάτωσης με ηλιακή ενέργεια, παροχής 22.5 m³/d. Το 1890 στη Δυτική Αυστραλία λόγω του ξηρού κλίματος κατασκευάζονται μονάδες αφαλάτωσης με την θερμαντική μέθοδο αλλά η τιμή του νερού ήταν υψηλή. Τα 4.5 λίτρα νερού κόστιζαν όσο το ένα τρίτο του μισθού του ανειδίκευτου εργάτη. Στα τέλη του 19ου αιώνα η μέθοδος απόσταξης του Rillieux αρχίζει και εφαρμόζεται και στην αφαλάτωση. (Καλλονιάτης, 2008), (Καπλαναΐ, 2013)

20^{ος} αιώνας: Το 1952 η Αμερικανική κυβέρνηση ιδρύει το Τμήμα Αλμυρού Νερού (Office of Saline Water – OSW) με σκοπό την υποστήριξη της έρευνα για την αφαλάτωση. Επίσης, ξεκινά μια νέα μέθοδος θερμαντικής αφαλάτωσης και εφαρμόζεται σε χώρες της Μέσης Ανατολής. Το 1960 ξεκινούν στο πανεπιστήμιο UCLA της Καλιφόρνια τα πειράματα πάνω στην αντίστροφη ώσμωση με την κατασκευή των πρώτων μεμβρανών από δύο ερευνητές τους Sydney Loeb και Shrinivasa Sourirajan. Το 1965 λειτουργεί η πρώτη πειραματική μονάδα αφαλάτωσης υφάλμυρου νερού με τη μέθοδο της ανάστροφης ώσμωσης. Στα τέλη της δεκαετίας του 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. Το 1980 ξεκινά τη λειτουργία της η πρώτη μονάδα αφαλάτωσης που εξυπηρετεί τον Δήμο, στην Jeda της Σαουδικής Αραβίας. Την περίοδο 1990-2003 το κόστος της αφαλάτωσης μειώνεται στο 1 τρίτο. (Καλλονιάτης, 2008), (Καπλαναΐ, 2013)

21^{ος} αιώνας: Το 2006 μελέτη που δημοσιεύεται στο επιστημονικό περιοδικό Science αναφέρει ότι η χρήση νανοσωλήνων άνθρακα μπορεί να βελτιώσει πολύ την παραγωγή καθαρού νερού. Την ίδια χρονιά δημοσιεύεται μελέτη για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της αφαλάτωσης από το Pacific Institute (όχι απαγορευτικές αλλά ούτε και αμελητέες). Το 2008 η παγκόσμια ικανότητα παραγωγής αφαλατωμένου νερού έφτανε τα 52 εκατομμύρια κυβικά μέτρα κάθε μέρα από συνολικά 14.000 περίπου εργοστάσια αφαλάτωσης. (Καλλονιάτης, 2008), (Καπλαναΐ, 2013)

2.3 Μέθοδοι αφαλάτωσης

Η διαδικασία της αφαλάτωσης μπορεί να πραγματοποιηθεί με μεθόδους που είτε απομακρύνουν τα άλατα από το νερό είτε το νερό από τα άλατα. (Δεληγιάννη, 1995), (Καραγιάννης, 2010) και διαχωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες. Αυτές είναι:

1. Μέθοδοι αλλαγής φάσης ή θερμικές μέθοδοι (phase-change processes)

Στις μεθόδους αυτές, η αφαλάτωση επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μια πηγή θερμικής ενέργειας η οποία μπορεί να είναι είτε συμβατική (με χρήση υδρογονανθράκων) είτε ανανεώσιμη (με χρήση φωτοβολταϊκών, γεωθερμίας, ανεμογεννητριών κ.λ.π.) (Kalogirou, 2005). Οι σημαντικότερες μέθοδοι αλλαγής φάσης είναι:

- Η πολυβάθμια εκτόνωση ή πολυβάθμια εκρηκτική εξάτμιση (Multistage Flash Distillation, MSF)
- Η πολυβάθμια εξάτμιση (Multi Effect Distillation, MED)
- Η εξάτμιση με συμπίεση ατμών (Vapor Compression, VC)

2. Μέθοδοι με χρήση μεμβρανών (membrane processes)

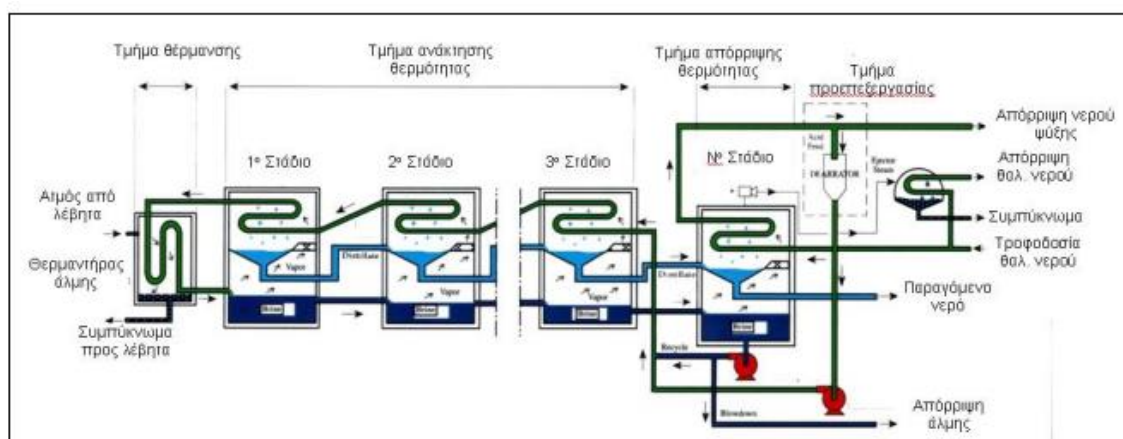
Στις μεθόδους αυτές, δεν παρατηρείται αλλαγή φάσης στις διεργασίες της αφαλάτωσης οι οποίες πραγματοποιούνται μόνο σε μία φάση, την υγρή, αλλά γίνεται χρήση μεμβρανών. Αυτές είναι:

- Η αντίστροφη ώσμωση (Reverse Osmosis, RO)
- Η ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis, ED)

Προτού εφαρμοστούν οι παραπάνω μέθοδοι θα πρέπει να υπάρξει χημική προεργασία του εισερχόμενου νερού ώστε να αποφευχθεί τυχόν δημιουργία ιζήματος ή αφρού καθώς και η ανάπτυξη παθογόνων αλλά και πιθανές βλάβες στο κύκλωμα διακίνησης του νερού από τη συσσώρευση αλάτων. Επίσης, το αφαλατωμένο νερό, προκειμένου να αποκτήσει την επιθυμητή ποιότητα και να χρησιμοποιηθεί ως πόσιμο θα πρέπει να υποβληθεί σε νέα χημική επεξεργασία. (Καραγιάννης, 2010), (Kalogirou, 2005)

2.3.1 Η πολυβάθμια εκτόνωση (Multi-stage Flash Distillation, M.S.F.)

Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει εξάτμιση και συμπύκνωση του νερού. Αποτελεί την πιο διαδεδομένη θερμική μέθοδο και βασίζεται στη δημιουργία ατμού από θαλασσινό νερό ή άλμη που προκαλείται από την ξαφνική μείωση της πίεσης όταν το εισερχόμενο νερό εισέλθει σε έναν κενό θάλαμο. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται σε στάδια σε μειωμένη πίεση κάθε φορά και απαιτεί εξωτερική παροχή ατμού συνήθως σε θερμοκρασία γύρω στους 100° C. Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από τον αριθμό των σταδίων ενώ η μέγιστη θερμοκρασία περιορίζεται για την αποφυγή συγκέντρωσης αλάτων, γεγονός που μειώνει και την απόδοση της διαδικασίας. (Kalogirou, 2005)



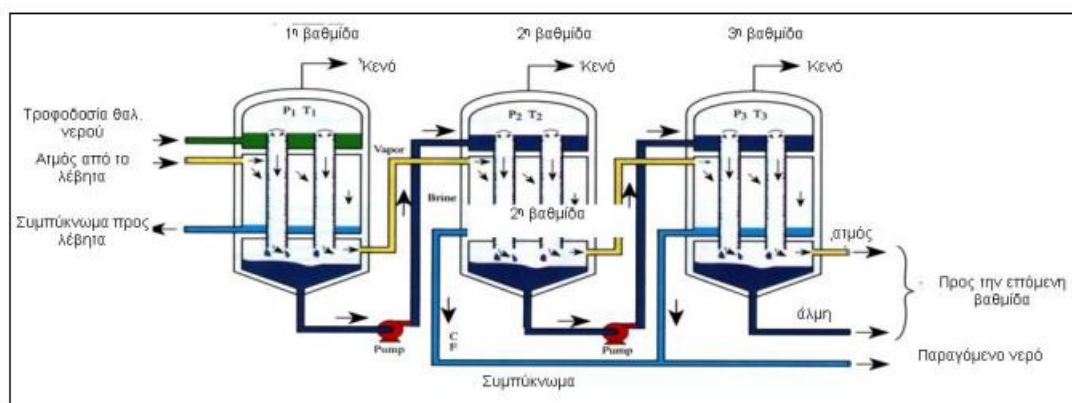
Σχήμα 3: Πολυβάθμια εκτόνωση (MSF)

Πηγή: (Μπούτσικου, 2019)

2.3.2 Η πολυβάθμια εξάτμιση (Multi Effect Distillation, M.E.D.)

Η μέθοδος αυτή, όπως και η προηγούμενη, πραγματοποιείται σε πολλαπλά στάδια. Αποτελεί την παλαιότερη μέθοδο αφαλάτωσης, καθώς υπάρχουν αναφορές από τον 19^ο αιώνα και έχει εφαρμογή μόνο σε θαλασσινό νερό. Χρησιμοποιούνται εξατμιστήρια τοποθετημένα σε σειρά, επιτρέποντας στο αλατούχο νερό να βράσει επανειλημμένα χωρίς να χρειαστεί να χρησιμοποιηθεί επιπλέον θερμική ενέργεια μετά το πρώτο στάδιο. Κάθε στάδιο έχει μικρότερη πίεση από το προηγούμενο. Αρκεί να χρησιμοποιηθεί ο ατμός που παράγεται από το πρώτο στάδιο ως πηγή θέρμανσης στο δεύτερο στάδιο. Ο ατμός συμπυκνώνεται απελευθερώνοντας θερμική ενέργεια και βραστό θαλασσινό νερό στο δεύτερο στάδιο. Ως εκ τούτου, το δεύτερο στάδιο

λειτουργεί ως συμπυκνωτής για τους ατμούς που προέρχονται από το πρώτο στάδιο, το τρίτο στάδιο λειτουργεί ως συμπυκνωτής για τους ατμούς που παράγονται από το δεύτερο κ.ο.κ. όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 4. (Desalination Experts Group, 2014) Η μέθοδος αυτή δεν είναι ευρέως διαδεδομένη αλλά έχει προκαλέσει ενδιαφέρον το γεγονός ότι προσφέρει καλύτερη θερμική απόδοση από την πολυβάθμια εκτόνωση (M.S.F.). (Miller, 2003) (Cuenca, 2012)



Σχήμα 4: Πολυβάθμια εξάτμιση (MED)

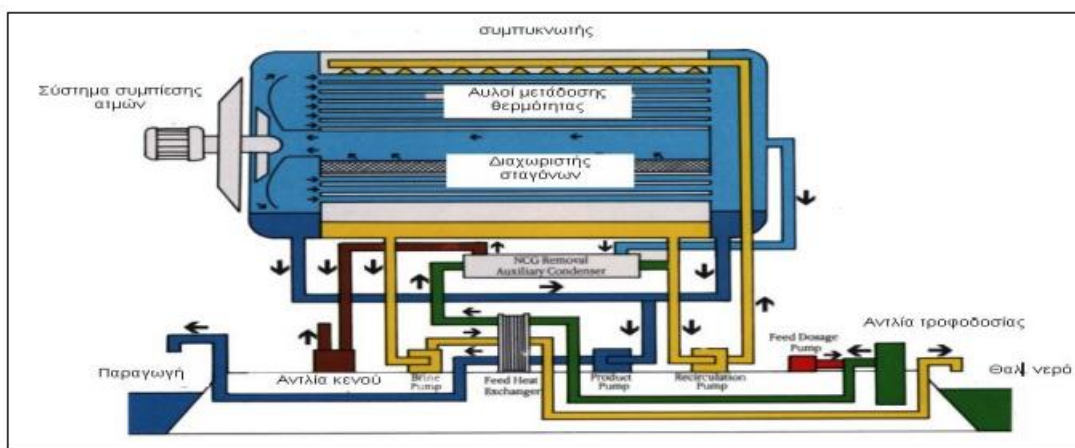
Πηγή: (Μπούτσικου, 2019)

2.3.3 Η εξάτμιση με επανασυμπίεση ατμών (Vapor Compression, V.C.)

Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται για την εξάτμιση με επανασυμπίεση ατμών έχουν κατασκευαστεί σε μια ποικιλία διαμορφώσεων για την προώθηση της ανταλλαγής θερμότητας για την εξάτμιση του θαλασσινού νερού. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται εξατμιστήρια πολλών βαθμίδων. Η εξάτμιση με επανασυμπίεση ατμών στηρίζεται στην διαδικασία απόσταξης με τη χρήση ενός μηχανικού συμπιεστή (Mechanical Vapor Compression, MVC) ή εκτοξευτήρα αερίου (Thermal Vapor Compression, TVC) για την αύξηση της πίεσης του παραγόμενου ατμού. Οι διαδικασίες αυτές είναι πολύ χρήσιμες για μικρές και μεσαίες εγκαταστάσεις (π.χ. θέρετρα, βιομηχανίες, χώροι γεώτρησης) καθώς οι μονάδες παραγωγής της μηχανικής συμπίεσης κυμαίνονται μέχρι 3.000 m³/ημέρα ενώ οι μονάδες θερμικής συμπίεσης κυμαίνονται μέχρι 20.000 m³/ημέρα. (Miller, 2003) (Buros, 2000)

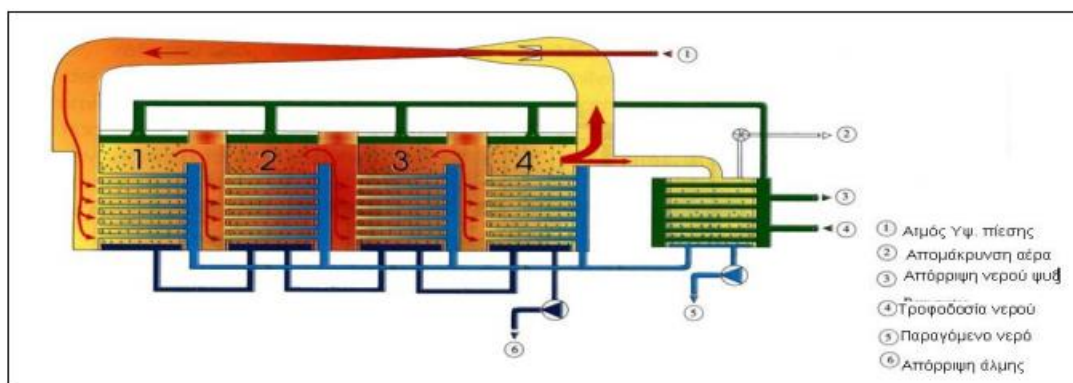
Μια αποδοτική διαδικασία απόσταξης είναι η συμπίεση ατμού υπό κενό (Vacuum Vapor Compression VVC). Χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής είναι η παραγωγή του

ατμού μέσω της συμπίεσης που τροφοδοτούνται από μηχανικές τουρμπίνες. Με τη χρήση ενός συμπυκνωτή όπου εναλλάσσεται θερμότητα ο ατμός αυτός μετατρέπεται σε πόσιμο νερό και μεταφέρεται στις δεξαμενές αποθήκευσης. Η διαδικασία αυτή είναι αξιόπιστη και ιδιαίτερα ανθεκτική, κάτι που την καθιστά να λειτουργήσει υπό αντίξοες συνθήκες (Σαμακίδης, 2009).



Σχήμα 5: Μηχανική εξάτμιση με συμπίεση ατμών (TVC)

Πηγή: (Καραγιάννης, 2010)



Σχήμα 6: Θερμική εξάτμιση με συμπίεση ατμών (VC)

Πηγή: (Μπούτσικου, 2019)

2.3.4 Η αντίστροφη ώσμωση (Reverse Osmosis, R.O.)

Η αντίστροφη ώσμωση είναι μια διαδικασία κατά την οποία μέσω τεχνητής πίεσης το νερό διαχωρίζεται από τα συστατικά του. Πιο συγκεκριμένα η διαδικασία της αντίστροφης ώσμωσης είναι μια διαδικασία διαχωρισμού όπου με τη χρήση των

μεμβρανών το νερό με την μεγαλύτερη συγκέντρωση αλάτων ωθείται εφαρμόζοντας πίεση (σε ένα σημείο του διαλύματος) μεγαλύτερη από την οσμωτική πίεση (περίπου 25 bar). Με αυτόν το τρόπο το αλατούχο διάλυμα ωθείται προς το θάλαμο με τη μικρότερη συγκέντρωση και έτσι διηθείται και διέρχεται μόνο το καθαρό νερό, ενώ το αλάτι παραμένει στο διαμέρισμα του αλατούχου διαλύματος και η στάθμη του συνεχώς κατεβαίνει. (Μπούτσικου, 2019)

Στη διαδικασία αφαλάτωσης με την μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται είναι η άσκηση της πίεσης μέσω των αντλιών που δέχεται το αλατούχο διάλυμα. Για να γίνει αυτός ο διαχωρισμός η πίεση που απαιτείται για την εκτέλεση σχετίζεται με τη συγκέντρωση του αλατούχου διαλύματος. Η πίεση λειτουργίας για τα υφάλμυρα νερά κυμαίνεται μεταξύ 15-25 bar, ενώ για τα συστήματα λειτουργίας θαλασσινού νερού από 54 έως 80 bar. (Η σημαντικότερη απώλεια ενέργειας γίνεται στην εκτόνωση της άλμης, όταν βγαίνει με υψηλή πίεση από τη συσκευή και γι' αυτό, σε μεγάλες κυρίως μονάδες, υπάρχουν συστήματα ανάκτησης της ενέργειας αυτής, όπως υδροστρόβιλοι, με αποτελεσματικότητα μέχρι και 95%). (Μπούτσικου, 2019)

Η διαδικασία της αφαλάτωσης με αντίστροφη ώσμωση απαιτεί τη λειτουργία δύο επιπλέον σταδίων, της προεπεξεργασίας του νερού τροφοδοσίας και της μετεπεξεργασίας του παραγόμενου νερού (Miller, 2003) (Khawaji D. Khawaji, 2008).

Το στάδιο της προεπεξεργασίας είναι σημαντικό καθώς στοχεύει στην προστασία των μεμβρανών από τα άλατα και τους μικροοργανισμούς. Περιλαμβάνει:

- ένα φίλτρο εισόδου (με τοποθέτηση σχάρας για να μην εισέρχονται ψάρια, πλαστικά κ.ά. κατά την αναρρόφηση νερού),
- την προχλωρίωση του θαλασσινού νερού, την προσθήκη οξέων (για αποφυγή απόθεσης αλάτων),
- το φίλτρο άμμου (για φιλτράρισμα μικρότερων σωματιδίων),
- τα φίλτρα πολυπροπυλενίου (για κατακράτηση των στερεών ουσιών με μέγεθος μέχρι και 1 μm , τα οποία μπορεί να προκαλέσουν φθορά στις μεμβράνες),

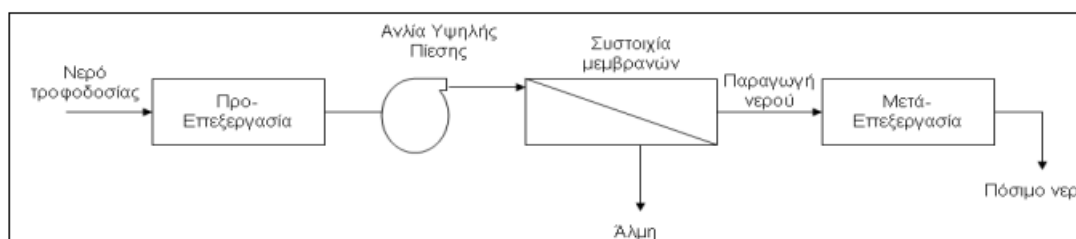
- την αποχλωρίωση και
- την αποστείρωση με υπεριώδη ακτινοβολία.

Το στάδιο της αντίστροφης ώσμωσης περιλαμβάνει τη συμπίεση κατά την οποία αντλία αυξάνει την πίεση του κατεργασμένου νερού τροφοδοσίας, σε μια πίεση λειτουργίας κατάλληλη για την μεμβράνη και την αλμυρότητα του νερού τροφοδοσίας και τον διαχωρισμό κατά τον οποίο οι διαπερατές μεμβράνες παρεμποδίζουν την διέλευση των διαλυμένων αλάτων, ενώ επιτρέπουν στο αφαλατωμένο νερό να περάσει μέσα.

Στο στάδιο της τελικής επεξεργασίας πραγματοποιείται η προετοιμασία του παραγόμενου νερού ώστε να αρχίσει η διανομή του. Αυτή η προετοιμασία περιλαμβάνει:

- την απομάκρυνση αερίων, όπως το υδρόθειο,
- τη ρύθμιση της οξύτητας (pH),
- την αύξηση της σκληρότητας του νερού και
- την τελική χλωρίωση.

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι ότι η διαδικασία αφαλάτωσης είναι μια από τις λιγότερο ενεργοβόρες μεθόδους, γεγονός το οποίο κάνει το κόστος παραγωγής του νερού πιο χαμηλό. Σε αντίθεση όμως με τις άλλες τεχνολογίες αφαλάτωσης, υπάρχει μία επιπλέον λειτουργική δαπάνη: η κατά περιόδους αντικατάσταση των μεμβρανών. (Μπούτσικου, 2019)



Σχήμα 7: Αντίστροφη ώσμωση (RO)

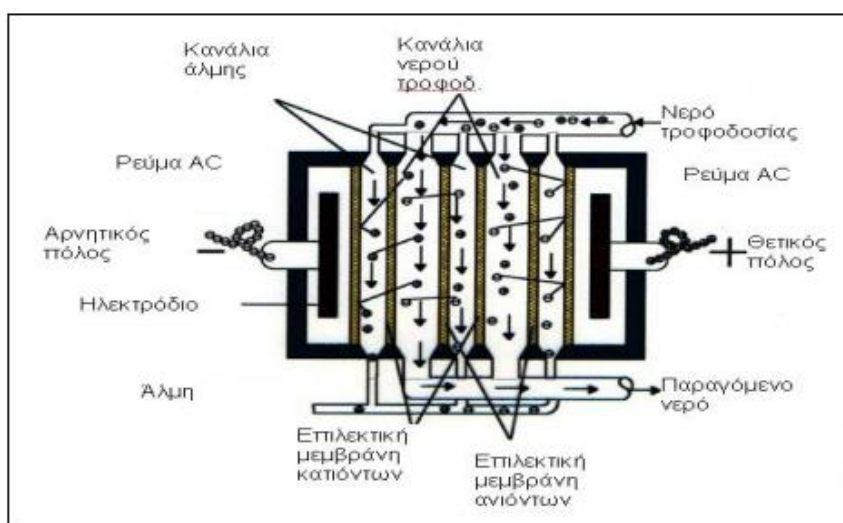
Πηγή: (Καραγιάννης, 2010)

2.3.5 Η ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis, E.D.)

Η ηλεκτροδιάλυση είναι μια μέθοδος διαχωρισμού κατά την οποία το νερό προς αφαλάτωση μεταφέρεται σε ένα σύστημα ηλεκτρικά φορτισμένων μεμβρανών το οποίο διαχωρίζει τα ιόντα των διαλυμένων αλάτων και τα απομακρύνει από το καθαρό νερό. Οι δύο αυτές μεμβράνες βρίσκονται μέσα στο ηλεκτρολυτικό κελί όπου στα πλευρικά τους τοιχώματα υπάρχουν τα ηλεκτρόδια της συσκευής που συνδέονται με την πηγή ρεύματος. Μέσω της ηλεκτρικής τάσης τα ιόντα προσκολλώνται στις μεμβράνες με επιλεκτικό τρόπο, δηλαδή κινούνται προς την κατεύθυνση των ηλεκτροδίων εκείνων που έχουν αντίθετο φορτίο με αυτά εγκαταλείποντας τον ενδιάμεσο θάλαμο. Με αυτόν τον τρόπο ο ενδιάμεσος θάλαμος περιέχει το νερό με τα λιγότερα άλατα δηλαδή το πιο καθαρό.

Η μέθοδος της ηλεκτροδιάλυσης εφαρμόζεται κυρίως σε υφάλμυρα νερά και όχι τόσο συχνά σε θαλασσινά νερά λόγω της απαιτούμενης υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης που είναι αντίστοιχη της συγκέντρωσης των αλάτων. Επίσης η μέθοδος αυτή δεν είναι δυνατό να λειτουργήσει με μη ιοντικά στερεά.

Με σκοπό την βέλτιστη λειτουργία των μεμβρανών, συχνά η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται με την αντιστροφή των πεδίων κατά την οποία οι θάλαμοι άλμης μετατρέπονται σε παραγωγή αφαλατωμένου νερού και το αντίστροφο. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται αντίστροφη ηλεκτροδιάλυση (electrodialysis reverse, EDR) (Miller, 2003).



Σχήμα 8: Ηλεκτροδιάλυση (ED)
Πηγή: (Καραγιάννης, 2010)

2.4 Η αφαλάτωση στον κόσμο

Η ετήσια δυναμική της αφαλάτωσης παγκοσμίως παρουσιάζει σταθερά αυξανόμενη τάση, ιδίως σε τοποθεσίες με χαμηλή διαθεσιμότητα σε νερό. Ο αριθμός των εγκαταστάσεων αφαλάτωσης αυξάνεται συνεχώς, το ίδιο και η παραγωγή νερού, όπως φαίνεται παρακάτω: (Zotalis, 2014)

Πίνακας 6: Ετήσια παραγωγή εγκαταστάσεων αφαλάτωσης 1945-2012

Πηγή: (Zotalis, 2014)

Έτος	Ετήσια Παραγωγή (m ³ /d)	Αριθ. Εγκαταστάσεων
1945	326	
1980	5.000.000	
2004	35.000.000	
2008	52.333.950	14.000
2011	67.000.000	
2012	79.000.000	16.000

Στην περιοχή του Περσικού Κόλπου (Μέση Ανατολή) βρίσκονται οι περισσότερες εγκαταστάσεις αφαλάτωσης στον κόσμο και ακολουθούν η Μεσόγειος, η Βόρειος Αμερική και η Ασία. (Zotalis, 2014)

Οι μεγαλύτερες εγκαταστάσεις Αφαλάτωσης στον κόσμο βρίσκονται στη Σαουδική Αραβία (SA) και στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα (UAE): (Zotalis, 2014)

Πίνακας 7: Οι μεγαλύτερες εγκαταστάσεις αφαλάτωσης στον κόσμο (μέχρι το 2013)

Πηγή: (Zotalis, 2014)

Τοποθεσία	Ετήσια Παραγωγή (m ³ /d)	Τροφ/σία	Έτος
Ras Al-Khair, SA	1.025.000		2013
Shuaiba, SA	880.000	Seawater	2007
Ras Al-Khair, SA	800.000	Seawater	2007
Al Jubail, SA	730.000	Seawater	2007
Jebel Ali, UAE	600.000	Seawater	2011
Al-Zour North, Kuwait	567.000	Seawater	2007

Κεφάλαιο 3. Η αφαλάτωση στον Ελληνικό Νησιωτικό Χώρο

3.1 Διοικητική Διαίρεση ΥΔ Νήσων Αιγαίου και πληθυσμιακά στοιχεία

Πίνακας 8: Διοικητική Διαίρεση ΥΔ και πληθυσμιακά στοιχεία Απογραφής 2011

Πηγή: (ΥΠΕΚΑ, 2017)

ΛΑΠ/Περιφερειακή Ενότητα/Δήμος	Μόνιμος Πληθυσμός	Πραγματικός πληθυσμός
ΕΛ1436	199.231	198.894
Ικαρίας	9.882	9.774
Ικαρίας	8.423	8.431
Φούρνων Κορσεών	1.459	1.343
Λέσβου	86.436	86.312
Λέσβου	86.436	86.312
Λήμνου	17.262	16.992
Αγίου Ευστρατίου	270	249
Λήμνου	16.992	16.743
Σάμου	32.977	33.339
Σάμου	32.977	33.339
Χίου	52.674	52.477
Οινουσσών	826	796
Χίου	51.390	51.269
Ψαρών	458	412
ΕΛ1437	118.018	124.559
Ανδρου	9.221	9.128
Ανδρου	9.221	9.128
Θήρας	18.883	21.187
Ανάφης	271	294
Θήρας	15.550	17.752
Ιητών	2.024	2.084
Σικίνου	273	270
Φολεγάνδρου	765	787
Κέας - Κύθνου	3.902	3.908
Κέας	2.446	2.472
Κύθνου	1.456	1.436
Μήλου	9.932	9.788
Κιμώλου	910	901
Μήλου	4.977	4.966
Σερίφου	1.420	1.378
Σίφνου	2.625	2.543
Μυκόνου	10.134	14.189
Μυκόνου	10.134	14.189
Νάξου	20.877	21.295
Αμοργού	1.973	1.950
Νάξου Και Μικρών Κυκλάδων	18.904	19.345
Πάρου	14.926	14.890
Αντιπάρου	1.211	1.196
Πάρου	13.715	13.694

ΛΑΠ/Περιφερειακή Ενότητα/Δήμος	Μόνιμος Πληθυσμός	Πραγματικός πληθυσμός
Σύρου	21.507	21.475
Σύρου - Ερμούπολης	21.507	21.475
Τήνου	8.636	8.699
Τήνου	8.636	8.699
ΕΛ1438	190.988	242.270
Καλύμνου	29.452	29.715
Αγαθονησίου	185	186
Αστυπάλαιας	1.334	1.270
Καλυμνίων	16.179	16.073
Λειψών	790	784
Λέρου	7.917	7.925
Πάτμου	3.047	3.477
Καρπάθου	7.310	7.818
Καρπάθου	6.226	6.748
Κάσου	1.084	1.070
Κω	34.396	47.102
Κω	33.388	46.099
Νισύρου	1.008	1.003
Ρόδου	119.830	157.635
Μεγίστης	492	496
Ρόδου	115.490	152.538
Σύμης	2.590	3.070
Τήλου	780	829
Χάλκης	478	702
Σύνολο ΥΔ	508.237	565.723

Πίνακας 9: Πληθυσμικά στοιχεία για τα άνυδρα νησιά

Πηγή: (ΥΠΕΚΑ, 2015)

Άνυδρα νησιά Αιγαίου Πελάγους	
Νησί	Πληθυσμός (κάτοικοι)
Αμοργός	1973
Κουφονήσι	391
Κίμωλος	910
Ηρακλειά	141
Σχοινούσα	227
Δονούσα	167
Λειψοί	790
Μεγίστη	492
Ρω	(δεν δηλώνονται)
Πάτμος	3047
Σύμη (Πανορμίτης)	23
Χάλκη	478

3.2 Καταγραφή αφαλατώσεων στο ΥΔ Νήσων Αιγαίου

Μεγάλος αριθμός νησιών της Ελληνικής επικράτειας καλύπτουν μέρος των αναγκών τους σε καθαρό νερό από μονάδες Αντίστροφης Ωσμωσης θαλασσινού και υφάλμυρου νερού. Έχουν καταγραφεί 70 περίπου μονάδες στα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, με συνολική παραγωγή νερού μεγαλύτερη από 58.000 m³/ημέρα. Από αυτές τις μονάδες, περίπου το 80% επεξεργάζονται θαλασσινό νερό και οι περισσότερες από αυτές είναι εγκατεστημένες σε ειδικά διαμορφωμένα εμπορευματοκιβώτια (container). (Τζεν, 2015)

Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (2015) είχαν καταγραφεί οι παρακάτω μονάδες αφαλάτωσης:

Πίνακας 10: Μονάδες Αφαλάτωσης που λειτουργούν στο ΥΔ Νήσων Αιγαίου

Πηγή: (ΥΠΕΚΑ, 2015) σελ.35

Νήσος	Περιοχή	Δυναμικότητα
Λεκάνη Απορροής Ανατολικού Αιγαίου		
Χίος	Θόλος	4.000 m ³ /ημέρα (4 Μονάδες δυναμικότητας 1.000 m ³ έκαστη)
Χίος	Μιλιγκάς	1.000 m ³ /ημέρα (2 Μονάδες δυναμικότητας 500 m ³ έκαστη)
Οινούσες	Άγιος Γιάννης	400 m ³ /ημέρα
Λεκάνη Απορροής Κυκλάδων		
Σύρος	5 θέσεις στο νησί	8.400 m ³ /ημέρα
Τήνος	Άγιος Φωκάς	1.000 m ³ /ημέρα
Μύκονος	Κόρφος	6.750 m ³ /ημέρα
Πάρος	Νάουσα	1.200 m ³ /ημέρα
Σχοινούσα	Μερσίνη	100 m ³ /ημέρα
Ίος	Μυλοπόταμος	1.000 m ³ /ημέρα
Σίκινος	Χώρα	200 m ³ /ημέρα
Φολέγανδρος	Καραβοστάσι (ΔΕΗ)	700 m ³ /ημέρα
Θήρα	Οία, Κατοικίες και Έξω Γυαλός	4.900 m ³ /ημέρα
	Φηρών	
Θηρασιά	Ρίβα	140 m ³ /ημέρα
Μήλος	Συκιά Τριοβασάλου	2.000 m ³ /ημέρα
Σίφνος	Καμάρες, Πλατύς Γιαλός	1.300 m ³ /ημέρα
Λεκάνη Απορροής Δωδεκανήσων		
Αγαθονήσι	Λιμάνι	80 m ³ /ημέρα
Νίσυρος	Λουτρά	1.020 m ³ /ημέρα
Σύμη		2.400 m ³ /ημέρα
Μεγίστη		200 m ³ /ημέρα
Καλόλιμνος	Άγιος Νικόλαος	Για στρατιωτική φρουρά

Στο Προσχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (2014) είχαν καταγραφεί τα παρακάτω προγραμματιζόμενα έργα όσον αφορά τις εγκαταστάσεις αφαλάτωσης:

Πίνακας 11: Κατάλογος προγραμματιζόμενων και νέων έργων (αφαλατώσεις)

Πηγή: (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2014)

Έργο	Περιγραφή	Δικαιούχος	Ωριμότητα
	Βόρειο Αιγαίο		
Μονάδα αφαλάτωσης Φούρνοι, Καμάρι	Δυναμικότητα 50m ³		Υλοποιούμενο
Μονάδα αφαλάτωσης Φούρνοι, Χώρα	Δυναμικότητα 300m ³		Υλοποιούμενο
Κατασκευή υποδομών και προμήθεια μονάδας αφαλάτωσης 2.000 κ.μ./ημέρα για τις ανάγκες της Δ.Ε Αγίου Μηνά	Προβλέπονται εκσκαφές για την διαμόρφωση του χώρου και την εγκατάσταση των αγωγών, εγκατάσταση αγωγών και φρεατίων για τη διαχείριση του θαλασσινού, παραγόμενου και απορριπτόμενου ύδατος, των όμβριων και της όδευσης των καλωδιώσεων. Επιπλέον προβλέπεται η κατασκευή γεωτρήσεων θαλασσινού νερού με τα αντλητικά τους συγκροτήματα, του οικίσκου ελέγχου τους, των υποβάσεων και της προμήθειας, μεταφοράς και εγκατάστασης δεξαμενών θαλασσινού νερού, απόρριψης άλμης και παραγόμενου νερού, της κατασκευής μεταλλικού κτηρίου επί σκυροδετημένης υποβάσεως για την εγκατάσταση των μονάδων αφαλάτωσης με τις απαραίτητες ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, την κατασκευή οικίσκου αποθήκευσης χημικών και την κατασκευή υποσταθμού μέσης τάσης για την τροφοδοσία της εγκατάστασης. Προμήθεια και τοποθέτηση σε λειτουργία, εντός κτηρίου, συστήματος αφαλάτωσης θαλασσινού νερού με ελάχιστη δυναμικότητα παραγωγής πόσιμου νερού 2000 m ³ /ημέρα, αποτελούμενο από δύο μονάδες 1000 m ³ / ημέρα κατ' ελάχιστο ανεξάρτητης λειτουργίας. Η κάθε μονάδα θα περιλαμβάνει τα κύρια στάδια	ΔΕΥΑ Χίου	Υπό ένταξη

Έργο	Περιγραφή	Δικαιούχος	Ωριμότητα
	επεξεργασίας θαλασσινού νερού με αντίστροφη ώσμωση. Στην προμήθεια θα περιλαμβάνεται και η εγκατάσταση συστήματος SCADA που θα επιβλέπει, επιτηρεί και καταχωρεί δεδομένα λειτουργίας των μονάδων, των δεξαμενών και των αντλιών τροφοδοσίας & παραγόμενου νερού τοπικά ή μέσω δικτύου.		
Μονάδα αφαλάτωσης Μούδρου, Δήμος	Ο οικισμός του Μούδρου έχει 974 κατοίκους, με βάση την τελευταία απογραφή. Το σύνολο των κυβικών νερού που απαιτήθηκε το 2012 είναι: Α' Εξάμηνο 26.435 m ³ , Β' Εξάμηνο 30.163 m ³ . Στη γεώτρηση Μούδρου σύμφωνα με τα στοιχεία είναι αναγκαία η αφαλάτωση και η αποσιδήρωση. Υπάρχει διερεύνηση των επιλογών χωροθέτησης της εγκατάστασης επεξεργασίας.	Δήμος Δήμου	Προτεινόμενο
Μονάδα αφαλάτωσης Πλατύ, Δήμος	Ο οικισμός του Πλατέος έχει 785 κατοίκους, με βάση την τελευταία απογραφή και τα τελευταία χρόνια εμφανίζει αυξημένη τουριστική κίνηση ενώ έντονη είναι η οικιστική ανάπτυξη που αναπτύσσεται στην παραλία του Πλατέος. Το σύνολο των κυβικών νερού που απαιτήθηκε το 2012 είναι: Α' Τρίμηνο 6.933 m ³ , Β' Τρίμηνο 7.808,5 m ³ , Γ' Τρίμηνο 15.643 m ³ , Δ' Τρίμηνο 8.135 m ³ . Στη γεώτρηση Πλατέος, σύμφωνα με τα στοιχεία, είναι αναγκαία η αποσιδήρωση και η αφαλάτωση. Το μηχάνημα της αφαλάτωσης μπορεί να εγκατασταθεί στην περιοχή της γεώτρησης.	Δήμος Δήμου	Προτεινόμενο
Μονάδα αφαλάτωσης Παναγιά, Δήμος	Ο οικισμός της Παναγιάς έχει 383 κατοίκους, με βάση την τελευταία απογραφή, αλλά επειδή η ευρύτερη περιοχή έχει ιδιαίτερο πρόβλημα, αναμένεται να εξυπηρετήσει και τους διπλανούς οικισμούς. Το σύνολο των κυβικών νερού που απαιτήθηκε το 2012 είναι: Α' Εξάμηνο 8.946 m ³ , Β' Εξάμηνο 12.130 m ³ . Στη γεώτρηση Παναγιάς, σύμφωνα με τα στοιχεία, είναι αναγκαία η αφαλάτωση. Το μηχάνημα μπορεί να εγκατασταθεί σε χώρο που έχει παραχωρηθεί στον Δήμο.	Δήμος Δήμου	Προτεινόμενο

Έργο	Περιγραφή	Δικαιούχος	Ωριμότητα
	Κυκλάδες		
Προμήθεια μονάδας αφαλάτωσης Κουφονησίου και κατασκευή συνοδών έργων	Προμήθεια και εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης δυναμικότητας 600 κυβικών μέτρων ανά ημέρα. Περιλαμβάνονται επίσης οι απαραίτητες εργασίες για τη λειτουργία της μονάδας (γεώτρηση, αντλιοστάσιο, αγωγοί μεταφοράς θαλασσινού νερού).	Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	Υλοποιούμενο
Μονάδα αφαλάτωσης Αιγιάλης Αμοργού	Κατασκευή μονάδας αφαλάτωσης δυναμικότητας 500 m ³ /ημέρα στην περιοχή της Αιγιάλης. Έχει ήδη υπογραφεί η Σύμβαση προμήθειας της μονάδας αφαλάτωσης. Εκτιμάται ότι λόγω της ανάπτυξης της περιοχής της Αιγιάλης, σύντομα θα είναι απαραίτητη η τοποθέτηση μιας ακόμη όμοιας μονάδας αφαλάτωσης στην ίδια περιοχή.	Δήμος Αμοργού	Υλοποιούμενο
Εξωτερικό δίκτυο ύδρευσης Οικισμού Πύργου και μονάδα αφαλάτωσης Οικισμού Ακρωτηρίου Θήρας	Κατασκευή εξωτερικού δικτύου ύδρευσης 5,6 χλμ. στον οικισμό Πύργου Θήρας και προμήθεια - εγκατάσταση συστήματος αφαλάτωσης θαλασσινού νερού δυναμικότητας 250 κ.μ. την ημέρα.	ΔΕΥΑ Θήρας	Υλοποιούμενο
Μονάδα αφαλάτωσης στον Παράσπορο Παροικιάς	Δυναμικότητα 2X 1250m ³ . Συνολικά 2500m ³	Δήμος Πάρου	Υλοποιούμενο
Επέκταση μονάδας αφαλάτωσης Καμάρες, Πλατύς Γιαλός	Δυναμικότητα 750m ³	Δήμος Σίφνου	Υλοποιούμενο
Επέκταση μονάδας αφαλάτωσης Μερσίνης, Νάξος-Σχοινούσα	Δυναμικότητα 100m ³ +400m ³	Δήμος Νάξου και Μικρών Κυκλάδων	Υλοποιούμενο
Επέκταση υφιστάμενης μονάδας αφαλάτωσης Τήνου	Επισκευή και η αύξηση δυναμικότητας της μονάδας αφαλάτωσης από 500κ.μ. σε 700κ.μ. (1η αφαλάτωση)	Δήμος Τήνου	Υλοποιούμενο
Μονάδα αφαλάτωσης	Δυναμικότητα 600m ³	ΓΓΑΝΠ	Υλοποιούμενο

Έργο	Περιγραφή	Δικαιούχος	Ωριμότητα
στον Άγιο Αντώνιο, Κίμωλος			
Μονάδα αφαλάτωσης στη Δονούσα	Δυναμικότητα 150m ³	ΓΓΑΝΠ	Υλοποιούμενο
Μονάδα αφαλάτωσης στο Μέριχα Κύθνου	Περιλαμβάνεται η εγκατάσταση δύο συστημάτων αφαλάτωσης δυναμικότητας 300 κ.μ./ημέρα έκαστο και τα απαιτούμενα συνοδευτικά έργα (αγωγοί μήκους 3.750μ., τρία αντλιοστάσια κτλ.).	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.	Ενταγμένο
Αφαλάτωση Αντιπάρου	Κατασκευή εγκατάστασης αφαλάτωσης νερού για την εξυπηρέτηση του οικισμού της Αντιπάρου. Προβλέπεται η εγκατάσταση 2 συστημάτων δυναμικότητας 300 κ.μ./ημέρα το καθένα, 3 αντλιοστασίων, αγωγού συνολικού μήκους 1,2 χλμ. και οι απαιτούμενες για τη λειτουργία του ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.	Ενταγμένο
Προμήθεια μονάδας αφαλάτωσης Δήμου Τήνου	Προμήθεια και εγκατάσταση (στην περιοχή Αγ. Φωκάς) φορητής μονάδας αφαλάτωσης, δυνατότητας 500 κ.μ. ημερησίως, με σκοπό την αντιμετώπιση των αναγκών ύδρευσης του Δήμου Τήνου και ιδιαίτερα κατά τη θερινή τουριστική περίοδο.	Δήμος Τήνου	Ενταγμένο
Επέκταση μονάδας αφαλάτωσης Ρίβας, Θήρας	Δυναμικότητα 150m ³	ΔΕΥΑ Θήρας	Προτεινόμενο
Μονάδα αφαλάτωσης στην περιοχή των Καταπόλων Αμοργού	Κατασκευή μονάδας αφαλάτωσης δυναμικότητας 500 m ³ /ημέρα στην περιοχή των Καταπόλων Αμοργού.	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.	Προτεινόμενο
Επέκταση μονάδας αφαλάτωσης στη Σίκινο	Δυναμικότητα 200m ³	Δήμος Σικίνου	Προτεινόμενο
Μονάδα αφαλάτωσης Χωράφι Αγίου Γεωργίου	Δυναμικότητα 300m ³	Δήμος Νάξου και Μικρών Κυκλάδων	Προτεινόμενο
	Δωδεκάνησα		
Μονάδα Αφαλάτωσης Χάλκης	Το έργο προβλέπει την προμήθεια και εγκατάσταση μιας μονάδας αφαλάτωσης δυναμικότητας 600κ.μ. την ημέρα στην	Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	Υλοποιούμενο

Έργο	Περιγραφή	Δικαιούχος	Ωριμότητα
	περιοχή Κάνια. Περιλαμβάνει επίσης τα απαραίτητα συνοδευτικά έργα που θα εξασφαλίσουν τη σωστή λειτουργία της αφαλάτωσης, δηλαδή δεξαμενή χωρητικότητας 700 κ.μ., αγωγούς και γεωτρήσεις θαλασσινού νερού.		
Προμήθεια δύο μονάδων αφαλάτωσης στην περιοχή Συνοδικού, Πάτμος	Προμήθεια δύο μονάδων αφαλάτωσης, καθεμία από τις οποίες θα είναι δυναμικότητας 600 m ³ /ημέρα. Οι μονάδες προβλέπεται να εγκατασταθούν σε οικόπεδο ιδιοκτησίας του Δήμου Πάτμου, στην περιοχή Συνοδικού, εντός του οποίου βρίσκονται οι δεξαμενές ύδρευσης του νησιού.	Δήμος Πάτμου	Υλοποιούμενο
Μονάδα αφαλάτωσης Ιερά Μονη Πανορμίτη, Σύμη	Δυναμικότητα 80m ³	ΓΓΑΝΠ	Υλοποιούμενο
Μονάδα αφαλάτωσης στους Λειψούς (Κατεργόμολος)	Δυναμικότητα 600m ³	ΓΓΑΝΠ	Υλοποιούμενο
Μονάδα αφαλάτωσης Μεγίστης	Δυναμικότητα 300m ³ και Προμήθεια δεξαμενής	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.	Υλοποιούμενο
Μονάδα αφαλάτωσης ν. Στρογγύλη	Δυναμικότητα 20m ³ με φ/β σύστημα 10KWp	Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	Υλοποιούμενο
Εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης Δήμου Λέρου	Προμήθεια και εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης δυναμικότητας 2.000 m ³ ανά ημέρα	Δήμος Λέρου	Ενταγμένο
Μικρές Αφαλατώσεις Δήμου Λέρου	Δήμος Λέρου	Οριστική μελέτη	Μικρές Αφαλατώσεις Δήμου Λέρου
Αφαλατώσεις σε Νήσους Λεβίθα - Κίναρο	Δήμος Λέρου	Οριστική μελέτη	Αφαλατώσεις σε Νήσους Λεβίθα - Κίναρο
Προμήθεια και εγκατάσταση μονάδων αφαλάτωσης τύπου αντίστροφης ώσμωσης (R.O.), ελάχιστης	Το έργο αφορά στην προμήθεια και εγκατάσταση μονάδων αφαλάτωσης νερού, δυναμικότητας παραγωγής 7.000 m ³ /ημέρα πόσιμου νερού, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές της μελέτης, με σκοπό την αντιμετώπιση των αναγκών ύδρευσης του Δήμου Καλύμνου. Η παραγωγή του πόσιμου νερού θα πραγματοποιείται με τη μέθοδο της Αντίστροφης Ωσμωσης	ΔΕΥΑ Καλύμνου	Προτεινόμενο

Έργο	Περιγραφή	Δικαιούχος	Ωριμότητα
παραγωγής 7.000 m ³ /ημέρα	(R.O.). Θα υπάρχει μια μονάδα παραγωγής 3.000 κυβικών μέτρων την ημέρα πόσιμου νερού από αφαλάτωση υφάλμυρου νερού και μια δεύτερη μονάδα παραγωγής 4.000 κυβικών μέτρων την ημέρα πόσιμου νερού από αφαλάτωση θαλασσινού νερού.		
Προμήθεια και εγκατάσταση μονάδων αφαλάτωσης τύπου αντίστροφης ώσμωσης (R.O.), ελάχιστης παραγωγής 2.000 m ³ /ημέρα για τις τουριστικές περιοχές της Καλύμνου	Το έργο αφορά στην προμήθεια και εγκατάσταση μονάδων αφαλάτωσης νερού, δυναμικότητας παραγωγής 2.000 m ³ /ημέρα πόσιμου νερού, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές της μελέτης, με σκοπό την αντιμετώπιση των αναγκών ύδρευσης των τουριστικών περιοχών της Καλύμνου. Η παραγωγή του πόσιμου νερού θα πραγματοποιείται με τη μέθοδο της Αντίστροφης Ώσμωσης (R.O.). Θα υπάρχει μια μονάδα παραγωγής 2.000 κυβικών μέτρων την ημέρα πόσιμου νερού από αφαλάτωση θαλασσινού νερού.	ΔΕΥΑ Καλύμνου	Προτεινόμενο
Προμήθεια και εγκατάσταση μονάδων αφαλάτωσης τύπου αντίστροφης ώσμωσης (R.O.), ελάχιστης παραγωγής 2.000 m ³ /ημέρα για τον οικισμό Πόθιας Καλύμνου	Το έργο αφορά στην προμήθεια και εγκατάσταση μονάδων αφαλάτωσης νερού, δυναμικότητας παραγωγής 2.000 m ³ /ημέρα πόσιμου νερού, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές της μελέτης, με σκοπό την αντιμετώπιση των αναγκών ύδρευσης του οικισμού της Πόθιας Καλύμνου. Η παραγωγή του πόσιμου νερού θα πραγματοποιείται με τη μέθοδο της Αντίστροφης Ώσμωσης (R.O.). Θα υπάρχει μια μονάδα παραγωγής 2.000 κυβικών μέτρων την ημέρα πόσιμου νερού από αφαλάτωση θαλασσινού νερού.	ΔΕΥΑ Καλύμνου	Προτεινόμενο
Προμήθεια και εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης τύπου αντίστροφης ώσμωσης (R.O.), ελάχιστης παραγωγής 100 m ³ /ημέρα στη Νήσο Τέλενδο	Με την προμήθεια αυτή πρόκειται να δοθεί οριστική λύση στην υδροδότηση της Νήσου Τελένδου που ανήκει στα διοικητικά όρια του Δήμου Καλυμνίων. Το νησί τροφοδοτείται με υφάλμυρο νερό από την Κάλυμνο μέσω υποθαλάσσιου αγωγού μήκους 1.800 m, ο οποίος λόγω παλαιότητας αλλά και του έντονου κυματισμού που αναπτύσσεται στην περιοχή παρουσιάζει συχνά βλάβες και διαρροές, με αποτέλεσμα το νησί να ξεμένει από νερό για αρκετές ώρες και να δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα τόσο στους μόνιμους κατοίκους αλλά και στους	ΔΕΥΑ Καλύμνου	Προτεινόμενο

Έργο	Περιγραφή	Δικαιούχος	Ωριμότητα
	επαγγελματίες του τουρισμού. Με την ολοκλήρωση του έργου θα δοθεί οριστική λύση στο πρόβλημα υδροδότησης των 30 περίπου μόνιμων κατοίκων και των 500 περίπου επισκεπτών που διέρχονται καθημερινά από το νησί τους μήνες Ιούνιο μέχρι Αύγουστο.		
Προμήθεια και εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης τύπου αντίστροφης ώσμωσης (R.O.), ελάχιστης παραγωγής 100 m ³ /ημέρα στη Νήσο Ψέριμο	Με την προμήθεια αυτή πρόκειται να δοθεί οριστική λύση στην υδροδότηση της Νήσου Ψερίμου που ανήκει στα διοικητικά όρια του Δήμου Καλυμνίων. Το νησί διαθέτει μια γεώτρηση ικανότητας παραγωγής 5m ³ /ώρα σε σκληρό υφάλμυρο νερό. Με την ολοκλήρωση του έργου θα δοθεί οριστική λύση στο πρόβλημα υδροδότησης των 30 περίπου μόνιμων κατοίκων και των 500 περίπου επισκεπτών που διέρχονται καθημερινά από το νησί τους μήνες Ιούνιο μέχρι Αύγουστο.	ΔΕΥΑ Καλύμνου	Προτεινόμενο
Προμήθεια και εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης υφάλμυρου νερού τύπου αντίστροφης ώσμωσης (R.O.), για την επεξεργασία του υφάλμυρου νερού της πηγής Ριμιά στη Ρίνα Βαθύ	Με την προμήθεια αυτή πρόκειται να επεξεργασθεί και να αξιοποιηθεί το υφάλμυρο νερό (ηλεκτρική αγωγιμότητα 4000 έως 6000 μs/cm) της πηγής Ριμιά στην περιοχή Ρίνα Βαθύ, η οποία μέχρι σήμερα εκφορτίζει επιφανειακά 200 m από την θάλασσα. Η παροχή της πηγής ανέρχεται σε 400-600 m ³ /ημέρα, από τα οποία μετά από επεξεργασία με σύστημα αντίστροφης ώσμωσης μπορούν να παραχθούν περί τα 200 m ³ /ημέρα πόσιμο νερό, τα οποία θα διοχετευθούν για κατανάλωση στην περιοχή της Ρίνας Βαθύ.	ΔΕΥΑ Καλύμνου	Προτεινόμενο

Σύμφωνα με την 1^η Αναθεώρηση του Σχεδίου Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (2017), στο ΥΔ Νήσων Αιγαίου λειτουργούν περίπου 41 μονάδες αφαλάτωσης, οι περισσότερες από τις οποίες λειτουργούν στη ΛΑΠ Κυκλάδων (27) και στη ΛΑΠ Δωδεκανήσων (11). Υπό υλοποίηση βρίσκονται ακόμη 8 μονάδες (1 στη ΛΑΠ Ανατολικού Αιγαίου, 3 στη ΛΑΠ Κυκλάδων και 4 στη ΛΑΠ Δωδεκανήσων). Επίσης, προγραμματίζεται η υλοποίηση 3 νέων μονάδων ενώ 13 νέες μονάδες έχουν προταθεί για την επίλυση του υδροδοτικού ζητήματος που αντιμετωπίζουν ορισμένα νησιά του ΥΔ. Από πλευράς δυναμικότητας

οι μεγαλύτερες μονάδες είναι αυτές της Μυκόνου (Κόρφος), της Σύρου (Ερμούπολη) και της Χίου (Θόλος). Το σημαντικότερο πρόβλημα των μονάδων αφαλάτωσης σχετίζεται με την παραγόμενη άλμη, η οποία δημιουργείται κατά την επεξεργασία του θαλασσινού ή του υφάλμυρου νερού και στην περίπτωση των μονάδων του ΥΔ Νήσων Αιγαίου διοχετεύεται στη θάλασσα. (Καϊμάκη, 2017)

Οι αφαλατώσεις αποτελούν δυνητική πίεση για τα παράκτια ΥΣ, η επίδρασή τους όμως στο θαλάσσιο περιβάλλον έχει μόνο τοπικό χαρακτήρα. Επιπλέον, ο βαθμός της επίδρασης εξαρτάται από το καθεστώς λειτουργίας τους, την πηγή υδροληψίας (γεώτρηση, πηγή, θάλασσα κ.λπ.), την εφαρμοζόμενη τεχνολογία, τα χαρακτηριστικά του αλμόλοιπου, τα οποία ποικίλουν αναλόγως από το αν προέρχεται από υφάλμυρο ή θαλασσινό νερό, αν αραιώνεται πριν την απόρριψη κ.λπ. και την παραγωγή τους, η οποία διαφοροποιείται κατά τη διάρκεια του έτους ανάλογα με τις ανάγκες σε νερό. (Καϊμάκη, 2017)

Κεφάλαιο 4. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Η αφαλάτωση είναι μια διαδικασία που απομακρύνει το αλάτι και τα ορυκτά από το θαλασσινό νερό και το μετατρέπει σε πόσιμο. Το νερό είναι ένας σημαντικός τομέας ιδιαίτερα λόγω της έλλειψης νερού, της ξηρασίας, της αύξησης του πληθυσμού και των αυξημένων καταναλώσεων. Με τον ωκεανό ο οποίος καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας της Γης, το θαλασσινό νερό παρέχει μια βιώσιμη, μακροπρόθεσμη λύση για τις απαιτήσεις της αυξημένης κατανάλωσης. Για αυτόν τον λόγο ο αντίκτυπος των δραστηριοτήτων αφαλάτωσης νερού στο περιβάλλον αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που θα πρέπει να αξιολογείται ανάλογα με την μέθοδο αφαλάτωσης που χρησιμοποιείται. Παρακάτω θα αναλυθούν κάποιες από τις σημαντικότερες επιπτώσεις.

4.1 Αντίκτυπο στο θαλάσσιο περιβάλλον

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αφαλάτωσης, ένα ποσοστό του θαλασσινού νερού θα καταλήξει ως πόσιμο (γλυκό) νερό, ενώ στο τέλος της επεξεργασίας του θα έχει παραχθεί μια μεγάλη ποσότητα συμπυκνωμένης άλμης. Η διάθεση αυτής της άλμης στη θάλασσα έχει αντίκτυπο στο θαλάσσιο περιβάλλον, παρότι η άλμη περιέχει συστατικά τα οποία παράγονται στη θάλασσα. Η εξήγηση είναι το υψηλό ειδικό βάρος της άλμης και η ενδεχόμενη παρουσία πρόσθετων χημικών ουσιών εισαγόμενων κατά το στάδιο της προ-επεξεργασίας και μετεπεξεργασίας οι οποίες μπορούν να βλάψουν τους θαλάσσιους οργανισμούς. Για αυτό το λόγο πρέπει να αποφεύγεται η απευθείας εκφόρτωση της άλμης στη θάλασσα.

Μεγάλο αντίκτυπο στο θαλάσσιο περιβάλλον εντοπίζεται όσον αφορά τη θέση των αγωγών τροφοδοσίας και απαλλαγής άλμης. Απαιτείται προσεκτική επιλογή της διαδρομής των σωληνώσεων και της εγκατάστασης των αγωγών ελαχιστοποιώντας τη πρόκληση διαταραχών στο θαλάσσιο πυθμένα και στο ευρύτερο περιβάλλον καθώς και η αποφυγή χρήσης εκρηκτικών υλών, περιορίζοντας σε μεγαλύτερο βαθμό τις δυσμενείς επιδράσεις (Tsiourtis, 2001).

Η συμπυκνωμένη άλμη αποτελεί παραπροϊόν της διαδικασίας αφαλάτωσης και παρουσιάζει υψηλή συγκέντρωση ολικών διαλυμένων στερεών. Κύρια χαρακτηριστικά της άλμης αποτελούν η συγκέντρωση των ολικών διαλυμένων στερεών, η θερμοκρασία και η πυκνότητά του. Τα χαρακτηριστικά της παραγόμενης άλμης εξαρτώνται από το τύπο της τεχνολογίας αφαλάτωσης που χρησιμοποιείται κάθε φορά. Η άλμη μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη χρήση διάφορων μεθόδων, οι οποίες πρέπει να αξιολογούνται ανάλογα με τον όγκο της άλμης, την ποιότητά του, τη θέση της μονάδας αφαλάτωσης, τις περιβαλλοντικές πτυχές και τους νόμους, κλπ.

Μια άλλη ανησυχία για τη βιομηχανία αφαλάτωσης εντοπίζεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας πρόσληψης, δηλαδή το στάδιο στο οποίο το νερό αναρροφάται από τον ωκεανό, η θαλάσσια ζωή όπως τα ψάρια και τα καβούρια ενδεχομένως να απορροφηθούν κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας. Κάτι αντίστοιχο μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια της διαδικασίας θεραπείας, όπου μικρότεροι οργανισμοί όπως τα αυγά των ιχθύων και το πλαγκτόν μπορούν επίσης να απορροφηθούν. Ένας τρόπος για να μειωθεί αυτή η απειλή είναι να εξάγουμε νερό κάτω από το ωκεάνιο πάτωμα αντί για πάνω, όπου η άμμος μπορεί να λειτουργήσει ως ένα φυσικό φίλτρο για την προστασία της θαλάσσιας ζωής. Αυτό το φυσικό φίλτρο μειώνει επίσης την ανάγκη για χημικές ουσίες και κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια της διαδικασίας θεραπείας, η οποία μπορεί να μειώσει σημαντικά το κόστος. (Νυδρέος-Σακουέλος, 2010).

(Τέλος, μια ακόμη εναλλακτική επιλογή είναι η χαμηλότερη ταχύτητα διαδρομής. Η πρόσκρουση συμβαίνει όταν η ταχύτητα διαδρομής είναι τόσο υψηλή που τα καβούρια και τα ψάρια δεν είναι σε θέση να απομακρυνθούν όταν αλιεύονται. Ο Οργανισμός Περιβαλλοντικής Προστασίας έχει καθορίσει μια ταχύτητα χαμηλότερη από ή ίση με 0,5 πόδια ανά δευτερόλεπτο.

4.2 Κατανάλωση ενέργειας

Όπως σε όλες τις βιομηχανίες, έτσι και στην αφαλάτωση η χρήση ενέργειας δημιουργεί ανησυχία. Σε παγκόσμιο επίπεδο οι μονάδες αφαλάτωσης καταναλώνουν περισσότερα από 200 εκατομμύρια κιλοβατώρες ανά ημέρα. Στην διαδικασία της αντίστροφης ώσμωσης, το κόστος ενέργειας αποτελεί περίπου το 55% του λειτουργικού κόστους της εγκατάστασης αφαλάτωσης. Παρότι οι μονάδες αφαλάτωσης που χρησιμοποιούν

αντίστροφη ώσμωση παράγουν τη μικρότερη ποσότητα άλμης, οι ερευνητές εξακολουθούν να αναζητούν φθηνότερους και πιο φιλικούς προς το περιβάλλον τρόπους αντιμετώπισης του θαλασσινού νερού. Ενδεχομένως, η ηλιακή ενέργεια να είναι η κατάλληλη λύση στην υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Οι ειδικοί χρησιμοποιούν τη βιώσιμη μορφή ενέργειας ως τρόπο βελτίωσης της διαδικασίας θερμικής αφαλάτωσης. Το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι μια πιο αποτελεσματική μέθοδος επεξεργασίας νερού που απαιτεί λιγότερη εκκίνηση και κεφάλαιο ενσωμάτωσης. (Folk, 2019)

4.3 Αντίκτυπος στις χρήσεις γης

Η εγκατάσταση εργοστασίων κοντά σε θαλάσσιες περιοχές έχει ως αποτέλεσμα οι ακτές να μετατρέπονται σε βιομηχανικές περιοχές. Η έκταση που απαιτείται για την εγκατάσταση των αφαλατώσεων διαφέρει ανάλογα με την επιθυμητή ημερήσια παραγωγή νερού για το πληθυσμό ενός οικισμού. Η περιβαλλοντική αξία της χρήσης γης διαφοροποιείται από μέρος σε μέρος και εξαρτάται από την πυκνότητα πληθυσμού και την ευαισθητοποίηση των πολιτών (Eínav, 2002).

Ενδεικτικά, για την εγκατάσταση αφαλάτωσης θαλασσινού νερού αντίστροφης ώσμωσης χρειάζεται μια περιοχή περίπου 10.000 τ.μ. για παραγωγή νερού 5.000-10.000 m³/ημέρα. Υπάρχει ένα σημαντικό δυσμενές αποτέλεσμα όσον αφορά την αισθητική του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού των κτηρίων που χρησιμοποιούνται σε αυτό το είδος οικοδόμησης. Μία από τις λύσεις για την ελαχιστοποίηση της χρήσης παράκτιων εδαφών για τη κατασκευή εγκαταστάσεων αφαλάτωσης είναι οικοδόμηση των μονάδων εσωτερικά, μακριά από την ακτογραμμή (Νυδρέος-Σακουέλος, 2010). Αυτό όμως εισάγει το πρόβλημα της χρήσης αγωγών για τη μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων θαλασσινού νερού και άλμης, με τον κίνδυνο ρύπανσης του υπόγειου υδροφόρου στρώματος από μια πιθανή διαρροή (Eínav, 2002).

4.4 Αντίκτυπο στο υπόγειο υδροφόρο στρώμα

Εάν η τοποθέτηση του δικτύου αγωγών τροφοδοσίας για την μεταφορά θαλασσινού νερού εγκατασταθεί πάνω από ένα υδροφόρο στρώμα, τότε θέτουν σε κίνδυνο τα

υπόγεια νερά καθώς μία πιθανή διαρροή θα έχει ως αποτέλεσμα τη διείσδυση του αλμυρού νερού στο υπόγειο υδροφόρο στρώμα θέτοντάς το σε κίνδυνο.

Επομένως, η τοποθέτηση των αγωγών νερού τροφοδοσίας και άλμης θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο και να χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες τεχνικές στεγάνωσης και συστήματος ανίχνευσης, έτσι ώστε σε περίπτωση διαρροών δυσλειτουργίας να τίθεται εκτός λειτουργίας το σύστημα άντλησης. (Νυδρέος-Σακουέλος, 2010).

Είναι λογικό ότι η προτιμώμενη θέση για μια μονάδα αφαλάτωσης είναι εκείνη η περιοχή όπου η πιθανότητα να επηρεάσει δυσμενώς τον υπόγειο υδροφορέα είναι χαμηλή (Einav, 2002) (Younos, 2008).

4.5 Αντίκτυπος του θορύβου

Για την ανάκτηση στις εγκαταστάσεις αφαλάτωσης χρησιμοποιούνται αντλίες υψηλής πίεσης και στροβίλων, οι οποίες παράγουν θόρυβο. Επομένως, είναι αναγκαία η εγκατάστασή τους μακριά από κατοικημένες περιοχές και να εξοπλίζονται με κατάλληλες τεχνολογίες για το περιορισμό της έντασης του θορύβου. (Νυδρέος-Σακουέλος, 2010).

Για την αποφυγή των παραπάνω επιπτώσεων στο περιβάλλον σημαντικό ρόλο παίζει η πρόγνωση και η έρευνα όλων των μεθόδων αφαλάτωσης με σκοπό την εξακρίβωση και τη λήψη σημαντικών αποφάσεων που απαιτούνται προκειμένου να αξιολογηθούν ανάλογα οι επιπτώσεις των μονάδων αφαλάτωσης το θαλάσσιο περιβάλλον και όχι μόνο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη διεξαγωγή συγκεκριμένων τρόπων και ειδικών έργων εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΕΠΕ). Σε κάθε περίπτωση είναι αισιόδοξο το γεγονός ότι με την πάροδο των χρόνων αναπτύσσονται νέες τεχνικές όπως η χρήση ενημερωμένων συστημάτων διήθησης τα οποία ενσωματώνονται για τη μείωση του αντίκτυπου της διαδικασίας αφαλάτωσης.

Κεφάλαιο 5. Σύγκριση Μεθόδων Ύδρευσης στα Νησιά

Στο Κεφάλαιο αυτό θα γίνει σύγκριση των δύο εναλλακτικών τρόπων παροχής πόσιμου νερού στα νησιά: α) μεταφορά και β) επεξεργασία με εγκατάσταση αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης.

Θα χρησιμοποιηθούν τα πληθυσμιακά στοιχεία από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (τελευταία απογραφή του 2011) για να υπολογιστούν οι καταναλώσεις, λαμβάνοντας υπόψη την αύξηση της κατανάλωσης τους θερινούς μήνες, η οποία μπορεί ακόμα και να δεκαπλασιαστεί σε κάποιες περιπτώσεις, για να καλυφθούν οι ανάγκες των επισκεπτών.

Θα αξιολογηθούν 4 (τέσσερα) νησιά με διαφορετικά χαρακτηριστικά όσον αφορά τον πληθυσμό, την έκτασή τους και την απόσταση από το λιμάνι μεταφοράς νερού. Όπως θα δούμε στη συνέχεια, τα νησιά που παρουσιάζουν ανάγκη υδροδότησης και χαρακτηρίζονται ως άνυδρα ανήκουν στις Νομαρχίες Κυκλάδων και Δωδεκανήσου χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν πραγματοποιούνται μεταφορές νερού και σε άλλα νησιωτικά συμπλέγματα όπως π.χ. στα νησιά του Σαρωνικού. Στα νησιά αυτά όμως, λόγω της μικρής απόστασής τους από την ηπειρωτική χώρα, το κόστος μεταφοράς νερού είναι αρκετά χαμηλό και δεν έχει νόημα να εξεταστεί το ενδεχόμενο εγκατάστασης μονάδας αφαλάτωσης (εκτός φυσικά από την περίπτωση που η μεταφορά νερού είναι αδύνατη λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών) καθώς ο κύριος σκοπός μίας τέτοιας ενέργειας είναι ουσιαστικά η μείωση του κόστους της κατανάλωσης πόσιμου νερού. Όσον αφορά τα νησιά του βορείου Αιγαίου είναι πλήρως αυτόνομα χρησιμοποιώντας κυρίως γεωτρήσεις για να καλύψουν τις ανάγκες τους.

Τα νησιά που θα αξιολογηθούν είναι:

- Σίκινος
- Ανάφη
- Σχοινούσα
- Κουφονήσια

5.1 Ο Ελληνικός νησιωτικός χώρος του Αιγαίου πελάγους



Εικόνα 3: Ο Ελληνικός νησιωτικός χώρος του Αιγαίου
Πηγή: (Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, 2012)

**Πίνακας 12: Νησιά Αιγαίου Πελάγους (Έκταση, πληθυσμός, απόσταση από πλησιέστερο σημείο
προμήθειας νερού)**

Πηγή: (Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, 2012)

Νησί	Έκταση (τ.χλμ)	Πραγματικός πληθυσμός (2011)	Απόσταση από σημείο προμήθειας (χλμ.) *	Σημείο προμήθειας νερού
Αγαθονήσι	13,42	186	186,61	Ρόδος
Άγιος Ευστράτιος	43,33	249		Αυτόνομο
Άγιος Μηνάς (Φούρνοι)	2,34	2		Φούρνοι
Αμοργός	121,46	1.950	219,11	Λαύριο
Ανάφη	38,64	294	219,87	Λαύριο
Άνδρος	379,21	9.128	63,26	Λαύριο
Αντίπαρος	35,09	1.196		Αυτόνομο
Αστυπάλαια	96,42	1.270	202,07	Ρόδος
Δονούσα	13,65	167	185,23	Λαύριο
Ηρακλειά	18,08	141	180,46	Λαύριο
Θήρα	76,19	17.752	197,61	Λαύριο
Θηρασιά	9,25	322		Θήρα
Θύμαινα (Φούρνοι)	10,07	142		Φούρνοι
Ικαρία	255,32	8.431	200,78	Λαύριο
Ίος	108,70	2.030	157,17	Λαύριο
Κάλυμνος	110,58	15.863	302,15	Ρόδος
Κάρπαθος	300,15	6.748	112,03	Ρόδος
Κάσος	66,42	1.070	153,69	Ρόδος
Καστελλόριζο (ή Μεγίστη)	9,11	496	139,72	Ρόδος
Κέας	131,69	2.472	30,68	Αυτόνομο/Λαύριο
Κίμωλος	37,43	901	115,71	Λαύριο
Κουφονήσια (2 νησιά)	26,00	391	180,28	Λαύριο
Κύθνος	99,43	1.436	48,18	Λαύριο
Κως	287,61	43.388		Αυτόνομο
Λειψοί	15,84	784	249,73	Ρόδος
Λέρος	54,05	7.925	220,89	Ρόδος
Λέσβος	1636,00	86.312		Αυτόνομο
Λήμνος	476,29	16.743		Αυτόνομο
Μήλος	151,00	4.966	118,33	Λαύριο
Μύκονος	86,13	14.189	127,25	Λαύριο
Νάξος	429,79	18.340	151,16	Λαύριο
Νίσυρος	41,26	1.003	155,17	Ρόδος
Οινούσες	14,38	796		Χίος
Πάρος	196,31	13.694	127,28	Λαύριο
Πάτμος	34,14	3.477	258,34	Λαύριο

Νησί	Έκταση (τ.χλμ)	Πραγματικός πληθυσμός (2011)	Απόσταση από σημείο προμήθειας (χλμ.) *	Σημείο προμήθειας νερού
Ρόδος	1401,46	152.538		Αυτόνομο
Σάμος	477,94	33.339		Αυτόνομο
Σέριφος	75,21	1.378	90,31	Λαύριο
Σίκινος	41,68	270	161,95	Λαύριο
Σίφνος	73,94	2.543	100,61	Λαύριο
Σύμη	57,87	3.070	93,85	Ρόδος
Σύρος	84,07	21.475	103,17	Λαύριο
Σχοινούσα	8,14	227	187,66	Λαύριο
Τήλος	61,49	829	127,57	Ρόδος
Τήνος	194,59	8.699	111,76	Λαύριο
Φολέγανδρος	32,38	787	149,09	Λαύριο
Φούρνοι	30,50	1.199	281,40	Ρόδος
Χάλκη	26,99	702	92,27	Ρόδος
Χίος	842,80	51.269		Αυτόνομο
Ψαρά	40,47	412		Αυτόνομο

* Οι αποστάσεις υπολογίστηκαν με την on-line υπηρεσία που βρίσκεται στην ιστοθέση
http://www.apostaseis.gr/loc_ap/apostaseis-se-eftheia.asp

5.2 Κόστος μεταφοράς νερού στα νησιά του Αιγαίου Πελάγους

Τα νησιά που συνήθως αναφέρονται ως άνυδρα ανήκουν στις Νομαρχίες Κυκλάδων και Δωδεκανήσου. Στις Κυκλάδες υδροδοτούνται με πλωτά μέσα τα νησιά Αμοργός Κουφονήσια Κίμωλος Ηρακλεία Σχοινούσα Φολέγανδρος Τήνος Σίκινος Θηρασία και Δονούσα με προμήθεια νερού από το δίκτυο της Ε.ΥΔ.Α.Π. στην Αττική. Στα Δωδεκάνησα υδροδοτούνται με πλωτά μέσα τα νησιά Αγαθονήσι Λειψοί Μεγίστη Νίσυρος Πάτμος Σύμη Χάλκη Παληόνησος Πλάτυ Φαρμακονήσια Γρίγος Αρκοί Μαραθί Ψέριμος και Λέρος με προμήθεια νερού από τις Νομαρχιακές γεωτρήσεις της περιοχής Καλάθου Ρόδου ή σε περίπτωση αντίξοων συνθηκών από τη ΔΕΥΑ Ρόδου. (Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, 2012)

Η Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής έχει από το 1997 την ευθύνη της χρηματοδότησης του έργου της μεταφοράς νερού με υδροφόρα πλοία για κάλυψη των αναγκών των άνυδρων νησιών του χώρου ευθύνης του. Από το θέρος του 2005 έχει και την ευθύνη υλοποίησης του έργου και για την αντιμετώπιση του προβλήματος

διαθέτει κάθε χρόνο σημαντικές πιστώσεις που αφορούν τόσο τη μεταφορά νερού στα
άνυδρα νησιά όσο και τη χρηματοδότηση μελετών και έργων. (Γενική Γραμματεία
Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, 2012)

Από τον παρακάτω Πίνακα προκύπτει ότι οι μεταφερόμενες κατ' έτος ποσότητες
πόσιμου νερού βαίνουν αυξανόμενες γεγονός που φαίνεται να οφείλεται στην αύξηση
των καταναλώσεων. Αυτό συνεπάγεται και την αντίστοιχη αύξηση του κόστους που
απαιτείται για τη μεταφορά το οποίο καλύπτεται αποκλειστικά από πιστώσεις του ΠΔΕ
(Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων) της Γενικής Γραμματείας Αιγαίου και
Νησιωτικής Πολιτικής. (Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, 2012)

**Πίνακας 13: Συγκεντρωτικός πίνακας δαπανών και μεταφερόμενων ποσοτήτων νερού ανά έτος
στις Ν.Α. Κυκλάδων & Δωδεκανήσου**

Πηγή: (Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, 2012)

ΕΤΟΣ	Ποσότητες (m ³)	Δαπάνες € (με ΦΠΑ)	Δαπάνη ανά m ³
Ν.Α. ΚΥΚΛΑΔΩΝ			
2002	329.343	2.561.278	7,78
2003	336.777	2.772.718	8,23
2004	338.812	2.787.235	8,23
2005	464.562	4.006.916	8,63
2006	567.719	4.677.686	8,24
2007	697.117	5.802.509	8,32
2008	687.731	5.721.921	8,32
2009	429.075	3.569.904	8,32
2010*	263.241	2.590.291	9,84
Σύνολα	4.114.377	34.490.462	
Ν.Α. ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ			
2002	617.745	3.109.358	5,03
2003	605.019	3.214.680	5,31
2004	759.737	4.034.203	5,31
2005	969.676	5.082.935	5,24
2006	1.005.338	4.905.044	4,88
2007	1.101.628	5.403.900	4,91
2008	1.141.724	5.765.706	5,05
2009	826.910	4.175.895	5,05
2010*	340.426	3.349.791	9,84

Σύνολα	7.368.203	39.041.516	
ΣΥΝΟΛΑ			
2002	947.088	5.670.637	
2003	941.796	5.987.398	
2004	1.098.549	6.821.438	
2005	1.434.238	9.089.852	
2006	1.573.057	9.582.730	
2007	1.798.745	11.206.409	
2008	1.829.455	11.487.628	
2009	1.255.985	7.745.799	
2010*	603.667	5.940.083	
Σύνολα	10.878.913	73.531.978	

* περιλαμβάνει περίοδο από 1-1-2010 μέχρι 30-09-2010

Παρατήρηση: Στις δαπάνες της Ν.Α. Κυκλάδων περιλαμβάνεται και η δαπάνη προμήθειας νερού από την ΕΥΔΑΠ καθώς και οι επισκευές μικροβλαβών στις παροχές της ΕΥΔΑΠ ποσά που πληρώνονται αυτοτελώς από το ΓΓΑΝΠ. (Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, 2012)

Για το Έτος 2014 η τιμή του μεταφερόμενου νερού κυμαινόταν στα 10,5 €/m³ για τα νησιά του Αιγαίου και στα 2,0 €/m³ για τα νησιά του Σαρωνικού. Για το έτος 2015 οι τιμές παρέμειναν ίδιες ενώ μειώθηκαν οι ποσότητες του μεταφερόμενου νερού. (Τζεν, 2015)

Παρατηρούμε ότι από το έτος 2010 το κόστος μεταφοράς νερού έχει διπλασιαστεί (για τα Δωδεκάνησα) και συνεχίζει να αυξάνεται, ιδιαίτερα κατά την περίοδο ενεργειακής κρίσης που διανύουμε.

Αναλυτικά:

Πίνακας 14: Μεταφερόμενες ποσότητες νερού ανά έτος σε νησιά των Κυκλάδων

Πηγή: (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Έτος	ΚΥΚΛΑΔΕΣ - Μεταφερόμενες ποσότητες (m ³ /έτος)											
	Αμοργός	Κουφονήσι	Κίμωλος	Ηρακλεία	Σχοινούσα	Φολέγανδρος	Τήνος	Σίκινος	Θηρασία	Λαονούσα	Μηλος	Σύρος (Ποσειδωνία)
1997	23.785	25.435	16.270	5.190	8.955	6.890						
1998	21.130	28.190	17.990	6.250	11.910	5.580						
1999	23.720	26.320	16.375	7.745	3.430	10.170						
2000	13.570	28.351	22.938	9.110	11.340	12.730	37.531	10.000				
2001	19.150	28.648	29.983	10.940	13.640	15.770	36.837	14.550	7.200	300	26.774	0
2002	9.675	31.065	23.275	11.596	23.730	25.116	1.900	10.676	3.220	0	189.090	ο
2003	8.164	31.907	23.139	9.855	25.345	35.695	0	12.020	6.170	0	184.482	0
2004	9.050	39.600	27.922	14.408	31.846	36.270	0	10.748	9.168	0	159.800	0
2005	15.856	46.641	32.489	14.836	26.896	40.259	25.135	18.159	11.513	0	232.778	0
2006	25.024	44.983	39.949	16.818	31.047	60.153	14.571	17.084	12.729	0	298.040	7.321
2007	41.537	48.700	53.880	18.621	38.563	66.728	36.649	29.278	14.990	1.200	346.971	0
2008	42.542	51.270	71.201	18.598	50.007	79.248	75.638	41.285	16.013	10.262	231.667	0
2009	53.838	53.719	57.287	18.850	38.289	87.062	49.222	38.496	19.445	12.867	0	0
2010	43.747	49.372	46.488	16.190	28.766	56.510	13.067	20.920	16.408	15.383	0	0
2011	35.806	51.614	46.602	16.839	27.054	58.340	0	15.036	17.712	11.781	0	0
2012	44.822	53.101	48.107	17.245	17.394	53.594	0	0	4.022	8.296	0	0
2013	47.618	56.461	52.027	17.298	35.309	0	0	0	0	12.602	0	0
2014	33.936	51.117	55.340	14.714	19.938	2.000	0	0	3.291	10.386	0	0

Πίνακας 15: Μεταφερόμενες ποσότητες νερού ανά έτος σε νησιά των Δωδεκανήσων

Πηγή: (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015)

Έτος	ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΑ - Μεταφερόμενες ποσότητες (m ³ /έτος)													
	Αγαθονήσι	Λειψοί	Μεγίστη	Νίσυρος	Πάτμος	Σύμη	Χάλκη	Παληρόνησος	Ψέριμος	Λέβιθα	Λέρος	Καλόλιμνος	Κάλυμνος (Πλατύ)	Φαρμακονήσι
1996	4.070	11.046	17.196	30.592	71.468	158.742	33.212	210	460	0	0	200	200	200
1997	3.030	26.500	24.850	40.035	86.420	177.650	43.120	200	490	0	0	0	0	0
1998	6.202	32.094	36.856	44.778	106.178	201.512	56.654	250	270	0	0	0	0	200
1999	7.288	28.124	42.738	52.394	129.594	154.034	47.283	400	0	0	0	0	0	0
2000	9.866	35.986	44.088	80.108	164.366	176.691	42.937	650	520	0	0	0	0	0
2001	11.368	56.746	54.244	88.338	212.791	147.511	46.999	800	2.400	0	0	0	100	0
2002	11.620	43.558	60.188	18.016	250.174	175.607	56.262	900	1.420	0	0	0	0	0
2003	11.000	34.304	62.042	21.216	220.174	206.076	48.507	800	650	250	0	0	0	0
2004	12.120	41.672	58.934	22.766	249.325	277.140	53.180	900	1.300	250	42.150	0	0	0
2005	13.195	28.823	61.066	25.351	278.991	388.029	62.186	750	400	0	110.585	300	0	0
2006	21.896	33.907	71.489	25.749	258.172	457.142	67.833	570	650	430	67.500	0	0	0
2007	16.957	52.987	65.765	56.730	194.285	565.851	72.943	546	3.037	200	72.207	120	0	0
2008	18.835	58.019	74.653	50.175	213.960	566.301	76.975	1.323	1.811	420	79.120	132	0	0
2009	18.889	50.298	67.739	50.117	167.955	328.227	65.490	561	100	200	76.634	0	0	0
2010	15.680	55.992	37.688	35.640	119.936	40.771	54.381	735		505	52.581	0	0	0
2011	13.060	53.934	15.444	0	74.226	31.979	48.555	415			51.272	0	0	0
2012	13.038	69.669	24.647	0	63.549	20.539	47.711	0	0	0	26.011	0	0	0
2013	9.658	53.707	36.347	0	81.674	8.512	48.560	0	519	214	13.409	0	0	883
2014	13.710	16.641	23.992	0	68.654	17.175	2.816	0	498	418	12.592	0	0	605

5.3 Κόστος αφαλάτωσης

Το κόστος των εγκαταστάσεων αφαλάτωσης επιμερίζεται στις παρακάτω βασικές κατηγορίες, το **Κόστος Αρχικής Επένδυσης** και το **Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης**: (Κάραλης, 2011), (Δεληγιάννη, 1995)

Το **Κόστος Αρχικής Επένδυσης**, το οποίο περιλαμβάνει τα κόστη μελέτης, αδειοδότησης, κατασκευής, προμηθειών και δανειοδότησης της εγκατάστασης. Από αυτά τα κόστη, το κόστος κατασκευής αποτελεί το 50-80% της αρχικής επένδυσης και περιλαμβάνει τα κόστη προμήθειας, κατασκευής και εγκατάστασης των συστημάτων αφαλάτωσης και επεξεργασίας νερού και είναι συνάρτηση του μεγέθους της εγκατάστασης. Το υπόλοιπο 20-50% αφορά τα διαδικαστικά κόστη μελέτης, σχεδιασμού, αδειοδότησης, δανείων αλλά και τα «απρόβλεπτα». (Κάραλης, 2011), (Δεληγιάννη, 1995)

Το **Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης**, το οποίο αφορά τις ενεργειακές δαπάνες που απαιτούνται για τη λειτουργία της εγκατάστασης, το κόστος του προσωπικού, τα αναλώσιμα και ανταλλακτικά κ.ά. Το κόστος αυτό επιμερίζεται στο σταθερό κόστος και στο μεταβλητό. Στο σταθερό κόστος περιλαμβάνονται οι δαπάνες που δεν εξαρτώνται από την ποσότητα του παραγόμενου νερού, όπως: τα εργατικά, η συντήρηση του εξοπλισμού και ο τεχνικός έλεγχος, τα έξοδα περιβαλλοντικής προστασίας, το κόστος ασφάλισης και διοίκησης. Οι δαπάνες αυτές αποτελούν το 15-50% του συνολικού κόστους λειτουργίας και συντήρησης. Στο μεταβλητό κόστος περιλαμβάνονται οι δαπάνες που εξαρτώνται από την ποσότητα του παραγόμενου νερού, όπως: η ενέργεια που καταναλώνεται (το κόστος της οποίας συχνά αγγίζει το 60% του μεταβλητού κόστους λειτουργίας και συντήρησης), η χημική επεξεργασία, η φθορά των ανταλλακτικών η απομάκρυνση της άλμης κ.ά. Οι δαπάνες αυτές αποτελούν το 50-85% του συνολικού κόστους λειτουργίας και συντήρησης. (Κάραλης, 2011)

Το κόστος παραγόμενου νερού, το οποίο εξαρτάται από την αλατότητα (υφάλμυρο ή θαλασσινό), την ενεργειακή τεχνολογία και το δυναμικό ΑΠΕ της περιοχής, τη δυναμικότητα της μονάδας και τα τοπικά χαρακτηριστικά (όπως κόστος χρήσης γης, εργατικό κόστος, υδροληψία) όπως φαίνεται στους παρακάτω πίνακες. (Κάραλης, 2011)

Πίνακας 16: Κόστος παραγόμενου νερού ανάλογα με τον τύπο νερού και τη δυναμικότητα της αφαλάτωσης

Πηγή: (Μανωλάκος, 2009), (Κάραλης, 2011)

Τύπος Νερού	Δυναμικότητα μονάδας αφαλάτωσης (m ³ /d)	Κόστος (€/m ³)
Υφάλμυρο	<1.000	0,63 – 1,06
	5.000 - 60.000	0,21 – 0,43
Θαλασσινό	<1.000	1,78 – 9,00
	1.000 - 5.000	0,56 – 3,15
	12.000 – 60.000	0,35 – 1,30
	> 60.000	0,40 – 0,80

Πίνακας 17: Κόστος παραγόμενου νερού ανάλογα με τον τύπο νερού και την πηγή ενέργειας

Πηγή: (Μανωλάκος, 2009), (Κάραλης, 2011)

Τύπος Νερού	Πηγή ενέργειας	Κόστος (€/m ³)
Υφάλμυρο	Συμβατική	0,21 – 1,06
	Φ/Β	4,5 – 10,32
Θαλασσινό	Γεωθερμία	2,00
	Συμβατική	0,35 – 2,70
	Άνεμος	1,00 – 5,00
	Φ/Β	3,14 – 9,00

Πίνακας 18: Σύγκριση των μεθόδων αφαλάτωσης

Πηγή: (Κάραλης, 2011)

Μέθοδος	Νερό τροφοδοσίας	Μορφή Ενέργειας	Παραγωγή Προϊόντος (m ³ /ημέρα)	Τύπος Ενέργειας	Κατανάλωση Ενέργειας	Κόστος Εγκατάστασης €/m ³ /ημέρα)
MSF	Θαλασσινό	Θερμική	1.000-60.000	Θερμική/Ηλεκτρική	290kJ/kg 4-6KWh/m ³	1.000-2.000
MED	Θαλασσινό	Θερμική	500-20.000	Θερμική/Ηλεκτρική	270kJ/kg 2,5-3 KWh/m ³	850 - 1.750
VC	Θαλασσινό	Ηλεκτρική	25-2.500	Ηλεκτρική	8-15 KWh/m ³	1.000 - 2.350
SWRO	Θαλασσινό	Ηλεκτρική	0,4- >70.000	Ηλεκτρική	<5KWh/m ³ <3KWh/m ³ με ανάκτηση ενέργειας	650 - 4.400
BWRO	Υφάλμυρο	Ηλεκτρική	2,5- >50.000	Ηλεκτρική	0,5-3 KWh/m ³	300 - 2.000
ED	Υφάλμυρο	Ηλεκτρική	15-50.000	Ηλεκτρική	1,5-4 KWh/m ³	1.000 - 5.000

5.3.1 Υπολογισμός κόστους λειτουργίας μονάδας αφαλάτωσης

Σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές οδηγίες ο υπολογισμός του συνολικού κόστους του παραγόμενου νερού είναι συνάρτηση όλων των επιμέρους κόστη, δηλαδή χρηματοοικονομικό, περιβαλλοντικό και κόστος πόρου. (Μπούτσικου, 2019)

❖ Στο χρηματοοικονομικό κόστος περιλαμβάνεται:

- το κόστος κεφαλαίου, δηλαδή το κόστος της αρχικής επένδυσης,
- το λειτουργικό κόστος, που αφορά το κόστος για τη σωστή λειτουργία του (π.χ. ηλεκτρική ενέργεια, αναλώσιμα υλικά και εργασία),
- το κόστος συντήρησης, δηλαδή τις δαπάνες για ανταλλακτικά, έκτακτες εργασίες,
- το κόστος διοικητικού και τεχνικού προσωπικού,
- το κόστος διοίκησης και άλλα κόστη (π.χ. κόστος γραφείων κ.λπ.).

Εκτός από το κόστος κεφαλαίου οι υπόλοιπες δαπάνες διακρίνονται σε σταθερές και μεταβλητές. Οι σταθερές δαπάνες περιλαμβάνουν τα ασφάλιστρα και τα έξοδα χρεολυσίων. Οι μεταβλητές δαπάνες συμπεριλαμβάνουν το κόστος εργασίας, ενέργειας, αναλώσιμων (χημικών ουσιών και αντιδραστηρίων) και συντήρησης. (Μπούτσικου, 2019)

❖ Στο περιβαλλοντικό κόστος συμπεριλαμβάνονται όλα τα κόστη που απαιτούνται ώστε να μην υπάρχει περιβαλλοντική επιβάρυνση, αφορούν δε τόσο την αρχική επένδυση όσο και τα λειτουργικά έξοδα.

❖ Κόστος πόρου (Διαθεσιμότητας)

Αποτελεί ένα ευρύτερο ζήτημα που ο ποσοτικός του προσδιορισμός του οποίου εξαρτάται από ένα σύνολο κοινωνικοοικονομικών και πολιτικών συνθηκών. Συνήθως εξειδικεύεται και αποτελεί ειδικό κεφάλαιο στη χρηματοοικονομική ανάλυση της επένδυσης. Το Κόστος Πόρου εκτιμάται σε επίπεδο υδατικού συστήματος (ΥΣ) ή ανά ομάδα ΥΣ και προκύπτει από τον προσδιορισμό του κόστους των Συμπληρωματικών Μέτρων του Προγράμματος Μέτρων του Σχεδίου Διαχείρισης. Κόστος Πόρου προκύπτει όταν υφίσταται έστω και μία από τις ακόλουθες συνθήκες στη ΛΑΠ:

- υπόγεια ΥΣ με “Κακή” ποσοτική κατάσταση,

- ελλιπής κάλυψη των αναγκών νερού των κύριων ανθρωπογενών χρήσεων, ιδικά όταν αυτή δεν οφείλεται σε σπατάλη των υδατικών πόρων, αλλά σε κακή διαχείρισή τους.

Σύμφωνα με το ΣΔΛΑΠ νήσων Αιγαίου, «το Κόστος Πόρου σε επίπεδο ΥΔ ανέρχεται σε 400 χιλ. €. Το σύνολο του Κόστους Πόρου αποδίδεται στη ΛΑΠ Κυκλάδων (EL1437). Το μοναδιαίο ετήσιο κόστος Πόρου σε επίπεδο ΥΔ εκτιμάται σε 0,0014 €/m³. Για τις υπόλοιπες ΛΑΠ δεν υφίσταται Κόστος Πόρου». (Μπούτσικου, 2019)

Πίνακας 19: Κόστος λειτουργίας μονάδων αφαλάτωσης στην Ελλάδα (2013)
Δυνατότητες Παραγωγής Πόσιμου Νερού με Τεχνολογίες Αφαλάτωσης στην Ελλάδα, ΕΥΔΑΠ:
τεύχος 73, 2015)
Πηγή: (Μπούτσικου, 2019)

Τοποθεσία και (αριθμός μονάδων)	Έτος κατασκευής	Τύπος	Δυναμικότητα (m ³ /ημ.)	Λειτουργικό κόστος (€)*
Γάζι, Ηρακλείου (1)	2014	RO & UF	2400	0,24
Ερμούπολη, Σύρου (9)	1992-2007	RO (PD)	4700	1,50 - 2,10
Ποσειδωνία, Σύρου (3)	2000 - 2006	RO	1000	0,70
Βάρη, Σύρου (2)	2003 - 2006	RO	750	0,70
Γαλησσάς, Σύρου (2)	2007	RO	1000	0,70
Κίτι, Σύρου (2)	2000 - 2007	RO	750	0,70
Νάξος και μικρές Κυκλάδες (4)	2004 - 2014	RO	1250	0,70
Μύκονος (3)	2001 - 2014	RO	9.000	1,50
Πάρος (2)	2001 / 2015	RO, υφ./ PO	1200 / 2400	0,50 / 0,50
Τήνος (2)	2001 - 2005	RO	1000	0,70
Σαντορίνη (3)	1994 - 2002	RO	700	1,50
Σίφνος	2002	RO, υφ.	500	2,20
Ομηρούπολη Χίου	2000 - 2009	RO, υφ.	5200	0,60
Νίσυρος (3)	2002-2012	RO	950	0,70
Ιθάκη (3)	1990 - 2007	RO	1320	0,80
Λέρος	2001	RO	200	0,50
Κέρκυρα (>20)		RO	100	0,50
Πάξοι (2)	2005	RO	500	0,60

* Τιμές κάτω του 1,00 € αναφέρονται προφανώς μόνο στην ενέργεια, τα χημικά και αλλαγή μεμβρανών

5.4 Υπολογισμός καταναλώσεων (εξισώσεις – παραδοχές)

Για να υπολογιστούν οι καταναλώσεις, αρχικά θα πρέπει να γίνει καθορισμός των χρήσεων νερού ως εξής:

- Οικιακή χρήση μονίμων κατοίκων
- Τουριστική χρήση (ξενοδοχειακές μονάδες, ενοικιαζόμενα δωμάτια)
- Βιομηχανική/Βιοτεχνική/εμπορική
- Δημόσια χρήση (π.χ. νοσοκομεία, δημόσιες εγκαταστάσεις, πότισμα πάρκων).
Οι χρήστες αυτοί καλούνται και ειδικοί καταναλωτές.
- Μη οικιακή γεωργική χρήση (π.χ. για μικρής έκτασης καλλιέργειες)
- Απώλειες

(Παναγούλια, 2006)

Η ολική κατανάλωση είναι το άθροισμα των παραπάνω καταναλώσεων δηλαδή:

$$Q_{ολ.} = Q_{οικ.} + Q_{τουρ.} + Q_{εμπ.} + Q_{δημ.} + Q_{γεωρ.} + Q_{απωλ.} \quad (1)$$

Θα γίνουν υπολογισμοί για τις εξής δύο (2) χρονικές περιόδους κατά τη διάρκεια του έτους:

α) Περίοδος 1 (ή θερινή περίοδος που περιλαμβάνει τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο)

β) Περίοδος 2 (που περιλαμβάνει τους υπόλοιπους μήνες του έτους)

Για την εκτίμηση των καταναλώσεων θα χρησιμοποιηθεί η μέση ημερήσια κατανάλωση ($Q_{ημ.μεγ.}$) η οποία είναι:

$$Q_{ημ.μεσ.} = q * E \quad (2)$$

Όπου:

q = μέση ειδική παροχή κατανάλωσης νερού, για την Περίοδο 1 θα θεωρήσουμε τυπική τιμή μέσης ειδικής παροχής κατανάλωσης νερού – οικιακή χρήση $q_1 = 250$ L/άτομο/ημέρα και για την Περίοδο 2, $q_2 = 150$ L/άτομο/ημέρα.

E = αριθμός κατοίκων

Θεωρούμε ότι ο πληθυσμός των νησιών κατά τους θερινούς μήνες μπορεί και να δεκαπλασιαστεί λόγω της προσέλευσης επισκεπτών (συγγενικά και φιλικά πρόσωπα) (Σαπουλίδης, 2011).

Όσον αφορά τις εμπορικές καταναλώσεις, κυμαίνονται στις παρακάτω τιμές:

Πίνακας 20: Τιμές εμπορικών καταναλώσεων

Πηγή: (Σιδηρόπουλος, 2016)

Τύπος εγκατάστασης	Κατανάλωση	Μονάδες
Γραφεία	20-50	L/ημέρα/υπάλληλο
Καταστήματα	20-30	L/ημέρα/υπάλληλο
Φούρνοι	150-450	L/ημέρα
Κρεοπωλεία	200-300	L/ημέρα
Κομμωτήρια	100-300	L/ημέρα
Γκαράζ	30-40	L/ημέρα/αυτοκίνητο
Καθαριστήρια	40-80	L/kg ρούχων
Ξενοδοχεία/Καταλύματα	100-150	L/ημέρα/κλίνη
Καφέ/Εστιατόρια	25-40	L/ημέρα/πελάτη

Τέλος, θα θεωρήσουμε την δημόσια χρήση ίση με το 20% της οικιακής και το ποσοστό των απωλειών ίσο με το 10% του συνόλου των καταναλώσεων.

5.5 Μελέτη περίπτωσης 1: Σίκινος

Έκταση: 41,68 τετρ. χλμ.

Μόνιμος πληθυσμός: 270 άτομα (πίνακας 8, ΕΛΣΤΑΤ 2011)

Απόσταση από Λαύριο: 161,95 χλμ. (πίνακας 12)



Εικόνα 4: Νήσος Σίκινος
Πηγή: (Εθνικό Κτηματολόγιο)

5.5.1 Γεωγραφικά – Διοικητικά στοιχεία

Η Σίκινος βρίσκεται μεταξύ των νήσων Φολέγανδρου και Ίου και σε απόσταση 14 και 10 μίλια αντίστοιχα. Από τον Πειραιά απέχει 102 μίλια. Πρωτεύουσα του νησιού είναι η ομώνυμος Σίκινος ή Κάστρο. Η επιφάνειά της εκτιμάται στα 41 τ.χλμ. ενώ έχει μήκος ακτών 40 χιλιόμετρα. Ο δε περίπλους της νήσου είναι 17 μίλια. Είναι το 15ο σε έκταση και το 19ο σε πληθυσμό νησί των Κυκλάδων με 273 κατοίκους. Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Καλλικράτης, ανήκει στην Περιφερειακή Ενότητα Θήρας και αποτελεί τον ενιαίο Δήμο Σικίνου. Το έδαφος είναι ορεινό, το νησί είναι φτωχό σε βλάστηση και στο νησί υπάρχει ένας οικισμός. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.5.2 Ανάγλυφο – Φυσικό Περιβάλλον

Η Σίκινος είναι συμπαγής και βραχώδης. Ελάχιστη από τη συνολική έκταση του νησιού είναι αξιοποιήσιμη για γεωργική χρήση κύρια σε αναβαθμίδες και πεζούλες με τοιχοποιία για προστασία από τον άνεμο. Υπάρχει η κλασική κυκλαδίτικη φρυγανώδης βλάστηση με αρωματικά φυτά που αναπτύσσεται στον κορμό του νησιού από τα ανατολικά έως τα δυτικά. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.5.3 Δημογραφικά στοιχεία και απασχόληση

Ο μόνιμος πληθυσμός ανέρχεται σε 270 κατοίκους σύμφωνα με τα στοιχεία απογραφής του 2011. Ο πληθυσμός παρουσίασε συνεχή μείωση μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 90 και στη συνέχεια μία σταθεροποίηση η οποία οφείλεται στην ανάπτυξη του τουρισμού. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Πίνακας 21: Διάρθρωση απασχόλησης πληθυσμού Σίκινου

Πηγή: (ΕΛΣΤΑΤ, 2001)

Σίκινος					
	Πρωτογενής	Δευτερογενής	Τριτογενής	Μη δυνάμενοι να καταταγούν	Σύνολο
Σίκινος	20	14	39	4	77
Σύνολο Ν. Κυκλάδων	5.234	12.083	24.793	4.074	46.184
Σύνολο Περιφέρειας	9.854	25.529	80.932	12.425	128.74
Σύνολο Ελλάδας	621.043	959.028	2.552.073	490.678	4.622.822

5.5.4 Υποδομές

5.5.4.1 Ύδρευσης - Άρδευσης

Για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών του οικισμού υπάρχουν στο νησί ενεργές 2 Δημοτικές γεωτρήσεις, μικρή μονάδα αφαλάτωσης 200 κ.μ./ημέρα και δεξαμενή συλλογής 400 κ.μ. Υπάρχουν και 2 ιδιωτικές γεωτρήσεις (Μάναλη & Δρόσου) και μία

πηγή στην περιοχή «Χριστό» Οι ανάγκες σε νερό στο νησί έχουν έλλειμμα και οποιαδήποτε προσπάθεια ανάπτυξης πρωτοβουλιών στον πρωτογενή τομέα θα πρέπει να συνδυαστεί με έργα υποδομής για την κάλυψή τους (μικρά φράγματα ανάσχεσης). (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.5.5 Οικονομικά Χαρακτηριστικά

5.5.5.1 Πρωτογενής Τομέας

Στη Σίκινο ο πρωτογενής τομέας είναι περιορισμένος, το έδαφός της είναι ορεινό και βραχώδες με μια ανοικτή στα πρηνή ρεματιά που καταλήγει στην θάλασσα στο λιμάνι του νησιού στα πρηνή της οποίας καλλιεργούνται ποτιστικά περιβόλια από πηγάδια και ένα δίκτυο 6 δημοτικών και ιδιωτικών γεωτρήσεων. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Στο εσωτερικό του νησιού υπάρχουν σημαντικές εκτάσεις με αναβαθμίδες που έχουν στην πλειοψηφία τους εγκαταλειφθεί. Στις αναβαθμίδες αυτές καλλιεργούνταν σιτηρά, κυρίως κριθάρι για σανό. Τα γεωργικά προϊόντα που μπορεί να βρει κανείς στη Σίκινο είναι πατάτες, ντομάτες, καρπούζια, πεπόνια, κηπευτικά, ελιές, φραγκόσυκα, σύκα, σταφύλια, λεμόνια. Η κτηνοτροφία στο νησί περιλαμβάνει την αιγοπροβατοτροφία και τη μελισσοκομία καθώς είναι προσαρμοσμένες στα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Τα λίγα προϊόντα που παράγονται είναι εξαιρετικής ποιότητας και οι μέθοδοι καλλιέργειάς τους πλησιάζουν τις βιολογικές. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.5.5.2 Φυτική Παραγωγή

Η γεωργική γη που δύναται να καλλιεργηθεί σήμερα είναι 580 στρέμματα. από τα οποία χαρακτηρίζονται αρδεύσιμα τα 80 στρέμματα. Οι περιοχές που χαρακτηρίζονται ως βοσκότοποι είναι 3500στρ. Ο βοσκότοπος αξιοποιείται από τη ζωική παραγωγή από τα λίγα κοπάδια αιγοπροβάτων που υπάρχουν στο νησί. Μεγάλη έκταση του νησιού είναι εκτάσεις που καλύπτονται από θαμνώδη και φρυγανώδη βλάστηση και οι οποίες αξιοποιούνται στη μελισσοκομία. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.5.6 Δευτερογενής Τομέας

Στη Σίκινο υπάρχει μικρό οινοποιείο δυναμικότητας 10 τόνων, που παράγει και εμφιαλώνει ερυθρό και λευκό κρασί. Η επιχείρηση συνδυάζει τη μονάδα παραγωγής με χώρο αναψυχής και γευσιγνωσία κρασιών. Υπάρχει επίσης μικρό ελαιοτριβείο δυναμικότητας 2 τόνων σε δωρη λειτουργία που συσκευάζει και εμφιαλώνει ποσότητα ελαιολάδου. Ένα αρτοποιείο και ένα κρεοπωλείο που υπάρχουν στο νησί συμπληρώνουν τις μονάδες μεταποίησης και βιοτεχνικές επιχειρήσεις που να σχετίζονται με προϊόντα του πρωτογενή τομέα. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.5.7 Τριτογενής Τομέας

Ο Τουρισμό κατέχει εξέχουσα θέση και στα εισοδήματα και στην απασχόληση. Τα περισσότερα νοικοκυριά στο νησί ασχολούνται με τον Τουρισμό ή με καταλύματα ή με χώρους εστίασης ή με εμπορικά και τουριστικά καταστήματα.

Τουρισμός

Η τουριστική υποδομή είναι αναπτυγμένη στη Χώρα και το λιμάνι την Αλοπρόνοια όπου βρίσκονται τα περισσότερα τουριστικά καταλύματα (ξενοδοχεία, ξενώνες, ενοικιαζόμενα δωμάτια κ.λπ.), ταβέρνες και άλλα καταστήματα που εξυπηρετούν τους τουρίστες. Στο νησί δραστηριοποιούνται 16 επιχειρήσεις εστίαση, καφέ-μπαρ σύμφωνα με τα στοιχεία του Επιμελητηρίου Κυκλάδων (Επιμελητήριο Κυκλάδων, 2022).

5.5.8 Υπολογισμός καταναλώσεων

Στην περίπτωση της Σίκινου θα αγνοήσουμε τη γεωργική χρήση, καθώς οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις είναι ελάχιστες και αυτές καλύπτονται αρδευτικά από πηγάδια και ένα μικρό δίκτυο ιδιωτικών και δημόσιων γεωτρήσεων (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2010).

Ο πληθυσμός του νησιού σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ (2011) και τον πίνακα 12 είναι 270 άτομα.

Οι επιχειρήσεις που λειτουργούν στο νησί ανά κατηγορία σύμφωνα με το Επιμελητήριο
Κυκλάδων είναι:

Πίνακας 22: Επιχειρήσεις νήσου Σίκινου

Πηγή: (Επιμελητήριο Κυκλάδων, 2022)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρήσεων
Καφέ / Εστιατόρια	16
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	15
Φούρνοι	1
Γραφεία	9
Καταστήματα	6
Καθαριστήρια	3
Σύνολο	50

Για την ανάγκη των υπολογισμών και σύμφωνα με τον πίνακα 20, θα κάνουμε τις
εξής παραδοχές:

Πίνακας 23: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 1 στη νήσο Σίκινο

(αναλύονται στη συνέχεια)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρ.	Ποσότη.	Κατανάλ.	Μονάδες
Καφέ / Εστιατόρια	16	80 πελ.	40	L/ημέρα/πελάτη
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	15	210 κλ.	150	L/ημέρα/κλίνη
Φούρνοι	1		450	L/ημέρα
Γραφεία	9	2 υπάλ.	50	L/ημέρα/υπάλ.
Καταστήματα	6	2 υπάλ.	30	L/ημέρα/υπάλ.
Καθαριστήρια	3	100 kg	80	L/kg ρούχ./ημέρα

Πίνακας 24: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 2 στη νήσο Σίκινο

(αναλύονται στη συνέχεια)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρ.	Ποσότη.	Κατανάλ.	Μονάδες
Καφέ / Εστιατόρια	16	10 πελ.	25	L/ημέρα/πελάτη
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	15	10 κλ.	100	L/ημέρα/κλίνη
Φούρνοι	1		150	L/ημέρα
Γραφεία	9	1 υπάλ.	20	L/ημέρα/υπάλ.
Καταστήματα	6	1 υπάλ.	20	L/ημέρα/υπάλ.
Καθαριστήρια	3	10 kg	40	L/kg ρούχ./ημέρα

Αναλυτικά, σύμφωνα με τις εξισώσεις και παραδοχές του κεφαλαίου 5.4 έχουμε:

Περίοδος 1:

$$Q_{ολ.π1} = Q_{οικ.π1} + Q_{τουρ.π1} + Q_{εμπ.π1} + Q_{δημ.π1} + Q_{απωλ.π1}$$

Οικιακή χρήση:

$$Q_{οικ.π1} = 250 \text{ L/κατ./ημέρα} * 2.700 \text{ κάτ.} = 675.000 \text{ L/ημέρα} = 675m^3/\text{ημέρα}$$

Τουριστική χρήση:

Στο νησί λειτουργούν 15 επιχειρήσεις οι οποίες προσφέρουν υπηρεσίες ενοικίασης επιπλωμένων δωματίων και θεωρούμε ότι κάθε μία από αυτές διαθέτει ένα μέγιστο αριθμό επτά (7) δίκλινων δωματίων.

Επομένως θεωρούμε ότι ο μέγιστος αριθμός κλινών που διαθέτει το νησί είναι:

$$15 \text{ επιχ.} * 7 \text{ δωμ.} * 2 \text{ κλ.} = 210 \text{ κλίνες (πίνακας 23).}$$

Θεωρώντας ότι κατά την περίοδο 1 (θερινή) υπάρχει πληρότητα, η κατανάλωση της περιόδου αυτής είναι:

$$Q_{τουρ.π1} = 150 \text{ L/κλ./ημέρα} * 210 \text{ κλ.} = 31.500 \text{ L/ημέρα.} = 31,5m^3/\text{ημέρα}$$

Εμπορική χρήση:

Σύμφωνα με τον πίνακα 23 έχουμε:

$$Q_{καφέ/εστ.π1} = 16 \text{ επιχ.} * 80 \text{ πελ.} * 40 \text{ L/ημέρα/πελάτη} = 51.200 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{καφέ/εστ.π1} = 51,2m^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{φουρ.π1} = 1 \text{ επιχ.} * 450 \text{ L/ημέρα} = 450 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{φουρ.π1} = 0,45m^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{γραφ.π1} = 9 \text{ επιχ.} * 2 \text{ υπάλ.} * 50 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 900 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{γραφ.π1} = 0,9m^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{κατας.π1} = 6 \text{ κατασ.} * 2 \text{ υπάλ.} * 30 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 360 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{κατας.π1} = 0,36m^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{καθαρ.π1} = 3 \text{ καθαρ.} * 100 \text{ kg} * 80 \text{ L/kg/ημέρα.} = 24.000 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{καθαρ.π1} = 24,0m^3/\text{ημέρα}$$

$$\text{Συνολικά: } Q_{εμπ.π1} = Q_{καφέ/εστ.π1} + Q_{φουρ.π1} + Q_{γραφ.π1} + Q_{κατας.π1} + Q_{καθαρ.π1}$$

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 1} = 51,2 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 0,45 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 0,9 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 0,36 \text{ m}^3/\text{ημέρα} \\ + 24,0 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 1} = 76,91 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Δημόσια Χρήση:

$$Q_{\text{δημ.}\pi 1} = Q_{\text{οικ.}\pi 1} * 0,2 = 675 \text{ m}^3/\text{ημέρα} * 0,2 = 135 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Απώλειες:

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 1} = (Q_{\text{οικ.}\pi 1} + Q_{\text{τουρ.}\pi 1} + Q_{\text{εμπ.}\pi 1} + Q_{\text{δημ.}\pi 1}) * 0,1 = \\ Q_{\text{απωλ.}\pi 1} = (675 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 31,5 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 76,91 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 135 \text{ m}^3/\text{ημέρα}) \\ * 0,1$$

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 1} = 91,84 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Άρα

$$Q_{\text{ολ.}\pi 1} = Q_{\text{οικ.}\pi 1} + Q_{\text{τουρ.}\pi 1} + Q_{\text{εμπ.}\pi 1} + Q_{\text{δημ.}\pi 1} + Q_{\text{απωλ.}\pi 1}$$

$$Q_{\text{ολ.}\pi 1} = 675 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 31,5 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 76,91 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 135 \text{ m}^3/\text{ημέρα} \\ + 91,84 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{ολ.}\pi 1} = 1.010,25 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Συνολικά για την περίοδο 1 (3 μήνες) η κατανάλωση είναι:

$$1.010,25 \text{ m}^3/\text{ημέρα} * 93 \text{ ημέρες} = 93.953,25 \text{ m}^3 = V_{\pi 1}$$

Περίοδος 2:

Ομοίως με την περίοδο 1:

$$Q_{\text{ολ.}\pi 2} = Q_{\text{οικ.}\pi 2} + Q_{\text{τουρ.}\pi 2} + Q_{\text{εμπ.}\pi 2} + Q_{\text{δημ.}\pi 2} + Q_{\text{απωλ.}\pi 2}$$

Οικιακή χρήση:

$$Q_{\text{οικ.}\pi 2} = 150 \text{ L/κατ./ημέρα} * 270 \text{ κάτ.} = 40.500 \text{ L/ημέρα} = 40,5 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Τουριστική χρήση: Αν η πληρότητα της περιόδου 2 ανέρχεται σε 20% σε σχέση με την περίοδο 1 τότε έχουμε:

$$Q_{\text{τουρ.}\pi 2} = 31,5 \text{ m}^3/\text{ημέρα} * 0,2 = 6,3 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Εμπορική χρήση: Σύμφωνα με τον πίνακα 24 έχουμε:

$$Q_{\text{καφέ/εστ.}\pi 2} = 16 \text{ επιχ.} * 10 \text{ πελ.} * 25 \text{ L/ημέρα/πελάτη} = 4.000 \text{ L/ημέρα} = 4 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{φουρ.}\pi 2} = 1\epsilon\pi\chi. * 150 \text{ L/ημέρα} = 150 \text{ L/ημέρα} = 0,15\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{γραφ.}\pi 2} = 9\epsilon\pi\chi. * 1\upsilon\pi\acute{\alpha}\lambda. * 20 \text{ L/ημέρα/}\upsilon\pi\acute{\alpha}\lambda. = 180 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{γραφ.}\pi 2} = 0,18\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{κατας.}\pi 2} = 6\kappa\alpha\tau\alpha\varsigma. * 1\upsilon\pi\acute{\alpha}\lambda. * 20 \text{ L/ημέρα/}\upsilon\pi\acute{\alpha}\lambda. = 120 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{κατας.}\pi 2} = 0,12\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{καθαρ.}\pi 2} = 3\kappa\alpha\theta\alpha\rho. * 10\text{kg} * 40 \text{ L/kg/ημέρα} = 1.200 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{καθαρ.}\pi 2} = 1,2\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

Συνολικά:

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 2} = Q_{\text{καφέ/εστ.}\pi 2} + Q_{\text{φουρ.}\pi 2} + Q_{\text{γραφ.}\pi 2} + Q_{\text{κατας.}\pi 2} + Q_{\text{καθαρ.}\pi 2}$$

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 2} = 4\text{m}^3/\text{ημέρα} + 0,15\text{m}^3/\text{ημέρα} + 0,18\text{m}^3/\text{ημέρα} + 0,12\text{m}^3/\text{ημέρα} + 1,2\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 2} = 5,65\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

Δημόσια Χρήση:

$$Q_{\text{δημ.}\pi 2} = Q_{\text{οικ.}\pi 1} * 0,2 = 40,5\text{m}^3/\text{ημέρα} * 0,2 = 8,1\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

Απώλειες:

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 2} = (Q_{\text{οικ.}\pi 2} + Q_{\text{τουρ.}\pi 2} + Q_{\text{εμπ.}\pi 2} + Q_{\text{δημ.}\pi 2}) * 0,1$$

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 2} = (40,5\text{m}^3/\text{ημέρα} + 6,3\text{m}^3/\text{ημέρα} + 5,65\text{m}^3/\text{ημέρα} + 8,1\text{m}^3/\text{ημέρα}) * 0,1$$

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 2} = 6,05 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Άρα

$$Q_{\text{ολ.}\pi 2} = Q_{\text{οικ.}\pi 2} + Q_{\text{τουρ.}\pi 2} + Q_{\text{εμπ.}\pi 2} + Q_{\text{δημ.}\pi 2} + Q_{\text{απωλ.}\pi 2}$$

$$Q_{\text{ολ.}\pi 2} = 40,5\text{m}^3/\text{ημέρα} + 6,3\text{m}^3/\text{ημέρα} + 5,65\text{m}^3/\text{ημέρα} + 8,1\text{m}^3/\text{ημέρα} + 6,05\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{ολ.}\pi 2} = 66,6\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

Συνολικά για την περίοδο 2 (9 μήνες) η κατανάλωση είναι:

$$66,6 \text{ m}^3/\text{ημέρα} * 272 \text{ ημέρες} = 18.115,2 \text{ m}^3 = V_{\pi 2}$$

Η συνολική ετήσια κατανάλωση είναι:

$$V_{\text{ετ.}} = V_{\pi 1} + V_{\pi 2} = 93.953,25 \text{ m}^3 + 18.115,20 \text{ m}^3 = 112.068,45 \text{ m}^3$$



Σχήμα 9: Σίκινος - Κατανομή κατανάλωσης ανά χρονική περίοδο

5.6 Μελέτη περίπτωσης 2: Ανάφη

Έκταση: 38,636 km²

Μόνιμος πληθυσμός: 294 άτομα (πίνακας 8, ΕΛΣΤΑΤ 2011)

Απόσταση από Λαύριο: 219,87 χλμ. (πίνακας 12)



Εικόνα 5: Νήσος Ανάφη
Πηγή: (Εθνικό Κτηματολόγιο)

5.6.1 Γεωγραφικά – διοικητικά στοιχεία

Η Ανάφη βρίσκεται ανατολικά της Σαντορίνης, με την οποία και αποτελούν τα νοτιοανατολικότερα νησιά των Κυκλάδων, και απέχει από τον Πειραιά 150 μίλια. Πρωτεύουσα του νησιού είναι η Ανάφη (Χώρα), ενώ η συνολική της επιφάνεια εκτιμάται στα 38,3 τ.χλμ. με συνολικό ανάπτυγμα ακτών 38 χιλιόμετρα. Είναι σε 16ο σε έκταση και το 20ο σε πληθυσμό νησί των Κυκλάδων με 294 κατοίκους. Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Καλλικράτης, ανήκει στην Περιφερειακή Ενότητα Θήρας και αποτελεί τον ενιαίο Δήμο Ανάφης. Το έδαφος είναι ορεινό, το νησί είναι φτωχό σε βλάστηση και στο νησί υπάρχει ένας οικισμός. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.6.2 Ανάγλυφο - φυσικό περιβάλλον

Χαρακτηρισμένη ως νησί ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, η Ανάφη διαθέτει πλούσιο και μοναδικό βοτανόκηπο, ιδιαίτερα στα ανατολικά και νότια τμήματα του νησιού με καταγεγραμμένα περισσότερα από 85 είδη φρυγανώδους βλάστησης. Το ανάγλυφο δημιουργεί αρκετές κοιλάδες σημαντικού μήκους που καταλήγουν στην θάλασσα σε παραλίες. Στα πρηνή του μήκους τους υπάρχει αρκετή βλάστηση και εκεί αναπτύσσεται κατά κύριο λόγο από τους κατοίκους η γεωργική παραγωγή. Υπάρχει αξιόλογη επιφάνεια δουλεμένη με αναβαθμίδες κύρια στα νότια του νησιού. Αξιοσημείωτο επίσης είναι ότι στα όρια των ιδιοκτησιών έχουν αναπτυχθεί από παλιά φραγκοσυκιές και αθάνατοι που οριοθετούν και την έκταση που χρησιμοποιείται για γεωργική χρήση. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.6.3 Υποδομές – Υδροδότηση Νήσου Ανάφης – Δίκτυο Ύδρευσης

Έχει κατασκευαστεί λιμνοδεξαμενή στην κοιλάδα του Ρούκουνα 80.000 κ.μ. Το νερό που συλλέγεται καλύπτει τμήμα των υδρευτικών αναγκών του νησιού. Υπάρχουν 12 γεωτρήσεις που έχουν γίνει με πρωτοβουλία της Δημοτικής Αρχής. Μικρή ποσότητα νερού από αυτές χρησιμοποιείται από παραγωγούς κύρια για τις ανάγκες της μελισσοκομίας. Οι ελάχιστες ιδιωτικές υδροληψίες (γεωτρήσεις – πηγάδια) εμφανίζουν κόπωση και ποιοτική υποβάθμιση κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου. Οι ανάγκες σε νερό στο νησί έχουν έλλειμμα και οποιαδήποτε προσπάθεια ανάπτυξης πρωτοβουλιών στον πρωτογενή τομέα θα πρέπει να συνδυαστεί με έργα υποδομής για την κάλυψή τους (μικρά φράγματα ανάσχεσης). (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.6.4 Δημογραφικά στοιχεία και απασχόληση

Οι κάτοικοι που απασχολούνται αποκλειστικά με τη γεωργία και την κτηνοτροφία είναι ελάχιστοι. Το εισόδημα προέρχεται από την απασχόληση στον τουρισμό και την οικοδομή. Σχεδόν όμως όλα τα νοικοκυριά απασχολούνται με κάποιο τρόπο στον πρωτογενή τομέα (μελισσοκομία, αμπελουργία, ελαιοπαραγωγή, αιγοτροφία). Σύμφωνα με στοιχεία του ΟΠΕΚΕΠΕ (2012) στην Ανάφη υποβάλλονται 63 αιτήσεις

για λήψη ενιαίας οικονομικής ενίσχυσης εκ των οποίων οι 3 αφορούν κατά κύριο επάγγελμα αγρότες καθώς αιτούνται επιπλέον και εξισωτική αποζημίωση. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Πίνακας 25: Διάρθρωση απασχόλησης πληθυσμού Ανάφης

Πηγή: (ΕΛΣΤΑΤ, 2001)

Ανάφη					
	Αριθμός απασχολούμενων κατά τομέα δραστηριότητας			Μη δυνάμενοι να	Σύνολο
	Πρωτογενής	Δευτερογενής	Τριτογενής		
Ανάφη	46	28	33	2	109
Σύνολο Ν. Κυκλάδων	5.234	12.083	24.793	4.074	46.184
Σύνολο Περιφέρειας	9.854	25.529	80.932	12.425	128.74
Σύνολο Ελλάδας	621.043	959.028	2.552.073	490.678	4.622.822

5.6.5 Οικονομικά χαρακτηριστικά

5.6.5.1 Πρωτογενής τομέας

Στην Ανάφη ο πρωτογενής τομέας είναι περιορισμένος, το έδαφός της είναι ορεινό και βραχώδες με μικρές ανοικτές κοιλάδες που καταλήγουν στη θάλασσα (Μοναστήρι, Μικρός και Μεγάλος Ρούκουνας, Κλεισίδι, Πηγές, Ποταμός κ.α.) στα πρανή των οποίων καλλιεργούνται «περίβολα» ποτιστικά από πηγάδια και ένα δίκτυο δημοτικών γεωτρήσεων. Στο εσωτερικό του νησιού υπάρχουν σημαντικές εκτάσεις με αναβαθμίδες που έχουν στην πλειοψηφία τους εγκαταλειφθεί. Στις αναβαθμίδες αυτές καλλιεργούνταν σιτηρά και όσπρια. Τα γεωργικά προϊόντα που μπορεί να βρει κανείς στην Ανάφη είναι πατάτες, ντομάτες, καρπούζια, πεπόνια, ελιές, φραγκόσυκα, σύκα, σταφύλια, εσπεριδοειδή. Η κτηνοτροφία στο νησί περιλαμβάνει την αιγοπροβατοτροφία και τη μελισσοκομία καθώς είναι προσαρμοσμένες στα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Πρόκειται για προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας και οι μέθοδοι καλλιέργειάς τους πλησιάζουν τις βιολογικές. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.6.5.2 Φυτική παραγωγή

Η καλλιεργούμενη γη σήμερα είναι 2.160 στρέμματα από την οποία χαρακτηρίζονται αρδεύσιμα τα 225 στρέμματα. Οι περιοχές που χαρακτηρίζονται ως βοσκότοποι είναι 8.300 στρέμματα. Ο βοσκότοπος όμως, δεν αξιοποιείται από την ζωική παραγωγή γιατί δεν υπάρχουν κοπάδια. Μεγάλη έκταση του νησιού είναι εκτάσεις που καλύπτονται από θαμνώδη και φρυγανώδη βλάστηση και οι οποίες αξιοποιούνται στη μελισσοκομία. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Πίνακας 26: Χρήσεις Γης Ανάφης

Πηγή: (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 1999-2000)

Χρήσεις	ΑΝΑΦΗ		Ν. ΚΥΚΛΑΔΩΝ	
	Έκταση	Κατανομή	Έκταση	Κατανομή
	(στρ.)	(%)	(στρ.)	(%)
Γεωργική γη	15.500	38	836.100	32
Βοσκότοποι	8.300	20	789.500	30
Δάση	12.600	31	690.400	27
Λοιπές εκτάσεις	4.200	10	283.400	11
Σύνολο	40.600	100	2.599.400	100

Κηπευτικά

Η παραγωγή κηπευτικών στηρίζεται σε μικρά οικογενειακά μπουστάνια που παράγουν προϊόντα για την οικογένεια. Δύο (2) εκμεταλλεύσεις στον Ρούκουνα και Μοναστήρι συνδυασμένες με χώρο εστίασης εμφανίζουν μια μεγαλύτερη δυναμική. Τα μπουστάνια είναι οργανωμένα στις παρυφές των ρεμάτων που καταλήγουν στη θάλασσα όπου υπάρχουν 6 πηγάδια ή Δημοτικές γεωτρήσεις. Την καλοκαιρινή περίοδο εισάγονται στο νησί κηπευτικά για την κάλυψη των αναγκών. Περιοριστικό παράγοντα αποτελεί η έλλειψη νερού και η μη ύπαρξη ικανοποιητικής έκτασης γόνιμης γης. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Ελαιοκαλλιέργεια

Τα ελαιόδεντρα είναι ελάχιστα στο νησί, περίπου 250 στρ. Η έλλειψη κάποιας μονάδας (μικρού ελαιοτριβείου) αποθαρρύνει τους κατοίκους να φυτεύουν ελαιόδεντρα. Στα μποστάνια τους προτιμούν άλλα καρποφόρα (βερικοκιές, συκιές, ροδακινιές) Ο παραγόμενος ελαιόκαρπος χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Αμπελοκαλλιέργεια

Υπάρχουν ελάχιστοι αμπελοκαλλιεργητές στο νησί. Η ποικιλία είναι Ασύρτικο και επιτραπέζιες ποικιλίες. Η συνολική έκταση είναι 45 περίπου στρέμματα και παράγουν κρασί με χωρική οινοποίηση. Υπάρχει ενδιαφέρον από δύο-τρεις νέους παραγωγούς για φύτευση νέων αμπελώνων με σκοπό την παραγωγή επιτραπέζιου οίνου που να διατίθεται στην τουριστική αγορά του νησιού. Ενδιαφέρον υπάρχει επίσης για την παραγωγή αποστάγματος οίνου με στόχο τη διάθεση στην ντόπια αγορά. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.6.5.3 Δευτερογενής τομέας

Στην Ανάφη δεν υπάρχουν μονάδες μεταποίησης προϊόντων πρωτογενούς τομέα. Λειτουργεί μικρή οικογενειακή μονάδα παραγωγής ζυμαρικών που συνδυάζει την παραγωγή της με κατάσταση εστίασης στο «Κλεισίδι». Γίνεται και μικρή προσπάθεια παραγωγής αρωματικού σαπουνιού με βάση κερί μελισσιού και αρωματικών του νησιού. Δύο οικογενειακές εκμεταλλεύσεις παράγουν και συσκευάζουν για εμπορεία παραδοσιακά γλυκά και μαρμελάδες. Ένα αρτοποιείο που υπάρχει στο νησί συμπληρώνει τις μονάδες μεταποίησης και βιοτεχνικές επιχειρήσεις που να σχετίζονται με προϊόντα του πρωτογενή τομέα. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.6.5.4 Τριτογενής τομέα

Ο Τουρισμό κατέχει εξέχουσα θέση και στα εισοδήματα και στην απασχόληση. Όλα σχεδόν τα νοικοκυριά στο νησί ασχολούνται με τον Τουρισμό ή με καταλύματα ή με χώρους εστίασης ή με εμπορικά και τουριστικά καταστήματα. Η τουριστική υποδομή είναι αναπτυγμένη στη Χώρα όπου βρίσκονται τα περισσότερα τουριστικά

καταλύματα, ταβέρνες και άλλα καταστήματα που εξυπηρετούν τους τουρίστες.
(Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.6.6 Υπολογισμός καταναλώσεων

Στην περίπτωση της Ανάφης θα αγνοήσουμε τη γεωργική χρήση, καθώς οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις είναι ελάχιστες.

Ο πληθυσμός του νησιού σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ (2011) και τον πίνακα 12 είναι 294 άτομα.

Οι επιχειρήσεις που λειτουργούν στο νησί ανά κατηγορία σύμφωνα με το Επιμελητήριο Κυκλάδων είναι:

Πίνακας 27: Επιχειρήσεις νήσου Ανάφης

Πηγή: (Επιμελητήριο Κυκλάδων, 2022)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρήσεων
Καφέ / Εστιατόρια	20
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	21
Φούρνοι	3
Γραφεία	13
Καταστήματα	10
Σύνολο	67

Για την ανάγκη των υπολογισμών και σύμφωνα με τον πίνακα 20, θα κάνουμε τις εξής παραδοχές:

Πίνακας 28: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 1 στη νήσο Ανάφη

(αναλύονται στη συνέχεια)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρ.	Ποσότ.	Κατανάλ.	Μονάδες
Καφέ / Εστιατόρια	20	100 πελ.	40	L/ημέρα/πελάτη
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	21	294 κλ.	150	L/ημέρα/κλίνη
Φούρνοι	3		450	L/ημέρα
Γραφεία	13	2 υπάλ.	50	L/ημέρα/υπάλ.
Καταστήματα	10	2 υπάλ.	30	L/ημέρα/υπάλ.

Πίνακας 29: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 2 στη νήσο Ανάφη

(αναλύονται στη συνέχεια)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρ.	Ποσότ.	Κατανάλ.	Μονάδες
Καφέ / Εστιατόρια	20	12 πελ.	25	L/ημέρα/πελάτη
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	21	14 κλ.	100	L/ημέρα/κλίνη
Φούρνοι	3		150	L/ημέρα
Γραφεία	13	1 υπάλ.	20	L/ημέρα/υπάλ.
Καταστήματα	10	1 υπάλ.	20	L/ημέρα/υπάλ.

Αναλυτικά, σύμφωνα με τις εξισώσεις και παραδοχές του κεφαλαίου 5.4 έχουμε:

Περίοδος 1:

$$Q_{ολ.π1} = Q_{οικ.π1} + Q_{τουρ.π1} + Q_{εμπ.π1} + Q_{δημ.π1} + Q_{απωλ.π1}$$

Οικιακή χρήση:

$$Q_{οικ.π1} = 250 \text{ L/κατ./ημέρα} * 2.940 \text{ κάτ.} = 735.000 \text{ L/ημέρα} = 735m^3/\eta\mu\epsilon\rho\alpha$$

Τουριστική χρήση:

Στο νησί λειτουργούν 21 επιχειρήσεις οι οποίες προσφέρουν υπηρεσίες ενοικίασης επιπλωμένων δωματίων και θεωρούμε ότι κάθε μία από αυτές διαθέτει ένα μέγιστο αριθμό επτά (7) δίκλινων δωματίων.

Επομένως θεωρούμε ότι ο μέγιστος αριθμός κλινών που διαθέτει το νησί είναι:

$$21 \text{ επιχ.} * 7 \text{ δωμ.} * 2 \text{ κλ.} = 294 \text{ κλίνες (πίνακας 21).}$$

Θεωρώντας ότι κατά την περίοδο 1 (θερινή) υπάρχει πληρότητα, η κατανάλωση της περιόδου αυτής είναι:

$$Q_{τουρ.π1} = 150 \text{ L/κλ./ημέρα} * 294 \text{ κλ.} = 44.100 \text{ L/ημέρα} = 44,1m^3/\eta\mu\epsilon\rho\alpha$$

Εμπορική χρήση:

Σύμφωνα με τον πίνακα 29 έχουμε:

$$Q_{καφέ/εστ.π1} = 20 \text{ επιχ.} * 100 \text{ πελ.} * 40 \text{ L/ημέρα/πελάτη} = 80.000 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{καφέ/εστ.π1} = 80,0m^3/\eta\mu\epsilon\rho\alpha$$

$$Q_{\text{φουρ.}\pi 1} = 3\text{επιχ.} * 450 \text{ L/ημέρα} = 1.350 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{φουρ.}\pi 1} = 1,35 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{γραφ.}\pi 1} = 13\text{επιχ.} * 2\text{υπάλ.} * 50 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 1.300 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{γραφ.}\pi 1} = 1,3 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{κατασ.}\pi 1} = 10\text{κατασ.} * 2\text{υπάλ.} * 30 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 600 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{κατασ.}\pi 1} = 0,6 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$\text{Συνολικά: } Q_{\text{εμπ.}\pi 1} = Q_{\text{καφέ/εστ.}\pi 1} + Q_{\text{φουρ.}\pi 1} + Q_{\text{γραφ.}\pi 1} + Q_{\text{κατασ.}\pi 1}$$

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 1} = 80,0 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 1,35 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 1,3 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 0,6 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 1} = 83,25 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Δημόσια Χρήση:

$$Q_{\text{δημ.}\pi 1} = Q_{\text{οικ.}\pi 1} * 0,2 = 735 \text{ m}^3/\text{ημέρα} * 0,2 = 147 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Απώλειες:

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 1} = (Q_{\text{οικ.}\pi 1} + Q_{\text{τουρ.}\pi 1} + Q_{\text{εμπ.}\pi 1} + Q_{\text{γεωρ.}\pi 1} + Q_{\text{δημ.}\pi 1}) * 0,1 =$$

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 1} = (735 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 44,1 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 83,25 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 147 \text{ m}^3/\text{ημέρα}) * 0,1$$

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 1} = 100,93 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Άρα

$$Q_{\text{ολ.}\pi 1} = Q_{\text{οικ.}\pi 1} + Q_{\text{τουρ.}\pi 1} + Q_{\text{εμπ.}\pi 1} + Q_{\text{δημ.}\pi 1} + Q_{\text{απωλ.}\pi 1}$$

$$Q_{\text{ολ.}\pi 1} = 735 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 44,1 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 83,25 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 147 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 100,93 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{ολ.}\pi 1} = 1.110,28 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Συνολικά για την περίοδο 1 (3 μήνες) η κατανάλωση είναι:

$$1.110,28 \frac{\text{m}^3}{\text{ημέρα}} * 93 \text{ ημέρες} = 103.256,05 \text{ m}^3 = V_{\pi 1}$$

Περίοδος 2:

Ομοίως με την περίοδο 1:

$$Q_{\text{ολ.}\pi 2} = Q_{\text{οικ.}\pi 2} + Q_{\text{τουρ.}\pi 2} + Q_{\text{εμπ.}\pi 2} + Q_{\text{δημ.}\pi 2} + Q_{\text{απωλ.}\pi 2}$$

Οικιακή χρήση:

$$Q_{οικ.π2} = 150 \text{ L/κατ./ημέρα} * 294 \text{ κάτ.} = 44.100 \text{ L/ημέρα} = 44,10m^3/\text{ημέρα}$$

Τουριστική χρήση: Αν η πληρότητα της περιόδου 2 ανέρχεται σε 20% σε σχέση με την περίοδο 1 τότε έχουμε:

$$Q_{τουρ.π2} = 44,1m^3/\text{ημέρα} * 0,2 = 8,82m^3/\text{ημέρα}$$

Εμπορική χρήση: Σύμφωνα με τον πίνακα 30 έχουμε:

$$Q_{καφέ/εστ.π2} = 20\text{επιχ.} * 12\text{πελ.} * 25 \text{ L/ημέρα/πελάτη} = 6.000 \text{ L/ημέρα} = 6m^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{φουρ.π2} = 3\text{επιχ.} * 150 \text{ L/ημέρα} = 450 \text{ L/ημέρα} = 0,45m^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{γραφ.π2} = 13\text{επιχ.} * 1\text{υπάλ.} * 20 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 260 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{γραφ.π2} = 0,26m^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{κατασ.π2} = 10\text{κατασ.} * 1\text{υπάλ.} * 20 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 200 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{κατασ.π2} = 0,2m^3/\text{ημέρα}$$

Συνολικά:

$$Q_{εμπ.π2} = Q_{καφέ/εστ.π2} + Q_{φουρ.π2} + Q_{γραφ.π2} + Q_{κατασ.π2}$$

$$Q_{εμπ.π2} = 6m^3/\text{ημέρα} + 0,45m^3/\text{ημέρα} + 0,26m^3/\text{ημέρα} + 0,2m^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{εμπ.π2} = 6,91m^3/\text{ημέρα}$$

Δημόσια Χρήση:

$$Q_{δημ.π2} = Q_{οικ.π1} * 0,2 = 44,10m^3/\text{ημέρα} * 0,2 = 8,82m^3/\text{ημέρα}$$

Απώλειες:

$$Q_{απωλ.π2} = (Q_{οικ.π2} + Q_{τουρ.π2} + Q_{εμπ.π2} + Q_{γεωρ.π1} + Q_{δημ.π2}) * 0,1$$

$$Q_{απωλ.π2} = (44,10m^3/\text{ημέρα} + 8,82m^3/\text{ημέρα} + 6,91m^3/\text{ημέρα} + 8,82m^3/\text{ημέρα}) * 0,1$$

$$Q_{απωλ.π2} = 6,86 m^3/\text{ημέρα}$$

Άρα

$$Q_{ολ.π2} = Q_{οικ.π2} + Q_{τουρ.π2} + Q_{εμπ.π2} + Q_{δημ.π2} + Q_{απωλ.π2}$$

$$Q_{ολ.π2} = 44,10m^3/\text{ημέρα} + 8,82m^3/\text{ημέρα} + 6,91m^3/\text{ημέρα} + 8,82m^3/\text{ημέρα} + 6,86 m^3/\text{ημέρα}$$

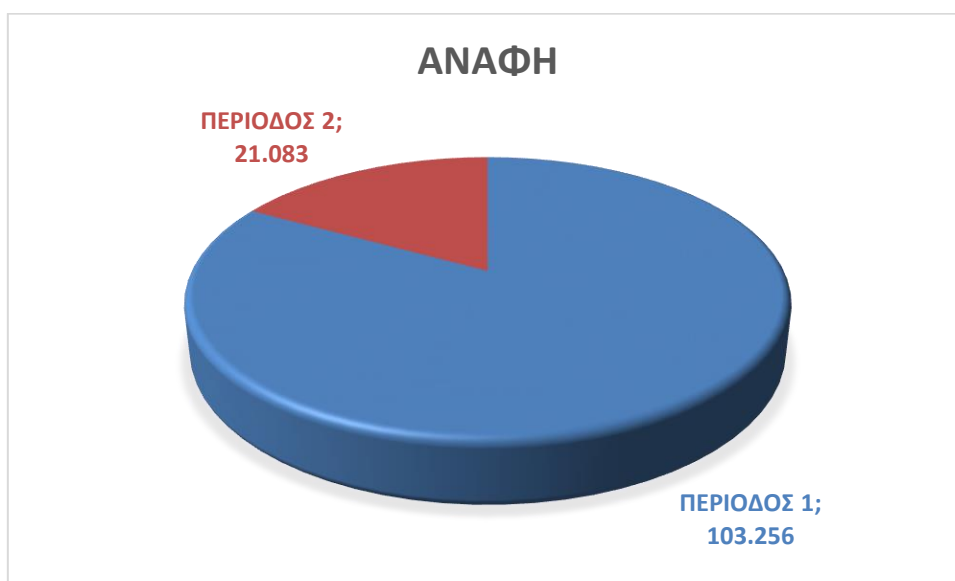
$$Q_{ολ.π2} = 77,51 m^3/\text{ημέρα}$$

Συνολικά για την περίοδο 2 (9 μήνες) η κατανάλωση είναι:

$$77,51 \frac{m^3}{\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha} * 272 \eta\mu\acute{\epsilon}\rho\epsilon\varsigma = 21.082,72 m^3 = V_{\pi 2}$$

Η συνολική ετήσια κατανάλωση είναι:

$$V_{\epsilon\tau.} = V_{\pi 1} + V_{\pi 2} = 103.256.,05m^3 + 21.082,72m^3 = 124.338,77m^3$$



Σχήμα 10: Ανάφη - Κατανομή κατανάλωσης ανά χρονική περίοδο

5.7 Μελέτη περίπτωσης 3: Σχοινούσα

Έκταση: 8,512 km²

Μόνιμος πληθυσμός: 227 άτομα (πίνακας 8, ΕΛΣΤΑΤ 2011)

Απόσταση από Λαύριο: 187,66 χλμ. (πίνακας 12)



Εικόνα 6: Νήσος Σχοινούσα
Πηγή: (Εθνικό Κτηματολόγιο)

5.7.1 Διοικητικά-δημογραφικά στοιχεία

Η Σχοινούσα είναι νησί της Περιφερειακής Ενότητας Νάξου και αποτελεί Δημοτική Ενότητα του Δήμου Νάξου & Μικρών Κυκλάδων. Αποτελείται από 5 οικισμούς: Σχοινούσα, Άργιλος, Κλιδούρα, Μεσαριά, Οφειδούσσα. Ο μόνιμος πληθυσμός της, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2011, ανέρχεται σε 227 κατοίκους. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Φαίνεται ότι οι ρυθμοί μείωσης του πληθυσμού της Σχοινούσας, τις δεκαετίες του '70 και '80 διαφέρουν από αυτό των Κυκλάδων καθώς και απότομη αύξηση την δεκαετία του 2000. Η σημαντική αύξηση εκτιμάται ότι οφείλεται στην δημιουργία κατάλληλων προϋποθέσεων για την γενικότερη ανάπτυξη, αλλά και ειδικότερα στην πρωτοδοσία της πρώτης εγκατάστασης νέων με στόχο την άσκηση γεωργοκτηνοτροφικών δραστηριοτήτων και εκσυγχρονισμού των γεωργικών εκμεταλλεύσεων με σχέδια βελτίωσης και στην ανάπτυξη του τουρισμού. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ο πληθυσμός φτάνει τα 1000 άτομα, η πλειοψηφία των οποίων είναι ντόπιοι, κάτοικοι Αττικής. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.7.2 Γεωγραφικά – Γεωλογικά - Κλιματολογικά στοιχεία

Η Σχοινούσα ανήκει στο σύμπλεγμα των Μικρών Κυκλάδων, βρίσκεται νότια της Νάξου και στο κέντρο των ανατολικών Κυκλάδων. Απέχει 20 ν. μίλια από το λιμάνι της Νάξου, 45 ν. μίλια από το λιμάνι της Σύρου και 122 ν. μίλια από το λιμάνι του Πειραιά. Η έκτασή της είναι 8,14 km² και το συνολικό μήκος των ακτών της εκτιμάται στα 25,45km. Είναι το προτελευταίο, σε έκταση, από τα κατοικημένα νησιά του νομού Κυκλάδων. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Μορφολογία: Η Σχοινούσα στο σύνολό της δεν παρουσιάζει έντονες κλίσεις εδάφους και μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα ομαλό νησί. Για το λόγο αυτόν εμφανίζει και τις περισσότερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις από τα άλλα νησιά των Μικρών Κυκλάδων. Το περίγραμμα του νησιού είναι έντονα ακανόνιστο, με πλήθος από όρμους, αμμώδεις και βραχώδεις. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.7.3 Υποδομές

5.7.3.1 Ύδρευσης

Στο νησί υπάρχουν τέσσερις (4) δεξαμενές χωρητικότητας συνολικά 2000m³ για την υδροδότηση των δύο οικισμών. Το νερό μεταφέρεται από το Λαύριο Αττικής με υδροφόρα πλοία, συλλέγεται στις παραπάνω δεξαμενές και διοχετεύεται με φυσική ροή στα σπίτια. Κατά τους θερινούς μήνες το υδροφόρο έρχεται στο νησί σχεδόν κάθε βδομάδα. Τον χειμώνα κάθε είκοσι περίπου ημέρες. Συνεπικουρεί στην ύδρευση και μονάδα αφαλάτωσης (100m³/ημέρα), που όμως λειτουργεί με προβλήματα, γιατί δεν

έχει ορισθεί υπεύθυνος τεχνικός. Αναμένεται σύντομα ότι θα λειτουργήσει και η νέα, σύγχρονη, δυναμικότητας $400m^3$ ημερησίως. Παρόλα αυτά, λόγω της στενότητας των υδάτινων πόρων, τα περισσότερα σπίτια του νησιού διαθέτουν αποθηκευτικές δεξαμενές, οι οποίες γεμίζουν την περίοδο Μαΐου-Ιουνίου για πιθανές έκτακτες ανάγκες την καλοκαιρινή περίοδο. Σημειώνεται ότι για πόση και για μαγείρεμα χρησιμοποιείται εμφιαλωμένο. Έχει γίνει η προμήθεια (και αναμένεται σύντομα η τοποθέτηση και λειτουργία) μηχανήματος επεξεργασίας πόσιμου νερού, δυναμικότητας $6m^3$ /ημέρα. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.7.3.2 Άρδευσης

Υπάρχουν 7 δεξαμενές συνολικής χωρητικότητας $800m^3$, στις οποίες συλλέγεται βρόχινο νερό, αλλά και από πηγή γεώτρησης. Το νερό αυτό χρησιμοποιείται για τα ζώα. Άρδευτικό δίκτυο δεν υπάρχει. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.7.4 Οικονομικά Χαρακτηριστικά

Η απασχόληση στο νησί σχεδόν μοιράζεται σε δραστηριότητες που αφορούν στον πρωτογενή τομέα (κτηνοτροφία, μελισσοκομία, αλιεία), στον τουρισμό και τους τεχνίτες. Στην απογραφή του 2001 (νεότερα στοιχεία δεν υπάρχουν), περιγράφονται τα εξής:

Πίνακας 30: Διάρθρωση απασχόλησης πληθυσμού Σχοινούσας

Πηγή: (ΕΛΣΤΑΤ, 2001)

Σχοινούσα					
	Πρωτογενής	Δευτερογενής	Τριτογενής	Μη δυνάμ.να καταταγούν	Σύνολο
Σχοινούσα	20	29	29	4	82
Σύνολο Ν. Κυκλάδων	5.234	12.083	24.793	4.074	46.184
Σύνολο Περιφέρειας	9.854	25.529	80.932	12.425	128.74
Σύνολο Ελλάδας	621.043	959.028	2.552.073	490.678	4.622.822

Οι απασχολούμενοι στον δευτερογενή τομέα (παραπάνω πίνακας- 2001) ανήκουν κατά 100% στον κατασκευαστικό τομέα. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, τα στοιχεία από το 2001 και μετά έχουν αλλάξει σημαντικά γιατί τα τελευταία χρόνια οι τεχνίτες (παραδοσιακοί

«πετράδες», μαραγκοί κλπ.) έπαψαν να δραστηριοποιούνται, αφενός μεν επειδή τώρα πια δεν υπάρχει έντονη οικοδομική δραστηριότητα και αφετέρου γιατί έχουν φύγει από την ενεργό επαγγελματική δράση. Σύμφωνα με στοιχεία του ΟΠΕΚΕΠΕ (2012) στη Σχοινούσα υποβάλλονται 17 αιτήσεις για λήψη ενιαίας οικονομικής ενίσχυσης εκ των οποίων οι 7 αφορούν κατά κύριο επάγγελμα αγρότες καθώς αιτούνται επιπλέον και εξισωτική αποζημίωση. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.7.5 Πρωτογενής Τομέας

5.7.5.1 Φυτική παραγωγή

Στη Σχοινούσα η φυτική παραγωγή είναι περιορισμένη, αν και υπάρχει άφθονη – σε σχέση με την έκτασή της-καλλιεργήσιμη γη, κυρίως λόγω της έλλειψης νερού (χαμηλή βροχόπτωση, υποβαθμισμένος έως ανύπαρκτος υδροφόρος ορίζοντας) αλλά και λόγω του ανεμόπληκτου της περιοχής. Για το λόγο αυτό οι καλλιέργειες είναι, σχεδόν στο σύνολό τους, αροτριάες (κτηνοτροφικά σιτηρά και ψυχανθή). Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η καλλιεργημένη γη, οι βοσκότοποι και τα δάση, τα οποία είναι χαμηλής βλάστησης: (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Πίνακας 31: Χρήσεις γης Σχοινούσας

Πηγή: (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 1999-2000)

Χρήσεις	ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ		Ν. Κυκλάδων	
	Έκταση (στρ.)	Κατανομή (%)	Έκταση (στρ.)	Κατανομή (%)
Γεωργική γη	3.200	36%	836.100	32%
Βοσκότοποι	1.800	20%	789.500	30%
Δάση	3.300	38%	690.400	27%
Λοιπές εκτάσεις	500.000	6%	283.400	11%
Σύνολο	8.800	100%	2.599.400	100%

5.7.6 Δευτερογενής Τομέας

Στη Σχοινούσα πέρα από ένα αρτοποιείο, δεν υπάρχουν άλλες μονάδες μεταποίησης και βιοτεχνικές επιχειρήσεις, που να σχετίζονται με προϊόντα του πρωτογενή τομέα. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.7.7 Τριτογενής Τομέας

Τουρισμός

Η Σχοινούσα ξεχωρίζει για τις μαγευτικές ομορφιές του μικρο-κυκλαδίτικου φυσικού της περιβάλλοντος με τις πανέμορφες πεντακάθαρες και ασφαλείς παραλίες (δεκαπέντε, που είναι όλες διαφορετικές μεταξύ τους και μπορούν να ικανοποιήσουν τον κάθε ταξιδιώτη), της παραδοσιακής φιλοξενίας και των παραδοσιακών πολιτιστικών εκδηλώσεων και έχει πολλούς φανατικούς επισκέπτες την τελευταία δεκαετία, όπου η τουριστική ανάπτυξη προχώρησε με αργούς και ελεγχόμενους ρυθμούς, ώστε να μην χαθεί η φυσιογνωμία της. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Διακίνηση τουριστών, χαρακτηριστικά τους, χωρική και χρονική κατανομή: Η τουριστική δραστηριότητα ανήκει κυρίως σε αυτούς που έχουν καταγωγή από τη Σχοινούσα. Η παροχή υπηρεσιών στον τομέα του τουρισμού πολλές φορές περιορίζεται στη διατροφή και στην εμπορία προϊόντων, μια και το νησί δέχεται μεγάλο αριθμό επισκεπτών, με σκάφη αναψυχής, λόγω των πολλών απάνεμων αγκυροβολιών που διαθέτει. Η αιχμή της τουριστικής περιόδου εντοπίζεται τον Αύγουστο, όπου οι περισσότεροι επισκέπτες είναι ημεδαποί και τουρίστες με σκάφη αναψυχής. Την ίδια περίοδο επισκέπτονται το νησί και πολλοί. Σχοινουσιώτες, που δεν ζουν πια μόνιμα στο νησί. Πάντως η τουριστική περίοδος διαρκεί κυρίως δύο μήνες, με πληρότητα τον Αύγουστο και τον Ιούλιο. Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται μια μικρή επιμήκυνση, δειλά από τα μέσα Μαΐου και πιο αποφασιστικά τον Ιούνιο και Σεπτέμβριο. Οι αλλοδαποί που προτιμούν αυτούς τους μήνες είναι κυρίως Σκανδιναβοί και επισκέπτονται το νησί με τις οικογένειές τους. Οι Γάλλοι και Ιταλοί προτιμούν τον Ιούλιο, και έρχονται κι αυτοί με τις οικογένειές τους (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Καταλύματα: 16 επιχειρήσεις

Ξενοδοχείο καταγράφεται ένα (2 αστεριών), με 46 δωμάτια και 93 κλίνες. Οι λοιπές καταγράφονται σαν ενοικιαζόμενα δωμάτια (15 επιχειρήσεις), σε κάποιες από τις οποίες λειτουργούν και υπηρεσίες εστίασης (Επιμελητήριο Κυκλάδων, 2022).

Εστίαση-διασκέδαση:

Στην κατηγορία της εστίασης- καφέ –μπαρ λειτουργούν 20 επιχειρήσεις στις οποίες περιλαμβάνονται και επιχειρήσεις καταλυμάτων που παρέχουν αυτές τις υπηρεσίες (Επιμελητήριο Κυκλάδων, 2022).

5.7.8 Υπολογισμός καταναλώσεων

Στην περίπτωση της Σχοινούσας θα αγνοήσουμε τη γεωργική χρήση, καθώς οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις είναι ελάχιστες λόγω της έλλειψης νερού.

Ο πληθυσμός του νησιού σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ (2011) και τον πίνακα 12 είναι 227 άτομα.

Οι επιχειρήσεις που λειτουργούν στο νησί ανά κατηγορία, σύμφωνα με το Επιμελητήριο Κυκλάδων, είναι:

Πίνακας 32: Επιχειρήσεις νήσου Σχοινούσας

Πηγή: (Επιμελητήριο Κυκλάδων, 2022)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρήσεων
Καφέ / Εστιατόρια	20
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	16
Φούρνοι	1
Γραφεία	11
Καταστήματα	5
Σύνολο	53

Για την ανάγκη των υπολογισμών και σύμφωνα με τον πίνακα 20, θα κάνουμε τις εξής παραδοχές:

Πίνακας 33: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 1 στη νήσο Σχοινούσα

(αναλύονται στη συνέχεια)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρ.	Ποσότ.	Κατανάλ.	Μονάδες
Καφέ / Εστιατόρια	20	100 πελ.	40	L/ημέρα/πελάτη
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	15	210 κλ.	150	L/ημέρα/κλίνη
Ξενοδοχεία	1	93 κλ.	150	L/ημέρα/κλίνη
Φούρνοι	1		450	L/ημέρα
Γραφεία	11	2 υπάλ.	50	L/ημέρα/υπάλ.
καταστήματα	5	2 υπάλ.	30	L/ημέρα/υπάλ.

Πίνακας 34: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 2 στη νήσο Σχοινούσα
(αναλύονται στη συνέχεια)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρ.	Ποσότη.	Κατανάλ.	Μονάδες
Καφέ / Εστιατόρια	20	12 πελ.	25	L/ημέρα/πελάτη
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	15	12 κλ.	100	L/ημέρα/κλίνη
Φούρνοι	1		150	L/ημέρα
Γραφεία	11	1 υπάλ.	20	L/ημέρα/υπάλ.
καταστήματα	5	1 υπάλ.	20	L/ημέρα/υπάλ.

Αναλυτικά, σύμφωνα με τις εξισώσεις και παραδοχές του κεφαλαίου 5.4 έχουμε:

Περίοδος 1:

$$Q_{ολ.π1} = Q_{οικ.π1} + Q_{τουρ.π1} + Q_{εμπ.π1} + Q_{δημ.π1} + Q_{απωλ.π1}$$

Οικιακή χρήση:

$$Q_{οικ.π1} = 250 \text{ L/κατ./ημέρα} * 2.270 \text{ κάτ.} = 567.500 \text{ L/ημέρα} = 567,5m^3/\text{ημέρα}$$

Τουριστική χρήση:

Στο νησί λειτουργούν 15 επιχειρήσεις οι οποίες προσφέρουν υπηρεσίες ενοικίασης επιπλωμένων δωματίων και θεωρούμε ότι κάθε μία από αυτές διαθέτει ένα μέγιστο αριθμό επτά (7) δίκλινων δωματίων.

Επίσης λειτουργεί και 1 ξενοδοχειακή μονάδα η οποία διαθέτει 46 δωμάτια με 93 συνολικές κλίνες.

Επομένως θεωρούμε ότι ο μέγιστος αριθμός κλινών που διαθέτει το νησί είναι:

$$15 \text{ επιχ.} * 7 \text{ δωμ.} * 2 \text{ κλ.} = 210 \text{ κλίνες} + 93 \text{ κλίνες} = 303 \text{ συνολ. κλίνες (πίνακας 35).}$$

Θεωρώντας ότι κατά την περίοδο 1 (θερινή) υπάρχει πληρότητα, η κατανάλωση της περιόδου αυτής είναι:

$$Q_{τουρ.π1} = 150 \text{ L/κλ./ημέρα} * 303 \text{ κλ.} = 45.450 \text{ L/ημέρα.} = 45,45m^3/\text{ημέρα}$$

Εμπορική χρήση: Σύμφωνα με τον πίνακα 35 έχουμε:

$$Q_{καφέ/εστ.π1} = 20 \text{ επιχ.} * 100 \text{ πελ.} * 40 \text{ L/ημέρα/πελάτη} = 80.000 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{καφέ/εστ.π1} = 80,0m^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{φουρ.π1} = 1 \text{ επιχ.} * 450 \text{ L/ημέρα} = 450 \text{ L/ημέρα} = 0,45m^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\gamma\rho\alpha\phi.\pi1} = 11\epsilon\pi\iota\chi.* 2\upsilon\pi\acute{\alpha}\lambda.* 50 \text{ L/}\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha/\upsilon\pi\acute{\alpha}\lambda. = 1.100 \text{ L/}\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

$$Q_{\gamma\rho\alpha\phi.\pi1} = 1,1\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

$$Q_{\kappa\alpha\tau\alpha\sigma.\pi1} = 5\kappa\alpha\tau\alpha\sigma.* 2\upsilon\pi\acute{\alpha}\lambda.* 30 \text{ L/}\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha/\upsilon\pi\acute{\alpha}\lambda. = 300 \text{ L/}\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

$$Q_{\kappa\alpha\tau\alpha\sigma.\pi1} = 0,3\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

Συνολικά:

$$Q_{\epsilon\mu\pi.\pi1} = Q_{\kappa\alpha\phi\acute{\epsilon}/\epsilon\sigma\tau.\pi1} + Q_{\phi\omicron\upsilon\rho.\pi1} + Q_{\gamma\rho\alpha\phi.\pi1} + Q_{\kappa\alpha\tau\alpha\sigma.\pi1}$$

$$Q_{\epsilon\mu\pi.\pi1} = 80,0\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha + 0,45\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha + 1,1\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha + 0,3\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

$$Q_{\epsilon\mu\pi.\pi1} = 81,85 \text{ m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

Δημόσια Χρήση:

$$Q_{\delta\eta\mu.\pi1} = Q_{\omicron\iota\kappa.\pi1} * 0,2 = 567,5\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha * 0,2 = 113,5\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

Απώλειες:

$$Q_{\alpha\pi\omega\lambda.\pi1} = (Q_{\omicron\iota\kappa.\pi1} + Q_{\tau\omicron\upsilon\rho.\pi1} + Q_{\epsilon\mu\pi.\pi1} + Q_{\delta\eta\mu.\pi1}) * 0,1 = 89,7 \text{ m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

$$Q_{\alpha\pi\omega\lambda.\pi1} = (567,5\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha + 45,45\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha + 81,85 \text{ m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha + 113,5\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha) * 0,1$$

$$Q_{\alpha\pi\omega\lambda.\pi1} = 80,83\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

Άρα:

$$Q_{\omicron\lambda.\pi1} = 567,5\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha + 45,45\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha + 81,85 \text{ m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha + 113,5\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha + 80,83\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

$$Q_{\omicron\lambda.\pi1} = 889,13\text{m}^3/\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

Συνολικά για την περίοδο 1 (3 μήνες) η κατανάλωση είναι:

$$889,13 \frac{\text{m}^3}{\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha} * 93\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\epsilon\varsigma = 82.689,09\text{m}^3 = V_{\pi1}$$

Περίοδος 2:

Ομοίως με την περίοδο 1:

$$Q_{\omicron\lambda.\pi2} = Q_{\omicron\iota\kappa.\pi2} + Q_{\tau\omicron\upsilon\rho.\pi2} + Q_{\epsilon\mu\pi.\pi2} + Q_{\delta\eta\mu.\pi2} + Q_{\alpha\pi\omega\lambda.\pi2}$$

Οικιακή χρήση:

$$Q_{\text{οικ.}\pi 2} = 150 \text{ L/κατ./ημέρα} * 227 \text{ κάτ.} = 34.050 \text{ L/ημέρα} = 34,05 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Τουριστική χρήση: Αν η πληρότητα της περιόδου 2 ανέρχεται σε 20% σε σχέση με την περίοδο 1 τότε έχουμε:

$$Q_{\text{τουρ.}\pi 2} = 45,45 \text{ m}^3/\text{ημέρα} * 0,2 = 9,09 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Εμπορική χρήση: Σύμφωνα με τον πίνακα 36 έχουμε:

$$Q_{\text{καφέ/εστ.}\pi 2} = 20 \text{ επιχ.} * 12 \text{ πελ.} * 25 \text{ L/ημέρα/πελάτη} = 6.000 \text{ L/ημέρα} = 6 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{φουρ.}\pi 2} = 1 \text{ επιχ.} * 150 \text{ L/ημέρα} = 150 \text{ L/ημέρα} = 0,15 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{γραφ.}\pi 2} = 11 \text{ επιχ.} * 1 \text{ υπάλ.} * 20 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 220 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{γραφ.}\pi 2} = 0,22 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{κατας.}\pi 2} = 5 \text{ κατας.} * 1 \text{ υπάλ.} * 20 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 100 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{κατας.}\pi 2} = 0,1 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$\text{Συνολικά: } Q_{\text{εμπ.}\pi 2} = Q_{\text{καφέ/εστ.}\pi 2} + Q_{\text{φουρ.}\pi 2} + Q_{\text{γραφ.}\pi 2} + Q_{\text{κατας.}\pi 2}$$

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 2} = 6 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 0,15 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 0,22 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 0,1 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 2} = 6,47 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Δημόσια Χρήση:

$$Q_{\text{δημ.}\pi 2} = Q_{\text{οικ.}\pi 1} * 0,2 = 34,05 \text{ m}^3/\text{ημέρα} * 0,2 = 6,81 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Απώλειες:

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 2} = (Q_{\text{οικ.}\pi 2} + Q_{\text{τουρ.}\pi 2} + Q_{\text{εμπ.}\pi 2} + Q_{\text{δημ.}\pi 2}) * 0,1 = 6,1 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 2} = (34,05 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 9,09 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 6,47 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 6,81 \text{ m}^3/\text{ημέρα}) * 0,1$$

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 2} = 5,64 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Άρα:

$$Q_{\text{ολ.}\pi 2} = Q_{\text{οικ.}\pi 2} + Q_{\text{τουρ.}\pi 2} + Q_{\text{εμπ.}\pi 2} + Q_{\text{δημ.}\pi 2} + Q_{\text{απωλ.}\pi 2}$$

$$Q_{\text{ολ.}\pi 2} = 34,05 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 9,09 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 6,47 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 6,81 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 5,64 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{ολ.π2} = 62,06 m^3 / \eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha$$

Συνολικά για την περίοδο 2 (9 μήνες) η κατανάλωση είναι:

$$62,06 \frac{m^3}{\eta\mu\acute{\epsilon}\rho\alpha} * 272 \text{ ημέρες} = 16.880,32 m^3 = V_{\pi2}$$

Η συνολική ετήσια κατανάλωση είναι:

$$V_{\epsilon\tau.} = V_{\pi1} + V_{\pi2} = 82.689,09 m^3 + 16.880,32 m^3 = 99.569,41 m^3$$



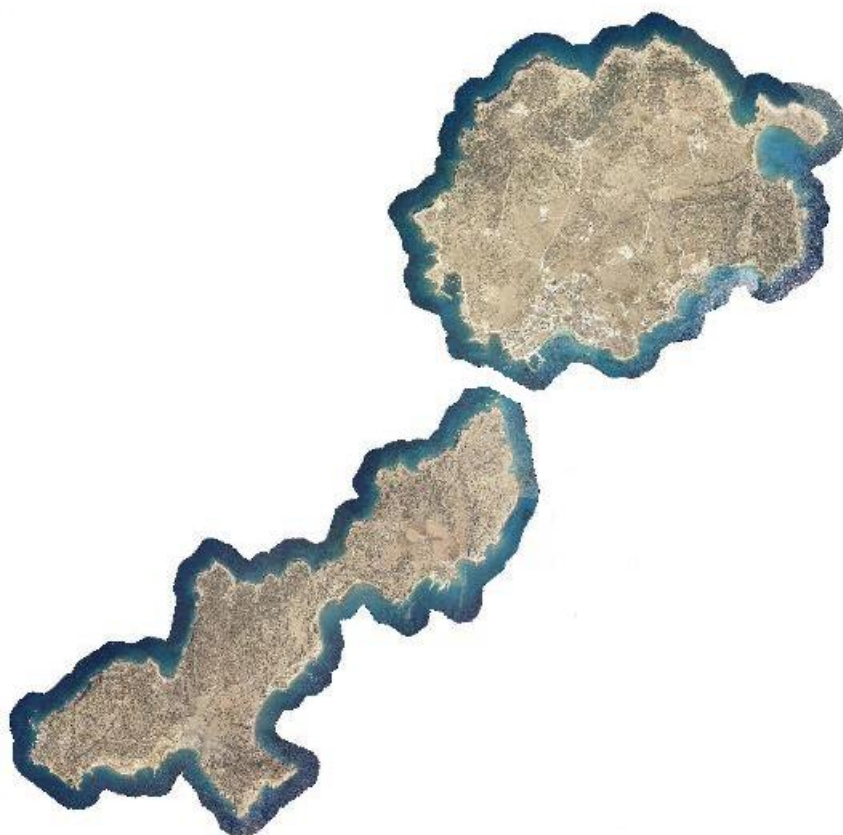
Σχήμα 11: Σχοινούσα - Κατανομή κατανάλωσης ανά χρονική περίοδο

5.8 Μελέτη περίπτωσης 4: Κουφονήσια

Έκταση: 26,000 km²

Μόνιμος πληθυσμός: 391 άτομα (πίνακας 8, ΕΛΣΤΑΤ 2011)

Απόσταση από Λαύριο: 180,28 χλμ. (πίνακας 12)



Εικόνα 7: Κουφονήσια

Πηγή: (Εθνικό Κτηματολόγιο)

5.8.1 Γεωγραφικά – Γεωλογικά – Κλιματολογικά στοιχεία

Τα Κουφονήσια αποτελούνται από νησίδες (Πάνω και Κάτω Κουφονήσι, Άγιος Ανδρέας, Βούλγαρη, Γλαρονήσι, Κέρος, Λάζαρος, Μεγάλη Πλάκα, Πλακή, Πρασούρα και Τσουλούφι) που όλες μαζί ανήκουν στο σύμπλεγμα των Μικρών Κυκλάδων. Η συνολική έκτασή τους είναι 26 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Το μεγαλύτερο σε έκταση νησί είναι η Κέρος (15,2τ.χλμ) ενώ το μόνο κατοικημένο (όλο τον χρόνο) είναι το Άνω Κουφονήσι, έκτασης 3,5 τετραγωνικών χιλιομέτρων και είναι το μικρότερο σε έκταση

κατοικημένο νησί των Κυκλάδων. Το Κάτω Κουφονήσι, έκτασης 4,3 τετραγωνικών χιλιομέτρων, κατοικείται εποχιακά. Χωρίζονται μεταξύ τους από ένα στενό πορθμό πλάτους 200 μέτρων(σ' αυτό στηρίζεται η εκδοχή ότι η ονομασία προέρχεται από την αρχαιότητα, γιατί ο πορθμός-κόλπος που βρίσκεται μεταξύ των δύο νησιών και του Γλαρονησίου, ονομαζόταν «κωφός λιμήν», δηλαδή απάνεμο λιμάνι). (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Γεωγραφικά, τα συναντά κανείς 3 ν.μ. νοτιοανατολικά της Νάξου και δυτικά της Αμοργού. Η απόσταση του Κουφονησιού από το λιμάνι του Πειραιά είναι 120ν.μίλια και από το λιμάνι της Νάξου 21ν.μ. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Μορφολογία: Τα εδαφολογικά, γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής είναι πανομοιότυπα με αυτά των λοιπών Κυκλαδίτικων νησιών. Επομένως, το ανάγλυφο του νησιού παρουσιάζεται έντονο με απότομες ακρογιαλιές και μικρούς όρμους. Στο εσωτερικό του νησιού οι λοφώδεις εξάρσεις παρουσιάζονται πιο έντονες. Το Κουφονήσι αποτελείται αποκλειστικά σχεδόν από νεογενείς σχηματισμούς, δηλαδή από εναλλαγές μαργαϊκών ασβεστολίθων, μαργών και ψαμμιτών. Όλοι αυτοί οι σχηματισμοί είναι οριζόντιοι ή παρουσιάζουν μια μικρή κλίση προς τα νότια. Το νησί έχει πολύ ήπιο ανάγλυφο και είναι εμφανής η απουσία έντονων τεκτονικών φαινομένων. Η γεωλογική δομή του νησιού, σε συνδυασμό με τις κακές υδρολογικές συνθήκες (λίγες βροχοπτώσεις, μεγάλη εξάτμιση κλπ.) και το μικρό μέγεθος του νησιού (6 km έκταση, με μέση διάμετρο 2 km) δημιουργούν υδρογεωλογικές συνθήκες, οι οποίες δεν είναι καθόλου ευνοϊκές για το σχηματισμό υδροφόρων, που να αποθηκεύουν αξιόλογα αποθέματα με ικανοποιητική ή τουλάχιστον αποδεκτή ποιότητα νερού (Κοινότητα Κουφονησίων – Προμελέτη, 2006). Δεν υπάρχουν επίσης εκμεταλλεύσιμοι αλλουβιακοί υδροφόροι, γιατί ο σχηματισμός αναπτύσσεται σε πολύ μικρή έκταση, στην παράκτια περιοχή προς νότο, με μικρή λεκάνη επιφανειακής τροφοδοσίας και μάλιστα στα όρια του οικισμού. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.8.2 Υποδομές

5.8.2.1 Ύδρευσης

Σε όλα σχεδόν τα σπίτια και τουριστικές μονάδες του νησιού, υπάρχουν δεξαμενές συλλογής βρόχινου νερού, το οποίο χρησιμοποιείται κατά τους χειμερινούς μήνες ως

νερό ύδρευσης κατά 90%. Οι ετήσιες ανάγκες σε νερό υπολογίζεται ότι είναι $75.000m^3$ ετησίως (9 τον Ιούνιο, 30 Ιούλιο-Αύγουστο και 26 τους λοιπούς μήνες). Εκτιμάται ότι το υδατικό έλλειμμα, αν αφαιρεθούν οι ποσότητες που μπορούν να παραχθούν (π.χ ομβροδεξαμενές), είναι της τάξης των $65.000m^3$ /έτος. Το νερό αυτό το προμηθεύεται το νησί από το Λαύριο Αττικής, με υδροφόρο πλοίο, το οποίο τροφοδοτεί 3 δεξαμενές, συνολικής χωρητικότητας $2.500 m^3$, που έχουν κατασκευασθεί σε σημείο του οικισμού με υψόμετρο 40. Από εκεί με φυσική ροή διοχετεύεται στα σπίτια. Κατά τους θερινούς μήνες η τροφοδοσία του νησιού με υδροφόρο γίνεται κάθε 4 με 5 μέρες, ενώ τους χειμερινούς κάθε 15-20. Ωστόσο οι κάτοικοι και ξενοδοχειακές μονάδες υποχρεούνται να έχουν γεμάτες τις δεξαμενές τους τον Μάιο, για αποκλειστική χρήση, σε περίπτωση έλλειψης, το καλοκαίρι. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Επιπλέον έχουν ξεκινήσει οι εργασίες για την εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης, δυναμικότητας $600m^3$, στην περιοχή “Παριανός” που βρίσκεται στο ΝΔ μέρος του νησιού, κοντά στο λιμάνι. Το έργο αναμενόταν να ολοκληρωθεί και λειτουργήσει μέχρι τα τέλη Μαρτίου 2014. Παρόλα αυτά και επειδή το νερό των υδροφόρων φτάνει αρκετά υποβαθμισμένο, οι κάτοικοι πίνουν ή εμφιαλωμένο ή προμηθεύονται από τις 2 δεξαμενές, συνολικής χωρητικότητας $260m^3$, που βρίσκονται σε ανάλογα σημεία του οικισμού, βρόχινο. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.8.2.2 Αδρευσης

Στο νησί, υπάρχουν 2 υδροληψίες, κοινοτική γεώτρηση (ικανοποιητικής ποιότητας και ποσότητας νερού) σε απόσταση περίπου μικρότερη από 3,5 χιλιόμετρα από την πιο απομακρυσμένη κτηνοτροφική μονάδα και κοινοτικό πηγάδι (υφάλμυρο νερό/ βρίσκεται μέσα στον οικισμό), που καταγράφονται ως αρδευτικές. Η γεώτρηση λειτουργούσε με πιεστική αντλία, απ’ όπου οι κτηνοτρόφοι με μικρά μεταφερόμενα βυτία προμηθεύονταν νερό για τα ζώα. Εδώ και 2 χρόνια η αντλία δεν λειτουργεί και αναγκάζονται οι κτηνοτρόφοι να προμηθεύονται νερό για τα ζώα τους από το υποβαθμισμένο πηγάδι. Εκτιμάται επίσης ότι υπάρχουν περίπου 15 ιδιωτικά πηγάδια, βάθους το πολύ 9 μέτρων και γύρω στις 10 γεωτρήσεις, βάθους το πολύ 40 μέτρων, αρκετά από τα οποία εξασφαλίζουν ικανοποιητικής ποιότητας νερό για γεωργική χρήση. Οι περισσότερες αυτές υδροληψίες είτε είναι πολύ παλιές και δεν έχουν

νομιμοποιηθεί (στερούνται άδειας χρήσης νερού), ή νεότερες χωρίς άδεια ανόρυξης.
(Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.8.3 Οικονομικά στοιχεία

Κύρια ενασχόληση των κατοίκων αποτελεί ακόμη η αλιεία. Σχεδόν όλες οι οικογένειες ασχολούνται με την αλιεία. Με μια δόση υπερβολής οι ίδιοι συνηθίζουν να λένε ότι τα καΐκια είναι περισσότερα από τις οικογένειες του νησιού. Γεγονός είναι πάντως ότι με 33 μεγάλα σκάφη (δίχως δηλαδή να υπολογίσει κανείς τα «χταποδιάρικά» και τα μικρότερα), το Κουφονήσι διαθέτει έναν από τους μεγαλύτερους αλιευτικούς στόλους της Ελλάδας, αναλογικά πάντα με τον πληθυσμό του. Επίσης, έχει αρχίσει να αναπτύσσεται τουριστικά την τελευταία εικοσαετία, με συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς και ο τουρισμός τείνει να γίνει πλέον η κύρια επαγγελματική δραστηριότητα των κατοίκων. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων είναι μερικής απασχόλησης. Σπάνιο να βρεθεί οικογένεια, που να ασχολείται αποκλειστικά με τον τουρισμό, την αλιεία ή την κτηνοτροφία (ενδεικτικά σημειώνουμε ότι από τις 1-2 καθαρά αγροτικές οικογένειες-κτηνοτρόφοι- του νησιού της δεκαετίας 1990-2000, προέκυψαν νέοι αγρότες, οι οποίοι ολοκλήρωσαν σχέδια βελτίωσης αγροτουριστικά-δωμάτια, ταβέρνα, και τώρα κι αυτοί εμπλέκονται με τον τουρισμό). Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι υπάρχει στη Χώρα ένα καρνάγιο, το οποίο επισκευάζει καΐκια με τον παραδοσιακό τρόπο, και ενισχύει κι αυτό έμμεσα την όλη παραγωγική ανάπτυξη του νησιού. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η διάρθρωση του οικονομικά ενεργού πληθυσμού, σύμφωνα με την απογραφή του 2001 (νεότερα στοιχεία δεν υπάρχουν). (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Πίνακας 35: Διάρθρωση οικονομικά ενεργού πληθυσμού Κουφονησίων

Πηγή: (ΕΛΣΤΑΤ, 2001)

	Πρωτογενής Τομέας		Δευτερογενής Τομέας		Τριτογενής Τομέας		Αδυναμία κατάταξης / Άνεργοι		Σύνολο
	Απασχολούμενοι	% στο σύνολο	Απασχολούμενοι	% στο σύνολο	Απασχολούμενοι	% στο σύνολο			
Κουφονήσια	85	50,60	18	10,71	33	19,64	6	26	168
Κυκλάδες	4.982	11,25	11.2	25,29	21.679	48,96	1.987	4.432	44.280
Περιφέρεια	9.335	7,42	23.51	18,69	68.246	54,25	5.754	18.948	125.793

5.8.4 Πρωτογενής Τομέας

Αλιεία

Στο Κουφονήσι απασχολούνται 53 ψαράδες ενεργά (επί του σκάφους κατά την αλιευτική δραστηριότητα), σε 33 αλιευτικά σκάφη (29 με δίχτυα/παραγάδια- 4 βιντζότρατα), τα περισσότερα οικογενειακής μορφής. Επιπλέον έχουν δοθεί άδειες (από το Λιμεναρχείο Νάξου) για 15 ερασιτεχνικά αλιευτικά σκάφη. Η αλιευτική παραγωγή το 2011, ανήλθε σε 611,292 tn. Εκτιμάται πάντως ότι υπάρχει μείωση της παραγωγής, εξαιτίας του προβλήματος της παράνομης αλιείας (χρήση εκρηκτικών, ανεμότρατες αλιεύουν σε απαγορευμένες περιοχές) και της υπεραλίευσης, που συνεπάγεται και εξάντληση(η παραγωγή βρίσκεται σε οριακό σημείο σε σχέση με την κατανάλωση). Γίνεται πάντως προσπάθεια να καλυφθούν όλες οι ανάγκες σε ψάρια κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, με την ντόπια παραγωγή. Το καλοκαίρι έρχονται καΐκια κι από άλλες περιοχές-πέντε με έξι από Κάλυμνο. Τον χειμώνα αποστέλλονται τα ψάρια στην Αθήνα μέσω Βόλακα Νάξου. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του αλιευτικού συλλόγου που δραστηριοποιείται στο νησί, τα μέλη του είναι 140, αλλά έχουν την αλιεία και άλλοι τόσοι Κουφονησιώτες, σαν δεύτερη ή τρίτη απασχόληση. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Φυτική παραγωγή

Στο Κουφονήσι δεν υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες, από άποψη εδαφοκλιματικών συνθηκών, για ανάπτυξη των καλλιεργειών (μικρή βροχόπτωση, υποβαθμισμένος υδροφόρος, ανεμόπληκτη περιοχή, ελάχιστη καλλιεργήσιμη γη) και εκτιμάται ότι και σε βάθος χρόνου να ανατρέξουμε, σε αντίθεση με άλλα γειτονικά μικρά Κυκλαδονήσια, οικογένειες που είχαν αποκλειστική απασχόληση την καλλιέργεια της γης δεν υπήρχαν. Αυτό ενισχύεται από τα εξής: α) σύμφωνα με εκτίμηση της Δασικής Υπηρεσίας, η καλλιεργήσιμη γη που έχει εγκαταλειφθεί είναι ελάχιστη (της τάξης του 10%), β) η σχεδόν αποκλειστική απασχόληση των κατοίκων με την αλιεία, πριν να εισβάλλει ο τουρισμός, και τέλος η ύπαρξη ιστορικών δεδομένων, ότι σε κάποιες περιόδους αποκλεισμού του νησιού, οι κάτοικοι ήρθαν αντιμέτωποι με το φάσμα του λιμού. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Πίνακας 36: Χρήσεις γης Κουφονησίων

ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ							
Έκταση σε στρέμματα	Σύνολο εκτάσεων	Καλλιεργ. εκτάσεις	Βοσκότοποι	Δάση	Έκταση καλυπτόμενη από νερά	Εκτάσεις οικισμών	Άλλες εκτάσεις
Κουφονήσια	25.400	400	500	9.9	0,0	0,0	6500
Νομός Κυκλάδων	2.599.400	836.1	789.5	690.4	3	33.7	246.7
Περιφέρεια Ν. Αιγαίου	5.316.500	1.602.000	1.309.900	1.890.900	16.1	86	411.6

Σημείωση; Περιλαμβάνει όλα τα νησιά του συμπλέγματος (Πάνω και Κάτω Κουφονήσια, Άγιος Ανδρέας Βούλγαρη, Γλαρονήσι, Κέρος, Λάζαρος, Μεγάλη Πλάκα, Πλακή, Πρασούρα και Τσουλούφι)

Πίνακας 37: Αροτραίες Καλλιέργειες Κουφονησίων

Πηγή: (Ετήσια Γεωργική Στατιστική, 2011)

Είδος	Έκταση σε στρέμματα	Παραγωγή που συγκομίστηκε(kgr)
Κριθάρι για σανό	100	4.5
Βρώμη για σανό	50	2
Βίκος για σανό	50	2
Κριθάρι για βοσκή	500	-
Βρώμη/βίκος για βοσκή	300	-
Σύνολο καλλιεργειών	1000	-
αγρανάπαυση	466	-

Πίνακας 38: Κηπευτικές καλλιέργειες Κουφονησίων

Πηγή: (Ετήσια Γεωργική Στατιστική, 2011)

Είδος	Έκταση σε στρέμματα	Παραγωγή που συγκομίστηκε
Λάχανα	2	500
Κρεμμύδια χλωρά	2	200
μαρούλια	1	150
Τομάτες επιτραπέζιες	2	1
Αγγούρια	2	600
Αγκινάρες	1	500
Σύνολο κηπευτικών	10	-

Πίνακας 39: Δενδρώδεις Καλλιέργειες

Πηγή: (Ετήσια Γεωργική Στατιστική, 2011)

Είδος	Κανονικοί Δενδρώνες		Διάσπαρτα	Παραγωγή
	Έκταση(στρ)	Αριθ. δένδρων	Αριθ. δένδρων	
Ελαιόδεντρα (ελαιοποίηση)	4	60	100	1.5
Συκιές (για ξερά σύκα)	-		15	120

5.8.5 Τριτογενής Τομέας

Τουρισμός

Ο τουρισμός την τελευταία δεκαετία εξελίχθηκε με ταχύτατους ρυθμούς και, με μια δόση υπερβολής, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι όλοι οι Έλληνες και πολλοί Ευρωπαίοι γνωρίζουν πως το Κουφονήσι είναι ένα γνήσιο ψαροχώρι, με ιδιαίτερες παραλίες και κυρίως με χαμογελαστούς, φιλόξενους και δραστήριους κατοίκους, και θα ήθελαν να το επισκεφτούν.

Καταλύματα/ καταγραφή-περιγραφή. Η τουριστική δραστηριότητα ανήκει σχεδόν στο σύνολό της (90%) σε Κουφονησιώτες μόνιμους κατοίκους του νησιού, και όλες σε Έλληνες επιχειρηματίες.

Καταγράφονται 73 επιχειρήσεις ξενοδοχειακών μονάδων και ενοικιαζόμενων δωματίων με συνολικά (Επιμελητήριο Κυκλάδων, 2022).

Εστίαση- διασκέδαση: 43 επιχειρήσεις (ταβέρνες, καφετέριες και μερικές διασκέδαση-ποτό) Πηγή: (Επιμελητήριο Κυκλάδων, 2022). Από τις επιχειρήσεις αυτές η μία βρίσκεται στο κάτω Κουφονήσι και λειτουργεί σαν ταβέρνα (10 τραπέζια) – καφενείο τους θερινούς μήνες. Ο ιδιοκτήτης καλύπτει όλες τις ανάγκες σε αιγοπρόβειο κρέας από τη δική του κτηνοτροφική μονάδα, και παρέχει υπηρεσίες εστίασης κυρίως σε Έλληνες του «ελεύθερου camping» που υπάρχει στο νησί, αλλά και στους περισσότερους από τους παραθεριστές, που διαμένουν στις εξοχικές κατοικίες. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

Οι εθνικότητες των τουριστών είναι κυρίως Έλληνες, Ιταλοί και Γάλλοι. Οι Ιταλοί δεν μετακινούνται πολύ, έρχονται με το αμάξι τους, πολλές φορές μεταφέρουν και κάποιο φουσκωτό μαζί τους, μέσω Πάτρας και παραμένουν αρκετές μέρες στο νησί. Επίσης αρκετοί Ιταλοί επισκέπτονται με ιστιοπλοϊκά σκάφη το νησί. Αντίθετα οι Γάλλοι και οι Έλληνες μετακινούνται και επισκέπτονται και άλλα νησιά. Κατά μέσο όρο διαμένουν 3-4 ημέρες και συνεχίζουν για να επισκεφθούν και άλλα νησιά (Αμοργό, Νάξο, Σαντορίνη, Μύκονο). Υπάρχουν όμως και πολλοί Έλληνες, κατά το πλείστον εύποροι /μέσης ηλικίας, οι οποίοι πιστεύουν ότι το Κουφονήσι είναι συγκεκριμένος

προορισμός (ως γνήσιο ψαροχώρι). Εκτιμάται ότι υπάρχουν και 20 εξοχικές κατοικίες, διάσπαρτες ,στο νησί και ανήκουν σχεδόν στο σύνολό τους σε Έλληνες ιδιοκτήτες. (Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2014)

5.8.6 Υπολογισμός καταναλώσεων

Στην περίπτωση των Κουφονησίων θα λάβουμε υπόψη και την γεωργική χρήση. Αντλώντας δεδομένα από τους πίνακες 37, 38 και 39, θα υπολογιστεί κατ' εκτίμηση η απαίτηση των καλλιεργειών ξεχωριστά για κάθε είδος, σύμφωνα με τη Διπλωματική Εργασία (Μπούζιος, 2016).

Ο πληθυσμός του νησιού σύμφωνα με την τελευταία απογραφή της ΕΛ.ΣΤΑΤ. (2011) και τον πίνακα 12 είναι 391 άτομα.

Οι επιχειρήσεις που λειτουργούν στον νησί ανά κατηγορία, σύμφωνα με το Επιμελητήριο Κυκλάδων, είναι:

Πίνακας 40: Επιχειρήσεις νήσου Άνω Κουφονησίου

Πηγή: (Επιμελητήριο Κυκλάδων, 2022)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρήσεων
Καφέ / Εστιατόρια	43
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	73
Φούρνοι	1
Γραφεία	15
Καταστήματα	23
Σύνολο	155

Για την ανάγκη των υπολογισμών και σύμφωνα με τον πίνακα 20, θα κάνουμε τις εξής παραδοχές:

Πίνακας 41: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 1 στη νήσο Κουφονησίου

(αναλύονται στη συνέχεια)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρ.	Ποσότη.	Κατανάλ.	Μονάδες
Καφέ / Εστιατόρια	43	215 πελ.	40	L/ημέρα/πελάτη
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	73	1022 κλ.	150	L/ημέρα/κλίνη
Φούρνοι	1		450	L/ημέρα
Γραφεία	15	2 υπάλ.	50	L/ημέρα/υπάλ.
Καταστήματα	23	2 υπάλ.	30	L/ημέρα/υπάλ.

Πίνακας 42: Τιμές καταναλώσεων κατά την περίοδο 2 στη νήσο Κουφονησίου

(αναλύονται στη συνέχεια)

Είδος Επιχείρησης	Αριθμός Επιχειρ.	Ποσότ.	Κατανάλ.	Μονάδες
Καφέ / Εσπατόρια	43	26 πελ.	25	L/ημέρα/πελάτη
Ενοικιαζόμενα Δωμάτια	73	48 κλ.	100	L/ημέρα/κλίνη
Φούρνοι	1		150	L/ημέρα
Γραφεία	15	1 υπάλ.	20	L/ημέρα/υπάλ.
Καταστήματα	23	1 υπάλ.	20	L/ημέρα/υπάλ.

Αναλυτικά, σύμφωνα με τις εξισώσεις και παραδοχές του κεφαλαίου 5.4 έχουμε:

Περίοδος 1:

$$Q_{ολ.π1} = Q_{οικ.π1} + Q_{τουρ.π1} + Q_{εμπ.π1} + Q_{δημ.π1} + Q_{γεωρ.π1} + Q_{απωλ.π1}$$

Οικιακή χρήση:

$$Q_{οικ.π1} = 250 \text{ L/κατ./ημέρα} * 3.910 \text{ κάτ.} = 977.500 \text{ L/ημέρα} = 977,5m^3/\text{ημέρα}$$

Τουριστική χρήση:

Στο νησί λειτουργούν 73 επιχειρήσεις οι οποίες προσφέρουν υπηρεσίες ενοικίασης επιπλωμένων δωματίων και θεωρούμε ότι κάθε μία από αυτές διαθέτει ένα μέγιστο αριθμό επτά (7) δίκλινων δωματίων.

Επομένως θεωρούμε ότι ο μέγιστος αριθμός κλινών που διαθέτει το νησί είναι:

$$73 \text{ επιχ.} * 7 \text{ δωμ.} * 2 \text{ κλ.} = 1022 \text{ κλίνες (πίνακας 44).}$$

Θεωρώντας ότι κατά την περίοδο 1 (θερινή) υπάρχει πληρότητα, η κατανάλωση της περιόδου αυτής είναι:

$$Q_{τουρ.π1} = 150 \text{ L/κλ./ημέρα} * 1022 \text{ κλ.} = 153.300 \text{ L/ημέρα.} = 153,3m^3/\text{ημέρα}$$

Εμπορική χρήση:

Σύμφωνα με τον πίνακα 44 έχουμε:

$$Q_{\text{καφέ/εστ.}\pi 1} = 43\text{επιχ.} \cdot 215\text{πελ.} \cdot 40 \text{ L/ημέρα/πελάτη} = 369.800\text{L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{καφέ/εστ.}\pi 1} = 369,8\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{φουρ.}\pi 1} = 1\text{επιχ.} \cdot 450 \text{ L/ημέρα} = 450 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{φουρ.}\pi 1} = 0,45\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{γραφ.}\pi 1} = 15\text{επιχ.} \cdot 2\text{υπάλ.} \cdot 50 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 1.500 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{γραφ.}\pi 1} = 1,5\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{κατασ.}\pi 1} = 23\text{κατασ.} \cdot 2\text{υπάλ.} \cdot 30 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 1.380 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{\text{κατασ.}\pi 1} = 1,38\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$\text{Συνολικά: } Q_{\text{εμπ.}\pi 1} = Q_{\text{καφέ/εστ.}\pi 1} + Q_{\text{φουρ.}\pi 1} + Q_{\text{γραφ.}\pi 1} + Q_{\text{κατασ.}\pi 1} =$$

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 1} = 369,8\text{m}^3/\text{ημέρα} + 0,45\text{m}^3/\text{ημέρα} + 1,5\text{m}^3/\text{ημέρα} + 1,38\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 1} = 373,13\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

Δημόσια Χρήση:

$$Q_{\text{δημ.}\pi 1} = Q_{\text{οικ.}\pi 1} \cdot 0,2 = 977,5\text{m}^3/\text{ημέρα} \cdot 0,2 = 195,5\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

Μη οικιακή γεωργική χρήση

$$Q_{\text{γεωρ.}\pi 1} = Q_{\text{κηπ.καλ.}\pi 1} + Q_{\text{αρτ.καλ.}\pi 1} + Q_{\text{ελλαιοδ.}\pi 1}$$

$$Q_{\text{κηπ.καλ.}\pi 1} = Q_{\text{ημ.μεγ.}} \cdot \text{στρ.} = 1,84\text{m}^3/\text{ημέρα} \cdot 1.000\text{στρ.} = 1.840\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{αρτ.καλ.}\pi 1} = Q_{\text{ημ.μεγ.}} \cdot \text{στρ.} = 2,13\text{m}^3/\text{ημέρα} \cdot 10\text{στρ.} = 21,3\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{ελλαιοδ.}\pi 1} = Q_{\text{ημ.μεγ.}} \cdot \text{στρ.} = 1,42\text{m}^3/\text{ημέρα} \cdot 4\text{στρ.} = 5,68\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$\text{Συνολικά: } Q_{\text{γεωρ.}\pi 1} = 1.840\text{m}^3/\text{ημέρα} + 21,3\text{m}^3/\text{ημέρα} + 5,68\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{γεωρ.}\pi 1} = 1.866,98 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

Απώλειες:

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 1} = (Q_{\text{οικ.}\pi 1} + Q_{\text{τουρ.}\pi 1} + Q_{\text{εμπ.}\pi 1} + Q_{\text{γεωρ.}\pi 1} + Q_{\text{δημ.}\pi 1}) \cdot 0,1 =$$

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 1} = (977,5\text{m}^3/\text{ημέρα} + 153,3\text{m}^3/\text{ημέρα} + 373,13\text{m}^3/\text{ημέρα} + 1.866,98 \text{ m}^3/\text{ημέρα} + 195,5\text{m}^3/\text{ημέρα}) \cdot 0,1$$

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 1} = 356,64\text{m}^3/\text{ημέρα}$$

Άρα

$$Q_{ολ.π2} = Q_{οικ.π2} + Q_{τουρ.π2} + Q_{εμπ.π2} + Q_{δημ.π2} + Q_{γεωρ.π1} + Q_{απωλ.π2}$$

$$Q_{ολ.π1} = 977,5m^3/ημέρα + 153,3m^3/ημέρα + 373,13m^3/ημέρα + 195,5m^3/ημέρα \\ + 356,64m^3/ημέρα$$

$$Q_{ολ.π1} = 2.056,07m^3/ημέρα$$

Συνολικά για την περίοδο 1 (3 μήνες) η κατανάλωση είναι:

$$\frac{2.056,07m^3}{ημέρα} * 93ημέρες = 191.214,51m^3 = V_{π1}$$

Περίοδος 2:

Ομοίως με την περίοδο 1:

$$Q_{ολ.π2} = Q_{οικ.π2} + Q_{τουρ.π2} + Q_{εμπ.π2} + Q_{δημ.π2} + Q_{γεωρ.π2} + Q_{απωλ.π2}$$

Οικιακή χρήση:

$$Q_{οικ.π2} = 150 \text{ L/κατ./ημέρα} * 391 \text{ κάτ.} = 58.650 \text{ L/ημέρα} = 58,65m^3/ημέρα$$

Τουριστική χρήση: Αν η πληρότητα της περιόδου 2 ανέρχεται σε 20% σε σχέση με την περίοδο 1 τότε έχουμε:

$$Q_{τουρ.π2} = 153,3m^3/ημέρα * 0,2 = 30,66m^3/ημέρα$$

Εμπορική χρήση: Σύμφωνα με τον πίνακα 45 έχουμε:

$$Q_{καφέ/εστ.π2} = 43επιχ.* 26πελ.* 25 \text{ L/ημέρα/πελάτη} = 27,950 \text{ L/ημέρα} \\ = 27,95m^3/ημέρα$$

$$Q_{φουρ.π2} = 1επιχ.* 150 \text{ L/ημέρα} = 150 \text{ L/ημέρα} = 0,15m^3/ημέρα$$

$$Q_{γρ.π2} = 15επιχ.* 1υπάλ.* 20 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 300 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{γρ.π2} = 0,3m^3/ημέρα$$

$$Q_{κατασ.π2} = 23κατασ.* 1υπάλ.* 20 \text{ L/ημέρα/υπάλ.} = 460 \text{ L/ημέρα}$$

$$Q_{κατασ.π2} = 0,46m^3/ημέρα$$

Συνολικά:

$$Q_{εμπ.π2} = Q_{καφέ/εστ.π2} + Q_{φουρ.π2} + Q_{γρ.π2} + Q_{κατασ.π2}$$

$$Q_{εμπ.π2} = 27,95m^3/ημέρα + 0,15m^3/ημέρα + 0,3m^3/ημέρα + 0,46m^3/ημέρα$$

$$Q_{\text{εμπ.}\pi 2} = 28,86 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$$

Δημόσια Χρήση:

$$Q_{\text{δημ.}\pi 2} = Q_{\text{οικ.}\pi 1} * 0,2 = 58,65 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} * 0,2 = 11,73 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$$

Μη οικιακή γεωργική χρήση

$$Q_{\text{γεωρ.}\pi 2} = Q_{\text{κηπ.καλ.}\pi 2} + Q_{\text{αρτ.καλ.}\pi 2} + Q_{\text{ελλαιοδ.}\pi 2}$$

$$Q_{\text{κηπ.καλ.}\pi 2} = Q_{\text{ημ.μεγ.}} * \text{στρ.} = 2,9 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} * 1.000 \text{ στρ.} = 2.900 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{αρτ.καλ.}\pi 2} = Q_{\text{ημ.μεγ.}} * \text{στρ.} = 3,35 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} * 10 \text{ στρ.} = 33,5 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{ελλαιοδ.}\pi 2} = Q_{\text{ημ.μεγ.}} * \text{στρ.} = 2,24 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} * 4 \text{ στρ.} = 8,96 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$$

$$\text{Συνολικά: } Q_{\text{γεωρ.}\pi 2} = 2.900 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 33,5 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 8,96 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{γεωρ.}\pi 2} = 2.942,46 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$$

Απώλειες:

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 2} = (Q_{\text{οικ.}\pi 2} + Q_{\text{τουρ.}\pi 2} + Q_{\text{εμπ.}\pi 2} + Q_{\text{δημ.}\pi 2}) * 0,1$$

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 2} = (58,65 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 30,66 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 28,86 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 2.942,46 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 11,73 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}) * 0,1$$

$$Q_{\text{απωλ.}\pi 2} = 307,23 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$$

Άρα:

$$Q_{\text{ολ.}\pi 2} = Q_{\text{οικ.}\pi 2} + Q_{\text{τουρ.}\pi 2} + Q_{\text{εμπ.}\pi 2} + Q_{\text{δημ.}\pi 2} + Q_{\text{γεωρ.}\pi 2} + Q_{\text{απωλ.}\pi 2}$$

$$Q_{\text{ολ.}\pi 2} = 58,65 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 30,66 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 29,21 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 11,73 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 2.942,46 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} + 307,23 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$$

$$Q_{\text{ολ.}\pi 2} = 3.379,94 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$$

Συνολικά για την περίοδο 2 (9 μήνες) η κατανάλωση είναι:

$$3.379,94 * 272 \text{ ημέρες} = \mathbf{919.343,68 \text{ m}^3} = V_{\pi 2}$$

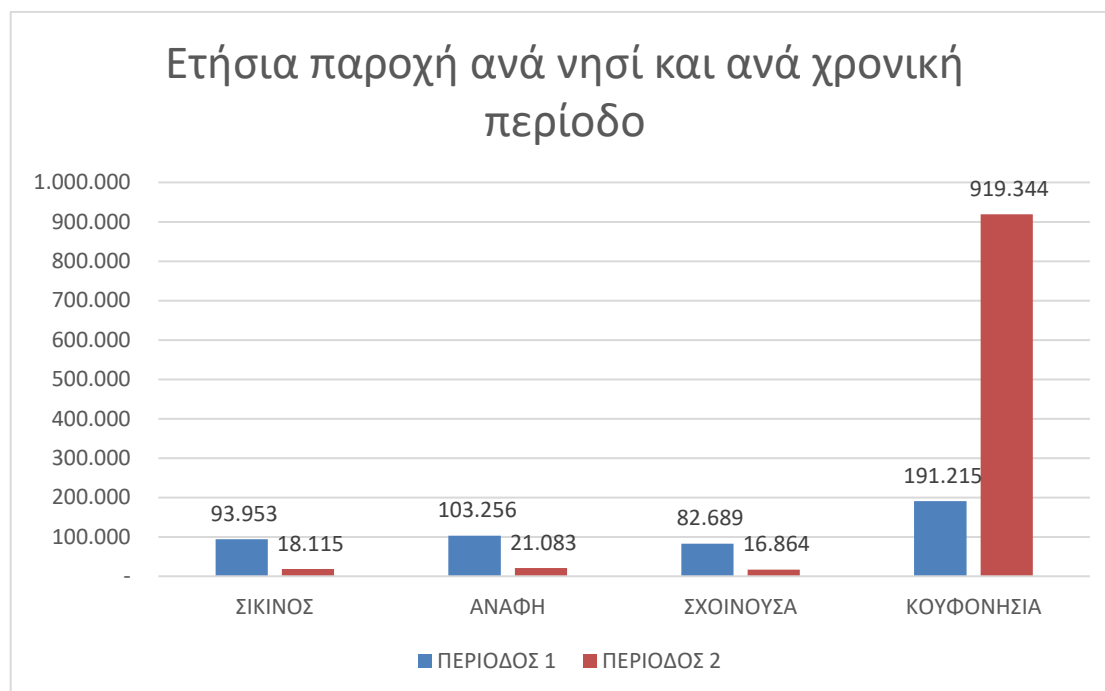
Η συνολική ετήσια κατανάλωση είναι:

$$V_{\text{ετ.}} = V_{\pi 1} + V_{\pi 2} = 191.214,51 \text{ m}^3 + 919.343,68 \text{ m}^3 = \mathbf{1.110.558,19 \text{ m}^3}$$



Σχήμα 12: Κουφονήσια - Κατανομή κατανάλωσης ανά χρονική περίοδο

5.9 Συγκεντρωτικά στοιχεία παροχών



Σχήμα 13: Ετήσια παροχή ανά νησί και ανά χρονική περίοδο

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε από το Σχήμα 13, κατά τη χρονική περίοδο 1 (θερινή περίοδος, που περιλαμβάνει τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο) η παροχή είναι ιδιαίτερα αυξημένη και περίπου 5πλάσια σε σχέση με τη χρονική περίοδο 2 (που περιλαμβάνει τους υπόλοιπους 9 μήνες του έτους). Η αυξημένη ζήτηση είναι απόλυτα δικαιολογημένη λόγω των τουριστών που επισκέπτονται τα νησιά αυτά κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, καθώς και από τη λειτουργία, αντίστοιχα, των επιχειρήσεων που σχετίζονται με τον τουρισμό.

Εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση των Κουφονησίων, όπου παρατηρείται ιδιαίτερα αυξημένη παροχή κατά τη χρονική περίοδο 2 και περίπου 5πλάσια σε σχέση με την παροχή της περιόδου 1, δηλαδή το αντίθετο σε σχέση με τα νησιά Σίκινος, Ανάφη και Σχοινούσα.

Αυτό ερμηνεύεται κυρίως από το γεγονός ότι στην περίπτωση των Κουφονησίων έχει ληφθεί υπόψη και η γεωργική χρήση, η οποία δεν υπολογίστηκε στις περιπτώσεις των άλλων νησιών, καθώς σε εκείνα οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις είναι ελάχιστες.



Σχήμα 14: Συνολική ετήσια παροχή νησιών

Στο Σχήμα 14 παρατηρούμε ότι η συνολική ετήσια παροχή των Κουφονησιών είναι πολύ υψηλότερη σε σχέση με τα άλλα νησιά τα οποία αφορά η παρούσα εργασία. Αυτό, όπως προαναφέρθηκε, οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι στα Κουφονήσια έχει συνυπολογιστεί η γεωργική παραγωγή.

Συγκεκριμένα, στην περίπτωση των Κουφονησιών, η μη οικιακή γεωργική παραγωγή υπολογίζεται σε 1.866,98 m³/ημέρα κατά τη χρονική περίοδο 1 και σε 2.942,46 m³/ημέρα κατά τη χρονική περίοδο 2.

5.10 Εκτίμηση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης:

Σύμφωνα με το κεφάλαιο 5.3, για να υπολογίσουμε το συνολικό κόστος χρειάζεται αρχικά να υπολογίσουμε το κόστος λειτουργίας και συντήρησης σε συνάρτηση με τις καταναλώσεις των νησιών.

Πίνακας 43: Καταναλώσεις ανά περίοδο

	Σίκινος Qολ. μέση ημ. m ³ /d	Ανάφη Qολ. μέση ημ. m ³ /d	Σχοινούσα Qολ. μέση ημ. m ³ /d	Κουφονήσια Qολ. μέση ημ. m ³ /d
	(1)			
Περίοδος (1)	1.010,25	1.110,28	889,13	2.056,07
Περίοδος (2)	66,60	77,51	62,06	3.379,94
MAX (1):(2)	1.010,25	1.110,28	889,13	3.379,94

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα (43) και τους υπολογισμούς καταναλώσεων των τεσσάρων νησιών, η μέγιστη τιμή της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης (σχεδόν για όλα τα νησιά) είναι γύρω στα 1.000m³/d (εκτός από τις απαιτήσεις για άρδευση στα Κουφονήσια οι οποίες μπορούν να καλυφθούν με εναλλακτικούς τρόπους όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια).

Προτείνεται η χρήση δίδυμης μονάδας αφαλάτωσης (2 * 1000 m³/d) για ασφάλεια σε περίπτωση βλάβης της μίας μονάδας κατά την περίοδο αιχμής ή παύση λειτουργίας της μίας μονάδας για οικονομία κατά τη χειμερινή περίοδο που η κατανάλωση είναι πολύ χαμηλότερη.

❖ Ενέργεια:

Για τις ανάγκες ολοκλήρωσης της ανάλυσης που ακολουθεί, θεωρούμε ότι η μονάδα αφαλάτωσης θα λειτουργήσει με παροχή ενέργειας από το τοπικό δίκτυο ηλεκτροδότησης.

Θα λάβουμε υπόψη τα παρακάτω:

Η κάθε μονάδα έχει τις παρακάτω ενεργειακές απαιτήσεις:

Πίνακας 44: Ενεργειακές Απαιτήσεις Μονάδας Αφαλάτωσης

Πηγή: (Ιμέρ, 2019)

Ποσότη.	Περιγραφή	Συνολική απορροφούμενη ισχύς (kW)
1	Αντλία θαλασσινού νερού	13,80
1	Αντλία υψηλής πίεσης	115,00
1	Αντλία κυκλοφορίας	136,00
5	Δοσομετρική αντλία	0,12
	Σύνολο	264,92

Η ημερήσια κατανάλωση ενέργειας στη μονάδα αφαλάτωσης ανά κυβικό είναι:

$$E = 264,92 \text{ kW} / 1000 \text{ m}^3/\text{d} = 0,26492 \text{ kWd}/\text{m}^3$$

Θεωρώντας πως η μονάδα λειτουργεί 24 ώρες την ημέρα η κατανάλωση ενέργειας είναι:

$$E = 0,26492 \text{ kWd}/\text{m}^3 * 24 \text{ h}/\text{d} = 6,36 \text{ kWh}/\text{m}^3$$

Το σύστημα ανάκτησης εκτιμάται $3,1 \text{ kWh}/\text{m}^3$ άρα:

$$6,36 \text{ kWh}/\text{m}^3 - 3,1 \text{ kWh}/\text{m}^3 = 3,26 \text{ kWh}/\text{m}^3$$

Συνολική Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας:

Λαμβάνοντας μία μέση τιμή κόστους της κιλοβατώρας ίση με $0,09 \text{ €} / \text{kWh}$ (η τιμή αυτή ισχύει μέχρι και το 2021 – δεν έχουν υπολογιστεί οι έκτακτες και πιθανότατα παροδικές αυξήσεις στην ενέργεια του 2022) τότε το συνολικό κόστος ημερήσιας κατανάλωσης ενέργειας ανά κυβικό παραγόμενου νερού εκτιμάται ίσο με:

$$3,26 \text{ kWh}/\text{m}^3 * 0,09 \text{ €} / \text{kWh} = 0,30 \text{ €}/\text{m}^3$$

Επομένως, για τη δίδυμη μονάδα είναι: $2 * 0.30 \text{ €}/\text{m}^3 = 0.60 \text{ €}/\text{m}^3$

Με τριπλάσιο κόστος στην τιμή της κιλοβατώρας όπως διαμορφώνεται στις αρχές του έτους 2022, δηλαδή περίπου ίση με $0,27 \text{ €} / \text{kWh}$, τότε το συνολικό κόστος ημερήσιας κατανάλωσης ενέργειας ανά κυβικό παραγόμενου νερού εκτιμάται ίσο με:

$$3,26 \text{ kWh}/\text{m}^3 * 0,27 \text{ €} / \text{kWh} = 0,88 \text{ €}/\text{m}^3$$

Επομένως, για τη δίδυμη μονάδα είναι: $2 * 0,88 \text{ €}/\text{m}^3 = 1.76 \text{ €}/\text{m}^3$

❖ Κόστος απασχολούμενου προσωπικού

Η μονάδα είναι πλήρως αυτοματοποιημένη, έτσι ώστε να απαιτείται η ελάχιστη δυνατή απασχόληση του προσωπικού, οι κύριες εργασίες θα είναι στη συμπλήρωση χημικών, αλλαγή ανταλλακτικών και στον έλεγχο της λειτουργίας της μονάδας. (Ιμέρ, 2019)

Θεωρούμε ότι κατά μέσο όρο απαιτούνται 7 ώρες εργασίας την εβδομάδα ή 364 ώρες ετησίως, με ένα ενδεικτικό κόστος εργατοώρας 12 ευρώ, θα έχουμε:

$$364 \text{ ώρες/έτος} * 12\text{€/εργατοώρα} = 4.368\text{€/έτος}$$

$$2.000 \text{ m}^3 * 365 \text{ ημέρες} = 730.000 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

Άρα το κόστος ανά κυβικό παραγόμενου νερού είναι:

$$4.368\text{€/έτος} / 730.000 \text{ m}^3/\text{έτος} = \mathbf{0,0060 \text{ €/m}^3}$$

❖ Κόστος συντήρησης / αναλωσίμων

Το κόστος αναλώσιμων υλικών υπολογίζεται από τον χημικό καθαρισμό και στην αντικατάσταση των ανταλλακτικών φίλτρων σάκου. Με την προϋπόθεση του χειρότερου δυνατού σεναρίου, ισχύει: τέσσερις χημικοί καθαρισμοί ετησίως των 500 ευρώ ο καθένας και αντικατάσταση των ανταλλακτικών φίλτρων σάκου ανά μήνα κόστους 8 ευρώ, καθώς και κάποια μικρο-συντήρηση των αντλιών και του λοιπού εξοπλισμού 4000 ευρώ ανά έτος. (Ιμέρ, 2019)

Το συνολικό κόστος συντήρησης, με βάση $360.000 \text{ m}^3/\text{έτος}$ παραγόμενου νερού, διακρίνεται σε:

Πίνακας 45: Κόστος Συντήρησης Αφαλάτωσης

Πηγή: (Ιμέρ, 2019)

Συνολικό κόστος συντήρησης	Συχνότητα – τεμάχια	Ετήσιο κόστος €	€/m ³ παραγόμενου νερού
Χημικοί καθαρισμοί	4 φορές / έτος	2.000	0,00548
Φίλτρα σάκου	120 / έτος	960	0,00263
Συντήρηση εξοπλισμού	Ανά έτος	4.000	0,01096
Σύνολο		6.960	0,0191

Επομένως για 2 μονάδες αφαλάτωσης θα είναι $0,0191 \text{ €/m}^3 * 2 = 0,382 \text{ €/m}^3$

Πίνακας 46: Λειτουργικό Κόστος Αφαλάτωσης

Πηγή: (Ιμέρ, 2019)

α/α		Κόστος (€/m ³)	Κόστος (€/m ³) με αυξημένη τιμή ενέργειας
1	Κόστος επένδυσης	-	-
2	Ενέργεια	0,60	1,76
3	Κόστος προσωπικού	0,0060	0,0060
4	Κόστος συντήρησης / αναλωσίμων	0,0382	0,0382
5	Κόστος Πόρου	0,0014	0,0014
	Σύνολο	0,6456	1,8056

Βλέπουμε ότι συμφωνούμε με τον πίνακα της ΜΟΔ, δηλαδή για κόστος λειτουργίας περίπου **0,7€/m³**.

Στη συνέχεια της εργασίας, θα γίνει η σύγκριση με τη δυσμενέστερη περίπτωση, δηλαδή με το 1,8€/m³ και για τη μεταφορά νερού με 10,5€/m³ (Τζεν, 2015), καθώς η τιμή του diesel είναι στα ίδια επίπεδα για 4/2014 και 4/2021 (1,361€/l και 1,320€/l αντίστοιχα όπως φαίνεται στο: http://www.fuelprices.gr/deltia_d.view). Να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια συγγραφής της εργασίας υπάρχει μεγάλη διακύμανση στις τιμές των υγρών καυσίμων.

5.11 Εκτίμηση απόσβεσης της επένδυσης

Η μεταφορά νερού περιλαμβάνει μόνο ένα ετήσιο κόστος ανάλογο με την μεταφερόμενη ποσότητα. Αντίθετα, η αφαλάτωση περιλαμβάνει εκτός από το ετήσιο κόστος ανάλογο με την ποσότητα παραγωγής και ένα αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης της μονάδας.

Για τον οικονομικό έλεγχο της επιχειρηματικής αξίας της εγκατάστασης μονάδων αφαλάτωσης στα νησιά μελέτης θα διενεργήσουμε λοιπόν δύο οικονομικές αναλύσεις.

Η **πρώτη ανάλυση** αφορά την σύγκριση του κόστους για την Μεταφορά Νερού με αυτό του κόστους επιτόπιας Αφαλάτωσης για μία χρονική περίοδο 20 ετών, όπου θεωρούμε ότι οι μονάδες θα παραμένουν σχετικά «καινούργιες» χωρίς σημαντικό κόστος συντήρησης ή ανάγκη αναβάθμισης. Σημειώνεται ότι με βάση τα Ελληνικά Λογιστικά Σχέδια η διάρκεια απόσβεσης του Η/Μ εξοπλισμού λαμβάνεται 25 έτη. Για λόγους ασφάλειας επιλέχτηκε διάρκεια απόσβεσης ελαφρώς μικρότερη, στα 20 έτη.

Η **δεύτερη ανάλυση** αφορά τον έλεγχο βιωσιμότητας των επενδύσεων για την κατασκευή και 20ετή λειτουργία των Μονάδων αφαλάτωσης. Αρχικά προσδιορίζεται μια καταρχήν ελάχιστη τιμή πώλησης του παραγόμενου νερού και ελέγχεται αν αυτή αποδίδει στο τέλος της 20ετίας το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των μονάδων με βάση τα σημερινά οικονομικά δεδομένα όπως κόστος ενέργειας και επιτόκιο δανεισμού για επιχειρηματικά σχέδια. Στην συνέχεια, ελέγχεται κατά πόσο αυτή η ελάχιστη τιμή πώλησης μπορεί να διατηρηθεί σε περιβάλλον ενεργειακών αναταραχών χωρίς να αμφισβητείται η βιωσιμότητα της αντίστοιχης ΔΕΥΑ.

5.11.1 Δεδομένα Αναλύσεων

Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης

Το αρχικό κόστος κτήσης μιας μονάδας αφαλάτωσης με την μεθοδολογία Αντίστροφης Ωσμωσης έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα με την «Α' Κλαδική μελέτη Αφαλάτωσης Νερού» της Τράπεζας Πειραιώς (Δαγκαλίδης, 2009), αλλά και ανεξάρτητων μελετητών (Zotalis, 2014) (Kourtis, 2019), μπορούμε να υποθέσουμε ότι το αρχικό Ειδικό Κόστος Εγκατάστασης για μονάδες αφαλάτωσης της δυναμικότητας των εν λόγω νησιών εκτιμάται σε 800 €/ (m³/d) (ΗΜ Εξοπλισμός 600 €/ (m³/d), Λοιπά Έργα 200 €/ (m³/d)). Η ανωτέρω εκτίμηση επιβεβαιώνεται και από τους δημόσια αναρτημένους προϋπολογισμούς μονάδων αφαλάτωσης στο διαδίκτυο για ελληνικά νησιά (Μυκόνου 2019, Κεφαλονιάς 2017).

Καθότι η μονάδα πρέπει να καλύπτει την Μέγιστη Ημερήσια Κατανάλωση το κόστος της κάθε μονάδας αφαλάτωσης προκύπτει από τον τύπο:

Κόστος Μονάδας = Ειδικό κόστος Εγκατάστασης X Μέγιστη Ημερήσια Κατανάλωση

Κόστος Παραγωγής / Μεταφοράς

Το Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας της κάθε μονάδας προκύπτει από το ειδικό κόστος ενέργειας που υπολογίσαμε στον Πίνακα 45 και τον τύπο:

$$\text{Κόστος Λειτουργίας} = \text{Ειδικό Κόστος Λειτουργίας} \times \text{Ετήσια Κατανάλωση}$$

Αντίστοιχα υπολογίζεται και το Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς

Σύμφωνα με τα προηγούμενα ως δεδομένα για την οικονομική ανάλυση προκύπτουν κατά μελέτη περίπτωσης τα κατωτέρω:

Πίνακας 47: Σίκινος – Δεδομένα Αφαλάτωσης/Μεταφοράς

	Qολ.πj m ³ /d	Ημέρες	Κατανάλωση	
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)	
Περίοδος 1	1.010,25	93	93.953,25	m ³ /y
Περίοδος 2	66,6	272	18.115,20	m ³ /y
Συνολική Έτους			112.068,45	m ³ /y
Μέγιστη Ημερήσια (1.5 ημερήσιας)			1.515,38	m ³ /y

Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης	1.212.300 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας	202.350 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς	1.176.718 €

Πίνακας 48: Ανάφη – Δεδομένα Αφαλάτωσης/Μεταφοράς

Κατανάλωση	Qολ.πj m ³ /d	Ημέρες		
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)	
Περίοδος 1	1.110,28	93	103.256,04	m ³ /y
Περίοδος 2	77,51	272	21.082,72	m ³ /y
Συνολική Έτους			124.338,76	m ³ /y
Μέγιστη Ημερήσια (1.5 ημερήσιας)			1.665,42	m ³ /y

Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης	1.332.336 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας	224.506 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς	1.305.557 €

Πίνακας 49: Σχοινούσα – Δεδομένα Αφαλάτωσης/Μεταφοράς

Κατανάλωση	Qολ.πj m ³ /d	Ημέρες		
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)	
Περίοδος 1	889,13	93	82.689,09	m ³ /y
Περίοδος 2	62,06	272	16.880,32	m ³ /y
Συνολική Έτους			99.569,41	m ³ /y
Μέγιστη Ημερήσια (1.5 ημερήσιας)			1.333,70	m ³ /y

Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης	1.066.956 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας	179.753 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς	1.045.307 €

Πίνακας 50: Κουφονήσια – Δεδομένα Αφαλάτωσης/Μεταφοράς

Κατανάλωση	Qολ.πj m ³ /d	Ημέρες		
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)	
Περίοδος 1	2.056,07	93	191.214,51	m ³ /y
Περίοδος 2	3.379,94	272	919.343,68	m ³ /y
Συνολική Έτους			1.110.558,19	m ³ /y
Μέγιστη Ημερήσια (1.5 ημερήσιας)			5.069,91	m ³ /y

Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης	4.055.928 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας	2.005.223 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς	11.660.861 €

5.11.2 Συγκριτική Απόδοση Επένδυσης Αφαλάτωσης και Μεταφοράς Νερού

Στόχος της ανάλυσης είναι να προσδιοριστεί η χρονική στιγμή κατά την οποία η Επένδυση Αφαλάτωσης θα καταστεί συνολικά αποδοτικότερη οικονομικά (φτηνότερη) από την Μεταφορά Νερού). Για την ανάλυση αυτή θα χρησιμοποιήσουμε την μεθοδολογία «Ανάλυσης Νεκρού Σημείου» ή “Breakeven point Analysis”.

Δηλαδή αναζητούμε το έτος n κατά το οποίο για πρώτη φορά το αθροιστικό κόστος της Αφαλάτωσης γίνεται μικρότερο από το αθροιστικό κόστος Μεταφοράς νερού:

$$\text{Κόστος Μονάδας} + \sum_j^n \text{Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας}_j \leq \sum_j^n \text{Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς}_j$$

Για την σύγκριση του Κόστους Αφαλάτωσης και του Κόστους Μεταφοράς Νερού καταστρώνουμε τους παρακάτω συγκριτικούς πίνακες για κάθε περιοχή στους οποίους υπολογίζεται το αθροιστικό Κόστος κάθε λύσης από την αρχή της περιόδου μέχρι τη στιγμή που το Αθροιστικό Κόστος Αφαλάτωσης είναι μικρότερο από το αντίστοιχο Αθροιστικό Κόστος Μεταφοράς. Βρίσκεται δηλαδή το έτος κατά το οποίο η εξοικονόμηση από την λύση της αφαλάτωσης θα έχει καλύψει το αρχικό κόστος επένδυσης και θα παρουσιάζει συγκριτικά κέρδη σε σχέση με την μεταφορά.

Πίνακας 51: Σίκινος – Συγκριτικός Πίνακας

Σίκινος	Κόστος Αφαλάτωσης		Κόστος Μεταφοράς		
	Ετήσιο	Αθροιστικό	Ετήσιο	Αθροιστικό	
Έτος	(1.1)	(1.2)	(2.1)	(2.2)	Όφελος/Ζημία (3)=(2.2)-(1.2)
0	1.212.300,0	1.212.300,0	0	0	-1.212.300,0
1	202.350,8	1.414.650,8	1.176.718,7	1.176.718,7	-237.932,1
2	202.350,8	1.617.001,6	1.176.718,7	2.353.437,5	736.435,9

Πίνακας 52: Ανάφη – Συγκριτικός Πίνακας

Ανάφη	Κόστος Αφαλάτωσης		Κόστος Μεταφοράς		
	Ετήσιο	Αθροιστικό	Ετήσιο	Αθροιστικό	
Έτος	(1.1)	(1.2)	(2.1)	(2.2)	Συνολικό Όφελος/Ζημία (3)=(2.2)-(1.2)
0	1.332.336	1.332.336	0	0	-1.332.336
1	224.506,1	1.556.842	1.305.557	1.305.557	-251.285
2	224.506,1	1.781.348	1.305.557	2.611.114	829.765

Πίνακας 53: Σχοινούσα – Συγκριτικός Πίνακας

Σχοινούσα	Κόστος Αφαλάτωσης		Κόστος Μεταφοράς		
	Ετήσιο	Αθροιστικό	Ετήσιο	Αθροιστικό	
Έτος	(1.1)	(1.2)	(2.1)	(2.2)	Όφελος/Ζημία (3)=(2.2)-(1.2)
0	1.066.956	1.066.956	0	0	-1.066.956
1	179.753	1.246.709	1.045.307	1.045.307	-201.401
2	179.753	1.426.462	1.045.307	2.090.614	664.152

Πίνακας 54: Κουφονήσια – Συγκριτικός Πίνακας

Κουφονήσια	Κόστος Αφαλάτωσης		Κόστος Μεταφοράς		Όφελος/Ζημία
	Ετήσιο	Αθροιστικό	Ετήσιο	Αθροιστικό	
Έτος	(1.1)	(1.2)	(2.1)	(2.2)	(3)=(2.2)-(1.2)
0	4.055.928	4.055.928	0	0	-4.055.928
1	2.005.223	6.061.151	1.1660.861	11.660.861	5.599.709

Πίνακας 55: Συγκριτική Απόδοση Επένδυσης

	Έτος		
	0	1	2
Νησί			
Σίκινος	-	-	+
Ανάφη	-	-	+
Σχοινούσα	-	-	+
Κουφονήσια	-	+	+

Συνεπώς για τα νησιά Σίκινος, Ανάφη, Σχοινούσα από το 2^ο έτος και για τα Κουφονήσια ήδη από το 1^ο έτος θα έχει εξοικονομηθεί το κόστος της Μονάδας Αφαλάτωσης από την μείωση που θα προκύψει σε σχέση με την μεταφορά νερού.

5.11.3 Ανάλυση Οικονομικής Βιωσιμότητας Επένδυσης Αφαλάτωσης και

Τιμολόγηση

Προτεινόμενη Τιμολόγηση κυβικού

Στόχος είναι να προσδιοριστεί ένα ρεαλιστικό τιμολόγιο για την διάθεση του νερού από τις τοπικές ΔΕΥΑ. Ως πρώτο βήμα υπολογίζουμε το μέσο κόστος παραγωγής m³ νερού για την απόσβεση της επένδυσης σε 20ετή λειτουργία όταν συμπεριληφθεί εκτός του κόστους λειτουργίας και το αρχικό κόστος κτήσης της μονάδας αφαλάτωσης. Σε δεύτερο βήμα προσδιορίζουμε μια προτεινόμενη τιμή πώλησης για το παραγόμενο νερό ώστε η λειτουργία ύδρευσης της ΔΕΥΑ να είναι οικονομικά βιώσιμη ως επένδυση.

Μέσο Ετήσιο Κόστος m³ νερού για 20ετή Λειτουργία με Απόσβεση Αρχικής Επένδυσης

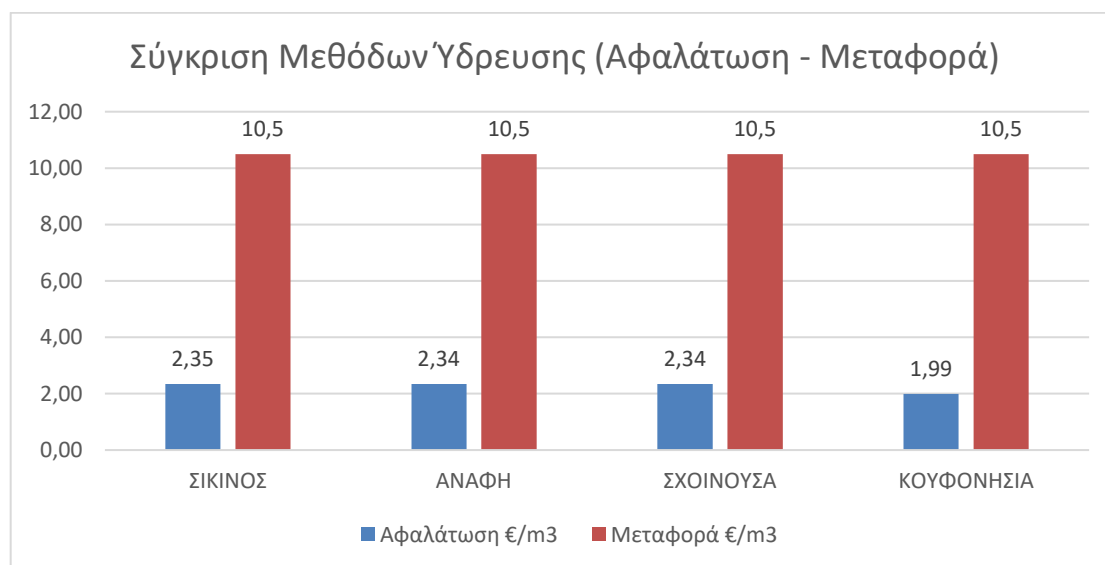
Για να υπολογίσουμε το Μέσο Ετήσιο Κόστος κυβικού μέτρου με Απόσβεση της Αρχικής Επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών θα χρησιμοποιήσουμε τον παρακάτω υπολογισμό:

$$\text{Μέσο Ετήσιο Κόστος} = \frac{\frac{\text{Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης}}{20 \text{ έτη}} + \text{Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας}}{\text{Ετήσια Κατανάλωση}}$$

Πίνακας 56: Μέσο Ετήσιο Κόστος

Νησί	Κόστος Αφαλάτωσης σε €	Ετήσια Απόσβεση Επένδυσης σε €/y	Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας σε €/y	Ετήσια Κατανάλωση σε m ³ /y	Μέσο Ετήσιο Κόστος σε €/m ³
	(1)	(2) = (1)/10	(3)	(4)	(5)=[(2)+(3)]/(4)
Σίκινος	1.212.300	60.615	202.351	112.068	2,35
Ανάφη	1.332.336	66.616,8	224.506	124.339	2,34
Σχοινούσα	1066956	53.347,8	179.753	99.553	2,34
Κουφονήσια	4055928	202.796,4	2.005.224	1.110.558	1,99

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η οικονομία που προκύπτει για τις ΔΕΥΑ για το μέσο κόστος νερού σε πλάνο 20ετίας μεταξύ της Αφαλάτωσης και της Μεταφοράς.



Σχήμα 15: Σύγκριση μεθόδων ύδρευσης (Αφαλάτωση – Μεταφορά)

Από τη λύση της Αφαλάτωσης θα προκύψει μια μείωση στο κόστος νερού περισσότερο από 35% στην 20ετία για κάθε νησί.

Προτεινόμενη Ελάχιστη τιμή πώλησης m^3 νερού βάσει κόστους και λοιπών εξόδων.

Η λειτουργία της ύδρευσης μιας ΔΕΥΑ επιβαρύνεται πέραν του κόστους του πωληθέντος νερού και από διάφορα επιπλέον κόστη, όπως έκδοση λογαριασμών, συντήρηση δικτύου διανομής, πληρωμές μόνιμου προσωπικού, αποσβέσεις λοιπών παγίων κτλ. Επίσης σημαντικό κόστος που πρέπει να καλυφθεί είναι το γεγονός ότι σε κάθε δίκτυο διανομής νερού υπάρχουν πάντα απώλειες και ατιμολόγητο νερό. Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία οι απώλειες αυτές σε παγκόσμιο επίπεδο μπορεί να φτάνουν μέχρι και το 30% του εισερχομένου ύδατος στο δίκτυο (Kanakoudis, et al., 2001). Για την Ελληνική επικράτεια μπορούμε να δεχτούμε ως ρεαλιστικές απώλειες ένα ποσοστό 12-15% σύμφωνα και με τα δημοσιευμένα στοιχεία της ΕΥΔΑΠ (ΕΥΔΑΠ, 2011). Σύμφωνα με τα παραπάνω ως ρεαλιστική συνολική επιβάρυνση στο κόστος παραγωγής μπορούμε να δεχτούμε ένα ποσοστό 24% ώστε να καλύπτονται πιθανές διαρροές και λοιπά λειτουργικά έξοδα.

Με βάση τα παραπάνω εξετάζουμε ως ελάχιστη τιμή πώλησης για το κυβικό μέτρο νερού αυτή που προκύπτει από τον τύπο

$$\text{Ελάχιστη Τιμή Πώλησης } m^3 = \text{Μέσο Ετήσιο Κόστος } m^3 \times 1,24$$

Προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

Πίνακας 57: Ελάχιστη Τιμή Πώλησης

ΝΗΣΙ	Μέσο Ετήσιο Κόστος σε €/m ³	Τιμή Πώλησης σε €/m ³
	(1)	(2)=1.24 x (1)
ΣΙΚΙΝΟΣ	2,35	2,91
ΑΝΑΦΗ	2,34	2,90
ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	2,34	2,90
ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ	1,99	2,47

Στην προηγούμενη ενότητα υπολογίσαμε το κόστος ανά κυβικό για κάθε νησί με βάση το κόστος λειτουργίας και την απόσβεση της αρχικής επένδυσης σε 20 έτη και

προτείνουμε από την εμπειρία της ΕΥΔΑΠ και την βιβλιογραφία μια ελάχιστη τιμή πώλησης. Στην ενότητα αυτή θα ελέγξουμε:

- Τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης της Επένδυσης Αφαλάτωσης
- Πως επηρεάζεται η απόδοση της επένδυσης από τις αυξήσεις ενέργειας

5.11.4 Ανάλυση Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης της Επένδυσης

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) ή Internal Return Ratio (IRR) είναι μία από τις πλέον χρησιμοποιούμενες αναλύσεις για την εκτίμηση της επιχειρηματικής αξίας μιας επένδυσης. Αν για παράδειγμα απαιτείται μια αρχική επένδυση κεφαλαίου K_0 σήμερα και αυτή η επένδυση θα αποδώσει ένα σύνολο ετήσιων Καθαρών Χρηματικών Εσόδων KXE_j για κάθε έτος j από τα n συνολικά, τότε ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης της επένδυσης είναι εκείνο το υποθετικό σταθερό επιτόκιο R με το οποίο αν είχε επενδυθεί το αρχικό κεφάλαιο θα έδινε την αντίστοιχη απόδοση. Δηλαδή

$$K_0 = \sum_{j=1}^n \frac{KXE_j}{(1+R)^j}$$

Αν αυτό το επιτόκιο είναι μικρότερο από το επιτόκιο δανεισμού της επιχείρησης, η επένδυση είναι οικονομικά ασύμφορη και πρέπει να αναθεωρηθεί. Σε περίπτωση εναλλακτικών επιλογών επιλέγεται αυτή με τον υψηλότερο Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης.

Η επίλυση του παραπάνω τύπου και ο υπολογισμός του R γίνεται αυτόματα από συνάρτηση του excel.

Σύμφωνα με την ανακοίνωση της Τράπεζας της Ελλάδος τον Ιανουάριο του 2022 (ΤτΕ, 2022) το επιτόκιο δανεισμού για νέα επιχειρηματικά δάνεια με συγκεκριμένη διάρκεια διαμορφώθηκε σε 2,79% ήτοι μικρότερο του 3%. Ελλείψει άλλων στοιχείων, ένας EBA της τάξης του 5%-8% θεωρείται αποδεκτός για μακροχρόνιες επενδύσεις, ενώ αν ο EBA είναι μικρότερος του 3% θεωρείται οικονομικά επισφαλής καθότι μικρότερος από το επιτόκιο δανεισμού.

Για τον τύπο υπολογισμού του EBA ισχύουν τα παρακάτω δεδομένα:

Θυμίζουμε ότι το Ειδικό Κόστος Παραγωγής για τις Μονάδες αφαλάτωσης υπολογίστηκε σε:

$$ΕΚΛ = ΕΚΛ_{Ενέργειας} + ΕΚΛ_{Λοιπά Κόστη} = 1,8056 \frac{€}{m^3}$$

Όπου

$$ΕΚΛ_{Ενέργειας} = 1,76 \frac{€}{m^3}, \quad ΕΚΛ_{Λοιπά Κόστη} = 0,0456 \frac{€}{m^3}$$

Πίνακας 58: Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης

	Κο					ΚΧΕ	
	Αρχική Επένδυση Κεφαλαίου (€)	Ετήσια Κατανάλω ση (m ³)	Τιμή Πώλη σης σε (€/m ³)	Ετήσια Έσοδα Πώλησης (€)	Ετήσια Έξοδα Λειτ. (€)	Ετήσια Καθαρή Εισροή (€)	EBA (IRR)
	(1)	(2)	(3)	(4)=(2)x(3)	(5)=(2)x ΕΚΛ	(6)=(4)- (5)	
ΣΙΚΙΝΟΣ	1.212.300	112.068	2,91	326.078	202.351	123.727	8,03%
ΑΝΑΦΗ	1.332.336	124.339	2,90	360.992	224.506	136.486	8,08%
ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	1.066.956	99.553	2,90	289.045	179.753	109.292	8,08%
ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ	4.055.928	1.110.558	2,47	2.737.945	2.005.224	732.721	17,3%

Παρατηρούμε ότι για όλες τις Επενδύσεις των Αφαλατώσεων οι προτεινόμενες τιμές πώλησης οδηγούν σε ικανοποιητικό Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης και κρίνονται ικανές να χρηματοδοτηθούν από δανεισμό.

5.11.5 Ανάλυση Ευαισθησίας του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης σε αύξηση του κόστους ηλεκτρικής Ενέργειας.

Η αύξηση του κόστους ενέργειας είναι ένας από τους κρίσιμους παράγοντες για τα Ετήσια έξοδα της λειτουργίας των μονάδων καθότι αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 97% του Ειδικού Κόστους Παραγωγής. Αντίθετα με τις περισσότερες ιδιωτικές Επιχειρήσεις, που μπορούν να μετακυλούν τις αυξήσεις στο κόστος της παραγωγής κατευθείαν στον καταναλωτή, οι ΔΕΥΑ ως επιχειρήσεις του ευρύτερου δημόσιου τομέα που διαχειρίζονται ένα δημόσιο αγαθό δεν μπορούν να προβαίνουν σε συνεχείς αλλαγές τιμολογίου, αλλά τείνουν να διατηρούν τα τιμολόγια τους σταθερά.

Για τον λόγο αυτό θα εξετάσουμε μέχρι ποιο ποσοστό αύξησης του κόστους της Ηλεκτρικής ενέργειας η επένδυση των Αφαλατώσεων παραμένει βιώσιμη, δηλαδή ο ΕΒΑ παραμένει μεγαλύτερος ή ίσος του επιτοκίου δανεισμού 3% .

Η επίλυση του προβλήματος γίνεται με την έτοιμη συνάρτηση του excel «Αναζήτηση Στόχου», με στόχο $EBA=3\%$ αλλάζοντας μόνο το κόστος ενέργειας $EK\Lambda_{Ενέργειας}$.

Πίνακας 59: Ποσοστό αύξησης του $EK\Lambda_{Ενέργειας}$ που καθορίζει τη μη βιωσιμότητα της επένδυσης

Νησί	Οριακός ΕΒΑ	% αύξηση $EK\Lambda_{Ενέργειας}$
ΣΙΚΙΝΟΣ	3%	21%
ΑΝΑΦΗ	3%	21%
ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	3%	21%
ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ	3%	24%

Από την ανάλυση ευαισθησίας της Επένδυσης προκύπτει ότι μια σχετικά μικρή αλλά διαρκής αύξηση στο κόστος Ενέργειας της τάξεως του 25% καθιστά τις επενδύσεις μη βιώσιμες και απαιτείται αύξηση των τιμολογίων αντίστοιχα. Επαληθεύεται με αυτόν τον τρόπο ότι η ασφαλέστερη πρόταση είναι ο συνδυασμός Μονάδων αφαλάτωσης με ΑΠΕ.

Κεφάλαιο 6. Παρατηρήσεις -Συμπεράσματα

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, έγινε έρευνα για τον υπολογισμό του κόστους λειτουργίας αλλά και του κόστους προμήθειας (με εκτίμηση απόσβεσης της επένδυσης) μίας εγκατάστασης αφαλάτωσης με τεχνολογία αντίστροφης ώσμωσης σε τέσσερα διαφορετικά νησιά και σύγκριση με την μεταφορά νερού για την ίδια κατανάλωση. Η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης για την παραγωγή πόσιμου νερού από θαλασσινό νερό μπορεί να χαρακτηριστεί ως η πλέον επικρατούσα μέθοδος στις μέρες μας, έχοντας πλεονέκτημα χάρη στην προηγμένη τεχνολογία της και τον υψηλό αριθμό επιτυχών εφαρμογών της σε όλο τον κόσμο. Η τεχνολογία αυτή είναι η πλέον αξιόπιστη, αποδοτική και οικονομική χωρίς ιδιαίτερα δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Διαπιστώσαμε ότι το κόστος μεταφοράς νερού είναι σημαντικά πιο υψηλό σε σχέση με το κόστος παραγωγής νερού με αφαλάτωση και πιο συγκεκριμένα, εκτιμάται ότι είναι περίπου 5πλάσιο. Μάλιστα, όπως εύκολα μπορούμε να αντιληφθούμε και από το Σχήμα 15, σε περιπτώσεις αυξημένης ζήτησης (όπως συμβαίνει, για παράδειγμα, στην περίπτωση των Κουφονησίων λόγω αναγκών άρδευσης), το κόστος μεταφοράς νερού αγγίζει εξαιρετικά υψηλά ποσά. Εξαιτίας του τεράστιου, διαχρονικά, οικονομικού κόστους, άλλωστε, το μοντέλο μεταφοράς νερού έχει χαρακτηριστεί ως παρωχημένο και μη βιώσιμο. Ταυτόχρονα, έχουν συχνά εκφραστεί ανησυχίες καθώς μέρος του κόστους μετακυλίνεται στους πολίτες των νησιών, οι οποίοι καλούνται να πληρώνουν πολλαπλάσιο κόστος για την κατανάλωση νερού σε σχέση με τους κατοίκους της Αττικής.

Όσον αφορά την κατανάλωση για γεωργικές ανάγκες, αξίζει να σημειωθεί ότι το ένα τρίτο του νερού που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη αφορά τη γεωργία. Η γεωργία επηρεάζει τόσο την ποσότητα όσο και την ποιότητα του νερού που είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις. Ξεκινώντας με την αποτελεσματική άρδευση, ένας τομέας όπου νέες πρακτικές και πολιτικές μπορούν να κάνουν τη διαφορά ως προς την αποδοτική χρήση των υδάτων αποτελεί η άρδευση των καλλιεργειών. Στην Ελλάδα σχεδόν το 80% του νερού που χρησιμοποιείται στη γεωργία αφορά την άρδευση. Γενικότερα όμως, στην άρδευση δεν πρέπει να γίνεται τόσο εντατική χρήση του νερού και για αυτό τον λόγο προτείνονται για την συλλογή αλλά και την εξοικονόμηση νερού οι εκτροπείς υδάτων

ή υδρορροές και δεξαμενές αποθήκευσης όμβριων υδάτων και το σύστημα εξοικονόμησης υδάτων.

Όσον αφορά τους εκτροπείς υδάτων ή υδρορροές και δεξαμενές αποθήκευσης όμβριων υδάτων, η εγκατάστασή τους σε συνδυασμό με την επιλογή ενός κατάλληλου κοντέινερ για την αποθήκευση του νερού θα είναι σε θέση να συγκεντρώσει και να διατηρήσει αμέτρητα γαλόνια βρόχινου νερού ανά πάσα στιγμή. Τους χειμερινούς μήνες το κοντέινερ θα γεμίζει σταδιακά με νερό μέσω αυτών των υδρορροών και έτσι θα υπάρχει η δυνατότητα να συγκεντρώνεται και να διαφυλάσσεται η απαραίτητη ποσότητα νερού για την κάλυψη αρδευτικών αναγκών. Στις άνυδρες περιοχές, το νερό της βροχής είναι πολύ πιο πολύτιμο. Οι δεξαμενές αυτές κατασκευάζονται από πλαστικό ή σκυρόδεμα και είναι σε θέση να συγκρατούν αρκετούς τόνους νερού.

Όσον αφορά το σύστημα εξοικονόμησης υδάτων, η ορθολογική χρήση ξεκινά από τον προγραμματισμό των αρδεύσεων και μπορεί να επιτευχθεί με τη λήψη μέτρων και την υιοθέτηση ενεργειών από την πλευρά του παραγωγού, σε συνεργασία με γεωπόνους εξειδικευμένους στις αρδεύσεις. Η βασικότερη από τις ενέργειες αυτές είναι ο επιστημονικός προγραμματισμός των αρδεύσεων. Για τον σκοπό αυτό, απαιτείται ο υπολογισμός των αρδευτικών αναγκών με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια, δηλαδή η χρήση δεδομένων από αγρομετεωρολογικούς σταθμούς της περιοχής, την εφαρμογή φυτικών συντελεστών προσαρμοσμένων στις τοπικές συνθήκες και την εκτίμηση της υδατοχωρητικότητας του χωραφιού. Επιπλέον, απαραίτητη είναι η χρήση αισθητήρων εδαφικής υγρασίας για την ενημέρωση των παραγωγών σχετικά με την υγρασιακή κατάσταση του χωραφιού και την ένδειξη προτεινόμενης άρδευσης.

Όσον αφορά την ενέργεια, επιλέχθηκε η προμήθεια από το δίκτυο ηλεκτροδότησης παρότι κατά το διάστημα συγγραφής της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας παρατηρείται το φαινόμενο της υπερβολικής αύξησης του ενεργειακού κόστους οδηγώντας σε μία πρωτοφανή «ενεργειακή κρίση».

Με τον όρο «ενεργειακή κρίση» αποδίδεται η ελλειμματικότητα της προσφοράς ενέργειας σε μια γεωγραφική περιοχή σε βαθμό ώστε να μην ικανοποιείται πλήρως η ζήτηση, με επακόλουθο την αύξηση των τιμών. Συνηθέστερα οφείλεται σε διαταραχή της προσφοράς ή/και σε αύξηση της ζήτησης. (Καρδοματέας, 2022)

Από τα μέσα του 2021 η αύξηση των τιμών του φυσικού αερίου και της ηλεκτρικής ενέργειας είναι δραματική. Ως αίτια της ενεργειακής αυτής κρίσης η οποία έχει ξεσπάσει, αναφέρονται τα ακόλουθα: (Καρδοματέας, 2022)

- η αύξηση της ζήτησης ενέργειας ως αποτέλεσμα της απότομης οικονομικής ανάκαμψης μετά τα lockdown στο πλαίσιο των μέτρων αντιμετώπισης της πανδημίας (Covid-19),
- η αύξηση της ζήτησης (άρα και των τιμών) του υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG - Liquefied natural gas) στην αγορά της Ασίας με συνέπεια τη μείωση της προσφοράς του στην Ευρώπη,
- η μείωση στην παραγωγή Φυσικού Αερίου (ΦΑ) στην Ευρώπη (και ιδιαίτερα στη Βόρεια Θάλασσα και την Ολλανδία),
- οι μισογεμάτες υπόγειες αποθήκες Φυσικού Αερίου (ΦΑ) στην Ευρώπη,
- η καθυστέρηση στην έναρξη λειτουργίας του αγωγού Nord Stream 2, σε συνδυασμό με την απόφαση της Ρωσίας να μην αυξήσει σημαντικά τις προμήθειες πέραν των ποσοτήτων που προβλέπονταν στα συμβόλαια, (Καρδοματέας, 2022)
- η εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία, η οποία ξεκίνησε στις 24 Φεβρουαρίου 2022, αποτελώντας την κορύφωση της συνεχιζόμενης εδώ και χρόνια Ρωσο-ουκρανικής διαμάχης και η επιβολή κυρώσεων στην Ρωσία, με άμεσες επιπτώσεις στην προμήθεια Ρωσικού φυσικού αερίου στον υπόλοιπο κόσμο.

Αυτό όμως που προβληματίζει ακόμη περισσότερο είναι το εάν πρόκειται για ένα περιστασιακό ζήτημα ή για ένα πρόβλημα το οποίο θα εμφανίζεται ολοένα συχνότερα.

Συνεπώς, όπως αναφέρθηκε και στο τέλος του προηγούμενου κεφαλαίου, ένα σύστημα αφαλάτωσης με τεχνολογία αντίστροφης ώσμωσης σε συνεργασία με συστήματα ΑΠΕ (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες ή ακόμα και γεωθερμία, όπου αυτό είναι εφικτό) αποτελεί την οικονομικότερη λύση προμήθειας νερού για ύδρευση (ή και άρδευση) των νησιών αυξάνοντας όμως το κόστος προμήθειας του εξοπλισμού (κόστος μονάδων ΑΠΕ) και πιθανότατα και τον χρόνο απόσβεσης της επένδυσης.

Μετά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων από τα νησιά που μελετήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι το κόστος του μεταφερόμενου νερού, λαμβάνοντας υπόψη την ραγδαία αύξηση του κόστους της ενέργειας ιδιαίτερα τον τελευταίο χρόνο, είναι αρκετά υψηλότερο σε

σύγκριση με την εγκατάσταση μιας μονάδας αφαλάτωσης. Επίσης, διαπιστώθηκε πως στην περίπτωση των Κουφονησίων σημαντικό ποσοστό του ετήσιου παραγόμενου νερού καταναλώνεται για την γεωργική χρήση, αυξάνοντας σε υπέρμετρο βαθμό το ετήσιο κόστος λειτουργίας, όσο και το ετήσιο κόστος μεταφοράς νερού. Όμως ακόμα και όταν λαμβάνεται υπόψη η γεωργική χρήση, η εγκατάσταση μονάδων αφαλάτωσης αποτελεί και πάλι την πιο συμφέρουσα οικονομικά λύση σε σύγκριση με την μεταφορά νερού.

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, αξίζει να σημειωθεί πως με την εγκατάσταση των μονάδων αφαλάτωσης επιτυγχάνεται λύση στο αδιέξοδο του υδατικού προβλήματος, αποφεύγοντας έτσι σημαντικές επιπτώσεις που προκύπτουν λόγω της έλλειψης νερού. Πιο συγκριμένα, βρισκόμενοι αντιμέτωποι με την αύξηση της ζήτησης του νερού και τις κλιματικές αλλαγές, είναι δεδομένο πως θα υπάρξει εντονότερη δυσκολία για την κάλυψη των αναγκών που απαιτούνται. Σε κάθε περίπτωση όμως, είναι αισιόδοξο το γεγονός ότι με την πάροδο των χρόνων αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες, όπως η αφαλάτωση, που αποτελεί οικονομικό και περιβαλλοντικό διέξοδο.

Βιβλιογραφία

Cuenca, Dr. Juan Canovas. 2012. *Report on Water Desalination Status in the Mediterranean Countries.* Murcia, Spain : Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), 2012.

Desalination Experts Group, Originating from the Water Resources Committee. 2014. *Desalination in the GCC, The history the present and the future.* s.l. : The Cooperation Council for the Arab States of the Gulf (GCC), 2014.

Einav, R., Harussi, K., and Perry, D. 2002. *The footprint of the desalination processes on the environment. Desalination.* 2002.

Folk, Emily. 2019. Environmental Impacts of Seawater Desalination. *exomena.* [Online] july 13, 2019. <https://www.exomena.org/environmental-impacts-of-seawater-desalination/>.

GEO. 1999. GEO,. *GEO.* [Online] UNEP, 1999. Global environmental outlook 2000 (GEO), UNEP, London, 1999.

Gleick, P. H. 1996. *Water resources.* In *Encyclopedia of Climate and Weather* ed. by S. H. Schneider. New York : Oxford University Press, 1996. pp. 817-823. Vol. vol. 2.

Kalogirou, Soteris A. 2005. *Seawater desalination using renewable energy sources.* Nicosia : ELSEVIER, 2005.

Kanakoudis, V, and Tolikas, D,. 2001. The role of leaks and breaks in waternetworks- Technical and economical solutions. *JWSRT-AQUA.* 50 5, 2001.

Khawaji D. Khawaji, A.D., Kutubkhanah I.K., and Wie, J.M. 2008. *Advances in seawater desalination technologies, Presented at the conference on Desalination and the Environment.* Sani Resort, Halkidiki, Greece : The European Desalination Society and Center for Research and Technology Hellas (CERTH), 2008.

Kourtis, I.M., Kotsifakis K.G., Feloni E.G., Baltas E.A.,. 2019. Sustainable Water Resources Management in Small Greek Islands under Changing Climate. <https://www.mdpi.com>. [Online] 2019. <https://doi.org/10.3390/w11081694>. *Water* 11, 1694.

Maite, M. Aldaya, Ashok K. Chapagain, Arjen Y. Hoekstra, Mesfin M. Mekonnen. 2011. *The Water Footprint Assessment Manual.* London : taylor and francis group, 2011.

Miller, James E. 2003. *Review of Water Resources and Desalination Technologies .* Albuquerque : SAND, 2003. 2003-0800.

Tsiourtis, N.X. 2001. *Desalination and the environment. Desalination,* 141: 223-236. 2001.

USGS. 2015. *USGS Water Resources.* 2015.

Younos, T. 2008. *Environmental Issues of Desalination. Universities Council on Water Resources, December 2005. Journal of Contemporary Water Research & Education.* s.l. : Universities Council on Water Resources, 2008.

Zotalis, Konstantinos, Emmanuel G. Dialynas, Nikolaos Mamassis, Andreas N. Angelakis. 2014. *Desalination Technologies: Hellenic Experience.* s.l. : water, 2014.

Buros, O.K. 2000. *The ABCs of Desalting Second Edition.* U.S.A. : I.D.A., 2000.

Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής. 2012. Υδροδότηση. [Online] 2012. <http://www.ypai.gr/site/home/Basic+Menu/Initiatives+of+Growth/Water+feeder.csp;jsessionid=c0a81e0a30d64bffb916864874bb5f995b3da526ca.e38Pch0Kbh4Nc40Lb38KahyNa390n6jAmljGr5XDqQLvpAe?pagenum=1>.

Δαγκαλίδης. 2009. *Κλαδική μελέτη: Αφαλάτωση νερού.* Αθήνα : Τράπεζα Πειραιώς, 2009.

Δελγιάννη, Μπελεσιώτης Β. 1995. *Μέθοδοι και συστήματα αφαλάτωσης – Αρχές διεργασιών αφαλάτωσης.* Αθήνα : "Δημόκριτος", 1995.

Εθνικό Κτηματολόγιο, Αεροφωτογραφίες Αρχείου.

Ειδική Γραμματεία Υδάτων. 2014. *Κατάλογος Προγραμματιζόμενων και νέων έργων/δραστηριοτήτων/τροποποιήσεων.* Αθήνα : Διαβούλευση Σχεδίων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, 2014.

—. **2015.** *Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Αιγαίου (GR14).* Αθήνα : Ειδική Γραμματεία Υδάτων, 2015.

ΕΛ.ΣΤΑΤ. 1999-2000. ΕΛ.ΣΤΑΤ. [Online] 1999-2000. <http://www.statistics.gr>.

ΕΛΣΤΑΤ. 2001. ΕΛ.ΣΤΑΤ. [Online] 2001. <http://www.statistics.gr>.

Επιμελητήριο Κυκλάδων. 2022. Επιμελητήριο Κυκλάδων. *e-kyklades.* [Online] 2022. <http://www.e-kyklades.gr/>.

Ετήσια Γεωργική Στατιστική. 2011. Ετήσια Γεωργική Στατιστική. [Online] 2011. <http://www.statistics.gr/statistics/agr>.

ΕΥΔΑΠ. 2011. *ΕΤΑΙΡΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ.* 2011.

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. 2000. *ΟΔΗΓΙΑ 2000/60/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Οκτωβρίου για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων.* s.l. : Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2000.

Ιμέρ, Σπυρίδων. 2019. *Ανάλυση Συστημάτων Αφαλάτωσης Και Πλήρης Σχεδιασμός Μονάδας Αντίστροφης Ωσμωσης.* Πάτρα : Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου Σχολή Μηχανικών Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, 2019.

- Καϊμάκη Π.-Σ., Ελένη Γκουβάτσου, Δρ. Αναστασία Χριστοπούλου, Ιωάννης Μουλατσιώτης, Αγγελική Περδίου. 2017.** 1η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου (ΕΛ 14), Ενδιάμεση Φάση: 2. Παραδοτέο 18: Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ). Αθήνα : Υ.Π.Ε.Κ.Α., 2017.
- Καλλονιάτης, Ανδρέας. 2008.** ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, Εφαρμογή μονάδας αφαλάτωσης με χρήση αιολικής ενέργειας στο νησί της Πάτμου. Χανιά : ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ, 2008.
- Καπλανάϊ, Γεώργιος. 2013.** ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, Σύγχρονα συστήματα παραγωγής πόσιμου νερού στα δεξαμενόπλοια. Χανιά : Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Κρήτης, 2013.
- Καραγιάννης, Ιωάννης Χρ. 2010.** ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ, Οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση συστημάτων αφαλάτωσης νερού με χρήση ανανεώσιμων και μη πηγών ενέργειας. Εναλλακτικές στρατηγικές στον Ελληνικό νησιωτικό χώρο. Αθήνα : ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, 2010.
- Κάραλης, Γιώργος. 2011.** Μονάδες αφαλάτωσης στα άνυδρα νησιά του Αιγαίου. Αθήνα : Ενεργειακό & Περιβαλλοντικό Γραφείο Αιγαίου (ΕΠΕΓΑ), 2011.
- Καρδοματέας, Δημήτρης. 2022.** energypress. energypress.gr/. [Online] 2 10, 2022.
<https://energypress.gr/news/analytiki-paroysiasi-pos-dimioyrgithike-i-energeiaki-krisi-giati-oi-ypsiles-times-tha-ginoun>.
- Μανωλάκος, Δημήτρης. 2009.** Συστήματα Αφαλάτωσης στο Νησιωτικό Χώρο. Αθήνα : Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2009.
- Μπούζιος, Ιωάννης. 2016.** Διαχείριση Υδατικών Πόρων Άνυδρων Νησιών. Το Υδροσύστημα Μυκόνου. Αθήνα : ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, 2016.
- Μπούτσικου, Δραγανίγο Α. (ΜΟΔ). 2019.** Αφαλάτωση και συνοδά έργα. Αθήνα : Μονάδα Οργάνωσης της Διαχείρισης Αναπτυξιακών Προγραμμάτων, ΜΟΔ, 2019.
- Νυδρέος-Σακουέλος. 2010.** Μεταπτυχιακή Διατριβή: Μονάδες αφαλάτωσης στην Ελλάδα: Αποτύπωμα άνθρακα. Βόλος : Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2010.
- Παναγούλια, Διονυσία. 2006.** Εσωτερικά Δίκτυα Ύδρευσης - Εκτίμηση Παροχών Σχεδιασμού. Αθήνα : Ε.Μ.Π., 2006.
- Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου. 2010.** Επιχειρησιακό Σχέδιο Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020 - ΣΙΚΙΝΟΣ. Σίκινος : Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, 2010.
- Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, Γενική Διεύθυνση Περιφερειακής Αγροτικής & Οικονομίας Και Κτηνιατρικής. 2014.** Επιχειρησιακό Σχέδιο Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020 / Ανάφρ. 2014.
- . 2014. Επιχειρησιακό Σχέδιο Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020 / Κουφονήσια. 2014.

— **2014.** Επιχειρησιακό Σχέδιο Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020 / Σίκινος. 2014.

— **2014.** Επιχειρησιακό Σχέδιο Αγροτικής Ανάπτυξης 2014-2020 / Σχοινούσα. 2014.

Σαμακίδης, Δ. 2009. Αυτόνομο σύστημα αφαλάτωσης με χρήση ΑΠΕ-Διαστασιολόγηση και Στρατηγικές ελέγχου, ΕΜΠ Διπλωματική Εργασία. Αθήνα : ΕΜΠ, 2009.

Σαπουλίδης, Βασίλης. 2011. Διαχείριση Δικτύων Ύδρευσης και Αποχέτευσης Ν. Σίκινου. Αθήνα : Γεώσφαιρα, 2011.

Σιδηρόπουλος, Παντελής. 2016. Καταναλώσεις. Βόλος : Πολυτεχνική Σχολή Βόλου Παν/μίου Θεσσαλίας, 2016.

Τζεν, Ευτυχία. 2015. Η τεχνολογία αφαλάτωσης στα Ελληνικά νησιά. Αθήνα : Ερευνητικό έργο PHAROS – Αριστεία II - ΓΓΕΤ, 2015.

ΤτΕ. 2022. ΤτΕ. [Online] 2022. <https://www.bankofgreece.gr/enimerosi/grafeio-typos/anazhtshsh-enhmerwsewn/enhmerwseis?announcement=2c47ef79-bf81-43db-9db5-3df2a7b1d768>.

ΥΠΕΚΑ. 2015. ΥΠΕΚΑ - Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών. [Online] 2015. http://wfdver.ypeka.gr/wp-content/uploads/2017/04/FEK_2019.B.2015_GR14-1.pdf.

— **2017.** υπελα - εγκεκριμένο σχέδιο διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμού – 1η αναθ.12/2017. [Online] 2017. http://wfdver.ypeka.gr/wp-content/uploads/2017/12/EL14_SDLAP_APPROVED.pdf.

ΦΕΚ 2019B 17/9/2015. ΦΕΚ 2019B 17/9/2015. Αθήνα : ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ.

Φουντουκίδης, Ευάγγελος. 2007. Αφαλάτωση Νερού με Αντίστροφη Ωσμωση. Πειραιάς : Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά - Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., 2007.

Φράγου, Δρ Γιώργος Καλλής. 2010. Προβλήματα και Λύσεις για την ολοκληρωμένη Διαχείριση του νερού. Αθήνα : WWF Ελλάς, 2010.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.

Αξιολόγηση σημαντικότερων τεχνολογιών αφαλάτωσης στον Ελληνικό νησιωτικό χώρο. Σύγκριση με συμβατικές μεθόδους ύδρευσης και περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Μιχαήλ Μοσχονάς¹, Αριστείδης Μπλούτσος^{1,2}

¹Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Βιώσιμου Σχεδιασμού, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο,
Πάροδος Αριστοτέλους 18, 26335 Πάτρα

²Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αγ. Σπυρίδωνος,
12243, Αιγάλεω

email: mmosx@yahoo.gr, arblouts@upatras.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται σύγκριση της α) μεταφοράς πόσιμου νερού με β) την επεξεργασία με εγκατάσταση αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης σε τέσσερα νησιά των Κυκλάδων: Σίκινο, Ανάφη, Σχοινούσα, Κουφονήσια. Επιλέχθηκε η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης για την παραγωγή πόσιμου νερού από θαλασσινό νερό η οποία έχει επικρατήσει στις μέρες μας λόγω της προηγμένης τεχνολογία της και τον υψηλό αριθμό επιτυχών εφαρμογών της σε όλο τον κόσμο. Υπολογίζονται οι ετήσιες καταναλώσεις και λαμβάνοντας υπόψη το λειτουργικό κόστος της μονάδας αφαλάτωσης και την απόσβεση της επένδυσης, χρησιμοποιώντας ενέργεια από το Δίκτυο (και όχι από ΑΠΕ παρότι είναι η πιο ενδεδειγμένη λύση), προτείνεται τρόπος τιμολόγησης και γίνεται ανάλυση της οικονομικής βιωσιμότητας της εγκατάστασης αφαλάτωσης, χρησιμοποιώντας τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης (EBA – IRR). Μετά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων, διαπιστώθηκε ότι το κόστος του μεταφερόμενου νερού, είναι αρκετά υψηλότερο σε σύγκριση με την εγκατάσταση μιας μονάδας αφαλάτωσης.

Λέξεις κλειδιά: Αφαλάτωση, Αντίστροφη ώσμωση, Μεταφορά νερού, Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, Βιωσιμότητα επένδυσης

ABSTRACT

In this study, a comparison is made of the two alternative ways of supplying drinking water: a) transport and b) treatment with a reverse osmosis desalination plant in four islands of the Cyclades Islands of: Sikinos, Anafi, Schinoussa, Koufonisia. The reverse osmosis method was chosen for the production of drinking water from seawater which has prevailed nowadays due to its advanced technology and its high number of successful applications around the world. The annual consumptions are calculated and taking into account the operating costs of the desalination unit and the amortization of the investment, using energy from the Grid (and not from RES although it is the most appropriate solution), a pricing method is proposed and an analysis of the economic viability of the desalination plant is made, using the Internal Rate of Return (IRR). After comparing the results, it was found that the cost of transported water, is quite higher compared to the installation of a desalination plant.

Keywords: Desalination, Reverse osmosis, Water transportation, Environmental impact, Investment Sustainability

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υδατικό αποτύπωμα ενός ατόμου, μίας κοινωνίας ή μίας επιχείρησης είναι ένας δείκτης κατανάλωσης νερού και προσδιορίζεται ως ο συνολικός όγκος φρέσκου (γλυκού) νερού που απαιτείται για να παραχθούν τα αγαθά και οι υπηρεσίες που θα καταναλωθούν από το άτομο ή την κοινωνία ή θα παραχθούν από την επιχείρηση. (Maite, 2011) Ωστόσο, μόνο το 3% του νερού του πλανήτη είναι γλυκό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο για να καλύψει τις ανάγκες του. (Καραγιάννης, 2010) Επιπλέον, το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και η κακή διαχείριση των υδατικών πόρων είναι κάποιοι από τους παράγοντες που οδήγησαν πολλές χώρες σε αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ύδρευσης, όπως η μεταφορά νερού και η αφαλάτωση.

Η μεταφορά νερού είναι ο κύριος τρόπος για την αντιμετώπιση του ανεπαρκούς υδατικού ισοζυγίου των άνυδρων νησιών της Ελλάδας, με κόστος όμως που κυμαίνεται από 4,91-8,32€/m³ και με σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση.

Η αφαλάτωση είναι μια διαδικασία που απομακρύνει το αλάτι και τα ορυκτά από το θαλασσινό νερό και το μετατρέπει σε πόσιμο. Με τον ωκεανό να καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας της Γης, το θαλασσινό νερό παρέχει μια βιώσιμη λύση για τις αυξημένες απαιτήσεις νερού. Η αφαλάτωση μπορεί να πραγματοποιηθεί με μεθόδους που είτε απομακρύνουν τα άλατα από το νερό είτε το νερό από τα άλατα (Δεληγιάννη, 1995), (Καραγιάννης, 2010), οι οποίες διαχωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- Μέθοδοι αλλαγής φάσης ή θερμικές μέθοδοι (phase-change processes)
- Μέθοδοι με χρήση μεμβρανών (membrane processes), που είναι η αντίστροφη ώσμωση (Reverse Osmosis, RO) και η ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis, ED). Η αντίστροφη ώσμωση είναι μια διαδικασία κατά την

οποία μέσω τεχνητής πίεσης το νερό διαχωρίζεται από τα συστατικά του.

Η ετήσια δυναμική της αφαλάτωσης παγκοσμίως παρουσιάζει σταθερά αυξανόμενη τάση. Ο αριθμός των εγκαταστάσεων αφαλάτωσης αυξάνεται διαρκώς, όπως και η παραγωγή νερού. (Zotalis, 2014). Πολλά ελληνικά νησιά καλύπτουν μέρος των αναγκών τους από μονάδες Αντίστροφης Ώσμωσης θαλασσινού και υφάλμυρου νερού. Έχουν καταγραφεί 70 περίπου μονάδες στα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, με συνολική παραγωγή νερού άνω των 58.000 m³/ημέρα.

Ο αντίκτυπος των δραστηριοτήτων αφαλάτωσης νερού στο περιβάλλον αφορά κυρίως στο θαλάσσιο περιβάλλον (άλμη, απορρόφηση οργανισμών της θαλάσσιας ζωής κ.ά.), την κατανάλωση ενέργειας (το κόστος ενέργειας αποτελεί περίπου το 55% του λειτουργικού κόστους της εγκατάστασης αφαλάτωσης με αντίστροφη ώσμωση), τις χρήσεις γης, το υπόγειο υδροφόρο στρώμα και τον θόρυβο.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΠΗΓΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα νησιά που θα μελετηθούν είναι η Σίκινος, η Ανάφη, η Σχοινούσα και τα Κουφονήσια - νησιά που χαρακτηρίζονται ως άνυδρα και παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, όσον αφορά τον πληθυσμό, την έκταση και την απόσταση από το λιμάνι μεταφοράς νερού.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται βασίζεται στη σύγκριση των δύο εναλλακτικών τρόπων παροχής πόσιμου νερού στα νησιά: α) μεταφορά και β) επεξεργασία με εγκατάσταση αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης.

Για τον υπολογισμό του κόστους μεταφοράς νερού χρησιμοποιούνται στοιχεία της Γενικής Γραμματείας Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής. (Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, 2012)

Το κόστος των εγκαταστάσεων αφαλάτωσης επιμερίζεται στο Κόστος Αρχικής Επένδυσης και στο Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης (Κάραλης, 2011), (Δεληγιάννη, 1995)

Για τον υπολογισμό των καταναλώσεων χρησιμοποιούνται πληθυσμιακά στοιχεία από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛΣΤΑΤ, 2011).

Οι χρήσεις νερού καθορίζονται ως εξής (Παναγούλια, 2006):

- Οικιακή χρήση μονίμων κατοίκων
- Τουριστική χρήση
- Βιομηχανική/Βιοτεχνική/εμπορική
- Δημόσια χρήση (π.χ. νοσοκομεία, πάρκα)
- Μη οικιακή γεωργική χρήση
- Απώλειες

Η ολική κατανάλωση υπολογίζεται ως το άθροισμα των ανωτέρω χρήσεων, δηλαδή:

$$Q_{ολ.} = Q_{οικ.} + Q_{τουρ.} + Q_{εμπ.} + Q_{δημ.} + Q_{γεωρ.} + Q_{απωλ.}$$

Οι υπολογισμοί γίνονται για δύο (2) χρονικές περιόδους:

α) Περίοδος 1 (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος)

β) Περίοδος 2 (υπόλοιποι μήνες του έτους).

Για την εκτίμηση των καταναλώσεων θα χρησιμοποιηθεί η μέση ημερήσια κατανάλωση ($Q_{ημ.μεγ.}$) η οποία είναι:

$$Q_{ημ.μεσ.} = q * E$$

Όπου:

q = μέση ειδική παροχή κατανάλωσης νερού (θα θεωρήσουμε $q_1=250$ L/άτομο/ημέρα και $q_2 = 150$ L/άτομο/ημέρα).

E = αριθμός κατοίκων

Όσον αφορά τις εμπορικές καταναλώσεις, κυμαίνονται στις τιμές του Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Τιμές εμπορικών καταναλώσεων (Σιδηρόπουλος, 2016)

Τύπος εγκατάστασης	Κατ/ση	Μονάδες
Γραφεία	20-50	L/ημέρα/υπάλληλο
Καταστήματα	20-30	L/ημέρα/υπάλληλο
Φούρνοι	150-450	L/ημέρα
Κρεοπωλεία	200-300	L/ημέρα
Κομμωτήρια	100-300	L/ημέρα
Γκαράζ	30-40	L/ημέρα/αυτοκίνητο
Καθαριστήρια	40-80	L/kg ρούχων
Ξενοδοχεία/Καταλύματα	100-150	L/ημέρα/κλίνη
Καφέ/Εστιατόρια	25-40	L/ημέρα/πελάτη

Η δημόσια χρήση θα θεωρηθεί ίση με το 20% της οικιακής και το ποσοστό των απωλειών ίσο με το 10% του συνόλου των καταναλώσεων.

Για τον οικονομικό έλεγχο της επιχειρηματικής αξίας της εγκατάστασης μονάδων αφαλάτωσης στα νησιά μελέτης διενεργούνται δύο οικονομικές αναλύσεις:

- Σύγκριση κόστους Μεταφοράς Νερού με το κόστος επιτόπιας Αφαλάτωσης για 20 έτη, όπου θεωρούμε ότι οι μονάδες θα παραμένουν σχετικά «καινούριες» χωρίς σημαντικό κόστος συντήρησης ή ανάγκη αναβάθμισης.
- Έλεγχος βιωσιμότητας των επενδύσεων για την κατασκευή και 20ετή λειτουργία των Μονάδων αφαλάτωσης. Αρχικά προσδιορίζεται μια ελάχιστη τιμή πώλησης του παραγόμενου νερού και ελέγχεται αν αυτή αποδίδει στο τέλος της 20ετίας το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των μονάδων. Στη συνέχεια, ελέγχεται κατά πόσο αυτή η ελάχιστη τιμή πώλησης μπορεί να διατηρηθεί σε περιβάλλον ενεργειακών αναταραχών, χωρίς να αμφισβητείται η βιωσιμότητα της αντίστοιχης ΔΕΥΑ.

Το αρχικό Ειδικό Κόστος Εγκατάστασης για μονάδες αφαλάτωσης της δυναμικότητας των εν λόγω νησιών εκτιμάται σε 800 €/ (m³/d), με βάση μελέτη της Τράπεζας Πειραιώς (Δαγκαλίδης, 2009), αλλά και ανεξάρτητων μελετητών (Zotalis, 2014) (Kourtis, 2019). Η εκτίμηση επιβεβαιώνεται από τους δημόσια αναρτημένους προϋπολογισμούς μονάδων αφαλάτωσης για ελληνικά νησιά (Μυκόνου 2019, Κεφαλονιάς 2017).

Καθότι η μονάδα πρέπει να καλύπτει τη Μέγιστη Ημερήσια Κατανάλωση, το κόστος κάθε μονάδας αφαλάτωσης προκύπτει από τον τύπο:

$$\text{Κόστος Μονάδας} =$$

$$\text{Ειδικό κόστος Εγκατάστασης} \times \text{Μέγιστη Ημερήσια Κατανάλωση}$$

Το Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας κάθε μονάδας προκύπτει από το ειδικό κόστος ενέργειας και τον τύπο:

Κόστος Λειτουργίας

= Ειδικό Κόστος Λειτουργίας \times Ετήσια Κατανάλωση

Αντίστοιχα υπολογίζεται και το Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς.

Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα Excel.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Κόστος μεταφοράς νερού

Τα νησιά Σίκινος, Σχοινούσα και Κουφονήσια υδροδοτούνται με πλωτά μέσα, με προμήθεια νερού από το δίκτυο της Ε.ΥΔ.Α.Π. στην Αττική.

Οι δαπάνες της Ν.Α. Κυκλάδων τα έτη 2002-2010 (1.1.2010 -30.9.2010) ανήλθαν συνολικά σε 34.490.462 €, ενώ η δαπάνη ανά m^3 κυμάνθηκε από 7,78 – 9,84 €/m³.

Το έτος 2014 η τιμή του μεταφερόμενου νερού κυμάνθηκε στα 10,5 €/m³ για τα νησιά του Αιγαίου, ενώ το έτος 2015 οι τιμές παρέμειναν ίδιες. (Τζεν, 2015)

3.2. Κόστος Αφαλάτωσης

Στους Πίνακες 2 και 3 φαίνεται το κόστος παραγόμενου νερού (Μανωλάκος, 2009) (Κάραλης, 2011).

Πίνακας 2. Κόστος παραγόμενου νερού ανάλογα με τη δυναμικότητα της αφαλάτωσης

Τύπος Νερού	Δυναμικότητα μονάδας αφαλάτωσης (m^3/d)	Κόστος (€/m ³)
Υφάλμυρο	<1.000	0,63-1,06
	5.000 - 60.000	0,21-0,43
Θαλασσινό	<1.000	1,78-9,00
	1.000 - 5.000	0,56-3,15
	12.000 – 60.000	0,35-1,30
	> 60.000	0,40-0,80

Πίνακας 3. Κόστος παραγόμενου νερού ανάλογα με την πηγή ενέργειας

Τύπος Νερού	Πηγή ενέργειας	Κόστος (€/m ³)
Υφάλμυρο	Συμβατική	0,21-1,06
	Φ/Β	4,5-10,32
Θαλασσινό	Γεωθερμία	2,00
	Συμβατική	0,35-2,70
	Άνεμος	1,00-5,00
	Φ/Β	3,14-9,00

3.3. Υπολογισμός καταναλώσεων

Σύμφωνα με τις εξισώσεις και παραδοχές της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, υπολογίζεται η συνολική ετήσια κατανάλωση των υπό μελέτη νησιών.

Σίκινος:

$$V_{\text{ετ.}} = V_{\pi 1} + V_{\pi 2} = 93.953,25 + 18.115,20 = 112.068,45 \text{ m}^3$$

Ανάφη:

$$V_{\text{ετ.}} = V_{\pi 1} + V_{\pi 2} = 103.256,05 + 21.082,72 = 124.338,77 \text{ m}^3$$

Σχοινούσα:

$$V_{\text{ετ.}} = V_{\pi 1} + V_{\pi 2} = 82.689,09 + 16.880,32 = 99.569,41 \text{ m}^3$$

Κουφονήσια (λαμβάνεται υπόψη και η γεωργική χρήση):

$$V_{\text{ετ.}} = V_{\pi 1} + V_{\pi 2} = 191.214,51 + 919.343,68 = 1.110.558,19 \text{ m}^3$$

3.4. Εκτίμηση κόστους λειτουργίας και συντήρησης σε συνάρτηση με τις καταναλώσεις των νησιών

Η μέγιστη τιμή της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης προκύπτει ίση με 1.000m³/d (εκτός από τις ανάγκες άρδευσης στα Κουφονήσια). Προτείνεται χρήση δίδυμης μονάδας αφαλάτωσης, η οποία θεωρούμε ότι θα λειτουργήσει με παροχή ενέργειας από το τοπικό δίκτυο ηλεκτροδότησης, και λαμβάνουμε υπόψη τα ακόλουθα:

Πίνακας 4. Ενεργειακές απαιτήσεις Μονάδας Αφαλάτωσης (Ιμέρ, 2019)

Ποσότη.	Περιγραφή	Συνολική απορροφούμενη ισχύς (kW)
1	Αντλία θαλασσινού νερού	13,80
1	Αντλία υψηλής πίεσης	115,00
1	Αντλία κυκλοφορίας	136,00
5	Δοσομετρική αντλία	0,12
	Σύνολο	264,92

Κατανάλωση ενέργειας:

$$E = 264,92 \text{ kW} / 1000 \text{ m}^3 / \text{d} = 0,26492 \text{ kWd} / \text{m}^3 \text{ ή } 6,36 \text{ kWh} / \text{m}^3$$

Το σύστημα ανάκτησης εκτιμάται σε 3,1kWh/m³, άρα:

$$6,36 \text{ kWh} / \text{m}^3 - 3,1 \text{ kWh} / \text{m}^3 = 3,26 \text{ kWh} / \text{m}^3$$

Με μέση τιμή κόστους της κιλοβατώρας 0,09 €/kWh (2021), το συνολικό κόστος ημερήσιας κατανάλωσης ενέργειας ανά κυβικό παραγόμενου νερού εκτιμάται σε:

$$3,26 \text{ kWh} / \text{m}^3 * 0,09 \text{ €/kWh} = 0,30 \text{ €/m}^3$$

ή 0,60 €/m³ για τη δίδυμη μονάδα.

Με τριπλάσια τιμή κιλοβατώρας (αρχές 2022), το συνολικό κόστος ημερήσιας

κατανάλωσης ενέργειας ανά κυβικό παραγόμενου νερού εκτιμάται ίσο με:
 $3,26 \text{ kWh} / \text{m}^3 \times 0,27 \text{ €} / \text{kWh} = 0,88 \text{ €} / \text{m}^3$ ή $1,76 \text{ €} / \text{m}^3$ για τη δίδυμη μονάδα.

Η μονάδα είναι πλήρως αυτοματοποιημένη, οπότε η απασχόληση του προσωπικού αφορά σε συμπλήρωση χημικών, αλλαγή ανταλλακτικών και έλεγχο λειτουργίας. (Ιμέρ, 2019) Με 7 ώρες εργασίας/εβδομάδα ή 364 ώρες/έτος και ενδεικτικό κόστος εργατοώρας 12€, προκύπτει κόστος 4.368€/έτος ή $0,0060 \text{ €} / \text{m}^3$.

Με βάση το χειρότερο σενάριο αναφορικά με το κόστος συντήρησης/αναλωσίμων, ισχύει: 4 χημικοί καθαρισμοί/έτος κόστους 500€ καθένας, αντικατάσταση ανταλλακτικών φίλτρων σάκου κόστους 8€/μήνα, μικρο-συντήρηση αντλιών και λοιπού εξοπλισμού 4000€/έτος. (Ιμέρ, 2019)

Το συνολικό κόστος συντήρησης, με βάση 360.000 m^3 /έτος παραγόμενου νερού, διακρίνεται σε (Ιμέρ, 2019):

Πίνακας 5. Κόστος Συντήρησης

Συνολικό κόστος συντήρησης	Συχνότητα – τεμάχια	Ετήσιο κόστος €	€/m ³ παραγόμενου νερού
Χημικοί καθαρισμοί	4 φορές / έτος	2.000	0,00548
Φίλτρα σάκου	120 / έτος	960	0,00263
Συντήρηση εξοπλισμού	Ανά έτος	4.000	0,01096
Σύνολο		6.960	0,0191

Επομένως, για 2 μονάδες αφαλάτωσης θα είναι $0,0191 \text{ €} / \text{m}^3 \times 2 = 0,382 \text{ €} / \text{m}^3$

Πίνακας 6. Λειτουργικό Κόστος (Ιμέρ, 2019)

α/α		Κόστος (€/m ³)	Κόστος (€/m ³) με αυξημένη τιμή ενέργειας
1	Κόστος επένδυσης	-	-
2	Ενέργεια	0,60	1,76
3	Κόστος προσωπικού	0,0060	0,0060
4	Κόστος συντήρησης / αναλωσίμων	0,0382	0,0382
5	Κόστος πόρου	0,0014	0,0014
	Σύνολο	0,6456	1,8056

Η τιμή που προκύπτει συμφωνεί με τον πίνακα της ΜΟΔ, δηλαδή για κόστος λειτουργίας περίπου $0,7 \text{ €} / \text{m}^3$.

3.5. Εκτίμηση απόσβεσης της επένδυσης Δεδομένα Αναλύσεων

Με βάση τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, προκύπτουν τα ακόλουθα:

Πίνακας 7. Σίκινος

Κατανάλωση	Οολ.πj m ³ /d	Ημέρες	Κατανάλωση (m ³ /y)
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)
Π 1	1.010,25	93	93.953,25
Π 2	66,6	272	18.115,20
Συνολική Έτους			112.068,45
Μέγιστη Ημερήσια (1.5 μέσης)			1.515,38
Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης			1.212.300 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας			202.350 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς			1.176.718 €

Πίνακας 8. Ανάφη

Κατανάλωση	Οολ.πj m ³ /d	Ημέρες	Κατανάλωση (m ³ /y)
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)
Π 1	1.110,28	93	103.256,04
Π 2	77,51	272	21.082,72
Συνολική Έτους			124.338,76
Μέγιστη Ημερήσια (1.5 μέσης)			1.665,42
Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης			1.332.336 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας			224.506 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς			1.305.557 €

Πίνακας 9. Σχοινούσα

Κατανάλωση	Οολ.πj m ³ /d	Ημέρες	Κατανάλωση (m ³ /y)
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)
Π 1	889,13	93	82.689,09
Π 2	62,06	272	16.880,32
Συνολική Έτους			99.569,41
Μέγιστη Ημερήσια (1.5 μέσης)			1.333,70
Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης			1.066.956 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας			179.753 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς			1.045.307 €

Πίνακας 10. Κουφονήσια

Κατανάλωση	Οολ.πj m ³ /d	Ημέρες	Κατανάλωση (m ³ /y)
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)
Π 1	2.056,07	93	191.214,51
Π 2	3.379,94	272	919.343,68
Συνολική Έτος			1.110.558,19
Μέγιστη Ημερήσια (1.5 μέσης)			5.069,91
Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης			4.055.928 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας			2.005.223 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς			11.660.861 €

Συγκριτική Απόδοση Επένδυσης

Στόχος της ανάλυσης είναι να προσδιοριστεί η χρονική στιγμή κατά την οποία η Επένδυση Αφαλάτωσης θα καταστεί συνολικά αποδοτικότερη οικονομικά (φτηνότερη) από τη Μεταφορά Νερού. Για την ανάλυση αυτή θα χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία «Ανάλυσης Νεκρού Σημείου» ή “Breakeven point Analysis”. Αναζητούμε, δηλαδή, το έτος n κατά το οποίο για πρώτη φορά το αθροιστικό κόστος της Αφαλάτωσης γίνεται μικρότερο από το αθροιστικό κόστος Μεταφοράς νερού:

$$\text{Κόστος Μονάδας} + \sum_{j=1}^n \text{Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας}_j \leq \sum_{j=1}^n \text{Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς}_j$$

Για τη σύγκριση του Κόστους Αφαλάτωσης και του Κόστους Μεταφοράς υπολογίζεται το αθροιστικό κόστος κάθε λύσης από την αρχή της περιόδου έως τη στιγμή που το Αθροιστικό Κόστος Αφαλάτωσης είναι μικρότερο από το αντίστοιχο Αθροιστικό Κόστος Μεταφοράς και προκύπτει ο πίνακας 12.

Πίνακας 11: Συγκριτική Απόδοση Επένδυσης

ΝΗΣΙ	Έτος		
	0	1	2
ΣΙΚΙΝΟΣ	-	-	+
ΑΝΑΦΗ	-	-	+
ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	-	-	+
ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ	-	+	+

Συνεπώς για τα νησιά Σίκινος, Ανάφη, Σχοινούσα από το 2^ο έτος και για τα

Κουφονήσια ήδη από το 1^ο έτος θα έχει εξοικονομηθεί το κόστος της Μονάδας Αφαλάτωσης από τη μείωση που θα προκύψει σε σχέση με τη μεταφορά νερού.

Προτεινόμενη Τιμολόγηση κυβικού

Στόχος είναι ο προσδιορισμός ρεαλιστικού τιμολογίου διάθεσης νερού από τις ΔΕΥΑ.

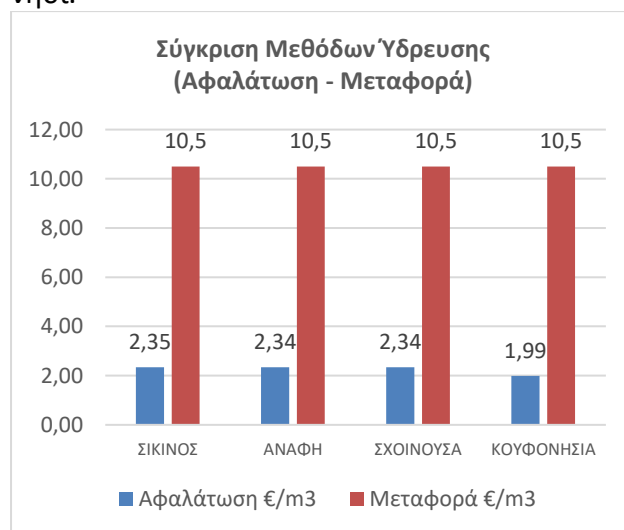
Βήμα 1^ο: Υπολογισμός Μέσου Ετήσιου Κόστους m³ νερού με Απόσβεση Αρχικής Επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών με βάση τον τύπο:

$$\text{Μέσο Ετήσιο Κόστος} = \frac{\text{Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης} + \text{Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας}}{20 \text{ έτη}} = \frac{\text{Ετήσια Κατανάλωση}}{\text{Ετήσια Κατανάλωση}}$$

Πίνακας 12: Μέσο Ετήσιο Κόστος

ΝΗΣΙ	Κόστος Αφαλάτωσης (€)	Ετήσια Απόσβεση Επένδυσης (€/y)	Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας (€/y)	Ετήσια Κατανάλωση (m ³ /y)	Μέσο Ετήσιο Κόστος (€/m ³)
	(1)	(2) = (1)/10	(3)	(4)	(5)=[(2)+(3)] / (4)
ΣΙΚΙΝΟΣ	1.212.300	60.615	202.351	112.068	2,35
ΑΝΑΦΗ	1.332.336	66.616,8	224.506	124.339	2,34
ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	1066956	53.347,8	179.753	99.553	2,34
ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ	4055928	202.796,4	2.005.224	1.110.558	1,99

Όπως προκύπτει (Σχήμα 1), με την Αφαλάτωση προκύπτει μείωση στο κόστος νερού άνω του 35% στην 20ετία για κάθε νησί.



Σχήμα 1. Σύγκριση μεθόδων ύδρευσης

Βήμα 2^ο: Προσδιορισμός προτεινόμενης τιμής πώλησης για το παραγόμενο νερό ώστε η λειτουργία ύδρευσης της ΔΕΥΑ να είναι οικονομικά βιώσιμη ως επένδυση.

Με βάση τη βιβλιογραφία, εξετάζουμε ως ελάχιστη τιμή πώλησης για το κυβικό μέτρο νερού αυτή που προκύπτει από τον τύπο

$\text{Ελάχιστη Τιμή Πώλησης } m^3 = \text{Μέσο Ετήσιο Κόστος } m^3 \times 1,24$
οπότε προκύπτει ο Πίνακας 13.

Πίνακας 13. Ελάχιστη Τιμή Πώλησης

ΝΗΣΙ	Μέσο Ετήσιο Κόστος σε €/m ³	Τιμή Πώλησης σε €/m ³
	(1)	(2)=1.24 x (1)
ΣΙΚΙΝΟΣ	2,35	2,91
ΑΝΑΦΗ	2,34	2,90
ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	2,34	2,90
ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ	1,99	2,47

Ανάλυση Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης της Επένδυσης Αφαλάτωσης

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) ή Internal Return Ratio (IRR) είναι μία από τις πλέον χρησιμοποιούμενες αναλύσεις για την εκτίμηση της επιχειρηματικής αξίας μιας επένδυσης. Αν, για παράδειγμα, απαιτείται μια αρχική επένδυση κεφαλαίου K_0 σήμερα και αυτή η επένδυση θα αποδώσει ένα σύνολο ετήσιων Καθαρών Χρηματικών Εσόδων KXE_j για κάθε έτος j από τα n συνολικά, τότε ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης της επένδυσης είναι εκείνο το υποθετικό σταθερό επιτόκιο R με το οποίο αν είχε επενδυθεί το αρχικό κεφάλαιο θα έδινε την αντίστοιχη απόδοση. Δηλαδή

$$K_0 = \sum_{j=1}^n \frac{KXE_j}{(1+R)^j}$$

Αν αυτό το επιτόκιο είναι μικρότερο από το επιτόκιο δανεισμού της επιχείρησης, η επένδυση είναι οικονομικά ασύμφορη και πρέπει να αναθεωρηθεί.

Σύμφωνα με την ανακοίνωση της Τράπεζας της Ελλάδος τον Ιανουάριο του 2022 (ΤτΕ, 2022) το επιτόκιο δανεισμού για νέα

επιχειρηματικά δάνεια με συγκεκριμένη διάρκεια διαμορφώθηκε σε 2,79% ήτοι μικρότερο του 3%. Ελλείψει άλλων στοιχείων, ένας EBA της τάξης του 5%-8% θεωρείται αποδεκτός για μακροχρόνιες επενδύσεις, ενώ αν ο EBA είναι μικρότερος του 3% θεωρείται οικονομικά επισφαλής καθότι μικρότερος από το επιτόκιο δανεισμού.

Πίνακας 14. Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης

ΝΗΣΙ	EBA(IRR)
ΣΙΚΙΝΟΣ	8,03%
ΑΝΑΦΗ	8,08%
ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	8,08%
ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ	17,3%

Παρατηρούμε (Πίνακας 14) ότι για όλες τις Επενδύσεις των Αφαλατώσεων οι προτεινόμενες τιμές πώλησης οδηγούν σε ικανοποιητικό Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης και κρίνονται ικανές να χρηματοδοτηθούν από δανεισμό.

Ανάλυση Ευαισθησίας του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης σε αύξηση του κόστους ηλεκτρικής Ενέργειας.

Το κόστος ενέργειας αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τα έξοδα λειτουργίας των μονάδων καθώς αντιπροσωπεύει άνω του 97% του Ειδικού Κόστους Παραγωγής. Οι ΔΕΥΑ δεν μπορούν να προβαίνουν σε συνεχείς αλλαγές τιμολογίου, αλλά τείνουν να διατηρούν τα τιμολόγια τους σταθερά. Για τον λόγο αυτό εξετάζουμε μέχρι ποιο ποσοστό αύξησης του κόστους της Ηλεκτρικής ενέργειας η επένδυση των Αφαλατώσεων παραμένει βιώσιμη, δηλαδή ο EBA παραμένει μεγαλύτερος ή ίσος του επιτοκίου δανεισμού 3%.

Η επίλυση του προβλήματος γίνεται με την έτοιμη συνάρτηση του excel «Αναζήτηση Στόχου», με στόχο EBA=3% αλλάζοντας μόνο το κόστος ενέργειας $EK\lambda_{\text{Ενέργειας}}$.

Πίνακας 15. Ποσοστό αύξησης του ΕΚΛ Ενέργειας που καθορίζει τη μη βιωσιμότητα της επένδυσης

Νησί	Οριακός ΕΒΑ	% αύξηση ΕΚΛ Ενέργειας
ΣΙΚΙΝΟΣ	3%	21%
ΑΝΑΦΗ	3%	21%
ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	3%	21%
ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ	3%	24%

Από την ανάλυση ευαισθησίας της Επένδυσης προκύπτει ότι μια σχετικά μικρή αλλά διαρκής αύξηση στο κόστος Ενέργειας της τάξεως του 25% καθιστά τις επενδύσεις μη βιώσιμες και απαιτείται αύξηση των τιμολογίων αντίστοιχα. Επαληθεύεται με αυτόν τον τρόπο ότι η ασφαλέστερη πρόταση είναι ο συνδυασμός Μονάδων αφαλάτωσης με ΑΠΕ.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία έγινε έρευνα για τον υπολογισμό του κόστους λειτουργίας αλλά και του κόστους προμήθειας (με εκτίμηση απόσβεσης της επένδυσης) μιας εγκατάστασης αφαλάτωσης με τεχνολογία αντιστροφής ώσμωσης σε τέσσερα ελληνικά νησιά και σύγκριση με τη μεταφορά νερού για την ίδια κατανάλωση. Διαπιστώθηκε ότι το κόστος μεταφοράς νερού είναι σημαντικά υψηλότερο (περίπου 5πλάσιο) σε σχέση με το κόστος παραγωγής νερού με αφαλάτωση. Όσον αφορά την ενέργεια, επιλέχθηκε η προμήθεια από το δίκτυο ηλεκτροδότησης παρότι κατά το διάστημα συγγραφής της παρούσας Εργασίας παρατηρείται το φαινόμενο της υπερβολικής αύξησης του ενεργειακού κόστους οδηγώντας σε μία πρωτοφανή «ενεργειακή κρίση».

Ένα σύστημα αφαλάτωσης με τεχνολογία αντιστροφής ώσμωσης σε συνεργασία με συστήματα ΑΠΕ αποτελεί την οικονομικότερη λύση προμήθειας νερού για ύδρευση (ή και άρδευση) των νησιών, αυξάνοντας όμως το κόστος προμήθειας του εξοπλισμού (κόστος μονάδων ΑΠΕ) και

πιθανότατα και το χρόνο απόσβεσης της επένδυσης.

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων για τα υπό μελέτη νησιά, διαπιστώθηκε ότι το κόστος του μεταφερόμενου νερού, λαμβάνοντας υπόψη τη ραγδαία αύξηση του κόστους ενέργειας ιδιαίτερα τον τελευταίο χρόνο, είναι αρκετά υψηλότερο σε σύγκριση με την εγκατάσταση μιας μονάδας αφαλάτωσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Kourtis, I.M., Kotsifakis K.G., Feloni E.G., Baltas E.A.. Sustainable Water Resources Management in Small Greek Islands under Changing Climate, 2019.
- Maite, M. Aldaya, Ashok K. Chapagain, Arjen Y. Hoekstra, Mesfin M. Mekonnen. The Water Footprint Assessment Manual. London, 2011.
- Zotalis, Konstantinos, Emmanuel G. Dialynas, Nikolaos Mamassis, Andreas N. Angelakis. Desalination Technologies: Hellenic Experience. s.l. : water, 2014.
- Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, 2012.
- Δαγκαλίδης. Κλαδική μελέτη: Αφαλάτωση νερού. Αθήνα : Τράπεζα Πειραιώς, 2009.
- Δεληγιάννη, Μπελεσιώτης Β. Μέθοδοι και συστήματα αφαλάτωσης – Αρχές διεργασιών αφαλάτωσης. Αθήνα, 1995.
- Ιμέρ, Σπυρίδων. Ανάλυση Συστημάτων Αφαλάτωσης Και Πλήρης Σχεδιασμός Μονάδας Αντίστροφης Όσμωσης. Πάτρα, 2019.
- Κάραλης, Γιώργος. Μονάδες αφαλάτωσης στα άνυδρα νησιά του Αιγαίου. Αθήνα : Ενεργειακό & Περιβαλλοντικό Γραφείο Αιγαίου (ΕΠΕΓΑ), 2011.
- Μανωλάκος, Δημήτρης. Συστήματα Αφαλάτωσης στο Νησιωτικό Χώρο. Αθήνα : Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2009.
- Σιδηρόπουλος, Παντελής. Καταναλώσεις. Βόλος : Πολυτεχνική Σχολή Βόλου Παν/μίου Θεσσαλίας, 2016.
- Τζεν, Ευτυχία. Η τεχνολογία αφαλάτωσης στα Ελληνικά νησιά. Αθήνα : Ερευνητικό έργο PHAROS – Αριστεία II - ΓΓΕΤ, 2015.

Αξιολόγηση σημαντικότερων τεχνολογιών αφαλάτωσης στον Ελληνικό νησιωτικό χώρο. Σύγκριση με συμβατικές μεθόδους ύδρευσης και περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Μιχαήλ Μοσχονάς, Αριστέιδης Μπλούτσος
Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Βιώσιμου Σχεδιασμού

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Συγκρίνεται η μεταφορά πόσιμου νερού με την επεξεργασία με εγκατάσταση αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης σε τέσσερα νησιά των Κυκλάδων: Σίκινο, Ανάφη, Σχοινούσα, Κουφονήσια. Υπολογίζονται οι ετήσιες καταναλώσεις και λαμβάνοντας υπόψη το λειτουργικό κόστος της μονάδας αφαλάτωσης και την απόσβεση της επένδυσης, χρησιμοποιώντας ενέργεια από το Δίκτυο, προτείνεται τρόπος τιμολόγησης και γίνεται ανάλυση της οικονομικής βιωσιμότητας της εγκατάστασης, χρησιμοποιώντας τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης. Μετά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων, διαπιστώθηκε ότι το κόστος του μεταφερόμενου νερού, είναι αρκετά υψηλότερο σε σύγκριση με την εγκατάσταση μιας μονάδας αφαλάτωσης.

ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

1. Καταναλώσεις

Η ολική κατανάλωση υπολογίζεται ως το άθροισμα των ανωτέρω χρήσεων, δηλαδή:
 $Q_{ολ} = Q_{οικ} + Q_{τουρ} + Q_{εμπ} + Q_{δημ} + Q_{γεωρ} + Q_{απωλ}$
Οι υπολογισμοί γίνονται για δύο (2) χρονικές περιόδους κατά τη διάρκεια του έτους:
α) Περίοδος 1 (ή θερινή περίοδος), που περιλαμβάνει τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο
β) Περίοδος 2, που περιλαμβάνει τους υπόλοιπους μήνες του έτους.

Για την εκτίμηση των καταναλώσεων θα χρησιμοποιηθεί η μέση ημερήσια κατανάλωση ($Q_{ημ.μεσ.}$) η οποία είναι:
 $Q_{ημ.μεσ.} = q \cdot E$
 q = μέση ειδική παροχή κατανάλωσης νερού (για την Περίοδο 1 θα θεωρήσουμε τυπική τιμή – μέσης ειδικής παροχής κατανάλωσης νερού – οικιακή χρήση q_1 = 250 L/άτομο/ημέρα και για την Περίοδο 2, q_2 = 150 L/άτομο/ημέρα).
 E = αριθμός κατοίκων

2. Αφαλάτωση

Γίνονται οι παρακάτω υπολογισμοί:

- κόστος λειτουργίας και συντήρησης.
- κόστος αγοράς και εγκατάστασης της μονάδας.

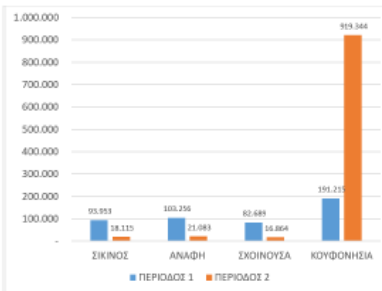
3. Μεταφορά νερού

Η τιμή σύγκρισης για τη μεταφορά νερού θα είναι 10,5€/m³ (Τζεν, 2015), παρότι κατά τη διάρκεια συγγραφής της εργασίας υπάρχει μεγάλη διακύμανση στις τιμές των υγρών καυσίμων.

4. Σύγκριση μεταφοράς – αφαλάτωσης και βιωσιμότητα επένδυσης

- Γίνεται συγκριτική απόδοση επένδυσης αφαλάτωσης και μεταφοράς νερού με τη «Μεθοδολογία Ανάλυσης Νεκρού Σημείου».
- Γίνεται ανάλυση οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και τιμολόγησης.
- Υπολογίζεται ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης της επένδυσης (EBA – IRR).
- Γίνεται ανάλυση της ευαισθησίας του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης σε αύξηση του κόστους ηλεκτρικής Ενέργειας με «Αναζήτηση Στόχου» για EBA=3% δηλαδή οριακά ίσο με το επιτόκιο δανεισμού (2,79%) σύμφωνα με τα στοιχεία της ΤτΕ για τον Ιανουάριο του 2022.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Σχ. 1: Ετήσια παροχή ανά νησί και ανά χρονική περίοδο

Κατά την περίοδο 1 η παροχή είναι ιδιαίτερα αυξημένη και περίπου 5πλάσια σε σχέση με την περίοδο 2. Η αυξημένη ζήτηση είναι απόλυτα δικαιολογημένη λόγω των τουριστών που επισκέπτονται τα νησιά αυτά κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, καθώς και από τη λειτουργία, αντίστωχα, των επιχειρήσεων που σχετίζονται με τον τουρισμό. Στην περίπτωση των Κουφονησιών έχει ληφθεί υπόψη και η γεωργική χρήση, η οποία δεν υπολογίστηκε στις περιπτώσεις των άλλων νησιών, καθώς σε εκείνα οι καλλιέργειες εκτάσεις είναι ελάχιστες.

Σίκινο	Οολ.η m³/d	Ημέρες	Κατανάλωση
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)
Περίοδος 1	1.010,25	93	93.953,25 m³/y
Περίοδος 2	66,6	272	18.115,20 m³/y
Συνολική Έτους			112.068,45 m³/y
Μέγιστη Ημερήσια (ημερήσιας)	1,5		1.515,38 m³/y
Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης			1.212.300 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας			202.350 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς			1.176.718 €

Ανάφη	Οολ.η m³/d	Ημέρες	Κατανάλωση
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)
Περίοδος 1	1.110,28	93	103.256,04 m³/y
Περίοδος 2	77,51	272	21.082,72 m³/y
Συνολική Έτους			124.338,76 m³/y
Μέγιστη Ημερήσια (ημερήσιας)	1,5		1.665,42 m³/y
Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης			1.332.336 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας			224.506 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς			1.305.557 €

Σχοινούσα	Οολ.η m³/d	Ημέρες	Κατανάλωση
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)
Περίοδος 1	889,13	93	82.689,09 m³/y
Περίοδος 2	62,06	272	16.880,32 m³/y
Συνολική Έτους			99.569,41 m³/y
Μέγιστη Ημερήσια (ημερήσιας)	1,5		1.333,70 m³/y
Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης			1.066.956 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας			179.753 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς			1.045.307 €

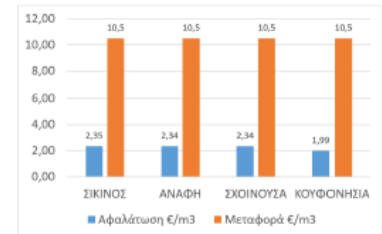
Κουφονήσια	Οολ.η m³/d	Ημέρες	Κατανάλωση
	(1)	(2)	(3)=(1)x(2)
Περίοδος 1	2.056,07	93	191.214,51 m³/y
Περίοδος 2	3.379,94	272	919.343,68 m³/y
Συνολική Έτους			1.110.558,19 m³/y
Μέγιστη Ημερήσια (ημερήσιας)	1,5		5.069,91 m³/y
Κόστος Μονάδας Αφαλάτωσης			4.055.928 €
Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας Μονάδας			2.005.223 €
Ετήσιο Κόστος Μεταφοράς			11.660.861 €

Πιν.1: Συγκριτικά δεδομένα αφαλάτωσης – μεταφοράς

	Έτος		
Νησί	0	1	2
Σίκινο	-	-	+
Ανάφη	-	-	+
Σχοινούσα	-	-	+
Κουφονήσια	-	+	+

Πιν.2: Συγκριτική απόδοση επένδυσης

Για τα νησιά Σίκινο, Ανάφη, Σχοινούσα από το 2ο έτος και για τα Κουφονήσια ήδη από το 1ο έτος θα έχει εξοικονομηθεί το κόστος της Μονάδας Αφαλάτωσης από την μείωση που θα προκύψει σε σχέση με την μεταφορά νερού.



Σχ.2: Σύγκριση μεθόδων ύδρευσης (Αφαλάτωση – Μεταφορά)

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η οικονομία που προκύπτει για τις ΔΕΥΑ για το μέσο κόστος νερού σε πλάνο 20ετίας μεταξύ της Αφαλάτωσης και της Μεταφοράς.

ΝΗΣΙ	EBA (IRR)
ΣΙΚΙΝΟΣ	8,03%
ΑΝΑΦΗ	8,08%
ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	8,08%
ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ	17,3%

Πιν.3: Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA – IRR)

Για όλες τις επενδύσεις των Αφαλατωσών οι προτεινόμενες τιμές πώλησης οδηγούν σε ικανοποιητικό EBA και κρίνονται ικανές να χρηματοδοτηθούν από δανεισμό.

Νησί	Οριακός EBA	% αύξηση ΕΚΛ ετήσιας
ΣΙΚΙΝΟΣ	3%	21%
ΑΝΑΦΗ	3%	21%
ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ	3%	21%
ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ	3%	24%

Πιν.4: Αναζήτηση Στόχου για EBA=3%

Μία σχετικά μικρή αλλά διαρκής αύξηση στο κόστος Ενέργειας της τάξεως του 25% καθιστά τις επενδύσεις μη βιώσιμες και απαιτείται αύξηση των τιμολογίων. Επαληθεύεται με αυτόν τον τρόπο ότι η ασφαλέστερη πρόταση είναι ο συνδυασμός Μονάδων αφαλάτωσης με ΑΠΕ.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων από τα νησιά που μελετήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι το κόστος του μεταφερόμενου νερού, λαμβάνοντας υπόψη την ραγδαία αύξηση του κόστους της ενέργειας ιδιαίτερα τον τελευταίο χρόνο, είναι αρκετά υψηλότερο σε σύγκριση με την εγκατάσταση μιας μονάδας αφαλάτωσης. Επίσης, διαπιστώθηκε πως στην περίπτωση των Κουφονησιών σημαντικό ποσοστό του ετήσιου παραγόμενου νερού καταναλώνεται για την γεωργική χρήση, αυξάνοντας σε υπέρμετρο βαθμό το ετήσιο κόστος λειτουργίας, όσο και το ετήσιο κόστος μεταφοράς νερού. Όμως ακόμα και όταν λαμβάνεται υπόψη η γεωργική χρήση, η εγκατάσταση μονάδων αφαλάτωσης αποτελεί και πάλι την πιο συμφέρουσα οικονομικά λύση σε σύγκριση με την μεταφορά νερού.