
Αφαλάτωση *και* συνοδά έργα



ΜΟΝΑΔΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ



Αφαλάτωση και συνοδά έργα

2019

Το παρόν τεύχος συντάχθηκε από
την Ελένη Ειρήνη Μπούτσικου και τον Αντώνη Δραγανίγο,
στελέχη της Ομάδας Υποστήριξης Δικαιούχων Νησιωτικών
και Απομακρυσμένων Περιοχών της ΜΟΔ
με τη συμβολή του Τομέα Υπηρεσιών Σχεδιασμού και Οργάνωσης
(ΤΥΣΟ) της ΜΟΔ

Τα κείμενα ολοκληρώθηκαν τον Απρίλιο του 2019.
Επιτρέπεται η αναπαραγωγή με αναφορά της πηγής.

Οι κατά καιρούς επικαιροποιήσεις του παρόντος θα είναι διαθέσιμες
μέσω των ιστοσελίδων της ΜΟΔ στη διεύθυνση www.mou.gr

Για σχόλια και παρατηρήσεις μπορείτε να απευθύνεστε στη Μονάδα
Οργάνωσης της Διαχείρισης Αναπτυξιακών Προγραμμάτων (ΜΟΔ) α.ε.,
επισημαίνοντας **«για το εγχειρίδιο “ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΟΔΑ ΕΡΓΑ”»**
στη διεύθυνση:

Μονάδα Οργάνωσης της Διαχείρισης
Αναπτυξιακών Προγραμμάτων (ΜΟΔ) α.ε.

Λ. Ριανκούρ 78α, 115 24 ΑΘΗΝΑ

Τηλ: +30 213 1310 100

Fax: +30 210 7700 502

e-mail: webmaster@mou.gr

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΜΕΡΟΣ Α Χαρακτηριστικά και μέθοδοι αφαλάτωσης	1
1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ	2
2. ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΑΝΑΓΚΑΙΑ Η ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ	3
3. ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ	4
A. Μέθοδοι στις οποίες οι διεργασίες περιλαμβάνουν αλλαγή φάσης	5
α.1 Η πολυβάθμια εκτόνωση (Multiple Stage Flashing, MSF)	5
α.2 Πολυβάθμια εξάτμιση (Multiple Effect Distillation, MED)	7
α.3 Εξάτμιση με επανασυμπίεση ατμών (Vapour Compression, VC)	8
α.4 Ηλιακή απόσταξη (solar distillation)	9
B. Μέθοδοι στις οποίες οι διεργασίες πραγματοποιούνται σε μία μόνο φάση, την υγρή	10
β.1 Αντίστροφη ώσμωση (Reverse Osmosis, RO)	10
β.2 Ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis, ED/EDr)	13
4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ	15
4.1 Ποιότητα του νερού τροφοδοσίας	16
4.2 Αναγκαία ποσότητα και ποιότητα παραγόμενου νερού	16
4.3 Ενεργειακές απαιτήσεις και διαθεσιμότητα ενέργειας	17
4.4 Δυνατότητα εξασφάλισης προσωπικού και τεχνικής υποστήριξης	8
5. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΣΤΗΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ Α.Π.Ε	9
5.1 Συστήματα διασυνδεδεμένα στο δίκτυο	20
5.2 Αυτόνομα Συστήματα	20
5.3 Μια ειδική περίπτωση	21
6. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ	22
6.1 Κίνδυνοι από την πηγή του νερού	22
6.2 Κίνδυνοι από τη διαχείριση της άλμης	22
6.3 Κίνδυνοι από την προσθήκη χημικών που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αφαλάτωσης	23
6.4 Κίνδυνοι από τη διάβρωση	24
ΜΕΡΟΣ Β Αδειοδότηση και υλοποίηση έργων αφαλάτωσης	25
7. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ	26
8. ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΣΥΝΟΔΑ ΕΡΓΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ	28
8.1 Έργο υδροληψίας	28
8.2 Δίκτυο προσαγωγής νερού προς αφαλάτωση στη μονάδα αφαλάτωσης	28
8.3 Δίκτυο απαγωγής της παραγόμενης άλμης	29
8.4 Δίκτυο μεταφοράς του πόσιμου νερού	29
8.5 Αγωγός απαγωγής εκπλυμάτων μεμβρανών στην περίπτωση της αφαλάτωσης με αντίστροφη ώσμωση	29
8.6 Βάση στήριξης της μονάδας αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης	29

8.7 Απαιτούμενες υποδομές για την ενεργειακή τροφοδοσία της μονάδας αφαλάτωσης.....	29
9. ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΕΙΣ	30
9.1 Απαραίτητες μελέτες.....	30
9.2 Απαιτούμενες αδειοδοτήσεις.....	31
9.3 Διάγραμμα ροής διαδικασιών ωρίμανσης έργου αφαλάτωσης.....	32
10. ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΟΝΤΑΙ ΠΡΟΣΟΧΗ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΕΙΣ	37
10.1 Όροι εκροής αλμόλοιπου (άλμης).....	37
10.2 Απαλλαγή από ΠΠΔ και Δ/νση Ανάπτυξης (ή Βιομηχανίας).....	38
10.3 Απλούστευση διατάξεων έκδοσης άδειας εγκατάστασης.....	38
10.4 Άδεια παραχώρησης αιγιαλού και παραλίας.....	40
10.5 Έκδοση οικοδομικής άδειας.....	40
10.6 Έγκριση Λειτουργίας.....	41
11. ΑΠΛΟΥΣΤΕΥΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ (κατά το άρθρο 50 του Ν.4487/2017)	42
12. ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	44
12.1 Χρηματοοικονομικό κόστος.....	44
12.2 Περιβαλλοντικό κόστος.....	46
12.3 Κόστος πόρου (Διαθεσιμότητας).....	46
13. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	47
13.1 Το ενεργειακό κόστος λειτουργίας.....	47
13.2 Το συνολικό κόστος λειτουργίας.....	48
13.3 Το κόστος λειτουργίας της αντίστροφης ώσμωσης.....	49
13.4 Παραδείγματα μονάδων με χρήση της μεθόδου αντίστροφης ώσμωσης στην Ελλάδα.....	50
14. ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ	51
14.1 Συνιστώσες προς χρηματοδότηση.....	51
14.2 Εναλλακτικές λύσεις υλοποίησης και χρηματοδότησης.....	51
14.3 Πηγές χρηματοδότησης της ωρίμανσης του έργου.....	52
14.4 Πηγές χρηματοδότησης της προμήθειας των μονάδων και της κατασκευής των έργων αφαλάτωσης.....	52
14.5 Πηγές χρηματοδότησης της λειτουργίας.....	52
14.6 Ολοκληρωτική χρηματοδότηση ενός έργου αφαλάτωσης.....	53
14.7 Υπολογισμός κόστους αφαλατωμένου νερού ανά m ³	54
15. ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ – ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “SOL-BRINE”	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 Κατάλογος Εμπλεκόμενων Φορέων.....	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 Κατάλογος Νομοθεσίας.....	71

ΜΕΡΟΣ Α

Χαρακτηριστικά και μέθοδοι αφαλάτωσης

1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ

Με τον όρο αφαλάτωση χαρακτηρίζεται η οποιαδήποτε διεργασία αφαίρεσης αλάτων από μια αλατούχα ουσία και κυρίως από αλατούχα ύδατα. Αποτελεί λοιπόν μέθοδο ανάκτησης πόσιμου νερού από θαλασσινό νερό και υφάλμυρο υπόγειο νερό.

Για να θεωρηθεί μια Μονάδα Αφαλάτωσης αποτελεσματική, πρέπει να ανταποκρίνεται σε ορισμένες προϋποθέσεις:

- **σωστή επιλογή του τύπου της αφαλάτωσης,**
- **τεχνικά άρτιος τρόπος εγκατάστασής της,**
- **αυστηρή τήρηση των προδιαγραφών λειτουργίας της.**

Τα παραπάνω αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για:

- **την ποιότητα του παραγόμενου νερού,**
- **την οικονομική λειτουργία της αφαλάτωσης, και**
- **τη μείωση του περιβαλλοντικού της αποτυπώματος.**

Αναφορά για πρώτες προσπάθειες αφαλάτωσης του νερού έγιναν από τους αρχαίους χρόνους: ο περιπατητικός φιλόσοφος Αλέξανδρος ο Αφροδίσιος, παρουσίασε γύρω στο 200 π.Χ. την παραγωγή πόσιμου νερού από θαλασσινό νερό, από ναύτες σε πλοίο, με τη χρήση σπόγγων, που απορροφούσαν ατμούς θαλασσινού νερού, κατά τη διάρκεια βρασμού του εντός ειδικού δοχείου.

Το 1675 από το Βρετανικό ναυτικό κατατέθηκε το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για μία συσκευή απόσταξης θαλάσσιου νερού για την παραγωγή πόσιμου νερού. Από τότε και έως τις αρχές του 20ου αιώνα η πρόοδος ήταν αργή. Το ενδιαφέρον έγινε έντονο μετά το τέλος του Β' παγκοσμίου πολέμου, και τα επόμενα χρόνια σημειώθηκε ραγδαία βελτίωση των τεχνικών και εφαρμογών αφαλάτωσης. Το 2013 λειτουργούσαν 16.000 μονάδες αφαλάτωσης παγκοσμίως με παραγωγή πάνω από 89 εκατ. $\text{m}^3/\text{hμ.}$ πόσιμου νερού. Σε κάποιες περιοχές μάλιστα, όπως η Μέση Ανατολή, όπου το πρόβλημα της λειψυδρίας είναι έντονο, η αφαλάτωση αποτελεί την κύρια τεχνολογία παραγωγής πόσιμου νερού.



2. ΓΙΑΤΙ ΕΙΝΑΙ ΑΝΑΓΚΑΙΑ Η ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ

Το πρόβλημα της επάρκειας των υδατικών πόρων έχει καταστεί σε ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα για την επιβίωση του πλανήτη. Η ξηρασία και η μείωση των βροχοπτώσεων λόγω της κλιματικής αλλαγής, η ρύπανση των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων σε τεράστια κλίμακα, η συνεχής διεύρυνση των αναγκών, η σπατάλη στην χρήση και οι αμφιλεγόμενες ιδιωτικοποιήσεις είναι σήμερα μερικές βασικές αιτίες που δημιουργούν τη λειψυδρία και απειλούν το δημόσιο αυτό αγαθό να καταστεί πολυτέλεια για εκατομμύρια ανθρώπους.

Στην Ελλάδα, αρκετά υδατικά διαμερίσματα είναι ελλειμματικά κατά τους θερινούς μήνες, με σημαντικά προβλήματα στην επάρκεια και στην ποιότητα του νερού. Το πρόβλημα εντοπίζεται κυρίως στα νησιά του Αιγαίου και τη Θεσσαλία.

Βασικότερες αιτίες για αυτό:

- Η σοβαρή μείωση των βροχοπτώσεων,
- Η εκθετική αύξηση των αναγκών, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω και της μεγάλης αύξησης του τουριστικού ρεύματος,
- Η κακή κατάσταση των δικτύων μεταφοράς και των δεξαμενών που προκαλούν μεγάλη σπατάλη κατά την αποθήκευση και μεταφορά του,
- Η συνέχιση της σπάταλης και ανορθολογικής χρήσης του νερού σε πρωτογενή (κυρίως) και δευτερογενή τομέα,
- Η έλλειψη συστημάτων επανάχρησης.

Είναι προφανές ότι η υπερβολική χρήση άριστης ποιότητας πόσιμου νερού προερχόμενου από γεωτρήσεις, για άρδευση αποτελεί κατασπατάληση και υπερεκμετάλλευση πολύτιμων και δύσκολα ανανεώσιμων πόρων. Η ανεξέλεγκτη εκμετάλλευση έχει σαν συνέπεια την υποβίβαση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και κυρίως την υφαλμύρωση τεράστιων παραθαλάσσιων αποθεμάτων σε επίπεδα επικίνδυνα όχι μόνο για πόση αλλά και για γεωργικές χρήσεις.

Σε πολλά σημεία της γης, η αφαλάτωση έχει γίνει ένας βασικός τρόπος υδροληψίας για κάλυψη των αναγκών σε πόσιμο νερό. Σημειώνεται ότι το γλυκό νερό που υπάρχει στην γη αποτελεί μόλις το 3% ενώ το υπόλοιπο είναι αλμυρό ή υφάλμυρο.

Στη χώρα μας, η πρώτη πειραματική μονάδα αφαλάτωσης εγκαταστάθηκε στη Σύμη το 1964. Σήμερα, οι υφιστάμενες μονάδες των ΟΤΑ ξεπερνούν τις 80 με συνολική ημερήσια παραγωγή περίπου 40.000 m³. Η σημαντικότερη αύξηση των μονάδων αφαλάτωσης, παρουσιάζεται στα νησιά, που αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα επάρκειας ύδατος και η μεταφορά με υδροφόρα πλοία έχει αποδειχθεί πολύ δαπανηρή (5 €/m³ και άνω).

3. ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Τα συστήματα αφαλάτωσης διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες.

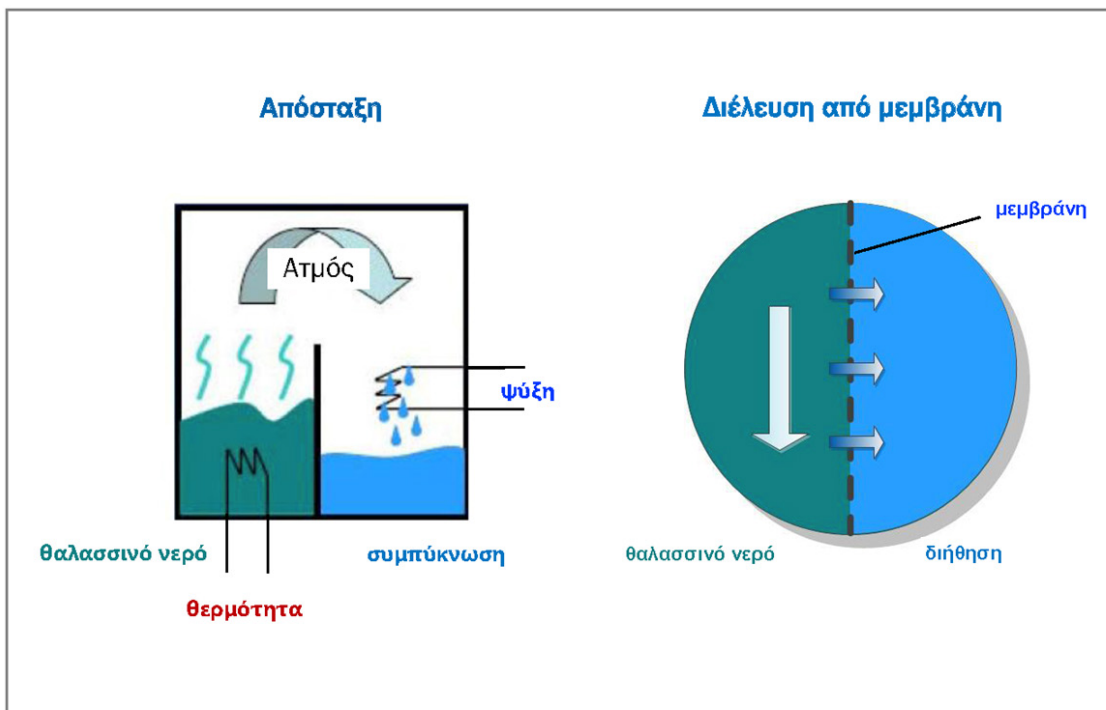
- Σε μεθόδους που περιλαμβάνουν **αλλαγή φάσης (θερμικές διεργασίες)**
- Σε μεθόδους στις οποίες οι διεργασίες πραγματοποιούνται **σε μία μόνο φάση, την υγρή.**

Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται οι παρακάτω υποκατηγορίες:

- ο Πολυβάθμια εκτόνωση (Multiple Stage Flashing, MSF)
- ο Πολυβάθμια εξάτμιση (Multiple Stage Distillation MED)
- ο Εξάτμιση με συμπίεση ατμών (Vapor Compression VC)
- ο Ηλιακή απόσταξη (Solar Distillation).

Στην δεύτερη κατηγορία εντάσσονται οι παρακάτω υποκατηγορίες:

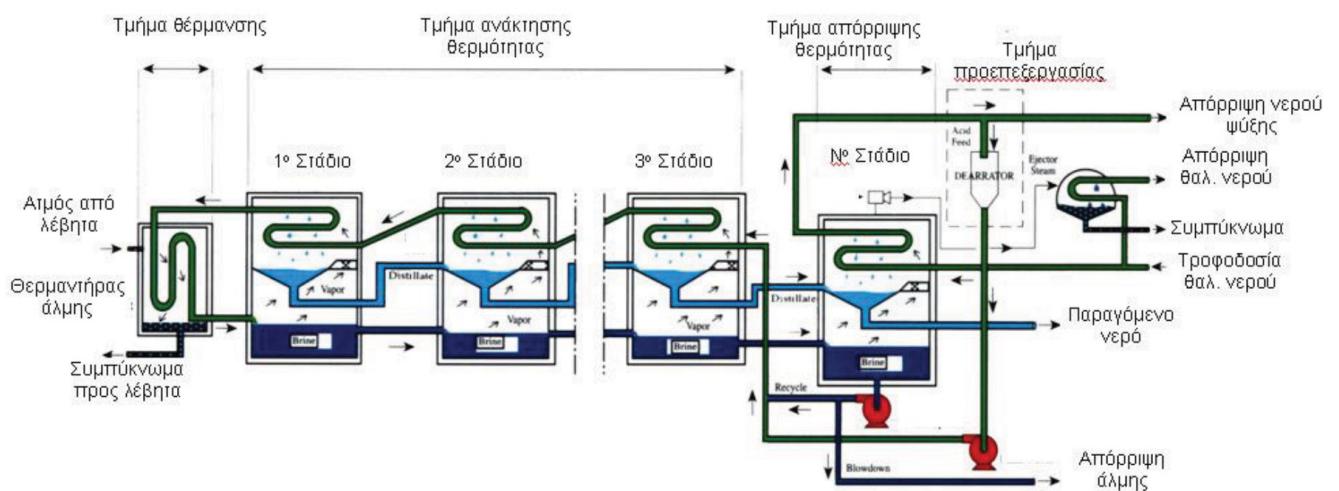
- ο Αντίστροφη ώσμωση (reverse osmosis, RO)
- ο Ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis, ED).



Άλλες μέθοδοι αφαλάτωσης, που όμως ακόμη βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο ή προς το παρόν είναι οικονομικά ασύμφωρες, είναι η ιοντο-ανταλλαγή (Ion - Exchange Methods), το πάγωμα (Freezing) και οι υβριδικές μέθοδοι (Methane hydrate crystallization).

Α. Μέθοδοι στις οποίες οι διεργασίες περιλαμβάνουν αλλαγή φάσης

α.1 Η πολυβάθμια εκτόνωση (Multiple Stage Flashing, MSF)



Η τεχνολογία της πολυβάθμιας εκτόνωσης χρησιμοποιεί θαλασσινό νερό και είναι κατάλληλη για εφαρμογές μεγάλου μεγέθους, δηλαδή ποσότητες νερού της τάξεως των 1.000 – 60.000 m³/ημ.

Στην μέθοδο αυτή, το θαλασσινό νερό θερμαίνεται υπό συγκεκριμένη πίεση, σε θερμοκρασία λίγο πιο χαμηλή από αυτή του σημείου βρασμού. Στη συνέχεια, το θαλασσινό νερό εισάγεται σε ένα θάλαμο με χαμηλότερη πίεση από αυτή του διαλύματος με αποτέλεσμα να προκαλείται ο απότομος βρασμός του. Το νερό αρχίζει να εξατμίζεται μέχρι να επέλθει ισορροπία με τους σχηματιζόμενους ατμούς. Ο απότομος αυτός βρασμός σε συνδυασμό με τον σχηματισμό ατμών έχει ως αποτέλεσμα την ψύξη του διαλύματος.

Για να είναι δυνατή μια νέα απότομη εξάτμιση στην επόμενη βαθμίδα πρέπει η πίεση στο θάλαμο να είναι χαμηλότερη από αυτή που αντιστοιχεί στο σημείο βρασμού του διαλύματος στην επόμενη βαθμίδα.

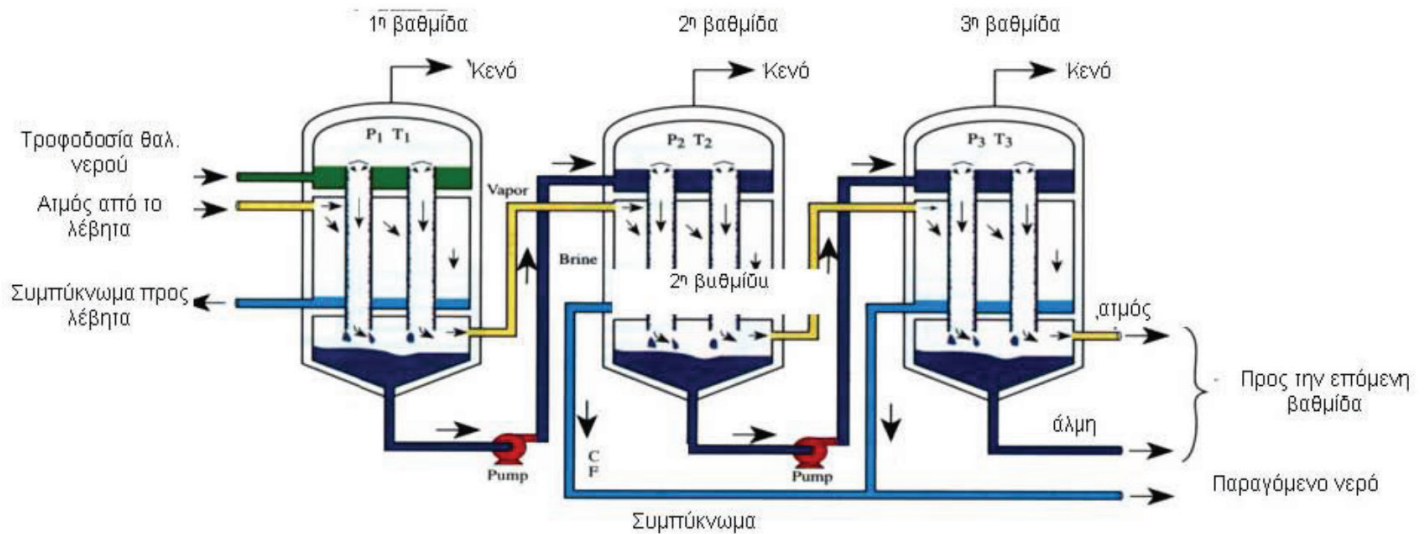
Αυτού του είδους οι εγκαταστάσεις είναι συμφέρουσες όταν βρίσκονται κοντά σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς με σκοπό την καλύτερη αξιοποίηση του καυσίμου, δηλαδή ο ατμός υψηλής πίεσης πρώτα να εκτονώνεται στον ατμοστροβίλο για την παραγωγή ισχύος και κατόπιν να χρησιμοποιείται για την αφαλάτωση.

Ως βαθμός απόδοσης της τεχνολογίας αυτής μπορεί να θεωρηθεί, το πηλίκο της μάζας του παραγόμενου αποσταγμένου νερού προς την μάζα του ατμού που χρησιμοποιήθηκε. Τα χαρακτηριστικά της μεθόδου παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά Πολυβάθμιας εκτόνωσης

Πολυβάθμια εκτόνωση	
Νερό τροφοδοσίας	(Θ) Θαλασσινό
Ποσότητα νερού	1.000 - 60.000 m ³ /ημ
Ποιότητα παραγόμενου νερού	10 ppm TDS
Απαιτούμενη ενέργεια	Θερμική (290 KJ/kg), Ηλεκτρική (4-6 kWh/m ³)

α.2 Πολυβάθμια εξάτμιση (Multiple Effect Distillation, MED)



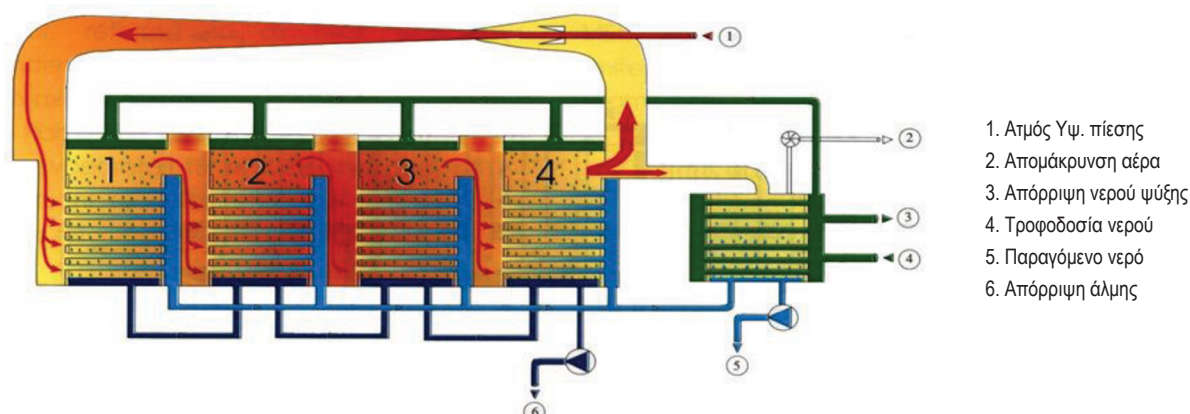
Τα συστήματα αφαλάτωσης αυτού του τύπου αποτελούνται από μια πηγή θέρμανσης, έναν αποστακτήρα, έναν συμπυκνωτή ατμών και έναν διαχωριστή που παγιδεύει τις λεπτές σταγόνες της άλμης και τις αποχωρίζει από τον ατμό. Αποτελούνται από πολλά εξατμιστήρια στην σειρά, ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερη εκμετάλλευση της θερμότητας του συστήματος.

Ο ατμός θέρμανσης εισάγεται μόνο στην πρώτη βαθμίδα, όπου θερμαίνεται το αλμυρό νερό μέχρι την θερμοκρασία βρασμού του (100 °C). Οι ατμοί που σχηματίζονται στην πρώτη βαθμίδα χρησιμοποιούνται ως ατμός θέρμανσης στην δεύτερη βαθμίδα, η οποία βρίσκεται σε χαμηλότερη πίεση από την πρώτη ώστε το διάλυμα της άλμης να βράζει σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Στη μέθοδο αυτή συχνά χρησιμοποιούνται και συμπιεστές (μηχανικοί ή θερμικοί), ενώ οι παραλλαγές της προκύπτουν από την οριζόντια ή κάθετη διάταξη των σωλήνων ατμού και τη φορά του ατμού σε σχέση με την άλμη (Δαγκαλίδης Α., «Κλαδική μελέτη: Αφαλάτωση νερού». Μονάδα οικονομικής ανάλυσης και αγορών, Τράπεζα Πειραιώς, 2009 - Σαμακίδης Δ., «Αυτόνομο σύστημα αφαλάτωσης με χρήση ΑΠΕ-Διαστασιολόγηση και Στρατηγικές ελέγχου», ΕΜΠ.: Διπλωματική εργασία, 2009).

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά Πολυβάθμιας εξάτμισης

Πολυβάθμια εξάτμιση	
Νερό τροφοδοσίας	(Θ) Θαλασσινό
Ποσότητα νερού	500 - 20.000 m ³ /ημ.
Ποιότητα παραγόμενου νερού	10 ppm TDS
Απαιτούμενη ενέργεια	Θερμική (290 KJ/kg) Ηλεκτρική (4-6 kWh/m ³)

α.3 Εξάτμιση με επανασυμπίεση ατμών (Vapour Compression, VC)



Η μέθοδος της επανασυμπίεσης του ατμού αναφέρεται στην διαδικασία απόσταξης κατά την οποία ο ατμός που εξατμίζεται από το θαλασσινό νερό λαμβάνεται από μια διάταξη θερμότητας που τον συμπιέζει. Η συμπίεση του ατμού αυξάνει τόσο την πίεση όσο και την θερμοκρασία του, οπότε είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί η αποβαλλόμενη θερμότητα που προκύπτει από την συμπίεση για τη δημιουργία επιπλέον ατμού.

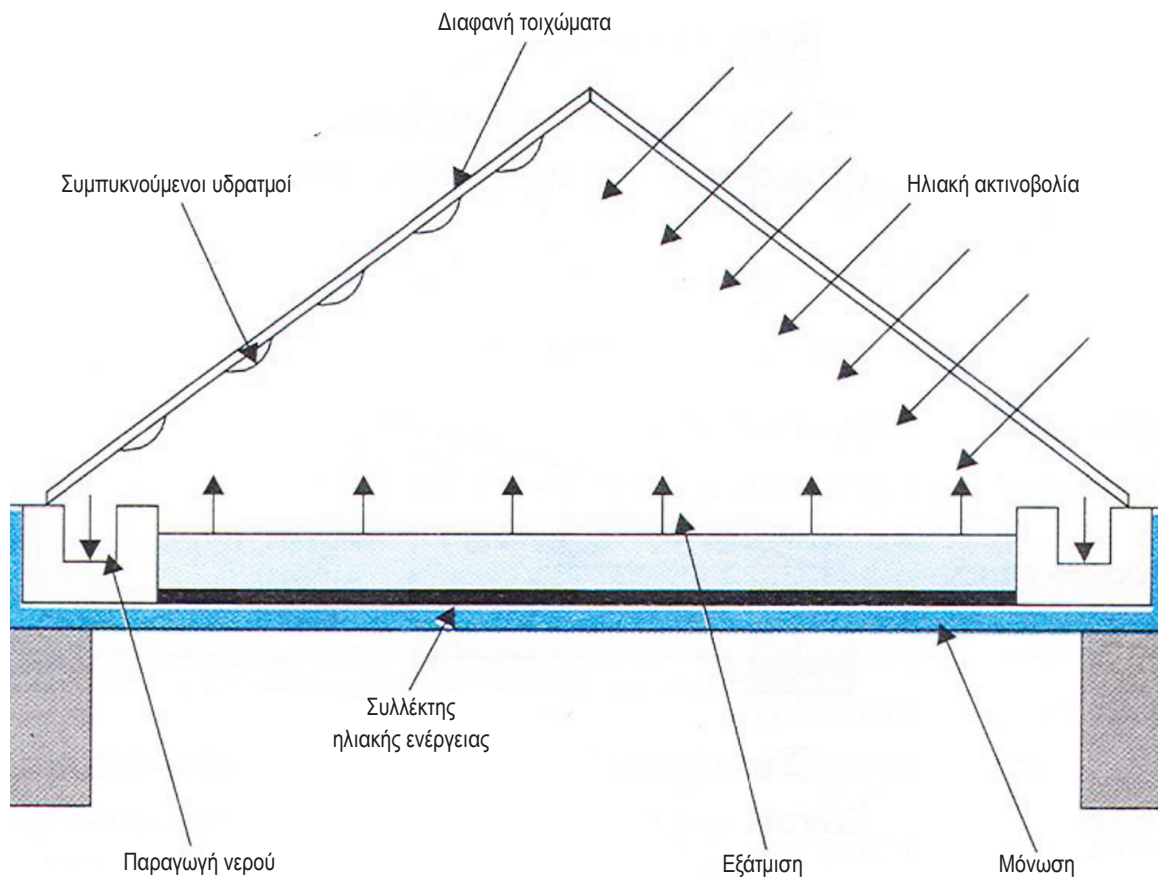
Πιο συνηθισμένη μέθοδος είναι η συμπίεση ατμού υπό κενό (Vacuum Vapor Compression VVC), η οποία πραγματοποιείται σε πολύ χαμηλές ατμοσφαιρικές πιέσεις.

Η συμπίεση τροφοδοτείται μηχανικά από διατάξεις που λειτουργούν ως μηχανικές τουρμπίνες. Όπως παράγεται ο ατμός μεταφέρεται σε ένα συμπυκνωτή όπου εναλλάσσεται θερμότητα και ο ατμός μετατρέπεται και πάλι σε νερό. Το πόσιμο νερό που προκύπτει μεταφέρεται στις δεξαμενές αποθήκευσης ενώ η θερμότητα χρησιμοποιείται και πάλι σε προηγούμενα στάδια της διαδικασίας. Η διαδικασία της συμπίεσης ατμού υπό κενό είναι η πιο αποδοτική διαδικασία απόσταξης όσο αφορά την κατανάλωση ενέργειας και τους ρυθμούς παραγωγής πόσιμου νερού. Επίσης είναι ιδιαίτερα αξιόπιστη, εύκολη στην διαχείριση και στην λειτουργία, ενώ είναι ιδιαίτερα ανθεκτική, οπότε μπορεί να λειτουργήσει ακόμα και υπό αντίξοες συνθήκες (Σαμακίδης Δ. «Αυτόνομο σύστημα αφαλάτωσης με χρήση ΑΠΕ-Διαστασιολόγηση και Στρατηγικές ελέγχου», ΕΜΠ: Διπλωματική εργασία, 2009).

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά επανασυμπίεσης ατμών

Επανασυμπίεση ατμών	
Νερό τροφοδοσίας	(Θ) Θαλασσινό
Ποσότητα νερού	25 – 2.500 m ³ /ημ.
Ποιότητα παραγόμενου νερού	10 ppm TDS
Απαιτούμενη ενέργεια	Ηλεκτρική (8-15 kWh/m ³)

α.4 Ηλιακή απόσταξη (solar distillation)



Αυτή η τεχνική χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια και βασίζεται στην αρχή του θερμοκηπίου. Κατά το φαινόμενο αυτό η φωτεινή ακτινοβολία εισέρχεται στο στεγασμένο χώρο (γυάλινη και διαφανή κατασκευή), απορροφάται εν μέρει, διαχέεται και επανεκπέμπεται.

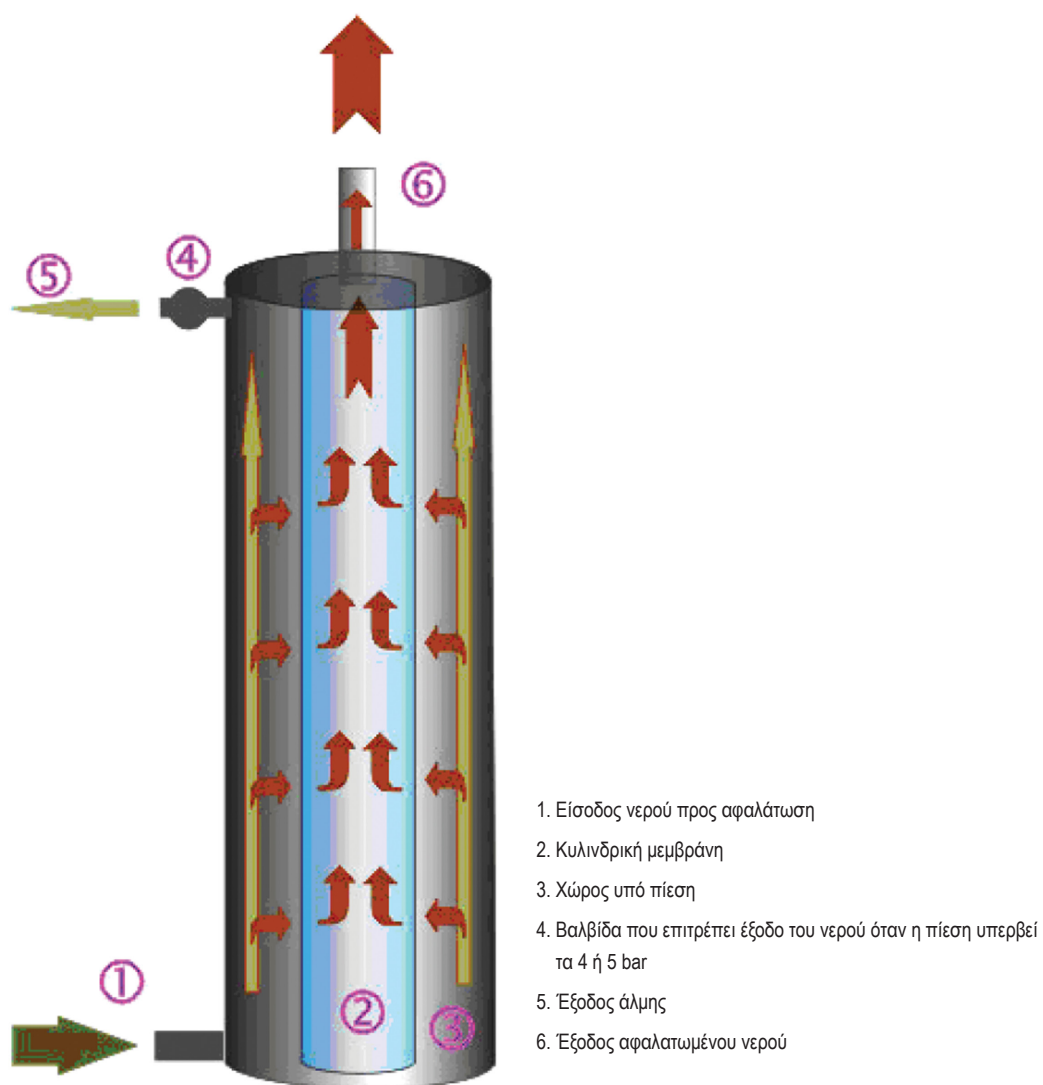
Οι ακτίνες του ήλιου διέρχονται μέσα από μια διαφανή οροφή και θερμαίνουν το θαλασσινό νερό που βρίσκεται στον πυθμένα. Αυτό εξατμίζεται και ανεβαίνει στην οροφή που είναι κεκλιμένη, οπότε συμπυκνώνεται πάλι και συλλέγεται ως προϊόν από κατάλληλη διάταξη. Η μέγιστη θερμοκρασία ενός τέτοιου θερμοκηπίου φτάνει περίπου τους 45 °C – 55 °C το καλοκαίρι.

Η απόδοση τέτοιων εγκαταστάσεων είναι σχετικά χαμηλή, μόλις 3,5 lt καθαρό νερό ανά m² εδάφους, και μάλιστα νερό όχι απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς, πράγμα που σημαίνει ότι απαιτείται και περαιτέρω επεξεργασία (Καραχάλιος, Π. «Τεχνολογίες αφαλάτωσης και προοπτικές εφαρμογής στον ελληνικό χώρο», ΕΜΠ Διπλωματική εργασία, 2010).

Οι μονάδες αυτές έχουν ελάχιστο κόστος λειτουργίας εφόσον δεν χρησιμοποιούν καυσίμο και δεν ρυπαίνουν σημαντικά το περιβάλλον.

Β.
Μέθοδοι
στις οποίες
οι διεργασίες
πραγματοποιούνται
σε μία μόνο φάση,
την υγρή

β.1 Αντίστροφη ώσμωση (Reverse Osmosis, RO)



Στη μέθοδο αυτή μέσω τεχνητής πίεσης αλατούχο διάλυμα πιέζεται ώστε να περάσει μέσα από τους πόρους μιας ημι-διαπερατής μεμβράνης προς ένα θάλαμο καθαρού νερού, άρα έχουμε αντίστροφη ώσμωση καθώς το νερό με την μεγαλύτερη συγκέντρωση αλάτων 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.

Όπως φαίνεται στην εικόνα, το νερό προς αφαλάτωση εισέρχεται στο σύστημα από την είσοδο 1 και τοποθετείται στον χώρο 3.

Αυτός ο χώρος βρίσκεται υπό πίεση και έτσι το νερό αναγκάζεται κατά ποσοστό 25% να περάσει μέσα από τη μεμβράνη 2 και να εξέλθει καθαρό από την έξοδο 6. Διαφορετικά αν ξεπεραστεί το όριο πίεσης της βαλβίδας θα εξέλθει από την έξοδο 5 χωρίς να έχει καθαριστεί.

Η αφαλάτωση θαλασσινού νερού ακολουθεί την εξής διαδικασία η οποία περιλαμβάνει 3 στάδια:

- το στάδιο της προεπεξεργασίας,
- το στάδιο της αντίστροφης ώσμωσης,
- το τελικό στάδιο της επεξεργασίας.

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

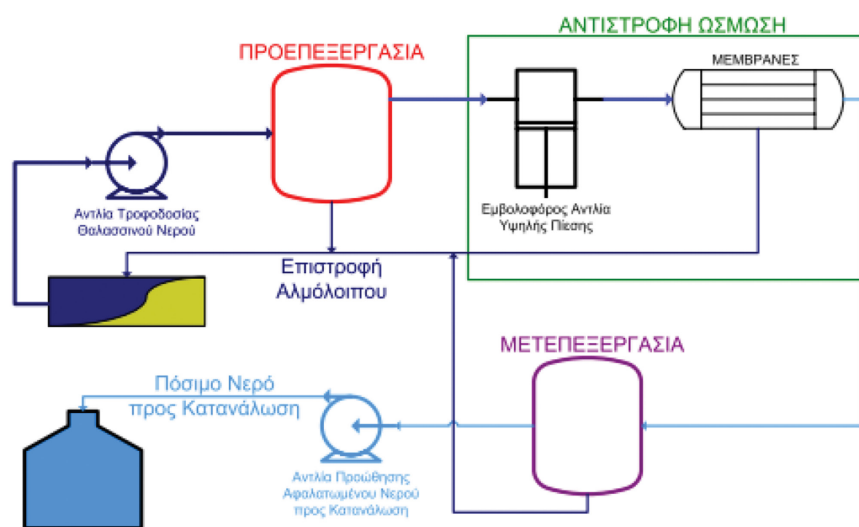
Περιλαμβάνει:

- ένα φίλτρο εισόδου (με τοποθέτηση σάκας για να μην εισέρχονται ψάρια, πλαστικά κ.α. 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.



ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Στην μέθοδο αυτή το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται χρησιμοποιείται από τις αντλίες που ασκούν πίεση στο νερό. Η οσμωτική πίεση (που πρέπει να υπερνικηθεί) είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των αλάτων.

Η αντίστροφη ώσμωση είναι η πρώτη επιλογή για υφάλμυρα νερά, με την πίεση λειτουργίας να κυμαίνεται μεταξύ 15 και 25 bar, ενώ όταν χρησιμοποιείται αμιγώς θαλασσινό νερό η πίεση λειτουργίας κυμαίνεται μεταξύ 54 και 80 bar, αφού η οσμωτική του πίεση είναι περίπου 25 bar.

Η σημαντικότερη απώλεια ενέργειας γίνεται στην εκτόνωση της άλμης, όταν βγαίνει με υψηλή πίεση απ' τη συσκευή και γι' αυτό, σε μεγάλες κυρίως μονάδες, υπάρχουν συστήματα ανάκτησης της ενέργειας αυτής, όπως υδροστρόβιλοι, με αποτελεσματικότητα μέχρι και 95%.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα.

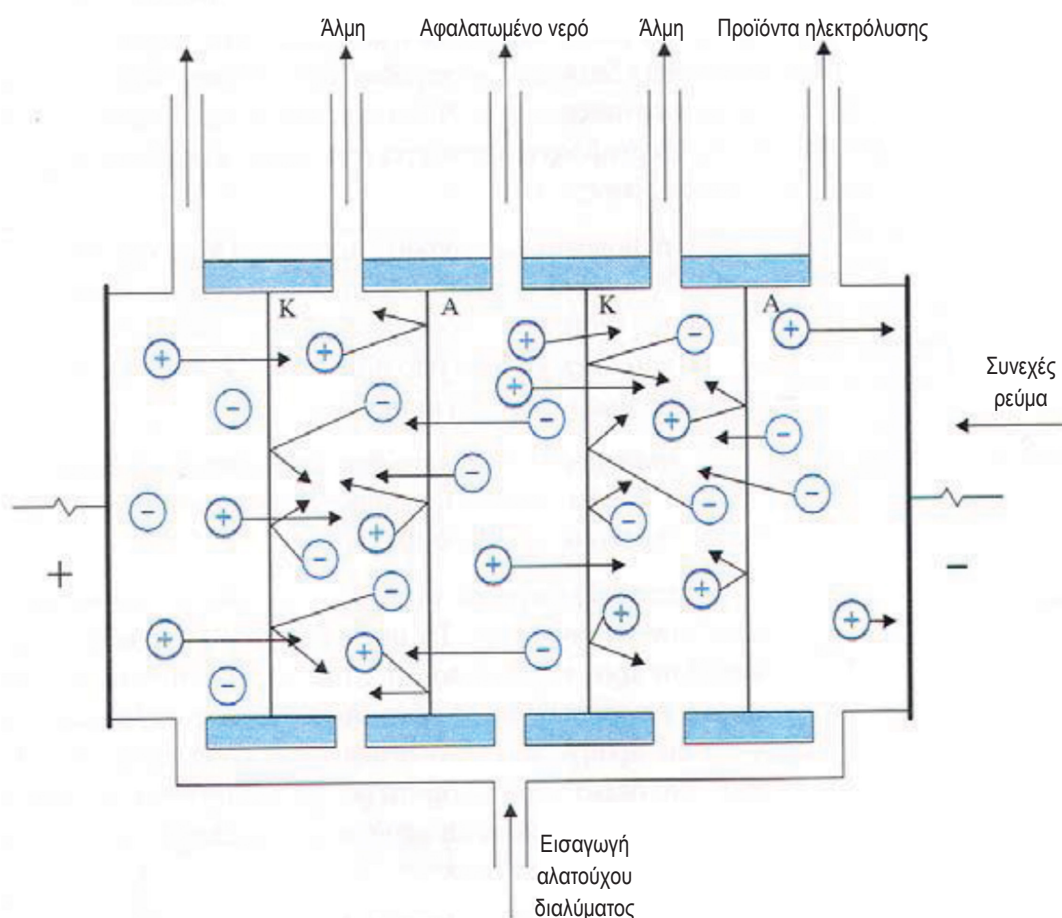
Αντίστροφη ώσμωση	
Νερό τροφοδοσίας	(Θ) Θαλασσινό (Υ) Υφάλμυρο
Εύρος μεγεθών	(Θ) 0,4 - 128.000 m ³ /ημ. (Υ) 2,5 - 98.000 m ³ /ημ.
Ποιότητα παραγόμενου νερού	250-500 ppm TDS
Απαιτούμενη ενέργεια	Ηλεκτρική (3 - 15 kWh/m ³), θερμική (0,5 - 3 kWh/m ³)

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά Αντίστροφης ώσμωσης

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Σε αντίθεση με τις άλλες τεχνολογίες αφαλάτωσης, υπάρχει μία επιπλέον λειτουργική δαπάνη: η κατά περιόδους αντικατάσταση των μεμβρανών.

β.2 Ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis, ED/EDr)



Σχηματική απεικόνιση της Ηλεκτροδιάλυσης (Σαχτούρη, 2008)

Το προς αφαλάτωση νερό περνάει μέσα από ένα σύστημα ηλεκτρικά φορτισμένων μεμβρανών που διαχωρίζουν τα ιόντα των διαλυμένων αλάτων και τα απομακρύνουν από το καθαρό νερό.

Στη συνέχεια εφαρμόζεται στο διάλυμα ηλεκτρική τάση επιβάλλοντας ένα ηλεκτρικό πεδίο μέσα στο διάλυμα. Τα φορτισμένα ιόντα κινούνται προς την κατεύθυνση των ηλεκτροδίων εκείνων που έχουν αντίθετο φορτίο με αυτά.

Στην αφαλάτωση με ηλεκτρόλυση, το ηλεκτρολυτικό κελί περιλαμβάνει δύο μεμβράνες σαν διαχωριστικά τοιχώματα. Στα πλευρικά τοιχώματα υπάρχουν τα ηλεκτρόδια της συσκευής που συνδέονται με πηγή συνεχούς ρεύματος. Στην συσκευή διοχετεύεται θαλασσινό νερό. Κατά την κίνησή τους, τα διαλυμένα ιόντα προσκολλώνται στις μεμβράνες με επιλεκτικό τρόπο. Τα ιόντα των αλάτων που συνήθως περιλαμβάνονται στο νερό διαπερνούν τις μεμβράνες εγκαταλείποντας τον ενδιάμεσο θάλαμο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο ενδιάμεσος θάλαμος να περιέχει νερό με λιγότερα άλατα και επομένως πιο καθαρό.

Είναι προφανές ότι η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να λειτουργήσει με μη ιοντικά στερεά, ενώ επίσης η απαιτούμενη ενέργεια είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των αλάτων. Γι' αυτό η μέθοδος αυτή προτιμάται σε υφάλμυρα νερά, με σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις αλάτων. Συχνά για την βέλτιστη λειτουργία των μεμβρανών, εφαρμόζεται αντιστροφή των πεδίων, ώστε τα τμήματα των μεμβρανών που είχαν μαζέψει πολλά άλατα να καθαρίζονται από την ροή καθαρού νερού (Σαμακίδης Δ., «Αυτόνομο σύστημα αφαλάτωσης με χρήση ΑΠΕ-Διαστασιολόγηση και Στρατηγικές ελέγχου», ΕΜΠ: : Διπλωματική εργασία, 2009).

Τα βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας 5: **Χαρακτηριστικά Ηλεκτροδιάλυσης**

Ηλεκτροδιάλυση	
Νερό τροφοδοσίας	(Υ) Υφάλμυρο
Ποσότητα νερού	15 - 50.000 m ³ /ημ.
Ποιότητα παραγόμενου νερού	300 - 500 ppm TDS
Απαιτούμενη ενέργεια	Ηλεκτρική (1,5 - 4 kWh/m ³) για 1.500 - 3.500 ppm TDS

4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι αφαλάτωσης είναι η πολυβάθμια εκτόνωση (multiple stage flashing, MSF) και η αντίστροφη ώσμωση (reverse osmosis, RO). Η αντίστροφη ώσμωση (RO) χρησιμοποιείται σε περισσότερες περιπτώσεις και μια τυπική μονάδα έχει μέση παραγωγή 1200 m³/ημέρα, ενώ στην πολυβάθμια εκτόνωση μια τυπική μονάδα είναι πολύ μεγαλύτερη και έχει μέση παραγωγή 8800 m³/ημέρα. Συνολικά όμως οι δύο αυτές μέθοδοι έχουν ίση περίπου συμμετοχή στο παραγόμενο παγκόσμιο προϊόν. Οι περισσότερες εγκαταστάσεις πολυβάθμιας εκτόνωσης (MSF) απαντώνται στον Περσικό Κόλπο, ενώ στον υπόλοιπο κόσμο κυριαρχεί η αντίστροφη ώσμωση (RO). Τα Μεσογειακά κράτη, ανάμεσά τους και η Ελλάδα, στράφηκαν προς την RO τις δυο τελευταίες δεκαετίες.

Πίνακας 6: **Παραγωγή παγκόσμιας ποσότητας αφαλατωμένου νερού ανά μέθοδο επεξεργασίας**

Μέθοδος επεξεργασίας	Ποσοστό (%)
Πολυβάθμια εκτόνωση	43
Αντίστροφη ώσμωση	43
Ηλεκτροδιάλυση	6
Συμπύεση ατμών	4
Πολυβάθμια εξάτμιση	4

Πηγή: Zotalis K. et al, *Desalination Technologies: Hellenic Experience*, Journal: Water, 2014

Για να επιλέξει ένας Δήμος τον κατάλληλο τύπο της αφαλάτωσης, πρέπει να λάβει υπόψη ένα σύνολο κριτηρίων που αντικατοπτρίζουν τα δεδομένα που υπάρχουν, τις ανάγκες που θα αντιμετωπιστούν, την προέλευση του νερού προς αφαλάτωση, τις ενεργειακές απαιτήσεις και τις διαθέσιμες μορφές ενέργειας καθώς και τη δυνατότητα εξασφάλισης τεχνικής υποστήριξης.

4.1 Ποιότητα του νερού τροφοδοσίας

Η προέλευση του νερού τροφοδοσίας καθορίζει σημαντικά την τεχνολογία αφαλάτωσης που θα επιλεγεί. Για επεξεργασία θαλασσινού νερού επιλέγονται οι τεχνολογίες της πολυβάθμιας εκτόνωσης, της πολυβάθμιας εξάτμισης και της επανασυμπίεσης ατμών. Για την επεξεργασία υφάλμυρου νερού επιλέγεται η τεχνολογία της ηλεκτροδιάλυσης ενώ η αντίστροφη ώσμωση επεξεργάζεται τόσο το θαλασσινό όσο και το υφάλμυρο νερό.

Βέβαια, η επιλογή υφάλμυρου νερού είναι προτιμότερη σε κάθε περίπτωση έναντι του θαλασσινού, καθώς η συγκέντρωση αλάτων είναι μικρότερη συνεπώς είναι χαμηλότερες και οι απαιτήσεις σε ενέργεια.

4.2 Αναγκαία ποσότητα και ποιότητα παραγόμενου νερού

Η δυναμικότητα μιας μονάδας αφαλάτωσης εξαρτάται από τη ζήτηση νερού η οποία επηρεάζει την επιλογή της μεθόδου. Η πολυβάθμια εκτόνωση συνιστάται για περιπτώσεις μεγάλου μεγέθους ($1.000 - 60.000 \text{ m}^3$), η πολυβάθμια εξάτμιση για περιπτώσεις μεσαίου μεγέθους ($500 - 20.000 \text{ m}^3$) ενώ η εξάτμιση με επανασυμπίεση ατμών χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις για πολύ μικρές εφαρμογές ($25 - 2.500 \text{ m}^3$). Αντίθετα, οι διεργασίες μεμβράνης είναι κατάλληλες για κάθε είδους εφαρμογές ($0,5 - 100.000 \text{ m}^3$). Σε ότι αφορά την ποιότητα του παραγόμενου νερού, οι θερμικές διεργασίες (πολυβάθμια εκτόνωση, πολυβάθμια εξάτμιση, επανασυμπίεση ατμών) παράγουν αποσταγμένο νερό με πολύ χαμηλή συγκέντρωση αλάτων ενώ οι διεργασίες μεμβράνης (αντίστροφη ώσμωση και ηλεκτροδιάλυση) παράγουν νερό με συγκέντρωση αλάτων της τάξης των 200 ppm και άνω.

4.3 Ενεργειακές απαιτήσεις και διαθεσιμότητα ενέργειας

Οι εγκαταστάσεις αφαλάτωσης είναι αρκετά ενεργοβόρες. Για αυτό είναι πολύ σημαντικό οι μονάδες να χωροθετούνται και να σχεδιάζονται λαμβάνοντας υπόψη την διαθεσιμότητα σε ενέργεια.

Η ενέργεια που απαιτείται ποικίλει ανάλογα με την δυναμικότητα της μονάδας αφαλάτωσης και από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται.

Η ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται ανά περίπτωση - τεχνολογία παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 7: Απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται

Τεχνολογία	Απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια σε kWh/m ³
Πολυβάθμια εξάτμιση / εκτόνωση	4-6
Επανασυμπίεση ατμών	8 - 15
Αντίστροφη ώσμωση	0,5 - 3
Συμπίεση ατμών	4
Ηλεκτροδιάλυση	1,5 - 4

Η ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην αφαλάτωση και καθαρισμό του νερού γίνεται ολοένα και πιο ελκυστική δεδομένου ότι οι περιοχές με έλλειψη πόσιμου νερού έχουν στη χώρα μας την αφθονία της ηλιακής ή/και αιολικής ενέργειας και το γεγονός ότι οι τεχνολογίες αυτές έχουν χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης. Η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας - αφαλάτωσης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το μέγεθος του εργοστασίου, την αλατότητα του νερού τροφοδοσίας, τη διαθεσιμότητα του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, την τεχνική υποδομή, καθώς και τον τύπο και το δυναμικό των τοπικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Σε γενικές γραμμές, η ηλιακή ενέργεια, τόσο ηλιακή θερμική όσο και τα φωτοβολταϊκά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την λειτουργία των μονάδων πολυβάθμιας εκτόνωσης (MSF), πολυβάθμιας εξάτμισης (MED), αντίστροφης ώσμωσης (RO), και ηλεκτροδιάλυσης (ED). Η αιολική ενέργεια μπορεί να συνδυαστεί με μονάδες εξάτμισης με συμπίεση ατμών (VC), αντίστροφης ώσμωσης (RO), και ηλεκτροδιάλυσης ED. Τα γεωθερμικά πεδία με μέτρια θερμοκρασία μπορούν να συνδυαστούν με μονάδες πολυβάθμιας εκτόνωσης (MSF) και πολυβάθμιας εξάτμισης (MED), ενώ η γεωθερμία υψηλών θερμοκρασιών με μονάδες εξάτμισης με συμπίεση ατμών (VC), αντίστροφης ώσμωσης (RO), και ηλεκτροδιάλυσης (ED).

Επιπλέον, για τις μονάδες που αξιοποιούν ΑΠΕ πρέπει να συνυπολογίζεται εκτός από την διαθεσιμότητα του δικτύου, και η διαθεσιμότητα σε χώρο (π.χ. για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών στοιχείων) ή η βέλτιστη θέση για την αξιοποίηση άλλων πηγών ενέργειας (π.χ. γεωθερμία).

Δυστυχώς στην χώρα μας, παρά τις τεράστιες δυνατότητες χρήσης ΑΠΕ για την αφαλάτωση, η διείσδυσή τους είναι ανεξήγητα περιορισμένη. Στη συνέχεια, στο κεφάλαιο 5, παρουσιάζονται μερικές τέτοιες δυνατότητες.

4.4 Δυνατότητα εξασφάλισης προσωπικού και τεχνικής υποστήριξης

Επειδή η δυνατότητα εξασφάλισης εξειδικευμένου προσωπικού λειτουργίας σε απομακρυσμένες περιοχές και μικρά νησιά είναι περιορισμένη, η μέθοδος που θα επιλεγεί θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν απλή και να υπάρχει η βεβαιότητα έγκαιρης διάθεσης ανταλλακτικών στον Ελληνικό χώρο και τεχνικής υποστήριξης από εξειδικευμένα ιδιωτικά συνεργεία για τη συντήρηση και τη λειτουργία.

Η ορθή λειτουργία μιας μονάδας αφαλάτωσης αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ασφαλή και αξιόπιστη παραγωγή σε βάθος χρόνου. Το προσωπικό του Δήμου ή του εξωτερικού συνεργείου πρέπει να φροντίζει για τα ακόλουθα:

- διαρκής έλεγχος της ποιότητας του παραγόμενου νερού, σύμφωνα με την νομοθεσία και τους κάθε φορά περιβαλλοντικούς όρους,
- συστηματικός έλεγχος των ποιοτικών χαρακτηριστικών του θαλάσσιου περιβάλλοντος στην περιοχή του σημείου εκβολής της άλμης,
- συστηματική και σχολαστική συντήρηση των μονάδων αφαλάτωσης, σύμφωνα τις απαιτήσεις των κατασκευαστών,
- συστηματική και σχολαστική επιτήρηση της λειτουργίας των μονάδων αφαλάτωσης, ώστε να αντιμετωπίζονται έγκαιρα τυχόν βλάβες.

5. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΣΤΗΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ Α.Π.Ε.

Η αφαλάτωση με χρήση των ΑΠΕ έχει σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο ως προς το περιβαλλοντικό όσο και ως προς την οικονομική διάσταση, με την προϋπόθεση της σωστής μελέτης, επιλογής και διαστασιολόγησης των συστημάτων.

Για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ μπορούν να χρησιμοποιηθούν :

- **Ανεμογεννήτριες**
- **Φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις**
- **Γεωθερμία μέσης και χαμηλής ενθαλπίας**
- **Υβριδικά συστήματα.**

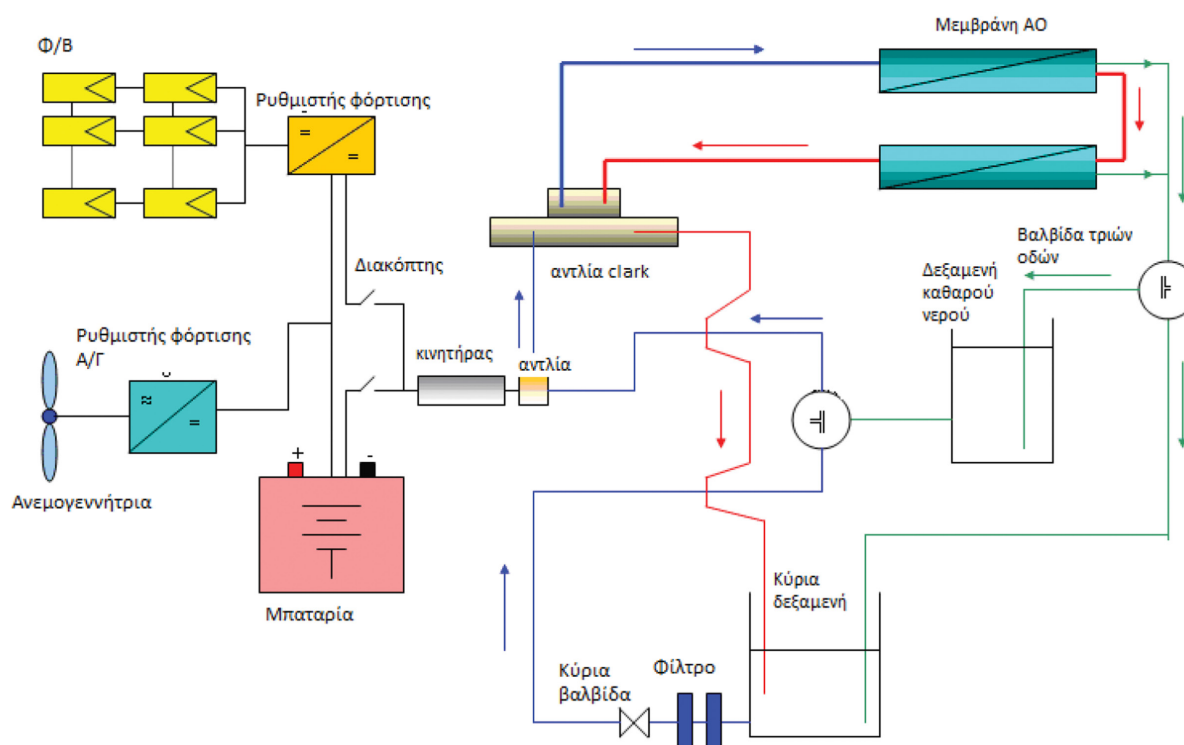
Η επιλογή του τύπου της ενέργειας που θα τροφοδοτεί το σύστημα εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των διαθέσιμων πηγών, αλλά και τις οικονομοτεχνικές συνθήκες και αποδόσεις τους και απαιτούν ειδική χρηματοοικονομική μελέτη.

Πίνακας 8: Πιθανοί συνδυασμοί αφαλάτωσης με ΑΠΕ

Τεχνολογία ΑΠΕ	Τεχνολογία αφαλάτωσης				
	Πολυβάθμια εκτόνωση	Πολυβάθμια εξάτμιση	Εξάτμιση με συμπίεση ατμών	Αντίστροφη ώσμωση	Ηλεκτρο-διάλυση
Ηλιακά θερμικά	X	X			
Φωτοβολταϊκά				X	X
Αιολικά			X	X	X
Γεωθερμία	X	X	X	X	X

Διακρίνονται δύο μορφές χρήσης των ΑΠΕ στην τροφοδοσία μονάδων αφαλάτωσης:

- **συστήματα διασυνδεδεμένα στο δίκτυο ή**
- **πλήρως αυτόνομα συστήματα.**



Αντίθετα, η δυνατότητα να λειτουργήσουν μονάδες ΑΠΕ διασυνδεδεμένες στο δίκτυο της ΔΕΗ και ο συμψηφισμός της παραγωγής τους με την κατανάλωση μονάδων αφαλάτωσης είναι μία ελκυστική επιλογή. Έτσι, αποφεύγεται η διακεκομμένη παροχή ενέργειας και η απόρριψη της πλεονάζουσας ενέργειας.

Μια τρίτη επιλογή είναι η ύπαρξη επαρκούς υποδομής αποθήκευσης του νερού (δεξαμενές που αποθηκεύουν το νερό, όταν υπάρχει δυνατότητα παραγωγής) η οποία όμως απαιτεί επιπλέον εγκαταστάσεις.

5.3 Μια ειδική περίπτωση

Την περίοδο αυτή, με τη συνεργασία του Δήμου Νισύρου με το ΚΑΠΕ, βρίσκεται σε εξέλιξη μια πρωτοποριακή μελέτη για την αξιοποίηση του γεωθερμικού πεδίου της νήσου Νισύρου (μέσης/χαμηλής ενθαλπίας) για την τροφοδότηση Μονάδας Αφαλάτωσης.

Η μέθοδος που προτείνεται από το ΚΑΠΕ είναι αυτή της Πολυβάθμιας Εξάτμισης (Multi Effect Distillation) με τη χρήση μιας Μονάδας Αφαλάτωσης επτά (7) σταδίων, συμπεριλαμβανομένου του συμπυκνωτή.

Η μονάδα θα έχει δυνατότητα παραγωγής $600 \text{ m}^3/\text{ημ.}$, ενώ το κόστος λειτουργίας αναμένεται να είναι πολύ μικρό, λόγω της χρήσης του γεωθερμικού υγρού. Το έργο που θα υλοποιηθεί βάσει του σχεδιασμού αυτού θα αποτελεί ένα πρωτοποριακό έργο για τα Ελληνικά δεδομένα.

6. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Διαφόρων μορφών κίνδυνοι, κυρίως χημικοί που μπορούν να παρουσιαστούν κατά την διαδικασία της αφαλάτωσης μπορεί να προέρχονται:

- από την πηγή του νερού,
- από την προσθήκη χημικών που χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία της αφαλάτωσης,
- από τη διάβρωση που μπορεί να προκληθεί στις επιφάνειες κατά την διάρκεια της αποθήκευσης και διανομής του νερού στους καταναλωτές.

6.1 Κίνδυνοι από την πηγή του νερού

Κατά το σχεδιασμό μιας μονάδας αφαλάτωσης, το νερό που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να αναλυθεί σε πιστοποιημένα εργαστήρια, προκειμένου να είναι γνωστά τα χημικά στοιχεία που περιέχει και ποια από αυτά θα πρέπει να απομακρυνθούν. Το βόριο είναι ένα από τα χημικά στοιχεία που απασχολεί περισσότερο, λόγω της συγκέντρωσής του στις ελληνικές θάλασσες και μπορεί να βρεθεί σε σημαντική συγκέντρωση στη θέση λήψης του νερού. Η απομάκρυνσή του πραγματοποιείται με τη χρήση ειδικών μεμβρανών, στη διαδικασία αφαλάτωσης με αντίστροφη ώσμωση. Εξίσου εύκολα και αποτελεσματικά το βόριο απομακρύνεται και στις άλλες μεθόδους αφαλάτωσης.

Στην περίπτωση της αφαλάτωσης με τη μέθοδο της αντίστροφης ώσμωσης, η διέλευση του νερού μπορεί να επαναληφθεί σε μεμβράνες δεύτερου ή και τρίτου περάσματος προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή ποιότητα του προϊόντος. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται τελικά η συγκράτηση ρύπων σε ποσοστό που μπορεί να φτάσει το 99,5%-99,8%.

6.2 Κίνδυνοι από τη διαχείριση της άλμης

Η άλμη προέρχεται από την επεξεργασία του θαλασσινού ή του υφάλμυρου νερού, είναι δε ένα μείγμα με υψηλή αλατότητα. Οι επικρατέστερες λύσεις για τη διαχείρισης της παραγόμενης από τις μονάδες αφαλάτωσης άλμης είναι σήμερα:

- η ταφή στη γη,
- η διοχέτευση στη θάλασσα.

Η πρώτη περίπτωση - της υπεδάφιας ταφής της άλμης - δεν είναι περιβαλλοντικά ορθή καθώς η άλμη αποτελεί απόβλητο ειδικής κατηγορίας με μεγάλη διαβρωτική ικανότητα.

Η επικρατούσα λύση είναι αυτή της διάθεσης της άλμης στη θάλασσα, η οποία όμως και αυτή έχει «κατηγορηθεί» ότι επιφέρει περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σε υφιστάμενες αφαλατώσεις έχουν γίνει μετρήσεις, οι οποίες έχουν δείξει ότι για τα συνήθη μεγέθη μονάδων, η άλμη διασπείρεται και διαχέεται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, χωρίς συνέπεια στο θαλάσσιο περιβάλλον. Θα πρέπει, όμως, να ληφθεί μέριμνα έτσι ώστε στην περιοχή απόρριψης να επικρατούν θαλάσσια ρεύματα που βοηθούν στη διάχυση και η θέση απόρριψης να μην είναι ίδια με τη θέση υδροληψίας.

Ειδικότερα, ενδείκνυται η διάθεση της άλμης στην θάλασσα να γίνεται με την **χρήση υποθαλάσσιου αγωγού, ύστερα από μελέτη** που θα υποδεικνύει το σημείο εκβολής (βάθος της θάλασσας, απόσταση από την ακτή, τοπογραφία του σημείου περιοχής), υπολογισμό των ρευμάτων που επικρατούν στην περιοχή, ώστε να έχουμε γρήγορη ανάμιξη της άλμης με το θαλασσινό νερό και όχι συγκέντρωσή της σε συγκεκριμένα σημεία που θα επηρεάσουν την θαλάσσια ζωή ή επιστροφή της κοντά στην πηγή απόληψης του νερού, μελέτη της θαλάσσιας ζωής σε μια ζώνη τουλάχιστον 200 μ από το σημείο εκβολής κ.λπ.

Η σωστή διαχείριση της άλμης μπορεί να αυξάνει το κόστος του έργου, αλλά είναι απαραίτητη για την προστασία του περιβάλλοντος.

6.3 Κίνδυνοι από την προσθήκη χημικών που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αφαλάτωσης

Οι μεμβράνες, στην περίπτωση της αντίστροφης ώσμωσης, θα πρέπει να ξεπλυθούν σωστά πριν την εγκατάστασή τους και πριν τεθεί το σύστημα σε λειτουργία. Το νερό πλύσης θα πρέπει να απορρίπτεται με τέτοιο τρόπο ώστε να αποκλείεται η πιθανότητα μόλυνσης άλλων πηγών νερού, ή νερών που ενδεχομένως θα χρησιμοποιηθούν για την επακόλουθη ανάμειξη με το αφαλατωμένο νερό.

Για την αποφυγή καθίζησης σε συστήματα αντίστροφης ώσμωσης χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες που ονομάζονται **αντικαθαλωτικά**, τα οποία παρεμποδίζουν την καταβύθιση με διάσπαση ενός ή περισσότερων πτυχών των σταδίων κρυστάλλωσης. Τα αντικαθαλωτικά είναι οργανοφωσφορικού, πολυφωσφορικού ή πολυμερούς τύπου ενώσεις που προστίθενται στο νερό τροφοδοσίας πριν από την είσοδό του στη μονάδα αντίστροφης ώσμωσης. Η επιλογή του αντικαθαλωτικού που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τη σύνθεση του νερού τροφοδοσίας. Πολλά αντικαθαλωτικά είναι εμπορικά διαθέσιμα και έχουν σχεδιαστεί για να αντιμετωπίσουν συγκεκριμένα προβλήματα καθίζησης. Οι ουσίες αυτές μπορούν να γίνουν ρυπαντές, αν χρησιμοποιηθούν σε υπερβολικές συγκεντρώσεις (δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν τα 35 mg / l).

Πίνακας 9: Χρήση αντικαθαλωτικών τύπου Genesys σε μονάδα αντίστροφης ώσμωσης

Προϊόν	LF	RC	SI	CAS	SW
Νερό	Όλα	Υφάλμυρο	Υφάλμυρο	Υφάλμυρο	Θαλασσινό
Εφαρμογή	Ευρέως φάσματος	Ευρέως φάσματος	Υψηλά Πυριτικά	Ευρέως φάσματος	Ευρέως φάσματος
Έγκριση για πόσιμο νερό	Ναι		Ναι		Ναι
CaCO ₃	B	B	E	B	B
CaSO ₄	E	E	E	B	X
BaSO ₄	E	E	E	E	X
SiO ₂	E	X	B	E	E
Ca ₃ (PO ₄) ₂	E	E	E	E	E
Mg(OH) ₂	E	E	E	E	X
Fe / Mn	B	B	E	E	X

όπου: B – Η καλύτερη επιλογή
E αποτελεσματικό
X δεν συνιστάται

Πηγή: www.temak.gr/site/gr/products/chemical_additives/antiscalants_reverse_osmosis_desalination/

6.4 Κίνδυνοι από τη διάβρωση

Το νερό αφαλάτωσης είναι αρκετά διαβρωτικό και για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να έχει σταθεροποιηθεί για να ελαχιστοποιηθεί η διάβρωση των μεταλλικών σωλήνων και εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται στο σύστημα διανομής και στα κτίρια. Η περιεκτικότητα μετάλλων στο νερό που διατίθεται προς κατανάλωση δεν θα πρέπει να υπερβαίνει αυτές που ορίζονται από τις κατευθυντήριες γραμμές ή να προσθέτουν μη αποδεκτή εμφάνιση ή γεύση στο νερό, ή να προκαλούν ζημιές στις επιφάνειες επαφής. Ο σίδηρος έχει στο παρελθόν δημιουργήσει προβλήματα με επιχρωματισμό του νερού, μειώνοντας σημαντικά την αποδοτικότητα του νερού, τόσο για πόση όσο και για οικιακή χρήση.

ΜΕΡΟΣ Β

Αδειοδότηση και υλοποίηση έργων ασφατάωσης

7. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Πρώτο βήμα στη διαδικασία είναι η **ανεύρεση της πηγής** προέλευσης του νερού που θα αφαλατωθεί. Το νερό αυτό μπορεί να προέρχεται από τη θάλασσα (θαλασσινό) ή από γεωτρήσεις (υφάλμυρο). Η λήψη νερού από τις γεωτρήσεις πλεονεκτεί γιατί, ήδη κατά την εισροή θαλασσινού νερού μέσα από τους πόρους των πετρωμάτων γίνεται μια πρώτη επεξεργασία αφαίρεσης του οργανικού φορτίου (θαλάσσιων μικροοργανισμών).

Συνεπώς, η διερεύνηση της πιθανότητας λήψης νερού από γεώτρηση θα πρέπει να προηγηθεί και για το σκοπό αυτό, θα πρέπει να διενεργηθούν δοκιμαστικές γεωτρήσεις σε κατάλληλες θέσεις. Η καταλληλότερη θέση θα είναι αυτή που θα προσφέρει τη μεγαλύτερη ποσότητα υφάλμυρου νερού και θα είναι πιο κοντά στη θέση εγκατάστασης της μονάδας αφαλάτωσης.

Δείγμα από το νερό που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να σταλεί για **ανάλυση σε πιστοποιημένο εργαστήριο**, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι δεν περιέχει βλαβερά στοιχεία. Για τη χρήση του νερού των γεωτρήσεων απαιτείται η έκδοση Άδειας Εκτέλεσης Έργου Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων από την Διεύθυνση Υδάτων της οικείας Αποκεντρωμένης Διοίκησης.

Στις περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η άντληση υφάλμυρου νερού μέσω γεωτρήσεων (είτε επειδή δεν αντλείται νερό σε ικανοποιητική ποσότητα είτε επειδή αυτό είναι γλυκό), μπορούν να ανοιχθούν πηγάδια σε κοντινή παραλία ή να γίνει λήψη νερού απευθείας από τη θάλασσα. Για να γίνει το έργο αυτό θα πρέπει να εξασφαλισθεί η “Παραχώρηση Αιγιαλού και Παραλίας” από τη Γενική Γραμματεία Δημόσιας Περιουσίας (Αυτοτελή Γραφεία Δημόσιας Περιουσίας). Επιπλέον, αν γίνει υδροληψία με υποθαλάσσιο αγωγό, απ’ ευθείας από τη θάλασσα, θα πρέπει, ενδεχομένως, να κατασκευαστεί ένα μικρό λιμενικό έργο για την προστασία της και τοποθέτηση αντλιών αναρρόφησης για την άντληση του θαλασσινού νερού.

Εν συνεχεία, γίνεται **εκτίμηση της απαιτούμενης ποσότητας** αφαλατωμένου νερού και κατά συνέπεια προσδιορίζεται η δυναμικότητα της μονάδας αφαλάτωσης. Θα πρέπει να γίνει και διερεύνηση για το ποια μέθοδος αφαλάτωσης θα χρησιμοποιηθεί. Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, η πλέον οικονομική και απλή μέθοδος, η οποία για τους λόγους αυτούς και επιλέγεται είναι η αντίστροφη ώσμωση.

Επόμενο βήμα είναι η **εύρεση χώρου** για την εγκατάσταση των μονάδων. Η θέση που θα επιλεγεί θα πρέπει να είναι κοντινή, τόσο στις θέσεις υδροληψίας, όσο και στις δεξαμενές πόσιμου νερού, στις οποίες θα καταλήξει το παραγόμενο νερό, προκειμένου να μειωθεί το ενεργειακό αλλά και το κατασκευαστικό κόστος. Η μονάδα θα πρέπει να χωροθετείται εκτός οικισμού, με δυνατότητα εύκολης σύνδεσης με το δίκτυο ύδρευσης και η επιλεγόμενη έκταση να έχει ξεκάθαρο ιδιοκτησιακό καθεστώς, προκειμένου να μπορεί να μεταβιβασθεί εύκολα στον Δήμο, έναντι τιμήματος, αν απαιτείται.

Η άλμη που παράγεται από τις μονάδες αφαλάτωσης θα πρέπει να απορριφθεί σε πρόσφορο αποδέκτη. Ο χώρος **διάθεσης της άλμης** πρέπει να επιλεγεί από την αρχή του σχεδιασμού των έργων.

- Σε κάποια υφιστάμενα έργα αφαλάτωσης, όπως στη Μήλο και στην Ύδρα, η άλμη απορρίπτεται στη θάλασσα, με υποθαλάσσιο αγωγό, μακριά από το σημείο της υδροληψίας (απαιτείται ειδική μελέτη διάχυσης και καθορισμένος αποδέκτης για άλατα),
- σε κάποια άλλα έργα, όπως στο Αγκίστρι, η παραγόμενη άλμη οδηγείται σε γεώτρηση/πηγάδι φόρτισης, ενώ
- σε κάποια άλλα, μικρότερου μεγέθους, όπως στη Χάλκη, η άλμη απορρίπτεται σε τάφρο πλησίον των εγκαταστάσεων, όπου το νερό εξατμίζεται με φυσικό τρόπο αφήνοντας ως υπόλειμμα μόνο το άλας.

Η τελευταία αυτή λύση δεν είναι τεχνικά η βέλτιστη γιατί η ποσότητα της παραγόμενης άλμης είναι σημαντική και υπερχειλίζει από την επιλεγείσα λεκάνη απόρριψής της. Επιπλέον, η κατασκευή πηγαδιών φόρτισης δημιουργεί πρόβλημα υποβάθμισης των υπόγειων νερών και υφαλμύρωσης των εδαφών. Για την κατασκευή τους απαιτείται η έκδοση άδειας από την Διεύθυνση Υδάτων της οικείας Αποκεντρωμένης Διοίκησης.

Για τη λύση της απόρριψης της άλμης στη θάλασσα, είτε κατασκευάζεται νέος υποθαλάσσιος αγωγός, είτε φορτίζεται κάποιος ήδη υφιστάμενος (π.χ. ο αγωγός απόρριψης των επεξεργασμένων αποβλήτων της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων - ΕΕΛ, αν αυτή υπάρχει). Σε κάθε περίπτωση η απόρριψη της άλμης πρέπει να γίνεται σε καθορισμένο αποδέκτη για άλατα.

Τέλος, θα πρέπει να εξευρεθούν οι **πηγές χρηματοδότησης**, να αποφασιστεί ο τρόπος δημοπράτησης (δημόσιο έργο ή/και προμήθεια ή εναλλακτικά παροχή υπηρεσίας) και ποιοι φορείς θα παίξουν το ρόλο αναθέτουσας αρχής και φορέα λειτουργίας.

Για το έργο της αφαλάτωσης, πλέον, θα πρέπει να συνταχθεί Φάκελος Δημόσιας Σύμβασης, κατά τα αναφερόμενα στον Ν. 4412/2016 - “Δημόσιες Συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών” - ΦΕΚ Α’ 147/2016 (<http://www.eaadhsy.gr/n4412/>), στον οποίο θα πρέπει να συμπεριληφθούν:

- τα απαραίτητα στοιχεία του έργου, όπως η καμπύλη ζήτησης του νερού (για την εκτίμηση του μεγέθους της εγκατάστασης), ο προτεινόμενος χώρος των εγκαταστάσεων, η θέση υδροληψίας, η θέση απόρριψης της άλμης, γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής κ.α.,
- οι απαραίτητες μελέτες και η προεκτίμηση της αμοιβής τους,
- ο προϋπολογισμός για την προμήθεια των μονάδων, και
- οι απαιτούμενες αδειοδοτήσεις και γνωμοδοτήσεις από δημόσιες υπηρεσίες και φορείς, και η Άδεια Λειτουργίας.

8. ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΣΥΝΟΔΑ ΕΡΓΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε, τα προϊόντα της αφαλάτωσης είναι το πόσιμο νερό και ο αλμόλιπος (άλμη). Το έργο υδροληψίας και το δίκτυο προσαγωγής του νερού για αφαλάτωση, ο αγωγός απαγωγής και διάθεσης της άλμης, το δίκτυο προσαγωγής του αφαλατωμένου νερού στις δεξαμενές ύδρευσης και οι βάσεις στήριξης για την εγκατάσταση των μονάδων είναι τα πλέον απαραίτητα συνοδά έργα της μονάδας αφαλάτωσης. Δυστυχώς, οι μονάδες αφαλάτωσης δεν μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς αυτά. Η παλιά πρακτική της αγοράς μονάδων αφαλάτωσης χωρίς να έχει προηγηθεί ο οργανωμένος σχεδιασμός του έργου και των συνοδών έργων, έχει αποτύχει.

Η αφαλάτωση είναι ένα ενεργοβόρο έργο. Συνεπώς, ένα άλλο κύριο συνοδό της έργου αποτελεί και η ενεργειακή παροχή της μονάδας. Αυτή μπορεί να αποτελείται από εγκαταστάσεις ΑΠΕ, υποσταθμό της ΔΕΗ κ.α.

Αναλυτικότερα, τα συνοδά έργα που συνήθως ολοκληρώνουν τη διαδικασία της αφαλάτωσης παρουσιάζονται παρακάτω.

8.1 Έργο υδροληψίας

Αν η υδροληψία γίνεται μέσω γεωτρήσεων, το έργο υδροληψίας αποτελείται από αυτές τις γεωτρήσεις καθώς και τις αντλίες που θα τοποθετηθούν πλησίον τους για τη μεταφορά του νερού στη μονάδα.

Αν η υδροληψία γίνεται απευθείας από τη θάλασσα, το έργο υδροληψίας είτε αποτελείται από έναν αγωγό που θα εισέρχεται στη θάλασσα, είτε από ένα διάτρητο φρεάτιο που κατασκευάζεται στην παραλία. Το τεχνικό έργο, και στις δύο περιπτώσεις, συμπληρώνεται με αντλίες αναρρόφησης του θαλασσινού νερού, με κατάλληλες μεμβράνες (φίλτρα) για την απομάκρυνση του οργανικού φορτίου και των φερτών, καθώς και με αντλίες κατάθλιψης για τη μεταφορά του νερού στη μονάδα αφαλάτωσης.

8.2 Δίκτυο προσαγωγής νερού προς αφαλάτωση στη μονάδα αφαλάτωσης

Πρόκειται για τον αγωγό, που συνήθως είναι αγωγός υπό πίεση, μέσω του οποίου γίνεται η μεταφορά του νερού από το έργο υδροληψίας, προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης της μονάδας αφαλάτωσης.

8.3 Δίκτυο απαγωγής της παραγόμενης άλμης

Συνήθως πρόκειται για τον αγωγό διάθεσης της άλμης στη θάλασσα. Ο αγωγός αυτός αποτελείται από ένα υπόγειο και ένα υποθαλάσσιο τμήμα. Επίσης, θα πρέπει η έξοδος του αγωγού αυτού να είναι κατάλληλα προφυλαγμένη από τα υποθαλάσσια ρεύματα.

8.4 Δίκτυο μεταφοράς του πόσιμου νερού

Πρόκειται για τον αγωγό προσαγωγής του αφαλατωμένου νερού στις δεξαμενές ύδρευσης. Ο αγωγός αυτός συνήθως είναι ένας αγωγός υπό πίεση, ενώ προβλέπεται η κατασκευή και του σχετικού αντλιοστασίου.

8.5 Αγωγός απαγωγής εκπλυμάτων μεμβρανών στην περίπτωση της αφαλάτωσης με αντίστροφη ώσμωση

Στην περίπτωση της αφαλάτωσης με αντίστροφη ώσμωση, αν απαιτηθεί, πραγματοποιείται καθίζηση των εκπλυμάτων των φίλτρων σε κατάλληλη δεξαμενή, πριν από την απόρριψή τους στον αποδέκτη. Σε κάθε περίπτωση, το ρεύμα έκπλυσης από τον χημικό καθαρισμό των μεμβρανών δεν πρέπει αναμειγνύεται με το ρεύμα της άλμης ή να απορρίπτεται κοντά στην πηγή υδροληψίας.

8.6 Βάση στήριξης της μονάδας αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης

Στην περίπτωση της αφαλάτωσης με αντίστροφη ώσμωση η βάση στήριξης πάνω στην οποία τοποθετείται η μονάδα αφαλάτωσης κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα και είναι συνήθως ένας compact οικίσκος.

8.7 Απαιτούμενες υποδομές για την ενεργειακή τροφοδοσία της μονάδας αφαλάτωσης

Οι υποδομές που απαιτούνται για την τροφοδοσία της μονάδας αφαλάτωσης περιλαμβάνουν την υποδομή των ΑΠΕ και τις απαραίτητες καλωδιώσεις, στην περίπτωση που η μονάδα τροφοδοτείται από ΑΠΕ (π.χ. φωτοβολταϊκή εγκατάσταση).

Επιπλέον, πιθανόν να ζητηθεί από την ΔΕΗ η κατασκευή υποσταθμού μέσης τάσης 20 kV, σύμφωνα με σχέδια και οδηγίες της. Ανάγκη για κατασκευή Υποσταθμού Μέσης Τάσης υπάρχει όταν οι απαιτήσεις ισχύος ξεπερνούν τα 135 kVA, που είναι η μεγαλύτερη παροχή Χαμηλής Τάσης που προσφέρεται από τη ΔΕΗ.

9. ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΕΙΣ

Στον Φάκελο Δημόσιας Σύμβασης, που καταρτίζεται κατ' απαίτηση του άρθρου 45 του Ν. 4412/16, όπως τροποποιημένος ισχύει, περιλαμβάνεται πρόβλεψη για τις ακόλουθες μελέτες:

9.1 Απαραίτητες μελέτες

Οι απαιτούμενες μελέτες και δοκιμές παρουσιάζονται παρακάτω:

- Διενέργεια δοκιμαστικών γεωτρήσεων και χημική ανάλυση δείγματος νερού,
- Τοπογραφική αποτύπωση του χώρου εγκατάστασης και των οδεύσεων των δικτύων και των τεχνικών έργων υδροληψίας,
- Οριστική μελέτη δικτύων και τεχνικού έργου υδροληψίας καθώς και των απαιτούμενων αντλιοστασίων.
- Στην οριστική μελέτη αυτή πρέπει να περιλαμβάνονται:
 - i. η υδραυλική μελέτη των δικτύων,
 - ii. η Η/Μ μελέτη των αντλιοστασίων,
 - iii. η διάταξη των μονάδων αφαλάτωσης στο οικόπεδο,
 - iv. το διάγραμμα ροής των διαδικασιών,
 - v. η μελέτη διάχυσης της άλμης, αν απαιτείται λόγω μεγάλης ποσότητάς της,
 - vi. η στατική μελέτη της βάσης των μονάδων, των δεξαμενών και των αντλιοστασίων, και
 - vii. η μελέτη οδοποιίας για κατασκευή οδού πρόσβασης, στην περίπτωση που δεν υπάρχει τέτοια.
- Οι απαιτούμενες μελέτες για την περιβαλλοντική αδειοδότηση του έργου είναι:
 - i. Μελέτη για έκδοση Πρότυπων Περιβαλλοντικών Δεσμεύσεων (Π.Π.Δ.), αν πρόκειται για έργο κατηγορίας Β, ή
 - ii. Περιβαλλοντική μελέτη για έκδοση Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ), αν πρόκειται για έργο κατηγορίας Α2, ταυτόχρονα με τη συλλογή των απαιτούμενων γνωμοδοτήσεων από τις αρμόδιες αρχές.

9.2

Απαιτούμενες αδειοδοτήσεις

Οι αδειοδοτήσεις που απαιτούνται για την εγκατάσταση και τη λειτουργία της μονάδας αφαλάτωσης νερού αναγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 10: Απαιτούμενες αδειοδοτήσεις μονάδας αφαλάτωσης νερού

Περιγραφή Άδειας	Αρμόδια Υπηρεσία για τη χορήγηση
Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (Π.Π.Δ.), για έργο κατηγορίας Β Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ), για έργο κατηγορίας Α2	Διεύθυνση Υδάτων Αποκεντρω- μένης Διοίκησης (μετά την έγκριση των Σ.Δ.Λ.Α.Π.* παύει η αρμοδιότητα της Διεύθυνσης Ανάπτυξης (ή Βιομηχανίας)) Αποκεντρωμένη Διοίκηση
Ενιαία άδεια χρήσης ύδατος - εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων	Διεύθυνση Υδάτων Αποκεντρωμένης Διοίκησης
Παραχώρηση του δικαιώματος χρήσης κοινόχρηστου χώρου αιγιαλού και παραλίας	Γενική Γραμματεία Δημόσιας Περιουσίας (Αυτοτελή Γραφεία Δημ. Περιουσίας)
Γνωστοποίηση ή έγκριση εγκατάστασης της μονάδας αφαλάτωσης	Διεύθυνση Ανάπτυξης (ή Βιομηχανίας)
Άδεια λειτουργίας της μονάδας αφαλάτωσης	Διεύθυνση Ανάπτυξης (ή Βιομηχανίας)
Απαλλαγή έκδοσης οικοδομικής άδειας (παρ. 6, αρ. 209 του Ν. 3463/2006)	αρμόδια Πολεοδομική Αρχή
Γνωμοδοτήσεις Αρχαιολογικών Εφοριών	αρμόδιες Εφορίες Αρχαιοτήτων
Βεβαίωση χρήσης γης	αρμόδια Πολεοδομική Αρχή

* Σ.Δ.Λ.Α.Π. = Σχέδιο Διαχείρισης λεκάνης Απορροής Ποταμού

9.3

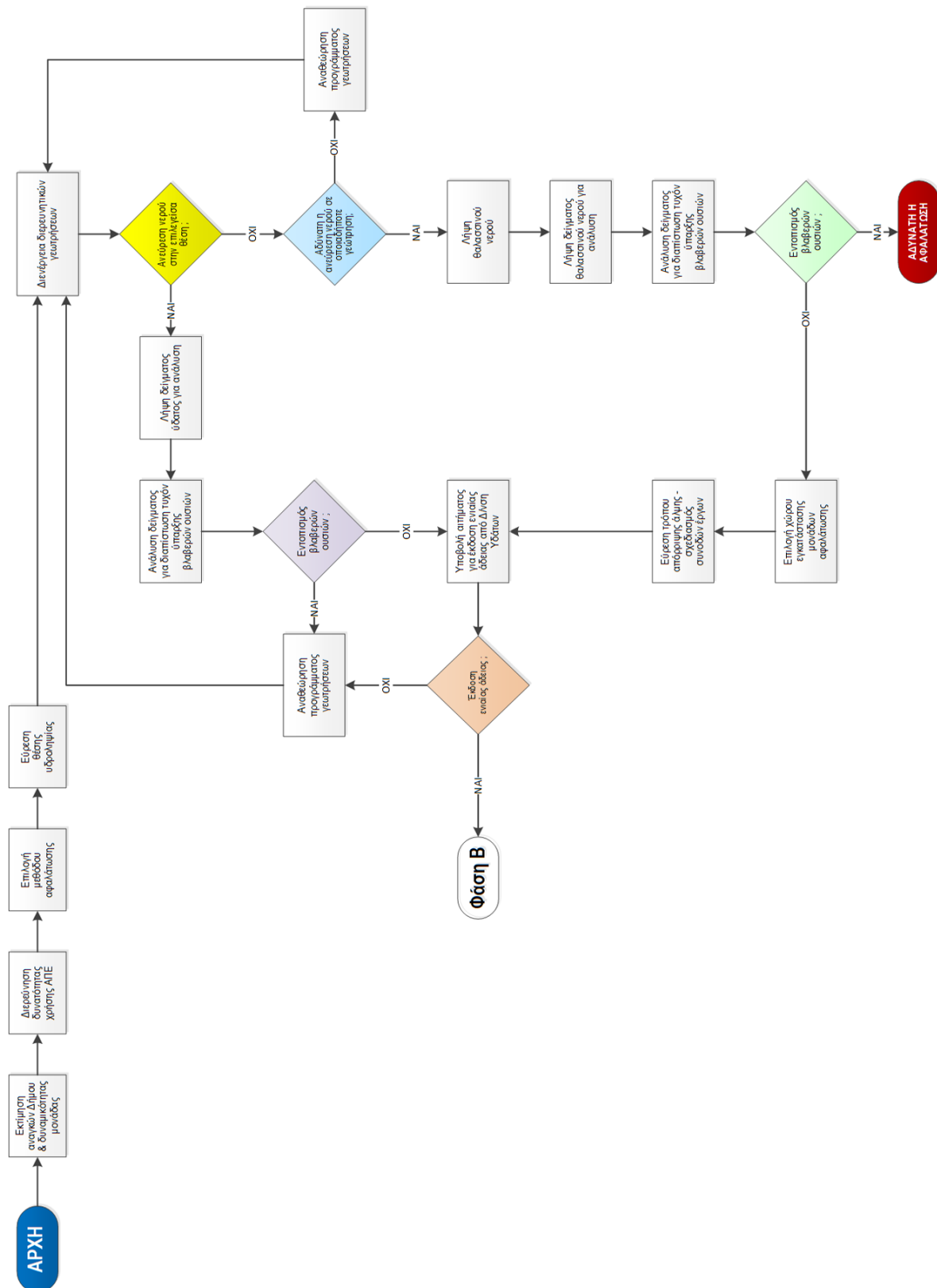
Διάγραμμα ροής διαδικασιών ωρίμανσης έργου ασφαλάτωσης

Στο διάγραμμα που ακολουθεί αποτυπώνεται η σειρά των προσπατούμενων διαδικασιών, ώστε ένα έργο ασφαλάτωσης να είναι ώριμο για δημοπράτηση.

Είναι προφανές ότι σε περίπτωση συνεχιζόμενου έργου παραλείπονται οι διαδικασίες εκείνες που έχουν ήδη ολοκληρωθεί.

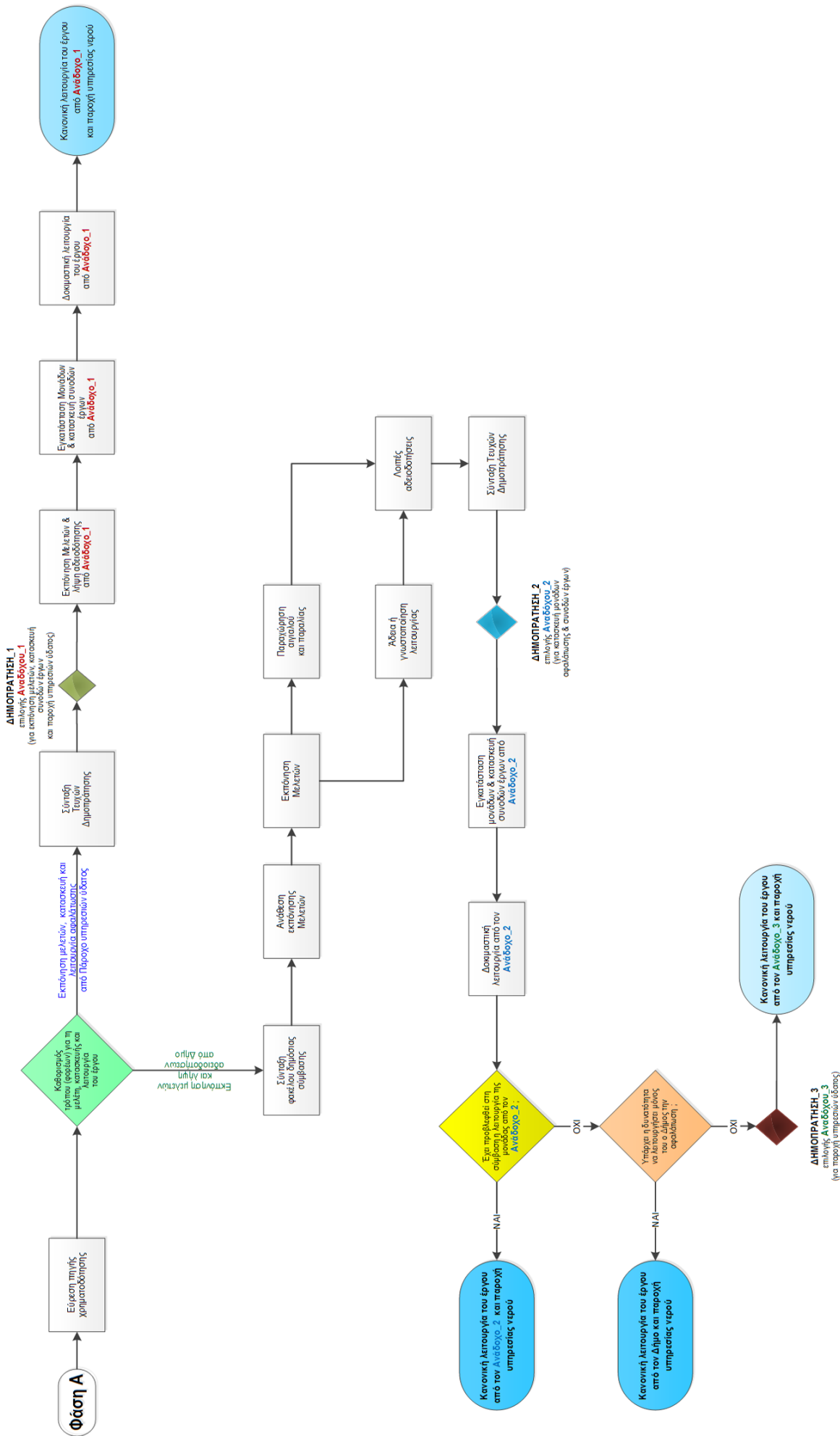
ΕΡΓΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Φάση Α: ΑΡΧΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ



ΕΡΓΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Φάση Β: ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ



10. ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΟΝΤΑΙ ΠΡΟΣΟΧΗ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΕΙΣ

10.1 Όροι εκροής αλμόλοιπου (άλμης)

Στη συνήθη περίπτωση που ο αλμόλοιπος σχεδιαστεί να καταλήγει με αγωγό στη θάλασσα, η απόρριψή του θα πρέπει να γίνεται σε καθορισμένο αποδέκτη για άλατα.

Σημειωτέον ότι υπάρχει ένα νομοθετικό κενό, που αφορά στον καθορισμό του αποδέκτη, και το οποίο δημιουργεί προβλήματα κατά τη διαδικασία των αδειοδοτήσεων:

Με την παρ. 2 του αρ. 59 του Ν. 4042/2012 - “Ποινική προστασία του περιβάλλοντος - Εναρμόνιση με την οδηγία 2008/99/ΕΚ - Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων - Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής” (ΦΕΚ 24 Α΄), καταργήθηκε η Υγειονομική Διάταξη Ειβ/221/1965 - “Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων” (ΦΕΚ 138 Β΄) που προέβλεπε τις διαδικασίες για τον καθορισμό του υδάτινου αποδέκτη, για όλα τα απόβλητα που περιλαμβάνονται στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (ΕΚΑ), μεταξύ των οποίων είναι και η άλμη.

Η Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ), με δύο εγκυκλίους της, προσπάθησε να πείσει τις αρμόδιες υπηρεσίες ότι ισχύουν οι ίδιες διαδικασίες με τα αστικά απόβλητα στο μεταβατικό αυτό στάδιο, αλλά το Υπουργείο Υγείας, με την με αρ. ΔΥΓ2/Γ.Π.22601/2014 εγκύκλιό του (“Εφαρμογή και ισχύς της Ειβ/221/1965 Υγειονομικής Διάταξης «Περί Διάθεσης λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων» μετά την έκδοση του άρθρου 59 παρ.2 του Ν. 4042/2012) διευκρινίζει ότι η διαδικασία καθορισμού αποδέκτη που ορίζει η υγειονομική διάταξη Ειβ/221/1965 ισχύει μόνο για τα αστικά απόβλητα.

Συνεπώς για την άλμη δεν υπάρχει διαδικασία, ούτε υπηρεσία, επίσημα, που να ορίζει τον τρόπο καθορισμού του αποδέκτη.

Στις περισσότερες περιπτώσεις έργων αφαλάτωσης, είτε δεν υπάρχει καθορισμένος αποδέκτης, είτε υπάρχει και δεν συμπεριλαμβάνονται όρια για την άλμη (τα οποία είναι διαφορετικά από αυτά για τα αστικά απόβλητα), ή κάποια αναγραφή ότι επιτρέπεται η απόρριψή της στη σχετική απόφαση.

Επιπλέον, στην παρ. 3 του αρ. 30 του Ν.3937/2011 (ΦΕΚ 60 Α΄) αναφέρεται ότι «Με απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Θαλασσίων Υποθέσεων, Νήσων και Αλιείας και των κατά περίπτωση αρμόδιων Υπουργών καθορίζονται οι τεχνικές προδιαγραφές διάθεσης του αλμολοίπου, οι ειδικότεροι όροι λειτουργίας των μονάδων αφαλάτωσης για κάθε περιοχή, η αντιστοίχιση των έργων και δραστηριοτήτων της παραγράφου 1 με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στα πολεοδομικά διατάγματα, καθώς και κάθε σχετική λεπτομέρεια για την εφαρμογή του παρόντος άρθρου».

Όμως η υπουργική αυτή απόφαση δεν εκδόθηκε ποτέ!

Στις περισσότερες περιπτώσεις, το πρόβλημα αυτό έχει αντιμετωπισθεί με την αναγραφή, στην ενιαία άδεια εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων – χρήσης νερού, των ορίων εκροής της άλμης.

10.2 Απαλλαγή από ΠΠΔ και Δ/ση Ανάπτυξης (ή Βιομηχανίας)

Σύμφωνα με την ΚΥΑ με αριθ. οικ. 146896/2014 των Υπουργών Εσωτερικών – Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας – Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων – Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων – Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής – “Κατηγορίες αδειών χρήσης και εκτέλεσης έργων αξιοποίησης των υδάτων. Διαδικασία και όροι έκδοσης των αδειών, περιεχόμενο και διάρκεια ισχύος τους και άλλες συναφείς διατάξεις” (ΦΕΚ 2878 Β΄), και συγκεκριμένα την παρ. 2.2 του αρθ. 2, όπου αναφέρεται ότι:

«Για τα νέα έργα και δραστηριότητες της κατηγορίας Β: ... 2.2.1 Σε περίπτωση που τα έργα και οι δραστηριότητες της κατηγορίας αυτής αφορούν σε απολήψεις από επιφανειακά και υπόγεια ύδατα περιοχών με εγκεκριμένο Σχέδιο Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών, τα έργα αυτά και οι δραστηριότητες απαλλάσσονται από την υπαγωγή τους σε Π.Π.Δ. Για την πραγματοποίησή τους απαιτείται ενιαία άδεια εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων και χρήσης ύδατος, σύμφωνα με τις προϋποθέσεις της παραγράφου 5 του άρθρου 6.»

Επομένως, η κατασκευή μονάδων αφαλάτωσης που κατατάσσονται σε δραστηριότητες κατηγορίας Β (Υ.Α. με αριθμ. ΔΙΠΑ/οικ. 37674/2016 του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας – ΦΕΚ 2471 Β΄ -”Τροποποίηση και κωδικοποίηση της υπουργικής απόφασης 1958/2012 - Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 1 παράγραφος 4 του Ν. 4014/21.9.2011 (ΦΕΚ 209/Α/2011) όπως αυτή έχει τροποποιηθεί και ισχύει”), απαλλάσσεται από την υπαγωγή σε ΠΠΔ και συνεπώς δεν απαιτείται η υποβολή του σχετικού ερωτηματολογίου στη Δ/ση Ανάπτυξης (ή Βιομηχανίας).

10.3 Απλούστευση διατάξεων έκδοσης άδειας εγκατάστασης

Τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει μια προσπάθεια απλούστευσης της διαδικασίας αδειοδότησης των εγκαταστάσεων αφαλάτωσης (ΚΥΑ οικ.64618/856/ Φ15/2018, Ν.4442/2016 “Νέο θεσμικό πλαίσιο για την άσκηση οικονομικής δραστηριότητας και άλλες διατάξεις” – ΦΕΚ 230 Α΄) και Ν.3982/2011 – “Απλοποίηση της αδειοδότησης τεχνικών επαγγελματικών και μεταποιητικών δραστηριοτήτων και επιχειρηματικών πάρκων και άλλες διατάξεις” – ΦΕΚ 143 Α΄). Επιπλέον, έχουν τροποποιηθεί τα απαιτούμενα δικαιολογητικά, που θα πρέπει να έχει στην κατοχή του ο Φορέας της επιχείρησης.

Τα απαιτούμενα δικαιολογητικά είναι:

• Γνωστοποίηση εγκατάστασης ή έγκριση εγκατάστασης

Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, δεν υπάρχει πλέον η υποχρέωση λήψης άδειας εγκατάστασης, αλλά είτε θα πρέπει να ενεργοποιηθεί η διαδικασία της γνωστοποίησης είτε της έγκρισης της εγκατάστασης.

Στη διαδικασία γνωστοποίησης εγκατάστασης (άρθρο 2 της ΚΥΑ οικ.64618/856/Φ15/2018) υπάγονται:

- 1.** Οι δραστηριότητες της παρ. 2 του άρθρου 48α του Ν.4442/2016, οι οποίες, σύμφωνα με το άρθρο 17 του ίδιου νόμου, είναι αυτές που πληρούν σωρευτικά τις παρακάτω προϋποθέσεις:

α) Διαθέτουν μηχανολογικές εγκαταστάσεις, των οποίων η εγκατεστημένη κινητήρια ισχύς δεν υπερβαίνει τα 37 KW ή η θερμική τα 70 KW. Στα όρια αυτά δεν περιλαμβάνεται η ισχύς, η οποία δεν σχετίζεται άμεσα με την παραγωγική διαδικασία, καθώς και η ισχύς μηχανολογικής εγκατάστασης προορισμένη αποκλειστικά για να προστατεύει το περιβάλλον από την ασκούμενη δραστηριότητα.

β) Κατατάσσονται στις δραστηριότητες χαμηλής όχλησης σύμφωνα με τις διατάξεις της Κ.Υ.Α. με αρ. πρωτ. οικ. 3137/191/Φ.15/2012 - “Αντιστοίχιση των κατηγοριών των βιομηχανικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων και δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στα πολεοδομικά διατάγματα” (ΦΕΚ 1048 Β΄) των Υπουργών Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

- 2.** Δραστηριότητες της παρ. 3 του άρθρου 48α του Ν.4442/2016, οι οποίες εγκαθίστανται, εκσυγχρονίζονται ή επεκτείνονται σε περιοχές στις οποίες από Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια (ΓΠΣ), Σχέδια Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτής Πόλης (ΣΧΟΟΑΠ) και Τοπικά Χωρικά Σχέδια (ΤΧΣ), καθορίζονται γενικές κατηγορίες χρήσεων γης βιομηχανίας - βιοτεχνίας σύμφωνα με τα οριζόμενα στο προεδρικό διάταγμα της παρ. 1 του άρθρου 15 του Ν.1561 / 1985 “ Ρυθμιστικό σχέδιο και πρόγραμμα προστασίας περιβάλλοντος της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλονίκης και άλλες διατάξεις” (ΦΕΚ 148 Α΄/1985).

Αν η υπό εγκατάσταση μονάδα αφαλάτωσης δεν εμπίπτει στις παραπάνω κατηγορίες, τότε θα πρέπει να υπαχθεί στη διαδικασία της έγκρισης εγκατάστασης (άρθρο 3 της ΥΑ με αρ. πρωτ. οικ.64618/856/Φ15/2018 του Αναπληρωτή Υπουργού Οικονομίας και Ανάπτυξης - “Τροποποίηση της απόφασης του Αναπληρωτή Υπουργού Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας με αρ. οικ. 483/35/Φ.15/2012 (158/Β) «Καθορισμός τύπου, δικαιολογητικών και διαδικασίας για την εγκατάσταση και τη λειτουργία των μεταποιητικών δραστηριοτήτων του Ν.3982/2011 (ΦΕΚ 143 Α΄/2011), την τροποποίηση και την ανανέωση των αδειών και την προθεσμία για μεταφορά ή τεχνική ανασυγκρότηση” - ΦΕΚ 2278 Β΄/2018).

10.4 Άδεια παραχώρησης αιγιαλού και παραλίας

Για τη χωροθέτηση των έργων αφαλάτωσης σημαντικό ρόλο παίζει το που και αν είναι χαραγμένοι ο αιγιαλός και η παραλία, δεδομένου ότι τα έργα είναι συνήθως πολύ κοντά σε αυτά. Η δυσκολία των διαδικασιών χάραξης αιγιαλού και παραλίας, πολύ συχνά δρουν αποτρεπτικά στην επιλογή της θέσης κατασκευής των έργων.

Η παραχώρηση Αιγιαλού και Παραλίας γίνεται μετά από αίτημα στη Γενική Γραμματεία Δημόσιας Περιουσίας (Αυτοτελή Γραφεία Δημόσιας Περιουσίας). Η διαδικασία για την έκδοση της σχετικής απόφασης διαρκεί τουλάχιστον 1 έως 2 έτη και ο φάκελος που κατατίθεται θα πρέπει να είναι πλήρης.

Ο φάκελος θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- Αίτημα παραχώρησης, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 14, παρ. 2 του Ν.2971/2001 (ΦΕΚ 285 Α΄/2001) όπως τροποποιήθηκε με τον Ν.4578/2018 “Μείωση ασφαλιστικών εισφορών και άλλες διατάξεις” (ΦΕΚ 200 Α΄).
- Τοπογραφικό διάγραμμα σε κλίμακα 1:500, θεωρημένο από τον οικείο Δήμο, στο οποίο έχει σχεδιασθεί η πολυγωνική γραμμή κατάληψης, θα σημειώνονται δε οι γωνίες και το εμβαδόν της έκτασης. Το τοπογραφικό αυτό διάγραμμα πρέπει να είναι εξαρτημένο από το σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ.
- Απόσπασμα διαγράμματος ΓΥΣ κλίμακας 1:5.000 με ένδειξη του χώρου κατάληψης.
- Αεροφωτογραφία του χώρου (Google Earth).
- Φωτογραφίες της θέσης.
- Τεχνική Έκθεση των έργων με τεκμηρίωση της σκοπιμότητας κατασκευής τους και της αιτούμενης παραχώρησης.

10.5 Έκδοση οικοδομικής άδειας

Σύμφωνα με την παρ. 1 του αρ. 30 του Ν.3937/2011 (“Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις” – ΦΕΚ 60 Α΄/2011), για την εγκατάσταση και τη λειτουργία των μονάδων αφαλάτωσης των νησιών αρμοδιότητας της Γενικής Γραμματείας Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής, δεν απαιτείται η έκδοση οικοδομικής άδειας, αλλά έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας.

Όμως, σύμφωνα με την παρ. 6, αρ. 209 του Ν. 3463/2006 (“Κύρωση του Κώδικα Δήμων και Κοινοτήτων” – ΦΕΚ 114 Α΄), η εγκατάστασή της μονάδας αφαλάτωσης, απαλλάσσεται από την υποχρέωση έκδοσης οικοδομικής άδειας, καθ’ όσον αποτελεί έργο ύδρευσης.

Είναι φανερό ότι οι δύο προαναφερόμενες αντικρουόμενες διατάξεις, περιπλέκουν τόσο τους φορείς όσο και τις αδειοδοτούσες αρχές. Συνήθως λαμβάνεται μια βεβαίωση από την οικεία Υπηρεσία Δόμησης, στην οποία βεβαιώνεται ότι το έργο αφαλάτωσης, ως έργο ύδρευσης, απαλλάσσεται από την υποχρέωση έκδοσης οικοδομικής άδειας.

10.6 Έγκριση Λειτουργίας

Σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. αρ. οικ. 12684/92/21.11.2014 “Απλούστευση της αδειοδότησης για την άσκηση οικονομικής δραστηριότητας - Κατάργηση άδειας λειτουργίας μεταποιητικών δραστηριοτήτων” των Υπουργών Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας και Διοικητικής Μεταρρύθμισης και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης (ΦΕΚ 3181 Β΄) οι εγκαταστάσεις αφαλάτωσης, ασχέτως κινητήριας ή θερμικής ισχύος εγκατεστημένου μηχανολογικού εξοπλισμού, λειτουργούν χωρίς την προηγούμενη κατάθεση υπεύθυνης δήλωσης ή έκδοση άδειας λειτουργίας (πλέον, έγκριση λειτουργίας). Η κατάργηση αυτή δεν απαλλάσσει τον ενδιαφερόμενο από την υποχρέωση λήψης και διατήρησης σε ισχύ των προβλεπόμενων από την Υπουργική Απόφαση υπ’ αρ. 483/2012 του Αναπληρωτή Υπουργού Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας (ΦΕΚ 158 Β΄) “Καθορισμός τύπου, δικαιολογητικών και διαδικασίας για την εγκατάσταση και τη λειτουργία των μεταποιητικών δραστηριοτήτων του Ν. 3982/2011 (ΦΕΚ 143 Α΄), την τροποποίηση και την ανανέωση των αδειών και την προθεσμία για μεταφορά ή τεχνική ανασυγκρότηση” κατ’ ιδίαν εγκρίσεων, δικαιολογητικών και τυχόν σύμφωνης γνώμης άλλων Υπηρεσιών.

11. ΑΠΛΟΥΣΤΕΥΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ

(κατά το άρθρο 50 του Ν.4487/2017)

Η απλουστευμένη διαδικασία αδειοδότησης, σύμφωνα με το άρθρο 50 του Ν.4487/2017 (ΦΕΚ 116 Α΄) - Ηλεκτρονικό σύστημα διάθεσης τηλεοπτικού διαφημιστικού χρόνου, τροποποίηση του ν. 3548/2007, σύσταση μητρώου περιφερειακού και τοπικού Τύπου, ειδική σήμανση γραμμωτού κώδικα στις έντυπες εκδόσεις, δημιουργία θεσμικού πλαισίου για την ενίσχυση της παραγωγής οπτικοακουστικών έργων στην Ελλάδα και άλλες διατάξεις”, αφορά τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Εγκατάσταση και λειτουργία προσωρινών αφαλατώσεων (μέχρι 31/12/2020),
- Μονάδες αφαλάτωσης μικρής δυναμικότητας (μέχρι 2.000 m³/ ημέρα),
- Νησιά αρμοδιότητας της Γενικής Γραμματείας Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής του Υπουργείου Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής.

Στην περίπτωση αυτή απαιτείται να υποβληθούν τα κάτωθι:

1. τεχνική έκθεση με το σύνολο των απαιτούμενων στοιχείων και σχεδιαγραμμάτων, που ορίζονται στο άρθρο 50 του Ν.4487/2017,
2. Υπεύθυνη Δήλωση για την τήρηση των αναφερόμενων στην τεχνική έκθεση,
3. Υπεύθυνη Δήλωση για τον αριθμό και την ειδικότητα των τεχνικών που θα εργασθούν, και του υπευθύνου της λειτουργίας και συντήρησης του εξοπλισμού, καθώς και
4. πιστοποιητικό πυροπροστασίας.

Επειδή οι εγκαταστάσεις αφαλάτωσης ανήκουν στην κατηγορία Αα (ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ - ΒΙΟΤΕΧΝΙΕΣ ΜΙΚΡΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ) της ΚΥΑ υπ’ αρ. πρωτ. Φ.15/οικ.1589/104/2006 (Κ.Υ.Α. υπ’ αρ. πρωτ. Φ.15/οικ. 1589/104/2006 των Υπουργών Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Ανάπτυξης, Δημόσιας Τάξης “Λήψη μέτρων πυροπροστασίας στις βιομηχανικές – βιοτεχνικές εγκαταστάσεις, επαγγελματικά εργαστήρια, αποθήκες και μηχανολογικές εγκαταστάσεις παροχής υπηρεσιών, που υπάγονται στις διατάξεις του Ν. 3325/2005 (ΦΕΚ 68 Α΄) και σε λοιπές δραστηριότητες” – ΦΕΚ 90 Β΄, σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. υπ’ αρ. πρωτ. 12997/145/φ.15/2014 (Υ.Α. οικ. 12997/145/Φ.15/2014 των Υπουργών Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας, Διοικητικής Μεταρρύθμισης και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, Δημόσιας Τάξης και Προστασίας του Πολίτη – “Απλούστευση της αδειοδότησης για την άσκηση οικονομικής δραστηριότητας – Επέκταση απαλλαγής πιστοποιητικού ενεργητικής πυροπροστασίας, απαλλάσσονται από την υποχρέωση εφοδιασμού με πιστοποιητικό (ενεργητικής) πυροπροστασίας” – ΦΕΚ 3284 Β΄). Συνεπώς, δεν απαιτείται η προσκόμιση του πιστοποιητικού πυροπροστασίας.

Το πλεονέκτημα της διαδικασίας αυτής είναι ένα και σημαντικό:

Σύμφωνα με τα αναφερόμενα στον Νόμο, δεν απαιτείται καμία άλλη αδειοδότηση, ούτε καν η έκδοση της παραχώρησης αιγιαλού και παραλίας πριν την εγκατάσταση και

λειτουργία της μονάδας (προσωρινή αποδέσμευση από Αυτοτελές Γραφείο Δημόσιας Περιουσίας Π.Ε.).

Τα μειονεκτήματα της διαδικασίας αυτής είναι:

1. Στις αποφάσεις αδειοδότησης του άρθρου 50 του Ν.4487/2017 αναφέρεται ο όρος: *«η παρούσα άδεια δεν απαλλάσσει το φορέα της επιχείρησης από την υποχρέωση να εφοδιαστεί με άλλη άδεια εφόσον από κείμενες διατάξεις προκύπτει αντίστοιχη υποχρέωση»*. Από τη διάταξη αυτή προκαλείται σύγχυση.
2. Ο Νόμος Ν.4487/2017 δεν έχει υπογραφεί από το Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, στο οποίο υπάγονται οι Εφορείες Αρχαιοτήτων. Σε συνδυασμό με το προαναφερόμενο μειονέκτημα, ο φορέας είναι υποχρεωμένος να διαθέτει, επιπλέον, γνωμοδοτήσεις από τις αρμόδιες Εφορείες Αρχαιοτήτων.
3. Η άδεια λήγει την 31/12/2020. Εντός δέκα (10) ημερών θα πρέπει να απομακρυνθούν οι εγκαταστάσεις. Για να συνεχίσει ο Δήμος να έχει ασφαλή θα πρέπει είτε ο χώρος να έχει, εν τω μεταξύ, αδειοδοτηθεί για μόνιμη εγκατάσταση, είτε να μεταφερθούν οι εγκαταστάσεις σε άλλον κατάλληλο και αδειοδοτημένο χώρο.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Συνιστάται να προνοήσει ο Δήμος να εφοδιαστεί με τις απαραίτητες αδειοδοτήσεις της μόνιμης εγκατάστασης εγκαίρως, με ιδιαίτερη έμφαση στις ενέργειες για την παραχώρηση κοινόχρηστου χώρου Αιγιαλού και Παραλίας, αν απαιτείται.

12. ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το συνολικό κόστος του παραγόμενου νερού πρέπει, σύμφωνα και με τις ευρωπαϊκές οδηγίες να υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη όλα τα επιμέρους κόστη: χρηματοοικονομικό, περιβαλλοντικό και κόστος πόρου.

12.1 Χρηματοοικονομικό κόστος

Στο χρηματοοικονομικό κόστος περιλαμβάνεται:

- το κόστος κεφαλαίου, δηλαδή το κόστος της αρχικής επένδυσης,
- το λειτουργικό κόστος, που αφορά το κόστος για την 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.

Πίνακας 11: Κόστος λειτουργίας μονάδων αφαλάτωσης στην Ελλάδα (2013)

Τοποθεσία και (αριθμός μονάδων)	Έτος κατασκευής	Τύπος	Δυναμικό- τητα (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
Γαλυσσάς, Σύρου (2)	2007	RO	1000	0,70
Κίνι, 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
Ομπρούπολη 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
Παξοί (2)	2005	RO	500	0,60

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

Πηγή: Αγγελάκης Αν., Δυνατότητες Παραγωγής Πόσιμου Νερού με Τεχνολογίες Αφαλάτωσης στην Ελλάδα, ΕΥΔΑΠ: τεύχος 73, 2015.

12.2 Περιβαλλοντικό κόστος

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

Σύμφωνα με το ΣΔΛΑΠ νήσων Αιγαίου, «Το συνολικό περιβαλλοντικό κόστος σε επίπεδο ΥΔ, ανέρχεται σε 295.000 € (Πίνακας 7-6). Το συνολικό ετήσιο περιβαλλοντικό κόστος ανέρχεται σε 73.750 €. Το 70% αποδίδεται στη ΛΑΠ Ανατολικού Αιγαίου (EL1436), το 7% στη ΛΑΠ Κυκλάδων (EL1437) και το 23% στη ΛΑΠ Δωδεκανήσων (EL1438). Το μοναδιαίο περιβαλλοντικό κόστος σε επίπεδο ΥΔ εκτιμάται σε 0,0004 €/m³.»

Το περιβαλλοντικό κόστος για την ύδρευση είναι ίσο με 0,0003 €/m³ σε όλες τις λεκάνες απορροής του Υδατικού Διαμερίσματος.

12.3 Κόστος πόρου (Διαθεσιμότητας)

Αποτελεί ένα ευρύτερο ζήτημα που ο ποσοτικός του προσδιορισμός εξαρτάται από ένα σύνολο κοινωνικοοικονομικών και πολιτικών συνθηκών. Συνήθως εξειδικεύεται και αποτελεί ειδικό κεφάλαιο στη χρηματοοικονομική ανάλυση της επένδυσης.

Στο Άρθρο 3, παράγραφος 5 της ΚΥΑ αριθ. οικ. 135275/2017 ορίζεται ότι:

«“Κόστος πόρου” είναι το κόστος άλλων εναλλακτικών χρήσεων του ύδατος, οι οποίες είναι αναγκαίες σε περίπτωση που το Υδατικό Σύστημα χρησιμοποιείται πέραν του ρυθμού της φυσικής του αναπλήρωσης.»

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 μια 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. € (Πίνακας 7-8). 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».

13. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

13.1 Το ενεργειακό κόστος λειτουργίας

Βασικό στοιχείο του κόστους λειτουργίας των Μονάδων Αφαλάτωσης είναι το ενεργειακό κόστος.

Στο επόμενο Πίνακα φαίνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις των διάφορων τύπων αφαλάτωσης.

Πίνακας 12: *Ενεργειακές απαιτήσεις των διαδικασιών αφαλάτωσης*

Διαδικασία	Συνολική κατανάλωση ενέργειας (kWh/m ³)	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/m ³)
MSF (πολυβάθμια εκτόνωση)	10,5 - 13	4 - 6
MED (πολυβάθμια εξάτμιση)	7,4 - 9	2,5 - 3
VC (MVC) (εξάτμιση με συμπίεση ατμών)	8 - 27 (9,5 - 17)	8 - 27 (9,5 - 17)
RO (υφάλμυρο νερό) (αντίστροφη ώσμωση)	1,0 - 2,5	1,0 - 2,5
RO (θαλασσινό νερό) (αντίστροφη ώσμωση)	3,1 - 16,9	3,1 - 16,9
ED (υφάλμυρο νερό) (Ηλεκτροδιάλυση)	1,1 - 4	1,1 - 4

Πηγή: Assimacopoulos, D«Water, water everywhere. Desalination Powered by Renewable Energy Sources». RE FOCUS (www.re-focus.net), (2001, July/August)

Όπως φαίνεται στον πίνακα, η συνολική ενέργεια ανά μονάδα όγκου επεξεργασμένου νερού είναι μεγαλύτερη για τις θερμικές διαδικασίες αφαλάτωσης από ότι για τις μονάδες με τεχνολογία μεμβρανών.

13.2 Το συνολικό κόστος λειτουργίας

Σύμφωνα με στοιχεία από την βιβλιογραφία (Younos 2005), προσδιορίστηκαν οι μέσες τιμές για το κόστος αφαλάτωσης για τις περιπτώσεις διαφόρων τεχνολογιών. Αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 13: Κόστος αφαλάτωσης συναρτήσει τεχνολογίας

Διαδικασία	Νερό τροφοδοσίας	Κόστος (\$/m ³)
MSF (πολυβάθμια εκτόνωση)	Θαλασσινό	0,70 - 1,92
MED (πολυβάθμια εξάτμιση)	Θαλασσινό	0,27 - 1,49
TVC (Εξάτμιση με επανασυμπίεση ατμών)	Θαλασσινό	0,46 - 1,21
RO (αντίστροφη ώσμωση)	Θαλασσινό	0,45 - 1,62
RO (αντίστροφη ώσμωση)	Υφάλμυρο	0,18 - 0,70
ED (Ηλεκτροδιάλυση)	Υφάλμυρο	0,58

Είναι εμφανές ότι από τις θερμικές τεχνολογίες αφαλάτωσης (πολυβάθμια εξάτμιση MED, πολυβάθμια εκρηκτική εξάτμιση MSF και θερμική συμπίεση ατμού TVC) η πολυβάθμια εξάτμιση (MED/MEE) παρουσιάζει το χαμηλότερο κόστος αφαλάτωσης για τη παραγωγή φρέσκου νερού.

Αντίθετα, για τις τεχνολογίες μεμβρανών (αντίστροφη ώσμωση RO, ηλεκτροδιάλυση ED), το χαμηλότερο κόστος εμφανίζεται για την αντίστροφη ώσμωση με χρήση υφάλμυρου νερού τροφοδοσίας.

13.3 Το κόστος λειτουργίας της αντίστροφης ώσμωσης

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος παραγωγής πόσιμου νερού είναι η αντίστροφη ώσμωση, ιδιαίτερα στη χώρα μας, που οι αναγκαίες ποσότητες ποικίλουν, αλλά δεν είναι πολύ μεγάλες.

Η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης έχει γενικά επικρατήσει στην αφαλάτωση του υφάλμυρου, αλλά και του θαλασσινού νερού, λόγω του σχετικά χαμηλού κόστους της. Επίσης η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης παρέχει αξιοπιστία σε όλο το εύρος μεγεθών παραγωγής (από λίγα λίτρα έως εκατοντάδες κυβικά μέτρα ανά ημέρα), λόγω και της συμπαγούς και εύκολης, σχετικά με τις άλλες μεθόδους, κατασκευής της.

Για υφάλμυρα νερά χαμηλής συγκέντρωσης ολικών διαλυμένων στερεών, το ποσοστό των μονάδων στις οποίες απαιτείται ετήσια αντικατάσταση των μεμβρανών σε περίπτωση αντίστροφης ώσμωσης είναι περίπου 5% ανά έτος. Για υψηλές συγκεντρώσεις ολικών διαλυμένων στερεών θαλασσινού νερού, ποσοστό αυτό μπορεί να φτάσει το 20%. Αυτό αποδεικνύει πόσο μεγάλη σημασία έχει η σωστή επιλογή της υδροληψίας.

Οι δαπάνες συντήρησης και ανταλλακτικών αποτελούν λιγότερο από το 2% των συνολικών κύριων δαπανών σε ετήσια βάση.

Πίνακας 14: Ποσοστιαία κατανομή συμμετοχής επί μέρους δαπανών στο συνολικό κόστος μονάδας με χρήση της τεχνολογίας αντίστροφης ώσμωσης

Κατηγορία δαπάνης	Υφάλμυρο νερό (%)	Θαλασσινό νερό (%)
Σταθερές δαπάνες	54	37
Ηλεκτρική ενέργεια	11	44
Εργασία	9	4
Αντικατάσταση μεμβρανών	7	5
Συντήρηση και εξαρτήματα	9	7
Αναλώσιμα (χημικά)	10	3

Στην περίπτωση χρήσης των τεχνολογιών αντίστροφης ώσμωσης με συστήματα ενεργειακής ανάκτησης η απαιτούμενη ποσότητα ενέργειας για την επεξεργασία του θαλασσινού νερού είναι η ελάχιστη, σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες, κυμαίνεται δε μεταξύ 4 και 6 kWh/m³.

Σε περίπτωση μάλιστα που συμπεριληφθεί στην εισαγωγή υφάλμυρο νερό, οι ενεργειακές απαιτήσεις της αντίστροφης ώσμωσης μειώνονται σημαντικά και γίνονται ανάλογες των ενεργειακών απαιτήσεων στην περίπτωση χρήσης της τεχνολογίας της ηλεκτροδιάλυσης για την επεξεργασία υφάλμυρου νερού, κυμαίνονται δε μεταξύ 0,5 και 2,5 kWh/m³.

13.4 Παραδείγματα μονάδων με χρήση της μεθόδου αντίστροφης ώσμωσης στην Ελλάδα

Σε σύγκριση με τα προαναφερθέντα κόστη (που προέρχονται από την βιβλιογραφία), για έργα αφαλάτωσης με χρήση της τεχνολογίας της αντίστροφης ώσμωσης, τα κόστη τέτοιων μονάδων που έχουν κατασκευασθεί στην Ελλάδα, παρατίθενται στη συνέχεια:

• Πάτμος

Η μονάδα αφαλάτωσης που εγκαταστάθηκε έχει δυναμικότητα $1.200 \text{ m}^3/\text{ημ.}$ Η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης είναι 6,45 χρόνια. Λαμβάνοντας συντελεστή εσωτερικής ανταποδοτικότητας (IRR) 16%, το κόστος της μονάδας αφαλάτωσης προσδιορίζεται σε $1,5 - 1,6 \text{ €/m}^3$.



Μονάδα αφαλάτωσης στην Πάτμο | Πηγή: www.patmos.gr

• Λειψοί

Η μονάδα αφαλάτωσης που θα λειτουργήσει στο νησί έχει δυναμικότητα $600 \text{ m}^3/\text{ημ.}$ Με παραδοχή των ιδίων χρηματοοικονομικών προϋποθέσεων (με αυτούς της παραπάνω περίπτωσης της Πάτμου), δηλαδή λαμβάνοντας περίοδο αποπληρωμής 6,45 χρόνια και συντελεστή εσωτερικής ανταποδοτικότητας (IRR) 16%, το κόστος της μονάδας αφαλάτωσης προσδιορίζεται σε $1,88 \text{ €/m}^3$, στην περίπτωση συνδυασμού με υβριδική εγκατάσταση παραγωγής ενέργειας, αλλά σε $1,66 \text{ €/m}^3$, στην περίπτωση που εγκαθίσταται μόνο ανεμογεννήτρια.

• Θηρασιά

Η μονάδα αφαλάτωσης που κατασκευάσθηκε έχει δυναμικότητα $140 \text{ m}^3/\text{ημ.}$ Με παραδοχή των ιδίων χρηματοοικονομικών προϋποθέσεων (με αυτούς της παραπάνω περίπτωσης της Πάτμου), δηλαδή λαμβάνοντας περίοδο αποπληρωμής 6,45 χρόνια και συντελεστή εσωτερικής ανταποδοτικότητας (IRR) 16%, το κόστος της μονάδας αφαλάτωσης προσδιορίζεται σε $2,57 \text{ €/m}^3$, στην περίπτωση συνδυασμού με εγκατάσταση τροφοδοσίας ενέργειας από φωτοβολταϊκά στοιχεία.

14. ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

14.1 Συνιστώσες προς χρηματοδότηση

Το έργο της αφαλάτωσης είναι σύνθετο και για να είναι λειτουργικό δεν θα πρέπει να θεωρήσουμε ότι εξαντλείται στην αγορά των μονάδων. Για να λειτουργήσει απαιτεί την κατασκευή και λειτουργία συνοδών έργων, την ύπαρξη τεχνογνωσίας και προσωπικού και, φυσικά, χρηματοδότηση.

Ένα έργο αφαλάτωσης πρέπει να αντιμετωπιστεί στο σύνολό του, σαν σύνθετο κατασκευαστικό έργο, που πρέπει να λειτουργήσει αποδοτικά για πολλά χρόνια. Με την έννοια αυτή συμπεριλαμβάνονται στο έργο όλα τα επιμέρους στοιχεία:

- Οι μελέτες της εγκατάστασης των μονάδων και των συνοδών έργων
- Η προμήθεια των μονάδων
- Η κατασκευή των συνοδών έργων
- Η λειτουργία και η συντήρηση του έργου της αφαλάτωσης.

14.2 Εναλλακτικές λύσεις υλοποίησης και χρηματοδότησης

Για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό του συνόλου του έργου πρέπει να εξετασθούν όλες οι εναλλακτικές λύσεις χρηματοδότησης. Από τη μέχρι σήμερα εμπειρία στα έργα αφαλάτωσης, έχουν πραγματοποιηθεί τα ακόλουθα σενάρια υλοποίησης / χρηματοδότησης:

1. Ο Δήμος εξασφαλίζει τη χρηματοδότηση για την εκπόνηση των μελετών, την προμήθεια των μονάδων και την κατασκευή των συνοδών έργων, τα οποία αναθέτει, ενώ, στη συνέχεια, αναλαμβάνει ο ίδιος τη λειτουργία του έργου της αφαλάτωσης.
2. Ο Δήμος εξασφαλίζει τη χρηματοδότηση των μελετών, της προμήθειας του εξοπλισμού και των κατασκευών. Ο ανάδοχος κατασκευής των συνοδών έργων αναλαμβάνει στη συνέχεια και τη λειτουργία του έργου.
3. Ο Δήμος αναθέτει σε ιδιώτη την εκπόνηση των απαιτούμενων μελετών, την προμήθεια των μονάδων και την κατασκευή των συνοδών έργων καθώς και τη χρηματοδότηση και τη λειτουργία του έργου.

14.3 Πηγές χρηματοδότησης της ωρίμανσης του έργου

Η χρηματοδότηση για την ωρίμανση (μελέτη και αδειοδότηση) των έργων δεν είναι επιλέξιμη από κανένα ευρωπαϊκό συγχρηματοδοτούμενο πρόγραμμα. Χρηματοδότηση για τέτοιο έργο μπορεί να εξασφαλισθεί από τις ακόλουθες πηγές:

- Επιδότηση ή δανεισμός, μέσω του χρηματοδοτικού προγράμματος του Ταμείου Παρακαταθηκών και Δανείων,
- Επιδότηση μέσω του εθνικού σκέλους του ΠΔΕ, ή
- Χρήση ίδιων πόρων του Δήμου.

14.4 Πηγές χρηματοδότησης της προμήθειας των μονάδων και της κατασκευής των έργων αφαλάτωσης

Η εγκατάσταση των μονάδων αφαλάτωσης, καθώς και η κατασκευή των συνοδών έργων μπορεί να πραγματοποιηθεί με κοινοτικούς πόρους. Θα πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη ότι το έργο παράγει έσοδα, οπότε μειώνεται ο συντελεστής συγχρηματοδότησης. Επίσης, αν τα έργα αυτά θα κατασκευαστούν σε Περιφέρεια μεταβατικής στήριξης με φθίνουσα κλίμακα («phasing-in»), όπως λ.χ. η Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, ισχύει ήδη μειωμένος συντελεστής συγχρηματοδότησης. Θα πρέπει, συνεπώς, να χρησιμοποιηθούν παράλληλα και σημαντικοί πόροι του Δήμου ή/και του Δημοσίου.

Εναλλακτικά, μπορεί να ενταχθεί σε πρόγραμμα του ΕΟΧ, του Υπουργείου Ναυτιλίας, του Υπουργείου Εσωτερικών (πρόγραμμα ΦΙΛΟΔΗΜΟΣ Ι) ή να γίνει χρήση πόρων του Δήμου.

14.5 Πηγές χρηματοδότησης της λειτουργίας

Η ευρωπαϊκή πολιτική για την ύδρευση δεν επιτρέπει την επιδότηση της λειτουργίας των έργων αυτών. Όμως, τα έργα της αφαλάτωσης ως επί το πλείστον προβλέπεται να τοποθετηθούν / κατασκευαστούν σε νησιά, πολλά από τα οποία στο παρελθόν είχαν “επιδοτούμενη μεταφορά νερού” από υδροφόρες. Επίσης, λόγω μεγέθους οι νησιωτικοί αυτοί Δήμοι, δεν διαθέτουν το απαιτούμενο προσωπικό με ειδικές γνώσεις για τη λειτουργία έργων αφαλάτωσης, άρα θα πρέπει να επιβαρυνθούν με επιπλέον κόστος, λόγω της ανάγκης συμμετοχής ιδιωτικών εταιρειών, είτε ως τεχνική βοήθεια για τη λειτουργία, είτε ως επενδυτές/κατασκευαστές.

Στην περίπτωση που ο Δήμος δεν δύναται να λειτουργήσει την αφαλάτωση με την αρμόδια υπηρεσία του, τότε:

- Αν το νησί είναι ένα από τα άνυδρα νησιά αρμοδιότητας της Γενικής Γραμματείας Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής του Υπουργείου Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής, τότε η Γενική Γραμματεία μπορεί να αναθέσει, με διαγωνιστική διαδικασία, την «Προμήθεια νερού με αφαλάτωση», η οποία χρηματοδοτείται από τη ΣΑΕ του Υπουργείου Τα άνυδρα νησιά της Γενικής Γραμματείας Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής του Υπουργείου Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής είναι:

- οι Λειψοί
 - η Μεγίστη
 - η Αμοργός (Κατάπολα)
 - η Κίμωλος
 - η Ηρακλεία και
 - η Σύμη (Ι.Μ. Πανορμίτη).
- Αν το νησί δεν είναι κάποιο από τα παραπάνω, ο Δήμος μπορεί να αναθέσει, με διαγωνιστική διαδικασία, την «Παροχή υπηρεσιών επεξεργασίας νερού» και να πληρώνει κάποιο τίμημα ανά m^3 πόσιμου νερού στον ανάδοχο. Το τίμημα αυτό μετακυλίεται στον καταναλωτή.

Σε κάθε περίπτωση, στο διαγωνισμό προμήθειας νερού θα πρέπει να προβλέπεται η λειτουργία της μονάδας αφαλάτωσης για πέντε (5) τουλάχιστον έτη, με πρόβλεψη για παράταση. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να επιτευχθεί καλύτερη τιμή ανά m^3 και να αποφεύγονται οι συνεχείς διαγωνιστικές διαδικασίες, οι οποίες, σημειωτέον, είναι δύσκολες στους μικρούς Δήμους, ενώ υπάρχει πιθανότητα, σε περίπτωση καθυστέρησης, να θέσουν σε κίνδυνο τη συνεχή λειτουργία της αφαλάτωσης.

14.6

Ολοκληρωτική χρηματοδότηση ενός έργου αφαλάτωσης

Στην περίπτωση που ο Δήμος δεν έχει τη δυνατότητα να εκπονήσει ο ίδιος ή να χρηματοδοτήσει την εκπόνηση των απαιτούμενων μελετών, τότε μπορεί να ακολουθηθεί η εναλλακτική λύση της κατάρτισης ολοκληρωμένου σχεδίου κατασκευής και λειτουργίας της μονάδας αφαλάτωσης με τη συμμετοχή ιδιωτών, σύμφωνα με το μοντέλο παροχής υπηρεσιών με διαγωνιστική διαδικασία για «ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ», όπως ορίζεται στο Β' Τεύχος του Ν.4412/16.

Στη σύμβαση που θα προκηρύσσεται θα πρέπει να προβλέπεται η ελάχιστη ποσότητα και η απαιτούμενη ποιότητα επεξεργασμένου (πόσιμου) νερού που ετησίως θα προμηθεύεται ο Δήμος, έναντι κάποιου συγκεκριμένου τιμήματος ανά m^3 πόσιμου νερού.

Ο Ανάδοχος θα αναλαμβάνει:

- την εκπόνηση όλων των μελετών,
- τη λήψη όλων των αδειοδοτήσεων,
- την προμήθεια του εξοπλισμού και
- την κατασκευή του έργου καθώς και τη λειτουργία και συντήρησή του για π.χ. 12-15 έτη, με δικαίωμα επέκτασης.

Εννοείται ότι το τίμημα που θα συμφωνηθεί, θα λαμβάνει υπόψη τις τυχόν ήδη υφιστάμενες υποδομές (π.χ. δεξαμενές).

14.7 Υπολογισμός κόστους αφαλατωμένου νερού ανά m³

Προκειμένου να γίνει η ανάθεση της εκπόνησης ολοκληρωμένου σχεδίου κατασκευής και λειτουργίας ή μόνο της λειτουργίας του έργου της αφαλάτωσης, θα πρέπει ο Δήμος να υπολογίσει το κόστος αφαλατωμένου νερού ανά m³.

Τα στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι:

- Η απαιτούμενη εγγυημένη ετήσια ποσότητα πόσιμου νερού,
- η αιτούμενη διάρκεια λειτουργίας της μονάδας από τον ανάδοχο,
- η χημική σύσταση του υφάλμυρου ή θαλασσινού νερού,
- οι απαιτήσεις για αυτοματοποίηση του συστήματος,
- το κόστος αγοράς του εξοπλισμού και των ανταλλακτικών,
- το ενεργειακό κόστος λειτουργίας (αν βαρύνει τον ανάδοχο),
- το λειτουργικό κόστος (διοικητικό, προσωπικού κ.α.),
- το κόστος εκπόνησης των μελετών (αν απαιτείται),
- το κόστος κατασκευής των συνοδών έργων (αν απαιτείται).

Στον επόμενο Πίνακα γίνεται μία σύγκριση του συνολικού λειτουργικού κόστους (μαζί με το κόστος αρχικού κεφαλαίου) ανά τεχνολογία αφαλάτωσης, με την παραδοχή ότι η αντίστροφη ώσμωση έχει κόστος 100.

Πίνακας 15: Σύγκριση λειτουργικού κόστους ανά τεχνολογία

Κατηγορία Δαπάνης	Πολυβάθμια εκτόνωση MSF	Πολυβάθμια εξάτμιση MED	Εξάτμιση με συμπίεση ατμών MVC	Αντίστροφη Ώσμωση
Κόστος Κεφαλαίου	120	114	118	100
Κόστος Ενέργειας	215	175	140	100
Αλλαγή Μembranών	—	—	—	100
Λοιπές Δαπάνες	103	89	100	100
Συνολική Δαπάνη	114	109	107	100

Πηγή: Banat Fawzi, Economical and technical assessment of desalination technologies, Jordan University of Science and Technology, 2007

Το κόστος του νερού αποτελεί νέα πρόσθετη δαπάνη για τον καταναλωτή, ειδικά εάν η τροφοδοσία γινόταν προηγουμένως με επιδοτούμενες υδροφόρες. Συνεπώς θα πρέπει αυτό να κυμαίνεται εντός λογικών πλαισίων και, αν είναι δυνατόν, να επιδοτείται από το Δήμο ή από άλλη πηγή χρηματοδότησης, τα πρώτα χρόνια λειτουργίας, για να επιτευχθεί η σταδιακή ένταξή του στις επιβαρύνσεις του καταναλωτή.

15. ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ – ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ “SOL-BRINE”

Στο νησί της Τήνου κατασκευάστηκε ένα ερευνητικό έργο αφαλάτωσης εφαρμόζοντας μια καινοτομική μέθοδο: αυτή της περαιτέρω επεξεργασίας της άλμης με σκοπό την παραγωγή προϊόντος για κατανάλωση (βρώσιμο άλας). Κύριος στόχος του έργου ήταν η ανάπτυξη ενός ενεργειακά αυτόνομου συστήματος ολικής εξάλειψης της παραγόμενης από μονάδες αφαλάτωσης άλμης, υιοθετώντας και εφαρμόζοντας την αρχή μηδενικής απόρριψης (Zero Liquid Discharge).

Έτσι, παράλληλα επιτεύχθηκε υψηλή ανάκτηση νερού (σε ποσοστά μεγαλύτερα του 90%) και παραγωγή στερεού άλατος εμπορικής αξίας. Στα πλαίσια του προγράμματος “SOL-BRINE”, αναπτύχθηκε, ελέγχθηκε και βελτιστοποιήθηκε ένα πιλοτικό σύστημα

επεξεργασίας της άλμης, η οποία περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- (α) εξάτμιση
- (β) κρυστάλλωση και
- (γ) ξήρανση.

Οι εταίροι του έργου ήταν ο Δήμος Τήνου (συντονιστής δικαιούχος), το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και η εταιρεία Culligan Hellas A.E.

Το έργο βραβεύτηκε ως το καλύτερο έργο του ευρωπαϊκού προγράμματος LIFE, μετά από ψηφοφορία του κοινού, στη θεματική ενότητα «Περιβάλλον» (Green Awards), λαμβάνοντας τελικά το πρώτο βραβείο ανάμεσα σε 4.306 ολοκληρωμένα έργα στην Ευρώπη κατά την τελευταία 25ετία (1992-2017).

Η πιλοτική μονάδα καλύπτει πλήρως τις ανάγκες της με ηλιακή ενέργεια, με τη βοήθεια φωτοβολταϊκών και ο επόμενος στόχος είναι να διαδοθεί η ευρύτερα η τεχνολογία της. Η εφαρμογή του συστήματος επεξεργασίας της



Σύστημα επεξεργασίας άλμης
στην πειραματική μονάδα της Τήνου

Πηγή: <http://solbrine.uest.gr/index.php/en/photos>

άλμης σε πλήρη μονάδα αφαλάτωσης θα οδηγήσει σε σημαντική μείωση των εκπομπών CO₂, και μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος λόγω μη απόρριψης της άλμης. Τα αποτελέσματα / ευρήματα του προγράμματος μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στην ανάπτυξη ανάλογων συστημάτων μεγαλύτερης κλίμακας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Πληροφορίες για τη σύνταξη του παρόντος εγχειριδίου αντλήθηκαν από τις ακόλουθες πηγές:

- 1 Αγγελάκης Αν., «Δυνατότητες Παραγωγής Πόσιμου Νερού με Τεχνολογίες Αφαλάτωσης στην Ελλάδα», ΕΥΔΑΠ, τεύχος 73, 2015.
- 2 Zotalis K. et al, «Desalination Technologies: Hellenic Experience», Journal: Water, 2014.
- 3 Σολδάτος Φ., «Περιβαλλοντικός σχεδιασμός μονάδας αφαλάτωσης στην ακτή κολύμβησης Πόρτο Κατσίκι», ΕΜΠ: Διπλωματική Εργασία, 2011.
- 4 Συσκάκη Κ., «Τεχνολογίες αφαλάτωσης νερού», ΤΕΙ Κρήτης: Διπλωματική Εργασία, 2013.
- 5 Banat Fawzi, «Economical and technical assessment of desalination technologies», Jordan University of Science and Technology, 2007.
- 6 Ιστότοπος http://www.temak.gr/site/gr/products/chemical_additives/antiscalants_reverse_osmosis_desalination/
- 7 Assimacopoulos D., «Water, water everywhere... Desalination Powered by Renewable Energy Sources». RE FOCUS (www.re-focus.net). (2001, July/August).
- 8 Καραχάλιος Π., «Τεχνολογίες αφαλάτωσης και προοπτικές εφαρμογής στον ελληνικό χώρο», ΕΜΠ Διπλωματική εργασία, 2010.
- 9 Δαγκαλίδης Α., «Κλαδική μελέτη: Αφαλάτωση νερού». Μονάδα οικονομικής ανάλυσης και αγορών, Τράπεζα Πειραιώς, 2009.
- 10 Σαμακίδης Δ., «Αυτόνομο σύστημα αφαλάτωσης με χρήση ΑΠΕ-Διαστασιολόγηση και Στρατηγικές ελέγχου», ΕΜΠ: : Διπλωματική εργασία, 2009.
- 11 Tzen E., «Successful Desalination RES plants», ΚΑΠΕ, 2010.

- 12 Κάραλης Γ., Εμμανουηλίδης Γ., «Μονάδες Αφαλάτωσης στα άνυδρα νησιά του Αιγαίου» Ενεργειακό γραφείου Ίου – Αιγαίου, 2011.
- 13 Μουτάφης Π., «Κάλυψη ζήτησης ενέργειας και νερού με αιολική ενέργεια και αφαλάτωση στην νήσο Σίκινο», ΕΜΠ: Διπλωματική Εργασία 2008.
- 14 Younos T., «The economics of desalination», Journal of contemporary water research and education, 2005

Αφαλάτωση *και* συνοδά έργα

