



ΚΛΑΔΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

12

ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΝΕΡΟΥ

Ιανουάριος 2009

Έρευνα-Σύνταξη: Δρ Δαγκαλίδης Αθανάσιος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>Εισαγωγή - Ιστορική εξέλιξη</u>	<u>3</u>
<u>Νομοθετικό Πλαίσιο</u>	<u>3</u>
<u>Μέθοδοι αφαλάτωσης</u>	<u>5</u>
<u>Αρχή λειτουργίας της Αντίστροφης Όσμωσης</u>	<u>9</u>
<u>Παραγωγική διαδικασία</u>	<u>11</u>
<u>Κόστος Παραγωγής</u>	<u>12</u>
<u>Περιβαλλοντικές επιπτώσεις</u>	<u>14</u>
<u>Διεθνείς Εξελίξεις</u>	<u>16</u>
<u>Η αφαλάτωση στην Ελλάδα</u>	<u>17</u>
<u>Προβλήματα υδατικών πόρων στην Ελλάδα</u>	<u>20</u>
<u>Υπολογισμός μεγέθους αγοράς αφαλάτωσης</u>	<u>23</u>
<u>Οικονομική βιωσιμότητα μονάδων αφαλάτωσης</u>	<u>26</u>
<u>Συμπεράσματα</u>	<u>28</u>
<u>S.W.O.T. Ανάλυση κλάδου Αφαλάτωσης</u>	<u>29</u>
<u>Βιβλιογραφία</u>	<u>30</u>

Εισαγωγή-Ιστορική εξέλιξη

Η αφαλάτωση είναι μια διαδικασία ανάκτησης πόσιμου νερού από θαλασσινό, υφάλμυρο ή χαμηλής ποιότητας νερό, μέσω διεργασιών αφαίρεσης αλάτων από τα αλατούχα ύδατα.

Η διαδικασία αφαλάτωσης μέσω εξάτμισης ήταν γνωστή στην αρχαία Ελλάδα οι ναυτικοί της οποίας χρησιμοποιούσαν στα μεγάλα ταξίδια τους μικρές συσκευές απόσταξης θαλασσινού νερού, ενώ το 350 π.χ. είχε μελετηθεί πειραματικά από τον Αριστοτέλη. Τον 16^ο αιώνα οι Ευρωπαίοι Θαλασσοπόροι μεταφέρουν στα πλοία τους, μονάδες αφαλάτωσης οι οποίες επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν μόνο σε περίπτωση ανάγκης. Το 1850 ο Αμερικανός μηχανικός Norbert Rillieux αναπτύσσει μεθόδους απόσταξης της ζάχαρης που ελαττώνουν τις απαιτήσεις ενέργειας κατά 80%, οι οποίες στα τέλη του 19ου αιώνα αρχίζουν να εφαρμόζονται και στην αφαλάτωση θαλασσινού νερού. Το 1950 η Αμερικανική κυβέρνηση δημιουργεί ειδική υπηρεσία (**OSW-Office of Saline Water**) και χρηματοδοτεί τις έρευνες για την αφαλάτωση ενώ αρχίζουν οι πρώτες σύγχρονες εφαρμογές θερμικής αφαλάτωσης σε χώρες της Μέσης Ανατολής.

Το 1960 ξεκινούν στο πανεπιστήμιο UCLA της Καλιφόρνια τα πρώτα πειράματα στην Αντίστροφη Όσμωση με την κατασκευή των πρώτων μεμβρανών από τους ερευνητές, Sydney Loeb και Shrinivasa Sourirajan. Το 1965 κατασκευάζεται η πρώτη πειραματική μονάδα αφαλάτωσης υφάλμυρου νερού με την μέθοδο της Αντίστροφης Όσμωσης.

Στα τέλη της δεκαετίας του '70 ο ερευνητής John Cadotte συνεργάτης του America's Midwest Research Institute και της Film Tec Corporation εφευρίσκει μια εξαιρετικά βελτιωμένη μεμβράνη η χρήση της οποίας γενικεύεται τα επόμενα χρόνια. Την περίοδο 1990-2003 πραγματοποιείται σημαντική τεχνολογική πρόοδος στην αντίστροφη όσμωση με αποτέλεσμα τη βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας, της ποιότητας του νερού και κυρίως τη μείωση του κόστους αφαλάτωσης(κατά 3 φορές).

Το 2006 σε μελέτη που δημοσιεύθηκε στο περιοδικό Science γνωστοποιήθηκε η επιτυχής κατασκευή νανοσωλήνων άνθρακα (carbon-nanotube membrane) που μειώνουν το κόστος παραγωγής κατά 3-4 φορές, λόγω της πολύ χαμηλότερης πίεσης που απαιτείται. Η μέθοδος βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο και σύμφωνα με εκτιμήσεις θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανική κλίμακα τα επόμενα 6 με 8 χρόνια.

Νομοθετικό Πλαίσιο

Δεν υπάρχει ειδικό νομοθετικό πλαίσιο για την αφαλάτωση αλλά εφαρμόζεται η νομοθεσία για τη διαχείριση των υδατικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος.

N.1739/1987 «Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 201/19-20.11.1987): Ο νόμος αυτός εισάγει για πρώτη φορά στη χώρα μας, τη διαχείριση υδάτινων πόρων και επιχειρεί να θέσει σε κάποια τάξη την πολυνομία και την ασάφεια που επικρατούσε μέχρι τότε. Στα πλαίσια αυτού του νόμου η Ελλάδα χωρίστηκε σε 14 υδατικά διαμερίσματα με κύριο κριτήριο τις υδρολογικές συνθήκες που επικρατούσαν (Δυτικής Πελοποννήσου, Ανατολικής Πελοποννήσου, Βόρειας Πελοποννήσου, Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Ηπείρου, Αττικής, Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και Εύβοιας, Θεσσαλίας, Δυτικής Μακεδονίας, Κεντρικής Μακεδονίας, Ανατολικής Μακεδονίας, Θράκης, Κρήτης και Νησιών Αιγαίου). Αρμόδιες αρχές για τη διαχείριση κατά κατηγορία χρήσης των υδατικών πόρων ορίστηκαν: α) Το Υπουργείο Γεωργίας για την αγροτική χρήση (άρδευση, κτηνοτροφία, ιχθυοκαλλιέργεια, αγροτοβιομηχανία). β) Το Υπουργείο Εσωτερικών για την ύδρευση εκτός από την ύδρευση Αθηνών και Θεσσαλονίκης που ανήκει και στην αρμοδιότητα του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων. γ) Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων για τη χρήση με σκοπό την προστασία, όπως ορίζεται στην παρ. 1 του άρθρου 11. δ) Το Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας για τη βιομηχανική και την ενεργειακή χρήση, ανεξάρτητα από την αρμοδιότητά του για τους φυσικούς πόρους. ε) Το Υπουργείο μεταφορών και Επικοινωνιών για τη χρήση των υδάτων στις μεταφορές. στ) Το Υπουργείο Πολιτισμού για τις αθλητικές χρήσεις. ζ) Ο Εθνικός Οργανισμός Τουρισμού για ιαματικές και χρήσεις αναψυχής. η) Η αρμοδιότητα για κάθε άλλη χρήση ασκείται από το Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας. Αρμόδιοι Φορείς για την εκπόνηση και εκτέλεση προγραμμάτων έρευνας των υδατικών πόρων ή για τη συμμετοχή σ' αυτά είναι τα Υπουργεία Εσωτερικών, Υγείας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, Γεωργίας, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Βιομηχανίας, Ενέργεια, και Τεχνολογίας, καθώς και η

Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και το Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών.

Άλλα σχετικά νομοθετήματα και αποφάσεις σε άμεση ή έμμεση σχέση με την αφαλάτωση:

N.3199/2003 «Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000». (ΦΕΚ Α' 280/9.12.2003)

N. 2744/1999 «Για την αναδιοργάνωση της ΕΥΔΑΠ» (ως ΕΥΔΑΠ ΑΕ) και ίδρυση της ΕΥΔΑΠ Παγίων, σύμφωνα με το άρθρο 4 του Νόμου.

N. 1069/1980 (ΦΕΚ Α 191) «Σύσταση Ενιαίων Επιχειρήσεων Ύδρευσης-Αποχέτευσης» (ΔΕΥΑ).

ΚΥΑ Α5/288/1986 σε εναρμόνιση με την Οδηγία ΕΟΚ 80/778 «Ποιότητα πόσιμου νερού». Υγειονομική Διάταξη Α5/2280/1983 (ΦΕΚ Β 720) «Προστασία υδάτων ύδρευσης περιοχής πρωτεύουσας» και η τροποποίησή της ΚΥΑ Α5/5180/1988.

ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ Β 892) σε εναρμόνιση με την Οδηγία 98/83/ΕΕ «Ποιότητα νερού για ανθρώπινη κατανάλωση».

N.Δ. 608/1948 (ΦΕΚ Α 97) «περί διοικήσεως και διαχειρίσεως των δι' αρδεύσεως

χρησιμοποιουμένων υδάτων», όπως συμπληρώθηκε με τις διατάξεις των:

N. 1988/1952 (ΦΕΚ Α 34) «περί γεωτρήσεων» (άρθρο 3, παρ. 3).

N.Δ. 3881/1958 (ΦΕΚ Α 181) «περί έργων εγγείων βελτιώσεων», όπως τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε με τις διατάξεις των Ν.Δ. 1218/1972, Ν.Δ. 1277/1972, Ν. 414/1976, Β.Δ. 2/1949 (άρθρο 10), Ν.Δ. 3784/1957 (άρθρο 12).

Β.Δ. 13.9.59 (ΦΕΚ Α 243) «περί Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων».

Π.Δ. 499/1975 (ΦΕΚ Α 163) «περί της αστυνομίας επί των αρδευτικών υδάτων και έργων των διοικουμένων από τους ΓΟΕΒ», όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ.999/1980(ΦΕΚ Α 252/1982).

Π.Δ. 328/2000 (ΦΕΚ 268), «Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΕ» με το οποίο συστάθηκε και λειτουργεί ο Διαχειριστής, με βάση το άρθρο 14 του παραπάνω νόμου.

N. 1559/1985, «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις».

N. 3175/2003 που αφορά κυρίως την εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού.

N. 3468/2006, Προσαρμογή στο ελληνικό δίκαιο της Οδηγίας 2001/77 και την προώθηση κατά προτεραιότητα στην εσωτερική αγορά της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης.

Π.Δ. 658/1981 «για την προστασία της ιχθυοπανίδας των λιμνών και ποταμών».

Π.Δ. 1180/1981 «περί ρυθμίσεως θεμάτων ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών κλπ. και της εκ τούτων διασφαλίσεως του περιβάλλοντος εν γένει».

Υγειονομική Διάταξη Ε1β 221/1965 «περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων».

ΚΥΑ 46399/1352/1986, «Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, κολύμβηση, διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά, και καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών, μέθοδος μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας, και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα», σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 75/440/ΕΟΚ, 76/180/ΕΟΚ, 77/659/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ.

ΚΥΑ 69269/5387/1990, «Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και περιεχόμενο μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων».

ΚΥΑ 18186/1988 (144/ΦΕΚ 197/1987, ΥΣ70/ΦΕΚ 90/1990), διάφορες αποφάσεις για οριακές τιμές επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα και στα νερά.

ΚΥΑ 26857/553/1988 (ΦΕΚ Α 196), «Προστασία των υπόγειων υδάτων από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, σε συμμόρφωση με την Οδηγία 80/68/ΕΟΚ».

N.Δ. 191/1974 (ΦΕΚ Α 350), «Κύρωση της συνθήκης για την προστασία των διεθνούς ενδιαφέροντος υγροτόπων (1971)».

ΚΥΑ 16190/1335/1997, «Μείωση της ρύπανσης των υδάτων που προκαλείται έμμεσα ή άμεσα από νιτρικά ιόντα γεωργικής προέλευσης και την πρόληψη της περαιτέρω ρύπανσης αυτού του είδους».

ΚΥΑ 20419/2522 (ΦΕΚ 1212Β/18-9-2001) «Προσδιορισμός των νερών που υφίστανται νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης - κατάλογος ευπρόσβλητων περιοχών».

ΚΥΑ 5673/400/1997 (ΦΕΚ Β 192), «Μέτρα και όροι για την επεξεργασία και διάθεση αστικών λυμάτων».

ΚΥΑ 19661/1982/1999 (ΦΕΚ Β1811), Τροποποίηση της ΚΥΑ 5673/400/1997:Κατάλογος ευαίσθητων περιοχών για τη διάθεση αστικών λυμάτων σύμφωνα με το άρθρο 5 (παρ. 1) της απόφασης αυτής.

ΠΥΣ 2/1-2-2001 (ΦΕΚ Α 15), «Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4^{ης} Μαΐου 1976».

KYA 4859/726/1-3-2001 (ΦΕΚ Β 253), «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδατικού περιβάλλοντος από απορρίψεις και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976».

KYA 50388/2704/E103/12-12-2003 (ΦΕΚ Β 1866), Τροποποίηση και συμπλήρωση της ΠΥΣ 2/1-2-2001 «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδατικού περιβάλλοντος από απορρίψεις και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976 (Α' 15)».

KYA 43504/5-12-2005 (ΦΕΚ 1784 Β/20-12-2005) «Κατηγορίες αδειών χρήσης υδάτων και εκτέλεσης έργων αξιοποίησής τους, διαδικασία έκδοσης, περιεχόμενο και διάρκεια ισχύος αυτών».Υπουργική Απόφαση 34685/6-12-2005 (ΦΕΚ 1736 Β/19-12-2005)

Υ.Α. 26798/22-6-2005 (ΦΕΚ 1736 Β/9-12-2005) «Τρόπος λειτουργίας του Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων».

ΥΑ 23970/20-06-2007(ΦΕΚ Υ.Ο.Δ.Δ. 271) «Τροποποίηση συγκρότησης Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων».

KYA 49139/24-11-2005 (ΦΕΚ 1695 Β/2-12-2005) «Οργάνωση της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων».

KYA 476301/16-11-2005 (ΦΕΚ 1688 Β/1-12-2005) «Διάρθρωση της Διεύθυνσης Υδάτων της Περιφέρειας».

KYA 16175/824 (ΦΕΚ 530Β/28-04-06) «Πρόγραμμα δράσης για την περιοχή του κάμπου Θεσσαλονίκης-Πέλλας-Ημαθίας που έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης».

KYA 25638/2905 (ΦΕΚ 1422Β/22-10-2001) «Πρόγραμμα δράσης για το Θεσσαλικό πεδίο που έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης».

KYA 20417/2520 (ΦΕΚ 1195Β/14-9-2001) «Πρόγραμμα δράσης για την περιοχή του Κωπαϊδικού πεδίου που έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης».

KYA 20416/2519 (ΦΕΚ 1196Β/14-9-2001) «Πρόγραμμα δράσης για την περιοχή του Αργολικού πεδίου που έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης».

KYA 20417/2520 (ΦΕΚ 1195Β/14-9-2001) «Πρόγραμμα δράσης για τη Λεκάνη του Πηνειού Ν. Ηλείας που έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης».

N. 3010/2002 (ΦΕΚ Α 91), «Εναρμόνιση του 1650/1985 με τις Οδηγίες 97/1/ΕΕ και 96/61/ΕΕ, διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις»,

Τροποποίηση της Σύμβασης της Βαρκελώνης που υιοθετήθηκε στις 10 Ιουνίου 1995

στη Βαρκελώνη. Έχει κυρωθεί (ΦΕΚ Α 144/2002), καθώς και το πρωτόκολλο για τις χερσαίες πηγές ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος που περιλαμβάνει.

N. 2450/1997 (ΦΕΚ Α 249/1997).Διεθνής Σύμβαση για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε διασυνοριακό επίπεδο, συνηφθείσα στις 25 Φεβρουαρίου 1991 (ΕΣΡΟΟ Φιλανδίας).

N. 855/1978 (ΦΕΚ Α 235/1978), Σύμβαση της Βαρκελώνης του 1976 για την Προστασία της Μεσογείου Θάλασσας από τη ρύπανση.

Άρθρα 967, 968 και 969 του Αστικού Κώδικα σχετικά με την κυριότητα των υδάτων. Επίσης τα άρθρα 970, 914, 1003-1005 και 1027.

Μέθοδοι αφαλάτωσης

Οι μέθοδοι αφαλάτωσης που χρησιμοποιούνται σήμερα κατατάσσονται κυρίως σε δύο κατηγορίες: στις μεθόδους εξάτμισης και στις μεθόδους μεμβρανών. Υπάρχουν επίσης άλλες μέθοδοι οι οποίες βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό στάδιο ή δεν είναι συμφέρουσες από οικονομική άποψη. Οι μέθοδοι εξάτμισης χρησιμοποιούνται σήμερα μόνο στις πετρελαιοπαραγωγούς χώρες της Μέσης Ανατολής που διαθέτουν άφθονους ενεργειακούς πόρους ενώ στις υπόλοιπες χώρες χρησιμοποιείται κυρίως η μέθοδος της Αντίστροφης Όσμωσης που είναι πιο οικονομική.

Μέθοδοι Εξάτμισης ή Θερμικές

- Πολυβάθμια εξάτμιση (Multi-Effect Evaporation ή Distillation – ME ή MED)
- Πολυβάθμια εκτόνωση (Multi-Stage Flash Distillation - MSF)
- Εξάτμιση με επανασυμπιέση ατμών (Mechanical Vapor Compression - MVC ή VC)
- Θερμική συμπίεση ατμών (Thermal Vapor Compression – TVC)

Μέθοδοι Μεμβρανών

- **Αντίστροφη Όσμωση (Reverse Osmosis - RO)**
- **Ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis – ED)**
- **Αντίστροφη Ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis Reversal - EDR)**

Λοιπές μέθοδοι(σε πειραματικό στάδιο ή οικονομικά ασύμφορες)

- **Ιοντοανταλλαγή**
- **Πάγωμα**
- **Απόσταξη με μεμβράνες**
- **Ηλιακή αεριοποίηση**
- **Κρυσταλλοποίηση με υδρικό αιθάνιο**
- **Νανόφιλτρα (carbon-nanotube membrane).**

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία των σημαντικότερων μεθόδων με ιδιαίτερη έμφαση όμως στη μέθοδο της Αντίστροφης Όσμωσης η οποία είναι και η πιο ενδεδειγμένη για τις Ελληνικές συνθήκες.

Μέθοδοι Εξάτμισης ή Θερμικές

Πολυβάθμια εξάτμιση (Multi-Effect Evaporation ή Distillation – ME ή MED)

Τα απλά(αλλά ενεργοβόρα) συστήματα αφαλάτωσης μίας βαθμίδας, αποτελούνται από ένα λέβητα θέρμανσης, αποστακτήρα, συμπυκνωτή ατμών και διαχωριστή που παγιδεύει τις λεπτές σταγόνες της άλμης και τις αποχωρίζει από τον ατμό. Τα συστήματα Πολυβάθμιας εκτόνωσης (Multi-Effect Evaporation ή Distillation – ME ή MED) αποτελούνται από περισσότερες βαθμίδες, δηλαδή πολλά εξατμιστήρια στην σειρά, ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερη εκμετάλλευση της θερμότητας του όλου συστήματος. Ο ατμός θέρμανσης εισάγεται μόνο στην πρώτη βαθμίδα, όπου θερμαίνει το αλμυρό νερό μέχρι την θερμοκρασία βρασμού (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 κ.ο.κ.

Πολυβάθμια εκτόνωση (Multi-Stage Flash Distillation - MSF)

Στην πολυβάθμια εκτόνωση (MSF), μία ποσότητα θαλασσινού νερού θερμαίνεται υπό μια ορισμένη πίεση, σε θερμοκρασία ελάχιστα χαμηλότερη από αυτή του σημείου βρασμού του και στην συνέχεια εισάγεται σε ένα θάλαμο ο οποίος βρίσκεται σε χαμηλότερη πίεση από αυτή του διαλύματος, όπου προκαλείται απότομος(εκρηκτικός) βρασμός του διαλύματος. Σε όλη την μάζα του υγρού σχηματίζονται στιγμιαία φυσαλίδες και το νερό εξατμίζεται μέχρι του σημείου όπου επέρχεται ισορροπία του διαλύματος με τους σχηματιζόμενους ατμούς(υπό συγκεκριμένη πίεση). Ο εκρηκτικός αυτός βρασμός με τον σχηματισμό ατμών έχει σαν αποτέλεσμα την ψύξη του διαλύματος. Η ψύξη αυτή είναι σημαντική π.χ. για την εξάτμιση περίπου του 7% μίας ποσότητας θαλασσινού νερού αρχικής θερμοκρασίας 100 οC, η θερμοκρασία του φθάνει μετά την εξάτμιση περίπου τους 60 οC. Για να είναι δυνατή μία νέα εκρηκτική εξάτμιση στην επόμενη βαθμίδα πρέπει η πίεση στο θάλαμο να είναι χαμηλότερη από αυτή που αντιστοιχεί στο σημείο βρασμού του διαλύματος στην προηγούμενη βαθμίδα.

Εξάτμιση με επανασυμπίεση ατμών (Mechanical Vapor Compression - MVC ή VC)

Είναι μέθοδος εξάτμισης που αξιοποιεί μία ιδιότητα του νερού(ύπαρξη διαφορετικών σημείων βρασμού ανάλογα με την ατμοσφαιρική πίεση). Η διαδικασία περιλαμβάνει τη μηχανική συμπίεση του ατμού και την αξιοποίηση της λανθάνουσας θερμότητας της εξάτμισης μέσω του συμπιεστή-εναλλάκτη θερμότητας. Αυτό επιτυγχάνεται με την μηχανική συμπίεση των ατμών σε υψηλότερη πίεση, και την επαναθέρμανση των ατμών σε κατάλληλη πίεση και θερμοκρασία ώστε η ενέργεια που προστίθεται στο σύστημα να αντισταθμίζει τις απώλειες πίεσης και να κρατά το διάλυμα στο σημείο βρασμού. Θερμότητα από εξωτερική πηγή παρέχεται στο σύστημα, μόνο κατά την έναρξη της λειτουργίας της εγκατάστασης και για το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να φτάσει το διάλυμα τροφοδότησης στο σημείο βρασμού. Με τη διακοπή παροχής ενέργειας το

σύστημα διατηρείται σε λειτουργία μόνο από την προσφερόμενη ενέργεια του συμπιεστή και από πιθανή συμπλήρωση των απωλειών θερμότητας. Η υπόλοιπη εξωτερική ενέργεια που απαιτείται για την εγκατάσταση είναι αυτή για την κίνηση των αντλιών κυκλοφορίας των διαλυμάτων.

Θερμική συμπίεση ατμών (Thermal Vapor Compression – TVC)

Είναι παρόμοια μέθοδος με την προηγούμενη με τη διαφορά ότι η συμπίεση του ατμού δεν πραγματοποιείται μηχανικά αλλά θερμικά.

Μέθοδοι Μεμβρανών

Αντίστροφη Ώσμωση (Reverse Osmosis - RO): Περιγράφεται αναλυτικά στη συνέχεια.

Ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis – ED)

Η ηλεκτροδιάλυση είναι μία ηλεκτροχημική μέθοδος διαχωρισμού στην οποία τα ιόντα μεταφέρονται μέσα από μεμβράνες, από την πλευρά όπου το διάλυμα έχει την μικρότερη συγκέντρωση ιόντων σε αυτή με την μεγαλύτερη συγκέντρωση και με την εφαρμογή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος.

Αντίστροφη Ηλεκτροδιάλυση (Electrodialysis Reversal - EDR)

Λοιπές μέθοδοι(σε πειραματικό στάδιο ή οικονομικά ασύμφορες)

Ιοντοανταλλαγή

Η μέθοδος εναλλαγής ιόντων, χρησιμοποιεί ρητίνες ανιόντων και κατιόντων, οι οποίες προσροφούν τα ιόντα του διαλύματος και τα ανταλλάσσουν με τα κινητά ιόντα που βρίσκονται στο πλέγμα της ρητίνης.

Πάγωμα

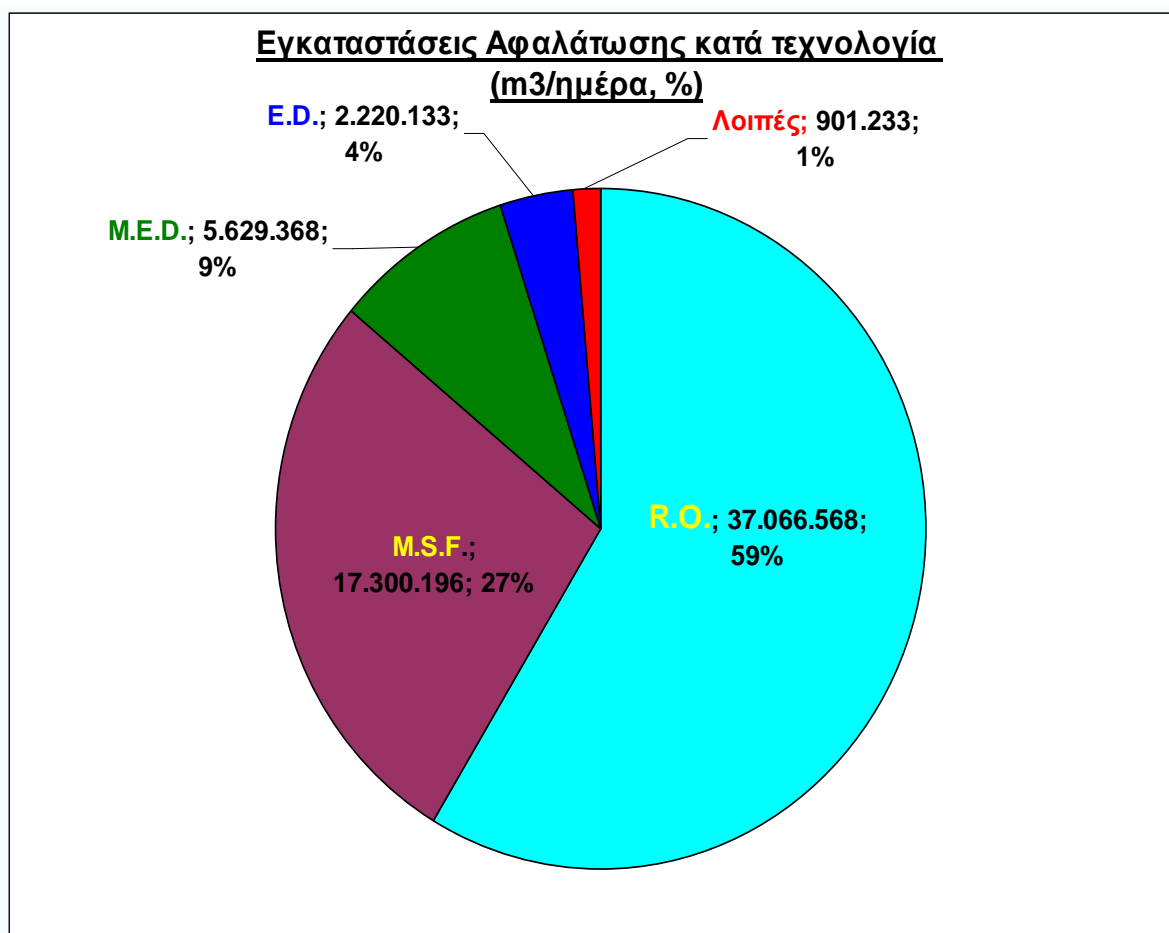
Η αφαλάτωση με ψύξη παρά την απλότητα της δεν είναι ακόμη βιομηχανικά εκμεταλλεύσιμη και η μοναδική μονάδα που λειτουργήσει στη Σαουδική Αραβία εγκαταλείφθηκε λόγω ανυπέρβλητων προβλημάτων. Όπως είναι γνωστό, ο πάγος ο οποίος σχηματίζεται κατά την ψύξη του θαλάσσιου νερού αποτελείται από γλυκό νερό ενώ τα άλατα συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του πάγου. Η μέθοδος ψύξης απέτυχε κυρίως διότι δεν έγινε δυνατόν να σχηματισθούν μεγάλοι κρύσταλλοι πάγου. Οι λεπτοί κρύσταλλοι συγκρατούσαν στην επιφάνεια τους τα άλατα για την απομάκρυνση των οποίων έπρεπε να χρησιμοποιείται σχεδόν η μισή ποσότητα του νερού. Έτσι η μέθοδος κρίθηκε αντιοικονομική.

Άλλες μέθοδοι: Απόσταξη με μεμβράνες, Ηλιακή αεριοποίηση, Κρυσταλλοποίηση με υδρικό αιθάνιο, Νανόφιλτρα (carbon-nanotube membrane).

Η επιλογή μεθόδου αφαλάτωσης βασίζεται σε συνδυασμό παραγόντων, όπως η ποιότητα του θαλασσινού ή του υφάλμυρου νερού, η απαιτούμενη ποιότητα του παραγόμενου νερού (πόσιμο, αρδευτικό ή βιομηχανικό), το μέγεθος της μονάδας, η διαθεσιμότητα και το κόστος ηλεκτρικής ή θερμικής ενέργειας, τα χαρακτηριστικά του χερσαίου και θαλάσσιου περιβάλλοντα χώρου, οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί, κ.τ.λ.. Με δεδομένους τους παράγοντες αυτούς και το σημερινό τεχνολογικό επίπεδο κάθε μεθόδου, οι σημαντικότερες εφαρμογές σε παγκόσμιο επίπεδο βασίζονται κυρίως στην Αντίστροφη Ώσμωση (Reverse Osmosis - RO) και σε μικρότερο βαθμό στην Πολυβάθμια Εκτόνωση (Multi-Stage Flash Distillation - MSF).

Οι λόγοι της επικράτησης της Αντίστροφης Ώσμωσης είναι η αξιοπιστία της σε όλο το εύρος μεγεθών (από μερικά λίτρα μέχρι χιλιάδες κυβικά μέτρα την ημέρα), την συμπαγή και modular κατασκευή των μονάδων (πχ. μέσα σε κοντέϊνερς), την σχετικά μικρή κατασκευαστική περίοδο και κυρίως την μικρότερη κατανάλωση ενέργειας. Έτσι σε μεγάλες μονάδες αντίστροφης ώσμωσης με χρήση συστημάτων ανάκτησης ενέργειας (Energy Recovery Devices) επιτυγχάνεται ενεργειακή κατανάλωση περίπου 2,5 kWh/m³ θαλασσινού νερού (4,5-8 χωρίς ERD), έναντι 15 kWh/m³ των μονάδων VC και 20 kWh/m³ περίπου των μονάδων MSF. Επίσης η συνεχής εξέλιξη των μεμβρανών, η βελτίωση της απόδοσης των αντλιών, η χρήση συστημάτων ανάκτησης ενέργειας, η σωστή σχεδίαση των μονάδων και η επίτευξη οικονομικών κλίμακας σε χαμηλότερα επίπεδα,

έχουν μειώσει δραστικά το κόστος του παραγόμενου νερού σε 0,46-1,17 \$/m³ για την αφαλάτωση θαλασσινού νερού και σε λιγότερο από 0,45 \$/m³ για την αφαλάτωση υφάλμυρου νερού.



Πηγή: IDA 2009

Συγκριτικά στοιχεία εγκαταστάσεων αφαλάτωσης

Εγκατάσταση	Χώρα	Εναρξη Παραγωγής	Μέθοδος	Δυναμικότητα (m ³ /ημ.)	Συνολικό Κόστος Επένδυσης	Κόστος επένδυσης \$ ανά m ³ /ημέρα	Κόστος παραγωγής (\$/m ³)
Carlsbad, S. Diego, Cal.	ΗΠΑ	2012	RO	189.000	320.000.000	1.693	0,46
Tuas	Σιγκαπούρη	2005	RO	136.380	200.000.000	1.466	0,49
Tampa bay	ΗΠΑ	2007	RO	132.000	150.000.000	1.136	0,497
Ashkelon	Ισραήλ	2007	RO	330.000	212.000.000	642	0,527
Larnaca	Κύπρος	2001	RO	64.000	47.000.000	734	0,79
Shoaiba	Σ. Αραβία	2003	MSF	450.000	1.060.000.000	2.356	1,06
Perth*	Αυστραλία	2006	RO	140.000	139.000.000	993	1,09
Laredo	ΗΠΑ	2010	TVC	190	1.600.000	8.421	2,85

* Τα μεγέθη ίσως δεν είναι συγκρίσιμα διότι οι τιμές ήταν σε \$ Αυστραλίας και έγινε μετατροπή τους σε US\$ με συν. ισοτιμία 2/12/2009

Πηγή: Επεξεργασία στοιχείων από τη βάση της Water-Technology

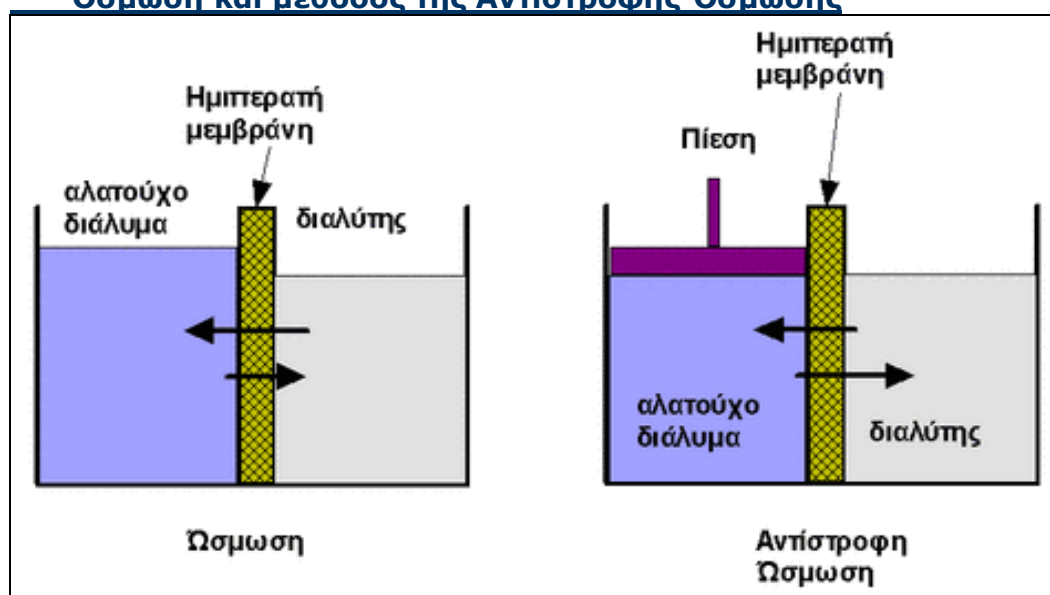
Αρχή λειτουργίας της Αντίστροφης Όσμωσης

Η μέθοδος της αντίστροφης όσμωσης αποτελεί την πλέον διαδεδομένη, αξιόπιστη και οικονομική τεχνολογία για την παραγωγή υψηλής ποιότητας νερού ύδρευσης.

Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου στηρίζεται σε αντιστροφή του φυσικού φαινομένου της όσμωσης. Φυσιολογικά, όταν δυο υγρά με διαφορετική πυκνότητα (περιεκτικότητα σε άλατα) έρθουν σε επαφή, τότε το υγρό με την μικρότερη πυκνότητα, μετατοπίζεται προς το υγρό με την υψηλότερη πυκνότητα, μέχρι να υπάρξει ισορροπία (το όλο μείγμα να αποκτήσει την ίδια πυκνότητα). Αυτή η ιδιότητα ονομάζεται **Διάχυση**. Όταν όμως μεταξύ των δυο υγρών παρεμβληθεί μια ημιπερατή μεμβράνη, τότε εμποδίζεται η διέλευση των αλάτων, αλλά όχι και του νερού (διαλύτης) που διέρχεται ελεύθερα στο αλατούχο διάλυμα. Η οσμωτική ροή από το αραιότερο προς το πυκνότερο υγρό συνεχίζεται, μέχρι να επιτευχθεί μια κατάσταση ισορροπίας, η οποία χαρακτηρίζεται από την υψηλότερη στάθμη του αλατούχου διαλύματος (Η διαφορά της στάθμης των διαλυμάτων αντιστοιχεί στην οσμωτική πίεση). Η ιδιότητα αυτή ονομάζεται **Όσμωση**.

Αν όμως ασκηθεί πίεση στο αλατούχο διάλυμα, υψηλότερη της οσμωτικής, τότε η ροή αντιστρέφεται και έχουμε έξοδο καθαρού νερού από το αλατούχο διάλυμα προς το διαλύτη. Αυτό ονομάζεται **Αντίστροφη Όσμωση**.

Όσμωση και μέθοδος της Αντίστροφης Όσμωσης



Πηγή: ΕΜΠ

Στις σύγχρονες εφαρμογές αφαλάτωσης η διαδικασία Αντίστροφης Όσμωσης είναι αυτοματοποιημένη με μία αντλία υψηλής πίεσης να διοχετεύει συνεχώς θαλασσινό νερό σε μεμβράνες που βρίσκονται μέσα σε ένα δοχείο υψηλής πίεσης (high pressure vessel). Το διάλυμα τροφοδοσίας (feed water) διαχωρίζεται στο Διήθημα (καθαρό νερό) που διέρχεται από τις μεμβράνες (permeate water) και στο απορριπτόμενο διάλυμα υψηλής συγκέντρωσης αλάτων, την άλμη ή αλμόλοιπο (brine).

Οι μεμβράνες αποτελούνται από δύο διακεκριμένες στοιβάδες, τον υμένα (skin), που είναι το δραστικό τμήμα της μεμβράνης για τον διαχωρισμό του νερού από τα διαλυμένα ή αιωρούμενα συστατικά και από ένα λεπτό στρώμα πορώδους υλικού το οποίο είναι περατό τόσο από το νερό όσο και από τα υπόλοιπα συστατικά που περιέχονται σε αυτό. Οι μεμβράνες κατασκευάζονται από οργανικές πολυμερείς ενώσεις και είναι τόσο λεπτές και εύθραυστες, ώστε απαιτείται η μορφοποίηση τους (με την βοήθεια διαφόρων στηριγμάτων), σε μονάδες οι οποίες ονομάζονται στοιχεία μεμβρανών (modules). Οι τέσσερις βασικοί τύποι στοιχείων είναι τα στοιχεία μεμβρανών ελικοειδούς περιέλιξης (spiral wound module), τα στοιχεία κοίλων ινών (hollow fiber module), τα σωληνοειδή στοιχεία (tubular module) και τα δισκοειδή στοιχεία (Platte and frame modules) με τους δύο πρώτους τύπους να έχουν ευρύτατη εφαρμογή στην αφαλάτωση.

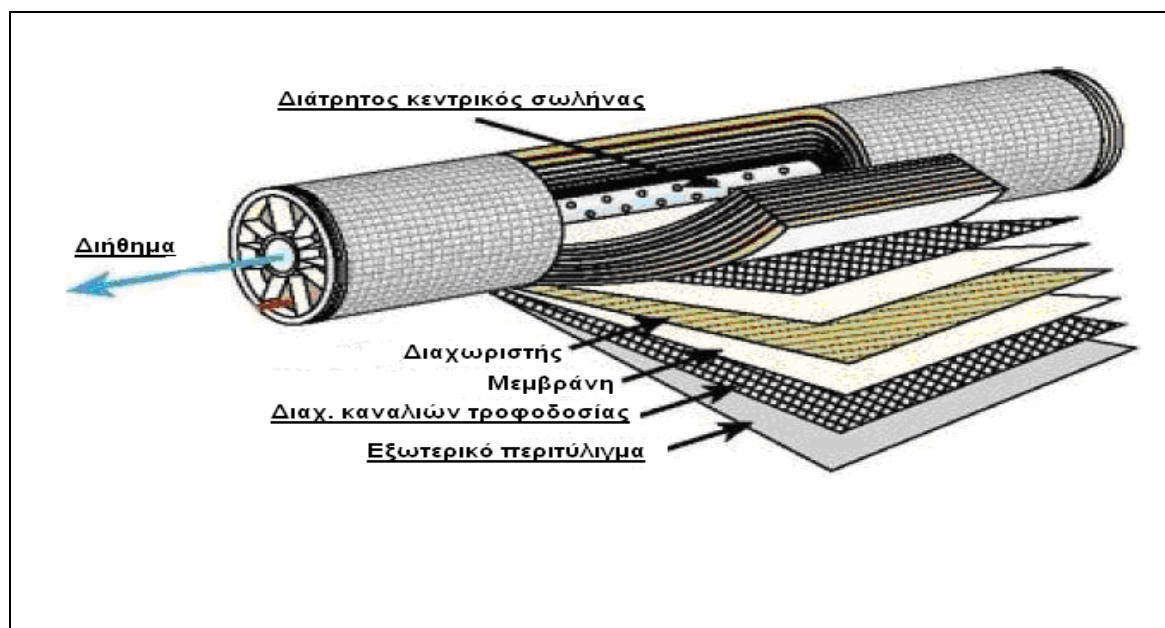
Μεταξύ των μεμβρανών υπάρχει ένα **διαχωριστής** από πορώδες υλικό (συνήθως πλέγμα Pet-Dacron εμποτισμένο με ρητίνες), το οποίο εμποδίζει την ένωση τους (λόγω της υψηλής πίεσης) και διευκολύνει την ομοιόμορφη ροή του καθαρού νερού μεταξύ των μεμβρανών. Οι δύο άκρες των μεμβρανών του ανοικτού

τμήματος προσκολλώνται σε ένα **κεντρικό διάτρητο σωλήνα** από όπου απομακρύνεται το καθαρό νερό(**διήθημα**).

Συνήθως στον κεντρικό διάτρητο σωλήνα τυλίγονται σε μορφή κυλίνδρου, 26 φάκελοι μεμβρανών με διαχωριστές (σάντουιτς) που χωρίζονται μεταξύ τους από τα πλαστικά **πλέγματα διαχωρισμού των καναλιών τροφοδοσίας της άλμης**. Τα στοιχεία αυτά των μεμβρανών έχουν συνήθως μήκος 30.5 έως 152 cm με διάμετρο 5.1 έως 30.5 cm.

Δύο έως και έξι στοιχεία μεμβρανών τοποθετούνται εν σειρά σε ένα κυλινδρικό σωλήνα πίεσης, από ειδικό πλαστικό ή μέταλλο σχηματίζοντας ένα στοιχείο αντίστροφης ώσμωσης με συννηθέστερο μήκος 6.1 m (240 inch).

Δομή Στοιχείου Μεμβρανών Αντίστροφης Όσμωσης



Πηγή: **Lenntech BV**.

Οι μεμβράνες της οξικής κυτταρίνης έχουν γενικά μικρότερο κόστος, συνήθως έως 30% για το ίδιο μέγεθος, σε σύγκριση με τις σύνθετες λεπτού υμένα και είναι επιπλέον ανθεκτικές στην χλωρίωση. Παρουσιάζουν όμως ορισμένα μειονεκτήματα όπως π.χ.: βιολογική αποσάθρωση (biodegradation) η οποία είναι αποτέλεσμα της συσσώρευσης και της προσβολής της μεμβράνης από τα διάφορα μικρόβια τα οποία περιέχονται στο νερό τροφοδότησης.

Η αποσάθρωση αποφεύγεται με την διαρκή χλωρίωση του νερού τροφοδότησης. Αντέχουν σε θερμοκρασίες έως 35 οC. Σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες υφίσταται ισχυρή συμπίεση των πόρων τους, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η απόδοσή τους, ενώ υδρολύονται από τα οξέα ή τα αλκάλια του νερού ή του διαλύματος.

Παραγωγική διαδικασία

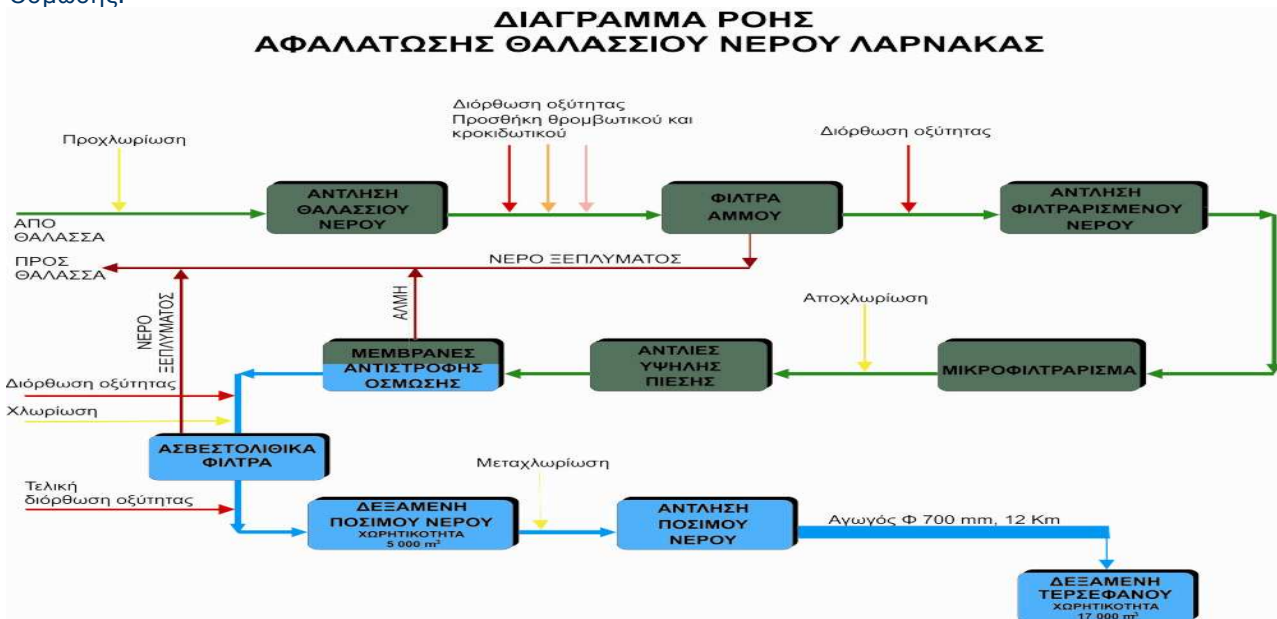
Μια τυπική Μονάδα Αφαλάτωσης περιλαμβάνει:

- **Υποθαλάσσιους αγωγούς μεταφοράς θαλάσσιου νερού στη μονάδα και αγωγούς απόρριψης άλμόλοιπου στη θάλασσα.**
- **Αντλιοστάσιο θαλάσσιου νερού.**
- **Χερσαίους αγωγούς μεταφοράς νερού και άλμόλοιπου.**
- **Εργοστάσιο Αφαλάτωσης**

- ο Προεπεξεργασία
 - ο Αντίστροφη Όσμωση
 - ο Τελική επεξεργασία
- **Χερσαίους Αγωγούς μεταφοράς πόσιμου νερού σε δεξαμενές ή στους καταναλωτές.**

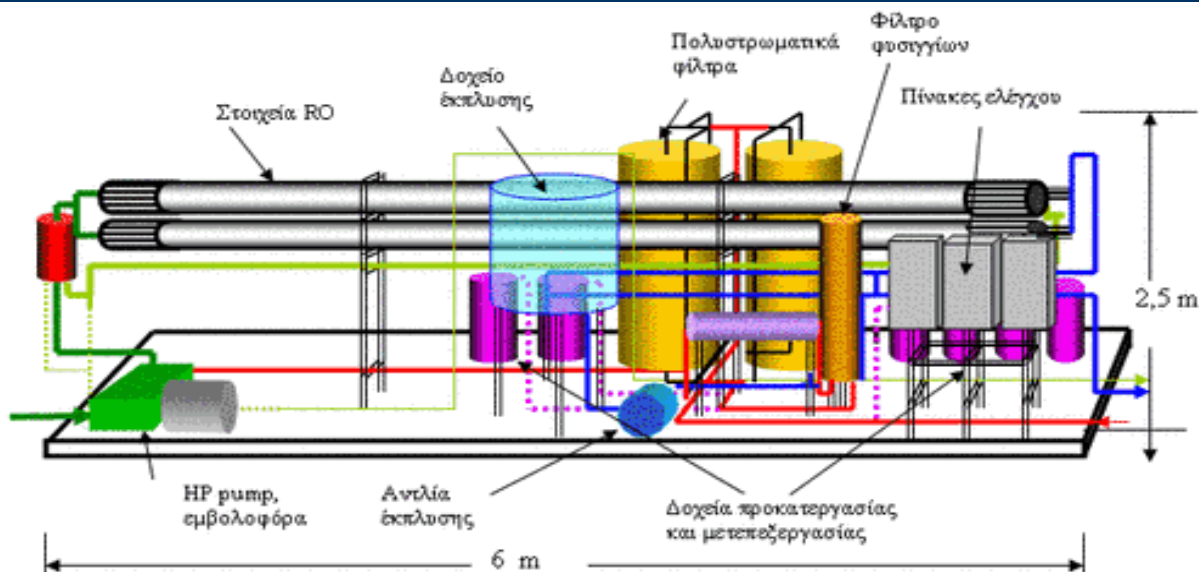
Το νερό αντλείται από απόσταση 300-1000 μέτρων από την ακτή (η απόσταση εξαρτάται από το μέγεθος της μονάδας και τις ιδιαιτερότητες της περιοχής) και μέσω υποθαλάσσιου αγωγού καταλήγει στο αντλιοστάσιο που βρίσκεται στην παραλία. Στη συνέχεια αφού αφαιρεθούν οι στερεές ουσίες (μέσω πυκνών πλεγμάτων) διοχετεύονται στη μονάδα αφαλάτωσης που βρίσκεται μερικές εκατοντάδες μέτρα από την ακτή. Εκεί πραγματοποιείται η αφαλάτωση που περιλαμβάνει 3 στάδια, την **προεπεξεργασία**, την **αντίστροφη όσμωση** και το **τελικό στάδιο επεξεργασίας**.

Στο σχηματικό Διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η λειτουργία μίας πλήρους μονάδας Αντίστροφης Όσμωσης.



Πηγή: Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων Κύπρου, 2009

Τρισδιάστατη απεικόνιση μικρής μονάδας Αντίστροφης Όσμωσης



Πηγή: ΕΜΠ

α) Προεπεξεργασία: Αφαιρούνται τα αιωρούμενα σωματίδια και καταστρέφονται οι μικροοργανισμοί ώστε να αποφευχθεί η εναπόθεση τους στις μεμβράνες. Η προεπεξεργασία περιλαμβάνει προχλωρίωση, συσσωμάτωση κολλοειδών οργανικών ουσιών με την προσθήκη χημικών, φιλτράρισμα μέσω φίλτρων άμμου και προσθήκη θειικού οξέως για τη ρύθμιση της οξύτητας. Στη συνέχεια το φιλτραρισμένο νερό διέρχεται από ειδικά φίλτρα πολυπροπυλενίου που κατακρατούν τις στερεές ουσίες με μέγεθος $> 1\mu\text{m}$ για λόγους προστασίας των μεμβρανών αντίστροφης όσμωσης και ακολουθεί η αποχλωρίωση (διότι το ελεύθερο χλώριο καταστρέφει τις μεμβράνες).

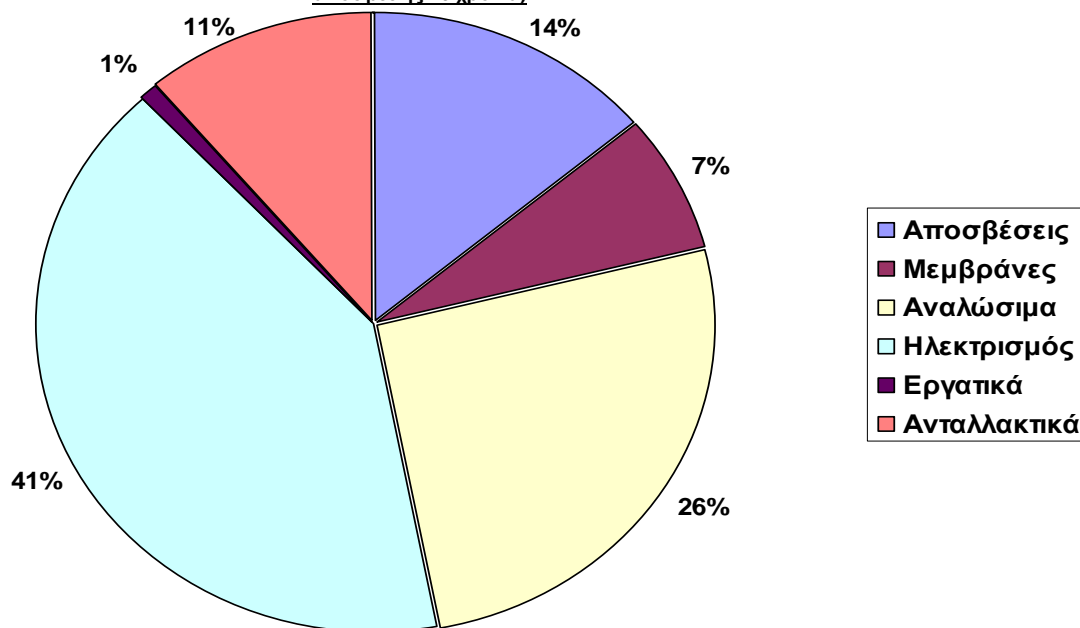
β) Αντίστροφη Όσμωση: Οι αντλίες υψηλής πίεσης τροφοδοτούν τις μεμβράνες αντίστροφης όσμωσης με νερό υπό πίεση 65-80 ατμοσφαιρών ώστε να επιτευχθεί η διέλευση του και να απορριφθούν τα άλατα. Η ανάκτηση αφαλατωμένου νερού είναι περίπου 45-50% (1m³ αφαλατωμένου/2 m³ θαλασσινού νερού) και το υπόλοιπο (άλμη) διέρχεται από τις αντλίες όπου λόγω της υψηλής πίεσης επιτρέπει την ανάκτηση του 25-30% της αρχικής ενέργειας. Στη συνέχεια μέσω αγωγού απορρίπτεται στη θάλασσα σε σημείο που υπάρχουν ρεύματα ώστε να μην υπάρχει συγκέντρωση αλάτων και ρυπαντών.

γ) Τελική επεξεργασία: Πραγματοποιείται βελτίωση των χαρακτηριστικών του νερού (διόρθωση οξύτητας, αύξηση σκληρότητας) με τη χρήση χημικών (επεξεργασμένου ασβέστη, διοξειδίου του άνθρακα ή θειικού οξέως) σε δεξαμενή και στη συνέχεια αποστέλλεται στο δίκτυο ύδρευσης ή αποθηκεύεται.

Κόστος Παραγωγής

Το τελικό κόστος του παραγόμενου νερού κάθε μονάδας επηρεάζεται από τοπικούς παράγοντες όπως η ποιότητα νερού, η αξία της Kwh, το κόστος χημικών, το κόστος μεταφοράς νερού, τα επιτόκια, το κόστος εργασίας, κλπ.

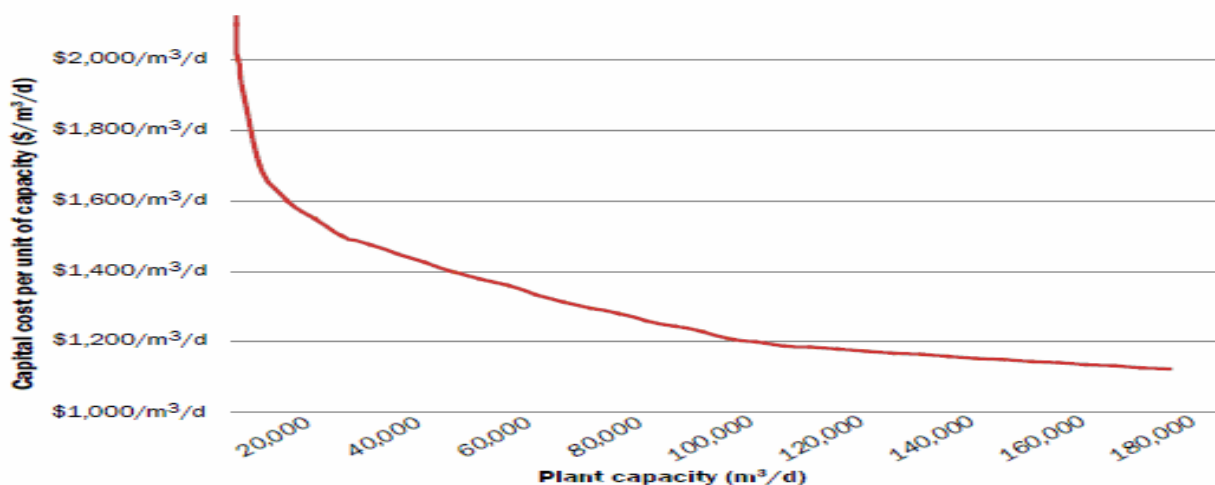
Διάρθρωση κόστους παραγωγής μονάδας Αντίστροφης Όσμωσης
 (Δυναμικότητα 125m³/h, Ανάκτηση 40%, Πίεση 75 bar, κατανάλωση ηλεκτρ. Ρεύματος 3,5 kWh/m³, Περ. απόσβεσης 10 χρόνια)



Πηγή: Reverse Osmosis Desalination Costs Analysis, 2009, Lenntech BV.

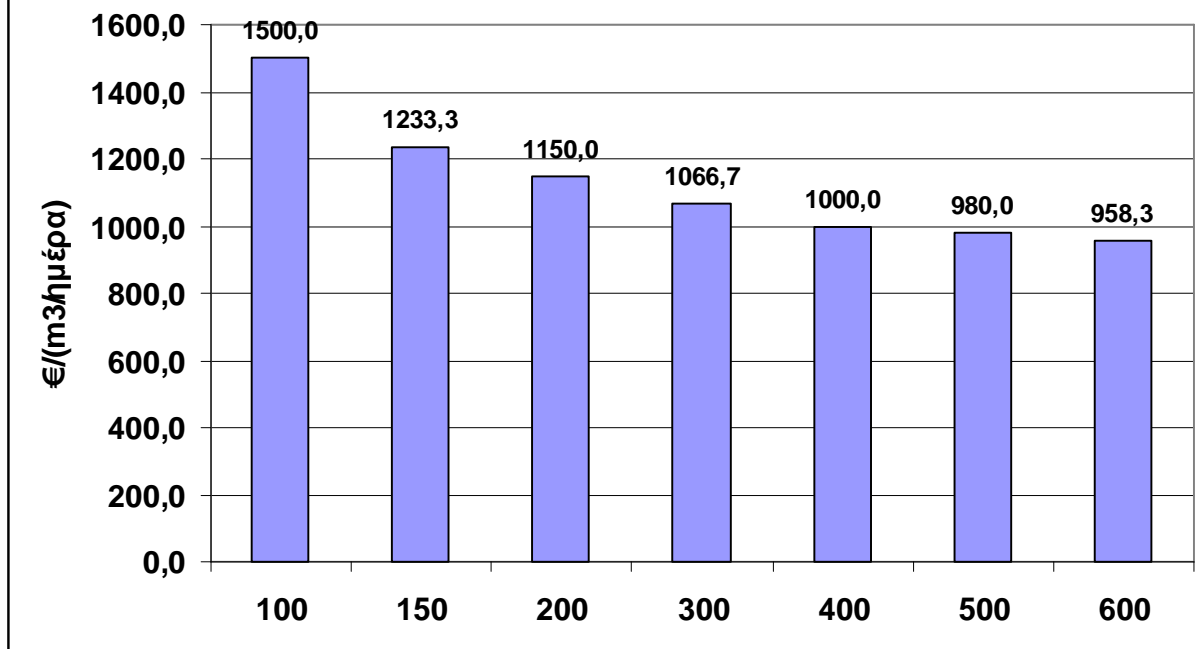
Οι οικονομίες κλίμακας αποτελούν καθοριστικό παράγοντα του επενδυτικού κόστους ιδιαίτερα για εγκαταστάσεις με παραγωγική δυναμικότητα > 100.000 m³/ημέρα.

Επενδυτικό κόστος σε \$ ανά m³/ημ. ανάλογα με το μέγεθος της μονάδας αφαλάτωσης (Reverse Osmosis - RO)



Πηγή: Global Water Intelligence: Seawater reverse osmosis desalination plant costs, V. 10, Is. 11 (Nov 2009)

**Επενδυτικό κόστος μικρότερων μονάδων RO
σε €ανά m3/ημέρα**



*Αφορά μόνο το κόστος εξοπλισμού

Πηγή: ΕΜΠ, Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών

Παρά τη δομή του κόστους παραγωγής (υψηλή συμμετοχή ηλεκτρικής ενέργειας και αναλωσίμων) οι οικονομίες κλίμακας έχουν καθοριστική σημασία και στην παραγωγή.

Οικονομίες κλίμακας στο κόστος παραγόμενου νερού(RO)

Είδος νερού	Δυναμικότητα (m3/ημέρα)	Κόστος (Euro/m3)
<u>Υφάλμυρο</u>	< 1.000	0,43-1,08
	5.000-60.000	0,21-0,43
<u>Θαλασσινό</u>	<1.000	0,78-9,00
	1.000-5.000	0,56-3,15
	12.000-60.000	0,35-1,30
	>60.000	0,40-0,80

Πηγή: ΕΜΠ, Εργαστήριο Οργάνωσης Παραγωγής

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των μονάδων αφαλάτωσης εντοπίζονται σε όλα τα στάδια παραγωγής (τροφοδοσίας, προεπεξεργασίας, αντίστροφης όσμωσης, διάθεσης άλμης, καθαρισμού μεμβρανών). Στο στάδιο της τροφοδοσίας (άντληση θαλασσινού νερού) σημειώνεται θνησιμότητα μικρών οργανισμών, όπως μικρά ψάρια, πλαγκτόν, αυγά ψαριών, αλλά και μεγαλύτερων θαλάσσιων ειδών, λόγω απορρόφησης ή πρόσκρουσης τους στον αγωγό εισροής. Στο στάδιο της προεπεξεργασίας αλλά και της τελικής επεξεργασίας χρησιμοποιούνται διάφορα χημικά(χλώριο,θειικό οξύ, ασβέστιο, διοξειδίο του άνθρακα, κ.τ.λ.) ενώ η όλη διαδικασία απαιτεί σημαντική κατανάλωση ενέργειας(περίπου 3-5 KWh/m3 για θαλασσινό και 0,5-3 KWh/m3 για το υφάλμυρο). Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι η μέθοδος της Αντίστροφης Όσμωσης είναι η λιγότερο ενεργοβόρος και ρυπαιούσα από τις λοιπές καθιερωμένες μεθόδους.

Κυριότεροι εκπεμπόμενοι ρύποι και ενεργειακή κατανάλωση ανά τεχνική αφαλάτωσης

Τεχνική αφαλάτωσης	CO2 / m3 νερού (kg/m3)	NOx / m3 νερού (g/m3)	SOx / m3 νερού (g/m3)	Σκόνη / m3 νερού (g/m3)	Κατανάλωση Ενέργειας
Αντίστροφη όσμωση (RO)	1.78	3.87	10.68	2.07	3-5 KWh/m3
Πολυβάθμια Εξάτμιση (MED)	18.05	21.41	26.48	1.02	270 KJ/Kg + 2,5-3 KWh/m3
Πολυβάθμια Εκτόνωση (MSF)	23.41	28.3	27.91	2.04	290 KJ/Kg + 4-6 KWh/m3

Πηγή: ΕΜΠ

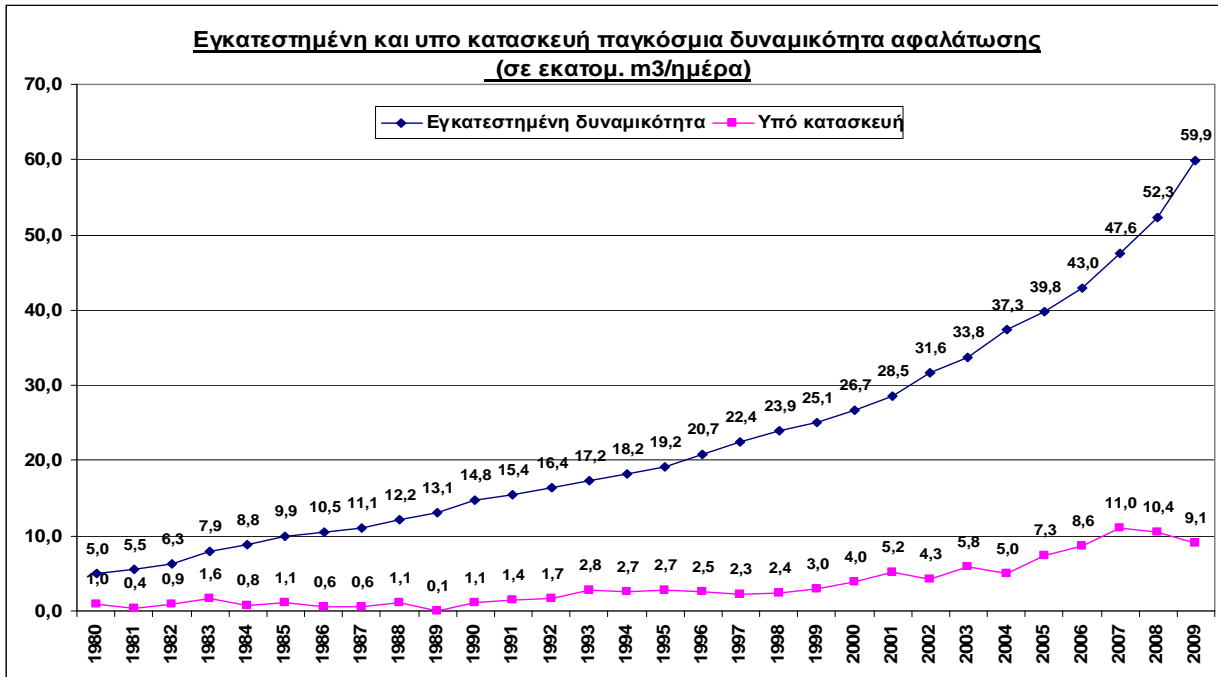
Το σημαντικότερο πρόβλημα είναι τα απόβλητα άλμης που δημιουργούνται κατά την επεξεργασία του θαλασσινού ή του υφάλμυρου νερού, τα οποία διοχετεύονται χωρίς περαιτέρω επεξεργασία στη θάλασσα. Στις μικρές μονάδες αφαλάτωσης και σε περιοχές με θαλάσσια ρεύματα οι επιπτώσεις δεν είναι σημαντικές αλλά σε μεγαλύτερες μονάδες, που λειτουργούν εδώ και χρόνια σε χώρες της Μέσης Ανατολής, παρατηρήθηκε καταστροφή της θαλάσσιας πανίδας και χλωρίδα σε ακτίνα αρκετών χιλιομέτρων από τις εγκαταστάσεις αφαλάτωσης,

Εκτός από την αλατότητα, προβλήματα δημιουργούνται και από την αύξηση της θερμοκρασίας της άλμης κατά περίπου 3 - 4 οC στην αντίστροφη όσμωση (έναντι 10 - 15 οC στις μεθόδους εξάτμισης). Παρατηρούνται επίσης συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων που δεσμεύονται στα ιζήματα και χημική ρύπανση που οφείλεται στα οξέα, τα απολυμαντικά μέσα και στην πλύση των μεμβρανών.

Λόγω των ιδιοτήτων του Ελληνικού νησιωτικού χώρου (υψηλής ποιότητας αλλά οικολογικά ευαίσθητο θαλάσσιο περιβάλλον, περιοχές εξαιρετικού κάλλους, κ.τ.λ.) απαιτείται συστηματική παρακολούθηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της αφαλάτωσης. Η μελέτη των θαλασσιών ρευμάτων και της διασποράς του αλμόλοιπου στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι απαραίτητη για τη σωστή χωροθέτηση των μονάδων και των αγωγών απόρριψης.

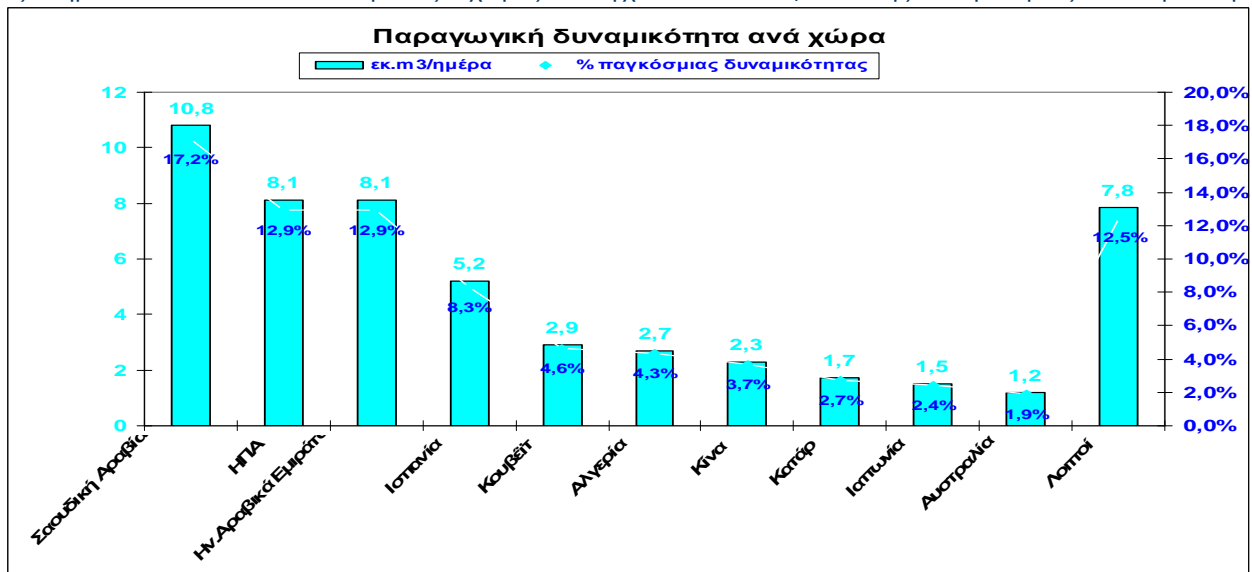
Διεθνείς Εξελίξεις

Τις τελευταίες δεκαετίες η παγκόσμια δυναμικότητα αφαλάτωσης παρουσιάζει σημαντική ανάπτυξη (8% μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης την περίοδο 1980-2009) που οφείλεται κυρίως στην ωρίμανση των τεχνολογιών αντίστροφης όσμωσης και στην αύξηση των αναγκών σε πόσιμο νερό. Η εγκατεστημένη δυναμικότητα υπολογίζεται σήμερα σε 59,9 εκ. m³/ημέρα, ενώ άλλα 9,1 εκ. m³/ημέρα βρίσκονται σε φάση κατασκευής. Οι εγκαταστάσεις αφαλάτωσης που βρίσκονται σήμερα σε λειτουργία παγκοσμίως, υπερβαίνουν τις 14.000 (ενώ στο τέλος του 2008 ήταν 13.869 σύμφωνα με την IDA).



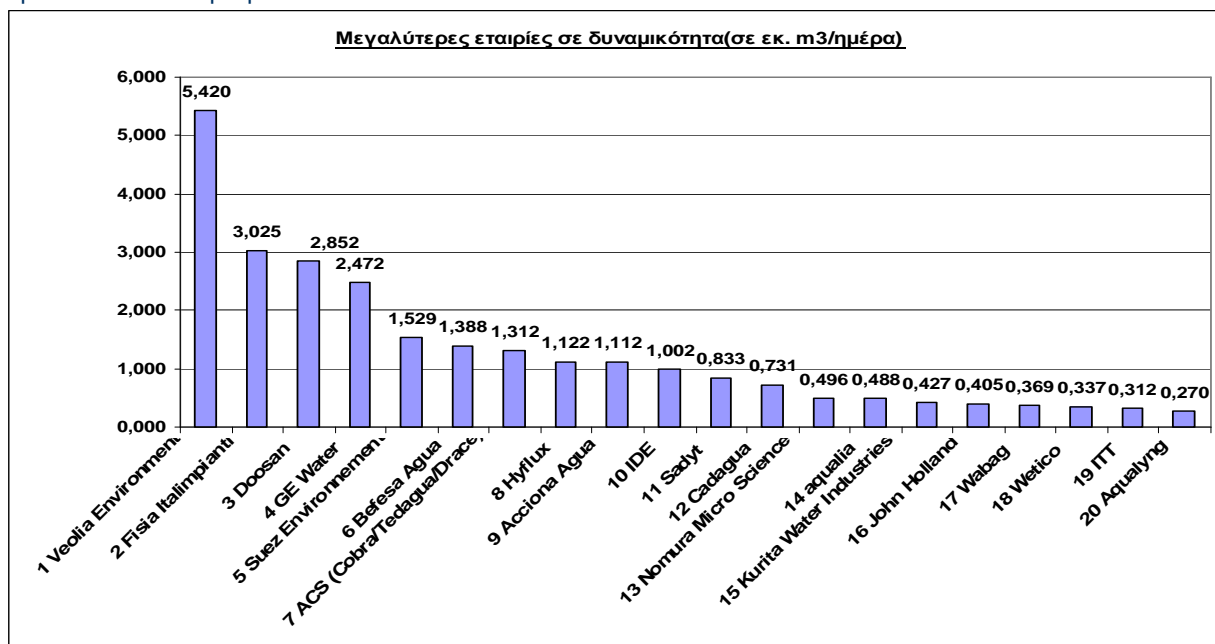
Πηγή: IDA, Desalination Data, διάφορα έτη

Περισσότερο από το μισό της παγκόσμιας δυναμικότητας είναι εγκατεστημένο στις άλυδες χώρες της Μέσης Ανατολής και της Βόρειας Αφρικής οι οποίες καλύπτουν το σύνολο ή σημαντικότατο τμήμα των αναγκών τους κυρίως με θερμική αφαλάτωση. Άλλες χώρες με σημαντικό δυναμικό όπως οι ΗΠΑ, η Ισπανία, η Κίνα, η Ιαπωνία η Αυστραλία, το Ισραήλ και η Κύπρος χρησιμοποιούν κυρίως μεθόδους μεμβρανών. Είναι αξιοσημείωτο ότι οι 10 πρώτες χώρες ελέγχουν το 87,5% της παγκόσμιας δυναμικότητας.



Πηγή: IDA, Desalination Data 2008

Λόγω των υψηλών ρυθμών ανάπτυξης, των σταθερών περιθωρίων κέρδους και κυρίως των ιδιαίτερα θετικών προοπτικών στα επόμενα χρόνια, ο κλάδος της αφαλάτωσης έχει προσελκύσει ήδη το ενδιαφέρον πολυεθνικών εταιριών από την Ευρώπη (Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία, κ.τ.λ.), τις ΗΠΑ, τη Ν. Κορέα, την Ιαπωνία, την Κίνα και το Ισραήλ.



Πηγή: IDA, Desalination Data 2008

Οι προοπτικές του κλάδου αφαλάτωσης είναι ιδιαίτερα θετικές για τα επόμενα χρόνια. Σύμφωνα με τις προβλέψεις της Global Water Intelligence η παγκόσμια δυναμικότητα αφαλάτωσης αναμένεται να υπερδιπλασιαστεί μέχρι το 2016 (από 52 εκ. m3/ημέρα το 2008 σε 107 εκ. m3/ημέρα το 2016), ενώ οι επενδύσεις που θα απαιτηθούν θα ξεπεράσουν τα 64 δις. δολάρια. Η ετήσια επενδυτική δαπάνη από 2,4 δις. δολάρια το 2008 προβλέπεται να ξεπεράσει τα 8,4 δις. το 2016 (Μέσος Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης 19%).

Η αφαλάτωση στην Ελλάδα

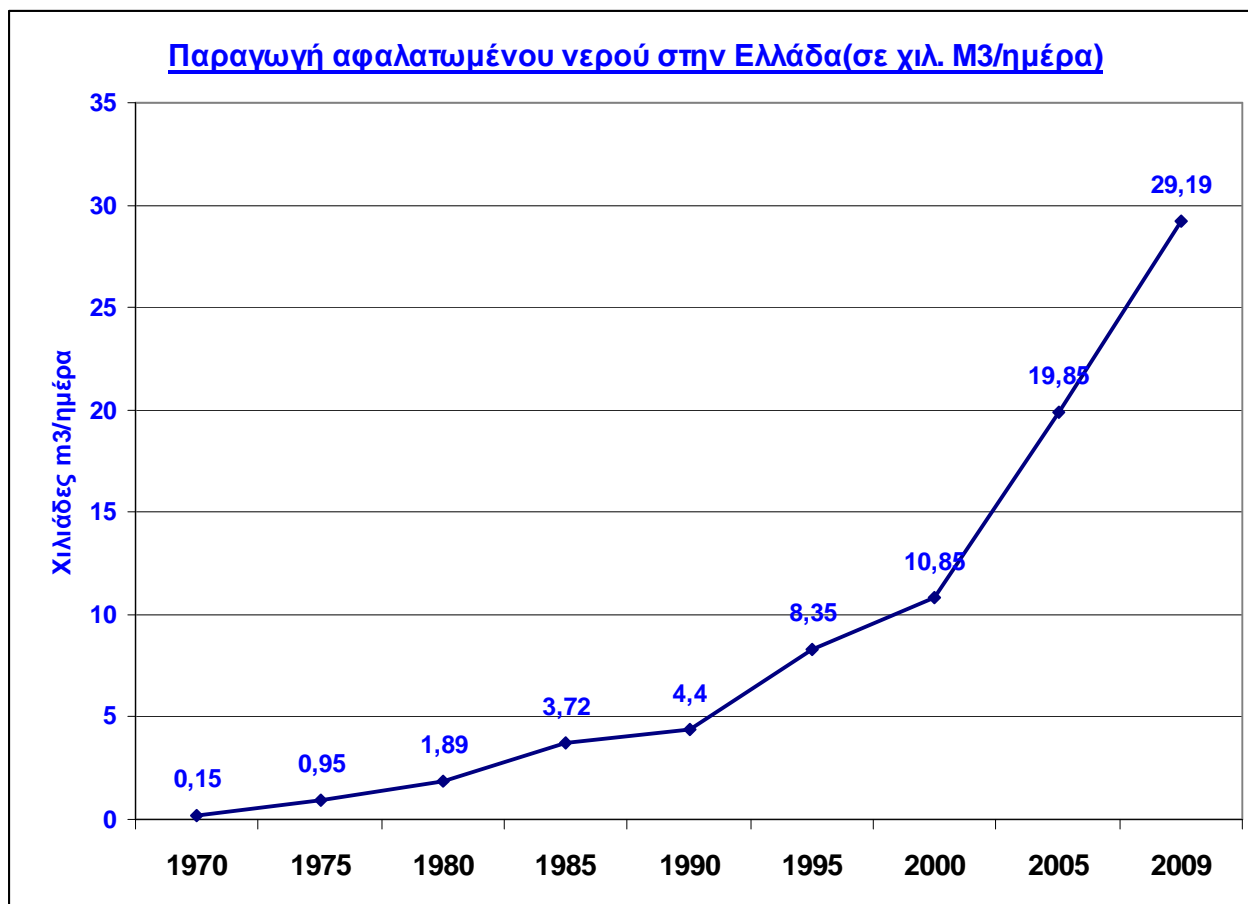
Στην Ελλάδα οι πρώτες προσπάθειες στον τομέα της αφαλάτωσης έγιναν στα τέλη της 10ετίας του 60 και αφορούσαν μικρές πειραματικές μονάδες ηλιακής απόσταξης. Τα επόμενα χρόνια δημιουργήθηκαν εγκαταστάσεις ηλιακής απόσταξης για ύδρευση στα νησιά Νίσυρο, Κίμωλο, Κεφαλονιά, Ιθάκη, Πάτμο, Καστελόριζο Σύμη και Αίγινα αλλά οι περισσότερες εγκαταλείφθηκαν κυρίως λόγω προβλημάτων συντήρησης ή λειτουργίας. Η πιο αξιόλογη και καινοτόμος εφαρμογή ήταν αυτή της Πάτμου (έργο του καθηγητή Α. Δεληγιάννη και της συζύγου του) με επιφάνεια εξάτμισης 8,665 m² και μέση παραγωγική ικανότητα 25 m³/ημέρα.

Μετά το 1980 η ανάπτυξη εφαρμογών αφαλάτωσης για παραγωγή νερού ύδρευσης στηρίχθηκε σχεδόν αποκλειστικά στην τεχνολογία αντίστροφης όσμωσης η οποία κατέστη αποδοτικότερη και πλέον συμφέρουσα για τις Ελληνικές συνθήκες. Αξιόλογη πρόοδος όμως σημειώνεται μετά το 1990 λόγω κυρίως της αύξησης των αναγκών ύδρευσης στα άνυδρα νησιά που προκλήθηκε από την αυξημένη τουριστική δραστηριότητα.

Το 2008 η συνολική κατανάλωση των νησιών του Αιγαίου ήταν περίπου 166 εκ. m³ ετησίως που καλύπτονταν κατά 82,6% με υπόγεια ύδατα, κατά 4,4% με ταμειυτήρες, κατά 4,1% με αφαλάτωση και κατά 1,4% με μεταφορά νερού από άλλες περιοχές, ενώ το συνολικό ετήσιο έλλειμμα που δεν καλύπτονταν ήταν περίπου 20 εκ. m³.

Το 2009 το υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής ανακοίνωσε πρόγραμμα για τη δημιουργία μονάδων αφαλάτωσης σε 13 νησιά, των Κυκλάδων και της Δωδεκανήσου, (Αμοργός, Δονούσα,

Κουφονήσια, Ηράκλεια, Θηρασιά, Σίκινος, Φολέγανδρος, Μεγίστη, Χάλκη, Λειψοί, Αγαθονήσι, Αρκιοί και Ψέριμος), ενώ άλλα πέντε μικρά νησάκια θα παίρνουν νερό από διπλανά τους μεγαλύτερα νησιά. Το πρόγραμμα θα είναι αυτοχρηματοδοτούμενο(το συνολικό κόστος το αναλαμβάνουν οι ανάδοχοι επενδυτές), τα οικοπέδα θα παραχωρούνται από τους δήμους, ενώ το υπουργείο αναλαμβάνει να αγοράζει για μια 10ετία εγγυημένη ποσότητα πόσιμου νερού, σε τιμή η οποία αντιστοιχεί στο 1/3 της τιμής του νερού, το οποίο μεταφέρεται σήμερα με υδροφόρα πλοία. Οι ανάδοχοι οφείλουν να λειτουργήσουν τις μονάδες σε διάστημα 18 μηνών, μετά την έγκριση της σχετικής περιβαλλοντικής μελέτης, ενώ μετά την παρέλευση της 10ετίας οι εγκαταστάσεις παραχωρούνται στους δήμους.



Πηγή: ΕΜΠ

Σήμερα λειτουργούν στη χώρα μας 50 μονάδες αφαλάτωσης που εξυπηρετούν την ύδρευση δήμων και κοινοτήτων με συνολική εγκατεστημένη δυναμικότητα αφαλάτωσης περίπου 35 χιλιάδες m3/ημέρα, ενώ υπάρχουν και αρκετές εκατοντάδες μικρότερες μονάδες ιδιωτικής χρήσης(ξενοδοχεία, βιομηχανίες, κατοικίες, κ.τ.λ.). Σύμφωνα με εκτιμήσεις εταιρίας που δραστηριοποιείται στο χώρο, η συνολική εγκατεστημένη δυναμικότητα αφαλάτωσης θαλασσινού νερού υπερβαίνει τα 50 χιλ. m3/ημέρα και υφάλμυρου τα 100 χιλ. m3/ημέρα.Οι σημαντικότερες μονάδες αφαλάτωσης βρίσκονται στη Σύρο, τη Μύκονο και στη Χίο,

Σημαντικότερες μονάδες αφαλάτωσης στην Ελλάδα

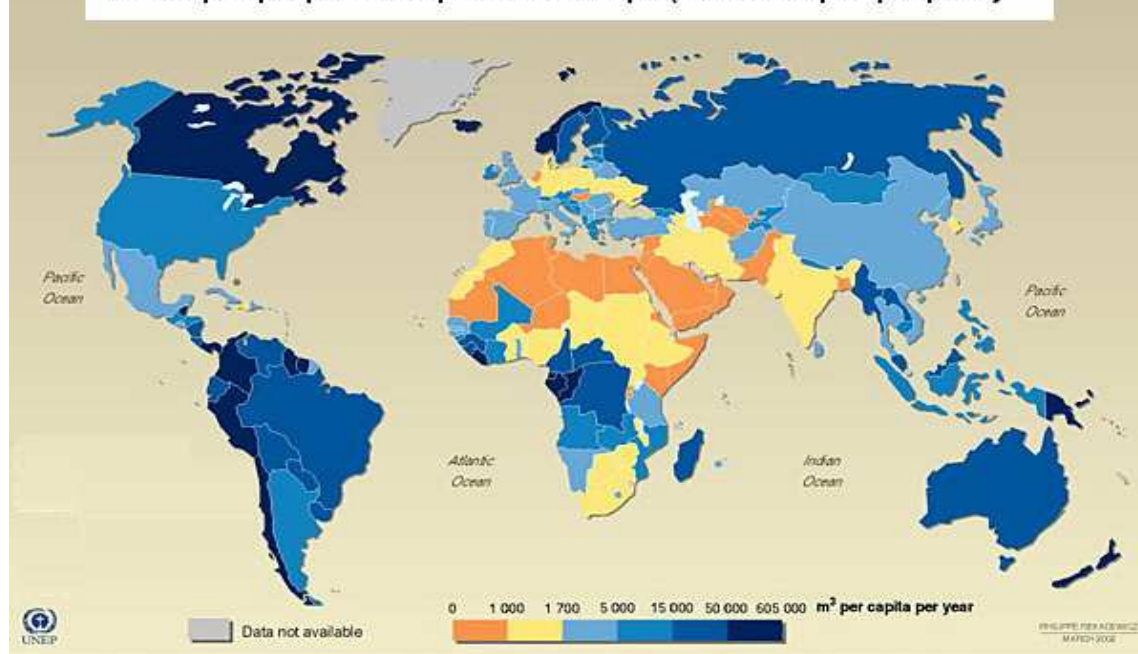
Μονάδα	Έτος Κατασκευής (αρχικό)	Τύπος	Δυναμικότητα (m ³ /ημ.)	Αρχικό κόστος (εκ.€)	Λειτουργικό κόστος (€)
Σύρος 1η (Ερμούπολη)	1992	RO(SW)	800	0,589	1,25
Σύρος 2η (Ερμούπολη)	1997	RO(SW)	800	1,482	1,25
Σύρος 3η (Ερμούπολη)	2001	RO(SW)	2x250	0,346	1
Σύρος 4η (Άνω Σύρος)	2000	RO(SW)	250	0,215	0,5
Σύρος 5η (Άνω Σύρος)	2002	RO(SW)	500	0,4	0,5
Σύρος 6η (Ερμούπολη)	2002	RO(SW)	4x500	0,313	1
Σύρος 7η (Άνω Σύρος)	2005	RO(SW)	2x500	1	0,4
Σχοινούσα	2004	RO(SW)	100	0,12	0,7
Μύκονος (Κόρφου) παλαιά	1989	RO(SW)	2X550		
Μύκονος (Κόρφου) νέα	2001	RO(SW)	3x650	1,276	0,5
Πάρος (Νάουσα)	2001	RO(SW)	1200	0,415	0,5
Τήνος (Παλαιά)	2001	RO(SW)	500	0,434	0,62
Τήνος (Νέα)	2005	RO(SW)	500	0,376	0,62
Οίας, Σαντορίνης 1η	1994	RO	220		
Οίας, Σαντορίνης 2η	2000	RO	320	0,211	2
Οίας, Σαντορίνης 3η	2002	RO	160		
Θήρας, Σαντορίνης	2009	RO	1000		
Θηρασιά	1997	RO	48		
Σίφνος	2002	RO(BW)	500	0,224	3,5
Ομηρούπολης (Δήμος), Χίου	2000	RO(BW)	600	0,205	0,3
Ομηρούπολης (Δήμος), Χίου	2005	RO	3x1000	0,71	0,26
Ομηρούπολης (Δήμος), Χίου	2005	RO	500	0,2	0,26
Νίσυρος (Παλαιά)	1991	RO	300	0,572	
Νίσυρος (Νέα)	2002	RO	350	0,295	0,66
Ιθάκη, Κεφαλονιάς 1η	1981	RO	620	0,264	2,88
Ιθάκη, Κεφαλονιάς 2η	2003	RO	520	0,587	0,58
Λέρου (ΔΕΥΑ)	2001	RO	200	0,074	0,13
Μήλου (Δήμος)	2008	RO(με Α/Γ)	2000		
Κασσωπαίων (Δήμος)	2001	RO	500	0,117	0,13
Ποσειδωνίας (Δήμος) 1	2002	RO(SW)	2x250	0,464	0,56
Ποσειδωνίας (Δήμος) 2	2005	RO(SW)	2x500	0,574	0,45
Αγίου Γεωργίου (Δήμος)	2002	RO	500	0,102	0,3
Παξών (Δήμος) 1η	2005	RO	330	0,26	0,51
Παξών (Δήμος) 2η	2005	RO	150	0,162	0,59
Παξών (Δήμος) 3η	2007	RO(SW)	250	0,211	0,51
Δυστίων (Δήμος)	2006	RO(BW)	400	0,2	0,3
Σίφνος (Δήμος)	2007	RO(SW)	250		
Ιος (Δήμος)	2003	RO(SW)	1000		
Ιθάκη (Δήμος)	2005	RO(SW)	200	0,22	
Οινουσών (Δήμος)	2005	RO(SW)	500		
Πόρου (Δήμος)	2006	RO(BW)	1000	0,2	0,3
Γαξίου (Δήμος), Αλμυρός ποταμός, Ηρακλείου	2008	RO(BW)	1000		
Ηρακλεία (Πλωτή μονάδα Υδριάδα)	2008	RO(με Α/Γ)	70	2,8	0,2

Πηγή: ΕΜΠ, Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών

Προβλήματα υδατικών πόρων στην Ελλάδα

Η χώρα μας παρά την αφθονία ανανεώσιμων υδάτινων πόρων (782 m³/ πόσιμου νερού ανά κάτοικο ετησίως, έναντι 548 της Γαλλίας, 460 της Γερμανίας, 284 της Ιρλανδίας και 50 της Μάλτας) αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα λόγω της γεωγραφικής κατανομής του υδατικού δυναμικού (συγκέντρωση στα δυτικά και βόρεια της χώρας), της ανορθολογικής διαχείρισης και των άνυδρων νησιών της.

Διαθεσιμότητα γλυκού νερού στον Κόσμο (m³ ανα κεφαλή ετησίως)



Πηγή: UNEP

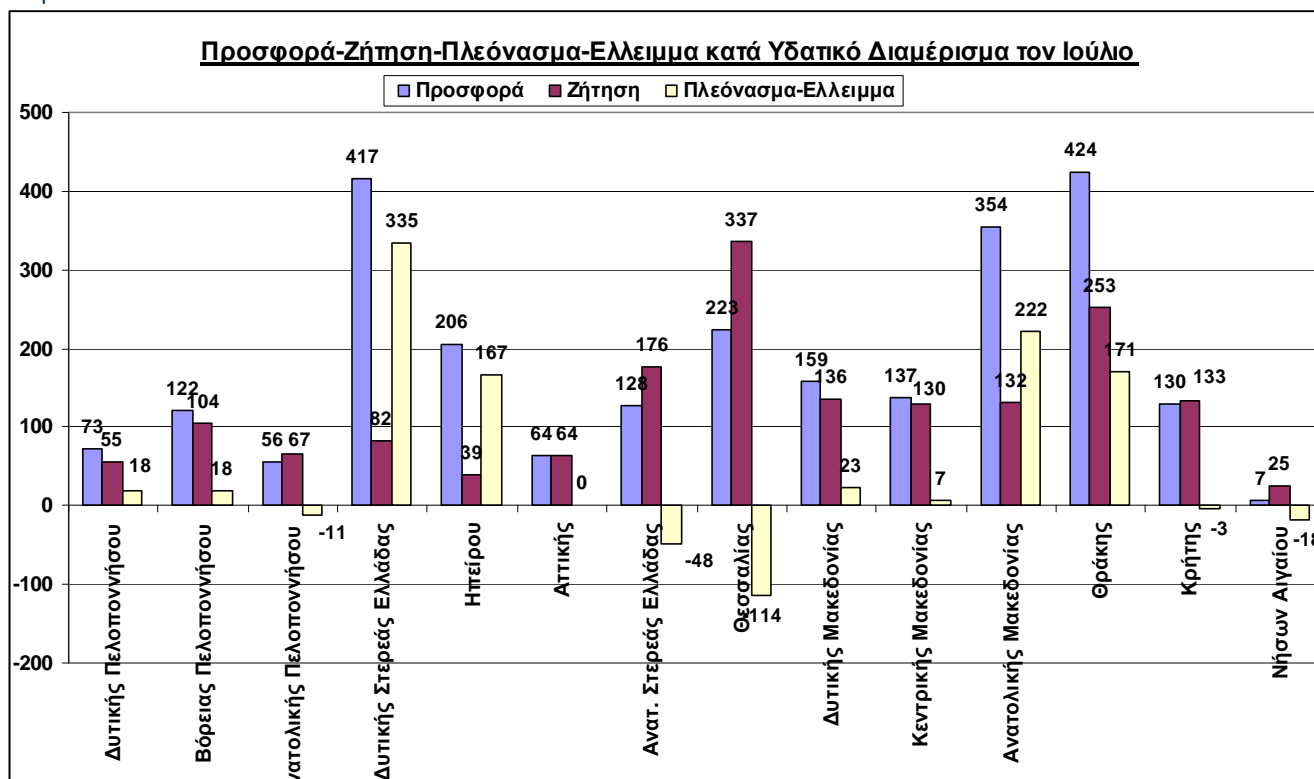
Το 83,8% των συνολικών υδατικών πόρων χρησιμοποιείται στη χώρα μας για άρδευση (έναντι 24% στην Ε.Ε.), ενώ τα ποσοστά αυτά είναι πολύ υψηλότερα στις περιοχές που αντιμετωπίζουν προβλήματα εξάντλησης-υποβάθμισης των υπογείων υδάτων (Θεσσαλία, Ανατ. Πελοπόννησος, Ανατ. Στερεά).

Ζήτηση νερού στην Ελλάδα ανά χρήση και υδάτινο διαμέρισμα (σε ετήσια βάση)

Κ.Α.	Υδατικά διαμερίσματα	Άρδευση	Κτηνοτροφία	Ύδρευση	Βιομηχανία	Λοιπές	Σύνολο
1	Δυτικής Πελοποννήσου	201	5	23	3	20	252
2	Βόρειας Πελοποννήσου	401,5	6,6	41,7	3		452,8
3	Ανατολικής Πελοποννήσου	324,9	4,7	22,1			351,7
4	Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	366,5	9	22,4			397,9
5	Ηπείρου	153,5	10,3	33,9	4,3		202
6	Αττικής	99	2,5	420	17,5		539
7	Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	773,7	9,9	41,6	12,6		837,8
8	Θεσσαλίας	1550	13	69			1632
9	Δυτικής Μακεδονίας	609,4	7,9	43,7	30	80	771
10	Κεντρικής Μακεδονίας	527,6	8	99,8	80		715,4
11	Ανατολικής Μακεδονίας	627	5,8	32			664,8
12	Θράκης	825,2	7,1	27,9	11		871,2
13	Κρήτης	320	10,2	42,3			372,5
14	Νήσων Αιγαίου	80,2	6,8	37,2			124,2
	Σύνολο χώρας	6859,5	106,8	956,6	161,4	100	8184,3

Πηγή: ΕΜΠ, Τομέας Υδατικών Πόρων, 2008

Αρκετά υδατικά διαμερίσματα της χώρας είναι ελλειμματικά κατά τους θερινούς μήνες, λόγω των αυξημένων αναγκών του γεωργικού και του τουριστικού τομέα αλλά και της μη ορθολογικής διαχείρισης των υδάτινων πόρων. Το πρόβλημα είναι εντονότερο στα νησιά του Αιγαίου, στη Θεσσαλία, την Ανατολική Πελοπόννησο και Στερεά Ελλάδα.



Πηγή: ΕΜΠ, Τομέας Υδατικών Πόρων, 2008

Η υπερβολική χρήση άριστης ποιότητας πόσιμου νερού προερχόμενου από γεωτρήσεις, για άρδευση αποτελεί κατασπατάληση και υπερεκμετάλλευση πολύτιμων και δύσκολα ανανεώσιμων πόρων.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις λειτουργούν στη χώρα μας περίπου 300.000 γεωτρήσεις (35-40% των οποίων παράνομες) αριθμός υπερβολικός για τις δυνατότητες των υπεδαφικών υδροφορέων (>31% για το σύνολο της χώρας, +320% στη Θεσσαλία, +260% στην Αττική, +200% στην Πελοπόννησο και τα νησιά του Αιγαίου, +20% στην Κεντρική και +30% στη Δυτική Μακεδονία.

Η ανεξέλεγκτη εκμετάλλευση έχει σαν συνέπεια την μείωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και κυρίως την υφαλμύρωση τεράστιων παραθαλάσσιων εκτάσεων σε επίπεδα επικίνδυνα όχι μόνο για πόση αλλά και για γεωργικές χρήσεις. Εκτιμάται ότι η υφαλμύρωση υπερβαίνει τα 2.000.000 στρέμματα γεωργικής γης με οξυμμένα προβλήματα σε πολλές παράκτιες περιοχές του Αιγαίου.



Πηγή: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εκτός από την υφαλμύρωση σημαντικά προβλήματα ποιότητας του πόσιμου νερού δημιουργεί η ρύπανση των υπόγειων υδάτων με νιτρικά και ο ευτροφισμός (υπέρμετρη αύξηση υδρόβιων φωτοσυνθετικών οργανισμών) στα επιφανειακά ύδατα. Εκτιμάται ότι περίπου 20 περιοχές της χώρας αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα νιτρορύπανσης (κυρίως η Αργολίδα, περιοχές της Θεσσαλίας, ο κάμπος της Θεσσαλονίκης, το Κιλκίς, η Πέλλα, η Ημαθία, οι Σέρρες(λεκάνη Στρυμόνα - λίμνη Κερκίνη) και η πεδιάδα Άρτας - Πρέβεζας. Το φαινόμενο του ευτροφισμού εκτιμάται στο 70% των υδάτινων αποθεμάτων των λιμνών της χώρας. Η κατάσταση των υπογείων υδάτων στις περιοχές που προαναφέρθηκαν φαίνεται σαν μη αναστρέψιμη αφού (σύμφωνα με μοντέλα προσομοίωσης του Γεωπονικού Π.Α.) η φυσική απορρύπανση των υπογείων υδάτων βεβαρυμμένων περιοχών θα απαιτούσε τουλάχιστον μία 20ετία με παύση των γεωτρήσεων και φυσικό εμπλουτισμό των υπογείων υδροφορέων.

Υπολογισμός μεγέθους αγοράς αφαλάτωσης

Ο υπολογισμός του δυνητικού μεγέθους της Ελληνικής αγοράς αφαλάτωσης είναι εξαιρετικά δύσκολος διότι πρέπει να ληφθούν υπόψη παράγοντες όπως οι γεωμορφολογικές και κλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής, ο σημερινός και ο προβλεπόμενος πληθυσμός, οι δομή και οι ιδιαιτερότητες της τοπικής οικονομίας, η ένταση και η εποχικότητα της τουριστικής δραστηριότητας, η κατάσταση και η ποσότητα των υπόγειων αποθεμάτων, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, κ.τ.λ.. Θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη, η αρνητική επίδραση σε τοπία εξαιρετικού φυσικού κάλλους από την αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού για αφαλατώσεις και οι εναλλακτικές ή συμπληρωματικές δυνατότητες (εξοικονόμηση, ανακύκλωση, κ.τ.λ.)

Λόγω των γεωμορφολογικών και κλιματικών συνθηκών (ποιότητα υδροφορέων, μικρή έκταση, ανάγλυφο εδάφους, υψηλή εξάτμιση, χαμηλό ύψος βροχόπτωσης, κ.τ.λ.) πολλά νησιά του Αιγαίου αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα υδροδότησης ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες που υπάρχει έντονη τουριστική δραστηριότητα.

Σύμφωνα με τα στοιχεία μελέτης που εκπόνησε η Κοινοπραξία Υδατοσυστημάτων Αιγαίου (ΤΕΜ ΑΕ, ΛΔΚ ΕΠΕ, Υδροεξυγιαντική ΕΕ, Terramontor ΕΟΟΣ) για λογαριασμό του Υπουργείου Ανάπτυξης, οι σημερινές ανάγκες των νησιών του Αιγαίου είναι 170.942.219 m³ ετησίως και το συνολικό έλλειμμα 19.049.212 m³(περίπου 11%). Το 2020 η συνολικές ανάγκες προβλέπεται να ανέλθουν σε 224.157.511 m³ και το συνολικό έλλειμμα σε 24.462.470 m³(περίπου 13% των συνολικών αναγκών. Οι προβλέψεις στηρίχθηκαν σε σειρά παραμέτρων, όπως την αναμενόμενη αύξηση του πληθυσμού και της τουριστικής δραστηριότητας, τη μείωση της κατανάλωσης σε γεωργία-κτηνοτροφία και τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά κάθε νησιού.

Συνολικές ανάγκες και συνολικό έλλειμμα νερού στα νησιά του Αιγαίου

Νήσος	Υφιστάμενη κατάσταση		Προβλεπόμενη κατάσταση 2020	
	Συνολικές απαιτήσεις σε χιλιάδες m ³	Συνολικό έλλειμμα (%)	Συνολικές απαιτήσεις σε χιλιάδες m ³	Συνολικό έλλειμμα (%)
Αστυπάλαια	388	14,1	425	21,5
Κάλυμνος-Ψέριμος-Τέλενδος-Καλόλιμνος	2.003	1,2	2.292	6,2
Λειψοί	164	53,2	184	50,3
Λέρος-Φαρμακονήσι	1.030	4,5	1.220	9,5
Πάτμος-Αρκοί	498	13,4	561	13
Κάσος	207	0	230	14,7
Κάρπαθος-Σαρία	1.327	0	1.586	0,6
Κως	13.162	4,2	15.061	12,5
Νίσυρος-Γυαλί	151	20,3	190	18
Μεγίστη-Ρω	63	11	84	11
Ρόδος	32.057	3,4	38.697	2,7
Σύμη	306	8,9	391	9,6
Χάλκη	73	30,1	94	17,7
Τήλος	144	7,6	162	13,9
Αγαθονήσι	17	2,4	23	41,8
Ανδρος	5.571	1,2	5.817	2,2
Αμοργός	330	12,1	409	7,9
Θήρα	2.338	16,5	3.699	41,2
Ιος	409	0,3	556	0
Κύθνος	400	1	428	1,6
Κέα	1.502	5,9	1.652	15,2
Σέριφος	344	4,9	556	15,3

Μήλος	1.255	10,5	1.435	1,7
Σίφνος	614	16,8	753	7,1
Νάξος	12.457	45,4	13.759	45,1
Πάρος	3.461	1,6	3.820	13,7
Σύρος	3.751	37,6	4.199	41,4
Μύκονος-Δήλος	3.037	24,3	3.454	43,4
Τήνος	3.321	9,7	3.617	8,5
Ανάφη	156	64,4	162	38,9
Δονούσα	23	1,3	34	9,4
Ηρακλειά	55	5,9	67	64,3
Κουφονήσια	48	17,7	68	9,2
Σχοινούσα	74	44,1	87	42,7
Κίμωλος	83	1,1	91	0,7
Σίκινος	38	8,7	46	16,7
Φολέγανδρος	95	51,1	148	33,4
Αντίπαρος	207	0,9	269	0,8
Αγ. Ευστράτιος	58	0	70	19,7
Λέσβος	44.398	6,9	46.617	10,1
Λήμνος	6.290	5,5	6.602	12,4
Ικαρία	2.928	0	3.055	2,1
Σάμος	14.176	22,2	14.362	11,7
Φούρνοι-Θύμαινα	189	0,3	241	19,1
Οινούσες	117	0	165	0
Χίος	11.390	11	13.596	6,8
Ψαρά	67	0	80	7,8
Σύνολο	165.842	11,50%	184.965	13,20%

Πηγή: Μελέτη ανάπτυξης εργαλείων διαχείρισης υδατικών πόρων των νήσων Αιγαίου. Κοινοπραξία Υδατοσυστημάτων Αιγαίου

Τα προτεινόμενα μέτρα για την αντιμετώπιση των ελλείψεων νερού επικεντρώνονται κυρίως στην κατασκευή υδρομαστεύσεων, σε αντικατάσταση δικτύων για μείωση των απωλειών, σε μείωση των αρδεύσεων, σε χρήση ανακυκλωμένου νερού και σε αφαλάτωσης (για τα άνυδρα νησιά). Στη συνέχεια αναφέρονται συνοπτικά οι προτάσεις για τα νησιά που εμφανίζουν σημαντικό πρόβλημα:

Δονούσα: Κατασκευή μονάδας αφαλάτωσης, αντικατάσταση δικτύων ύδρευσης, μονάδα επεξεργασίας λυμάτων.

Ηρακλειά, Σχοινούσα: Κατασκευή μικρών μονάδων αφαλάτωσης.

Θήρα: Αντικατάσταση ολόκληρου του δικτύου ύδρευσης, ενίσχυση της δυναμικότητας αφαλάτωσης στην Οία στα 1.500 κ.μ./ημέρα, δημιουργία δύο αφαλάτωσης στους δήμους Θήρας και Θηρασίας από το 2010, κατασκευή λιμνοδεξαμενών Αεροδρομίου Α' και Β' από το 2013.

Ιος: Αναβάθμιση του υπάρχοντος βιολογικού καθαρισμού, λειτουργία λιμνοδεξαμενής Επάνω Κάμπου.

Κάλυμνος: Κατασκευή λιμνοδεξαμενής Βαθέος, βελτίωση δικτύου.

Κέα: Κατασκευή μονάδας επεξεργασίας λυμάτων και φράγματος στο Κεραμίδι.

Κύθνος: Κατασκευή δύο μονάδων αφαλάτωσης και μονάδας επεξεργασίας λυμάτων. Στο τελικό σενάριο διερευνήθηκε διαχειριστικά και οικονομικά η λειτουργία του φράγματος της Επισκοπής (εγκεκριμένη οριστική μελέτη ΥΠΑΑΤ), η οποία όμως κρίνεται ασύμφορη.

Κως: Έργα αξιοποίησης των υφιστάμενων ταμιευτήρων Μεσσαριάς και Πλατέως, κατασκευή του φράγματος της Μίας, ανακύκλωση, αντικατάσταση δικτύου.

Λέρος: Λειτουργία φράγματος Παρθενίου, κατασκευή πρόσθετης μονάδας αφαλάτωσης, δυναμικότητας τουλάχιστον 500 κυβικών μέτρων την ημέρα.

Λέσβος: Κατασκευή φραγμάτων Τσικνιά και Πολιχνίτου, αντικατάσταση δικτύου, υδραγωγεία.

Λήμνος: Αντικατάσταση δικτύων ύδρευσης, αξιοποίηση του υπόγειου υδάτινου δυναμικού στον υδροφορέα του Σκιδίου, κατασκευή φράγματος Κάσπακα και της λιμνοδεξαμενής της Ατσιακής, περιορισμός των μη οργανωμένα αρδεύμενων εκτάσεων κατά 10%.

Μήλος: με τη μείωση κατά 10% των αρδευτικών εκτάσεων και τη δημιουργία μεγάλης μονάδας αφαλάτωσης που θα λειτουργεί με αιολική ενέργεια προβλέπεται να καλυφθούν το 98,2% των αναγκών.

Μύκονος – Δήλος: Κατασκευή της Μονάδας Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων της Ανω Μεράς (2013), μείωση της κατανάλωσης νερού και της άρδευσης (κατά 15%), η αύξηση της δυναμικότητας των αφαλατώσεων, αντικατάσταση δικτύου ύδρευσης. Προβλέπεται κάλυψη των αναγκών κατά 92,9%.

Νάξος: Με την κατασκευή της λιμνοδεξαμενής Κινίδарου και του φράγματος Τσικαλαριού αναμένεται να περιορισθεί το έλλειμμα νερού από 45% σε 32% το 2020.

Πάρος: Προτείνεται μεγάλη μονάδα αφαλάτωσης αντί των τριών λιμνοδεξαμενών (που έχουν ήδη εγκριθεί) ώστε το 2020 να καλύπτεται το 96,4% των αναγκών.

Ρόδος: Με την κατασκευή του φράγματος Γαδουρά και την ανακατασκευή όλων των παλαιωμένων δικτύων ύδρευσης που παρουσιάζουν απώλειες από 20% - 45% θα καλύπτει το 97,3% των αναγκών της.

Σύρος: Μείωση της κατανάλωσης ανά μόνιμο κάτοικο και ανά τουρίστα, κατά 10% μείωση των αρδεύσεων, αντικατάσταση των δικτύων ύδρευσης, επεξεργασία υγρών αποβλήτων, έναρξη λειτουργίας του φράγματος Αετού από το 2013, ενίσχυση των μονάδων αφαλάτωσης και ενεργοποίηση των μονάδων στην Ανω Σύρο και στην Ποσειδωνία. Με τα προτεινόμενα μέτρα το 2020 θα καλύπτεται το 80,5% των αναγκών.

Τήνος: Ολοκλήρωση φράγματος Λιβάδα, με την κατασκευή δύο φραγμάτων (Βόλακα και Βακέτας), επεξεργασία λυμάτων και αντικατάσταση υδρευτικών δικτύων Δήμων Εξωμβούργου και Τήνου, προμήθεια νέας φορητής μονάδας αφαλάτωσης δυναμικότητας 1.000 κυβικών μέτρων την ημέρα.

Φολέγανδρος: κατασκευή μονάδας αφαλάτωσης 300 κ.μ./ημ. για αντικατάσταση των μεταφερομένων ποσοτήτων νερού, και πρόσθετης μονάδας 150 κ.μ./ημ. για πλήρη κάλυψη ελλειμμάτων.

Χάλκη: Κατασκευή μονάδας αφαλάτωσης, μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, αντικατάσταση δικτύων ύδρευσης.

Η μελέτη αν και λαμβάνει υπόψη της την προβλεπόμενη σημαντική αύξηση του πληθυσμού (από 505.976 κατοίκους σήμερα σε 1.419.853 το 2020), στηρίζεται σε ορισμένες υποθέσεις (μείωση των αρδεύσεων, αποδοτικότητα ταμιευτήρων, χαμηλή ένταση του φαινομένου της υφαλμύρωσης) που κατά τη γνώμη μας καθιστούν τα συμπεράσματα της υπεραισιόδοξα.

Με τη συνεχιζόμενη υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων, τις αρνητικές επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών (μείωση βροχοπτώσεων, μεγαλύτερη ένταση-μικρότερη διάρκεια, κ.τ.λ.) οι μελλοντικές ανάγκες σε πόσιμο νερό ίσως να είναι πολύ μεγαλύτερες. Το πρόβλημα αναμένεται να οξυνθεί τα επόμενα χρόνια διότι με την υπεράντληση των τελευταίων δεκαετιών η συντήρηση των υδροφορέων σε ανεκτά επίπεδα θα απαιτούσε την παύση λειτουργίας των γεωτρήσεων για 3-5 συνεχόμενα χρόνια κάθε 10ετία, ενώ η αποκατάσταση ήδη υφάλμυρων υδροφορέων πολύ περισσότερο χρόνια (αφού μία ελάχιστη ποσότητα θαλασσινού νερού, της τάξης 1-2% μέσα στο γλυκό νερό, το καθιστά μη πόσιμο).

Σε πρώτη φάση η αφαλάτωση θα έπρεπε να εξετασθεί ως η μόνη βιώσιμη λύση που θα υποκαθιστούσε τη μεταφορά νερού στα άνυδρα νησιά. Το 2008 εκτιμάται ότι μεταφέρθηκαν περίπου 1.600.000 m³ με μέσο κόστος μεταφοράς 8,28 ευρώ το m³. Σε 14 νησιά των Κυκλάδων μεταφέρθηκαν 570.000 m³ και σε 20 των Δωδεκανήσων 1.000.000 m³ με συνολικό κόστος 13 εκ. ευρώ. Το ποσό αυτό επαρκεί για την κατασκευή μικρών μονάδων αφαλάτωσης δυναμικότητας τουλάχιστον 3.000 m³/ημέρα (>1.000.000 m³ ετησίως) με κόστος παραγωγής ανά m³ νερού 2 με 3 φορές χαμηλότερο από το κόστος μεταφοράς. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι μεγαλύτερες ανάγκες παρουσιάζονται κατά τους θερινούς μήνες και ως εκ τούτου απαιτείται μεγαλύτερη ικανότητα αφαλάτωσης (τουλάχιστον 20% σε ετήσια βάση) και εγκαταστάσεις αποθήκευσης (δεξαμενές ή λιμνοδεξαμενές) τα προβλήματα των άνυδρων νησιών μπορούν να επιλυθούν οριστικά χωρίς πρόσθετο κόστος σε μία περίοδο 3-4 έτων.

Για το σύνολο των νησιών του Αιγαίου οι ανάγκες που θεωρητικά θα μπορούσαν να καλυφθούν από αφαλάτωση θα απαιτούσαν συνολική ημερήσια δυναμικότητα > 55.000 m³, κατανομημένη σε αρκετές μικρές μονάδες.

Λόγω των ειδικών συνθηκών που επικρατούν στα μικρά νησιά και σε πολλούς μικρούς ή απομονωμένους νησιωτικούς οικισμούς (υψηλό κόστος ηλεκτρισμού, έντονη εποχικότητα στην κατανάλωση, έλλειψη υποδομών αποθήκευσης και διανομής), είναι εφικτή η αξιοποίηση του άφθονου αιολικού δυναμικού κυρίως μέσω πλωτών αιολικών μονάδων αφαλάτωσης. Ήδη λειτουργεί με επιτυχία, παρά τα αρχικά προβλήματα που αντιμετώπισε, η πρώτη πλωτή μονάδα αφαλάτωσης στην Ηρακλεία. Η μονάδα αυτή (η Υδριάδα) που θεωρείται πρωτοποριακή σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι Ελληνικού σχεδιασμού και κατασκευής, με ανάδοχο το Πανεπιστήμιο Αιγαίου και τη συμμετοχή φορέων και εταιριών (Κ.Α.Π.Ε., Ελληνικός Νηογνώμονας Α.Ε., Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, ΤΕΧΝΑΒΑ Α.Ε., ΡΕΦΛΕΞΙΟΝ ΕΠΕ, ALGOSYSTEMS Α.Ε., LAMDA Shipyards Α.Ε, ΕΠΙΣΣΕΥ, Ι. ΚΟΥΙΜΑΝΗΣ & Συν.). Χρηματοδοτήθηκε από το ΕΠΑΝ (Συν. Κόστος 2.870.000 ευρώ), κατασκευάστηκε στα Ναυπηγεία Έλευσινάς και στη συνέχεια μεταφέρθηκε με ρυμουλκό στην Ηράκλεια όπου αγκυροβόλησε. Οι επόμενες μονάδες που θα κατασκευαστούν θα έχουν αρκετά χαμηλότερο κόστος (περίπου 700.000 ευρώ), λόγω του μικρότερων δαπανών έρευνας ανάπτυξης και αξιοποίησης της τεχνογνωσίας κατασκευής που έχει ήδη αποκτηθεί.

Εκτός από την κάλυψη των αναγκών ύδρευσης ορισμένων μικρών νησιών και την ευελιξία που παρέχουν οι πλωτές αιολικές μονάδες αφαλάτωσης, υπάρχει ένα πολύ μεγαλύτερο όφελος που σχετίζεται με τη ανάπτυξη της χώρας μας και τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της. Η αξιοποίηση των συγκριτικών πλεονεκτημάτων που διαθέτει η χώρα μας για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας (σημαντικές εγχώριες ανάγκες, ύπαρξη κατάλληλου επιστημονικού δυναμικού και ναυπηγικής βιομηχανίας, ειδικές συνθήκες που επικρατούν στο Αιγαίο, επιδοτήσεις ΑΠΕ, κ.τ.λ.) θα επιτρέψει τη δημιουργία ενός βιομηχανικού υποκλάδου με εξαιρετικά ελπιδοφόρες προοπτικές (offshore πλωτά αιολικά πάρκα, εξαγωγές πλωτών μονάδων αφαλάτωσης σε άλλες νησιωτικές χώρες ή σε αναπτυσσόμενες περιοχές που αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα ποιότητας του πόσιμου νερού). Η πρόσφατη εμπειρία από την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη Δανία, των ΑΠΕ σε Γερμανία, Ισπανία και της αφαλάτωσης σε χώρες όπως το Ισραήλ και η Ισπανία, αποδεικνύει ότι τα οφέλη για τη βιομηχανική δραστηριότητα ήταν πολλαπλάσια αυτών που προέκυψαν από την απλή κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό ή πόσιμο νερό. Τα συγκριτικά πλεονεκτήματα (ή και μειονεκτήματα σε κάποιες περιπτώσεις) αξιοποιήθηκαν για τη δημιουργία ισχυρών βιομηχανικών κλάδων παγκόσμιας εμβέλειας, με ιδιαίτερα θετικές επιπτώσεις στην απασχόληση, τις εξαγωγές και την έρευνα –ανάπτυξη.

Λόγω των προβλημάτων υφαλμύρωσης και κακής ποιότητας νερού που αντιμετωπίζουν οι παράκτιες περιοχές δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης της αφαλάτωσης και σε ορισμένες πόλεις ή οικισμούς που η μεταφορά νερού από την ενδοχώρα είναι ασύμφορη ή δύσκολη λόγω των γεωμορφολογικών συνθηκών της περιοχής. Το μέγεθος των αναγκών αυτών είναι δύσκολο να εκτιμηθεί αλλά πιθανότατα την επόμενη 5ετία θα είναι της τάξης των 200-400.000 m³ ημερησίως. Σημαντική ζήτηση νερού αφαλάτωσης προβλέπεται επίσης και από μεγάλα ξενοδοχειακά συγκροτήματα ή εγκαταστάσεις γκολφ που θα δημιουργηθούν σε σχετικά άnuδρες περιοχές (π.χ. Κρήτη, νησιά).

Βιωσιμότητα μονάδας αφαλάτωσης

Υπολογισμός μελλοντικών αποτελεσμάτων και δεικτών Εσωτερικής Απόδοσης(IRR)

Για την ανάλυση της βιωσιμότητας μίας μονάδας αφαλάτωσης λάβαμε υπόψη μας τεχνικοοικονομικά στοιχεία από μελέτη σκοπιμότητας μονάδας, τα οποία συσχετίστηκαν με πληροφορίες που λάβαμε από το Δήμο Μυκόνου(ΔΕΥΑ) και την εταιρία CULLIGAN HELLAS ώστε να είναι αρκετά ρεαλιστικά).

Οι υποθέσεις-παραδοχές είναι οι ακόλουθες:

Μέγεθος μονάδας: 650 m³/ημέρα.

Ανάκτηση: 40%.

Πίεση: 65bar.

Κατανάλωση ηλεκτρισμού: 3,0 KWh/m³

Τιμή ηλεκτρισμού: 0,07719 €/kWh (Τιμολόγιο Β2Β της ΔΕΗ για βιομηχανικό ρεύμα μέσης τάσης).

Αντικατάσταση μεμβρανών, χημικά, κτλ: 0,20 ευρώ/m³

Συντήρηση, κτλ: 0,04 ευρώ/m³

Κόστος Εργασίας: 20.000 ετησίως για έναν τεχνικό μερικής απασχόλησης και αμοιβές μόνιμων συνεργατών(ηλεκτρολόγου, υδραυλικού).

Μεταβολές τιμών πώλησης και στοιχείων κόστους: Γίνονται οι παρακάτω υποθέσεις (μέση ετήσια αύξηση τιμής πώλησης 4%, κόστους ηλεκτρισμού 2%, Δαπανών προσωπικού 5%, Μembrανών - χημικών 4%, Συντήρησης 5%, Διαχειριστικών εξόδων 3%, Λοιπών εξόδων 4%).

Διαθεσιμότητα μονάδας: 92 % (λόγω συντήρησης, καθαρισμού μεμβρανών και φίλτρων, κ.τ.λ.).

Εποχικότητα λειτουργίας: Τους μήνες αιχμής (Μάιος - Σεπτέμβριος) η μονάδα λειτουργεί στο 95% της δυναμικότητας της και τους υπόλοιπους μήνες στο 75%. Με βάση τις υποθέσεις αυτές η συνολική ετήσια παραγωγή (πωλήσεις) της μονάδας θα είναι 197.700 m³.

Συνολικό κόστος επένδυσης: Το συνολικό κόστος επένδυσης (χωρίς δεξαμενές αποθήκευσης πόσιμου νερού) προϋπολογίζεται σε 475.000 ευρώ και κατανέμεται ως εξής: Μελέτες αδειοδότηση, κ.τ.λ. 30.000, Διαμόρφωση γηπέδου, προσπέλαση, περίφραξη, βάσεις εξοπλισμού, κτλ 25.000, Φρεάτιο άντλησης, σωληνώσεις μεταφοράς, φίλτρο, κ.τ.λ. 60.000, Εξοπλισμός 250.000, Κόστος μεταφοράς-εγκατάστασης εξοπλισμού 35.000, Γραμμή ΜΤ & Υ/Σ, σύνδεση 40.000, Περονοφόρο ανυψωτικό(fork-lift) 12.000, Δοκιμές, θέση σε λειτουργία 15.000, Εκπαίδευση 8.000. Συνολ. Κόστος επένδυσης 792 ευρώ/m³ ανά ημέρα.

Επενδυτικό σχήμα-Συνθήκες λειτουργίας: Το συνολικό κόστος επένδυσης αναλαμβάνεται από ιδιώτες επενδυτές με διάρκεια εκμετάλλευσης τα 10 χρόνια (στη συνέχεια οι εγκαταστάσεις παραχωρούνται στους δήμους). Κατά την μεταβίβαση οι μονάδες θα πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση και σε πλήρη λειτουργία.

Οι Δήμοι παραχωρούν τα οικόπεδα και αναλαμβάνουν το κόστος σύνδεσης με το δίκτυο, καθώς και το κόστος αποθήκευσης (δεξαμενές, κ.τ.λ.). Οι Δήμοι (ή το Δημόσιο) δεσμεύονται να αγοράζουν για μια 10ετία εγγυημένη ποσότητα πόσιμου νερού, σε τιμή που υπερκαλύπτει το κόστος παραγωγής ώστε να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα των μονάδων. Κατά τους χειμερινούς μήνες θα πρέπει να είναι εξασφαλισμένη η διάθεση τουλάχιστον του 60% της παραγωγικής δυναμικότητας, διότι η παύση λειτουργίας των μονάδων είναι οικονομικά ασύμφορη και δημιουργεί τεχνικά προβλήματα.

Χρηματοδότηση: Εξετάζονται δύο σενάρια: α) Ιδία συμμετοχή 60%, Επιδότηση 40% και β) Ιδία συμμετοχή 30%, Τραπεζικός δανεισμός 30% και Επιδότηση 40%. Το επιτόκιο 10ετούς δανείου είναι 8%.

Αποσβέσεις: Μέσος συντελεστής απόσβεσης 10%.

Επενδύσεις αντικατάστασης: Η μέση διάρκεια ζωής του εξοπλισμού (εκτός των μεμβρανών που το κόστος αντικατάστασης τους υπολογίζεται στα λειτουργικά έξοδα) είναι 8 χρόνια. Με δεδομένο ότι η μονάδα πρέπει να παραδοθεί εν λειτουργία και σε καλή κατάσταση, προβλέπονται επενδύσεις αντικατάστασης από το 3^ο μέχρι το 10^ο έτος, συνολικού κόστους 120 χιλ. ευρώ.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου για την οικονομική αποδοτικότητα της συγκεκριμένης μονάδας αφαλάτωσης για διάφορα επίπεδα τιμών πώλησης (που προκύπτουν από διάφορους συντελεστές προσαύξησης επί του συνολικού κόστους παραγωγής προ χρηματοοικονομικών εξόδων και φόρων) φανερώνουν ότι η επένδυση γίνεται ελκυστική για τους ιδιώτες επενδυτές σε τιμές προσαυξημένες τουλάχιστον κατά 25% στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά ίδια κεφάλαια (IRR προ φόρων 18,6%) και κατά 20% με τραπεζική χρηματοδότηση του 30% του σχεδίου. Και όλα αυτά σε επίπεδα τιμών πολύ λογικά για τις συνθήκες των νησιών.

Δείκτες Εσωτερικής Απόδοσης (IRR) Π.Φ. με διάφορα σενάρια τιμών πώλησης

Επενδυτικό σχέδιο χωρίς τραπεζικό Δανεισμό, επιδότηση 40%							
Προσαύξηση επί του κόστους	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%
Περιθώριο Καθαρού Κέρδους	2%	6%	11%	14%	18%	21%	24%
Κόστος παραγωγής	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841
Τιμή Πώλησης	0,859	0,900	0,940	0,981	1,022	1,063	1,104
Δείκτης Εσωτερικής Απόδοσης	1,9%	6,7%	11,0%	14,9%	18,6%	22,1%	25,5%
Επενδυτικό σχέδιο με Ι.Σ. 30%, Τραπεζικό Δανεισμό 30%,επιδότηση 40%.							
Προσαύξηση επί του κόστους (προ χρηματοοικονομικών)	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%
Περιθώριο Καθαρού Κέρδους	-2%	3%	7%	11%	15%	18%	21%
Κόστος παραγωγής	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841
Τιμή Πώλησης	0,859	0,900	0,940	0,981	1,022	1,063	1,104
Δείκτης Εσωτερικής Απόδοσης	4,6%	12,6%	19,5%	25,9%	31,9%	37,7%	43,2%

Συμπεράσματα

Οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών, η εξάντληση-υποβάθμιση των υπόγειων αποθεμάτων καθώς και οι δημογραφικές και λοιπές αλλαγές(αύξηση πληθυσμού, τουρισμός, κ.τ.λ.) δημιουργούν σοβαρά προβλήματα λειψυδρίας στα νησιά και ορισμένες παράκτιες περιοχές, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες. Η κακή διαχείριση των υδατικών πόρων που θεωρείται από τα σημαντικότερα αίτια της λειψυδρίας, οφείλεται στην υπερεκμετάλλευση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και των επιφανειακών υδάτων, στην έλλειψη σχεδίου διαχείρισης, στις κακές υποδομές(δίκτυα ύδρευσης, δεξαμενές, εξοικονόμηση ή ανακύκλωση νερού), αλλά και στις προσωρινές ή μη αποτελεσματικές προσπάθειες που έγιναν στο παρελθόν. Σε πολλές περιπτώσεις, οι εναλλακτικές λύσεις που εφαρμόστηκαν δεν ήταν αποτελεσματικές ή οικονομικά βιώσιμες και παρά το υψηλό κόστος τους δεν συνέβαλαν στην επίλυση των προβλημάτων(λιμνοδεξαμενές, νέες γεωτρήσεις, έργα εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων, μεταφορά νερού).

Η οξύτητα των σημερινών προβλημάτων, η έλλειψη εναλλακτικών επιλογών και κυρίως οι προβλεπόμενες αυξημένες ανάγκες για την επόμενη 10ετία, επιβάλλουν την αφαλάτωση σαν την πλέον αξιόπιστη και ενδεδειγμένη λύση τόσο από οικονομική όσο και από περιβαλλοντική άποψη. Ήδη αρκετές χώρες της Μεσογείου και της Μέσης Ανατολής, όπως το Ισραήλ, η Κύπρος, η Μάλτα, η Ισπανία(Κανάρια νησιά, κ.τ.λ.) και οι χώρες του Κόλπου, καλύπτουν μεγάλο ή και το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών τους σε νερό με τη χρήση συστημάτων αφαλάτωσης.

Σε πρώτη φάση η αφαλάτωση θα έπρεπε να εξετασθεί ως η μόνη βιώσιμη λύση που θα υποκαθιστούσε τη μεταφορά νερού στα άνυδρα νησιά, θα εξασφάλιζε υψηλής ποιότητας πόσιμο νερό και θα μείωνε το κόστος κατά 2-3 φορές (συγκριτικά με τη μεταφορά). Σε δεύτερη φάση θα μπορούσε να επεκταθεί σε παράκτιες περιοχές με σοβαρά προβλήματα υποβάθμισης του υδροφόρου ορίζοντα, για τις οποίες η μεταφορά νερού από την ενδοχώρα είναι ασύμφορη ή δύσκολη.

Με τα σημερινά επίπεδα τεχνολογίας και κόστους παραγωγής η βιωσιμότητα των μονάδων αφαλάτωσης που θα δημιουργηθούν από τους δήμους ή ιδιώτες επενδυτές μπορεί να εξασφαλισθεί και με σχετικά χαμηλά επίπεδα τιμών συγκριτικά με τις επικρατούσες στα νησιά.

Το συνολικό μέγεθος των αναγκών για αφαλατωμένο νερό είναι δύσκολο να εκτιμηθεί αλλά πιθανότατα την επόμενη 5ετία θα είναι της τάξης των 250-500.000 m³ ημερησίως (με συντηρητικές υποθέσεις και χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι ανάγκες μεγάλων ξενοδοχειακών συγκροτημάτων ή εγκαταστάσεων γκολφ).

Εκτός από την ριζική επίλυση των προβλημάτων λειψυδρίας, η αξιοποίηση των συγκριτικών πλεονεκτημάτων που διαθέτει η χώρα μας για την ανάπτυξη τεχνολογίας πλωτών μονάδων αφαλάτωσης, θα μπορούσε να συμβάλει στην οικονομική πρόοδο, μέσω της δημιουργίας μιας βιομηχανικής δραστηριότητας με εξαιρετικά ελπιδοφόρες προοπτικές (offshore πλωτά αιολικά πάρκα, εξαγωγές πλωτών μονάδων αφαλάτωσης σε άλλες νησιωτικές χώρες ή σε αναπτυσσόμενες περιοχές που αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα ποιότητας του πόσιμου νερού).

S.W.O.T. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΛΑΔΟΥ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ (OPPORTUNITIES)	ΑΠΕΙΛΕΣ (THREATS)
Η αφαλάτωση αποτελεί σήμερα τη μόνη βιώσιμη λύση για κάλυψη των αναγκών ύδρευσης των άνυδρων νησιών.	Όξυνση του ανταγωνισμού και κυριαρχία σε παγκόσμιο επίπεδο λίγων πολυεθνικών εταιριών.
Δυνατότητες αξιοποίησης του σημαντικού αιολικού δυναμικού για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της αφαλάτωσης.	Πιθανή επιδείνωση της οικονομικής κρίσης στη χώρα και των σοβαρών οικονομικών προβλημάτων της τοπικής αυτοδιοίκησης.
Τεράστιες προοπτικές ανάπτυξης της αφαλάτωσης, λόγω των προβλημάτων υφαλμύρωσης ή εξάντλησης των υπόγειων υδροφορέων στις παράκτιες περιοχές.	Ενδεχομένως αρνητικές επιπτώσεις στο θαλάσσιο οικοσύστημα ορισμένων περιοχών με σημαντικές ανάγκες αφαλάτωσης.
Τεχνολογικές εξελίξεις (νανοτεχνολογία, κ.τ.λ.) που θα μειώσουν δραματικά το κόστος παραγωγής την επόμενη 10ετία.	Χαμηλή αποδοχή από τις τοπικές κοινωνίες της χρήσης αιολικής ενέργειας για αφαλάτωση.
Δυνατότητες ανάπτυξης εγχώριου βιομηχανικού κλάδου πλωτών αιολικών μονάδων αφαλάτωσης και τεχνολογιών offshore αιολικών πάρκων.	Αρνητικές επιπτώσεις στη ζήτηση νερού λόγω μείωσης της τουριστικής δραστηριότητας, σε περίπτωση επιδείνωσης της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης.
Αυξανόμενη ζήτηση νερού στις νησιωτικές περιοχές λόγω της τουριστικής δραστηριότητας και της πληθυσμιακής ανάπτυξης.	Συρρίκνωση της εθνικής οικονομίας λόγω ενδογενών προβλημάτων με αρνητικές επιπτώσεις στην αγοραστική ικανότητα των καταναλωτών ή την ψυχολογία των επενδυτών.
ΙΣΧΥΡΑ ΣΗΜΕΙΑ (STRENGTHS)	ΑΔΥΝΑΤΑ ΣΗΜΕΙΑ (WEAKNESSES)
Οι ιδιαιτερότητες της Ελληνικής αγοράς (μικρές μονάδες, απομακρυσμένες περιοχές, ειδικές συνθήκες νησιωτικού χώρου, κ.τ.λ.) αποτελούν φραγμούς εισόδου των πολυεθνικών εταιριών.	Έλλειψη εξειδικευμένου θεσμικού πλαισίου για την αφαλάτωση, πολλοί εμπλεκόμενοι φορείς, γραφειοκρατία, φαινόμενα διαφθοράς στην τοπική αυτοδιοίκηση.
Ύπαρξη εγχώριας τεχνολογίας και τεχνογνωσίας στην κατασκευή μικρών ή πλωτών αιολικών μονάδων αφαλάτωσης.	Κόστος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των μονάδων αφαλάτωσης σε οικολογικά ευαίσθητες και εξαιρετικού κάλλους περιοχές (τα περισσότερα νησιά και αρκετές παράκτιες περιοχές).
Μη απαγορευτικό κόστος νερού λόγω του σχετικά υψηλού εισοδηματικού επιπέδου των περισσότερων νησιών με αυξημένες ανάγκες νερού.	Προβλήματα λειτουργίας και συντήρησης των μονάδων σε απομακρυσμένες περιοχές (διακοπές ρεύματος, έλλειψη υποδομών, κ.τ.λ.).
Μικρές δυνατότητες επίλυσης των προβλημάτων έλλειψης πόσιμου νερού με άλλους τρόπους (εξοικονόμηση νερού, ανακύκλωση, μικρά φράγματα συγκράτησης, λιμνοδεξαμενές, κ.τ.λ.).	Εντονότατη εποχικότητα στη ζήτηση νερού που έχει σαν συνέπεια την χαμηλή αξιοποίηση των εγκαταστάσεων τους χειμερινούς μήνες και την ανάγκη πρόσθετων επενδύσεων (λιμνοδεξαμενών, υδραγωγείων, κ.τ.λ.).

Βιβλιογραφία-πηγές:

Dow Water & Process Solutions, FILMTEC: Reverse Osmosis Membranes, Technical Manual, 2007.

Global Water Intelligence: Seawater reverse osmosis desalination plant costs, V. 10, Is. 11 (Nov 2009).

IDA: Desalination Data 2008, Διάφορες μελέτες.

IDE Technologies Ltd: Environmental Aspects of a Desalination Plant in Ashkelon(Rachel Einav, Fredi Lokiec),2008.

Jacques Bendelac: Développement de la desalinisation en Israël, Desalination 2008.

Lenntech BV.: Reverse Osmosis Desalination Costs Analysis, 2009.

Pacific Institute: The World's Water 2008-2009,The Biennial Report on Freshwater Resources

UNEP: Στατιστικά στοιχεία.

Veolia: Ashkelon Desalination Plant Seawater Reverse Osmosis (SWRO) Plant.

Water-Technology: Βάση δεδομένων για projects αφαλάτωσης, 2009.

WWAP: Water in a changing world 2009.

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών: Διάφορες μελέτες

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο: Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, Αθήνα, Φεβρουάριος 2008.

Διάφορες μελέτες και διπλωματικές εργασίες του ΕΜΠ, Τομέας Υδατικών Πόρων, Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών, Εργαστήριο Οργάνωσης Παραγωγής, κ.τ.λ..

Καλλία Α.: «Υδροηλεκτρική Ενέργεια και Διαχείριση Υδάτινων Πόρων», Περιοδικό Αμφίβιον, Θεσσαλονίκη 2008.

Κοινοπραξία Υδατοσυστημάτων Αιγαίου: Μελέτη ανάπτυξης εργαλείων διαχείρισης υδατικών πόρων των νήσων Αιγαίου, 2008.

Μουτάφης Παναγιώτης: Κάλυψη της ζήτησης ενέργειας και νερού με αιολική ενέργεια και αφαλάτωση στη νήσο Σίκινο, ΕΜΠ, 2008.

Οικονομικό Δελτίο Alpha Bank: Το νερό ως αγαθό σε ανεπάρκεια.Τ.208, Ιούλιος 2008.

ΤΕΙ Πειραιά, Εργαστήριο Ήπιων Μορφών Ενέργειας & Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήμα Μηχανολογίας: Διαχείριση υδάτινων πόρων στα νησιά του Αιγαίου. Σύνθεση εναλλακτικών λύσεων.

Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων Κύπρου: Ετήσια έκθεση και παρουσιάσεις, 2009.

ΥΠΑΝ: Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας, 2003.

ΥΠΕΧΩΔΕ: Εισηγητική έκθεση για το σχέδιο νόμου « Προστασία και Διαχείριση Υδάτων», 2003.

Εφημερίδες-Περιοδικά-internet: Ειδήσεις και άρθρα.

Disclaimer: Το παρόν ενημερωτικό σημείωμα συνιστά διαφημιστική ανακοίνωση ενημερωτικού περιεχομένου και δεν αποτελεί σε καμία περίπτωση επενδυτική συμβουλή ούτε υποκίνηση ή προσφορά για συμμετοχή σε οποιαδήποτε συναλλαγή. Καμία πληροφορία που εμπεριέχεται σε αυτό, δεν θα πρέπει να εκληφθεί, σε καμία περίπτωση, ως κατάλληλη επένδυση για τον παραλήπτη, ούτε μέσο επίτευξης των συγκεκριμένων επενδυτικών στόχων ή κάλυψης οποιωνδήποτε άλλων αναγκών του παραλήπτη, ούτε υποκατάστατο τυχόν συμβατικών κειμένων που αφορούν τις περιγραφόμενες σε αυτό συναλλαγές. Για τους λόγους αυτούς, κάθε επενδυτής θα πρέπει να προβεί στη δική του αξιολόγηση οποιασδήποτε πληροφορίας παρέχεται στην παρούσα επικοινωνία και δεν θα πρέπει να βασίζεται σε οποιαδήποτε τέτοια πληροφορία ως εάν αυτή αποτελούσε επενδυτική συμβουλή. Το παρόν δε συνιστά, επίσης, έρευνα στον τομέα των επενδύσεων και, συνεπώς, δεν καταρτίστηκε από την Τράπεζα Πειραιώς σύμφωνα με τις απαιτήσεις του νόμου που αποσκοπούν στη διασφάλιση της ανεξαρτησίας της έρευνας στον τομέα των επενδύσεων. Οι πληροφορίες που εκτίθενται στο παρόν βασίζονται σε πηγές που διατίθενται στο κοινό και που θεωρούνται αξιόπιστες. Η Τράπεζα δεν φέρει καμία ευθύνη ως προς την ακρίβεια ή πληρότητα των πληροφοριών αυτών. Οι απόψεις και εκτιμήσεις που εκτίθενται στο παρόν αφορούν την τάση της εγχώριας και των διεθνών χρηματοοικονομικών αγορών κατά την αναγραφόμενη ημερομηνία και υπόκεινται σε αλλαγές χωρίς ειδοποίηση. Η Τράπεζα ενδέχεται, ωστόσο, να συμπεριλαμβάνει στο παρόν έρευνες στον τομέα των επενδύσεων, οι οποίες έχουν εκπονηθεί από τρίτα πρόσωπα που δεν ανήκουν στον όμιλο της. Η Τράπεζα δεν τροποποιεί τις ως άνω έρευνες, αλλά τις παραθέτει αυτούσιες, και, συνεπώς, δεν αναλαμβάνει οποιαδήποτε ευθύνη για το περιεχόμενο αυτών. Ο όμιλος της Τράπεζας Πειραιώς είναι ένας οργανισμός με σημαντική ελληνική, αλλά και αυξανόμενη διεθνή παρουσία, και μεγάλο εύρος παρεχόμενων επενδυτικών υπηρεσιών. Στο πλαίσιο των επενδυτικών υπηρεσιών που παρέχει η Τράπεζα ή/και άλλες εταιρείες του ομίλου της ενδέχεται να ανακύψουν περιπτώσεις σύγκρουσης συμφερόντων σε σχέση με τις παρεχόμενες στο παρόν πληροφορίες. Σχετικά επισημαίνεται ότι η Τράπεζα και οι εταιρείες του ομίλου της μεταξύ άλλων: α) Δεν υπόκειται σε καμία απαγόρευση όσον αφορά τη διαπραγμάτευση για ίδιο λογαριασμό ή στο πλαίσιο διαχείρισης χαρτοφυλακίου πριν από τη δημοσιοποίηση του παρόντος φυλλαδίου, ή την απόκτηση μετοχών πριν από δημόσια έγγραφη. β) Ενδέχεται να παρέχει έναντι αμοιβής σε κάποιον από τους εκδότες, για τους οποίους παρέχονται με το παρόν πληροφορίες, υπηρεσίες επενδυτικής τραπεζικής. γ) Ενδέχεται να συμμετέχει στο μετοχικό κεφάλαιο εκδοτών ή να έλκει άλλα χρηματοοικονομικά συμφέροντα από αυτούς. δ) Ενδέχεται να παρέχει υπηρεσίες ειδικού διαπραγματευτή ή αναδόχου σε κάποιους από τους αναφερόμενους στο παρόν εκδότες. ε) Η Τράπεζα Πειραιώς ενδεχομένως να έχει εκδώσει σημειώματα διαφορετικά ή μη συμβατά με τις πληροφορίες που εκτίθενται στο παρόν σημείωμα. Ρητά επισημαίνεται ότι: α) τα αριθμητικά στοιχεία αναφέρονται στο παρελθόν και ότι οι προηγούμενες επιδόσεις δεν αποτελούν ασφαλή ένδειξη μελλοντικών επιδόσεων. β) τα αριθμητικά στοιχεία αφορούν προσομοίωση προηγούμενων επιδόσεων και ότι οι προηγούμενες αυτές επιδόσεις δεν αποτελούν ασφαλή ένδειξη μελλοντικών επιδόσεων. γ) οι προβλέψεις σχετικά με τις μελλοντικές επιδόσεις δεν αποτελούν ασφαλή ένδειξη μελλοντικών επιδόσεων. δ) η φορολογική μεταχείριση των αναφερόμενων στο παρόν πληροφοριών και συναλλαγών εξαρτάται και από τα ατομικά δεδομένα εκάστου επενδυτή και ενδέχεται να μεταβληθεί στο μέλλον. Ως εκ τούτου ο παραλήπτης οφείλει να αναζητήσει ανεξάρτητες συμβουλές ως προς τη φορολογική νομοθεσία που τον διέπει. ε) Η Τράπεζα Πειραιώς δεν υποχρεούται να ενημερώνει ή να κρατά επίκαιρες τις πληροφορίες που εμπεριέχονται στο παρόν.