

"ΥΔΑΤΙΝΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ"

Ημερίδα με θέμα

"Υδάτινοι Πόροι και

Μέθοδοι Παραγωγής

Πόσιμου Νερού"

διοργάνωσε ο ΣΕΜ στις

9 Δεκεμβρίου '98.

Η Εκδήλωση έγινε στην

Αίθουσα Εκδηλώσεων

του Διοικητικού

Μεγάρου της Τράπεζας

Κύπρου και

τελούσε υπό την αιγίδα

του έντιμου Υπουργού

Γεωργίας, Φυσικών

Πόρων και

Περιβάλλοντος κ. Κώστα

Θεμιστοκλέους.

Την Ημερίδα χαιρέτησαν: Ο Υπουργός Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος κ. Κώστας Θεμιστοκλέους, ο Πρόεδρος του Επιστημονικού Τεχνικού Επιμελητηρίου Κύπρου κ. Νίκος Μεσαρίτης και ο Πρόεδρος του Συνδέσμου Επιστημόνων Μηχανικών Κύπρου Δρ Στέλιος Στυλιανού.

Στο χαιρετισμό του στην Ημερίδα ο Πρόεδρος του ΣΕΜ Δρ Στέλιος Στυλιανού ανέφερε τα πιο κάτω:

«Η σημερινή υδατική κατάσταση στην Κύπρο είναι τραγική. Παρά τα μέτρα που λαμβάνονται, τα φράγματα από τέλος του '98 θα είναι σχεδόν κενά. Σε περίπτωση που και η φετινή χρονιά θα είναι χρόνος ανομβρίας, τότε η υδατική κατάσταση θα είναι κατά πολύ πιο τραγική από τη σημερινή.

Δεν είναι υπερβολή να πούμε ότι μετά το εθνικό, το υδατικό πρόβλημα είναι το πιο σοβαρό που αντιμετωπίζει σήμερα η Κύπρος.

Η υδατική κατάσταση στην Κύπρο συζητείται έντονα τώρα σαν αποτέλεσμα της ανομβρίας των τελευταίων χρόνων. Αν όμως η φετινή χρονιά γεμίσει τα φράγματα είμαι σχεδόν σίγουρος ότι αρκετοί θα ξεχάσουν το πρόβλημα για να το ξαναθυμηθούν σε χρονιές ανομβρίας. Δυστυχώς, πρέπει να κακίσουμε την κοντόφθαλμη αυτή προσέγγιση που σαν επιστημονικές μηχανικές δεν μπορούμε παρά να χαρακτηρίσουμε αντιεπιστημονική και να εκφράσουμε την έντονη κριτική μας γιατί τα πράγματα αφήθηκαν να καταλήξουν στη σημερινή τραγική κατάσταση. Είναι επιτακτική ανάγκη να γίνει επεξεργασία μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής με την ανάλογη υιοθέτηση δέσμης πρακτικών αποφάσεων και μέτρων υλοποίησης.

Στη χάραξη αυτής της στρατηγικής και τη λήψη μέτρων υλοποίησης όλοι οι επιστημονικοί φορείς έχουν να διαδραματίσουν το δικό τους ρόλο. Τονίζουμε την ανάγκη υιοθέτησης μιας μακροχρόνιας υδατικής πολιτικής με στόχο όχι απλώς την απάμβλυνση του προβλήματος αλλά και της αποτελεσματικής αντιμετώπισης του λαμβάνοντας όλα εκείνα τα τεχνικά μέτρα που απαιτούνται για την όσο λιγότερη επιβάρυνση στο περι-

βάλλον αλλά και κωφεύοντας σε ατεκμηριώτες διαιρητικές διαφόρων ομάδων πίεσης.

Με βάση τα πιο πάνω, η Ημερίδα που διοργανώνει σήμερα ο ΣΕΜ, ελπίζουμε ότι θα προσφέρει προβληματισμό και θα οδηγήσει σε κάποια χειροπιαστά συμπεράσματα και εισηγήσεις για το καλό της Κύπρου. Ευελπιστούμε ότι με την Ημερίδα αυτή θα γίνουν εισηγήσεις που θα συνεισφέρουν στην όλη προσπάθεια για επίλυση του σοβαρού προβλήματος που αντιμετωπίζουμε.

Οι εκλεκτοί και έμπειροι εισηγητές που βρίσκονται σήμερα μαζί μας, οι κ.κ. Γεράσιμος Καραμοντάνης, Σωτήρης Καλογήρου, Κύρος Σαββίδης και Ιωάννης Γκλέκας είναι καλοί γνώστες του θέματος, έχουν πολύχρονη τριβή και πείρα και είμαι σίγουρος ότι θα προσφέρουν τη γνώση τους για προβληματισμό με σκοπό την προσπάθεια για επίλυση του προβλήματος. Το Διοικητικό Συμβούλιο του ΣΕΜ τους ευχαριστεί θερμά για το χρόνο που έχουν αφιερώσει για την προετοιμασία των εισηγήσεων τους.

Ευχαριστούμε τον Υπουργό Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος κ. Κώστα Θεμιστοκλέους, ο οποίος με προθυμία έθεσε υπό την αιγίδα του την Ημερίδα.

Το Διοικητικό Συμβούλιο του ΣΕΜ ευχαριστεί θερμά τους Χορηγούς της Ημερίδας την Εταιρεία Α/φοί Καραμοντάνη Μηχανικοί Ατδ και τα Διυλιστήρια Αφαλάτωσης Δεκέλειας χωρίς τη βοήθεια των οποίων όχι μόνο αυτή η Ημερίδα αλλά και το υπόλοιπο φιλόδοξο πρόγραμμα δραστηριοτήτων του ΣΕΜ θα ήταν πολύ δύσκολο αν όχι αδύνατο να πραγματοποιηθεί.

Ευχαριστούμε επίσης την Τράπεζα Κύπρου για την ευγενή παραχώρηση της αίθουσας εκδηλώσεων για τη διοργάνωση της Ημερίδας».

ΥΔΑΤΙΝΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΟΧΗΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

του Δρ Μηχ. Κύρου Σαββίδη*

Το θέμα των υδάτινων πόρων και η παροχή πόσιμου νερού είναι τόσο πολύπλοκο και μεγάλο, που όταν γίνεται αναφορά για όλους τους τομείς τότε ο χρόνος των 20 λεπτών δεν είναι αρκετός για να δοθούν στοιχεία σε βάθος, και με λεπτομέρεια.

Είναι πολύ γνωστό το γεγονός ότι η βροχοπτώση στην Κύπρο είναι ετήσια, κατά μέσον όρον της τάξης των 500μμ και η ποσότητα αυτή μειώνεται από δεκαετία σε δεκαετία. Αντίθετα οι αυξανόμενες ανάγκες τόσο σε πόσιμο νερό, όσο και για άλλους βιομηχανικούς και γεωργικούς σκοπούς είναι πολύ μεγάλες.

Η αύξηση σε αριθμούς των μικρών και μεγάλων βιομηχανικών μονάδων, η αύξηση του τουρισμού από χρόνο σε χρόνο, η αύξηση του πληθυσμού της Κύπρου και οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες κατ' άτομο τον χρόνο, αποτελούν μόνο ένα μέρος των αυξητικών αναγκών.

ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΝΕΡΟΥ

Μέχρι τα μέσα του 1974 η μόνη παροχή πόσιμου νερού ήταν οι πηγές και οι γεωτρήσεις. Σε πολύ μεμονωμένες περιπτώσεις ιδιαίτερα για την υδατοπρομήθεια των μεγάλων αστικών κέντρων, γινόταν η χλωρίωση του νερού, που είχε σαν

σκοπό να σκοτώνει παθογενείς μικροοργανισμούς και το νερό να είναι κατάλληλο προς πόση από βακτηριολογικής άποψης.

Η πρώτη όμως επεξεργασία νερού, σε μεγάλες ποσότητες, έγινε το 1974 όταν είχε αποπερατωθεί η κατασκευή του Διυλιστηρίου Νερού Χοιροκοιτίας. Η παροχή ακατέργαστου νερού για επεξεργασία ήταν από τα Λεύκαρα που ήταν και ο πρώτος υδατοφράκτης που κατασκευάστηκε για παροχή νερού για υδρευτικούς σκοπούς.

Μετά την κατασκευή του υδατοφράκτη Λευκάρων έχουν κατασκευαστεί και αρκετοί άλλοι υδατοφράκτες όπως εκείνοι του Βασιλικού - Πεντάσχοινου, του Νότιου Αγωγού, του Διποτάμιου, Καλαβασού και του Κούρρη που είναι και ο μεγαλύτερος στην Κύπρο, χωρητικότητας 115 εκατομμυρίων τόνων.

Κατά περιόδους αντλείτο επίσης νερό από τον υδατοφράκτη Γερασόγιας στο Διυλιστήριο Νερού Χοιροκοιτίας για επεξεργασία και παροχή νερού στις επαρχίες Λάρνακας και Αμμοχώστου. Το Διυλιστήριο Νερού Χοιροκοιτίας ήταν δυναμικότητας 22,000 κμ/ημέρα και το 1980 επεκτάθηκε στις 33,000 κμ/ημέρα.

Το δεύτερο Διυλιστήριο που κατασκευάστηκε είναι εκείνο του Κόρνου (το 1985) το οποίο παρέχει πόσιμο νερό για την υδατοπρομήθεια της Λευκωσίας. Αυτό το διυλιστήριο είναι δυναμικότητας 33,000 κμ/ημέρα με προοπτική αύξησης του στις 48,000 κμ/ημέρα.

Το τρίτο διυλιστήριο είναι εκείνο της Λεμεσού (το 1993) που είναι δυναμικότητας 40,000 κμ/ημέρα με προοπτική επέκτασης στις 80,000 κμ/ημέρα.

Για την παροχή νερού στην κοινότητα Αθηνών έχουν εισαχθεί δύο μικρές κινητές μονάδες διύλισης, από την Ιταλία. Η κάθε κινητή μονάδα είναι δυναμικότητας 250κμ/ημέρα και λειτουργούν κατά περιόδους όταν υπάρχει μεγάλη ζήτηση νερού από την Αθήνα, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Αρχές του 1999 θα λειτουργήσει και νέο Διυλιστήριο Νερού στην Τερσεφάνου του οποίου η δυναμικότητα θα είναι 60,000 κμ/ημέρα με προοπτική επέκτασης στις 90,000 κμ/ημέρας. Στο Διυλιστήριο Τερσεφάνου θα διυλίζεται νερό από τον υδατοφράκτη Κούρρη, που θα παρέχεται συμπληρωματικά για την υδατοπρομήθεια των Επαρχιών Λάρνακας Αμμοχώστου και Λευκωσίας.

Ακόμη ένα διυλιστήριο προβλέπεται να κατασκευαστεί στην Πάφο όπου θα διυλίζεται νερό από τον υδατοφράκτη του Ασπρόκρεμμου.

Η κατασκευή όμως νέων γεωτρήσεων, υδατοφρακτών και Διυλιστηρίων Νερού αποδείχθηκε ότι δεν είναι αρκετό για την ικανοποίηση όλων των αναγκών της Κύπρου σε πόσιμο νερό. Κατά την περίοδο των 10 τελευταίων χρόνων (Πίνακας αρ. 1) μόνον μια φορά, κατά το υδρολογικό έτος 1991-1992 η βροχοπτώση ξεπέρασε τον μέσο όρο βροχοπτώσης των 500 μμ και μια ακόμη φορά ήταν το ίδιο με τον μέσο όρο βροχοπτώσης.

Πολύ πιο ενδεικτικό όμως είναι η ποσότητα του νερού που έχουν σήμερα οι υδατοφράκτες (Πίνακας 2).

Η ολική ποσότητα του νερού που έχουν όλοι οι υδατοφράκτες είναι 14 εκατομύρια κμ ή 5.0% της ολικής χωρητικότητας. Οι δε υδατοφράκτες που παρέχουν νερό για υδατοπρομήθεια (Νότιου Αγωγού και Βασιλικού - Πεντάσχοινου) είναι μόλις 2 εκατομύρια κμ ή 1,2% της ολικής τους χωρητικότητας.

Ενδεικτικό της τόσο σοβαρής κατάστασης με τις ποσότητες νερού που είναι στους υδατοφράκτες, είναι το γεγονός ότι σε καλούς καιρούς από το 1975 μέχρι το 1985 μόνον στο Διυλιστήριο Χοιροκοιτίας εδιδυλίζονταν ετήσια 8-10 εκ. κμ νερού.

Για την απάμβληση του προβλήματος έχουν ληφθεί μέτρα για την μείωση παροχής νερού για αρωματικούς σκοπούς τόσο από τους υδατοφράκτες όπως και από αρκετές γεωτρήσεις, που αντλούν νερό

*Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων

από διάφορα υδροφόρα στρώματα. Ήδη στις πλείστες περιπτώσεις σταμάτησε να παρέχεται νερό για τις μη μόνιμες φυτείες και επιπρόσθετα μειώθηκε δραστικά η παροχή νερού για τις μόνιμες φυτείες.

Επίσης, έχει αρχίσει και η εκστρατεία για ευαισθητοποίηση του κοινού, για εξοικονόμηση του νερού και αυτή η εκστρατεία θα πρέπει να συνεχιστεί πάνω σε μόνιμη βάση είτε έχουμε είτε δεν έχουμε ανομβρία. Ολος ο κόσμος πρέπει να συνειδητοποιήσει ότι το νερό είναι πολύτιμο και ότι χωρίς αυτό δεν μπορεί να υπάρξει ανάπτυξη σε οποιονδήποτε τομέα. Ιδιαίτερα θα επηρεαστούν τόσο η βιομηχανία όσο και ο τουρισμός, η γεωργία και η κτηνοτροφία, και αυτό θα είχε αλυσιδωτές αρνητικές επιπτώσεις και στην οικονομία της Κύπρου.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Από το 1988, όταν ξεκίνησαν να παρουσιάζονται συχνά ανομβρίες, πάρθηκε η πολιτική απόφαση για την κατασκευή συστημάτων αφαλάτωσης, όπου αφαλατώνεται θαλάσσιο νερό και παρέχεται στην συνέχεια για την υδατοπρομήθεια.

Η πιο πάνω πολιτική απόφαση θεωρήθηκε πολύ σημαντική, διότι την μη παροχή αφαλατωμένου νερού σήμερα δεν θα είχαμε, χωρίς καμιά υπερβολή, ούτε σταγόνα νερού στους υδατοφράκτες και το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων δεν θα είχε καμιά άλλη επιλογή, παρά από το να παρέχει υφάλμυρα νερά, οπωσδήποτε ακατάλληλα προς πόση.

Σήμερα στην Κύπρο λειτουργεί ένα Διυλιστήριο Αφαλάτωσης στη Δεκέλεια, το οποίο ανήκει στην Εταιρεία "Caramondani Plants Ltd", και κατασκευάστηκε μετά από ζήτηση Διεθνών Προσφορών από την Κυβέρνηση. Η πιο πάνω Εταιρεία ανέλαβε την υποχρέωση να παρέχει στην Κυβέρνηση 40,000 κμ ημερήσια, στην τιμή των 54σ ανά κμ, και αντίστοιχα η Κυβέρνηση είναι υποχρεωμένη να αγοράζει την πιο πάνω ποσότητα, καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου.

Επιπρόσθετα στα 54 σ./τόνο θα πρέπει να προστεθούν και άλλα 16 σ./τόνο ως έξοδα άντλησης και μισθοί αντλιοδηγών για παροχή του αφαλατωμένου νερού στον προορισμό του, κατά κύριο λόγο στην Επαρχία Αμμοχώστου αλλά και στην Λευκωσία και Λάρνακα.

Αντίθετα το κόστος του νερού

για διύλιση, λαμβάνοντας υπόψη μόνον τα τρέχοντα έξοδα χωρίς τη άντληση και απόσβεση των έργων ανέρχεται στα 4-5 σ./τόνο. Αν λάβουμε όμως υπόψη και τα έξοδα άντλησης και απόσβεσης, τότε το κόστος ανέρχεται στα 40 περίπου σεντ.

Ακόμη ένα Διυλιστήριο Αφαλάτωσης, θα λειτουργήσει στη Λάρνακα, που η κατασκευή του θα έχει αποπερατωθεί στις αρχές του 2000, πάλι μετά από ζήτηση προσφορών όπως έγινε και με το πρώτο. Το Διυλιστήριο αφαλάτωσης Λάρνακας θα είναι επίσης της ίδιας δυναμικότητας 40,000 κμ/ημέρα όπως και εκείνο της Δεκέλειας.

Δυο μικρότερης δυναμικότητας Διυλιστήρια Αφαλάτωσης θα κατασκευαστούν στον Άγιο Θεόδωρο Λάρνακας και στη Λεμεσό, για τα οποία έχουν ήδη ζητηθεί προσφορές, και η κατακύρωση των προσφορών είναι θέμα μερικών μόνον ημερών. Αλλά 2 μεγάλης δυναμικότητας Συστήματα Αφαλάτωσης προβλέπεται να κατασκευαστούν σε μετέπειτα στάδια για τις ανάγκες της Λεμεσού και της Πάφου.

ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Ο ποιοτικός έλεγχος επίσης έχει πολύ μεγάλη σημασία για την διασφάλιση της υγείας του κοινού και ο έλεγχος πρέπει να γίνεται με βάση τα Διεθνή κριτήρια και στα τακτά χρονικά διαστήματα που και αυτά καθορίζονται από τα Διεθνή Πρότυπα.

Κατά την περίοδο μεταξύ του 1974 και 1976 οι μόνες αναλύσεις νερού που διεκπεραιώνονταν από τους χειριστές του Διυλιστηρίου Νερού Χοιροκοιτίας ήταν η αγωγιμότητα, το χρώμα και η περιεκτικότητα του ολικού και ελεύθερου χλωρίου στο νερό. Επιπρόσθετα το Γενικό Χημείο του Κράτους έκανε ορισμένες βακτηριολογικές αναλύσεις.

Το 1976 λειτουργήσε το Χημείο του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων, στο Διυλιστήριο Νερού Χοιροκοιτίας, όπου διεκπεραιώνονταν οι συνήθεις χημικές αναλύσεις όπως είναι η αγωγιμότητα, η ολική ποσότητα διαλυτών αλάτων, η σκληρότητα και

ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΑ ΜΕΓΑΛΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΤΩΝ ΚΥΒΕΡΝΗΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Ημερομηνία: 7/12/98

Φράγμα	Χωρητικότητα Ε.Κ.Μ.	Ροή Νερού		Υφιστάμενη		Αντίστοιχη Περιουσία Ημερομηνία		Μέγιστη Αποθηκευμένη Ποσότητα 1998	
		Τελευτ. 3ημέρου Ε.Κ.Μ.	Συνολική Από 1/10 1998	Ποσότητα Ε.Κ.Μ.	% Χωρητι- κότητα	Ποσότητα Ε.Κ.Μ.	% Χωρητικ.	Ε.Κ.Μ.	Ημερομ.
		Κούρης	115.000	0,166	0,865	1,919	1,7	6,800	5,9
Ασπρόκρεμνος	52,375	0,000	0,165	8,107	15,5	12,300	23,5	16,891	13/4
Ευρέτου	24,000	0,000	0,013	2,679	11,2	2,800	11,7	4,728	1/5
Καλαβασός	17,100	0,000	0,001	0,049	0,3	0,842	4,9	1,130	10/4
Λεύκαρα	13,850	0,000	0,000	0,090	0,6	0,930	6,7	0,960	1/1
Διπόταμος	13,700	0,000	0,009	0,171	1,2	0,754	5,5	1,292	10/2
Γερμασόγεια	13,500	0,000	0,000	0,030	0,2	0,925	6,9	1,925	8/4
Πολεμιδιά	3,400	0,000	0,000	0,000	0,0	0,536	15,8	0,620	7/4
Μαυροκόλυμπος	2,180	0,000	0,022	0,170	7,8	0,538	24,7	1,120	23/4
Βυζακιά	1,690	0,000	0,000	0,234	13,8	0,527	31,2	0,540	1/1
Κίτι	1,600	0,000	0,086	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	
Ευλιάτος	1,220	0,000	0,012	0,121	9,9	0,218	17,9	0,543	14/4
Αργάκα	0,990	0,000	0,003	0,317	32,0	0,255	25,8	0,737	20/5
Πλωμός	0,860	0,000	0,003	0,106	12,3	0,061	7,1	0,492	22/4
Καλοπαναγιώτης	0,363	0,012	0,145	0,205	56,5	0,270	74,4	0,363	1/1-26/5
Αγία Μαρίνα	0,298	0,000	0,000	0,020	6,7	0,050	16,8	0,150	21/4
Αχνα	6,800	0,000	0,000	0,071	1,0	0,103	1,5	0,177	13/4
Ολικό	268,926	0,178	1,323	14,289	5,3%	27,909	10,4%	42,123	15,7%
ΟΛ. Ν.Α. & Β.Π.	173,150	0,166	0,875	2,259	1,3%	10,251	5,9%	15,762	9,1%

1. Ν.Α. & Β.Π. (Έργο Νοτίου Αγκυρά, Γερμασόγειας και Βασιλικού Πεντασχοίνου).

2. Η ροή υπολογίζεται με βάση την αλλαγή του υψομέτρου στα φράγματα και την κατανάλωση.

Θα γίνει ανασθεώρηση της ροής σε κατοπινό στάδιο αφού υπολογιστούν και οι απώλειες.

3. ΡΟΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΜΗΝΑ

ΡΟΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ Ν.Α. & Β.Π.

Οκτώβρη 0,000 Ε.Κ.Μ.
Νοέμβρη 0,833 Ε.Κ.Μ.
Δεκέμβρη 0,490 Ε.Κ.Μ.

Οκτώβρη 0,000 Ε.Κ.Μ.
Νοέμβρη 0,413 Ε.Κ.Μ.
Δεκέμβρη 0,461 Ε.Κ.Μ.

τα διάφορα ιόντα όπως είναι τα χλωριούχα, τα θειικά, τα νιτρικά και άλλα.

Το 1985 όταν λειτούργησε το Χημείο του Διυλιστήριου Νερού Κόρνου άρχισαν να διεκπεραιώνονται και βακτηριολογικές αναλύσεις όπως είναι τα κολοβακτηρίδια, τα εντερικά κολοβακτηρίδια, η ολική ποσότητα βακτηριδίων και οι ψευδομονάδες.

Στο ενδιάμεσο έχουν γίνει αρκετές επαφές μεταξύ λειτουργών του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων και του Γενικού Χημείου του Κράτους, για τον συστηματικό έλεγχο της ποιότητας του πόσιμου νερού, είτε αυτό προέρχεται από διυλιστήρια νερού είτε από υπόγειες πηγές και Συστήματα Αφαλάτωσης.

Το 1994 το Γενικό Χημείο του Κράτους σαν το αρμόδιο χημείο, υπεύθυνο, για την υγεία του λαού, άρχισε να εφαρμόζει ένα νέο σχέδιο παρακολούθησης της ποιότητας των πόσιμων νερών της Κύπρου. Κάθε τρεις μήνες διεκπεραιώνονται δειγματοληψίες από τα Διυλιστήρια Νερού, από το Διυλιστήριο Αφαλάτωσης, από γεωτρήσεις και από τις δεξαμενές των πόλεων και των μεγάλων κοινοτήτων, και διεκπεραιώνονται αναλύσεις διαφόρων οργανικών ουσιών, όπως είναι τα τριαιλογονομεθάνια και αρωματικές ενώσεις, διάφορα μικροστοιχεία, μέταλλα όπως είναι το αργίλιο, μόλυβδος, υδράργυρος, σίδηρος, ψευδάργυρος και βακτηριολογικές και άλλες αναλύσεις.

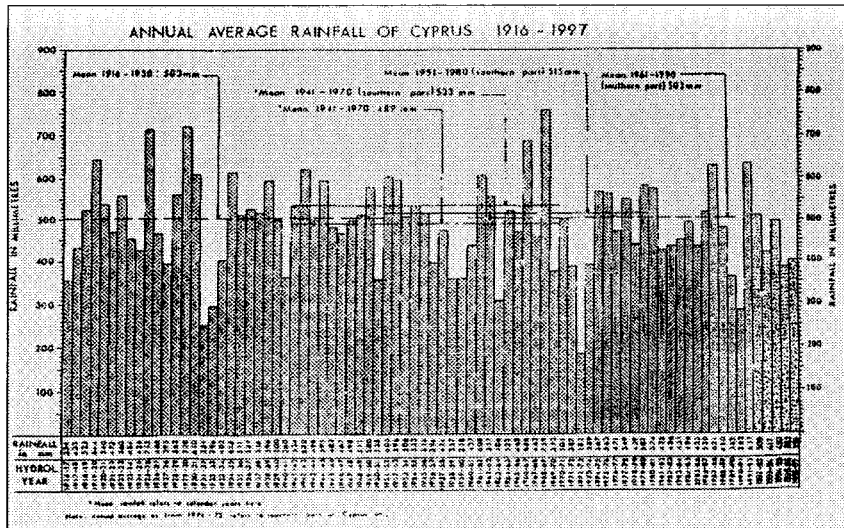
Κατ' αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται πλήρως η υγεία του κοινού, με βάση τα πρότυπα της ΕΡΑ, της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Διεθνούς Οργάνωσης Υγείας.

Υπό την προεδρία του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων έχει οριστεί Τεχνική Επιτροπή η οποία έχει ετοιμάσει εισηγήσεις για Κυπριακά Πρότυπα Πόσιμου Νερού. Ηδη οι εισηγήσεις έχουν σταλεί στο Υπουργείο Υγείας για να προωθηθούν στη Βουλή των Αντιπροσώπων για έγκριση μέσα στο 1999.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από όλα τα πιο πάνω φαίνεται καθαρά ότι το Υπουργείο Γεωργίας, Φυσιικών Πόρων και Περιβάλλοντος και κατ' επέκταση και το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων έχουν σαν σκοπό τους την παροχή πόσιμου νερού, κατάλληλου για ύδρευση τόσο από χημικής όσο και από βακτηριολογικής άποψης.

Η μέθοδος επεξεργασίας νερού



Water Quality Record		INDEX No: <input type="text"/>	
Water Development Department - Khirokitia Laboratory		C.I.N.: <input type="text"/>	
Source: <input type="text"/>	Source Name: <input type="text"/>		
Location: <input type="text"/>	District: <input type="text"/>		
Hydrological Area: <input type="text"/>	Town/Village: <input type="text"/>		
Hydrological Number: <input type="text"/>	Serial Number: <input type="text"/>		
Use/User: <input type="text"/>	File Number: <input type="text"/>		
Date of sampling: <input type="text"/>	Sampled by: <input type="text"/>		
General Interest: <input type="text"/>			
Specific Interest: <input type="text"/>			
Attention to: <input type="text"/>	Copy to: <input type="text"/>		
Remarks on sampling: <input type="text"/>			
Date in: <input type="text"/>	Date out: <input type="text"/>		
CHEMICAL/IONIC ANALYSIS			
RESULT	M.P.L.*	RESULT	M.P.L.*
Electr. Cond (µS/cm): <input type="text"/>		TDS, (ppm): <input type="text"/>	1200
Tot. Hard., CaCO ₃ , (ppm): <input type="text"/>	500	pH: <input type="text"/>	6,5-9,5
Chloride, Cl, (ppm): <input type="text"/>	350	Sodium, Na, (ppm): <input type="text"/>	250
Sulphate, SO ₄ , (ppm): <input type="text"/>	400	Potassium, K, (ppm): <input type="text"/>	12
Carbonate, CO ₃ , (ppm): <input type="text"/>		Calcium, Ca, (ppm): <input type="text"/>	150
Bicarbonate, HCO ₃ , (ppm): <input type="text"/>		Magnesium, Mg, (ppm): <input type="text"/>	80
Nitrate, NO ₃ , (ppm): <input type="text"/>	50		
Fluoride, F, (ppm): <input type="text"/>	1	Boron, B, (ppm): <input type="text"/>	1
Turbidity, (NTL): <input type="text"/>	1	Iron, Fe, (ppm): <input type="text"/>	0,2
Remarks of the analyst: <input type="text"/>			
*M.P.L.: Max. Permissible Level for W.S. (Cyprus Standards)		16/06/1998	

με την αφαλάτωση θαλάσσιου νερού είναι σήμερα μέσα στις συνθήκες που έχουμε η μοναδική λύση.

Τη μέθοδο παροχής νερού με την αφαλάτωση χρησιμοποιούν σήμερα μεταξύ πολλών άλλων χωρών,

το Ισραήλ, το Κουβέιτ και η Μάλτα. Ειδικά η Μάλτα τροφοδοτείται με αφαλατωμένο πόσιμο νερό σε ποσοστό 100%. ■

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

του Δρ Μηχ. Ιωάννη Π. Γκλέκα*

Η τραγική κατάσταση των υδατικών μας πόρων ως αποτέλεσμα της αδυναμίας να ανταποκριθεί το υδατικό σύστημα της Κύπρου στην παρατεταμένη ολιγομβρία των τελευταίων χρόνων, έφερε στο προσκήνιο την αναζήτηση μεθόδων παραγωγής πόσιμου νερού.

Οι λύσεις που προτάθηκαν περιλαμβάνουν την αφαλάτωση θαλασσινού νερού και την μεταφορά νερού με τάνκερς από γειτονικές χώρες.

Στην συνέχεια γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των μεθόδων αφαλάτωσης που είναι ευρέως διαδεδομένες σήμερα και δίνονται τεχνικά και οικονομικά στοιχεία κάθε μίας.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Παρόλο που ο προβληματισμός για την δυνατότητα μετατροπής του θαλασσινού νερού σε γλυκό υπάρχει σε πολυάριθμες αναφορές στην ιστορία της ανθρωπότητας, εν τούτοις το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για μια συσκευή απόσταξης θαλασσινού νερού για παραγωγή πόσιμου δόθηκε το 1675. Το 1872 σχεδιάστηκε, κατασκευάστηκε και λειτούργησε η πρώτη μεγάλη εγκατάσταση αφαλάτωσης με ηλιακή ενέργεια από τον Σουηδό μηχανικό Carlos Wilson. Η εγκατάσταση αυτή ημερήσιας δυναμικότητας 22,5 μ³ λειτούργησε για 40 χρόνια στο Chacabuco, Las Salinas της Χιλής και εξυπηρετούσε τις ανάγκες σε πόσιμο νερό των εργαζομένων στα ορυχεία της περιοχής. Μέχρι την αρχή του αιώνα μας λόγω επάρκειας καλής ποιότητας πόσιμου νερού η εξέλιξη της τεχνολογίας της αφαλάτωσης ήταν πολύ βραδεία. Η ουσιαστική πρόοδος συντελέστηκε μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο.

Ετσι η αφαλάτωση θαλασσινού νερού (sea water), και σε υστερότερο στάδιο η αφαλάτωση αλμυρού νερού (brackish water), χρησιμοποιείται εδώ και αρκετές δεκαετίες για την επίλυση προβλημάτων έλλειψης νερού σε διάφορες περιοχές του κόσμου. Μέχρι το 1996 περίπου 11000 μονάδες αφαλάτωσης (δυναμικότητας μεγαλύτερης από 100 m³/ημέρα) ευρίσκοντο σε λειτουργία σε παγκόσμια κλίμακα, με συνολική ημερήσια δυναμικότητα περίπου 20 εκατ. μ³. Η μέγιστη ετήσια παραγωγή των μονάδων αυτών ξεπερνούσε τις 6000 εκατ. μ³.

Περίπου το 61% της παγκόσμιας εγκατεστημένης δυναμικότητας αναφέρεται σε εγκαταστάσεις αφαλάτωσης θαλασσινού νερού, το 26%

σε μονάδες αφαλάτωσης αλμυρού νερού, και το υπόλοιπο 8% σε άλλου είδους νερών όπως νερό το πύργων ψύξης, το νερό των ποταμών, κτλ. Σε σχέση με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται στις μονάδες αφαλάτωσης, το 56% της παγκόσμιας εγκατεστημένης δυναμικότητας αναφέρεται σε μονάδες απόσταξης, το 36% σε μονάδες αντίστροφης όσμωσης και το υπόλοιπο 8% σε άλλου είδους τεχνολογίες (ηλεκτροδιάλυση, ψήξη υπό κενό, κτλ.). Περίπου το μισό της παγκόσμιας δυναμικότητας είναι εγκατεστημένο στην περιοχή του Περσικού Κόλπου, το 15% στις ΗΠΑ, και το υπόλοιπο σε διάφορες χώρες σε όλο τον κόσμο.

Οι μέθοδοι αφαλάτωσης που έχουν επικρατήσει και είναι ευρύτατα διαδεδομένες σήμερα είναι δύο, βασιζόμενες αντίστοιχα στις αρχές:

- της απόσταξης (distillation), και
- της αντίστροφης όσμωσης

Με την μέθοδο της απόσταξης το θαλασσινό νερό εξατμίζεται και έτσι διαχωρίζεται το νερό (με μορφή ατμού) από τα άλατα. Ο ατμός που δημιουργείται με αυτή την διαδικασία συμπυκνώνεται και η συλλογή του συμπυκνώματος δίνει πόσιμο νερό πολύ υψηλής ποιότητας με περιεκτικότητα σε άλατα μικρότερης των 10 ppm (τέτοιας που είναι αναγκαίο να αναμιχθεί το νερό αυτό με υφάλμυρο για να ανταποκρίνεται στην περιεκτικότητα των αλάτων του πόσιμου νερού - 400 ppm). Σήμερα οι πλέον διαδεδομένες μονάδες απόσταξης είναι αυτές της:

- Μηχανικής Συμπίεσης Υδρατμών (Mechanical Vapour Compression) υπό χαμηλή θερμοκρασία και πίεση

- Απόσταξης Πολλαπλών Σταδίων (Multi Effect Distillation) υπό χαμηλή θερμοκρασία και πίεση

*Environmental Management Consultants

Με την μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης μέρος του νερού τροφοδοσίας οδηγείται υπό υψηλή πίεση διαμέσου ημιπερατών μεμβρανών ώστε να διαχωρισθούν τα περιεχόμενα άλατα και το νερό να μετατραπεί από συμπυκνωμένο διάλυμα σε αραιωμένο, δηλαδή πόσιμο νερό.

Οι άλλες λιγότερο διαδεδομένες μέθοδοι είναι η ηλεκτροδιάλυση η οποία στηρίζεται στον διαχωρισμό των αλάτων από το νερό με την εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος σε ιοντικές μεμβράνες, η ψύξη, και οι υβριδικές μέθοδοι οι οποίες είναι παράλληλοι συνδυασμοί διαφόρων μεθόδων για την μείωση των ενεργειακών απωλειών.

Μέθοδος Μηχανικής Συμπιέσης Υδρατιών (MVC)

Με την μέθοδο της μηχανικής συμπιέσης υδρατιών το εισερχόμενο θαλασσινό νερό αρχικά προθερμαίνεται επανακτώντας θερμότητα από τα απόβλητα προϊόντα της αφαλάτωσης (άλμη) αλλά και από το τελικό προϊόν, μέσω εναλλακτικών μορφών θερμότητας.

Στην συνέχεια, αφαιρείται ο υπέρθετος αέρας μέσω αντλιών κενού και δημιουργείται περιβάλλον υποπίεσης, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η εξάτμιση του νερού στις προδιαγεγραμμένες χαμηλές θερμοκρασίες (60-68 °C), με σύγχρονη απομάκρυνση όλων των αερίων καθώς και του οξυγόνου, πράγμα που εξασφαλίζει την μη οξειδωση του εξοπλισμού.

Στην συνέχεια το τροφοδοτούμενο νερό φέρεται στον χώρο του δοχείου εξάτμισης όπου ψεκάζεται στην εξωτερική επιφάνεια δέσμης οριζοντίων σωληνώσεων εναλλαγής θερμότητας με τέτοιο ρυθμό ώστε να δημιουργείται μια συνεχής λεπτή υδάτινη μεμβράνη που διευκολύνει την διαδικασία της εξάτμισης.

Ο φυγοκεντρικός μηχανικός συμπιεστής (ακτινικής ροής), μέσω της αναρροφήσεως του, δημιουργεί στον χώρο του δοχείου πίεση χαμηλότερη από την πίεση ισορροπίας του υγρού που ψεκάζεται στις σωληνώσεις και έτσι με την παράλληλη απορρόφηση θερμότητας που του προσδίδεται από τις θερμές σωληνώσεις (όπως αναφέρεται παρακάτω) μέρος του αλατούχου νερού εξατμίζεται μετατρέπόμενο σε υδρατιό.

Οι υδρατιοί, αφού περάσουν από ένα διαχωριστή για την συγκρά-

τηση μεταφερομένων σταγονιδίων, συμπιέζονται από τον συμπιεστή και οδηγούνται στο εσωτερικό των σωληνώσεων. Εκεί οι υδρατιοί συμπυκνώνονται λόγω της πρόσδοσης στο εισερχόμενο νερό που ρέει στην εξωτερική επιφάνεια των σωληνώσεων της αναγκαίας λανθάνουσας θερμότητας εξάτμισης που απαιτείται.

Το συμπύκνωμα, το οποίο είναι και το τελικό αφαλατωμένο προϊόν, καθώς και η πλεονάζουσα άλμη αντλούνται και εξέρχονται από το σύστημα αφού πρώτα ανταλλάξουν μέρος της θερμότητάς τους με το τροφοδοτούμενο νερό μέσω των εναλλακτικών θερμότητας.

Μέθοδος απόσταξης πολλαπλών σταδίων (MED)

Η μέθοδος της απόσταξης πολλαπλών σταδίων, στηρίζεται στην ίδια κατά βάση αρχή με αυτή της Μηχανικής Συμπιέσης Υδρατιών, με μόνη διαφορά το μέσον πρόσδοσης θερμότητας για την εξάτμιση του νερού.

Το θαλασσινό νερό οδηγείται στο θάλαμο του πρώτου σταδίου εξάτμισης, αφού γίνει η απαέρωση του όπου ψεκάζεται στις οριζόντιες σωληνώσεις του δοχείου εξάτμισης.

Στο πρώτο στάδιο της MED η εξάτμιση επιτυγχάνεται από την θερμική ενέργεια (υπό μορφή ατμού χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας) που προσδίδεται στο εσωτερικό των σωληνώσεων από κάποια εξωτερική θερμική πηγή.

Στην συνέχεια οι υδρατιοί του πρώτου σταδίου οδηγούνται στο εσωτερικό των σωληνώσεων του θαλάμου εξάτμισης του επομένου σταδίου όπου ο υδρατιός συμπυκνώνεται αποτελώντας το πρώτο απόσταγμα νερού (τελικό προϊόν), δίδοντας την θερμότητα για να εξατμισθεί η τροφοδοσία του δεύτερου σταδίου και η διαδικασία αυτή συνεχίζεται σε όλα στάδια είναι απαραίτητα για την παραγωγή της επιθυμητής ποσότητας νερού.

Η διαδικασία αυτή γίνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες, κάτω των 75 °C και έχει το πλεονέκτημα ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες πηγές ενέργειας, ανάλογα με τον τύπο της χρησιμοποιούμενης μονάδας και των ειδικών συνθηκών για την λειτουργία της, όπως:

- Βιομηχανικά καυσαέρια
- Εκλυόμενη μηχανική θερμότητα

τητα

- Θερμικά απόβλητα
- Ηλεκτρική ενέργεια, κτλ.

Μέθοδος αντίστροφης όσμωσης (RO)

Με την μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης, μέρος του νερού της τροφοδοσίας (θαλασσινού ή αλμυρού νερού) οδηγείται υπό υψηλή πίεση μέσω μιας ημιπερατής μεμβράνης κατασκευασμένης ως επί το πλείστον από οργανικά υλικά.

Η πίεση που πρέπει να εφαρμοστεί, όπως γίνεται φανερό και από την ονομασία της τεχνολογίας, πρέπει να υπερβεί την οσμωτική πίεση της άλμης, η οποία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των αλάτων του διαλύματος. Έτσι η επενέργεια της πίεσης αντιστρέφει την διεύθυνση της ροής διαμέσου της μεμβράνης και το νερό μετατρέπεται από συμπυκνωμένο διάλυμα σε αραιωμένο διάλυμα, δηλαδή σε πόσιμο νερό.

Οι μεμβράνες χαρακτηρίζονται από την διαπερατότητα τους στα διάφορα άλατα και ειδικότερα από τον λόγο που προκύπτει από την συγκέντρωση αλάτων του τελικού προϊόντος προς αυτόν του τροφοδοτούμενου νερού.

Η σύνθεση των υλικών των μεμβρανών εξαρτάται από την σύνθεση του προς αφαλάτωση διαλύματος καθώς και των απαιτήσεων καθαρότητας του τελικού προϊόντος σε σχέση με τη τροφοδοσία.

Το τροφοδοτούμενο νερό πρέπει πρώτα να υποστεί προεπεξεργασία για την απομάκρυνση μικροοργανισμών, αιωρούμενων στερεών που θα μπορούσαν να επιφέρουν επικαθίσεις, καθώς και αλάτων τα οποία δεν μπορούν να υποστούν επεξεργασία από τις μεμβράνες και τα οποία θα μπορούσαν να επιφέρουν έως και την πλήρη καταστροφή τους.

Οι μεμβράνες αυτές λειτουργούν κάτω από δύσκολες συνθήκες και πρέπει να αλλάσσονται συχνά, πριν αλλοιωθούν, ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερότητα της ποιότητας του παραγόμενου πόσιμου νερού.

Ειδική Κατανάλωση Ενέργειας

Η ειδική κατανάλωση ενέργειας (kWh/μ3) μιας αφαλατωτικής μονάδας είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη στο στάδιο της επιλογής της, καθώς επηρεάζει πολύ το λει-

τουργικό κόστος της και συνεπώς το τελικό κόστος παραγωγής πόσιμου νερού.

Οι μονάδες Μηχανικής Συμπίεσης Υδρατμών και Αντιστρόφου Οσμώσεως χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια ενώ οι μονάδες Απόσταξης Πολλαπλών Σταδίων χρησιμοποιούν θερμική ενέργεια για την διαδικασία αφαλάτωσης και ηλεκτρική για τις αντλίες. Στις περιπτώσεις εκείνες που οι αφαλατωτικές μονάδες εργάζονται συνδυασμένα με θερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο μέρος της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας μπορεί να καλυφθεί από την απορριπτόμενη θερμότητα του νερού ψύξης των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι σημερινές μονάδες αφαλάτωσης θαλασσινού ή αλμυρού νερού επιτυγχάνουν ειδικές ενεργειακές καταναλώσεις που κυμαίνονται από 4,2 μέχρι 30kWh/μ³ ανάλογα με το είδος της μεθόδου αφαλάτωσης που χρησιμοποιείται (απόσταξη ή αντίστροφη όσμωση) και του νερού (θαλασσινό ή αλμυρό). Οι χαμηλότερες τιμές αναφέρονται σε μεγάλες μονάδες αντίστροφης όσμωσης που χρησιμοποιούν ως νερό εισόδου το αλμυρό νερό.

Με την βελτίωση των μεμβρανών οι οποίες επιτρέπουν μεγαλύτερους βαθμούς ανάκτησης, και του βαθμού απόδοσης των στροβίλων ανάκτησης ενέργειας η ειδική ενεργειακή κατανάλωση των μονάδων αντίστροφης όσμωσης αναμένεται να γίνει μικρότερη από τις 4kWh/μ³ στο όχι πολύ εγγύς μέλλον.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

Στην πλειοψηφία τους οι μονάδες αφαλάτωσης που λειτουργούν ανά το παγκόσμιο, χρησιμοποιούν τις συμβατικές μορφές ενέργειας για την παραγωγή του ατμού ή της ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους εξετάζεται όλο και συχνότερα τα τελευταία χρόνια.

Οι προσπάθειες εντοπίζονται στην αξιοποίηση των παρακάτω εναλλακτικών μορφών ενέργειας:

- Ηλιακή ενέργεια (ηλιακά κάτοπτρα, ηλιακές λίμνες, φωτοβολ-

ταϊκά)

- Αιολιοκή Ενέργεια
- Γεωθερμική Ενέργεια
- Βιομάζα (καύση απορριμάτων)
- Απορριπτόμενη θερμότητα βιομηχανικών εγκαταστάσεων
- Απατιμός διαφόρων βιομηχανιών

ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Σήμερα, το κόστος επένδυσης μιας μονάδας αφαλάτωσης θαλασσινού νερού με την μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης δυναμικότητας μεγαλύτερης από 20000μ³/ημέρα, κυμαίνεται μεταξύ 800-1000 \$ /μ³ /ημέρα, ανάλογα με την τοποθεσία, τα χαρακτηριστικά του νερού, και την δυναμικότητα της μονάδας. Για τις μονάδες MED το κόστος επένδυσης είναι μεγαλύτερο κατά 30 περίπου.

Το αντίστοιχο κόστος για μονάδα αντίστροφης όσμωσης αλμυρού νερού εκτιμάται ότι σήμερα είναι της τάξης των 200-300\$/μ³/ημέρα, εξαιρουμένου του κόστους του συστήματος παροχής του αλμυρού νερού. Το κόστος αυτό εξαρτάται από το είδος του νερού και μπορεί να κυμαίνεται από 50\$/μ³/ημέρα στην περίπτωση επιφανειακών νερών μέχρι και 500\$/μ³/ημέρα για τις περιπτώσεις που χρειάζεται η κατασκευή πη-

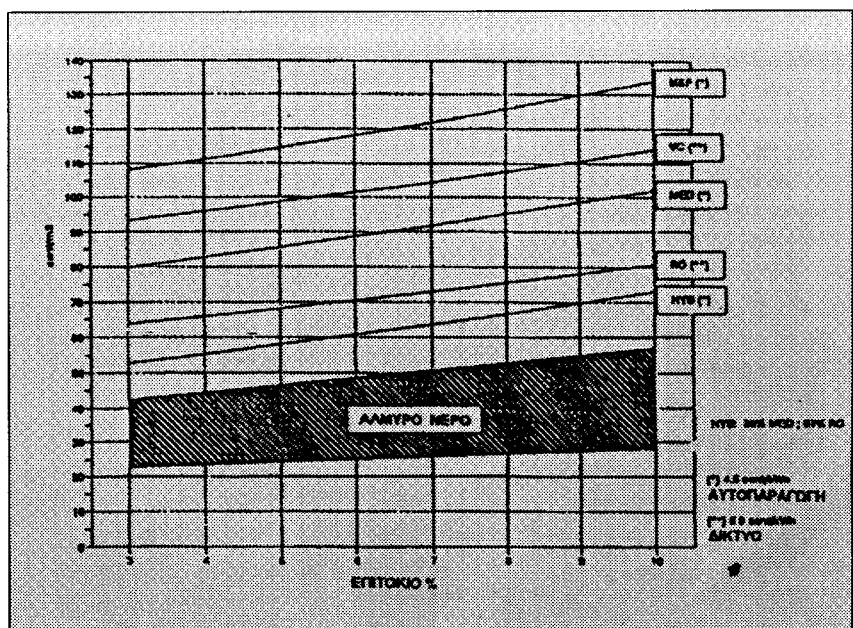
γαδιών σε μεγάλες σχετικά αποστάσεις από την θέση εγκατάστασης της μονάδας.

Το λειτουργικό κόστος και το κόστος συντήρησης της περιλαμβάνουν το κόστος προσωπικού (13%), το κόστος των υλικών συντήρησης και ανταλλακτικών (7%), το κόστος των χημικών και φίλτρων (16%), το κόστος συντήρησης της ενεργειακής μονάδας (5%), η κατανάλωση καυσίμων και λιπαντικών (30%), και το κόστος αντικατάστασης των μεμβρανών για τις εγκαταστάσεις αντίστροφης όσμωσης (29%). Ασφαλώς οι παραπάνω τιμές θα πρέπει να λαμβάνονται ως ενδεικτικές καθώς μεταβάλλονται σημαντικά ανάλογα με το είδος της μεθόδου αφαλάτωσης και τις τοπικές συνθήκες που επικρατούν.

Το συνολικό κόστος παραγωγής του νερού εξαρτάται από την μεθοδολογία αφαλάτωσης που υιοθετείται, το μέγεθος της μονάδας, το ενεργειακό κόστος που μεταβάλλεται από χώρα σε χώρα, το ακολουθούμενο σενάριο επένδυσης (επιτόκιο, περίοδος απόσβεσης, ύψος δανεισμού, κτλ.). Ενδεικτικές τιμές φαίνονται στο Σχήμα 1 που ακολουθεί για διάφορες μεθόδους αφαλάτωσης και διάφορα επιτόκια. Τα αποτελέσματα αναφέρονται σε μονάδα μεγέθους 30000μ³.

ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΥΔΑΤΟΣ

Η ανάλυση της βέλτιστης μεθόδου παραγωγής αφαλατωμένου

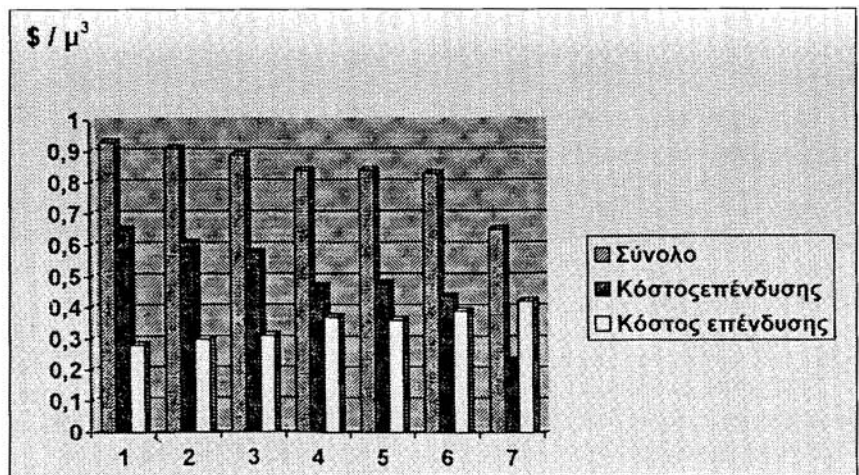


ΣΧΗΜΑ 1: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΚΟΣΤΑ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΚΑΙ ΑΛΜΥΡΟΥ ΝΕΡΟΥ

θαλασσινού νερού σε μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις (δυναμικότητας 20000μ³/ημέρα και άνω) έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών μελετών μέχρι σήμερα. Η πλειονότητα των μελετών αυτών καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η πιο οικονομική λύση είναι η συμπαραγωγή με τοπικούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας ή η κατασκευή αυτόνομου εργοστασίου αφαλάτωσης με την ιδιοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Επειδή η λύση της συμπαραγωγής στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι εφικτή για γραφεικρατικούς ή τεχνικούς λόγους, συνιστάται η κατασκευή αυτόνομου και αυτοεξυτηρουμένου σταθμού, ο οποίος θα παράγει την ενέργεια που απαιτείται για τις μονάδες αφαλάτωσης.

Για την καλύτερη εκμετάλλευση και αύξηση του συνολικού βαθμού απόδοσης του εργοστασίου, χρησιμοποιούνται συνήθως περισσότερες της μίας αφαλατωτικές τεχνολογίες, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη αξιοποίηση της ηλεκτρικής αλλά και της θερμικής απόβλητης ενέργειας που εκπέμπεται από τις μονάδες πα-



ΣΧΗΜΑ 2: ΚΟΣΤΟΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΛΥΣΕΙΣ (\$/μ³)

ραγωγής. Ενδεικτικές τιμές κόστους νερού για διάφορες λύσεις φαίνονται στο Σχήμα 2 που ακολουθεί.

Οι διάφορες λύσεις που αναφέρονται έχουν τα εξής χαρακτηριστικά που παραθέτονται στον πίνακα αριστερά.

Η λύση αυτή αντιπροσωπεύει συμπαραγωγή με υπάρχοντα ενεργειακό σταθμό και καταναλώνει

100% θερμικά απόβλητα του σταθμού αυτού.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ιδέα του "Εργοστασίου Υδάτος", σύμφωνα με την οποία παράγεται μόνον η απαιτούμενη ενέργεια για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των αφαλατωτικών εγκαταστάσεων, αποτελεί την οικονομικότερη επιλογή.

Η επένδυση αυτή θα πρέπει να γίνει μετά από λεπτομερή εξέταση των ειδικών συνθηκών της περιοχής όπου θα γίνει η εγκατάσταση, ώστε να επιλεγεί ο καλύτερος υβριδικός συνδυασμός μεταξύ των τεχνολογιών αφαλατώσεως που θα χρησιμοποιηθούν και ο οποίος συνδυασμός μπορεί να επιδράσει σημαντικά στο τελικό κόστος του προϊόντος.

Το κόστος αρχικής επένδυσης δεν αποτελεί κριτήριο επιλογής, παρά μόνον το συνολικό κόστος ανά κυβικό μέτρο νερού υπολογισμένο σε μακροχρόνια βάση.

Η λύση της αυτοπαραγωγής ρεύματος εκτός από το πλεονέκτημα της φθηνότερης ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με την αγορά του από το εθνικό δίκτυο, δίνει την δυνατότητα εκμετάλλευσης των θερμικών αποβλήτων.

Η συμπαραγωγή με υπάρχοντα ενεργειακό σταθμό αποτελεί την φθηνότερη λύση με κριτήριο το κόστος παραγόμενου κυβικού μέτρου νερού. ■

ΛΥΣΗ 1			
Παραγωγή ενέργειας:	Σταθμός Diesel	4,8 MW	
Μέθοδος αφαλάτωσης:	RO	20000 μ ³ /ημέρα	
ΛΥΣΗ 2			
Παραγωγή ενέργειας:	Σταθμός Diesel	4,8 MW	
Μέθοδος αφαλάτωσης:	RO MED	18500 μ ³ /ημέρα 1500 μ ³ /ημέρα	
ΛΥΣΗ 3			
Παραγωγή ενέργειας:	Σταθμός Diesel	4,7 MW	
Μέθοδος αφαλάτωσης:	RO MED MVC	15000 μ ³ /ημέρα 1500 μ ³ /ημέρα 3000 μ ³ /ημέρα	
ΛΥΣΗ 4			
Παραγωγή ενέργειας:	Σταθμός Diesel	6,0 MW	
Μέθοδος αφαλάτωσης:	MVC Υφάλμυρο νερό για ανάμιξη	18200 μ ³ /ημέρα 1800 μ ³ /ημέρα	
ΛΥΣΗ 5			
Παραγωγή ενέργειας:	Σταθμός Diesel	5,2 MW	
Μέθοδος αφαλάτωσης:	RO MED MVC Υφάλμυρο νερό για ανάμιξη	5000 μ ³ /ημέρα 2000 μ ³ /ημέρα 11600 μ ³ /ημέρα 1800 μ ³ /ημέρα	
ΛΥΣΗ 6			
Παραγωγή ενέργειας:	Σταθμός Diesel	5,5 MW	
Μέθοδος αφαλάτωσης:	MED MVC Υφάλμυρο νερό για ανάμιξη	2000 μ ³ /ημέρα 16200 μ ³ /ημέρα 1800 μ ³ /ημέρα	
ΛΥΣΗ 7			
Παραγωγή ενέργειας:	Σταθμός Diesel	1,2 MW	
Μέθοδος αφαλάτωσης:	MED Υφάλμυρο νερό για ανάμιξη	18200 μ ³ /ημέρα 1800 μ ³ /ημέρα	

ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

του Δρ Μηχ. Σωτήρη Καλογήρου*

Σε αυτή την μελέτη γίνεται μια σύντομη περιγραφή των διαφόρων μεθόδων αφαλάτωσης και των τρόπων που οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή πόσιμου νερού. Τα συστήματα αυτά κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τα άμεσα, όπου η ανανεώσιμη πηγή ενέργειας συγκεντρώνεται και χρησιμοποιείται στο ίδιο σύστημα, και τα έμμεσα όπου δύο ξεχωριστά συστήματα χρησιμοποιούνται, το ένα για την συλλογή της ενέργειας και το άλλο για αφαλάτωση (συμβατικό σύστημα). Επίσης αναλύονται και συγκρίνονται οι διάφορες υπάρχουσες μέθοδοι αφαλάτωσης ως προς την κατανάλωση ενέργειας, το κόστος αγοράς και εγκατάστασης των μονάδων, την απαιτούμενη αρχική επεξεργασία του θαλασσιού νερού και την ευκολία συνδυασμού τους με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

*Ανώτερο Τεχνολογικό Ινστιτούτο, Τμήμα Μηχανολογίας

Το νερό είναι μια από τις πρώτες ύλες πάνω στη γη αφού καλύπτει τα τρία τέταρτα του πλανήτη. Ενενήντα επτά τοις εκατόν όμως του νερού της γης είναι αλμυρό νερό ωκεανών και μόνο το τρία τοις εκατόν είναι πόσιμο νερό. Αυτό το νερό βρίσκεται σε υπόγειες δεξαμενές, λίμνες, ποταμούς και πάγους.

Το νερό είναι πολύ σημαντικό για την διατήρηση της ζωής. Η μεγάλη όμως ανάπτυξη και η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της γης έχουν δημιουργήσει μεγάλη ζήτηση στις ποσότητες του νερού που απαιτείται. Επιπρόσθετα, η έλλειψη ενισχύεται και από το πρόβλημα της μόλυνσης των νερών των ποταμών και των λιμνών από τα βιομηχανικά απόβλητα και την μεγάλη ποσότητα των αποχετεύσεων που δημιουργούνται λόγω της αύξησης του πληθυσμού της γης. Σε παγκόσμια κλίμακα, σύμφωνα με τον Malik κ.α. [1] η ρύπανση των φυσικών πόρων από την ανθρώπινη δραστηριότητα είναι η μεγαλύτερη αιτία έλλειψης νερού.

Η μόνη ανεξάντλητη πηγή νερού είναι οι ωκεανοί το νερό των

οποίων όμως έχει το μειονέκτημα της υψηλής αλμυρότητας. Από αρκετά χρόνια τώρα διαπιστώθηκε ότι η αφαλάτωση του νερού της θάλασσας θα μπορούσε να βοηθήσει στην επίλυση του προβλήματος της λειψυδρίας. Η αφαλάτωση του νερού θα μπορούσε να επιτευχθεί με αρκετές μεθόδους. Αυτές μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Μέθοδοι θερμικής απόσταξης
- Μέθοδοι με μεμβράνες

Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι πιο σημαντικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται. Στις μεθόδους θερμικής απόσταξης η αφαλάτωση επιτυγχάνεται με την εξάτμιση και υγροποίηση του θαλασσιού νερού για την οποία απαιτείται θερμική ενέργεια. Αυτή η ενέργεια μπορεί να προέρχεται από συμβατικά καύσιμα ή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή. Στις μεθόδους με μεμβράνες απαιτείται ηλεκτρισμός που χρησιμοποιείται είτε για την συμπίεση του νερού (70-80 ατμόσφαιρες) είτε για τον ιονισμό των αλάτων που περιέχονται στο θαλάσσιο νερό. Η ηλε-

Πίνακας 1. Μέθοδοι αφαλάτωσης

Μέθοδοι θερμικής απόσταξης	Μέθοδοι με μεμβράνες
1. Πολυδιάστατοι αποστακτήρες άμεσων εξατμίσεων (ΠΑΕ). Multistage flash evaporators (MSF). 2. Αποστακτήρες πολλαπλών διαβαθμίσεων (ΠΑ). Multiple effects boiling evaporators (MEB). 3. Αποστακτήρες με συμπίεση ατμών (ΣΑ). Vapour compression (VC). 4. Ηλιακοί αποστακτήρες (ΗΑ). Solar stills (SS).	1. Αντίστροφη ώσμωση (ΑΩ). Reverse osmosis (RO) - χωρίς ανάκτηση ενέργειας without energy recovery - με ανάκτηση ενέργειας (ΑΩ-ΑΕ) with energy recovery (ER-RO) 2. Ηλεκτροδιάλυση (ΗΔ). Eletrodialysis (ED)

κτρική ενέργεια μπορεί να παραχθεί είτε από την αιολική με ανεμογεννήτριες είτε από την ηλιακή ενέργεια με φωτοβολαϊκά κύτταρα.

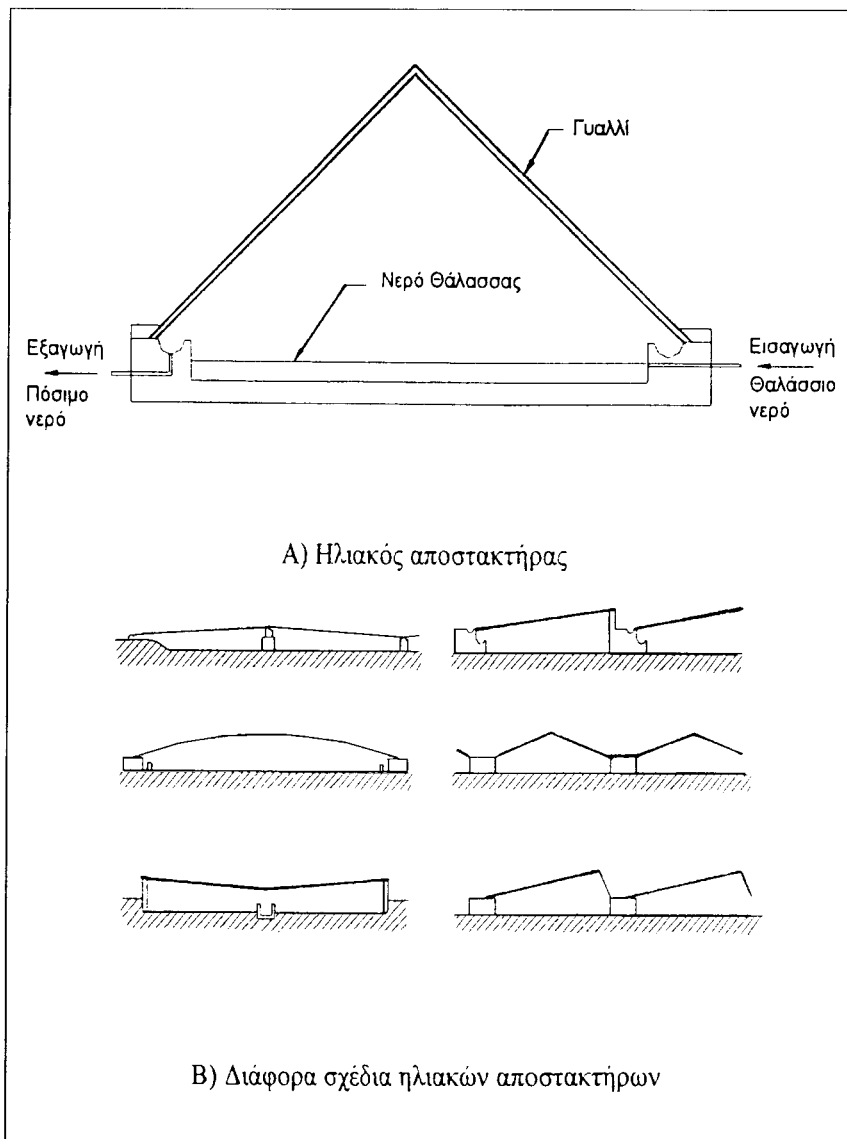
Διαγραμματικά σχέδια των πλείστων από τα πιο πάνω συστήματα φαίνονται στα Σχήματα 1, 2 και 3. Όλες οι μέθοδοι αφαλάτωσης απαιτούν σημαντική ποσότητα ενέργειας για να πετύχουν τον διαχωρισμό των αλάτων από το θαλάσσιο νερό. Αυτό δημιουργεί πρόβλημα, διότι η καύση μεγάλων ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων μολύνει το περιβάλλον. Έτσι, έστω και εάν υπήρχαν διαθέσιμες ποσότητες καυσίμων δεν θα ήταν δυνατό αυτά να χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα για αφαλάτωση σε βαθμό που να ικανοποιείται η ανθρωπότητα σε πόσιμο νερό.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα συμβατικά καύσιμα επιβαρύνουν το περιβάλλον, η αφαλάτωση με χρήση μη συμβατικών μορφών ενέργειας πρέπει να προωθηθεί. Υπάρχουν πολλά μέρη στον κόσμο που έχουν πρόβλημα έλλειψης νερού αλλά είναι πλούσια σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για αφαλάτωση. Ένα τέτοιο μέρος είναι και η Κύπρος η οποία εκτός από την μερική χρήση ηλιακής ενέργειας βασίζεται εξ' ολοκλήρου στην εισαγωγή συμβατικών καυσίμων για τις ενεργειακές της ανάγκες.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

Κλασικό παράδειγμα ηλιακής αφαλάτωσης που χρησιμοποιείται από τη φύση είναι η δημιουργία βροχής. Όλοι οι τρόποι αφαλάτωσης με την μέθοδο της απόσταξης, που δημιουργήθηκαν από τον άνθρωπο, είναι αντιγραφή, σε μικρό μέγεθος, του φυσικού αυτού φαινομένου.

Η ηλιακή είναι η βασική μορφή ενέργειας όλων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η αιολική ενέργεια και η ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας δημιουργούνται από διαφορές θερμοκρασίας λόγω της διαφορετικής ενέργειας που πέφτει από τον ήλιο σε διάφορα μέρη της γης. Ακόμα και η ενέργεια από την βιομάζα είναι κατά βάση ηλιακή αφού η φωτοσύνθεση χρειάζεται ενέργεια από τον ήλιο για να πραγματοποιη-



Σχ. 1: Αρχή λειτουργίας ηλιακών αποστακτήρων

ηθεί.

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αφαλάτωση του θαλάσσιου νερού, είτε μετατρέπόμενη σε θερμική ενέργεια για αξιοποίηση από τις μεθόδους απόσταξης είτε μετατρέπόμενη σε ηλεκτρισμό για χρήση από τις μεθόδους με μεμβράνες. Έτσι τα συστήματα αφαλάτωσης που λειτουργούν με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να διαχωριστούν σε άμεσα και έμμεσα αναλόγως της μεθόδου συλλογής και χρήσης της ενέργειας. Όπως συνάγεται και από το όνομα τους τα άμεσα συστήματα χρησιμοποιούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την παραγωγή πόσιμου νερού με μια μόνο συσκευή. Τυπικό παράδειγμα αυτής της μορφής συστημάτων είναι ο ηλιακός αποστακτήρας (solar still). Αυτός χρησι-

μοποιείται τόσο για τη συλλογή όσο και για την παραγωγή πόσιμου νερού.

Στα έμμεσα συστήματα απαιτούνται δύο ξεχωριστά υποσυστήματα, ένα για την συλλογή της ενέργειας και ένα για την παραγωγή πόσιμου νερού. Τα έμμεσα συστήματα χρησιμοποιούν συμβατικά συστήματα αφαλάτωσης με τη διαφορά ότι αντί της χρήσης μίας συμβατικής μορφής ενέργειας (ντήξελ ή ηλεκτρισμό) χρησιμοποιούν τις ανανεώσιμες ή και τις δυο. Οι συμβατικές μέθοδοι αφαλάτωσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι:

1. Μέθοδοι Θερμικής απόσταξης:

- Πολυδιάστατοι αποστακτήρες άμεσων εξατμίσεων (ΠΑΕ).