

Παραγωγή πόσιμου νερού με Αφαλάτωση - Επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον

Γεώργιος Βακόνδιος
Μηχανολόγος Μηχανικός
Γεν. Δντής ΔΕΥΑ Σύρου

Η διαχείριση νερού στη Σύρο

Χαρακτηριστικά και περιορισμοί

- Ιδιαίτερα περιορισμένη φυσική διαθεσιμότητα νερού
 - Βροχόπτωση: 400 mm/yr
 - Επιφανειακή Απορροή: 3.7 hm³/yr
 - Κατείσδυση: 2.56 hm³/yr
- Μεγάλη συγκέντρωση μόνιμου πληθυσμού, σε σχέση με τις υπόλοιπες Κυκλάδες
 - 25.000 μόνιμοι κάτοικοι, εκ των οποίων περίπου το 70% διαμένει στην Ερμούπολη
- Τουριστική κίνηση
 - Αύξηση πληθυσμού κατά 10-15% τους θερινούς μήνες
 - Διακύμανση σημαντικά μικρότερη από τα υπόλοιπα νησιά των Κυκλάδων
- Εξαντλημένα υδάτινα αποθέματα
 - Χρόνια υπερεκμετάλλευση υπόγειων υδάτων για κάλυψη αρδευτικών (και υδρευτικών αναγκών)
 - Χαμηλή ποιότητα, μεγάλο βάθος (>300 m) και χαμηλή παροχή (<8 m³/h)

Η απάντηση στο πρόβλημα της λειψυδρίας

- Η Σύρος ήταν το πρώτο νησί της Ελλάδας που στράφηκε στην αφαλάτωση για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών
- Η πρώτη μονάδα αφαλάτωσης εγκαταστάθηκε στην Ερμούπολη το 1969 στο λιμάνι της πόλης

1969 – Η πρώτη μονάδα αφαλάτωσης

- Μέθοδος: Πολυβάθμια κλασματική απόσταξη
- Δυναμικότητα: $1200 \text{ m}^3/\text{d}$
- Σημαντικά προβλήματα λειτουργίας και συντήρησης παρά την υπάρχουσα τεχνογνωσία
 - Υψηλό κόστος καυσίμου (μεταφορά και χρήση πετρελαίου)
 - Εκτεταμένα προβλήματα στους εναλλάκτες θερμότητας λόγω αποθέσεων
 - Υψηλό κόστος συντήρησης και ανταλλακτικών
 - Μεγάλη έκταση έργου
- Η μονάδα εγκαταλείφθηκε το 1984 καθώς η περαιτέρω λειτουργία και επισκευή της κρίθηκε ασύμφορη

Θέση πρώτης μονάδας αφαλάτωσης 1969



Θέση πρώτης μονάδας αφαλάτωσης 1969



1984-1987: Στροφή σε άλλες λύσεις

- Ανόρυξη δημοτικών υδρο-γεωτρήσεων
 - Μεγάλο βάθος
 - Κακής ποιότητας νερό, ακατάλληλο για πόσιμη χρήση
- Μεταφορά νερού με πλοία από την ηπειρωτική Ελλάδα και τον Πόρο
 - Υψηλό κόστος μεταφοράς
 - Εξάρτηση από καιρικές συνθήκες – Ανορθολογικός προγραμματισμός δρομολογίων
 - Μονοπωλιακός χαρακτήρας
 - Μεγάλοι χρόνοι παράδοσης
 - Μη τήρηση προδιαγραφών ποιότητας - Κακή ποιότητα νερού
 - Ευκαιριακή αύξηση τιμής πώλησης

1987: Η αρχή της απεξάρτησης του συστήματος υδροδότησης

- Κατασκευή νέας μονάδας αφαλάτωσης στην Ερμούπολη
 - Η πρώτη στην Ελλάδα με την τεχνολογία της αντίστροφης όσμωσης
 - Εισάγονται δυνατότητες ανάκτησης ενέργειας από την απορριπτόμενη άλμη
- Δυναμικότητα: $2 \times 600 \text{ m}^3/\text{d}$
- Κοινό σύστημα παραλαβής και επεξεργασίας του θαλασσινού νερού
- Εμβολοφόρες αντλίες υψηλής πίεσης
- Μεμβράνες αντίστροφης όσμωσης DuPont Permasep
- Έναρξη δοκιμαστικής λειτουργίας: Ιούνιος 1989
- Βασικά προβλήματα
 - Αδυναμία τεχνικής υποστήριξης (τεχνογνωσία – ανταλλακτικά) από την κατασκευάστρια εταιρεία
 - Ελλιπής τεχνογνωσία του Δήμου
 - Προβλήματα υδροληψίας
 - Ελλιπής σχεδιασμός
 - Κακή ποιότητα παραγωγής
 - Ανεπάρκεια μονάδων

Θέση νέου εργοστασίου αφαλάτωσης 1987



Θέση νέου εργοστασίου αφαλάτωσης



Παλαιού τύπου εμβολοφόρα αντλία υψηλής πίεσης



1992 – Προσθήκη νέας μονάδα αφαλάτωσης

- Κατασκευή: Ελβετική εταιρεία Christ, σε συνεργασία με ντόπιο εργολάβο
- Δυναμικότητα 800 m³/d
- Φυγοκεντρική αντλία υψηλής πίεσης (οι προηγούμενες μονάδες είχαν εμβολοφόρο αντλία)
- Ίδιος τύπος μεμβρανών
- Έναρξη λειτουργίας: Ιούνιος 1993
- Η μονάδα λειτουργεί έως σήμερα
 - Τα τεχνικά προβλήματα υπήρξαν ασήμαντα
 - Το 50% των μεμβρανών λειτουργούσε έως και το 2006 (13 χρόνια!) παρά το γεγονός ότι η κατασκευάστρια εταιρεία είχε διακόψει την κατασκευή τους ήδη από το 2000
 - Οι μεμβράνες έχουν πλέον αντικατασταθεί συνολικά, με καινούργιες, άλλου τύπου και κατασκευαστή

1992 : Νέου τύπου φυγόκεντρος αντλία
υψηλής πίεσης με ενσωματωμένο
υδροστρόβιλο στον ίδιο άξονα



1997 έως σήμερα: Η αφαλάτωση ως τελική λύση

- 1997

- Ανακατασκευή της μίας από τις δύο παλαιότερες μονάδες αφαλάτωσης - Αύξηση δυναμικότητας από τα 600 στα 800 m³/d
- Βελτιώσεις της 2^{ης} μονάδας με στόχο την αναβάθμιση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος

- 2001

- Προμήθεια και εγκατάσταση δύο ακόμη μονάδων αφαλάτωσης σε containers, συνολικής δυναμικότητας 500 m³/d
- Προμήθεια νέων φίλτρων επεξεργασίας θαλασσινού νερού, αυξημένης δυναμικότητας

- 2002

- Κατασκευή τεσσάρων νέων μονάδων, δυναμικότητας 500 m³/d (συνολική δυναμικότητα 2000 m³/d)
- Στόχος: η κάλυψη των αναγκών λόγω της αλματώδους ανάπτυξης της Ερμούπολης και της αύξησης της τουριστικής κίνησης

2001 : Μονάδες αφαλάτωσης σε Containers



2001 : Φίλτρα επεξεργασίας θαλασσινού νερού τροφοδοσίας αφαλατώσεων



2002 : 4 νέες μονάδες αφαλάτωσης
Παραγωγής 2.000 κυβικών



Η κατάσταση σήμερα

- Συνολική ημερήσια δυναμικότητα αφαλάτωσης στην Ερμούπολη: 4.500 – 4.700 μ³/ημέρα
- Η αφαλάτωση έχει προκριθεί ως λύση τόσο στην υπόλοιπη Σύρο (Κίνι, Ποσειδωνία, Βάρη, Γαλησσάς) όσο και σε όλα τα άνυδρα νησιά των Κυκλάδων και της Δωδεκανήσου
- Η εγκατεστημένη δυναμικότητα αυξάνεται συνεχώς

Θέσεις αφαλατώσεων στη νήσο Σύρο



Kívi

750 m³/d

Γαλησσάς

1.000 m³/d

Ποσειδωνία

1.000 m³/d

Αμπελάκι Ερμούπολης

4.700 m³/d

Βάρη

750 m³/d

Η εμπειρία...

- Η αφαλάτωση είναι μία αξιόπιστη λύση, που μπορεί να οδηγήσει στην πλήρη απεξάρτηση από τις κλιματικές συνθήκες και στην παροχή καλής ποιότητας πόσιμου νερού

Ωστόσο υπάρχουν τεχνικά και οικονομικά ζητήματα

- Ανάγκη για συνεχή και αδιάλειπτη βελτίωση και εκσυγχρονισμό των μονάδων
- Ανάγκη για 24ωρη επιτήρηση από εκπαιδευμένο προσωπικό
- Υψηλό κόστος λειτουργίας (1,20 έως 1,50 €/ m³) χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι αποσβέσεις
 - Μεγάλο μέρος του λειτουργικού κόστους (άνω του 55%) αναφέρεται στην καταναλισκόμενη ενέργεια

Κατανάλωση ενέργειας 2014

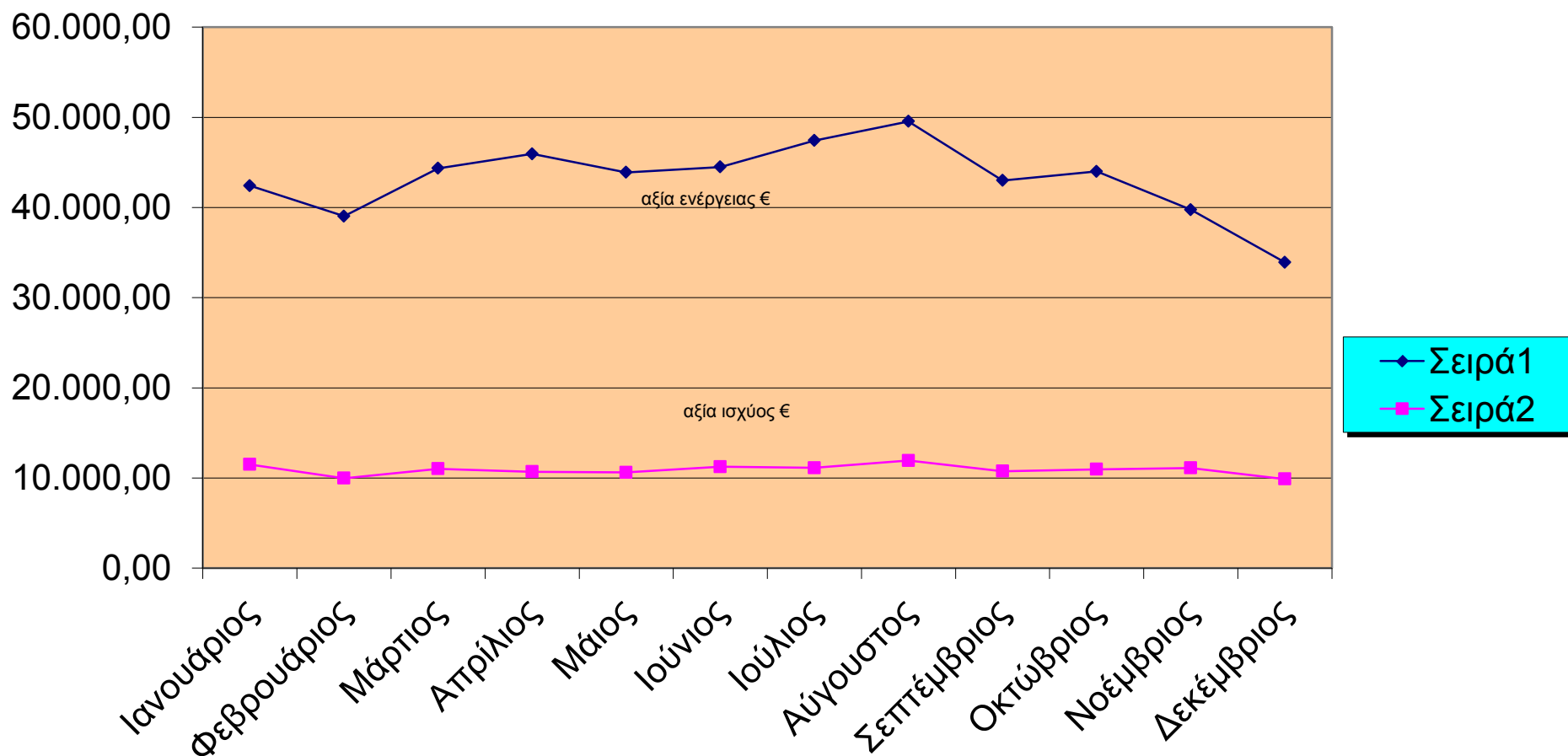
Μήνας	Αξία Ενέργειας (€)	Αξία Άεργων (€)	Ενεργά Kwh	Άεργα Kvarh	Σύνολο λογ/σμού (προ ΦΠΑ) Ευρώ	Σύνολο παραγωγής M3	Κόστος ανά κυβικό € / M3	Δαπάνη εργατο-τεχνικού προσωπικού	Κόστος εργατικών ανά κυβικό €/M3	Άθροισμα Ενέργειας και Εργατικών
								M.O.		
Ιανουάριος	42.418,22	11.499,65	800.084,79	238.352,31	76.954,56	79.618,00	0,967		0,319	1,286
Φεβρουάριος	39.039,85	9.968,80	732.629,30	216.887,09	73.913,02	73.920,00	1,000	27.068,69	0,344	1,344
Μάρτιος	44.343,24	11.024,50	847.096,16	297.746,73	84.932,76	88.050,00	0,965		0,289	1,253
Απρίλιος	45.949,99	10.682,80	870.111,18	235.485,50	90.095,70	92.523,00	0,974		0,275	1,248
Μάιος	43.894,63	10.616,50	829.072,67	250.284,56	85.605,17	100.835,00	0,849		0,252	1,101
Ιούνιος	44.496,26	11.242,10	838.149,12	279.338,00	86.726,63	105.729,00	0,820		0,240	1,061
Ιούλιος	47.426,68	11.121,40	885.962,03	215.038,49	91.037,35	113.894,00	0,799		0,223	1,022
Αύγουστος	49.544,85	11.927,20	941.474,93	252.493,16	95.860,07	120.554,00	0,795		0,211	1,006
Σεπτέμβριος	42.998,58	10.752,50	804.729,69	203.194,89	83.304,34	102.005,00	0,817		0,249	1,066
Οκτώβριος	44.004,68	10.961,60	828.354,33	212.956,79	85.372,03	98.684,00	0,865		0,257	1,123
Νοέμβριος	39.747,06	11.112,05	752.251,19	198.504,41	74.704,26	87.558,00	0,853		0,290	1,143
Δεκέμβριος	33.917,83	9.879,55	638.809,92	177.416,24	68.030,11	73.862,00	0,921		0,344	1,265

517.781,87 130.788,65

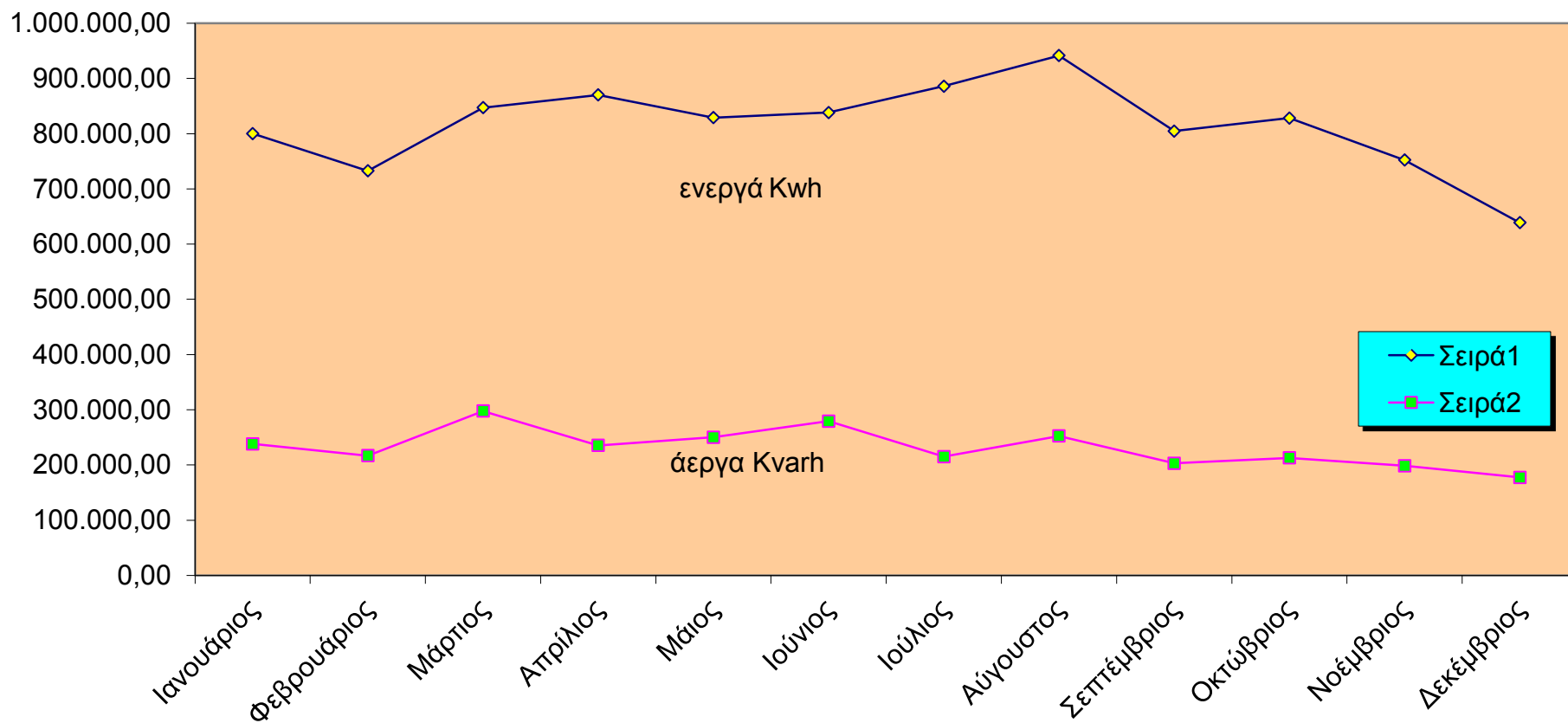
1.137.232,00

996.536,00

Μηνιαία δαπάνη ενέργειας 2014



Καταναλισκόμενη ενέργεια Kwh 2014 (ενεργά + άεργα)



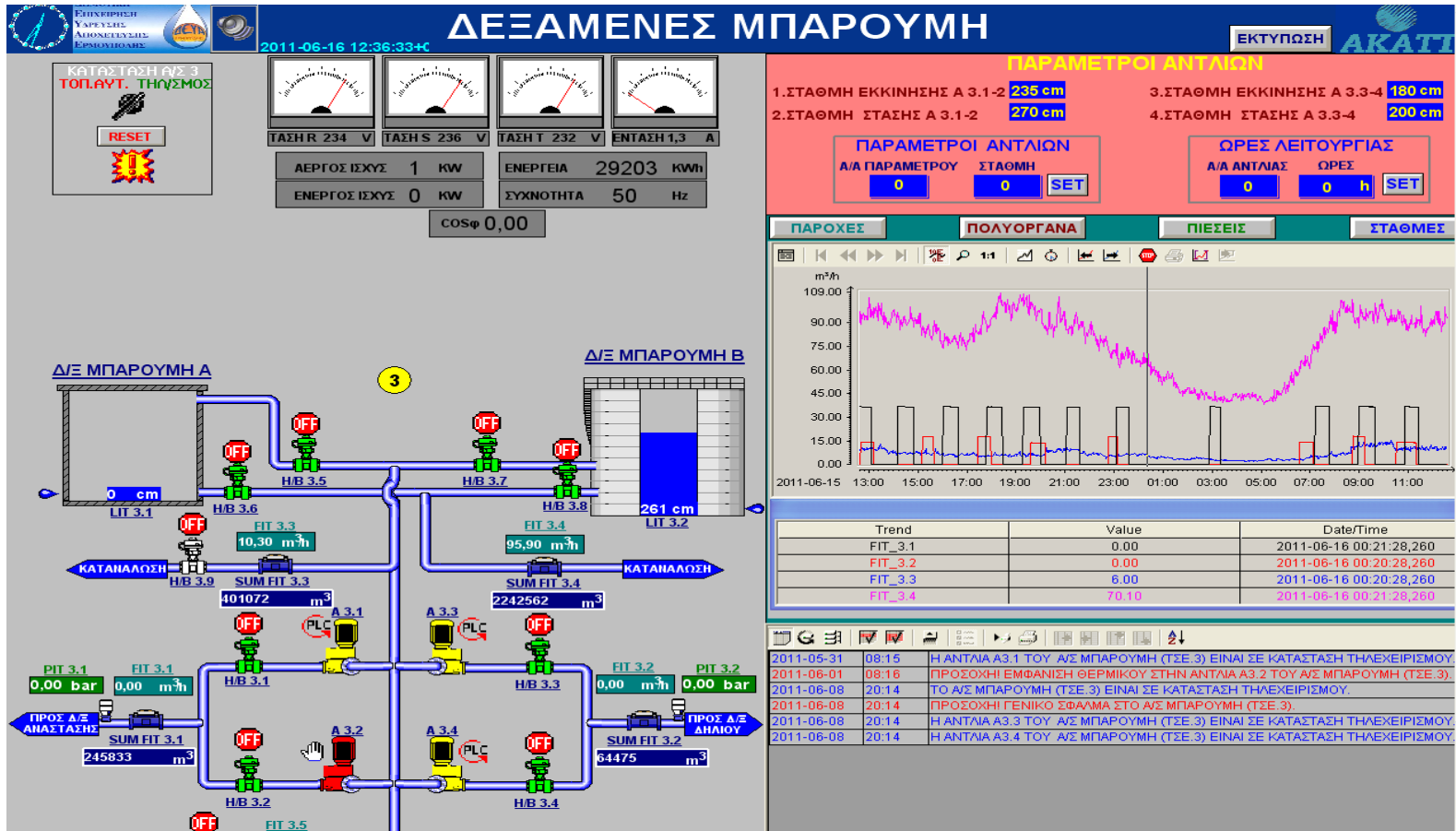
Συμπεράσματα και προτάσεις

- Η αφαλάτωση παρά την τεχνικοοικονομική πρόοδο παραμένει μια ακριβή λύση
- Ειδικά στη Σύρο, πρέπει να προωθηθούν και συμπληρωματικές λύσεις αντιμετώπισης του υδατικού προβλήματος
- Ο σχεδιασμός για το μέλλον οφείλει να είναι πολύπλευρος και όχι μονοδιάστατος
- **Διαχείριση της ζήτησης**
 - Σωστή τιμολόγηση
 - Κίνητρα σε καταναλωτές για περαιτέρω εξοικονόμηση
 - Περιορισμός των διαρροών στα δίκτυα
- **Εναλλακτικές πηγές (στο αστικό και όχι μόνο περιβάλλον)**
 - Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων
 - Ανακύκλωση
 - Εκμετάλλευση όμβριων υδάτων

Διαχείριση της ζήτησης

- ευαισθητοποίηση καταναλωτή
- κλιμακωτό τιμολόγιο
- έλεγχος πιέσεων
- παρακολούθηση ανά περιοχή των ελάχιστων καταναλώσεων νύχτας
- καταγραφή παραμέτρων για δημιουργία βάσης δεδομένων
- Εγκατάσταση έξυπνων συστημάτων διαχείρισης νερού (GIS)

Τηλεέλεγχος παραμέτρων (πίεση και παροχή)



Στοιχεία και χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων

- Το απόβλητο των μονάδων αφαλάτωσης (άλμη) επιστρέφει στη θάλασσα σε διπλάσια ποσότητα από την ποσότητα του παραγόμενου νερού.
- Επιλογή σημείου απόρριψης ανάλογα με τον προσανατολισμό των ανέμων και τα θαλάσσια ρεύματα.
- Απόρριψη στην ακτή.
- Άλλες απορρίψεις από χημικούς καθαρισμούς

Επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον

- Καμιά επίπτωση στη θαλάσσια ζωή, στο βυθό, στα ψάρια, τα οστρακοειδή και τα μαλάκια.
- Ακτή κατάλληλη για κολύμβηση.
- Συγκεντρώσεις αλάτων στη θαλάσσια περιοχή σε κανονικά επίπεδα.
- Αίσθημα εμπιστοσύνης και ασφάλειας στους κατοίκους

Απόρριψη άλμης εργοστασίου αφαλάτωσης Ερμούπολης



Απόρριψη άλμης εργοστασίου αφαλάτωσης Ερμούπολης



Απόρριψη άλμης εργοστασίου αφαλάτωσης Ερμούπολης



Απόρριψη άλμης εργοστασίου αφαλάτωσης Ερμούπολης



Απόρριψη άλμης μονάδας αφαλάτωσης Βάρης



Απόρριψη άλμης μονάδας αφαλάτωσης Κινίου



Μηχανήματα παραγωγής και διάθεσης πόσιμου νερού



Μηχανήματα παραγωγής και διάθεσης πόσιμου νερού



Σας ευχαριστώ πολύ