

ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΜΕ ΑΠΕ ΣΤΑ ΑΝΥΔΡΑ ΝΗΣΙΑ

Δ. Ασημακόπουλος, Α. Καρταλίδης και Γ. Αραμπατζής
Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ
Ημερίδα ProDES – 9 Σεπτεμβρίου 2010

Υδροδότηση Κυκλάδων και Δωδεκανήσων

- Προβληματική κάλυψη αναγκών νερού
 - Ανεπάρκεια πόσιμων υδατικών πόρων
 - Μεγάλη διακύμανση ζήτησης μεταξύ θερινής και χειμερινής περιόδου
- Εναλλακτικές λύσεις
 - Τοπικοί πόροι
 - Αφαλάτωση
 - Μεταφορά με πλοία-υδροφόρες από την ηπειρωτική χώρα ή κοντινά νησιά

Μεταφορά με υδροφόρες

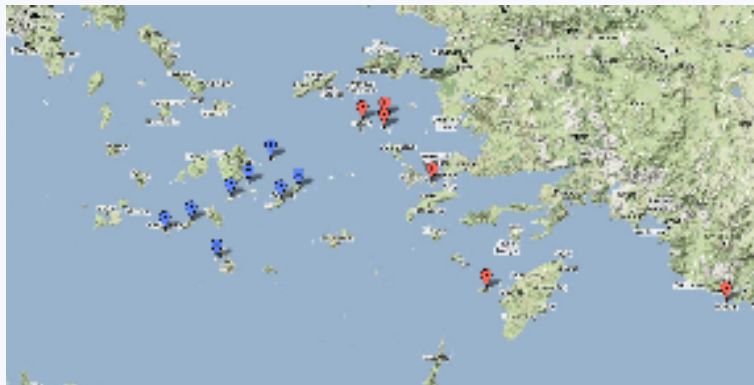
Μεταφορά Νερού

- Μονοπώλιο
- Υψηλό κόστος νερού
 - Κόστος ανά κυβικό
 - 7.3 €/m³ Δωδεκάνησα
 - 9.3 €/m³ Κυκλάδες
 - Κόστος ανά έτος
 - Περίπου 4,500,000 € για Δωδεκάνησα
 - Περίπου 4,000,000 € για Κυκλάδες
- Προβλήματα εφοδιασμού
 - Κακός προγραμματισμός
 - Καιρικές συνθήκες

Ποσότητες νερού 1997 - 2001



Τα άνυδρα νησιά



**Μικρής δυναμικότητας
(50-100) m³/day**
Αρκοί
Ψέριμος

**Μικρής-Μεσαίας
Δυναμικότητας
(150-200) m³/day**
Ηρακλειά
Θηρασιά
Δανούσα
Αμοργός - Αιγιάλη

**Μεσαίας δυναμικότητας
(300-350) m³/day**
Λειψοί (x2)
Αμοργός - Κατάτολα
Σίκινος (x2)

**Μεγάλης δυναμικότητας
(500-600) m³/day**
Πάτμος (x2)
Κουφονήσια (x2)
Μεγίστη (x2)
Χάλκη (x2)
Φολέγανδρος (x2)

Θαλασσινό νερό... να το πιεις στο ποτήρι!

- Το υπουργείο Υποδομών προχωρεί εφέτος σε ένα φιλόδοξο σχέδιο, στο οποίο με τη συμμετοχή ιδιωτών θα κατασκευαστούν μονάδες αφαλάτωσης σε πολλά μικρά νησιά
- Μπορεί σε κάποια μεγαλύτερα να έχουν στηθεί μονάδες αφαλάτωσης, σε άλλα μικρότερα όμως το πρόβλημα παραμένει: οι ανάγκες καλύπτονται με τη μεταφορά νερού από υδροφόρες και από μικρής έκτασης έργα και δεξαμενές, των οποίων η απόδοση εξαρτάται άμεσα από τις βροχές
- Τα λεγόμενα «άνυδρα» νησιά χρησιμοποιούν δικές τους πηγές μόνο για 2-3 μήνες τον χειμώνα
 - Όλο το υπόλοιπο διάστημα χρειάζονται τη μεταφορά νερού, μια ιδιαίτερα ακριβή διαδικασία κόστους 12.49 €/m³
 - Το καλοκαίρι, λόγω του τουρισμού, το πρόβλημα διογκώνεται
- Οι μονάδες πρόκειται να δημιουργηθούν με ΣΔΙΤ. Ο ιδιώτης θα αναλαμβάνει την κατασκευή και λειτουργία της μονάδας, ενώ το κράτος θα αγοράζει το νερό που παράγεται (εκτιμώμενο κόστος 2 -2.5 €/m³)
- Όπου είναι εφικτό, οι μονάδες θα καλύπτουν τις ενεργειακές τους ανάγκες με τη χρήση ΑΠΕ



ΤΟ ΒΗΜΑ – Πάνος Μπουλούκος - 24 Απριλίου 2010

Διαβουλευση: Υλοποίηση μέσω ΣΔΙΤ

Γενική Γραμματεία Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων

- Αντικείμενο του έργου είναι η προμήθεια πόσιμου νερού και η παράδοσή του σε δεξαμενές των ΟΤΑ άνυδρων νησιών των Νομών Δωδεκανήσου και Κυκλάδων, μέσω συστημάτων εξυγίανσης θαλασσινού νερού (αφαλάτωση) από μονάδες που θα εγκατασταθούν σε κάθε νησί
- Αναθέτουσα Αρχή του έργου είναι η ΓΓΑΝΠ του ΥπΥΜΔ
- Ο ανάδοχος του έργου θα αναλάβει:
 - Υλοποίηση και λειτουργία των μονάδων αφαλάτωσης σε χώρους που έχουν παραχωρηθεί από τους ΟΤΑ
 - Παράδοση του νερού στις δεξαμενές των ΟΤΑ μέσω δικτύου
 - Κατασκευή του δικτύου καθώς και προσβάσεων, αποθηκευτικών χώρων, εγκαταστάσεων διάθεσης υγρών και στερεών αποβλήτων, όπου απαιτούνται
 - Μεταβίβαση των υποδομών στο δημόσιο μετά τη λήξη της σύμβασης σύμπραξης
- Αναφορικά με τον τρόπο καταβολής της αμοιβής του αναδόχου, εξετάζεται το ενδεχόμενο καθορισμού ελάχιστων εγγυημένων ποσοτήτων νερού ανά έτος και ανώτατης τιμής διάθεσης αυτού, από την Αναθέτουσα Αρχή
- Παράλληλα εντάσσεται στο πλαίσιο του έργου και η εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ για την κάλυψη ενός ευλόγου ποσοστού των ενεργειακών αναγκών των μονάδων αφαλάτωσης, στην έκταση που θα παραχωρηθεί, αν είναι τεχνικά εφικτό, ή σε άλλη θέση την καταλληλότητα της οποίας θα καθορίσει το είδος της ενεργειακής πηγής, οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις και η δυνατότητα τροφοδότησης του δικτύου



Διαβούλευση: Ενδεικτικές ποσότητες

Περιοχή	Ομάδα I	Κυβικά μέτρα / έτος	Περιοχή	Ομάδα II	Κυβικά μέτρα / έτος
Λαμία - Λημάλη	ΚΥΚΛΑΔΕΣ	11.200	Μακωνή	ΔΟΔΕΚΑΝΗΣΑ	69.500
Καρδίτσα - Κατακόλι		10.000	Σάκη		51.200
Μακωνή		14.000	Πατρα		110.000
Κοιμωλόπι		27.400	Δελφί		34.500
Μεσσηνία		18.000	Λυβύνησι		19.000
Οιχαλιδιά		10.000	Δελφί		1700
Παλιανόβρα		45.000	Φοινίκη		1.000
Φιλιππιά		26.200			
Μίλια		19.000			
Σύνολο		488.100	Σύνολο		507.300

Διαβούλευση: Ερωτήματα

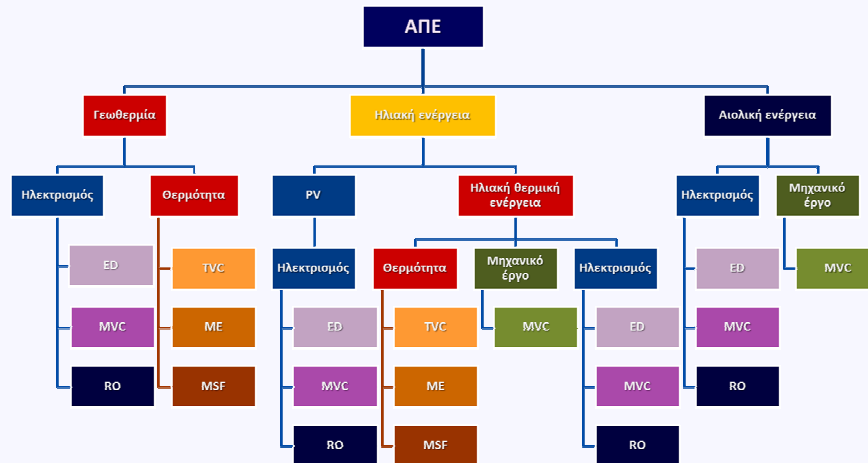
- Παραγωγή Νερού
 - ▣ Μέγεθος μονάδας
 - ▣ Εγγυημένη ελάχιστη ποσότητα κατ' έτος
 - ▣ Μηνιαία ζήτηση & Ημερήσια ζήτηση
- Ενεργειακό Σύστημα
 - ▣ Αυτόνομο με ΑΠΕ (φωτοβολταϊκά - αιολικά ή και τα δύο)
 - ▣ Διασυνδεδεμένο (με ή χωρίς ΑΠΕ)
 - ▣ ΑΠΕ
 - Μέγεθος
 - Επιδότηση εγκατάστασης
 - Ποσοστό διεξόδου
 - Τρόπος εκκαθάρισης (πώληση - αγορά)
- Υποδομές & Δίκτυα μεταφοράς

Εκτίμηση Κόστους Παραγωγής

Αφαλάτωση: Αντίστροφη όσμωση & ΑΠΕ

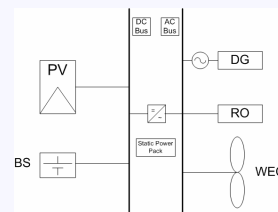
- Δυνατότητα ταχείας κατασκευής μονάδας (isobox)
- Δυνατότητα επέκτασης (modular)
- Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΠΕ ή διασύνδεση)
- Υψηλή ποιότητα παραγόμενου νερού
- Ιδανική λύση όπου η ζήτηση συμβαδίζει με την αύξηση του ηλιακού και αιολικού δυναμικού
- Νέος νόμος ΑΠΕ (3851): Πρόβλεψη προτεραιότητας στις επενδύσεις αφαλάτωσης με ΑΠΕ και κατάταξη στους αυτοπαραγωγούς

Τεχνολογία Αφαλάτωσης με ΑΠΕ

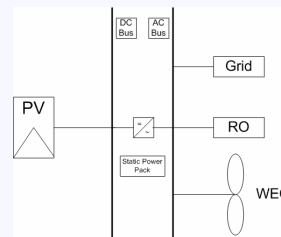


Ενεργειακό Σύστημα

- Υβριδικό αυτόνομο σύστημα
 - ΑΠΕ (αιολικά, φωτοβολταϊκά)
 - Μπαταρίες
 - Τοπικό ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος
- Διασυνδεδεμένο σύστημα
 - ΑΠΕ (αιολικά, φωτοβολταϊκά)
 - Δίκτυο (αμφίδρομο)
- Σύστημα χωρίς ΑΠΕ



Υβριδικό αυτόνομο σύστημα



Διασυνδεδεμένο σύστημα

Διαστασιολόγηση

Υβριδικό και Διασυνδεδεμένο Ενεργειακό Σύστημα

Υβριδικό Αυτόνομο Σύστημα

- Η ετήσια ενεργειακή απαίτηση από ΑΠΕ καλύπτεται από φωτοβολταϊκά και αιολικά σε κυμαινόμενα ποσοστά
- Η χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας δεν υπερβαίνει το 10%

Διασυνδεδεμένο Σύστημα

- Σύμφωνα με το νέο νόμο για τις ΑΠΕ:
 - Η εγκατεστημένη ισχύς από ΑΠΕ μπορεί να είναι έως και 25% μεγαλύτερη της εγκατεστημένης ισχύος της μονάδας αφαλάτωσης

Διαστασιολόγηση: Παραδοχές - 1

Μονάδα αφαλάτωσης

Περιοχή	Ημερησια Δυναμικότητα - ΗΔ (m ³)	Εγγυημένη Ελάχιστη Ποσότητα - ΕΕΠ (m ³ /έτος)	Συντελεστής Χρησιμοποίησης ΕΕΠ/(365*ΗΔ)	Μετεωρολογικά Δεδομένα
Αμοργός – Κατάπυλα	300	10000	0.091	Νάξος
Αμοργός - Αιγιάλη	200	11800	0.162	
Δονούσα	200	14900	0.204	
Κουφονήσια	2 x 500	37100	0.102	
Ηρακλειά	150	13500	0.247	
Θηρασιά	150	10300	0.188	Σαντορίνη
Φολέγανδρος	2 x 600	45300	0.103	
Σίκινος	2 x 300	19000	0.087	
Μεγίστη	2 x 550	53300	0.133	Ρόδος
Χάλκη	2 x 550	53500	0.133	
Λειμοί	2 x 350	34500	0.135	Κάλυμνος
Πάτμος	2 x 500	110000	0.301	
Αρκοί	50	1500	0.082	
Ψέριμος	50	1200	0.066	

Παραδοχές - 2

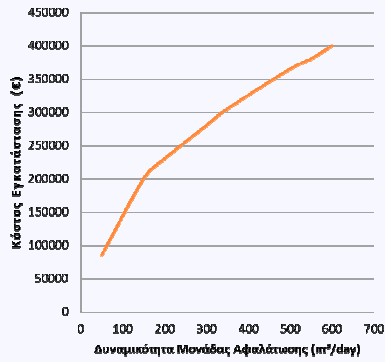
- Κόστος
 - Λειτουργικό
 - Κόστος καυσίμου – ηλεκτρισμού
 - Εγκατάστασης συστήματος παραγωγής ενέργειας
 - Ανεμογεννήτριες
 - Φωτοβολταϊκά
 - Αναστροφές (inverter)
 - Μπαταρίες
 - Συμβατικές μονάδες Diesel
- Οικονομικές παράμετροι
 - Επιτόκιο προεξόφλησης 6%
 - Διάρκεια σύμβασης 15 έτη
- Σχεδιαστικές παράμετροι
 - Διάρκεια κάλυψης από μπαταρία (αυτόνομο) = 1 ημέρα
 - Ανάλυση με μέσες ετήσιες τιμές ζήτησης νερού

Παραδοχές - 3

- Απαιτούμενη ειδική ενέργεια για νερό με TDS = 42,000 ppm
 - 6.5 kWh/m³ 50 m³/day (χωρίς ανάκτηση)
 - 3 kWh/m³ >100 m³/day (με ανάκτηση)
- Κόστος πετρελαίου
 - 0.8 €/l
- Κόστος αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας
 - 0.08 €/kWh
- Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας
 - Αιολικά: 100 €/MWh
 - Φωτοβολταϊκά 400 €/MWh
- Κόστος φωτοβολταϊκών
 - Τιμή πλαισίου 4.30 €/W_p (πηγή: www.solarbuzz.com)
 - Τιμή αντιστροφή 0.35 €/W
- Κόστος μπαταριών
 - 0.5 €/Wh

Παραδοχές - 4

Κόστος μονάδας αφαλάτωσης



Πηγή: ΕΜΠ, επεξεργασία στοιχείων από υφιστάμενες μονάδες

Κόστος αιολικών ανά επίπεδο ισχύος

Ανεμογεννήτρια (kW)	Κόστος (€/kW)
15	3500
50	2500
100	2000
150	1800
200	1500

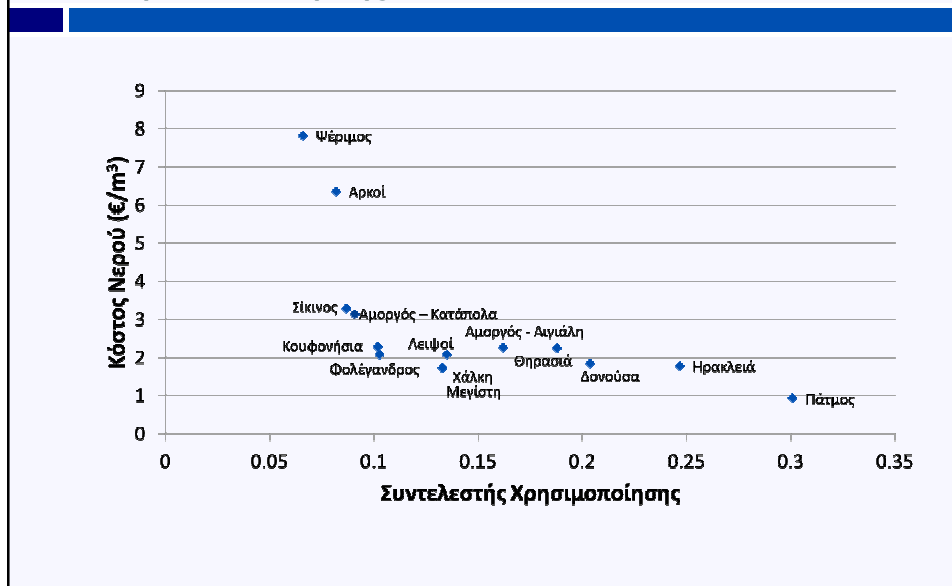
Πηγή: ΕΜΠ, έρευνα αγοράς

Αποτελέσματα

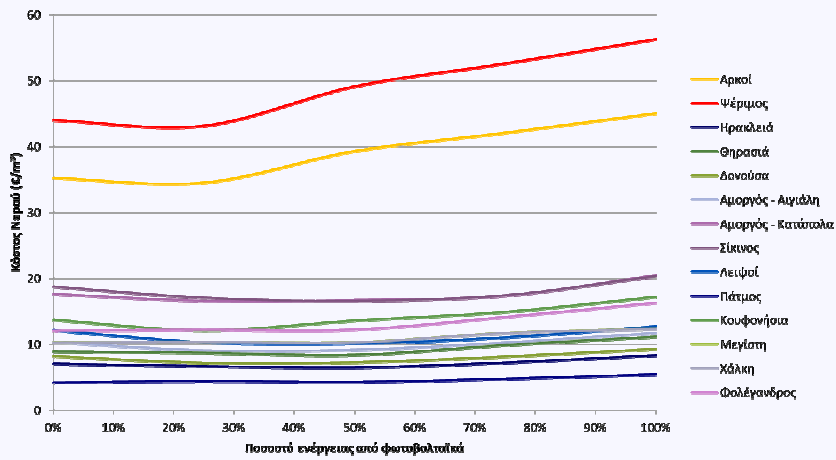
Κόστος νερού Σύστημα συνδεδεμένο στο δίκτυο χωρίς ΑΠΕ

Περιοχή	Κόστος Νερού (€/m ³)	Ελάχιστη Εγγυημένη Ποσότητα (m ³ /ημέρα)	Παρατηρήσεις
Αμοργός – Κατάπολα	3.12	10000	Μεγάλη μονάδα RO για μικρή ποσότητα νερού
Αμοργός - Αιγιάλη	2.25	11800	Μικρότερη μονάδα RO για μεγαλύτερη ποσότητα νερού
Δονούσα	1.83	14900	
Κουφονήσια	2.27	37100	
Ηρακλειά	1.77	13500	
Θηρασιά	2.24	10300	
Φολέγανδρος	2.06	45300	
Σίκινος	3.27	19000	Μικρή ζήτηση νερού
Μεγίστη	1.71	53300	
Χάλκη	1.70	53500	
Λειψοί	2.06	34500	Η Πάτμος επηρεάζει σημαντικά το σταθμισμένο μέσο όρο. Χωρίς Πάτμο 2.15 (€/m ³)
Πάτμος	0.92	110000	
Αρκοί	6.35	1500	Υψηλό κόστος νερού: Μικρή ελάχιστη εγγυημένη ποσότητα νερού και μονάδες χωρίς ανάκτηση ενέργειας.
Ψέριμος	7.81	1200	
Σταθμισμένος μέσος όρος*	1.87		

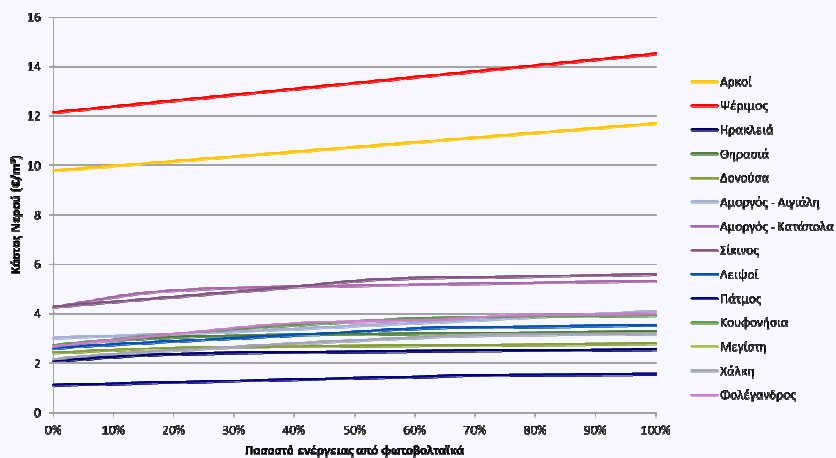
Κόστος νερού ~ Συντελεστής χρησιμοποίησης (Σύστημα συνδεδεμένο στο δίκτυο χωρίς ΑΠΕ)



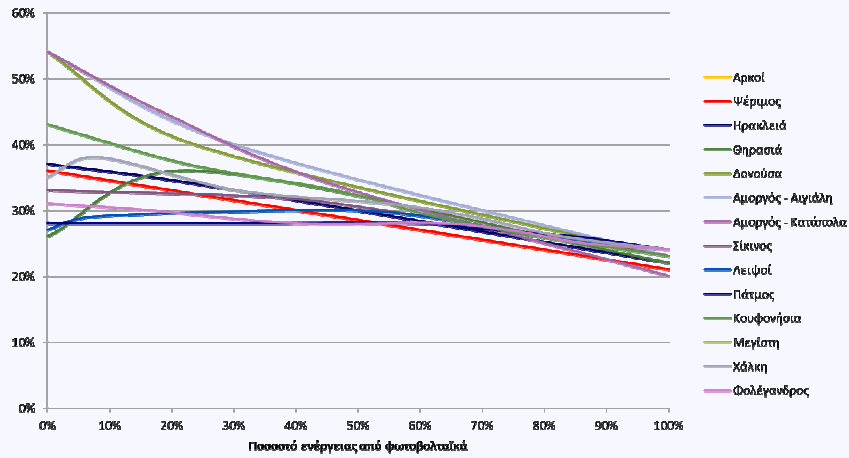
Κόστος νερού Αυτόνομο σύστημα με ΑΠΕ



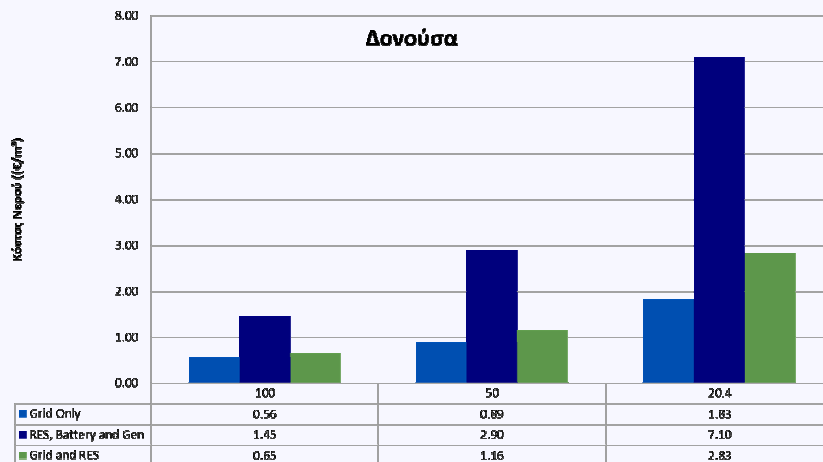
Κόστος νερού Σύστημα συνδεδεμένο στο δίκτυο και με ΑΠΕ



Ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ

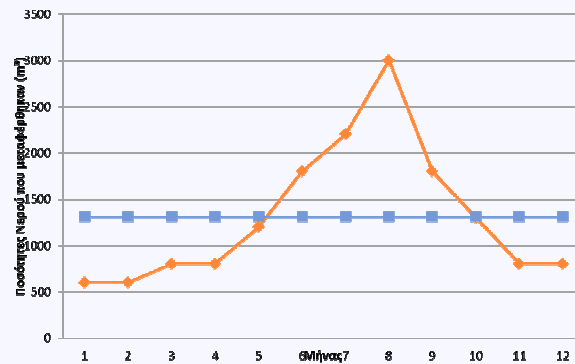


Συντελεστής χρησιμοποίησης ~ Κόστος



Μηνιαίο προφίλ κατανάλωσης σε διασυνδεδεμένο σύστημα με ΑΠΕ

Ποσότητες νερού που μεταφέρθηκαν στην Ηρακλεία, 2008



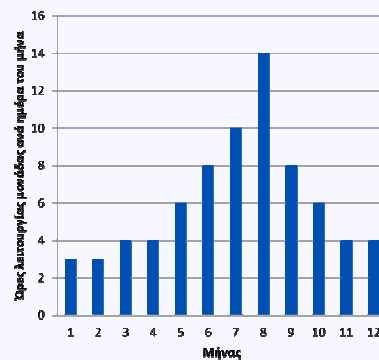
Πηγή: Υπουργείο Εμπορικής
Ναυτιλίας

Ώρες Λειτουργίας

Υπολογισμός ημερήσιων ωρών λειτουργίας

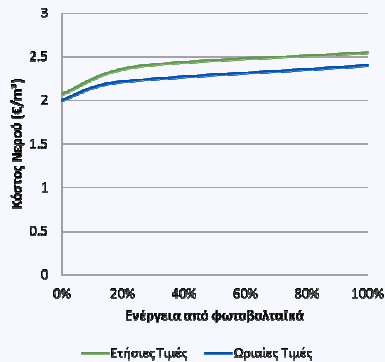
- Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα = Ημερήσια ζήτηση / Δυναμικότητα
- Υποθέσεις
 - Η ζήτηση έχει προφίλ όμοιο με το έτος 2008
 - Η συνολική ποσότητα μεταφερόμενου νερού είναι όση ορίζει η διαβούλευση ως ελάχιστη εγγυημένη ποσότητα
 - Οι ώρες λειτουργίας κατανέμονται στο 24ώρο γύρω από το μεσημέρι

Ώρες λειτουργίας αφαλάτωσης

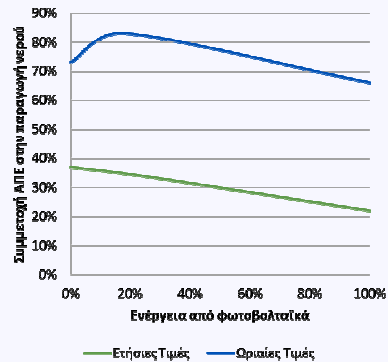


Κόστος νερού & Συμμετοχή ΑΠΕ

Κόστος νερού - Ηρακλειά



Συμμετοχή ΑΠΕ στην παραγωγή νερού - Ηρακλειά



Συζήτηση

- Ένας χαμηλός συντελεστής χρησιμοποίησης ανεβάζει το κόστος νερού
 - Σε μικρό συντελεστή χρησιμοποίησης θα πρέπει το κόστος εγκατάστασης μονάδας να είναι χαμηλό
 - Σε μεγάλο συντελεστή θα πρέπει το κόστος λειτουργίας της μονάδας να είναι χαμηλό
- Η εγκατάσταση αιολικών είναι ένα σύνθετο πρόβλημα στις τουριστικές περιοχές
 - Μεγάλη ανεμογεννήτρια – χαμηλό κόστος, οπτική όχληση
 - Μικρότερες – υψηλό κόστος, χαμηλή αξιοπιστία, λιγότερη όχληση
- Υβριδικά συστήματα
 - Ακριβά
 - Συμφέρουν σε μεγάλο συντελεστή χρησιμοποίησης