

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μηχανολόγων- Ηλεκτρολόγων,
Αθήνα, Μάιος 2007

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
ΓΙΑ ΑΡΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ**




Κονδύλη Αιμ., Παπαποστόλου Χρ.

**Εργαστήριο Αριστοποίησης Παραγωγικών
Συστημάτων**

Τμήμα Μηχανολογίας ΤΕΙ Πειραιά




Σκοπός της Εργασίας

- ❖ Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων (Decision Support System, DSS), για τη βέλτιστη κατανομή των διαθέσιμων υδάτινων πόρων λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς διαθεσιμότητας καθώς και τις προτεραιότητες του κάθε χρήστη, που (μπορεί να) μεταβάλλονται τοπικά και χρονικά.
- 




Ένα πρόβλημα επίκαιρο...

- ❖ Όπως είναι γνωστό τη φετεινή χρονιά το πρόβλημα έχει γίνει ιδιαίτερα έντονο λόγω ανομβρίας και πολλά έργα υποδομής (κυρίως μονάδες αφαλάτωσης) προγραμματίζονται για τα νησιά
 - ❖ Μάλιστα λέγεται ότι, αν οι ίδιες καιρικές συνθήκες επικρατήσουν και την επόμενη χρονιά, το πρόβλημα θα είναι πλέον ζωτικής σημασίας και η επίλυσή του ιδιαίτερα δύσκολη.
- 




Περιγραφή του προβλήματος 1/2

- ❖ Η διαθεσιμότητα του νερού στη σωστή ποσότητα και ποιότητα αποτελεί κρίσιμο παράγοντα της κοινωνικο-οικονομικής ανάπτυξης μιας χώρας γενικά και μίας περιοχής ειδικότερα.
 - ❖ Στην Ελλάδα η εξασφάλιση των απαραίτητων σε ποσότητα και ποιότητα ποσοτήτων νερού και η αντίστοιχη κατανομή τους σε διαφορετικούς χρήστες αποτελούν πρώτης προτεραιότητας προβλήματα, καθώς παρουσιάζονται συνθήκες έλλειψής του, είτε εποχιακές, κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες, είτε μόνιμες.
- 



Περιγραφή του προβλήματος 2/2

- ❖ Μοντέλα αριστοποίησης καθώς και συστήματα λήψης αποφάσεων, έχουν εφαρμοστεί είτε για τη βέλτιστη κατανομή των διαθέσιμων υδάτινων πόρων, ή για την αριστοποίηση των συστημάτων νερού. Όμως περιορισμένη ερευνητική δραστηριότητα έχει λάβει χώρα σχετικά με την αριστοποίηση της συνολικής εφοδιαστικής αλυσίδας του νερού.
 - ❖ Το πρόβλημα υπάρχει όταν η ζήτηση υπερβαίνει τη διαθεσιμότητα και διαφορετικοί χρήστες ασκούν ανταγωνιστικές πιέσεις για τη διεκδίκηση του νερού.
- 




Διαχείριση υδάτινων πόρων στα νησιά του Αιγαίου 1/3

Μεγάλο πρόβλημα νερού εντοπίζεται κυρίως στις Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα.

- Λόγω γεωμορφολογίας, και
- Αύξησης πληθυσμού το καλοκαίρι...

Πώς επιλύεται το πρόβλημα;

- Με έργα υποδομής
 - (λιμνοδεξαμενές, φράγματα, μονάδες αφαλάτωσης), ή,
 - με μεταφορά νερού με ειδικά διαμορφωμένα πλοία.
 - ❖ Η λύση αυτή έχει προσωρινό χαρακτήρα και υψηλό κόστος και δε δημιουργεί δυνατότητες μακροπρόθεσμης επίλυσης του προβλήματος.
- 

Διαχείριση υδάτινων πόρων στα νησιά του Αιγαίου 2/3

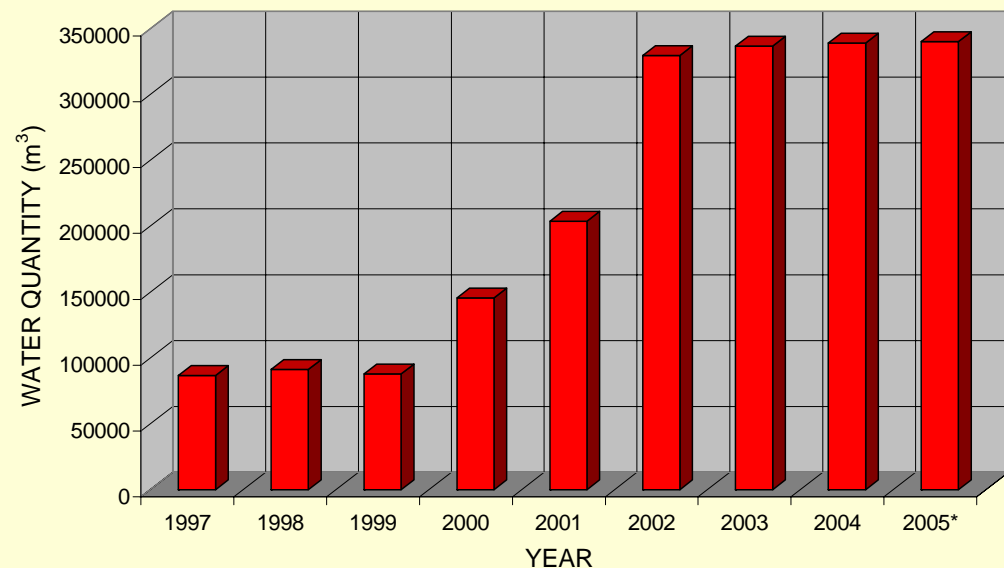
❖ Οι Κυκλάδες αποτελούνται κυρίως από πολλά μικρά άνυδρα ως επί το πλείστον νησιά.

❖ Τα μεσαίου - μεγάλου μεγέθους, όπως η Σύρος, η Νάξος κ.α., καλύπτουν τις ανάγκες τους με μονάδες αφαλάτωσης, με φράγματα και υπόγεια ύδατα

❖ Τα μικρά νησιά αρκούνται σε μεταφορά ύδατος με πλοία και αποθήκευση σε δεξαμενές.

✓ Κατά την τελευταία δεκαετία μεταφέρθηκαν στα νησιά των Κυκλάδων 1.620.000 κ.μ νερό με αντίστοιχο κόστος 12.524.000 €

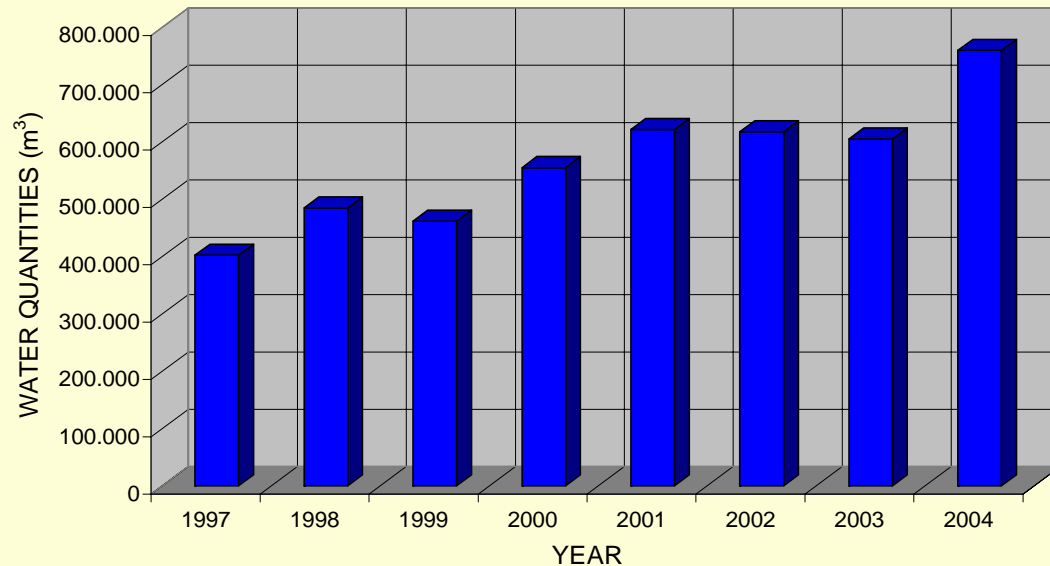
IMPORTED WATER QUANTITY
IN CYCLADES ISLANDS



Διαχείριση υδάτινων πόρων στα νησιά του Αιγαίου 3/3

- ❖ Στα Δωδεκάνησα, μόνο τα μεγάλα νησιά όπως η Ρόδος και η Κως διαθέτουν ίδιους υδάτινους πόρους.
- ❖ Τα υπόλοιπα προμηθεύονται νερό από τα μεγάλα νησιά.
- ❖ Τα τελευταία χρόνια έχουν κατασκευαστεί και μονάδες αφαλάτωσης.
- ❖ Στα Δωδεκάνησα μεταφέρθηκαν τα τελευταία χρόνια 4.508.000 κ.μ με αντίστοιχο κόστος 18.739.000 €

IMPORTED WATER QUANTITIES
IN DODECANESE ISLANDS






Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων στη διαχείριση των υδάτινων πόρων...

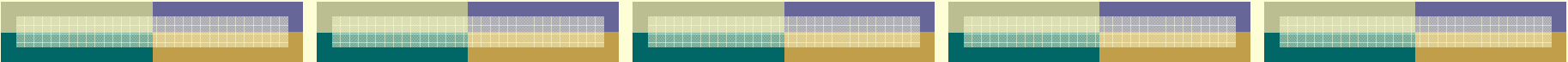
Το εν λόγω σύστημα, λαμβάνοντας υπόψη:

- ❖ τις ανάγκες των χρηστών σε νερό ανά είδος χρήσης (γεωργική, αστική, βιομηχανική),
- ❖ τις προτεραιότητές τους,
- ❖ το είδος και τη διαθεσιμότητα των πηγών (ποσοτικά και ποιοτικά)

θα κατανέμει το νερό

μεγιστοποιώντας τη συνολική του αξία και επιδιώκοντας τη βέλτιστη δυνατή αξιοποίηση των διαθέσιμων υδάτινων πόρων.





Βασικά χαρακτηριστικά της προτεινόμενης μεθόδου (1/3)

Συνήθης προσέγγιση: κατασκευή νέου έργου ή ακριβή και μη βιώσιμη λύση μεταφοράς νερού

Σύγχρονη αντιμετώπιση: Διαχείριση ζήτησης και άριστη χρήση υπαρχόντων πόρων

Στην εργασία αυτή αναπτύχθηκε μαθηματικό μοντέλο αριστοποίησης

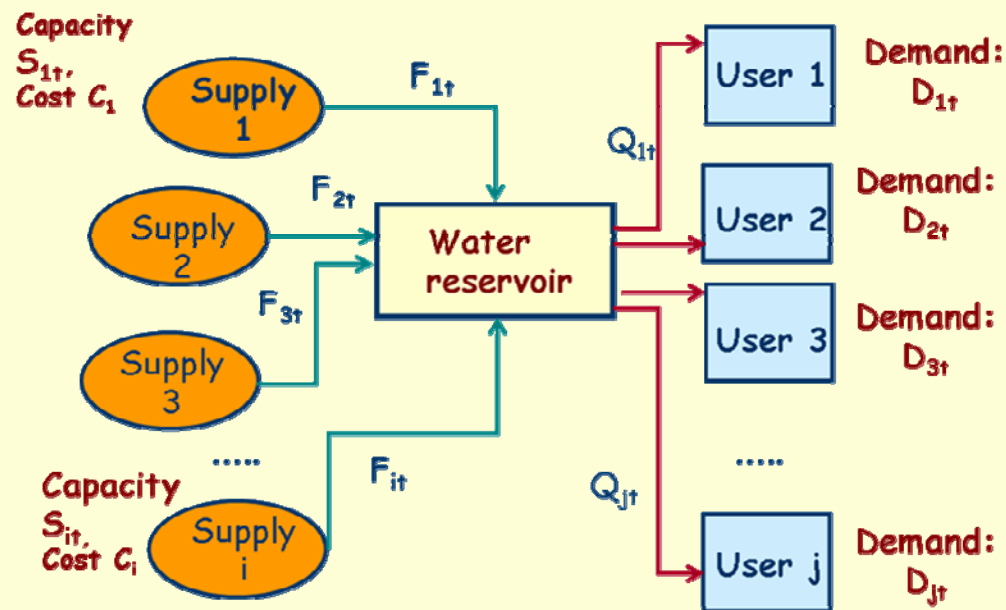
Κριτήριο: η μεγιστοποίηση της αξίας του νερού με προτεραιότητες



Βασικά χαρακτηριστικά της προτεινόμενης μεθόδου 2/2

Ο αντικειμενικός σκοπός αυτού μοντέλου είναι ο προσδιορισμός:

- ❖ των ποσοτήτων ύδατος που κατανέμονται στον κάθε χρήστη, και
- ❖ των κατάλληλων (βέλτιστων) ποσοτήτων παροχής ύδατος, από κάθε μία εκ των διαθέσιμων πηγών.



Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου αριστοποίησης 1/5

Παράμετροι του μοντέλου

H, t	Χρονικός ορίζοντας, χρονικό βήμα της επίλυσης αντίστοιχα
B_{jt}	Το όφελος του εκάστοτε τελικού καταναλωτή j (σε €/m ³) από τη χρήση του νερού στο χρονικό διάστημα t
D_{jt}	Η ζήτηση ύδατος (σε m ³) από το χρήστη j στο χρονικό διάστημα t
Q_{jt}^{MIN}	Η ελάχιστη ποσότητα νερού που υποχρεωτικά δίνεται στο χρήστη j στο χρονικό διάστημα t
S_{it}	Η δυναμικότητα (σε m ³) της πηγής παροχής ύδατος I στο χρονικό διάστημα t
P_{jt}	Κόστος- ποινή (σε €/m ³) από τη μη ικανοποίηση της ζήτησης του χρήστη j στο χρονικό διάστημα t
V_{max}	Η μέγιστη ποσότητα νερού (σε m ³) που μπορεί να αποθηκευτεί στη δεξαμενή ύδατος
V_{min}	Ο ελάχιστος όγκος ύδατος (σε m ³) που πρέπει να υπάρχει στη δεξαμενή
C_i	Το κόστος του νερού (σε €/m ³) από την πηγή παροχής

Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου αριστοποίησης 2/5

Μεταβλητές του μοντέλου

F_{it}	Η παροχή (ροή) ύδατος (σε m^3) από την πηγή i στο χρονικό διάστημα t
Q_{jt}	Η ποσότητα ύδατος (σε m^3) που φτάνει στο χρήστη j στο χρονικό διάστημα t
V_t	Ο όγκος της ποσότητας ύδατος (σε m^3) που αποθηκεύεται στη δεξαμενή στο χρονικό διάστημα t

Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου αριστοποίησης 3/5

Κριτήριο αριστοποίησης

Μεγιστοποίηση της συνολικής αξίας του νερού =

$$\text{Συνολικό όφελος} = \sum_t \sum_j B_{jt} * Q_{jt}$$

Συνολικό κόστος = Κόστος παροχής ύδατος + Κόστος μη ικανοποίησης μέρους της ζήτησης

$$\text{Συνολικό κόστος} = \sum_t \sum_i C_i * F_{it} + \sum_t \sum_j p_{jt} * (D_{jt} - Q_{jt})$$

Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου αριστοποίησης 4/5

Κριτήριο αριστοποίησης

- ❖ Τα οφέλη αντικατοπτρίζουν την αξία χρήσης του νερού και ποικίλουν χρονικά.
- ❖ Καθορίζονται από την περιοχή, τη χρονική περίοδο και την αποδοτικότητα της καθεμίας χρήσης νερού.

$$\text{Max} \sum_t \sum_j B_{jt} * Q_{jt} - [\sum_t \sum_i C_i * F_{it} + \sum_t \sum_j p_{jt} * (D_{jt} - Q_{jt})]$$

Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου αριστοποίησης 5/5

Περιορισμοί του προβλήματος

- ❖ Εξίσωση συνέχειας για τη δεξαμενή αποθήκευσης ύδατος:

$$V_t = V_{t-1} + \sum F_{it} - \sum Q_{jt}$$

- ❖ Ανώτατα και κατώτατα όρια αποθήκευσης της δεξαμενής:

$$V_{\min} \leq V_t \leq V_{\max}$$

- ❖ Περιορισμούς δυναμικότητας της κάθε πηγής νερού:

$$F_{it} \leq S_{it}$$

- ❖ Η κατανεμόμενη σε κάθε χρήστη ποσότητα νερού δεν πρέπει να υπερβαίνει τη ζήτηση

- ❖ Η ελάχιστη παρεχόμενη ποσότητα ύδατος σε επιλεγμένους (ανάλογα με τις απαιτήσεις) καταναλωτές δε θα πρέπει να καθίσταται μικρότερη από μία ελάχιστη ποσότητα

$$Q_{jt}^{\min} \leq Q_{jt} \leq D_{jt}$$

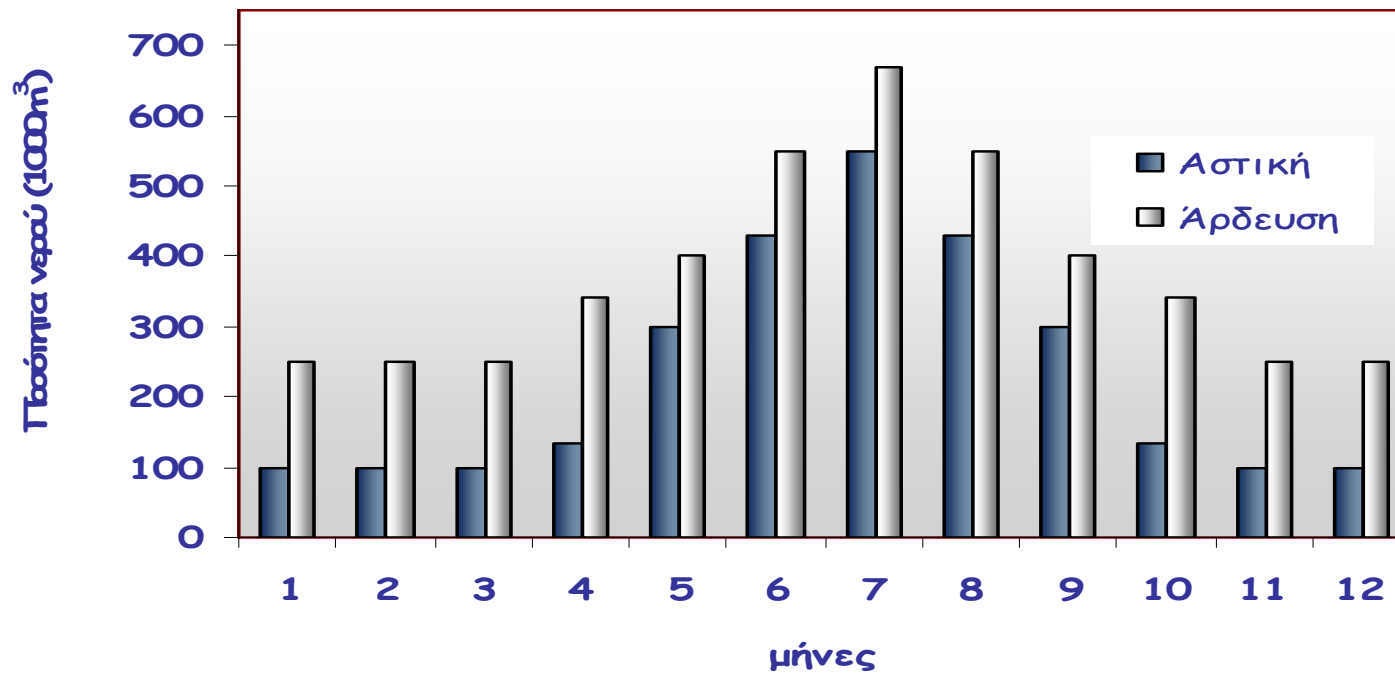
Μελέτη περίπτωσης- Δεδομένα 1/2

Δεδομένα για τη μελέτη περίπτωσης

Χρονικός Ορίζοντας	12 μήνες, χρονικό βήμα: 1 μήνας
Πηγές Νερού	1: Αφαλάτωση, 2: Λιμνοδεξαμενή, 3: Μεταφορά με πλοία
Χρήστες	A: Αστική χρήση, B: Άρδευση
Ζήτηση	Σχήμα 1
Οφέλη	Πίνακας 1
V_{max} V_{min}	1.000.000 m ³ και 10.000m ³ αντίστοιχα
Δυναμικότητα Παροχής	$S_1=300.000$ m ³ , $S_2=200.000$ m ³ /μήνα, $S_3=1.000.000$ m ³ / έτος
Κόστος παροχής νερού	$C_{1t}= 3€/ m^3$, $C_{2t}= 4,4€/ m^3$, $C_{3t}= 7€/ m^3$,

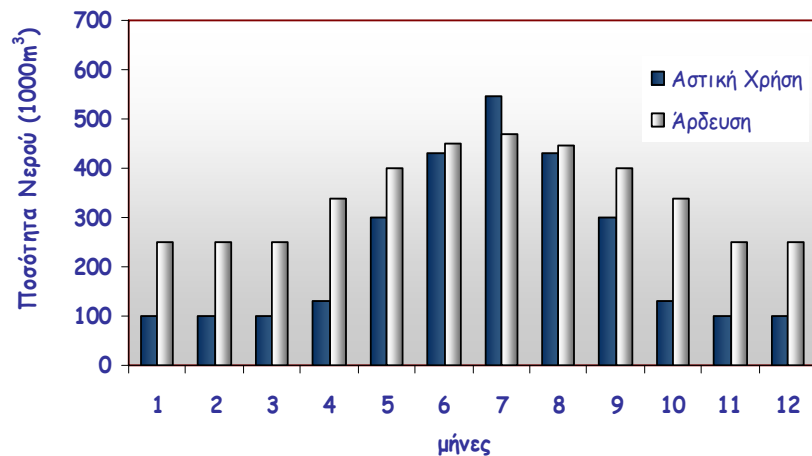
Μελέτη περίπτωσης- Δεδομένα 2/2

Μηνιαία Ζήτηση Νερού ανά χρήστη

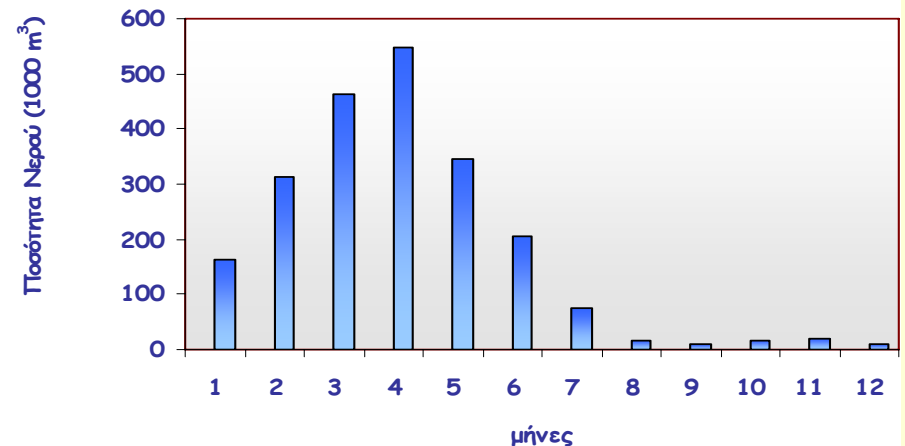


Μελέτη περίπτωσης - Αποτελέσματα

Κατανομή νερού στους χρήστες




Ποσότητα νερού στη δεξαμενή



Το νερό κατανέμεται κυρίως στις χρήσεις με τη μεγαλύτερη αξία. Συνεπώς, οι ποσότητες νερού που είναι αποθηκευμένες στη δεξαμενή είναι μεγάλες κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ πρακτικά μηδενίζονται το καλοκαίρι.



Συμπεράσματα


- ❖ Το μαθηματικό μοντέλο αποτελεί τη βάση Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων που μπορεί να υποστηρίξει σημαντικά την επιλογή ποσοτήτων νερού που θα διανεμηθούν σε κάθε χρήστη κάθε χρονική περίοδο, με βάση τη ζήτηση αλλά και προεπιλεγμένες προτεραιότητες.
 - ❖ Η προσέγγιση αυτή του προβλήματος δίνει τη δυνατότητα ολοκληρωμένης ανάλυσης και μελέτης του συστήματος και βέβαια συντελεί σημαντικά στη βέλτιστη αξιοποίηση των υδάτινων πόρων ανάλογα και με την αξία της χρήσης του νερού, αντιμετωπίζοντας με ορθολογικό τρόπο αυτό το επείγον και λίαν επιτακτικό πρόβλημα.
- 



**Εργαστήριο Αριστοποίησης Παραγωγικών
Συστημάτων**


<http://ikaros.teipir.gr/mecheng/OPS/index.htm>

Υπεύθυνη Εργαστηρίου: Δρ Αιμιλία Κονδύλη






Στόχοι εργαστηρίου OPS

- ❖ Η υποστήριξη ερευνητικών δραστηριοτήτων
 - ❖ Η παροχή εκπαιδευτικών υπηρεσιών, με προπτυχιακά μαθήματα στους σπουδαστές του Τμήματος Μηχανολογίας του ΤΕΙ Πειραιά, στα πεδία της: μοντελοποίησης, προσομοίωσης και αριστοποίησης των παραγωγικών συστημάτων
 - ❖ Η επίβλεψη διπλωματικών εργασιών και
 - ❖ Η παρακολούθηση διατριβών μεταπτυχιακού επιπέδου
- 



Πεδία Ερευνητικού Ενδιαφέροντος OPS

- ❖ Αριστοποίηση Ενεργειακών Συστημάτων
 - ❖ Αριστοποίηση Περιβαλλοντικών Συστημάτων
 - ❖ Εφαρμογές Μαθηματικού Προγραμματισμού στη διαχείριση ενέργειας και περιβάλλοντος
 - ❖ Σύγχρονες μέθοδοι οργάνωσης και προγραμματισμού παραγωγής
 - ❖ Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων με τη χρήση εργαλείων αριστοποίησης (**ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙ**)
- 



Ερευνητική δραστηριότητα OPS 1/3

Πρόγραμμα ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙ, - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

«Αριστοποίηση Συστημάτων Νερού σε Περιοχές με
Περιορισμένους Υδάτινους Πόρους»

Χρόνος : 2004, 24 μήνες

Π/Υ: 80.000 €,


Επιστημονική Υπεύθυνη Έργου: Δρ. Αιμιλία Κονδύλη





Ερευνητική δραστηριότητα OPS 2/3

Στόχος και αντικείμενο του έργου:

- ❖ Μελέτη διαφόρων οικονομοτεχνικών παραμέτρων των μεθόδων παροχής και των χρήσεων του νερού
 - ❖ Προσδιορισμός κριτηρίων αποδοτικότητας αλλά και των περιορισμών στη λειτουργία των συστημάτων νερού
 - ❖ Ανάπτυξη και εφαρμογή μοντέλου αριστοποίησης σχεδιασμού και λειτουργίας υδατικών συστημάτων
 - ❖ Σύνθεση βέλτιστων λύσεων στο σχεδιασμό και τη λειτουργία των συστημάτων νερού
- 

Ερευνητική δραστηριότητα OPS 3/3



Περιβάλλον - Αρχιμήδης ΙΙ

GR UK



🔹 Στόχος του Έργου ...

Καλώς ήλθατε...

🔹 Φάσεις & Δραστηριότητες του Έργου ...

στο δικτυακό χώρο του ερευνητικού προγράμματος :

🔹 Ερευνητική Ομάδα ...

**Αριστοποίηση Συστημάτων Νερού σε Νησιωτικές Περιοχές
με Περιορισμένους Υδάτινους Πόρους**

🔹 Ερευνητικά Αποτελέσματα ...

🔹 Φωτογραφικό Υλικό ...

Τελευταία ανανέωση: Ιανουάριος 2007



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΚΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης