

Αειφόρος διαχείριση υδάτων - το πρόβλημα των διαρροών

Δρ. Α. Πουλιέζος

Καθηγητής Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου, Πολυτεχνείο Κρήτης
(συνταξιοδοτηθείς, αλλά όχι αποσυρθείς)

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



Απλοί ορισμοί εκφράσεων του συρμού

Αειφορία: η παροχή μία υπηρεσίας με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να διασφαλίζεται ότι και στο μέλλον η υπηρεσία θα παρέχεται με την ίδια ποιότητα.

Τεχνητή ευφυΐα ή τεχνητή νοημοσύνη (AI): η ικανότητα ενός συστήματος να λειτουργεί αποτελεσματικά σε άγνωστα περιβάλλοντα.

Εμπλοκή ΔΕΥΑ

Στις ΔΕΥΑ (κυρίως) έχει ανατεθεί μία πολυσύνθετη αποστολή. Τρία είναι τα κύρια μέρη που επηρεάζουν την αειφορία του νερού:

- 1. Πηγές:** ως η αρχή της διαδικασίας, η ποσότητα και ποιότητα των υδάτινων πηγών, είναι σημαντικός παράγων.
- 2. Υποδομές:** οι υποδομές είναι το 2^ο κατά σειρά στοιχείο που εμπλέκεται στη παροχή του νερού.
- 3. Χρήστες:** οι χρήστες μπορούν φυσικά να παίξουν σημαντικό ρόλο στην εξοικονόμηση νερού, μέσω της συνετούς χρήσης του

Νομοθετικό πλαίσιο

Με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ θεσπίσθηκε το πλαίσιο κοινοτικής δράσης για την εξασφάλιση της μακροπρόθεσμης και βιώσιμης χρήσης των υδάτων.

- Η οδηγία προβλέπει ότι η **τιμολόγηση** του νερού πρέπει να δημιουργεί κίνητρα για την λελογισμένη-μη σπάταλη χρήση των υδατικών πόρων σύμφωνα με την αρχή: «**ο χρήστης πληρώνει**».

Με την **ΚΥΑ 135275, 22/5/2017** (17 χρόνια μετά!), έγινε προσπάθεια εναρμόνισης η οποία είχε άδοξο τέλος: κρίθηκε αντισυνταγματική, με βάση τις αποφάσεις 7 και 8/2033 του ΣτΕ.

Έτσι κι αλλιώς, η εφαρμογή της ήταν προβληματική. Η συμπερίληψη του συνολικού κόστους θα εκτίνασσε τα τιμολόγια, ο δε διαμοιρασμός του κόστους στις 3 υπηρεσίες (ύδρευση, άρδευση, αποχέτευση) δεν ήταν εύκολος με τα τρέχοντα λογιστικά λογισμικά

Με τον ν. **5037/28-3-23**, μετονομάζεται η ΡΑΕ σε Ρυθμιστική Αρχή Αποβλήτων, Ενέργειας και Υδάτων (**ΡΑΑΕΥ**) και διευρύνεται το αντικείμενο της με αρμοδιότητες επί των υπηρεσιών ύδατος και της διαχείρισης αστικών αποβλήτων και ενίσχυση της υδατικής πολιτικής.

Το πρόβλημα των διαρροών

Η μείωση των διαρροών είναι μία προφανής ενέργεια προς τη κατεύθυνση της μείωσης της σπατάλης του νερού.

- Δεν είναι όμως η μόνη: η σπατάλη μπορεί να περιορισθεί και στο επίπεδο του χρήστη.
(μέθοδοι γι' αυτό μετά)

Η εκτίμηση της Παγκόσμιας Τράπεζας, είναι ότι το **40-50%** του παραγόμενου νερού στις αναπτυσσόμενες χώρες, είναι μη ανταποδοτικό (NRW – non revenue water *).

* **NRW**: πραγματικές + φαινομενικές απώλειες (κλοπές) + νόμιμη, δωρεάν χρήση

Μέθοδοι αντιμετώπισης των διαρροών

Θα χωρίσω τις μεθόδους σε δύο κύριες κατηγορίες:

- Έμμεσες: βασισμένες στη πρόληψη (αποφυγή) διαρροών
- Άμεσες: εντοπισμού διαρροών

Έμμεσες μέθοδοι αντιμετώπισης των διαρροών

Οι έμμεσες μέθοδοι είναι:

- Σωστή συντήρηση δικτύου
- Αποφυγή πληγμάτων

Αποφυγή πληγμάτων

Επιτυγχάνεται με τη διατήρηση της πίεσης του δικτύου σε επιτρεπτά όρια:

- Σταθερή στάθμη δεξαμενών τροφοδοσίας με ηλεκτρονικούς πλωτήρες (όχι με άνω-κάτω όρια)
- Ομαλοί εκκινητές / τερματιστές αντλιών
- Έλεγχος πίεσης σε προκαθορισμένες ζώνες ελέγχου πίεσης, μέσω τηλεχειριζόμενων βαλβίδων ρύθμισης πίεσης.

Οι μέθοδοι αυτοί μπορούν εύκολα να εφαρμοσθούν σε υπάρχοντα δίκτυα και έχουν πολύ μικρό χρόνο απόσβεσης.

Οι άμεσες ή ενεργού εντοπισμού μέθοδοι (active leakage detection), είναι διαφόρων ειδών.

- Κλασσικές μέθοδοι ηχοεντοπισμού, π.χ. με γεώφωνα. Οι μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με τις επόμενες για τον ακριβή εντοπισμό του σημείου διαρροής.
- «Ευφυείς» μέθοδοι με διεσπαρμένους αισθητήρες ροής και πίεσης, ψηφιακά δίδυμα και αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης.
- Απλές μέθοδοι ισοζυγίου σε προκαθορισμένες ζώνες μέτρησης (DMA – district metered areas) με χρήση τηλευδρομέτρων.

Κριτήρια αποτελεσματικότητας μεθόδων εντοπισμού διαρροών (και όχι μόνον)

- Υψηλή πιθανότητα επιτυχούς εντοπισμού (>90%).
- Χαμηλή πιθανότητα εσφαλμένου εντοπισμού (< 1%)
(εσφαλμένος συναγερμός για διαρροή – κακό, μη εντοπισμός υπαρκτής διαρροής)
- Γρήγορος εντοπισμός (< 1 ώρα).
- Ακριβής εντοπισμός (< 50 μ.)
- Μέγεθος διαρροής (< ?)

Παράδειγμα από έργο σε εξέλιξη (ΕΟΧ)

Ευφυές σύστημα εντοπισμού διαρροών στο δίκτυο της ΔΕΥΑ Ηρακλείου με τεχνολογία δικτύου των πραγμάτων (IoT) -Smartlik

Παλιά πόλη Ηρακλείου

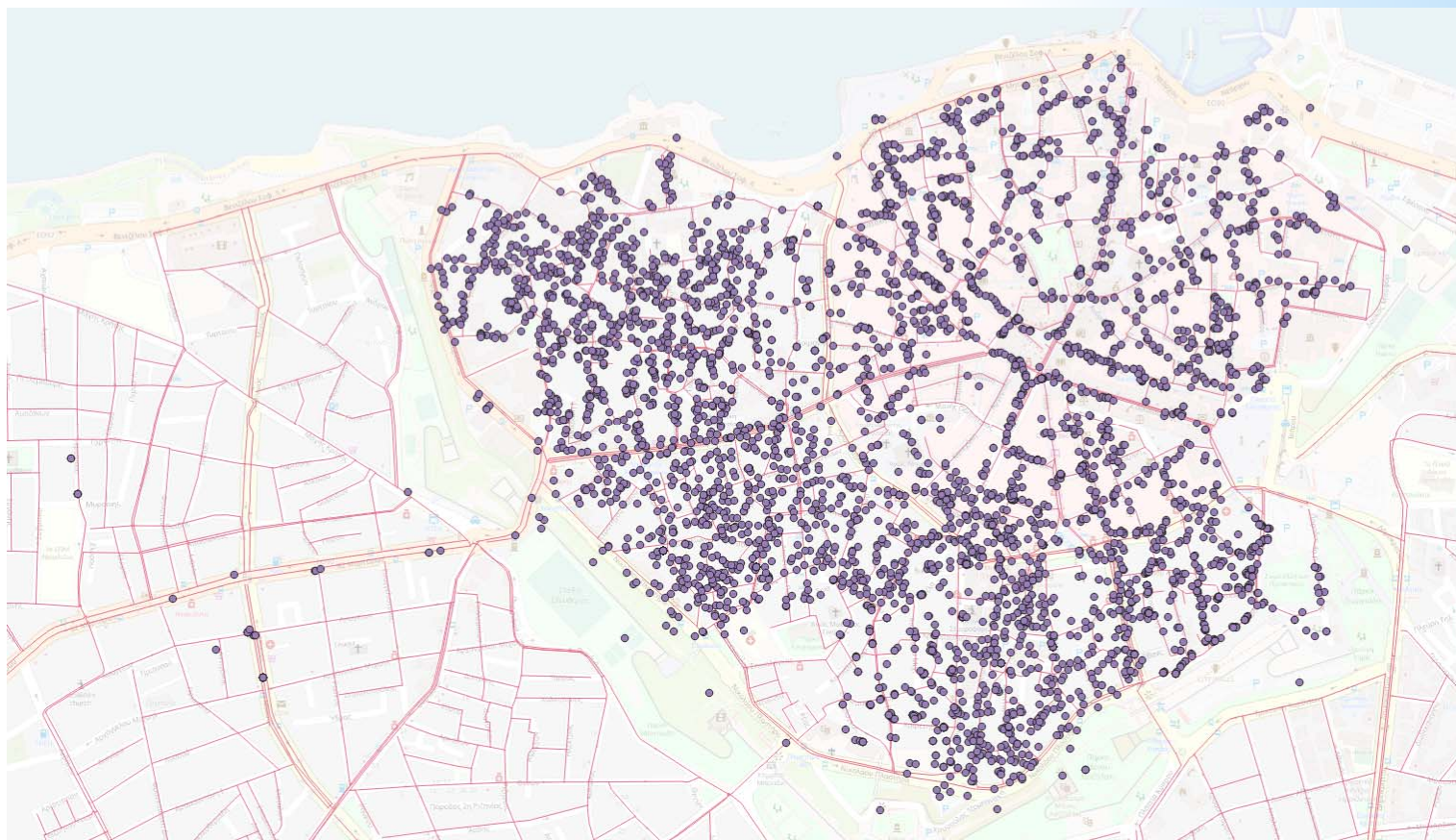
GIS

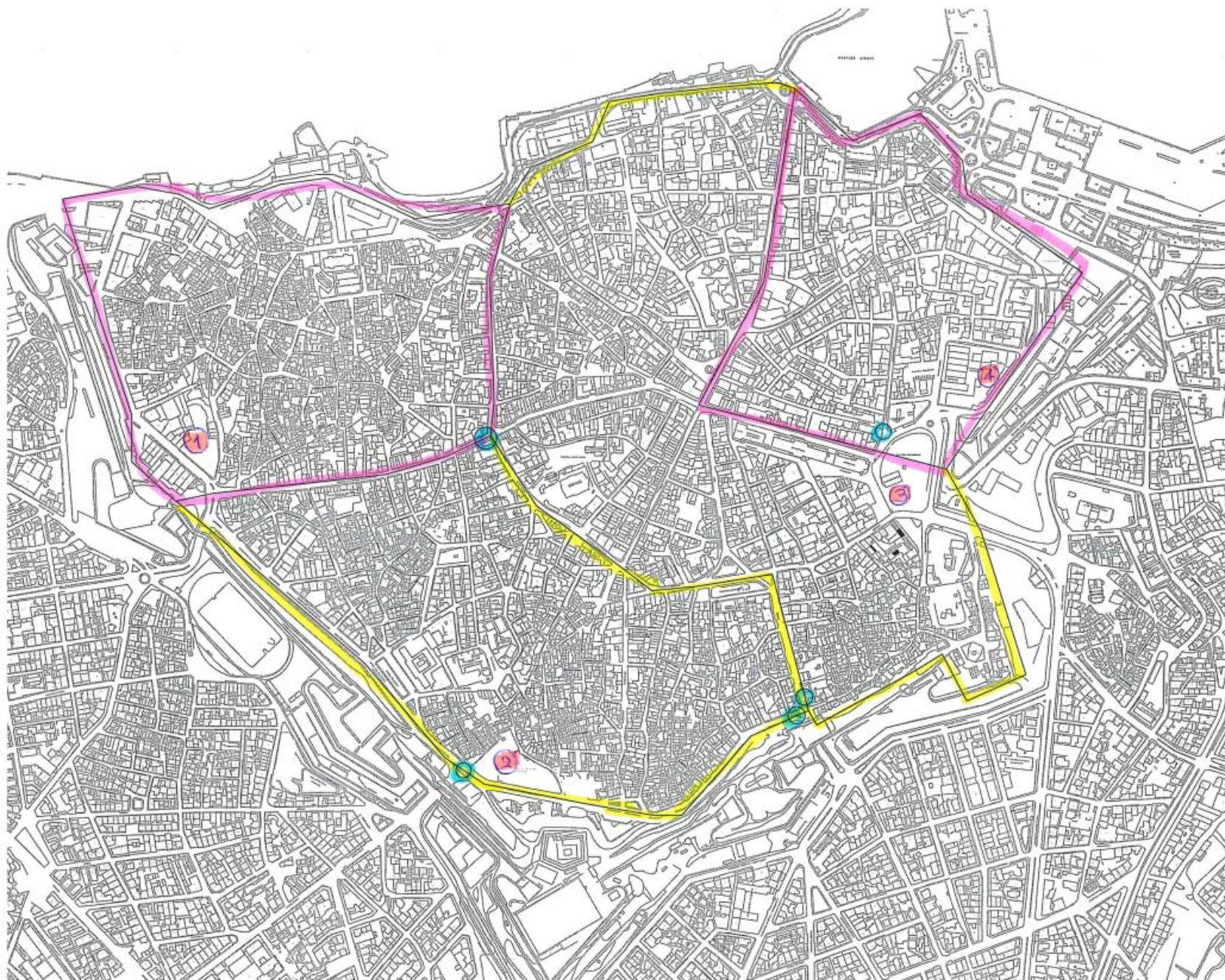
Ψηφιακό δίδυμο

5.600 τηλευδρόμετρα

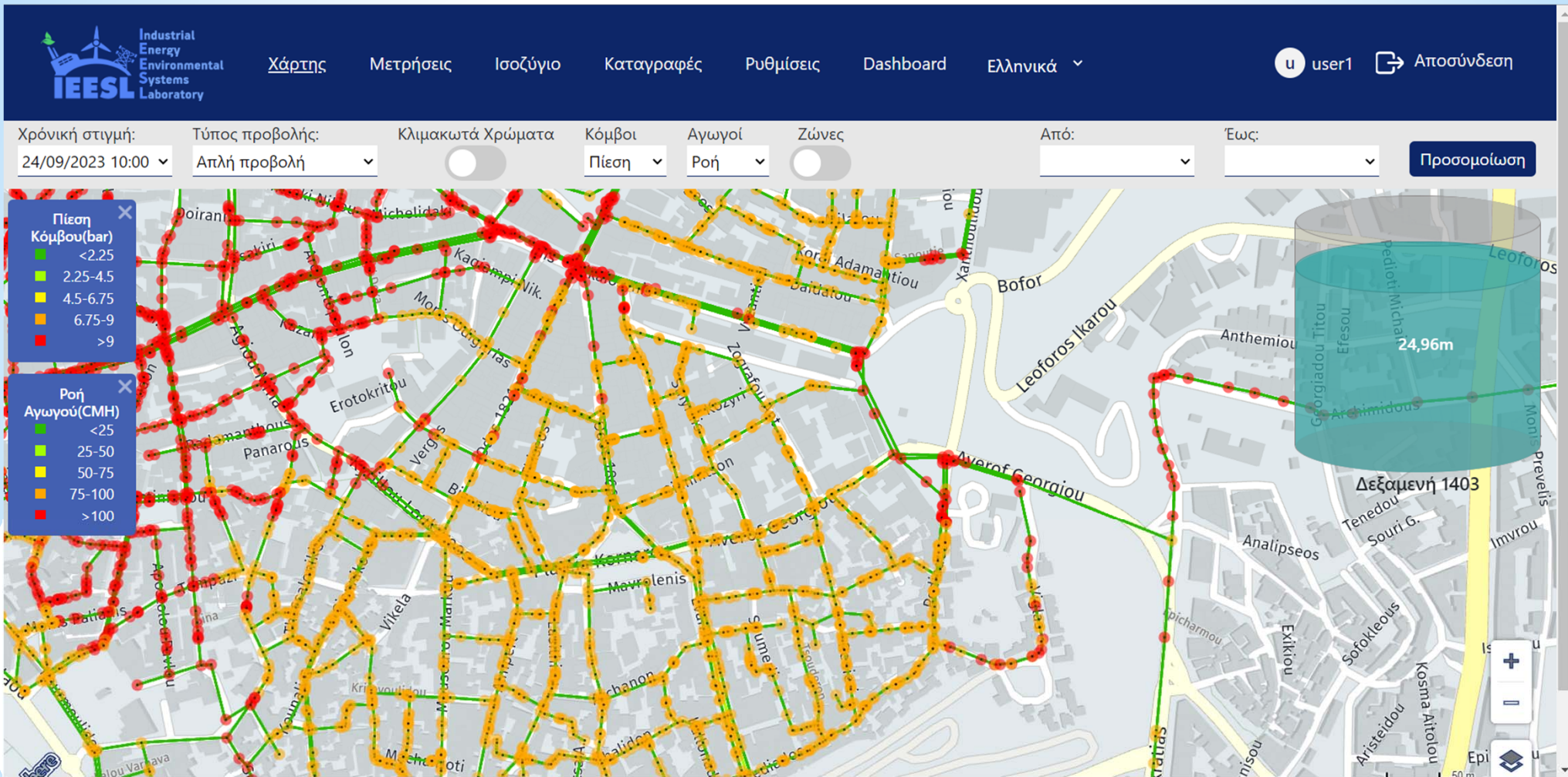
4 ζώνες ελέγχου

πίεσης και διαρροών





Δίκτυο Παλιάς Πόλης Ηρακλείου χωρισμένο σε 4 ζώνες.



Δικτυακή διεπαφή εφαρμογής (web-based platform)

Μείωση της σπατάλης μέσω τιμολόγησης με βάση την αρχή της «εύλογης» ή «δίκαιης» κατανάλωσης

Μικτό σύστημα χρέωσης:

- I. ένα σταθερό τέλος, και
- II. ένα μεταβλητό τέλος, το οποίο διαμορφώνεται ανά χρήστη, με αφετηρία την «εύλογη» κατανάλωση του

Για παράδειγμα, έστω χρήστης με νοικοκυριό 3 ατόμων. Με βάση στατιστικά και άλλα στοιχεία, εκτιμάται ότι η «εύλογη» κατανάλωση, είναι 3×150 λίτρα/ημέρα, δηλαδή $40 \mu^3$ /τρίμηνο. Το μεταβλητό τέλος του συγκεκριμένου χρήστη θα διαμορφωθεί ως εξής:

0-20 μ^3	21-40 μ^3	41-80 μ^3	>80
$\alpha/2$	α	2α	4α

Το ποσό α είναι το ίδιο για όλους τους χρήστες και υπολογίζεται έτσι ώστε να υπάρχει **ανάκτηση του κόστους** (δύσκολο μαθηματικό πρόβλημα).

Μεταβλητή χρέωση στην άρδευση

Είδος καλλιέργειας	Ετήσιες ανάγκες αρδευτικού νερού (μ ³ /στρέμμα) *
Ελιές	411
Εσπεριδοειδή	507
Αμπέλι	507
Μποστανικά	645
....	

	Έκταση (μ ²)	Είδος καλλιέργειας	Εύλογη ετήσια κατανάλωση (μ ³)
Υδρόμετρο 1	2.000	Ελιές	822
	3.000	Εσπεριδοειδή	1.500
Σύνολο			2.322

* Οι ανάγκες θα μεταβάλλονται ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες.

Δυσκολίες

Υπάρχουν.

Ευχαριστώ

