



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος

Αστικά Υδραυλικά Έργα: Η αστική ζήτηση και η διαχείρισή της

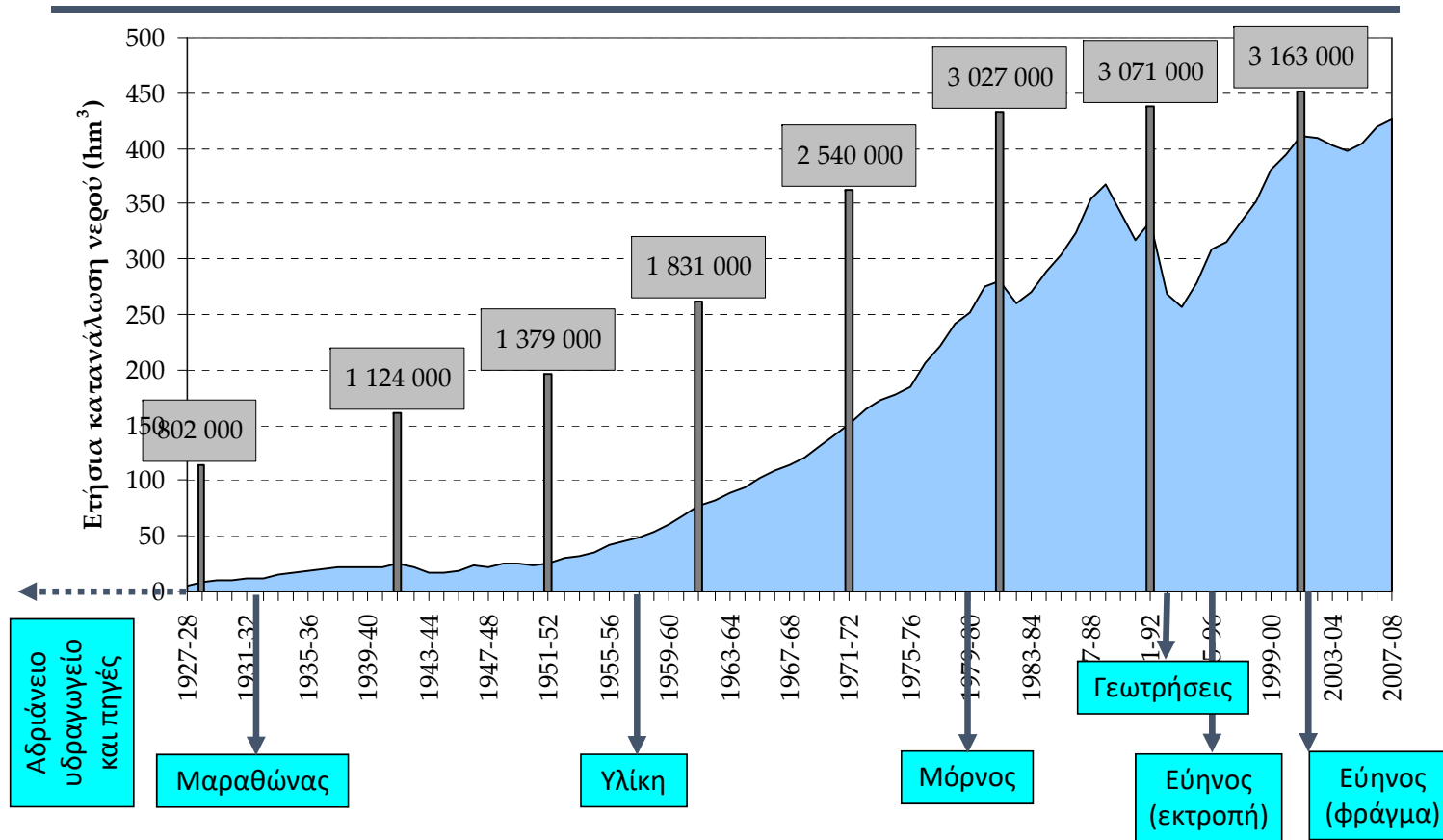
Χρήστος Μακρόπουλος
cmakro@mail.ntua.gr

Τι είναι η αστική ζήτηση;

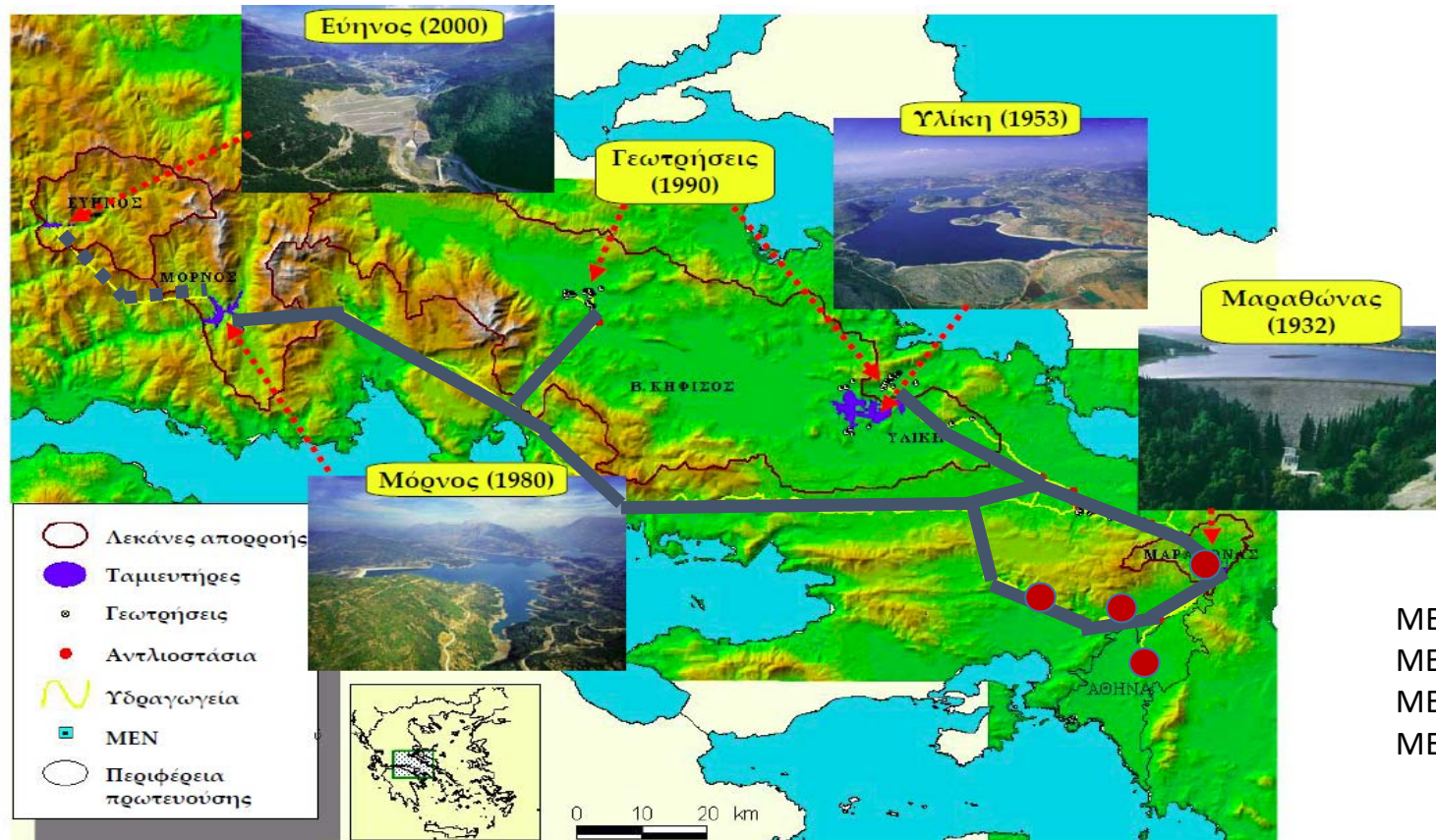


Τι κάνατε από την ώρα που ξυπνήσατε (και τι γινόταν γύρω σας);

Ζήτηση της Αθήνας: Εξέλιξη κατανάλωσης, πληθυσμού και έργων



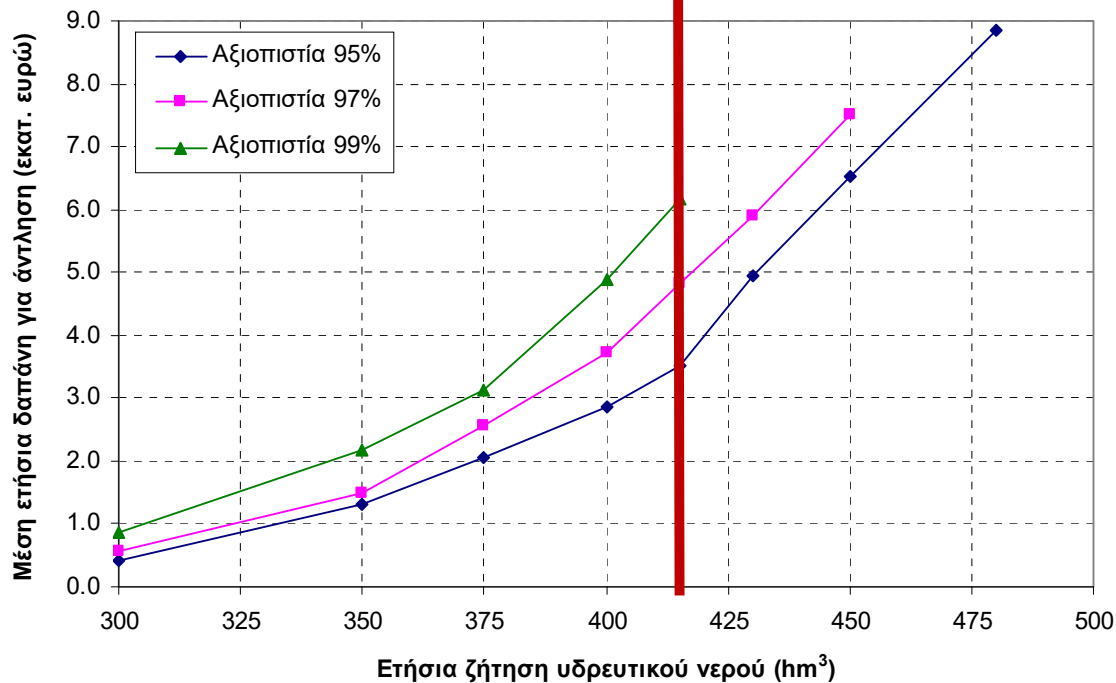
Πού βρίσκουμε όλο αυτό το νερό;



MEN Γαλατσιου
MEN Αχαρνων
MEN Πολυδενδριου
MEN Ασπροπυργου

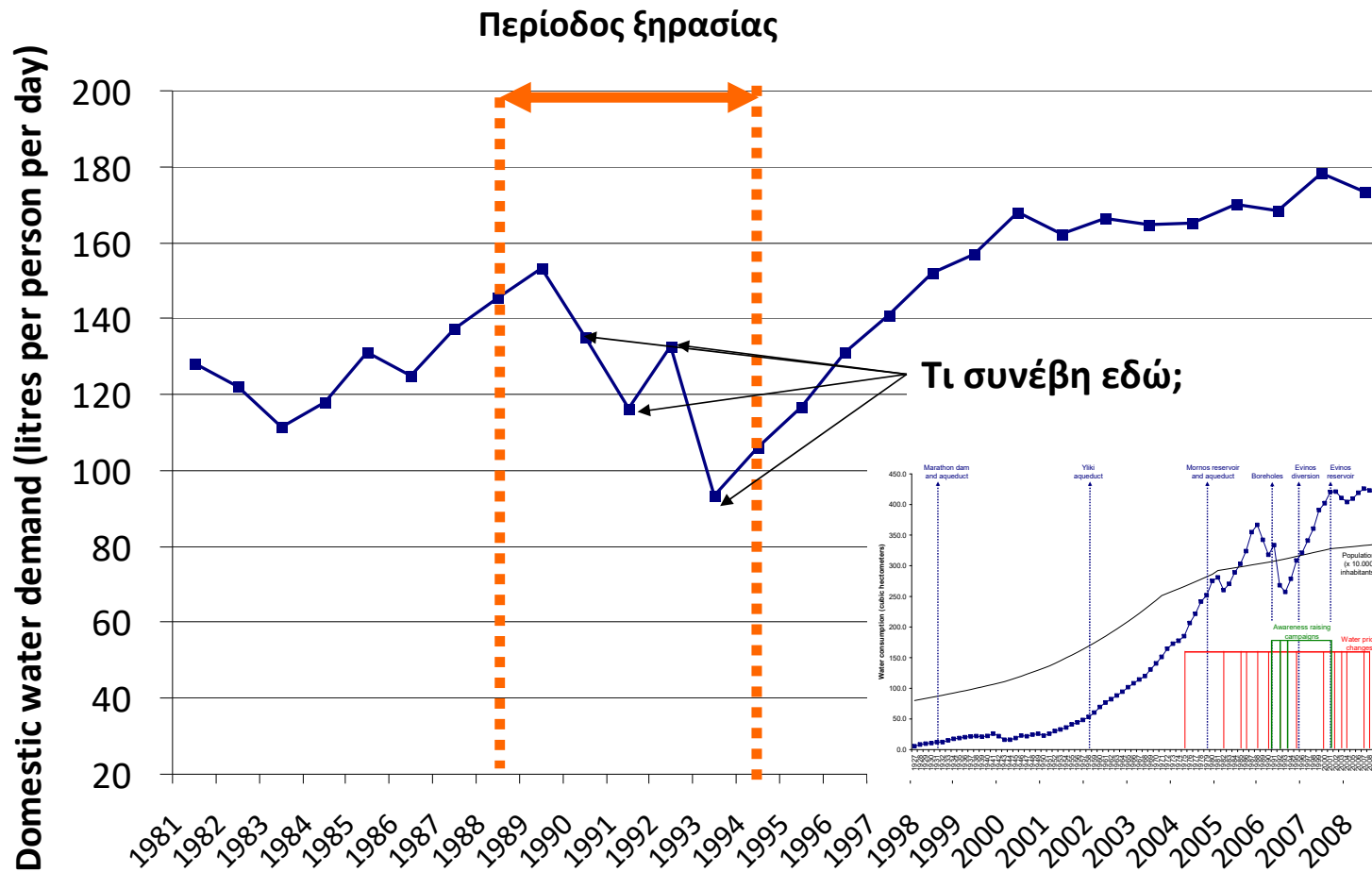
Μπορούμε να παρέχουμε (για) πάντα όσο νερό ζητάει η Αθήνα;

Σημερινή ζήτηση: $\approx 420 \text{ hm}^3$



Και αν όχι, τι μπορούμε να κάνουμε για αυτό;

Μια κοντινότερη ματιά στο διάγραμμα ζήτησης



Πίσω από τις ΜΕΝ: Από τι αποτελείται αυτή η ζήτηση;

System Input Volume	Authorised Consumption (Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση)	Billed Authorised Consumption (Τιμολογούμενη)	Billed Metered Consumption	Revenue Water (Ανταποδοτικό νερό)
			Billed Unmetered Consumption	
		Unbilled Authorised Consumption (Μη τιμολογούμενη)	Unbilled Metered Consumption	Non Revenue Water (Μη ανταποδοτικό νερό)
			Unbilled Unmetered Consumption	
	Water Losses (Απώλειες)	Apparent Water Losses (Φαινόμενικές)	κλοπή Unauthorised Consumption	
			Μετρητές Customer Meter Inaccuracies	
		Real Losses (Πραγματικές) = διαρροές + υπερχειλίσσεις	Leakage on Transmission and Distribution Mains	
			Leakage and Overflows at Reservoirs	
		Leakage on Service Connections up to Metering Point		

Απώλειες Αθήνας:

- Εσωτερικό δίκτυο?
- Εκ του οποίου μετρητές?

Αρά:

**Ζήτηση
≠
Κατανάλωση**

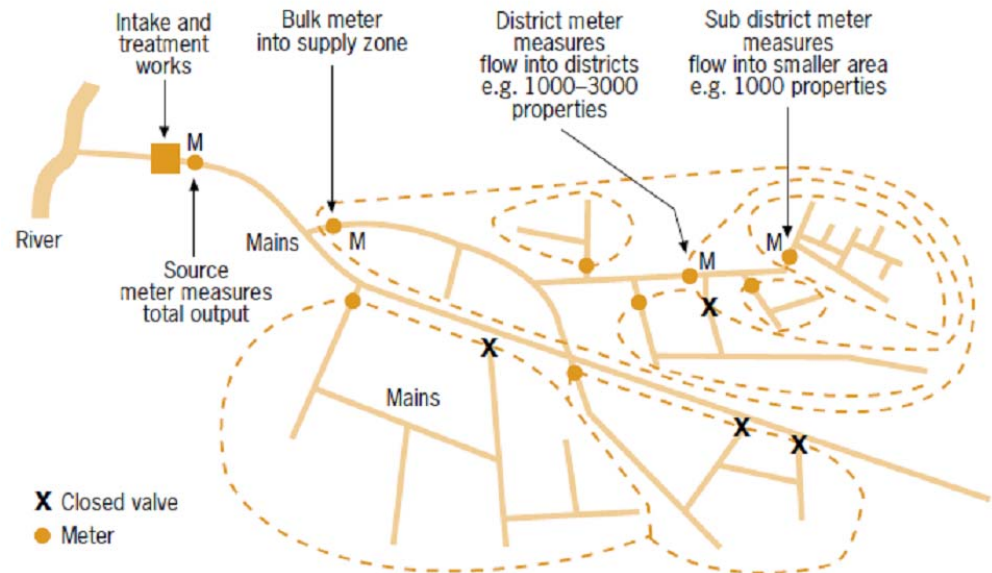
(IWA, 2000)

Διαφορετική στρατηγική για κάθε κατηγορία: πχ. πραγματικές απώλειες

1. Ζωνοποίηση και δημιουργία των **DMA**s (υδραυλικά απομονωμένων περιοχών)
2. Εντοπισμός διαρροών (μετρήσεις πεδίου και μέτρηση νυχτερινής ροής)
3. Μειωμένος χρόνος απόκρισης επισκευής διαρροών.
4. Διαχείριση της πίεσης.
5. Διαρροές στην ιδιοκτησία του καταναλωτή.

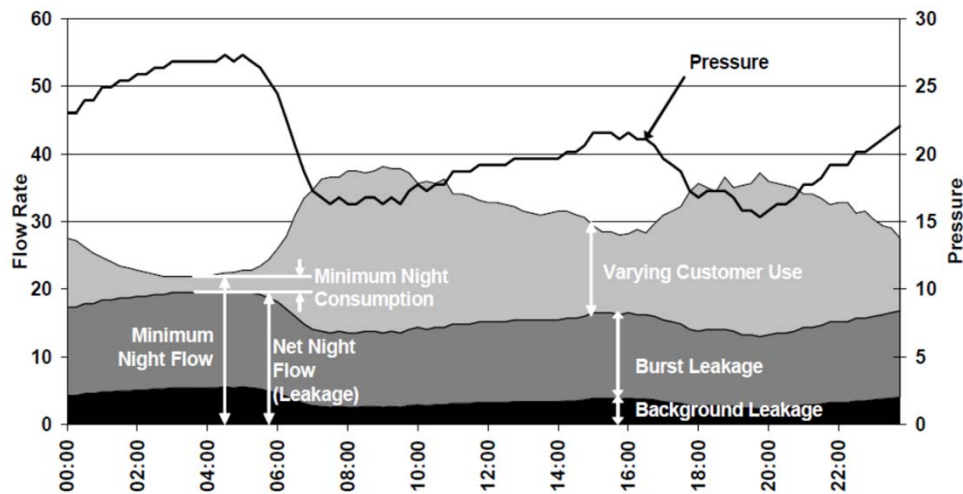
DMA: Υδραυλικά Απομονωμένες Ζώνες

- Μια είσοδο νερού με μετρητή ανά ζώνη
- Ζώνες 1000-3000 σπίτια
- Χωρισμένες μεταξύ τους με βαλβίδες απομόνωσης



Τι πρέπει να προσέξουμε όταν κλείνουμε/απομονώνουμε περιοχές με βαλβίδες;

Εντοπισμός διαρροών και γρήγορη απόκριση

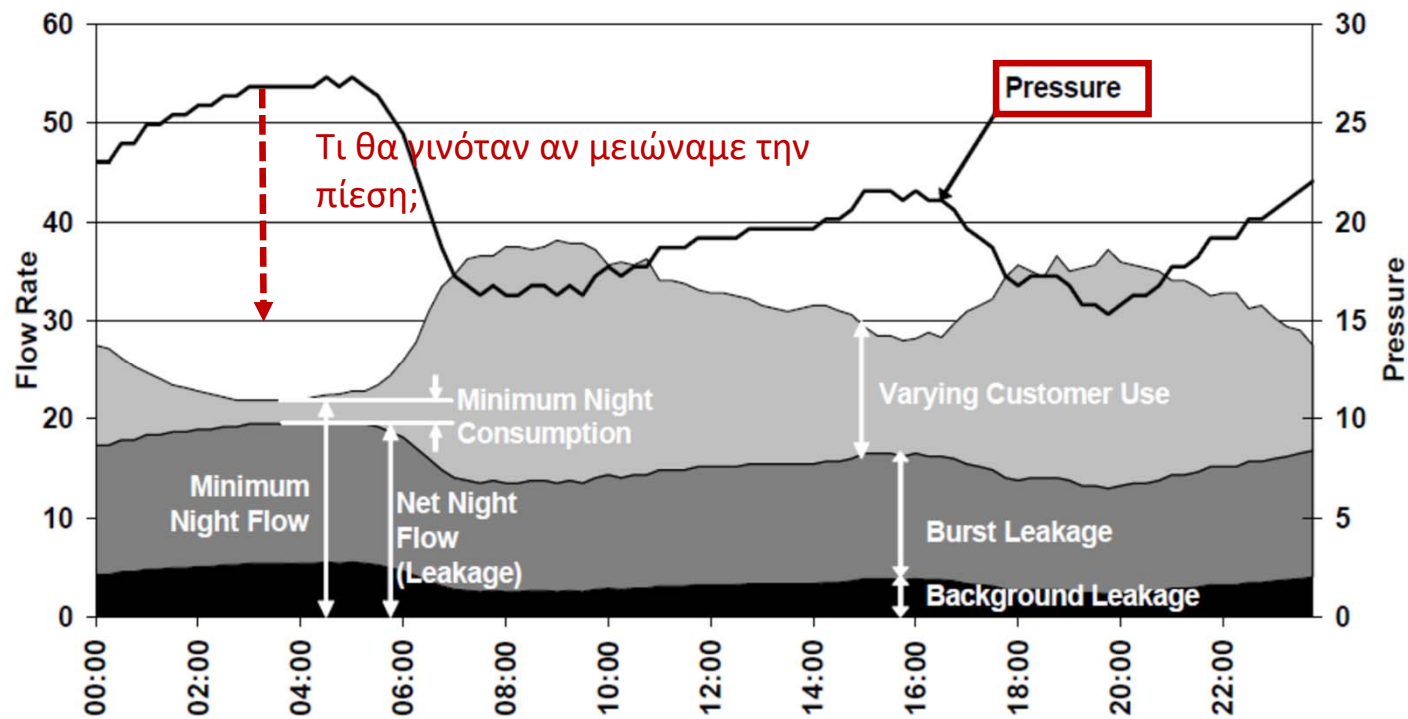


Ανάλυση και προσομοίωση σε επίπεδο ζώνης για εντοπισμό **επιπέδου** διαρροών



Εντοπισμός **νέας** διαρροής με δεδομένα σε πραγματικό χρόνο

Μπορούμε να μειώσουμε τις διαρροές χωρίς να κλείσουμε όλους τους δρόμους;

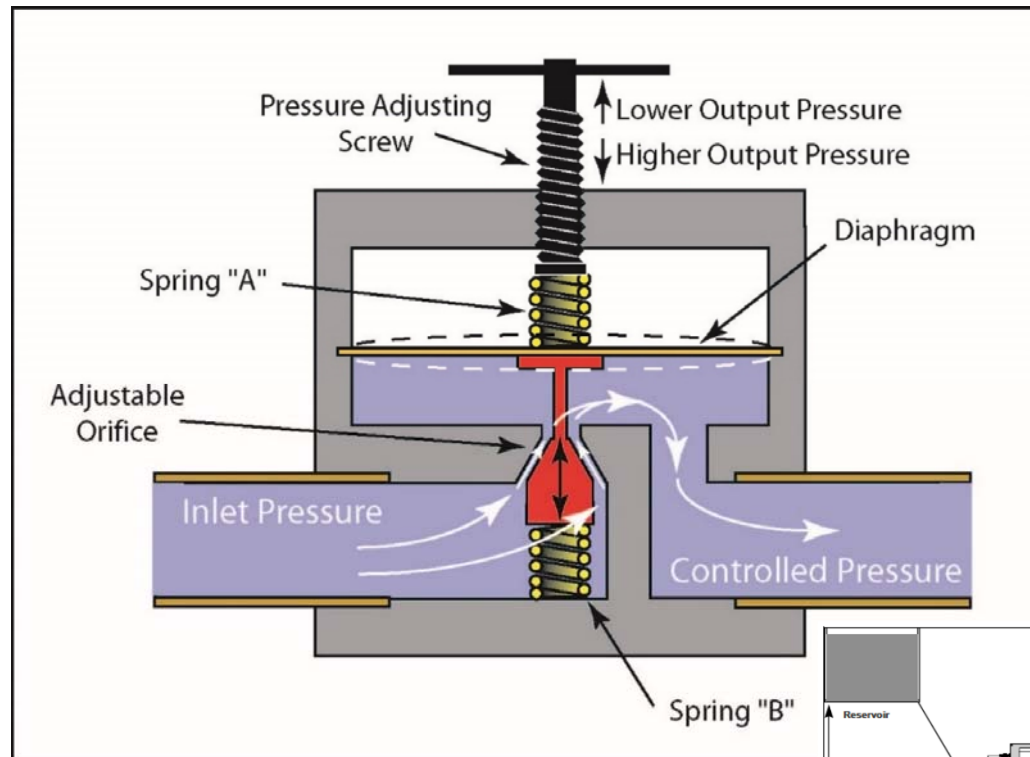


Διαχείριση πίεσης

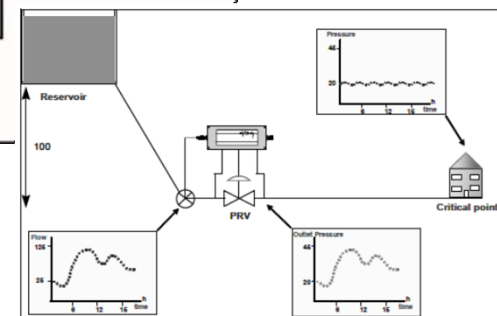
Πως μπορούμε να μειώσουμε την πίεση στους αγωγούς;



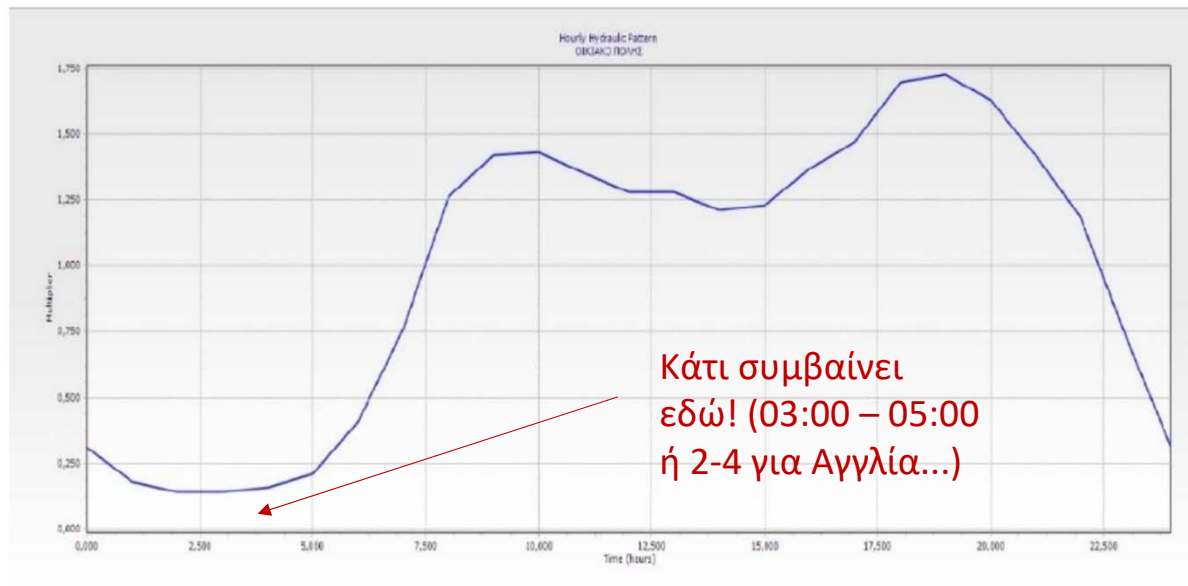
- Η βαλβίδα κρατάει τη πίεση στην **έξοδο σταθερή** ακόμα και αν η πίεση στην είσοδο είναι μεγαλύτερη.
- Το διάφραγμα μετακινείται λόγω της πίεσης στην έξοδο.
- Μεγάλη πίεση (στην είσοδο) το ανεβάζει και αυτό συνεπάγεται ότι η (κόκκινη) βίδα ανεβαίνει και άρα λιγότερο νερό περνά και η πίεση πέφτει.
- Εξαρτούμε την πίεση (στόχο) στην έξοδο με τη ζήτηση κατάντι.



Βαλβίδα μείωσης πίεσης

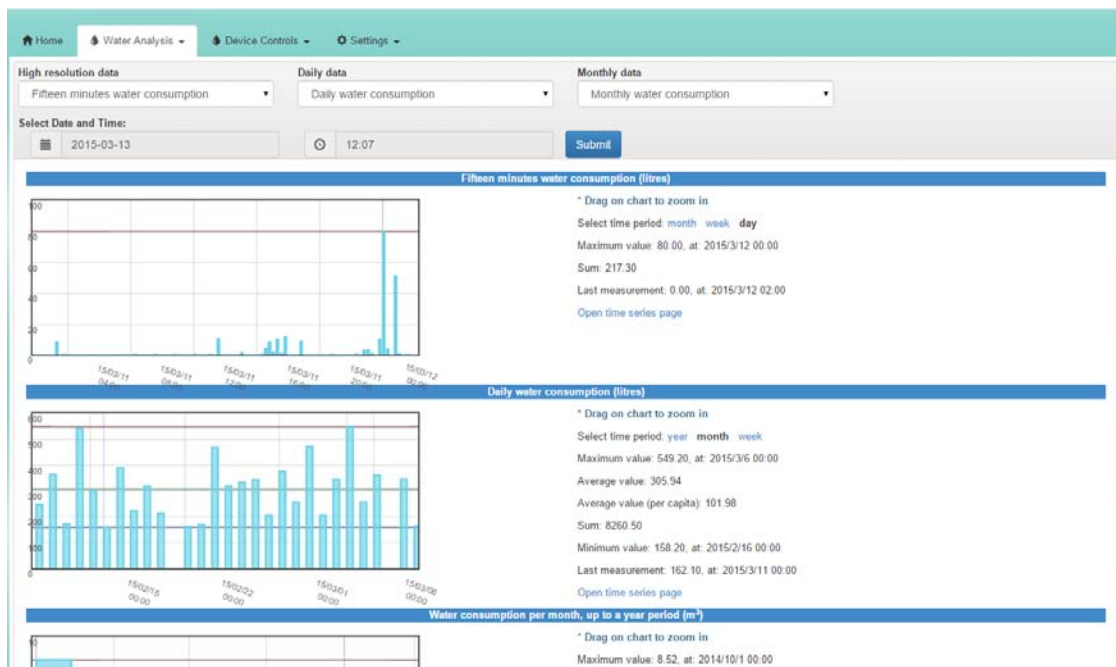


Διαρροές στον καταναλωτή



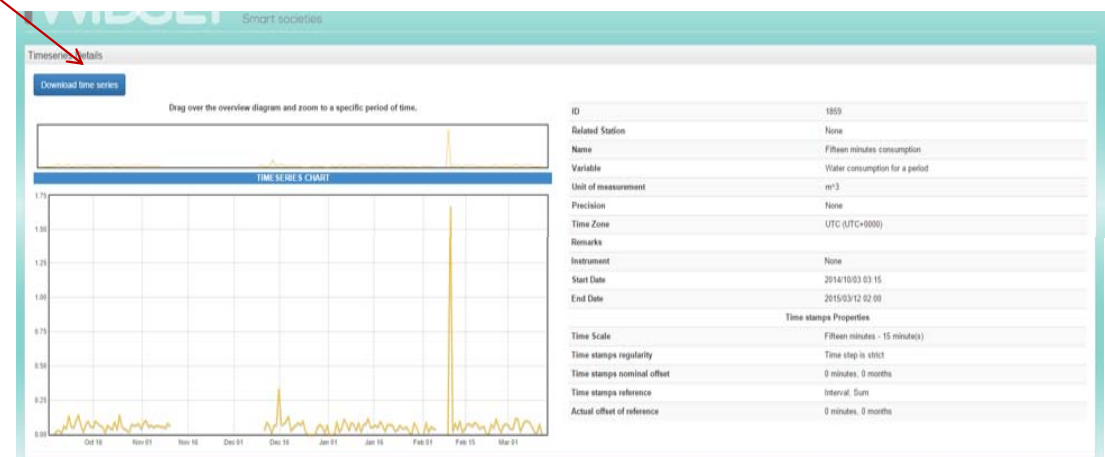
- Μπορούμε όμως εμείς (ή η ΕΥΔΑΠ ή και οι δύο) να το δούμε αυτό;
- Ναι, αλλά χρειαζόμαστε εξυπνους μετρητές! (smart metering)

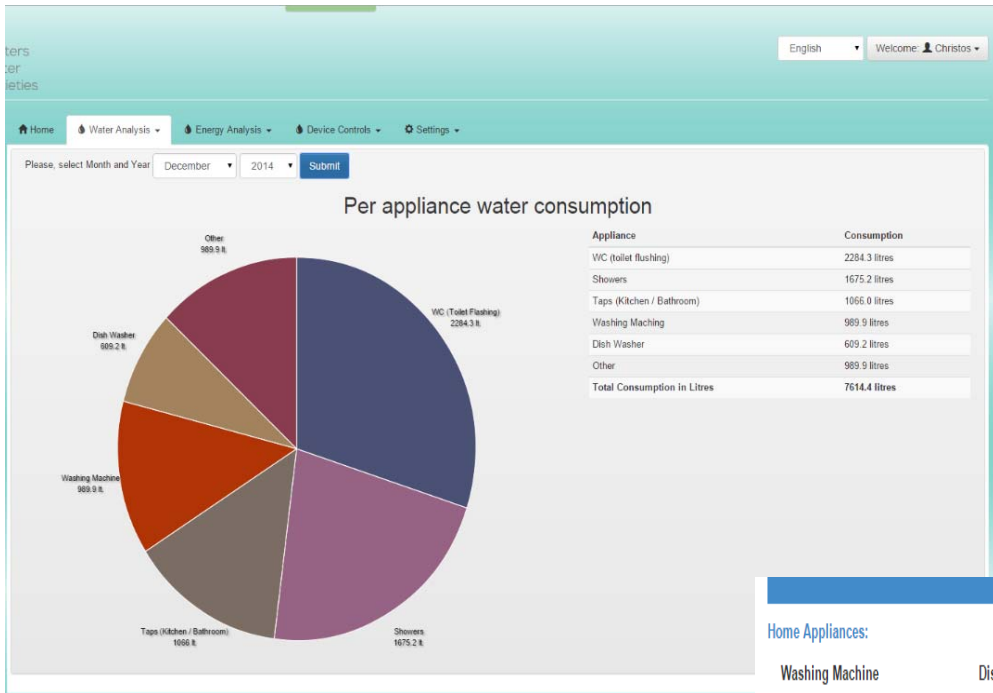




- Κατανάλωση σε επίπεδο σπιτιού (ανάλυση 15 λεπτών)

- Ιστορικά στοιχεία κατανάλωσης





Κατανάλωση ανα συσκευή

- Πως ξέρω τι συσκευές υπάρχουν σε ένα σπίτι;

APPLIANCE CHARACTERISTICS

Home Appliances:

Washing Machine:
 Dishwasher:
 Bath:
 Shower:
 Toilet:
 Boiler:

Dryer:
 Sink (Kitchen and WC):

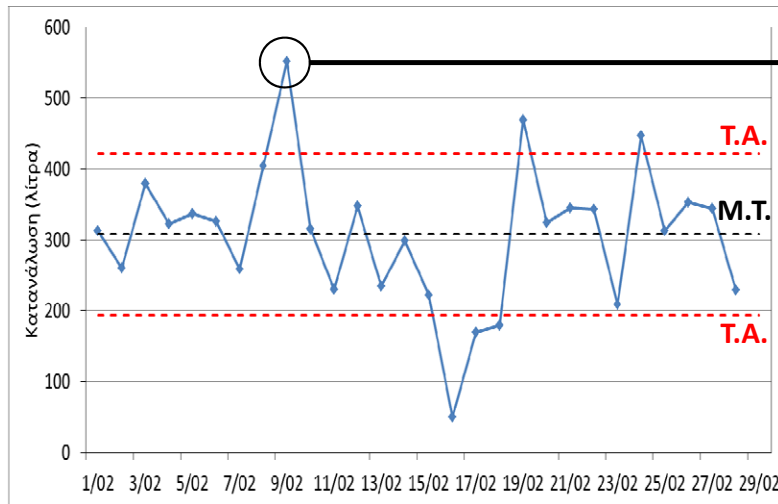
Water Efficient Appliances:

Dual flush toilets
 Low flow taps
 Efficient showerheads
 Water/Energy efficient washing machine
 Water/Energy efficient dishwasher
 Drip irrigation or Sprinkler timers

Water Demand Management Systems:

Rainwater Harvesting System
 Greywater Treatment System
 Combination of RHS and GTS

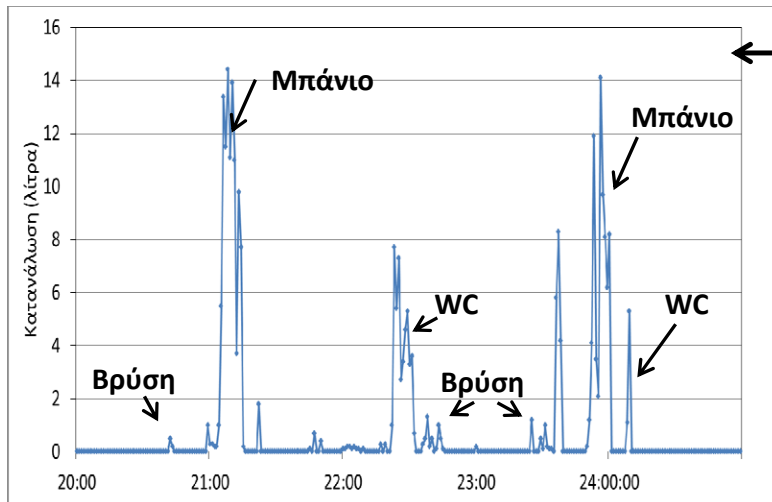
Submit



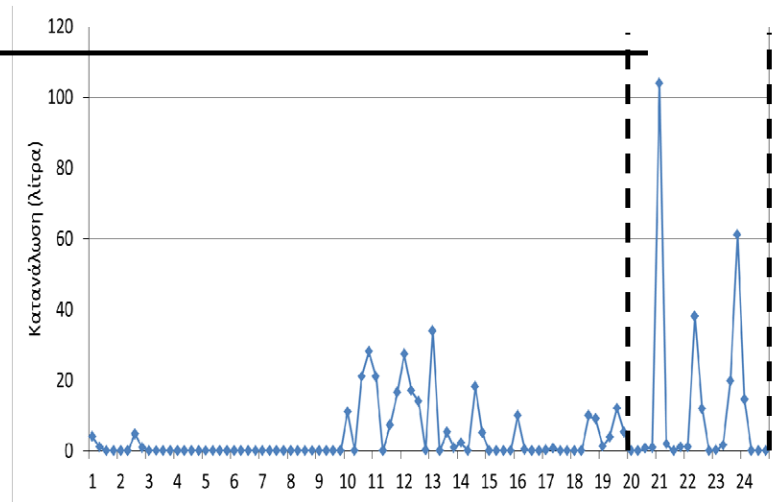
Ημερήσια κλίμακα



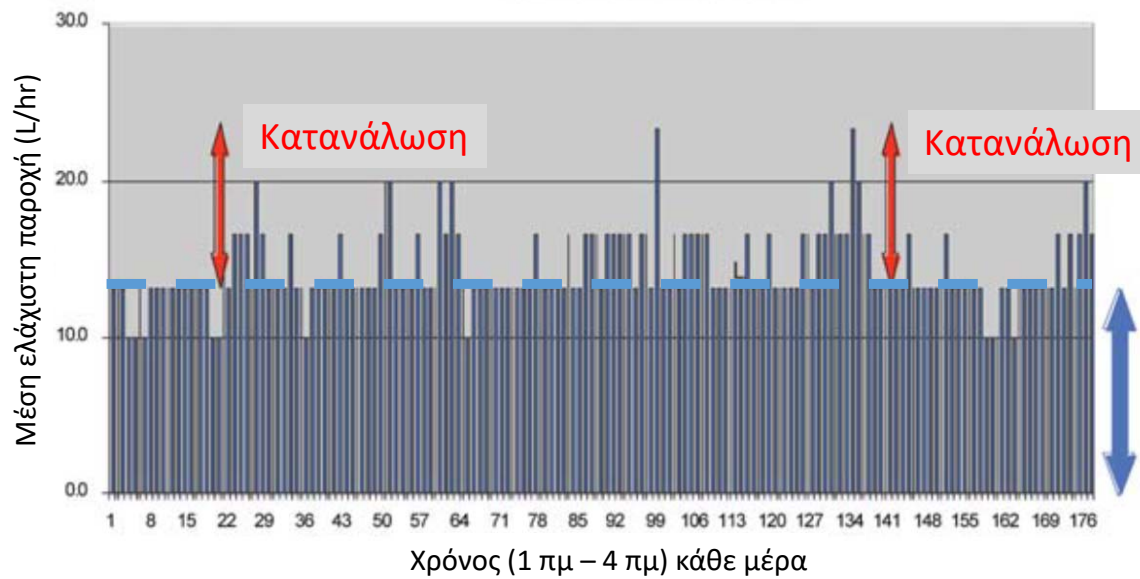
Ωριαία κλίμακα



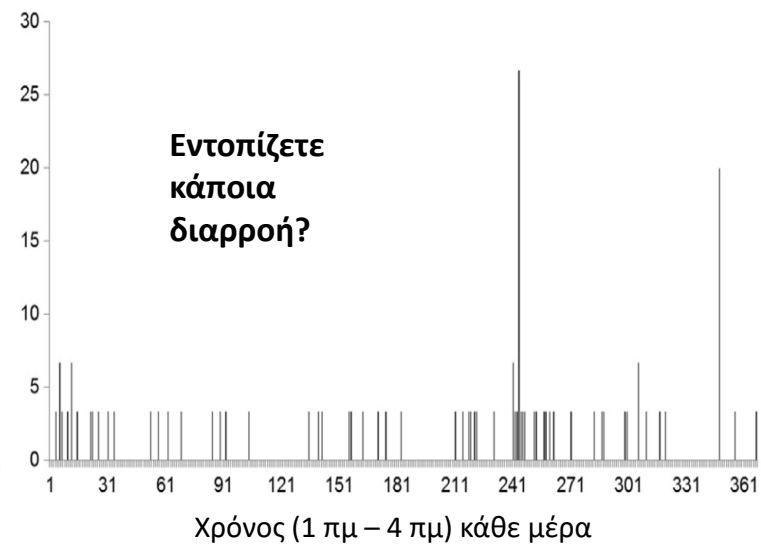
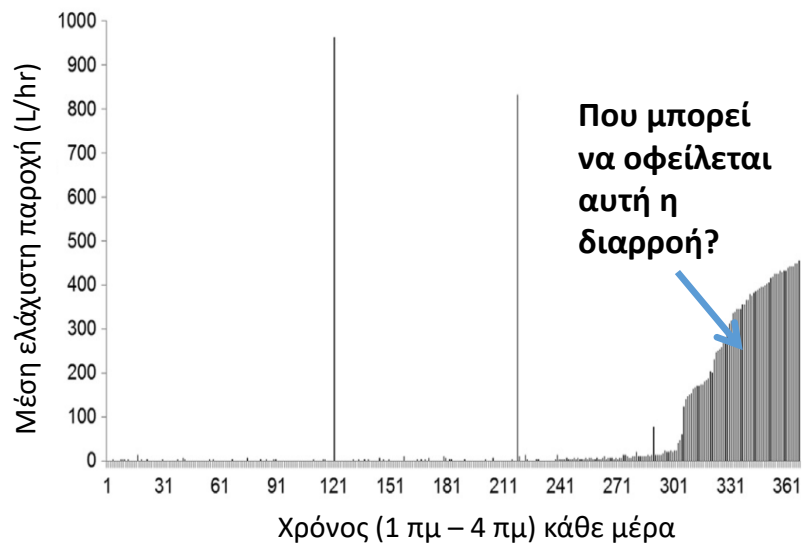
Κλίμακα λεπτού



Δεκαπεντάλεπτη κλίμακα

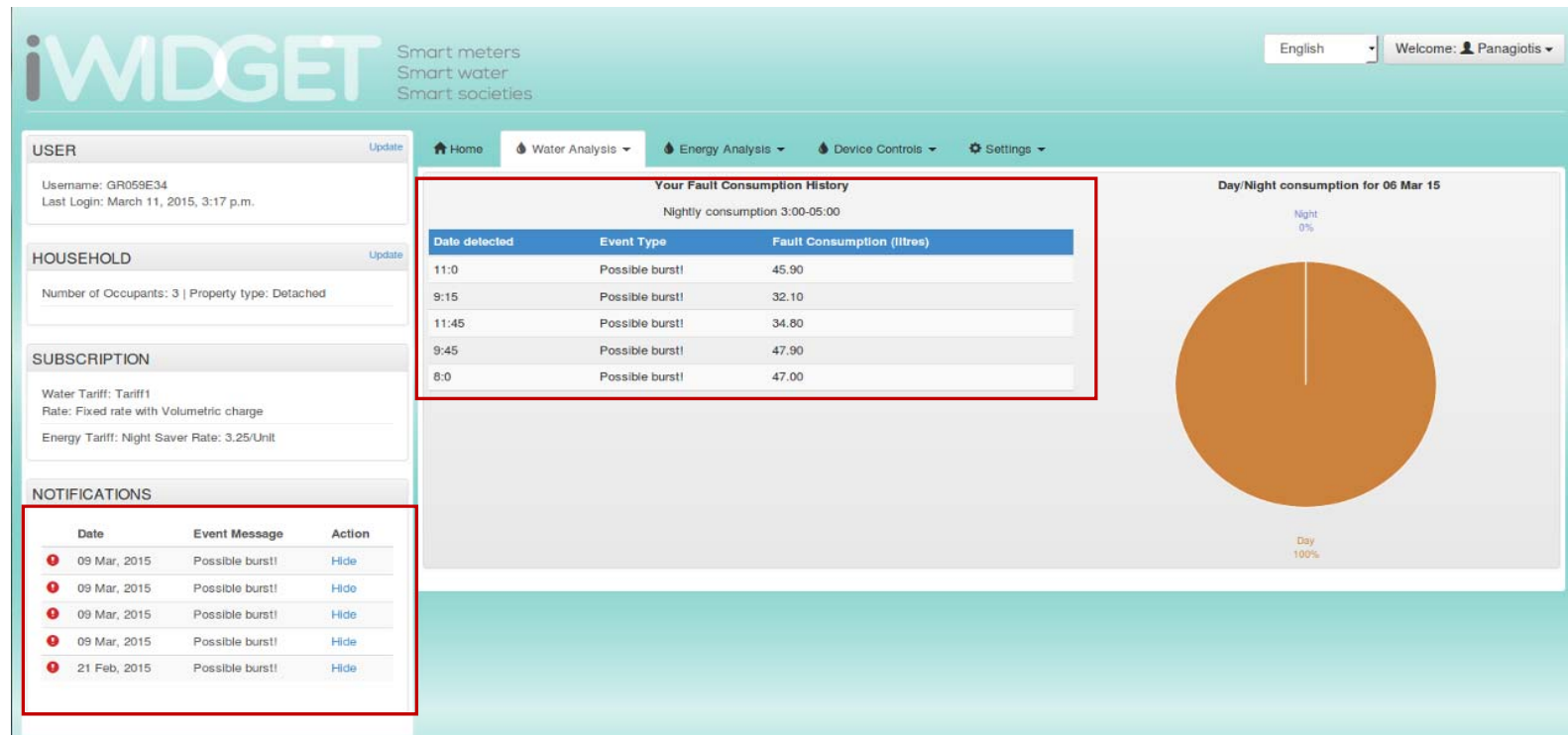


Εσείς ποιές ώρες της ημέρας θα ψάχνατε για **διαρροή νερού** στο σπίτι σας?



Προειδοποίηση για πιθανή διαρροή

- Σύγκριση με ιστορικά στοιχεία
- Προειδοποίηση για πιθανή διαρροή (και τότε ξεκίνησε!)
- Προτείνετε έναν κανόνα για το σύστημα!
- Ποιά χρονοσειρά ωριαίων τιμών είναι ύποπτη;



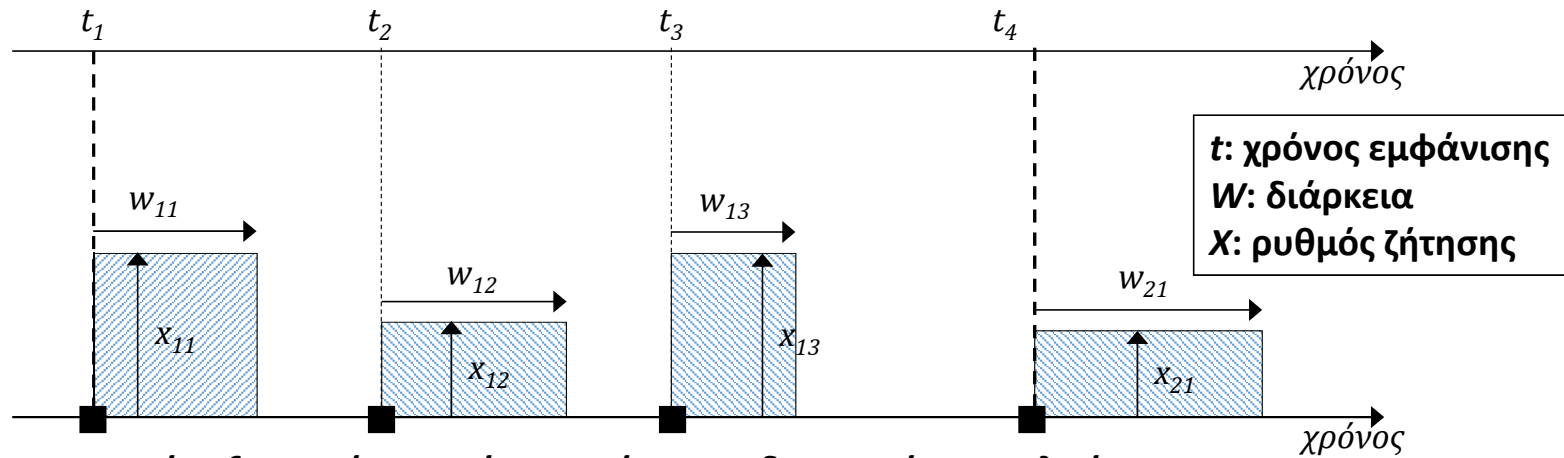
[00:15, 01:0, 02:0, 03:20, 04:0, 05:0, 06:0, 07:25, 08:30,...]

[00:5, 01:7, 02:0, 03:3, 04:3, 05:2, 06:2, 07:25, 08:30,...]

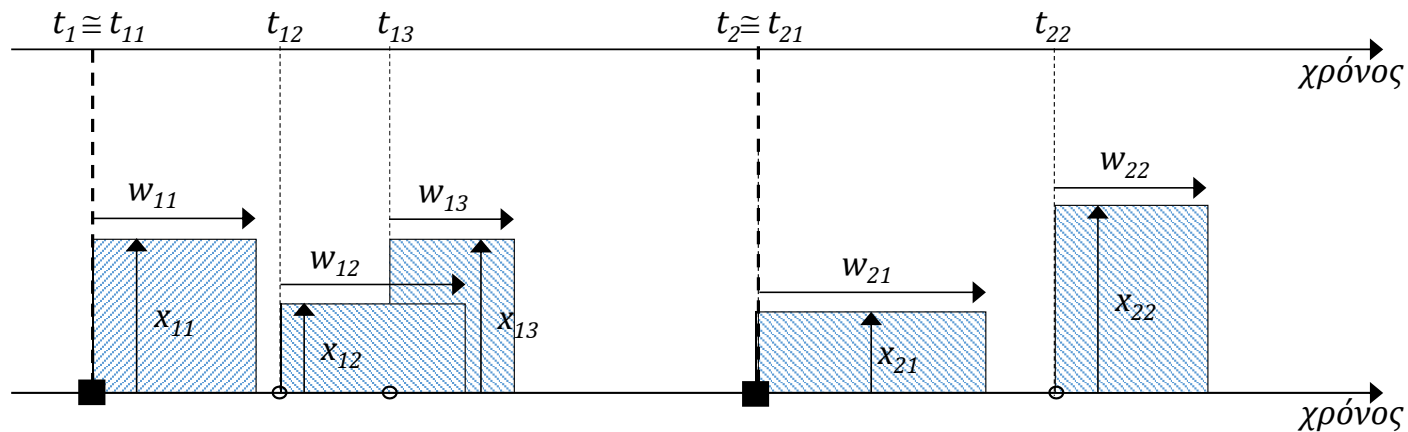
[00:5, 01:7, 02:0, 03:3, 04:3, 05:2, 06:2, 07:25, 08:0,...]

Και η μαθηματική προσομοίωση... μέσω παλμών

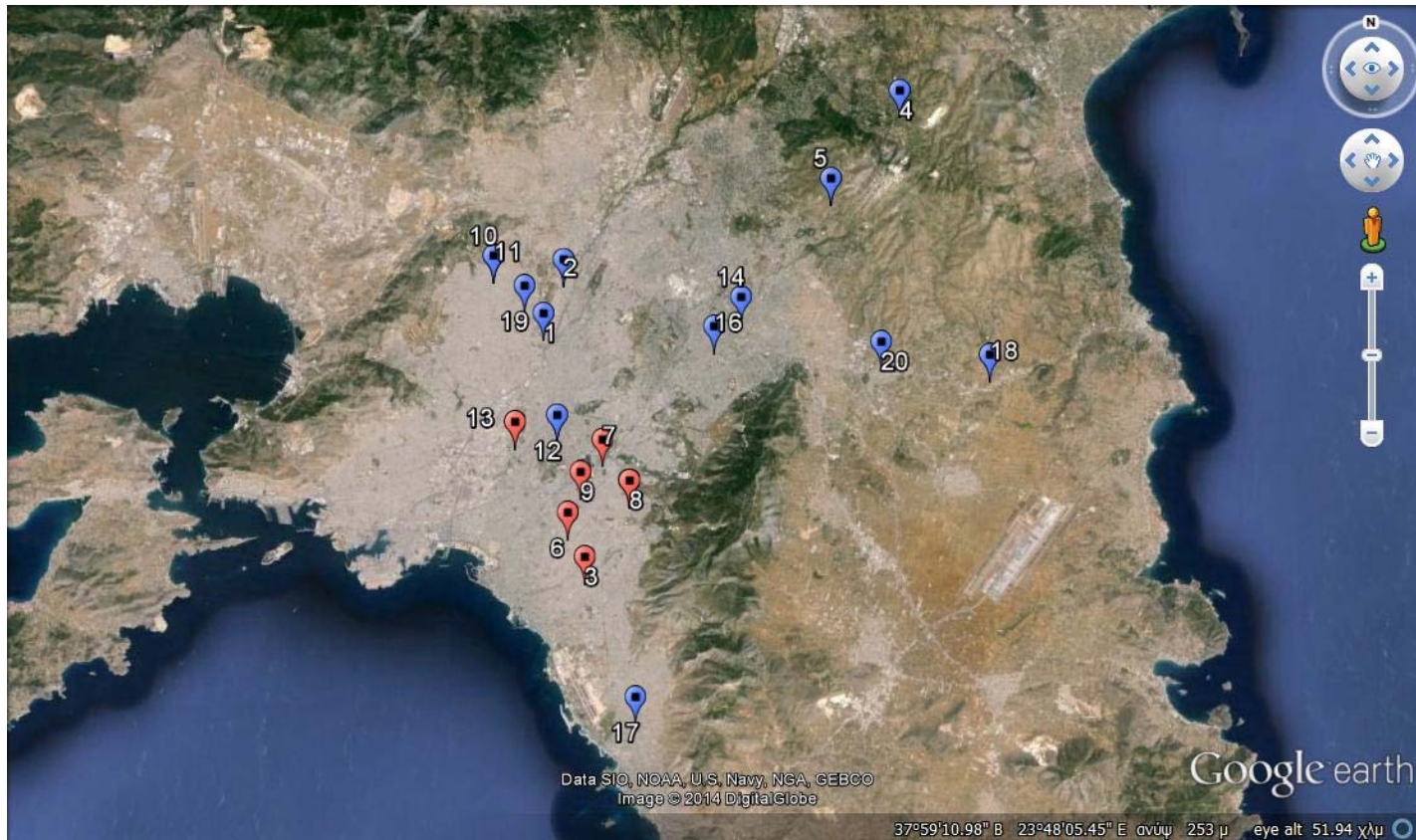
Μεμονωμένα/ανεξάρτητα γεγονότα καταναλώσεων



Δημιουργία εξαρτημένων χρήσεων μέσω ομαδοποιημένων παλμών



Υπάρχουν αυτά στην Ελλάδα;



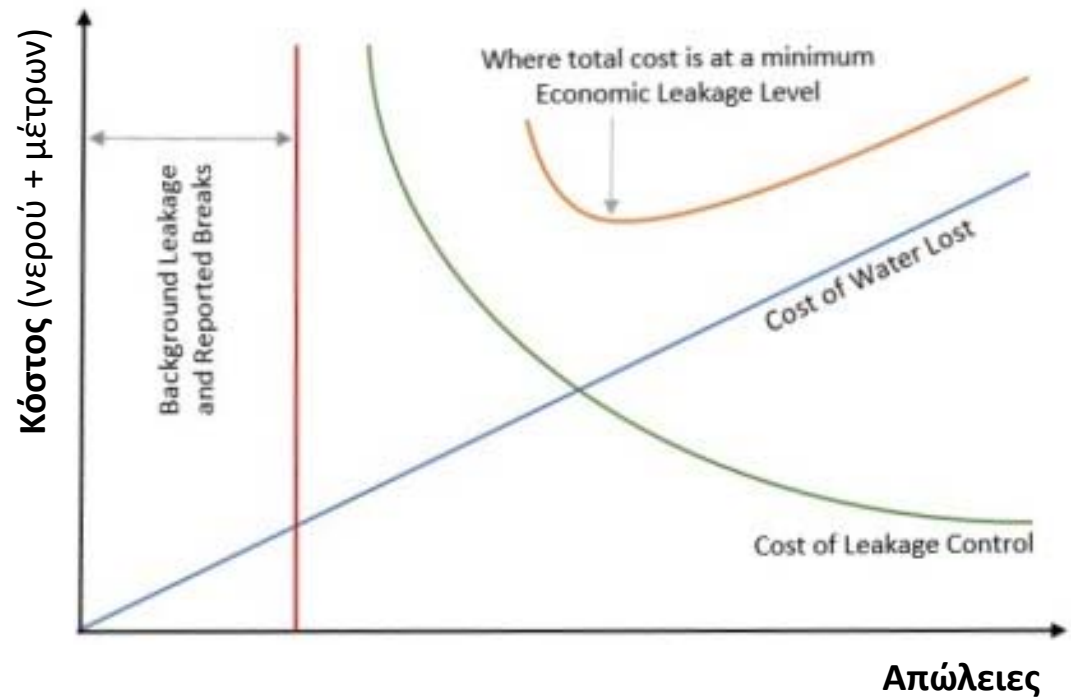
Νερό



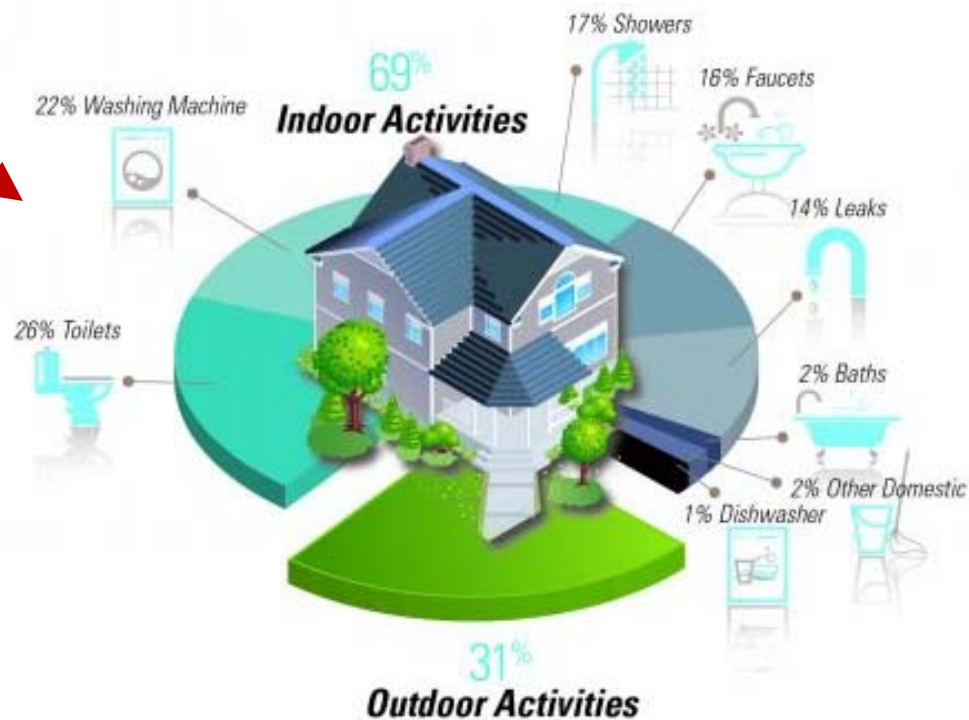
Νερό και Ενέργεια

Ποίο είναι το βέλτιστο επίπεδο διαρροών;

- Είναι το 0%;
- Το οικονομικό επίπεδο διαρροών (Economic Level of Leakage: ELL)
 - Ποίο το κόστος του νερού (και άρα το κόστος των απωλειών);
 - Γιατί μειώνεται το κόστος των μέτρων (ανά κυβικό) όταν οι απώλειες μεγαλώνουν;
 - Τι θα άλλαζε το σημείο του ελαχίστου;
 - Μπορεί η γραμμή κόστους νερού να μην έχει ενιαία κλίση;



Και αυτό είναι (μόνο) το μέρος των διαρροών - τι γίνεται με τη κατανάλωση; Μπορούμε να την μειώσουμε και πως;

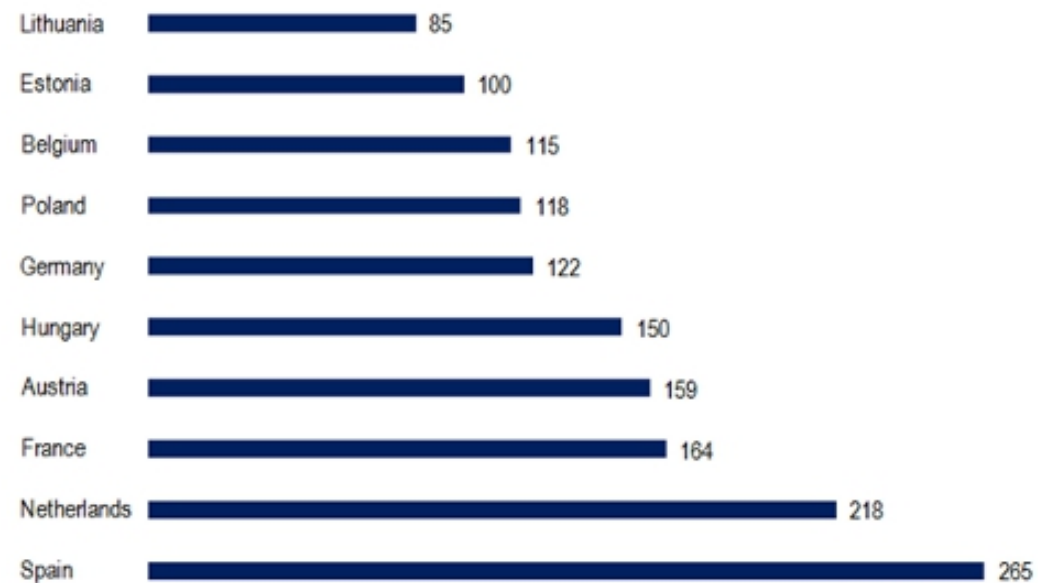


Source: MWH Global and the American Water Works Association

Πόσο μπορεί να κυμαίνεται η κατανάλωση;

- Η Ελλάδα...
- Οι ΗΠΑ γύρω στα 500
- Και βέβαια μιλάμε για την Δύση.
- Άρα υπάρχει μεγάλη ελαστικότητα στη ζήτηση (και εντός των απαιτήσεων ποιότητας ζωής)
- Υπάρχει άραγε ελαστικότητα στη **τιμή**;

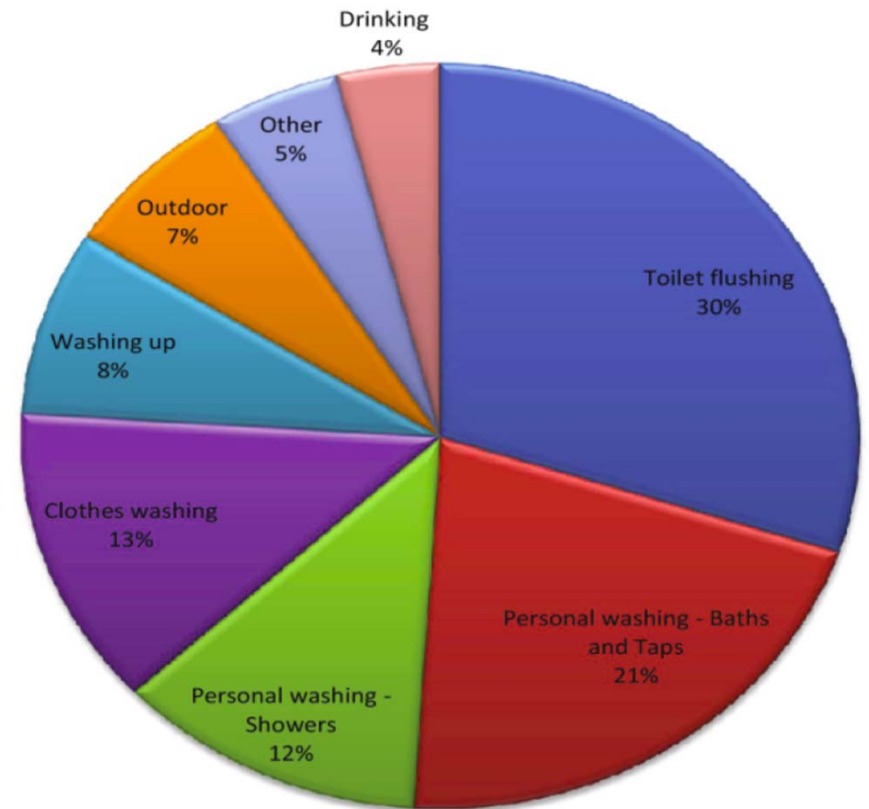
Daily water use in selected European countries in 2012 [liter/day]



Source: OECD

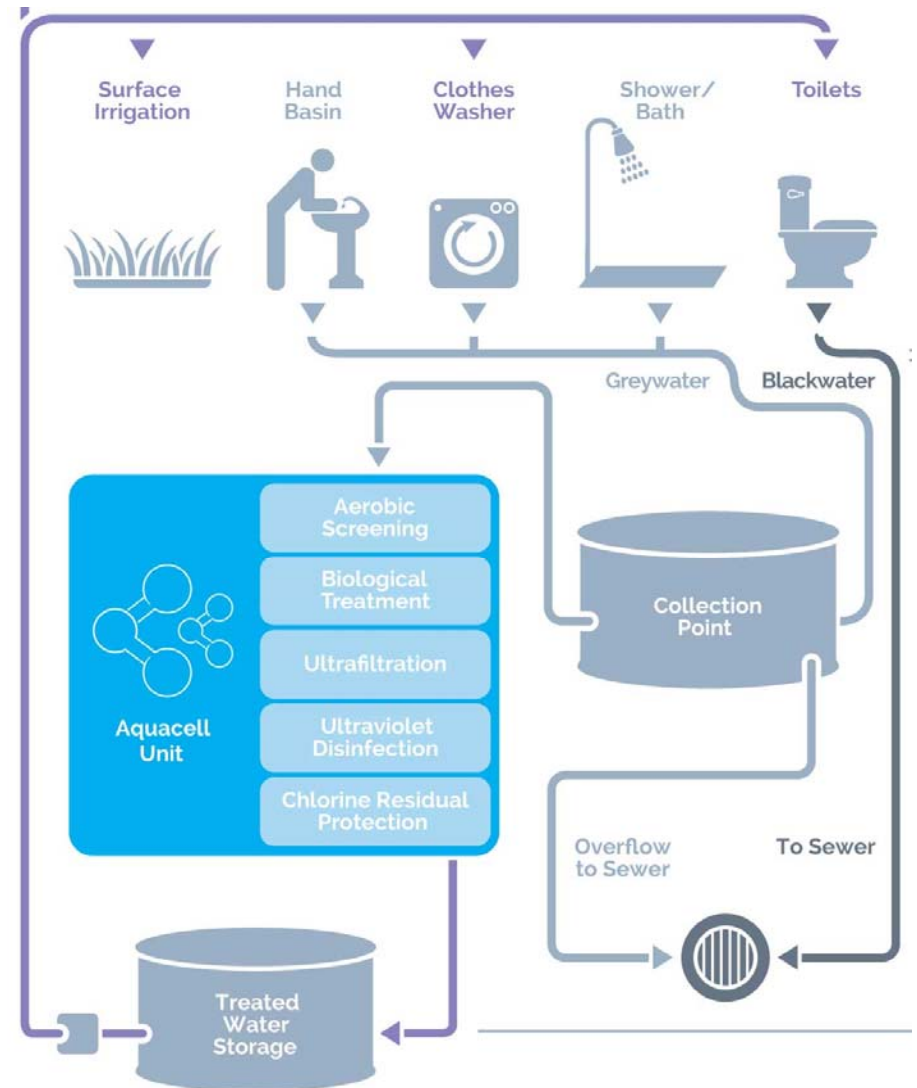
Πως αλλάζει η ζήτηση;

- Διαφορετικές **συνιστώσες** της ζήτησης μπορούν να μειωθούν με διαφορετικό τρόπο (**τεχνολογικό ή μη**)
 - Γκρί νερό
 - Συλλογή ομβρίων
 - Συσσκευές μείωσης ροής (ντους και νιπτήρες)
 - Συσσκευές που χρησιμοποιούν λιγότερο νερό (πχ. καζανάκια 6 λίτρων)
 - Αλλαγή συμπεριφοράς/χρήσης των συσκευών που ήδη υπάρχουν
- Ακόμα και οι τεχνολογίες όμως είναι θέμα **συμπεριφοράς** (πχ. η υιοθέτηση/αγορά τους!)



Χρειαζόμαστε πραγματικά πόσιμο νερό για τα καζανάκια; Η περίπτωση του γκρί νερού

- **Πηγές γκρί νερού:**
 - Νιπτήρας
 - Μπανιέρα
 - Πλυντήριο ρούχων
 - Νεροχύτες (όχι πάντα...)
- **Χρήσεις γκρί νερού:**
 - Καζανάκια
 - Πότισμα
 - Πλυντήριο ρούχων (όχι πάντα...)



Πόσο γκρί είναι το γκρί νερό;



Μπανιέρα

Νιπτήρας

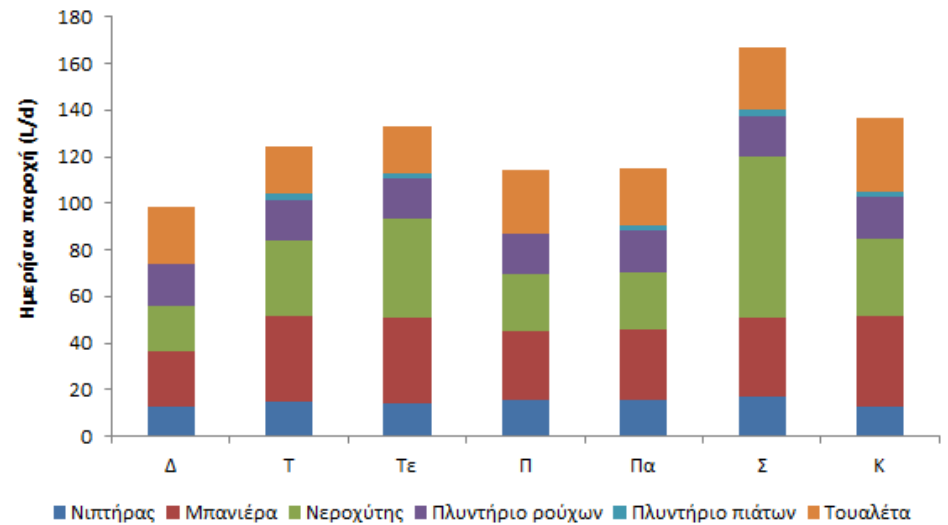
Πλυντήριο
ρούχων

Νεροχύτης

Πλυντήριο
πιάτων

Και πόσο γκρί νερό παράγουμε;

- Μέση παροχή γκρι νερού: **98.1±29.5 L/IK/d**
- Επί συνόλου μέσης παραγωγής λυμάτων: **135±31.6 L/IK/d**
- Από το οποίο το μεγαλύτερο ποσοστό παράγεται στο μπάνιο (μπανιέρα, ντουζιέρα, νιπτήρας): **≈ 50%**
- Και άρα ποιά είναι η μέγιστη μείωση που μπορούμε να πετύχουμε; (και από τι εξαρτάται;)

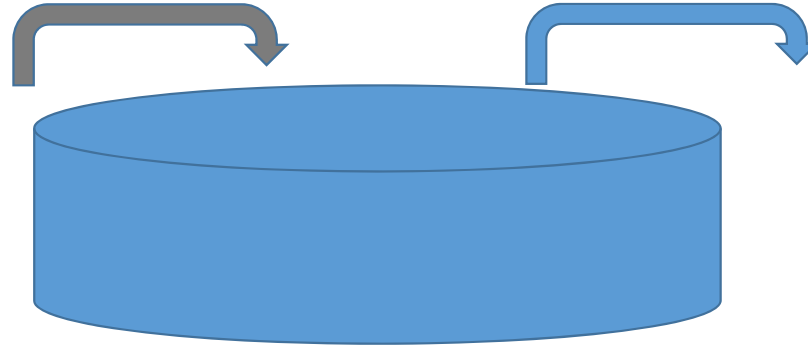


Μπορεί να είναι κάτι απλό

Ένα (μικρό) πρόβλημα διαστασιολόγησης

Παραγωγή γκρί νερού
(χρονικό βήμα 1h):

[20, 30, 10]



Ζήτηση γκρί νερού
(χρονικό βήμα 1h):

[10, 30, 20]

Δεξαμενή 20 lt
(ξεκινάει άδεια)

Η δεξαμενή μου επαρκεί για να καλύψει τη ζήτηση ή όχι;