

Υδραυλικά έργα ύδρευσης.
Α. Μεταβολή τής ζήτησης νερού-
πολλαπλασιαστές της ζήτησης
μία πρώτη αναφορά στην αστική
ζήτηση νερού

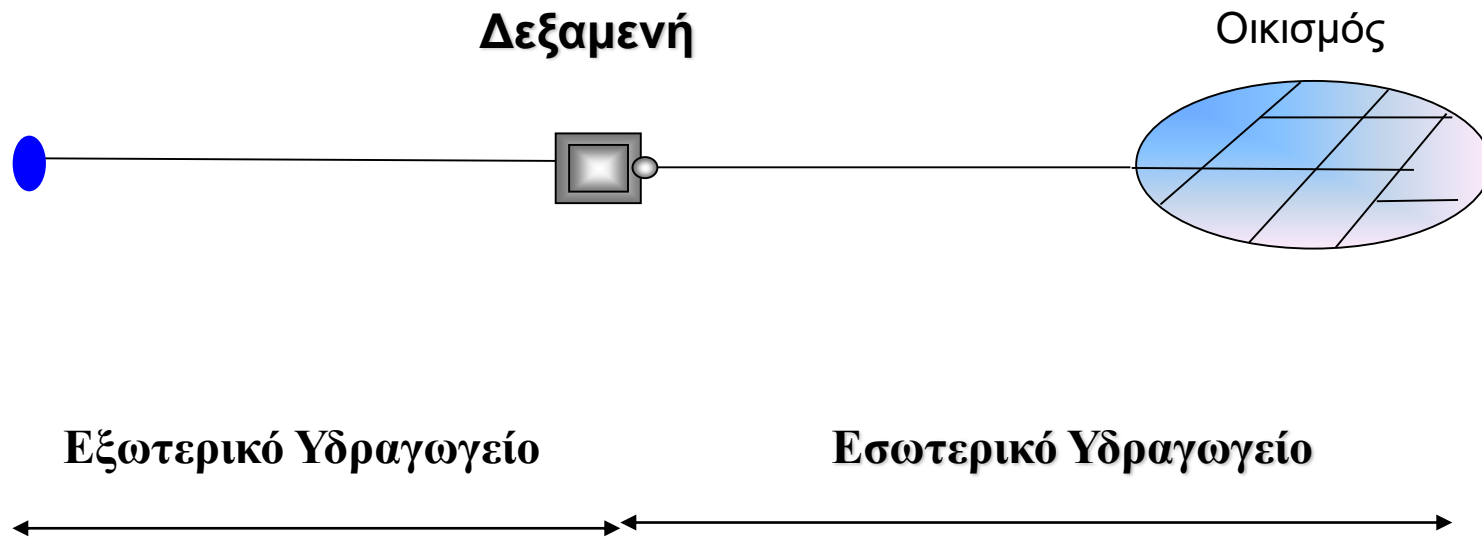
Μ. Σπηλιώτη
Αν. Καθηγητή
ΔΠΘ

Γέφυρα με τις προηγούμενες παρουσιάσεις. Υδραυλικά έργα

Αξιοποίηση υδατικών πόρων	Προστασία πόρων και 'περιβάλλοντος
---------------------------	------------------------------------

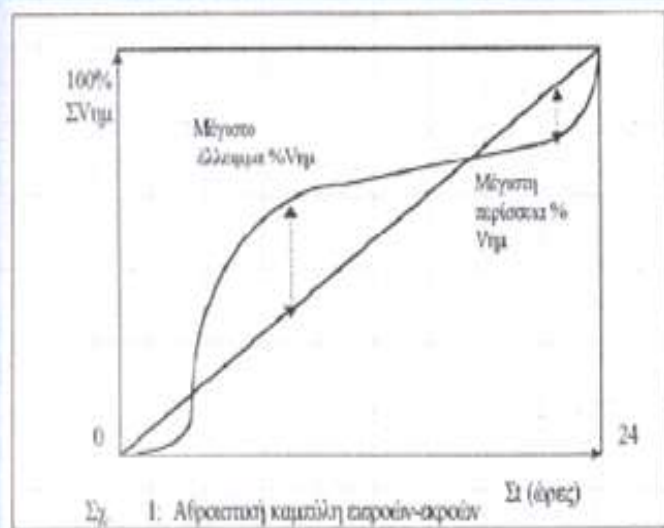
- Έργα ύδρευσης
- Έργα άρδευσης
- Έργα ρύθμισης υδατικών πόρων (π.χ. ταμιευτήρες)
- Έργα επεξεργασίας νερού για ανθρώπινη κατανάλωση
- Αντιπλημμυρικά έργα
- Ορεινής υδρονομίας
- Αποχέτευση ομβρίων και ακαθάρτων
- Έργα επεξεργασίας λυμάτων

Δεξαμενή Ρύθμισης



Διαστασιολόγηση Δεξαμενής ρυθμίσεως

Διαστασιολόγηση δεξαμενής ρυθμίσεως



■ Όγκος ρυθμίσεως

$$V_{\text{όγκος ρυθμίσεως}} = |V_{\text{max}_{\text{περ.}}}| + |V_{\text{max}_{\text{ελλ.}}}|$$

■ Όγκος Πυρκαγιάς

$$V_{\Pi} = N_{\text{ώρες}} \times 2_{\text{στόμια}} \times 5 \text{ l/s}$$

Συνολικός όγκος δεξαμενής:

$$V_{\text{ολ}} = V_{\Pi} + V_{\text{ο.ρυθμ.}}$$

ΖΗΤΗΣΗ/ ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΝΕΡΟ

- Ζήτηση/ Ανάγκες
- Τομείς:
 - Ύδρευση
 - Τουρισμός
 - Βιομηχανία
 - Παραγωγή Ενέργειας
 - Γεωργία (Ελλάδα: 85%)
 - Περιβάλλον
 - Αισθητική αναβάθμιση

Water resources availability and uses in SMED & ME countries

Country	Annual renewable water resources	Total fresh water withdrawal	Domestic use	Industrial use	Agricultural use	Irrigated area
	km ³ per year	km ³ per year	%	%	%	10 ³ ha
Algeria	14.3	4.5	25	15	60	555
Cyprus	0.9	0.21	24	2	74	40
Egypt	86.8	55.1	6	8	86	3265
Libya	0.6	4.6	11	2	87	470
Morocco	30.0	11.04	5	3	92	1258
Sudan	154.0	17.8	4	1	94	1946
Tunisia	4.1	3.08	9	3	89	352
Bahrain	0.1	0.24	39	4	56	3
Gaza St.	0.06	0.12	40		60	12
Iran	137.5	70.03	6	2	92	7264
Iraq	96.4	42.8	3	5	92	3525
Israel	2.1	1.9	16	5	79	193
Jordan	0.9	0.98	22	3	75	73
Kuwait	0.0	0.54	37	2	60	5
Lebanon	4.8	1.29	28	4	68	88
Oman	1.0	1.22	5	2	94	62

ΖΗΤΗΣΗ/ ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΝΕΡΟ

- 
- Απώλειες και μη κοστολογημένο νερό
 - Κατανομή ζήτησης στην Ελλάδα και στον κόσμο
 - Λόγοι Αύξησης της ζήτησης
 - Αύξηση Πληθυσμού
 - Αύξηση Αρδευόμενων εκτάσεων
 - Αστικοποίηση και συγκέντρωση πληθυσμού στα αστικά κέντρα
 - Ανάπτυξη
 - Άνοδος πολιτιστικού επιπέδου \ νέες ανάγκες



Συνολική κατανάλωση νερού-
μακροσκοπικά

Τυπική αστική χρήση νερού

- 100-600L/ άτομο/ day (υψηλό εισόδημα)
- 50-100L/ άτομο / day (χαμηλό εισόδημα)
- 10-40L/ άτομο / day (σπανιότητα νερού)

- Προσοχή, δεν χρησιμοποιώ τους πολλαπλασιαστικούς συντελεστές της ύδρευσης (υδραυλική, μέγιστη στιγμιαία)



Λειψυδρία

- Πρώτη αδρομερή εκτίμηση με βάση μέσες τιμές και την κατανάλωση κατ' άτομο.
- Αστική *απαίτηση*(?):
 - $100\text{L/person/day} = 40\text{m}^3/\text{person/year}$
 - $600\text{L/person/day} = 240\text{m}^3/\text{person/year}$
- Προσθέτω αγροτική ενεργειακή και βιομηχανική χρήση που αντιστοιχεί καθ' άτομο:
 - $20 \times 40\text{m}^3/\text{person/year} = 800\text{m}^3/\text{person/year}$
- Ολικές ανάγκες:
 - $840\text{m}^3/\text{person/year}$
 - $1040\text{m}^3/\text{person/year}$

Δείκτης λειψυδρίας Falkenmark

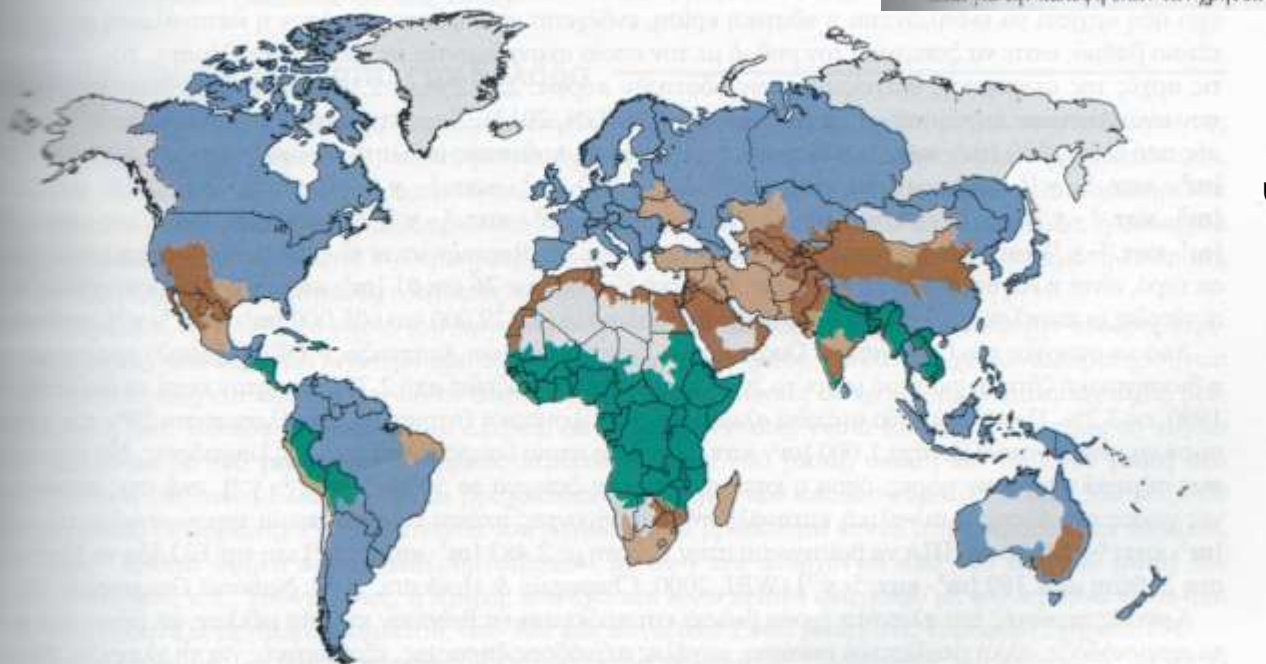
- Δείκτης F εκφράζει την πίεση που ασκεί ο πληθυσμός στους διαθέσιμους υδατικούς πόρους
- Η συνολική ποσότητα ανανεώσιμων υδατικών πόρων (επιφανειακών και υπόγειων) που εισέρχεται ετησίως σε μία περιοχή και είναι δυννητικά διαθέσιμη προς εκμετάλλευση για την κάλυψη των υδατικών αναγκών της, προς τον πληθυσμό της περιοχής αυτής.
- $m^3/\text{κατ}/\text{έτος}$
- (σε άλλες δημοσιεύσεις ορίζεται ως διαθέσιμο νερό ανά κάτοικο
- Δείκτης λειψυδρίας

Λειψυδρία από φυσικά ή οικονομικά αίτια = f(% **χρησιμοποίησης** επιφ. παροχής)



- **Περιοχές σε καθεστώς λειψυδρίας από φυσικά αίτια:** Η ανάπτυξη των υδατικών πόρων γίνεται με πολύ εντατικό τρόπο και έχει ξεπεράσει κατά πολύ τα όρια της αειφορικής διαχείρισης. Αυτό σημαίνει ότι πάνω από το 75% της επιφανειακής απορροής των ποταμών χρησιμοποιείται για τις ανάγκες των γεωργικών, βιομηχανικών και οικιακών χρήσεων, συμπεριλαμβανομένων και των ποσοτήτων νερού που προκύπτουν από επιστρεφόμενα νερά άρδευσης και ανακύκλωσης.
- **Περιοχές που προσεγγίζουν τη λειψυδρία από φυσικά αίτια:** Περισσότερο από το 60% της επιφανειακής απορροής των ποταμών, χρησιμοποιείται για τις παραπάνω αναφερόμενες χρήσεις. Οι λεκάνες αυτές, αναμένεται να βιώσουν λειψυδρία από φυσικά αίτια στο άμεσο μέλλον.
- **Περιοχές σε καθεστώς λειψυδρίας από οικονομικά αίτια:** Στις περιοχές αυτές, υπάρχει επαρκής διαθεσιμότητα νερού σε σχέση με τη ζήτηση, με ποσοστό λιγότερο του 25% της επιφανειακής απορροής να χρησιμοποιείται για την κάλυψη των ανθρώπινων χρήσεων. Παρά το γεγονός αυτό, οι οικονομικοί περιορισμοί στον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα, περιορίζουν την πρόσβαση σε καθαρό νερό, ακόμη και αν δεν παρουσιάζονται φαινόμενα λειψυδρίας από φυσικά αίτια. Στις περιοχές αυτές, λόγω οικονομικής ανέχειας, παρουσιάζονται φαινόμενα υποσιτισμού, φτώχειας και εξαθλίωσης.
- **Περιοχές με καθεστώς μικρής έως μηδαμινής λειψυδρίας:** Στις περιοχές αυτές, δεν υπάρχει άμεση απειλή από φαινόμενα λειψυδρίας από φυσικά και οικονομικά αίτια. Υπάρχει επαρκής διαθεσιμότητα νερού σε σχέση με τη ζήτηση, με ποσοστό λιγότερο του 25% της επιφανειακής απορροής να χρησιμοποιείται για την κάλυψη όλων των χρήσεων.

■ Μικρή ή Μηδαμινή Λειψυδρία ■ Προσέγγιση Λειψυδρίας από Φυσικά Αίτια
■ Λειψυδρία από Φυσικά Αίτια ■ Λειψυδρία από Οικονομικά Αίτια



Ψιλοβίκος, 2021

Εικόνα 2.12: Οι τέσσερις ζώνες της υδρογείου αναφορικά με τις περιπτώσεις λειψυδρίας (IOWMI, 2007)

Αφρική: σε κάποιες περιοχές οικονομική λειψυδρία

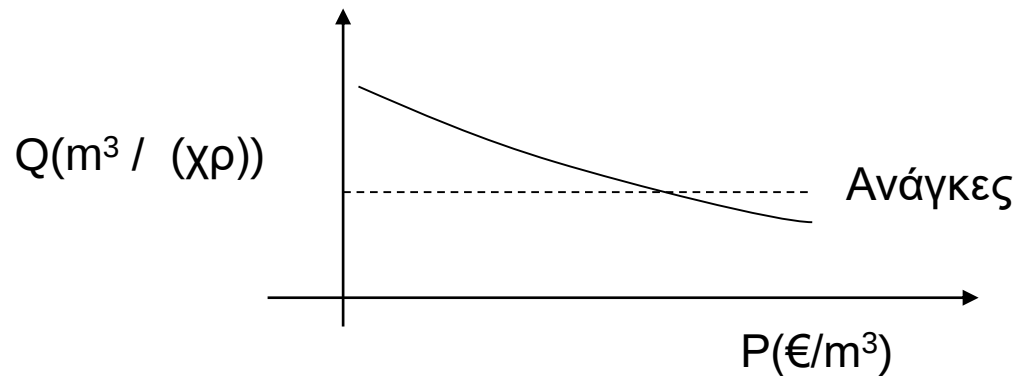


ΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΥΔΡΕΥΣΗ ΟΙΚΙΣΜΩΝ

- Συνιστώσες της ζήτησης
- Πληθυσμιακή αύξηση
- Χωρισμός Ζωνών
- Ανάγκες καταπολέμησης πυρκαγιάς
- Παροχή σχεδιασμού εσωτερικού και εξωτερικού υδραγωγείου
- Διαχείριση της ζήτησης
- Έλεγχος διαρροών
- Κοστολόγηση νερού

Ελαστικότητα της ζήτησης

■ Καμπύλη ζήτησης

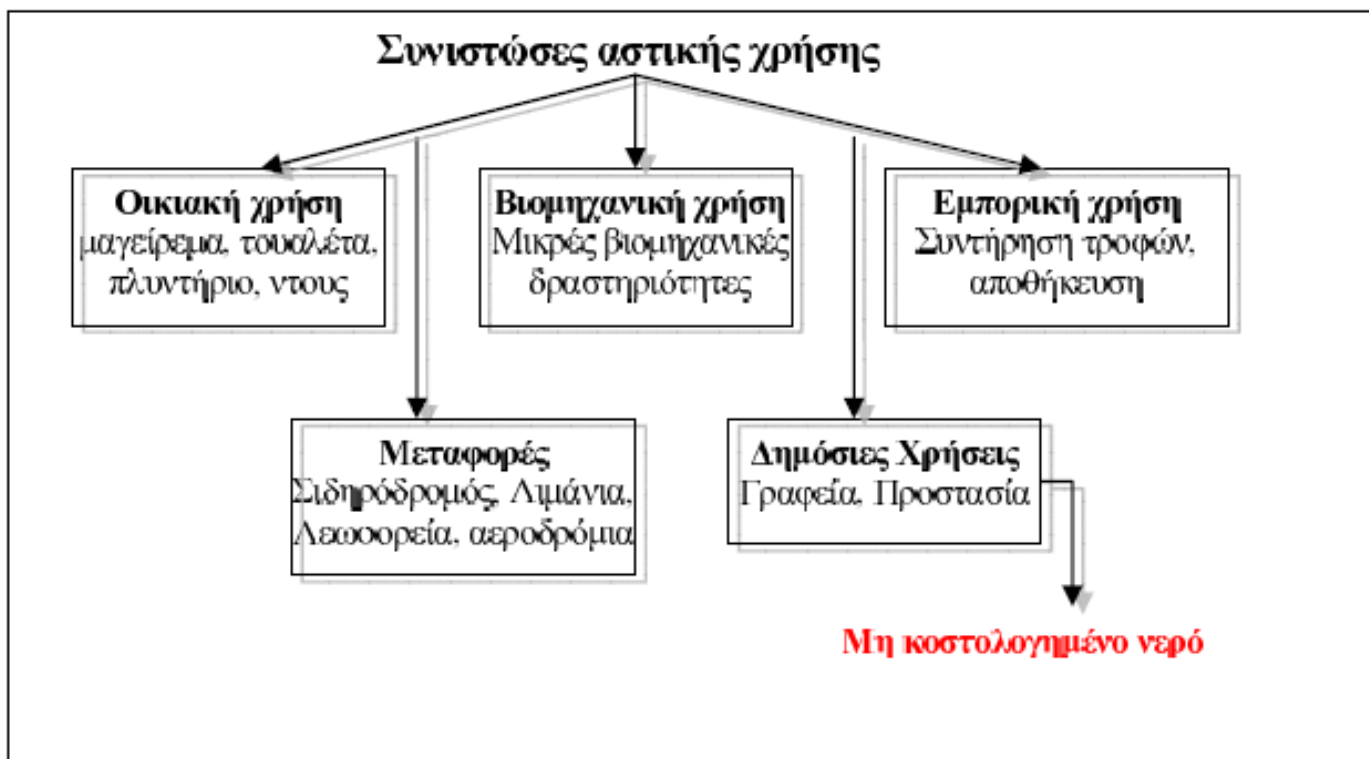


■ $PE = (\text{Ποσοστό αλλαγής στο } Q) / (\text{Ποσοστό αλλαγής στο } P) = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{P}{Q} \frac{dQ}{dP}$



Συνιστώσες αστικής ζήτησης νερού

Αστική χρήση νερού



Πίνακας 1.1. Οικιακή κατανάλωση νερού για κάθε χρήση χωριστά [17].



Χρήση	1
Πλύσιμο πιάτων στο χέρι	10-25
Πλύσιμο πιάτων στο πλυντήριο	20-45
Πλύσιμο χεριών	2-5
Ντους	40-80
Λουτρό στη μπανιέρα	115-180
Λουτρό παιδιού	30-40
Βίτετ	10-20
Καζανάκι τουαλέτας	6-12
Καθαριότητα σπιτιού	20-100
Πλυντήριο ρούχων	80-140
Πλύσιμο αυτοκινήτου με κουβά	20-40
Πλύσιμο αυτοκινήτου με λάστιχο	100-200
Πότισμα κήπου ανά m ²	5-10

. Απώλειες νερού σύμφωνα με την αγγλική πρακτική

Είδος και κατάσταση δικτύου	Ποσοστό απωλειών
Μικρές αστικές περιοχές χωρίς διαρροές με υδρομετρητές σε καλή κατάσταση	6%-9%
Μικρές περιοχές πόλεων με μικρές διαρροές	10%-13%
Συνήθεις ελάχιστες απώλειες ολόκληρων πόλεων μετά από την εφαρμογή προγράμματος ελέγχου των διαρροών	16%-17%
Μεγάλα δίκτυα με επαρκή έλεγχο των διαρροών	20%-22%
Μεγάλα δίκτυα με κύριους αγωγούς σε μέτρια κατάσταση	25%
Πόλεις με παλιούς κύριους αγωγούς ή περιοχές με κακή ποιότητα εδάφους, περιοχές με υποτυπώδη μέτρηση του νερού	26%-35%
Περιοχές με παλιούς κύριους αγωγούς σε κακή κατάσταση, περιοχές με ελλιπή μέτρηση της κατανάλωσης και χωρίς έλεγχο των διαρροών	35%-55%

Πίνακας 1.6. Ποσότητες νερού που αντλούνται, πωλούνται και χάνονται [1].

A/A	ΕΠΩΝΥΜΙΑ	ΔΕ.Υ.Α.	ΑΝΤΛΟΥΜΕΝΑ ΚΜ	ΠΩΛΟΥΜΕΝΑ ΚΜ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ
1	ΔΕ.Υ.Α.	ΑΓΡΙΝΙΟΥ	4.300.000	2.470.000	0,43
2	ΔΕ.Υ.Α.	ΑΙΓΙΝΙΟΥ	350.000	320.000	0,09
3	ΔΕ.Υ.Α.	ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑΣ	ΜΗ ΔΙΑΘ	ΜΗ ΔΙΑΘ	ΜΗ ΔΙΑΘ
4	ΔΕ.Υ.Α.	ΑΛΕΞΑΝ/ΠΟΛΗΣ	4.000.000	2.200.000	0,45
5	ΔΕ.Υ.Α.	ΑΜΑΛΙΑΔΑΣ	1.700.000	800.000	0,53
6	ΔΕ.Υ.Α.	ΑΡΓΟΥΣ	1.800.000	1.000.000	0,44
7	ΔΕ.Υ.Α.	ΑΡΤΑΣ	ΜΗ ΔΙΑΘ	1.015.000	ΜΗ ΔΙΑΘ
8	ΔΕ.Υ.Α.	ΒΕΡΟΙΑΣ	3.000.000	1.569.330	0,48
9	ΔΕ.Υ.Α.	ΒΟΛΟΥ	10.000.000	ΜΗ ΔΙΑΘ	ΜΗ ΔΙΑΘ
10	ΔΕ.Υ.Α.	ΓΙΑΝΝΙΤΣΩΝ	2.800.000	1.600.000	0,43
11	ΔΕ.Υ.Α.	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΜΗ ΔΙΑΘ	5.000.000	ΜΗ ΔΙΑΘ
12	ΔΕ.Υ.Α.	ΘΗΒΑΣ	1.300.000	1.200.000	0,08
13	ΔΕ.Υ.Α.	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	7.500.000	3.583.025	0,52
14	ΔΕ.Υ.Α.	ΚΑΒΑΛΑΣ	10.150.000	ΜΗ ΔΙΑΘ	ΜΗ ΔΙΑΘ
15	ΔΕ.Υ.Α.	ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ	3.000.000	2.533.962	0,16
16	ΔΕ.Υ.Α.	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	3.934.800	1.916.386	0,51
17	ΔΕ.Υ.Α.	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΜΗ ΔΙΑΘ	847.264	ΜΗ ΔΙΑΘ
18	ΔΕ.Υ.Α.	ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ	3.500.000	2.152.000	0,39
19	ΔΕ.Υ.Α.	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	5.800.000	2.800.000	0,52
21	ΔΕ.Υ.Α.	ΚΟΖΑΝΗΣ	4.100.000	2.500.000	0,39
21	ΔΕ.Υ.Α.	ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ	4.000.000	2.000.000	0,50
22	ΔΕ.Υ.Α.	ΚΟΡΙΝΘΟΥ	3.000.000	2.000.000	0,33
23	ΔΕ.Υ.Α.	ΚΩ	ΜΗ ΔΙΑΘ	1.700.000	ΜΗ ΔΙΑΘ
24	ΔΕ.Υ.Α.	ΛΑΜΙΑΣ	5.300.000	3.700.000	0,30
25	ΔΕ.Υ.Α.	ΛΑΡΙΣΑΣ	11.500.000	8.000.000	0,30
26	ΔΕ.Υ.Α.	ΛΙΒΑΔΕΙΑΣ	1.500.000	1.350.000	0,10
27	ΔΕ.Υ.Α.	ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ	5.500.000	1.500.000	0,73
28	ΔΕ.Υ.Α.	ΝΑΟΥΣΑΣ	ΜΗ ΔΙΑΘ	ΜΗ ΔΙΑΘ	ΜΗ ΔΙΑΘ
29	ΔΕ.Υ.Α.	ΝΑΥΠΛΙΟΥ	1.000.000	800.000	0,20
30	ΔΕ.Υ.Α.	ΞΑΝΘΗΣ	3.000.000	1.700.000	0,43
31	ΔΕ.Υ.Α.	ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ	800.000	600.000	0,25
32	ΔΕ.Υ.Α.	ΠΑΤΡΑΣ	20.000.000	10.500.000	0,48
33	ΔΕ.Υ.Α.	ΠΡΕΒΕΖΑΣ	ΜΗ ΔΙΑΘ	1.100.000	ΜΗ ΔΙΑΘ
34	ΔΕ.Υ.Α.	ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ	1.800.000	1.200.000	0,33
35	ΔΕ.Υ.Α.	ΠΥΡΓΟΥ	1.650.000	900.000	0,45
36	ΔΕ.Υ.Α.	ΡΕΘΥΜΝΗΣ	2.400.000	1.550.000	0,35
37	ΔΕ.Υ.Α.	ΡΟΔΟΥ	7.000.000	4.500.000	0,36
38	ΔΕ.Υ.Α.	ΣΠΑΡΤΗΣ	ΜΗ ΔΙΑΘ	1.020.462	ΜΗ ΔΙΑΘ
39	ΔΕ.Υ.Α.	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	7.000.000	3.600.000	0,49
40	ΔΕ.Υ.Α.	ΦΛΩΡΙΝΑΣ	2.300.000	800.000	0,65
41	ΔΕ.Υ.Α.	ΧΑΛΚΙΔΑΣ	ΜΗ ΔΙΑΘ	3.294.669	ΜΗ ΔΙΑΘ
42	ΔΕ.Υ.Α.	ΧΑΝΙΩΝ	ΜΗ ΔΙΑΘ	5.500.000	ΜΗ ΔΙΑΘ
43	ΔΕ.Υ.Α.	ΧΙΟΥ	1.700.000	1.350.000	0,21
44	Κ.Ε.Υ.Α.	ΠΑΡΑΔΙΑΣ		ΜΗ ΔΙΑΘ	ΜΗ ΔΙΑΘ
ΕΛΑΧΙΣΤΟ:			350.000	320.000	0,08
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ:			4.444.994	2.363.387	0,38
ΜΕΓΙΣΤΟ:			20.000.000	10.500.000	0,73

Εισερχόμενο Νερό στο Δίκτυο <u>(A3)</u>	Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση <u>(A14=A10+A13)</u>	Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση <u>(A10=A8+A9)</u>	Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση <u>(A8)</u>	Ανταποδοτικό Νερό <u>(A20=A8+A9)</u>
			Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη Κατανάλωση <u>(A9)</u>	
	Απώλειες Νερού <u>(A15=A3-A14)</u>	Μη-Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση <u>(A13=A11+A12)</u>	Μη-Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση <u>(A11)</u>	Μη Ανταποδοτικό Νερό (NRW) <u>(A21=A3-A20)</u>
			Μη-Τιμολογούμενη μη- Μετρούμενη Κατανάλωση <u>(A12)</u>	
		Φαινόμενες Απώλειες Νερού <u>(A18=A16+A17)</u>	Μη-Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση <u>(A16)</u>	
			Σφάλματα Μετρητών / Μετρήσεων <u>(A17)</u>	
		Πραγματικές Απώλειες Νερού <u>(A19=A15-A18)</u>		

Σχήμα 1. Το Διεθνές Πρότυπο Υδατικό Ισοζύγιο των International Water Association (IWA) και American Water Works Association (AWWA)

Πίνακας 2. Παραγόμενο-Τιμολογούμενο-Μη τιμολογούμενο νερό 1992-2012 (αρχείο ΔΕΥΑΜΒ) (Τζίνη κ.ά. 2022)

ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ ΝΕΡΟ (ΠΝ)	ΤΙΜΟΛΟΓΟΥΜΕΝΟ ΝΕΡΟ (ΤΝ)		ΜΗ ΤΙΜΟΛΟΓΟΥΜΕΝΟ ΝΕΡΟ (ΜΤΝ)	
(ποσότητα - m ³)	(ποσότητα - m ³)	(ποσοστό)	(ποσότητα - m ³)	(ποσοστό)
14.022.099	8.388.956	60%	5.633.143	40%
15.084.111	8.496.293	56%	6.587.818	44%
14.929.111	7.198.749	48%	7.730.362	52%
15.239.518	7.486.739	49%	7.752.779	51%
15.968.252	7.682.209	48%	8.286.043	52%
15.451.454	7.226.649	47%	8.224.805	53%
16.350.270	7.019.253	43%	9.331.017	57%
15.907.255	7.015.413	44%	8.891.842	56%
15.738.734	7.092.014	45%	8.646.720	55%
15.152.578	7.190.469	47%	7.962.109	53%

Μη τιμολογούμενο νερό



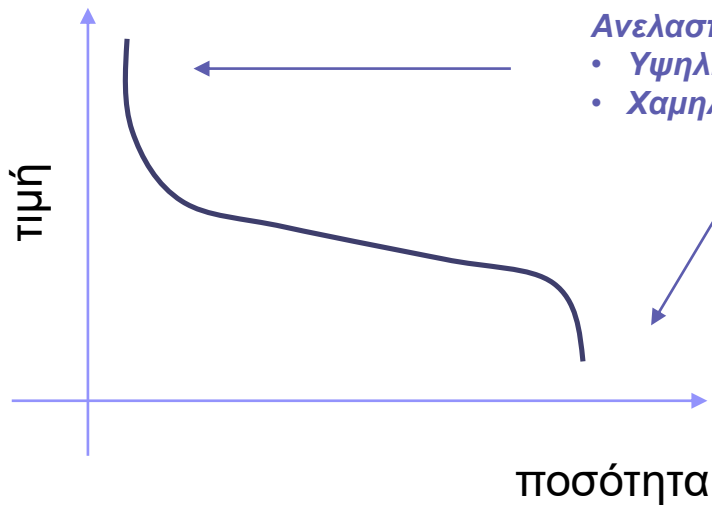
- Κατά την ευρωπαϊκή επιτροπή (European Commission, 2014) 25- 30% πόσιμου νερού χάνεται λόγω απωλειών σε αστικά δίκτυα διανομής νερού, επομένως το μη τιμολογούμενο νερό αθροίζεται σε ένα ποσοστό περί τα 30% (Liemberger and Wyatt, 2019). Ωστόσο, μπορούν να παρατηρηθούν και μεγαλύτερες απώλειες λόγω θραύσεων (π.χ. Serafimetal., 2022).

Ελαστικότητα της ζήτησης

Θεωρώντας στο παραπάνω μοντέλο ότι μία μεταβλητή X είναι η τιμή του νερού προκύπτει P :

Ελαστικότητα στην ζήτηση = (Ποσοστό αλλαγής στο Q)/(Ποσοστό αλλαγής στο P) =

$$PE = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{P}{Q} \frac{dQ}{dP}$$



Ανελαστική περιοχή:

- Υψηλή τιμή
- Χαμηλή τιμή (Stephenson, 2003)

Ζήτηση , οικονομικό
μέγεθος

Ελαστικότητα της αστικής ζήτησης νερού, παράδειγμα εφαρμογής

- Το πλέον πετυχημένο παράδειγμα διαχείρισης της ζήτησης σε μεγάλη κλίμακα στη χώρα μας προκύπτει από τη διαχείριση της επταετούς ξηρασίας που έπληξε το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας στο τέλος της δεκαετίας του 1980 και το πρώτο μισό της επόμενης (Xenos et al., 2002). Με μια σειρά μέτρων, η μείωση της κατανάλωσης **έφτασε στο 1/3 της συνολικής**. Τα μέτρα αυτά ήταν οικονομικά (μεγάλη αύξηση των τιμών και κλιμάκωση του τιμολογίου με πολύ μεγάλες τιμές μονάδας στις μεγάλες καταναλώσεις), επικοινωνιακά (συνεχής και ειλικρινής ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του πληθυσμού), νομοθετικά και διοικητικά (απαγόρευση ποτίσματος γκαζόν και επιβολή προστίμων για τις παραβάσεις), καθώς και τεχνολογικά (μείωση των διαρροών, χρησιμοποίηση νερού δεύτερης ποιότητας από γεωτρήσεις ή ανακύκλωση για πότισμα δημοτικών πάρκων) (Κουτσογιάννης, 2014).

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΕΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ (υδραυλικός σχεδιασμός)

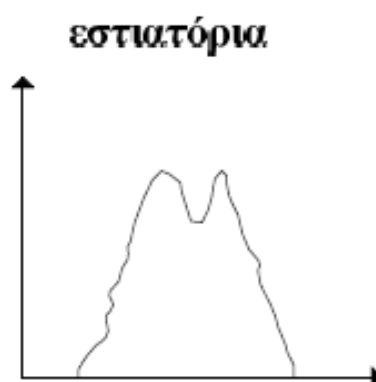
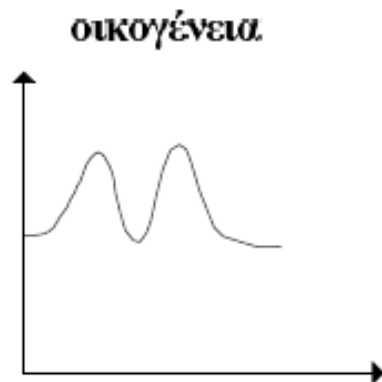
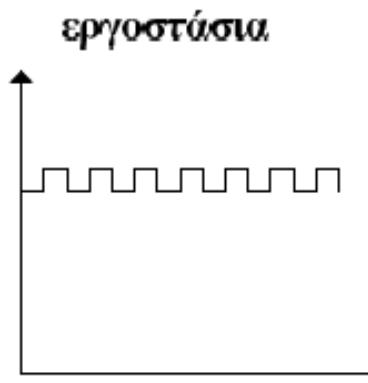
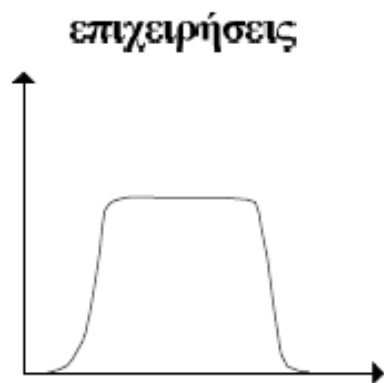
Βήμα Χρόνου:

- ☐ Ωριαίο
- ☐ Εβδομαδιαίο
- ☐ Εποχιακό
- ☐ Ετήσιο
- ☐ Μακράς Διάρκειας

Διακύμανση της ζήτησης



Διακύμανση της ζήτησης/ ημέρα (παραδείγματα)



Τσακίρης,
2010

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΕΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

Μέση Ημερήσια $\text{mean}Q_H$

Μέγιστη Ημερήσια $\max Q_H$

Μέγιστη Ωριαία $\max Q_\omega$

Μέση Ημερήσια \ Μέγιστη Ημερήσια \ Μέγιστη Ωριαία Παροχή Οικισμού

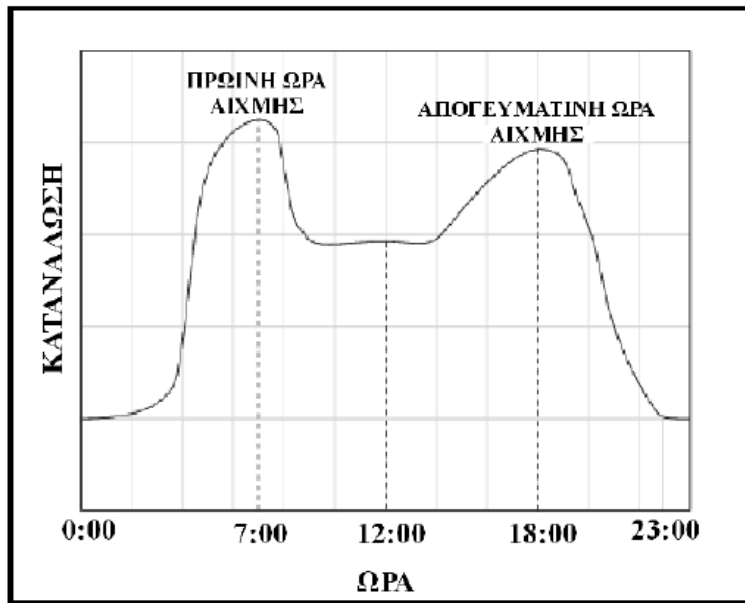
$$\left. \begin{array}{l} \frac{\max Q_H}{\text{mean} Q_H} = \lambda_1 \\ \frac{\max Q_\omega}{\max Q_H} = \lambda_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{ll} \lambda_1 & 1.2 - 3 \\ \lambda_2 & 1.2 - 3 \\ \lambda_1 \cdot \lambda_2 & 3 - 6 \end{array}$$

$$\frac{\max Q_\omega}{\text{mean} Q_H} = \lambda_1 \cdot \lambda_2$$

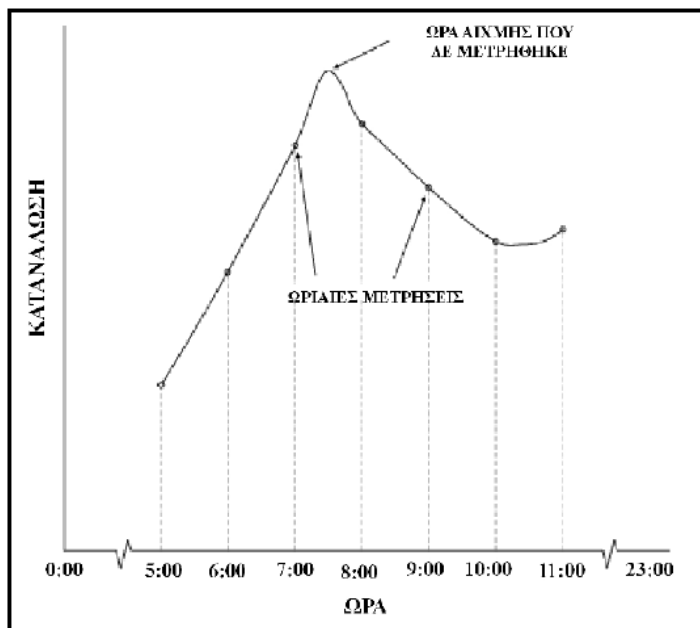
Μεταβολή της ημερήσιας παροχής κατά τη διάρκεια ενός χρόνου



- Η ημερήσια παροχή Q_d μεταβάλλεται από ημέρα σε ημέρα κατά τη διάρκεια ενός χρόνου. Είναι φανερό ότι η κατανάλωση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του χειμώνα. Υπάρχει μια ημέρα του καλοκαιριού που η κατανάλωση είναι μέγιστη. Για τη μελέτη των έργων ύδρευσης χρήσιμος είναι ο λόγος της μέγιστης ημερήσιας προς τη μέση παροχή $\max Q_d / \text{mean} Q_d$. Ο λόγος αυτός αυξάνεται:
 - α. όταν ελαττώνεται ο πληθυσμός της υδρευόμενης περιοχής
 - β. όσο λιγότερες είναι οι βροχοπτώσεις της περιοχής
 - γ. όσο ελαττώνεται η βιομηχανική και βιοτεχνική κατανάλωση
 - δ. όσο αυξάνεται το ποσοστό της οικιακής κατανάλωσης σε σχέση με το ποσοστό της βιομηχανικής κατανάλωσης
 - ε. όσο αυξάνεται το ποσοστό της κατανάλωσης που οφείλεται στις κλιματολογικές συνθήκες, όπως είναι το πότισμα των κήπων και το κατάβρεγμα των δρόμων.



Διάγραμμα 2.2: Ημερήσια διακύμανση της κατανάλωσης.



Διάγραμμα 2.4: Περίπτωση ώρας αιχμής που δεν υπολογίζεται.

Προβληματισμοί

- ο Κατανομή της κατανάλωσης
- ο Στιγμιαία παροχή αιχμής
- ο Για κλειστά δίκτυα: επίλυση ανά ώρα
- ο Διαρροές στο δίκτυο - μη κοστολογημένο νερό
- ο Διαχείριση της πίεσης
- ο Χωριστό δίκτυο (μικροαρδεύσεις, πυρκαγιά, δημόσιες χρήσεις)
- ο Διαχείριση της ζήτησης

Πρότυπα κατανάλωσης



Ελλείψει στοιχείων υιοθετούνται πρότυπα από τη βιβλιογραφία για τη κατανομή της κατανάλωσης μερικές τυπικές ημέρες του χρόνου.



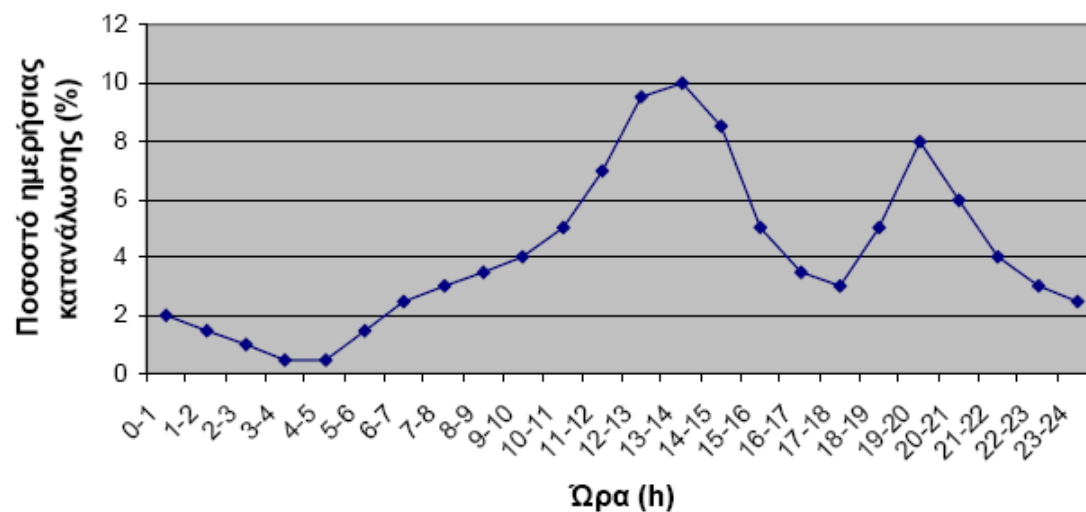
Ωρα	Ποσοστό % ημερήσιας κατανάλωσης
0-1	2,0
1-2	1,5
2-3	1,0
3-4	0,5
4-5	0,5
5-6	1,5
6-7	2,5
7-8	3,0
8-9	3,5
9-10	4,0
10-11	5,0
11-12	7,0
12-13	9,5
13-14	10,0
14-15	8,5
15-16	5,0
16-17	3,5
17-18	3,0
18-19	5,0
19-20	8,0
20-21	6,0
21-22	4,0
22-23	3,0
23-24	2,5
	100,00

Ωρα	Ποσοστό % ημερήσιας κατανάλωσης
0-1	2,6
1-2	2,4
2-3	2,2
3-4	2,1
4-5	2,2
5-6	4,2
6-7	5,3
7-8	5,7
8-9	5,6
9-10	5,4
10-11	5,3
11-12	5,3
13-14	5,1
14-15	4,9
15-16	4,5
16-17	4,2
17-18	4,7
18-19	5,0
19-20	5,0
20-21	4,2
21-22	3,3
22-23	2,9
23-24	2,7
	100,0

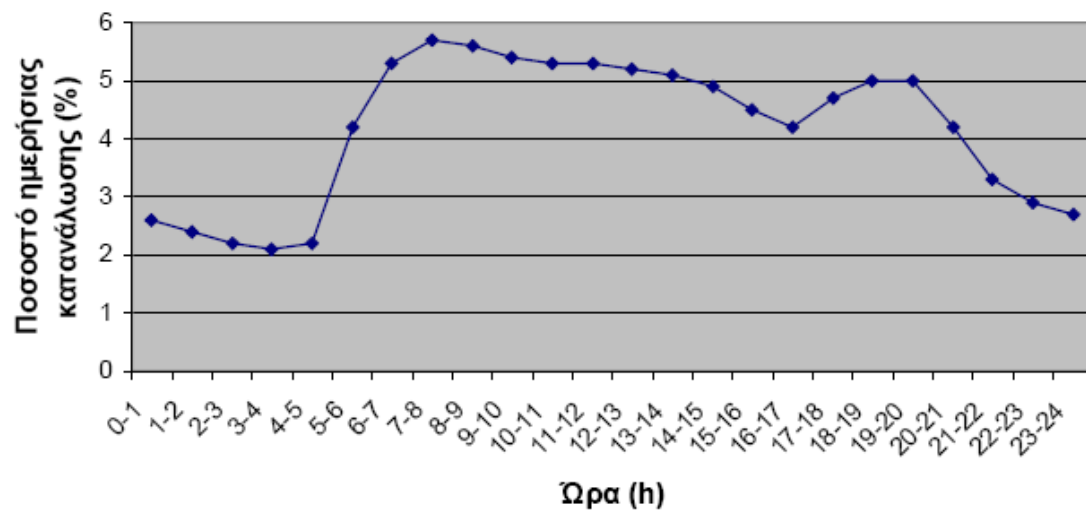
κας 5.32: Πρότυπο ωριαίας διακύμανσης της κατανάλωσης.



Καμπύλη μεταβολής της κατανάλωσης



Καμπύλη μεταβολής της κατανάλωσης



Πίνακας 1.1. Οικιακή κατανάλωση νερού για κάθε χρήση χωριστά [17].

Χρήση	1
Πλύσιμο πιάτων στο χέρι	10-25
Πλύσιμο πιάτων στο πλυντήριο	20-45
Πλύσιμο χεριών	2-5
Ντους	40-80
Λουτρό στη μπανιέρα	115-180
Λουτρό παιδιού	30-40
Bitet	10-20
Καζανάκι τουαλέτας	6-12
Καθαριότητα σπιτιού	20-100
Πλυντήριο ρούχων	80-140
Πλύσιμο αυτοκινήτου με κουβά	20-40
Πλύσιμο αυτοκινήτου με λάστιχο	100-200
Πότισμα κήπου ανά m ²	5-10

Στον επόμενο πίνακα 1.2 δίνονται οι ποσότητες του νερού που αντιστοιχούν σε κάθε χρήση ανοιγμένες στη διάρκεια ενός 24ώρου.]

Πίνακας 1.2. Επί μέρους κατανάλωση νερού για οικιακή χρήση στη Γερμανία [17]

Δραστηριότητα	1/κατ.ημερ
Πόση και μαγείρεμα	3-5
Πλύσιμο πιάτων	10-20
Ατομική καθαριότητα χωρίς λουτρό	10-15
Ντους και λουτρό	50-100
WC	40-50
Καθαριότητα χώρου	10-15
Πλύσιμο ρούχων	15-30
Πότισμα κήπου και πλύσιμο αυτοκινήτου	9-13
Σύνολο	147-250

Οικιακή
χρήση

Μέση Ημερήσια \ Μέγιστη Ημερήσια-εξωτερικό υδραγωγείο

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\max Q_H}{\text{mean} Q_H} = \lambda_1 \\ \frac{\max Q_\omega}{\max Q_H} = \lambda_2 \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\frac{\max Q_\omega}{\text{mean} Q_H} = \lambda_1 \cdot \lambda_2$$

Οικιακή χρήση:

- $\lambda_1 = 1.5$ (αστικά κέντρα),
- $\lambda_1 > 2.0$ (οικισμοί με εποχιακό πληθυσμό),
- $\lambda_1 = 2.0 - 3.0$ (περιοχές με σημαντική ανάπτυξη κήπων)
- Τουριστική-παραθεριστική χρήση: $\lambda_1 < 1.5$
- (ξενοδοχεία: $\lambda_1 = 1.1$)
- Βιομηχανική χρήση: $\lambda_1 = 1.0$

Κουτσογιάννης

Μέση Ημερήσια \ Μέγιστη Ημερήσια-εξωτερικό υδραγωγείο

$$\left. \begin{aligned} \frac{\max Q_H}{\text{mean} Q_H} &= \lambda_1 \\ \frac{\max Q_\omega}{\max Q_H} &= \lambda_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$
$$\frac{\max Q_\omega}{\text{mean} Q_H} = \lambda_1 \cdot \lambda_2$$

Η μέγιστη ημερήσια παροχή για κάθε χρήση, υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την μέση ημερήσια παροχή της εκάστοτε χρήσης με έναν συντελεστή λ_1 , όπως περιγράφεται από την παρακάτω έκφραση:

$$Q_{\max, \eta\mu\epsilon\rho} = \lambda_1 * Q_{\text{ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ}}$$

Για την περίπτωση θερινών καταναλώσεων, ο συντελεστής λ_1 , επιλέγεται ακολούθως:

Μόνιμοι κάτοικοι: $\lambda_1 \geq 1,50$, με ενδεικτική τιμή **$\lambda_1 = 1,50$**

Τουρίστες: $\lambda_1 \leq 1,50$, με ενδεικτική $\lambda_1 = 1,10$

Παραθεριστές: $\lambda_1 \leq 1,50$, με ενδεικτική $\lambda_1 = 1,20$

Για νοσοκομεία: $\lambda_1 \approx 1,10$

Βιοτεχνίες, βιομηχανίες: $\lambda_1 = 1,00$ (όχι εποχιακή διακύμανση)

Για τους χειμερινούς μήνες, λαμβάνεται τιμή $\lambda_1 = 1,00$ ανεξαρτήτως χρήσης.

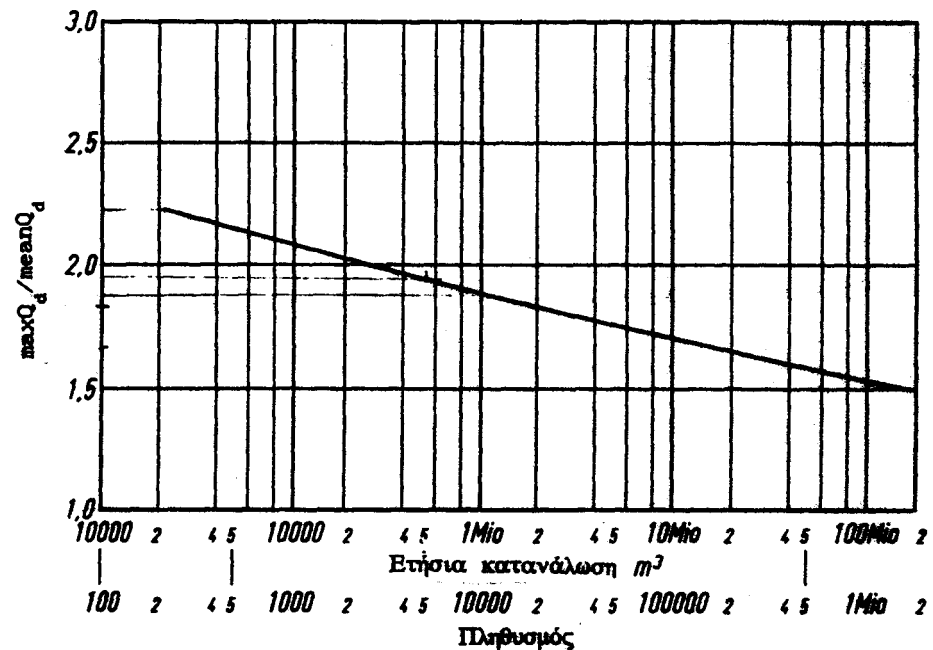
Αναφέρεται ότι δεν είναι σίγουρο ότι το σενάριο σχεδιασμού του εξωτερικού υδραγωγείου (δηλαδή το δυσμενέστερο σενάριο) αφορά θερινές καταναλώσεις (π.χ. βιομηχανικές περιοχές). Τέλος, επισημαίνεται ότι η παροχή πυρόσβεσης καλύπτεται από τη δεξαμενή ρύθμισης, και δεν λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της παροχής σχεδιασμού του εξωτερικού υδραγωγείου.

Λαγγούσης και Φουρνιώτης (παρόμοια)

Μέση Ημερήσια \ Μέγιστη Ημερήσια-εξωτερικό υδραγωγείο

$$\left. \begin{aligned} \frac{\max Q_H}{\text{mean} Q_H} &= \lambda_1 \\ \frac{\max Q_\omega}{\max Q_H} &= \lambda_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\frac{\max Q_\omega}{\text{mean} Q_H} = \lambda_1 \cdot \lambda_2$$



Σχήμα 1.5. Μεταβολή του λόγου $\max Q_d / \text{mean} Q_d$ συναρτήσει της ετήσιας κατανάλωσης και του πληθυσμού της υδρευόμενης περιοχής

Διάγραμμα Γερμανικών κανονισμών, Παντοκράτορας

Μέση Ημερήσια \ Μέγιστη Ημερήσια \ Μέγιστη Ωριαία Παροχή Οικισμού

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\max Q_H}{\text{mean} Q_H} = \lambda_1 \\ \frac{\max Q_\omega}{\max Q_H} = \lambda_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{ll} \lambda_1 & 1.2 - 3 \\ \lambda_2 & 1.2 - 3 \\ \lambda_1 \cdot \lambda_2 & 3 - 6 \end{array}$$

$$\frac{\max Q_\omega}{\text{mean} Q_H} = \lambda_1 \cdot \lambda_2$$

Μέση Ημερήσια \ Μέγιστη Ημερήσια \ Μέγιστη Ωριαία Παροχή Οικισμού

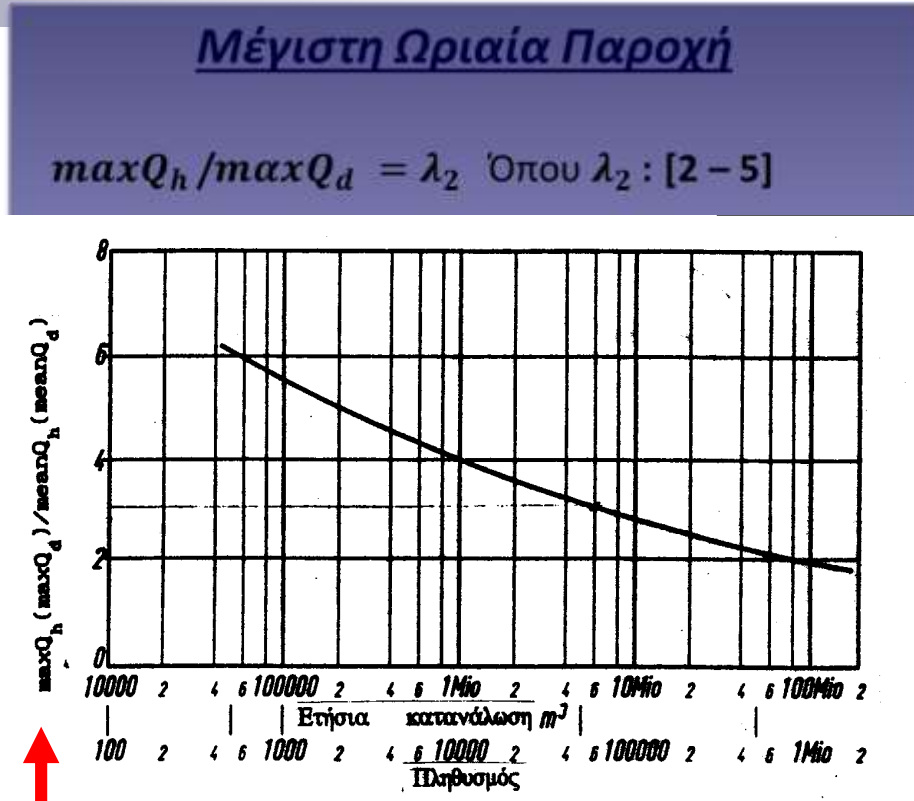
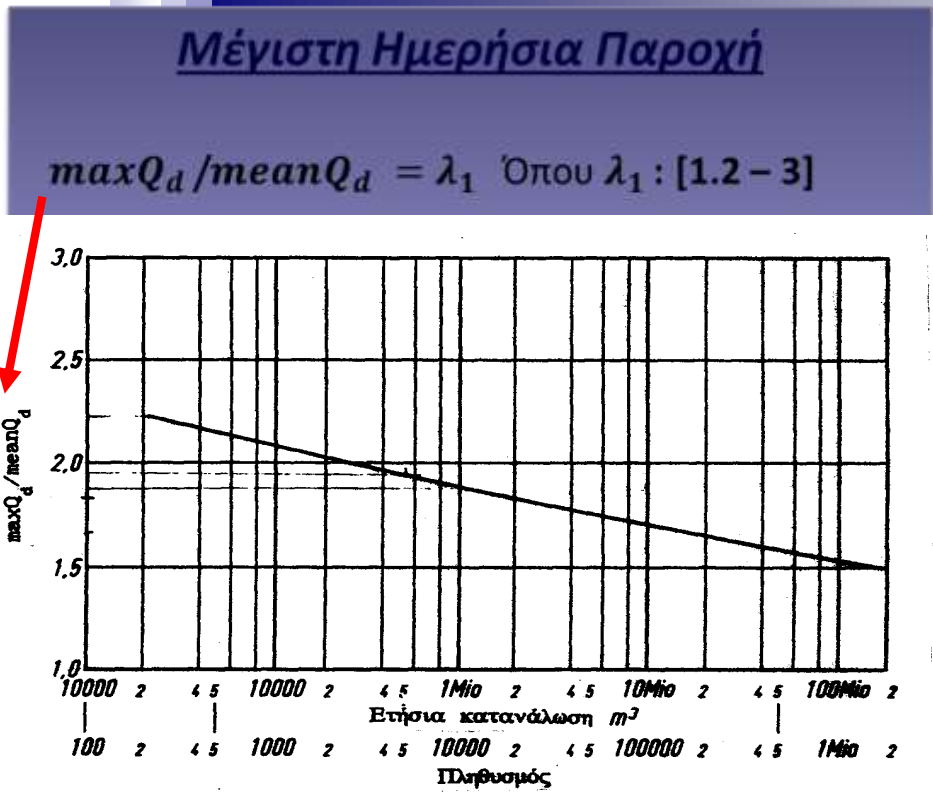
$$\left. \begin{aligned} \frac{\max Q_H}{\text{mean} Q_H} &= \lambda_1 \\ \frac{\max Q_\omega}{\max Q_H} &= \lambda_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\frac{\max Q_\omega}{\text{mean} Q_H} = \lambda_1 \cdot \lambda_2$$

- Οικιακή χρήση: $\lambda_2 = 1.5 - 2.5$
- Μικροί οικισμοί, με ελάχιστες νυκτερινές καταναλώσεις: $\lambda_2 = 3.0$
- Τουριστική-παραθεριστική χρήση: $\lambda_2 = 1.5$
- Βιομηχανική χρήση: $\lambda_2 = 24 / \text{TB}$ (TB : ώρες λειτουργίας ανά ημέρα) **Κουτσογιάννης**

ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ/ΜΕΓΙΣΤΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ/ ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΡΙΑΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΟΙΚΙΣΜΟΥ

Είναι προφανές ότι για να είναι ικανό ένα σύστημα υδροδότησης να ικανοποιεί τη ζήτηση καθόλη τη διάρκεια του 24 ώρου θα πρέπει να εξασφαλίζει παροχές πολύ μεγαλύτερες αυτών που προκύπτουν από την μέση ημερήσια ζήτηση και την μέγιστη ωριαία ζήτηση που προκύπτει από την ημερήσια διακύμανση. Οι παροχές αυτές προκύπτουν συνήθως με την υιοθέτηση συντελεστών αιχμής λ_1, λ_2 .



Ο Γερμανικός Κανονισμός

$$maxQ_h = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot meanQ_d$$

$$\lambda_1 \cdot \lambda_2 : [3 - 9]$$

«Παγίδες»

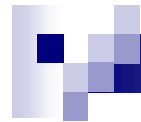


- Η μέση κατανάλωση ανά κάτοικο και ημερα περιλαμβάνει ή όχι τις διαρροές / απώλειες νερού στα δίκτυα?
- Πολλαπλασιαστικός συντελεστής για τη μέγιστη ωριαία παροχή
- Πιθανή ανάγκη για περιοχοποίηση
- Μελέτη με βάση το μελλοντικό πληθυσμό



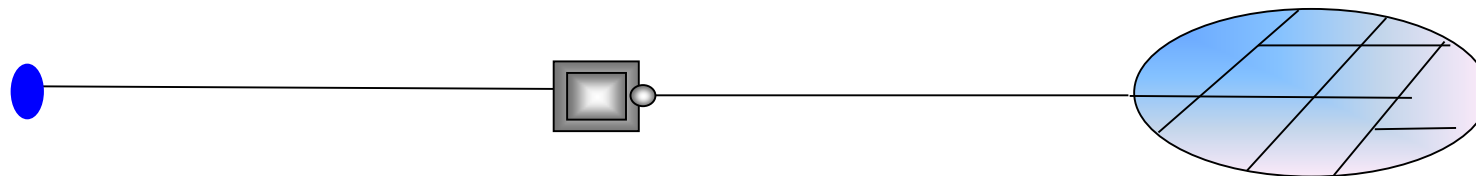
Παροχή σχεδιασμού πυρκαγιάς

ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ



Δεξαμενή

Οικισμός



Εξωτερικό Υδραγωγείο

Εσωτερικό Υδραγωγείο



Παροχή σχεδιασμού:
Μέγιστη ημερήσια

Παροχή σχεδιασμού:
Μέγιστη ωριαία αν υπάρχει διαφορετική
υποδομή για πυρκαγιά, διαφορετικά το
μέγιστο μεταξύ μέγιστης ωριαίας και
μέγιστης ημερήσιας + πυρκαγιάς



ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Η πυροσφάλεια αποτελεί μια απαραίτητη και απαιτητική προϋπόθεση για κάθε χώρο. Η εξασφάλιση της καλής ποιότητας ύδατος για την κατάβλεψη της φωτιάς, μπορεί να εξασφαλιστεί με την εγκατάσταση μιας δεξαμενής της σειράς **ACUASAVE** Fire Fighting.

Η επάρκεια ποσότητας νερού που κρήνη ώρα αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα για την εξασφάλιση της ακεραιότητας της ανθρώπινης ζωής και της περιουσίας μας.

Βασική λειτουργική χρήση έχουν στον τομέα της προληπτικής πυροπροστασίας πάρκων, δασολλέων, δασικών εκτάσεων, καλλιεργειών, ελεγκτών κατοικιών, οικισμών, κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Οι δεξαμενές λειτουργούν αυτόνομα αλλά και σε συνδυασμό με πυροσβεστικό συγκρότημα οντότητας και κρουνών, δύνανται να σας προστατεύσουν από την φωτιά όσο κανένα άλλο σύστημα μέσο προστασίας και κατάσβεσης.

Οι δεξαμενές πυροπροστασίας της AQUASTAR ABEE είναι η ιδανική λύση για:

- Διασπορά νερού από ένα ή περισσότερα (ελαφύτερα) καθώς δύνανται να τοποθετηθούν σε δύσκολα σημεία και να προσφέρουν επάρκεια ύδατος όπως και διασπορά νερού από πηγάδια μέσα (υδροφόρες, πυροσβεστικά σφάλματα, σφάλματα άμεσης επέμβασης). Η ύπαρξη μεγάλων ποσοτήτων νερού εντός του δάσους, στις κορυφογραμμές και όπου



Παροχή σχεδιασμού με πυρόσβεση

ΠΑΡΟΧΕΣ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗ



- Σημειώνεται ότι η αποτελεί Ελληνική πρακτική η παροχή πυρκαγιάς να υποβαθμίζεται γιατί έχει μεγάλη επίπτωση στη διαστασιολόγηση και το συνολικό κόστος του δικτύου. Συνήθως επιλέγεται ένας μικρός αριθμός κρουνών απλής **παροχής 5 L/s** που τοποθετούνται στους πιο κεντρικούς αγωγούς του οικισμού.
- Σύμφωνα με έναν εμπειρικό κανόνα, οι ελάχιστες απαιτήσεις για παροχή κατάσβεσης **είναι 1 κρουνός των 5 L/s ανά 500 άτομα για λειτουργία όχι λιγότερο των 4 ωρών**. Με βάση αυτή την προσέγγιση στο παραπάνω πρόβλημα η ελάχιστη παροχή προκύπτει:
- $\frac{9000}{500} = 18 \text{ κρουνο}\Omega$
- Δηλαδή παροχή $18 \cdot 5 = 90 \text{ L/s}$ για λειτουργία 4 ωρών.
- Στις βιομηχανικές περιοχές με εύφλεκτα υλικά, η θεώρηση ταυτόχρονης λειτουργίας δύο κρουνών των 10 L/s για 2 - 4 ώρες κρίνεται επαρκής. Σε κάθε περίπτωση, κρίνεται απαραίτητη η αρχική γνωμοδότηση και τελική έγκριση της πυροσβεστικής υπηρεσίας.
- Αναφέρεται ότι, στην πράξη, είναι σχεδόν απίθανο το σενάριο η πυρκαγιά σχεδιασμού να συμβεί τη δυσμενέστερη μέρα του έτους, παράλληλα με βλάβη του εξωτερικού υδραγωγείου.

Τσακίρης,
2010



- Άλλη ελληνική πρακτική, 15l/s για πυρκαγιά
- Άλλη πρακτική 5 l/s ανά 500 άτομα
- Χρόνος λειτουργίας 2-4 ώρες

Σύμφωνα με τον οδηγό του αμερικανικού γραφείου υπηρεσιών ασφάλισης η πίεση του δικτύου κατά τη διάρκεια της πυρόσβεσης δεν πρέπει να είναι χαμηλότερη από 14 m. Η απαιτούμενη παροχή πυρόσβεσης σύμφωνα με το γερμανικό κανονισμό (DVGW W 405) δίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1.20. Απαιτούμενη παροχή πυρόσβεσης σύμφωνα με το γερμανικό κανονισμό (DVGW W 405)

Χαρακτηριστικά Κατοικιών	Μικροί οικισμοί και εξοχικές κατοικίες	Κατοικημένες περιοχές χωριά και βιοτεχνικές περιοχές		Κεντρικές περιοχές πόλεων και βιοτεχνικές περιοχές		Βιομηχανικές περιοχές
Αριθμός ορόφων	≤ 2	≤ 3	>3	1	>1	-
Λόγος του εμβαδού του ορόφου προς το εμβαδόν του ισογείου	≤0.4	0.3-0.6	0.7-1.2	0.7-1.0	1.0-2.4	-
Λόγος του όγκου του κτιρίου προς το εμβαδόν του ισογείου	-	-	-	-	-	≤ 9
Απαιτούμενη παροχή πυρόσβεσης ανάλογα με τον κίνδυνο επέκτασης της φωτιάς	Παντοκράτορας					
	l/s	l/s	l/s	l/s		
Μικρός κίνδυνος	6.67	13.33	26.67	26.67		
Μεσαίος κίνδυνος	13.33	26.67	26.67	53.33		
Μεγάλος κίνδυνος	26.67	26.67	53.33	53.33		

Άλλη ελληνική πρακτική, 15l/s για πυρκαγιά

Αντίλογος στα 5l/s:

Ένα πυροσβεστικό 7-10,000 λ θέλει πολύ χρόνο για να γεμίσει



ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

ΖΗΤΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ / Πληθυσμιακή εξέλιξη (Α)

1. Γραμμική Αύξηση

$$\beta = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \sigma\tau\alpha\theta, \quad P_v = P_0 + \beta v$$

π.χ $\alpha = 5000$ κατ / έτος

Έτος	Πληθ.
0	P_0
1	$P_0 + \beta$
2	$P_0 + \beta + \beta$
...	
n	$P_0 + v \beta$

ΖΗΤΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ / Πληθυσμιακή εξέλιξη (B)

2. Γεωμετρική αύξηση

που ισχύει όταν ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι ανάλογος του ετήσιου πληθυσμού:

$$\gamma P = \frac{\Delta P}{\Delta t} \neq \text{σταθ},$$

$$P_v = P_0 (1 + \gamma)^v, \gamma \geq 0.01$$

ρ ποσοστό ετήσιας αύξησης (π.χ $\gamma = 0.02$ ή 2%)

Έτος	Πληθ.
0	P_0
1	$P_0 + \gamma P_0 = P_0(1 + \gamma)$
2	$(P_0(1 + \gamma)) + (P_0(1 + \gamma))\gamma = P_0(1 + \gamma)(1 + \gamma) = P_0(1 + \gamma)^2$
3	$(P_0(1 + \gamma^2) + (P_0(1 + \gamma)^2)\gamma = P_0(1 + \gamma)^2 (1 + \gamma) = P_0(1 + \gamma)^3$
...	
n	$P_v = P_0(1 + \gamma)^v$

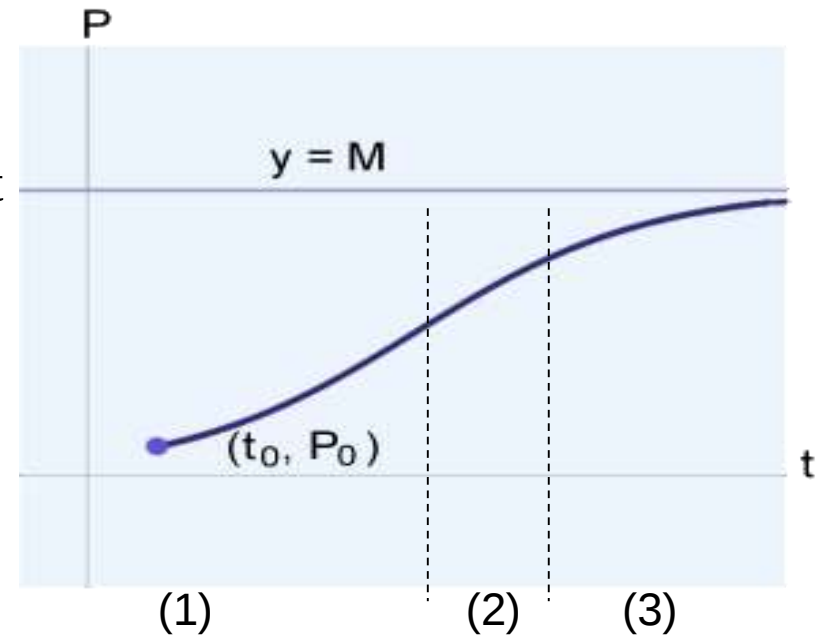
ΖΗΤΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ

Πληθυσμιακή εξέλιξη(Γ)

3. Λογιστική καμπύλη

$$P_v = \frac{P_{sat}}{1 + ce^{-bv}}$$

$$\frac{dP}{dt} = P_t \kappa (1 - P_t / P_{sat})$$



ΖΗΤΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ

Πληθυσμιακή εξέλιξη(Δ)

4. Φθίνοντος ρυθμού αύξησης

$$P_v = P_o + (P_{sat} - P_o)(1 - e^{\lambda n})$$

που ισχύει όταν για κάθε χρονική στιγμή ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι ανάλογος της διαφοράς του πληθυσμού κορεσμού μείον του πληθυσμού.

$$\frac{dP}{dt} = L(P_{sat} - P_t)$$

ΖΗΤΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ

Πληθυσμιακή εξέλιξη(E)

- 5. Φθίνουσα εξέλιξη
 $\alpha < 0 \rightarrow \alpha = 0$, πληθυσμός σταθερός
- 6. Χωροταξικά Μοντέλα

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Υπάρχουν πολλά μοντέλα πρόβλεψης πληθυσμού που τα καθιστούν χρήσιμα, ωστόσο γίνεται αντιληπτό ότι η χρήση τους πρέπει να είναι καλά μελετημένη γιατί συνήθως αποκλίνουν από την πραγματικότητα και διασφαλίζουν την ασφάλεια στο έργο αλλά δαπανηρά. Τα μοντέλα αυτά μπορεί να είναι είτε βραχυχρόνια είτε μακροχρόνια, δηλαδή μεγάλης διάρκειας.

- **Βραχυχρόνια μοντέλα:**

- Γραμμική μέθοδος: $P = P_0 + K' \cdot t$, όπου $K' = \frac{dP}{dt} = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$
- Μέθοδος ανατοκισμού: $P = P_0 \cdot (1 + \rho)^t$, όπου $\rho = \exp\left\{\frac{1}{t_2 - t_1} (\ln P_2 - \ln P_1)\right\} - 1$
- Φθίνουσα μέθοδος: $P = P_0 + (P_{sat} - P_0) \cdot (1 - e^{-kt})$, όπου $K' = -\frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln \frac{P_{sat} - P_2}{P_{sat} - P_1}$

Κατάλληλο για μικρούς οικισμούς, μοντέλο που δεν αποκλίνει από την πραγματικότητα

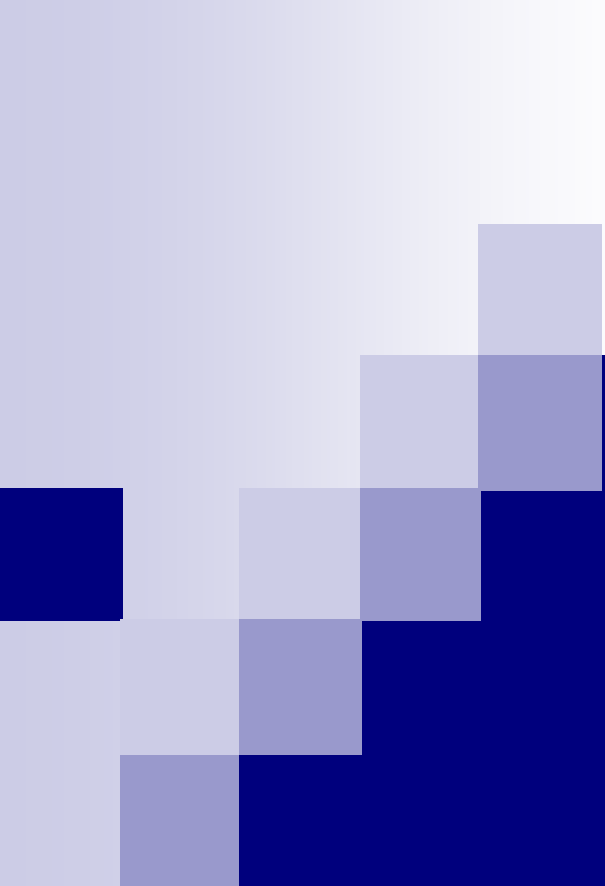
- **Μακροχρόνια μοντέλα:**

- Λογιστική μέθοδος
- Γραφική μέθοδος

Στο παρών υδραυλικό δίκτυο μελέτης είχαμε μία μείωση του πληθυσμού με τα χρόνια. Θεωρήθηκε μία μικρή αύξηση του οικισμού

Μεθοδολογικές παρατηρήσεις:

- Οι μελέτες βασίζονται στο πληθυσμό για τον σχεδιαστικό ορίζοντα του έργου και όχι την σημερινό πληθυσμό (π.χ 30 ή 40 χρόνια)
- Προφανώς η επιλογή εξίσωσης για την πρόβλεψη του πληθυσμού θα βασιστεί σε υπάρχουσες τάσεις και μελλοντικούς χωροταξικού σχεδιασμούς
- Πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των κατοίκων με την μέση ημερήσια κατανάλωση ανά κάτοικο ανά ημέρα $\max q_{HM}$ προκύπτει η συνολική μέση ημερήσια κατανάλωση για το πληθυσμό: $\max Q_{HM} = \max q_{HM} \cdot P_t$. Στην μέση ημερήσια κατανάλωση κατά κανόνα συμπεριλαμβάνονται όλες οι αστικές χρήσεις.
- Θα πρέπει να γίνει διάκριση στις ομάδες του πληθυσμού. Για παράδειγμα σε μόνιμους και παραθεριστές ή και σε ζώνες γιατί καθεμία ομάδα πληθυσμού έχει διαφορετικά μέση ημερήσια κατανάλωση ανά κάτοικο που συναρτάται από το οικονομικό και πολιτιστικό επίπεδο.
- Ενδεχομένως θα πρέπει να διερευνηθεί και πιθανή αύξηση της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης ανά κάτοικο ανά ημέρα $\max q_{HM}$ ως συνέπεια μελλοντικής οικονομικής ανάπτυξης (π.χ με αριθμητική πρόοδο ($\max q_{HM}(t) = \max q_{HM}(0) + \alpha t$)).



Διαχείριση αστικής ζήτησης νερού

Μη τιμολογούμενο νερό

- 
- Φαινόμενες (κλεψιά) και πραγματικές
 - Λάθη μετρητών
 - Εξουσιοδοτημένη μη τιμολογούμενη κατανάλωση
 - μη τιμολογούμενη κατανάλωση=
Εξουσιοδοτημένη μη τιμολογούμενη
κατανάλωση (μετρούμενη ή μη) +απώλειες=
Εξουσιοδοτημένη μη τιμολογούμενη
κατανάλωση +Φαινόμενες (κλεψιά) +
πραγματικές απώλειες+λάθη μετρητών

Διεθνές Πρότυπο Υδατικό Ισοζύγιο

Οι παγκόσμιοι οργανισμοί International Water Association (IWA) και American Water Works Association (AWWA) συμφώνησαν στη χρήση του Δ.Π.Υ.Ι ώστε τα αποτελέσματα των ενεργειών που αφορούν την προαγωγή του στόχου της επίτευξης της «καλής κατάστασης» των υδάτων να είναι συγκρίσιμα.

Η μεθοδολογία προτάθηκε από τους Lambert, Brown, Takizawa, & Weimer, (1999) και αποτελεί ένα ευρέως διαδεδομένο εργαλείο αξιολόγησης του Μη Ανταποδοτικού Νερού στα δίκτυα ύδρευσης. Υπέστη δύο τροποποιήσεις, η 1^η από τους McKenzie, Seago, & Liemberger, (2007) και η 2^η τροποποίηση από τους Kanakoudis & Tsitsifli, (2010).

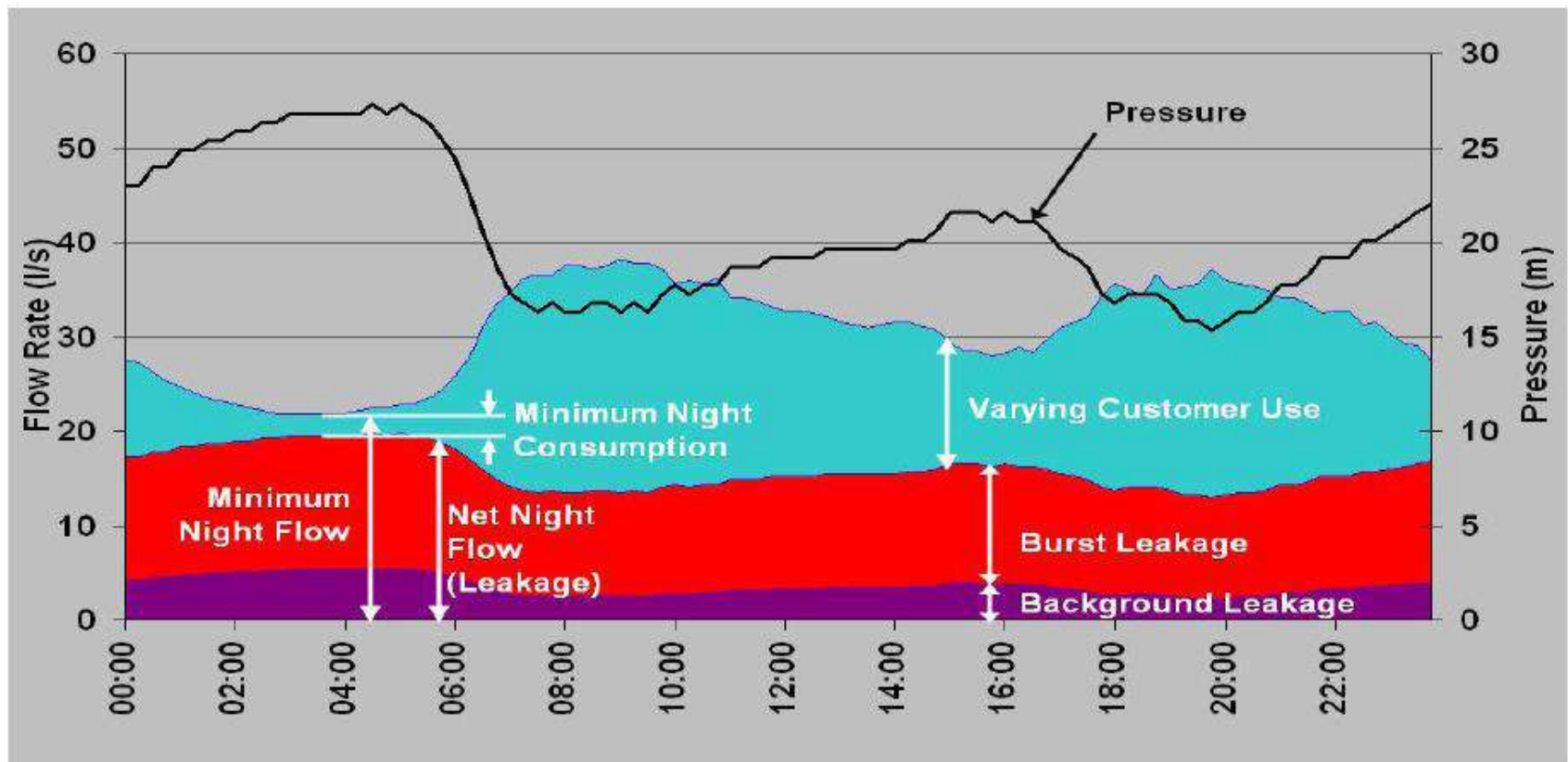
Εισερχόμενο Νερό στο Δίκτυο <u>(A3)</u>	Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση <u>(A14=A10+A13)</u>	Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση <u>(A10=A8+A9)</u>	Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση <u>(A8)</u>	Ανταποδοτικό Νερό <u>(A20=A8+A9)</u>
			Τιμολογούμενη μη-Μετρούμενη Κατανάλωση <u>(A9)</u>	
	Απώλειες Νερού <u>(A15=A3-A14)</u>	Μη-Τιμολογούμενη Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση <u>(A13=A11+A12)</u>	Μη-Τιμολογούμενη Μετρούμενη Κατανάλωση <u>(A11)</u>	Μη Ανταποδοτικό Νερό (NRW) <u>(A21=A3-A20)</u>
			Μη-Τιμολογούμενη μη- Μετρούμενη Κατανάλωση <u>(A12)</u>	
		Φαινόμενες Απώλειες Νερού <u>(A18=A16+A17)</u>	Μη-Εξουσιοδοτημένη Κατανάλωση <u>(A16)</u>	
			Σφάλματα Μετρητών / Μετρήσεων <u>(A17)</u>	
		Πραγματικές Απώλειες Νερού <u>(A19=A15-A18)</u>		

Σχήμα 1. Το Διεθνές Πρότυπο Υδατικό Ισοζύγιο των International Water Association (IWA) και American Water Works Association (AWWA)

Απώλειες θραύσεων (Burst Leakage)

(από Τσακίρης, 2010)

Απώλειες θραύσεων =
Ελάχιστη Νυχτερινή Παροχή - Ελάχιστη Νυχτερινή Κατανάλωση -
Διαρροές Βάσης



Σχήμα 1. - Τυπικό διάγραμμα ημερήσιας μεταβολής πίεσης – παροχής και οι συνιστώσες της ελάχιστης νυχτερινής παροχής (από παρουσίαση Δημερίδας της ΔΕΥΑ Λάρισας και της Ένωσης

❑ Ιδιαίτερη σημασία έχει η εκτίμηση των Απωλειών νερού των δικτύων, που αποτελούνται από τις:

Πραγματικές Απώλειες. Συμπεριλαμβάνουν διαρροές τροφοδοτικών αγωγών και αγωγών διανομής, υπερχειλίσεις δεξαμενών, και διαρροές στις υδατοπαροχές (μέχρι τα υδρόμετρα των καταναλωτών). Οι διαρροές μπορεί να είναι μικρές (διαρροές βάσης) και μεγάλες (θραύσεις αγωγών)



Τσακίρης,
2010

Φαινόμενες Απώλειες. Συμπεριλαμβάνουν σφάλματα καταμέτρησης και καταχώρησης καταναλώσεων, υπο-μέτρηση υδρομέτρων, παράνομες συνδέσεις – μη εξουσιοδοτημένη χρήση νερού από κρούνους, παράνομες συνδέσεις στο δίκτυο, επεμβάσεις στα υδρόμετρα



Απώλειες νερού/ διαχείριση



- Οι φυσικές απώλειες οφείλονται σε διαρροές στις δεξαμενές, τις συνδέσεις των αγωγών (ιδιαίτερα στις οικιακές συνδέσεις) και στις θέσεις των ειδικών συσκευών. Σημαντικός παράγοντας είναι οι θραύσεις αγωγών λόγω καταπόνησης από φορτία οχημάτων, έντονες διακυμάνσεις της πίεσης, υδραυλικά πλήγματα, παγετό, κτλ. **(Γενικά, απώλειες βάσης+ απώλειες θραύσεων)**
- Οι πλασματικές απώλειες αναφέρονται στο νερό που καταναλώνεται χωρίς να τιμολογηθεί λόγω πλημμελούς καταμέτρησης, σφαλμάτων μετρητών και παράνομων συνδέσεων. Περιλαμβάνουν ακόμη τη δωρεάν παροχή νερού σε δήμους και κοινωφελείς οργανισμούς, καθώς και τις ποσότητες που καταναλώνονται για καθαρισμό των δεξαμενών και του δικτύου, για κατάσβεση πυρκαγιών, κτλ.
(παράνομες συνδέσεις+ λάθη μετρητών + εξουσιοδοτημένη κατανάλωση)
- Κατά Κουτσογιάννη
- Φυσικές απώλειες της τάξης του 15% θεωρούνται αποδεκτές, ενώ μείωσή τους κάτω από 10% καθίσταται δυσανάλογα δαπανηρή σε έρευνα και επισκευές.
- Στα εξωτερικά υδραγωγεία, οι φυσικές απώλειες κυμαίνονται στα επίπεδα του 10%

Απώλειες νερού/ διαχείριση



- Λόγος ILI = Current Annual Real Losses (CARL) Unavoidable Annual Real Losses (UARL) =συνολικές απώλειες νερού (πραγματικές)/απώλειες βάσης=

=(απώλειες θραύσεων + απώλειες βάσης)/απώλειες βάσης

- Ιδανικά ILY=1

Κατηγορία Τεχνικής Απόδοσης		ILI	Ι/σύνδεση/ημέρα (όταν το σύστημα βρίσκεται υπό πίεση), σε μέση πίεση:				
			10m	20m	30m	40m	50m
Κατάσταση Αναπτυγμένων Χωρών	A	1-2		<50	<75	<100	<125
	B	2-4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4-8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	>8		>200	>300	>400	>500
Κατάσταση Αναπτυσσόμενων Χωρών	A	1-4	<50	<100	<150	<200	<250
	B	4-8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8-16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	>16	>200	>400	>600	>800	>1000

Πιν. 9.4: Προτεινόμενες ενέργειες για βελτίωση του δικτύου ύ-
δρευσης

Κατηγορία	Προτεινόμενες Ενέργειες για Βελτίωση του Δικτύου Ύδρευσης
A	Περαιτέρω μείωση των απωλειών μπορεί να είναι ασύμφορη εκτός αν υπάρχει σοβαρό πρόβλημα λειψυδρίας. Θα πρέπει να γίνει ενδελεχής μελέτη κόστους - απόδοσης για τις πιθανές βελτιώσεις.
B	Υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης του δικτύου και μείωσης των απωλειών με την εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης της πίεσης, βελτίωση του ενεργού ελέγχου ανεύρεσης διαρροών και καλύτερη διαχείριση των υποδομών.
Γ	Υψηλά επίπεδα απωλειών που πιθανώς να σχετίζονται με αφθονία ποσοτήτων νερού χαμηλού κόστους. Μελέτη για εξακρίβωση των προβλημάτων και εντατικοποίηση ενεργειών για μείωση των απωλειών.
Δ	Μη αποδοτική χρήση των υδατικών πόρων. Η εφαρμογή προγραμμάτων μείωσης απωλειών θα πρέπει να αποτελούν άμεση προτεραιότητα.

Τσακίρης,
2010

Κανακούδης και
τσιφτλή

Μέτρα εξοικονόμησης νερού

- Όπως αναφέρθηκε παραπάνω ένα μεγάλο ποσοστό νερού καταναλώνεται από το καζανάκι της τουαλέτας.
- Κατά τη διάρκεια του πλυσίματος, του ξυρίσματος και του πλυσίματος των δοντιών γίνεται εξοικονόμηση νερού, όταν η βρύση του νιπτήρα κλείνει τα νεκρά διαστήματα.
- Το λουτρό στη μπανιέρα αποτελεί για πολλούς μια απόλαυση, αλλά από άποψη εξοικονόμησης νερού δεν ενδείκνυται.
- Εξοικονόμηση νερού μπορεί να γίνει και στην πλύση των ρούχων.
- Το πλύσιμο ενός επιβατικού αυτοκινήτου με λάστιχο απαιτεί 150-300 l νερού, ενώ με κουβά και σφουγγάρι μπορεί να πλυθεί καλά μόνο με 60 l νερού.
- Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα, ένα μεγάλο ποσοστό του νερού χάνεται από τις διαρροές στα δίκτυα ύδρευσης των πόλεων. Ο περιορισμός των απωλειών στα δίκτυα γίνεται σήμερα με σύγχρονες τεχνικές εντοπισμού των διαρροών και με ταχεία αποκατάσταση των βλαβών. Για τη μείωση των απωλειών χρησιμοποιείται και η τεχνική της μείωσης της πίεσης του δικτύου κατά τη διάρκεια της νύχτας. Έτσι μειώνεται η ποσότητα του νερού που χάνεται από τις ρωγμές των σωλήνων.