



ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ

Αριστείδης Κουτρούλης

Σχολή Χημικών Μηχανικών και
Μηχανικών Περιβάλλοντος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Απώλειες
- Δεξαμενές ρύθμισης

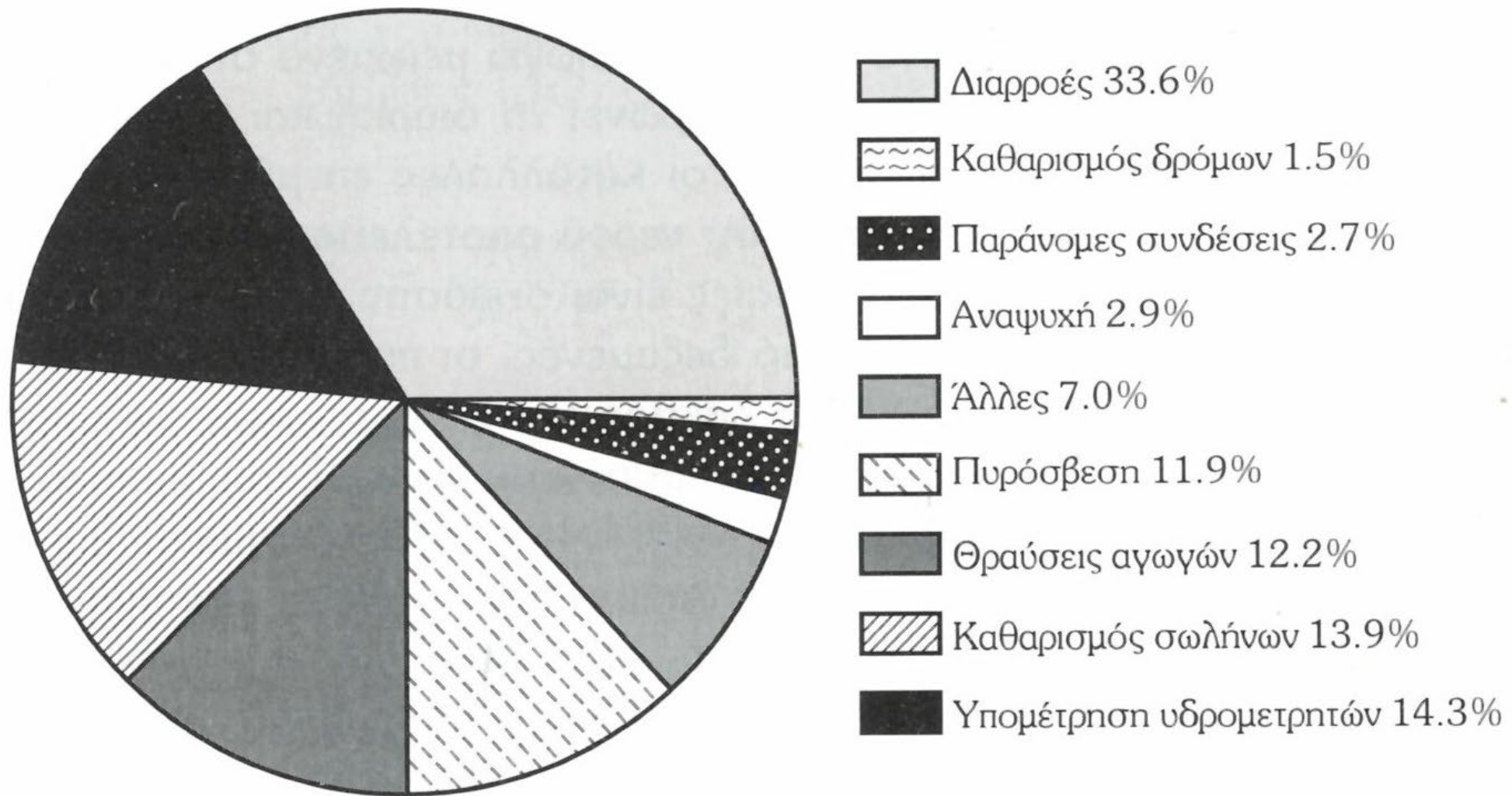
Απώλειες νερού στα δίκτυα διανομής

- Στα δίκτυα διανομής 20-30% του νερού «χάνεται» (μπορεί να ξεπερνά το 50%).
- Λογιστικές απώλειες νερού, που αναφέρονται και ως μη τιμολογημένο νερό (unaccounted for water), διακρίνονται σε φυσικές και πλασματικές.
- Φυσικές απώλειες νερού.
- Πλασματικές απώλειες νερού.
- Φυσικές απώλειες της τάξης του 15% θεωρούνται αποδεκτές, ενώ μείωσή τους κάτω από 10% καθίσταται δυσανάλογα δαπανηρή σε έρευνα και επισκευές.

Στην εκτίμηση των **υδρευτικών αναγκών**, η αθροιστική ζήτηση όλων των χρήσεων προσauξάνεται κατά έναν συντελεστή 10-20%, ώστε να ληφθούν υπόψη οι συνολικές φυσικές απώλειες κατά τη μεταφορά και διανομή του νερού.



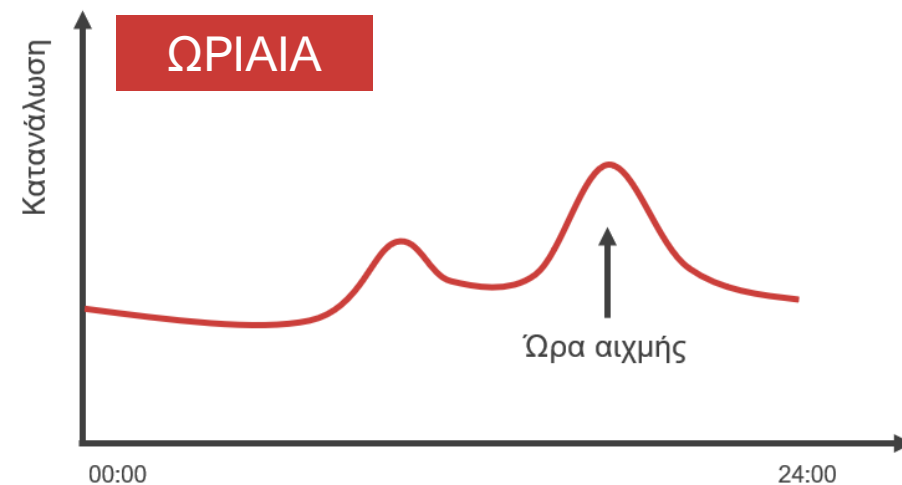
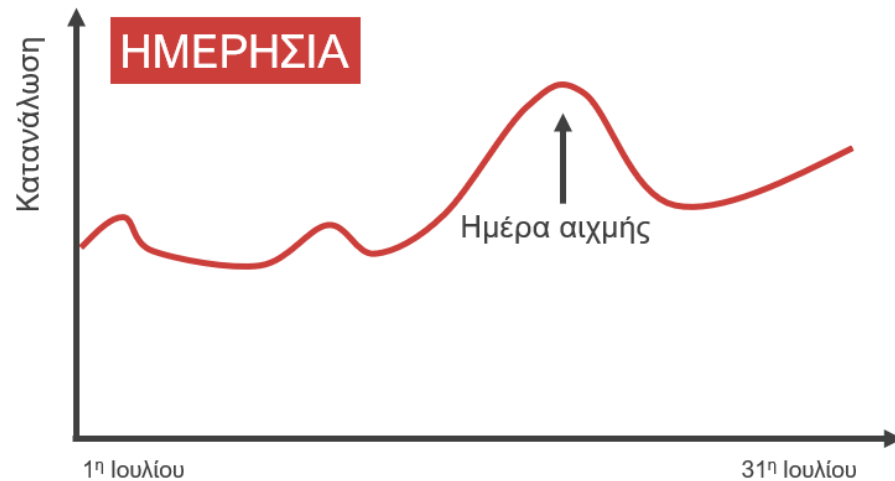
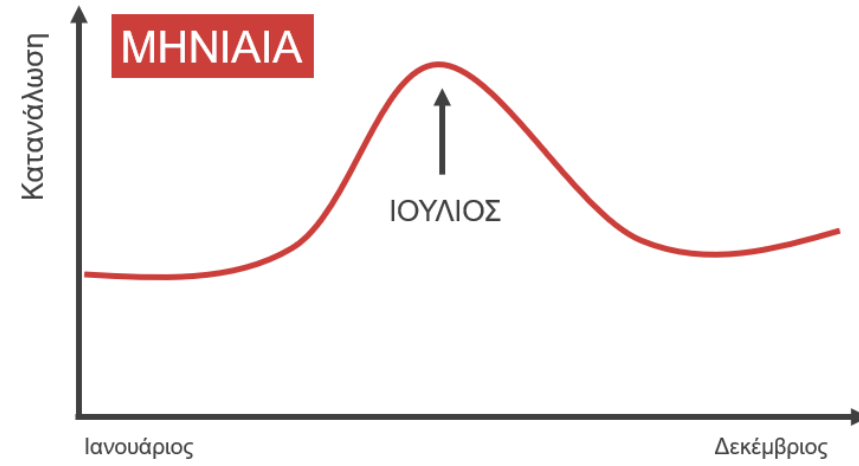
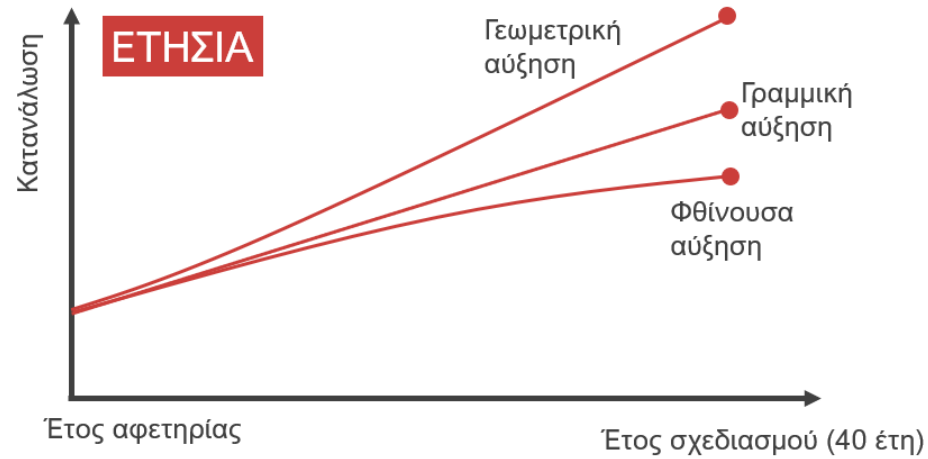
Απώλειες νερού στα δίκτυα διανομής



Βασικές συνιστώσες ατιμολόγητου νερού

Σύντομη Επανάληψη

Χρονικές κλίμακες οικιακής κατανάλωσης



Υπολογισμός χαρακτηριστικών μεγεθών ζήτησης

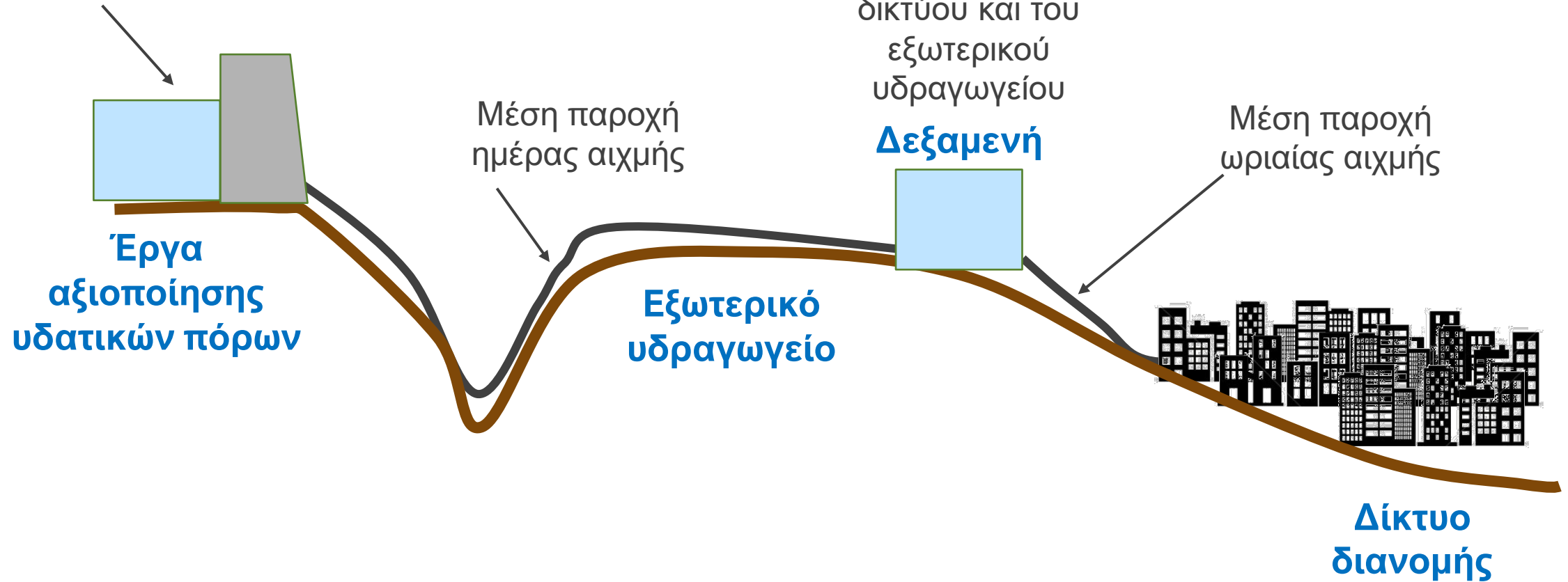
Παροχές σχεδιασμού

- Για κάθε χρήση νερού εκτιμάται η μέση ετήσια παροχή ανά ημέρα $Q_{\mu\epsilon\sigma\eta,\epsilon\tau\eta\sigma\iota\alpha}$
- Ο ετήσιος όγκος νερού V υπολογίζεται από τη σχέση: $V = Q_{\mu\epsilon\sigma\eta,\epsilon\tau\eta\sigma\iota\alpha} \cdot T$
όπου T η διάρκεια μέσα στο έτος στην οποία αφορά η υπόψη χρήση.
- Η μέγιστη ημερήσια παροχή: $Q_{\max,\eta\mu\epsilon\rho} = \lambda_1 \cdot Q_{\mu\epsilon\sigma\eta,\epsilon\tau\eta\sigma\iota\alpha}$
όπου λ_1 συντελεστής ανομοιομορφίας (ημερήσιας αιχμής)
- Η μέγιστη ωριαία παροχή Q_{Ω} εκτιμάται από τη σχέση: $Q_{\max,\omega\rho} = \lambda_2 \cdot Q_{\max,\eta\mu\epsilon\rho}$
όπου λ_2 συντελεστής ανομοιομορφίας (ωριαίας αιχμής)

Χρονικές κλίμακες υδρευτικών έργων

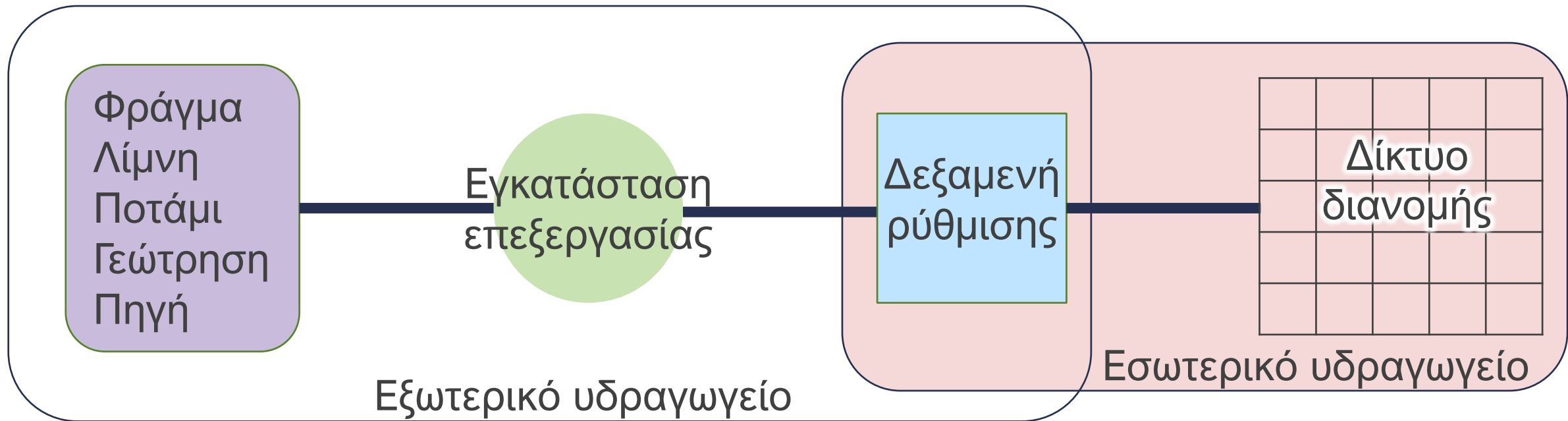
Παροχές σχεδιασμού

Μηνιαίες - ετήσιες
υδατικές ανάγκες



Δεξαμενή ρύθμισης

Δεξαμενή ρύθμισης ενός δικτύου ύδρευσης οικισμού είναι ταυτόχρονα το πέρας του εξωτερικού υδραγωγείου και η αρχή του εσωτερικού υδραγωγείου.



Δεξαμενή ρύθμισης

Οι ρόλοι της δεξαμενής ρύθμισης είναι πολλαπλοί:

1. Η δεξαμενή 24ωρης ρύθμισης **λειτουργεί εξισορροπητικά** μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού υδραγωγείου.
2. Εξασφαλίζει τη **μη διακοπή της υδροδότησης** του οικισμού.
3. Εξασφαλίζει **σταθερή πίεση** για το εσωτερικό υδραγωγείο - κατασκευή σε κατάλληλο.



Δεξαμενή ρύθμισης

- Η **δεξαμενή ρύθμισης** πρέπει να έχει 2 ή περισσότερους **ίσου όγκου** θαλάμους που έχουν στεγανοποιηθεί εσωτερικά και το θάλαμο των δικλίδων.
- Τα μεγέθη του **υδραυλικού σχεδιασμού** είναι η κατώτατη (ή ανώτατη) στάθμη λειτουργίας, η ωφέλιμη χωρητικότητα και το ωφέλιμο ύψος.
- Η **κατώτατη και ανώτατη στάθμη** προκύπτουν με βάση την τοπογραφία της περιοχής και τους περιορισμούς ελάχιστης και μέγιστης πίεσης στο δίκτυο.
- Η επιλογή του **ωφέλιμου ύψους (3-5μ)** γίνεται με κριτήρια χωροταξικά και στατικά.
- Πυθμένας κλίση **2-8%** για συλλογή φερτών και απομάκρυνση

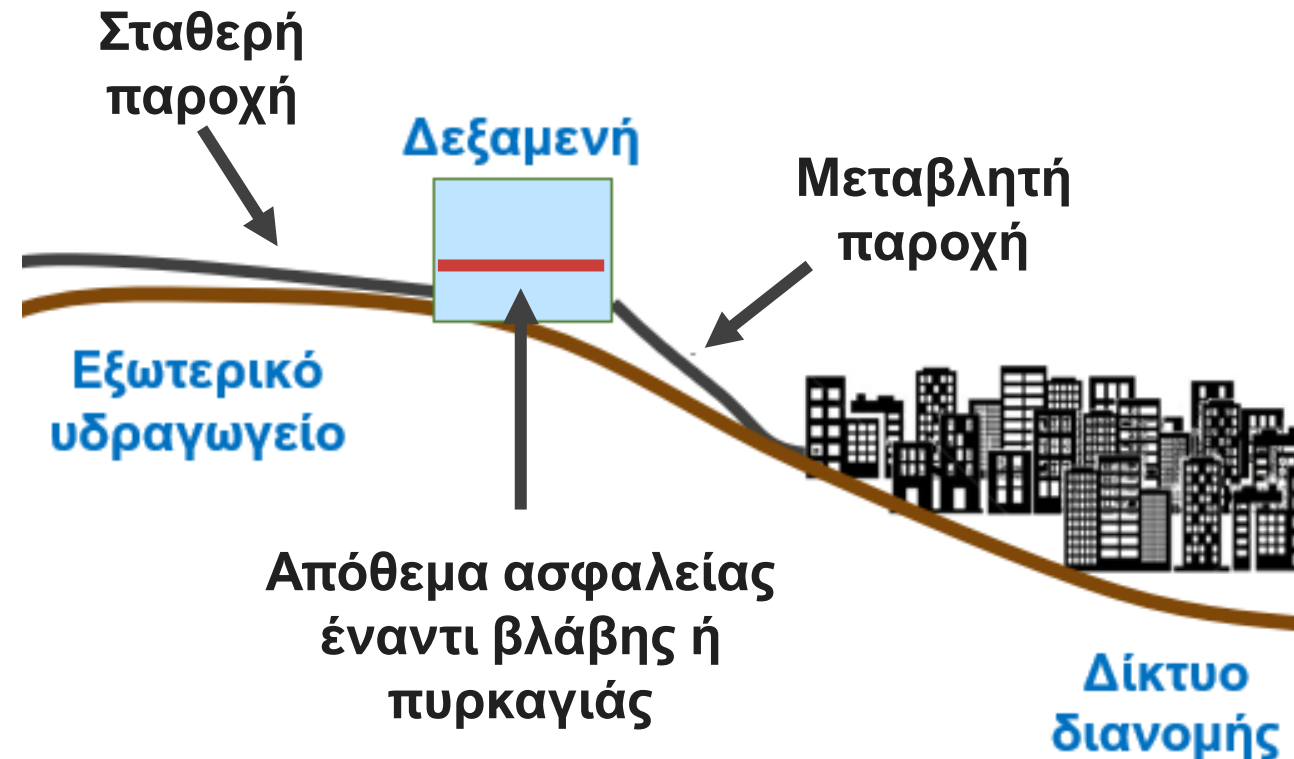


Δεξαμενή ρύθμισης

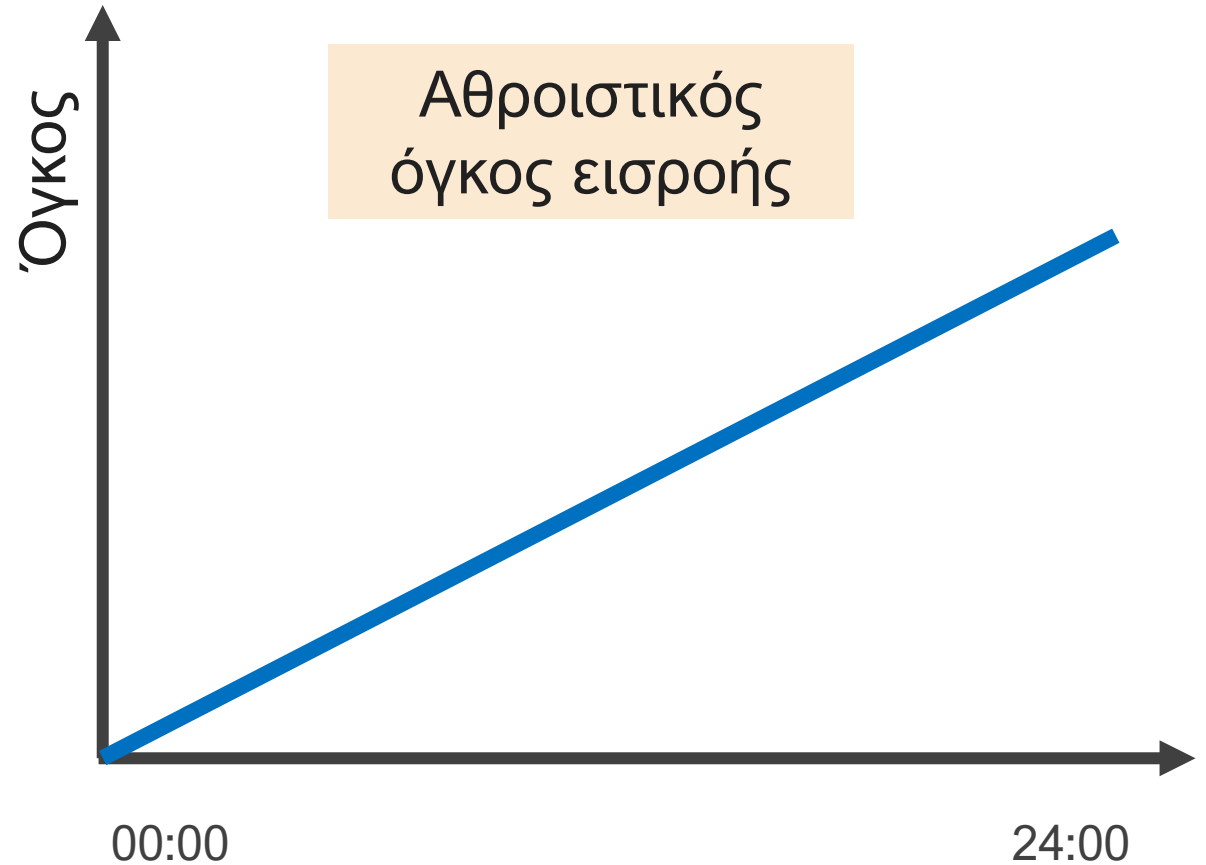
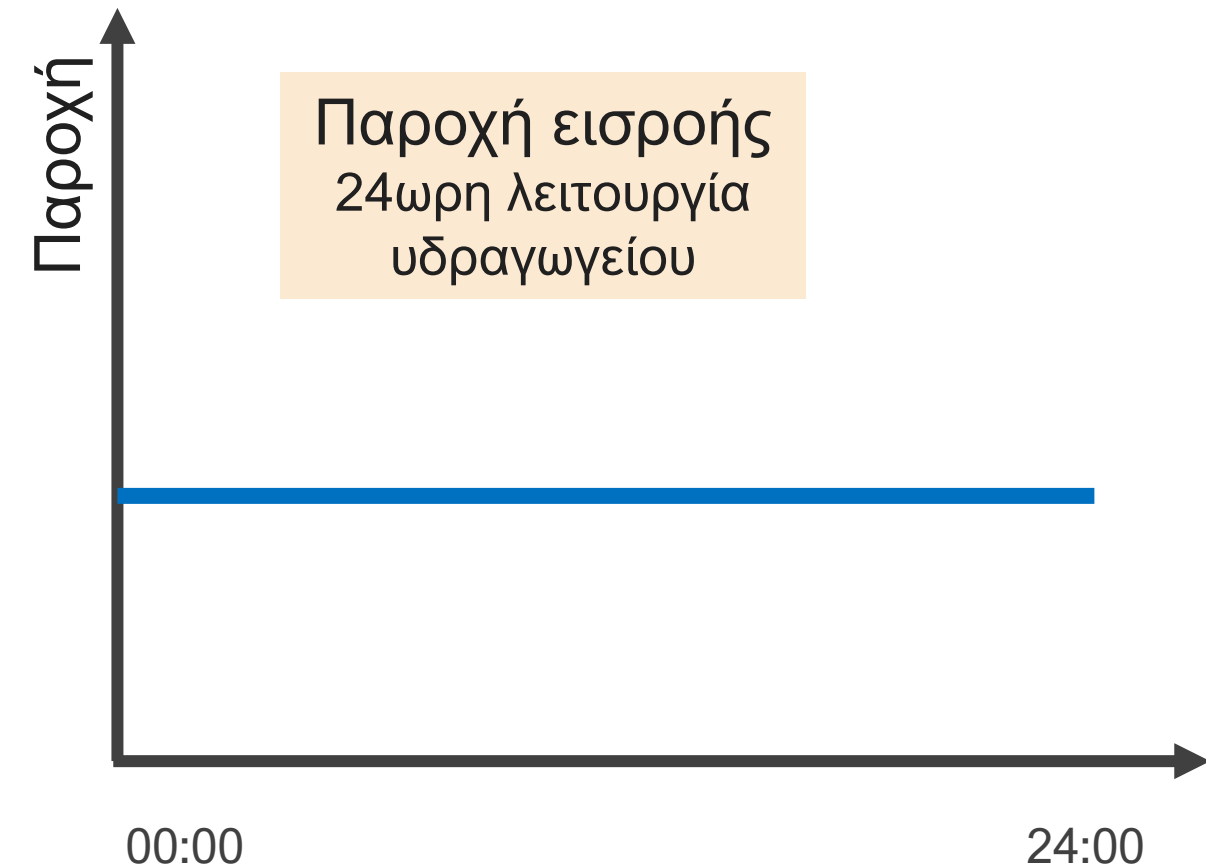
Επειδή λειτουργεί ως έργο ημερήσιας ρύθμισης, η διαστασιολόγηση της βασίζεται στις **συνθήκες της δυσμενέστερης ημέρας του έτους σχεδιασμού**.

Η ωφέλιμη χωρητικότητα περιλαμβάνει δύο συνιστώσες:

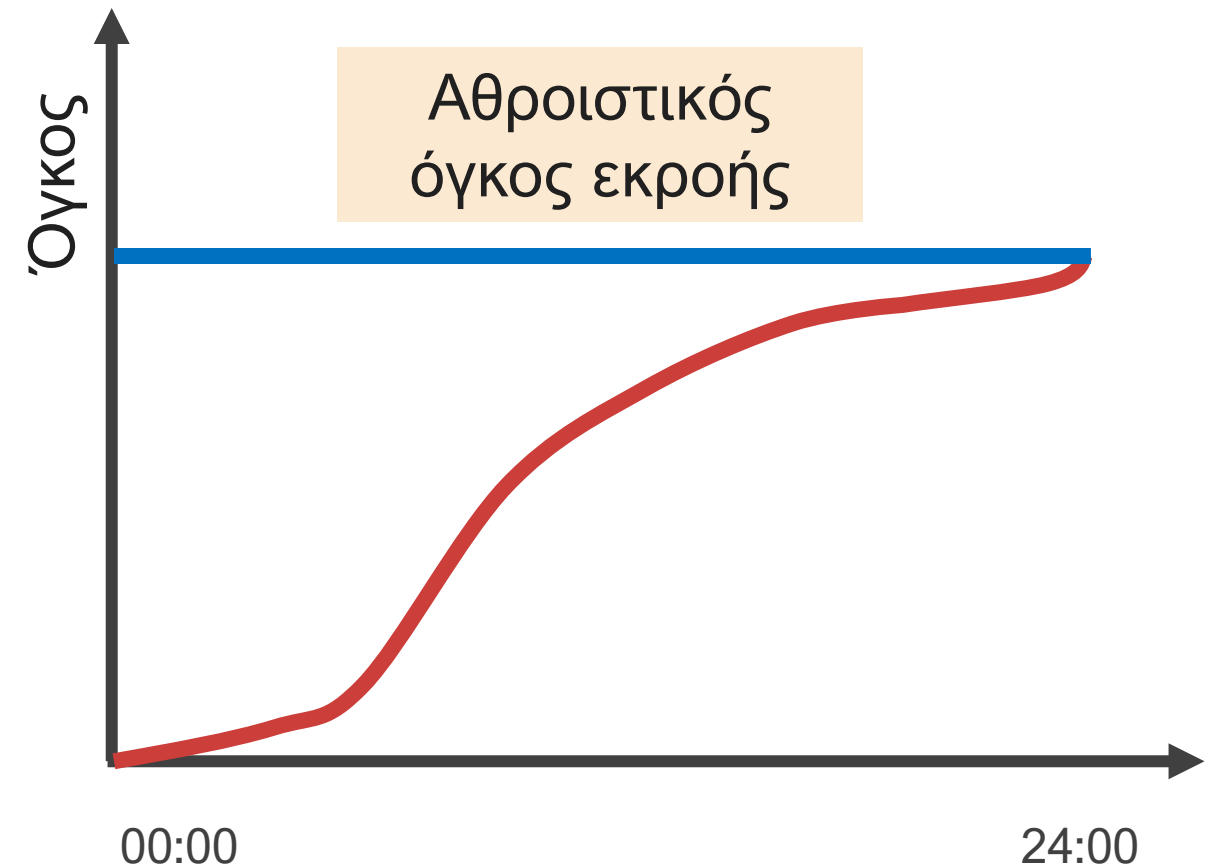
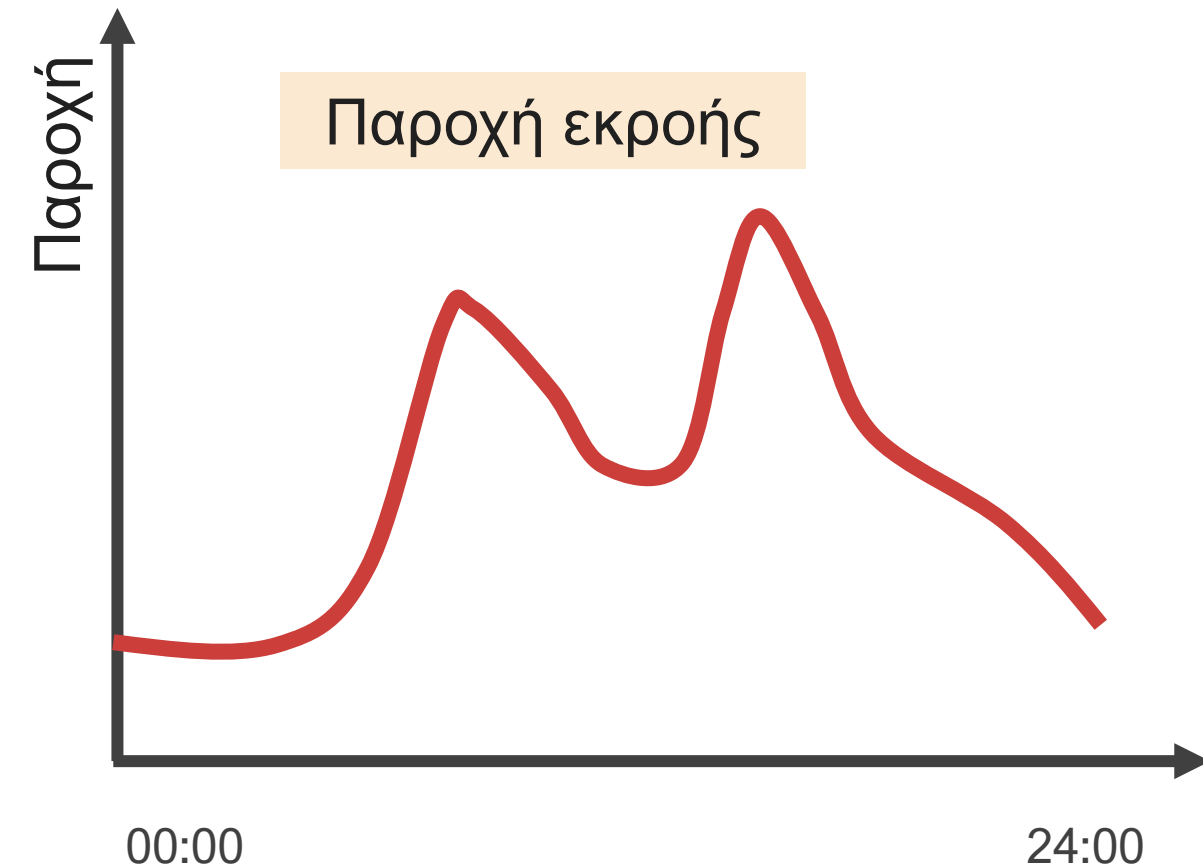
- **όγκος ρύθμισης** (για εξισορρόπηση της χρονικής ανισοκατανομής μεταξύ των εισροών από το εξωτερικό υδραγωγείο και των εκροών προς το δίκτυο)
- **όγκος ασφαλείας** (απόθεμα που διατηρείται σε μόνιμη βάση, είτε για την περίπτωση βλάβης του εξωτερικού υδραγωγείου ή πυρκαγιάς).



Τυπικά διαγράμματα εισροών



Τυπικά διαγράμματα εκροών



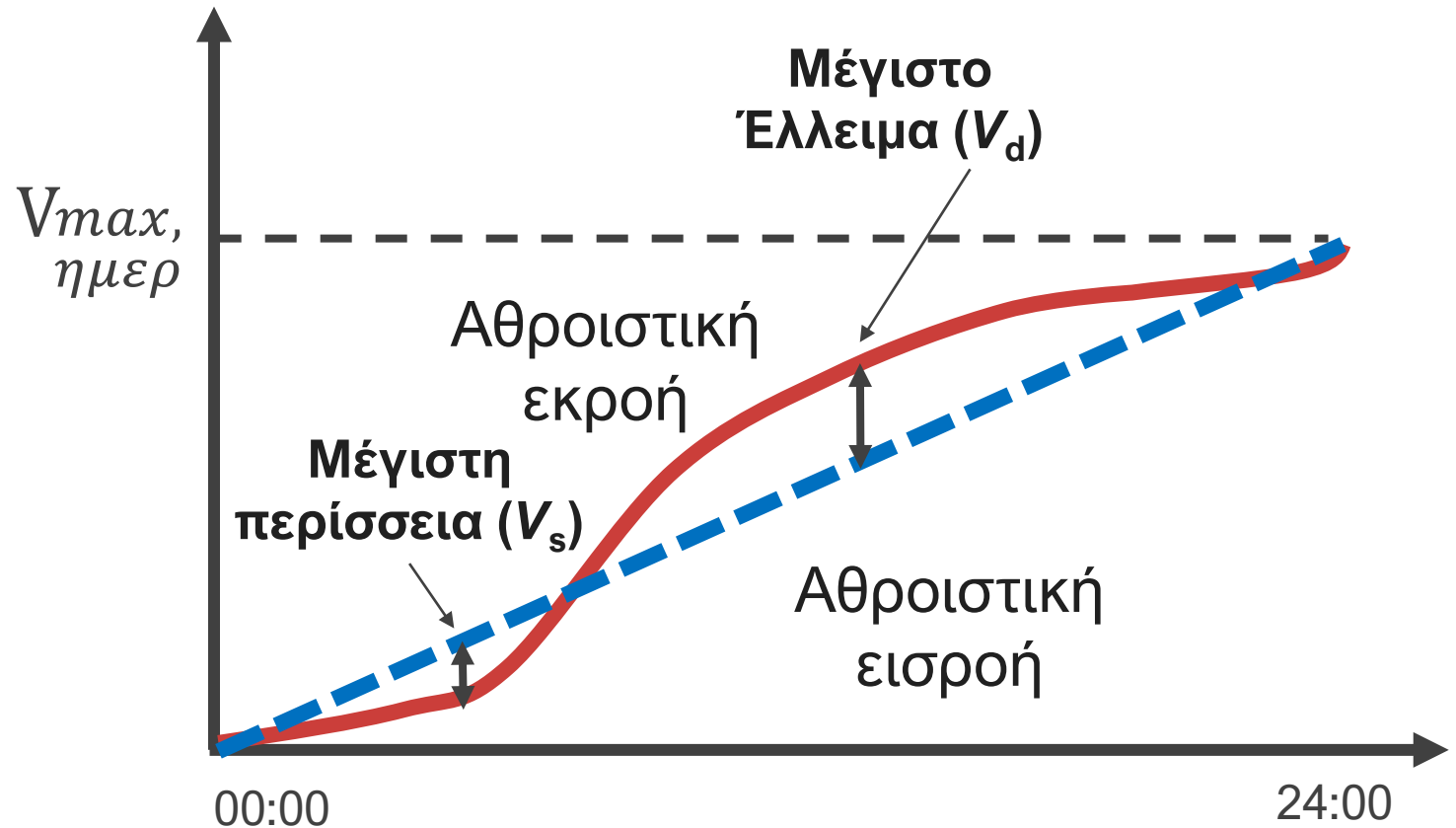
Δεξαμενή ρύθμισης

Υπολογισμός ρυθμιστικού όγκου

- Ρυθμιστικός όγκος = μέγιστη περίσσεια (V_s) + μέγιστο έλλειμμα (V_d)
- Εξ ορισμού, ο ρυθμιστικός όγκος αποτελεί ποσοστό του μέγιστου ημερήσιου όγκου κατανάλωσης, δηλαδή

$$V_{\text{Ρύθμισης}} = \alpha V_{\text{max,ημερ}}$$

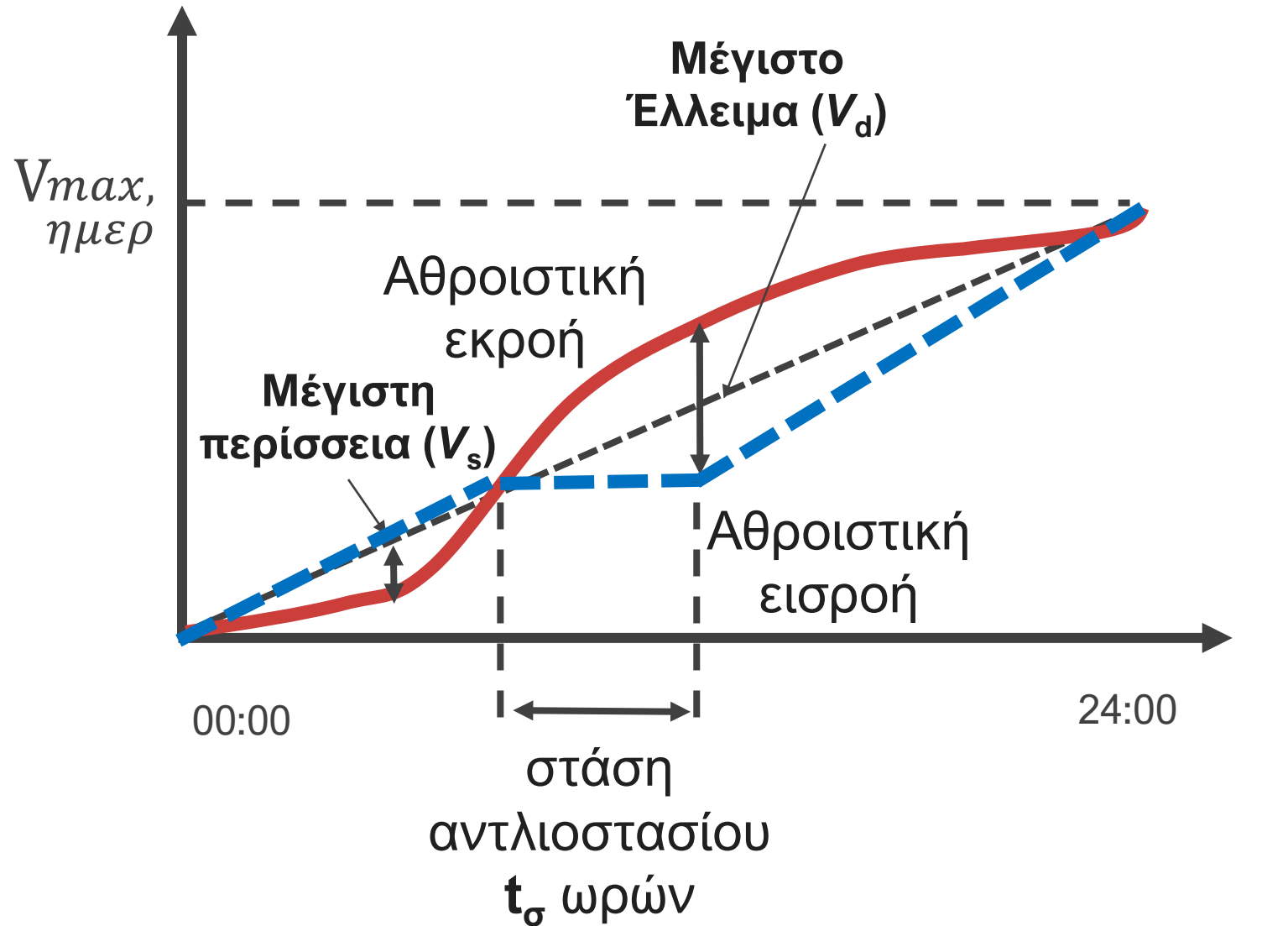
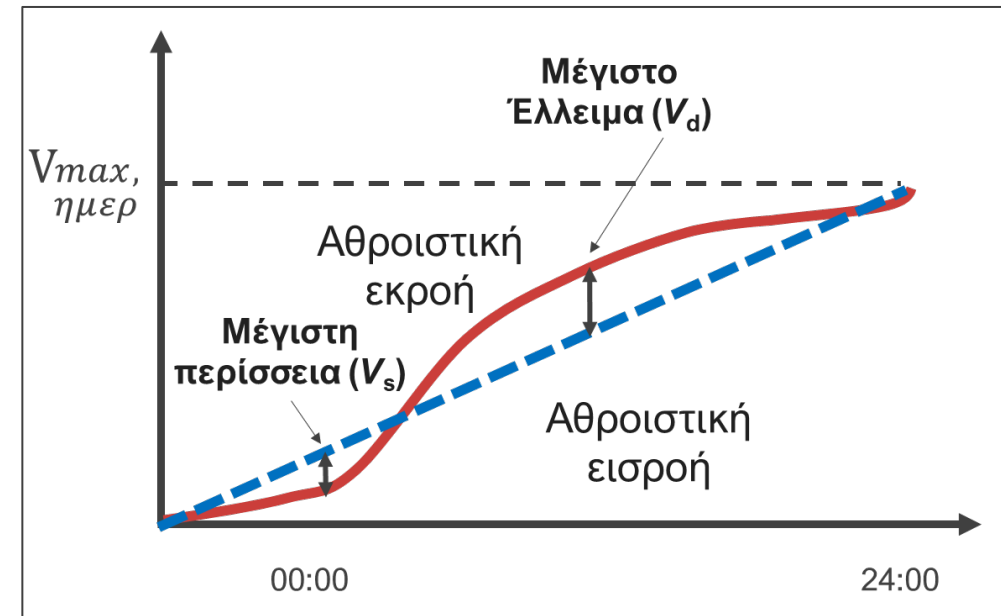
- Αν δεν υπάρχουν δεδομένα εισροών-εκροών, λαμβάνεται $\alpha = 30\text{-}50\%$ για μεσαίους και μικρούς οικισμούς και $\alpha = 25\%$ για πόλεις.



Δεξαμενή ρύθμισης

Υπολογισμός ρυθμιστικού όγκου

Τροφοδοσία από καταθλιπτικό αγωγό



- Εκτός από αναρρύθμιση των εισροών, η δεξαμενή καλύπτει και έκτακτες ανάγκες σε απόθεμα νερού, έναντι περιστατικών **βλάβης του εξωτερικού υδραγωγείου ή πυρκαγιάς** (ελέγχεται η δυσμενέστερη περίπτωση, που κατά κανόνα είναι η πρώτη).
- Δεχόμενοι **ολιγόωρη διακοπή** λειτουργίας (π.χ. λόγω βλάβης) του εξωτερικού υδραγωγείου, παροχής σχεδιασμού $Q_{\max, \eta \mu \epsilon \rho}$, για χρόνο t_B (βλάβης), το απαιτούμενο εφεδρικό απόθεμα είναι ίσο με:

$$V_{\text{βλάβης}} = Q_{\max, \eta \mu \epsilon \rho} t_B$$

- Δεχόμενοι ενεργοποίηση N πυροσβεστικών κρουνών, ονομαστικής παροχής $q_{\text{κρουν}}$, για διάρκεια πυρκαγιάς t_{Π} , το απαιτούμενο εφεδρικό απόθεμα είναι:

$$V_{\text{Πυρκαγιάς}} = q_{\text{κρουν}} N t_{\Pi}$$

Δεξαμενή ρύθμισης

Ωφέλιμος όγκος δεξαμενής

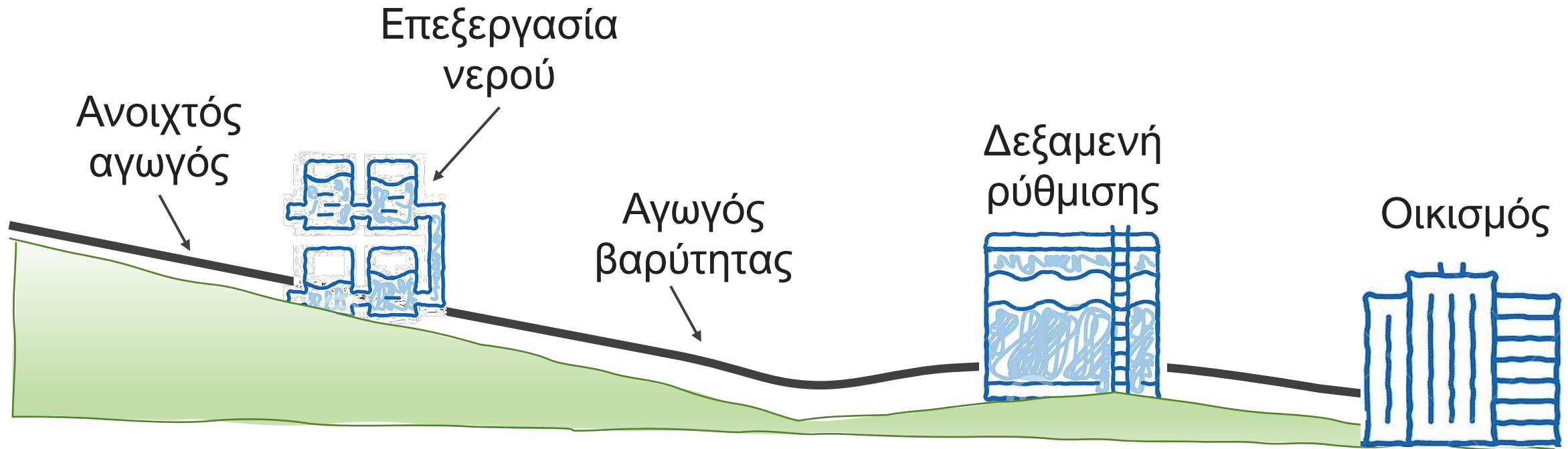
- Για λόγους ασφαλείας, δεχόμαστε πιθανή την εκδήλωση είτε της βλάβης ή της πυρκαγιάς την ημέρα μεγιστοποίησης της κατανάλωσης. Με την παραπάνω παραδοχή, ο **ωφέλιμος όγκος** της δεξαμενής υπολογίζεται ως:

$$V_{\text{Ωφέλιμο}} = V_{\text{Ρύθμισης}} + \max \{V_{\text{Βλάβης}}, V_{\text{Πυρκαγιάς}}\}$$

- Με εξαίρεση μικρούς οικισμούς, δυσμενέστερος είναι ο όγκος βλάβης έναντι του όγκου πυρκαγιάς.
- Ο όγκος ασφαλείας οφείλει να είναι συνεχώς διαθέσιμος στη δεξαμενή, ενώ ο ρυθμιστικός όγκος εξαντλείται μόνο την ημέρα αιχμής.

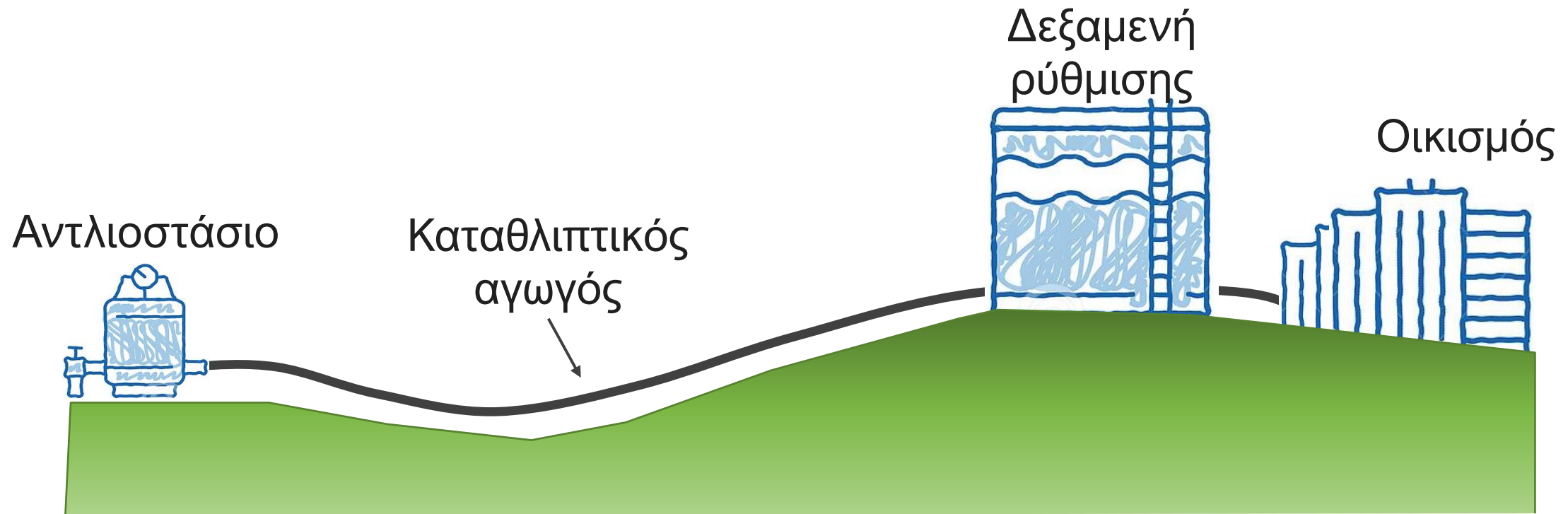


Δεξαμενές ως τμήμα του υδραγωγείου



Τροφοδοσία δεξαμενής ρύθμισης μέσω κλειστού αγωγού βαρύτητας

Δεξαμενές ως τμήμα του υδραγωγείου



Απευθείας τροφοδοσία δεξαμενής ρύθμισης μέσω καταθλιπτικού αγωγού

Δεξαμενές ως τμήμα του υδραγωγείου

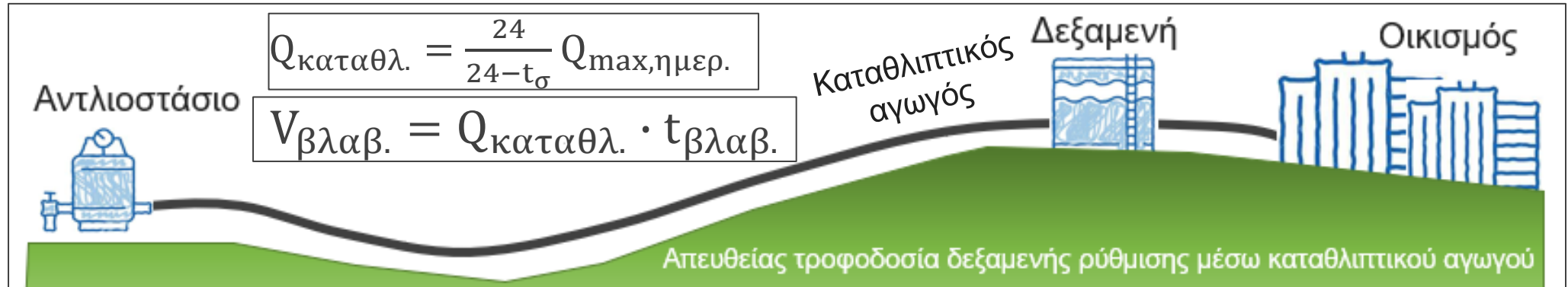


Δεξαμενές ως τμήμα του υδραγωγείου

A



B



Γ

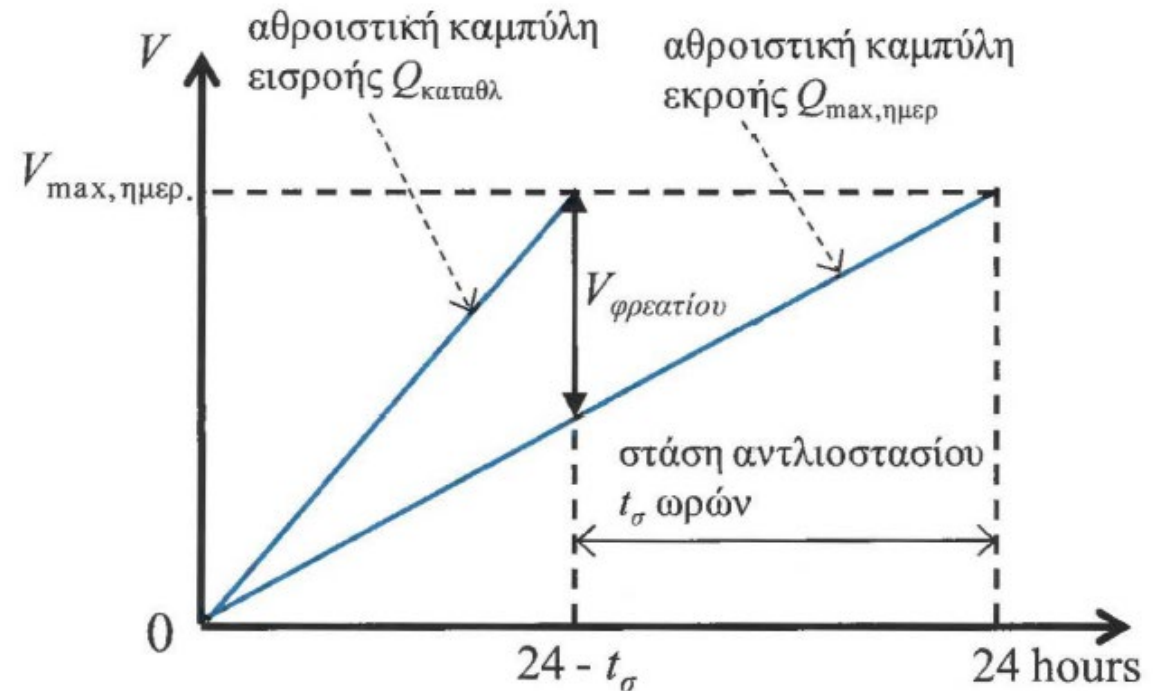


Φρεάτιο πιεζοθραύσεως

Γ

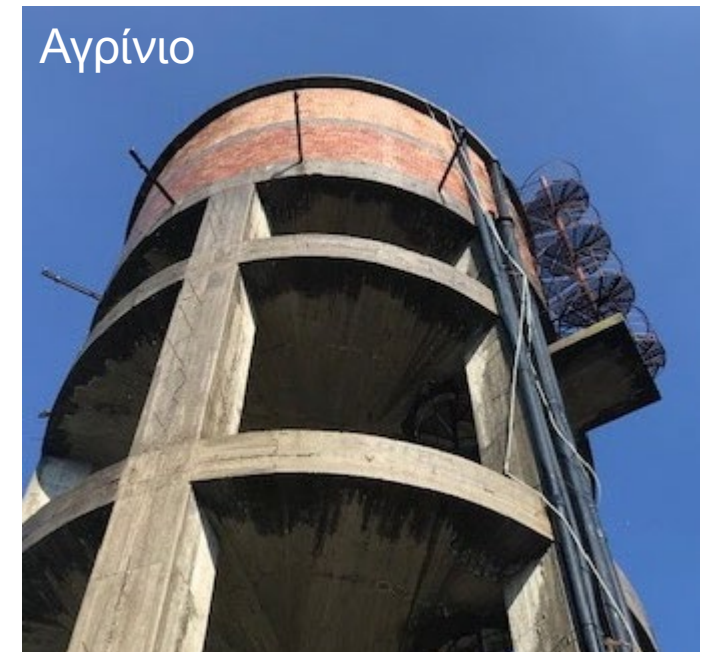


$$V_{\text{φρεατ.}} = \frac{t_{\sigma}}{24} V_{\text{max,ημερ.}}$$

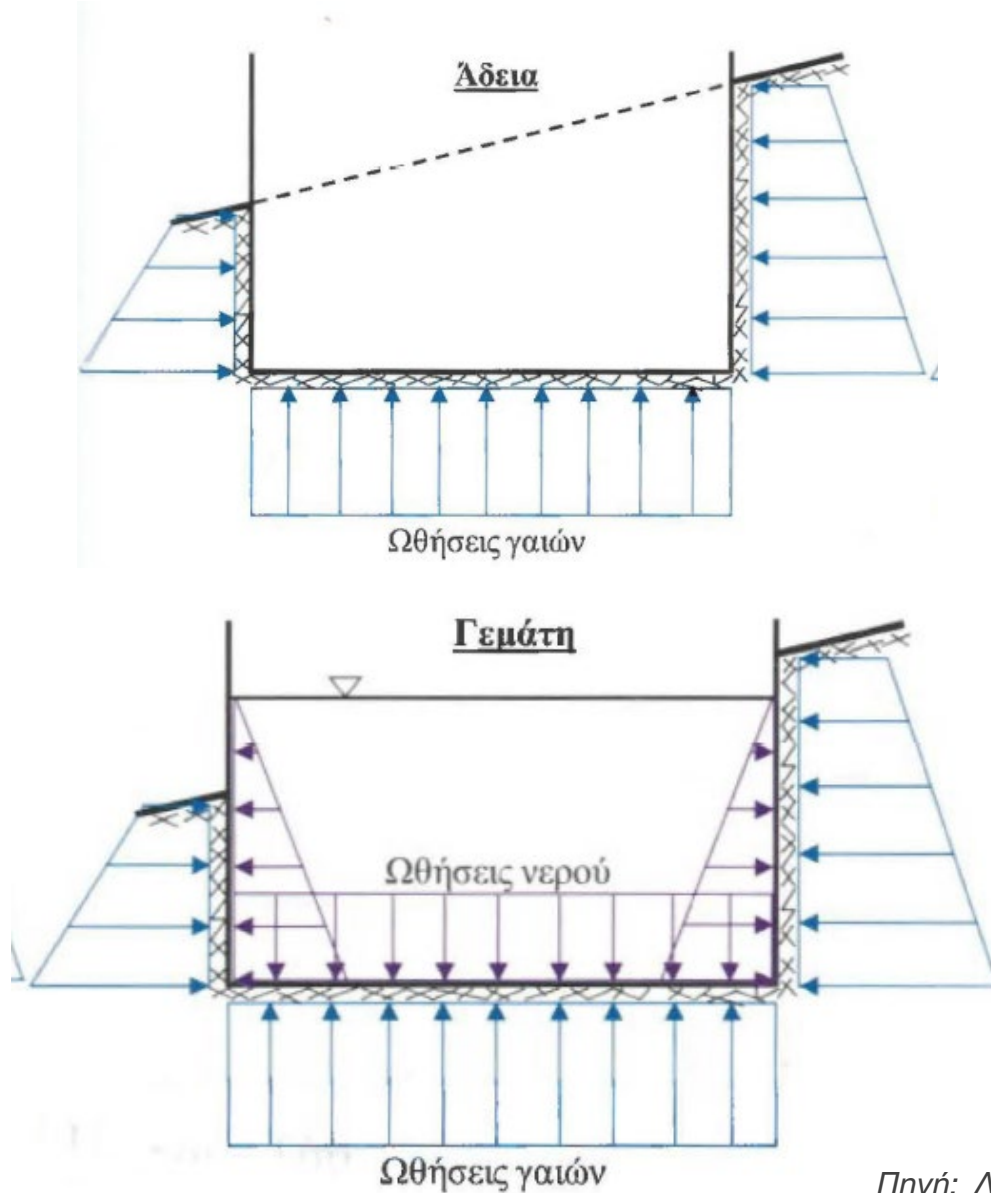


Υδραυλικά μεγέθη δεξαμενών - φρεατίων

- Επίγειες (υπόγειες, ή ημιυπόγειες), ή υπέργειες (υδατόπυργοι)
- Επίγειες για μεγάλους όγκους ($>2000\text{m}^3$) κυκλικές.
- Μικρότεροι όγκοι ορθογωνικές
- Ελεύθερο ύψος για αερισμό
- Κλίση πυθμένα 2-8% για καθαρισμό



Στατική επίλυση δεξαμενών



Πηγή: Λαγκούσης & Φουρκιώτης, Στοιχεία Σχεδιασμού Έργων Ύδρευσης και Αποχέτευσης, σελ. 83

Υδραυλικοί υπολογισμοί δεξαμενών - φρεατίων

Σχετικά με τους υδραυλικούς υπολογισμούς θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- Όταν το νερό πηγαίνει προς το φρεάτιο ή τη δεξαμενή (π.χ. υδραυλικοί υπολογισμοί για το εξωτερικό υδραγωγείο), το νερό στο φρεάτιο ή στη δεξαμενή λαμβάνεται ότι βρίσκεται στην **Ανώτατη Στάθμη** (Α.Σ.) (δυσμενέστερη περίπτωση).
- Όταν το νερό φεύγει από το φρεάτιο ή τη δεξαμενή (π.χ. υδραυλικοί υπολογισμοί για το εσωτερικό υδραγωγείο), το νερό στο φρεάτιο ή στη δεξαμενή λαμβάνεται ότι βρίσκεται στην **Κατώτατη Στάθμη** (Κ.Σ.) (δυσμενέστερη περίπτωση).
- Για τον έλεγχο πιέσεων στους αγωγούς (κατά την επιλογή της κλάσεως), το νερό στο φρεάτιο ή στη δεξαμενή λαμβάνεται ότι βρίσκεται στην **Ανώτατη Στάθμη** (δυσμενέστερη περίπτωση).



Άσκηση 4

Διαστασιολόγηση δεξαμενής



Άσκηση 4

Να διαστασιολογηθεί η δεξαμενή ρύθμιση οικισμού με παροχή $Q_{\etaμερ,max} = 37,74 \text{ l/s}$ για τις ακόλουθες περιπτώσεις:

A) από πηγή με αγωγό βαρύτητας καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου

B) από γεώτρηση (αντλιοστάσιο) μέσω καταθλιπτικού αγωγού για 20ωρη λειτουργία (8:00 – 12:00)

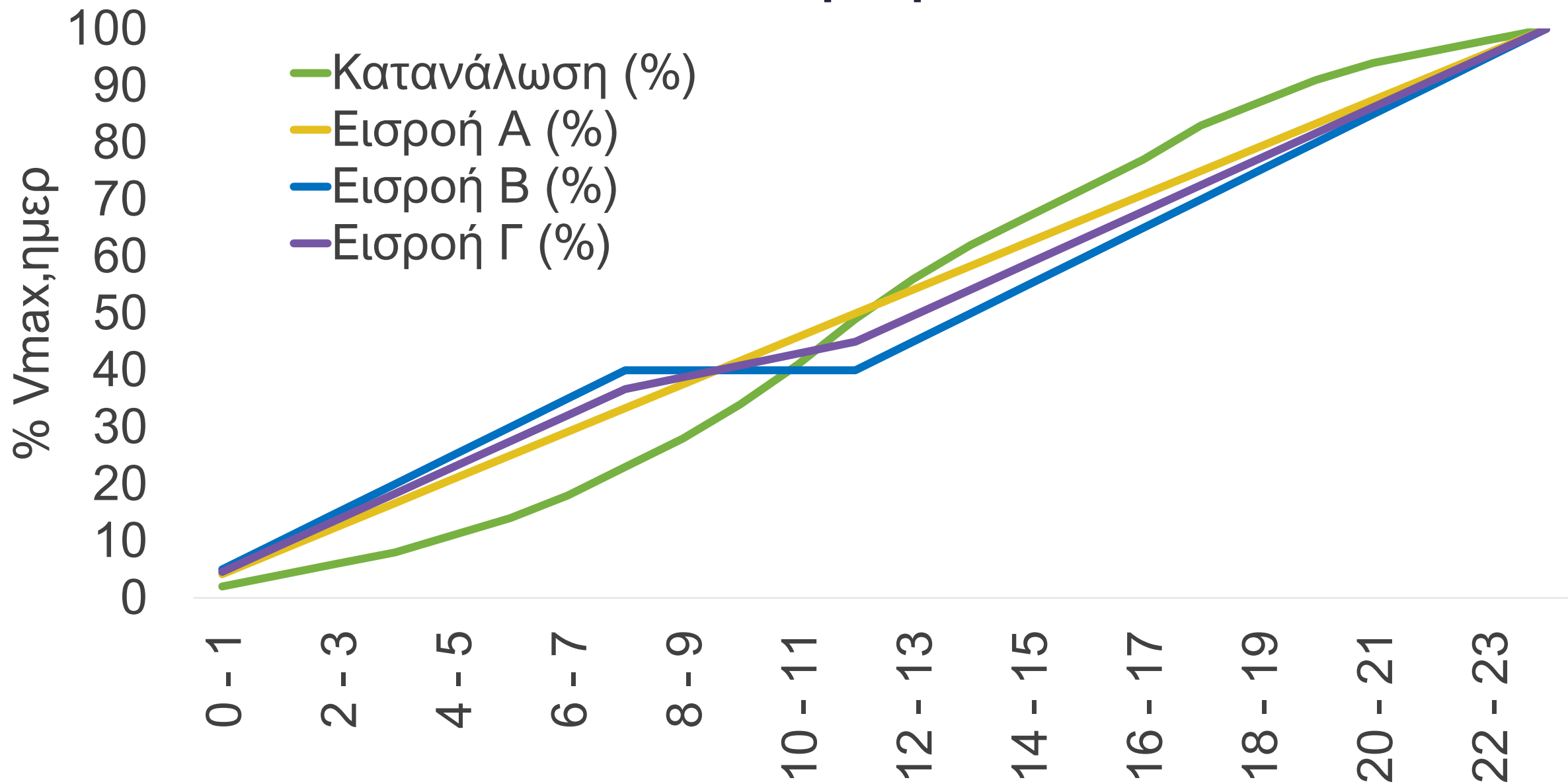
Γ) Τροφοδοσία φρεατίου αποδόσεως/πιεζοθραύσεως το οποίο τροφοδοτείται από πηγή σταθερής παροχής $18,87 \text{ l/s}$ με αγωγό βαρύτητας και η υπόλοιπη ζήτηση από γεώτρηση – αντλιοστάσιο (καταθλιπτικό αγωγό) 20ωρης λειτουργίας (8:00 – 12:00). Να υπολογισθεί ο όγκος του φρεατίου αποδόσεως/πιεζοθραύσεως.

- Η παροχή πυρόσβεσης εξυπηρετείται από 2 κρουνοί των 5 l/s για 4 ώρες.
- Η ημερήσια διακύμανση της κατανάλωσης δίνεται από τον πίνακα.
- Η δεξαμενή ρύθμισης θα πρέπει να επαρκεί για 4ωρη βλάβη του τροφοδοτικού της συστήματος και να είναι μονού θαλάμου με ορθογωνική κάτοψη και ωφέλιμο ύψος 4m.

Πίνακας ημερήσιας διακύμανσης κατανάλωσης οικισμού.

Ώρα	Κατανάλωση (%)	Ώρα	Κατανάλωση (%)	Ώρα	Κατανάλωση (%)	Ώρα	Κατανάλωση (%)
0 - 1	2	6 - 7	4	12 - 13	7	18 - 19	4
1 - 2	2	7 - 8	5	13 - 14	6	19 - 20	4
2 - 3	2	8 - 9	5	14 - 15	5	20 - 21	3
3 - 4	2	9 - 10	6	15 - 16	5	21 - 22	2
4 - 5	3	10 - 11	7	16 - 17	5	22 - 23	2
5 - 6	3	11 - 12	8	17 - 18	6	23 - 24	2

Άσκηση 4



Υδροδότηση ΧΑΝΙΩΝ



63,000

ΠΑΡΟΧΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

170,000

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ
ΙΣΟΔΥΝΑΜΩΝ ΚΑΤΟΙΚΩΝ

725,084μ

ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

467,528μ

ΔΙΚΤΥΑ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

47

ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ-ΑΡΔΕΥΣΗΣ

49

ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ-ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

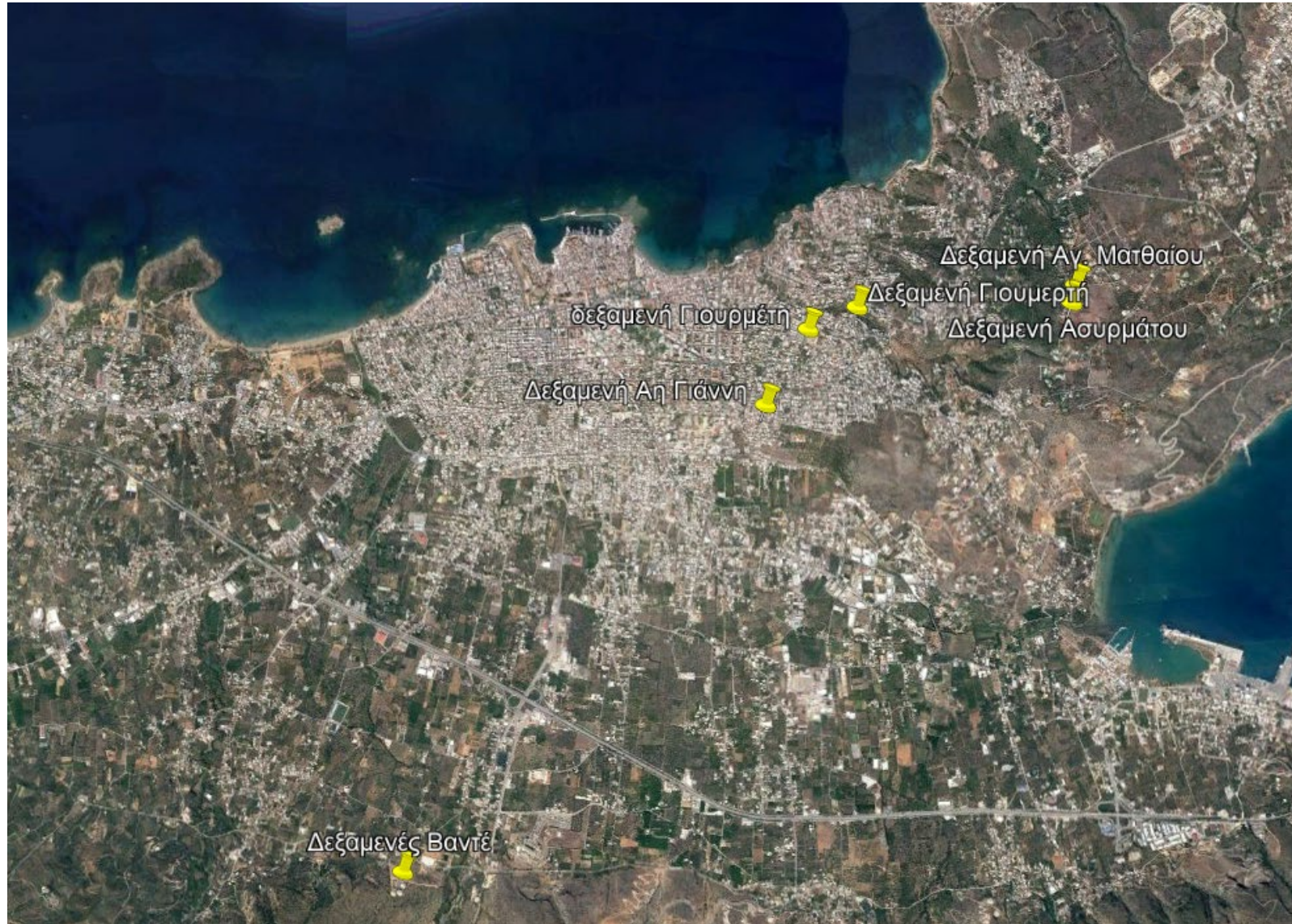
58,920μ

ΔΙΚΤΥΑ ΟΜΒΡΙΩΝ

25,000μ

ΔΙΚΤΥΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Υδροδότηση ΧΑΝΙΩΝ



Υδροδότηση ΧΑΝΙΩΝ



3 x 6.500 m³



3.600 m³



2.000 m³



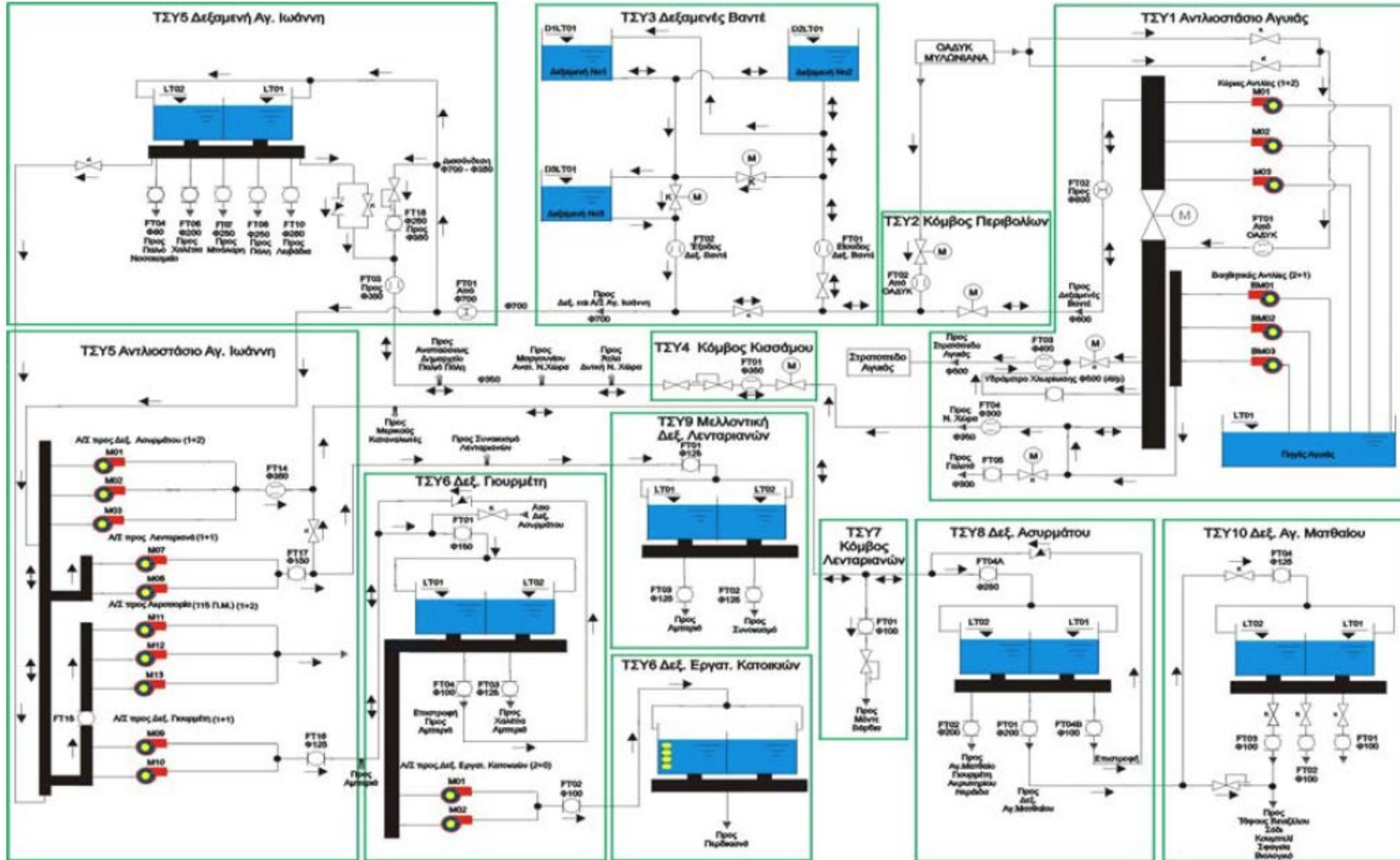
1.400 m³

Πηγή: <http://www.deyax.gr>

Υδροδότηση ΧΑΝΙΩΝ



Υδροδότηση ΧΑΝΙΩΝ



Γκιουμές ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΔΗΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ, 2014