

Υδραυλική & Υδραυλικά Έργα

5^ο εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών



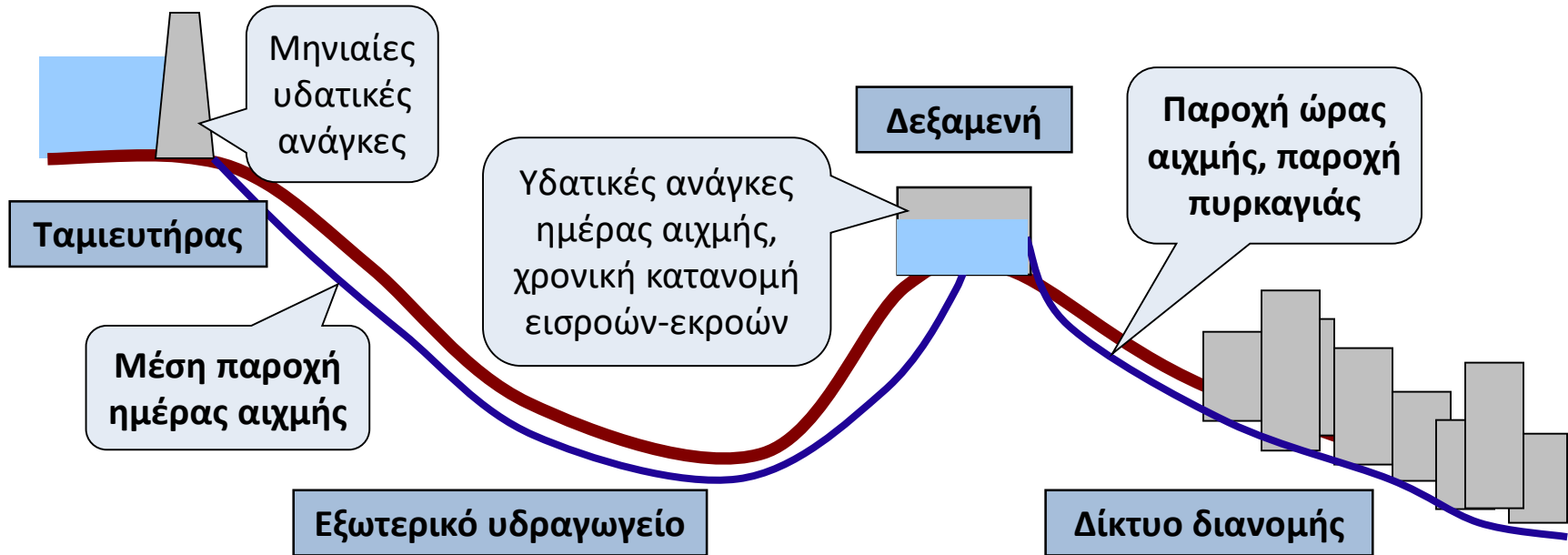
Δεξαμενές

**Ανδρέας Ευστρατιάδης, Παναγιώτης Κοσσιέρης
& Χρήστος Μακρόπουλος**

Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Αθήνα, 2019

Μεγέθη σχεδιασμού υδρευτικών έργων



- ❑ **Έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων (π.χ. ταμιευτήρας)** → διαστασιολόγηση με βάση τη **μηνιαία κατανομή των υδρευτικών αναγκών** του έτους σχεδιασμού
- ❑ **Εξωτερικό υδραγωγείο** → διαστασιολόγηση με βάση τις συνθήκες κατανάλωσης της **δυσμενέστερης ημέρας** του έτους σχεδιασμού
- ❑ **Δίκτυο διανομής** → διαστασιολόγηση με βάση τις συνθήκες κατανάλωσης της **δυσμενέστερης ώρας** του έτους σχεδιασμού (μεγιστοποίηση ζήτησης για τις συνήθειες χρήσεις, με ταυτόχρονη εκδήλωση πυρκαγιάς)
- ❑ **Δεξαμενή ρύθμισης** → διαστασιολόγηση με βάση **συνδυαστικά μεγέθη** του εσωτερικού δικτύου και του εξωτερικού υδραγωγείου

Υδραυλικός σχεδιασμός δεξαμενών ρύθμισης

□ Τα μεγέθη του υδραυλικού σχεδιασμού των δεξαμενών ρύθμισης είναι:

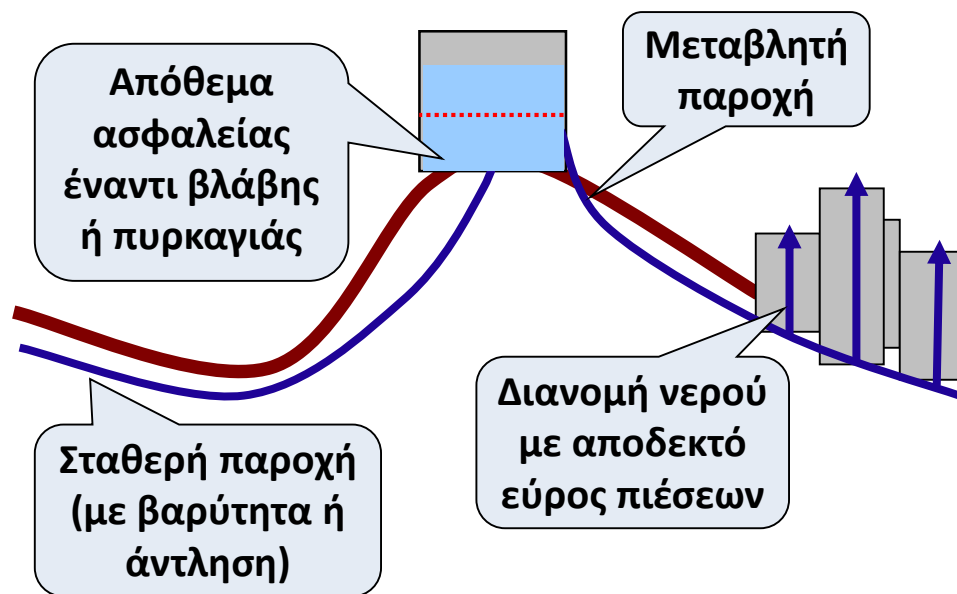
■ Η **ωφέλιμη χωρητικότητα (όγκος)** περιλαμβάνει δύο συνιστώσες:

➤ **όγκος ρύθμισης**

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, για την περίπτωση βλάβης του εξωτερικού υδραγωγείου ή για πυρκαγιά.



■ Η **κατώτατη και ανώτατη στάθμη λειτουργίας** - προκύπτουν με βάση την τοπογραφία της περιοχής και τους περιορισμούς ελάχιστης και μέγιστης πίεσης στο δίκτυο.

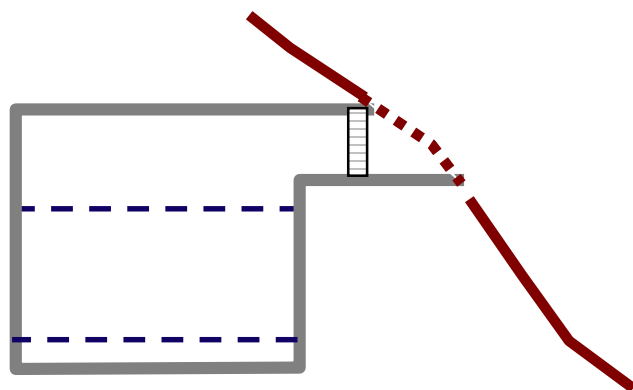
■ Το **ωφέλιμο ύψος** - συνήθως κυμαίνεται από 3.0 έως 6.0 m και η επιλογή του γίνεται με κριτήρια χωροταξικά (μέγεθος οικοπέδου, όροι δόμησης) και στατικά (όσο αυξάνει το ύψος των τοιχίων, τόσο μεγαλύτερα τα πάχη και ο σπλισμός).

Γενικές αρχές δεξαμενής ρύθμισης

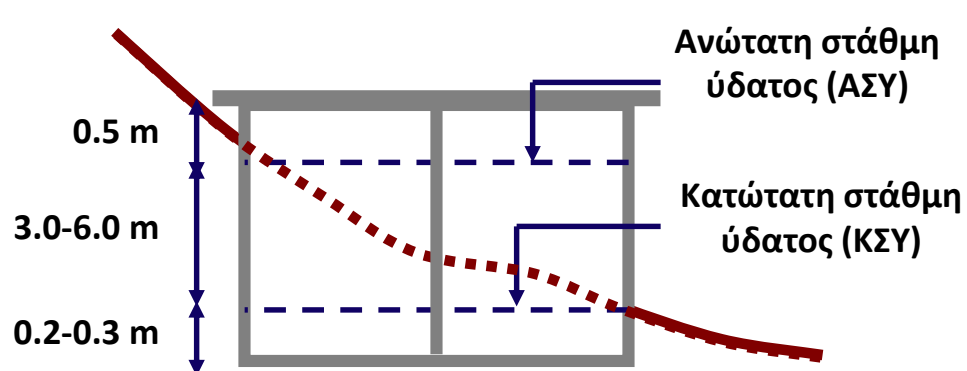
- ❑ Η δεξαμενή τοποθετείται όσο το δυνατόν εγγύτερα στον οικισμό, κατάντη της μονάδας επεξεργασίας, και σε κατάλληλο υψόμετρο.
- ❑ Η θέση της επηρεάζει το σχεδιασμό του συνόλου των υδρευτικών έργων (εσωτερικού και εξωτερικού υδραγωγείου).
- ❑ Επειδή λειτουργεί ως έργο ημερήσιας ρύθμισης, η διαστασιολόγησή της βασίζεται στις συνθήκες της δυσμενέστερης ημέρας του έτους σχεδιασμού.
- ❑ Με την επιλογή κατάλληλης χωρητικότητας:
 - Εξισορροπείται η διακύμανση ανάμεσα στην σταθερή εισροή νερού από τον αγωγό τροφοδοσίας (ακριβέστερα, τη μονάδα επεξεργασίας), και την χρονικά κυμαινόμενη, ανάλογα με τις απαιτήσεις της ζήτησης μέσα στο 24ωρο, εκροή.
 - Διατηρείται εφεδρικό απόθεμα για την περίπτωση βλάβης του εξωτερικού υδραγωγείου και πυρκαγιάς εντός του οικισμού.
 - Εξασφαλίζεται αυτοτέλεια των κατάντη από τα ανάντη έργα, που επιδιώκεται για λόγους ασφάλειας (στην περίπτωση βλάβης διάρκειας ορισμένων ωρών) και οικονομικότητας.
- ❑ Με την επιλογή κατάλληλης κατώτατης και ανώτατης στάθμης λειτουργίας:
 - Εξασφαλίζεται (σε συνδυασμό με τα ανάντη έργα) η τεχνικά και οικονομικά πιο πρόσφορη διάταξη και λειτουργία του εξωτερικού υδραγωγείου.
 - Εξασφαλίζεται (σε συνδυασμό με τα κατάντη έργα) το επιθυμητό εύρος διακύμανσης των πιέσεων στο δίκτυο διανομής.

Επίγειες και υπόγειες δεξαμενές

- Είναι ο τύπος που εφαρμόζεται συνηθέστερα και είναι ο πλέον οικονομικός.
- Η κατασκευή είναι από σκυρόδεμα, για μεγάλη χωρητικότητα ($> 2000 \text{ m}^3$) με **ορθογωνική** κάτοψη, ενώ για **μικρή με ορθογωνική ή κυκλική**.
- Διαμορφώνονται δύο τουλάχιστον ίσοι θάλαμοι, ώστε να είναι δυνατή η συντήρηση και ο καθαρισμός τους, χωρίς διακοπή της υδροδότησης.
- Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στη στεγανότητα της κατασκευής και την τοποθέτηση αρμών διαστολής μεταξύ των θαλάμων.
- Αν η δεξαμενή τοποθετηθεί υπόγεια, απαιτείται υψηλή συνοχή του εδάφους (διαφορετικά η κατασκευή καθίσταται αντιοικονομική).
- Στον πυθμένα δίνεται ρύση με κλίση έως 8%, **για έκπλυση των φερτών**.
- Από τον πυθμένα αφήνεται ένα ελεύθερο περιθώριο 0.20-0.30 m, ενώ μεταξύ της ανώτατης στάθμης και της οροφής, αφήνεται ένα περιθώριο περί τα 0.50 m.



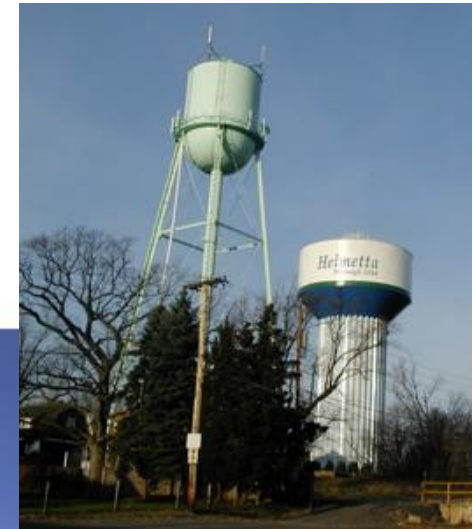
Υπόγεια δεξαμενή



Ημιυπόγεια δεξαμενή

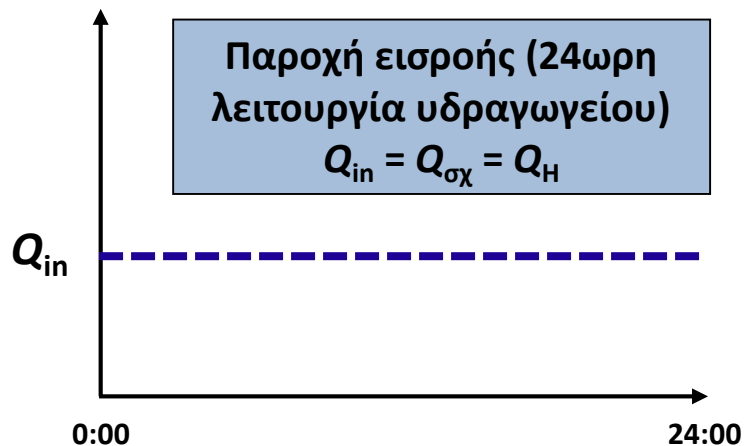
Υδατόπυργοι

- ❑ Επιλέγονται για την τροφοδοσία οικισμών που αναπτύσσονται σε περιοχές με πολύ χαμηλές κλίσεις και συνδυάζονται με τη λειτουργία αντλιοστασίων.
- ❑ Πρόκειται για δαπανηρές (σε σχέση με τις επίγειες δεξαμενές) κατασκευές, αποτελούμενες από μια υπέργεια υδαταποθήκη **μικρής, σχετικά, χωρητικότητας (~1500 m³)**, η οποία στηρίζεται σε υποστυλώματα.
- ❑ Επειδή το ύψος των υποστυλωμάτων είναι αναγκαστικά μικρό, η πίεση που εξασφαλίζουν είναι σχετικά χαμηλή.
- ❑ Οι σφαιρικοί υδατόπυργοι είναι πάντοτε μεταλλικοί, ενώ οι κυλινδρικής κάτοψης κατασκευάζονται και από σκυρόδεμα.
- ❑ Οι σύγχρονες κατασκευές μορφώνονται με κυλινδρικές βάσεις αντί για υποστυλώματα.

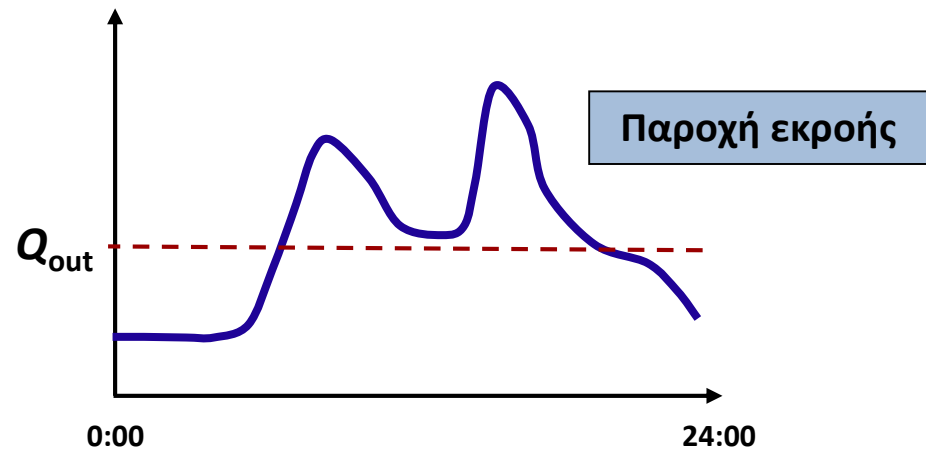


Τυπικά διαγράμματα εισρών-εκροών

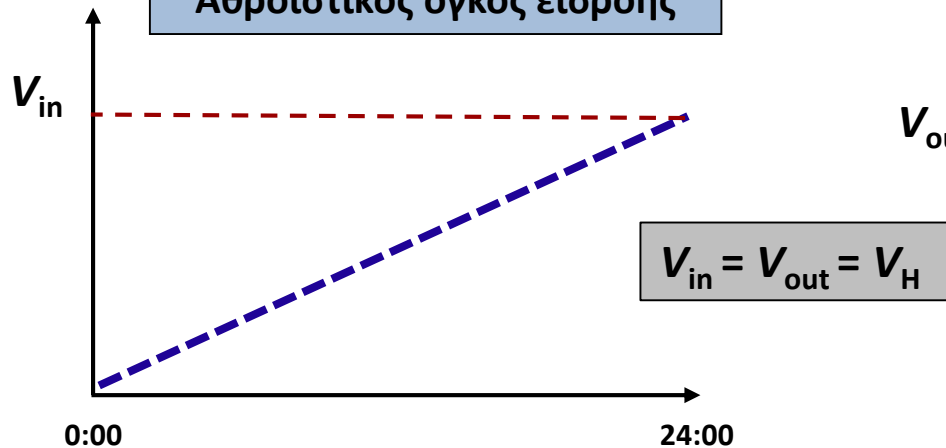
Εισροή την μέρα αιχμής



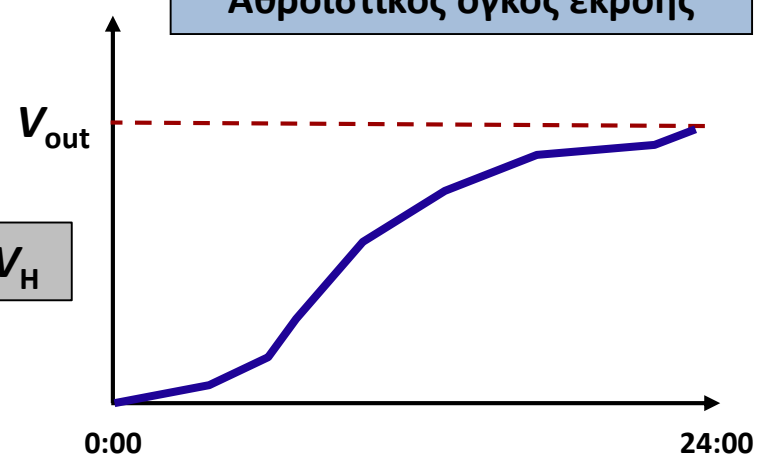
Εκροή την μέρα αιχμής



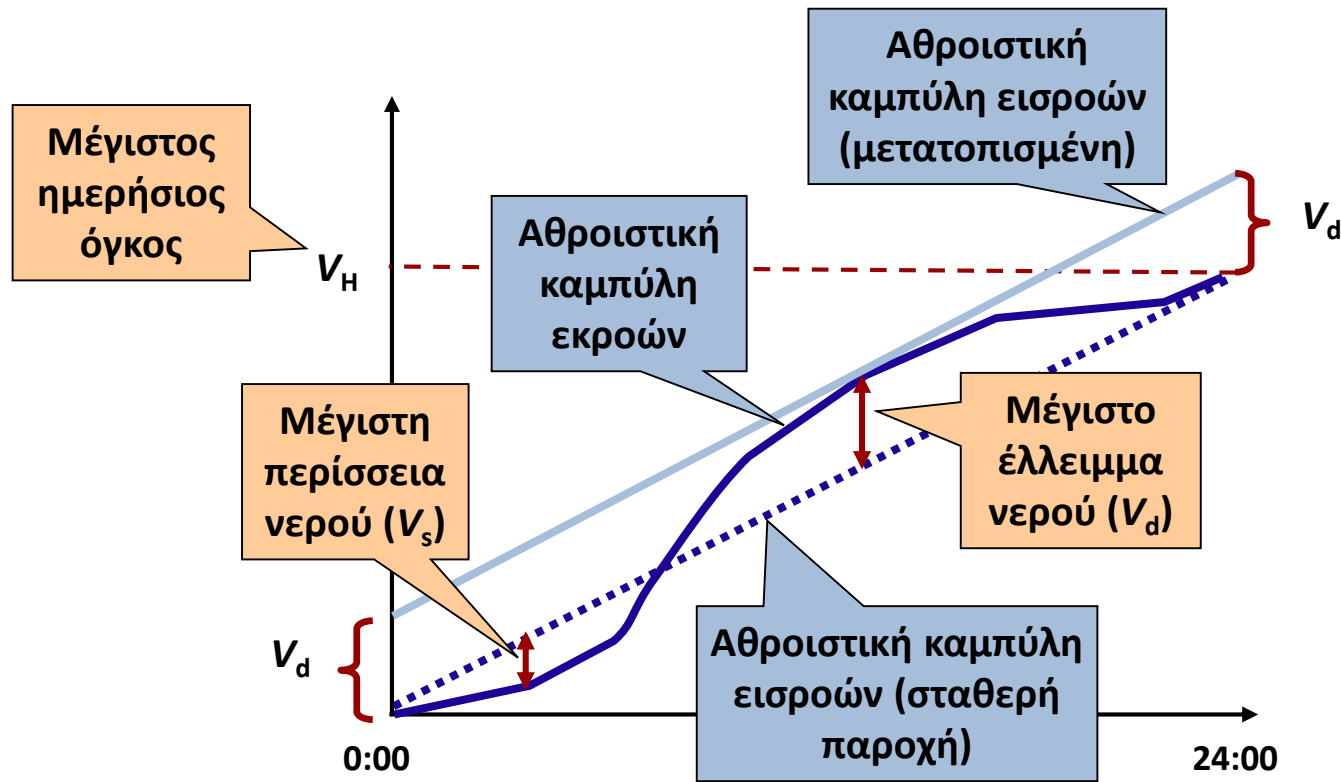
Αθροιστικός όγκος εισροής



Αθροιστικός όγκος εκροής

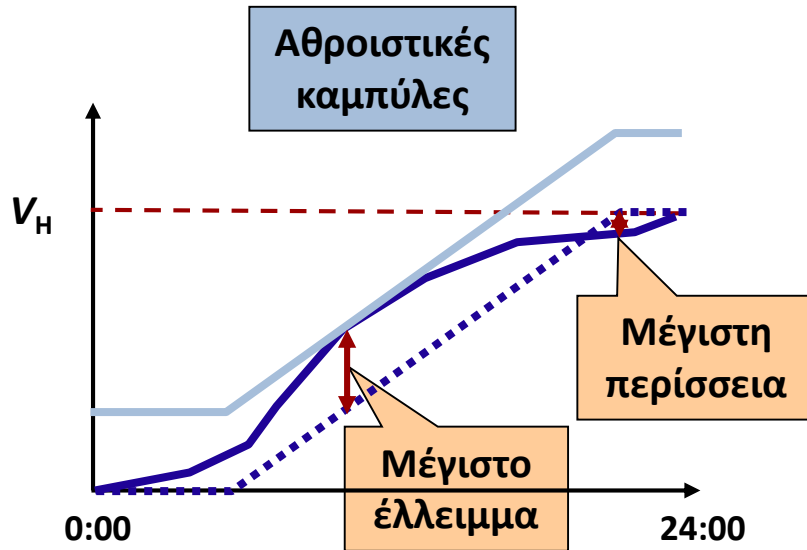
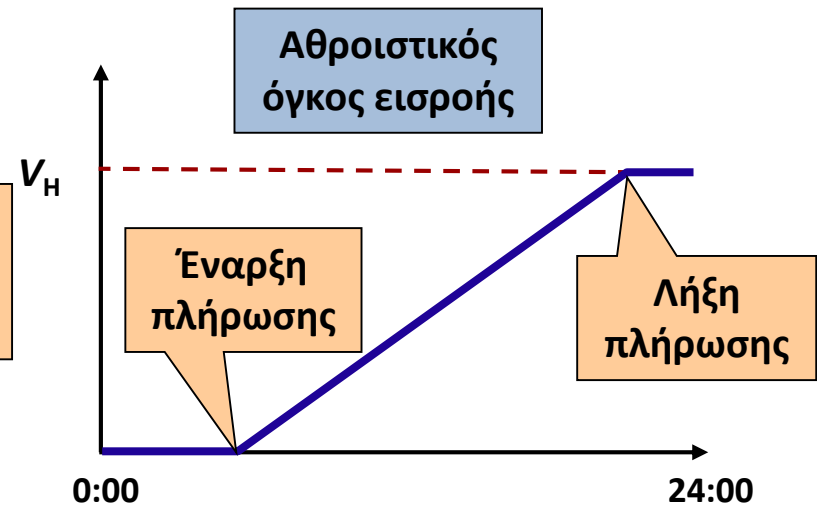
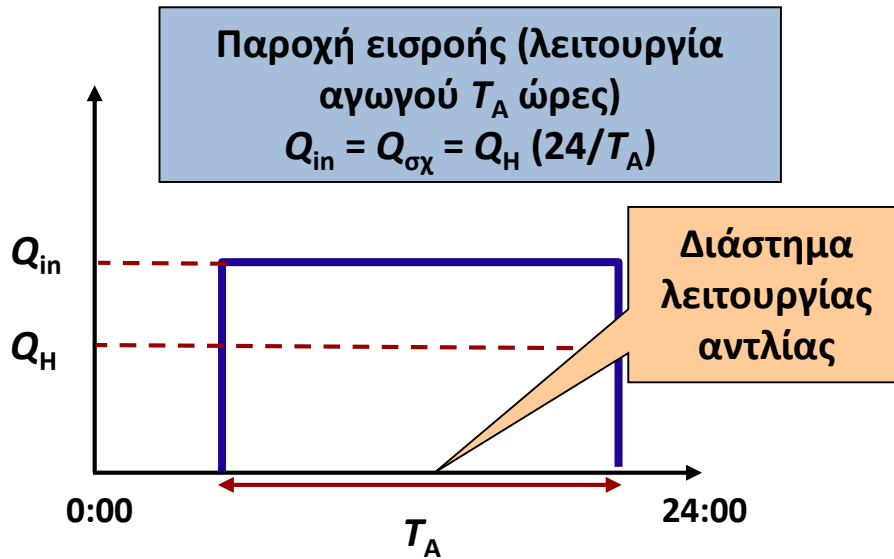


Εκτίμηση ρυθμιστικού όγκου δεξαμενής



- ❑ Ρυθμιστικός όγκος = |μέγιστη περίσσεια (V_s)| + |μέγιστο έλλειμμα (V_d)|
- ❑ Εξ ορισμού, ο ρυθμιστικός όγκος αποτελεί ποσοστό του μέγιστου ημερήσιου όγκου κατανάλωσης, δηλαδή $V_p = \alpha V_H$
- ❑ Αν δεν υπάρχουν δεδομένα εισροών-εκροών, λαμβάνεται $\alpha = 30-50\%$ για μεσαίους και μικρούς οικισμούς και $\alpha = 25\%$ για πόλεις (με την υπόθεση ότι η συνολική κατανάλωση του 12ώρου της ημέρας είναι τριπλάσια του 12ώρου της νυκτερινής).

Τροφοδοσία από καταθλιπτικό αγωγό



- Γενικά, οι απαιτήσεις σε ρυθμιστικό απόθεμα αυξάνουν όσο περιορίζεται ο χρόνος λειτουργίας (ώρες άντλησης) του καταθλιπτικού αγωγού.
- Για δεδομένο χρόνο λειτουργίας του αντλιοστασίου, οι ρυθμιστικές ανάγκες διαφοροποιούνται αισθητά, ανάλογα με το χρονικό διάστημα που πραγματοποιείται η άντληση, κατά τη διάρκεια του 24ώρου (έλεγχος εναλλακτικών σεναρίων λειτουργίας).

Εκτίμηση όγκου ασφαλείας δεξαμενής

- 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):

- **Βλάβη:** Δεχόμενοι **ολιγόωρη διακοπή λειτουργίας** (π.χ. λόγω βλάβης) του εξωτερικού υδραγωγείου, παροχής σχεδιασμού $Q_{σχ}$, για χρόνο T_B , ο **απαιτούμενος εφεδρικός όγκος** είναι ίσος με:

$$V_B = Q_{σχ} T_B$$

- **Πυρκαγιά:** Δεχόμενοι ενεργοποίηση n **πυροσβεστικών κρουνών**, ονομαστικής παροχής Q_{π} , για διάρκεια πυρκαγιάς T_{π} , ο απαιτούμενος εφεδρικός όγκος είναι ίσος με:

$$V_{\pi} = n Q_{\pi} T_{\pi}$$

- Με εξαίρεση μικρούς οικισμούς, δυσμενέστερος είναι ο όγκος βλάβης έναντι του όγκου πυρκαγιάς.
- Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι όγκοι ρύθμισης και ασφαλείας, λόγω βλάβης του εξωτερικού υδραγωγείου, δεν διαφέρουν σημαντικά.

Υπολογισμός ωφέλιμου όγκου δεξαμενής

- Ο ωφέλιμος (όγκος) περιλαμβάνει δύο συνιστώσες:
 - 1) όγκος ρύθμισης
 - 2) όγκος ασφαλείας
- Ο όγκος ρύθμισης V_p εκτιμάται είτε **α)** από το ισοζύγιο εισροών-εκροών κατά την ημέρα αιχμής, είτε **β)** ως ποσοστό του μέγιστου ημερήσιου όγκου V_H .
- Ο **όγκος ασφαλείας** προκύπτει ως ο μεγαλύτερος όγκος μεταξύ του όγκου βλάβης V_B και του όγκου πυρκαγιάς V_{Π} , κατά την ημέρα μεγιστοποίησης της κατανάλωσης.
- Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο **ωφέλιμος όγκος** της δεξαμενής υπολογίζεται ως:

$$V_{\Omega} = V_p + \max \{V_B, V_{\Pi}\}$$

