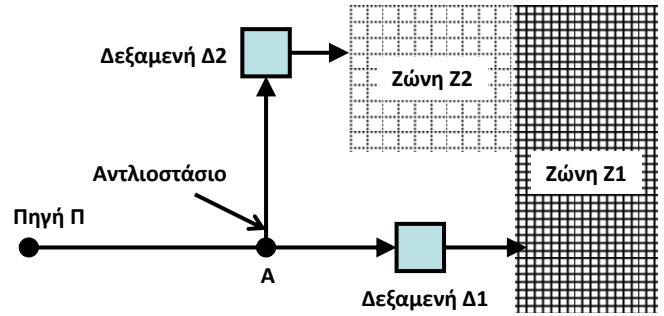


## Επίλυση άσκησης υδρεύσεων Ιουνίου 2015

Στο σκαρίφημα απεικονίζεται το υδροδοτικό σύστημα οικισμού που έχει χωριστεί στις πιεζομετρικές ζώνες, Z1 και Z2, και περιλαμβάνει: (α) την πηγή Π, με στάθμη υδροληψίας +200 m, (β) τον χαλύβδινο αγωγό ΠΔ1, ολικού μήκους 6000 m και διαμέτρου Ø300 mm, που καταλήγει στη δεξαμενή Δ1, ανώτατης στάθμης +150 m, (γ) τον καταθλιπτικό αγωγό ΑΔ2, μήκους 1950 m, που εκτρέπει μέρος της παροχής του ΠΔ1 προς τη δεξαμενή Δ2, ανώτατης στάθμης +195 m, και (δ) το αντλιοστάσιο Α, αμέσως μετά τον κόμβο εκτροπής, σε



υψόμετρο εδάφους +148 m, που αποτελείται από τρεις όμοιες αντλίες, εγκατεστημένης ισχύος 45 kW. Την ημέρα αιχμής λειτουργούν δύο αντλίες με σταθερή παροχή επί 18 ώρες, ενώ το υπόλοιπο διάστημα μεταφέρεται νερό μόνο προς την δεξαμενή Δ1 (η εισερχόμενη παροχή στη Δ1 είναι σταθερή όλο το 24ωρο). Ο απαιτούμενος όγκος νερού την ημέρα αιχμής εκτιμάται σε 4500 και 2300 m<sup>3</sup>, για τις ζώνες Z1 και Z2, αντίστοιχα. Ζητούνται:

(α) Η παροχή σχεδιασμού των τμημάτων ΠΑ, ΑΔ1 και ΑΔ2, κατά τα διαστήματα λειτουργίας και παύσης του αντλιοστασίου, αντίστοιχα (0.5 μονάδα).

(β) Η χάραξη της πιεζομετρικής γραμμής κατά μήκος της διαδρομής Π-Α-Δ1, κατά το διάστημα λειτουργίας του αντλιοστασίου, δεδομένου ότι το μήκος του τμήματος ΠΑ είναι 4800 m (1.0 μονάδα).

(γ) Το απαιτούμενο μανομετρικό ύψος του αντλιοστασίου, για τη δεδομένη παροχή σχεδιασμού και ισχύ, και το ύψος πίεσης που αναπτύσσεται στη θέση του αντλιοστασίου (1.0 μονάδα).

(δ) Η απαιτούμενη διάμετρος εμπορίου του αγωγού ΑΔ2, για υλικό και κλάση της επιλογής σας (1.0 μονάδα).

(ε) Το δυνητικά μέγιστο εύρος υψομέτρων κάθε ζώνης (προσεγγιστικά), δεδομένου ότι στην είσοδο της ζώνης Z1 αναπτύσσονται τετραώροφα κτήρια, ενώ στην είσοδο της Z2 αναπτύσσονται διώροφα κτήρια (0.5 μονάδα).

### Ερώτημα (α)

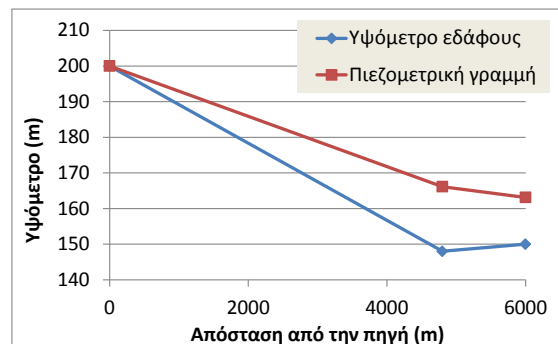
Η μέγιστη ημερήσια παροχή των ζωνών Z1 και Z2 είναι  $Q_{H,1} = 4500/86.4 = 52.1$  L/s και  $Q_{H,2} = 2300/86.4 = 26.6$  L/s, αντίστοιχα. Η παροχή προς τη ζώνη Z2, για 18ωρη άντληση, είναι  $Q_{H,2} = 26.6 \times (24/18) = 35.5$  L/s. Οι παροχές που διέρχονται από τους αγωγούς του εξωτερικού υδραγωγείου τις δύο χρονικές περιόδους είναι:

Χρονικό διάστημα	Παροχή Π-Α (L/s)	Παροχή Α-Δ1 (L/s)	Παροχή Α-Δ2 (L/s)
Λειτουργία αντλιοστασίου (18 h)	87.6	52.1	35.5
Παύση αντλιοστασίου (6 h)	52.1	52.1	—

### Ερώτημα (β)

Υπολογίζονται τα χαρακτηριστικά υδραυλικά μεγέθη κατά μήκος της διαδρομής Π-Α-Δ1 ως εξής:

Τμήμα αγωγού	Π-Α	Α-Δ1
Μήκος (m)	4800	1200
Διάμετρος (m)	0.300	0.300
Ισοδύναμη τραχύτητα (mm)	1.0	1.0
Παροχή σχεδιασμού (m <sup>3</sup> /s)	0.0876	0.0521
Κλίση πιεζομετρικής γραμμής	0.0071	0.0025
Ενεργειακές απώλειες (m)	33.9	3.0



Το ενεργειακό υψόμετρο του κόμβου Α είναι  $h_A = h_{\Pi} - h_{f, \Pi-A} = 200.0 - 33.9 = 166.1$  m, ενώ το ενεργειακό υψόμετρο του κόμβου Δ1 είναι  $h_{\Delta 1} = h_A - h_{f, A-\Delta 1} = 166.1 - 3.0 = 163.1$  m. Μεταξύ της ΑΣΥ της δεξαμενής Δ1 και της στάθμης της ΠΓ προκύπτει μια διαφορά ενέργειας ίση με  $163.1 - 150.0 = 13.1$  m, που θα καταναλωθεί σε τοπικές απώλειες με τοποθέτηση δικλίδας.

### Ερώτημα (γ)

Εφόσον λειτουργούν οι δύο από τις τρεις παράλληλες αντλίες, η παροχή κάθε μίας θα είναι  $Q_A = 35.5/2 = 17.7$  L/s. Για την εν λόγω παροχή, ο συντελεστής απόδοσης εκτιμάται σε  $\eta = 0.75$  (εφαρμόζεται η ημιεμπειρική σχέση των σημειώσεων). Ακόμη, η απαιτούμενη ισχύς του αντλιοστασίου την ημέρα αιχμής θα είναι  $P = 2 \times 15 = 30$  kW. Από τη σχέση  $P = \gamma Q H_{\mu} / \eta$ , προκύπτει μανομετρικό ύψος  $H_{\mu} = 30 \times 0.75 / (9.81 \times 0.0352) = 64.8$  m.

Αφού το ενεργειακό υψόμετρο στον κόμβο Α είναι  $h_A = 166.1$  m, το ενεργειακό υψόμετρο αμέσως ανάντη του αντλιοστασίου είναι  $166.1 + 64.8 = 230.9$  m, ενώ το ύψος πίεσης που αναπτύσσεται στη θέση του αντλιοστασίου είναι  $230.9 - 148.0 = 82.9$  m.

#### Ερώτημα (δ)

Οι διαθέσιμες απώλειες ενέργειας στον αγωγό Α-Π2 είναι  $h_{f,A-\Delta 2} = 230.9 - 195.0 = 35.9$  m (θεωρείται η ΑΣΥ της δεξαμενής 2, που αποτελεί την πλέον δυσμενή κατάσταση). Για παροχή  $Q_{A-\Pi 2} = 0.035.5$  m<sup>3</sup>/s και ισοδύναμη τραχύτητα 1.0 mm, η απαιτούμενη (θεωρητική) διάμετρος προκύπτει ίση με 0.178 m. Αν υποτεθεί χαλύβδινος σωλήνας, η αμέσως μεγαλύτερη διαθέσιμη διάμετρος εμπορίου είναι 200 mm.

#### Ερώτημα (ε)

Γενικά, οι δεξαμενές τοποθετούνται 15 έως 25 m υψηλότερα από το μεγαλύτερο υψόμετρο του δικτύου διανομής, θεωρώντας ότι στο υψόμετρο αυτό εξυπηρετούνται κτήρια δύο έως τεσσάρων ορόφων (η διαφορά αναφέρεται στην κατώτατη στάθμη της δεξαμενής). Επιπλέον, η υψομετρική διαφορά της ανώτατης στάθμης της δεξαμενής από το χαμηλότερο σημείο του δικτύου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 70 m. Με βάση τα παραπάνω, μπορούμε να εκτιμήσουμε χονδρικά το εύρος ανάπτυξης του δικτύου διανομής κάθε ζώνης ως εξής:

	Ζώνη 1	Ζώνη 2
ΑΣΥ δεξαμενής (m)	150	195
ΚΣΥ δεξαμενής, κατ' εκτίμηση (m)	145	190
Αριθμός ορόφων στο υψηλότερο σημείο του δικτύου	4	2
Ελάχιστη υψομετρική διαφορά ΚΣΥ από το υψηλότερο σημείο (m)	25	15
Μέγιστη υψομετρική διαφορά ΑΣΥ από το χαμηλότερο σημείο (m)	70	70
Μέγιστο (δυναμικά) υψόμετρο δικτύου διανομής (m)	120	175
Ελάχιστο (δυναμικά) υψόμετρο δικτύου διανομής (m)	80	125