

Εξεταστική Σεπτεμβρίου 2025-2026

Θέμα 1 [35/100]

Αγωγός απείρου πλάτους έχει μόνιμη παροχή ανά μονάδα πλάτους ίση με $q=1+0.5 \cdot N$ $m^3/s/m$ (όπου N το τελευταίο ψηφίο του ΑΜ σας), σταθερή κατά μήκος κλίση ίση με $S=0.005+0.002 \cdot K$ (όπου K το προτελευταίο ψηφίο του ΑΜ σας) και συντελεστή τραχύτητας κατά Manning $n=0.02+0.001 \cdot M$ $s/m^{1/3}$ (όπου M το τρίτο από το τέλος ψηφίο του ΑΜ σας).

α) Να βρεθεί το βάθος ροής σε συνθήκες μόνιμης και ομοιόμορφης ροής [15/100].

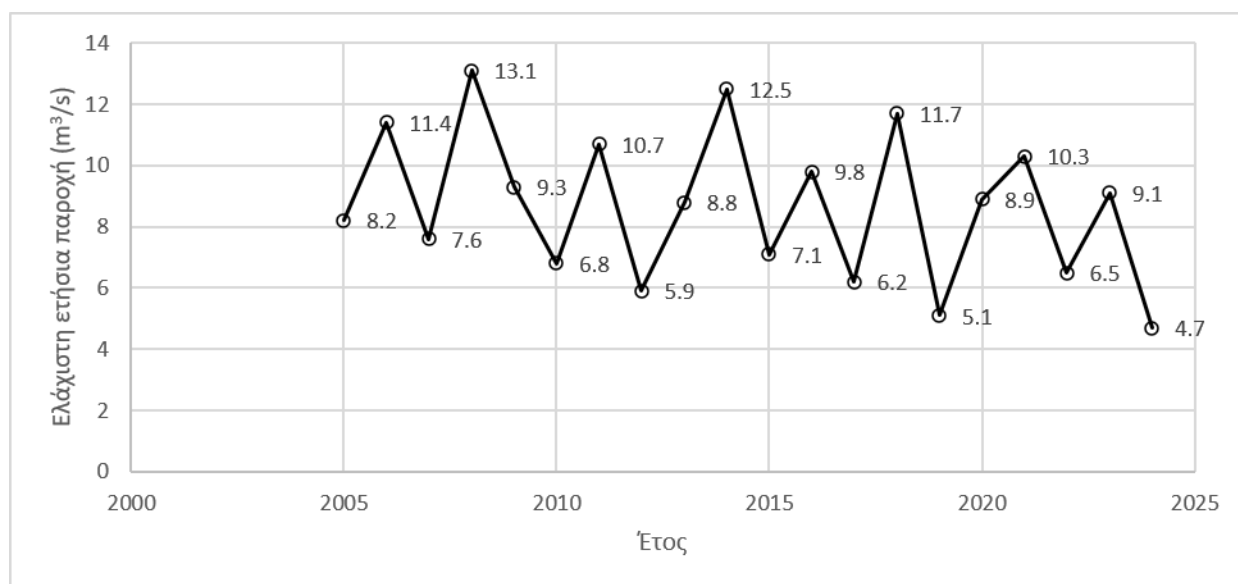
β) Να αποδειχθεί τι είδους ροή έχει ο εν λόγω αγωγός (υπερκρίσιμη, υποκρίσιμη, κρίσιμη) [20/100].

Θέμα 2 [35/100]

Ποταμός έχει μέση στερεοαπορροή ανά μονάδα πλάτους $q_s=(2+N) \cdot 10^{-4}$ $kg/s/m$, (όπου N το τελευταίο ψηφίο του ΑΜ σας), ο οποίος καταλήγει σε ταμιευτήρα φράγματος με τα εξής χαρακτηριστικά: α) ο πυθμένας του βρίσκεται σε υψόμετρο +10 m σε σχέση με τη στάθμη της θάλασσας, β) η υπερχειλίση του φράγματος σε υψόμετρο +20 m, σε σχέση με τη στάθμη της θάλασσας, γ) η σχέση στάθμης-όγκου εκτιμάται με την εξίσωση $V=0.01 \cdot H^2+0.05 \cdot H-1.5$, όπου V ο όγκος (σε 10^6 m^3) και H η στάθμη του νερού (σε m, σε σχέση με τη στάθμη της θάλασσας). Να βρεθεί πόσα έτη χρειάζονται για να πληρωθεί το 10% του συνολικού ύψους του φράγματος με φερτά υλικά, αν η πυκνότητα της φερτής ύλης είναι $\rho_s=1500+100 \cdot K$ kg/m^3 (όπου K το προτελευταίο ψηφίο του ΑΜ σας) και το πλάτος του ποταμού που καταλήγει στον ταμιευτήρα είναι ίσο με $B=100+10 \cdot M$ m (όπου M το τρίτο από το τέλος ψηφίο του ΑΜ σας).

Θέμα 3 [30/100]

Στο παρακάτω σχήμα δίνονται οι ελάχιστες ετήσιες καταγεγραμμένες παροχές σε ποταμό. Να βρεθεί ποια είναι η οικολογική παροχή θεωρώντας ότι η ελάχιστη ροή που διατηρεί το οικοσύστημα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το $15+N\%$ των χαμηλότερων παροχών που έχουν καταγραφεί, όπου N το τελευταίο ψηφίο του ΑΜ κάθε φοιτητή (ποσοστημόριο).



ΛΥΣΕΙΣ

1α) Η εξίσωση Manning για αγωγό απείρου πλάτους είναι:

$$q = \frac{1}{n} y^{5/3} S^{1/2}$$

Λύνοντας ως προς βάθος y προκύπτει:

$$y = \left(\frac{n \cdot q}{S^{1/2}} \right)^{3/5}$$

Για $N=0$, $K=0$, $M=0$, τότε:

$$y = \left(\frac{0.02 \cdot 1}{0.005^{1/2}} \right)^{3/5} = 0.47 \text{ m}$$

1β) Για να ταξινομήσουμε τη ροή θα πρέπει να υπολογιστεί ο αριθμός Froude με την εξίσωση:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}}$$

όπου V η ταχύτητα ροής ($V=q/y$).

Αν ο αριθμός Froude είναι κάτω από 1, τότε η ροή είναι υποκρίσιμη, αν είναι ίσος με 1 η ροή είναι κρίσιμη, αν είναι μεγαλύτερος από 1, τότε η ροή είναι υπερκρίσιμη.

Για παράδειγμα, έστω $N=2$, $K=9$, $M=3$, τότε $y=0.49$ m και $V=4.09$ m/s. Άρα:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}} = \frac{4.09}{\sqrt{9.81 \cdot 0.49}} = 1.87 > 1$$

Συνεπώς η ροή είναι υπερκρίσιμη.

Αν π.χ. $N=0$, $K=1$, $M=6$, τότε $y=0.50$ m και $V=2.02$ m/s. Άρα:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}} = \frac{2.02}{\sqrt{9.81 \cdot 0.50}} = 0.91 < 1$$

Συνεπώς η ροή είναι υποκρίσιμη.

2) Το συνολικό ύψος του φράγματος είναι 10 m ($\Delta H=20-10=10$ m). Για να πληρωθεί το 10% του ύψους του φράγματος με φερτά, θα πρέπει να τα φερτά υλικά να φτάσουν μέχρι τη στάθμη $H=11$ m από τη στάθμη της θάλασσας. Συνεπώς ο απαιτούμενος όγκος φερτών είναι:

$$V = V(11) - V(10)$$

Για τα 11 m:

$$V(11) = 0.01 \cdot H^2 + 0.05 \cdot H - 1.5 = 0.01 \cdot 11^2 + 0.05 \cdot 11 - 1.5 = 0.26 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

και για τα 10 m:

$$V(10) = 0.01 \cdot 10^2 + 0.05 \cdot 10 - 1.5 = 0$$

Άρα ο απαιτούμενος όγκος φερτών είναι $0.26 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Ο όγκος φερτών υλικών που εισρέει στον ταμιευτήρα είναι συνάρτηση της μέσης στερεοαπορροής ανά μονάδα πλάτους, του πλάτους του ποταμού και της πυκνότητας της φερτής ύλης. Συγκεκριμένα είναι:

$$Q_s = \frac{q_s \cdot B}{\rho_s}$$

Όπου Q_s η στερεοαπορροή, αλλά πλέον σε m^3/s .

Έστω ότι $N=0$, $K=0$, $M=0$, τότε:

$$Q_s = \frac{0.002 \cdot 100}{1500} = 1.33 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Τα έτη που απαιτούνται να πληρωθεί το 10% του ύψους του φράγματος με φερτή ύλη μπορούν να εκτιμηθούν:

$$t = \frac{0.26 \cdot 10^6}{1.33 \cdot 10^{-5}} \cdot \frac{1}{24 \cdot 3600 \cdot 365} = 618 \text{ years}$$

3) Κατατάσσονται οι ελάχιστες ετήσιες παροχές σε αύξουσα σειρά και βρίσκεται το αντίστοιχο ποσοστημόριο:

Παροχή (m ³ /s)	Ποσοστημόριο (%)
4.7	5
5.1	10
5.9	15
6.2	20
6.5	25
6.8	30
7.1	35
7.6	40
8.2	45
8.8	50
8.9	55
9.1	60
9.3	65
9.8	70
10.3	75
10.7	80
11.4	85
11.7	90
12.5	95
13.1	100

Για N=1, το ποσοστημόριο του 16% βγαίνει με γραμμική παρεμβολή, οπότε η οικολογική παροχή είναι ίση με Q=5.96 m³/s.