

ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ 2010-2011

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ :

ΑΣΚΗΣΕΙΣ (7 μονάδες) - ΧΡΟΝΟΣ = 120 min

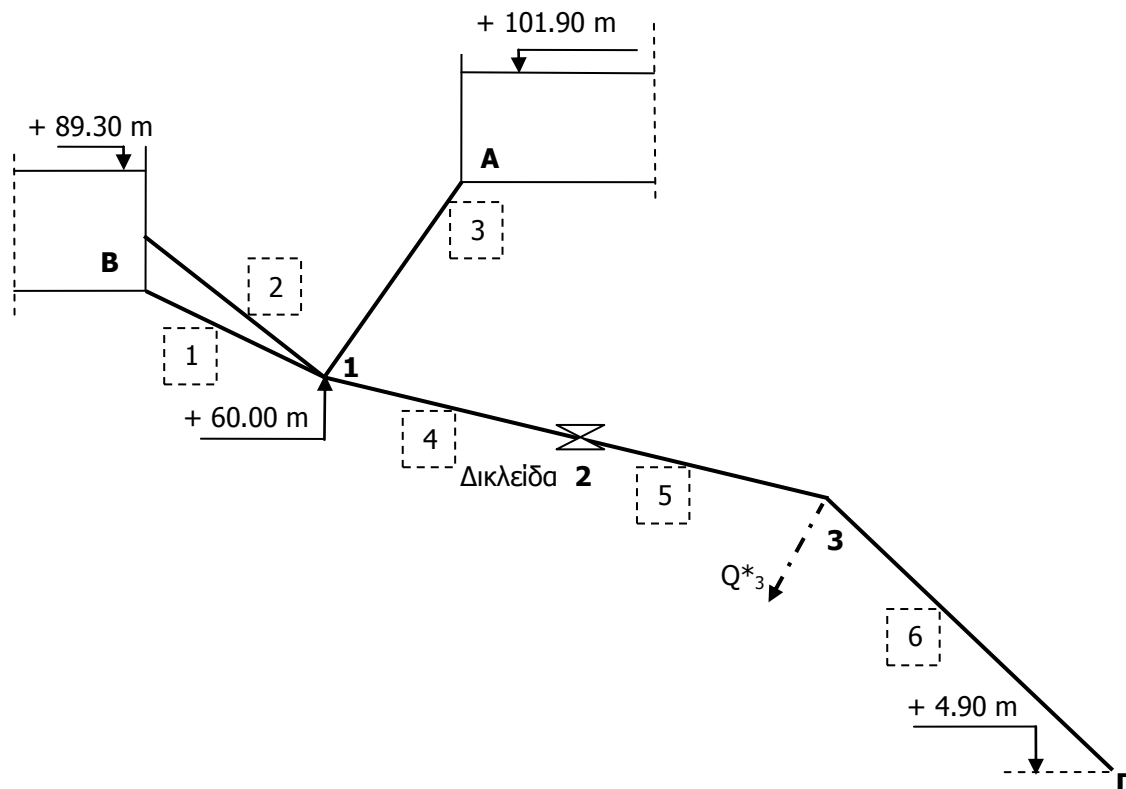
Άσκηση 1^η (3.5 μονάδες)

Θεωρείστε το υδραγωγείο ($\nu=1.1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) του Σχ.1 το οποίο αποτελείται από:

- α) Δύο δεξαμενές Α και Β, μία πλευρική παροχέτευση και μία ελεύθερη εκροή στην ατμόσφαιρα Γ.
Σε όλες τις δεξαμενές δίδονται οι στάθμες της ελεύθερης επιφάνειας, οι οποίες παραμένουν σταθερές, καθώς και το υψόμετρο του άξονα του σωλήνα στην ελεύθερη εκροή Γ.
β) Έξι σωλήνες ισοδύναμης τραχύτητας 1.5 mm με τα ακόλουθα στοιχεία:
(1): σωλήνας διαμέτρου D_1 , και μήκους $L_1=325 \text{ m}$.
(2): σωλήνας διαμέτρου $D_2= 175 \text{ mm}$, και μήκους $L_2=325 \text{ m}$.
(3): σωλήνας διαμέτρου $D_3= 200 \text{ mm}$, και μήκους $L_3=545 \text{ m}$.
(4): σωλήνας διαμέτρου $D_4= 300 \text{ mm}$, και μήκους $L_4=325 \text{ m}$.
(5): σωλήνας διαμέτρου $D_5= 300 \text{ mm}$, και μήκους $L_5=325 \text{ m}$.
(6): σωλήνας διαμέτρου $D_6= 175 \text{ mm}$, και μήκους $L_6=435 \text{ m}$ με παροχή νερού $Q_6= 0.075 \text{ m}^3/\text{s}$.
γ) Πλευρική παροχέτευση στον κόμβο 3, με παροχή νερού $Q^*_3= 0.105 \text{ m}^3/\text{s}$.
δ) Δικλείδα στον κόμβο 2, με συντελεστή τοπικών απωλειών $k_{t2}= 7.867$

Χαράξτε ποιοτικά τη Γραμμή Ενέργειας (ΓΕ) στο Σχ. 1 και υπολογίστε:

- 1) Τις παροχές Q (τιμή και φορά) σε όλους τους σωλήνες του υδραγωγείου.
- 2) Την απαιτούμενη *θεωρητική* διάμετρο D_{10} στο σωλήνα (1).
- 3) Προσδιορίστε τα υψόμετρα της ΓΕ στο Σχ. 1.



Σχ. 1. Σύστημα δύο δεξαμενών, μιας πλευρικής παροχέτευσης και μιας ελεύθερης εκροής

(28) → οι τοπικές απώλειες αμελούνται, εκτός από αυτές στη δικλείδα

Υπολογίζουμε τις γραμμικές απώλειες στον αγωγό (6) - **Λ1**

Q [m ³ /s]	D [m]	k_s [mm]	L [m]	v [m ² /s]	V [m/s]	R	f	h_f [m]
0,075	0,175	1,50	435	1,1.10⁻⁶	3,118	4,961×10 ⁵	0,0362	44,60
V²/2.g								0,50

Εναλλακτικώς, με τη χρήση Πίνακα (2.3.7) προκύπτει: h_f= 44,50 m

$$z_3 = 4,90 + (0,50 + 44,60) = +\mathbf{50,00} \text{ m}$$

Υπολογίζουμε τις γραμμικές απώλειες στους αγωγούς (4) και (5) - **Λ1**

$$(Q_4 = Q_5 = 0,075 + 0,105 = \mathbf{0,180} \text{ m}^3/\text{s})$$

Q [m³/ s]	D _i [m]	k _{si} [mm]	L _i [m]	v [m²/ s]	V _i [m/ s]	R _i	f _i	h _{fi} [m]
0,180	0,300	1,50	325	1,1.10 ⁻⁶	2,546	6,945×10 ⁵	0,0306	10,95
	0,300	1,50	325		-+-	-+-	-+-	10,95
k _{T2} .V²/2.g								2,60

Εναλλακτικώς, με τη χρήση Πίνακα (2.3.7) προκύπτει επίσης: h_{fi} = 10,95 m

$$z_{2κ} = 50,00 + 10,95 = +\mathbf{60,95} \text{ m}$$

$$z_{2α} = 60,95 + 2,60 = +\mathbf{63,55} \text{ m}$$

$$z_1 = 63,95 + 10,95 = +\mathbf{74,50} \text{ m}$$

Υπολογίζουμε την παροχή στον αγωγό (3) - **Λ2**

$$(h_{f3} = 101,90 - 74,50 = \mathbf{27,40} \text{ m})$$

h_f [m]	D [m]	k_s [mm]	L [m]	v [m ² /s]	R.f^{0,5}	1/f^{0,5}	V [m/s]	Q [m ³ /s]
27,40	0,200	1,50	545	1,1.10⁻⁶	8,076×10 ⁴	5,37392	2,387	0,075

Εναλλακτικώς, με τη χρήση Πίνακα (2.3.7) προκύπτει επίσης: Q₃= 0,075 m³/s

Υπολογίζουμε την παροχή στον αγωγό (2) - **Λ2**

$$(h_{f2} = 89,30 - 74,50 = \mathbf{14,80} \text{ m})$$

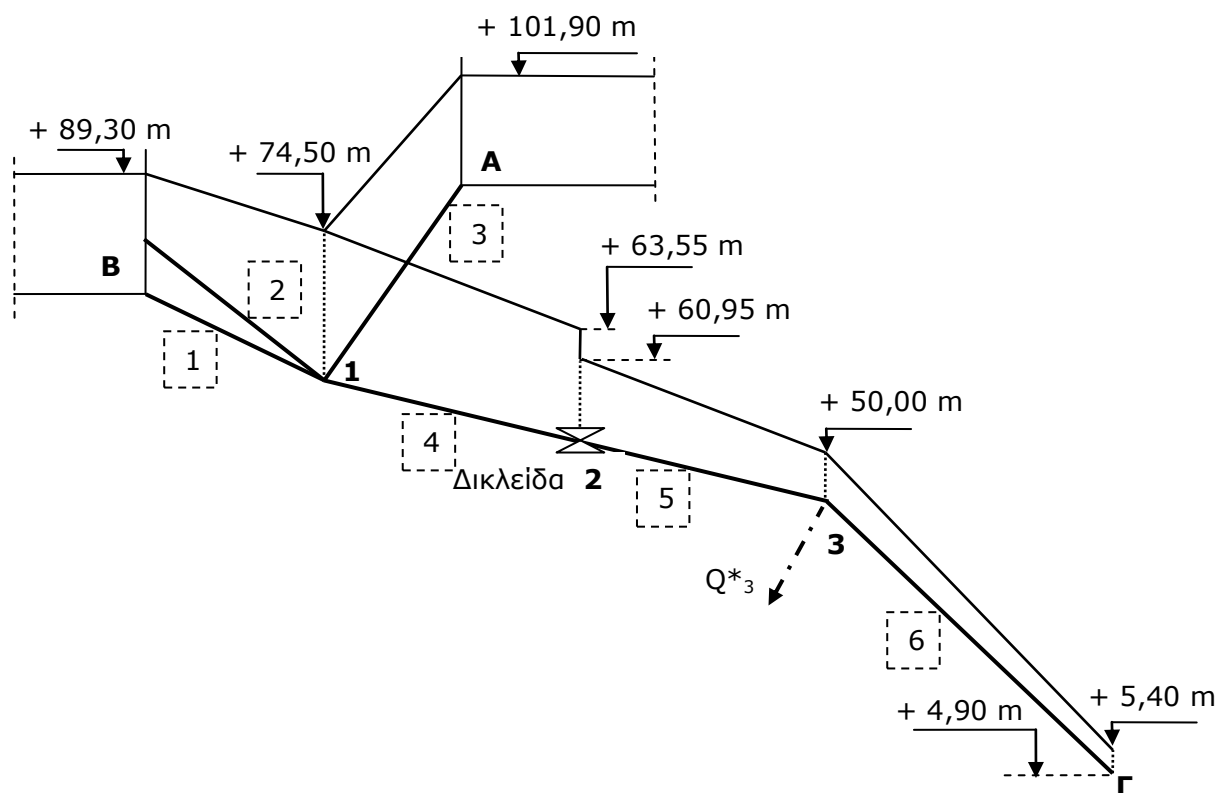
h_f [m]	D [m]	k_s [mm]	L [m]	v [m ² /s]	R.f^{0,5}	1/f^{0,5}	V [m/s]	Q [m ³ /s]
14,80	0,175	1,50	325	1,1.10⁻⁶	6,118×10 ⁴	5,25590	2,078	0,050

Εναλλακτικώς, με τη χρήση Πίνακα (2.3.7) προκύπτει επίσης: Q₃= 0,050 m³/s

Υπολογίζουμε τη θεωρητική διάμετρο στον αγωγό (1) - **Λ3**

$$(h_{f1} = 89,30 - 74,50 = \mathbf{14,80} \text{ m και } Q_1 = 0,180 - 0,075 - 0,050 = \mathbf{0,055} \text{ m}^3/\text{s})$$

J= h_f / L	Q [m ³ /s]	k_s [mm]	v.10⁶ [m ² /s]	C	A .10 ⁴	B .10 ⁶	D_i [m]	δD [%] V [m/s]	D_θ [mm]
0,04554	0,055	1,50	1,1	0,58139	4,050	2,921	0,1773		
							0,1815	2,38✓ 2,12✓	181



Άσκηση 2^η (3.5 μονάδες)

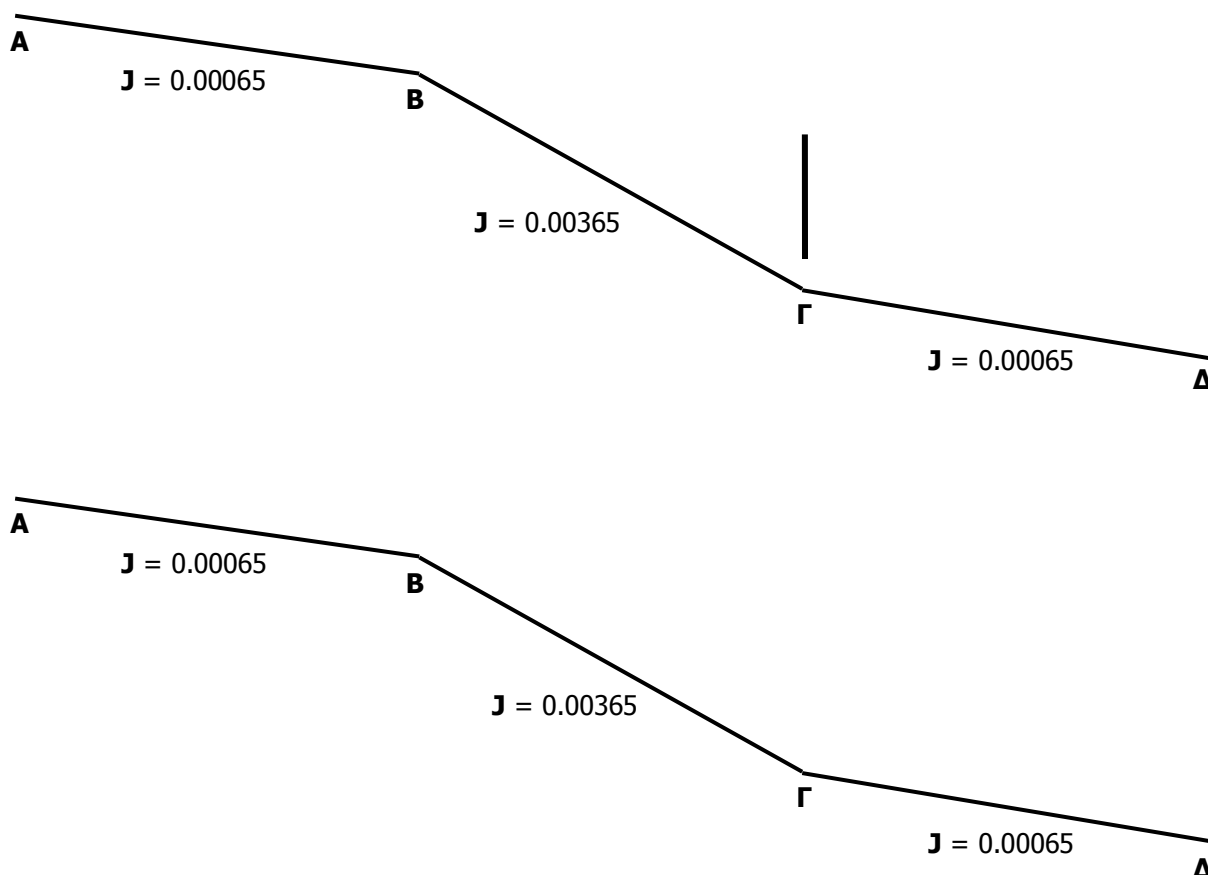
Ο αγωγός ΑΒΓΔ που φαίνεται στο Σχ. 2, αποτελείται από τρία τμήματα μεγάλου μήκους: ΑΒ, ΒΓ και ΓΔ, έχει ορθογωνική διατομή ενιαίου πλάτους $b = 3.0 \text{ m}$ και ενιαίο συντελεστή τραχύτητας $n = 0.020 \text{ s/m}^{1/3}$. Στο σημείο Γ υπάρχει κατακόρυφο ρυθμιστικό θυρόφραγμα λεπτής ακμής με πλάτος ίσο με το πλάτος του αγωγού.

Περίπτωση Ι: Παροχετεύεται στον αγωγό παροχή $Q = 3,85 \text{ m}^3/\text{s}$. Υπολογίστε:

- (1) Τα βάθη ομοιόμορφης ροής σε όλα τα τμήματα.
- (2) Τα κρίσιμα βάθη σε όλα τα τμήματα.
- (3) Το απαιτούμενο άνοιγμα του θυροφράγματος h , ώστε να εμφανίζεται υδραυλικό άλμα ακριβώς στη διατομή πλήρους συστολής κατόντη του θυροφράγματος. Δίδεται ο συντελεστής συστολής $c = 0.403$.
- (4) Χαρακτηρίστε τη ροή ως υπερκρίσιμη, κρίσιμη ή υποκρίσιμη σε όλα τα τμήματα.
- (5) Χαράξτε τις κατατομές (προφίλ) κατά μήκος του αγωγού.

Περίπτωση ΙΙ: Το θυρόφραγμα αφαιρείται, και ακριβώς στην αλλαγή της κλίσης, στο σημείο Β, το βάθος ροής μετρήθηκε: $y_B = 0.80 \text{ m}$. Υπολογίστε:

- (6) Τη νέα παροχή Q^* , η οποία παροχετεύεται στον αγωγό.
- (7) Τα βάθη ομοιόμορφης ροής σε όλα τα τμήματα.
- (8) Τα κρίσιμα βάθη σε όλα τα τμήματα.
- (9) Χαρακτηρίστε τη ροή ως υπερκρίσιμη, κρίσιμη ή υποκρίσιμη σε όλα τα τμήματα.
- (10) Χαράξτε τις κατατομές (προφίλ) κατά μήκος του αγωγού.



Σχ. 2. Σύστημα 3 ανοικτών αγωγών

Περίπτωση Ι

Κρίσιμο βάθος ενιαίο (**Ξ1**) (Ορθογωνική διατομή): (13) → $y_k = 0,55$ m

Ομοιόμορφα βάθη (**Ξ5**)

AB και **ΓΔ** (Ορθογωνική διατομή)

Q [m^3/s]	b [m]	n	J	C_o	Φ_o
3,85	3,00	0,020	0,00065	3,02019	0,16133

y_{o1}/b	y_{o1} [m]	E_{oi} [m^2]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%]	y_o [m]
0,430	1,29000	3,87000	5,58000	0,69355	3,03223	+0,40✓	1,29

$y_o = 1,29 > y_k = 0,55 \rightarrow$ ροή υποκρίσιμη

ΒΓ (Ορθογωνική διατομή)

Q [m^3/s]	b [m]	n	J	C_o	Φ_o
3,85	3,00	0,020	0,00365	1,27451	0,06808

y_{o1}/b	y_{o1} [m]	E_{oi} [m^2]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%]	y_o [m]
0,230	0,69000	2,07000	4,38000	0,47261	1,25594	-1,46✓	0,70

$y_o = 0,70 > y_k = 0,55 \rightarrow$ ροή υποκρίσιμη

Υπολογισμός ανοίγματος του θυροφράγματος

Για να εμφανίζεται υδραυλικό άλμα *ακριβώς στη διατομή πλήρους συστολής*, πρέπει το βάθος εκεί να είναι συζυγές του ομοιόμορφου βάθους στον αγωγό ΓΔ.

Υπολογισμός του συζυγούς βάθους του ομοιόμορφου βάθους της $J_{\Gamma\Delta}$ (41α)

Q [m^3/s]	b [m]	n	J	$y_{o\Gamma\Delta}$ [m]
3,85	3,00	0,020	0,00065	1,29

$E_{o\Gamma\Delta}$ [m^2]	V [m/s]	t_μ [m]	F_2	$y_{\Gamma\Delta\text{συζ}}$ [m]	h [m]
3,87000	0,995	1,29	0,27965	0,17738	0,44 < $y_k = 0,55$ ✓

Επισκόπηση των τμημάτων ανά ζεύγη και χαρακτηρισμός των κατατομών

AB / ΒΓ → υποκρίσιμη / υποκρίσιμη: **Π2** → **τμήμα M2**

ΒΓ / ανάντη Γ → υποκρίσιμη / υποκρίσιμη: **Π5** → **M1**

Κατάντη Γ / ΓΔ → υπερκρίσιμη / υποκρίσιμη: **Π5** → **υδραυλικό άλμα**

Περίπτωση ΙΙ

Υπολογισμός της νέας παροχής Q^*

Υποθέτουμε ότι η περίπτωση στο σημείο Β παραμένει ίδια:

AB / ΒΓ → υποκρίσιμη / υποκρίσιμη: Π2 → τμήμα M2 → $y_B \equiv y_{o\text{ΒΓ}} = 0,80$ m

Παροχή (**Ξ6**) - ΒΓ (Ορθογωνική διατομή)

J	n	b [m]	y_o [m]	E_o [m^2]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	Q [m^3/s]
0,00365	0,020	3,00	0,80	2,40000	4,60000	0,52174	4,70

Ο έλεγχος διεξάγεται απ' ευθείας: Υπολογισμός Κρίσιμου βάθους - Πρόβλημα **Ξ1** (13) → $y_k = 0,63$ m < $y_{o\text{ΒΓ}} = 0,80 \rightarrow$ **ορθή υπόθεση!**

Ομοιόμορφα βάθη (35)

AB και **ΓΔ** (Ορθογωνική διατομή)

Q [m^3/s]	b [m]	n	J	C_o	Φ_o
4,70	3,00	0,020	0,00065	3,68698	0,19695

y_{o1}/b	y_{o1} [m]	E_{oi} [m^2]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%]	y_o [m]
0,500	1,50000	4,50000	6,00000	0,75000	3,71467	+0,75✓	1,50

$y_o = 1,50 > y_{\kappa} = 0,63 \rightarrow$ ροή υποκρίσιμη

Επισκόπηση των τμημάτων ανά ζεύγη και χαρακτηρισμός των κατατομών

AB / ΒΓ $\rightarrow$ υποκρίσιμη / υποκρίσιμη: **Π2** $\rightarrow$ **τμήμα M2**

ΒΓ / ΓΔ $\rightarrow$ υποκρίσιμη / υποκρίσιμη: **Π1** $\rightarrow$ **M1**

