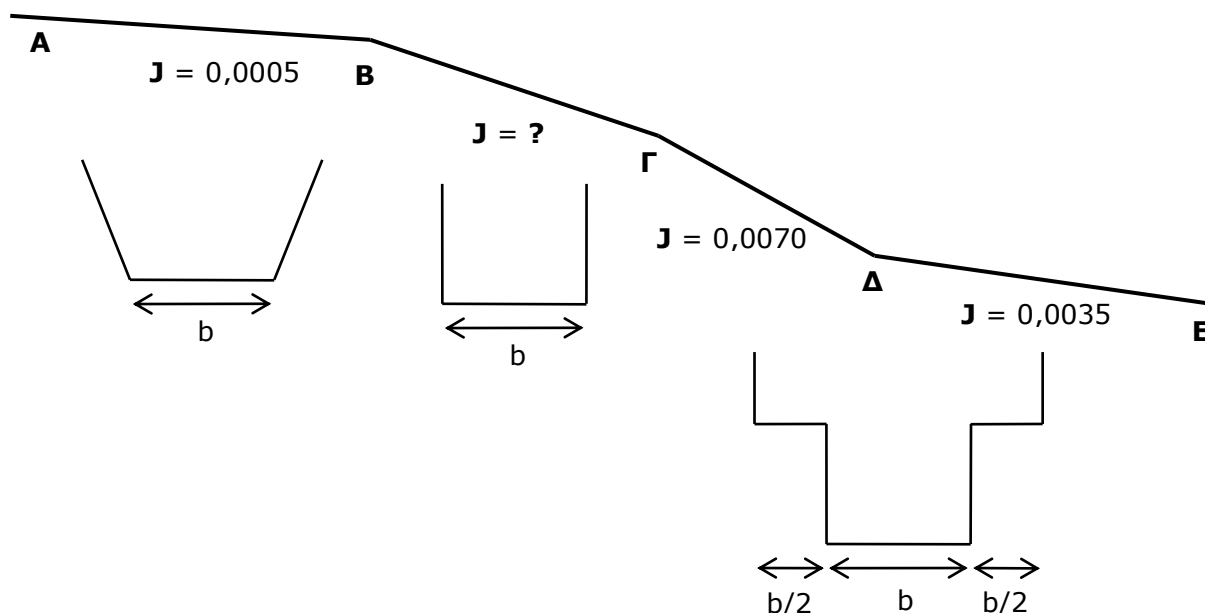


1. Ένας αγωγός ΑΒΓΔΕ (μεγάλου μήκους – βλ. Σχήμα), ενιαίου πλάτους στον πυθμένα b , με συντελεστή τραχύτητας: n : **0,016** μεταφέρει παροχή σχεδιασμού Q : **7,84** m^3/s . Στο τμήμα **ΑΒ** ο αγωγός σχεδιάζεται με συμμετρική τραπεζοειδή υδραυλικώς βέλτιστη διατομή, με $z = 1$ (μερικώς βέλτιστη). Στο τμήμα **ΒΓ** ο αγωγός σχεδιάζεται με ορθογωνική διατομή, με κατά μήκος κλίση ώστε το βάθος ομοιόμορφης ροής να παραμένει αμετάβλητο και στο τμήμα **ΓΔΕ** ως σύνθετος συμμετρικός ορθογωνικός, με βάθος της «μικρής διατομής» όσο το βάθος ομοιόμορφης ροής στο ΒΓ.

Ζητούνται να υπολογισθούν :

- Τα βάθη ομοιόμορφης ροής και τα κρίσιμα βάθη σε όλα τα τμήματα.
- Σε κάθε τμήμα να χαρακτηριστεί η ροή με ομοιόμορφο βάθος ως υποκρίσιμη, κρίσιμη, ή υπερκρίσιμη.
- Να χαραχθούν και να χαρακτηρισθούν οι κατά μήκος κατατομές (προφίλ).
- Να υπολογισθεί η μέγιστη κατά μήκος κλίση στο τμήμα ΓΔ, ώστε να μην είναι δυνατή η εμφάνιση υδραυλικού άλματος σε κανένα σημείο κατά μήκος του αγωγού.



AB Συμμετρική Τραπεζοειδής Μερικώς Βέλτιστη διατομή - μόρφωση (**312**)

Q [m ³ /s]	n	J	C_o
7,84	0,016	0,0005	5,60985

(63) → **y_{oAB}** = **1,81**065 m και (64) → **b** = **1,50** m

AB Συμμετρική Τραπεζοειδής διατομή - κρίσιμο βάθος (**31**)

Q [m ³ /s]	b [m]	z	C_κ	Φ_κ	μ
7,84	1,50	1,00	6,26561	0,90835	0,7315

y_{κi} [m]	E_{κi} [m ²]	B_{κi} [m]	C_{κ1}	δC [%]	y_κ [m]
1,097	2,84983	3,69450	6,26473	-0,01 ✓	1,10 < 1,81 → ροή <u>υποκρίσιμη</u>

ΒΓ Ορθογωνική διατομή - κλίση πυθμένα (**37**)

Q [m ³ /s]	b [m]	n	y_o [m]	E_o [m ²]	Π_o [m]	R_o	J
7,84	1,50	0,016	1,81	2,71500	5,12000	0,53027	0,0050

(**31**): (13) → **y_{κΒΓ}** = **1,40**689 m < **y_{oΒΓ}** = **1,81** m → ροή υποκρίσιμη

ΓΔ Σύνθετη διατομή (στην <εδώ> περίπτωση αποτελούμενη από δύο ορθογώνια)

Μέθοδος ενιαίας διατομής

(στην <εδώ> περίπτωση προτεινόμενη: γεωμετρία ισορροπημένη, ενιαίο n)

Q [m ³ /s]	b_{μικρ} [m]	b'_{μικρ} [m]	b_{μεγαλ} [m]	n	J	C_o
7,84	1,50	1,50	3,00	0,016	0,0070	1,49929

y_{μικρή} [m]	b_{μικρή} [m]	b'_{μικρή} [m]	E_{ομικ} [m ²]	Π_{ομικ} [m]	R_{ομικ} [m]	Q_{ομικρή} [m ³ /s]
1,81	1,50	1,50	2,71500	5,12000	0,53027	9,30 > 7,84 → μικρή

Q [m ³ /s]	b [m]	n	J	C_o	Φ_o
7,84	1,50	0,016	0,0070	1,49929	0,50852

y_{o1}/b	y_{o1} [m]	E_{oi} [m ²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%]	y_o [m]
1,05	1,57500	2,36250	4,65000	0,50806	1,50424	+0,33 ✓	1,57

(**31**): (13) → **y_{κΓΔ}** = **1,40**689 m < **y_{oΒΓ}** = **1,57** m → ροή υποκρίσιμη

ΔΕ Σύνθετη διατομή (στην <εδώ> περίπτωση αποτελούμενη από δύο ορθογώνια)

Μέθοδος ενιαίας διατομής

(στην <εδώ> περίπτωση προτεινόμενη: γεωμετρία ισορροπημένη, ενιαίο n)

Q [m ³ /s]	b_{μικρ} [m]	b'_{μικρ} [m]	b_{μεγαλ} [m]	n	J	C_o
7,84	1,50	1,50	3,00	0,016	0,0035	2,12032

y_{μικρή} [m]	b_{μικρή} [m]	b'_{μικρή} [m]	E_{ομικ} [m ²]	Π_{ομικ} [m]	R_{ομικ} [m]	Q_{ομικρή} [m ³ /s]
1,81	1,50	1,50	2,71500	5,12000	0,53027	6,58 < 7,84 → σύνθετη

y_{oi} [m]	E_{oi} [m ²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{oi}	δC [%]	y_o [m]
2,25374	4,04621	7,50747	0,53896	2,67969	+26,38	
2,00917	3,31251	7,01834	0,47198	2,00804	-5,30	
2,02417	3,35752	7,04835	0,47636	2,04789	-3,41 ✓	2,03

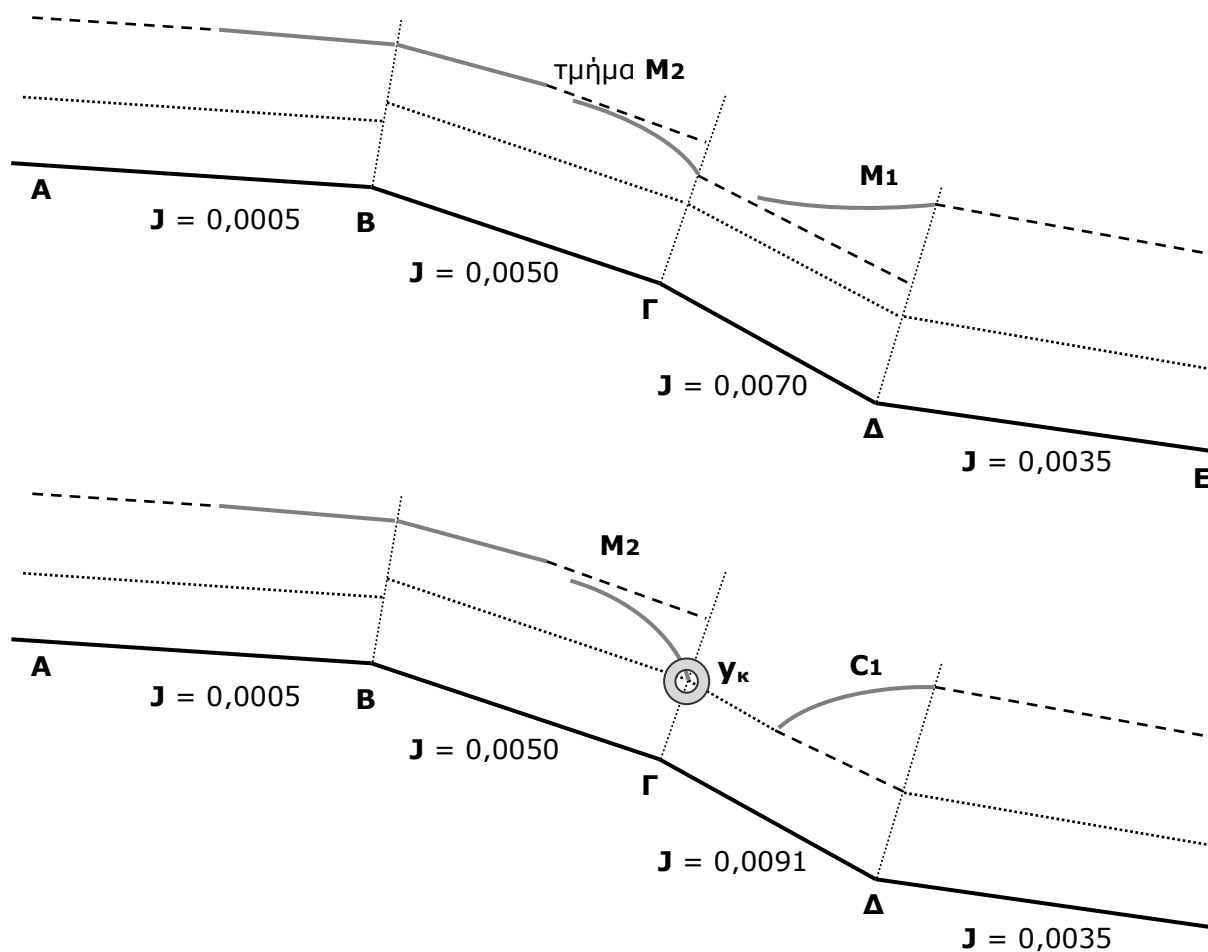
$y_{μικρή}$ [m]	$b_{μικρ}$ [m]	$b'_{μικρ}$ [m]	$E_{κμικρή}$ [m ²]	$t_μ$ [m]	$Q_{κμικρή}$ [m ³ /s]
1,81	1,50	1,50	2,71500	1,81000	11,44 > 7,84 → μικρή

(31): (13) → $y_{κΔΕ} = 1,40689 \text{ m} < y_{οΔΕ} = 2,04 \text{ m}$ → ροή υποκρίσιμη

Όπως τεκμηριώθηκε ως άνω, η ροή με ομοιόμορφο βάθος είναι σε όλα τα τμήματα υποκρίσιμη. Εμφάνιση υδραυλικού άλματος (για τη δεδομένη παροχή...) είναι δυνατή μόνο εις την περιοχή Δ, εάν η ροή στο το τμήμα ΓΔ γίνει υπερκρίσιμη. Επομένως: <η μέγιστη κατά μήκος κλίση στο τμήμα ΓΔ> είναι η **κρίσιμη**!

ΓΔ Ορθογωνική διατομή - **μικρή** - κρίσιμη κλίση (39)

Q [m ³ /s]	b [m]	n	$y_κ$ [m]	$E_κ$ [m ²]	$\Pi_κ$ [m]	$R_κ$	$J_κ$
7,84	1,50	0,016	1,41	2,11500	4,32000	0,48958	0,0091



2. Ο αγωγός μεγάλου μήκους ΑΒΓΔ που φαίνεται στο Σχήμα, αποτελείται από τρία τμήματα ΑΒ, ΒΓ, ΓΔ και καταλήγει σε ελεύθερη πτώση στο σημείο Δ.

Έχει ορθογωνική διατομή με ενιαίο πλάτος $b = 2,40$ m, συντελεστή τραχύτητας $n = 0,016$ s/m^{1/3} και μεταφέρει παροχή Q.

Το βάθος ροής - ακριβώς στην **ακμή** της ελεύθερης πτώσης (σημείο Δ) - είναι ίσο με **0,50** m.

1) Υπολογίστε :

(α) Την παροχή Q.

(β) Τα βάθη ομοιόμορφης ροής και τα κρίσιμα βάθη στα τμήματα ΒΓ και ΓΔ.

(γ) Την κατά μήκος κλίση στο τμήμα ΑΒ, ώστε να εμφανίζεται υδραυλικό άλμα ακριβώς στο σημείο αλλαγής της κλίσης (σημείο Β).

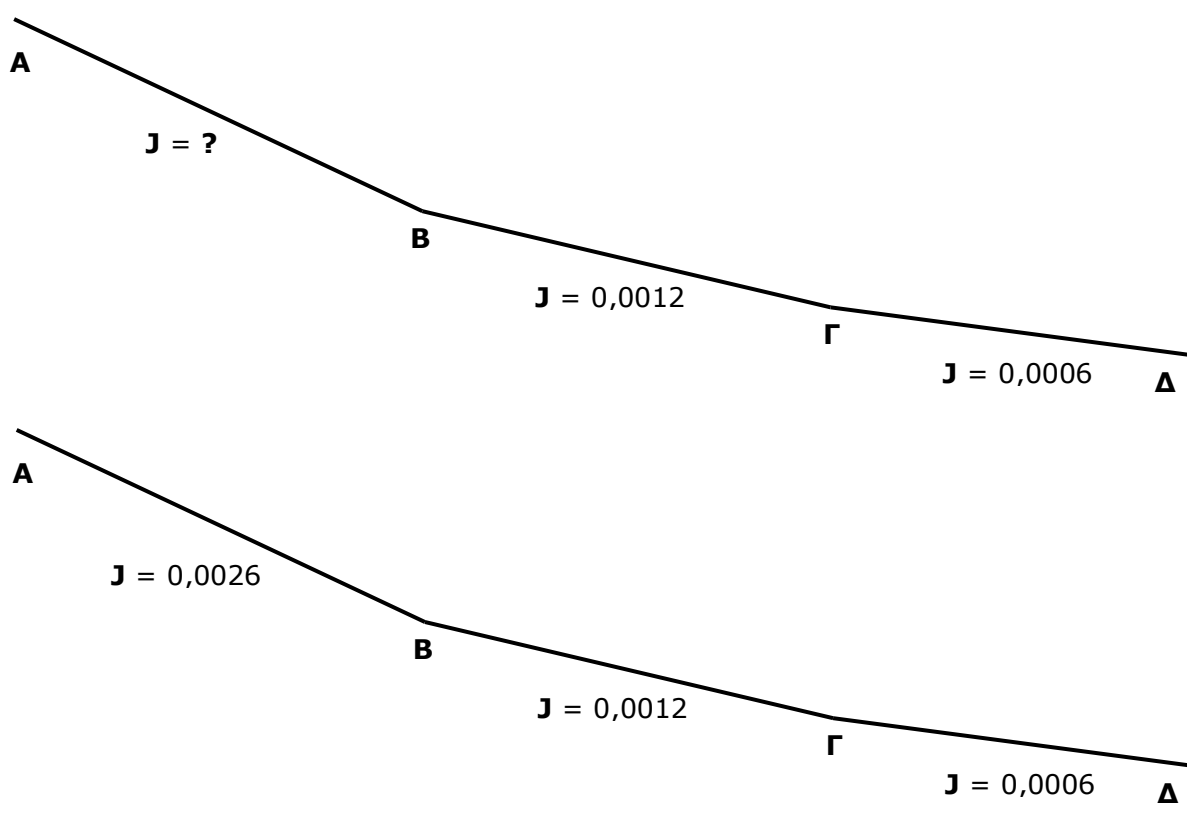
(δ) Χαράξτε και χαρακτηρίστε τις κατά μήκος κατατομές (προφίλ) της ελεύθερης επιφάνειας.

2) Εάν το τμήμα ΑΒ σχεδιαστεί με κλίση $J = 0,0026$ αντί της παραπάνω που υπολογίσατε στο (γ):

(ε) Προσδιορίστε την κατεύθυνση προς την οποία θα οδεύσει το υδραυλικό άλμα.

(ζ) Χαράξτε και χαρακτηρίστε τις νέες κατά μήκος κατατομές (προφίλ) της ελεύθερης επιφάνειας.

Υπόδειξη: Η κλίση στο τμήμα ΓΔ είναι πολύ μικρή, στην ακμή Δ ισχύουν οι συνθήκες αγωγού με *πρακτικώς οριζόντιο πυθμένα*.



- Το βάθος ροής - ακριβώς στην **ακμή** της ελεύθερης πτώσης (σημείο Δ) - είναι ίσο με **0,50 m**.
- Η κλίση στο τμήμα ΓΔ είναι πολύ μικρή, στην ακμή Δ ισχύουν οι συνθήκες αγωγού με *πρακτικώς οριζόντιο πυθμένα*.
- Άρα: Το κρίσιμο βάθος (κοινό για όλα τα τμήματα) είναι $y_k = 0,50/0,715 = \mathbf{0,70\ m}$
- Ο υπολογισμός (με βάση την παραπάνω βεβαιότητα)

διεξάγεται απ' ευθείας: (13) $\rightarrow Q = (y_k^3 \cdot b^2 \cdot g)^{1/2}$ - Πρόβλημα **Ξ1**

b [m]	y_k [m]	Q [m³/s]
2,40	0,70	4,39584

ΓΔ (Ορθογωνική διατομή) – Ομοιόμορφο βάθος (**Ξ5**)

Q [m³/s]	b [m]	n	J	C_o	Φ_o
4,40	2,40	0,016	0,0006	2,87407	0,27836

y_{o1} /b	y_{o1} [m]	E_{oi} [m²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%]	y_o [m]
0,650	1,56000	3,74400	5,52000	0,67826	2,89024	+0,56✓	1,56

ΒΓ (Ορθογωνική διατομή) – Ομοιόμορφο βάθος (**Ξ5**)

Q [m³/s]	b [m]	n	J	C_o	Φ_o
4,40	2,40	0,016	0,0012	2,03228	0,19683

y_{o1} /b	y_{o1} [m]	E_{oi} [m²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%]	y_o [m]
0,500	1,20000	2,88000	4,80000	0,60000	2,04877	+0,81✓	1,20

ΑΒ/ΒΓ Υδραυλικό άλμα σε αλλαγή κλίσης (**Ξ14**)

y_{oΒΓ} [m]	E_{oΒΓ} [m²]	V [m/s]	t_μ [m]	F₂	y_{ΑΒουζ} [m]
1,20	2,88000	1,528	1,20	0,44528	0,36490

Q [m³/s]	b [m]	n	y_o [m]	E_o [m²]	Π_o [m]	R_o	J
4,40	2,40	0,016	0,365	0,87600	3,13000	0,27987	0,0353

ΑΒ (Ορθογωνική διατομή) – Ομοιόμορφο βάθος (**Ξ5**)

Q [m³/s]	b [m]	n	J	C_o	Φ_o
4,40	2,40	0,016	0,0026	1,38066	0,13372

y_{o1} /b	y_{o1} [m]	E_{oi} [m²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%]	y_o [m]
0,375	0,90000	2,16000	4,20000	0,51429	1,38651	+0,42✓	0,90

y_{kAB} = 0,70 < y_{oAB} = 0,90 m $\rightarrow$ ροή υποκρίσιμη

ΔΕΝ εμφανίζεται **υδραυλικό άλμα** (και – προφανώς – δεν οδεύει <κάπου>...)

