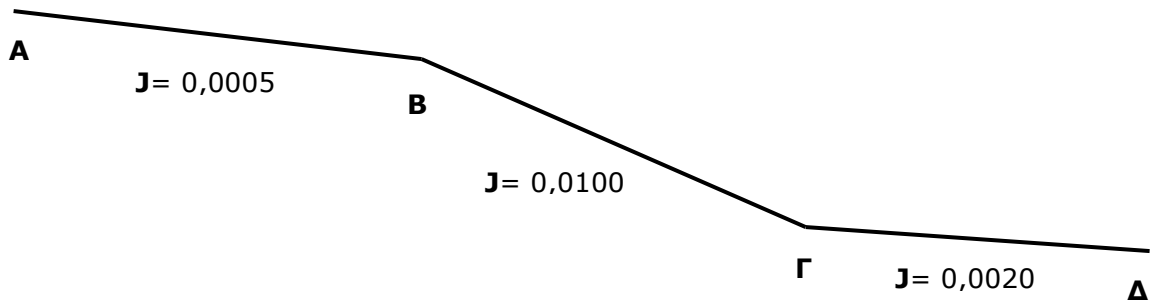


5.7 Ανακεφαλαιωτικές Εφαρμογές υπολογισμού

5.7.1 Ένας αγωγός ΑΒΓΔ (μεγάλου μήκους – βλ. Σχήμα), ορθογωνικής διατομής, ενιαίου πλάτους στον πυθμένα: $b = 4,00$ m, με συντελεστή τραχύτητας: $n = 0,016$ μεταφέρει παροχή πλημμύρας $Q = 16,00$ m³/s.

Ζητούνται σε όλα τα τμήματα:

- Να υπολογισθούν τα ομοιόμορφα βάθη y_o τα κρίσιμα βάθη y_k και η κρίσιμη κλίση.
- Να χαρακτηριστεί η ροή με ομοιόμορφο βάθος ως υποκρίσιμη ή υπερκρίσιμη.
- Να χαραχθούν και να χαρακτηρισθούν οι κατά μήκος κατατομές (καμπύλες) της ελεύθερης επιφάνειας.
- Να συγκριθούν τα αποτελέσματα με αυτά της εφαρμογής 5.6.3



Κρίσιμο βάθος ενιαίο (31) (Ορθογωνική διατομή): (13) $\rightarrow y_k = 1,18$ m

y_k [m]	E_k [m ²]	Π_k [m]	R_k	J_k
1,18	4,72000	6,36000	0,74214	0,00433

Ομοιόμορφα βάθη (35)

AB (Ορθογωνική διατομή)

Q [m ³ /s]	b [m]	n	J	C_o	Φ_o
16,00	4,00	0,016	0,0005	11,44867	0,28396

y_{o1}/b	y_{o1} [m]	E_{oi} [m ²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%]	y_o [m]
0,660	2,64000	10,56000	9,28000	1,13793	11,50998	+0,53✓	2,64

$y_o = 2,64 > y_k = 1,18 \rightarrow$ ροή υποκρίσιμη

Q [m ³ /s]	b [m]	n	J	C_o	Φ_o
16,00	4,00	0,016	0,0100	2,56000	0,06350

y_{o1}/b	y_{o1} [m]	E_{oi} [m ²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%]	y_o [m]
0,220	0,88000	3,52000	5,76000	0,61111	2,53487	-0,98 ✓	0,89

$y_o = 0,89 < y_k = 1,18 \rightarrow$ ροή υπερκρίσιμη

ΓΔ (Ορθογωνική διατομή)

Q [m ³ /s]	b [m]	n	J	C_o	Φ_o
8,00	4,00	0,016	0,0020	5,72433	0,14198

y_{o1}/b	y_{o1} [m]	E_{oi} [m ²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%]	y_o [m]
0,390	1,56000	6,24000	7,12000	0,87640	5,71462	-0,17✓	1,56

$y_o = 1,56 > y_k = 1,18 \rightarrow$ ροή υποκρίσιμη

Υπολογισμός του συζυγούς βάθους του ομοιόμορφου βάθους της **J_{BΓ}** (40α)

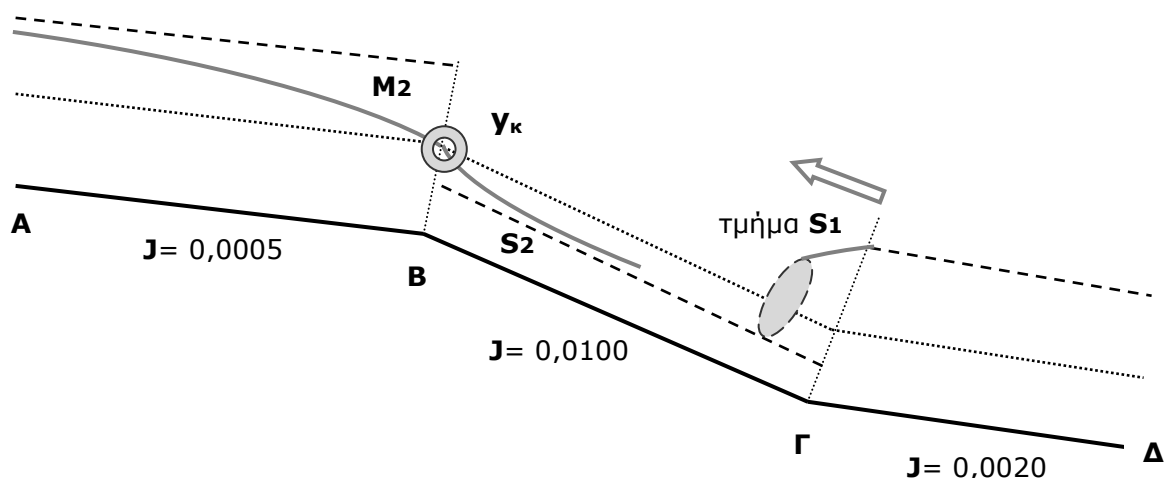
y_o [m]	E_o [m ²]	V [m/s]	B_o [m]	$t_{\mu o}$ [m]	$F(y_o)$	$y_{oσBΓ}$ [m]
0,89	3,56000	4,49438	4,00000	0,89000	1,52104	1,53758

$y_{oσBΓ} = 1,54 \text{ m} < 1,56 \text{ m} = y_{oΓΔ} \rightarrow$ το **άλμα οδεύει** προς τα **ανάντη** (βλ. 5.4.4)

Επισκόπηση των τμημάτων ανά ζεύγη και χαρακτηρισμός των κατατομών

AB / BΓ $\rightarrow$ υποκρίσιμη / υπερκρίσιμη: **Π4** $\rightarrow$ **M2** @ **AB** και **S2** @ **BΓ**

BΓ / ΓΔ $\rightarrow$ υπερκρίσιμη / υποκρίσιμη: **Π9** $\rightarrow$ **υδραυλικό άλμα**,
(τμήμα) **S1** @ **BΓ**, y_o @ **ΓΔ**



Σύγκριση με 5.6.3: Η αύξηση (διπλασιασμός) της παροχής...

- Προφανώς προκάλεσε *σημαντική* αύξηση του y_k και των y_o σε όλα τα τμήματα (βλ. 3.2.1)
- Όμως μεγέθη όπως η κρίσιμη κλίση ελάχιστα έως αμελητέα μετεβλήθησαν (βλ. 3.3.2 και 5.4.3):
 - ο Η *ποιοτική* μορφή της ελεύθερης επιφάνειας παρέμεινε *ίδια* στα τμήματα AB και BΓ – ανάντη
 - ο Η *ποιοτική* μορφή της ελεύθερης επιφάνειας παρέμεινε επίσης *σχεδόν ίδια* στα τμήματα BΓ – κατάντη και ΓΔ
 - ο Η θέση του άλματος *απειροελάχιστα* μετεβλήθη - αμελητέα όδευση προς τα ανάντη

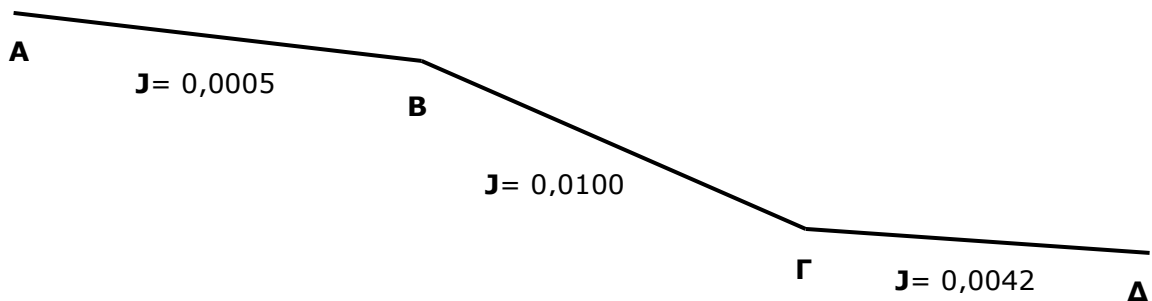
5.7.2 Ένας αγωγός ΑΒΓΔ (μεγάλου μήκους – βλ. Σχήμα), ορθογωνικής διατομής, ενιαίου πλάτους στον πυθμένα: $b = 4,00$ m, με συντελεστή τραχύτητας: $n = 0,016$ μεταφέρει άγνωστη παροχή Q .

Με βάση τα παρακάτω μετρηθέντα πραγματικά βάθη ροής σε διάφορες διατομές

σημείο	A	B	Γ	Δ
y [m]	0,80	0,39	0,30	0,40

ζητείται:

- Να υπολογισθεί η μεταφερόμενη παροχή Q .
- Να υπολογισθούν τα ομοιόμορφα βάθη y_o και τα κρίσιμα βάθη y_k σε όλα τα τμήματα.
- Να χαρακτηριστεί η ροή με ομοιόμορφο βάθος ως υποκρίσιμη ή υπερκρίσιμη.
- Να χαραχθούν και να χαρακτηρισθούν οι κατά μήκος κατατομές (καμπύλες) της ελεύθερης επιφάνειας.
- Να συγκριθούν τα αποτελέσματα με αυτά της εφαρμογής 5.6.3
(Η εφαρμογή επικεντρώνεται στα προβλήματα του 5.4.2 με **αξιοποίηση** του 5.4.3)



Παρότι η εφαρμογή μας προτρέπει να ανατρέξουμε και να κάνουμε σύγκριση με προηγούμενες, σε πρώτη φάση θα αγνοήσουμε τα υπάρχοντα αποτελέσματα – χρήσιμες γενικώς πληροφορίες και θα λειτουργήσουμε εξ' αρχής, ως εάν ο αγωγός είναι παντελώς άγνωστος.

1^η μέτρηση - πληροφορία: Σημείο **A** - $y = 0,80$ m

- Η διατομή **A** αποτελεί ασυμπτωτική ως θέση, αλλά **μονοσήμαντη** διατομή ελέγχου, εφόσον – όπως εδώ – ο αγωγός AB είναι μεγάλου μήκους!
- Το πραγματικό βάθος ροής ταυτίζεται με το ομοιόμορφο βάθος: $y_A \equiv y_{oAB}$ ανεξαρτήτως του - άγνωστου σε αυτή τη φάση - χαρακτηρισμού της κλίσης J_{AB} ως υπερκρίσιμης / κρίσιμης / υποκρίσιμης!
- Ο υπολογισμός διεξάγεται απ' ευθείας: (45) - Πρόβλημα **36**

J	n	b [m]	y_o [m]	E_o [m ²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	Q [m ³ /s]
0,0005	0,016	4,00	0,80	3,20000	5,60000	0,57143	3,07957

- Δεν απαιτείται έλεγχος

2^η μέτρηση - πληροφορία: Σημείο **B** - $y = 0,39$ m

- Η διατομή **B** αποτελεί καθορισμένη ως θέση, αλλά **πολυσήμαντη** διατομή ελέγχου.
- Το πραγματικό βάθος ροής με πληροφορία $J_{AB} < J_{BG}$ - αγνώστων όμως σε αυτή τη φάση - χαρακτηρισμών της κλίσης είναι δυνατό να ταυτίζεται με το:
 - ο κρίσιμο βάθος: $y_B \equiv y_K$ (**Π3, Π4**)
 - ομοιόμορφο βάθος: $y_B \equiv y_{oAB}$ (**Π6, Π11**)
 - ομοιόμορφο βάθος: $y_B \equiv y_{oBG}$ (**Π2**)
- Απαιτείται σχετική διερεύνηση: **Υπόθεση** + **Έλεγχος** της
 - Υπόθεση**: με βάση την πιθανότερη περίπτωση.
<Εδώ> η μεγάλη σχετική διαφορά των κλίσεων J_{AB} και J_{BG} και τα απόλυτα μεγέθη τους υποδεικνύουν Π4 (ή **Π3**), δηλαδή $y_B \equiv y_K$
 - Έλεγχος**: εάν η εικόνα της υποθετίσας περίπτωσης συνάδει με την εικόνα, η οποία προκύπτει από την προκύπτουσα (επίσης υποθετική...) παροχή
 - Μία** μόνο **περίπτωση** είναι δυνατή, άρα η επιβεβαίωση του ελέγχου σε μία περίπτωση απαλλάσσει από περαιτέρω διερεύνηση.
- Ο υπολογισμός (με βάση την παραπάνω πιθανότερη περίπτωση υπόθεσης)

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

b [m]	y_K [m]	Q [m ³ /s]
4,00	0,39	3,05135

- Ο έλεγχος διεξάγεται απ' ευθείας: Υπολογισμός Κρίσιμης κλίσης - Πρόβλημα **Ξ9**

y_K [m]	E_K [m ²]	Π_K [m]	R_K	J_K
0,39	1,56000	4,78000	0,32636	0,00436

$J_{AB} = 0,0005 < J_K = 0,0044 < J_{BG} = 0,0100 \rightarrow$ **Π4** $\rightarrow$ **ορθή υπόθεση!**

Ας θεωρήσουμε - για εκπαιδευτικούς λόγους - τη λιγότερο πιθανή περίπτωση **Π2**, δηλαδή $y_B \equiv y_{oBG}$

- Ο υπολογισμός διεξάγεται απ' ευθείας: (45) - Πρόβλημα **Ξ6**

J	n	b [m]	y_o [m]	E_o [m ²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	Q [m ³ /s]
0,0100	0,016	4,00	0,39	1,56000	4,78000	0,32636	7,97296

- Ο έλεγχος διεξάγεται απ' ευθείας: Υπολογισμός Κρίσιμου βάθους - Πρόβλημα **Ξ1**
(13) $\rightarrow y_K = 0,73986$ m $> y_{oBG} = 0,39 \rightarrow$ **λανθασμένη υπόθεση!**

3^η μέτρηση - πληροφορία: Σημείο **Γ** - **y = 0,30 m**

- Η διατομή **Γ** αποτελεί επίσης καθορισμένη ως θέση, αλλά **πολυσήμαντη** διατομή ελέγχου.
- Το πραγματικό βάθος ροής με πληροφορία **J_{BF} > J_{ΓΔ}** - αγνώστων όμως σε αυτή τη φάση - χαρακτηρισμών της κλίσης είναι δυνατό να ταυτίζεται με το:
 - ομοιόμορφο βάθος: **y_Γ ≡ y_{οBF} (Π7, Π8 ή Π9 - με το άλμα να έχει οδεύσει κατάντη)**
 - ομοιόμορφο βάθος: **y_Γ ≡ y_{οΓΔ} (Π1, Π12, ή Π9 - με το άλμα να έχει οδεύσει ανάντη ή να πραγματοποιείται ακριβώς στο Γ)**
- Απαιτείται σχετική διερεύνηση: **Υπόθεση + Έλεγχος** της
 - Υπόθεση**: με βάση την πιθανότερη περίπτωση.
<Εδώ> η σχετική διαφορά των κλίσεων **J_{BF}** και **J_{ΓΔ}** και τα απόλυτα μεγέθη τους υποδεικνύουν **Π7, Π8 ή Π9 - με το άλμα να έχει οδεύσει κατάντη**, δηλαδή **y_Γ ≡ y_{οBF}**
 - Έλεγχος**: εάν η εικόνα της υποτεθείσας περίπτωσης συνάδει με την εικόνα, η οποία προκύπτει από την προκύπτουσα (επίσης υποθετική...) παροχή
 - Μία** μόνο **περίπτωση** είναι δυνατή, άρα η επιβεβαίωση του ελέγχου σε μία περίπτωση απαλλάσσει από περαιτέρω διερεύνηση.
- Ο υπολογισμός διεξάγεται απ' ευθείας: (45) - Πρόβλημα **36**

J	n	b [m]	y_ο [m]	E_ο [m²]	Π_{οi} [m]	R_{οi}	Q [m³/s]
0,0100	0,016	4,00	0,30	1,20000	4,60000	0,26087	3,06204

- Ο έλεγχος διεξάγεται απ' ευθείας: Υπολογισμός Κρίσιμου βάθους - Πρόβλημα **31** (13) → **y_κ = 0,39091 m > y_{οBF} = 0,30 → ορθή υπόθεση!**
- Απαιτείται επί πλέον ο επακριβής καθορισμός της εικόνας, διότι παραπάνω απλώς ελέγχθηκε η ορθότητα της υπόθεσης μέσω της γενικής εικόνας

Υπολογισμός του συζυγούς βάθους του ομοιόμορφου βάθους της J_{BF} (40α)

y_ο [m]	E_ο [m²]	V [m / s]	B_ο [m]	t_{μo} [m]	F(y_ο)	y_{οοBF} [m]
0,30	1,20000	2,55170	4,00000	0,30000	1,48742	0,49864

Υπολογισμός του ομοιόμορφου βάθους της J_{ΓΔ} (35)

Q [m³/s]	b [m]	n	J	C_ο	Φ_ο
3,06204	4,00	0,016	0,0042	0,75597	0,01875

y_{ο1} /b	y_{ο1} [m]	E_{οi} [m²]	Π_{οi} [m]	R_{οi}	C_{ο1}	δC [%]	y_ο [m]
0,100	0,40000	1,60000	4,80000	0,33333	0,76920	+1,75✓	0,40

y_{οοBF} = 0,50 m > 0,40 m = y_{οΓΔ} → το **άλμα οδεύει (ολίγον) προς τα **κατάντη** (βλ. 5.4.4).**

4^η μέτρηση - πληροφορία: Σημείο **Δ** - **y**= **0,40** m (κατοπτρική της 1^{ης} μέτρησης)

- Η διατομή **Δ** αποτελεί ασυμπτωτική ως θέση, αλλά **μονοσήμαντη** διατομή ελέγχου, εφόσον - όπως εδώ - ο αγωγός ΓΔ είναι μεγάλου μήκους!
- Το πραγματικό βάθος ροής ταυτίζεται με το ομοιόμορφο βάθος: **y_Δ ≡ y_{οΓΔ}** ανεξαρτήτως του - άγνωστου σε αυτή τη φάση - χαρακτηρισμού της κλίσης **J_{ΓΔ}** ως υπερκρίσιμης / κρίσιμης / υποκρίσιμης!
- Ο υπολογισμός διεξάγεται απ' ευθείας: (45) - Πρόβλημα **36**

J	n	b [m]	y_ο [m]	E_ο [m ²]	Π_{οi} [m]	R_{οi}	Q [m ³ /s]
0,0042	0,016	4,00	0,40	1,60000	4,80000	0,33333	3,11562

- Δεν απαιτείται έλεγχος

Σε όλες τις περιπτώσεις - εκ κατασκευής - της εφαρμογής και για λόγους απλούστευσης των πράξεων στα επόμενα ερωτήματα β), γ) και δ), η παροχή προέκυψε: **Q ≈ 3,08** m³/s.

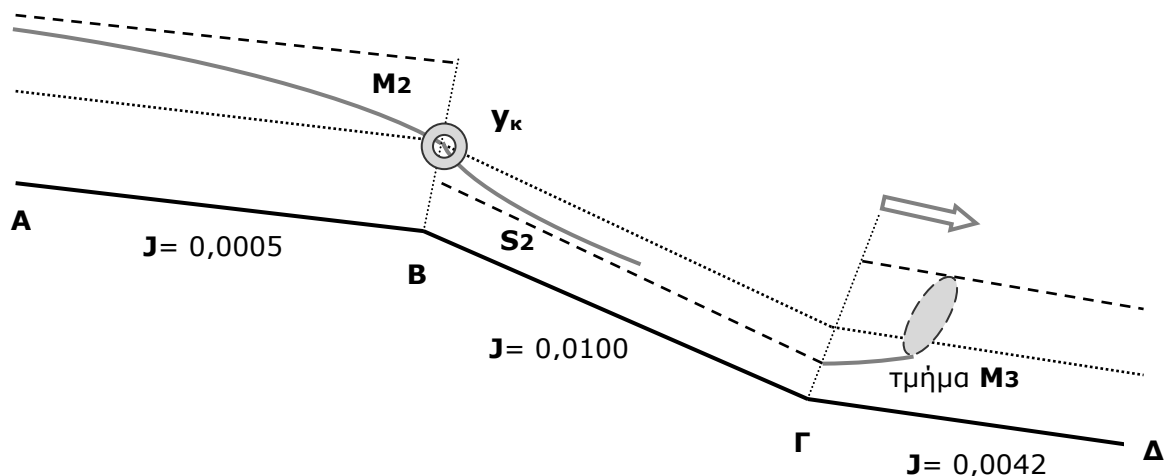
Θα χρησιμοποιήσουμε για την απάντηση στα επόμενα ερωτήματα τα μεγέθη τα οποία ήδη υπολογίσαμε στο ερώτημα α) με την ως άνω ενιαία - μέση - παροχή, η οποία προέκυψε από όλες τις μετρήσεις πραγματικών βαθών ροής, ανεξαρτήτως εάν διαφέρουν ολίγον κατά περίπτωση μέτρησης.

	J	Q [m ³ /s]	n	b [m]	y_κ [m]	y_ο [m]	ροή
AB	0,0005	3,05	0,016	4,00	0,39	0,80	υποκρίσιμη
ΒΓ	0,0100					0,30	υπερκρίσιμη
ΓΔ	0,0042					0,40	υποκρίσιμη

Επισκόπηση των τμημάτων ανά ζεύγη και χαρακτηρισμός των κατατομών

AB / ΒΓ → υποκρίσιμη / υπερκρίσιμη: **Π4** → **M2 @ AB** και **S2 @ ΒΓ**

ΒΓ / ΓΔ → υπερκρίσιμη / υποκρίσιμη: **Π9** → **u υδραυλικό άλμα, y_ο @ ΒΓ, (τμήμα) M3 @ ΓΔ**



Σύγκριση με 5.6.3: Η μείωση (υποδιπλασιασμός) της παροχής...

- *Προφανώς* προκάλεσε *σημαντική* μείωση του γ_K και των γ_o σε όλα τα τμήματα (βλ. 3.2.1)
- Όμως μεγέθη όπως η κρίσιμη κλίση ελάχιστα έως αμελητέα μετεβλήθησαν (βλ. 3.3.2 και 5.4.3):
 - Η *ποιοτική* μορφή της ελεύθερης επιφάνειας παρέμεινε *ίδια* στα τμήματα AB και ΒΓ – ανάντη
 - Η *ποιοτική* μορφή της ελεύθερης επιφάνειας παρέμεινε επίσης *ίδια* στο τμήμα ΒΓ – κατόντη
 - Όμως η έστω και *πολύ μικρή* μεταβολή της κρίσιμης κλίσης μετέβαλλε το χαρακτηρισμό της ΓΔ από κρίσιμη σε (*ολίγον*) υποκρίσιμη και δημιούργησε τις προϋποθέσεις για τη δημιουργία υδραυλικού άλματος με *πολύ μικρή* όδευση προς τα κατόντη

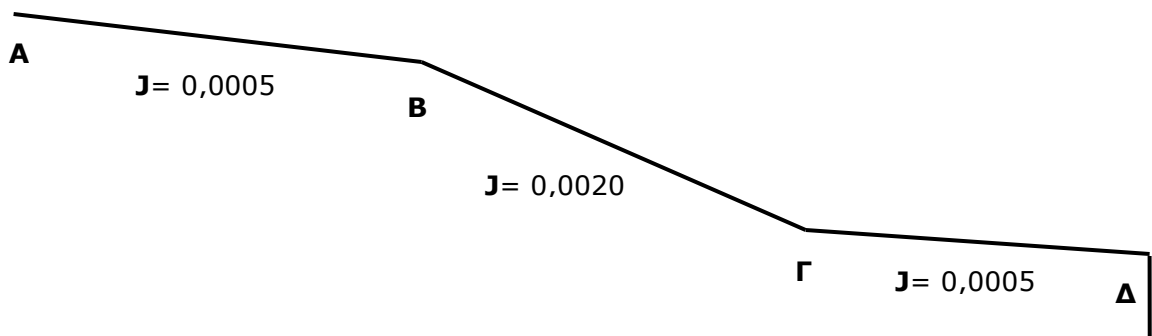
5.7.3 Ένας αγωγός ΑΒΓΔ (μεγάλου μήκους – βλ. Σχήμα), ορθογωνικής διατομής, ενιαίου πλάτους στον πυθμένα: **b= 4,00 m**, με συντελεστή τραχύτητας: **n= 0,016** μεταφέρει άγνωστη παροχή **Q** και καταλήγει σε ελεύθερη πτώση. Με βάση τα παρακάτω μετρηθέντα πραγματικά βάθη ροής σε διάφορες διατομές

σημείο	Δ (ακριβώς στην ακμή)	Γ	Β
y [m]	0,53	1,56	0,96

ζητείται:

- Να υπολογισθεί η μεταφερόμενη παροχή **Q**.
 - Να υπολογισθούν τα ομοιόμορφα βάθη **y_ο** και τα κρίσιμα βάθη **y_κ** σε όλα τα τμήματα.
 - Να χαρακτηριστεί η ροή με ομοιόμορφο βάθος ως υποκρίσιμη ή υπερκρίσιμη.
 - Να χαραχθούν και να χαρακτηρισθούν οι κατά μήκος κατατομές (καμπύλες) της ελεύθερης επιφάνειας.
- (Η εφαρμογή επικεντρώνεται στα προβλήματα του **5.4.2** με **αξιοποίηση** των **2.4.6** και **5.4.3**)

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



Παρότι η εφαρμογή μας προτρέπει να ανατρέξουμε και να κάνουμε σύγκριση με προηγούμενες, σε πρώτη φάση θα αγνοήσουμε τα υπάρχοντα αποτελέσματα – χρήσιμες γενικώς πληροφορίες και θα λειτουργήσουμε εξ' αρχής, ως εάν ο αγωγός είναι παντελώς άγνωστος.

1^η μέτρηση - πληροφορία: Σημείο **Δ** - **y_π= 0,53 m**

- Η διατομή **Δ** αποτελεί καθορισμένη ως θέση και μονοσήμαντη διατομή ελέγχου, εφόσον – όπως εδώ – ο αγωγός ΓΔ είναι μεγάλου μήκους και (με βάση την υπόδειξη) η κλίση του θεωρείται πολύ μικρή!
- Το πραγματικό βάθος ροής συνδέεται με το κρίσιμο βάθος: **y_π = 0,715·y_κ**
Η κλίση **J_{ΓΔ}** χαρακτηρίζεται (με βάση την υπόδειξη) υποκρίσιμη !
- Ο υπολογισμός διεξάγεται απ' ευθείας:

$$(13) \rightarrow Q = (y_{\kappa}^3 \cdot b^2 \cdot g)^{1/2} \text{ - Πρόβλημα } \mathbf{\Xi 1}$$

b [m]	y_π [m]	y_κ [m]	Q [m³/s]
4,00	0,53	0,74126	7,99557

- Δεν απαιτείται έλεγχος

2^η μέτρηση - πληροφορία: Σημείο **Γ** - **y = 1,56 m**

- Η διατομή **Γ** αποτελεί επίσης καθορισμένη ως θέση, αλλά **πολυσήμαντη** διατομή ελέγχου.
- Το πραγματικό βάθος ροής με πληροφορία **J_{BΓ} > J_{ΓΔ}** - αγνώστων όμως σε αυτή τη φάση - χαρακτηρισμών της κλίσης είναι γενικώς δυνατό να ταυτίζεται με διάφορα (βλ. 5.7.2 - 3^η μέτρηση)
 - ο μοιόμορφο βάθος: **y_Γ ≡ y_{οBΓ} (Π7, Π8 ή Π9 - με το άλμα να έχει οδεύσει κατάντη)**
 - ο μοιόμορφο βάθος: **y_Γ ≡ y_{οΓΔ} (Π1, Π12, ή Π9 - με το άλμα να έχει οδεύσει ανάντη ή να πραγματοποιείται ακριβώς στο Γ)**
- Απαιτείται σχετική διερεύνηση: **Υπόθεση + Έλεγχος** της
 - Υπόθεση**: με βάση την πιθανότερη περίπτωση.
<Εδώ> η σχετική διαφορά των κλίσεων **J_{BΓ}** και **J_{ΓΔ}** και τα απόλυτα μεγέθη τους υποδεικνύουν **Π1, Π12, ή Π9 - με το άλμα να έχει οδεύσει ανάντη ή να πραγματοποιείται ακριβώς στο Γ**: δηλαδή **y_Γ ≡ y_{οΓΔ}**
 - Έλεγχος**: εάν η εικόνα της υποθετικής περίπτωσης συνάδει με την εικόνα, η οποία προκύπτει από την προκύπτουσα (επίσης υποθετική...) παροχή
 - Μία** μόνο **περίπτωση** είναι δυνατή, άρα η επιβεβαίωση του ελέγχου σε μία περίπτωση απαλλάσσει από περαιτέρω διερεύνηση.
- Ο υπολογισμός διεξάγεται απ' ευθείας: (45) - Πρόβλημα **Ξ6**

J	n	b [m]	y_ο [m]	E_ο [m²]	Π_{οi} [m]	R_{οi}	Q [m³/s]
0,0005	0,016	4,00	1,56	6,24000	7,120000	0,87640	7,98643

- Ο έλεγχος διεξάγεται απ' ευθείας: Υπολογισμός Κρίσιμου βάθους - Πρόβλημα **Ξ1** (13) → **y_κ = 0,74069 m < y_{οΓΔ} = 1,56 m → ορθή υπόθεση!**
- Απαιτείται επί πλέον ο επακριβής καθορισμός της εικόνας, διότι παραπάνω απλώς ελέγχθηκε η ορθότητα της υπόθεσης μέσω της γενικής εικόνας
- Υπολογισμός Κρίσιμης κλίσης - Πρόβλημα **Ξ9**

y_κ [m]	E_κ [m²]	Π_κ [m]	R_κ	J_κ
0,74	2,96000	5,48000	0,54015	0,00424

- **J_{ΓΔ} = 0,0005 < J_{BΓ} = 0,0020 < J_κ = 0,0042 → Π1**

3^η μέτρηση - πληροφορία: Σημείο **Β** - **y = 0,96 m**

- Η διατομή **Β** αποτελεί καθορισμένη ως θέση, αλλά **πολυσήμαντη** διατομή ελέγχου.
- Το πραγματικό βάθος ροής με πληροφορία **J_{AB} < J_{BΓ}** - αγνώστων όμως σε αυτή τη φάση - χαρακτηρισμών της κλίσης είναι δυνατό να ταυτίζεται με το:
 - κρίσιμο βάθος: **y_Β ≡ y_κ (Π3, Π4)**
 - μοιόμορφο βάθος: **y_Β ≡ y_{οAB} (Π6, Π11)**
 - μοιόμορφο βάθος: **y_Β ≡ y_{οBΓ} (Π2)**

5.7.4 Ένας αγωγός ΑΒΓΔ (μεγάλου μήκους – βλ. Σχήμα), αποτελείται από τρία τμήματα: ΑΒ, ΒΓ και ΓΔ και μεταφέρει νερό με παροχή σχεδιασμού $Q = 8,00 \text{ m}^3/\text{s}$. Στο τμήμα ΑΒ προβλέπεται με συμμετρική τραπεζοειδή μερικώς βέλτιστη διατομή: $z = 0,55$ και συντελεστή τραχύτητας: $n = 0,025$. Στο τμήμα ΒΓ με ορθογωνική διατομή με βάθος ομοιόμορφης ροής και πλάτος ίσα με τα αντίστοιχα μεγέθη του ΑΒ και συντελεστή τραχύτητας: $n = 0,014$. Στο τμήμα ΓΔ με σύνθετη διατομή με βάθος και πλάτος της μικρής κοίτης ίσα με τα αντίστοιχα μεγέθη του ΒΓ, πλάτος της μεγάλης κοίτης ίσο με το πλάτος της ελεύθερης επιφάνειας στο τμήμα ΑΒ και διαφορετικούς συντελεστές τραχύτητας στις δύο κοίτες: $n_1 = 0,014$ (μικρή) και $n_2 = 0,025$ (μεγάλη).

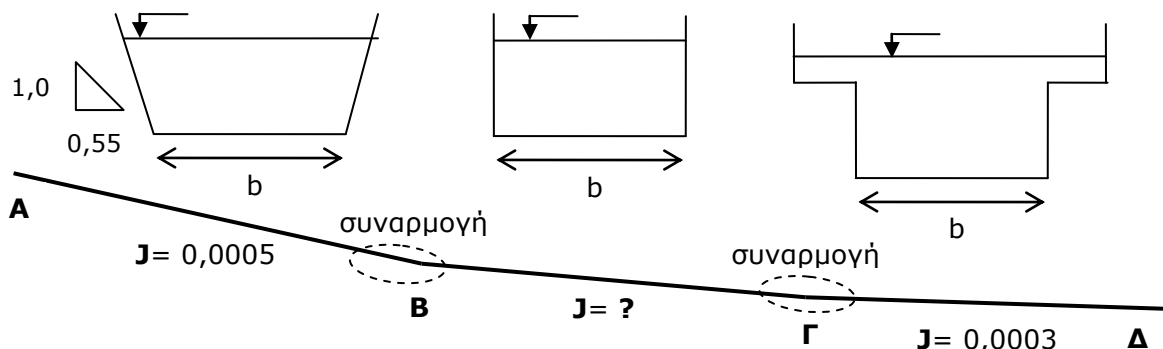
(Η εφαρμογή επικεντρώνεται κυρίως στο Πρόβλημα **312**)

Περίπτωση Ι Για την παραπάνω παροχή σχεδιασμού υπολογίστε:

- Το βάθος ομοιόμορφης ροής και το πλάτος b στο τμήμα ΑΒ
- Την κατά μήκος κλίση στο τμήμα ΒΓ
- Το βάθος ομοιόμορφης ροής στο τμήμα ΓΔ
- Τα γεωμετρικά στοιχεία (μήκος και υψομετρική διαφορά πυθμένων) στη συναρμογή στο Β, αμελώντας τοπικές απώλειες ενέργειας
- Χαρακτηρίστε τη ροή ως υπερκρίσιμη, κρίσιμη ή υποκρίσιμη σε όλα τα τμήματα

Περίπτωση ΙΙ Σε κάποια χρονική στιγμή μετρήθηκε στο σημείο Δ βάθος ροής ίσο με **1,56 m** υπολογίστε:

- Τη διερχόμενη παροχή Q^*
- Τα βάθη ομοιόμορφης ροής σε όλα τα τμήματα και χαρακτηρίστε εκ νέου τη ροή



Περίπτωση Ι

ΑΒ Συμμετρική Τραπεζοειδής Μερικώς Βέλτιστη διατομή (**312**)

$Q \text{ [m}^3/\text{s]}$	n	J	C_o
8,00	0,025	0,0005	8,94427

(63) $\rightarrow y_{oAB} = 2,20080 \text{ m}$ και (64) $\rightarrow b = 2,60254 \text{ m}$

$y_o \text{ [m]}$	$b \text{ [m]}$	z	$E_o \text{ [m}^2]$	$V \text{ [m/s]}$	$B \text{ [m]}$	$t_{\mu o} \text{ [m]}$	$F(y_o)$
2,20	2,60	0,55	8,38200	0,95443	5,02000	1,66972	0,24 $\rightarrow$ υποκρίσιμη

ΒΓ Ορθογωνική διατομή (**37**)

$Q \text{ [m}^3/\text{s]}$	n	$y_o \text{ [m]}$	$b \text{ [m]}$	$E_o \text{ [m}^2]$	$\Pi_o \text{ [m]}$	R_o	J
8,00	0,0014	2,20	2,60	5,72000	7,00000	0,81714	0,0005 (!) έτυχε

y_o [m]	b [m]	E_o [m ²]	V [m / s]	$t_{\mu o}$ [m]	$F(y_o)$
2,20	2,60	5,72000	1,39860	2,20000	0,30 → υποκρίσιμη

ΓΔ Σύνθετη διατομή (35) Μέθοδος χωριστών διατομών

Q [m ³ /s]	$b_{\mu\kappa\rho}$ [m]	$b'_{\mu\kappa\rho}$ [m]	$b_{\mu\epsilon\gamma\alpha\lambda}$ [m]	n_1	$n_{2,3}$	J
8,00	2,60	2,60	5,02	0,014	0,025	0,0003

$y_{\mu\kappa\rho\eta}$ [m]	$b_{\mu\kappa\rho\eta}$ [m]	$b'_{\mu\kappa\rho\eta}$ [m]	$E_{o\mu\kappa}$ [m ²]	$\Pi_{o\mu\kappa}$ [m]	$R_{o\mu\kappa}$ [m]	$Q_{o\mu\kappa\eta}$ [m ³ /s]
2,20	2,60	2,60	5,72000	7,00000	0,81714	6,18530 < 8,00 → σύνθετη

y_{o1} [m]	y_{on1} [m]	E_{oni} [m ²]	Π_{oni} [m]	R_{oni}	Q_{oni} [m ³ /s]	ΣQ_{oni} [m ³ /s]	δQ [%].
2,53430	2,53430 0,33430 0,33430	6,58918 0,40450 →	7,00000 1,54430 →	0,94131 0,26193 →	7,82984 0,16560 0,16560	8,16103	+2,01✓

→ $y_o = 2,53$ m

y_o [m]	E_o [m ²]	V_o [m / s]	B [m]	$t_{\mu o}$ [m]	$F(y_o)$
2,53	7,37660	1,08451	5,02000	1,46944	0,29 → υποκρίσιμη

Γεωμετρικά στοιχεία συναρμογής στο B (βλ. 2.4.3):

$$(38) \rightarrow L = (5,02 - 2,60) / 2 \cdot \tan 12,5^\circ = \mathbf{5,46 \text{ m}}$$

$$(36) \rightarrow \Delta z = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 \cdot g} = \mathbf{-0,05327 \text{ m}}: \text{ταπείνωση, χωρίς συνυπολογισμό της κλίσης}$$

$$\Delta z^* = 0,0005 \cdot 5,46 = \mathbf{-0,002730 \text{ m}}$$

$$\text{Τελικώς: } \Delta z = -0,05327 + 0,002730 = -0,05054 \text{ m} \approx \mathbf{-5,0 \text{ cm}}$$

Περίπτωση II - πληροφορία: Σημείο **Δ** - $y = 1,56$ m → **μικρή κοίτη!**

- Η διατομή **Δ** αποτελεί ασυμπτωτική ως θέση, αλλά **μονοσήμαντη** διατομή ελέγχου, εφόσον – όπως εδώ – ο αγωγός ΓΔ είναι μεγάλου μήκους!
- Το πραγματικό βάθος ροής ταυτίζεται με το ομοιόμορφο βάθος: $y_\Delta \equiv y_{o\Gamma\Delta}$ ανεξαρτήτως του - άγνωστου - χαρακτηρισμού της κλίσης $J_{\Gamma\Delta}$ ως υπερκρίσιμης / κρίσιμης / υποκρίσιμης!
- Ο υπολογισμός διεξάγεται απ' ευθείας: (45) – Πρόβλημα **36** και 5.4.3

J	n	b [m]	y_o [m]	E_o [m ²]	Π_o [m]	R_o	Q^* [m ³ /s]
0,0003	0,014	2,60	1,56	4,05600	5,72000	0,70909	3,99024

- Δεν απαιτείται έλεγχος

y_o [m]	E_o [m ²]	V_o [m / s]	$t_{\mu o}$ [m]	$F(y_o)$
1,56	4,05600	0,98373	1,56000	0,25 → υποκρίσιμη

ΒΓ Ορθογωνική διατομή (35)

Q [m ³ /s]	b [m]	n	J	C_o	Φ_o
3,99	2,60	0,014	0,0005	2,49814	0,19544

y_{o1}/b	y_{o1} [m]	E_{oi} [m²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%].	y_o [m]
0,495	1,28700	3,34620	5,17400	0,64673	2,50247	+0,17 ✓	1,28

y_o [m]	E_o [m²]	V [m / s]	t_{μo} [m]	F(y_o)
1,28	3,32800	1,19892	1,28000	0,34 → υποκρίσιμη

ΑΒ Συμμετρική Τραπεζοειδής (35)

(**Προσοχή:** δεν είναι πλέον μερικώς βέλτιστη § βλ. 4.1.2)

Q [m ³ /s]	b [m]	n	z	J	C_o	Φ_o	z_{πiv}	y_{o1}/b	y_{o1} [m]
3,99	2,60	0,025	0,55	0,0005	4,46096	0,34901	0,50 0,75	0,575 0,535	1,49500 1,39100

y_{o1} [m]	E_{oi} [m²]	Π_{oi} [m]	R_{oi}	C_{o1}	δC [%].	y_o [m]
1,47420	5,02822	5,96492	0,84296	4,48697	+0,58✓	1,47

y_o [m]	E_o [m²]	V [m / s]	B_o [m]	t_{μo} [m]	F(y_o)
1,47	5,01050	0,79633	4,21700	1,18817	0,23 → υποκρίσιμη