

Εργαστηριακές Ασκήσεις

Δ.Ο.Υ. Ι

Στο τοπογραφικό διάγραμμα κλίμακας 1:50.000 και ισοδιάστασης 100m, εμφανίζεται χειμαρρώδες ρεύμα, το οποίο καταλήγει σε ένα μεγαλύτερο αποδέκτη και επιβάλλεται η διευθέτησή του προκειμένου να αποφευχθεί η ζημιογόνα δράση του. Για το σκοπό αυτό πρέπει να υπολογιστούν :

A. ΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.

1. Να καθοριστεί η λεκάνη απορροής.
2. Να υπολογιστεί η έκταση της λεκάνης απορροής και να χαρακτηριστεί καθώς και ο βαθμός στρογγυλομορφίας της.
3. Να βρεθεί το ελάχιστο, μέσο και μέγιστο ύψος της λεκάνης.
4. Να βρεθεί η μέση κλίση της λεκάνης απορροής και να σχεδιαστεί ο χάρτης κλίσεων.
5. Να υπολογιστεί η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης του χειμαρρώδους ρεύματος.

B. ΤΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΩΔΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.

1. Να γίνει η σχεδίαση του υδρογραφικού δικτύου.
2. Να υπολογιστεί η συχνότητα και η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου και να χαρακτηριστεί.
3. Να καθοριστεί η τάξη των ρευμάτων του δικτύου κατά Strahler και κατά Horton και να υπολογιστεί ο μέσος συντελεστής διακλάδωσης.

Γ. Η ΜΕΓΙΣΤΗ ΥΔΑΤΟΠΑΡΟΧΗ

Προσδιορισμός της μέγιστης υδατοπαροχής με τους τύπους:

1. VALENTINI
2. MULLER
3. ISKOWSKI
4. TURAZZA
5. GIANDOTTI
6. Μέθοδο ιχνών απορροής.

και χρησιμοποίηση του μέσου όρου τους.

Δ. Η ΣΤΕΡΕΟΜΕΤΑΦΟΡΑ

Προσδιορισμός στερεομεταφοράς με τους τύπους :

1. MEYER – PETER - MULLER
2. STINY – HERCHEULIDZE

και χρησιμοποίηση της μικρότερης τιμής στους παραπάνω υπολογισμούς.

Ε. Ο ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΣΤ. Η ΚΛΙΣΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ

ΔΙΝΟΝΤΑΙ

- Αντιπροσωπευτική διατομή της κοίτης και κλίση της κοίτης στη θέση αυτή $j=0,085$
- Μέσο ετήσιο ύψος βροχής $N=1260$ mm/έτος (από μετεωρολογικό σταθμό στα 1.000m)
- Μέσο ετήσιο ύψος βροχής 24ώρου $h=325$ mm/24ωρο
- Βροχοβαθμίδα 112mm/100m
- εδάφη λεκάνης απορροής λίγο διαπερατά
- Φυτοκάλυψη: δάσος 60%, λιβάδια 20%, υπόλοιπο γυμνό.
- Ειδικό βάρος υλικών της κοίτης $2,2$ tn/m³
- Μέση διάμετρος υλικών καλυπτηρίου στρώματος κοίτης $d=0,60$ m
- Χειμαρρικότητα λεκάνης έντονη
- Μέση διάμετρος μεγαλύτερων λίθων 0,65m.
- Επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10$ m/sec²
- Συντελεστής τραχύτητας $K=19$
- Ειδικό βάρος νερού $\gamma_n=1.0$ tn/m³
- Συντελεστής ΒΑΖΙΝ C (από πίνακες).
- Συντελεστής τριβής $f=0,76$

Επίλυση

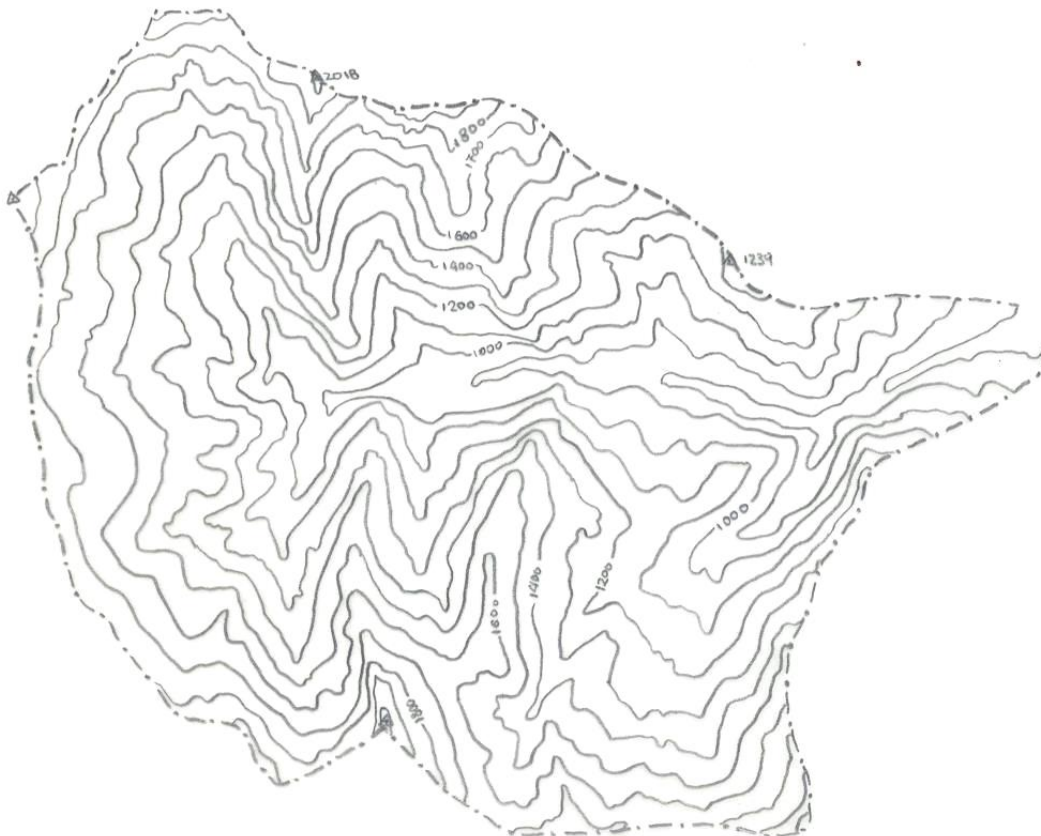
Στο τοπογραφικό διάγραμμα κλίμακας 1:50.000 και ισοδιάστασης 100m, εμφανίζεται χειμαρρικό ρεύμα, το οποίο καταλήγει σε ένα μεγαλύτερο αποδέκτη και επιβάλλεται η διευθέτησή του προκειμένου να αποφευχθεί η ζημιογόνα δράση του. Για το σκοπό αυτό πρέπει να υπολογιστούν :

A. ΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.

1. Να καθοριστεί η λεκάνη απορροής.

Γίνεται επί του χάρτη η χάραξη του υδροκρίτη

Εφαρμογή:



ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ	
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	
(ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50.000)	
---	Υδροκρίτης
Ισοδιάσταση:	100m

2. Να υπολογιστεί η έκταση της λεκάνης απορροής και να χαρακτηριστεί καθώς και ο βαθμός στρογγυλομορφίας της.

Γίνεται εμβαδομέτρηση της λεκάνης απορροής είτε με τη μέθοδο των τετραγωνιδίων σε χιλιοστομετρικό χαρτί, είτε με τη χρησιμοποίηση πολικού εμβαδόμετρου.

Ανάλογα με το μέγεθος της επιφάνειάς τους οι λεκάνες απορροής διακρίνονται ως εξής:

<u>Έκταση ορεινών λεκανών</u>	<u>Χαρακτηρισμός λεκανών</u>
<10 Km ²	πολύ μικρές
10–30 Km ²	μικρές
30–80 Km ²	μέτριες
80–150 Km ²	μεγάλες
150–250 Km ²	αρκετά μεγάλες
>250 Km ²	πολύ μεγάλες

Ο βαθμός στρογγυλομορφίας της λεκάνης δίνεται από τη σχέση μεταξύ του εμβαδού και της

περιμέτρου της ως εξής: $\frac{F_N}{U_N}$

όπου: F_N : εμβαδόν της επιφάνειας της λεκάνης (Km²)

U_N : μήκος της περιμέτρου της λεκάνης, δηλ. του υδροκρίτη (Km)

Εφαρμογή :

Με τη μέθοδο του χιλιοστομετρικού χαρτιού υπολογίστηκε το εμβαδόν της λεκάνης το οποίο ανέρχεται σε 32.450στρ ή $F_N = 32,45 \text{ Km}^2$.

Άρα πρόκειται για μία **μέτρια** λεκάνη.

Ο **βαθμός στρογγυλομορφίας** είναι: $\frac{32,45}{26,95} = 1,2$

3. Να βρεθεί το ελάχιστο, μέσο και μέγιστο ύψος της λεκάνης.

Το **ελάχιστο** και το **μέγιστο** υψόμετρο της λεκάνης προσδιορίζεται επί του τοπογραφικού χάρτη ενώ

το **μέσο** δίνεται από το τύπο: $H_m = \frac{\sum(I_i \cdot H_i)}{\sum I_i}$

όπου H_m : μέσο υψόμετρο λεκάνης σε (m)

I_i : μήκος χωροσταθμικής καμπύλης (Km)

H_i : υψόμετρο της παραπάνω καμπύλης (m)

i : αύξων αριθμός καμπύλης

Εφαρμογή :

Το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης ανέρχεται σε $H_{\min} = 650m$ και το μέγιστο σε $H_{\max} = 2.042m$.

<i>Χωροσταθμική καμπύλη (H_i)</i>	<i>Μήκος χωροσταθμικής (I_i)</i>	<i>(H_i)· (I_i)</i>
700	3,080	2156,0
800	6,710	5368,0
900	9,735	8761,5
1000	14,355	14355,0
1100	18,480	20328,0
1200	18,810	22572,0
1300	20,350	26455,0
1400	22,550	31570,0
1500	21,725	32587,5
1600	22,055	35288,0
1700	18,150	30855,0
1800	11,055	19899,0
1900	4,620	8778,0
2000	0,770	1540,0
ΑΘΡΟΙΣΜΑ	192,445	260513

Άρα $H_m = 260513 / 192,445 = 1353,70m$

4. Να βρεθεί η μέση κλίση της λεκάνης απορροής και να σχεδιαστεί ο χάρτης κλίσεων.

Η μέση κλίση της λεκάνης απορροής δίνεται από τη σχέση: $Jm_e = \frac{\Delta H \cdot \Sigma I}{F}$

όπου Jm_e : μέση κλίση της λεκάνης απορροής ως εφαπτομένη γωνίας

ΔH : ισοδιάσταση χωροσταθμικών καμπυλών (Km)

ΣI : το άθροισμα των μηκών όλων των χωροσταθμικών καμπυλών της λεκάνης (Km).

F : εμβαδόν της επιφάνειας της λεκάνης (Km²).

Εφαρμογή :

Από τον παραπάνω τύπο προκύπτει: $Jm_e = \frac{0,1 \cdot 192,445}{32,45} = 59,30\%$

5. Να υπολογιστεί η μέση κλίση της κεντρικής κοίτης του χειμαρρώδους ρεύματος.

Δίνεται από τον τύπο: $Jm_e = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L}$

Εφαρμογή :

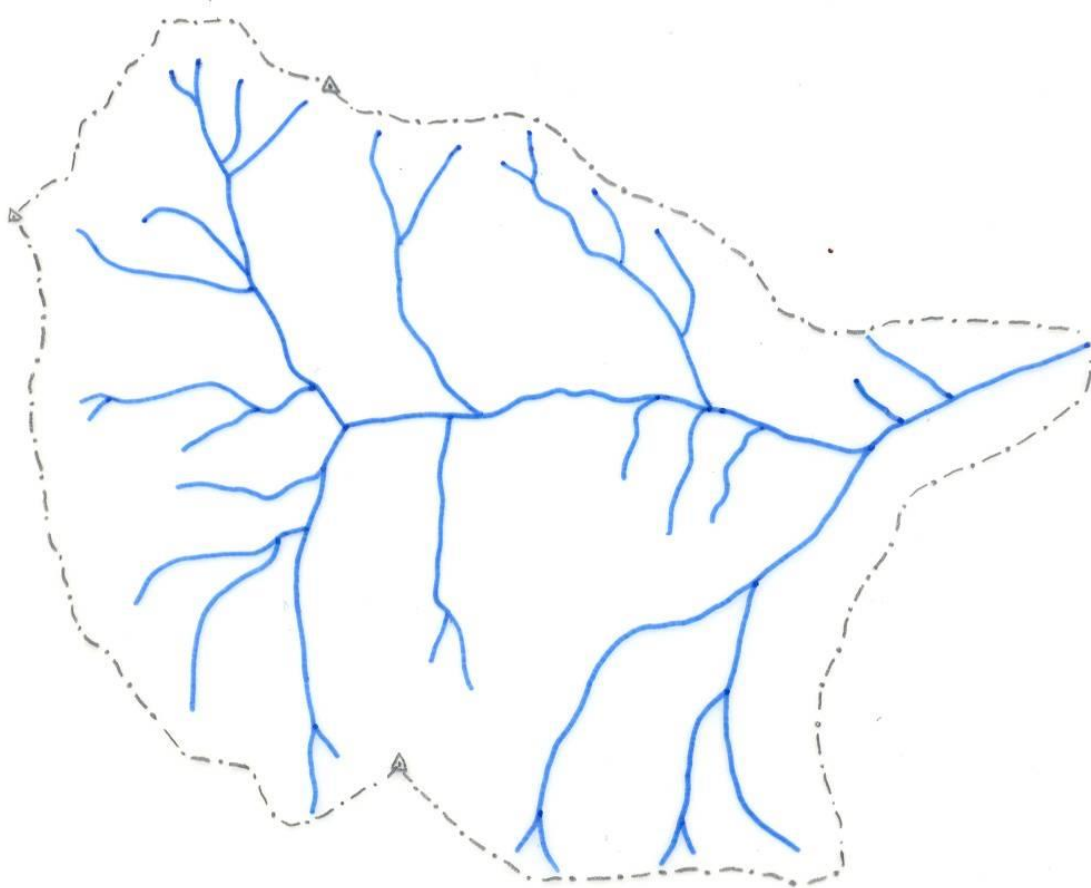
$Jm_e = \frac{1800 - 650}{8900} = 12,92\%$

B. ΤΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΩΔΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.

1. Να γίνει η σχεδίαση του υδρογραφικού δικτύου.

Επί του τοπογραφικού χάρτη σχεδιάζεται η κεντρική κοίτη, οι συμβάλλοντες και οι κλάδοι τους.

Εφαρμογή :



1. Να υπολογιστεί η συχνότητα και η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου και να χαρακτηριστεί.

Συχνότητα E_n του υδρογραφικού δικτύου είναι ο λόγος του συνολικού αριθμού των ρευμάτων προς

το εμβαδόν της λεκάνης:
$$E_n = \frac{(\Sigma N)_n}{F_n}$$

Πυκνότητα D_n του υδρογραφικού δικτύου είναι ο λόγος του συνολικού μήκους των κλάδων της

λεκάνης προς το εμβαδόν της λεκάνης:
$$D_n = \frac{(\Sigma L)_n}{F_n}$$

Διακρίνουμε:

αδρομερές υδρογραφικό δίκτυο όταν $D_n < 8$,

μέτριο $8 < D_n < 20$,

λεπτοφυές $20 < D_n < 200$

εξαιρετικά λεπτοφυές $200 < D_n$

Εφαρμογή :

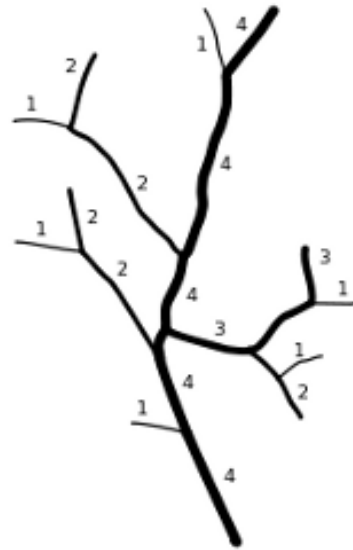
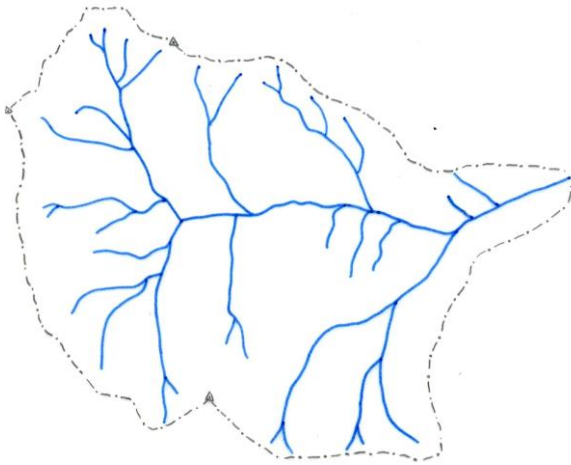
Συχνότητα:
$$E_n = \frac{32}{32,45} = 0,99 \text{ Km}^{-2}$$

Πυκνότητα:
$$D_n = \frac{52,280}{32,45} = 1,61 \text{ Km}^{-1} < 8, \quad \text{αδρομερές.}$$

1. Να καθοριστεί η τάξη των ρευμάτων του δικτύου κατά Horton και κατά Strahler και να υπολογιστεί ο μέσος συντελεστής διακλάδωσης.

Η διαδικασία της αρίθμησης κατά **Horton** είναι η εξής:

Η εκκίνηση γίνεται από τα ψηλότερα σημεία της λεκάνης. Όσες χαραδρώσεις εκβάλλουν απ' ευθείας στην κεντρική κοίτη του ρεύματος, ονομάζονται *πρώτης τάξης*. Όπου υπάρχει ένας κλάδος ή συμβάλλοντας του ρεύματος, πρέπει και σ' αυτόν να οριστεί η κεντρική κοίτη του οπότε όσα ρεύματα εκβάλλουν από μόνα τους στην κεντρική κοίτη του κλάδου ή του συμβάλλοντα, ονομάζονται επίσης ρεύματα πρώτης τάξης. Ο κλάδος ή ο συμβάλλοντας που δέχεται έστω και ένα ρέυμα πρώτης τάξης, χαρακτηρίζεται ως ρέυμα *δεύτερης τάξης*. Εάν δε στην κεντρική κοίτη του κλάδου ή του συμβάλλοντα εισρέει έστω και ένα ρέυμα δεύτερης τάξης, αυτός χαρακτηρίζεται ως *τρίτης τάξης* κ.ο.κ. Η αρίθμηση των κοιτών συνεχίζεται μέχρι την τάξη εκείνη, που θα αντιστοιχεί στην κεντρική κοίτη του ρεύματος.

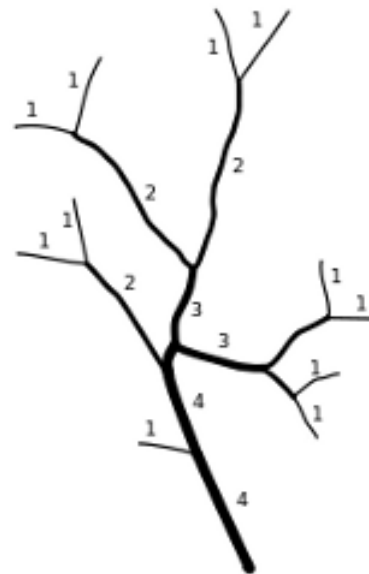
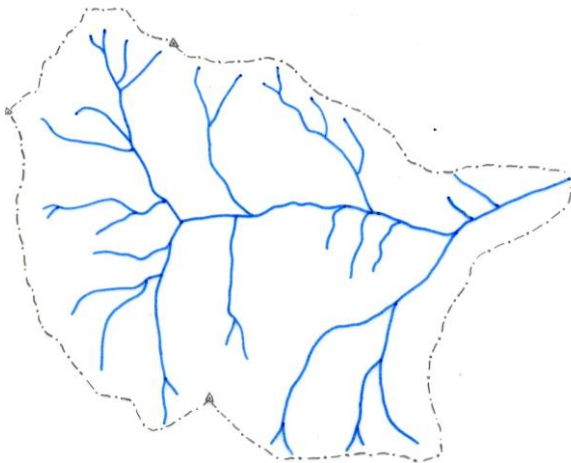


Αρίθμηση κατά Horton

Η διαδικασία της αρίθμησης κατά **Strahler** είναι η εξής:

Οι μικρότερες μη διακλαδιζόμενες κοίτες ρευμάτων χαρακτηρίζονται ως *πρώτης τάξης*. Όταν ενώνονται δύο ή περισσότερα ρεύματα πρώτης τάξης, σχηματίζεται ένα τμήμα κοίτης *δεύτερης τάξης*, όταν δε ενώνονται δύο ή περισσότερες κοίτες δεύτερης τάξης σχηματίζεται ένα τμήμα κοίτης *τρίτης τάξης* κ.ο.κ. Μ' αυτό το τρόπο υπάρχει μόνο ένα τμήμα κοίτης μεγαλύτερης τάξης και δύο τουλάχιστο τμήματα κοίτης υπό τη μεγαλύτερη τάξη.

Εφαρμογή :



Αρίθμηση κατά Strahler

Συντελεστής διακλάδωσης (κατά Horton)

Τάξη αγωγού	Αριθμός Ρευμάτων	Μήκος Ρευμάτων	Συντελεστής διακλάδωσης
1	23	20.420	(1-2)→3,83
2	6	14.820	(2-3)→3,00
3	2	8.140	(3-4)→2,00
4	1	8.900	

Μέσος συντελεστής διακλάδωσης: $(3,83+3+2)/3 = 2,94$

4. Υπολογισμός του συντελεστή απορροής

Ο συντελεστής απορροής υπολογίζεται με τον τύπο του Hartel:

$$a = N1 \cdot N2 \cdot N3 \cdot N4$$

Όπου :

N1, N2, N3, N4, συντελεστές που επηρεάζουν την απορροή.

Πίνακας 1. N1 : συντελεστής που εξαρτάται από το μήκος της κοίτης

<i>L (km)</i>	0,20	0,30	0,40	10,0
<i>N1</i>	0,90	0,85	0,80	0,45

Πίνακας 2. N2 : συντελεστής που εξαρτάται από το ποσοστό του δάσους που καλύπτει τη λεκάνη απορροής

<i>Ποσοστό δάσωσης</i>	100	75	50	25
<i>N2</i>	0,6	0,7	0,8	0,9

Πίνακας 3. N3 : συντελεστής που εξαρτάται από τη διαμόρφωση του εδάφους

<i>Διαμόρφωση του εδάφους</i>	Πολύ απότομα	Ισχυρά λοφώδη	Μέτρια λοφώδη
<i>N3</i>	0,90	0,85	0,80

Πίνακας 4. N4 : συντελεστής που εξαρτάται από τη διαπερατότητα του εδάφους

<i>Διαπερατότητα του εδάφους</i>	Αδιαπέρατα	Λίγο διαπερατά	Μέτρια διαπερατά	Πολύ διαπερατά
<i>N4</i>	0,90	0,85	0,75	0,70

Εφαρμογή:

Το μήκος της κεντρικής κοίτης της λεκάνης απορροής μετρήθηκε $L = 8.9 \text{ km}$.

Από τον πίνακα 1 με γραμμική παρεμβολή προκύπτει $N1 = 0.49$.

Το ποσοστό δάσωσης είναι 60,0%, οπότε από τον πίνακα 2 προκύπτει $N2 = 0,76$.

Η διαμόρφωση του εδάφους χαρακτηρίζεται ως πολλή απότομη οπότε από τον πίνακα 3 προκύπτει $N3 = 0,90$.

Τα εδάφη της λεκάνης απορροής είναι λίγο διαπερατά οπότε από τον πίνακα 4 προκύπτει $N4 = 0,90$.

Τελικά ο συντελεστής απορροής είναι $a = 0,49 \cdot 0,76 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,30$

Γ. Η ΜΕΓΙΣΤΗ ΥΔΑΤΟΠΑΡΟΧΗ

Προσδιορισμός της μέγιστης υδατοπαροχής με τους τύπους:

1. VALENTINI:
$$q_{\max} = \frac{30}{\sqrt{F}}$$

Εφαρμογή :
$$q_{\max} = \frac{30}{\sqrt{32,45}} = 5,27 \text{ m}^3/\text{sec Km}^2$$

2. MULLER:
$$q_{\max} = y_m \cdot \frac{40}{\sqrt[3]{F}}, \quad y_m = \frac{F_1 \cdot y_1 + F_2 \cdot y_2}{F}$$

όπου F_1 : δασοσκεπής έκταση

F_2 : λιβαδική ή αγροκαλλιεργούμενη έκταση

y_1, y_2 : αντίστοιχοι συντελεστές απορροής που προσδιορίζονται ως εξής:

Π Ε Ρ Ι Ο Χ Η	Κ Α Λ Λ Ι Ε Ρ Γ Ε Ι Α	ΚΛΙΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ		
		μικρή	μέση	ισχυρή
Περιοχές άνω των δασοορίων	αγροί, λιβάδια	0,4	0,6	0,8
μέσες περιοχές	πυκνό δάσος	0,2	0,4	0,6
χαμηλές περιοχές	λιβάδια, γεωργικές καλλιέργειες	0,1	0,2	0,4

Εφαρμογή:

Είναι: $y_m = 0,6 \cdot 0,6 + 0,8 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,2 = 0,72$

άρα $q_{\max} = 0,72 \frac{4}{\sqrt[3]{32,45}} = 0,903 \text{ m}^3/\text{sec}$

και $Q_{\max} = q_{\max} \cdot F = 9,03 \cdot 32,45 = 293,02 \text{ m}^3/\text{sec}$

3. ISZKOWSKI: $q_{\max} = ah \cdot m \cdot H$

όπου: H: μέσο ετήσιο ύψος βροχής, σε μέτρα.

ah: συντελεστής διαμόρφωσης της λεκάνης, ο οποίος προσδιορίζεται ως εξής:

Κατηγορίες εδάφους	I	II	III	IV
	0,030	0,055		
λοφώδεις, ημιορεινές περιοχές.	0,035	0,050	0,125	
ορεινές περιοχές.	0,04 – 0,05	0,082 – 0,14	0,155 – 0,29	0,40 – 0,55
πολύ ορεινές περιοχές	0,06 – 0,08	0,16 – 0,21	0,36 – 0,60	0,60 – 0,80

Οι κατηγορίες των παραπάνω εδαφών είναι οι εξής:

I: πολύ διαπερατά εδάφη με κανονική βλάστηση, ή ανάμεικτα εδάφη.

II: εδάφη μέσης διαπερατότητας με κανονική βλάστηση.

III: λίγο διαπερατά εδάφη με κανονική βλάστηση σε απότομες θέσεις.

IV: αδιαπέραστα εδάφη με σποραδική βλάστηση και δυσμενείς γενικά μορφολογικές συνθήκες.

m: συντελεστής μεγέθους λεκάνης

F(km ²):	1	10	20	50	100	500
m:	10	9,5	9,0	7,95	7,40	5,90

Εφαρμογή:

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής από μετεωρολογικό σταθμό της περιοχής σε υψόμετρο 1000m από τα δεδομένα είναι 1260mm/έτος και η βροχοβαθμίδα στη συγκεκριμένη περιοχή είναι 112mm/100m.

Υπολογίστηκε το μέσο υψόμετρο της λεκάνης $H_m=1353,70m$

Έχοντας υπόψη τα παραπάνω το μέσο ετήσιο ύψος βροχής της λεκάνης θα

$$\text{είναι: } H = 1260\text{mm} + \left[(1353,70 - 1000) \cdot \frac{112}{100} \right] \text{mm} = 1656,14\text{mm}$$

Επειδή τα εδάφη είναι λίγο διαπερατά με κανονική βλάστηση και επειδή οι περιοχές είναι πολύ ορεινές με βάση τον παραπάνω πίνακα βρίσκουμε $0,36 < ah < 0,60$ και θέτω $ah=0,50$

Το συντελεστή m θα τον υπολογίσουμε με τη μέθοδο της γραμμικής παρεμβολής.

Από τον πίνακα όταν το $F = 20\text{Km}^2$ είναι $m=9$ και όταν $F = 50\text{Km}^2$ είναι $m=7,95$. Δηλαδή όταν το F αυξάνει κατά 30 Km^2 το m μειώνεται κατά 1,05

$$\text{Επομένως για } F=32,45 \text{ Km}^2 \text{ θα έχουμε } m = 9 - (32,45 - 20) \cdot \frac{1,05}{30} = 8,564$$

$$\text{Άρα } q_{\max} = 0,5 \cdot 8,564 \cdot 1,656 = 7,09 \text{ m}^3/\text{sec}$$

4. TURAZZA:
$$Q_{\max} = 11,57 \cdot \alpha \cdot K \cdot F \cdot \frac{h_p}{t_p + t_c}$$

όπου: α: συντελεστής απορροής (εκτιμάται)

K: συντελεστής αιχμής, K=2

t_p: η διάρκεια της βροχής, σε ημέρες. (θεωρείται ότι t_p = t_c)

t_c: μέγιστος χρόνος συγκέντρωσης της απορροής, σε ημέρες.

$$t'_c = \frac{t'_c}{24}, \text{ όπου } t'_c \text{ ο χρόνος } t_c \text{ εκφρασμένος σε ώρες}$$

$$t'_c = \frac{4\sqrt{F} + 1,5 \cdot L}{0,8\sqrt{Z}} \text{ (ώρες)}$$

L: μήκος κεντρικής κοίτης (km)

Z: διαφορά μεταξύ μέσου και ελάχιστου υψόμετρου (m)

h_p: μέγιστο ύψος βροχής με διάρκεια ίση με t_p (m)

$$h_p = \frac{h'}{1000}$$

$$h' = \left[a - \left(\frac{a}{72} t'_p \right) \right] \sqrt{t'_p}, \text{ (mm)}$$

όπου a συντελεστής που προσδιορίζεται από τον τύπο:

$$a = \frac{h}{3,27}$$

h: μέγιστο ύψος βροχής 24 ώρου (mm)

t'_p: ο χρόνος t_p σε ώρες.

Εφαρμογή :

- Το εμβαδόν της λεκάνης είναι **F=32,45 Km²**
- Υπολογίστηκε ο συντελεστής απορροής **α=0,3**
- Ο συντελεστής αιχμής λαμβάνεται **K=2**
- Ο χρόνος συγκέντρωσης της απορροής σε ώρες είναι:

$$Tc' = \frac{4\sqrt{32,45} + 1,5 \cdot 8,9}{0,8\sqrt{1350,70 - 650}} = 1,706$$

άρα σε ημέρες είναι: $t_c = \frac{t'_c}{24} = \frac{1,706}{24} = 0,071$

και t_c=t'_c=0,071

$$\triangleright h' = \left[a - \left(\frac{a}{72} t'_p \right) \right] \sqrt{t'_p} = 99,39 - \left(\frac{99,39}{72} \cdot 1,706 \right) \cdot \sqrt{1,706} = 96,314 \text{ mm}$$

$$\text{όπου } a = \frac{h}{3,27} = \frac{325}{3,27} = 99,39$$

$$\text{οπότε: } h_p = \frac{h'}{1000} = 0,096 \text{ m}$$

$$\text{και τελικά: } Q = 11,57 \cdot 0,3 \cdot 2 \cdot 32,45 \cdot \frac{0,096}{0,071 + 0,071} = 152,29 \text{ m}^3 / \text{sec}$$

GIANDOTTI: $Q_{\max} = \frac{0,277 \cdot P \cdot F}{t'_c}$

όπου: P: ύψος βροχής σε χρόνο t'_c (mm)

$$P = h \cdot \sqrt{\frac{t'_c}{24}}$$

h: μέγιστο ύψος βροχής 24ώρου (mm)

t'_c : μέγιστος χρόνος συγκέντρωσης της απορροής (ώρες)

$$t'_c = \frac{4\sqrt{F} + 1,5 \cdot L}{0,8\sqrt{Z}}$$

L: μήκος κεντρικής κοίτης (km)

Z: διαφορά μεταξύ μέσου και ελάχιστου υψόμετρου (m)

Εφαρμογή :

Είναι $P = 325 \cdot \sqrt{\frac{1,706}{24}} = 86,67 \text{ mm}$

$F = 32,45 \text{ Km}^2$

και $t'_c = 1,706$ (ώρες)

άρα $Q_{\max} = \frac{0,277 \cdot 86,65 \cdot 32,45}{1,706} = 456,55 \text{ m}^3/\text{sec}$

5. ΜΕΘΟΔΟΣ ΙΧΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.

Η εξίσωση Manning – Strickler:

Η χρησιμοποίηση της εξίσωσης Manning – Strickler προϋποθέτει την ύπαρξη ομαλής ροής.

Η εξίσωση της ταχύτητας δίνεται από τον τύπο:

$$\boxed{U = K \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}}$$

όπου: U = μέση ταχύτητα ροής (m/sec)

$R = \eta \text{ υδραυλική ακτίνα} = \frac{f}{V}$ (m)

f = διαβρεχόμενη επιφάνεια (m^2)

V = περιβρεχόμενη περίμετρος (m)

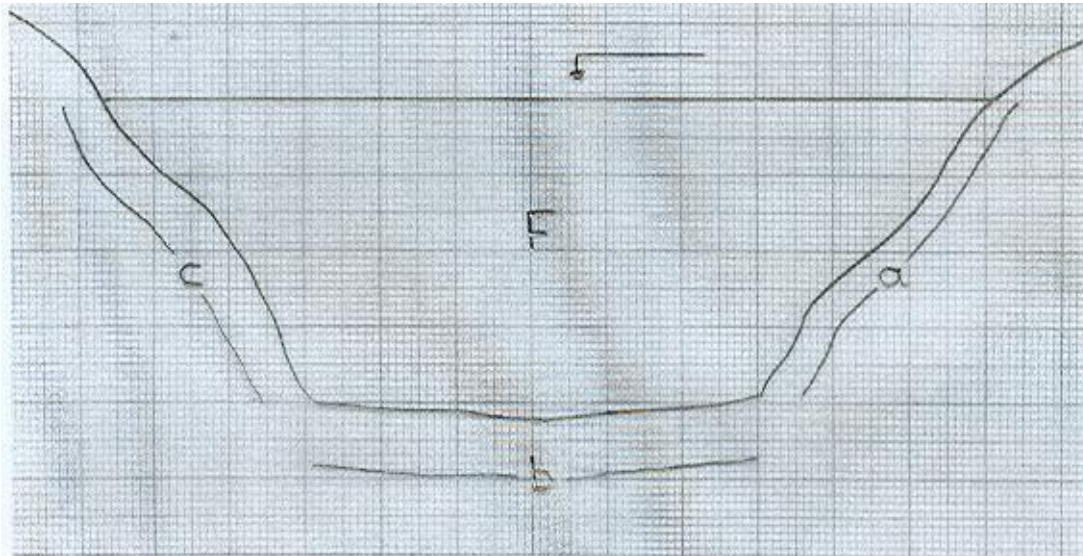
J = κατά μήκος κλίση της κοίτης

K = συντελεστής τραχύτητας

Στη συνέχεια η παροχή υπολογίζεται από τη γνωστή σχέση: $Q_{\max} = F \cdot U$

Εφαρμογή :

Χαρακτηριστική διατομή κοίτης
Κλίση $j=0,086$
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100



Στην χαρακτηριστική διατομή της κοίτης εμφανίζονται τα ίχνη της στάθμης του νερού μετά από μια πλημμυρική παροχή.

Από την παραπάνω κατά πλάτος τομή της κοίτης μετρούμε τα εξής στοιχεία :

- την διαβρεχόμενη επιφάνεια $f=41\text{m}^2$
- την περιβρεχόμενη περίμετρο $V = a+b+c=5,3+5,9+5,5=16,7\text{m}$

και υπολογίζουμε την υδραυλική ακτίνα $R = \frac{F}{V} = \frac{41}{16,7} = 2,455\text{m}$

Η εξίσωση Manning – Strickler δίνει την μέση ταχύτητα ροής από την συγκεκριμένη διατομή : $U_m = K \cdot R^{2/3} \cdot j^{1/2} = 19 \cdot 2,455^{2/3} \cdot 0,086^{1/2} = 10,14 \text{ m/sec}$

Στη συνέχεια η παροχή υπολογίζεται από τη σχέση :

$$Q = F \cdot U = 41 \cdot 10,14 = 415,74 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Από τις παραπάνω μεθόδους υπολογισμού της υδατοπαροχής υπολογίζεται και γίνεται χρήση του μέσου όρου αυτών :

$$\overline{Q}_{\max} = 286,45 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Δ. Η ΣΤΕΡΕΟΜΕΤΑΦΟΡΑ

Προσδιορισμός στερεοπαροχής με τους τύπους :

1. MEYER – PETER και MULLER

Η στερεοπαροχή δίνεται από τη σχέση: $G = g_v \cdot b$

όπου: b το μέσο πλάτος της κοίτης του φυσικού ρεύματος (m)

g_v η ειδική στερεοπαροχή ανά μονάδα πλάτους κοίτης εκφρασμένης σε ξηρό όγκο και δίνεται από τη

$$\text{σχέση: } g_v = \frac{25}{\gamma_s} \cdot \gamma_w \cdot \left(\frac{U_m}{k_r} \right) \cdot j^{1/4} - 0,047 \cdot \gamma_s'' \cdot d_m^{3/2} \cdot \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_s - 1} \right)$$

όπου : γ_s : το ειδικό βάρος των στερεών υλικών της κοίτης (tn/m³)

γ_w : το ειδικό βάρος του νερού (tn/m³)

U_m : η μέση ταχύτητα του νερού (m/sec)

k_r : συντελεστής τραχύτητας, ο οποίος εκφράζει την τραχύτητα των κόκκων του πυθμένα.

Δίνεται από την σχέση :

$$k_r = \frac{26}{\sqrt[6]{d_{90}}}$$

j : κλίση της κοίτης

γ_s'' : στερεό βάρος των υλικών μέσα στο νερό (tn/m³), το οποίο είναι:

$$\gamma_s'' = \gamma_s - \gamma_w$$

d_m : αντιπροσωπευτική (καθοριστική) διάμετρος του μίγματος υλικών του πυθμένα (m).

Προσδιορίζεται ως εξής : υπολογίζεται αρχικά η μέση διάμετρος (\bar{d}) των λίθων του καλυπτηρίου στρώματος της κοίτης. Αυτή ισούται (για μεσευρωπαϊκές συνθήκες) με τη διάμετρο στα 90% του βάρους του αρχικού μίγματος (d_{90}). Έτσι προκύπτει η σχέση $\bar{d} = d_{90} = (2,3 \text{ έως } 3) \cdot d_m$

Εφαρμογή :

Από τα δεδομένα έχουμε :

- Ειδικό βάρος νερού $\gamma_w = 1 \text{ tn / m}^3$
- Ειδικό βάρος υλικών κοίτης $\gamma_s = 2,2 \text{ tn / m}^3$
- Άρα ειδικό βάρος βυθισμένων υλικών $\gamma_s'' = \gamma_s - \gamma_w = 1,1 \text{ tn / m}^3$
- Από την εξίσωση Manning – Strickler υπολογίστηκε :
- Μέση ταχύτητα νερού $U_m = 10,14 \text{ m / sec}$
- Είναι $d_{90} = 0,60 \text{ m}$ οπότε συντελεστής τραχύτητας $k_r = \frac{26}{\sqrt[6]{0,60}} = 28,31$
- η μέση κλίση της κοίτης επίσης υπολογίστηκε $j = 12,92 \%$
- η αντιπροσωπευτική διάμετρος του μίγματος των υλικών του πυθμένα είναι :

$$d_m = \frac{d_{90}}{2,3} = \frac{0,60}{2,3} = 2,6m$$

Από τα παραπάνω προκύπτει ειδική στερεοπαροχή :

$$g_v = \frac{25}{2,2} \cdot 1 \cdot \left(\frac{10,4}{28,31} \right) \cdot 0,1292^{1/4} - 0,047 \cdot 1,1 \cdot (0,26)^{3/2} \cdot \left(\frac{2,2}{2,2 - 1} \right) = 2,43 \text{ m}^3 / \text{sec} \cdot m$$

Η ολική στερεοπαροχή θα υπολογιστεί από τη σχέση :

$$G = g_v \cdot b$$

Όπου b το μέσο πλάτος της κοίτης του ρεύματος. Θεωρούμε ως μέσο πλάτος της κοίτης αυτό που απεικονίζεται στην αντιπροσωπευτική διατομή και είναι $b = 6m$.

$$\text{Οπότε : } G = 2,43 \cdot 6 = 14,58 \text{ m}^3 / \text{sec}$$

2. STINY – HERHEULIDZE

Η στερεοπαροχή δίνεται από την εμπειρική εξίσωση:

$$G = \frac{P_n \cdot m}{Y_n \cdot (100 - P_n)} \cdot Q$$

όπου: $G =$ η στερεοπαροχή του χειμαρρώδους ρεύματος (m^3/sec)

$Q =$ η υδατοπαροχή του χειμαρρώδους ρεύματος (m^3/sec)

$P_n =$ το επί % βάρος στερεών υλικών για ορισμένη κλίση:

κλίση λεκάνης %	P_n (%)
5-15	20
16-25	25
26-35	30
36-40	35

$Y_n =$ εξαρτάται από τη σύσταση και δομή των υλικών που μεταφέρονται. Κυμαίνεται μεταξύ 1,5 (άμμος) και 2,6 (κροκάλες γρανιτών)

$m =$ εξαρτάται από τα χειμαρρικά φαινόμενα:

<u>Κατηγορία λεκάνης</u>	<u>Χειμαρρικός χαρακτήρας λεκάνης</u>	<u>Μέση τιμή m</u>
I	Έντονη χειμαρρικότητα	1,30
II	Μέση χειμαρρικότητα	1,00
III	Μικρή χειμαρρικότητα	0,80
IV	Ασήμαντη χειμαρρικότητα	0,60

Εφαρμογή :

- Η κλίση της λεκάνης απορροής είναι 59,30% . Λαμβάνουμε $P_n=40\%$
- Επειδή η χειμαρρικότητα της λεκάνης είναι έντονη λαμβάνουμε $m = 1,3$
- $Y_n=2,2t_n$ (από το ειδικό βάρος των μεταφερόμενων υλικών)

➤ Η υδατοπαροχή υπολογίστηκε $Q = 286,45 \text{ m}^3 / \text{sec}$

$$\text{Άρα είναι στερεοπαροχή } G = \frac{40 \cdot 1,3}{2,2 \cdot (100 - 40)} \cdot 286,45 = 112,84 \text{ m}^3 / \text{sec}$$

Ε. Ο ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΟΤΗΤΑΣ.

Ο συντελεστής χειμαρρικότητας υπολογίζεται και από τον εμπειρικό τύπο:

$$K = \frac{\gamma_w}{\gamma_w + n \cdot (\gamma_s - \gamma_w)}, \quad n = \frac{G}{Q}$$

όπου γ_w = ειδικό βάρος νερού (Kg/m^3)

γ_s = ειδικό βάρος στερεού υλικού (Kg/m^3)

n = συντελεστής αναλογίας φερτών υλικών

G = στερεοπαροχή του χειμαρρικού ρεύματος (m^3/sec)

Q = υδατοπαροχή του ρεύματος (m^3/sec)

Εφαρμογή :

$$\text{Είναι } n = \frac{14,58}{286,45} = 0,05$$

$$\text{Και } K = \frac{1}{1 + 0,05 \cdot (2,2 - 1)} = 0,94$$

ΣΤ. Η ΚΛΙΣΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ.

Προσδιορισμός της κλίσης αντιστάθμισης :

1. Εξίσωση του THIERY:

$$\text{Δίνεται από τη σχέση : } j_a = \frac{d \cdot 1000}{100} \cdot \frac{b}{c^2 \cdot R}$$

Όπου : d= το ειδικό βάρος των υλικών

b= η μέση διάμετρος των μεγαλύτερων υλικών του κινητού πυθμένα της κοίτης (m)

R= υδραυλική ακτίνα

c= συντελεστής Bazin που δίνεται από τη σχέση :

$$c = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}, \text{ όπου } \gamma \text{ ο συντελεστής τραχύτητας της κοίτης}$$

Περιγραφή της κοίτης	Συντελεστής τραχύτητας γ
Λείο επίχρισμα από τσιμέντο	0,06
Λίθοι λαξευτοί, πλίνθοι, σανίδες ακατέργαστες	0,16
Σκυρόδεμα	0,30
Λιθοδομή από αργούς λίθους	0,46
Κανονικές γαιώδεις διατομές με λιθепένδυτα πρανή	0,85
Διατομές σε συνήθη γεώδη σύσταση	1,60
Διατομές σε γαιώδη πρανή και κοίτες με σημαντικές αντιστάσεις από φερτές ύλες, φυτείες, κ.λ.π.	1,75
Χειμμαρικά ρεύματα με ογκώδεις φερτές ύλες	2,1-2,3

Εφαρμογή :

Υπολογίζουμε αρχικά το συντελεστή c, επιλέγοντας από το πίνακα ως συντελεστή τραχύτητας $\gamma=1,75$. Η υδραυλική ακτίνα έχει ήδη υπολογιστεί και $R=2,455\text{m}$.

$$\text{Άρα είναι } c = \frac{87\sqrt{2,455}}{\gamma + \sqrt{2,455}} = 41,1$$

Τελικά η κλίση αντιστάθμισης κατά Thiery θα είναι :

$$j_a = \frac{2000 \cdot 1000}{100} \cdot \frac{0,65}{41,1^2 \cdot 2,455} = 0,19\%$$

2.Εξίσωση του VALENTINI

$$\text{Δίνεται από τη σχέση } j_a = s \frac{b}{R}$$

Όπου : s = συντελεστής με τιμές 0,093 για ορεινά ρεύματα και 0,871 για ποταμούς

b= η μέση διάμετρος των μεγαλύτερων υλικών του κινητού πυθμένα της κοίτης

R= η υδραυλική ακτίνα

Εφαρμογή :

Έχουμε $s=0,093$ $b=0,65 \text{ m}$ και $R=2,455\text{m}$

Οπότε κλίση αντιστάθμισης κατά Valentini θα είναι:

$$j_a = 0,093 \frac{0,65}{2,455} = 2,46$$

3.Εξίσωση του BERNARD

$$\text{Δίνεται από τη σχέση : } j_a = \frac{b \cdot f \cdot (d - \gamma)}{0,03 \cdot \gamma \cdot k^2 \cdot c^2 \cdot R}$$

Όπου : b= η μέση διάμετρος των μεγαλύτερων υλικών της κοίτης
 f= συντελεστής τριβής
 d= ειδικό βάρος των υλικών της κοίτης
 γ= ειδικό βάρος του νερού
 k= συντελεστής στερεοχειμαρρικότητας
 c= συντελεστής Bazin
 R= υδραυλική ακτίνα

Εφαρμογή :

$$\begin{array}{llll} \text{Έχουμε:} & b=0,65 & f=0,76 & d=2200 \text{ kgr/m}^3 & \gamma=1000 \text{ kgr/m}^3 \\ & k=0,94 & c=41,1 & R=2,455 & \end{array}$$

οπότε η κλίση αντιστάθμισης κατά Bernard θα είναι:

$$j_a = \frac{0,65 \cdot 0,76 \cdot (2200 - 1000)}{0,03 \cdot 1000 \cdot 0,94^2 \cdot 41,1^2 \cdot 2,455} = 0,51\%$$

4.Η Εξίσωση του ΚΩΤΟΥΛΑ

$$\text{Δίνεται από την σχέση : } j_a = 1,18 \cdot \frac{d_m^{1,16}}{\left(\frac{Q_{\max}}{B}\right)^{0,77}} \cdot e^{0,385g_v}$$

Όπου : d_m : καθοριστική διάμετρος των υλικών της κοίτης (m)
 Q_{\max} : μέγιστη υδατοπαροχή (m^3/sec)
 B : πλάτος της διατομής της κοίτης (m)
 e : η βάση των νεπερίων λογαρίθμων
 g_v : ειδική στερεοπαροχή ($\text{m}^3/\text{sec m}$)

Εφαρμογή :

Η καθοριστική ή χαρακτηριστική διάμετρος υπολογίστηκε κατά την εκτίμηση της στερεοπαροχής κατά Meyer –Peter και Muller και βρέθηκε $d_m = 0,26\text{m}$ καθώς και η ειδική στερεοπαροχή $g_v = 2,43 \text{ m}^3/\text{sec}$ ανά τρέχον μέτρο πλάτους πυθμένα.

Η μέγιστη υδατοπαροχή υπολογίστηκε σε $Q_{\max} = 286,45 \text{ m}^3/\text{sec}$

Από τη χαρακτηριστική διατομή έχουμε πλάτος $B = 6\text{m}$

Βάση νεπερίων $e = 2,7183$

$$\text{Επομένως } j_a = 1,18 \cdot \frac{0,26^{1,16}}{\left(\frac{286,45}{6}\right)^{0,77}} \cdot e^{0,385 \cdot 2,43} = 3,21\%$$

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

1.ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΟΥ ΚΩΤΟΥΛΑ

Εάν στην εξίσωση του Κωτούλα θεωρήσουμε στερεοπαροχή $g_v=0$ τότε από την παραπάνω σχέση προκύπτει η τιμή της **κλίσης ισορροπίας**.

$$\text{Δηλαδή : } j_{a_{\min}} = 1,18 \cdot \frac{d_m^{1,16}}{\left(\frac{Q_{\max}}{B}\right)^{0,77}}$$

Εφαρμογή :

$$j_a = 1,18 \cdot \frac{0,26^{1,16}}{\left(\frac{286,45}{6}\right)^{0,77}} = 1,26\%$$

2.ΕΞΙΣΩΣΗ MULLER

Η κλίση ισορροπίας (ως εφαπτόμενης της γωνίας του πυθμένα) δίνεται από τη σχέση:

$$j_{a_{\min}} \leq 0,17 \cdot \frac{d_m}{\left(\frac{Q_{\max}}{B}\right)^{2/3}}$$

Εφαρμογή :

$$\text{Έχουμε } j_{a_{\min}} = 0,17 \cdot \frac{0,26}{\left(\frac{286,45}{6}\right)^{2/3}} = 0,34\%$$