

Καθορισμός χώρου μελέτης



→ Χαρακτηριστικά μεγέθη λεκάνης απορροής

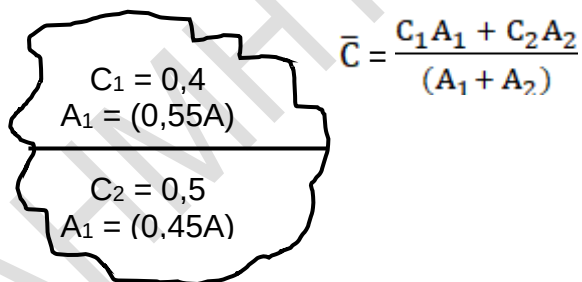
- 1) Εμβαδόν A (συνήθως σε km^2)
- 2) Συντελεστής απορροής: $C = \frac{h_{\text{απορ}}}{h_{\text{ολ}}} = \frac{V_{\text{απορ}}}{V_{\text{ολ}}}$
- 3) Χρόνος συρροής ή συγκέντρωσης t_c
(προσεγγιστικά ο ολικός χρόνος του επεισοδίου βροχόπτωσης)

Ο χρόνος t_c δίνεται σε min ή υπολογίζεται από τη σχέση Grandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{(0,8)(\sqrt{\Delta H})},$$

όπου $L(\text{km})$: μήκος κύριου υδατορεύματος, $\Delta H(\text{m})$: διαφορά μέσου υψόμετρου λεκάνης από το υψόμετρο στην έξοδο και $A(\text{km}^2)$

→ Λεκάνη επιμερισμένη σε ζώνες



Ο επιμερισμός της λεκάνης γίνεται αναλυτικά με μια διαδικασία η οποία ονομάζεται **μέθοδος Thiessen**

Όμβριες καμπύλες

Είναι καμπύλες ύψους βροχής $h(\text{mm})$ – χρόνου βροχής $t(\text{h})$ οι οποίες περιγράφουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή τη μεταβολή και εξέλιξη των βροχοπτώσεων σε ένα σύνολο ετών.

Γενική μορφή: $h = a(T)^b(t)^c$

a, b, c: σταθεροί συντελεστές (θα δίνονται)

T: περίοδος επαναφοράς (σε έτη)

t: χρόνος ολικής βροχόπτωσης (σε ώρες h)

$$i = \frac{h}{t} \Rightarrow \boxed{i = a(T)^b(t)^{c-1}}$$

Το πιθανότερο σενάριο, είναι να δίνεται ο χρόνος συρροής σε min και να τον μετατρέπουμε σε ώρες h για να αντικατασταθεί στην εξίσωση των όμβριων καμπυλών.

Με τον τρόπο αυτόν υπολογίζουμε την κρίσιμη ένταση βροχόπτωσης (i_{KP} σε mm/h), μέσω της οποίας θα υπολογίζουμε την παροχή σχεδιασμού.

Ορθολογική μέθοδος

$$\boxed{Q_{\text{σχεδ}} = Q_{\text{max}} = (c)(i_{KP})(A)}$$

→ δίνει την παροχή σχεδιασμού (m^3 / s)

Προσοχή!!! Στη μετατροπή των μονάδων

Άλλες σχέσεις υπολογισμού παροχής

→ Σχέση Manning: Αντιμετωπίζει τη ροή στην έξοδο της λεκάνης απορροής σαν μια διατομή χειμάρρου (ανοιχτού αγωγού)

$$\boxed{Q = \left(\frac{A}{n}\right) (R)^{2/3} (\sqrt{J})}$$

J: κλίση πυθμένα διατομής

n: συντελεστής τραχύτητας κατά Manning

A: βρεχόμενο εμβαδόν

$R = \frac{(A)}{(P)}$ (υδραυλική ακτίνα) με P να είναι η βρεχόμενη περίμετρος

Στην υδρολογία εφαρμόζεται, μόνο όταν δοθούν τα παραπάνω δεδομένα.

→ Σχέση στάθμης – παροχής:

$$\boxed{Q = a(H - H_0)^b}$$

a, b: σταθεροί συντελεστές (θα δίνονται)

H: στάθμη την τυχαία χρονική στιγμή t

H₀: αρχική στάθμη

Σχέσεις υπολογισμού όγκου

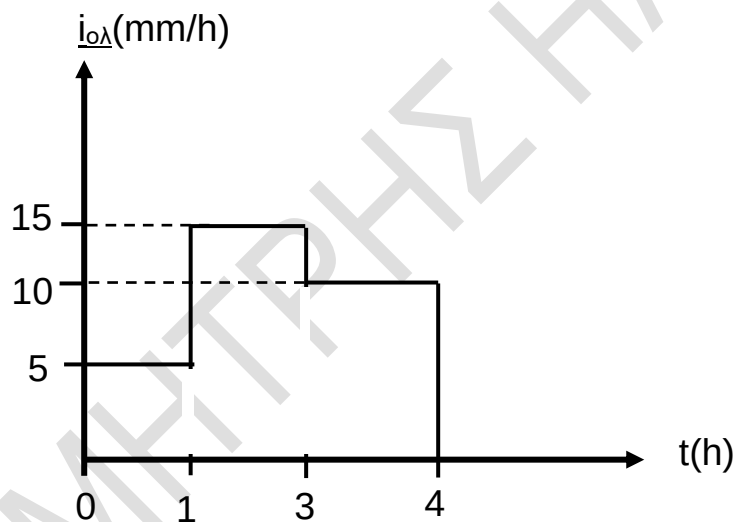
$$V = (Q \times t)$$

$$V = (h)(A)$$

Αν έχω πλημμυρογράφημα και ζητηθεί όγκος, αθροίζω τους επιμέρους όρους ($Q \times t$), ενώ αν έχω γράφημα (ύψους βροχής – t) παίρνω το ύψος της βροχής και το πολλαπλασιάζω με την έκταση της λεκάνης απορροής A .

Ολικό και καθαρό βροχογράφημα

Παράδειγμα



Αν ισχύει:

$A = (8) \text{ Km}^2 / \varphi = (8) \frac{\text{mm}}{h}$ (δείκτης απωλειών), υπολογίστε:

- 1) Τον συντελεστή απορροής C .
- 2) Τον ενεργό χρόνο βροχόπτωσης
- 3) Τον όγκο απορροής της λεκάνης

ΛΥΣΗ

1, 2)

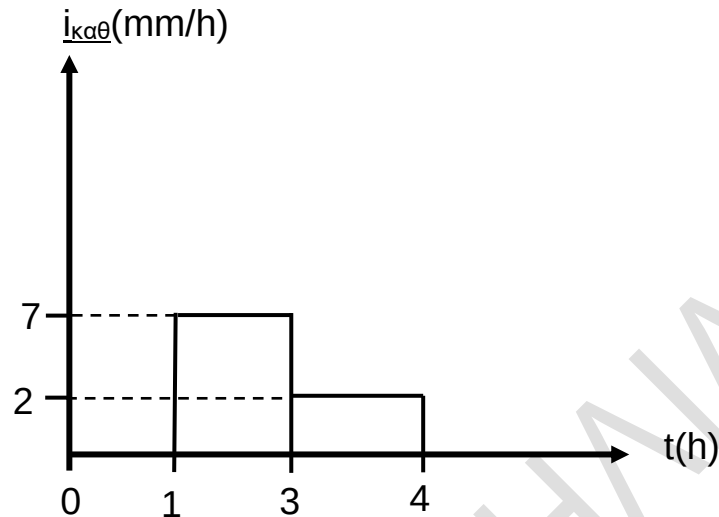
$$h_{0\lambda} = \sum (i_{0\lambda} \times \Delta t) \Rightarrow h_{0\lambda} = (5) \frac{\text{mm}}{h} \times (1) + (10) \frac{\text{mm}}{h} \times (2) + (15) \frac{\text{mm}}{h} \times$$

(1) $\Rightarrow$

$$h_{0\lambda} = (40) \text{ mm}$$

Κατασκευάζουμε το καθαρό (ενεργό) βροχόγραμμα με χρήση του τύπου:

$$\underline{i}_{καθ} = (\underline{i}_{ολ} - \varphi)$$



$t_{εν} = 3h$ (δεν προσμετράται το διάστημα $0 - 1h$, γιατί είναι στα ακραία διαστήματα)

$$h_{καθ} = \sum (i_{καθ} \times \Delta t) = (7) \frac{mm}{h} \times (2h) + (2) \frac{mm}{h} \times (1h) \Rightarrow \boxed{h_{καθ} = (16 \text{ mm})}$$

$$C = \frac{h_{καθ}}{h_{ολ}} = \frac{(16)mm}{(40)mm} \Rightarrow \boxed{C = (0,4)}$$

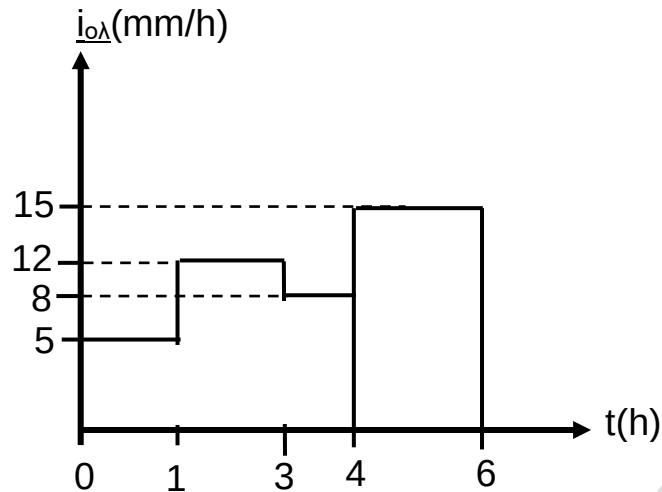
$$3) V_{απορ} = (h_{απορ})(A) \Rightarrow V_{απορ} = (16mm)(8km^2) \Rightarrow V_{απορ} = (16 \times 10^{-3}m)(8 \times 10^6 m^2)$$

$$\Rightarrow \boxed{V_{απορ} = (128 \times 10^5 m^3)}$$

Υπολογισμός δείκτη απωλειών φ

Παράδειγμα

Αν $C = (0,5)$, να υπολογίσετε τον δείκτη απωλειών φ . Στη συνέχεια, να υπολογίσετε τον ενεργό χρόνο βροχόπτωσης.



ΛΥΣΗ

$$h_{0\lambda} = \sum (i_{0\lambda} \times \Delta t) \Rightarrow h_{0\lambda} = (5) \frac{\text{mm}}{\text{h}} \times (1\text{h}) + (12) \frac{\text{mm}}{\text{h}} \times (2\text{h}) + (8) \frac{\text{mm}}{\text{h}} \times (1\text{h})$$

$$+ (15) \frac{\text{mm}}{\text{h}} \times (2\text{h}) \Rightarrow h_{0\lambda} = (5 + 24 + 8 + 30) \quad \boxed{h_{0\lambda} = (67) \text{ mm}} \Rightarrow$$

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{h_{\text{απορ}}}{h_{0\lambda}} \\ C = 0,5 \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{h_{\text{απορ}} = (33,5) \text{ mm}}$$

Διερεύνηση για το δείκτη απωλειών φ

- Έστω: $0 \leq \varphi \leq (5) \frac{\text{mm}}{\text{h}}$

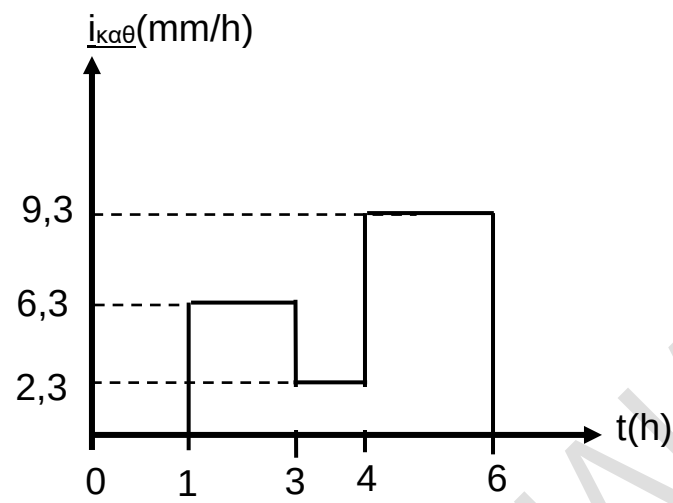
$$\begin{aligned} h_{\text{απορ}} &= (5 - \varphi)(1\text{h}) + (12 - \varphi)(2\text{h}) + (8 - \varphi)(1\text{h}) + (15 - \varphi)(2\text{h}) \Rightarrow \\ &\Rightarrow (33,5) \text{ mm} = (5 - \varphi) + (24 - 2\varphi) + (8 - \varphi) + (30 - 2\varphi) \Rightarrow \\ &\Rightarrow (33,5) \text{ mm} = (67 - 6\varphi) \Rightarrow 6\varphi = (33,5) \Rightarrow \varphi = (5,58) \frac{\text{mm}}{\text{h}} \text{ (άτοπο)} \end{aligned}$$

- Έστω: $(5) \frac{\text{mm}}{\text{h}} \leq \varphi \leq (8) \frac{\text{mm}}{\text{h}}$

$$\begin{aligned} h_{\text{απορ}} &= (12 - \varphi)(2\text{h}) + (8 - \varphi)(1\text{h}) + (15 - \varphi)(2\text{h}) \Rightarrow \\ &\Rightarrow (33,5) \text{ mm} = (24 - 2\varphi) + (8 - \varphi) + (30 - 2\varphi) \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow (33,5) \text{ mm} = (52 - 5\varphi) \Rightarrow 5\varphi = (28,5) \Rightarrow \boxed{\varphi = (5,7) \frac{\text{mm}}{\text{h}} \text{ (Δεκτόν)}}$$

Κατασκευάζουμε το καθαρό βροχογράφημα



$$t_{εν} = (5h)$$