

Εξεταστική περίοδος Σεπτεμβρίου 2024-2025

Θέμα 1 [30/100]

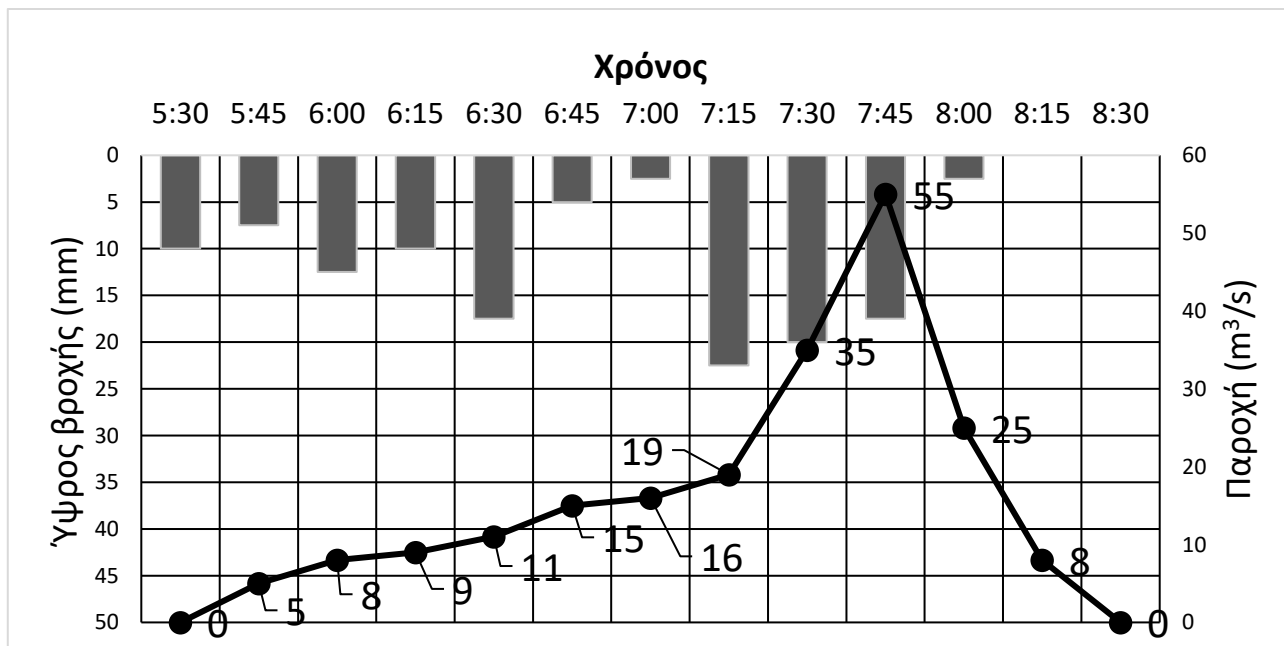
Να βρεθεί το πλημμυρικό υδρογράφημα που απορρέει από λεκάνη απορροής με μέγεθος $A=7+0.1 \cdot N \text{ km}^2$ (όπου N το τελευταίο ψηφίο του ΑΜ του κάθε φοιτητή), για περίοδο επαναφοράς $T=50$ έτη. Ο συντελεστής απορροής είναι ίσος με $C=0.6+0.01 \cdot N$ (όπου N το τελευταίο ψηφίο του ΑΜ του κάθε φοιτητή), ενώ ο χρόνος συγκέντρωσης είναι $70+N \text{ min}$ (όπου N το τελευταίο ψηφίο του ΑΜ του κάθε φοιτητή). Να χρησιμοποιηθεί η ορθολογική μέθοδος. Η όμβρια καμπύλη της περιοχής έχει την παρακάτω μορφή:

$$i(t, T) = \frac{1123.2(T^{0.057} - 0.895)}{\left(1 + \frac{t}{0.089}\right)^{0.724}}$$

όπου i η ένταση της βροχής (mm/h), t η διάρκεια της βροχής (h) και T η περίοδος επαναφοράς (έτη).

Θέμα 2 [40/100]

Λεκάνη απορροής με μέγεθος $A=3+0.1 \cdot N \text{ km}^2$ (όπου N το τελευταίο ψηφίο του ΑΜ του κάθε φοιτητή), δέχεται το παρακάτω υετογράφημα (με γκρι) και απορρέει το παρακάτω πλημμυρικό υδρογράφημα (με μαύρο). Να βρεθεί ο συντελεστής απορροής της λεκάνης (να θεωρηθεί ότι κάθε μπάρα στο υετογράφημα αντιστοιχεί σε 15 λεπτά διάρκεια, δηλαδή π.χ. για την πρώτη μπάρα να θεωρηθεί ότι έβρεξε 10 mm το χρονικό διάστημα 5:15-5:30).



Θέμα 3 [30/100]

Λεκάνη απορροής με εμβαδόν $A=100+10 \cdot N \text{ km}^2$ που απορρέει σε ταμιευτήρα δέχεται κάθε χρόνο κατά μέσο όρο βροχή ύψους $h=700+10 \cdot N \text{ mm}$. Αν από αυτό το νερό που πέφτει σε ετήσια βάση χρησιμοποιούνται για λόγους ύδρευσης τα $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, ποια είναι η ετήσια εξατμισοδιαπνοή (σε mm) αν η στάθμη του ταμιευτήρα παραμένει αμετάβλητη στην αρχή κάθε υδρολογικού έτους; Σημειώνεται ότι η αποθηκευτικότητα της λεκάνης, η κατείσδυση του νερού στον υπόγειο υδροφόρα και οι διεργασίες στον ταμιευτήρα (άμεση βροχή και εξάτμιση στον καθρέφτη του ταμιευτήρα) μπορούν να αμεληθούν από τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου.

ΛΥΣΕΙΣ

1) Για $N=0$:

- Το εμβαδόν της λεκάνης απορροής είναι $7+0.1 \cdot 0=7 \text{ km}^2$
- Ο συντελεστής απορροής $C=0.6+0.01 \cdot 0=0.6$
- Ο χρόνος συγκέντρωσης $t_c=[(70+0)/60]=1.17 \text{ h}$

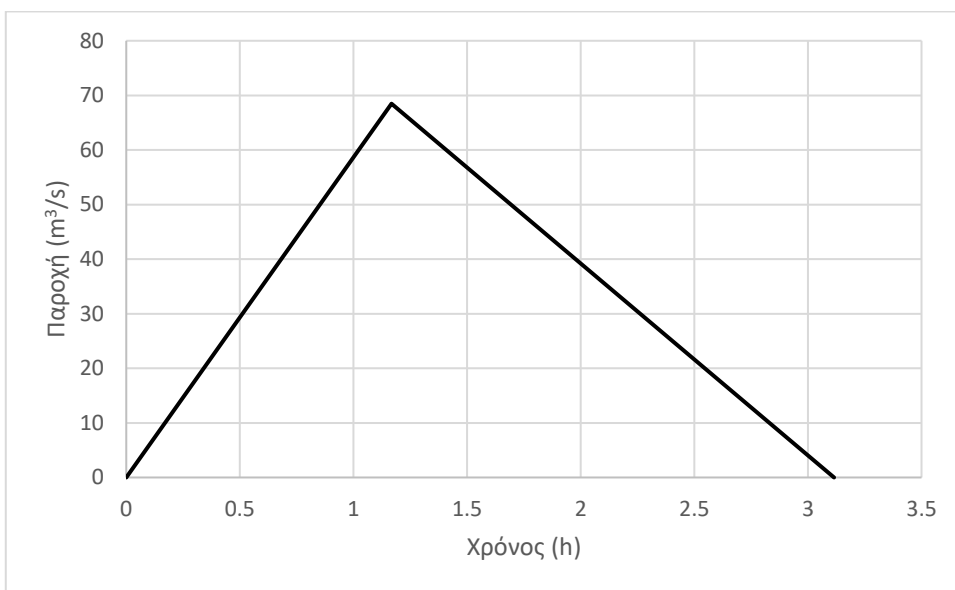
Για $N=0$ και $T=50$ έτη, η ένταση βροχής προκύπτει:

$$(t, T) = \frac{1123.2(50^{0.057} - 0.895)}{\left(1 + \frac{1.17}{0.089}\right)^{0.724}} = 58.64 \text{ mm/h}$$

Σύμφωνα με την ορθολογική μέθοδο, η παροχή αιχμής υπολογίζεται:

$$Q = 0.278CiA = 0.278 \cdot 0.6 \cdot 58.64 \cdot 7.0 = 68.47 \text{ m}^3/\text{s}$$

Το δε πλημμυρικό υδρογράφημα έχει αυτή τη μορφή (η αιχμή του πλημμυρικού υδρογραφήματος εμφανίζεται όταν $t=t_c=1.17 \text{ h}$, ενώ το πλημμυρικό υδρογράφημα μηδενίζεται σε χρόνο $t=(1+1.67) \cdot t_c=3.12 \text{ h}$:



2) Το συνολικό ύψος βροχής είναι: $10+7.5+12.5+10+17.5+5+2.5+22.5+20+17.5+2.5+0+0=127.5 \text{ mm}$. Για $N=0$, το εμβαδόν της λεκάνης είναι 3 km^2 . Συνεπώς ο όγκος βροχής που έπεσε στη λεκάνη είναι:

$$V_{rainfall} = \left(\frac{127.5}{1000}\right) 3 \cdot 10^6 = 382500 \text{ m}^3$$

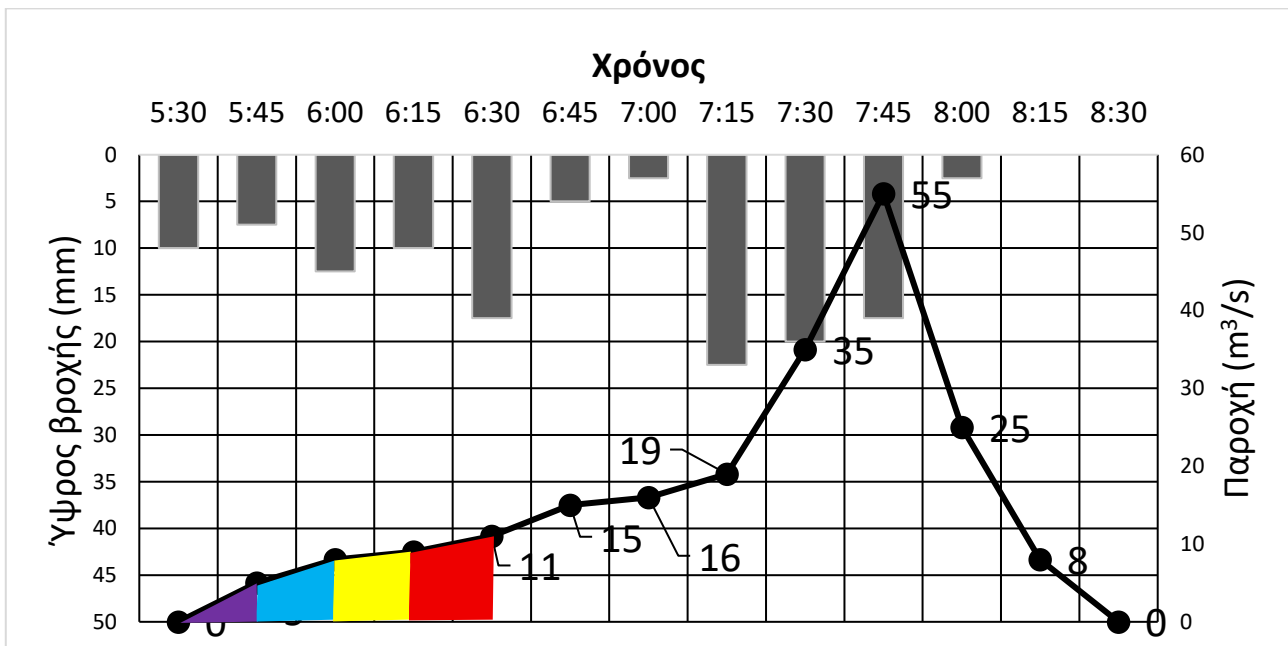
Για να βρεθεί ο όγκος απορροής θα πρέπει να υπολογιστεί το εμβαδόν του υδρογραφήματος. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να το επιμερίσουμε σε τραπέζια (δίνεται παράδειγμα για τα τέσσερα πρώτα τμήματα του υδρογραφήματος που καλύπτονται με τραπέζια διαφορετικού χρώματος). Το συγκεκριμένο υδρογράφημα επιμερίζεται σε 12 τραπέζια τα οποία έχουν εμβαδόν (προσοχή στις μονάδες για να προκύπτουν m^3):

Τραπέζιο	Εμβαδόν (m^3)
1	$\frac{(0 + 5)}{2} 15 \cdot 60 = 2250 \text{ m}^3$
2	$\frac{(5 + 8)}{2} 15 \cdot 60 = 5850 \text{ m}^3$
3	$\frac{(8 + 9)}{2} 15 \cdot 60 = 7650 \text{ m}^3$
4	$\frac{(9 + 11)}{2} 15 \cdot 60 = 9000 \text{ m}^3$

5	$\frac{(11 + 15)}{2} 15 \cdot 60 = 11700 \text{ m}^3$
6	$\frac{(15 + 16)}{2} 15 \cdot 60 = 13950 \text{ m}^3$
7	$\frac{(16 + 19)}{2} 15 \cdot 60 = 15750 \text{ m}^3$
8	$\frac{(19 + 35)}{2} 15 \cdot 60 = 24300 \text{ m}^3$
9	$\frac{(35 + 55)}{2} 15 \cdot 60 = 40500 \text{ m}^3$
10	$\frac{(55 + 25)}{2} 15 \cdot 60 = 36000 \text{ m}^3$
11	$\frac{(25 + 8)}{2} 15 \cdot 60 = 14850 \text{ m}^3$
12	$\frac{(8 + 0)}{2} 15 \cdot 60 = 3600 \text{ m}^3$
Άθροισμα	185400 m³

Άρα ο συντελεστής απορροής προκύπτει:

$$C = \frac{V_{runoff}}{V_{rainfall}} = \frac{185400}{382500} = 0.48$$



3) Για N=0:

- Το εμβαδόν της λεκάνης απορροής είναι $100+10 \cdot 0=100 \text{ km}^2$
- Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής $700+10 \cdot 0=700 \text{ mm}$

Συνεπώς ο ετήσιος όγκος βροχής που πέφτει στη λεκάνη είναι $70 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Αν από αυτά χρησιμοποιούνται τα $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ για ύδρευση και με δεδομένο ότι:

- Η αποθηκευτικότητα της λεκάνης και η κατείδυσση νερού στον υπόγειο υδροφόρα είναι αμελητέα
- Οι διεργασίες στον ταμιευτήρα (άμεση βροχή και εξάτμιση) είναι επίσης αμελητέες
- Ο ταμιευτήρας έχει την ίδια στάθμη στην αρχή και στο τέλος του υδρολογικού έτους

τότε το υπόλοιπο νερό εξατμίζεται.

Συνεπώς το ύψος εξάτμισης προκύπτει διαιρώντας τον όγκο νερού με την επιφάνεια της λεκάνης:

$$E = \frac{(70 - 50) \cdot 10^6}{100 \cdot 10^6} 1000 = 200 \text{ mm}$$