

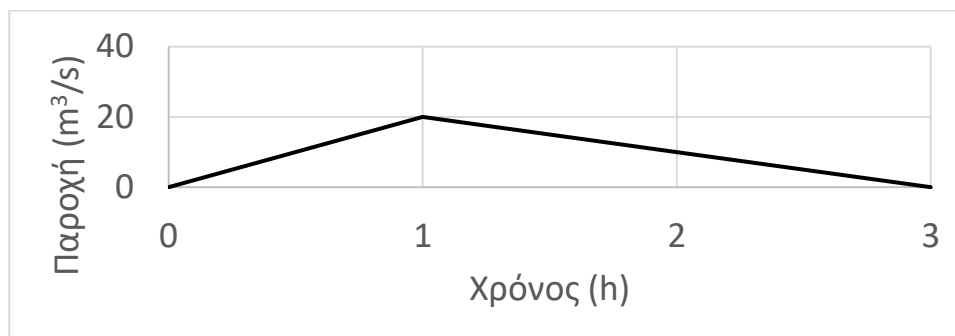
Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025

Θέμα 1 [50/100]

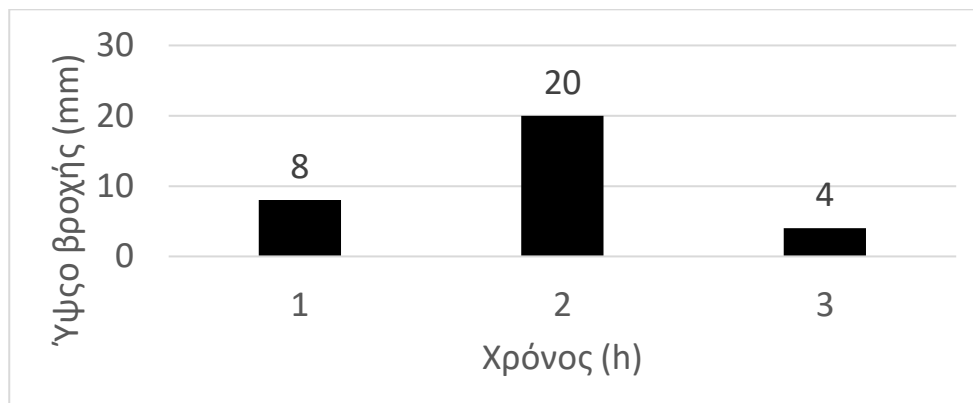
Λεκάνη απορροής η οποία έχει $CN=70+N$ (όπου N το τελευταίο ψηφίο του ΑΜ του κάθε φοιτητή) έχει δυνατότητα αποθήκευσης S (mm) η οποία μπορεί να εκτιμηθεί με την παρακάτω σχέση:

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

και το παρακάτω Μοναδιαίο Υδρογράφημα της μίας ώρας (ΜΥΓ 1 h),



δέχεται το παρακάτω τρίωρο επεισόδιο βροχής:



Να υπολογιστεί:

α) Η αποθηκευτικότητα της λεκάνης απορροής [5/100]

β) Το αθροιστικό περίσσειμα βροχής h_R (mm) κατά SCS (όπου h_r η αθροιστική βροχή σε mm) [20/100]:

$$h_R = \begin{cases} 0 & h_r \leq 0.2S \\ \frac{(h_r - 0.2S)^2}{h_r + 0.8S} & h_r > 0.2S \end{cases}$$

γ) Να εκτιμηθεί το υδρογράφημα απορροής που προκύπτει από αυτό το αθροιστικό περίσσειμα παίρνοντας υπόψη το ΜΥΓ 1 h [25/100].

Θέμα 2 [20/100]

Στέγη βιομηχανικού κτιρίου έχει διαστάσεις 200 x 100 m. Να βρεθεί η παροχή σχεδιασμού της υδρορροής που αποστραγγίζει τη στέγη για περίοδο επαναφοράς $T=5$ έτη, αν ο συντελεστής απορροής ληφθεί ίσος με τη μονάδα και ο χρόνος συγκέντρωσης 5 min. Να χρησιμοποιηθεί η ορθολογική μέθοδος. Η όμβρια καμπύλη της περιοχής έχει την παρακάτω μορφή:

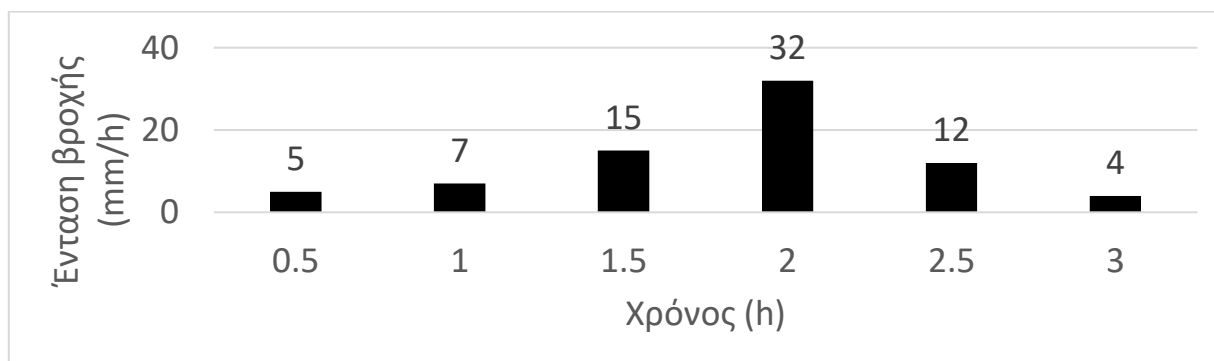
$$i(t, T) = \frac{\lambda'(T^\kappa - \psi')}{\left(1 + \frac{t}{\theta}\right)^\eta}$$

όπου i η ένταση της βροχής (mm/h), t η διάρκεια της βροχής (h) και T η περίοδος επαναφοράς (έτη). Οι παράμετροι κ , λ' , ψ' , θ , η προκύπτουν με βάση το AM του κάθε φοιτητή. Συγκεκριμένα, με βάση το τελευταίο ψηφίο του AM οι παράμετροι έχουν ως εξής:

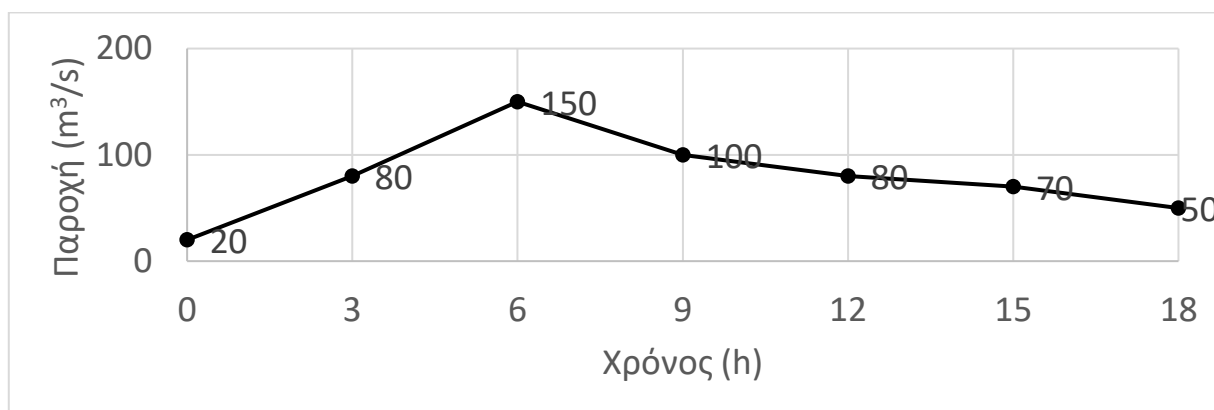
Τελευταίο ψηφίο AM	κ	λ'	ψ'	θ	η	Τελευταίο ψηφίο AM	κ	λ'	ψ'	θ	η
0	0.113	436.7	0.682	0.089	0.724	5	0.113	341.1	0.547	0.089	0.724
1	0.113	333.2	0.541	0.089	0.724	6	0.113	353.1	0.453	0.089	0.724
2	0.057	1123.2	0.895	0.089	0.724	7	0.113	404.7	0.61	0.089	0.724
3	0.113	279.5	0.405	0.089	0.724	8	0.057	641.1	0.855	0.089	0.724
4	0.057	868.9	0.801	0.089	0.724	9	0.057	1017.9	0.89	0.089	0.724

Θέμα 3 [30/100]

Λεκάνη απορροής με εμβαδό $A=200+N$ km² (όπου N το τελευταίο ψηφίο του AM του κάθε φοιτητή) δέχεται το παρακάτω τρίωρο επεισόδιο βροχής:



ενώ στην έξοδο της λεκάνης απορρέει το παρακάτω υδρογράφημα:



Να υπολογιστεί:

α) Ο όγκος νερού που έπεσε στη λεκάνη (σε 10⁶ m³) [10/100]

β) Ο όγκος νερού που απορρέει από τη λεκάνη (σε 10⁶ m³) με δεδομένο ότι η βασική απορροή είναι 10 m³/s [15/100]

γ) ο συντελεστής απορροής της λεκάνης [5/100]

ΛΥΣΕΙΣ

1α) Για $N=0$

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) = 254 \left(\frac{100}{70} - 1 \right) = 108.86 \text{ mm}$$

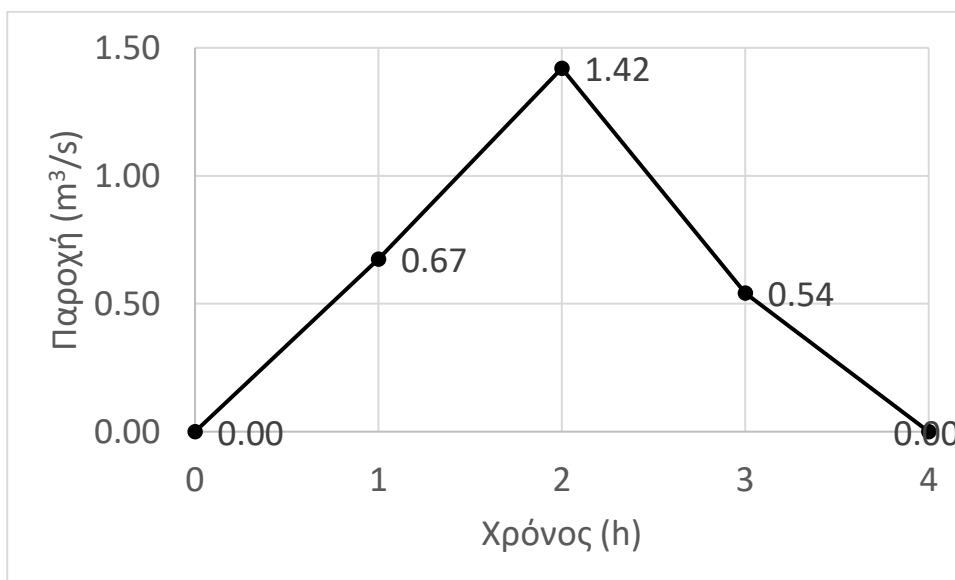
1β) Κατασκευάζεται ο παρακάτω πίνακας που περιλαμβάνει τα εξής μεγέθη: α) αθροιστική βροχή h_r (mm), αθροιστικό περίσσευμα βροχής h_R (mm), περίσσευμα βροχής d' (mm). Το περίσσευμα βροχής απαιτείται για το ερώτημα 1γ.

t (h)	h_r (mm)	h_R (mm)	d' (mm)
1	8	$8 < 0.2 \cdot S = 21.77 \rightarrow 0$	0
2	$20+8=28$	$28 > 0.2 \cdot S \rightarrow \frac{(28-0.2 \cdot 108.86)^2}{28+0.8 \cdot 108.86} = 0.34 \text{ mm}$	$0.34-0=0.34$
3	$4+28=32$	$32 > 0.2 \cdot S \rightarrow \frac{(32-0.2 \cdot 108.86)^2}{32+0.8 \cdot 108.86} = 0.88 \text{ mm}$	$0.88-0.34=0.54$

1γ) Κατασκευάζεται ο παρακάτω πίνακας:

t (h)		1	2	
d' (mm)		0.34	0.54	
t (h)	ΜΥΓ 1 h			Q (m ³ /s)
0	0	0		0
1	20	$(0.34/10) \times 20=0.67$	0	0.67
2	10	$(0.34/10) \times 10=0.34$	$(0.54/10) \times 20=1.08$	1.42
3	0	0	$(0.54/10) \times 10=0.54$	0.54
4			0	0

Το υδρογράφημα απορροής θα έχει αυτή τη μορφή (το διάγραμμα δεν είναι υποχρεωτικό, δίνεται για την καλύτερη κατανόηση της άσκησης):



2) Το εμβαδόν της λεκάνης απορροής είναι ίσο με το εμβαδόν της στέγης: $A=200 \cdot 100=20000 \text{ m}^2=0.02 \text{ km}^2$. Ο χρόνος συγκέντρωσης είναι $t=5/60=0.083 \text{ h}$. Για $N=0$ και $T=5$ έτη, η ένταση βροχής προκύπτει:

$$i(t, T) = \frac{436.7(5^{0.113} - 0.682)}{\left(1 + \frac{0.083}{0.089}\right)^{0.724}} = 140.05 \text{ mm/h}$$

Θεωρώντας ότι ο συντελεστής απορροής είναι ίσος με τη μονάδα ($C=1$), η παροχή αιχμής υπολογίζεται σύμφωνα με την ορθολογική μέθοδο:

$$Q = 0.278CiA = 0.278 \cdot 1 \cdot 140.05 \cdot 0.02 = 0.78 \text{ m}^3/\text{s}$$

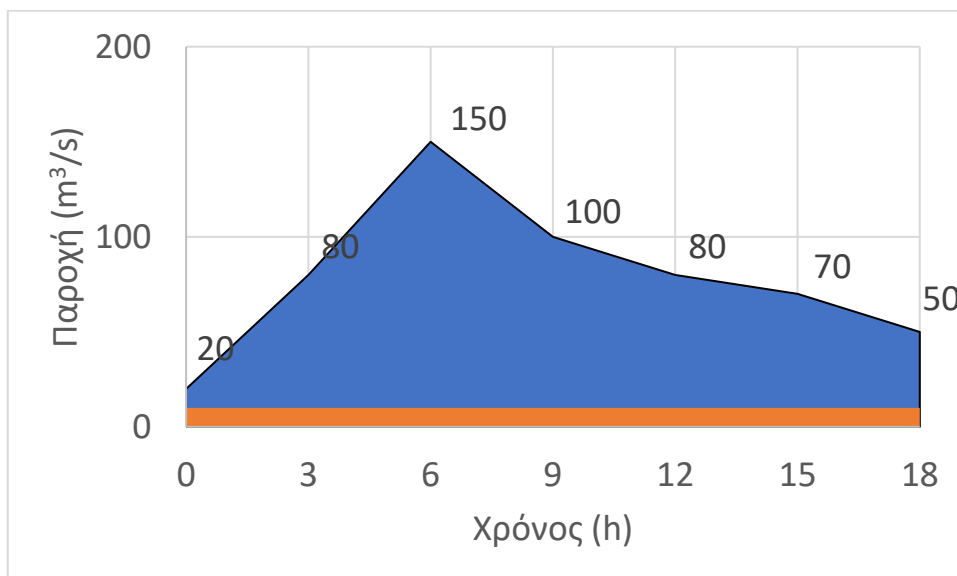
3α) Για να υπολογιστεί ο όγκος νερού που έπεσε θα πρέπει να υπολογιστεί η αθροιστική βροχή που έπεσε στη λεκάνη και να πολλαπλασιαστεί με το εμβαδόν αυτής. Κατασκευάζεται ο παρακάτω πίνακας

t (h)	i (mm/h)	d=i·Δt (mm)
0.5	5	5·0.5=2.5
1.0	7	7·0.5=3.5
1.5	15	15·0.5=7.5
2.0	32	32·0.5=16.0
2.5	12	12·0.5=6.0
3.0	4	4·0.5=2.0
Αθροισμα		2.5+3.5+7.5+16+6+2=37.5 mm

Για $N=0$, το εμβαδόν της λεκάνης απορροής είναι 200 km^2 . Άρα ο όγκος νερού που έπεσε στη λεκάνη:

$$V_{rainfall} = \left(\frac{37.5}{1000}\right) 200 \cdot 10^6 = 7500000 \text{ m}^3 = 7.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

3β) Ο όγκος νερού που απορρέει από τη λεκάνη είναι το εμβαδόν του υδρογραφήματος απορροής μείον τη βασική απορροή που είναι ίση με $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Δηλαδή είναι η μπλε επιφάνεια όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (δεν είναι απαραίτητη η κατασκευή του σχήματος στις εξετάσεις).



Για τον υπολογισμό του εμβαδού κατασκευάζεται ο παρακάτω πίνακας που επιμερίζει το υδρογράφημα της άμεσης απορροής σε επιμέρους τραπέζια για κάθε χρονικό διάστημα $\Delta t=3$ h. Υπενθυμίζεται ότι μετατρέπεται η ώρα σε δευτερόλεπτα.

t (h)	Εμβαδόν (m ³)
0	
	$3 \cdot 3600 \cdot 0.5 \cdot (10+70)=432000$
3	
	$3 \cdot 3600 \cdot 0.5 \cdot (70+140)=1134000$
6	
	$3 \cdot 3600 \cdot 0.5 \cdot (140+90)=1242000$
9	
	$3 \cdot 3600 \cdot 0.5 \cdot (90+70)=864000$
12	
	$3 \cdot 3600 \cdot 0.5 \cdot (70+60)=702000$
15	
	$3 \cdot 3600 \cdot 0.5 \cdot (60+40)=540000$
18	
Άθροισμα V_{runoff}	$4914000 \text{ m}^3=4.914 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

3γ) Ο συντελεστής απορροής υπολογίζεται:

$$C = \frac{V_{runoff}}{V_{rainfall}} = \frac{4914000}{7500000} = 0.66$$