

ΑΣΚΗΣΗ 1

Ένας ταμιευτήρας με κατακόρυφες όχθες έχει επιφάνεια $A=1100$ στρέμματα. Ο εκχειλιστής του φράγματος έχει υψόμετρο στέψης $Z_0=+100$ m και η παροχή που διέρχεται από τον εκχειλιστή δίνεται από την σχέση $Q = 3.1 \cdot (H - Z_0)^{3/2}$ m³/s. Το υδρογράφημα εισροής I (m³/s) είναι:

Χρόνος (ώρες)	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90
I (m ³ /s)	21	32	44	58	93	143	181	213	194	151	135	114	93	82	67	59

Κατά την έναρξη της διόδευσης ($t=0$) η στάθμη του νερού στον ταμιευτήρα βρίσκεται στο επίπεδο $H_0=+98$ m. Ζητούνται:

- Να γίνει η διόδευση του υδρογραφήματος εισροής διαμέσου του ταμιευτήρα.
- Να υπολογισθεί η μέγιστη παροχή που διέρχεται από τον εκχειλιστή.
- Να υπολογισθεί η ανώτατη στάθμη του νερού στον ταμιευτήρα.
- Να βρεθεί η χρονική στιγμή που συμβαίνει η μέγιστη παροχή.

Δίνονται οι τύποι :

$$S_{i+1} + \frac{\Delta t}{2} Q_{i+1} = S_i + \frac{\Delta t}{2} (I_{i+1} + I_i - Q_i)$$

$$S = \frac{(H - H_0) \cdot A}{1000} (\times 10^6 \text{ m}^3)$$

$$N = \frac{S}{\Delta t} + \frac{Q}{2}$$

$$N_{i+1} = N_i + \left(\frac{I_i + I_{i+1}}{2} - Q_i \right)$$

ΑΣΚΗΣΗ 1η ΛΥΣΗ

H	Q	S	S/DT	Q/2	N
98	0	0	0	0	0
99	0	1100000	50.92593	0	50.92593
100	0	2200000	101.8519	0	101.8519
101	3.1	3300000	152.7778	1.55	154.3278
102	8.768124	4400000	203.7037	4.384062	208.0878
103	16.10807	5500000	254.6296	8.054036	262.6837
104	24.8	6600000	305.5556	12.4	317.9556
105	34.65905	7700000	356.4815	17.32953	373.811
106	45.56051	8800000	407.4074	22.78025	430.1877
107	57.4128	9900000	458.3333	28.7064	487.0397
108	70.14499	11000000	509.2593	35.0725	544.3318
109	83.7	12100000	560.1852	41.85	602.0352
110	98.03061	13200000	611.1111	49.0153	660.1264
111	113.0969	14300000	662.037	56.54845	718.5855
112	128.8646	15400000	712.963	64.43229	777.3953
113	145.3037	16500000	763.8889	72.65186	836.5407
114	162.3879	17600000	814.8148	81.19397	896.0088
115	180.0937	18700000	865.7407	90.04686	955.7876
116	198.4	19800000	916.6667	99.2	1015.867
117	217.2877	20900000	967.5926	108.6438	1076.236

ΜΕΣΗ					
ΧΡΟΝΟΣ	ΕΙΣΡΟΗ	ΕΙΣΡΟΗ	ΕΚΡΟΗ	ΔΝ	N
0	21	0	0	0	0
6	32	26.5	0	26.5	26.5
12	44	38	0	38	64.5
18	58	51	1	51	115.5
24	93	75.5	7	74.5	190
30	143	118	21	111	301
36	181	162	50	141	442
42	213	197	80	147	589
48	194	203.5	111	123.5	712.5
54	151	172.5	128	61.5	774
60	135	143	135	15	789
66	114	124.5	129	-10.5	778.5
72	93	103.5	125	-25.5	753
78	82	87.5	110	-37.5	715.5
84	67	74.5	104	-35.5	680
90	59	63	91	-41	639

μέγιστη παροχή που διέρχεται από τον εκχειλιστή (m³/s)
112.3779

ΑΣΚΗΣΗ 2

Σε ένα υδρομετρικό σταθμό έχει μετρηθεί η ημερήσια παροχή για τα έτη 1970-1979. Από τις ημερήσιες παροχές έχουν βρεθεί οι μέγιστες ετήσιες ημερήσιες παροχές όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα κατ'έτος.

Έτος	Παροχής (m ³ /s)
1970	301
1971	292
1972	423
1973	335
1974	372
1975	321
1976	353
1977	494
1978	443
1979	342

Ζητούνται:

- 1) Να προσαρμοστεί η θεωρητική συνάρτηση πιθανότητας EVI (Gumbel) στις παραπάνω τιμές της παροχής.
- 2) Να γίνει εκτίμηση των παροχών σχεδιασμού με περιόδους επαναφοράς τα 10, 25, και 50 έτη.
- 3) Να βρεθεί η περίοδος επαναφοράς των παροχών 450 και 550 m³/s.
- 4) Ποια είναι η πιθανότητα η παροχή 550 m³/s να εμφανιστεί μια φορά στα επόμενα 30 έτη;

Δίνονται οι τύποι:

$$T = (n+1)/m$$

$$P(X > x) = \exp(-\exp(-y))$$

$$y = -\ln(-\ln(1-P))$$

$$K_T = 0.7797y - 0.45$$

$$X_T = \bar{X} + K_T \sigma$$

ΑΣΚΗΣΗ 2: ΛΥΣΗ

1)

RANK	TIMES	T	P	y	Kt	Xt
1	494	11	0.090909	2.350619	1.382777	458.6307
2	443	5.5	0.181818	1.60609	0.802268	420.4147
3	423	3.666667	0.272727	1.144278	0.442194	396.7104
4	372	2.75	0.363636	0.794106	0.169164	378.7364
5	353	2.2	0.454545	0.500651	-0.059642	363.6736
6	342	1.833333	0.545455	0.237677	-0.264683	350.1754
7	335	1.571429	0.636364	-0.011534	-0.458993	337.3837
8	321	1.375	0.727273	-0.261813	-0.654135	324.5371
9	301	1.222222	0.818182	-0.533417	-0.865906	310.5959
10	292	1.1	0.909091	-0.874591	-1.131919	293.0838

10 0.1 2.250367 1.304611 453.4849

2)	367.6	25	0.04	3.198534	2.043897	502.1534
	65.83177	50	0.02	3.901939	2.592342	538.2584

	Kt	y	P	1-P	T	
3)	450	1.251675	2.182474	0.893363	0.106637	9.377618
	550	2.770699	4.13069	0.984057	0.015943	62.72216

4)	0.382542
----	----------

ΑΣΚΗΣΗ 3

Σε ένα τμήμα ποταμού AB έχει μετρηθεί στο σημείο A η παροχή του ποταμού κατά την διάρκεια μιας πλημμύρας όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Ωρα	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	24:00
Εισροή στο A (m ³ /s)	100	140	170	230	310	260	230	200	180	160	140	130

Από προηγούμενες μετρήσεις έχουν βρεθεί οι τιμές $K=3$ ώρες και $\chi=0.29$. Ζητούνται:

- 1) Να γίνει η διόδευση της πλημμύρας μέσα στο τμήμα του ποταμού AB.
- 2) Ποια είναι η μέγιστη παροχή και πότε εμφανίζεται στο άκρο B του τμήματος AB;

Δίνονται οι τύποι:

$$S = K(xI + (1-x)O)$$

$$O_{I+1} = C_0 I_{I+1} + C_1 I_I + C_2 O_I$$

$$C_0 = \frac{-Kx + 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}$$

$$C_1 = \frac{Kx + 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}$$

$$C_2 = \frac{K - Kx - 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}$$

ΑΣΚΗΣΗ 3: ΛΥΣΗ

Χρόνος	Εισροή	Εκροή			
	100				100
2	100	63.8978	36.1022		100
4	140	65.55916	36.1022	101.6614	
6	170	90.70294	36.70199	127.4049	
8	230	111.1183	45.99598	157.1143	
10	310	150.2877	56.72171	207.0094	
12	260	196.0065	74.73494	270.7414	
14	230	164.8883	97.74361	262.6319	
16	200	145.7189	94.81588	240.5348	
18	180	126.9649	86.83836	213.8033	
20	160	114.1854	77.18769	191.373	
22	140	101.4058	69.08988	170.4957	
24	130	89.04158	61.55269	150.5943	

$$K=3 \quad C_0= \quad 0.041534$$

$$\chi=0.29 \quad C_1= \quad 0.597444$$

$$C_2= \quad 0.361022$$

$$3.13 \quad 1$$

ΑΣΚΗΣΗ 4

A) Σε μια δασική ορεινή λεκάνη απορροής με έντονες κλίσεις, καλή παροχέτευση νερού και έδαφος με υψηλή υδατοδιαπερατότητα έχει μετρηθεί η κατανομή της βροχόπτωσης για ένα γεγονός διάρκειας 24 ωρών και έχει υπολογισθεί η μέση επιφανειακή βροχόπτωση ίση με 200 mm. Η κατανομή της βροχόπτωσης στον χρόνο υποτίθεται ότι ακολουθεί την καμπύλη της Soil Conservation Service IA που δίνεται στον παρακάτω πίνακα. Να υπολογισθεί το υετογράφημα του περισσεύματος της παραπάνω βροχόπτωσης με την μέθοδο της SCS.

Χρόνος (ώρες)	Αθροιστικό Ποσοστό Βροχόπτωσης (%)
0	0
3	8.5
6	19
9	45
12	66
15	73
18	80
21	90
24	100

B) Στην παραπάνω λεκάνη έχει υπολογισθεί από παρατηρήσεις και μετρήσεις γεγονότων βροχής-απορροής το Μοναδιαίο Υδρογράφημα της λεκάνης για διάρκεια περισσεύματος βροχής ίση με (2 hr) δύο ώρες το οποίο δίνεται στον παρακάτω πίνακα. Να υπολογισθεί το Υδρογράφημα Άμεσης Απορροής της παραπάνω καταγίδας.

Χρόνος (hr)/ Παροχή (m ³ /s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	0	5	11	15	13	8	6	4	3	2	1	0

Δίνονται οι τύποι:

$$h_R = \frac{(h_r - 0.2S)^2}{(h_r + 0.8S)} \quad \text{για } h_r > 0.2S$$

$$h_R = 0 \quad \text{για } h_r < 0.2S$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

ΑΣΚΗΣΗ 4: ΛΥΣΗ

Μέση Επιφανειακή Βροχόπτωση = 200 mm

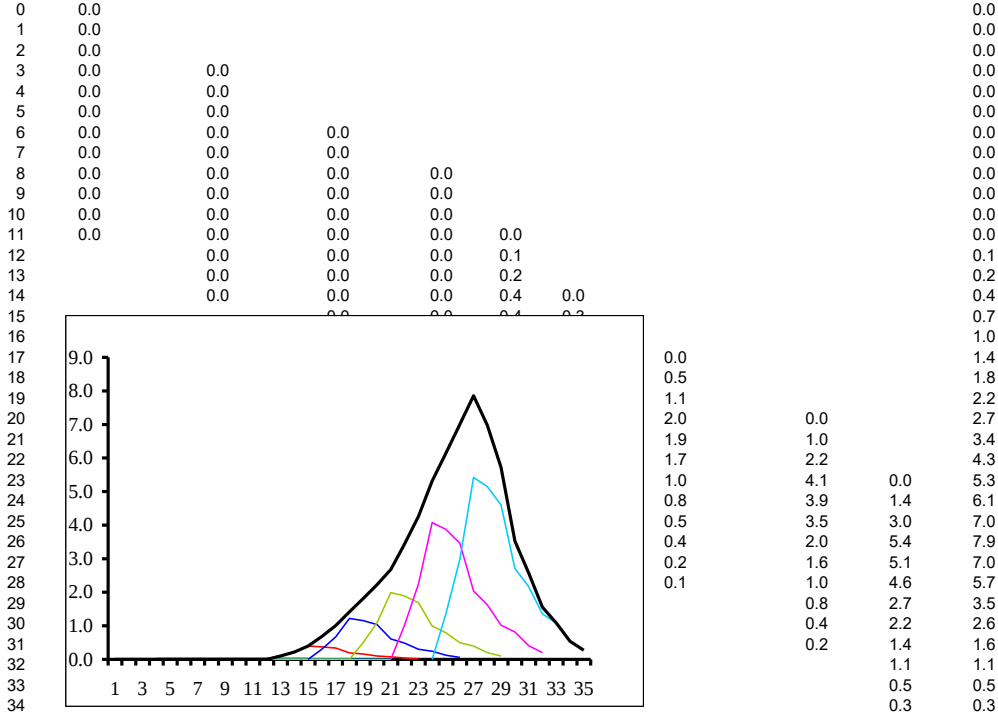
A) Λεκάνη Δασική με έντονες κλίσεις και καλή παροχέτευση νερού με έδαφος υψηλής διαπερατότητας
CN=30 S= 592.6666667 0.2 S = 118.5333333

Χρόνος (hours)	Ποσοστό Βροχόπτωσης %	Αθροιστική Βροχόπτωση (mm)	Αθροιστικό Περίσσειμα (mm)	Υετογράφημα Περίσσειματος (mm)	Υετογράφημα Περίσσειματος (cm)
	0	0	0	0	0
3	8.5	17	0	0	0
6	19	38	0	0	0
9	45	90	0	0	0
12	66	132	0.30	0.30	0.03
15	73	146	1.21	0.91	0.09
18	80	160	2.70	1.49	0.15
21	90	180	5.76	3.06	0.31
24	100	200	9.82	4.06	0.41

B) MYG-2hr $\sigma\epsilon$ MYG-3hr

ΜΥΓ-2hr							Καμπύλη S	Μετατοπισμένη S	S-S'	ΜΥΓ-3hr
0	0						0		0	0.0
1	5						5		5	3.3
2	11	0					11		11	7.3
3	15	5					20		20	13.3
4	13	11	0				24	5	19	12.7
5	8	15	5				28	11	17	11.3
6	6	13	11	0			30	20	10	6.7
7	4	8	15	5			32	24	8	5.3
8	3	6	13	11	0		33	28	5	3.3
9	2	4	8	15	5		34	30	4	2.7
10	1	3	6	13	11	0	34	32	2	1.3
11	0	2	4	8	15	5	34	33	1	0.7
		1	3	6	13	11		34		
		0	2	4	8	15		34		
			1	3	6	13		34		
			0	2	4	8				
				1	3	6				
				0	2	4				
					1	3				
					0	2				
						1				
						0				

Χρόνος (hr)	0	3	6	9	12	15	18	21	24
Υετογράφημα									
Περισσεύματος (cm)	0	0	0	0	0.02961	0.0914	0.14915799	0.305923892	0.406403 YAA
Χρονικό Βήμα (hr)									



ΑΣΚΗΣΗ 5

Με την βοήθεια μιας δορυφορικής εικόνας και ενός G.I.S. προσδιορίστηκε η κάλυψη της επιφάνειας σε μια αστική λεκάνη απορροής. Έτσι έχει εκτιμηθεί ότι το 65% της λεκάνης καλύπτεται από σχεδόν αδιαπέρατες επιφάνειες ($C=0.95$), το 25% της λεκάνης από πάρκα ($C=0.20$) και το 10% της λεκάνης από ανοιχτούς χώρους ($C=0.35$). Επειδή η κατάντι περιοχή της λεκάνης απορροής πλημμυρίζει συχνά αποφασίστηκε να κατασκευαστεί στην έξοδο της λεκάνης μια ρυθμιστική φυσική δεξαμενή στην οποία θα αποθηκεύεται ολόκληρη η πλημμυρική απορροή της αστικής λεκάνης. Η δεξαμενή θα σχεδιασθεί για πλημμυρική απορροή με περίοδο επαναφοράς τα 50 έτη. Η έκταση της λεκάνης απορροής είναι 10 km^2 , το μέγιστο μήκος του κυρίως υδατορρεύματος είναι 2850 m , ενώ η μέση κλίση του είναι 0.005 . Από μετρήσεις βροχόπτωσης που έχουν γίνει έχουν προσδιορισθεί οι σχέσεις Έντασης-Διάρκειας-Συχνότητας που περιγράφονται μαθηματικά από τη σχέση:

$$i = 12.3 \cdot T^{0.18} \cdot D^{-0.63}$$

όπου i η καθαρή ένταση βροχόπτωσης (mm/h), T η περίοδος επαναφοράς (έτη) και D η διάρκεια της καταιγίδας (ώρες). Ζητείται να βρεθούν:

- α) Η μέγιστη εισροή στη ρυθμιστική φυσική δεξαμενή για τις παραπάνω συνθήκες, και
β) Ο όγκος της ρυθμιστικής δεξαμενής

Δίνονται οι τύποι:

$$Q_{\max} = 0.278 \cdot C \cdot i \cdot A, \quad A(\text{km}^2), \quad i(\text{mm/h}), \quad Q(\text{m}^3/\text{s})$$

$$t_c = 0.02 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385}, \quad L(\text{m}), \quad S(\text{m/m}), \quad t_c(\text{min})$$

ΑΣΚΗΣΗ 5: ΛΥΣΗ

	Συντελεστής	Ποσοστό	Τελικός Συντελεστής
c1	0.95	0.65	0.6175
c2	0.2	0.25	0.05
c3	0.35	0.1	0.035
Ccomp		1	0.7025

	min	hours
t_c	70.33	1.17
I	24.54	
$Q_{\max}$	47.93 m^3/s	
$V_{\max}$	185459.08 m^3	

ΑΣΚΗΣΗ 6

Παρακάτω δίνονται τα ημερήσια δεδομένα βροχόπτωσης (σε mm) πέντε γειτονικών σταθμών. Να γίνει η συμπλήρωση των ελλειπόν δεδομένων του Σταθμού 5 με **τρεις μεθόδους** και να γίνει εκτίμηση της αξιοπιστίας των μεθόδων. Δίνονται επίσης τα παρακάτω στοιχεία:

α) Η κανονική μηνιαία βροχόπτωση για το μήνα Δεκέμβριο είναι: Σταθμός 1: 276 mm, Σταθμός 2: 195 mm, Σταθμός 3: 150 mm, Σταθμός 4: 288mm, Σταθμός 5: 230 mm

β) Οι αποστάσεις των Σταθμών 1-4 από το Σταθμό 5 είναι: Στ.1-Στ.5 = 5.3 km, Στ.2-Στ.5=5,9 km, Στ.3-Στ.5= 10.3 km, Στ.4-Στ.5 = 7.5 km.

Ημερομηνία	Σταθμός 1	Σταθμός 2	Σταθμός 3	Σταθμός 4	Σταθμός 5
01/12/1986	10	8	6	10	10
02/12/1986	12	9	7	12	
03/12/1986	14	10	8	13	
04/12/1986	20	11	7	18	17
05/12/1986	22	12	9	20	
06/12/1986	5	5	5	6	
07/12/1986	3	6	6	4	
08/12/1986	0	3	0	2	3
09/12/1986	3	1	2	4	5
10/12/1986	2	0	0	4	4
11/12/1986	1	0	0	3	4

ΑΣΚΗΣΗ 6 ΛΥΣΗ

Day	Με κανονικές αναλογίες Station 5	Με μέσο όρο Station 5	Με το αντίστροφο τετράγωνο της απόστασης Station 5
01/12/1986	10.0	10.0	10.0
02/12/1986	10.2	10.0	10.7
03/12/1986	11.5	11.3	12.1
04/12/1986	17.0	17.0	17.0
05/12/1986	15.6	15.8	17.4
06/12/1986	5.6	5.3	5.3
07/12/1986	5.5	4.8	4.5
08/12/1986	3.0	3.0	3.0
09/12/1986	5.0	5.0	5.0
10/12/1986	4.0	4.0	4.0
11/12/1986	4.0	4.0	4.0

ΑΣΚΗΣΗ 7

Δίνεται το υδρογράφημα συνολικής απορροής για μια καταιγίδα μιας λεκάνης απορροής έκτασης **132 Km²**,

Χρόνος (hrs)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Απορροή (m ³ /s)	85	115	122	179	235	258	222	183	156	123	94	85

το οποίο έχει προκληθεί από μια καταιγίδα, το υετογράφημα της συνολικής βροχόπτωσης της οποίας είναι:

Χρόνος (hrs)	0	1	2	3	4	5
Βροχόπτωση (mm)	0	11	25	31	2	0

Ζητούνται να βρεθούν:

α) Το Μοναδιαίο Υδρογράφημα της λεκάνης για το παραπάνω γεγονός βροχής-απορροής, καθώς και η διάρκειά του (χρησιμοποιώντας την μέθοδο του δείκτη Φ)
(25 Μονάδες)

Δίνεται ο τύπος:

$$h_R = 0.36 \frac{\Delta t}{A} \sum_{i=1}^n R_i$$

β) Η ίδια υδρολογική λεκάνη χαρακτηρίζεται ως αγροτική στην οποία καλλιεργούνται δημητριακά κατά τη φορά των ισοϋψών σε ποσοστό έκτασης 40%, οι βοσκότοποι, οι οποίοι είναι σε καλή κατάσταση καλύπτουν το 15% της έκτασης της λεκάνης, ενώ η υπόλοιπη έκταση της λεκάνης καλύπτεται με καλά διατηρημένα δάση. Το έδαφος που περιέχει υψηλή συγκέντρωση οργανικής ύλης και έχει υψηλή διηθητικότητα και καλή στράγγιση. Ζητείται να βρεθεί το υδρογράφημα άμεσης απορροής για μια καλοκαιρινή καταιγίδα, για την οποία το υετογράφημα της μέσης επιφανειακής συνολικής βροχόπτωσης δίνεται στον παρακάτω πίνακα. Το συνολικό ύψος βροχής των 5 προηγούμενων ημερών της καταιγίδας ήταν ίσο με 30 mm. (35 Μονάδες)

Χρόνος (hrs)	0-3	3-6	6-9
Συνολική Βροχόπτωση (mm)	43	65	31

Δίνονται οι τύποι:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.4036 + 0.0059 \cdot CN_{II}}$$

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.334 - 0.01334 \cdot CN_{II}}$$

ΑΣΚΗΣΗ 7 ΛΥΣΗ

A)

Χρόνος Υδρογραφ. Αμεση
Απορροή **ΜΥΓ-2 hr με διερεύνηση με δείκτη φ**

0	85	0	0
1	115	30	13.14217
2	122	37	16.20868
3	179	94	41.17881
4	235	150	65.71087
5	258	173	75.78654
6	222	137	60.01593
7	183	98	42.9311
8	156	71	31.10315
9	123	38	16.64675
10	94	9	3.942652
11	85	0	0

Υψος Αμεσης Απορροής
22.83 mm

Υψος Αμεσης Απορροής (cm) 837 366.6667
2.28 1

Χρόνος (hrs)	0	1	2	3	4	5				
Βροχόπτωση (mm)	0	11	25	31	2	0		69		
								59	14,75	
Φ-index	14,75	14,75	14,75	14,75	14,75	14,75			16,5	8,25
1η προσεγ	0	0	10,25	16,25	0	0		26,5		
2η προσεγ			23	23					φ =	23
			2	8				10		

B)

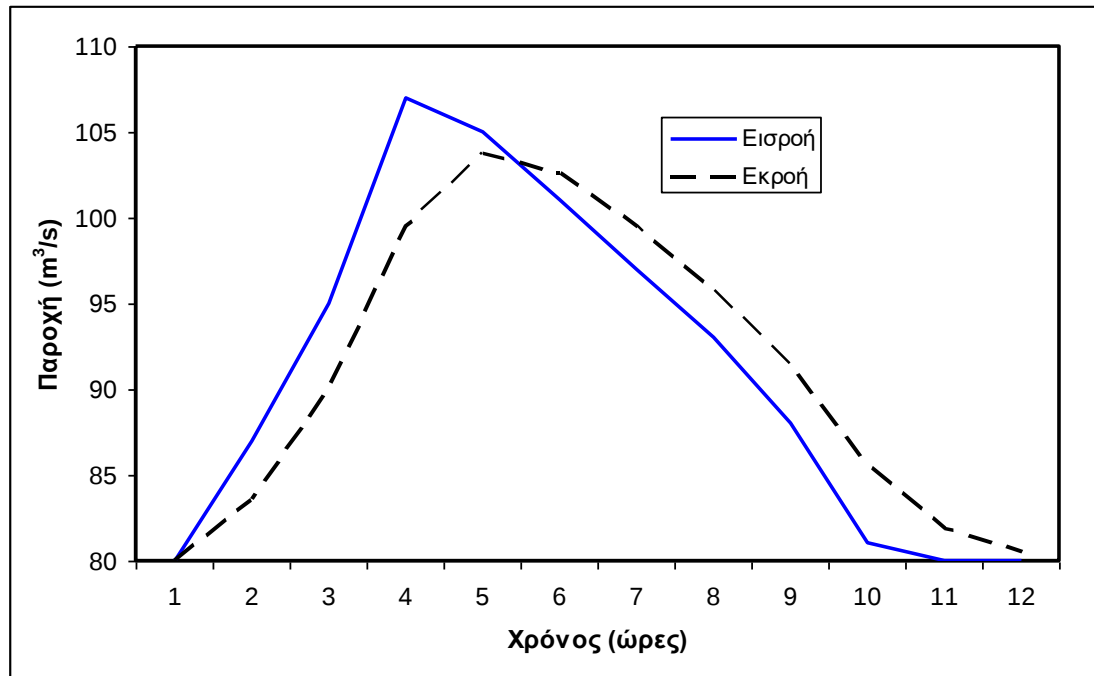
Χρόνος	ΜΥΓ-2 hr	Καμπύλη S	Μετατοπ. S'	S-S'	ΜΥΓ-3hr
0	0	0		0	0
1	13.14217	13.14217		13.14217	8.76145
2	16.20868	16.20868		16.20868	10.80579
3	41.17881	13.14217	0	54.32099	36.21399
4	65.71087	16.20868		81.91955	45.85159
5	75.78654	41.17881	13.14217	130.1075	75.93256
6	60.01593	65.71087	16.20868	141.9355	58.40966
7	42.9311	75.78654	41.17881	173.0386	60.74605
8	31.10315	60.01593	65.71087	173.0386	28.62074
9	16.64675	42.9311	75.78654	212	46.70968
10	3.942652	31.10315	60.01593	212	25.97425
11	0	16.64675	42.9311	212	25.97425
12		3.942652	31.10315	212	0

	Δημητριακά	Βοσκότοποι	Δάση	CN comp
	40%	15%	45%	
CN	61	39	25	41.5
			CN_I	23.3095
S=	835.684482	Ia=0.2S=	167.1369	

Χρόνος (hours)	Βροχόπτω ση (mm)	Αθροιστική Βροχόπτωση (mm)	Αθροιστικό Περίσσειμα (mm)	Υετογράφημα Περισσέυματος (mm)	Υετογράφημα Απωλειών (mm)
0	0	0	0.00	0	0.00
3	43	43	0.00	0.00	43.00
6	65	108	0.00	0.00	65.00
9	31	139	0.00	0.00	31.00

ΑΣΚΗΣΗ 8

A) Να σχεδιάσετε το προφίλ (κατά μήκος τομή) της ελεύθερης επιφάνειας ενός ποτάμιου τμήματος για τα παρακάτω υδρογραφήματα εισροής-εκροής για τις χρονικές στιγμές, 1, 3, 5, 7, 9, 12 σε σχετική κλίμακα. Σχολιάστε τις μεταβολές τις αποθήκευσης στις διάφορες χρονικές στιγμές .



B) Στο παραπάνω τμήμα ποταμού AB έχει μετρηθεί στο σημείο A η παροχή του ποταμού κατά την διάρκεια μιας πλημμύρας όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Ωρα	3:00	5:00	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00	21:00	23:00	1:00
Εισροή στο A (m³/s)	140	170	210	290	350	320	290	240	210	200	170	160

Από προηγούμενες μετρήσεις έχουν βρεθεί οι τιμές $K=2.3$ ώρες και $\chi=0.35$. Ζητούνται:

- 1) Να γίνει η διόδευση της πλημμύρας μέσα στο τμήμα του ποταμού AB.
- 2) Ποια είναι η μέγιστη παροχή και πότε εμφανίζεται στο άκρο B του τμήματος AB;

Δίνονται οι τύποι:

$$S = K(xI + (1 - x)O)$$

$$O_{I+1} = C_0 I_{I+1} + C_1 I_I + C_2 O_I$$

$$C_0 = \frac{-Kx + 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}$$

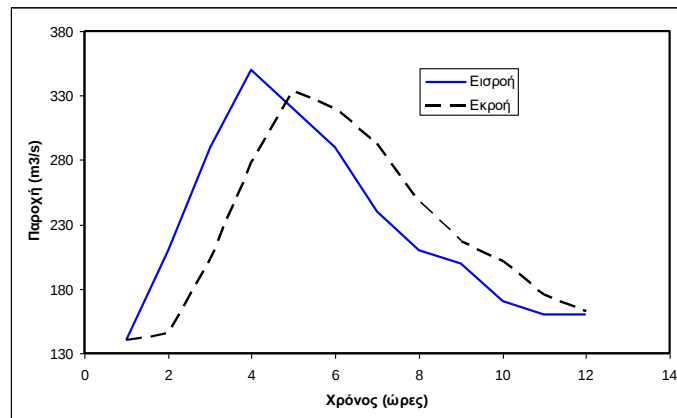
$$C_1 = \frac{Kx + 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}$$

$$C_2 = \frac{K - Kx - 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}$$

ΑΣΚΗΣΗ 8 Β ΛΥΣΗ

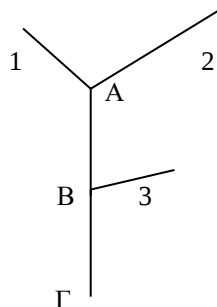
Χρόνος	Εισροή	Εκροή
	140	
3	140	140
6	210	145.4709
9	290	203.4501
12	350	277.5182
15	320	333.2751
18	290	320.2891
21	240	292.1014
24	210	247.9921
27	200	216.7559
30	170	200.9796
33	160	175.3647
36	160	163.0483

K=5,3	C0=	0.078156
0.35	C1=	0.723447
	C2=	0.198397
2.495		1



ΑΣΚΗΣΗ 9

Το κυρίως υδρογραφικό δίκτυο μιας λεκάνης απορροής έχει διακριτοποιηθεί στα παρακάτω ποτάμια τμήματα ανάλογα με τη σημαντικότητα των εισροών.



Κατά τη διάρκεια μιας έντονης καταιγίδας παρατηρήθηκαν ή εκτιμήθηκαν οι παρακάτω απορροές από τα ποτάμια τμήματα του υδρογραφικού δικτύου όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Ωρα	3:00	5:00	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00	21:00	23:00	1:00
Εκροή 1 (m ³ /s)	100	100	100	123	189	230	205	187	147	125	110	107
Εκροή 2 (m ³ /s)	153	190	220	380	460	400	280	250	230	180	155	150
Εκροή 3 (m ³ /s)	33	31	32	33	45	52	69	51	42	37	35	33
Πλευρική Εισροή ΒΓ	20	19	21	23	33	39	44	37	31	29	24	20

Από προηγούμενες μετρήσεις έχουν εκτιμηθεί οι τιμές $K=2,5$ ώρες και $x=0,24$, για το ποτάμιο τμήμα ΑΒ και $K=3$ ώρες και $x=0,31$, για το ποτάμιο τμήμα ΒΓ. Ζητούνται:

- 1) Να γίνει η διόδευση της πλημμύρας στα ποτάμια τμήματα ΑΒ και ΒΓ.
- 2) Ποια είναι η μέγιστη παροχή και πότε εμφανίζεται στην έξοδο της λεκάνης απορροής;

Δίνονται οι τύποι:

$$S = K(xI + (1-x)O)$$

$$O_{I+1} = C_0 I_{I+1} + C_1 I_I + C_2 O_I$$

$$C_0 = \frac{-Kx + 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}, C_1 = \frac{Kx + 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}, C_2 = \frac{K - Kx - 0.5\Delta t}{K - Kx + 0.5\Delta t}$$

ΑΣΚΗΣΗ 9: ΛΥΣΗ

ΔΙΟΔΕΥΣΗ Α-Β

Χρόνος	Εισροή	$O_{I+1} = C_0 I_{I+1} + C_1 I_I + C_2 O_I$		
	253	$C_0 I_{I+1} + C_1 I_I$	$C_2 O_I$	253
3	253			253
5	290	179.59	78.52	258.10
7	320	204.14	80.10	284.24
9	503	245.93	88.21	334.14
11	649	367.03	103.70	470.73
13	630	444.97	146.09	591.06
15	485	414.48	183.43	597.91
17	437	327.86	185.56	513.42
19	377	293.10	159.34	452.44
21	305	250.07	140.41	390.48
23	265	204.83	121.18	326.01
1	257	181.66	101.18	282.83

K=2.5	C0=	0.137931
χ=0.24	C1=	0.551724
	C2=	0.310345
2.9		1

ΔΙΟΔΕΥΣΗ Β-Γ

Χρόνος	Εισροή				Εκροή
	306				253
3	306				253
5	308.1034	211.3246	78.51724		289.8419
7	337.239	216.5038	89.95092		306.4548
9	390.1431	239.8757	95.10665		334.9824
11	548.7341	290.9388	103.9601		394.8989
13	682.0554	396.8264	122.5548		519.3813
15	710.9137	474.3635	161.1873		635.5508
17	601.4215	475.183	197.2399		672.4229
19	525.4412	404.2934	208.683		612.9764
21	456.4817	352.8616	190.234		543.0956
23	385.0116	304.957	168.5469		473.504
1	335.8312	258.7417	146.9495		405.6912

K=3	C0=	0.022801
χ=0.31	C1=	0.628664
	C2=	0.348534
3.07		1

ΑΣΚΗΣΗ 10

Δίνεται το συνολικό πλημμυρογράφημα ποταμού, που προκύπτει από καταιγίδα διάρκειας 2 ωρών και σταθερής έντασης, υποθέτοντας σταθερό ρυθμό ελλειμμάτων 8.0 mm/h. Η ένταση της βροχής έχει υπολογιστεί με βάση την όμβρια καμπύλη της λεκάνης, που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 50 ετών πλημμύρας και δίνεται από τη σχέση $i = 48.8 d^{-0.65}$ (i σε mm/h, d σε h).

Χρόνος (h)	0	1	2	3	4	5	6	7
Παροχή (m ³ /s)	10	50	130	100	20	10	10	10

Ζητούνται:

- Το μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης για διάρκεια βροχόπτωσης 2 ωρών.
- Το μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης για διάρκεια βροχόπτωσης 1 ώρας.
- Το σύνθετο βροχογράφημα (ολικό και καθαρό) που προκύπτει εκτιμώντας τα ύψη βροχής της πρώτης και της δεύτερης ώρας με βάση τις εντάσεις που προβλέπει η όμβρια καμπύλη για διάρκειες 1 και 2 ώρες, αντίστοιχα, και θεωρώντας τον ίδιο σταθερό ρυθμό ελλειμμάτων.
- Το συνολικό πλημμυρογράφημα που προκύπτει από την παραπάνω σύνθετη βροχόπτωση.

ΑΣΚΗΣΗ 10: ΛΥΣΗ

a)

$$i = 48.8 d^{-0.65}$$

d=2h I (mm/h) 31.10
 Φ=8mm/h I-Φ(mm/h) 23.10 46.20 Ενεργός Βροχόπτωση για 2 ώρες

t	Q (m ³ /s) Ολικό Πλημμυρόγραφο μα	Q βασική	Καθαρό πλημμυρο γράφημα (m ³ /s)	MYG-2h
0	10	10	0	0.00
1	50	10	40	8.66
2	130	10	120	25.97
3	100	10	90	19.48
4	20	10	10	2.16
5	10	10	0	0.00
6	10	10		
7	10	10		

0.216

b)

t	MYΓ-2h				S	S'	S-S'	MYΓ-1h
0	0.00				0.00		0.00	0.00
1	8.66				8.66	0	8.66	17.32
2	25.97	0			25.97	8.658279	17.32	34.63
3	19.48	8.658279			28.14	25.97484	2.16	4.33
4	2.16	25.97484	0		28.14	28.13941	0.00	0.00
5	0.00	19.48113	8.658279		28.14	28.13941	0.00	
6		2.16457	25.97484	0	28.14	28.13941	0.00	
7		0	19.48113	8.658279		28.13941		
			2.16457	25.97484				
			0	19.48113				
				2.16457				
				0				

c)	D (h)	I (mm/h)	Ραθροιστικό (mm)	P (mm)	Ύψος ελλειμμάτων (mm)	Καθαρό ύψος βροχής (mm)	Καθαρό ύψος βροχής (cm)
d=1 h	1	48.80	48.80	48.80	8.00	40.80	4.08
d=2 h	2	31.10	62.20	13.40	8.00	5.40	0.54

d)

MYΓ-1h	YAA (0-1 h)	YAA	Qβασικη	Συνολικό πλημμυρογράφημα (m3/s)
0.00	0.00	0.00	10	10.00
17.32	70.65	0.00	10	80.65
34.63	141.30	9.35	10	160.65
4.33	17.66	18.70	10	46.36
0.00	0.00	2.34	10	12.34
		0.00	10	10.00