



**Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

Ενότητα 10: Διόδευση Πλημμυρών - Ασκήσεις

Καθ. Αθανάσιος Λουκάς

Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Πολυτεχνική Σχολή

Διόδευση μέσω ποταμού - Μέθοδος Muskingum

Παράδειγμα 1: Να γίνει διόδευση του πλημμυρογραφήματος που δίνεται στη στήλη (2) του παρακάτω Πίνακα, με δεδομένα $x=0.2$ και $K=2$ μέρες. Το χρονικό βήμα των δεδομένων εισόδου είναι 1 ημέρα και μονάδες μέτρησης m^3/s . Να υποθεθεί ότι στις 16/3 η εισροή είναι ίση με την εκροή.

Υπολογίζονται οι συντελεστές Muskingum με αντικατάσταση των τιμών x , K και Δt

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

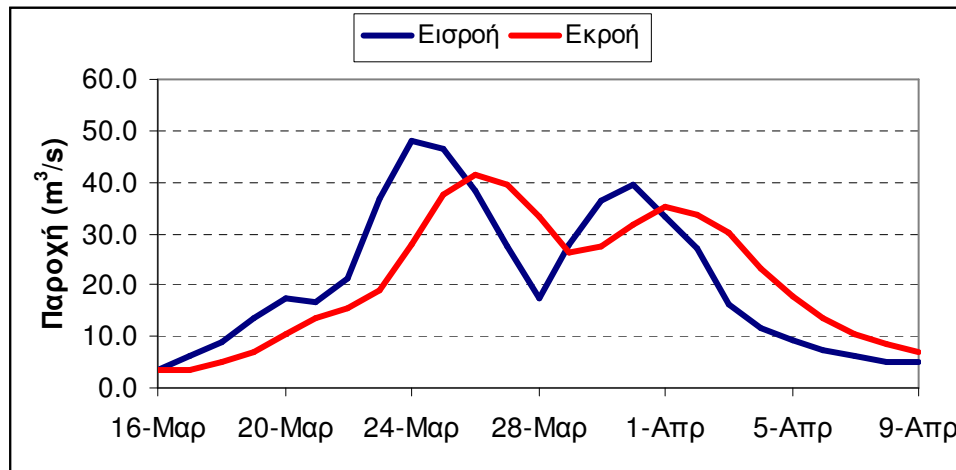
$$C_0 = 0.048,$$

$$C_1 = 0.428,$$

$$C_2 = 0.524$$

Ο έλεγχος δίνει $C_0 + C_1 + C_2 = 1$

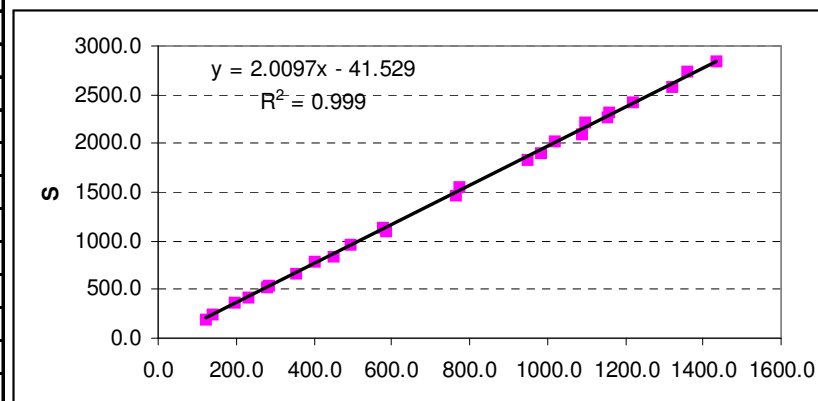
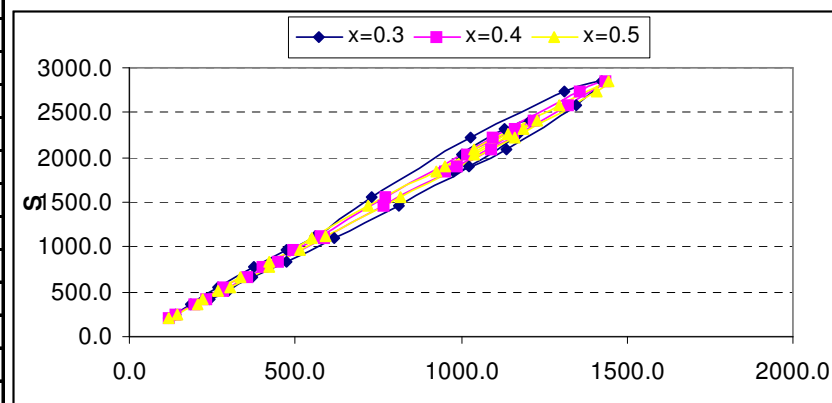
Ημερομηνία	Εισροή	$C_0 I_i$	$C_1 I_{i-1}$	$C_2 Q_{i-1}$	Εκροή
16-Μαρ	3.4				3.4
17-Μαρ	6.1	0.3	1.5	1.8	3.5
18-Μαρ	9.0	0.4	2.6	1.8	4.9
19-Μαρ	13.4	0.6	3.9	2.6	7.1
20-Μαρ	17.3	0.8	5.7	3.7	10.3
21-Μαρ	16.8	0.8	7.4	5.4	13.6
22-Μαρ	21.3	1.0	7.2	7.1	15.3
23-Μαρ	36.9	1.8	9.1	8.0	18.9
24-Μαρ	48.1	2.3	15.8	9.9	28.0
25-Μαρ	46.3	2.2	20.6	14.7	37.5
26-Μαρ	38.4	1.8	19.8	19.6	41.3
27-Μαρ	27.6	1.3	16.4	21.6	39.4
28-Μαρ	17.4	0.8	11.8	20.6	33.3
29-Μαρ	27.8	1.3	7.4	17.4	26.2
30-Μαρ	36.2	1.7	11.9	13.7	27.4
31-Μαρ	39.4	1.9	15.5	14.3	31.7
1-Απρ	33.1	1.6	16.9	16.6	35.1
2-Απρ	27.1	1.3	14.2	18.4	33.8
3-Απρ	16.4	0.8	11.6	17.7	30.1
4-Απρ	11.8	0.6	7.0	15.8	23.4
5-Απρ	9.2	0.4	5.1	12.2	17.7
6-Απρ	7.5	0.4	3.9	9.3	13.6
7-Απρ	6.3	0.3	3.2	7.1	10.6
8-Απρ	5.0	0.2	2.7	5.6	8.5
9-Απρ	4.9	0.2	2.1	4.5	6.8



Διόδευση μέσω ποταμού - Μέθοδος Muskingum

Παράδειγμα 2: Με δεδομένα τα υδρογραφήματα εισόδου και εξόδου ενός ποταμού (στήλες 2 και 3) να καθοριστούν οι παράμετροι K και x του ποταμού. Να υποτεθεί ότι η αρχική τιμή της αποθηκευτικότητας S είναι $200 \text{ ημ} \cdot \text{m}^3/\text{s}$.

Ημερομηνία	Εισροή	Q	Im	Qm	S ₂	x=0.3	x=0.4	x=0.5
16-Μαρ	120.6	120.6	120.6	120.6	200.0	120.6	120.6	120.6
17-Μαρ	216.5	125.2	168.6	122.9	245.7	136.6	141.2	145.7
18-Μαρ	316.2	173.3	266.4	149.3	362.8	184.4	196.1	207.8
19-Μαρ	473.7	248.8	395.0	211.1	546.7	266.2	284.6	303.0
20-Μαρ	611.4	362.3	542.6	305.6	783.7	376.7	400.4	424.1
21-Μαρ	593.2	479.8	602.3	421.1	964.9	475.4	493.6	511.7
22-Μαρ	752.4	541.2	672.8	510.5	1127.2	559.2	575.4	591.7
23-Μαρ	1302.6	667.7	1027.5	604.5	1550.3	731.4	773.7	816.0
24-Μαρ	1697.9	988.4	1500.3	828.1	2222.5	1029.7	1096.9	1164.2
25-Μαρ	1635.0	1322.6	1666.5	1155.5	2733.4	1308.8	1359.9	1411.0
26-Μαρ	1356.1	1457.5	1495.6	1390.1	2838.9	1421.7	1432.3	1442.8
27-Μαρ	975.8	1390.7	1166.0	1424.1	2580.8	1346.7	1320.8	1295.0
28-Μαρ	613.3	1175.6	794.6	1283.2	2092.2	1136.6	1087.7	1038.9
29-Μαρ	982.0	925.4	797.7	1050.5	1839.3	974.6	949.4	924.1
30-Μαρ	1279.4	966.2	1130.7	945.8	2024.2	1001.3	1019.8	1038.3
31-Μαρ	1391.5	1120.2	1335.5	1043.2	2316.5	1130.9	1160.1	1189.3
1-Απρ	1169.2	1238.3	1280.4	1179.3	2417.6	1209.6	1219.7	1229.8
2-Απρ	958.0	1195.0	1063.6	1216.7	2264.5	1170.7	1155.4	1140.1
3-Απρ	580.8	1063.9	769.4	1129.5	1904.5	1021.4	985.4	949.4
4-Απρ	416.8	826.0	498.8	945.0	1458.3	811.1	766.5	721.9
5-Απρ	323.3	626.6	370.1	726.3	1102.1	619.4	583.8	548.2
6-Απρ	263.2	479.5	293.3	553.1	842.2	475.1	449.1	423.2
7-Απρ	221.8	374.5	242.5	427.0	657.7	371.7	353.2	334.8
8-Απρ	176.4	299.5	199.1	337.0	519.8	295.6	281.8	268.1
9-Απρ	172.3	240.7	174.4	270.1	424.1	241.4	231.8	222.2



$x = 0.4$ και $K = 2$ ημέρες. Με επίλυση ως προς x παίρνουμε **$x = 0.44514$ και $K = 2.0032$ ημέρες**



Διόδευση μέσω ταμιευτήρα

Παράδειγμα 1: Ένας μικρός ταμιευτήρας χαρακτηρίζεται από τη σχέση υψομέτρου στάθμης νερού-αποθήκευσης του **Πίνακα 1**. Ο υπερεκχειλιστής του ταμιευτήρα έχει υψόμετρο στέψης $Z_0 = +760,5$ m και η παροχή που διέρχεται από τον υπερεκχειλιστή δίνεται από την σχέση $Q = 5.1 \cdot (H - Z_0)^{3/2}$ σε m^3/s . Το υδρογράφημα πλημμυρικής εισροής με περίοδο επαναφοράς τα 20 έτη I (m^3/s) έχει προσδιορισθεί όπως στον παρακάτω πίνακα

Κατά την έναρξη της διόδευσης ($t=0$) η στάθμη του νερού στη λιμνοδεξαμενή θεωρείται ότι βρίσκεται σε υψόμετρο $H_0 = +760$ m. Ζητούνται:

- 1) Να γίνει η διόδευση του υδρογραφήματος εισροής διαμέσου της λιμνοδεξαμενής
- 2) Να υπολογισθεί η μέγιστη παροχή που διέρχεται από τον εκχειλιστή.
- 3) Να υπολογισθεί η ανώτατη στάθμη του νερού στη λιμνοδεξαμενή.
- 4) Να βρεθεί η χρονική στιγμή που συμβαίνει η μέγιστη παροχή.

Χρόνος (h)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I (m^3/s)	3	10	15	23	25	19	15	12	10	8	5



Διόδευση μέσω ταμιευτήρα

Παράδειγμα 1:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΣΧΕΣΕΙΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΝΕΡΟΥ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Στάθμη νερού (m)	Αποθηκευμένος Όγκος Νερού στη Λιμνοδεξαμενή (m ³)
758	34170.1
758.5	36666.5
759	39460.8
759.5	42533.8
760	45517.8
760.5	48092.4
761	51031
761.5	54081.9
762	56434.3
762.5	58749.2
763	61729.1
763.5	64922.4
764	67591.9
764.5	70246.2
765	73000



Διόδευση μέσω ταμιευτήρα

Παράδειγμα 1: Λύση

Σχέσεις στάθμης νερού - αποθήκευσης			H (m)	Q (m ³ /s)	S (m ³)	S/Δt (m ³ /s)	Q/2 (m ³ /s)	N(m ³ /s)
ΑΠΟΘΗΚΕΥ			760	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H	ΣΗ	S	760.5	1.80	2574.60	0.72	0.90	1.62
759.0	39460.80	0.00	761	5.10	5513.20	1.53	2.55	4.08
759.5	42533.80	0.00	761.5	9.37	8564.10	2.38	4.68	7.06
760.0	45517.80	0.00	762	14.42	10916.50	3.03	7.21	10.24
760.5	48092.40	2574.60	762.5	20.16	13231.40	3.68	10.08	13.76
761.0	51031.00	5513.20	763	26.50	16211.30	4.50	13.25	17.75
761.5	54081.90	8564.10	763.5	33.39	19404.60	5.39	16.70	22.09
762.0	56434.30	10916.50	764	40.80	22074.10	6.13	20.40	26.53
762.5	58749.20	13231.40	764.5	48.68	24728.40	6.87	24.34	31.21
763.0	61729.10	16211.30	765	57.02	27482.20	7.63	28.51	36.14
763.5	64922.40	19404.60						
764.0	67591.90	22074.10						
764.5	70246.20	24728.40						
765.0	73000.00	27482.20						



Διόδευση μέσω ταμιευτήρα

Παράδειγμα 1: Λύση

t(hr)	I (m ³ /s)	I _m (m ³ /s)	Q (m ³ /s)	ΔN=I _m -Q (m ³ /s)	N (m ³ /s)
0	3	0	0	0	0
1	10	6.5	8.7	6.5	6.5
2	15	12.5	14.5	3.8	10.3
3	23	19	21.8	4.5	14.8
4	25	24	25.4	2.2	17
5	19	22	20	-3.4	13.6
6	15	17	14.5	-3	10.6
7	12	13.5	14	-1	9.6
8	10	11	9.1	-3	6.6
9	8	9	9.1	-0.1	6.5
10	5	6.5	5	-2.6	3.9
11	0	2.5	1.7	-2.5	1.4
12	0	0	0	-1.7	0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0



Βιβλιογραφία

Μιμίκου, Μ.Α. και Ε.Α. Μπαλτάς. «Τεχνική Υδρολογία», Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 5^η Έκδοση, 2012.

Παπαμιχαήλ, Δ.Μ. «Τεχνική Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων», Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούδη, 2001.

Τσακίρης, Γ. «Υδατικοί Πόροι Ι. Τεχνική Υδρολογία», Εκδόσεις Συμμετρία, 1995.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

