



Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

Ενότητα 9: Μέθοδοι εκτίμησης πλημμύρας σχεδιασμού -
Ασκήσεις

Καθ. Αθανάσιος Λουκάς

Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Πολυτεχνική Σχολή

ΑΣΚΗΣΗ 1

Σε διατομή χειμάρρου προβλέπεται η κατασκευή γέφυρας, ωφέλιμου χρόνου ζωής 30 ετών. Η ανάντη λεκάνη απορροής έχει έκταση 20 km² και χρόνο συγκέντρωσης 20 min. Από τη στατιστική ανάλυση των ισχυρών επεισοδίων καταιγίδων σε κοντινό μετεωρολογικό σταθμό, προκύπτει ότι η μέση τιμή των μέγιστων ετήσιων υψών βροχής διάρκειας 20 min είναι 30 mm, ενώ ο συντελεστής μεταβλητότητάς τους 0.1.

Ζητούνται:

1. Η προσαρμογή και ο υπολογισμός των παραμέτρων θέσης και κλίμακας της θεωρητικής συνάρτησης πιθανότητας EVI με τη μέθοδο των ροπών για την περιγραφή της στατιστικής δίαιτας των εντάσεων βροχής της υπόψη διάρκειας.
2. Η περίοδος επαναφοράς με την οποία θα γίνει ο υδρολογικός σχεδιασμός της γέφυρας, αν η επιτρεπόμενη διακινδύνευση για διάστημα ίσο με τον ωφέλιμο χρόνο ζωής της είναι 63%.
3. Η εκτίμηση, με την ορθολογική μέθοδο, της πλημμυρικής αιχμής και του πλημμυρικού όγκου του χειμάρρου για την υπόψη περίοδο επαναφοράς, θεωρώντας συντελεστή απορροής 0.3.
4. Το ύψος τοποθέτησης της γέφυρας, λαμβάνοντας ελεύθερο περιθώριο 0.50 m πάνω από τη στάθμη που αντιστοιχεί στην υπολογισθείσα παροχή αιχμής. Η εξίσωση στάθμης-παροχής της διατομής στη θέση της γέφυρας δίνεται από τη σχέση: $Q = 30 * h^{1.85}$ (Q σε m³/s, h σε m).



ΑΣΚΗΣΗ 1 - ΛΥΣΗ

1. Υπολογισμός της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης για τις εντάσεις βροχής (πρώτη και δεύτερη ροπή)

$$\text{Μέση τιμή έντασης βροχόπτωσης} = i_{meso} = \frac{P (mm)}{t (h)} = \frac{30mm}{\frac{20}{60}h} = 90 \text{ mm/h}$$

$$\text{Τυπική απόκλιση έντασης βροχόπτωσης} = \sigma_i = CV * i_{meso} = 0.1 * 90 = 9 \text{ mm/h}$$

Υπολογισμός των παραμέτρων θέσης και κλίμακας της θεωρητικής συνάρτησης πιθανότητας EVI με τη μέθοδο των ροπών:

$$\text{παράμετρος κλίμακας} \quad \lambda = \frac{1}{0.78s_x} = \frac{1}{0.78 * 9} = 0.142$$

$$\text{παράμετρος θέσης} \quad c = \bar{x} - 0.45s_x = i_{meso} - 0.45s_i = 90 - 0.45 * 9 = 85.950$$

$$2. \quad R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \rightarrow T = \frac{1}{1 - (1-R)^{\frac{1}{n}}} \rightarrow T = \frac{1}{1 - (1-0.63)^{\frac{1}{30}}} \rightarrow T = 30.67 \cong 30 \text{ έτη}$$

Αντιστοίχιση περιόδου επαναφοράς πλημμύρας σχεδιασμού ($T_{\text{πλημμύρας}}$) με την περίοδο επαναφοράς καταιγίδας σχεδιασμού ($T_{\text{βροχόπτωσης}}$) ($T_{\text{πλημμύρας}} \neq T_{\text{βροχόπτωσης}}$) ή υπόθεση ($T_{\text{πλημμύρας}} = T_{\text{βροχόπτωσης}}$)



ΑΣΚΗΣΗ 1 - ΛΥΣΗ

$$2. \quad R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \rightarrow T = \frac{1}{1 - (1-R)^{\frac{1}{n}}} \rightarrow T = \frac{1}{1 - (1-0.63)^{\frac{1}{30}}} \rightarrow T = 30.67 \cong 30 \text{ \u03b5\u03c4\u03b7}$$

Αντιστο\u03b9\u03c7\u03b9\u03c3\u03b7 \u03c0\u03b5\u03c1\u03b9\u03cc\u03b4\u03bf\u03c5 \u03b5\u03c0\u03b1\u03bd\u03b1\u03c6\u03bf\u03c1\u03ac\u03c2 \u03c0\u03bb\u03b7\u03bc\u03bc\u03c5\u03c1\u03b1\u03c2 \u03c3\u03b5\u03b4\u03b9\u03b1\u03c3\u03bc\u03cc\u03c5 ($T_{\u03c0\u03bb\u03b7\u03bc\u03bc\u03c5\u03c1\u03b1\u03c2}$) \u03bc\u03b5 \u03c4\u03b7\u03bd \u03c0\u03b5\u03c1\u03b9\u03cc\u03b4\u03bf \u03b5\u03c0\u03b1\u03bd\u03b1\u03c6\u03bf\u03c1\u03ac\u03c2 \u03ba\u03b1\u03c4\u03b1\u03b9\u03b3\u03b9\u03b4\u03b1\u03c2 \u03c3\u03b5\u03b4\u03b9\u03b1\u03c3\u03bc\u03cc\u03c5 ($T_{\u03b2\u03c1\u03bf\u03c7\u03cc\u03c0\u03c4\u03c9\u03c3\u03b7\u03c2}$) ($T_{\u03c0\u03bb\u03b7\u03bc\u03bc\u03c5\u03c1\u03b1\u03c2} \neq T_{\u03b2\u03c1\u03bf\u03c7\u03cc\u03c0\u03c4\u03c9\u03c3\u03b7\u03c2}$) \u03b7 \u03c5\u03c0\u03cc\u03b8\u03b5\u03c3\u03b7 ($T_{\u03c0\u03bb\u03b7\u03bc\u03bc\u03c5\u03c1\u03b1\u03c2} = T_{\u03b2\u03c1\u03bf\u03c7\u03cc\u03c0\u03c4\u03c9\u03c3\u03b7\u03c2}$)

\u038c\u03c3\u03c4\u03c9 $T_{\u03c0\u03bb\u03b7\u03bc\u03bc\u03c5\u03c1\u03b1\u03c2} \neq T_{\u03b2\u03c1\u03bf\u03c7\u03cc\u03c0\u03c4\u03c9\u03c3\u03b7\u03c2}$ \u03b1\u03c1\u03b1 $T_{\u03c0\u03bb\u03b7\u03bc\u03bc\u03c5\u03c1\u03b1\u03c2} = 30 \text{ \u03b5\u03c4\u03b7}$ \u03ba\u03b1\u03b9 $T_{\u03b2\u03c1\u03bf\u03c7\u03cc\u03c0\u03c4\u03c9\u03c3\u03b7\u03c2} = 50 \text{ \u03b5\u03c4\u03b7}$

Αντιστοι\u03c7\u03b9\u03b1 \u03c0\u03b5\u03c1\u03b9\u03cc\u03b4\u03bf\u03c5 \u03b5\u03c0\u03b1\u03bd\u03b1\u03c6\u03bf\u03c1\u03ac\u03c2 \u03c0\u03bb\u03b7\u03bc\u03bc\u03c5\u03c1\u03b1\u03c2 \u03ba\u03b1\u03b9 \u03c0\u03b5\u03c1\u03b9\u03cc\u03b4\u03bf\u03c5 \u03b5\u03c0\u03b1\u03bd\u03b1\u03c6\u03bf\u03c1\u03ac\u03c2 \u03b2\u03c1\u03bf\u03c7\u03b9\u03c2 \u03c3\u03b5\u03b4\u03b9\u03b1\u03c3\u03bc\u03cc\u03c5 (σε \u03b5\u03c4\u03b7)

Π\u03b5\u03c1\u03b9\u03cc\u03b4\u03bf\u03c2 \u03b5\u03c0\u03b1\u03bd\u03b1\u03c6\u03bf\u03c1\u03ac\u03c2 \u03c0\u03bb\u03b7\u03bc\u03bc\u03c5\u03c1\u03b1\u03c2					$(T_{\u03c0\u03bb\u03b7\u03bc\u03bc\u03c5\u03c1\u03b1\u03c2})$				
2,33	5	10	20	30	50	100	250	500	1000
Π\u03b5\u03c1\u03b9\u03cc\u03b4\u03bf\u03c2 \u03b2\u03c1\u03bf\u03c7\u03b9\u03c2 \u03c3\u03b5\u03b4\u03b9\u03b1\u03c3\u03bc\u03cc\u03c5					$(T_{\u03b2\u03c1\u03bf\u03c7\u03cc\u03c0\u03c4\u03c9\u03c3\u03b7\u03c2})$				
2	8	17	35	50	81	140	300	520	1000



ΑΣΚΗΣΗ 1 - ΛΥΣΗ

3. Ορθολογική μέθοδος: $Q_{max} = 0.278 * C * I * A$

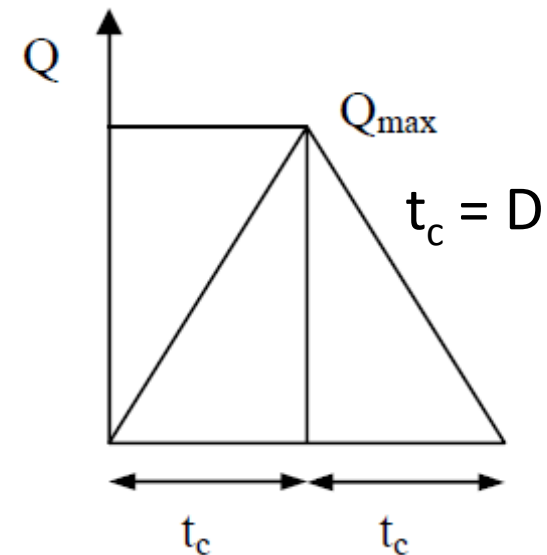
Υπολογισμός έντασης βροχόπτωσης για περίοδο επαναφοράς $T=50$ έτη:

Πιθανότητα μη υπέρβασης $u = 1 - 1/T = 0.980$

$$i_u = c - \frac{\ln(-\ln(u))}{\lambda} = 113.34 \text{ mm/h}$$

$$Q_{max} = 0.278 * C * I * A = 189.05 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = Q_{max} * t_c = 226864.57 \text{ m}^3$$



4. $Q = ah^b \rightarrow h = (Q/a)^{1/b}$

$$Q_{max} = 30 * h^{1.85} \rightarrow h = 2.70 \text{ m}$$

Άρα τελικό ύψος γέφυρας = $2.70 + 0.5$ (ελεύθερο ύψος) = 3.20 m



Βιβλιογραφία

Κουτσογιάννης, Δ., και Θ. Ξανθόπουλος. «Τεχνική Υδρολογία», Έκδοση 3, 418 σελίδες, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999.

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.

