ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΚΟΛΟΛΟΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΜΑΘΗΜΑ: ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ: ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Β. ΜΠΕΛΛΟΣ

Εξεταστική Σεπτεμβρίου 2023-2024

Θέμα 1 [45/100]

Σε έξοδο λεκάνης με εμβαδό A=7 km^2 όπου το 60% αυτής έχει συντελεστή απορροής 0.65 και η άλλη μισή 0.40 αντίστοιχα, κατασκευάζεται μικρή γέφυρα, η οποία πρέπει να τοποθετηθεί τόσο ψηλά ούτως ώστε το κατάστρωμα αυτής να μην πλημμυρίσει για βροχή με περίοδο επαναφοράς T=100 έτη.

Να υπολογιστεί:

α) Ο χρόνος συγκέντρωσης με τη σχέση Giandotti **[15/100]**:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{\Delta H}}$$

όπου t_c ο χρόνος συγκέντρωσης (σε h), A το εμβαδόν της λεκάνης (σε km^2), L το μήκος του υδατορέματος (σε km), ΔH η υψομετρική διαφορά μεταξύ μέσου υψομέτρου λεκάνης και της κοίτης του ρέματος στην έξοδο της λεκάνης (σε m). Σημειώνεται ότι το μήκος του κύριου υδατορέματος της λεκάνης είναι L=4.2 km, το υψόμετρο εξόδου είναι +153 m και το μέσο υψόμετρο +310 m.

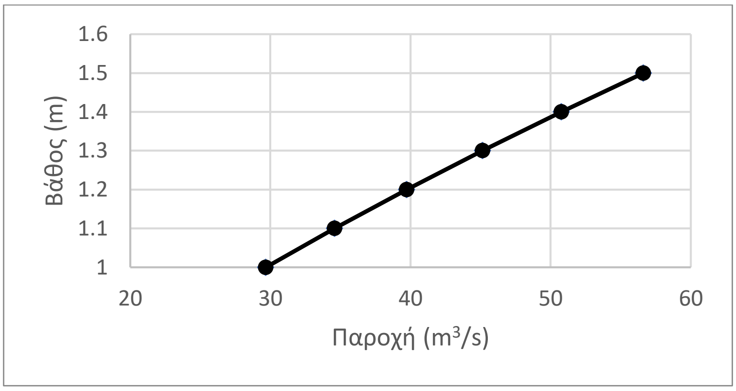
β) Να βρεθεί η παροχή αιχμής για περίοδο επαναφοράς T=100 έτη με την ορθολογική μέθοδο αν η όμβρια καμπύλη της περιοχής έχει την παρακάτω μορφή **[15/100]**:

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

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 ΑΜ του κάθε φοιτητή. Συγκεκριμένα, με βάση το τελευταίο ψηφίο του ΑΜ οι παράμετροι έχουν ως εξής:

Τελευταίο ψηφίο ΑΜ	κ	λ΄	ψ΄	θ	η	Τελευταίο ψηφίο ΑΜ	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

γ) Αν η σχέση βάθους παροχής στην έξοδο της λεκάνης είναι η παρακάτω, να βρεθεί πόσο κατ' ελάχιστο ψηλά πρέπει να τοποθετηθεί η μικρή γέφυρα (να μη ληφθεί υπόψη κάποιο περιθώριο ασφαλείας) **[15/100]**.



Θέμα 2 [30/100]

Η Αθήνα τροφοδοτείται μέσω του φράγματος στον ποταμό Μόρνο. Η λεκάνη που απορρέει στον ταμιευτήρα που σχηματίζεται από το φράγμα έχει έκταση 600 km^2. Αν σε καλοκαιρινή καταιγίδα βρέξει 45 mm και ο συντελεστής απορροής της λεκάνης είναι C=0.3 να βρεθεί:

α) Πόσος όγκος νερού έχει μπει στον ταμιευτήρα με δεδομένο ότι όλο το νερό μπορεί να αποθηκευτεί και δεν υπερχειλίζει από τον ταμιευτήρα **[15/100].**

β) Αν η μέση συνολική ημερήσια κατανάλωση νερού στην Αθήνα είναι $1x10^6$ m^3, για πόσες ημέρες φτάνει το νερό που έβρεξε στην εν λόγω καταιγίδα; **[15/100].**

Θέμα 3 [25/100]

Αναλύοντας χρονοσειρά εισροών σε ταμιευτήρα προκύπτει ότι η μέση εισροή είναι $\mu=240x10^6$ m^3 ετησίως και η τυπική απόκλιση $\sigma=20x10^6$ m^3, ενώ το δείγμα ακολουθεί τυπική κατανομή. Αν οι ετήσιες ανάγκες από τον ταμιευτήρα σε νερό είναι $200x10^6$ m^3, να βρεθεί ποια είναι η πιθανότητα αστοχίας (αδυναμία κάλυψης της ζήτησης).

Δίνονται οι τιμές τηw ανηγμένης μεταβλητή z για δοσμένες τιμές τις αθροιστικής πιθανότητας P(z)=P(X<x):

P(z)	z
0.01	-2.326
0.02	-2.054
0.03	-1.881
0.04	-1.751
0.05	-1.645
0.06	-1.555
0.07	-1.476
0.08	-1.405
0.09	-1.341
0.10	-1.282

Υπόδειξη: η ανηγμένη μεταβλητή z υπολογίζεται με τον τύπο z=(x-μ)/σ

ΛΥΣΕΙΣ

1α) Για το χρόνο συγκέντρωσης χρησιμοποιούμε τον τύπο του Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{\Delta H}} = \frac{4\sqrt{7} + 1.5 \cdot 4.2}{0.8\sqrt{(310 - 153)}} = 1.68\ h$$

1β) Για N=0 και θεωρώντας ότι η διάρκεια της βροχής είναι ίση με το χρόνο συγκέντρωσης και ότι η περίοδος επαναφοράς είναι T=100 έτη, η ένταση βροχής προκύπτει:

$$i(t,T) = \frac{436.7(100^{0.113} - 0.682)}{\left(1 + \frac{2.62}{0.089}\right)^{0.724}} = 50.09\ mm/h$$

Με βάση την ορθολογική μέθοδο και για συντελεστή απορροής C=0.5·(0.65+0.40)=0.525 η παροχή αιχμής προκύπτει:

$$Q_{max} = 0.278CiA = 0.278 \cdot 0.525 \cdot 50.09 \cdot 7.0 = 51.17\ m^3/s$$

1γ) Με βάση το διάγραμμα βαθών-παροχής κατασκευάζεται ο παρακάτω πίνακας:

y (m)	Q (m^3/s)
1.0	30
1.1	35
1.2	40
1.3	45
1.4	51
1.5	57

51.17

Για N=0 και Q=51.17 m^3/s κάνω γραμμική παρεμβολή και βρίσω ότι η μικρή γέφυρα πρέπει να τοποθετηθεί τουλάχιστον y=1.43 m ψηλά.

2α) Στον ταμιευτήρα εισρέει ο παρακάτω όγκος νερού:

$$V = 0.3 \cdot (600 \cdot 10^6) \cdot (45 \cdot 10^{-3}) = 8.1 \cdot 10^6\ m^3$$

2β) Αν η μέση ημερήσια κατανάλωση είναι $1 \cdot 10^6$ m^3 νερού, τότε το νερό που μπήκε στον ταμιευτήρα επαρκεί για 8.1 ημέρες.

3) Υπολογίζεται η ανηγμένη μεταβλητή:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} = \frac{200 \cdot 10^6 - 240 \cdot 10^6}{20 \cdot 10^6} = -2$$

Από τον πίνακα της κανονικής κατανομής και με γραμμική παρεμβολή, η αθροιστική πιθανότητα P(z)=P(X<x) προκύπτει: P(z)=0.023 ή αλλιώς 2.3%.

P(z)	z
0.01	-2.326
0.02	-2.054
0.03	-1.881
0.04	-1.751
0.05	-1.645

-2