

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος

Μάθημα: Τεχνολογία Συστημάτων Υδατικών Πόρων

9^ο Εξάμηνο Πολιτικών Μηχανικών

Μ.Α. Μιμίκου και Χ. Μακρόπουλος



ΕΞΕΤΑΣΗ Απριλίου 2014

2^ο ΜΕΡΟΣ: ΑΣΚΗΣΕΙΣ (5 Μονάδες)

- Διάρκεια εξέτασης ασκήσεων 1.5 ώρα.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στυλό ή μολύβι.
- Η εξέταση διεξάγεται με ανοικτά βοηθήματα ή / και σημειώσεις.
- Τα κινητά τηλέφωνα πρέπει να είναι κλειστά καθ' όλη τη διάρκεια της εξέτασης.
- Πρέπει να παραδοθεί υποχρεωτικά η εκφώνηση.
- Καλή επιτυχία!

Ερώτηση 1 (Μονάδες: 2.0)

Η Αθήνα με ανάγκες ύδρευσης $450 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ τροφοδοτείται από τους ταμιευτήρες Ευήνου, Μόρνου και Υλίκης των οποίων οι ετήσιες εισροές ακολουθούν κανονική κατανομή με μέσες τιμές 8, 9, 10 m^3/s και τυπικές αποκλίσεις 2, 2, 5 m^3/s αντίστοιχα. Η υδροδότηση από τη λίμνη Υλίκη αποφεύγεται αφού το νερό έχει σημαντικά υψηλότερη τιμή λόγω της άντλησης που απαιτείται για να μεταφερθεί στην Αθήνα. Έτσι στην αρχή κάθε υδρολογικού έτους εξετάζεται η χρήση μόνο των δύο άλλων ταμιευτήρων και αν η πιθανότητα αστοχίας υπερβαίνει το 5% τότε προγραμματίζεται η χρήση του νερού της Υλίκης. Η πιθανότητα αστοχίας εκτιμάται με την παραδοχή ότι οι εισροές στους δύο ταμιευτήρες (Ευήνου και Μόρνου) θα αντιστοιχούν στην ίδια περίοδο επαναφοράς (δεδομένου ότι οι λεκάνες τους είναι γειτονικές). Αν στην αρχή κάποιου υδρολογικού έτους οι ταμιευτήρες Ευήνου, Μόρνου και Υλίκης περιέχουν 20, 90 και $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα, ζητείται:

- να ελέγξετε αν θα πρέπει το επόμενο έτος να χρησιμοποιηθεί το νερό της Υλίκης [Μονάδες: 0.5]
- να υπολογιστεί η πιθανότητα αστοχίας υδροδότησης της πόλης τον επόμενο χρόνο, αν υποθέσουμε ότι οι τιμές των εισροών που θα πραγματοποιηθούν και στους τρεις ταμιευτήρες θα αντιστοιχούν στην ίδια περίοδο επαναφοράς [Μονάδες: 0.5]
- να υπολογιστούν τα αποθέματα στους τρεις ταμιευτήρες αν το επόμενο έτος έρθουν οι εισροές που αντιστοιχούν σε περίοδο επαναφοράς $T=1.05$ [Μονάδες: 1]

Θεωρείστε για το τρίτο ερώτημα ότι (α) η Υλίκη θα χρησιμοποιηθεί όσο το δυνατόν λιγότερο, (β) το απόθεμα του Ευήνου διατηρείται όσο το δυνατόν χαμηλότερα για να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα υπερχείλισης (δεδομένου ότι η χωρητικότητα του ταμιευτήρα είναι μικρή και το νερό μεταφέρεται προς αποθήκευση στο Μόρνο) και (γ) το ελάχιστο απόθεμα για λόγους ασφαλείας στο Μόρνο είναι τα $30 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Ερώτηση 2 (Μονάδες: 1.5)

Δύο μονάδες παραγωγής (της ίδιας εταιρείας) κατασκευάζουν δύο προϊόντα (A και B) για τα οποία το νερό είναι ο περιοριστικός παράγοντας. Η τιμή μονάδας των αγαθών ($T(A)$ και $T(B)$) σχετίζεται με την ποσότητα παραγωγής τους (A και B) με τις σχέσεις, $T(A) = 8 - A$ και $T(B) = 10 - (B/2)$.

1. Υπολογίστε (με πολλαπλασιαστές Lagrange) τις ποσότητες A και B και τις τιμές μονάδας, που μεγιστοποιούν τα συνολικά έσοδα, αν η συνολική ποσότητα προϊόντος $A + B = T_{\max}$ δεν μπορεί να υπερβεί τις 5 μονάδες. [Μονάδες: 0.5].
2. Υπολογίστε (με μέθοδο hill-climbing) τις ποσότητες A και B που μεγιστοποιούν τα συνολικά έσοδα και υπολογίστε το συνολικό εισόδημα αν η συνολική ποσότητα προϊόντος $A + B = T_{\max}$ δεν μπορεί να υπερβεί τις 8 μονάδες. [Μονάδες: 0.5].
3. Χρησιμοποιήστε τις κατανομές νερού που προκύπτουν από τα ερωτήματα 1 και 2 για να προσδιορίσετε γραφικά τον κανόνα λειτουργίας ενός ταμιευτήρα ανάντι των δύο μονάδων παραγωγής που παρέχει νερό στις μονάδες αυτές. Με χρήση του κανόνα, υπολογίστε (προσεγγιστικά) τη κατανομή για συνολικό διαθέσιμο όγκο ταμιευτήρα 6 μονάδες (Υποθέστε ότι η κάθε μονάδα παραγωγής παράγει μόνο ένα τύπο προϊόντος). [Μονάδες: 0.5].

Ερώτηση 3 (Μονάδες: 1.5)

Σε υδατόρεμα στο οποίο πρόκειται να κατασκευαστεί ταμιευτήρας, μετρήσαμε τις μηνιαίες τιμές παροχής (Πίνακας).

Μήνας	Παροχή (hm^3)
Οκτώβριος	180
Νοέμβριος	150
Δεκέμβριος	120
Ιανουάριος	130
Φεβρουάριος	100
Μάρτιος	190
Απρίλιος	170
Μάιος	120
Ιούνιος	100
Ιούλιος	90
Αύγουστος	150
Σεπτέμβριος	180

- (α) Υπολογίστε ποια είναι η εγγυημένη ζήτηση που μπορεί να καλυφθεί, με απ ευθείας άντληση, χωρίς ταμιευτήρα και ποιά η πιθανότητα αστοχίας μιας μηνιαίας σταθερής ζήτησης 100 hm^3 για την ίδια περίπτωση [Μονάδες: 0.33]
- (β) Υπολογίστε τον ωφέλιμο όγκο του ταμιευτήρα που θα μου επιτρέψει να καλύψω μια σταθερή ζήτηση 120 hm^3 . [Μονάδες: 0.33]
- (γ) Ποιός είναι ο μέγιστος ταμιευτήρας που έχει νόημα να κατασκευάσω; [Μονάδες: 0.33]
- (δ) Αν, λόγω αβεβαιότητας στον υπολογισμό των φερτών, ο ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα που πραγματικά κατασκευάζουμε, σε 10 ετη, θεωρείται ότι ακολουθεί κανονική κατανομή με μέση τιμή 90 και τυπική απόκλιση 10, ποιά η ζήτηση που μπορεί να καλύψει με αξιοπιστία 80%; [Μονάδες: 0.50]