

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ .....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ (Μονάδες 3.0, Διάρκεια 30')

Απαντήστε στις ακόλουθες ερωτήσεις, σημειώνοντας στο αντίστοιχο τετραγωνίδιο τη σωστή απάντηση (μόνο μία απάντηση σε κάθε τριάδα). Η σωστή απάντηση σε κάθε ερώτηση βαθμολογείται με 0.3 μονάδες και η λανθασμένη με -0.15 (η μη απάντηση βαθμολογείται με 0).

1. Η τοποθέτηση του σταθμού παραγωγής σε σημαντική απόσταση από το φράγμα ενδείκνυται όταν:
  - παράγεται ιδιαίτερα υψηλή απορροή στο ενδιάμεσο τμήμα μεταξύ του φράγματος και του ΥΗΣ.
  - η κλίση του ποταμού στο ενδιάμεσο τμήμα μεταξύ του φράγματος και του ΥΗΣ είναι σημαντική.
  - οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο ενδιάμεσο τμήμα μεταξύ του φράγματος και του ΥΗΣ είναι αμελητέες.
2. Σε μικρό υδροηλεκτρικό έργο προστίθεται δεύτερος στρόβιλος αυξάνοντας την ισχύ κατά 10%, ενώ επιτυγχάνεται αύξηση της μέσης ετήσιας παραγόμενης ενέργειας κατά 5%. Ο συντελεστής δυναμικότητας:
  - παραμένει σταθερός.
  - αυξάνεται.
  - μειώνεται.
3. Σε θέση κατασκευής Υ/Η έργου με δεδομένο υδροδυναμικό, η ισχύς του σταθμού παραγωγής επιλέγεται με κριτήριο:
  - τις επιθυμητές ώρες λειτουργίας του έργου.
  - την πρωτεύουσα ενέργεια που θα μπορεί να παράγεται με υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας.
  - την μεγιστοποίηση του βαθμού απόδοσης των στροβίλων.
4. Κατά τον σχεδιασμό μεγάλου Υ/Η έργου, ποια είναι η τεχνικά και οικονομικά πρόσφορη επιλογή για την υλοποίηση της περιβαλλοντικής ροής, αν δεν υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής αναρρυθμιστικού έργου κατάντη;
  - η διέλευση της ροής από τους στροβίλους, καλύπτοντας μέρος των αναγκών σε πρωτεύουσα ενέργεια.
  - η διέλευση της ροής από ανεξάρτητη υδροληψία, με κατασκευή μικρού ΥΗΕ στην έξοδο.
  - η διέλευση της ροής από τη σήραγγα εκτροπής, χωρίς να γίνει έμφραξη του έργου εισόδου.
5. Τι μίγμα στροβίλων φαίνεται να είναι το πλέον ενδεδειγμένο για την αξιοποίηση του υδροδυναμικού μεγάλου ποταμού, σε θέση στον πόδα χαμηλού ρουφράκτη:
  - στρόβιλοι Francis, διαφορετικής ισχύος.
  - στρόβιλοι Francis και ένας τουλάχιστον Pelton, διαφορετικής ισχύος.
  - στρόβιλοι Kaplan, ίσης ισχύος.
6. Ο εξαμμητός σε μικρά υδροηλεκτρικά έργα με κανονική λειτουργία χρησιμοποιείται:
  - συνεχώς, εφόσον λειτουργεί ο σταθμός.
  - μία φορά την ημέρα.
  - σε μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα (εβδομάδων, μηνών).
7. Σε ποια από τις παρακάτω εργασίες έχει την μεγαλύτερη χρησιμότητα η καμπύλη διάρκειας-παροχής ενός ποταμού:
  - στην εκτίμηση του υδροδυναμικού του ποταμού.
  - στη μελέτη των περιβαλλοντικών ροών του ποταμού.
  - στη στοχαστική ανάλυση των απορροών του ποταμού.
8. Τι σκοπό εξυπηρετεί η τοποθέτηση φρεατίου ανάπαλσης κατά μήκος ενός αγωγού προσαγωγής:
  - προστασία από υδραυλικό πλήγμα.
  - προστασία έναντι του κινδύνου σπληαίωσης, λόγω της ανάπτυξης υποπίεσεων.
  - πρόσβαση στον αγωγό, όταν αυτός είναι τοποθετημένος υπόγειο.
9. Η τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας από μικρά υδροηλεκτρικά έργα σε σχέση με αυτήν από μεγάλα είναι:
  - πάντα μεγαλύτερη.
  - πάντα μικρότερη.
  - εξαρτάται από την οριακή τιμή συστήματος κάθε ώρας.
10. Σε σύστημα άντλησης-ταμίευσης η συνολική ετήσια παραγωγή ήταν 100 GWh, ενώ αν δεν γινόταν η άντληση θα ήταν 50 GWh. Η ετήσια κατανάλωση για άντληση ήταν κατά προσέγγιση:
  - 35 GWh.
  - 50 GWh.
  - 70 GWh.

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ .....

ΑΣΚΗΣΕΙΣ (Μονάδες 8.0, Διάρκεια 2:15')

### Άσκηση 1 (2.0 μονάδες)

Σε θέση ποταμού, με μέση ετήσια απορροή  $320 \text{ hm}^3$ , εξετάζεται η κατασκευή φράγματος ύψους 140 m (μετρούμενου από τον πυθμένα του ποταμού), για τη δημιουργία ταμιευτήρα μικρού ρυθμιστικού όγκου, με κύρια χρήση την παραγωγή ενέργειας. Ο ΥΗΣ θα τοποθετηθεί στον πόδα του φράγματος, ενώ η προσαγωγή του νερού θα γίνεται μέσω χαλύβδινου αγωγού, μήκους 900 m, διαμέτρου 3.0 m και παροχευτικότητας  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ . Από τη μελέτη λειτουργίας του ταμιευτήρα, στην οποία τέθηκε στόχος σταθερής περιβαλλοντικής εκροής  $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$  που θα διοχετεύεται από ανεξάρτητη υδροληψία και θα ικανοποιείται με αμελητέα πιθανότητα αστοχίας, εκτιμήθηκε ότι το έργο θα παράγει 100 GWh, σε μέση ετήσια βάση. Υποθέτοντας ότι τις ώρες ενεργειακής παραγωγής οι στρόβιλοι λειτουργούν με τη μέγιστη παροχή, για την οποία εκτιμάται βαθμός απόδοσης  $\eta = 0.88$ , να εκτιμηθούν:

- (1) οι απώλειες ενέργειας στον αγωγό προσαγωγής και το καθαρό ύψος πτώσης, για ισοδύναμη τραχύτητα  $\varepsilon = 1.0 \text{ mm}$  και συντελεστή τοπικών απωλειών  $k = 1.5$ ,
- (2) η απαιτούμενη ισχύς των στρόβιλων και οι ώρες λειτουργίας τους, σε μέση ετήσια βάση,
- (3) οι μέσες ετήσιες απώλειες νερού λόγω υπερχειλίσης.

### Άσκηση 2 (3.0 μονάδες)

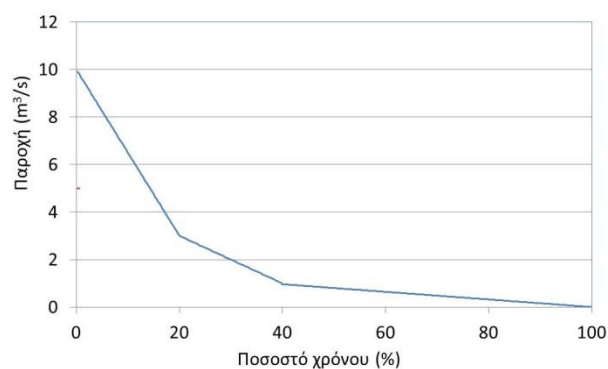
Εξετάζεται η κατασκευή μικρού υδροηλεκτρικού έργου (ΜΥΗΕ) από τα νερά χειμάρρου, με καθαρό ύψος πτώσης 300 m. Στη θέση υδροληψίας δίνεται η καμπύλη διάρκειας του σχήματος, που προσεγγίζεται από τη σχέση:

$$Q = 10.0 - 0.35 t, \text{ για } 0 < Q < 20$$

$$Q = 5.0 - 0.10 t, \text{ για } 20 \leq Q \leq 40$$

$$Q = 1.6 - 0.016 t, \text{ για } 40 < Q \leq 100$$

όπου  $Q$  η παροχή σε  $\text{m}^3/\text{s}$  και  $t$  το ποσοστό του χρόνου (%) κατά το οποίο η παροχή είναι μεγαλύτερη από την τιμή  $Q$ .



- (1) Υπολογίστε την ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγει το ΜΥΗΕ, εφόσον χρησιμοποιείται το σύνολο του όγκου του νερού. Θεωρείστε ολικό συντελεστή απόδοσης 0.85.
- (2) Επιλέξτε ένα εύρος παροχών εκμετάλλευσης θεωρώντας ότι: (α) θα τοποθετηθεί ένας στρόβιλος, (β) θα πρέπει να χρησιμοποιείται περισσότερο από το 65% του χρόνου, (γ) η ελάχιστη παροχή λειτουργίας του είναι το 10% της ονομαστικής παροχής, και (δ) ο συντελεστής απόδοσης του στρόβιλου είναι σταθερός σε όλο το εύρος παροχών.
- (3) Με βάση το εύρος παροχών που επιλέξατε υπολογίστε: (α) την ετήσια ηλεκτροπαραγωγή, (β) το ποσοστό του χρόνου λειτουργίας, (γ) την ισχύ του στρόβιλου, (δ) το συντελεστή δυναμικότητας του έργου.
- (4) Κάνοντας χονδρικές εκτιμήσεις από το σχήμα, σχολιάστε την επιλογή σας και προτείνετε τυχόν αλλαγές στο σχεδιασμό.

### Άσκηση 3 (3.0 μονάδες)

Η σχέση στάθμης-αποθέματος υδροηλεκτρικού ταμιευτήρα εκτιμάται από την εξίσωση  $S = 0.055 (z - z_0)^{2.5}$  ( $z$  σε m,  $S$  σε  $\text{hm}^3$ ), όπου  $z_0 = 330 \text{ m}$  είναι η στάθμη πυθμένα, ενώ η παραγόμενη ενέργεια (σε GWh) εκτιμάται από τη σχέση  $E = \psi V h$ , όπου  $V$  ο όγκος εκροής σε  $\text{hm}^3$ ,  $h$  το ακαθάριστο ύψος πτώσης σε hm, και  $\psi = 0.23 \text{ GWh}/\text{hm}^4$ . Η ελάχιστη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα είναι +340 m, η στάθμη υπερχειλίσης +380 m, ενώ η στάθμη εξόδου του ΥΗΣ είναι +250 m. Η μηνιαία παροχευτικότητα των στρόβιλων ανέρχεται σε  $75 \text{ hm}^3$ .

Επειδή κατά το δίμηνο Ιανουαρίου-Φεβρουαρίου ο σταθμός παραγωγής θα τεθεί εκτός λειτουργίας για λόγους συντήρησης, απαιτείται η προσομοίωση της λειτουργίας του ταμιευτήρα με χρονικό ορίζοντα τριμήνου, ώστε να γίνει ο κατάλληλος προγραμματισμός των εργασιών. Για τον σκοπό αυτό θεωρούνται δύο σενάρια εισροών, χαμηλό και υψηλό, θεωρώντας ένα

εύρος τυπικής απόκλισης γύρω από τη μέση τιμή του αντίστοιχου μήνα (Πίνακας 1). Αν την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου η στάθμη του ταμιευτήρα είναι στα +375 m, με βάση κάθε ένα από τα δύο σενάρια εισροών να εκτιμηθούν:

(1) το απόθεμα του ταμιευτήρα και η αντίστοιχη στάθμη την 1<sup>η</sup> Μαρτίου,

(2) οι εκροές του μήνα Μαρτίου διαμέσου των στροβίλων και (ενδεχομένως) του υπερχειλιστή, αν για τον εν λόγω μήνα θεωρηθεί στόχος παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας ίσος με 15 GWh.

Πίνακας 1: Στατιστικά χαρακτηριστικά εισροών τριμήνου Ιανουαρίου-Μαρτίου

	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος
Μέση τιμή (hm <sup>3</sup> )	100	90	150
Τυπική απόκλιση (hm <sup>3</sup> )	40	30	50