

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ .....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ (Μονάδες 3, 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 θυροφραγμάτων στους εκχειλιστές των υδροηλεκτρικών φραγμάτων παρέχει:
  - αυξημένη αντιπλημμυρική προστασία σε σχέση με τους ελεύθερους υπερχειλιστές.
  - δυνατότητα συντήρησης των έργων υπερχειλίσης, χωρίς να εμποδίζεται η κανονική λειτουργία του ταμιευτήρα.
  - ευελιξία στη διαχείριση της παραγωγής ενέργειας.**
2. Η κινητική ενέργεια που διατίθεται στην είσοδο ενός στροβίλου δράσης (Pelton) κυρίως εξαρτάται από:
  - το ακαθάριστο ύψος πτώσης.**
  - την παροχή λειτουργίας των στροβίλων.
  - τη διάμετρο του ακροφυσίου.
3. Αν η ωφέλιμη χωρητικότητα ενός Υ/Η ταμιευτήρα είναι ίση με το ήμισυ της μέσης ετήσιας απορροής του, τότε:
  - αξιοποιείται πολύ μικρό ποσοστό του διαθέσιμου υδροδυναμικού.
  - η αξιοπιστία της παραγόμενης ενέργειας είναι σχετικά χαμηλή.**
  - το έργο λειτουργεί, στην πράξη, ως μικρό υδροηλεκτρικό.
4. Σε θέση Υ/Η ταμιευτήρα, όπου διατίθενται καθημερινές παρατηρήσεις στάθμης και εκροών από τους στροβίλους, ο συνήθης τρόπος εκτίμησης των απορροών της ανάντη λεκάνης είναι μέσω:
  - υδρολογικού μοντέλου, το οποίο έχει βαθμονομηθεί με βάση παλαιότερες μετρήσεις στάθμης και εκροών.
  - κατάλληλα βαθμονομημένων (μέσω συστηματικών υδρομετρήσεων) σχέσεων στάθμης-παροχής.
  - της σχέσης στάθμης-αποθέματος του ταμιευτήρα και της εξίσωσης συνέχειας.**
5. Η υλοποίηση των περιορισμών οικολογικής παροχής σε υφιστάμενο Υ/Η ταμιευτήρα που παράγει ενέργεια αιχμής συχνά απαιτεί:
  - κατασκευή μικρού αναρρυθμιστικού έργου κατάντη.**
  - μετατροπή των στροβίλων, ώστε να μπορούν να λειτουργούν για διαφορετικό εύρος παροχών.
  - κατασκευή νέας υδροληψίας για τη μεταφορά της οικολογικής παροχής, παρακάμπτοντας τους στροβίλους.
6. Αν δεν τίθενται περιορισμοί από την τοπογραφία, σε ποια περίπτωση είναι προτιμητέα η κατασκευή επιφανειακού αγωγού προσαγωγής αντί για σήραγγα;
  - Όταν ο σταθμός παραγωγής βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από το φράγμα.
  - Όταν η παροχή σχεδιασμού είναι σχετικά μικρή.**
  - Όταν ο αγωγός έχει πολύ μεγάλη κλίση, και συνεπώς η κατασκευή σήραγγας είναι τεχνικά δυσχερής.
7. Με τη μετατροπή ενός συμβατικού Υ/Η έργου σε έργο αντιστρεπτής λειτουργίας επιτυγχάνεται:
  - Αύξηση του συνολικού βαθμού απόδοσης του συστήματος.
  - Αύξηση της παραγόμενης ενέργειας αιχμής.**
  - Αύξηση της συνολικά παραγόμενης ενέργειας.
8. Από τον διαχειριστή μεγάλου Υ/Η ταμιευτήρα ζητήθηκε η παραγωγή σταθερής ποσότητας ενέργειας για το διάστημα των επόμενων έξι μηνών. Για την υλοποίηση της παραπάνω απαίτησης, οι στροβίλοι θα πρέπει να λειτουργούν με:
  - σταθερή παροχή ανά μήνα, που δεν υπερβαίνει τη μέση μηνιαία παροχή εισροής.
  - κυμαινόμενη παροχή, που εξαρτάται από τη στάθμη του ταμιευτήρα.**
  - κυμαινόμενη παροχή, που είναι πρακτικά ίση με την παροχή εισροής στον ταμιευτήρα.
9. Υ/Η σταθμός εγκατεστημένης ισχύος 100 MW είχε συντελεστή δυναμικότητας (efficiency) 0.30, σε ετήσια κλίμακα. Η λειτουργία του σταθμού εκείνο το έτος συνέβαλε στην αποφυγή εκπομπής CO<sub>2</sub> κατά περίπου:
  - 2 500 tn.
  - 25 000 tn.
  - 250 000 tn.**
10. Σύμφωνα με το σημερινό καθεστώς τιμολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας, η μεγαλύτερη εισροή στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ μια συγκεκριμένη ώρα του έτους αναμένεται να προκαλέσει:
  - μείωση της οριακής τιμής του συστήματος και αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας.**
  - μείωση της οριακής τιμής του συστήματος και μείωση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας.
  - αύξηση της οριακής τιμής του συστήματος και αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας.

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ .....

ΑΣΚΗΣΕΙΣ (Μονάδες 8, Διάρκεια 2:15')

### Άσκηση 1 (Μονάδα 1.0)

Παγετώνας σε ορεινή περιοχή έχει έκταση 50 km<sup>2</sup>, ενώ το μέσο πάχος του πάγου είναι 5 m. Τα μοντέλα κλιματικής αλλαγής προβλέπουν ότι ο παγετώνας θα λιώσει ολοκληρωτικά τα επόμενα 10 έτη, με σταθερό ρυθμό. Αν υποθέσουμε ότι μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την πτώση του συνόλου του νερού από 400 m για την παραγωγή Υ/Η ενέργειας, ζητούνται:

- (α) Η εκτιμώμενη συνολική παραγωγή ενέργειας από το νερό του παγετώνα.
- (β) Η εγκατεστημένη ισχύς του υδροηλεκτρικού σταθμού (χωρίς ταμειυτήρα).
- (γ) Η οικονομική αποτίμηση του εγχειρήματος.
- (δ) Θα μας συνέφερε να λιώσει με πιο αργό ή με πιο γρήγορο ρυθμό ο παγετώνας;

### Άσκηση 2 (Μονάδες 2.5)

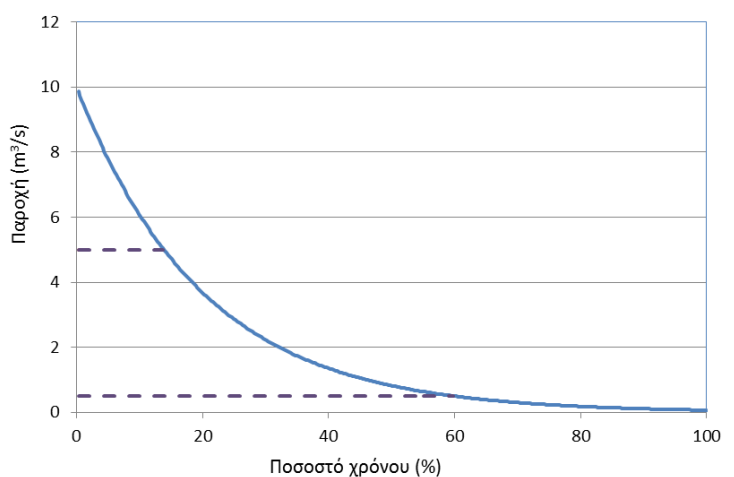
Σε θέση ποταμού με μέση ετήσια παροχή 7.5 m<sup>3</sup>/s, εξετάζεται η κατασκευή ταμειυτήρα πολλαπλού σκοπού, με κατώτατη και ανώτατη στάθμη λειτουργίας +280 και +315 m, αντίστοιχα, και μέση επιφάνεια 4.3 km<sup>2</sup>. Η κύρια χρήση νερού που θα εξυπηρετεί ο ταμειυτήρας είναι η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας αιχμής. Ο σταθμός παραγωγής θα τοποθετηθεί σε απόσταση 400 m από την υδροληψία και σε υψόμετρο +175 m, ενώ προβλέπεται να λειτουργεί έξι ώρες ημερησίως. Η προσαγωγή του νερού στον σταθμό θα γίνεται μέσω χαλύβδινου αγωγού, διαμέτρου 2.0 m. Ακόμη, κατά τους θερινούς μήνες θα εκτρέπεται νερό για άρδευση 35 000 στρεμμάτων (η εκτροπή θα γίνεται μέσω ανεξάρτητης υδροληψίας, συνεπώς το αρδευτικό νερό δεν θα διέρχεται από τους στροβίλους). Από την υδρολογική μελέτη εκτιμάται ότι η μέση ετήσια βροχόπτωση και εξάτμιση στην περιοχή του φράγματος ανέρχονται σε 800 και 1400 mm, αντίστοιχα, ενώ ετήσια αρδευτική ζήτηση νερού εκτιμάται σε 700 m<sup>3</sup>/στρέμμα. Κάνοντας εύλογες παραδοχές για τα άγνωστα υδροενεργειακά μεγέθη του συστήματος (ισοδύναμη τραχύτητα αγωγού προσαγωγής, συντελεστής τοπικών απωλειών, βαθμός απόδοσης στροβίλων), και υποθέτοντας μηδενικές απώλειες νερού λόγω υπερχείλισης και υπόγειων διαφυγών, εκτιμήστε:

- (α) το θεωρητικό υδροδυναμικό στη θέση του φράγματος,
- (β) τον ετήσιο όγκο νερού που θα μπορεί να αξιοποιηθεί για υδροηλεκτρική παραγωγή,
- (γ) την παροχή σχεδιασμού και ταχύτητα του αγωγού προσαγωγής,
- (δ) το καθαρό ύψος πτώσης, με αναφορά στη μέση στάθμη λειτουργίας,
- (ε) την ετήσια παραγωγή ενέργειας και τον κατάλληλο τύπο στροβίλων για το συγκεκριμένο έργο.

### Άσκηση 3 (Μονάδες 2.5)

Εξετάζεται η κατασκευή μικρού υδροηλεκτρικού έργου (ΜΥΗΕ) από τα νερά χειμάρρου, με καθαρό ύψος πτώσης 200 m. Στη θέση υδροληψίας δίνεται η καμπύλη διάρκειας του σχήματος, που προσεγγίζεται από τη σχέση  $Q = 10e^{-t/20}$ , όπου  $Q$  η παροχή σε m<sup>3</sup>/s και  $t$  το ποσοστό του χρόνου (%) κατά το οποίο η παροχή στο ποτάμι είναι μεγαλύτερη από την τιμή  $Q$ .

- (α) Εκτιμήστε την οικολογική παροχή που πρέπει να δίνεται κατάντη του έργου, με βάση το τυπικό όριο  $Q_{95}$  που εφαρμόζεται στη Μ. Βρετανία και αλλού.
- (β) Υπολογίστε το ποσοστό του χρόνου που θα μπορεί να λειτουργεί ένας στρόβιλος με ονομαστική παροχή από 0.5 έως 5.0 m<sup>3</sup>/s.
- (γ) Σχεδιάστε και υπολογίστε αναλυτικά τον όγκο νερού που θα μπορεί να εκμεταλλεύεται ο στρόβιλος.



- (δ) Υπολογίστε την αναμενόμενη ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγει το ΜΥΗΕ, για ολικό συντελεστή απόδοσης 0.85, και το ποσοστό του όγκου νερού που χρησιμοποιείται για ηλεκτροπαραγωγή.

Υπόδειξη: Το ολοκλήρωμα της καμπύλης διάρκειας ως προς το ποσοστό χρόνου δίδεται από τη σχέση:

$$\int_{t_1}^{t_2} 10 * e^{-t/20} = -200 * (e^{-\frac{t_2}{20}} - e^{-\frac{t_1}{20}})$$

#### Άσκηση 4 (Μονάδα 0.5)

Σε λεκάνη απορροής  $300 \text{ km}^2$  της Δυτικής Ελλάδας, κατασκευάστηκε φράγμα χωρητικότητας  $1.0 \text{ hm}^3$ , το οποίο ωστόσο γέμισε με φερτά σε 40 χρόνια. Χρησιμοποιώντας εύλογες παραδοχές, επιλέξτε μία από τις παρακάτω ερμηνείες: (α) πρόκειται για σφάλμα της μελέτης, δεδομένου ότι υποεκτιμήθηκε η παραγωγή στερεοπαροχής της λεκάνης, (β) η στερεοπαροχή υπολογίστηκε κανονικά για χρόνο λειτουργίας του φράγματος 40 έτη, και (γ) η στερεοπαροχή υπολογίστηκε κανονικά, αλλά συνέβησαν έκτακτα περιστατικά κατολισθήσεων και το φράγμα γέμισε με φερτά.

#### Άσκηση 5 (Μονάδες 1.5)

Η σχέση στάθμης-χωρητικότητας ταμιευτήρα, με κύρια χρήση την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, προσεγγίζεται από την εξίσωση  $S = \lambda_S (z - z_B)^n$  ( $z$  σε m,  $S$  σε  $\text{hm}^3$ ), όπου  $z_B = 200 \text{ m}$  είναι η στάθμη του πυθμένα του ταμιευτήρα,  $\lambda_S = 0.05$  και  $n = 2.5$ , ενώ η παράγόμενη 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  $\psi = 0.23 \text{ GWh/hm}^4$ . Η ελάχιστη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα είναι  $+210 \text{ m}$ , η στάθμη υπερχειλίσσης  $+250 \text{ m}$ , ενώ η στάθμη εξόδου της διώρυγας φυγής είναι  $+120 \text{ m}$ . Ο στόχος παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας για τον μήνα Ιούλιο, με πρακτικά αμελητέα εισροή, μπορεί να επιτευχθεί εφόσον η στάθμη νερού στην αρχή του μήνα είναι τουλάχιστον  $2.5 \text{ m}$  πάνω από την ελάχιστη. Να υπολογιστούν:

(α) η τιμή-στόχος της πρωτεύουσας ενέργειας,

(β) η μείωση της στάθμης που θα χρειαζόταν να γίνει κατά τον υπόψη μήνα, αν η αρχική στάθμη την 1<sup>η</sup> Ιουλίου ήταν ίση με τη στάθμη υπερχειλίσσης, και

(γ) η απαιτούμενη ισχύς των στροβίλων, αν για την παραγωγή πρωτεύουσας ενέργειας λειτουργούν 4 ώρες ημερησίως.