

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. Ποια μπορεί να είναι η εγκατεστημένη ισχύς  $Y/H$  έργου που παρήγαγε 8 GWh στη διάρκεια ενός έτους;
  - 800 kW.
  - 200 kW.
  - 8 MW.
2. Δεδομένου ότι το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στην Αθήνα ανέρχεται σε 400 mm, και υποθέτοντας ότι είναι εφικτή η υδροηλεκτρική αξιοποίηση του συνόλου των ομβρίων υδάτων που συλλέγονται στην ταράτσα ενός κτηρίου επιφάνειας  $100 \text{ m}^2$  και ύψους 10 m, θα μπορούσαμε να εξασφαλίσουμε ετήσια παραγωγή ενέργειας της τάξης των:
  - 1 kWh.
  - 10 kWh.
  - 100 kWh.
3. Ο βέλτιστος βαθμός απόδοσης ενός υδροηλεκτρικού έργου:
  - ταυτίζεται, εξ ορισμού, με τον θεωρητικά βέλτιστο βαθμό απόδοσης του στροβίλου.
  - ταυτίζεται, στην πράξη, με τον θεωρητικά βέλτιστο βαθμό απόδοσης του στροβίλου.
  - είναι εξ ορισμού μικρότερος από τον θεωρητικά βέλτιστο βαθμό απόδοσης του στροβίλου.
4. Ποιο είναι το βασικό επιχείρημα για την τοποθέτηση ενός σταθμού παραγωγής σε μακρινή απόσταση από το φράγμα;
  - Ο περιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
  - Η ευκολότερη πρόσβαση στη θέση του έργου.
  - Η αύξηση του διαθέσιμου υδροδυναμικού.
5. Κατά τη μελέτη ενός υδροηλεκτρικού ταμιευτήρα, σε ποια περίπτωση μπορεί να θεωρηθεί ότι η στέψη του εκχειλιστή ταυτίζεται με την ανώτατη στάθμη πλημμύρας;
  - Σε καμία περίπτωση.
  - Όταν τα θυροφράγματα είναι ανοιχτά.
  - Όταν τα θυροφράγματα είναι κλειστά.
6. Σύστημα δύο υδροηλεκτρικών ταμιευτήρων σε σειρά είναι πιο αποδοτικό όταν η θέση του μεγαλύτερου σε όγκο ταμιευτήρα:
  - ταυτίζεται με τη θέση του μεγαλύτερου ύψους πτώσης.
  - είναι ανάντη του μικρότερου ταμιευτήρα.
  - είναι κατόντη του μικρότερου ταμιευτήρα.
7. Σε λεκάνη απορροής  $100 \text{ km}^2$  της Δυτικής Ελλάδας σχεδιάζεται η κατασκευή φράγματος, με χρόνο ζωής 50 έτη. Ποια από τις ακόλουθες τιμές θεωρείται εύλογη για μια προκαταρκτική εκτίμηση του νεκρού όγκου του ταμιευτήρα;
  - $0.1 \text{ hm}^3$ .
  - $5 \text{ hm}^3$ .
  - $50 \text{ hm}^3$ .
8. Τι επίδραση έχει η θέσπιση περιορισμού σταθερής παροχής περιβαλλοντικής διατήρησης διαμέσου των στροβίλων μεγάλου υδροηλεκτρικού έργου;
  - Μειώνονται αισθητά τόσο η ποσότητα όσο και η αξία της παραγόμενης ενέργειας.
  - Μειώνεται η αξία της παραγόμενης ενέργειας, χωρίς να μειώνεται αισθητά η συνολική  $Y/H$  παραγωγή.
  - Αυξάνει η αξία της παραγόμενης ενέργειας, παρόλο που μειώνεται η συνολική  $Y/H$  παραγωγή.
9. Σε σύστημα άντλησης-ταμίευσης, η συνολική ετήσια παραγωγή ήταν 360 GWh, ενώ αν δεν γινόταν η άντληση θα ήταν 160 GWh. Δεδομένου ότι η απόδοση του κύκλου ήταν 70%, ποιά ήταν η ετήσια κατανάλωση για άντληση;
  - 200 GWh.
  - 285 GWh.
  - 520 GWh.
10. Περιοχή που εξυπηρετείται μόνο από ΑΠΕ κάλυψε το 10% της ετήσιας ζήτησης ενέργειας από φωτοβολταϊκά, το 10% από ανεμογεννήτριες και την υπόλοιπη από  $Y/H$  έργα, με τιμές μονάδας 400, 100 και 50 €/MWh, αντίστοιχα. Πόσο θα αυξηθεί το κόστος ενέργειας αν την επόμενη χρονιά διπλασιαστεί η παραγωγή από Φ/Β και Α/Γ, ενώ η συνολική ζήτηση ενέργειας παραμείνει ίδια;
  - 15%.
  - 30%.
  - 45%.

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ .....

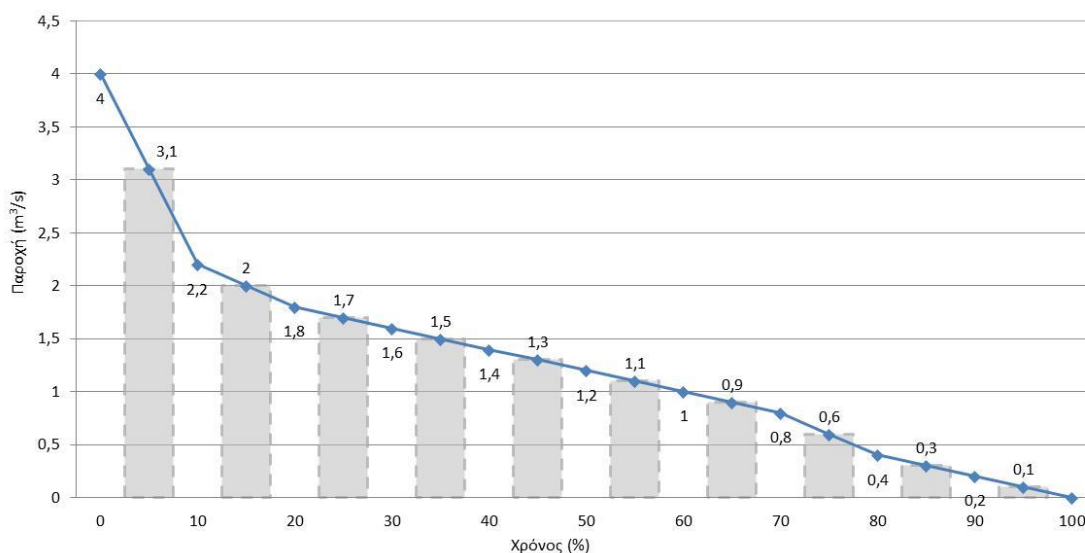
ΑΣΚΗΣΕΙΣ (Μονάδες 7, Διάρκεια 2:15')

**Άσκηση 1 (Μονάδες 3.5)**

Εξετάζεται η κατασκευή μικρού υδροηλεκτρικού από τα νερά χειμάρρου, με καθαρό ύψος πτώσης 200 m. Στη θέση υδροληψίας διατίθενται ημερήσιες παροχές για μια περίοδο 10 υδρολογικών ετών. Στον Πίνακα 1 και το Σχήμα 1 δίνονται τα όρια της καμπύλης διάρκειας και οι μέσες παροχές σε κάθε διάστημα. Η μέση ετήσια παροχή ανέρχεται σε 1.3 m<sup>3</sup>/s.

Πίνακας 1: Πινακοποιημένες τιμές καμπύλης διάρκειας-παροχής.

Χρόνος (%)	Παροχή (m <sup>3</sup> /s)	Χρονικό διάστημα (%)	Μέση παροχή (m <sup>3</sup> /s)
0	4.0		
10	2.2	0-10	3.1
20	1.8	10-20	2.0
30	1.6	20-30	1.7
40	1.4	30-40	1.5
50	1.2	40-50	1.3
60	1.0	50-60	1.1
70	0.8	60-70	0.9
80	0.4	70-80	0.6
90	0.2	80-90	0.3
100	0.0	90-100	0.1



Σχήμα 1: Καμπύλη διάρκειας-παροχής.

**Ζητούνται**

1. Η εκτίμηση της μέσης ετήσιας δυνητικής ηλεκτρικής ενέργειας, θεωρώντας ολικό συντελεστή απόδοσης 0.85.
2. Η εκτίμηση της ισχύος του σταθμού, θεωρώντας την μέση ετήσια παροχή.
3. Η ετήσια παραγωγή ενέργειας, εφόσον τοποθετηθεί ένας στρόβιλος ισχύος 2 MW που ξεκινάει τη λειτουργία του στο 1/3 της ονομαστικής παροχής (στους υπολογισμούς θεωρήστε μηδενική οικολογική παροχή).
4. Το ποσοστό του όγκου νερού που αξιοποιείται και ο συντελεστής χρησιμοποίησης του έργου.
5. Η ισχύς του στρόβιλου που θα έπρεπε να τοποθετηθεί για να αξιοποιείται τουλάχιστον το 50% του όγκου.
6. Μια εκτίμηση της οικολογικής παροχής με βάση τα διαθέσιμα υδρολογικά δεδομένα.

Υπόδειξη για τα ερωτήματα 3 και 4: Με βάση τη στήλη της μέσης παροχής του πιο πάνω πίνακα, υπολογίστε για κάθε διάστημα τον ετήσιο όγκο νερού εκμετάλλευσης και τη δυνητική παραγωγή ενέργειας.

## Άσκηση 2 (Μονάδες 3.5)

Το υδροηλεκτρικό έργο της Μεσοχώρας περιλαμβάνει ταμιευτήρα, με ελάχιστη και μέγιστη στάθμη λειτουργίας +731 και +770 m, αντίστοιχα, και σταθμό παραγωγής που αποτελείται από δύο μονάδες Francis εγκατεστημένης ισχύος  $2 \times 80 = 160$  MW. Η προσαγωγή του νερού γίνεται μέσω σήραγγας, μήκους 7.5 km και διαμέτρου 4.3 m, ενώ το υψόμετρο εξόδου της διώρυγας φυγής είναι +550 m. Στον ταμιευτήρα έχει θεσπιστεί περιορισμός σταθερής περιβαλλοντικής εκροής  $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , που διοχετεύεται αμέσως κατάντη του φράγματος μέσω ειδικού τεχνικού έργου.

Στον Πίνακα 2 δίνονται οι μέσες τιμές απορροής στη θέση του φράγματος, σε μηνιαία και ετήσια κλίμακα.

Πίνακας 2: Μέση απορροή υπολεκάνης ανάτη φράγματος Μεσοχώρας ( $\text{hm}^3$ ).

Μήνας	Οκτ.	Νοέ.	Δεκ.	Ιάν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μάι.	Ιούν.	Ιούλ.	Αυγ.	Σεπ.	Έτος
Μέση απορροή ( $\text{hm}^3$ )	25.6	69.3	125.9	97.3	92.4	95.3	103.2	79.1	31.8	14.6	7.4	8.1	750.0

1. Εκτιμήστε, αδρομερώς, την μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας του Υ/Η σταθμού Μεσοχώρας, για μέση στάθμη του ταμιευτήρα +760 m και υποθέτοντας ότι οι στρόβιλοι λειτουργούν το 25% του χρόνου. Στους υδροενεργειακούς υπολογισμούς θεωρήστε ολικό συντελεστή απόδοσης  $\eta = 90\%$ , ισοδύναμη τραχύτητα του αγωγού προσαγωγής  $\varepsilon = 1.0 \text{ mm}$ , και συντελεστή τοπικών απωλειών  $k_T = 2.0$ .

2. Αιτιολογήστε την επιλογή του συγκεκριμένου τύπου στρόβιλων και της αντίστοιχης εγκατεστημένης ισχύος.

3. Έστω ότι λόγω της έκτακτης ανάγκης της χώρας το έργο τίθεται σε άμεση λειτουργία, και στις 1/7/2016 η στάθμη του ταμιευτήρα έχει φτάσει στα +753.5 m. Αν υποθεθούν οι μέσες τιμές απορροής του τριμήνου Ιουλίου-Αυγούστου-Σεπτεμβρίου και αγνοηθούν οι εισροές λόγω βροχόπτωσης και απώλειες λόγω εξάτμισης, ζητείται ο προγραμματισμός των απολήψεων για περιβαλλοντική και ενεργειακή χρήση για κάθε μήνα του εν λόγω διαστήματος, για ζήτηση ενέργειας ίση με 20 GWh/μήνα (στην κατάστρωση και επίλυση του προβλήματος προσομοιώσετε τις χαρακτηριστικές καμπύλες του Πίνακα 3).

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικές καμπύλες Υ/Η έργου Μεσοχώρας.

Στάθμης-αποθέματος ταμιευτήρα $s = 0.0004 (z - z_0)^{2.807}$	$s$ το απόθεμα ( $\text{hm}^3$ ) $z$ η στάθμη (m) $z_0 = 640 \text{ m}$ (υψόμετρο βάσης φράγματος)
Σχέση παροχτετευτικότητας- ύψους πτώσης $V_{\max} = 52.8 h^{0.728}$	$V_{\max}$ μηνιαία παροχτετευτικότητα αγωγού προσαγωγής ( $\text{hm}^3$ ) $h$ ακαθάριστο ύψος πτώσης ( $\text{hm}^3$ )
Σχέση παραγωγής ενέργειας – εκροής – ύψους πτώσης $E = 0.227 V h$	$E$ παραγόμενη ενέργεια (GWh) $V$ όγκος που διέρχεται από τους στρόβιλους ( $\text{hm}^3$ ) $h$ ακαθάριστο ύψος πτώσης ( $\text{hm}^3$ )