

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος

Μάθημα: Ανανεώσιμη Ενέργεια και Υδροηλεκτρικά Έργα

Ακαδημαϊκό έτος: 2022-23

Κανονική εξέταση Ιουνίου 2023 – Διάρκεια εξέτασης 2:30΄

Όνοματεπώνυμο:

Άσκηση 1 (3.5 μονάδες)

Το υδροηλεκτρικό έργο Ταυρωπού (Πλαστήρα) σχεδιάστηκε ως έργο παραγωγής ενέργειας αιχμής, και είναι από το παλαιότερο της χώρας (λειτουργεί από το 1962). Περιλαμβάνει: (α) τοξωτό φράγμα, ύψους 82 m, που δημιουργεί ταμιευτήρα, ωφέλιμης χωρητικότητας 290 hm³, με κατώτατη και ανώτατη στάθμη λειτουργίας +776 και +792 m, αντίστοιχα, (β) σύστημα προσαγωγής, αποτελούμενο από σήραγγα έκτροπης και αγωγό πτώσης, και (γ) σταθμό παραγωγής, στη γειτονική λεκάνη του Πηνειού, αποτελούμενο από τρεις όμοιους στροβίλους Pelton, ισχύος 43.3 MW έκαστος, με υψόμετρο εξόδου +206 m. Σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΗ, στα περίπου 60 χρόνια λειτουργίας του έργου, η μέση ετήσια εκροή από τους στροβίλους ανέρχεται σε 150 hm³, ενώ έχουν καταγραφεί ελάχιστα γεγονότα υπερχειλίσης. Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες, και κάνοντας εύλογες παραδοχές, όπου απαιτείται:

(α) Εκτιμήστε τη μέση ετήσια απορροή της λεκάνης, και αιτιολογήστε τη διαμόρφωση ταμιευτήρα αυτής της χωρητικότητας. (0.50 μονάδες)

(β) Εκτιμήστε το μέσο καθαρό ύψος πτώσης, την παροχή σχεδιασμού του συστήματος προσαγωγής, τη μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας, και τον μέσο χρόνο ημερήσιας λειτουργίας των στροβίλων. (2.0 μονάδες)

(γ) Αιτιολογήστε την επιλογή του συγκεκριμένου τύπου, πλήθους και ισχύος των στροβίλων. (0.75 μονάδες)

(δ) Επανασχεδιάστε το σύστημα των στροβίλων (τύπος και ισχύς), στην υποθετική περίπτωση που ο σταθμός είχε τοποθετηθεί στον πόδα του φράγματος, με σκοπό την παραγωγή ενέργειας βάσης. (0.75 μονάδες)

Άσκηση 2 (2.0 μονάδες)

Από το μοντέλο προσομοίωσης υδροηλεκτρικού ταμιευτήρα, με την υπόθεση σταθερού στόχου μηνιαίας παραγωγής ενέργειας, παρήχθη η πιθανοτική καμπύλη του σχήματος.

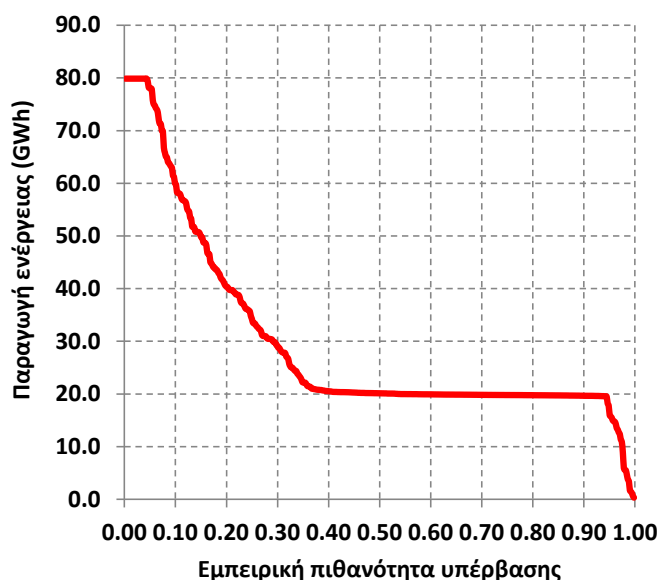
Τα χαρακτηριστικά μεγέθη του έργου είναι:

- Στάθμη υδροληψίας: +740.0 m
- Υψόμετρο στέψης εκχειλιστή: +762.0 m
- Ύψος θυροφραγμάτων: 8.0 m
- Στάθμη εξόδου διώρυγας φυγής: +545.0 m
- Ειδική ενέργεια συστήματος: 0.225 GWh/hm⁴

(α) Εξηγήστε τη διαδικασία κατάρτισης της καμπύλης, αν είναι γνωστή η προσομοιωμένη χρονοσειρά ενέργειας. (0.50 μονάδες)

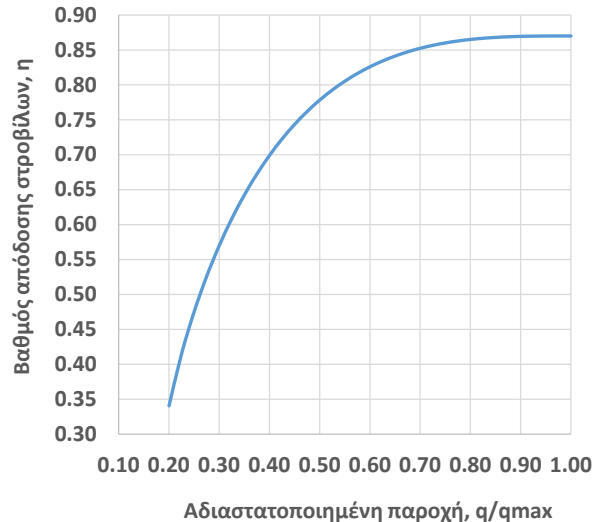
(β) Εκτιμήστε το ποσοστό του χρόνου που παράγεται δευτερεύουσα ενέργεια, το ποσοστό του χρόνου που ο ταμιευτήρας υπερχειλίζει και το ποσοστό του χρόνου που η παραγωγή είναι ελλειμματική. (0.75 μονάδες)

(γ) Εκτιμήστε την απαιτούμενη εκροή των στροβίλων, όταν ο ταμιευτήρας είναι πολύ κοντά στην ελάχιστη στάθμη λειτουργίας του και όταν υπερχειλίζει. (0.75 μονάδες)



Άσκηση 3 (3.0 μονάδες)

Κατά τον σχεδιασμό ΜΥΗΕ εκτροπής, με καθαρό ύψος πτώσης 180 m, εξετάζονται δύο εναλλακτικές, ήτοι η εφαρμογή ενός στροβίλου, ισχύος 4.0 MW (διάταξη Α), έναντι δύο στροβίλων, ισχύος 3.2 και 0.8 MW (διάταξη Β). Στο γράφημα απεικονίζεται η σχέση μεταβολής του βαθμού απόδοσης των στροβίλων που ενδείκνυνται για τη συγκεκριμένη θέση, ενώ ο βαθμός απόδοσης του υπόλοιπου Η/Μ εξοπλισμού εκτιμάται σε 0.95. Τέλος, η απαιτούμενη οικολογική παροχή που θα αφήνεται κατάντη της υδροληψίας, μέσω του ιχθυοδιαδρόμου, εκτιμάται σε 0.20 m³/s.



α) Εξηγήστε, επιγραμματικά, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των δύο διατάξεων. (0.50 μονάδες)

β) Εκτιμήστε το εύρος των παροχών λειτουργίας των δύο διατάξεων. (1.0 μονάδα)

γ) Συμπληρώστε (με αιτιολόγηση και κατάλληλους υπολογισμούς, όπου απαιτούνται) τα στοιχεία του πίνακα, που αναφέρονται στη λειτουργία του έργου για ένα διάστημα δύο ωρών, κατά το οποίο η παροχή ανάντη της υδροληψίας μεταβάλλεται από 0.50 σε 3.50 m³/s. (1.50 μονάδες)

	Διάταξη Α (ένας στρόβιλος)		Διάταξη Β (δύο στρόβιλοι)	
	1η ώρα	2η ώρα	1η ώρα	2η ώρα
Παροχή ανάντη υδροληψίας (m ³ /s)	0.50	3.50	0.50	3.50
Παροχή ιχθυοδιαδρόμου (m ³ /s)				
Παροχή στροβίλου 1 (m ³ /s)				
Παροχή στροβίλου 2 (m ³ /s)	–	–		
Παροχή υπερχειλιστή (m ³ /s)				
Παραγωγή ενέργειας στροβίλου 1 (MWh)				
Παραγωγή ενέργειας στροβίλου 2 (MWh)	–	–		

Άσκηση 4 (2.0 μονάδες)

Η ελάχιστη, μέση και μέγιστη ωριαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ενός μη διασυνδεδεμένου νησιού εκτιμάται σε 0.4, 1.5 και 5.0 MWh, αντίστοιχα. Στο νησί έχουν τοποθετηθεί τρεις ανεμογεννήτριες, ισχύος 1.5 MW η κάθε μία, και προβλέπεται επίσης η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων, διαστάσεων 1996×1004 mm και ονομαστικής ισχύος 400 W.

(α) Σχεδιάστε, ποιοτικά, τις καμπύλες ισχύος των δύο μορφών ανανεώσιμης ενέργειας. (0.50 μονάδες)

(β) Εκτιμήστε το απαιτούμενο πλήθος Φ/Β πλαισίων, προκειμένου να διαμορφωθεί ένα μίγμα των δύο ΑΠΕ που να ικανοποιεί οριακά τις αιχμές της ζήτησης. (0.50 μονάδες)

(γ) Υποθέτοντας εύλογες τιμές του συντελεστή δυναμικότητας κάθε ΑΠΕ, εκτιμήστε την ετήσια παραγωγή ενέργειας του συστήματος και αντιπαραβάλλετε με την αντίστοιχη ετήσια ζήτηση. (0.50 μονάδες)

(δ) Εξετάστε αν μπορεί να καλυφθεί η ελάχιστη ζήτηση ισχύος από τις δύο ΑΠΕ, δεδομένου ότι εκείνη την ώρα η ταχύτητα ανέμου στο ύψος της πτερωτής των Α/Γ ανέρχεται σε 2.0 m/s, ενώ η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο έδαφος ανέρχεται σε 500 W/m². (0.50 μονάδες)