

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος

Μάθημα: Ανανεώσιμη Ενέργεια και Υδροηλεκτρικά Έργα

Ακαδημαϊκό έτος: 2021-2022

Κανονική εξέταση Ιουνίου 2022 – Διάρκεια εξέτασης 2:30΄

Όνοματεπώνυμο:

Άσκηση 1 (2.5 μονάδες)

Σε θέση ποταμού, με μέση ετήσια παροχή $14.0 \text{ m}^3/\text{s}$, εξετάζεται η κατασκευή υδροηλεκτρικού έργου αιχμής, που θα περιλαμβάνει φράγμα, ταμιευτήρα ωφέλιμης χωρητικότητας 600 hm^3 , και σταθμό παραγωγής κοντά στον πόδα του φράγματος. Η στάθμη λειτουργίας ταμιευτήρα θα κυμαίνεται από +240 έως +270 m, ενώ η στάθμη εξόδου της διώρυγας φυγής θα τοποθετηθεί στα +120 m.

α) Με βάση εύλογες παραδοχές, εκτιμήστε το καθαρό ύψος πτώσης, την μέση ετήσια ποσότητα νερού που θα διέρχεται από τους στροβίλους και την μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας. (0.75 μονάδες)

β) Εκτιμήστε την παροχή σχεδιασμού του αγωγού προσαγωγής και την ισχύ των στροβίλων. (0.75 μονάδες)

γ) Από την προσομοίωση της λειτουργίας του ταμιευτήρα προέκυψε ότι για στόχο παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας ίσο με το 70% της εκτιμώμενης μέσης μηνιαίας παραγωγής, η συχνότητα των υπερχειλίσεων, της παραγωγής δευτερεύουσας ενέργειας και των ελλειμμάτων ενέργειας ανέρχεται σε 2, 15 και 5%, αντίστοιχα. Σχεδιάστε σε σκαρίφημα την πιθανοτική καμπύλη παραγωγής ενέργειας, στην οποία απεικονίστε τα εν λόγω μεγέθη (0.75 μονάδες)

δ) Τεκμηριώστε την επιλογή της συγκεκριμένης χωρητικότητας, συγκρίνοντάς την με τη μέση ετήσια εισροή στον ταμιευτήρα, και εξηγήστε ποια από τα προαναφερθέντα πιθανοτικά μεγέθη θα μεταβληθούν, εφόσον διατηρηθεί ο ίδιος στόχος παραγωγής ενέργειας, αλλά με σημαντικά μικρότερη χωρητικότητα (0.75 μονάδες)

Άσκηση 2 (3.5 μονάδες)

Μικρό υδροηλεκτρικό έργο εκτροπής που εκμεταλλεύεται καθαρό ύψος πτώσης 150 m, αποτελείται από δύο στροβίλους, ισχύος 5.0 και 1.0 MW. Στον πίνακα δίνονται οι μέσες μηνιαίες τιμές της παροχής του ποταμού στη θέση υδροληψίας, ενώ στο διάγραμμα απεικονίζεται η σχέση μεταβολής του ολικού βαθμού απόδοσης του συστήματος, συναρτήσει της αδιαστατοποιημένης παροχής του κάθε στροβίλου.

α) Εκτιμήστε την οικολογική παροχή που πρέπει να αφήνεται κατάντη της υδροληψίας, με βάση την Ελληνική νομοθεσία. Από ποια διάταξη διέρχεται η εν λόγω παροχή; (0.5 μονάδες)

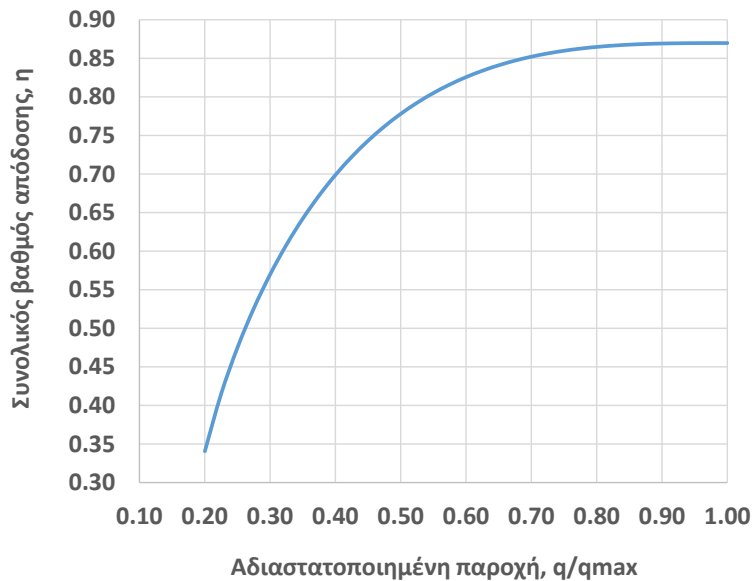
β) Εκτιμήστε την ελάχιστη και μέγιστη παροχή λειτουργίας κάθε στροβίλου, καθώς και του συστήματος των δύο στροβίλων. (1.0 μονάδα)

γ) Εκτιμήστε την κατανομή της παροχής στους δύο στροβίλους και την παραγόμενη ενέργεια σε διάστημα δύο ωρών, κατά το οποίο η παροχή ανάντη της υδροληψίας είναι ίση με $4.50 \text{ m}^3/\text{s}$. (1.25 μονάδες)

δ) Εκτιμήστε τον συντελεστή δυναμικότητας και τη μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας του συστήματος, αν οι συντελεστές δυναμικότητας του μεγάλου και μικρού στροβίλου είναι 34% και 12%, αντίστοιχα. Με βάση τα παραπάνω, αξιολογήστε την οικονομική βιωσιμότητα του έργου (0.75 μονάδες)

Μέσες μηνιαίες τιμές παροχής στη θέση υδροληψίας (m³/s)

Μήνας	Παροχή (m ³ /s)
Οκτ	0.52
Νοε	1.51
Δεκ	1.61
Ιαν	1.09
Φεβ	1.54
Μαρ	1.68
Απρ	1.82
Μαι	1.14
Ιουν	0.46
Ιουλ	0.25
Αυγ	0.17
Σεπ	0.13



Άσκηση 3 (2.5 μονάδες)

Ο διαχειριστής υδροηλεκτρικού ταμιευτήρα εξετάζει αν θα πρέπει να ανοίξει ή όχι τα θυροφράγματα που είναι τοποθετημένα πάνω από τον εκχειλιστή, λαμβάνοντας υπόψη ότι το επόμενο 24ωρο αναμένεται να εισρεύσουν λόγω πλημμύρας 20 hm³. Η τρέχουσα στάθμη του ταμιευτήρα βρίσκεται 50 cm κάτω από τη στέψη του εκχειλιστή, ενώ ο στόχος παραγωγής ενέργειας για την επόμενη ημέρα έχει οριστεί σε 450 MWh. Δίνονται τα ακόλουθα χαρακτηριστικά μεγέθη:

- Σχέση στάθμης (z, σε m) - αποθέματος (s, σε hm³): $s = 0.007 (z - 240)^{2.50}$
- Υψόμετρο στέψης εκχειλιστή: +350.0 m
- Στάθμη εξόδου διώρυγας φυγής: +210.0 m
- Ύψος θυροφραγμάτων: 6.0 m
- Παροχετευτικότητα στροβίλων: 80.0 m³/s
- Ειδική ενέργεια στροβίλων: 0.225 GWh/hm⁴

α) Εκτιμήστε την απαιτούμενη εκροή από τους στροβίλους προκειμένου να παραχθεί η ζητούμενη ποσότητα ενέργειας. (0.50 μονάδες)

β) Θεωρώντας ότι τα θυροφράγματα θα παραμείνουν κλειστά, επιλύστε το υδατικό ισοζύγιο της επόμενης ημέρας και εκτιμήστε αν υπάρχει κίνδυνος υπερπήδησής τους. (0.75 μονάδες)

γ) Επαναλάβετε τους υπολογισμούς του υδατικού ισοζυγίου, θεωρώντας ότι ο διαχειριστής θα ανοίξει τα θυροφράγματα. Στην περίπτωση αυτή, εκτιμήστε τη συνολική εκροή από τους στροβίλους, την παραγωγή δευτερεύουσας ενέργειας και τις απώλειες νερού λόγω υπερχειλίσης. (1.25 μονάδες)

Άσκηση 4 (1.5 μονάδες)

Σε μικρό μη διασυνδεδεμένο νησί έχουν τοποθετηθεί ανεμογεννήτριες, ισχύος 1.5 MW, και φωτοβολταϊκά πλαίσια, διαστάσεων 1850×950 mm και ισχύος 300 kW.

(α) Εκτιμήστε τον βαθμό απόδοσης των Φ/Β πλαισίων. (0.5 μονάδες)

(β) Επιλέξτε κατάλληλο μίγμα των δύο ανανεώσιμων πηγών προκειμένου να καλύπτεται ωριαία ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας 5.0 MWh, για εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία 700 W/m² και εκτιμώμενη ταχύτητα ανέμου στο ύψος της πτερωτής ίση 17.0 m/s. (1.0 μονάδα)