

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος

Μάθημα: Ανανεώσιμη Ενέργεια και Υδροηλεκτρικά Έργα

Ακαδημαϊκό έτος: 2021-2022

Επαναληπτική εξέταση Σεπτεμβρίου 2022 – Διάρκεια εξέτασης 2:30΄

Όνοματεπώνυμο:

Άσκηση 1 (2.0 μονάδες)

Σε θέση ποταμού, με μέση ετήσια απορροή 300 hm^3 , εξετάζεται η διαμόρφωση υδροηλεκτρικού συστήματος που περιλαμβάνει: (α) φράγμα και ταμιευτήρα, μέσης στάθμης +400 m, (β) αγωγό προσαγωγής, παροχής σχεδιασμού $40.0 \text{ m}^3/\text{s}$, (β) σταθμό παραγωγής, αποτελούμενο από δύο όμοιους στροβίλους, ισχύος 20 MW έκαστος, και ολικού βαθμού απόδοσης 90%, και (δ) έργο εξόδου σε διώρυγα φυγής. Σύμφωνα με την υδρολογική μελέτη του έργου, οι μέσες ετήσιες απώλειες λόγω διαφυγών και υπερχειλίσεων εκτιμώνται σε 15 hm^3 , ενώ η οικολογική παροχή που έχει οριστεί σε $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$, θα πρέπει να είναι συνεχώς διαθέσιμη στο ποτάμι κατάντη του φράγματος. Η παροχή αυτή θα διοχετεύεται μέσω ανεξάρτητου αγωγού, στην έξοδο του οποίου προβλέπεται η κατασκευή μικρού υδροηλεκτρικού έργου (ΜΥΗΕ), σε υψόμετρο +310 m

α) Εκτιμήστε την μέση ετήσια ποσότητα νερού που θα διέρχεται από τον αγωγό προσαγωγής (0.5 μονάδες)

β) Με την υπόθεση ότι οι στροβίλοι θα λειτουργούν στην πλήρη ισχύ τους, εκτιμήστε τις ώρες λειτουργίας και τον συντελεστή δυναμικότητας του έργου, και χαρακτηρίστε το ως αιχμής ή βάσης. (0.5 μονάδες)

γ) Εκτιμήστε το υψόμετρο εξόδου της διώρυγας φυγής, αν είναι γνωστό ότι οι ολικές υδραυλικές απώλειες κατά την προσαγωγή του νερού ανέρχονται σε 5.0 m (0.5 μονάδες)

δ) Κάνοντας εύλογες παραδοχές, επιλέξτε τύπο και ισχύ των στροβίλων του ΜΥΗΕ (0.5 μονάδες)

Άσκηση 2 (2.5 μονάδες)

Ο διαχειριστής υδροηλεκτρικού ταμιευτήρα εξετάζει διάφορα σενάρια εισροών για τον μήνα Οκτώβριο, προκειμένου να καθορίσει την πολιτική λειτουργίας του σταθμού παραγωγής. Η στάθμη του ταμιευτήρα την 1^η Οκτωβρίου βρίσκεται στα +348 m, ενώ ο μηνιαίος στόχος παραγωγής ενέργειας έχει οριστεί σε 10 GWh. Με την υπόθεση ότι τον μήνα Οκτώβριο οι εισροές στον ταμιευτήρα θα φτάσουν τα 200 hm^3 , καταστρώστε το μοντέλο υδατικού ισοζυγίου του, προκειμένου να εκτιμήσετε την εκροή από τους στροβίλους, τις απώλειες νερού λόγω υπερχειλίσης (εφόσον προκύψουν), το απόθεμα και στάθμη στο τέλος του μήνα, την παραγωγή ενέργειας, και τον διαχωρισμό της σε πρωτεύουσα και δευτερεύουσα.

Δίνονται τα ακόλουθα χαρακτηριστικά μεγέθη:

- Σχέση στάθμης (z, σε m) - αποθέματος (s, σε hm^3): $s = 0.007 (z - 240)^{2.50}$
- Υψόμετρο στέψης υπερχειλιστή: +350.0 m
- Στάθμη εξόδου διώρυγας φυγής: +210.0 m
- Παροχευτικότητα στροβίλων: $50.0 \text{ m}^3/\text{s}$
- Ειδική ενέργεια στροβίλων: $0.225 \text{ GWh}/\text{hm}^4$

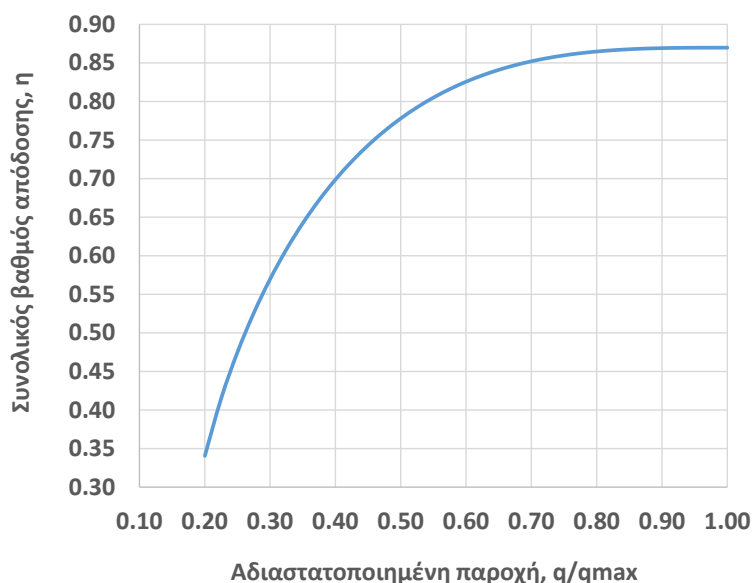
Άσκηση 3 (4.0 μονάδες)

Μικρό υδροηλεκτρικό έργο εκτροπής που εκμεταλλεύεται καθαρό ύψος πτώσης 180 m, αποτελείται από δύο στροβίλους, ισχύος 5.0 και 1.5 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) Εξηγήστε τη σκοπιμότητα διαμόρφωσης δύο στροβίλων διαφορετικής ισχύος (0.5 μονάδες)
- β) Εκτιμήστε την ελάχιστη και μέγιστη παροχή λειτουργίας κάθε στροβίλου. (0.8 μονάδες)
- γ) Εκτιμήστε την οικολογική παροχή που πρέπει να αφήνεται κατάντη της υδροληψίας, με βάση την Ελληνική νομοθεσία (0.5 μονάδες)
- δ) Εκτιμήστε την ελάχιστη παροχή που θα πρέπει φτάνει ανάντη του έργου, προκειμένου να λειτουργεί ο σταθμός παραγωγής (0.5 μονάδες)
- ε) Επιλέξτε την παροχή σχεδιασμού του αγωγού πτώσης, για τον οποίο επιλέξετε υλικό και διάμετρο εμπορίου, ώστε η ταχύτητα ροής να μην υπερβαίνει τα 4.0 m/s. (0.5 μονάδες)
- στ) Εκτιμήστε την κατανομή της παροχής στους δύο στροβίλους και την παραγόμενη ενέργεια σε διάστημα μισής ώρας, την οποία η παροχή του ποταμού ανάντη του έργου είναι ίση με 3.80 m³/s. (1.2 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 4 (1.5 μονάδες)

Υβριδικό σύστημα σε μικρό μη διασυνδεδεμένο νησί περιλαμβάνει: (α) δύο ανεμογεννήτριες, ισχύος 1.0 και 1.5 MW, αντίστοιχα, (β) 2000 φωτοβολταϊκά πλαίσια, διαστάσεων 1870×950 mm και βαθμού απόδοσης 18%, και (γ) έργο αντλησιοταμίευσης, που αποτελείται από δύο δεξαμενές σε υψομετρική διαφορά 200 m.

(α) Εκτιμήστε την εγκατεστημένη ισχύ του συστήματος των Φ/Β πλαισίων. (0.5 μονάδες)

(β) Κάνοντας εύλογες παραδοχές σχετικά με τις υδραυλικές απώλειες και τον βαθμό απόδοσης στο σύστημα αντλησιοταμίευσης, εκτιμήστε την ποσότητα νερού που μπορεί να αντληθεί καταναλώνοντας την ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν οι δύο άλλες ΑΠΕ, σε διάστημα μίας ώρας κατά το οποίο η ηλιακή ακτινοβολία ανέρχεται σε 1100 W/m² και η ταχύτητα ανέμου στο ύψος της πτερωτής φτάνει στα 18.0 m/s. (1.0 μονάδα)

