

## Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος

### Μάθημα: Ανανεώσιμη Ενέργεια & Υδροηλεκτρικά Έργα

Ακαδημαϊκό έτος: 2023-24

#### Εργασία 2: Προσομοίωση και βελτιστοποίηση λειτουργίας Υ/Η ταμιευτήρα

Το υδροηλεκτρικό έργο της Μεσοχώρας, στον άνω ρου του Αχελώου, ξεκίνησε να κατασκευάζεται το 1986 και ολοκληρώθηκε το 2001, μετά από πολλές καθυστερήσεις, χωρίς ωστόσο να λειτουργήσει ποτέ. Περιλαμβάνει λιθόρριπτο φράγμα με ανάντη πλάκα σκυροδέματος (ΛΑΠΣ), σήραγγα εκτροπής μήκους 7.5 km, και σταθμό παραγωγής στη θέση Γλύστρα, ισχύος 161 MW.

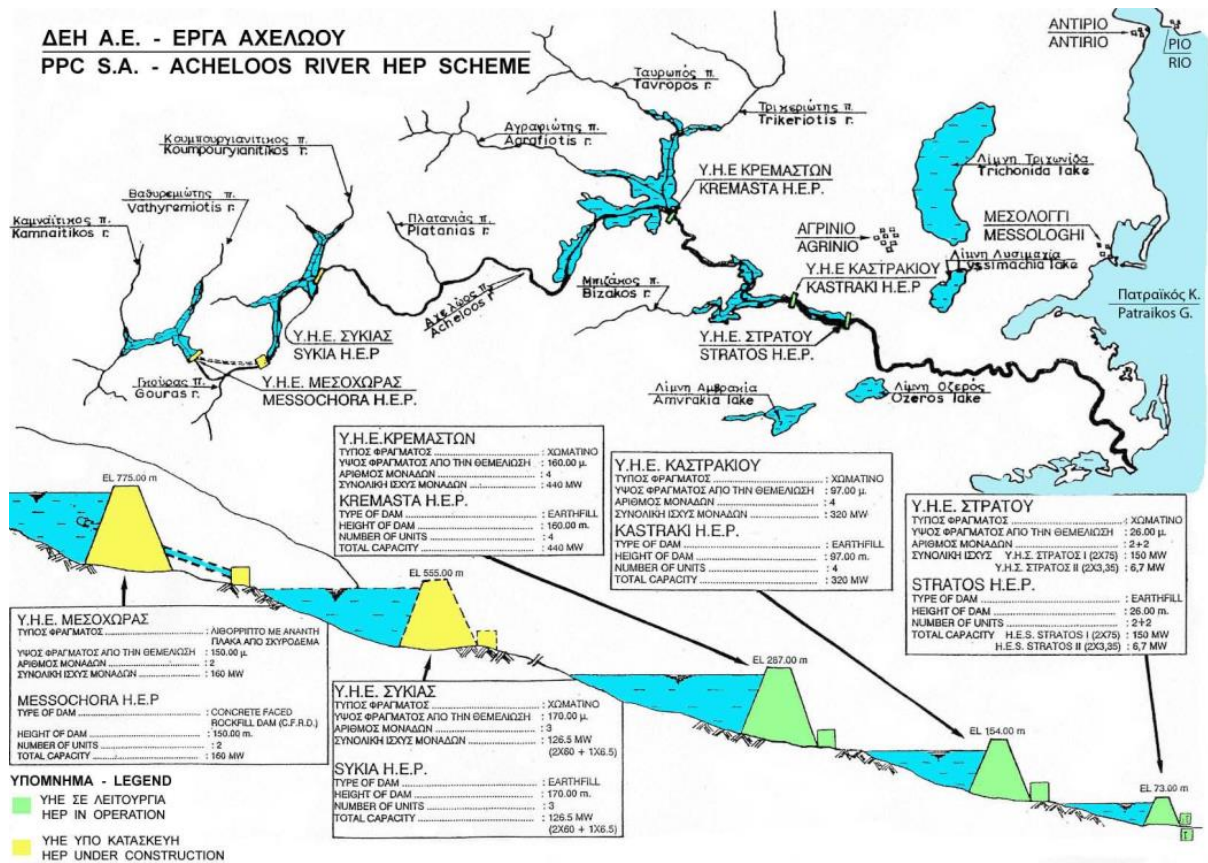
Σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς όρους του έργου, κατάντη του φράγματος θα διοχετεύεται σταθερή περιβαλλοντική ροή ίση με  $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , από ανεξάρτητη υδροληψία. Για την εκμετάλλυσή της, έχει προταθεί η κατασκευή μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού (ΜΥΗΣ) στον πόδα του φράγματος.

Στο αρχείο ASK2\_InflowResData.xlsx δίνεται η παρατηρημένη χρονοσειρά μηνιαίων εισροών στη θέση του φράγματος για τα έτη 1980-2021, ενώ στον Πίνακα 1 συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά μεγέθη του ταμιευτήρα και του σταθμού παραγωγής. Με βάση τα παραπάνω:

1. Καταστρώστε το μοντέλο μηνιαίας προσομοίωσης της λειτουργίας του ταμιευτήρα.
2. Εκτιμήστε το μέσο ετήσιο όφελος από την λειτουργία του Υ/Η έργου, εφαρμόζοντας δύο εναλλακτικές τιμές στόχου παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας, ήτοι 5 και 25 GWh/μήνα.
3. Υπολογίστε τον στόχο παραγωγής πρωτεύουσας ενέργειας ώστε να μεγιστοποιείται το όφελος.
4. Για τη βελτιστοποιημένη τιμή του στόχου ενέργειας: (α) εκτιμήστε τις συνιστώσες του μέσου ετήσιου υδατικού ισοζυγίου του ταμιευτήρα (εισορές, εκροές για περιβαλλοντική παροχή, εκροές στροβίλων, υπερχειλίσεις), τη μέση παραγωγή ενέργειας και τον συντελεστή δυναμικότητας του συστήματος, (β) απεικονίστε τις μηνιαίες χρονοσειρές στάθμης, αποθέματος, εκροών από τους στροβίλους, υπερχειλίσεων και παραγωγής ενέργειας, και (γ) απεικονίστε την πιθανοτική καμπύλη (καμπύλη διάρκειας) της παραγόμενης ενέργειας.
5. Κάνοντας εύλογες παραδοχές, τα επιλέξτε τα κύρια μεγέθη του ΜΥΗΣ στο πόδα του φράγματος (διάμετρος αγωγού, ισχύς & τύπος στροβίλων) και εκτιμήστε την αντίστοιχη παραγωγή ενέργειας.
6. Σχολιάστε τα αποτελέσματα των αναλύσεών σας.

**Πίνακας 1:** Δεδομένα ταμιευτήρα Μεσοχώρας και υδροηλεκτρικού σταθμού Γλύστρας

Στάθμη πυθμένα στη θέση του φράγματος, $z_0$	+640.0 m
Κατώτατη στάθμη λειτουργίας ταμιευτήρα, $z_{min}$	+731.0 m
Ανώτατη στάθμη λειτουργίας ταμιευτήρα, $z_{max}$	+770.0 m
Στάθμη εξόδου αγωγού φυγής, $z_\phi$	+550.0 m
Σχέση στάθμης – αποθέματος ταμιευτήρα ( $z$ σε m, $s$ σε $\text{hm}^3$ )	$s = 0.0004 (z - z_0)^{2.82}$
Σχέση ύψους πτώσης – παροχής αγωγού εκτροπής ( $h$ σε m, $u$ σε $\text{m}^3/\text{s}$ )	$u = 1.85 h^{0.73}$
Παροχευετικότητα στροβίλων	90 $\text{m}^3/\text{s}$
Ειδική ενέργεια, $\psi$	0.225 GWh/ $\text{hm}^4$
Τιμή πώλησης πρωτεύουσας ενέργειας	0.10 €/kWh
Τιμή πώλησης δευτερεύουσας ενέργειας	0.05 €/kWh
Ρήτρα ελλείμματος ενέργειας	1.0 €/kWh



**Εικόνα 1:** Σύστημα υδροηλεκτρικών έργων Αχελώου.

Τα δεδομένα της άσκησης έχουν ληφθεί από τις ακόλουθες πηγές:

**Χαρακτηριστικά μεγέθη έργου:** Κουτσογιάννης, Δ., Μελέτη λειτουργίας ταμιευτήρων, Γενική διάταξη έργων εκτροπής Αχελώου προς Θεσσαλία, Ανάδοχος: Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων Αχελώου – Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων – Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Συνεργαζόμενοι: Γ. Καλαούζης, ELECTROWATT, Π. Μαρίνος, Δ. Κουτσογιάννης, 420 σ., 1996 (<https://www.itia.ntua.gr/214/>).

**Χρονοσειρά απορροής:** 2η Αναθεώρηση Σχέδιου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (EL04), Ρύθμιση Μοντέλων – Φυσικά Υδατικά Ισοζύγια, Τεύχος Α: Επιφανειακά Υδατικά Συστήματα, Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας – Γενική Διεύθυνση Υδάτων, Μάρτιος 2023.

**Σχηματικό διάγραμμα εικόνας 1:** Roilos, C., Dealing with flood events at hydroelectric plant areas in Western Greece, ALTER Project Meeting, 2018 (<http://alter-project.eu/trainings/>).