

Ανανεώσιμη Ενέργεια & Υδροηλεκτρικά Έργα

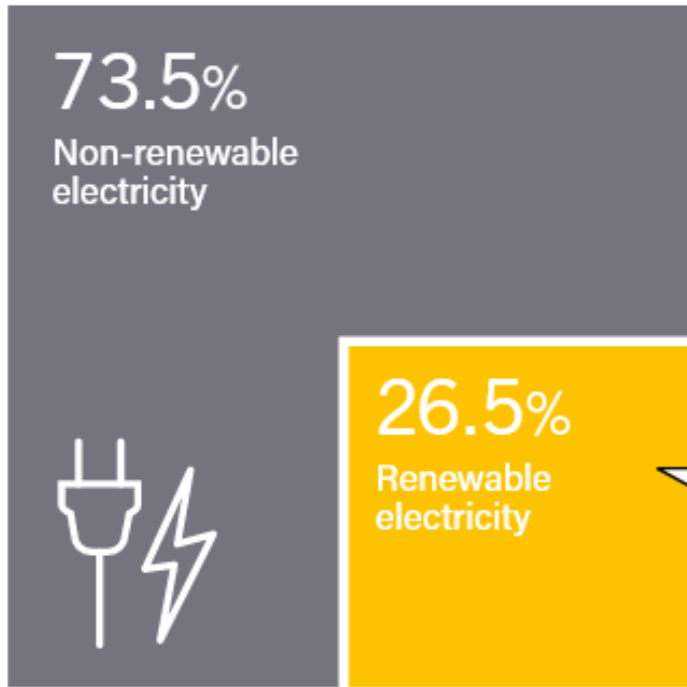
8^ο εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών

Υδροηλεκτρικά έργα



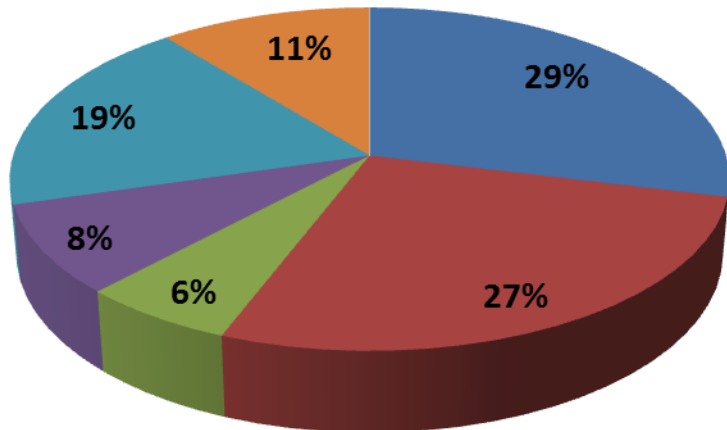
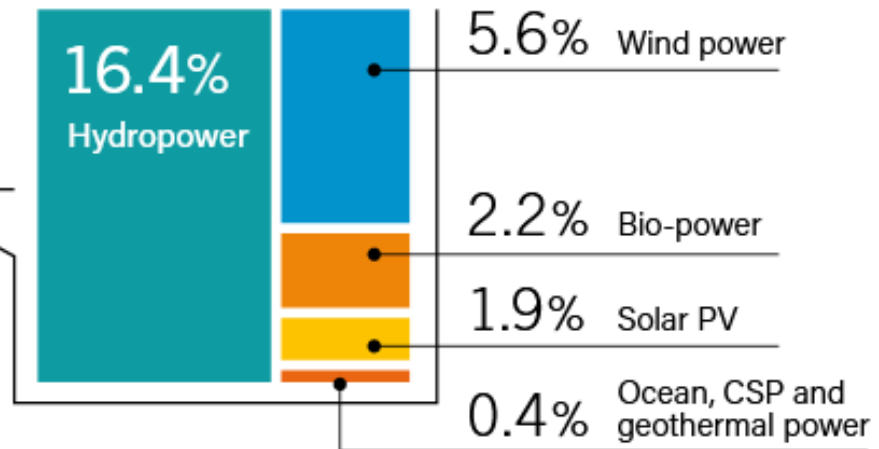
Ανδρέας Ευστρατιάδης, Νίκος Μαμάσης & Δημήτρης Κουτσογιάννης
Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Ακαδημαϊκό έτος 2018-19

Υδροηλεκτρική ενέργεια & ενεργειακό μίγμα



Κατανομή παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας (2017)

(Πηγή: *Renewables 2018 Global Status Report*, Paris, REN21 Secretariat)

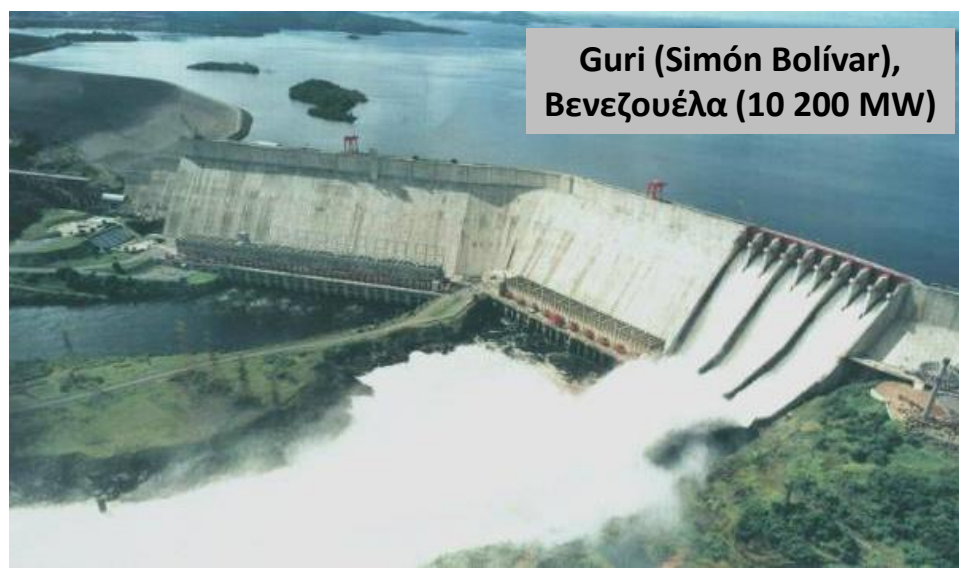


Κατανομή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα (2017)

- Λιγνιτικοί σταθμοί (16 TWh)
- Σταθμοί φυσικού αερίου (15 TWh)
- Υδροηλεκτρικοί σταθμοί (4 TWh)
- Πετρελαϊκοί σταθμοί σε ΜΔ νησιά (5 TWh)
- Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (11 TWh)
- Εισαγωγές (6 TWh)

56.9 TWh

Τα μεγαλύτερα Υ/Η έργα του κόσμου



Τα μεγαλύτερα Υ/Η έργα της Ελλάδας

Κρεμαστά, Αχελώος (437 MW)



Πολύφυτο, Αλιάκμονας (375 MW)



Θησαυρός, Νέστος (384 MW)



Καστράκι, Αχελώος (320 MW)



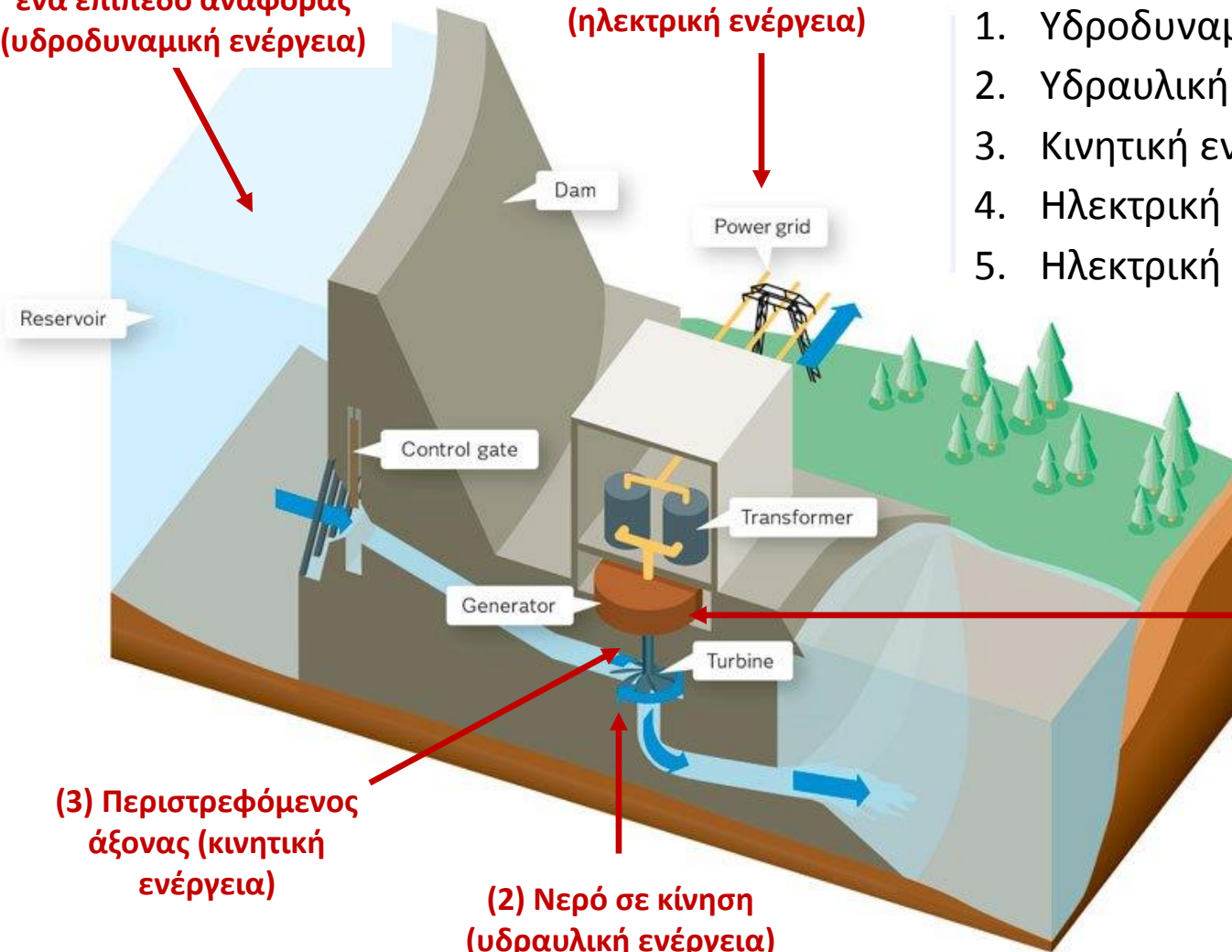
Γενική διάταξη & συνιστώσες συστήματος παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας

(1) Αποθηκευμένο νερό σε υψομετρική διαφορά από ένα επίπεδο αναφοράς (υδροδυναμική ενέργεια)

(5) Ρεύμα που αποδίδεται στο δίκτυο υψηλής τάσης (ηλεκτρική ενέργεια)

Υ/Η ενέργεια = σύστημα διαδοχικών ενεργειακών μετασχηματισμών:

1. Υδροδυναμική ενέργεια
2. Υδραυλική ενέργεια
3. Κινητική ενέργεια περιστροφής
4. Ηλεκτρική ενέργεια (χαμηλή τάση)
5. Ηλεκτρική ενέργεια (υψηλή τάση)

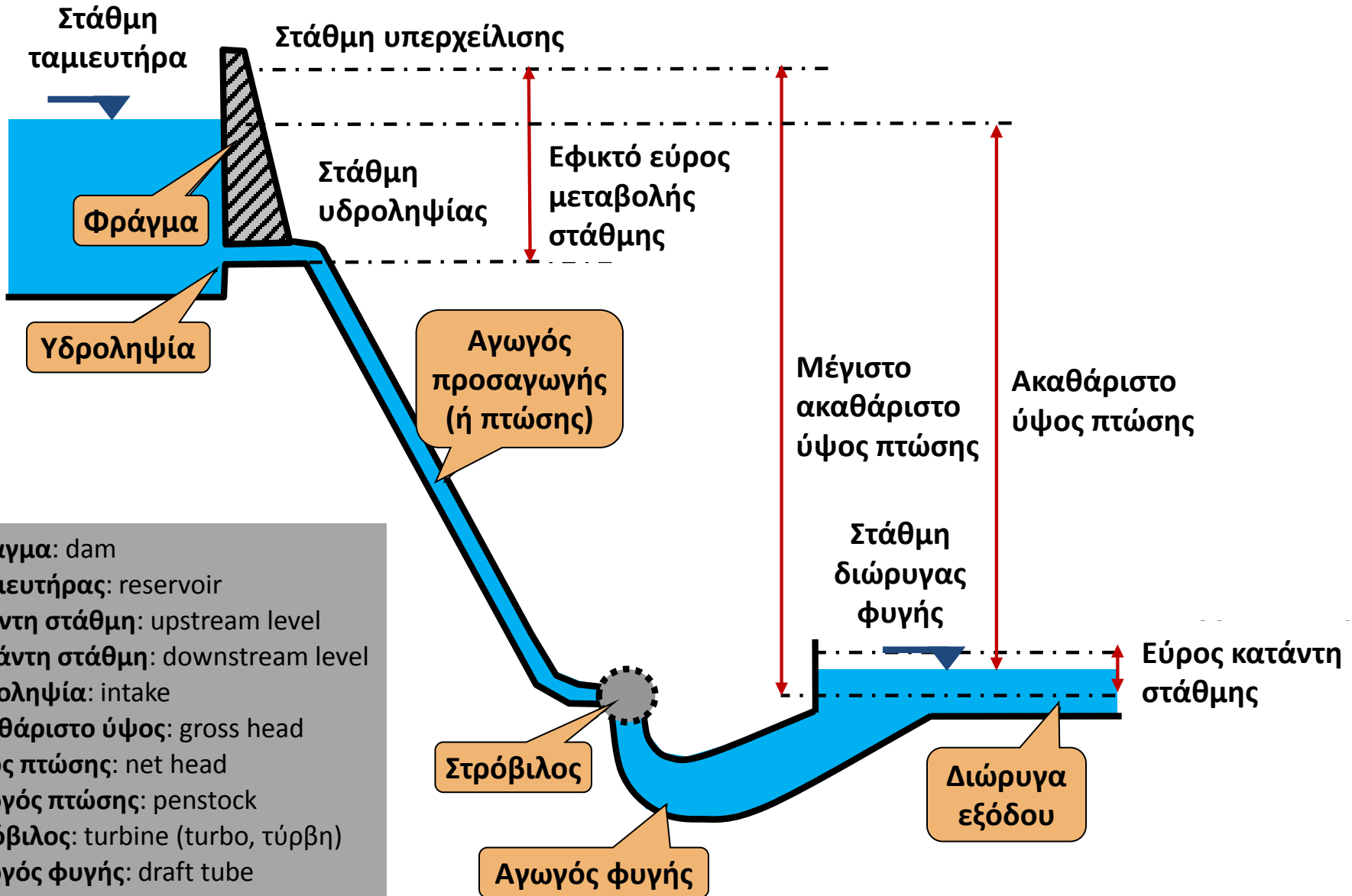


(4) Περιστρεφόμενο πηνίο σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (ηλεκτρική ενέργεια χαμηλής τάσης)

(3) Περιστρεφόμενος άξονας (κινητική ενέργεια)

(2) Νερό σε κίνηση (υδραυλική ενέργεια)

Υδροενεργειακά μεγέθη & ορολογία



Φράγμα: dam
Ταμιευτήρας: reservoir
Ανάτη στάθμη: upstream level
Κατάντη στάθμη: downstream level
Υδροληψία: intake
Ακαθάριστο ύψος: gross head
Ύψος πτώσης: net head
Αγωγός πτώσης: penstock
Στρόβιλος: turbine (turbo, τύρβη)
Αγωγός φυγής: draft tube
Διώρυγα εξόδου: tailrace

Θεμελιώδεις έννοιες

- **Δυναμική ενέργεια νερού** μάζας m (kg) σε ύψος H (m) από το επίπεδο αναφοράς των στροβίλων (υδροδυναμική ενέργεια ή **υδροδυναμικό**, σε kJ):

$$E_{\Delta} = m g H = \rho g V H = \gamma V H$$

όπου ρ η πυκνότητα του νερού (1000 kg/m^3), g η επιτάχυνση της βαρύτητας (9.81 m/s^2), γ το ειδικό βάρος του νερού (9.81 kN/m^3) και V ο όγκος (m^3). Στα υδροενεργειακά έργα, η υψομετρική διαφορά H αναφέρεται και ως **ολικό** ή **ακαθάριστο ύψος πτώσης**.

- Μετατροπή δυναμικής ενέργειας σε **υδραυλική**:

$$E_{\gamma} = \gamma V H_n$$

όπου H_n το λεγόμενο **καθαρό ύψος πτώσης**, που προκύπτει αφαιρώντας από το ολικό ύψος τις **υδραυλικές απώλειες** κατά τη **προσαγωγή** του νερού στους στροβίλους.

- Μετατροπή υδραυλικής ενέργειας σε **κινητική (στρόβιλος)** και **ηλεκτρική (γεννήτρια)**:

$$E = \eta E_{\gamma} = \eta \gamma V H_n$$

όπου η ο **βαθμός απόδοσης των στροβίλων**. Η ποσότητα $(1 - \eta) E_{\gamma}$ εκφράζει τις συνολικές απώλειες κατά τη μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας που αποδίδεται στην είσοδο του στροβίλου σε ηλεκτρική ενέργεια που εξάγεται στο δίκτυο υψηλής τάσης.

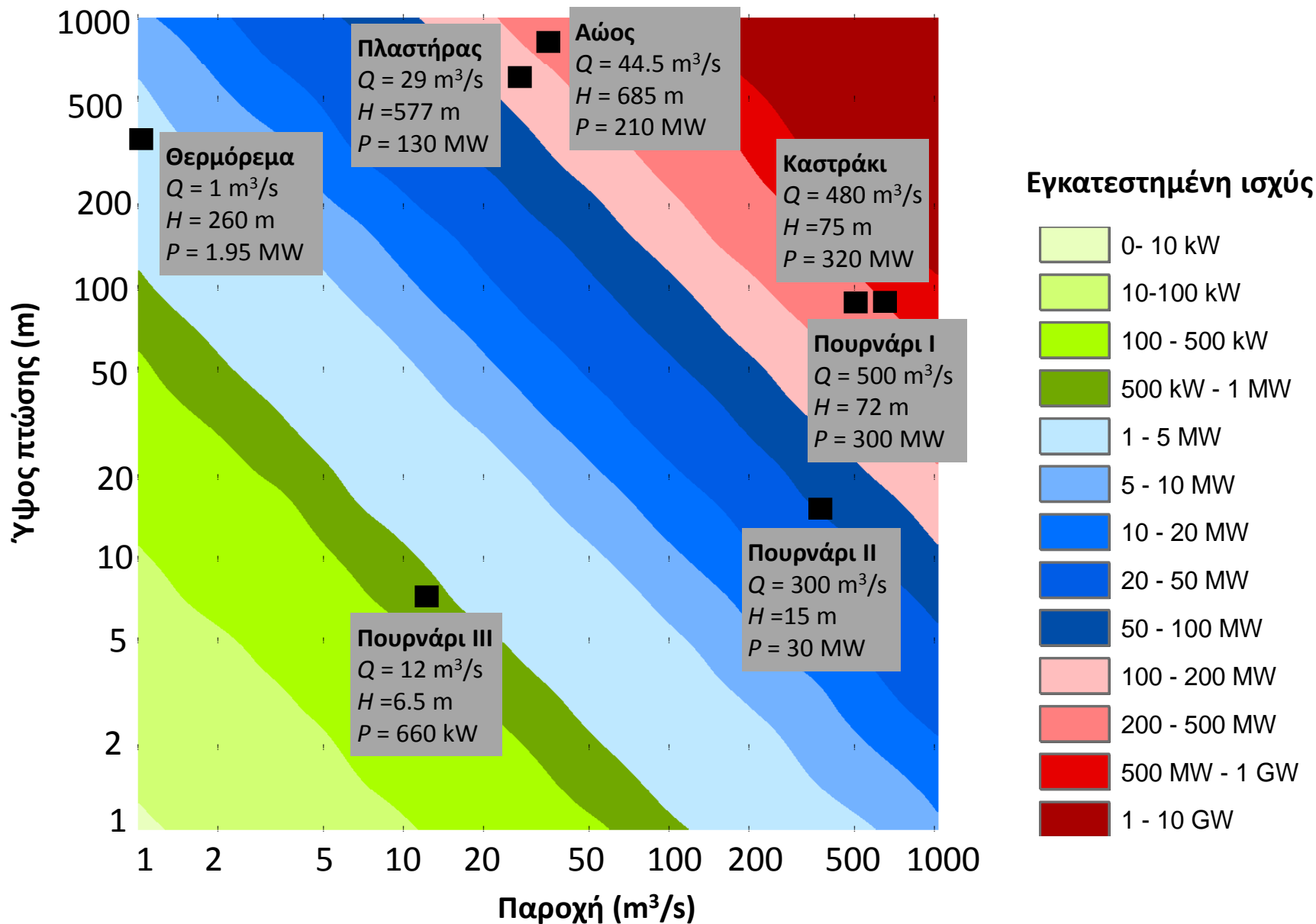
- Αποδιδόμενη **υδροηλεκτρική ισχύς**:

$$P = dE / dt = \eta \gamma Q H_n$$

όπου Q η **παροχή** που διέρχεται από τους στροβίλους.

- Ο συνδυασμός των H_n (ύψος πτώσης) και Q (παροχή) καθορίζει τον **τύπο των στροβίλων**.

Παραδείγματα εγκατεστημένης ισχύος – ύψους πτώσης – παροχής σε υφιστάμενα έργα στην Ελλάδα



Κατηγορίες υδροηλεκτρικών έργων

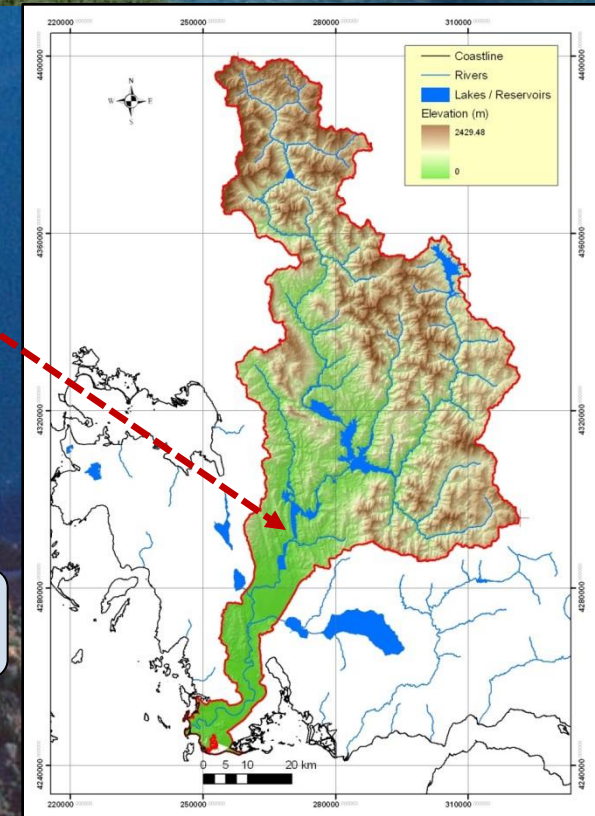
- **Υδροηλεκτρικός ταμιευτήρας, με φράγμα επί του ποταμού:**
 - Συσσωρεύει το σύνολο της **απορροής** που παράγεται στην ανάντη λεκάνη
 - Μέσω της αποθήκευσης νερού:
 - Είναι δυνατή η **αναρρύθμιση της ροής** του ποταμού, η οποία είναι μια φυσική διεργασία που διέπεται από έντονη μεταβλητότητα σε όλες τις χρονικές κλίμακες (ετήσια, εποχιακή, πλημμύρες)
 - Δημιουργείται **υψομετρική διαφορά**, λόγω ανύψωσης της στάθμης του ταμιευτήρα (ανάντη ενεργειακό υψόμετρο)
- Το **ύψος πτώσης** εξαρτάται από τη θέση του σταθμού παραγωγής (**κατάντη υψόμετρο**):
 - Κοντά στον πόδα του φράγματος (ύψος πτώσης \approx ύψος φράγματος)
 - Μακριά από το φράγμα, σε χαμηλότερο σημείο του ποταμού
 - Μακριά από το φράγμα, σε γειτονική (χαμηλότερη) λεκάνη (**φράγμα εκτροπής**)
- **(Μικρό) υδροηλεκτρικό έργο (ΜΥΗΕ), χωρίς δυνατότητα αποθήκευσης:**
 - Επί του ρου ποταμού ή υδραγωγείου, για εκμετάλλευση της τοπικής υψομετρικής διαφοράς ή για καταστροφή ενέργειας
 - Εκτός του ποταμού (run-off-river), με εκτροπή τμήματος της διερχόμενης παροχής σε κατάντη θέση, όπου υπάρχει ικανή υψομετρική διαφορά.
- Σύστημα εκμετάλλευσης της **παλίρροιας (πλήρως προβλέψιμες εισροές, 24ωρος κύκλος)**

Άλλοι τρόποι τυποποίησης υδροηλεκτρικών έργων

- Με βάση την **εγκατεστημένη ισχύ**:
 - Μικρά έργα, για $P < 15$ MW (όριο που εφαρμόζεται τώρα και στην Ελλάδα – σε άλλες χώρες εφαρμόζονται επίσης όρια από 5 έως 15 MW)
 - Επιπλέον κατηγοριοποίηση, με βάση τα όρια των 100 kW (mini) και 1 MW (micro)
 - Μεγάλα έργα, για $P > 15$ MW
- Με βάση το **ύψος πτώσης**:
 - Έργα μικρού ύψους, για $H < 30$ m
 - Έργα μεσαίου ύψους, για $30 < H < 200-300$ m
 - Έργα μεγάλου ύψους, για $H > 200-300$ m
- Με βάση τη **χρονική κατανομή της παραγόμενης ενέργειας**:
 - Έργα βάσης (συνεχής λειτουργία στροβίλων)
 - Έργα αιχμής (λειτουργία στροβίλων τις ώρες αιχμής της ενεργειακής ζήτησης)
 - Έργα αντιστρεπτής λειτουργίας (παραγωγή ενέργειας τις ώρες αιχμής της ζήτησης, άντληση τις ώρες περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας)
- Με βάση τις **χρήσεις νερού** που εξυπηρετεί το έργο:
 - Έργα απλού σκοπού (αποκλειστική λειτουργία για παραγωγή Υ/Η ενέργειας)
 - Έργα πολλαπλού σκοπού (αξιοποίηση του νερού για άρδευση, ύδρευση, κτλ.)

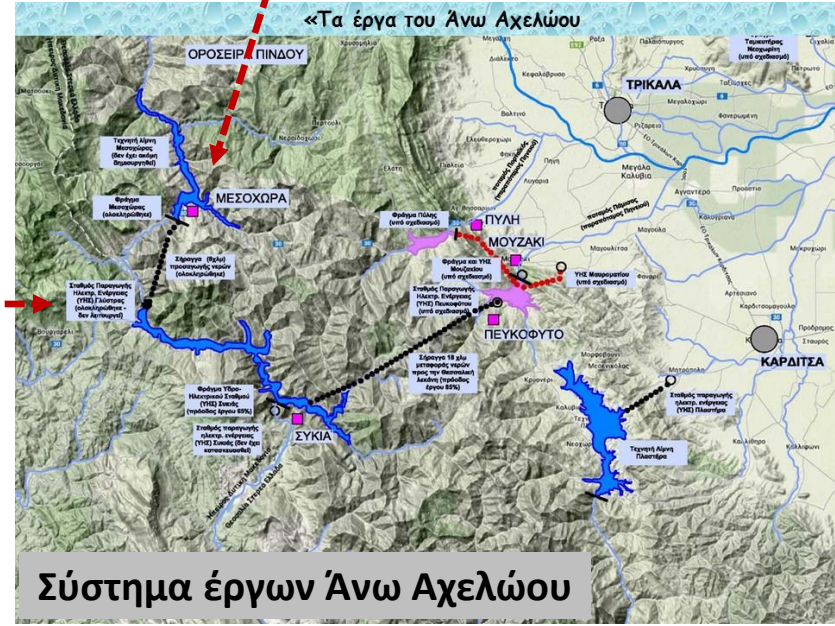
Παράδειγμα: Καστράκι (Αχελώος)

- Ταμιευτήρας χωρητικότητας 950 hm^3
- Υδροληψία $+142.0 \text{ m}$, υπερχειλίση $+144.2 \text{ m}$ → ωφέλιμος όγκος 50 hm^3
- Ισχύς $4 \times 80 = 320 \text{ MW}$ (Francis)



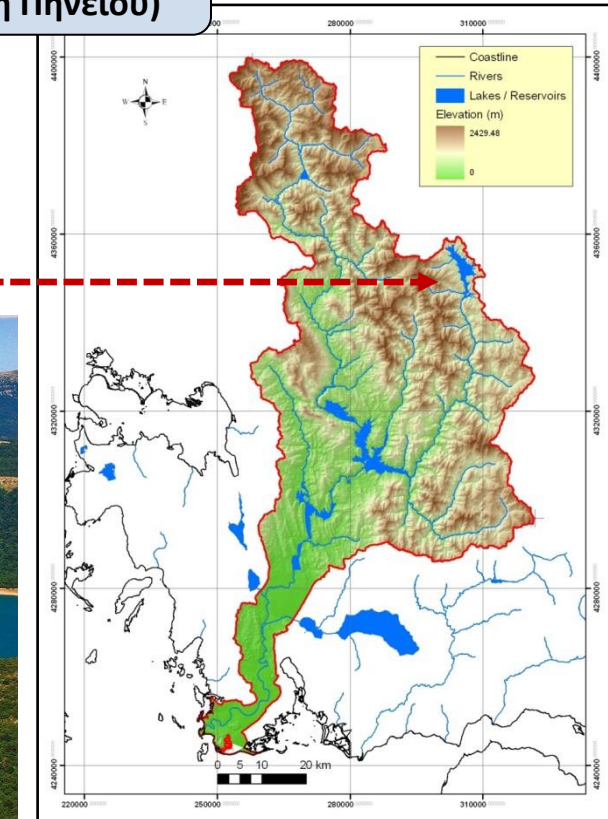
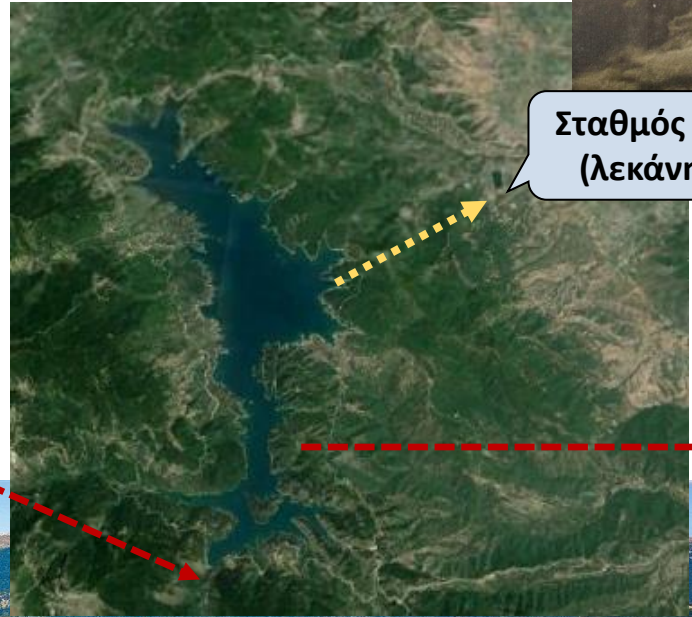
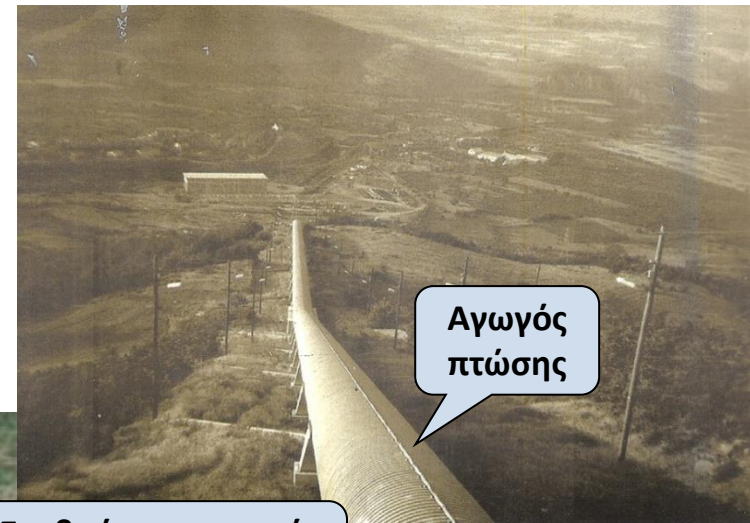
Παράδειγμα: Μεσοχώρα (Αχελώος)

- Ταμιευτήρας χωρητικότητας 358 hm³
- Υδροληψία +731.0 m, υπερχείλιση +770.0 m → ωφέλιμος όγκος 225 hm³
- Προσαγωγή μέσω σήραγγα εκτροπής, μήκους 7.5 km (έξοδος ΥΗΣ +550.0 m)
- Μέγιστο ύψος πτώσης 220 m
- Ισχύς 4×80 = 160 MW (Francis)
- Έργο ολοκληρωμένο εδώ και περίπου 15 έτη, εκτός λειτουργίας



Παράδειγμα: Πλαστήρας (Αχελώος)

- Ταμιευτήρας χωρητικότητας 362 hm³
- Υδροληψία +776.0 m, υπερχείλιση +792.0 m → ωφέλιμος όγκος 286 hm³
- Μέγιστο ύψος πτώσης 586 m (έξοδος ΥΗΣ +206.0 m)
- Ισχύς 130 MW (3 Pelton)



Αρχικός υδροενεργειακός σχεδιασμός μεγάλων ΥΗΕ

1. Εκτίμηση **αξιοποιήσιμου υδατικού δυναμικού** στη θέση του έργου, λαμβάνοντας υπόψη φυσικές απώλειες λόγω εξάτμισης, υπερχειλίσεων κτλ., και εκροές νερού για άλλες χρήσεις, π.χ. περιβαλλοντικές (μέσος ετήσιος όγκος V , σε hm^3).
2. Επιλογή **χρόνου λειτουργίας στροβίλων**, T (σε h), ανάλογα με τη σκοπιμότητα του έργου στο ενεργειακό σύστημα (π.χ. έργο βάσης, έργο αιχμής).
3. Εκτίμηση **παροχής λειτουργίας στροβίλων** (σε m^3/s) (χρησιμοποιείται στον σχεδιασμό των στροβίλων και τους υδραυλικούς υπολογισμούς των έργων προσαγωγής):

$$Q = 1000 V / (3.6 \times T)$$

4. Εκτίμηση **καθαρού ύψους πτώσης**, H_n (σε m), είτε αναλυτικά (υδραυλικοί υπολογισμοί) είτε χονδρικά, με μικρή απομείωση της υψομετρικής διαφοράς μεταξύ της στάθμης υδροληψίας και του υψομέτρου του σταθμού παραγωγής.
5. Εκτίμηση **βαθμού απόδοσης** στροβίλων (μεγάλα έργα, $\eta > 0.85$).
6. Εκτίμηση **μέσης ετήσιας παραγόμενης ενέργειας** (σε GWh , για $\gamma = 9.81 \text{ KN/m}^3$):

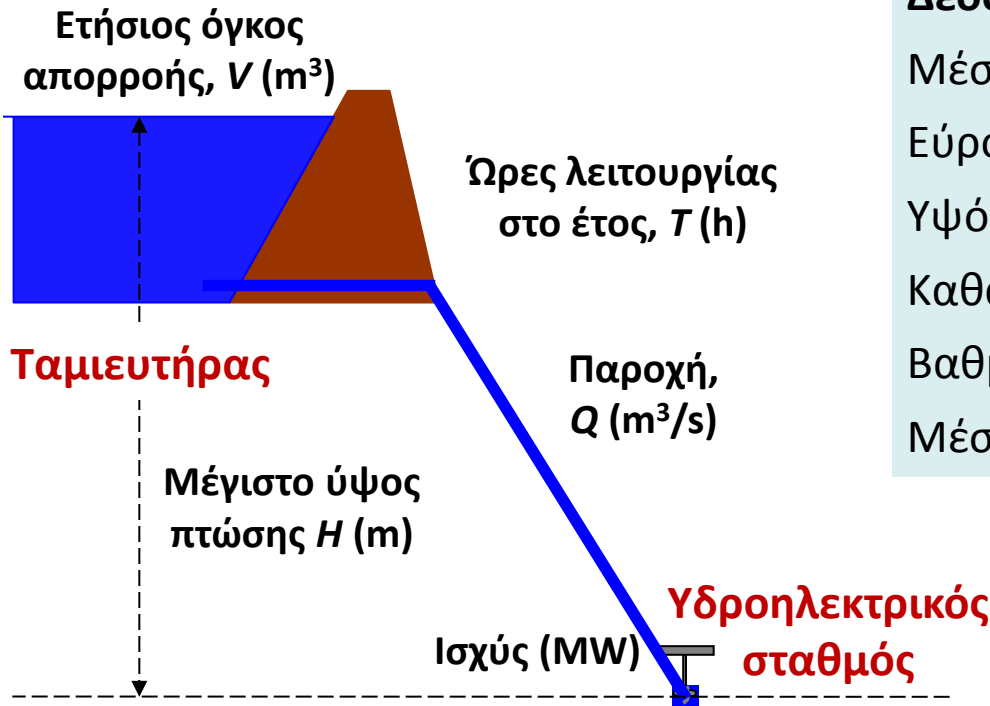
$$E = \eta \gamma V H_n / 3600$$

7. Εκτίμηση απαιτούμενης **ισχύος στροβίλων** (σε MW):

$$P = 1000 E / T$$

Η παραπάνω διαδικασία βασίζεται στην υπόθεση σταθερής παροχής λειτουργίας και σταθερού βαθμού απόδοσης των στροβίλων. Στην πράξη, οι συνθήκες αυτές επιτυγχάνονται μόνο σε **μεγάλα Υ/Η έργα (ταμιευτήρες υπερετήσιας ρυθμιστικής ικανότητας)**, στα οποία η εκροή του νερού είναι ελεγχόμενη.

Παράδειγμα με βάση τα δεδομένα του Υ/Η Πλαστήρα



Δεδομένα & παραδοχές

Μέση ετήσια απορροή: **150 hm³**

Εύρος στάθμης ταμιευτήρα: **+776 ως +792 m**

Υψόμετρο σταθμού παραγωγής: **+206 m**

Καθαρό ύψος πτώσης (προσέγγιση): **580 m**

Βαθμός απόδοσης: **0.85**

Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας: **201.5 GWh**

Ετήσιες ώρες λειτουργίας στροβίλων	Ποσοστό χρόνου λειτουργίας	Παροχή λειτουργίας (m ³ /s)	Απαιτούμενη ισχύς στροβίλων (MW)
1500	0.17	27.8	134.3
3000	0.34	13.9	67.2
4500	0.51	9.3	44.8
8760	1.00	4.8	23.0

Για σταθερές τιμές των Q και η , ο συντελεστής δυναμικότητας ενός μεγάλου Υ/Η έργου είναι πρακτικά ίσος με το ποσοστό του χρόνου λειτουργίας των στροβίλων σε πλήρη ισχύ, ήτοι:

$$\Sigma \Delta = T / 8760$$

Συστήματα μεγάλων Υ/Η έργων: Αχελώος

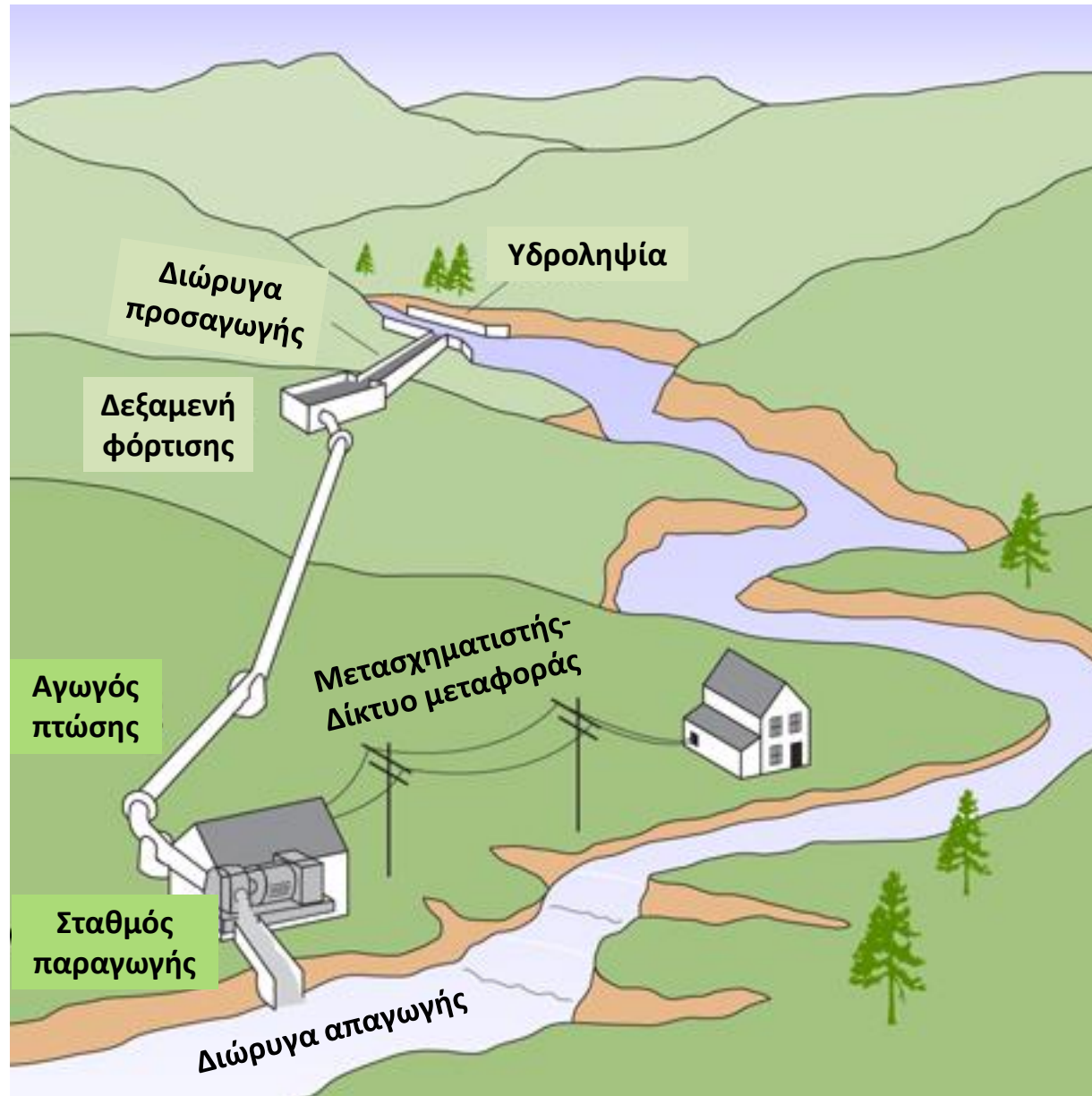


	Πλαστήρας	Κρεμαστά	Καστράκι	Στράτος	Μεσοχώρα
Έκταση λεκάνης απορροής (km ²)	161	3570	4118	4320	633
Μέση ετήσια απορροή (hm ³)	167	3600	3950	4110	730
Ύψος φράγματος (m)	83	160	96	26	135
Ωφέλιμη χωρητικότητα (hm ³)	286	2800	90	10	225
Ελάχιστη στάθμη λειτουργίας (m)	776.0	227.0	142.0	67.0	731.0
Μέγιστη στάθμη λειτουργίας (m)	792.0	282.0	144.2	68.6	770.0
Μέγιστο ύψος πτώσης (m)	577.0	136.0	76.0	37.0	220.0
Σταθμός παραγωγής	Εκτός λεκάνης	Κοντά στο φράγμα	Κοντά στο φράγμα	Υπόγειος	7.5 km κατάντη
Τύπος στροβίλων	Pelton	Francis	Francis	Francis	Francis
Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	3×43=129	4×109=436	4×80=420	2×75=150 2×3=6	2×81=162
Λοιπές χρήσεις νερού	Άρδευση, ύδρευση, αναψυχή		Ύδρευση	Άρδευση, αναψυχή	

Γενική διάταξη (μικρών) Υ/Η έργων χωρίς ταμίευση

- Απαγωγή τμήματος της ροής, μέσω έργου επιφανειακής υδροληψίας
- Εκτροπή νερού μέσω αγωγού και προσωρινή αποθήκευσή του σε δεξαμενή φόρτισης → διαμόρφωσης τεχνητής υψομετρικής διαφοράς
- Παραγωγή ενέργειας για συγκεκριμένο εύρος παροχών → μερική αξιοποίηση υδροδυναμικού

Σύμφωνα με το ισχύον νομικό πλαίσιο, μικρό υδροηλεκτρικό έργο (ΜΥΗΕ) θεωρείται αυτό που έχει εγκατεστημένη ισχύ έως 15 MW (ανεξαρτήτως αν υπάρχει φράγμα ή όχι)



Παράδειγμα: ΜΥΗΕ Δαφνοζωνάρας (Αχελώος)

- Φράγμα ύψους 12 m
- Αύξηση ύψους πτώσης μέσω **ανατρεπόμενων θυροφραγμάτων**
- Ισχύς 5.93 MW (δύο στρόβιλοι Kaplan S-Type)
- Μέση ετήσια παραγωγή 40 GWh



Θυροφράγματα έκπλυσης φερτών

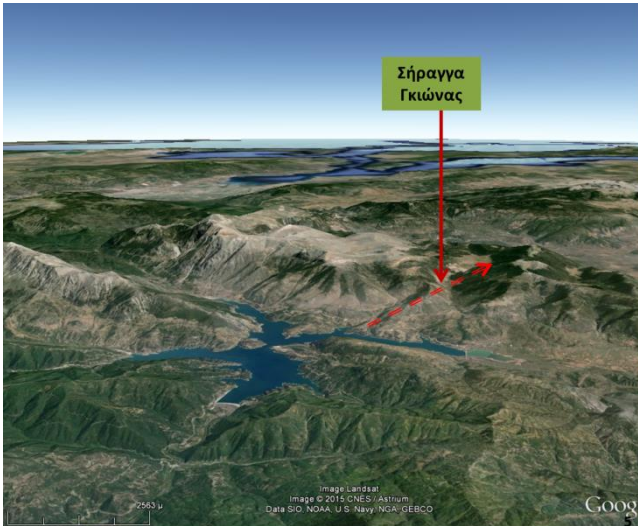
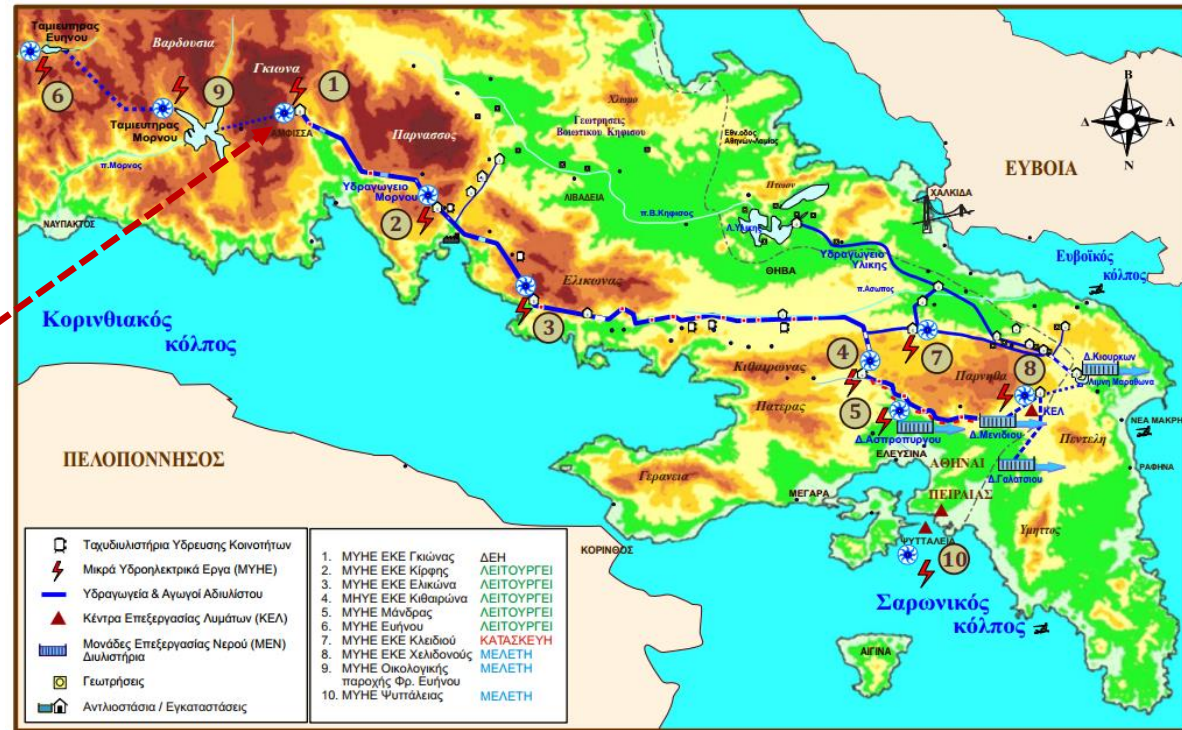


Παράδειγμα: ΜΥΗΕ Θεοδώριανων (ρ. Γκούρας, Άραχθος)



Παράδειγμα: ΜΥΗΕ Γκιώνας (κανάλι Μόρνου)

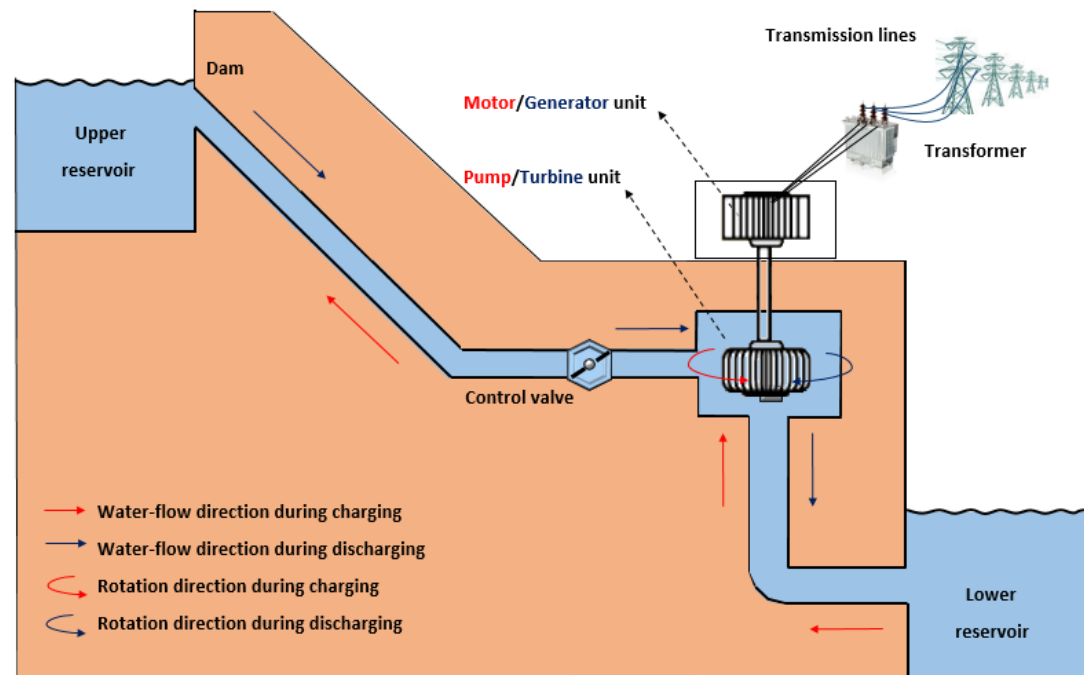
- Παροχή 7.8 ως 14.5 m³/s
- Ύψος πτώσης 30.0 ως 66.1 m
- Ισχύς 8.67 MW (34 GWh/έτος)



Συστήματα άντλησης-ταμίευσης (αντλιοσταμείωση)

- Συνιστώσες συστήματος:
 - **Διασυνδεδεμένα έργα αποθήκευσης**, σε διαφορετικά υψόμετρα
 - Ενιαίος αγωγός στον οποίο τοποθετείται ειδικός τύπος στροβίλου, που επιτρέπει αντιστρεπτή ροή του νερού (**αντλιοστρόβιλος**) ή δύο παράλληλοι αγωγοί, ο ένας εξοπλισμένος με συμβατικό υδροστρόβιλο και ο άλλος με αντλία.
- Λειτουργία συστήματος:
 - Παραγωγή ενέργειας τις ώρες αιχμής της ζήτησης
 - Άντληση νερού για αποθήκευση ενέργειας, τις ώρες χαμηλής ζήτησης

- «Παραδοσιακή» θεώρηση → εκμετάλλευση της περίσσειας νυχτερινής ενέργειας από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς βάσης (εξ ου και η χαμηλή τιμή του νυχτερινού ρεύματος)
- Σύγχρονη θεώρηση → εξομάλυνση ελλειμμάτων και πλεονασμάτων ενέργειας που δημιουργούνται λόγω της μη ελεγχόμενης παραγωγής από ΑΠΕ (υβριδικά συστήματα)

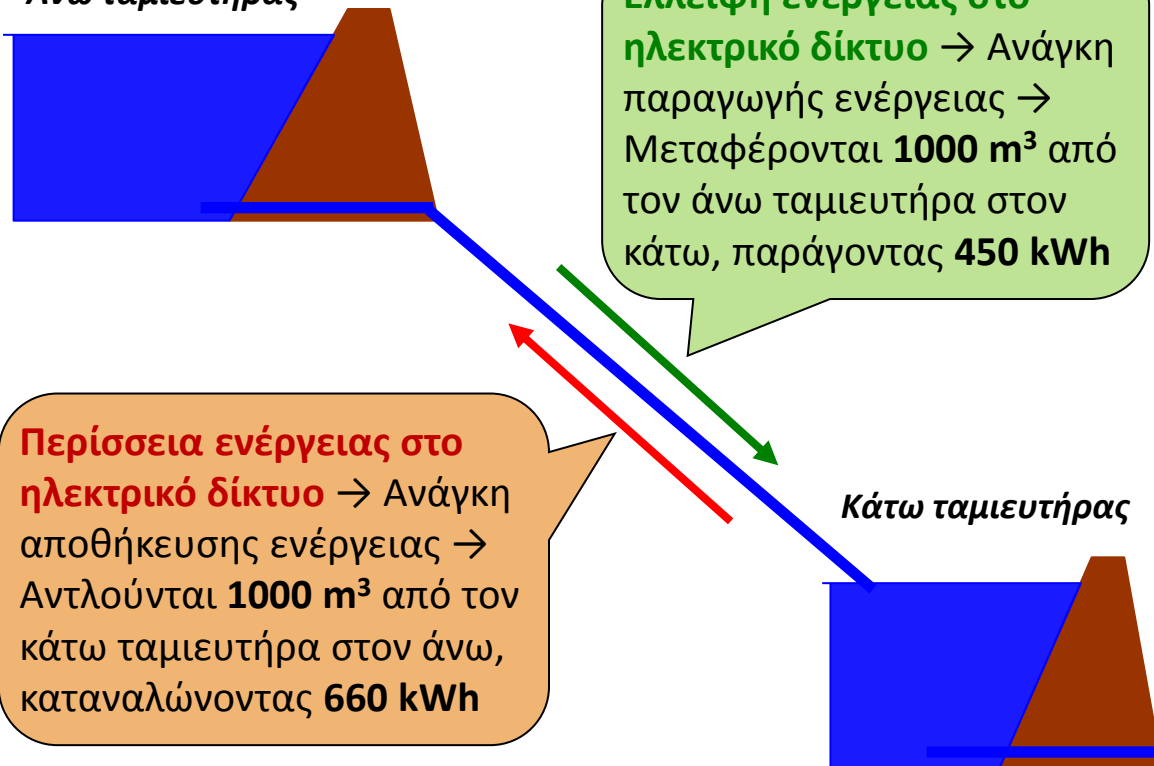


Αριθμητικό παράδειγμα

Δεδομένα & παραδοχές:

- Δύο ταμιευτήρες με διάταξη αντλησιοταμίευσης, σε υψομετρική διαφορά 200 m
- Μεταφορά όγκου νερού 1000 m^3 από τον άνω στον κάτω ταμιευτήρα και αντίστροφα
- Καθαρό ύψος πτώσης 195 m (έστω 5 m απώλειες ενέργειας στον αγωγό για μεταφορά 1000 m^3)
- Μανομετρικό ύψος 205 m (μεταφέρεται η ίδια ποσότητα νερού στον ίδιο αγωγό, ανάστροφα)
- Βαθμός απόδοσης 0.85 (κατά προσέγγιση κοινός για την άντληση και την παραγωγή)

Άνω ταμιευτήρας



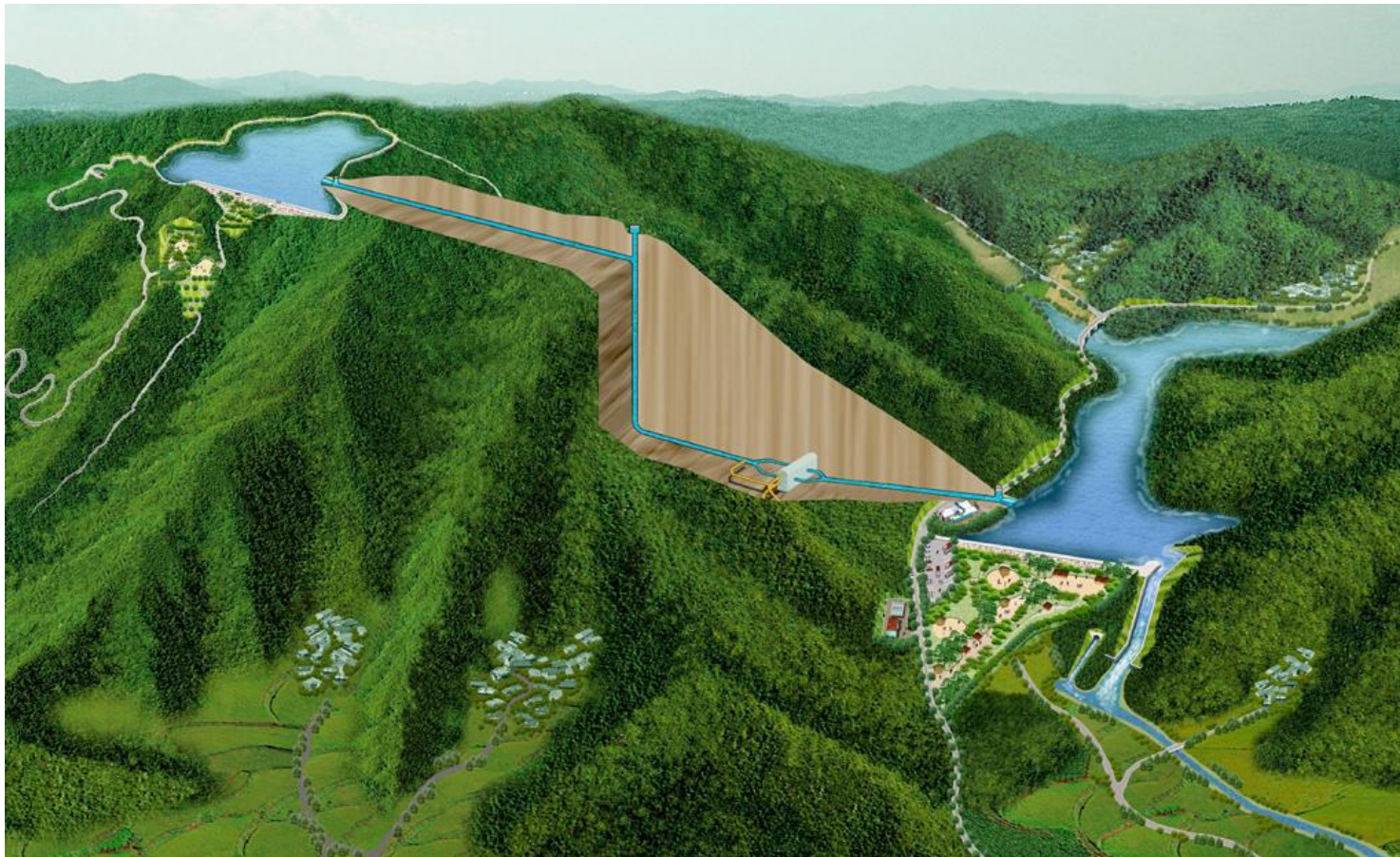
Τα συστήματα αντλησιοταμίευσης **αποθηκεύουν την περίσσεια ενέργειας**, χάνοντας ποσοστό της τάξης του 30%.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η τιμή της ενέργειας είναι μισή στις περιόδους που υπάρχει περίσσεια (π.χ. νύχτα), προκύπτει **οικονομικό όφελος** από την όλη διαδικασία.

Η αντλησιοταμίευση είναι η μοναδική τεχνική αποθήκευσης ενέργειας στη **μεγάλη κλίμακα**.

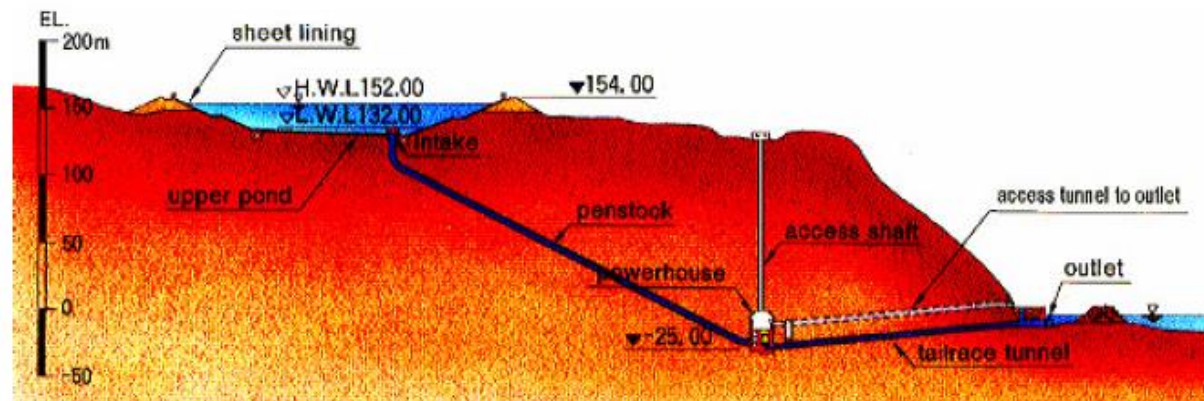
Παράδειγμα αντλησιοταμίευσης: Kazunogawa (Ιαπωνία)

- ❑ Λειτουργεί από το 2001 στην περιοχή Yamnashi-Ken της Ιαπωνίας, και αποτελείται από δύο ταμιευτήρες χωρητικότητας 19.2 και 18.4 hm³, με υψομετρική διαφορά 685 m.
- ❑ Ο σταθμός παραγωγής ενέργειας, ισχύος 1600 MW, βρίσκεται 500 m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και συνδέεται με τον άνω και κάτω ταμιευτήρα με σήραγγες μήκους 5 και 3 km.



Παράδειγμα αντλησιοταμίευσης: Okinawa (Ιαπωνία)

- Το πρώτο έργο άντλησης-ταμίευσης στον κόσμο που χρησιμοποιεί θαλασσινό νερό (έναρξη λειτουργίας 1999).
- Ισχύς 30 MW, ύψος πτώσης 140 m, μέγιστη παροχή 26 m³/s
- Κατά τη λειτουργία του έργου δημιουργήθηκαν σοβαρά προβλήματα εξαιτίας:
 - της διήθησης θαλασσινού νερού από τη δεξαμενή στο έδαφος
 - της προσκόλλησης θαλάσσιων οργανισμών στο εσωτερικό των αγωγών
 - της διάβρωσης των στροβίλων και άλλων μεταλλικών στοιχείων



Υβριδικό ενεργειακό έργο Ικαρίας

Το καλοκαίρι, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνει την ημέρα. Η απαιτούμενη ισχύς είναι 4 MW το χειμώνα και 10 MW το καλοκαίρι.

Το καλοκαίρι το νερό του ταμιευτήρα Πέζι διατίθεται κυρίως για ύδρευση και άρδευση

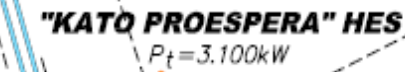
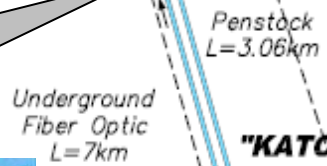
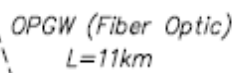
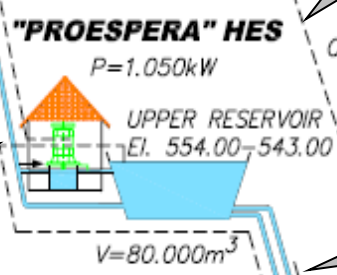
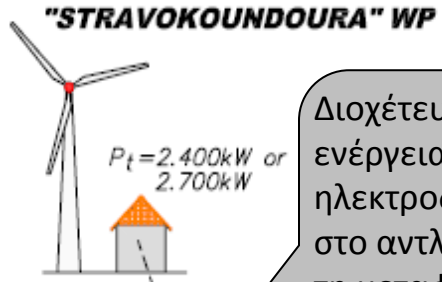
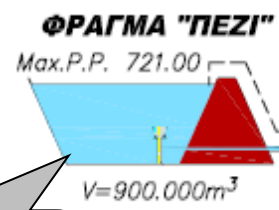
Παραγωγή ενέργειας στον ΥΗΣ Άνω Προεσπέρας από τις υπερχειλίσεις του ταμιευτήρα

Άντληση νερού τη νύκτα στην άνω δεξαμενή με χρήση της περίσσειας αιολικής ενέργειας

Διοχέτευση αιολικής ενέργειας στο δίκτυο ηλεκτροδότησης και στο αντλιοστάσιο, για τη μεταφορά νερού στην άνω δεξαμενή

Παραγωγή πρόσθετης ενέργειας στον ΥΗΣ Κάτω Προεσπέρας

Το έργο έχει κοστίσει **23 Μ€** και αναμένεται να έχει ετήσια καθαρή απόδοση ηλεκτρικής ενέργειας **11 GWh**



Πλεονεκτήματα υδροηλεκτρικών έργων

Ως προς τα ενεργειακά χαρακτηριστικά:

- Αποθήκευση «καυσίμου» (απορροή ποταμού)
- Ελεγχόμενες εκροές, σε αντίθεση με κάθε άλλη ΑΠΕ
- Βέλτιστη επιλογή για την κάλυψη των αιχμών της ζήτησης
- Ταχύτατη παραλαβή και απόρριψη φορτίου
- Πολύ υψηλός βαθμός απόδοσης (υπερτερεί έναντι όλων των συμβατικών πηγών και ΑΠΕ)
- Μεγάλη αξιοπιστία υδροστροβίλων
- Παραγωγή ενέργειας χωρίς διακυμάνσεις
- Μεγάλη διάρκεια ζωής (συμβατικός ωφέλιμος χρόνος ζωής 100 έτη)
- Χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης

**Μεγάλα ΥΗΕ
(ταμιευτήρες)**

Λοιπά πλεονεκτήματα:

- Αντιπλημμυρική προστασία (ολική ή μερική ανάσχεση πλημμυρικών παροχών)
- Χρήση νερού και για άλλες ανάγκες (άρδευση, ύδρευση, περιβαλλοντική)
- Διαμόρφωση νέου φυσικού περιβάλλοντος (δημιουργία λίμνης και υδροβιότοπου)
- Μηδενική υποβάθμιση της ποιότητας του νερού
- Μηδενικές εκπομπές ρύπων
- Έργα υποδομής που συμβάλλουν στην ανάπτυξη της περιοχής

Υδροηλεκτρικά έργα & περιβάλλον

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις:

- ❑ Σημαντική διαφοροποίηση της φυσικής υδρολογικής διαίτας του ποταμού:
 - ❑ ποσοτική διαφοροποίηση, όταν γίνεται ολική ή μερική εκτροπή
 - ❑ εξομάλυνση ροής, εξάλειψη εποχικότητας, σημαντικά μειωμένη συχνότητα και μέγεθος πλημμυρικών ροών (αναρρύθμιση)
 - ❑ μη συνεχής ροή, εκροές τύπου παλμών (hydropeaking, ΥΗΕ αιχμής)
- ❑ Διακοπή συνέχειας ποταμού στο τμήμα μεταξύ του φράγματος και του ΥΗΣ:
 - ❑ αμελητέα, όταν ο σταθμός είναι κοντά στο φράγμα
 - ❑ σημαντική, όταν ο σταθμός είμαι μακριά (κυρίως σε μικρά ΥΗΕ)
- ❑ Συγκράτηση φερτών (μη αναστρέψιμη επίπτωση)
- ❑ Παρεμπόδιση κυκλοφορίας ψαριών
- ❑ Αλλαγή οικοσυστήματος από ποτάμιο σε λιμναίο
- ❑ Αισθητική όχληση σε περίπτωση έντονων διακυμάνσεων της στάθμης

Αντιμετώπιση προβλημάτων:

- ❑ Διατήρηση συνεχούς ροής (**περιβαλλοντική παροχή**) κατάντη του φράγματος ή του έργου υδροληψίας (για μικρά ΥΗΕ)
- ❑ Τεχνητές πλημμύρες
- ❑ Μέτρα υποβοήθησης της διέλευσης των ψαριών (μόνο σε μικρά ΥΗΕ)