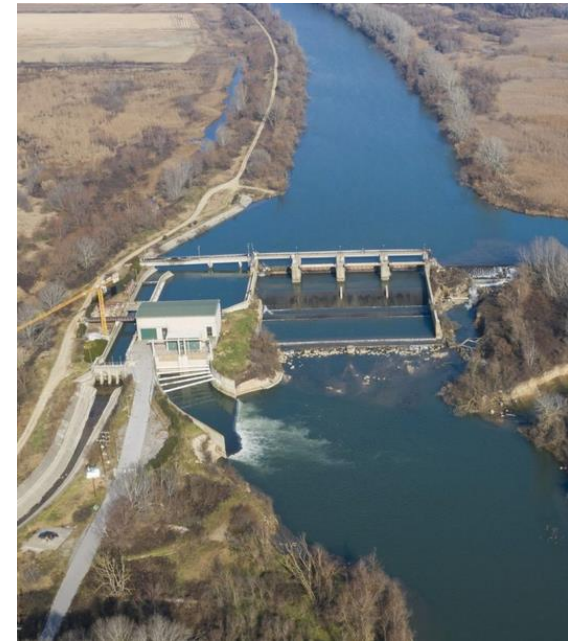
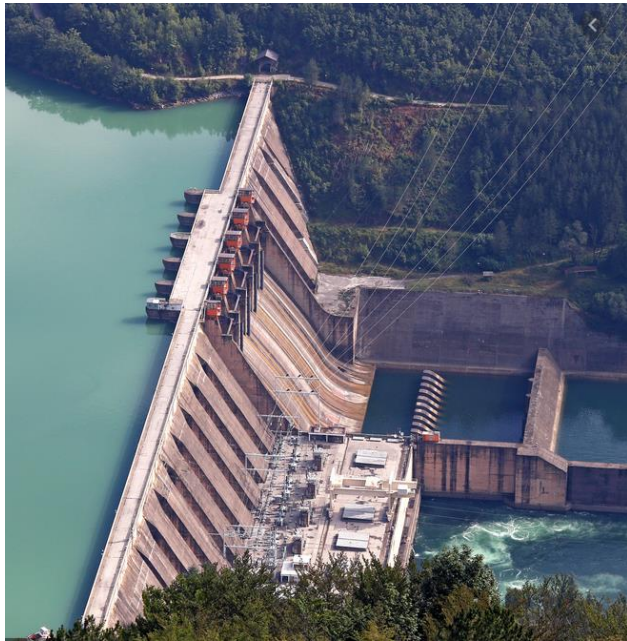


# Ανανεώσιμη Ενέργεια & Υδροηλεκτρικά Έργα

8<sup>ο</sup> εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών

2<sup>ο</sup> εξάμηνο ΔΠΜΣ Επιστήμη & Τεχνολογία Υδατικών Πόρων

## Γενικές διατάξεις υδροενεργειακών έργων



Α. Ευστρατιάδης, Γ.-Κ. Σακκή, & Δ. Κουτσογιάννης

Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ακαδημαϊκό έτος 2021-22

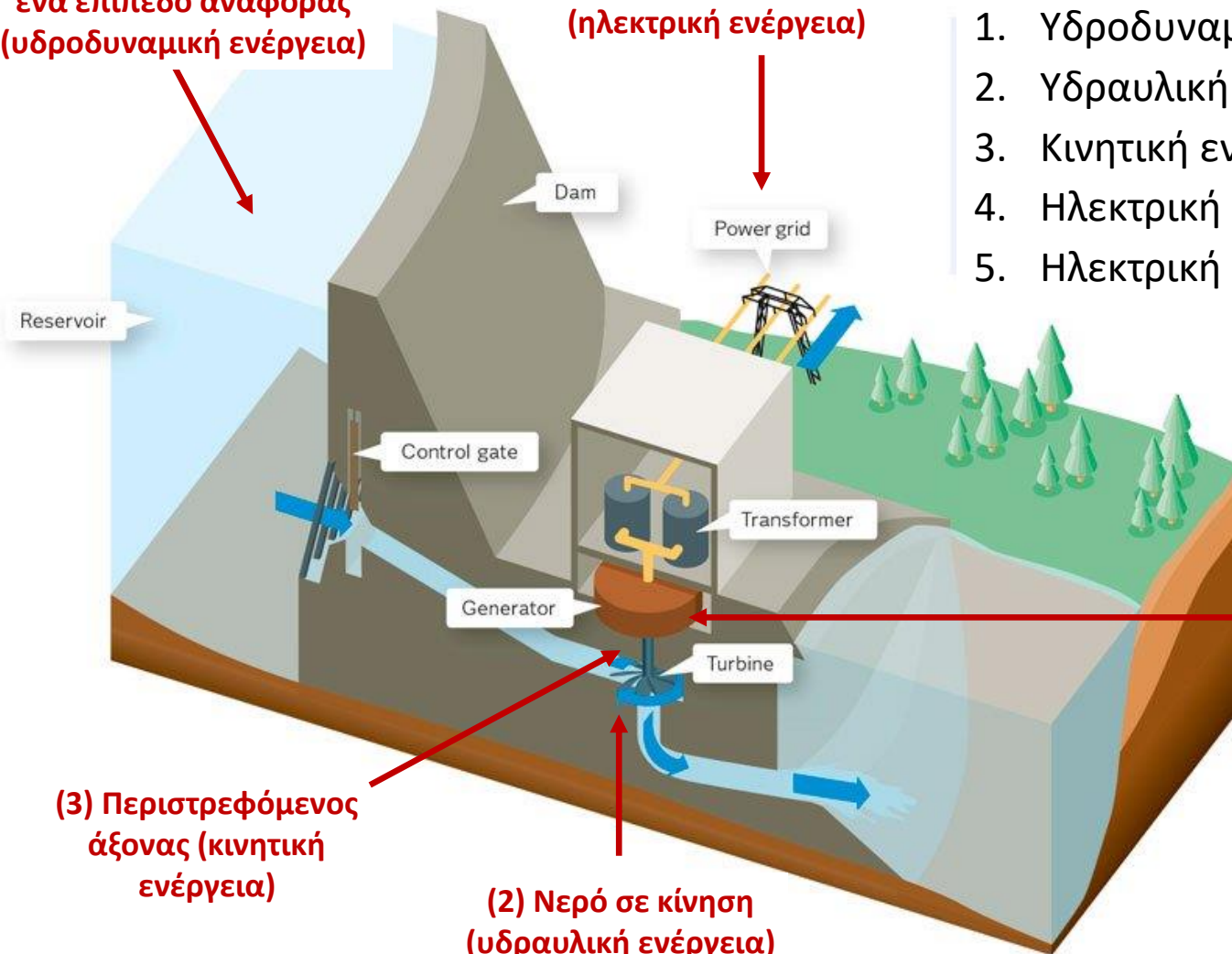
# Γενική διάταξη & συνιστώσες συστήματος παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας

(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)

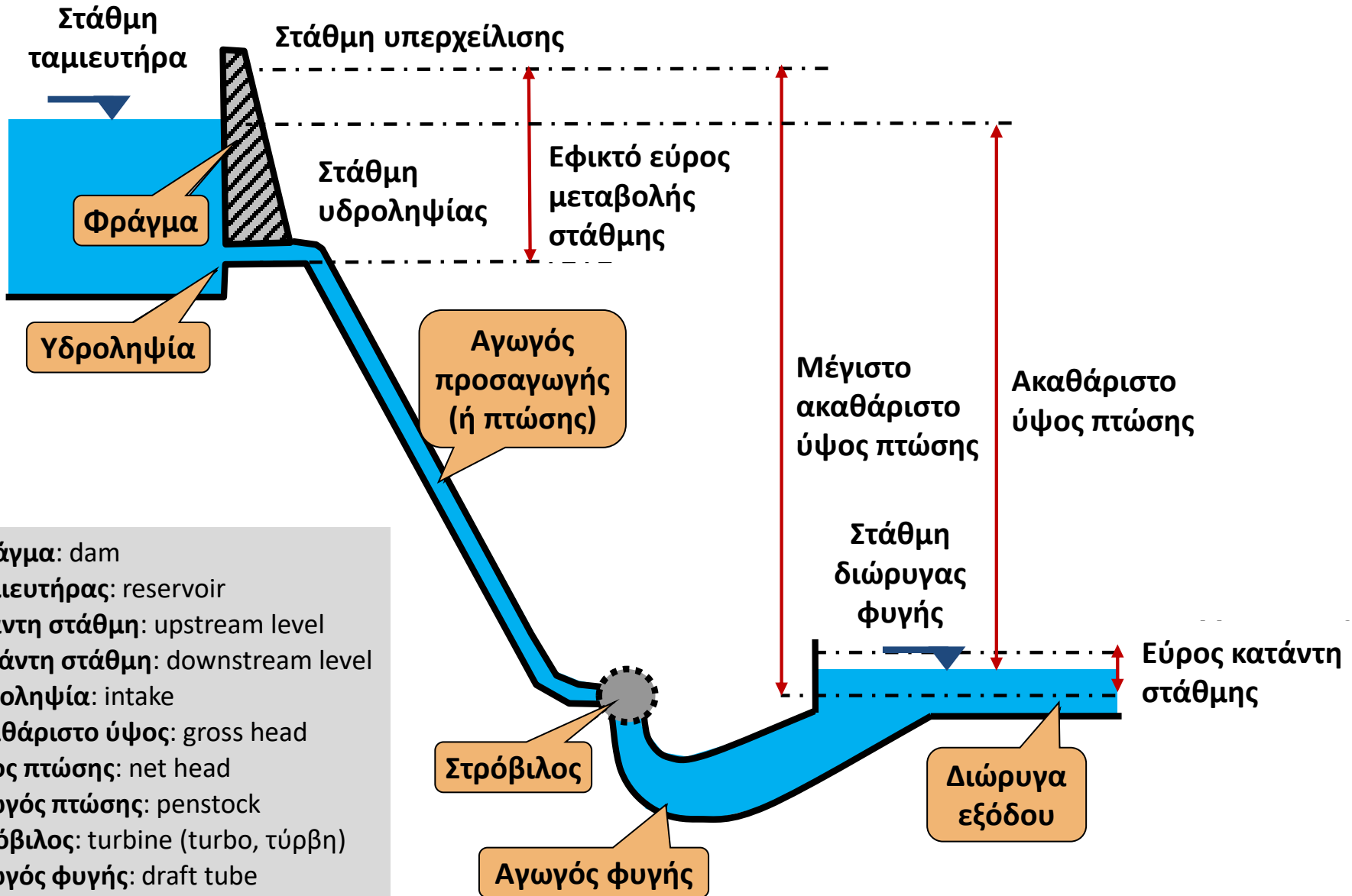


(4) Περιστρεφόμενο πηνίο σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (ηλεκτρική ενέργεια χαμηλής τάσης)

(3) Περιστρεφόμενος άξονας (κινητική ενέργεια)

(2) Νερό σε κίνηση (υδραυλική ενέργεια)

# Βασικά υδροενεργειακά μεγέθη



Φράγμα: dam  
Ταμιευτήρας: reservoir  
Ανάτη στάθμη: upstream level  
Κατόντη 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 υδροδυναμικής

- **Θεωρητική ισχύς** που αποδίδεται από ένα Υ/Η έργο, υποθέτοντας πλήρη εκμετάλλευση της διαθέσιμης δυναμικής ενέργειας του νερού, χωρίς απώλειες κατά τη μεταφορά του νερού και τη μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική:

$$P_0 = \gamma q h$$

όπου  $\gamma = \rho g$  το ειδικό βάρος του νερού (9.81 kN/m<sup>3</sup>),  $q$  η παροχή που διέρχεται από τους στροβίλους, και η  $h$  η υψομετρική διαφορά μεταξύ του ανάντη και κατάντη ενεργειακού υψομέτρου (αναφέρεται και ως **ολικό** ή **ακαθάριστο ύψος πτώσης**).

- **Πραγματική ισχύς**, για χρονικά μεταβαλλόμενη υψομετρική διαφορά και παροχή:

$$P(t) = \eta(t) \gamma q(t) h_n(t)$$

όπου  $\eta$  ο βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής και  $h_n$  το καθαρό ύψος πτώσης, που είναι συναρτήσεις των μεταβλητών  $h$  και  $q$ .

- Η διαφορά  $h - h_n$  εκφράζει τις **υδραυλικές απώλειες** κατά τη μεταφορά του νερού, ενώ η ποσότητα  $(1 - \eta) \gamma q h_n$  εκφράζει τις απώλειες κατά τη **μετατροπή της ενέργειας** που αποδίδεται στον υδροστρόβιλο (κινητική ενέργεια, πίεση) σε ηλεκτρική ενέργεια.
- Παραγόμενη **ενέργεια**:

$$E(t) = \int P(t) dt$$

- Παραγόμενη ενέργεια, υποθέτοντας σταθερά  $\eta$  και  $h_n$  κατά την απελευθέρωση όγκου  $V$ :

$$E = \eta \gamma V h_n$$

# Βασικά υδροενεργειακά μεγέθη: Ύψος πτώσης

- Ως **καθαρό ύψος πτώσης** (net head) νοείται η ανά μονάδα μάζας υδραυλική ενέργεια που διατίθεται στον στρόβιλο:

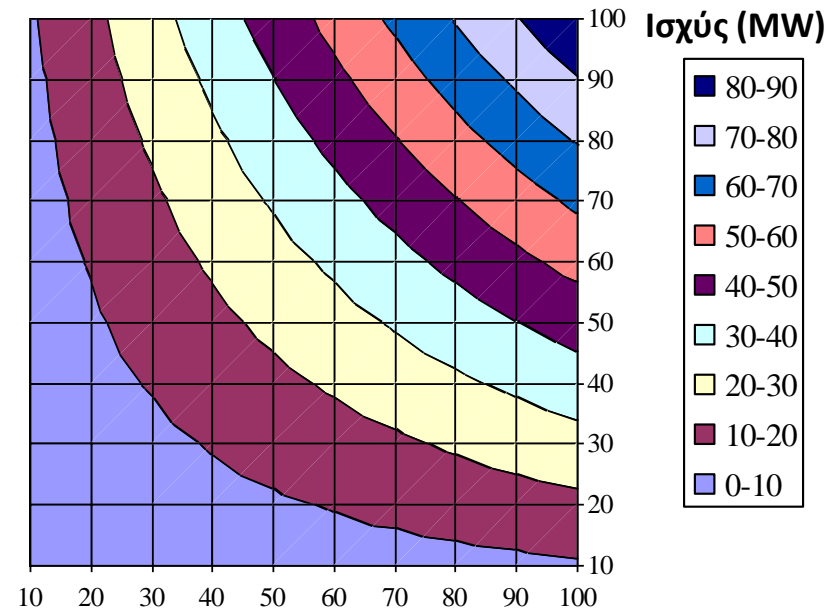
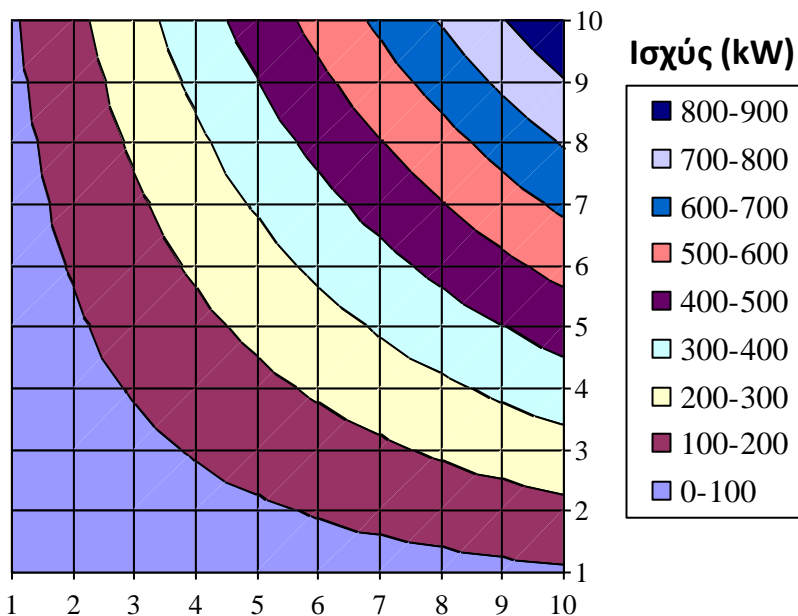
$$h_n = h - \Delta h$$

όπου  $\Delta h$  οι συνολικές ενεργειακές απώλειες λόγω τριβών και γεωμετρικών μεταβολών (γραμμικές, τοπικές) στο σύστημα προσαγωγής και, εφόσον υπάρχει, στον αγωγό φυγής (για στροβίλους αντίδρασης).

- Το ακαθάριστο ύψος πτώσης  $h$  είναι **γεωμετρικό μέγεθος**, ενώ οι ενεργειακές απώλειες εξαρτώνται από την παροχή και τα χαρακτηριστικά του συστήματος προσαγωγής (μήκος, διάμετρος, τραχύτητα, κτλ.).
- Το ανάντη ενεργειακό υψόμετρο ταυτίζεται με μια χαρακτηριστική **στάθμη**,  $z_u$ , είτε μεταβλητή (ταμιευτήρας) είτε πρακτικά σταθερή (δεξαμενή φόρτισης).
- Το κατάντη ενεργειακό υψόμετρο εξαρτάται από τον τύπο των στροβίλων:
  - Σε **στροβίλους δράσης**, στους οποίους πραγματοποιείται εκροή νερού στην ατμόσφαιρα μέσω ακροφυσίου, ως διατομή εξόδου λαμβάνεται το κατάντη πέρας του ακροφυσίου, οπότε το ενεργειακό υψόμετρο είναι σταθερό.
  - Σε **στροβίλους αντίδρασης**, το ενεργειακό υψόμετρο εξαρτάται από τη στάθμη του νερού στην έξοδο του συστήματος (π.χ. διώρυγα φυγής), που είναι μεταβλητή (εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από την παροχή που διέρχεται από τους στροβίλους).

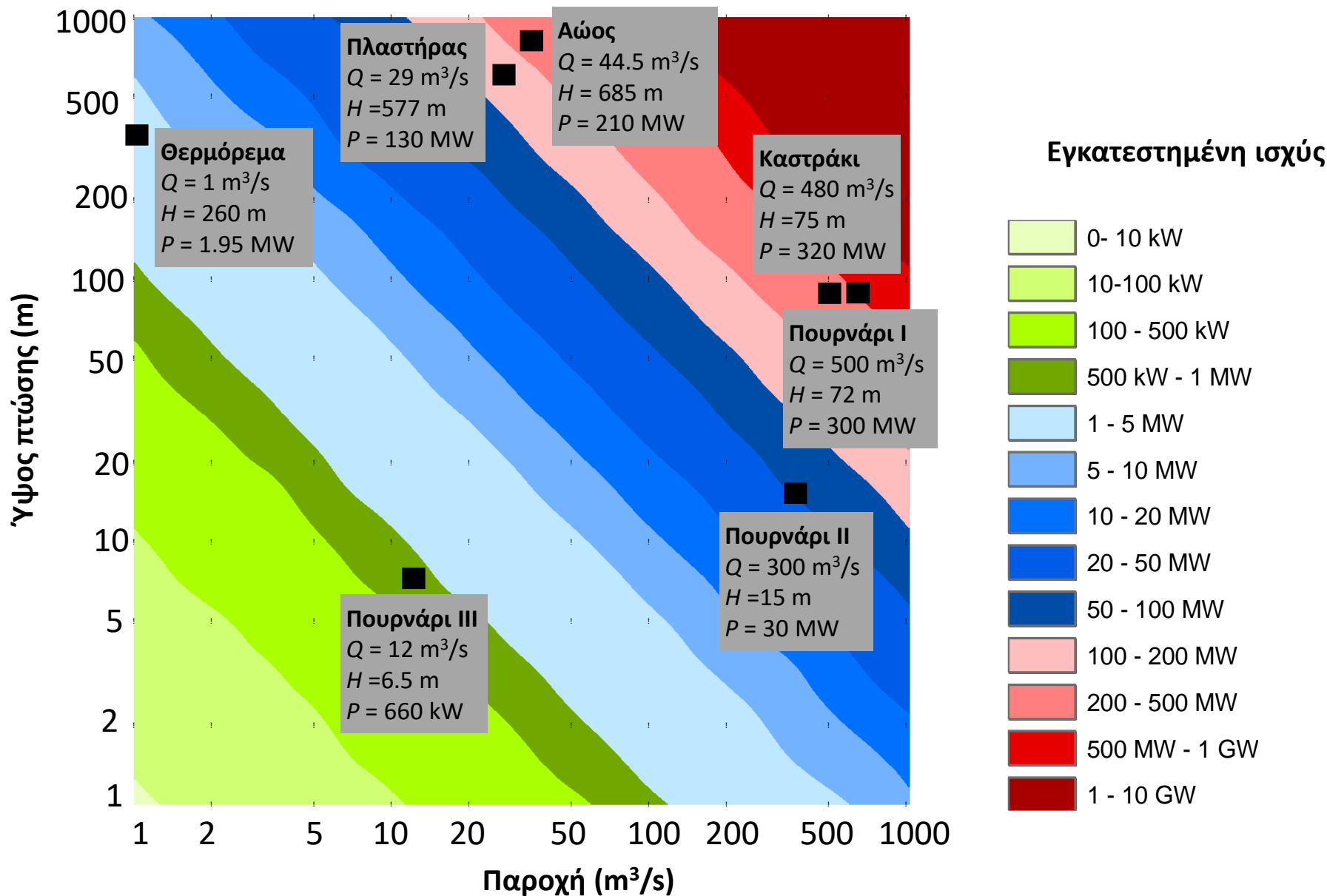
# Βασικά υδροενεργειακά μεγέθη: παροχή σχεδιασμού & εγκατεστημένη ισχύς

- Η μέγιστη παροχή που μπορεί να διοχετευτεί από τον αγωγό προσαγωγής στους στροβίλους αποτελεί χαρακτηριστικό **μέγεθος σχεδιασμού** του Υ/Η έργου (αναφέρεται και ως **ονομαστική παροχή**, nominal discharge).
- Κατά τη λειτουργία του έργου, η παροχή ρυθμίζεται μέσω των πτερυγίων των στροβίλων.
- Ζητούμενο είναι ο προσδιορισμός του τύπου, πλήθους και της συνολικά απαιτούμενης ισχύος των στροβίλων (**εγκατεστημένη ισχύς**).
- Οι στρόβιλοι λειτουργούν σε δεδομένο **εύρος παροχών**, ενώ ο βαθμός απόδοσής τους μεγιστοποιείται στην ονομαστική παροχή.



Σχέσεις παροχής ( $m^3/s$ ) – ύψους πτώσης ( $m$ ) για υποθετικό βαθμό απόδοσης  $\eta = 0.90$

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



# Απώλειες υδραυλικής ενέργειας

- Οι υδραυλικές απώλειες  $\Delta h = h - h_n$  εξαρτώνται από:
  - την παροχή στον αγωγό προσαγωγής (αναφέρεται και ως **αγωγός πτώσης**)
  - το υλικό και ηλικία του αγωγού (τραχύτητα)
  - τα γεωμετρικά μεγέθη του αγωγού (μήκος, διάμετρος)
  - τις αλλαγές γεωμετρίας (στροφές, στενώσεις, κτλ.) κατά τη διαδρομή του νερού μέχρι τους στροβίλους (**τοπικές απώλειες ενέργειας**)

- Οι υδραυλικές απώλειες γράφονται και ως:

$$\Delta h = J L + h_L$$

όπου  $J$  η κλίση της γραμμής ενέργειας,  $L$  το μήκος του αγωγού προσαγωγής και  $h_L$  οι τοπικές απώλειες.

- Κατά τον σχεδιασμό του συστήματος προσαγωγής, ζητούμενο είναι η ελαχιστοποίηση τόσο των υδραυλικών απωλειών (ενδεικτικό ποσοστό έως 5%) όσο και του κόστους.
- Οι **ηλεκτρομηχανολογικές απώλειες** εκφράζονται μέσω του **βαθμού απόδοσης των στροβίλων**, που γενικά εξαρτάται από την παροχή και το ύψος πτώσης.
- Κατά κανόνα, τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα λειτουργούν με σταθερή παροχή και συνεπώς μικρές διακυμάνσεις του βαθμού απόδοσης. Στα έργα αυτά, ο βαθμός απόδοσης φτάνει σε ποσοστά της τάξης του  **$\eta = 90\%$** . Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται αξιοποίηση **πολύ μεγάλου ποσοστού του διαθέσιμου υδροδυναμικού** (υψηλότερου από κάθε άλλη πηγή ενέργειας, συμβατική ή ανανεώσιμη, που μετατρέπεται σε ηλεκτρική).



# Αρχικές εκτιμήσεις βασικών υδροενεργειακών μεγεθών

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  $V_a$ , σε  $\text{hm}^3$ ).
2. Επιλογή **χρόνου λειτουργίας στροβίλων**,  $T_a$  (σε h), ανάλογα με τη σκοπιμότητα του έργου στο ενεργειακό σύστημα (π.χ. έργο βάσης, έργο αιχμής).
3. Εκτίμηση **παροχής λειτουργίας στροβίλων** (σε  $\text{m}^3/\text{s}$ ) (χρησιμοποιείται στον σχεδιασμό των στροβίλων και τους υδραυλικούς υπολογισμούς των έργων προσαγωγής):

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

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 (τυπικό εύρος 0.85-0.93).
6. Εκτίμηση **μέσης ετήσιας παραγόμενης ενέργειας** (σε GWh, για  $\gamma = 9.81 \text{ KN/m}^3$ ):

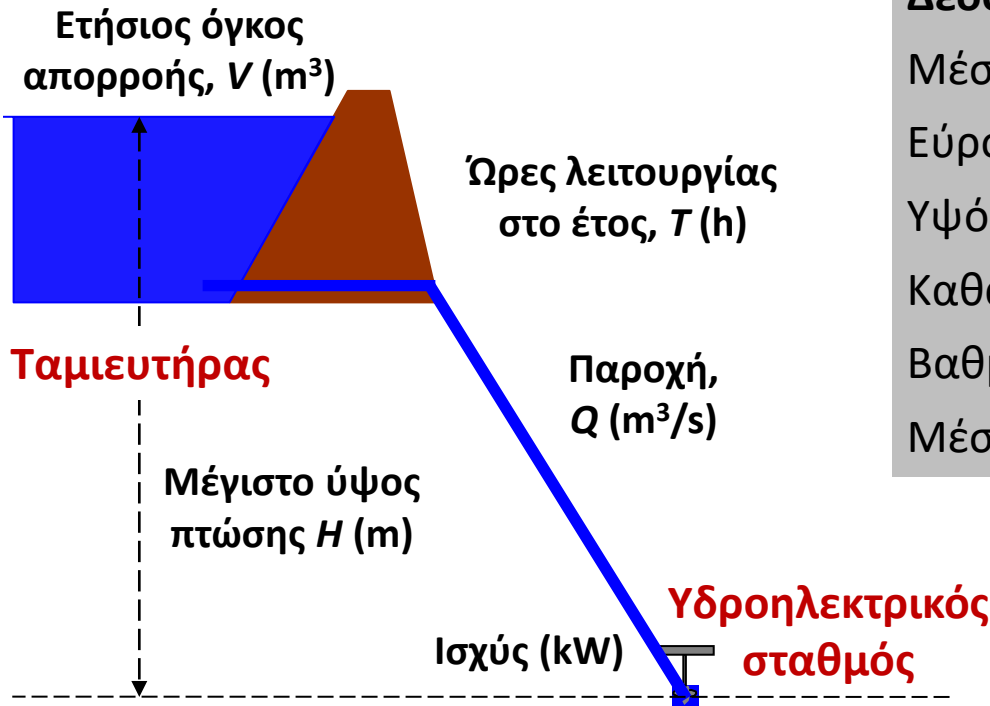
$$E_a = \eta \gamma V_a h_n / 3600$$

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

$$P = 1000 E_a / T_a$$

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 ικανής χωρητικότητας), στα οποία η εκροή του νερού είναι ελεγχόμενη.

# Παράδειγμα με βάση τα δεδομένα του Υ/Η Πλαστήρα



## Δεδομένα & παραδοχές

Μέση ετήσια απορροή: **150 hm<sup>3</sup>**

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

Υψόμετρο σταθμού παραγωγής: **+206 m**

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

Βαθμός απόδοσης: **0.85**

Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας: **201.5 GWh**

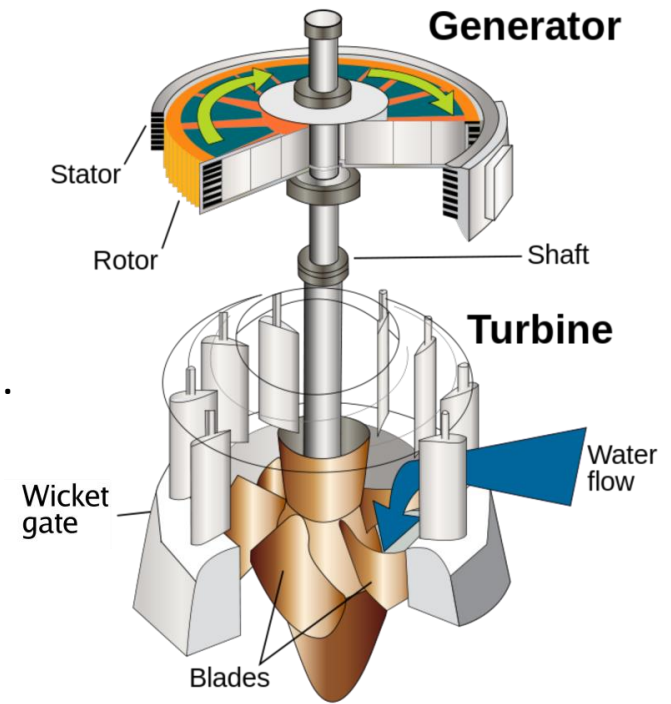
Ετήσιες ώρες λειτουργίας στροβίλων	Ποσοστό χρόνου λειτουργίας	Παροχή λειτουργίας ( $m^3/s$ )	Απαιτούμενη ισχύς στροβίλων (MW)
1500	0.17	27.8	134.3
3000	0.34	13.9	67.2
4500	0.51	9.3	44.8
8760	1.00	4.8	23.0

Για σταθερές τιμές των  $Q$  και  $\eta$ , ο συντελεστής δυναμικότητας ενός Υ/Η έργου ισούται με το ποσοστό του χρόνου λειτουργίας του, ήτοι:

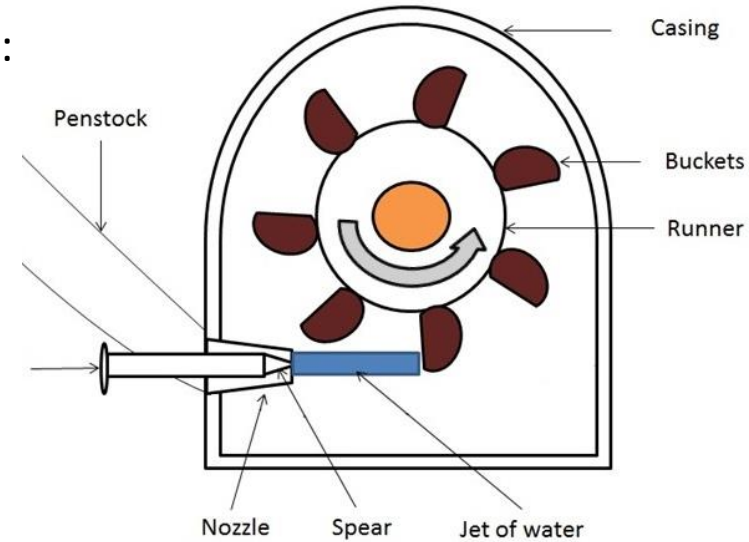
$$CF = T_a / 8760$$

# Η/Μ συνιστώσες: υδροστρόβιλοι, γεννήτριες & μετασχηματιστές

- ❑ **Υδροστρόβιλος (water turbine):** Συσκευή μετατροπής της υδραυλικής ενέργειας σε περιστροφική κινητική ενέργεια ενός άξονα (shaft), οριζόντιου ή κατακόρυφου. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:
  - ❑ **Στρόβιλοι δράσης:** εκροή στην ατμόσφαιρα (αξιοποιείται η κινητική ενέργεια του νερού)
  - ❑ **Στρόβιλοι αντίδρασης:** ροή βυθισμένη (υπό πίεση)
- ❑ **Ηλεκτρογεννήτρια (electric generator):** Συσκευή μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική (εναλλασσόμενο ρεύμα). Περιλαμβάνει δύο τμήματα:
  - ❑ **Στάτορας (stator) ή στατόν ή επαγωγέας ή πόλοι μηχανής:** Ακίνητο μέρος, στο οποίο υπάρχουν μόνιμοι μαγνήτες ή ηλεκτρομαγνήτες
  - ❑ **Επαγωγίμο ή στρεπτόν ή ρότορας (rotor):** Κινητό μέρος, στο οποίο υπάρχουν πηνία.
- ❑ **Μετασχηματιστής (transformer):** Συσκευή μετατροπής του εναλλασσόμενου ρεύματος σε ρεύμα υψηλής ή υπερυψηλής τάσης.



**Στρόβιλος αντίδρασης**



**Στρόβιλος δράσης**

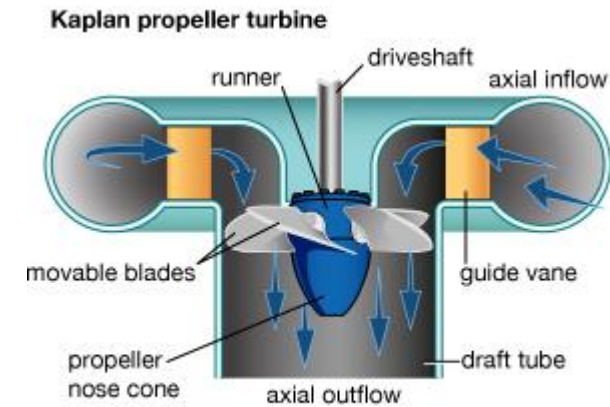
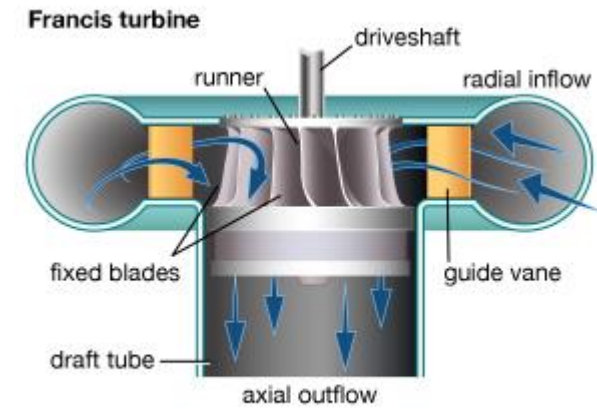
# Τύποι υδροστροβίλων

## Στρόβιλοι δράσης ή μερικής προβολής

- **Pelton:** Η ροή προσπίπτει στον δρομέα μέσω ακροφυσίου, με τη μορφή τζετ πολύ υψηλής ταχύτητας. Ενδείκνυται για πολύ μεγάλα ύψη πτώσης και σχετικά μικρές παροχές.
- **Cross-flow:** Η ροή διέρχεται δύο φορές από τον δρομέα. Ενδείκνυται για ΜΥΗΕ (δυνατότητα αυτοκαθαρισμού).

## Στρόβιλοι αντίδρασης ή ολικής προσβολής

- **Francis:** Τυπικός τύπος στροβίλων για μεγάλα Υ/Η έργα. Κατάλληλοι για μέτρια ύψη πτώσης (60 ως 150 m) και αρκετά μεγάλο εύρος παροχών.
- **Kaplan:** Ενδείκνυται για μικρά ύψη πτώσης και μεγάλες παροχές. Κατάλληλος για χαμηλά φράγματα σε μεγάλα ποτάμια και για ΜΥΗΕ σε υδραγωγεία.



Ο βαθμός απόδοσης ενός στροβίλου δεν είναι σταθερός ούτε μπορεί να υπολογιστεί αναλυτικά. Η εκτίμησή του γίνεται με βάση εργαστηριακές μετρήσεις. Για κάθε στρόβιλο υπάρχει ένας συνδυασμός τιμών ύψους πτώσης και παροχής που μεγιστοποιεί τον βαθμό απόδοσης.

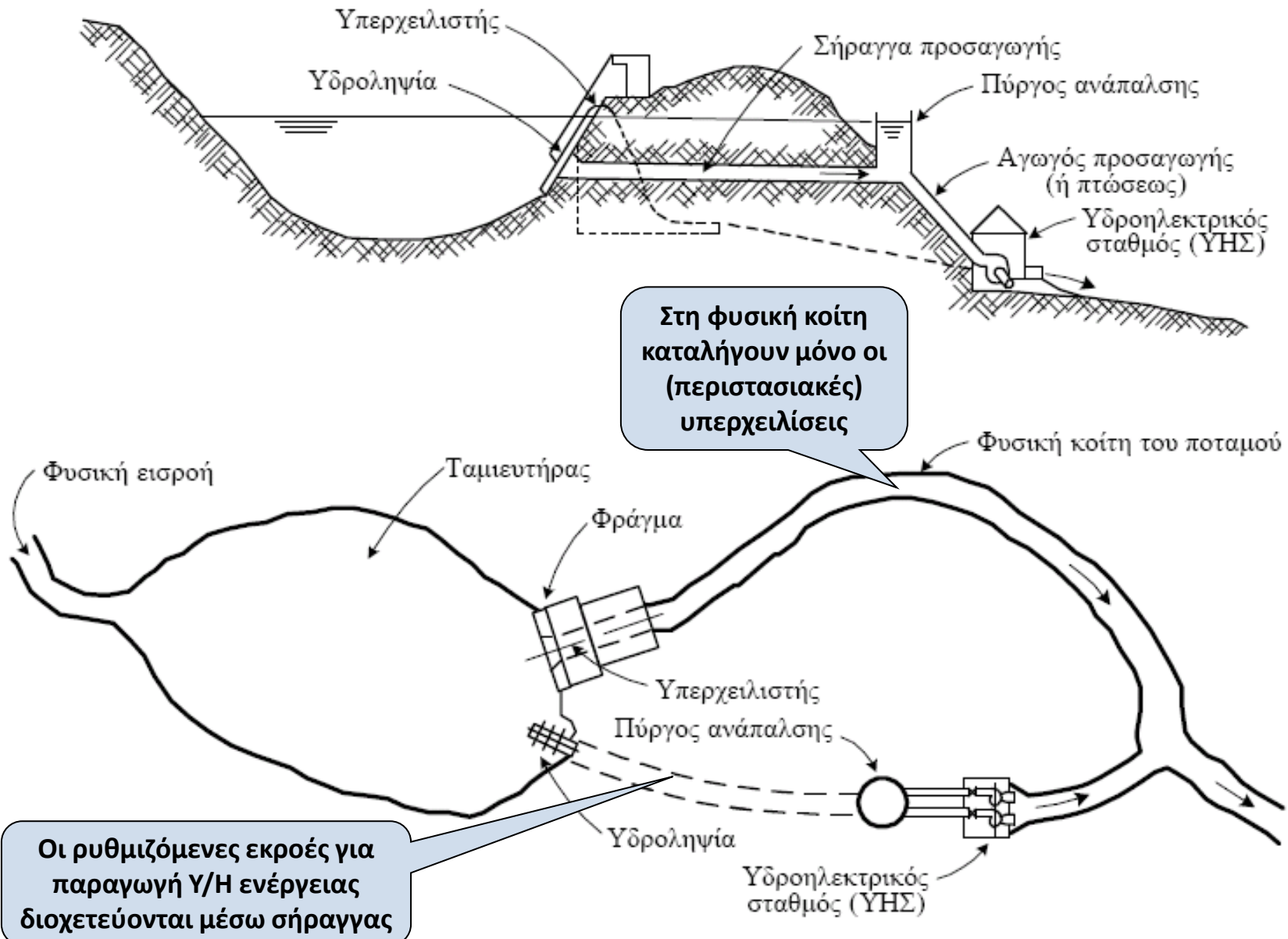


# Κατηγορίες υδροηλεκτρικών έργων

---

- **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 απορροής του ποταμού, η οποία είναι μια φυσική διεργασία που διέπεται από έντονη μεταβλητότητα σε όλες τις χρονικές κλίμακες (ετήσια, εποχιακή, κλίμακα πλημμύρας)
    - Δημιουργείται υψομετρική διαφορά, λόγω ανύψωσης της στάθμης του ταμιευτήρα (**ανάντη 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 λεκάνη (**φράγμα εκτροπής**)
- **(Μικρό) υδροηλεκτρικό έργο (ΜΥΗΕ), χωρίς δυνατότητα αποθήκευσης:**
  - Επί του ρου ποταμού ή υδραγωγείου, για εκμετάλλευση 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)**

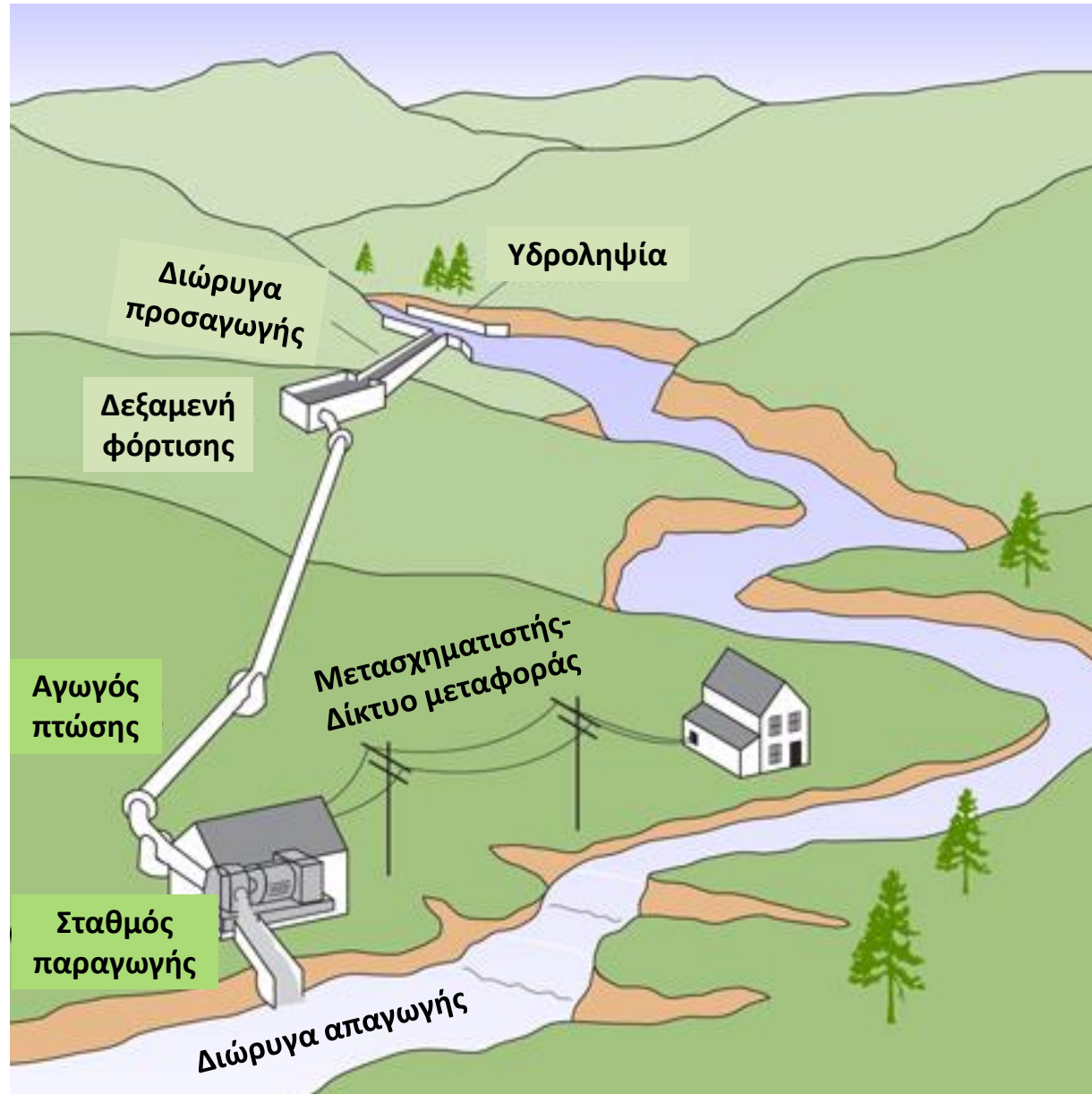
# Γενική διάταξη (μεγάλων) Υ/Η έργων με ταμίευση



# Γενική διάταξη ΜΥΗΕ εκτροπής

- 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)



# Τα μεγαλύτερα Υ/Η έργα του κόσμου



**Three Gorges, Κίνα  
(18 300 ως 22 500 MW)**



**Guri (Simón Bolívar),  
Βενεζουέλα (10 200 MW)**



**Ιταιπου, σύνορα Βραζιλίας-  
Παραγουάης (14 000 MW)**



**Τουκουρί, Βραζιλία  
(8 370 MW)**



# ΥΗΕ Καστρακίου (Αχελώος)

- ❑ Ταμιευτήρας χωρητικότητας 950 hm<sup>3</sup>
- ❑ Υδροληψία +142.0 m, υπερχειλίση +144.2 m → ωφέλιμος όγκος 50 hm<sup>3</sup>
- ❑ Ισχύς 4×80 = 320 MW (Francis)



Υπερχειλιστής  
(144.2 m)

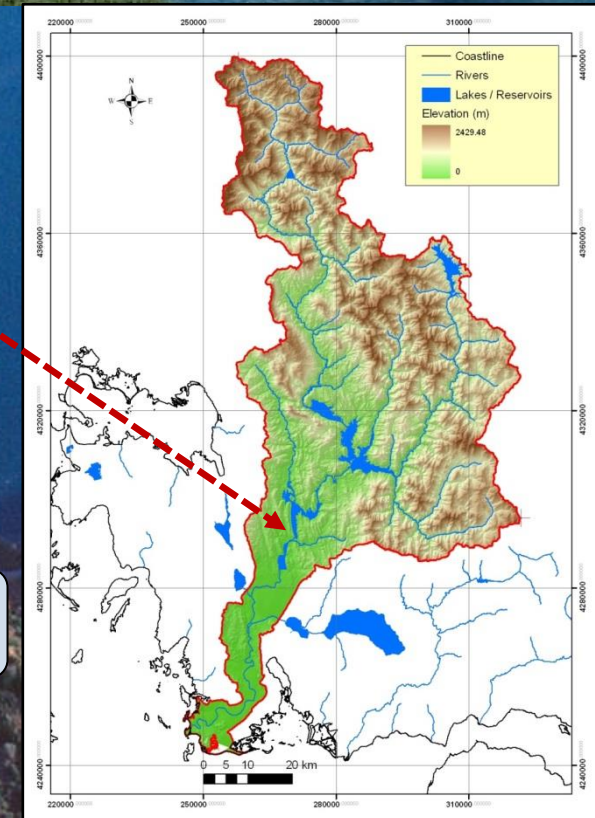
Διώρυγα  
υπερχειλίσης

Φράγμα  
ύψους 96 m

Σταθμός  
παραγωγής

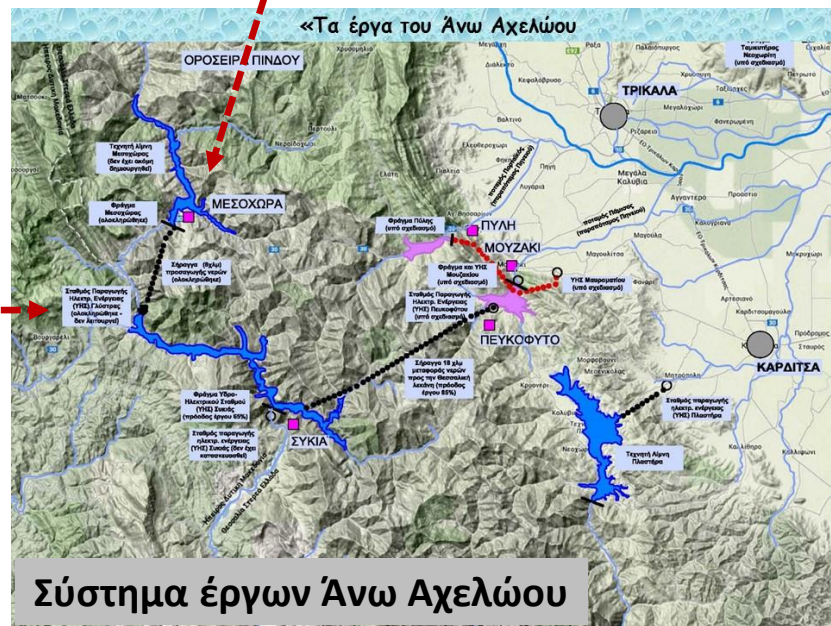
Υδροληψία  
(142.0 m)

Δίκτυο υπερ-  
υψηλής τάσης



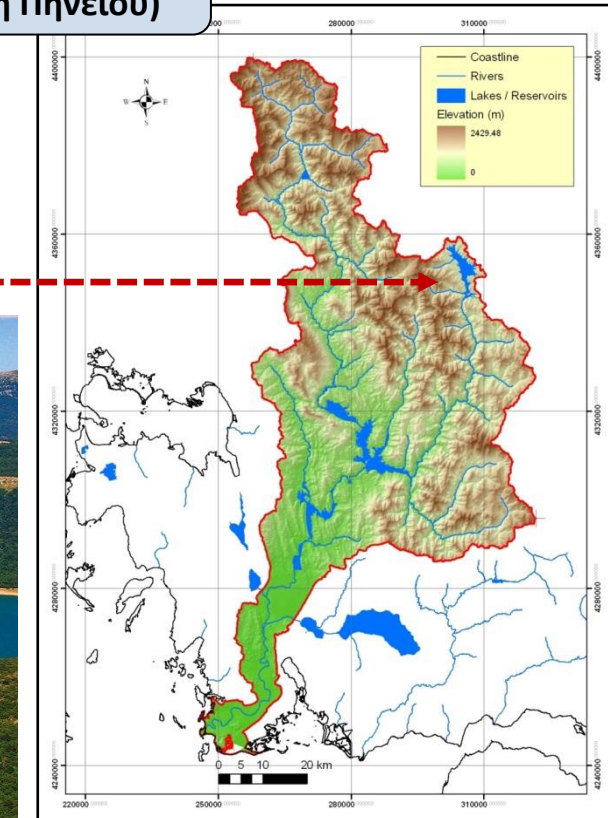
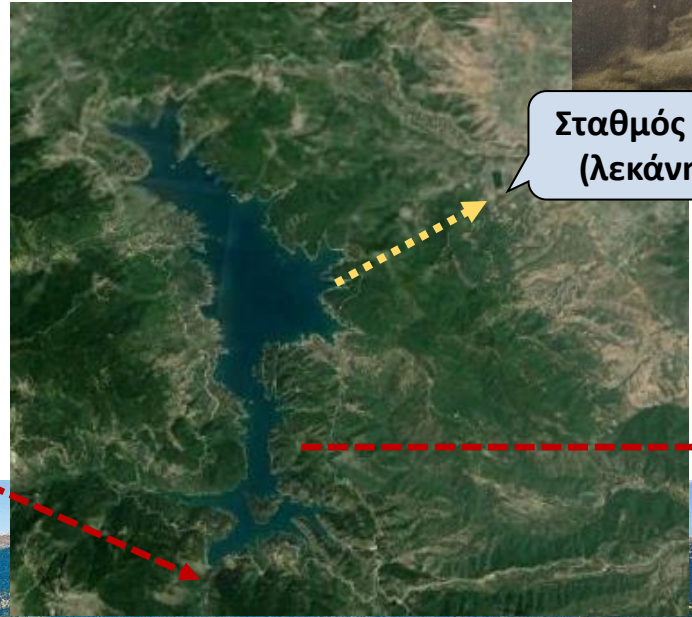
# ΥΗΕ Μεσοχώρας (Αχελώος)

- ❑ Ταμιευτήρας χωρητικότητας 358 hm<sup>3</sup>
- ❑ Υδροληψία +731.0 m, υπερχειλίση +770.0 m → ωφέλιμος όγκος 225 hm<sup>3</sup>
- ❑ Προσαγωγή μέσω σήραγγα εκτροπής, μήκους 7.5 km (έξοδος ΥΗΣ +550.0 m)
- ❑ Μέγιστο ύψος πτώσης 220 m
- ❑ Ισχύς 2×80 = 160 MW (Francis)
- ❑ Έργο ολοκληρωμένο εδώ και περίπου 20 έτη, εκτός λειτουργίας



# ΥΗΕ Πλαστήρα (Αχελώος)

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



# ΜΥΗΕ Δαφνοζωνάρας (Αχελώος)

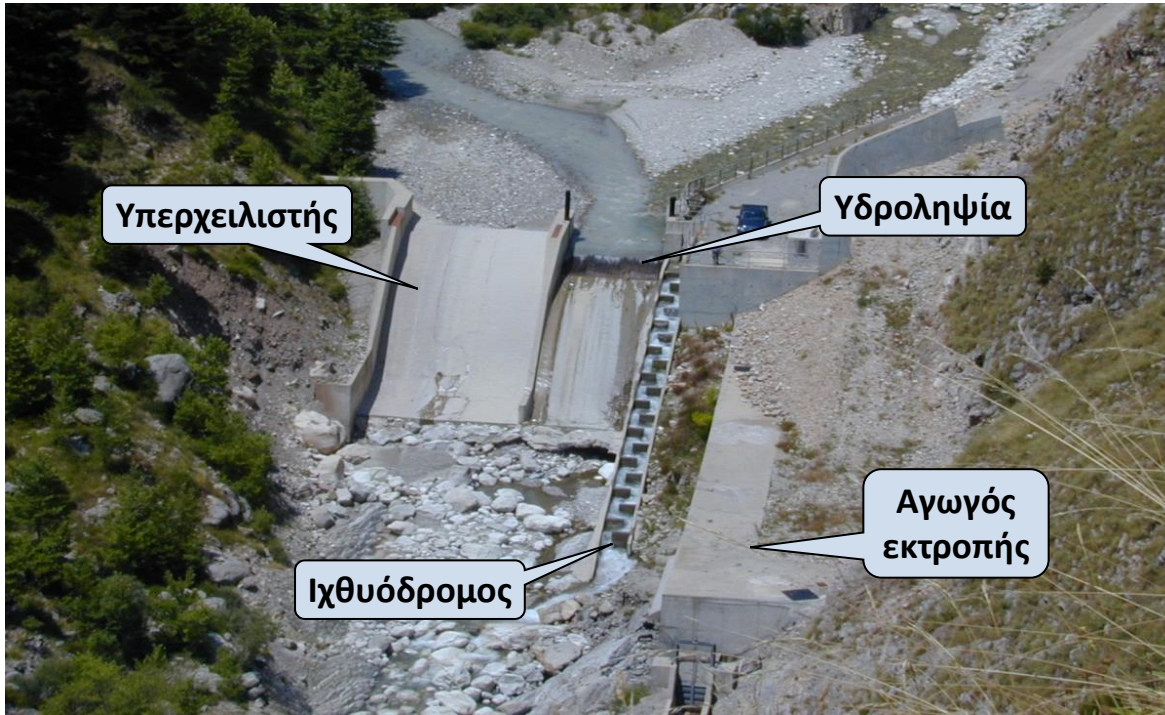
- Φράγμα ύψους 12 m
- Αύξηση ύψους πτώσης μέσω **ανατρεπόμενων θυροφραγμάτων**
- Ισχύς 5.93 MW (δύο στρόβιλοι Kaplan S-Type)
- Μέση ετήσια παραγωγή 40 GWh



Θυροφράγματα έκπλυσης φερτών

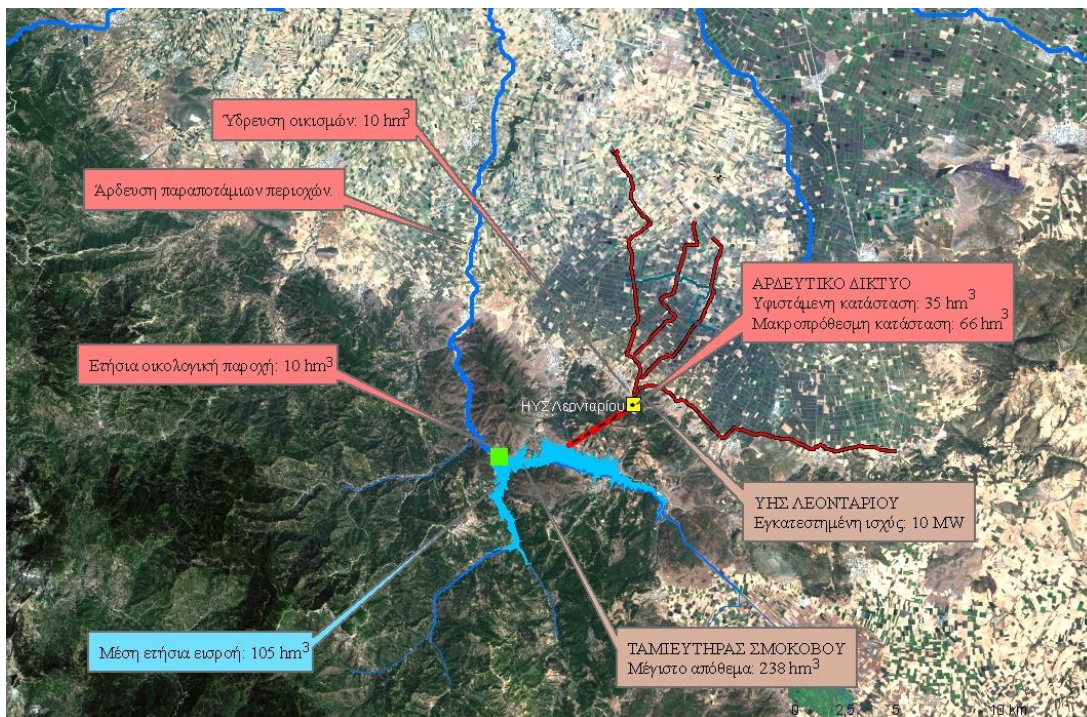


# ΜΥΗΕ Θεοδώριανων (ρέμα Γκούρας, Άραχθος)



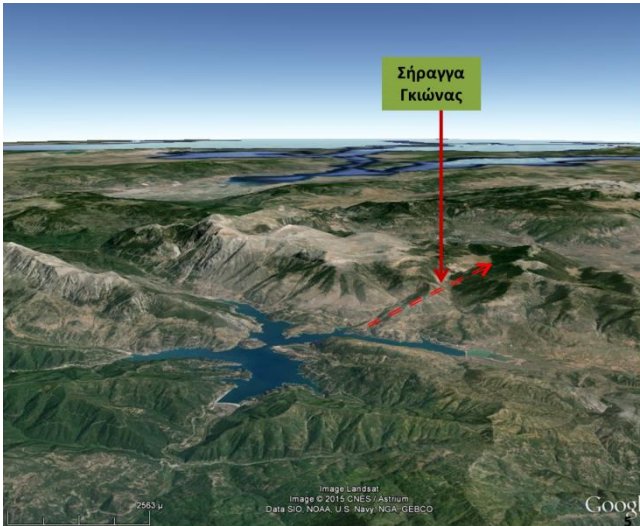
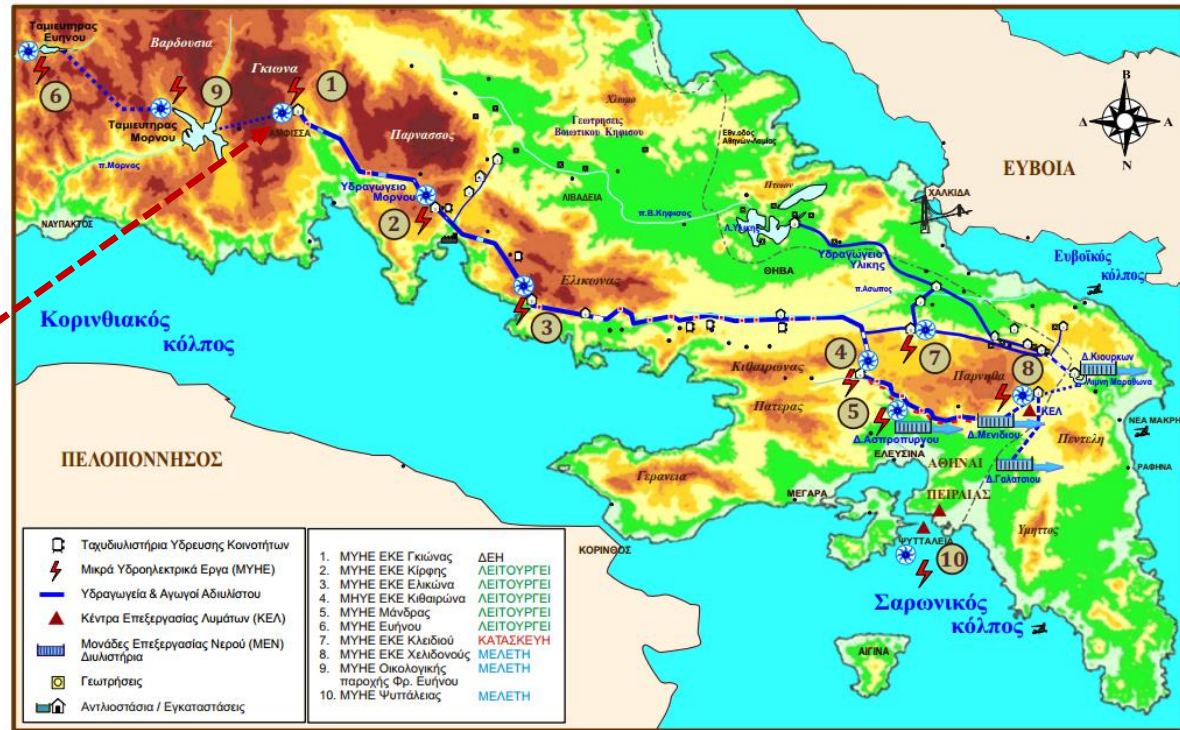
# ΜΥΗΕ Σμοκόβου (έξοδος σήραγγας Λεονταρίου)

- Αξιοποιεί την παροχή που εκτρέπεται μέσω του φράγματος Σμοκόβου για άρδευση του ΝΔ τμήματος του Ν. Καρδίτσας (παροχетеυτικότητα σήραγγας 25 m<sup>3</sup>/s)
- 2 μονάδες Francis, ισχύος 7.1 + 3.3 MW, με μέγιστη παροχή λειτουργίας 9.3 και 4.2 m<sup>3</sup>/s.
- Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας 10.7 GWh
- Προσθήκη νέου ΜΥΗΕ 0.8 MW και εκτιμώμενης παραγωγής 4.0 GWh, θα κατασκευαστεί στην έξοδο του έργου εκκένωσης του φράγματος, για αξιοποίηση της οικολογικής παροχής



# ΜΥΗΕ Γκιώνας (κανάλι Μόρνου)

- Παροχή 7.8 ως 14.5 m<sup>3</sup>/s
- Ύψος πτώσης 30.0 ως 66.1 m
- Ισχύς 8.67 MW (34 GWh/έτος)



# 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
  - ❑ Παραγωγή ενέργειας χωρίς διακυμάνσεις
- Μεγάλα ΥΗΕ  
(ταμιευτήρες)**
- ❑ Ταχύτατη παραλαβή και απόρριψη φορτίου
  - ❑ Πολύ υψηλός βαθμός απόδοσης (υπερτερεί έναντι όλων των συμβατικών πηγών και ΑΠΕ)
  - ❑ Μεγάλη αξιοπιστία υδροστροβίλων
  - ❑ Μεγάλη διάρκεια ζωής (συμβατικός ωφέλιμος χρόνος ζωής 100 έτη)
  - ❑ Χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης

## 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 δίαιτας 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)

## Russian military seized the Kiev hydroelectric power station

📅 February 26, 2022 👁 34 Views 📌 HPP, hydroelectric, Kiev, Kievskaya, Kyiv, located, military, power, power station, Russian, Russian military invasion, Russian troops, seized, staff, station, War, working

