



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα **ΠΠ**

ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ: 6. Άλλες Εναλλακτικές Πηγές

ΟΝΟΜΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ: Δ. ΚΑΡΑΜΑΝΗΣ

**ΤΜΗΜΑ: Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών
Πόρων**

ΑΓΡΙΝΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΚΑΡΑΜΑΝΗΣ

Αναπληρωτής Καθηγητής Εναλλακτικών Πηγών
Ενέργειας

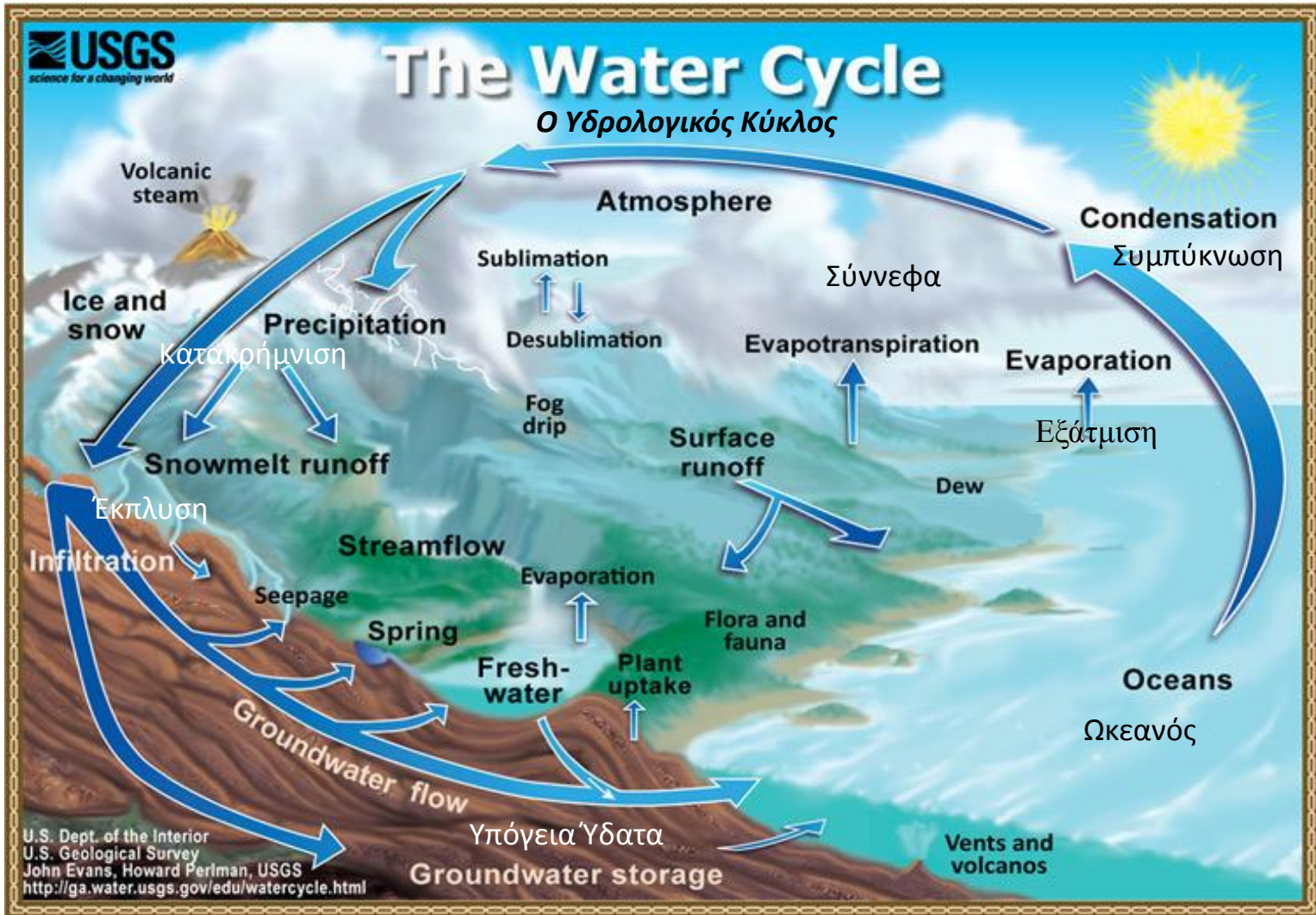


Επικοινωνία: +30 264107-4210

Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο: dkaraman@upatras.gr



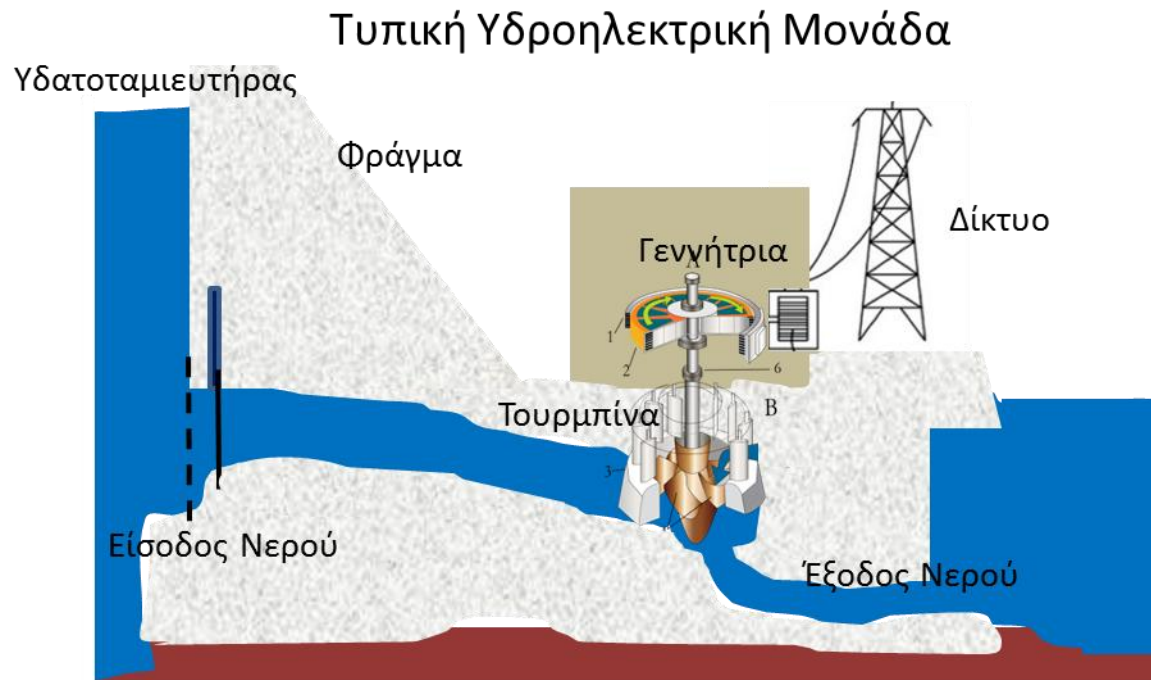
Ενέργεια του Νερού



"Watercyclesummary" by John Evans and Howard Periman, USGS -
<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>. Licensed under Public Domain via Commons -
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Watercyclesummary.jpg#/media/File:Watercyclesummary.jpg>

Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Όταν το νερό βρεθεί σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, αποκτά δυναμική ενέργεια η οποία μπορεί να μετατραπεί σε κινητική με τη ροή του νερού προς χαμηλότερες περιοχές.

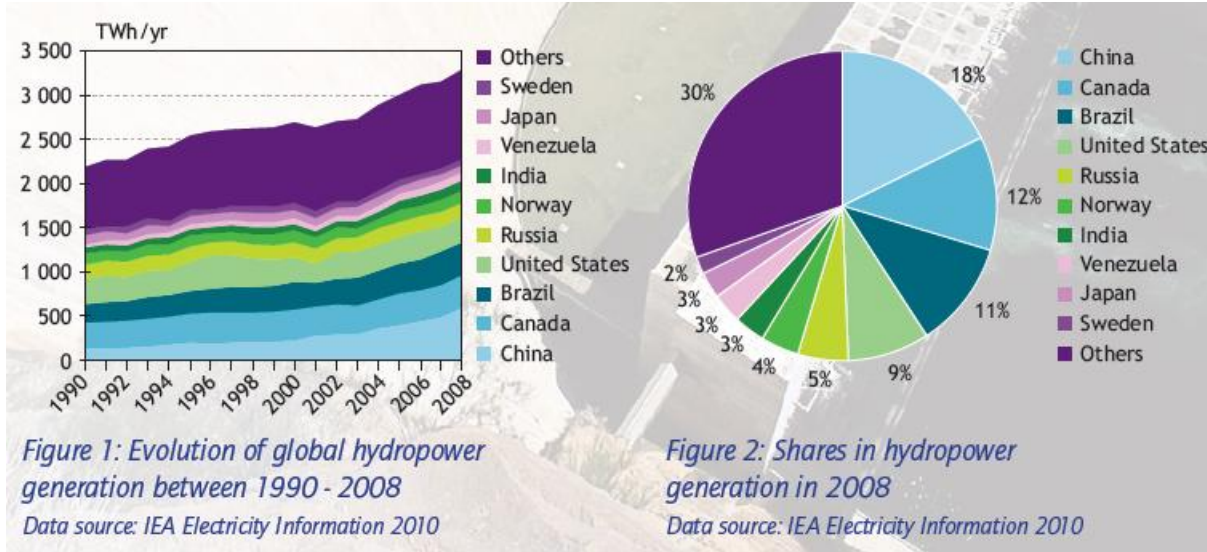


Το ποσό της παραγόμενης υδροενέργειας σχετίζεται με το ύψος πτώσης του νερού και το ρυθμό πτώσης (όγκος νερού ανά μονάδα χρόνου). Μέσω της τουρμπίνας, η ισχύς μετατρέπεται σε μηχανική ισχύ με απόδοση 90-95%.

Υδροηλεκτρική Ενέργεια

- Παγκόσμια παραγωγή 3288 TWh, 16% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρισμού το 2008, και το συνολικό τεχνοοικονομικά εκμεταλλεύσιμο περισσότερη από 16 400 TWh/yr.
- Εκτίμηση παγκόσμιας συνεισφοράς 6000 TWh το 2050
- Θεωρητικό υδροδυναμικό Ελλάδας: 80.000 GWh/yr
- Μεγάλες διακυμάνσεις ροών των ελληνικών ποταμών λόγω εποχικότητας
- Σημαντική συμμετοχή των έργων υποδομής (δρόμοι, φράγματα, χωματουργικά, κτίρια) στο συνολικό κόστος έργου (μέχρι και 80%) (εγχώρια τεχνογνωσία και υλικά)
- Μέσος χρόνος λειτουργίας εργοστασίου 1500 h/yr
- Κόστος παραγωγής από 40-100 €/MWh
- Οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις των φραγμάτων πρέπει να ληφθούν υπόψη με πλήρη ανάλυση κύκλου ζωής και συνδυάζοντας τους υδατοταμιευτήρες με άλλες δραστηριότητες

Υδροηλεκτρική Ενέργεια



<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/renewable-energy-essentials-hydropower.html>

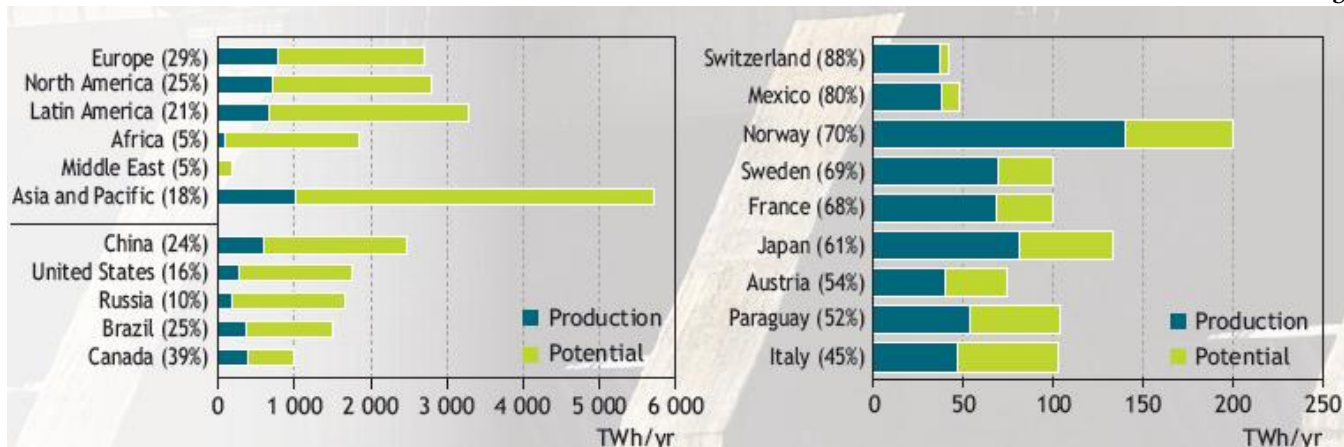


Figure 3: Hydropower development ratio for world regions and top five countries with the highest potential

Figure 4: Countries with largest developed proportion of their hydro potential (countries with hydropower production over 30 TWh/yr)

Data source: WEC Survey of Energy Resources 2007, IEA Renewables Information 2010 (2008 data)

Υπολογισμός Υδροδυναμικού

Η μηχανική ισχύς ροής ύδατος λόγω υψομετρικής διαφοράς είναι:

$$P = \rho Q g H$$

P : ισχύς, [kg m² /s³]

ρ : πυκνότητα νερού, [kg /m³]

Q : παροχή όγκου του νερού, [m³/s]

= $u \ n \ dA$ = μέση ταχύτητα x επιφάνεια ροής

u ταχύτητα [m/s]

n κάθετο διάνυσμα στην επιφάνεια ροής

dA στοιχειώδης επιφάνεια ροής [m²]

g : επιτάχυνση της βαρύτητας, [m/s²]

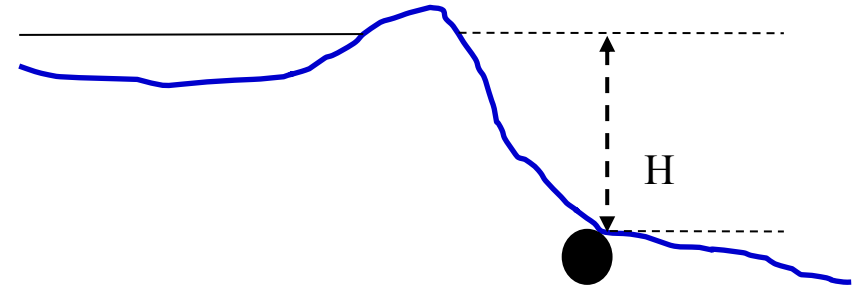
H : η υψομετρική διαφορά, [m]

Η ηλεκτρική ισχύς που παράγεται είναι:

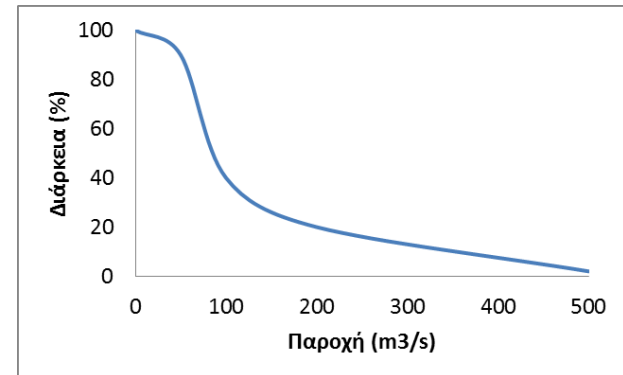
$$P = n_e n_t \rho Q g H$$

n_e : η ηλεκτρική απόδοση της γεννήτριας

n_t : η μηχανική απόδοση της τουρμπίνας



Καμπύλες διάρκειας ροής

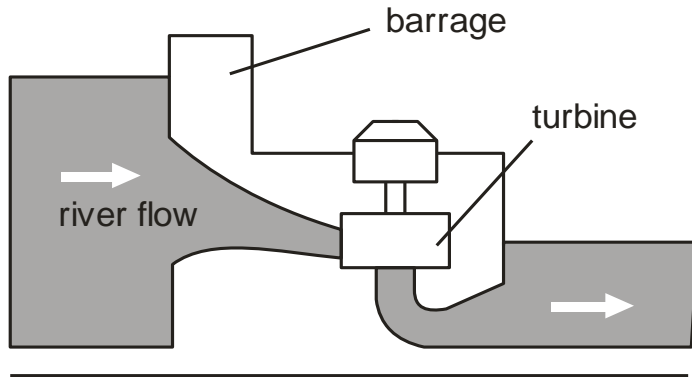


Εκτίμηση διαθεσιμότητας παροχής με τον χρόνο ισχύος και παραγόμενης ενέργειας

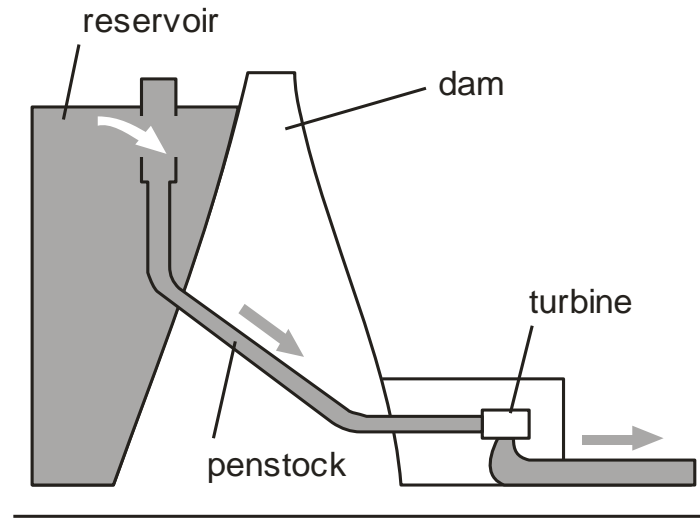
Αναγκαία Συνθήκη

Ύπαρξη ή κατασκευή ταμιευτήρα και βροχόπτωσης (> 400 mm/y)

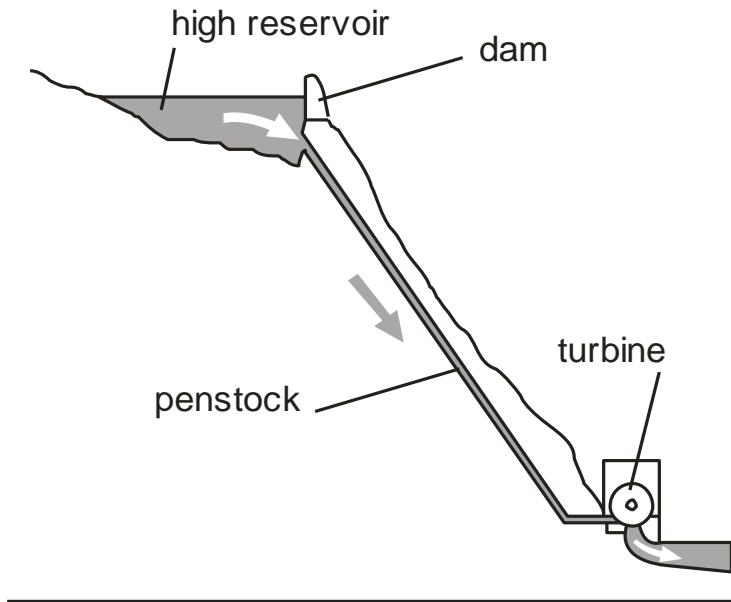
Υδροηλεκτρικά Συστήματα



(a) low head



(b) medium head

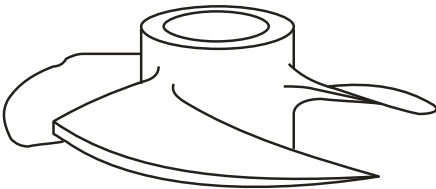


(c) high head

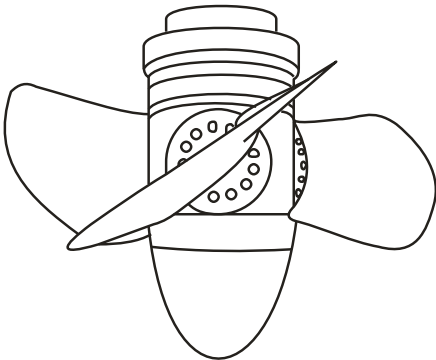
Πηγή: Ramage (1996, Renewable Energy, Power for a Sustainable Future, Oxford University Press, Oxford, 183-226)

Τουρμπίνες

a)

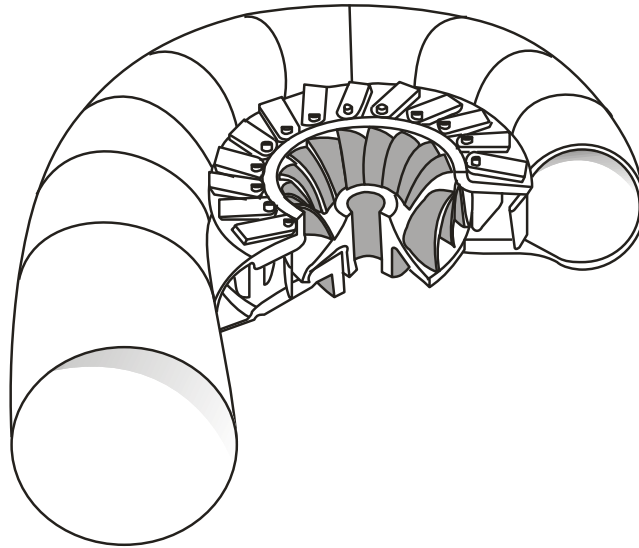


Fixed blades

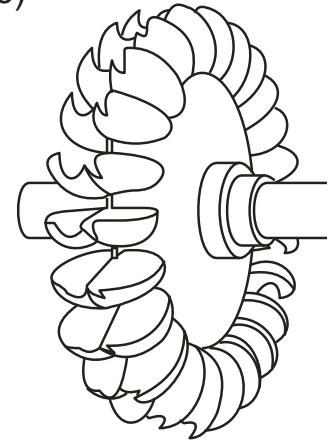


Adjustable blades (Kaplan)

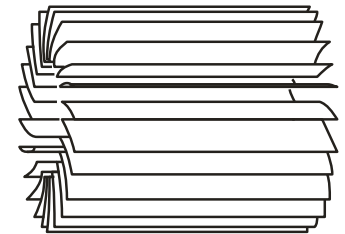
b)



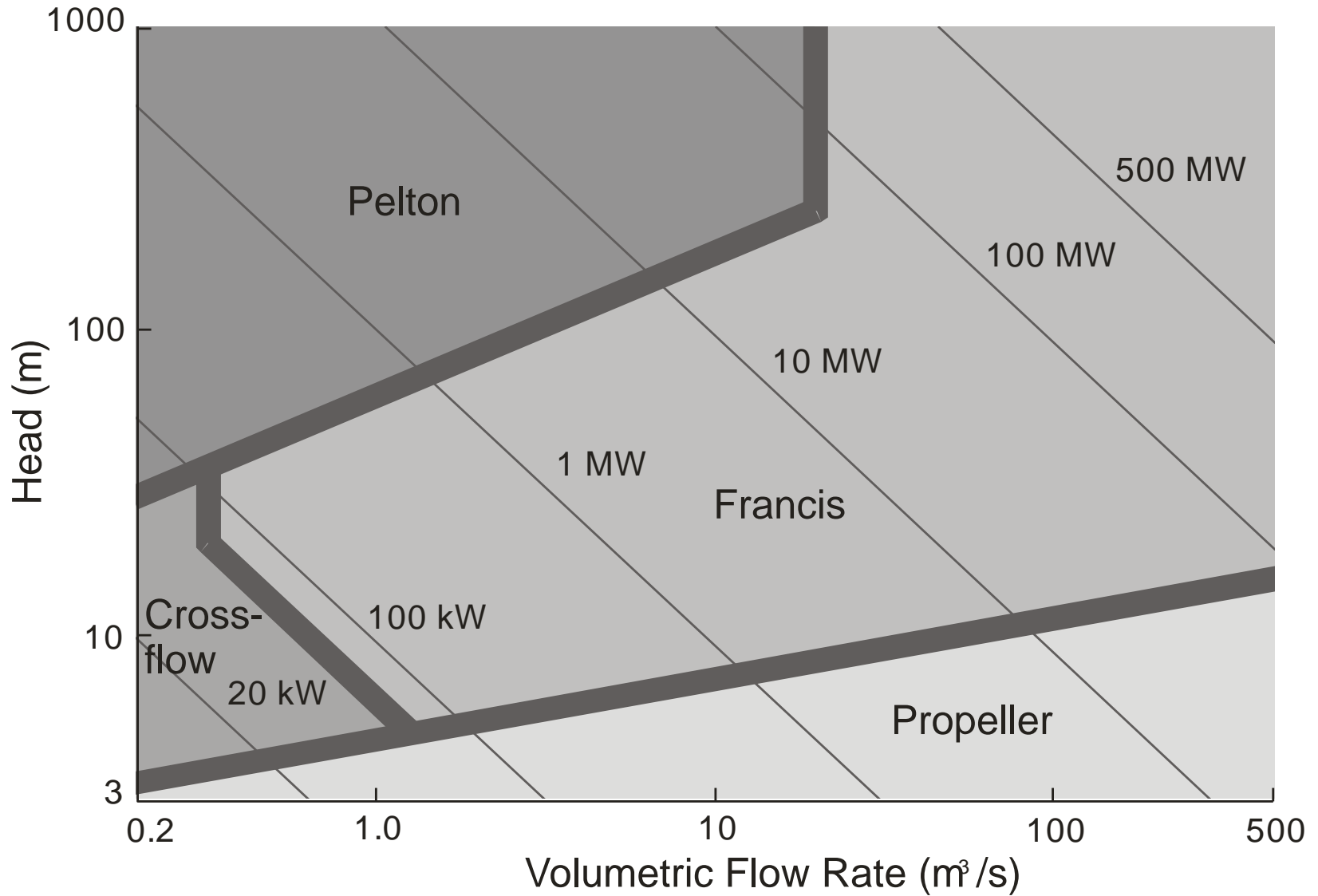
c)



d)



Ροή Ύδατος και Τουρμπίνες

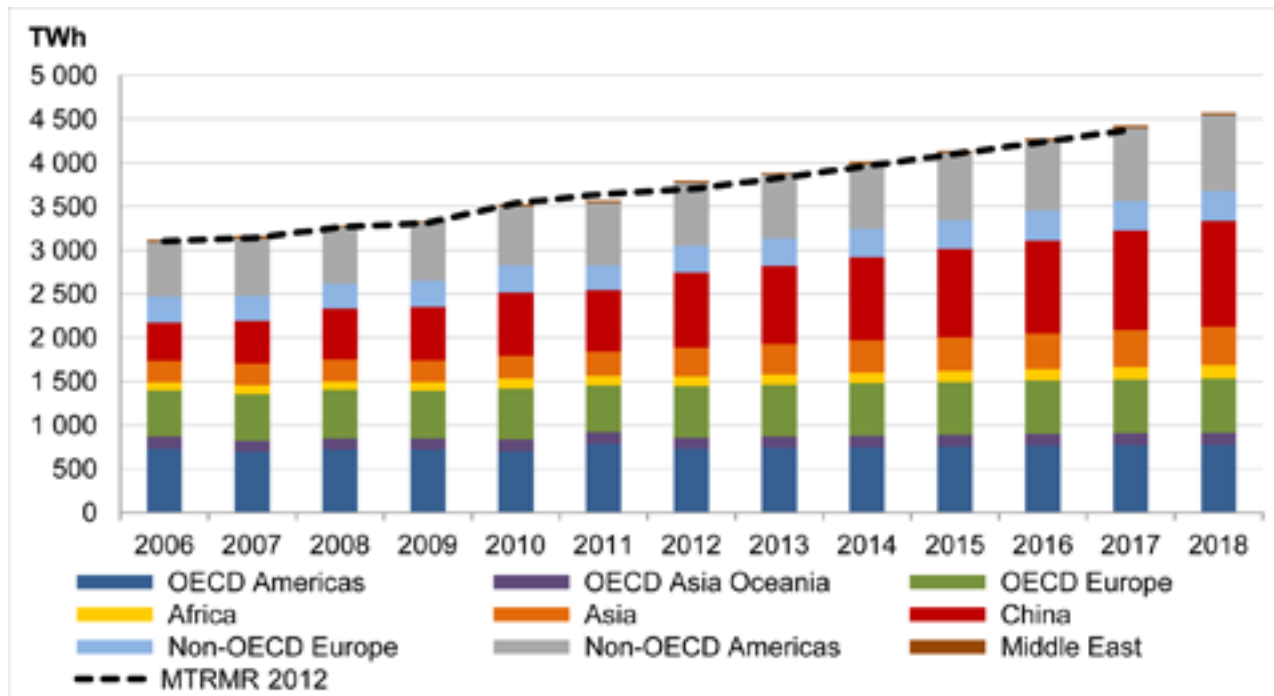


Ενεργειακή απόδοση ΥΕ και εκπομπές CO₂ σε σχέση με άλλες πηγές

	Υδροηλεκ με Ταμιευτήρες	Υδροηλεκ Συνεχόμενης Ροής	Κάρβουνο	Πυρηνική	Βιομάζας	Αιολική	Ηλιακή
Εαπόδ/ Εεπένδ*	205	267	6	16	5	80	9
Kg CO ₂ /MWh	<200	<50	1200	<50		<50	<100

* Δεδομένα από Atlason et al. Renew. Ener. 66 (2014) 364-370

Δεδομένα από Raadal et al. Renew. Sustain. Ener. Rev. 15 (2011) 3417-3422



IEA, (2013), Medium-Term Renewable Energy Market Report 2013, OECD/IEA, Paris

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Περιβαλλοντική Μελέτη

- Τοπογραφία: Λεκάνη απορροής, Εκτίμηση ταμιευτήρα
- Υδρολογία: Ποιότητα νερού, καμπύλη διάρκειας ροής, ισχύς και παραγόμενη ενέργεια
- Γεωλογία: Στρώματα θεμελίωσης, σταθερότητα, αντοχές και παραμορφώσεις, διαρροές, διαθεσιμότητα χώρων
- Ασφάλεια: Σεισμικότητα Περιοχής, πλημμυρικά φαινόμενα

Επιπτώσεις

- Επιπτώσεις στη φάση κατασκευής και μεταβολή χρήσεων γης
- Δημιουργία ή μεταβολή υδάτινων συστημάτων
- Επίδραση στις όχθες και διατάραξη των υδάτινων και μη οικοσυστημάτων
- Επίδραση στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που σχετίζονται με την περιοχή του έργου
- Επίδραση στο μικροκλίμα και τη σεισμικότητα της περιοχής
- Εναπόθεση ιζήματος, διάβρωση, μεταβολή κατόντη, αλλαγή ποιότητας υδάτων
- Δημιουργία νέων οικοσυστημάτων

Περιορισμός Αρνητικών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

- Διαχείριση λεκάνης απορροής, διευθέτηση και αποκατάσταση υδάτινων συστημάτων
- Δίοδοι συνεχούς παροχής στην κοίτη για τη διατήρηση του οικοσυστήματος
- Ενίσχυση θερινών παροχών για βελτίωση περιβάλλοντος εκβολών και περιορισμό επιπτώσεων μείωσης στερεομεταφοράς
- Δημιουργία τεχνητών διόδων ψαριών και εμπλουτισμός ταμιευτήρα
- Φυσική ενσωμάτωση κτιριακών υποδομών και ηχομόνωση του σταθμού παραγωγής.
- Χρήση συστημάτων υδροτροβίλων προηγμένης τεχνολογίας
- Διάσωση και ανάδειξη πολιτισμικής και περιβαλλοντικής κληρονομιάς
- Διαχείριση επιπτώσεων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων με επανάκτησή τους ή αποκατάσταση και αποζημίωση
- Επίβλεψη και βελτιστοποίηση ασφάλειας του υδροηλεκτρικού συστήματος
- Ανάπτυξη μΥΔΕ με ενσωμάτωση στο φυσικό περιβάλλον

Κόστος επένδυσης Υδροηλεκτρικών Έργων

- Μικρά Υδροηλεκτρικά (<10 MW) , \$1000-3000/kW, αναπτυσσόμενες χώρες, \$2000-9000/kW, αναπτυγμένες χώρες
- Μεγάλα Υδροηλεκτρικά, \$2000-8000/kW (συμπεριλαμβάνοντας δρόμους πρόσβασης)
- Χώρες με μεγάλη παραγωγή Υδροηλεκτρικής Ενέργειας: Νορβηγία (>90%), Βραζιλία –Ισλανδία-Κολομβία (>80%), Καναδάς (>60%), Ελβετία (>50%), Σουηδία (>45%)
- Μεγάλα Υδροηλεκτρικά στην Ελλάδα (>12%): Αχελώου (925.6 MW, Ωφέλιμη χωρητικότητα ταμιευτήρα 2 908.0 hm³), Αλιάκμονα (879.3 MW, 1 334.0 hm³), Αράχθου-Αώου (553.9 MW, 497.5), Νέστου (500 MW, 752 hm³)
- Χώρες με σημαντικά ισχύ μικρών υδροηλεκτρικών (<10 MW): Κίνα (9.5 GW), Ιαπωνία (3.48 GW), ΗΠΑ (2.84 GW), Ιταλία (2.41 GW). Γαλλία (2.02 GW), Ισπανία (1.79 GW)
- Μικρά Υδροηλεκτρικά στην Ελλάδα >200 MW (περιορισμένη αξιοποίηση του μικρουδροδυναμικού)
- Συσσωρευμένη εθνική εμπειρία λόγω ανάπτυξης ΜΥΔΕ αλλά και μΥΔΕ την τελευταία 15ετία και εφικτός στόχος 1 GW το 2030

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την 1^η έκδοση.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Δημήτρης Καραμάνης, 2015.

Δημήτρης Καραμάνης, «Περιβάλλον - Ενέργεια». Έκδοση: 1.0. Αγρίνιο 2015.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/ENV110/index.php>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού, Απαγόρευση Εμπορικής Χρήσης και Όχι Παράγωγα Έργα. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

« Το υλικό της παρουσίασης προέρχεται από τις πανεπιστημιακές παραδόσεις του καθηγητή Δ. Καραμάνη».



Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Διαφάνεια 5:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Watercyclesummary.jpg#/media/File:Watercyclesummary.jpg>

Διαφάνεια 6: commons.wikimedia.org

Διαφάνεια 8: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/renewable-energy-essentials-hydropower.html>

Διαφάνεια 10-12: Ramage 1996, Renewable Energy, Power for a Sustainable Future, Oxford University Press, Oxford

Διαφάνεια 13: IEA, 2013

