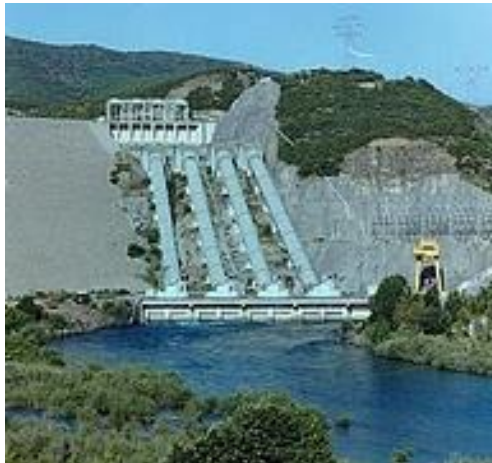


# Ενεργειακή Τεχνολογία

1<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών

## Εισαγωγή στην ενεργειακή τεχνολογία



Ανδρέας Ευστρατιάδης & Νίκος Μαμάσης

Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ακαδημαϊκό έτος 2021-22

# Περιεχόμενα μαθήματος

---

## Διάρθρωση ύλης

- Εισαγωγικές έννοιες
- Ηλεκτρική ενέργεια (πηγές ενέργειας, ζήτηση, χρονική κατανομή)
- Ηλιακή ενέργεια (φυσικό υπόβαθρο, φωτοβολταϊκά έργα)
- Αιολική ενέργεια (φυσικό υπόβαθρο, ανεμογεννήτριες)
- Υδραυλική ενέργεια (φυσικό υπόβαθρο, υδροστρόβιλοι, υδροηλεκτρικά έργα)
- Ορυκτά καύσιμα (φυσικό υπόβαθρο, θερμοηλεκτρικοί σταθμοί)
- Λοιπές μορφές ανανεώσιμης ενέργειας (βιομάζα – βιοκαύσιμα, γεωθερμία, θαλάσσια ενέργεια)
- Ειδικά θέματα διαχείρισης ενέργειας (αποθήκευση ενέργειας, υβριδικά συστήματα, οικονομικά της ενέργειας)

## Συμμετοχικές δραστηριότητες

- Συζήτηση – επίλυση πρότυπων ασκήσεων
- Διαδικτυακά ερωτηματολόγια
- Παρουσίαση ενεργειακού έργου (εργασία εξαμήνου)

# Αντικείμενα Πολιτικού Μηχανικού σχετικά με την ενεργειακή τεχνολογία και τα συναφή έργα

---

- Τοπογραφικά κάθε είδους
- Κτηριακά (σταθμοί παραγωγής, διάφορες εγκαταστάσεις)
- Μεταλλικές κατασκευές (ανεμογεννήτριες, σιλό, μεταλλικοί αγωγοί, πλαίσια, γραμμές μεταφοράς)
- Θεμελιώσεις (ειδικές απαιτήσεις για έργα πολύ μεγάλου ύψους)
- Οδοποιία (προσπελάσεις, αγωγοί)
- Γεωτεχνικά (εκσκαφές κάθε είδους, ορυχεία, σήραγγες, φράγματα)
- Υδραυλικά (φράγματα, δεξαμενές, αντλιοστάσια, αγωγοί, έργα υδροληψίας, έργα αντιπλημμυρικής προστασίας, έργα καταστροφής ενέργειας)
- Θαλάσσια υδραυλική (offshore κατασκευές, κύματα)
- Διαχείριση έργων (οργάνωση εργοταξίων, προγραμματισμός έργων, τεχνικο-οικονομικές μελέτες)
- Περιβαλλοντικά

*+ ενεργειακά κτηρίων (θερμομόνωση, βιοκλιματικός σχεδιασμός – δεν συζητώνται στο συγκεκριμένο μάθημα)*

# Σχετιζόμενα προπτυχιακά μαθήματα του Τομέα Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος

---

- Περιβαλλοντική τεχνολογία (3<sup>ο</sup> κορμού)
- Τεχνική υδρολογία (5<sup>ο</sup> κορμού)
- Υδραυλική και υδραυλικά έργα (5<sup>ο</sup> κορμού)
- Θαλάσσια υδραυλική και λιμενικά έργα (7<sup>ο</sup> κορμού)
- Υδραυλικές κατασκευές – φράγματα (8<sup>ο</sup> επιλογής)
- Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (8<sup>ο</sup> επιλογής)
- Έργα ανοιχτής θαλάσσης (9<sup>ο</sup> επιλογής)
- Διαχείριση υδατικών πόρων (9<sup>ο</sup> επιλογής)
- Στοχαστικές μέθοδοι (9<sup>ο</sup> επιλογής)
- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις (9<sup>ο</sup> επιλογής)
- **Ανανεώσιμη ενέργεια και υδροηλεκτρικά έργα (8ο εξάμηνο, ΚΕΥ, σχεδιασμός υδροηλεκτρικών ταμιευτήρων, μικρών υδροηλεκτρικών έργων, αιολικών και φωτοβολταϊκών έργων, υβριδικών συστημάτων)**

# Ορισμοί

---

**Ενέργεια:** Η ικανότητα ενός σώματος ή συστήματος να παράγει έργο. Το μέγεθος αυτό συνδέεται με κάθε μεταβολή στον φυσικό κόσμο. Η λέξη αναφέρεται πρώτη φορά από τον Αριστοτέλη (Ηθικά Νικομάχεια) με την έννοια της «δραστηριότητας που απαιτείται για να γίνει πράξη η δυνατότητα (δύναμις)»

**Έργο:** Δύναμη  $\times$  μετατόπιση. Ορίζεται και ως:

- η ποσότητα της ενέργειας που παράγεται ή καταναλώνεται από ένα σώμα κατά τη μεταβολή της κινητικής του κατάστασης
- η ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο ή που μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη

**Ισχύς:** Ρυθμός μεταβολής της ενέργειας (= ενέργεια/χρόνος)

## Μορφές ενέργειας

- Μηχανική (δυναμική, κινητική)
- Ηλεκτρομαγνητική (ηλεκτρική, μαγνητική)
- Πυρηνική
- Χημική
- Θερμική-βιολογική
- Θερμότητα-ακτινοβολία

Μόνο ο άνθρωπος καταναλώνει ενέργεια για άλλους λόγους εκτός από βιοπορισμό

# Μονάδες μέτρησης

---

## Δύναμη (Newton, N)

$$1 \text{ dyn} = 1 \text{ gr} \times 1 \text{ cm/s}^2$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2 = 10^5 \text{ dyn}$$

$$1 \text{ kg}^* \text{ (ή 1 kp)} = 1 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 9.81 \text{ N}$$

(kg: χιλιόγραμμο μάζας, kg\* ή kp: χιλιόγραμμο βάρους)

## Έργο (Joule, J)

$$1 \text{ erg} = 1 \text{ dyn} \times 1 \text{ cm}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 10^7 \text{ erg}$$

$$1 \text{ kg}^* \text{m} = 9.81 \text{ J}$$

## Ισχύς (Watt, W)

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

$$1 \text{ kW} = 10^3 \text{ J/s} = 10^2 \text{ kg}^* \text{m/s} = 1.36 \text{ PS}$$

$1 \text{ PS}$  ή  $1 \text{ hP} = 746 \text{ W} = 75 \text{ kg}^* \text{m/s}$  (η ισχύς ενός αλόγου, όπως εκτιμήθηκε από τον James Watt τον 18ο αιώνα, συγκρίνοντάς την με ατμομηχανές)

## Ενέργεια (Joule ή kWh)

$$1 \text{ kWh} = 10^3 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J} = 367 \text{ 000 kg}^* \text{m} \text{ (εφαρμογή στον ηλεκτρισμό)}$$

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J} \text{ (απαιτούμενη ενέργεια για να αυξηθεί η θερμοκρασία 1 g νερού κατά 1°C)}$$

$$1 \text{ Btu (British thermal unit)} = 0.252 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ toe (tones oil equivalent)} = 10^7 \text{ kcal} = 42 \text{ GJ} = 40 \times 10^6 \text{ Btu} = 11.7 \text{ MWh} \text{ (για ορυκτά καύσιμα)}$$

# Θεμελιώδεις έννοιες

---

**Βαθμός απόδοσης (efficiency,  $\eta$ ):** Ο λόγος της αποδιδόμενης προς την προφερόμενη ενέργεια, σε ένα σύστημα μετατροπής ενέργειας.

- Μετατροπή υδραυλικής ενέργειας (κινητική ενέργεια + ενέργεια πίεσης) σε ηλεκτρική:  $\eta_{\max} = 0.85-0.93$
- Μετατροπή κινητικής ενέργειας ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια:  $\eta_{\max} = 0.40-0.45$
- Μετατροπή ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια:  $\eta_{\max} = 0.17-0.22$

**Ονομαστική ισχύς (nominal power):** Η μέγιστη ισχύς που μπορεί να αποδώσει ένα σύστημα, λειτουργώντας στον μέγιστο βαθμό απόδοσης:

- Μηχανές σταθερής ισχύος
- Μηχανές μεταβλητής ισχύος (π.χ., αιολικά, υδροηλεκτρικά)

**Εγκατεστημένη ισχύς:** Η συνολική ισχύς ενός συστήματος παραγωγής ενέργειας (περιλαμβάνει και τις εφεδρικές μονάδες).

**Συντελεστής δυναμικότητας (capacity factor):** Ο λόγος της παραγόμενης ενέργειας προς τη θεωρητικά μέγιστη ενέργεια που μπορεί να παραχθεί σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα (συνήθως έτος). Στην ετήσια κλίμακα, η θεωρητικά μέγιστη παραγωγή ενέργειας (π.χ., σε kWh, MWh, GWh, κτλ.), είναι ίση με την ονομαστική ισχύ του συστήματος (σε kW, MW, GW, κτλ.) επί τις ώρες του έτους (8760 h).

# Χαρακτηριστικά μεγέθη

---

- ❑ Ενέργεια που αποδίδεται από την καύση 1 kg:

άνθρακα	34 MJ	λιγνίτη	10 MJ	βενζίνης	44 MJ
πετρελαίου	42 MJ	φυσικού αερίου	47 MJ	ξύλου	15 MJ

- ❑ Η ημερήσια ενέργεια μεταβολισμού που χρειάζεται ένας μέσος άνθρωπος είναι περίπου 8.4 ως 10.5 MJ (2000-2500 kcal).
- ❑ Η χημική ενέργεια που λαμβάνεται από τις τροφές μετατρέπεται σε κινητική (κίνηση σώματος), δυναμική (σύσπαση μυών), θερμική (διατήρηση θερμοκρασίας) και ηλεκτρική (επικοινωνία εγκεφάλου με τα λοιπά μέρη του σώματος)
- ❑ Η ωριαία ενέργεια που χρειάζεται ένας άνθρωπος μάζας 75 kg που τρέχει με ταχύτητα 13 km/h είναι περίπου 3.5 MJ (800 kcal)
- ❑ Λαμπτήρας 100 W που λειτουργεί συνεχώς για μια ημέρα αποδίδει 2.4 kWh (8.6 MJ)
- ❑ Κινητήρας αυτοκινήτου 1400 cm<sup>3</sup> έχει ισχύ 56 kW και σε μία ώρα αποδίδει 200 MJ
- ❑ Κινητήρας ενός αεροπλάνου Boeing 707 έχει ισχύ 21 MW και σε ένα δευτερόλεπτο αποδίδει 21 MJ
- ❑ Η μέση ημερήσια ηλιακή ενέργεια στο εξωτερικό όριο της ατμόσφαιρας, η οποία προσπίπτει σε 1 m<sup>2</sup> ενός τόπου που βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 40° είναι:
  - ❑ 42 MJ τον Ιούνιο
  - ❑ 14 MJ τον Δεκέμβριο



# «Πρωτογενείς» πηγές ενέργειας

---

**Ηλιακή ακτινοβολία:** Η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει σε ένα έτος είναι ~14 000 φορές μεγαλύτερη από την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας (ηλιακή σταθερά  $1367 \text{ W/m}^2$ ). Η ενέργεια αυτή: (α) απορροφάται από τη γη και μετατρέπεται σε θερμότητα διατηρώντας τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, (β) συντηρεί τον υδρολογικό κύκλο (εξάτμιση, βροχόπτωση), (γ) συντηρεί την κατακόρυφη μεταφορά (αιολική ενέργεια, ρεύματα), και (δ) συντηρεί την φωτοσύνθεση.

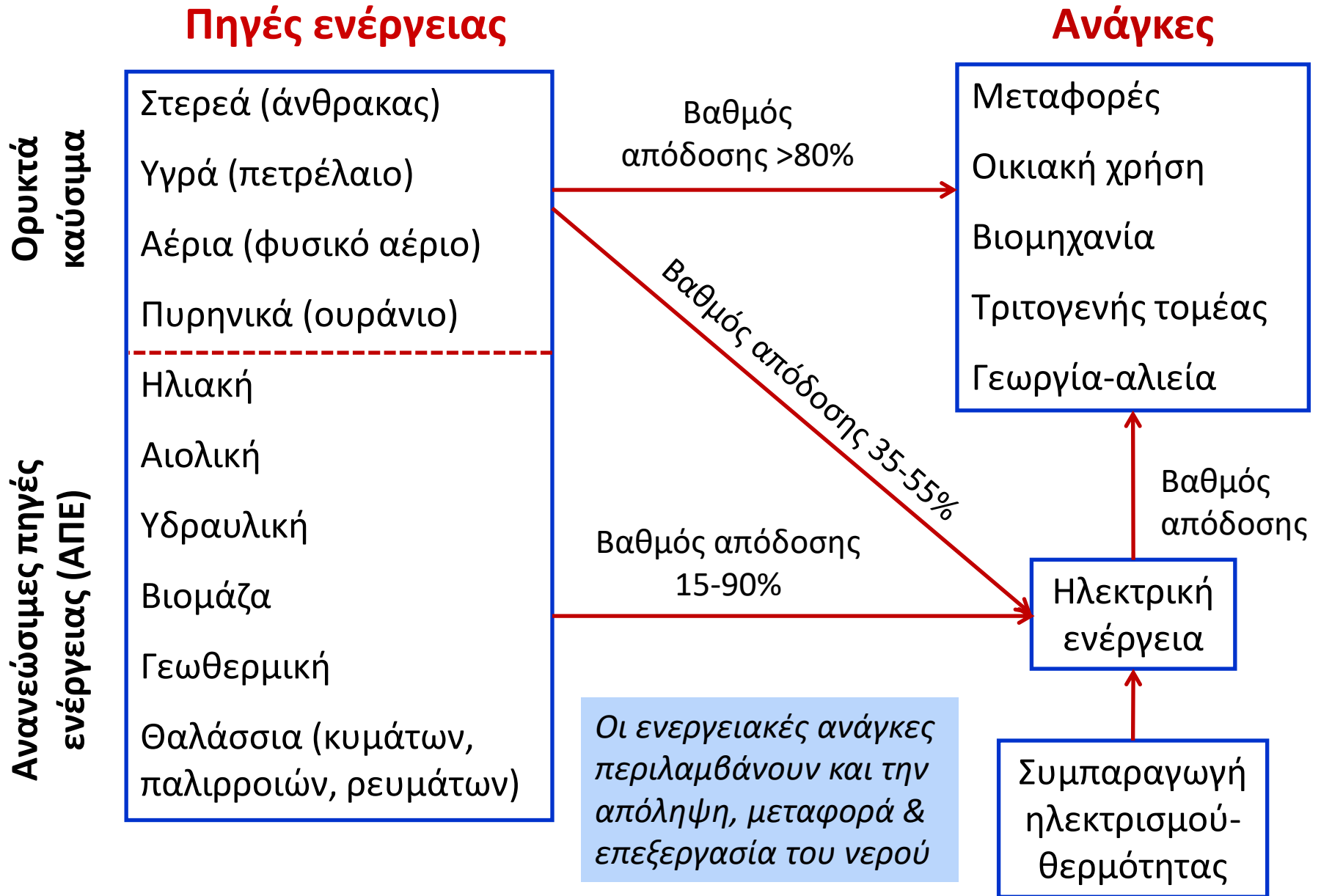
**Ορυκτά καύσιμα:** Πρόκειται για τον άνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο που προέρχονται από τα λείψανα της αρχαίας χλωρίδας και πανίδας. Είναι αποθηκευμένα για 600 εκατομμύρια έτη και η καύση τους παράγει ενέργεια τα τελευταία 300 έτη. Ο ρυθμός κατανάλωσής τους είναι πολλαπλάσιος από το ρυθμό δημιουργίας τους, και στο μέλλον θα εξαντληθούν.

**Βιομάζα:** Η χρήση της ξεκίνησε πριν 400 000 έτη (*homo erectus*) και προκάλεσε «τεχνολογική επανάσταση».

**Γη:** Οι θερμικές, χημικές και ραδιενεργές πηγές που βρίσκονται στο εσωτερικό της γης προκαλούν ροή ενέργειας στην επιφάνεια, της τάξης των  $0.063 \text{ W/m}^2$ .

**Βαρύτητα:** Προέρχεται από τη σχετική θέση Γης, Ηλίου και Σελήνης και δημιουργεί τις παλίρροιες και τα θαλάσσια ρεύματα, ενώ συντηρεί τον υδρολογικό κύκλο. Εκτιμάται στο 10% της γήινης ενέργειας.

# Τυπική διάκριση πηγών ενέργειας και αναγκών



# Σύντομη ιστορία της ενέργειας (1)

	Η ηλιακή ενέργεια είναι το βασικό συστατικό της ζωής
400 000 έτη π.Χ.	Χρήση της φωτιάς με καύση βιομάζας
4 <sup>η</sup> χιλιετία π.Χ.	Οι Αιγύπτιοι πρώτοι χρησιμοποιούν την αιολική ενέργεια για την ναυσιπλοΐα
3 <sup>η</sup> χιλιετία π.Χ.	Ενδείξεις ότι οι Κινέζοι έκαigan άνθρακα για θέρμανση και μαγείρεμα
300 π.Χ.	Συγκέντρωση της ηλιακής ενέργειας με τη χρήση φακών. Αναφέρεται ότι ο Αρχιμήδης χρησιμοποίησε αυτήν την τεχνική για να κάψει ρωμαϊκά πλοία που πολιορκούσαν τις Συρακούσες (213 π.Χ)
200 π.Χ.	Καύση φυσικού αερίου από τους Κινέζους
200 π.Χ.	Χρήση ανεμόμυλων από τους Κινέζους
π.Χ.	Οι Έλληνες κάνουν χρήση υδρομύλων για άλεσμα δημητριακών
μ.Χ.	Οι Κινέζοι χρησιμοποιούν πετρέλαιο για καύσιμο σε λάμπες φωτισμού
μ.Χ.	Χρήση ρευμάτων στη ναυσιπλοΐα
μ.Χ.	Ηλιακή ενέργεια για αφαλάτωση
200 μ.Χ.	Κατασκευή υδρόμυλων στην Ευρώπη

## Σύντομη ιστορία της ενέργειας (2)

700 μ.Χ.	Ανεμόμυλοι κατακόρυφου άξονα χρησιμοποιούνται από τους Πέρσες για το άλεσμα δημητριακών
1000 μ.Χ.	Ευρεία χρήση ανεμόμυλων σε όλη τη Μέση Ανατολή
1200 μ.Χ.	Ανεμόμυλοι οριζοντίου άξονα στην Ευρώπη
1300 μ.Χ.	Στην Αγγλία κατασκευάζονται ανεμόμυλοι οριζόντιου άξονα όπου το πάνω μέρος του κτίσματος μπορεί να αλλάξει διεύθυνση ώστε να εκμεταλλεύεται το σύνολο των ανέμων
1600 μ.Χ.	Χρήση ανεμόμυλων στην Ολλανδία για αποστράγγιση εδαφών
1600-1700	Χρήση του άνθρακα ως καυσίμου στη Βρετανία. Ο άνθρακας γίνεται η κυρία πηγή ενέργειας τους επόμενους αιώνες
1629	Ο Ιταλός αρχιτέκτονας Giovanni Branca κατασκευάζει τον πρώτο «στρόβιλο», ο οποίος αποτελείται από καυστήρα που με στόμιο κατευθύνει ατμό προς τις ξύλινες λεπίδες ενός τροχού
1767	Ο Ελβετός Horace de Saussure ανακαλύπτει τον πρώτο ηλιακό συλλέκτη
1774	Ο Γάλλος μηχανικός Bernard Forest de Blidor εκδίδει την πραγματεία <i>Architecture Hydraulique</i> για εκμετάλλευση της υδροηλεκτρικής ενέργειας
1820	Η πρώτη γεώτρηση φυσικού αερίου γίνεται στη περιοχή της Νέας Υόρκης

## Σύντομη ιστορία της ενέργειας (3)

1830	Κατασκευάζεται γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος βασισμένη στις εργασίες για τον ηλεκτρομαγνητισμό του Βρετανού Faraday
1839	Ο Edmond Becquerel ανακαλύπτει ότι το ηλιακό φως που απορροφάται από συγκεκριμένα υλικά παράγει ηλεκτρισμό
1859	Ο στρατηγός Edwin Drake κάνει την πρώτη γεώτρηση πετρελαίου στην Titusville Pennsylvania (ΗΠΑ)
1850	Οι Daniel Halladay and John Burnham βγάζουν στην αγορά τον ανεμόμυλο Halladay. Είναι κατασκευή ειδικά για τις Μεσοδυτικές πολιτείες της Αμερικής με ξύλινα πτερύγια και ανοικτό πύργο
1860	Ο Γάλλος August Mouchout κατασκευάζει ηλιακή γεννήτρια συγκεντρώνοντας με κάτοπτρο την ηλιακή ενέργεια ώστε να παραχθεί ατμός
1870	Ο Lester Allan Pelton εφευρίσκει τον ομώνυμο στρόβιλο
1879	Ο Thomas Edison κατασκευάζει τον ηλεκτρικό λαμπτήρα
1880-90	Ο Σέρβος Nicola Tesla ανακαλύπτει το εναλλασσόμενο ρεύμα
1880	Ο Αμερικανός μηχανικός John Ericsson κατασκευάζει μηχανή που χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή ατμού σε μηχανές πλοίων
1881	Μια γεννήτρια συνδέεται με ανεμόμυλο για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στον φωτισμό των δρόμων στην περιοχή της Νέας Υόρκης

## Σύντομη ιστορία της ενέργειας (4)

1882	Κατασκευάζεται ο πρώτος υδροηλεκτρικός σταθμός στο Appleton, Wisconsin
1891	Ο Αμερικανός Clarence Kemp of Maryland εισάγει στην αγορά το Climax, την πρώτη συσκευή θέρμανσης νερού με ηλιακή ενέργεια
1892	Ο Poul LaCour χρησιμοποιεί ανεμόμυλους για παραγωγή ηλεκτρισμού στη Δανία
1892	Χρήση γεωθερμικής ενέργειας για τη θέρμανση κτηρίων στο Idaho ΗΠΑ
1908	Ο William J. Bailey (Carnegie Steel Co.) εφευρίσκει τους ηλιακούς συλλέκτες
1920	Η Υ/Η ενέργεια καλύπτει το 25% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας των ΗΠΑ
1948	Ανακάλυψη του μεγαλύτερου κοιτάσματος πετρελαίου στη Σαουδική Αραβία
1950	Φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται για την ενεργειακή τροφοδοσία δορυφόρων
1952	Κατασκευάζονται τα πρώτα πυρηνικά εργοστάσια στη Σ. Ένωση και τις ΗΠΑ
1954	Κατασκευάζονται οι πρώτοι ηλιακοί συλλέκτες από σιλικόνη
1970	Οι ΗΠΑ αντιμετωπίζουν την πρώτη ενεργειακή κρίση. Αρχίζει το ενδιαφέρον για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και το φυσικό αέριο
1986	Πυρηνικό ατύχημα στο Τσερνομπίλ (Ουκρανία) – το μεγαλύτερο στη ιστορία
2014	Η ΕΕ θέτει τον στόχο 20-20-20 (μείωση αερίων θερμοκηπίου 20%, διείσδυση ΑΠΕ 20%, μείωση κατανάλωσης ενέργειας 20%, έως το έτος 2020)

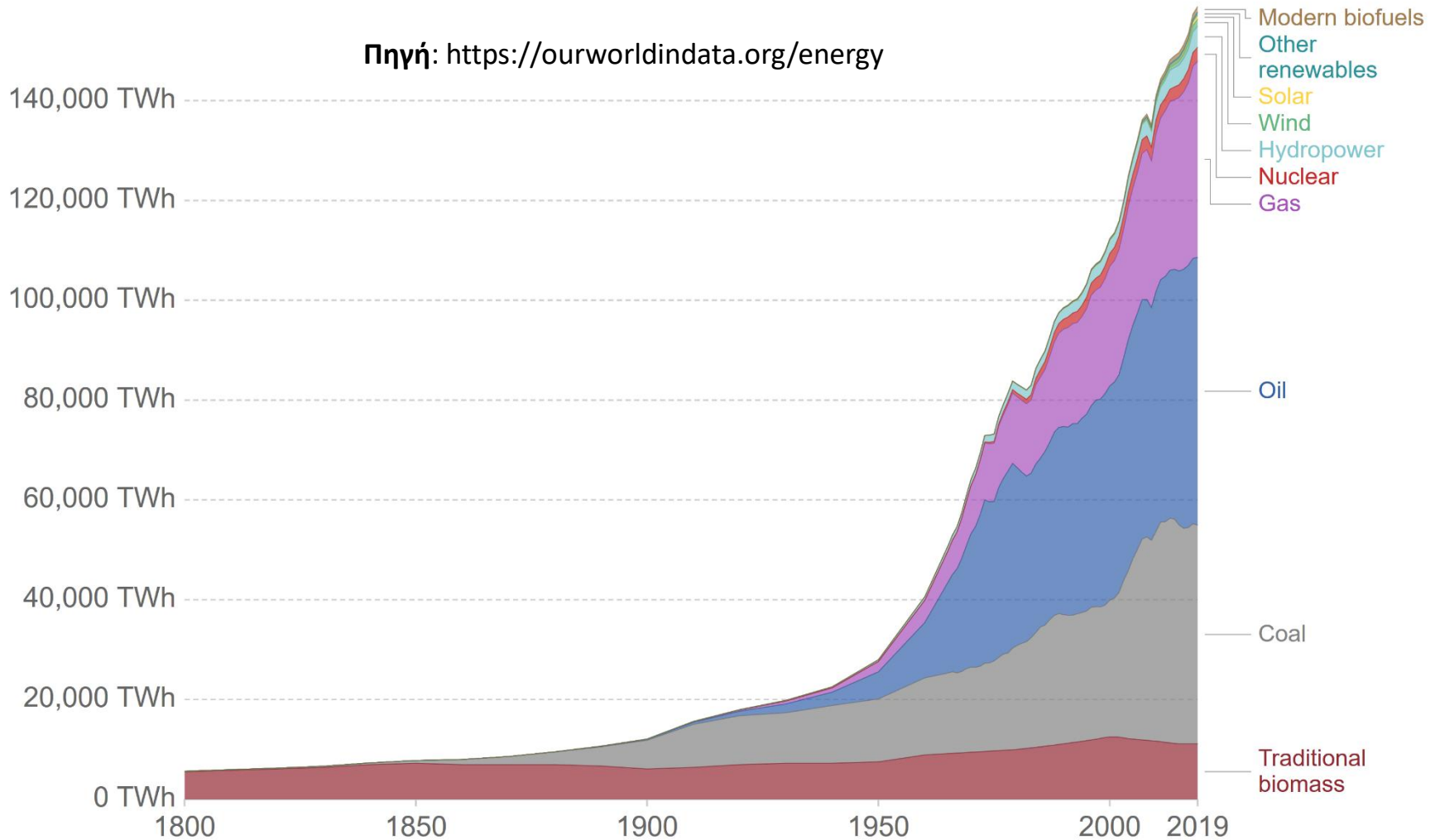
# Χρονική εξέλιξη πρωτογενούς ενέργειας (1880-2019)

## Global direct primary energy consumption

Direct primary energy consumption does not take account of inefficiencies in fossil fuel production.

Our World  
in Data

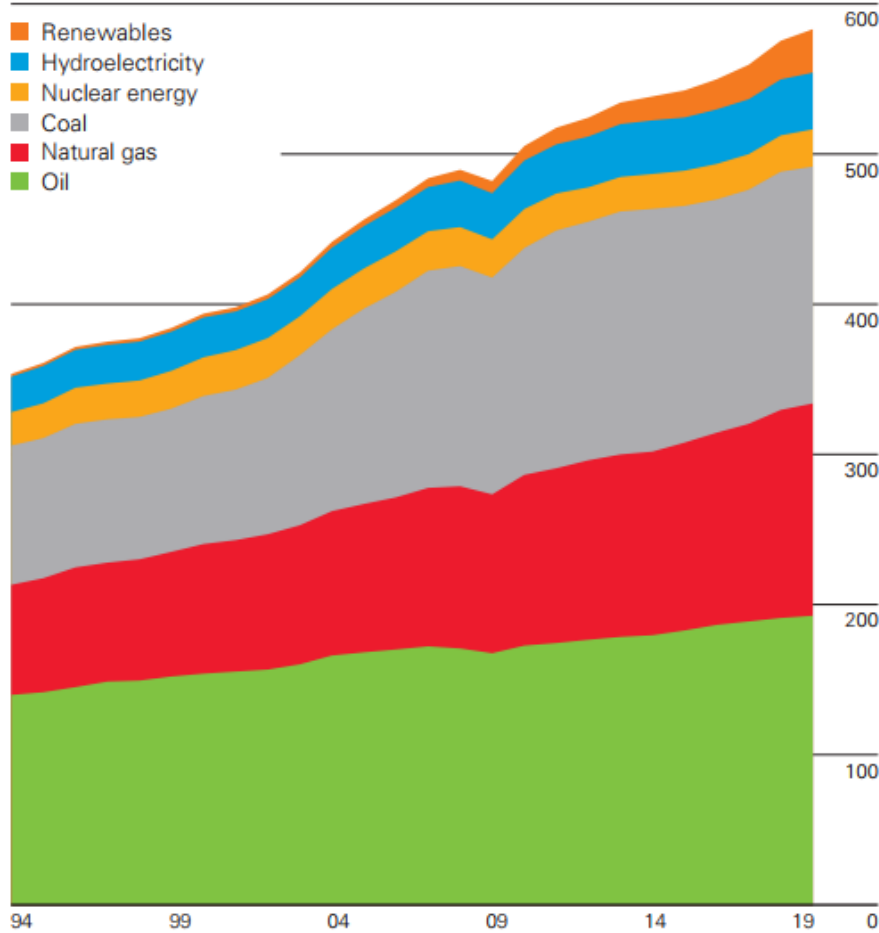
Πηγή: <https://ourworldindata.org/energy>



# Παγκόσμιο μίγμα ενέργειας (1994-2019)

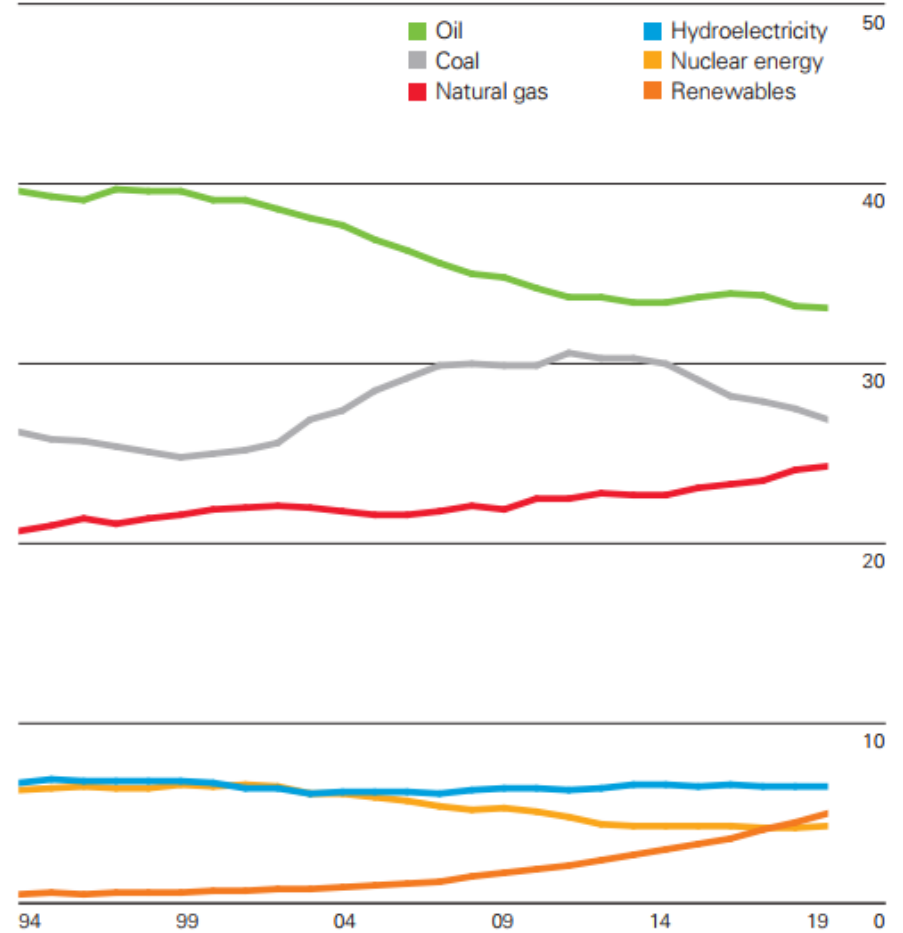
## World consumption

Exajoules



## Shares of global primary energy

Percentage



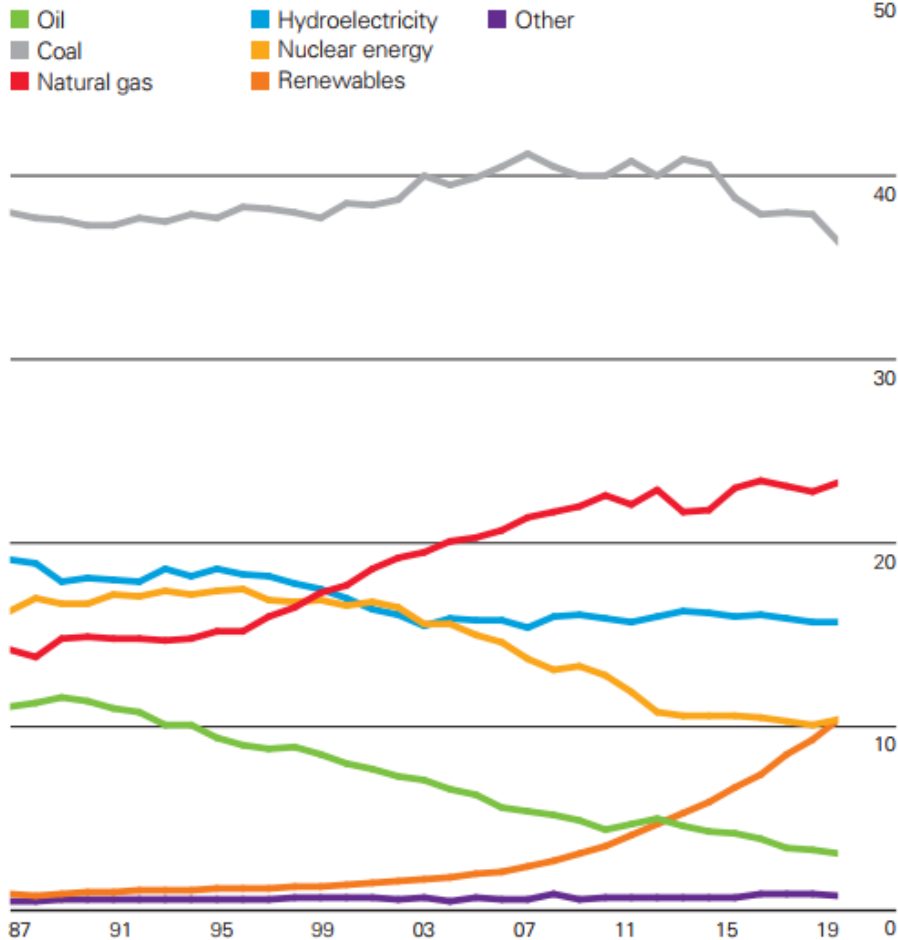
Πηγή: BP Statistical Review of World Energy 2020, 69th edition (<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>)



# Παγκόσμιο μίγμα ηλεκτρικής ενέργειας (1987-2019)

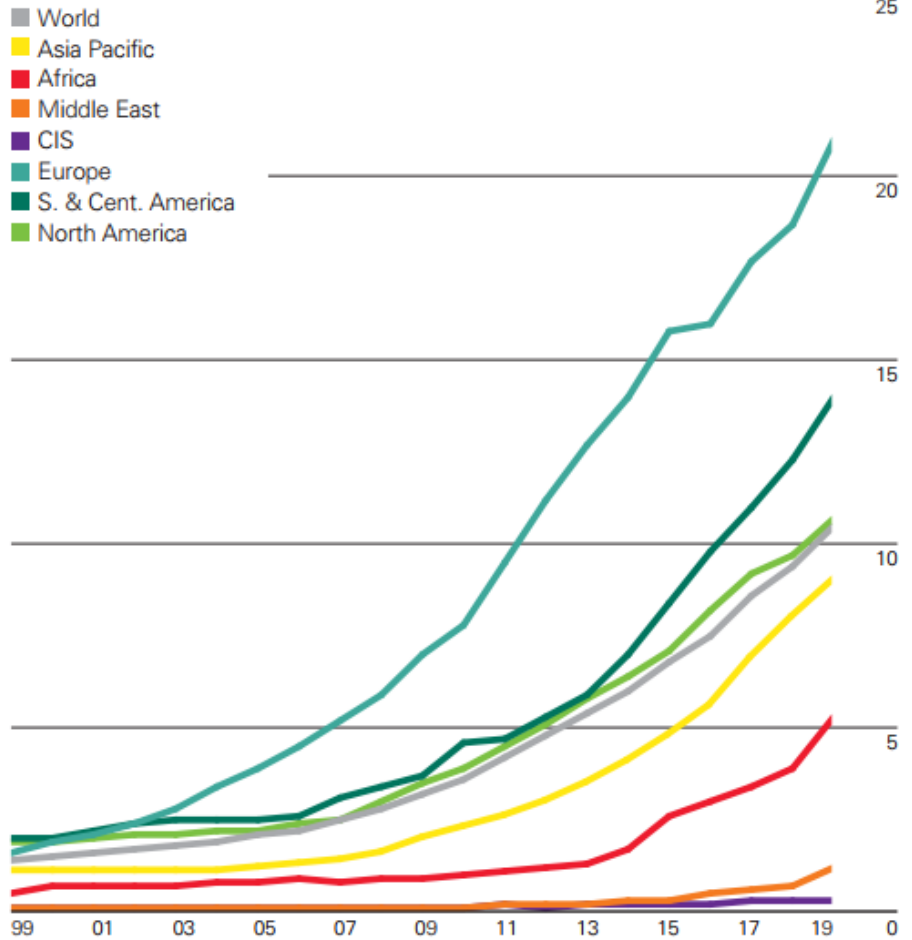
## Share of global electricity generation by fuel

Percentage



## Renewables share of power generation by region

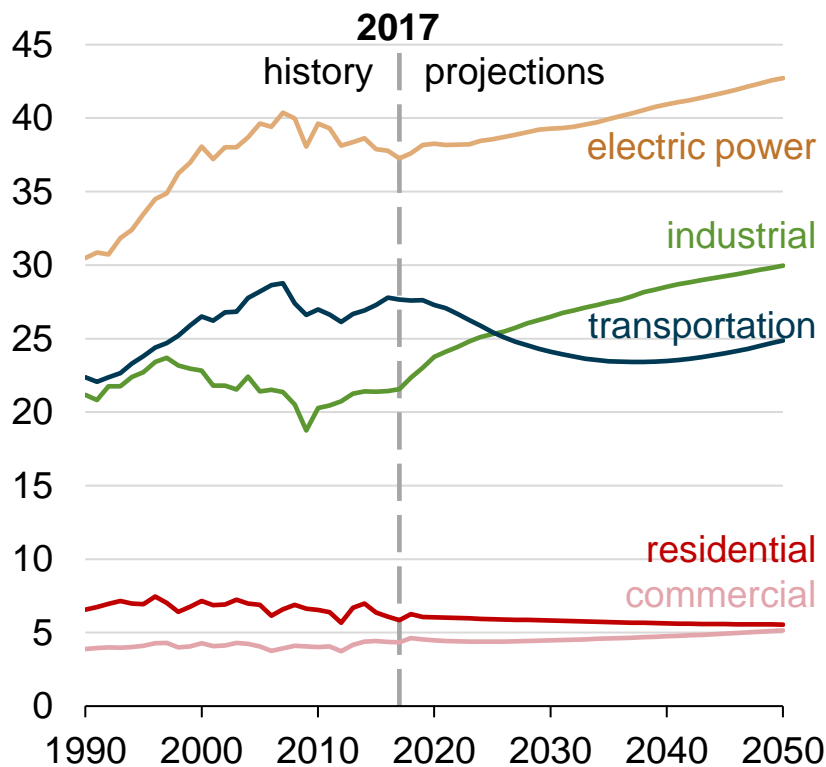
Percentage



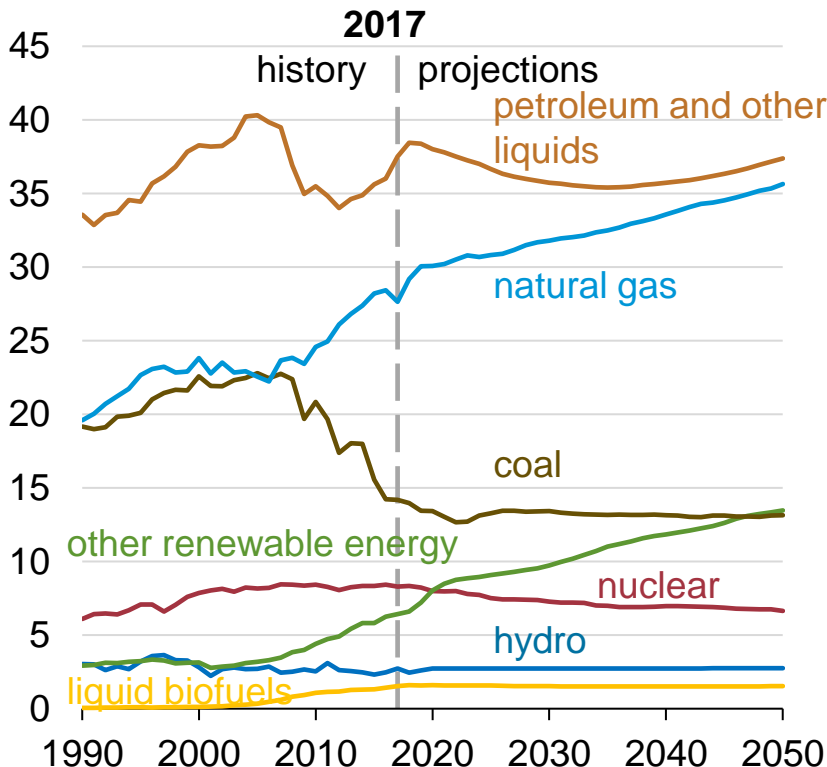
Πηγή: BP Statistical Review of World Energy 2020, 69th edition (<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>)

# Ετήσια κατανάλωση ενέργειας στις ΗΠΑ ανά χρήση και ανά πηγή (ιστορικά δεδομένα περιόδου 1990-2017, προβλέψεις έως 2050)

**Energy consumption by sector**  
quadrillion British thermal units



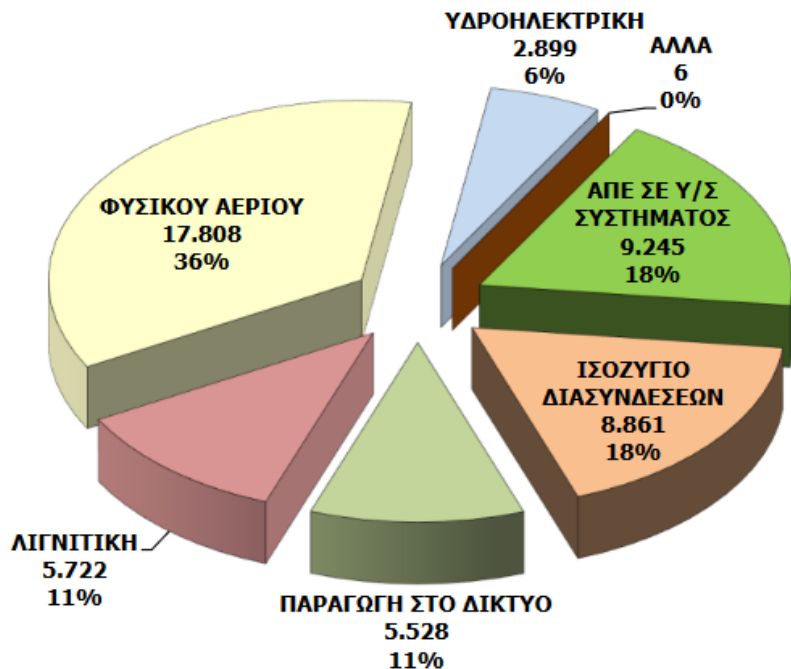
**Energy consumption by fuel**  
quadrillion British thermal units



# Μίγμα ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

## ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ (GWh)

50.069 GWh



## Εγκατεστημένη ισχύς ανά τύπο καυσίμου (1/10/2019):

Φυσικό αέριο: 4 650 MW

Λιγνίτης: 4 340 MW

ΣΗΘΥΑ: 335 MW

Υδροηλεκτρικά (ταμιευτήρες): 3 170 MW

ΑΠΕ (αιολικά, Φ/Β, ΜΥΗΕ, βιομάζα, κτλ.): 5 625 MW

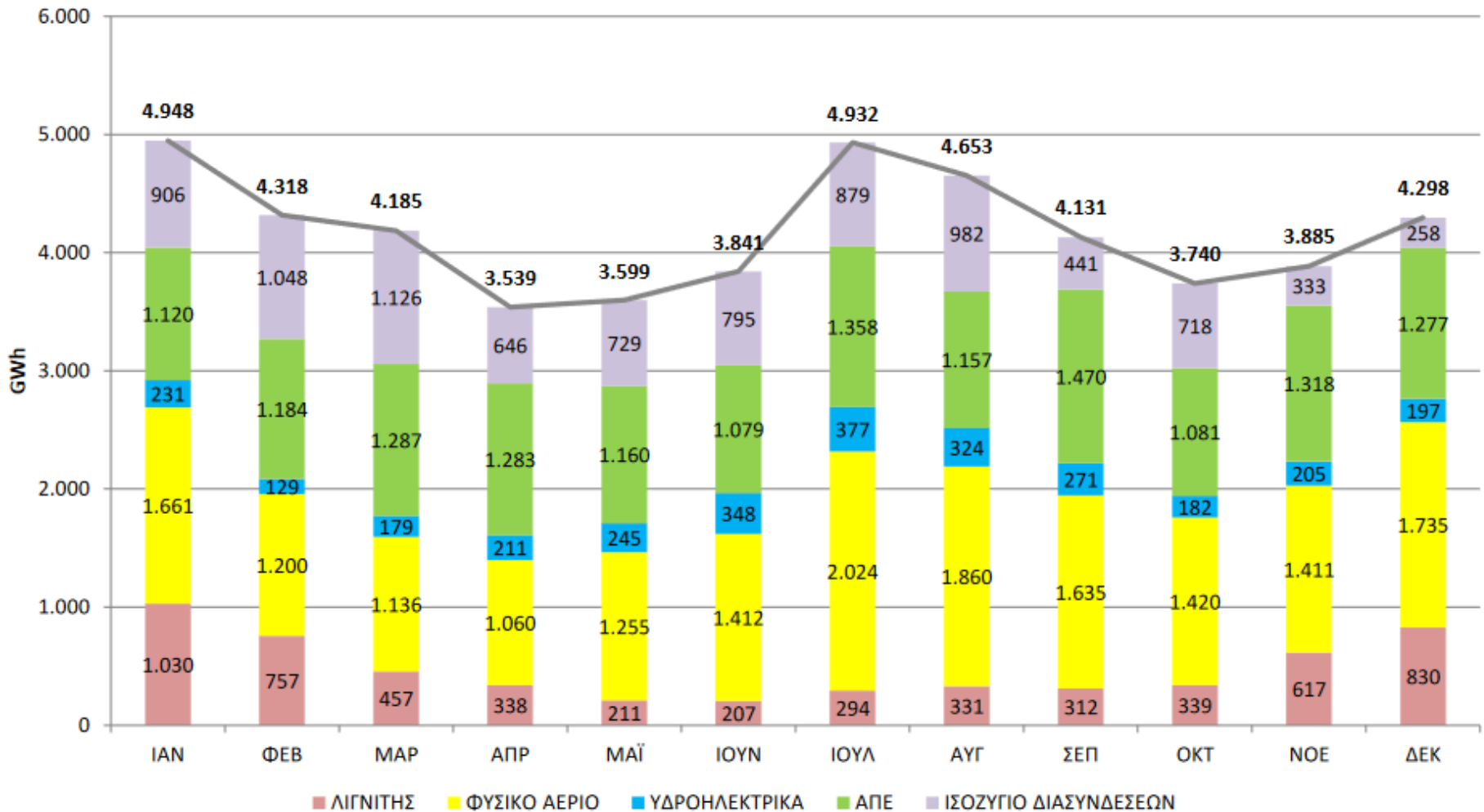
**Σύνολο: 18 450 MW**

Πηγή: ΑΔΜΗΕ, Μελέτη επάρκειας ισχύος για την περίοδο 2020-2030, Αθήνα, Δεκέμβριος 2019

Πηγή: <https://www.dapeep.gr/>

2020	Λιγνίτης	Πετρέλαιο	Φυσικό Αέριο <sup>1</sup>	Ορυκτά καύσιμα Α.Π. <sup>2</sup>	Σύνολο Ορυκτών Καυσίμων	Ηλιαικά	Αιολικά	Υδροηλεκτρικά	Βιομάζα	ΑΠΕ Α.Π. <sup>2</sup>	Σύνολο ΑΠΕ	Σύνολο
%	12,37%	8,29%	40,91%	0,30%	<b>61,86%</b>	9,67%	20,35%	7,19%	0,93%	0,00%	<b>38,14%</b>	<b>100,0%</b>
TWh	5,72	3,83	18,92	0,14	<b>28,61</b>	4,47	9,41	3,33	0,43	0,00	<b>17,64</b>	<b>46,25</b>

# Μηνιαία παραγωγή ανά τύπου καυσίμου και ισοζύγιο διασυνδέσεων στην Ελλάδα (έτος 2020)



# Όρια διακύμανσης της ωριαίας ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα (έτος 2020)

- Μέγιστη ζήτηση ισχύος: 9 547 MW (31/7), εγκατεστημένη ισχύς: >18 500 MW
- Στις αιχμές, το σύστημα ανταποκρίνεται οριακά, απαιτώντας σημαντικές εισαγωγές ενέργειας, οι τιμές στο χρηματιστήριο ενέργειας εκτινάσσονται
- Γιατί; (άσκηση για το επόμενο μάθημα)

