

Ο ρόλος του υδρογόνου (H_2) στην πράσινη ενεργειακή μετάβαση

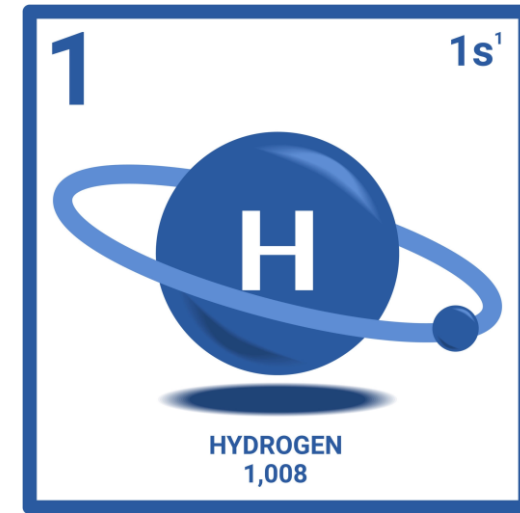
Φώτης Ζαραβέλης, Υποψήφιος Διδάκτορας

Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ) / Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής (ΙΕΧΜΗ)

Το υδρογόνο (H₂)

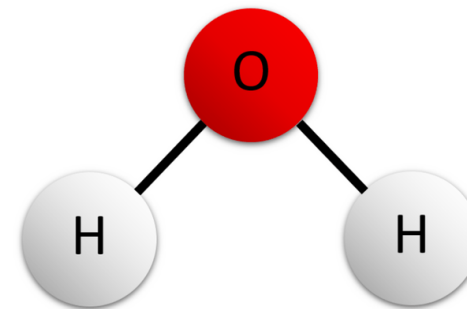
Χαρακτηριστικά και ιδιότητες

- ❖ Το πολυπληθέστερο στοιχείο στο σύμπαν
- ❖ Άχρωμο, άοσμο, άγευστο και ελαφρύ
- ❖ Εύφλεκτο
- ❖ Ενεργειακά πυκνό (x3 από μεθάνιο & ντίζελ)

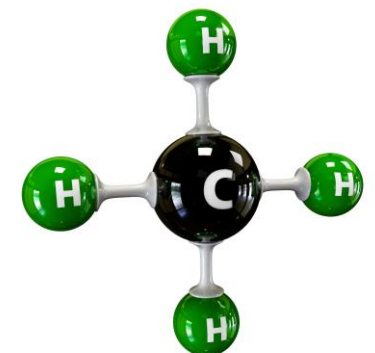


Στην γη το βρίσκεις πάντα δεσμευμένο

Νερό (H₂O)



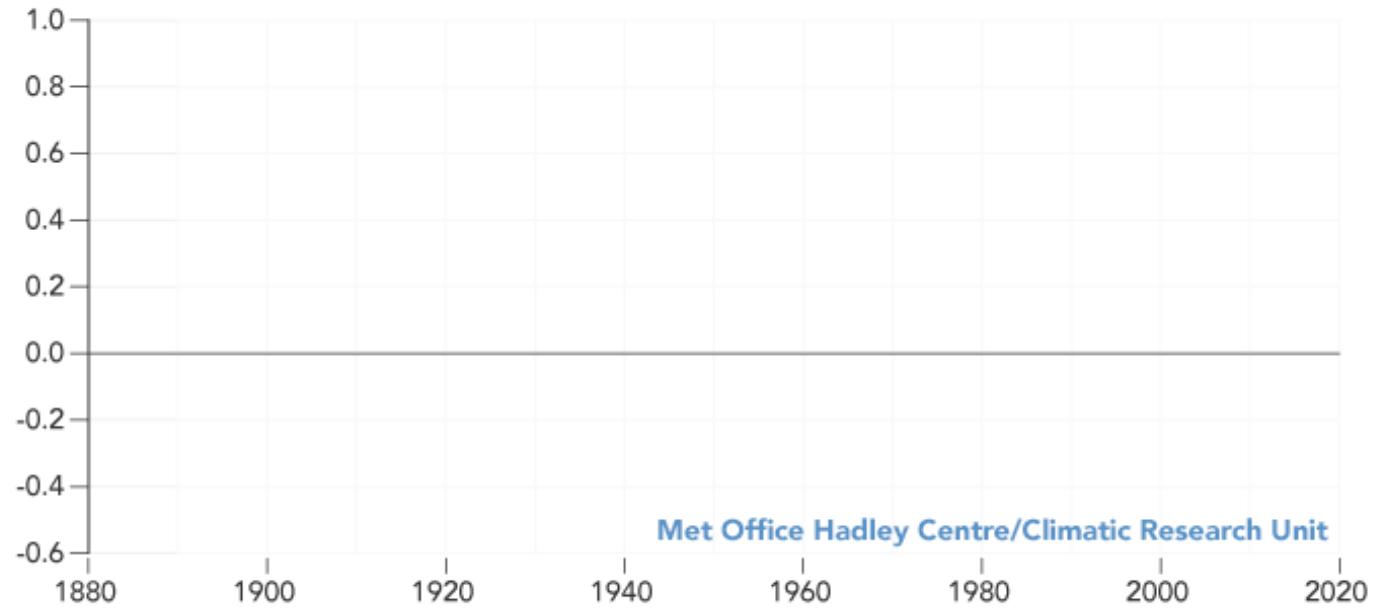
Μεθάνιο (CH₄)



Κλιματική αλλαγή

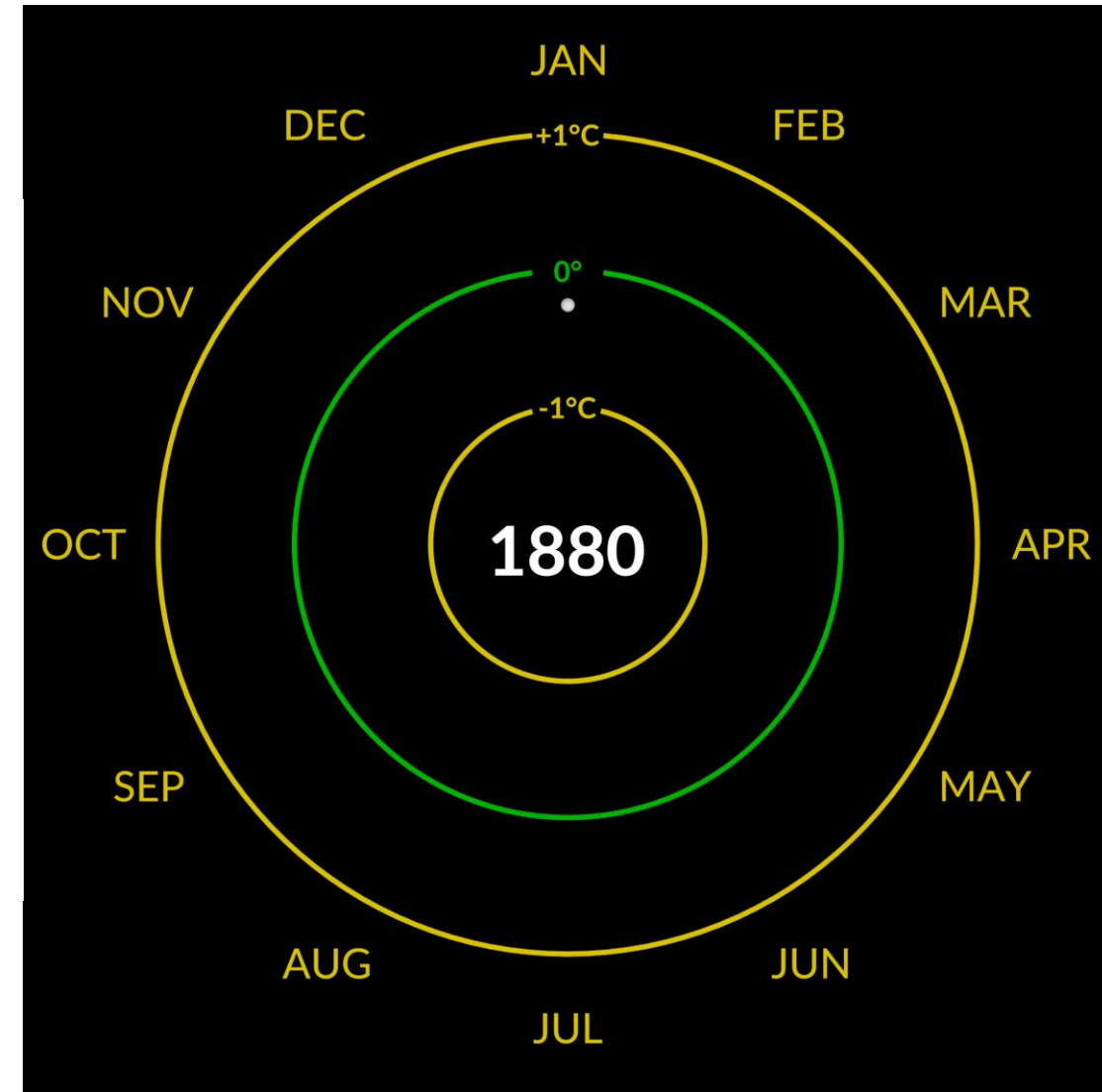
Αύξηση θερμοκρασίας

A World of Agreement: Temperatures are Rising
Global Temperature Anomaly (relative to 1951-1980, °C)



Source: The Earth Observatory

<https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures>



Source: NASA's Scientific Visualization Studio

<https://svs.gsfc.nasa.gov/5057>

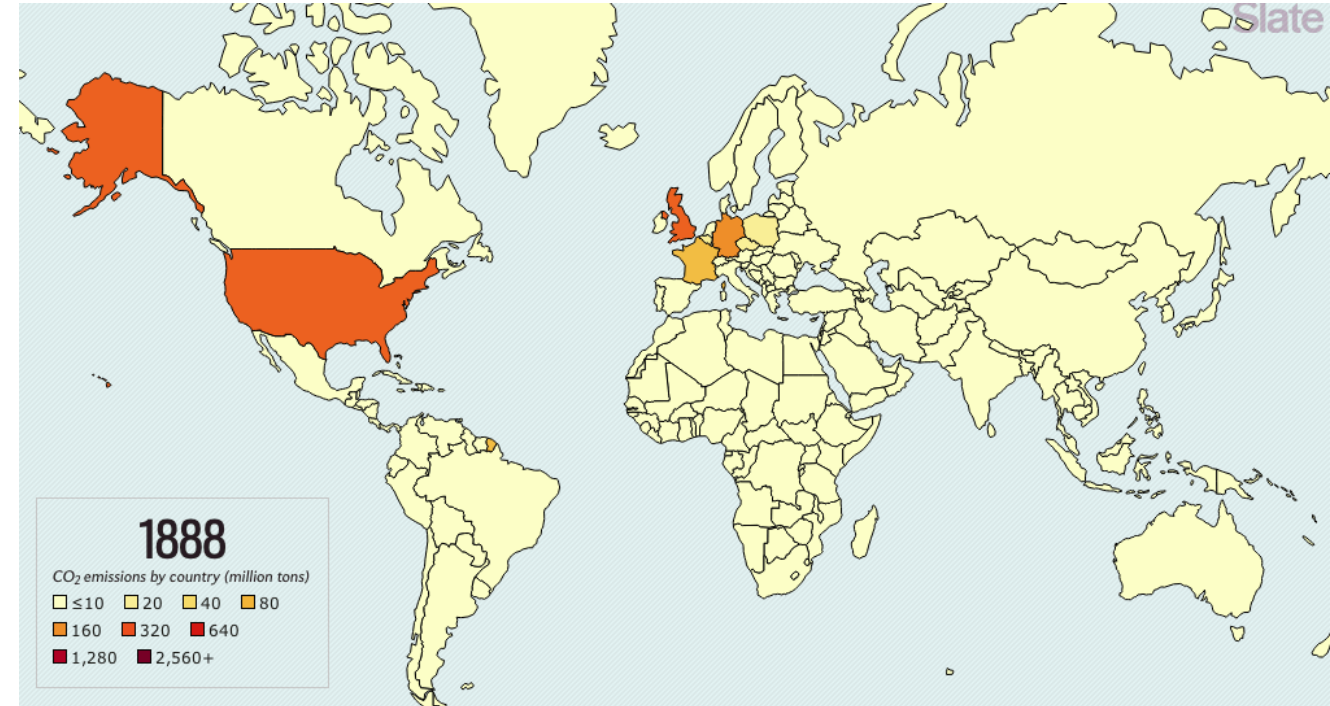
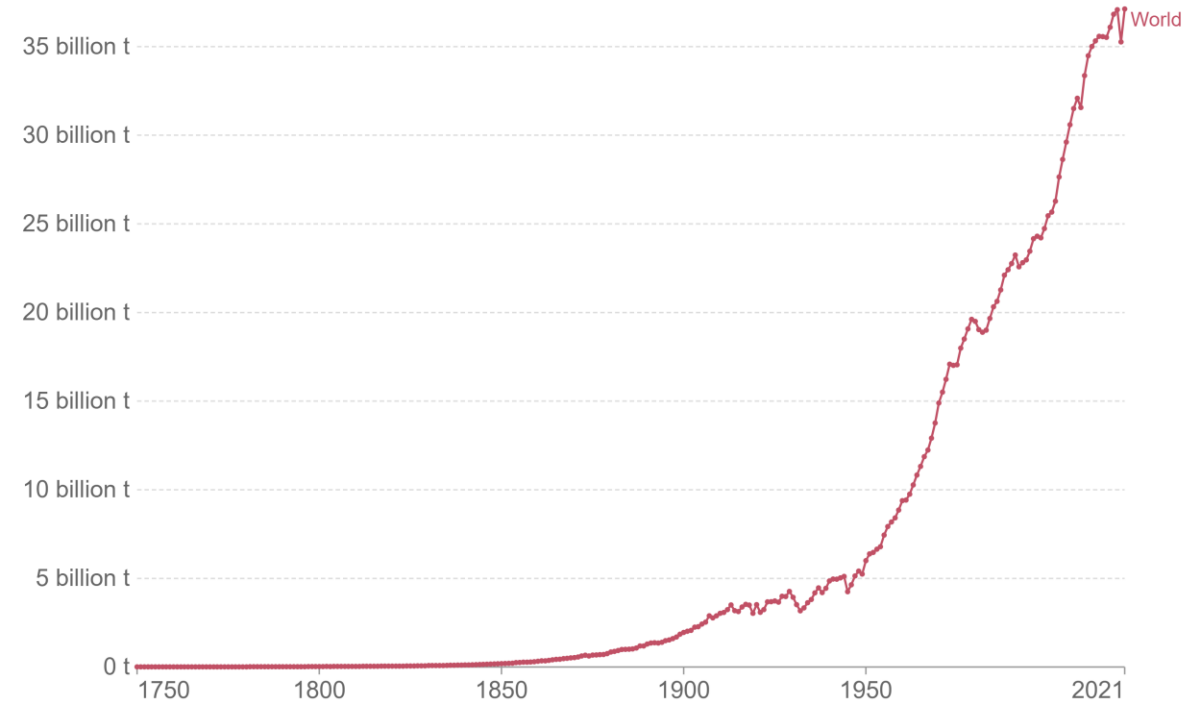
Κλιματική αλλαγή

Εκπομπές CO₂

Annual CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land use change is not included.

Our World
in Data



Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project (2022)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions • CC BY

1. Fossil emissions: Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

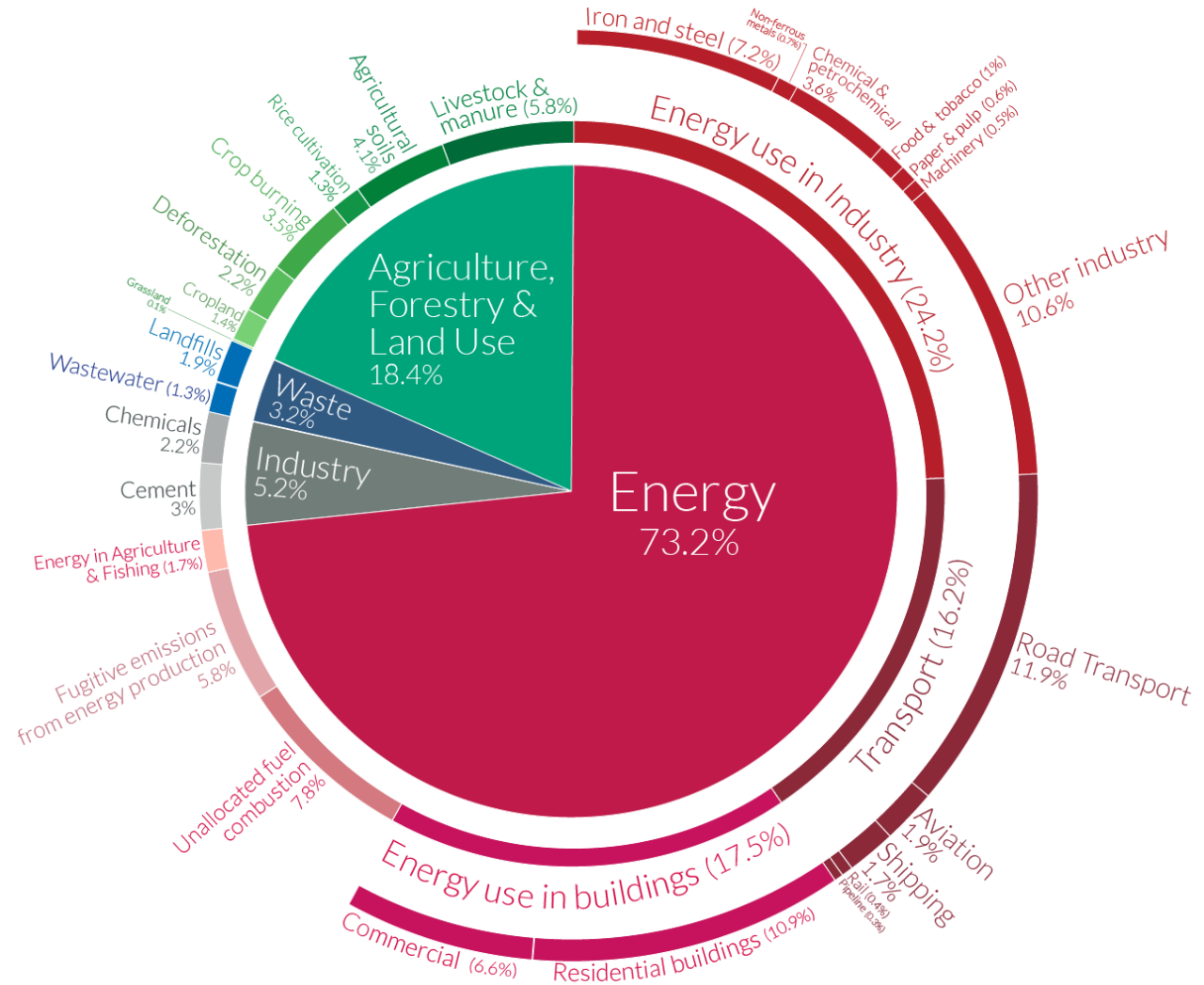
Source: Our World in Data

Κλιματική αλλαγή

Η 'ζημιά' ανά τομέα

Global greenhouse gas emissions by sector

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO₂eq.



Λιγνίτης (κάρβουνο):

44 %



Πετρέλαιο:

32 %



Φυσικό αέριο:

24 %



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

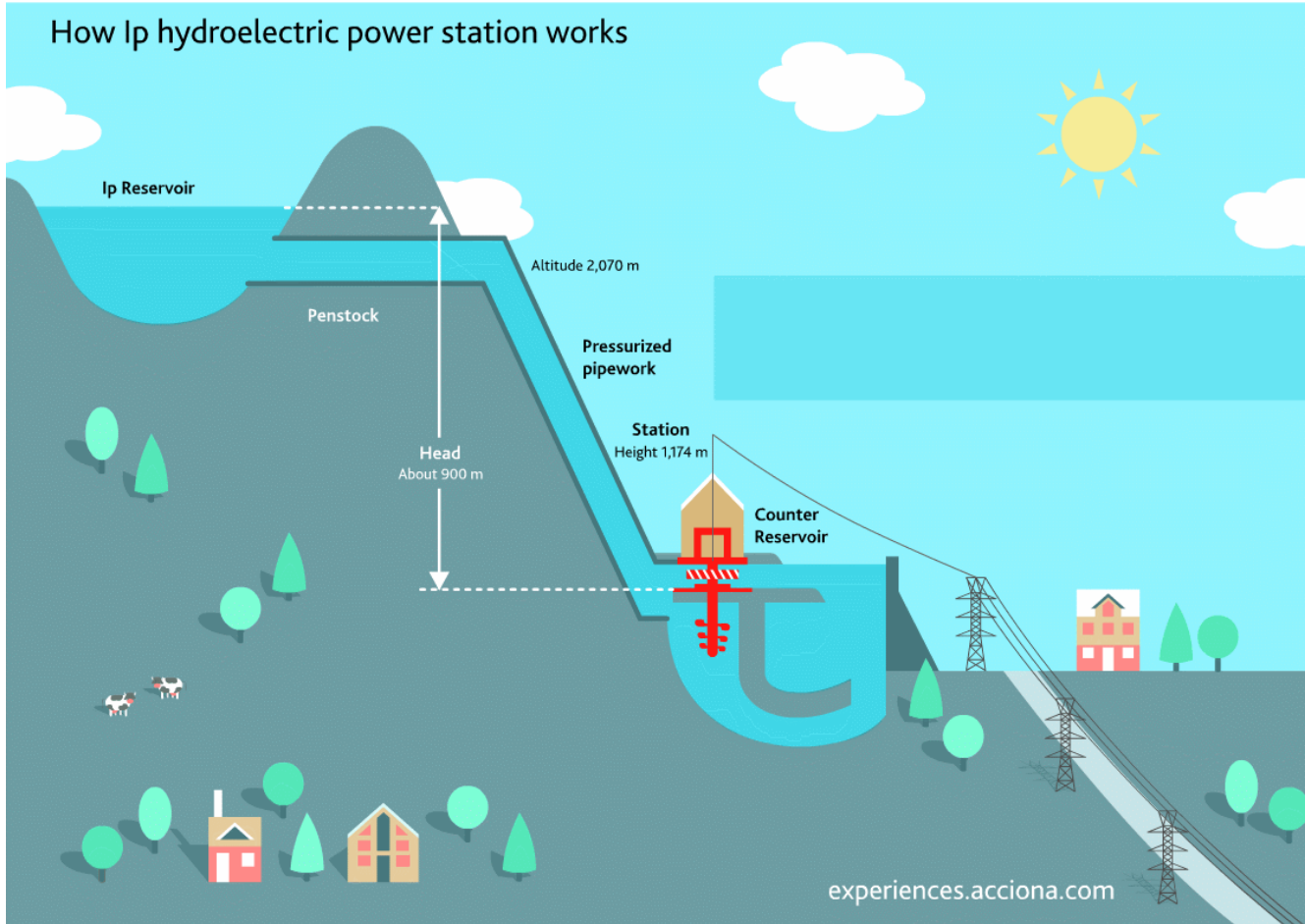
Η λύση στο πρόβλημα

- ❖ Αστείρευτη πηγή ενέργειας
- ❖ Μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα
- ❖ Καθαρή παραγωγή ενέργειας
- ❖ Φθηνή ενέργεια



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Υδροηλεκτρική ενέργεια

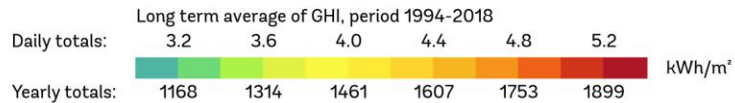
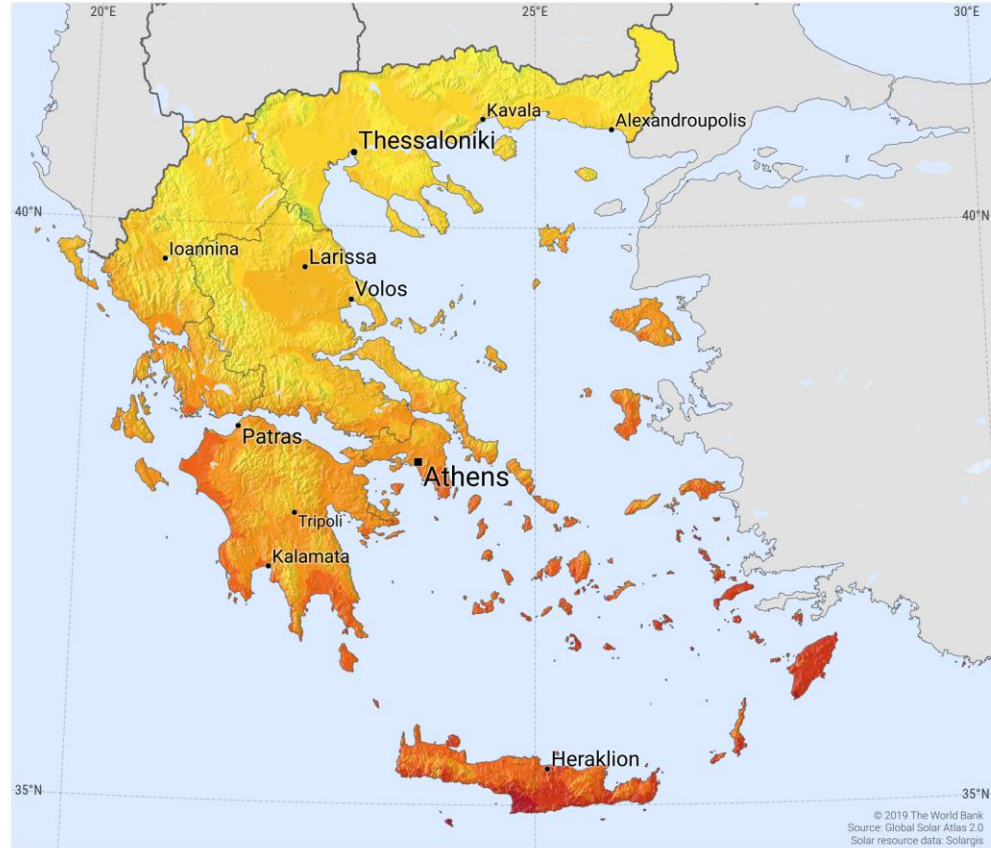


Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Ηλιακή ενέργεια

SOLAR RESOURCE MAP

GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION GREECE

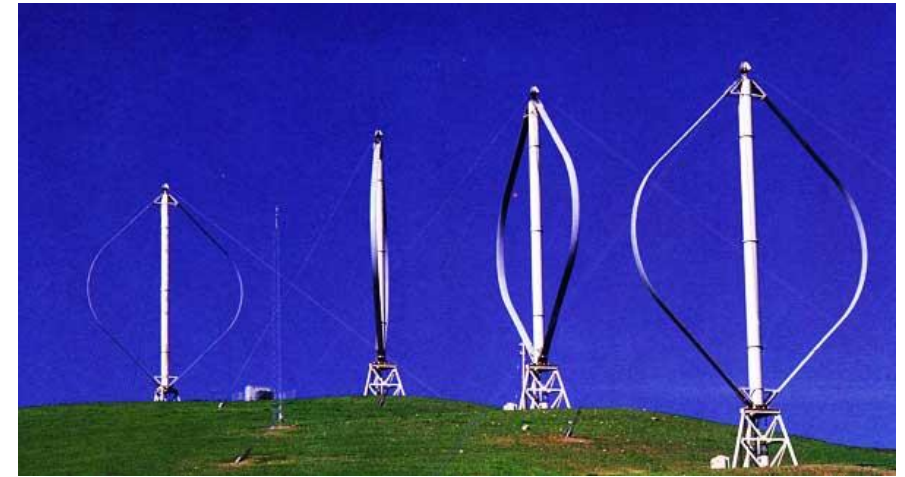
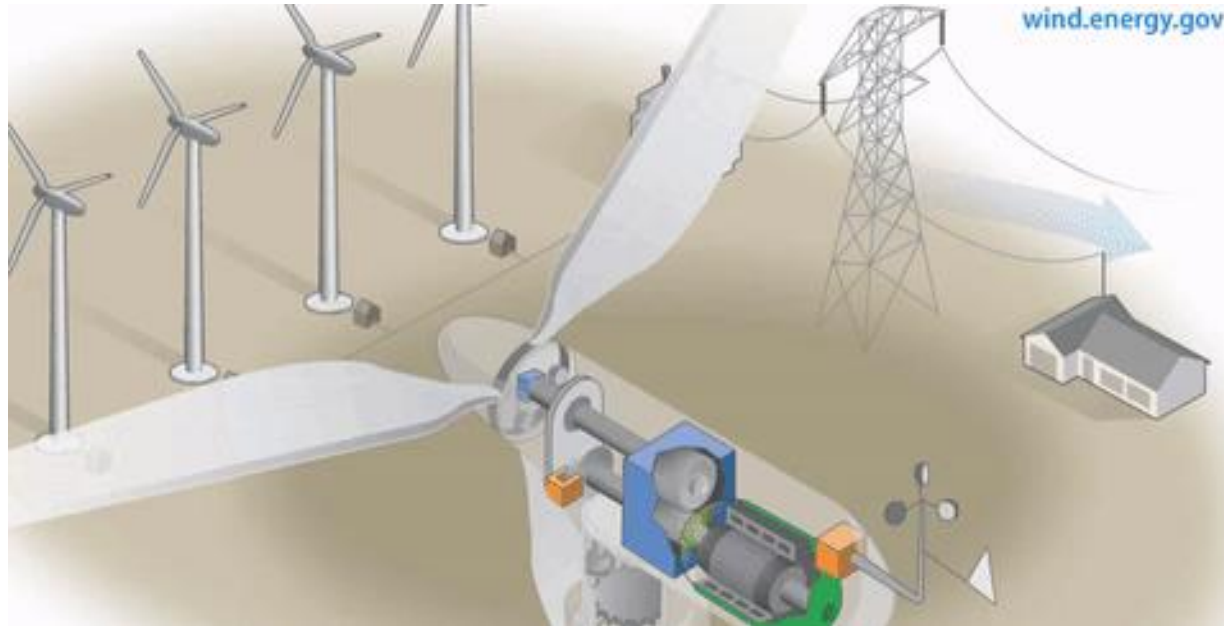


This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit <http://globalsolaratlas.info>.



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Αιολική ενέργεια



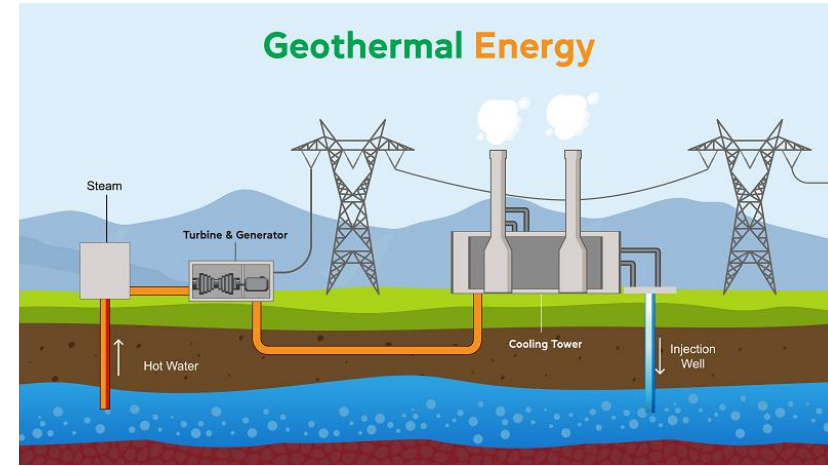
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Άλλες μορφές

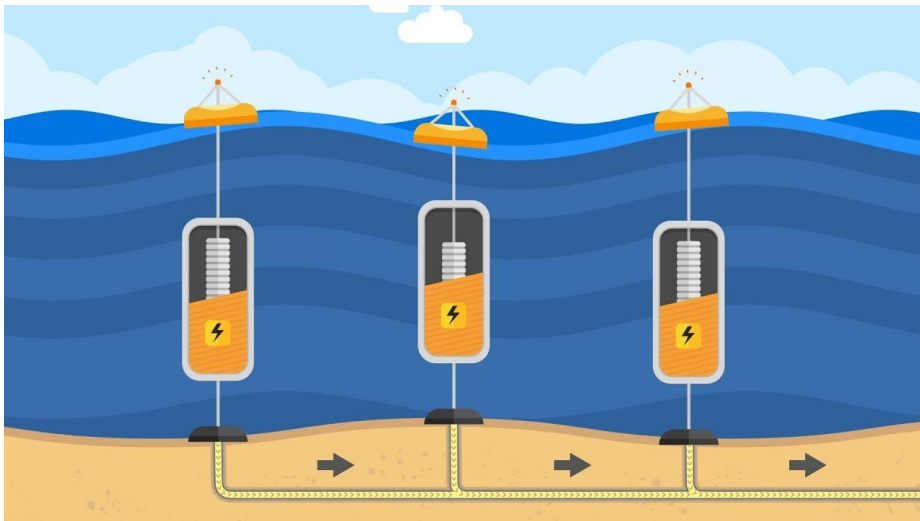
Παλιρροιακή



Γεωθερμική



Κυματική



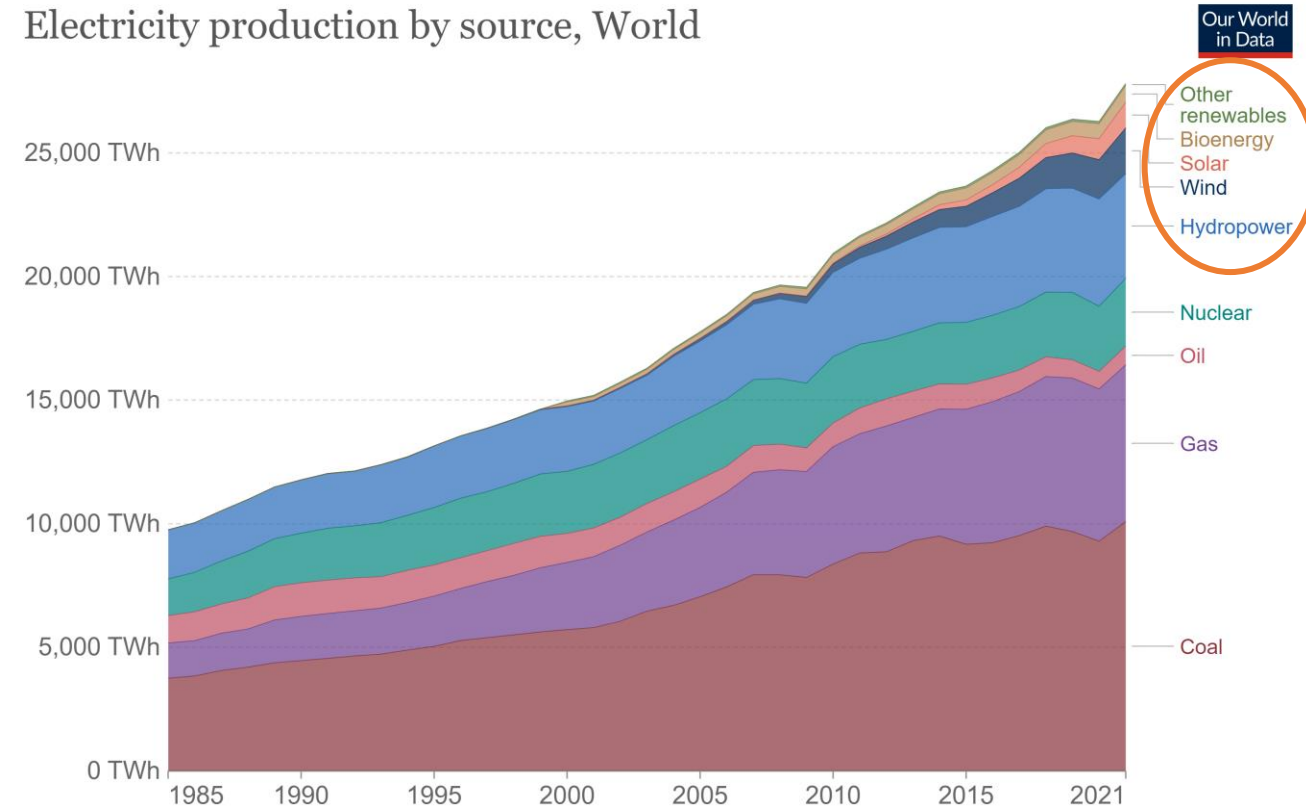
Βιοκαύσιμα



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Παραγωγή σήμερα

Electricity production by source, World

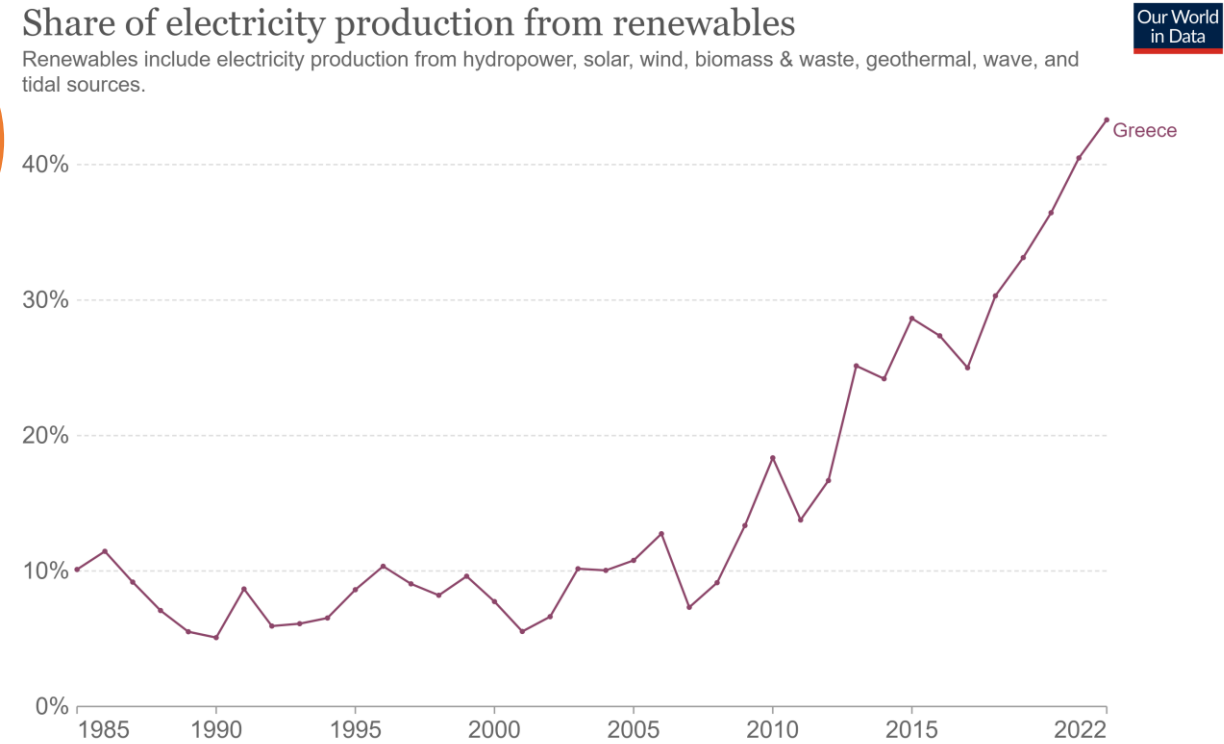


Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022); Ember (2023)
Note: 'Other renewables' includes waste, geothermal, wave and tidal.

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Share of electricity production from renewables

Renewables include electricity production from hydropower, solar, wind, biomass & waste, geothermal, wave, and tidal sources.



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022); Our World in Data based on Ember's Yearly Electricity Data (2023); Our World in Data based on Ember's European Electricity Review (2022)
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Το μεγάλο πρόβλημα

Ασταθής παραγωγή ενέργειας
Εξάρτηση από τα καιρικά φαινόμενα
Υπόπαραγωγή



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Το μεγάλο πρόβλημα

Ασταθής παραγωγή ενέργειας
Εξάρτηση από τα καιρικά φαινόμενα

Υπερπαραγωγή

(το παράδειγμα της California)



- ❖ Παραγωγή που ξεπερνάει κατά πολύ την ζήτηση
- ❖ Η λύση έως τώρα: απενεργοποίηση των μονάδων
- ❖ Ανάγκη για αποθήκευση της ενέργειας

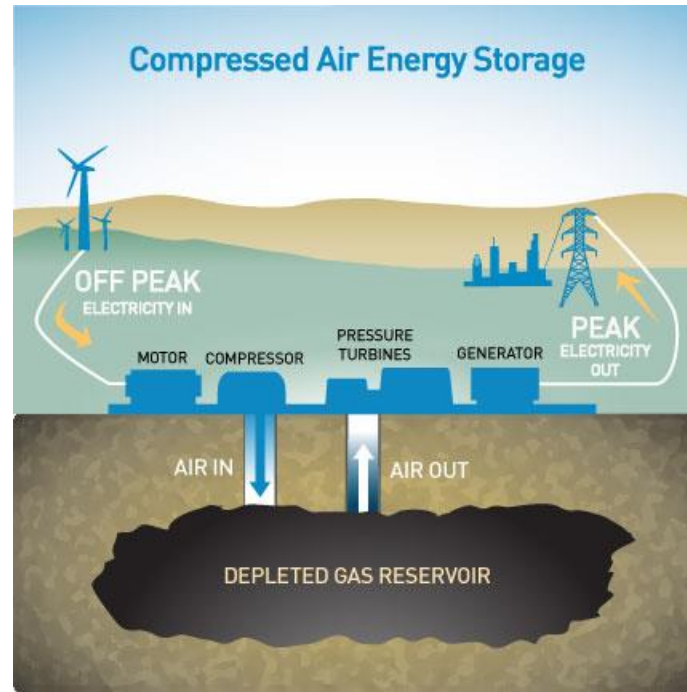
Τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας

Γέφυρα μεταξύ ζήτησης και προσφοράς

Μπαταρίες
1 MJ/kg



Συμπύεση αέρα
0.4 MJ/kg



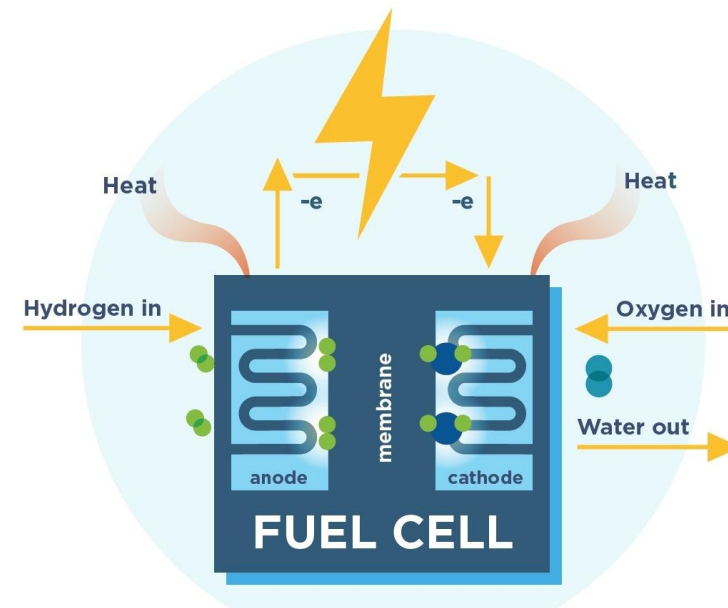
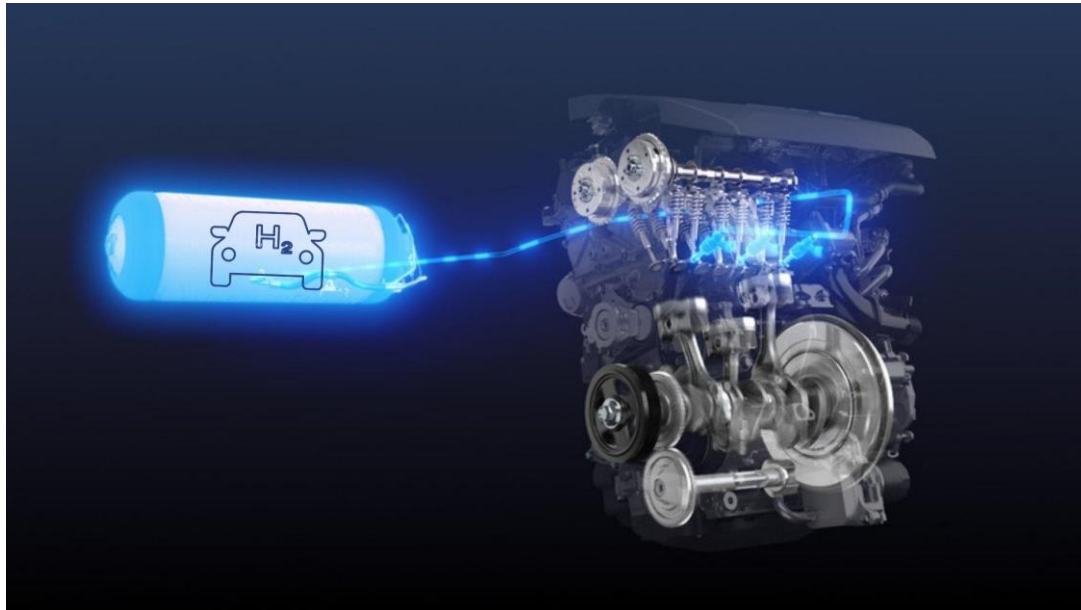
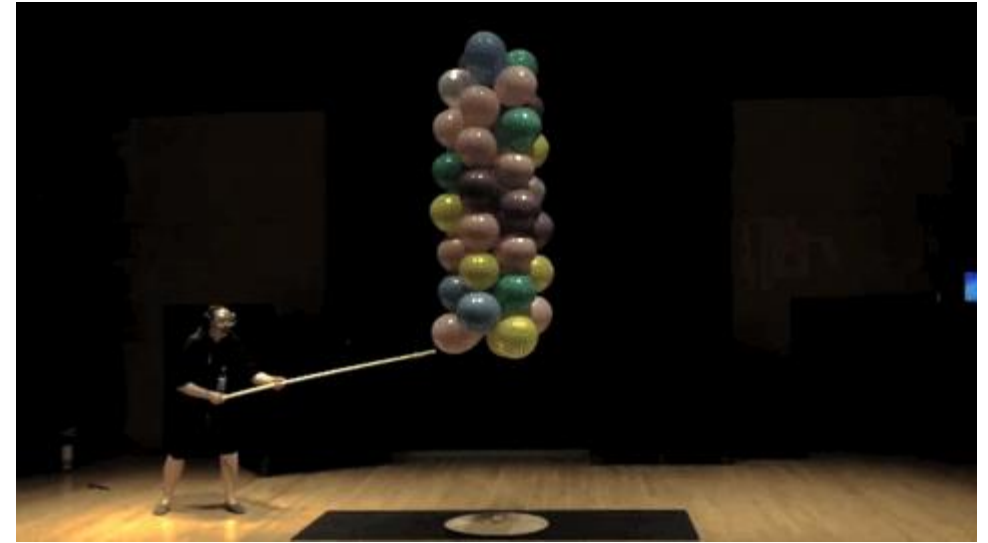
Pumped Hydro
0.001 MJ/kg



Τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας

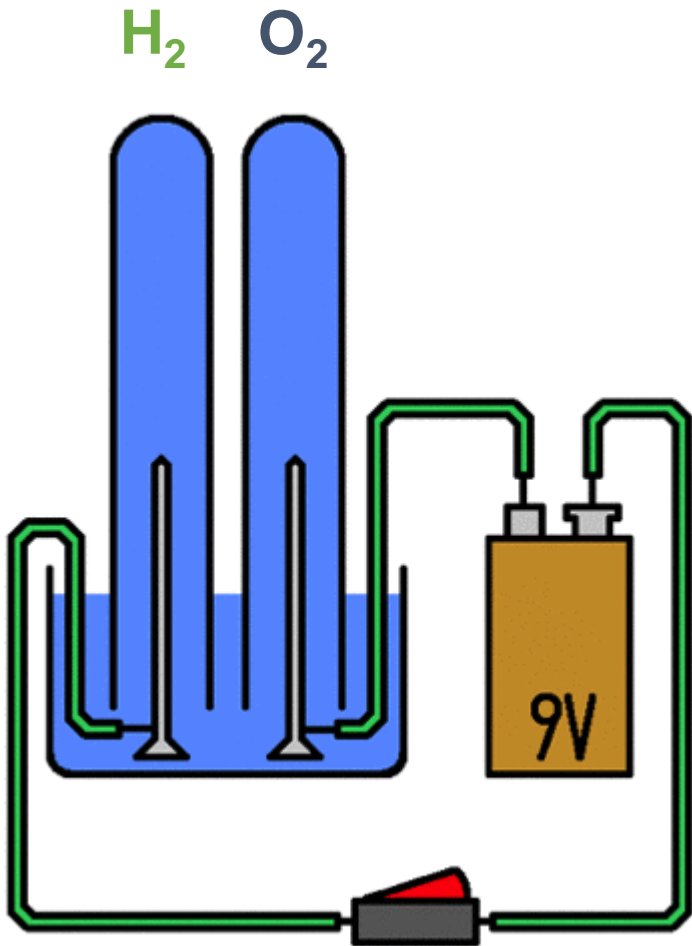
Επιστροφή στο H_2

- ❖ Όχι πηγή ενέργειας, φορέας ενέργειας
- ❖ Μεγάλη ενεργειακή πυκνότητα: **141 MJ/kg**
- ❖ Τρομερά εύφλεκτο



Το πράσινο H₂ στην ενεργειακή μετάβαση

Ηλεκτρόλυση νερού



$\Delta G^\circ = +237 \text{ kJ/mol}$:: Αυθόρμητη αντίδραση

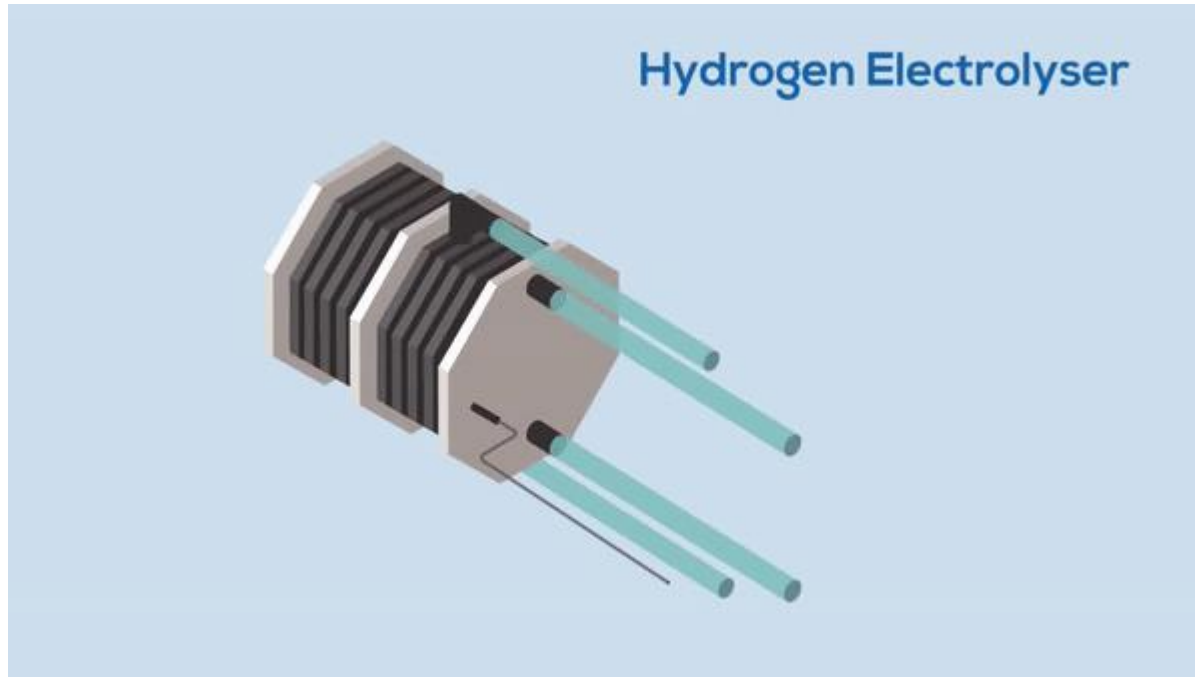
$\Delta H^\circ = +286 \text{ kJ/mol}$:: Εξώθερμη αντίδραση

Από την άλλη...

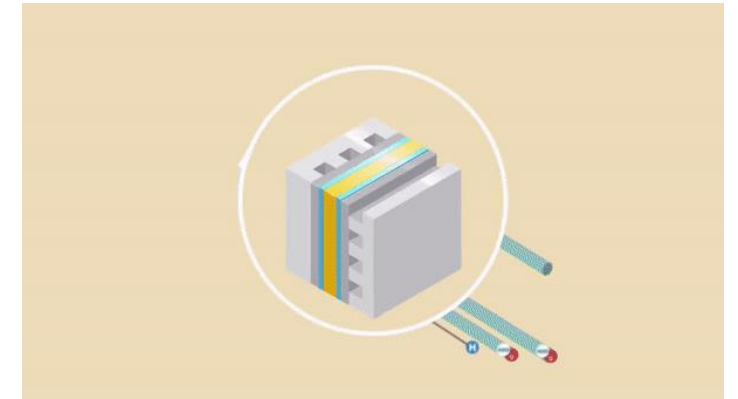
Η δημιουργία του νερού ($\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$) είναι **αυθόρμητη** και εξαιρετικά **εξώθερμη**

Το πράσινο H₂ στην ενεργειακή μετάβαση

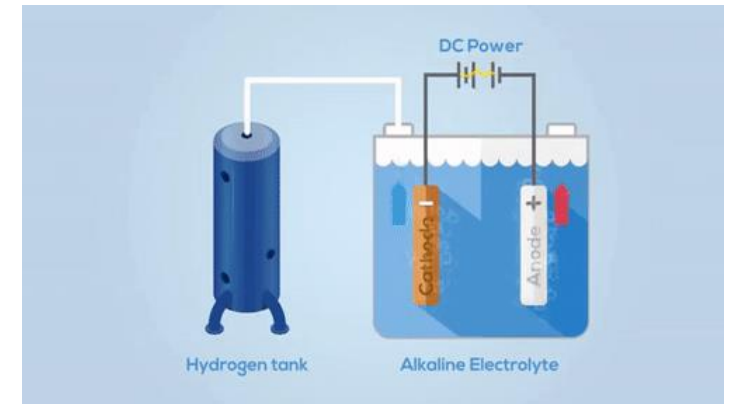
Ηλεκτρόλυση νερού – Τεχνολογίες



Πολυμερικής
μεμβράνης



Αλκαλικού
ηλεκτρολύτη

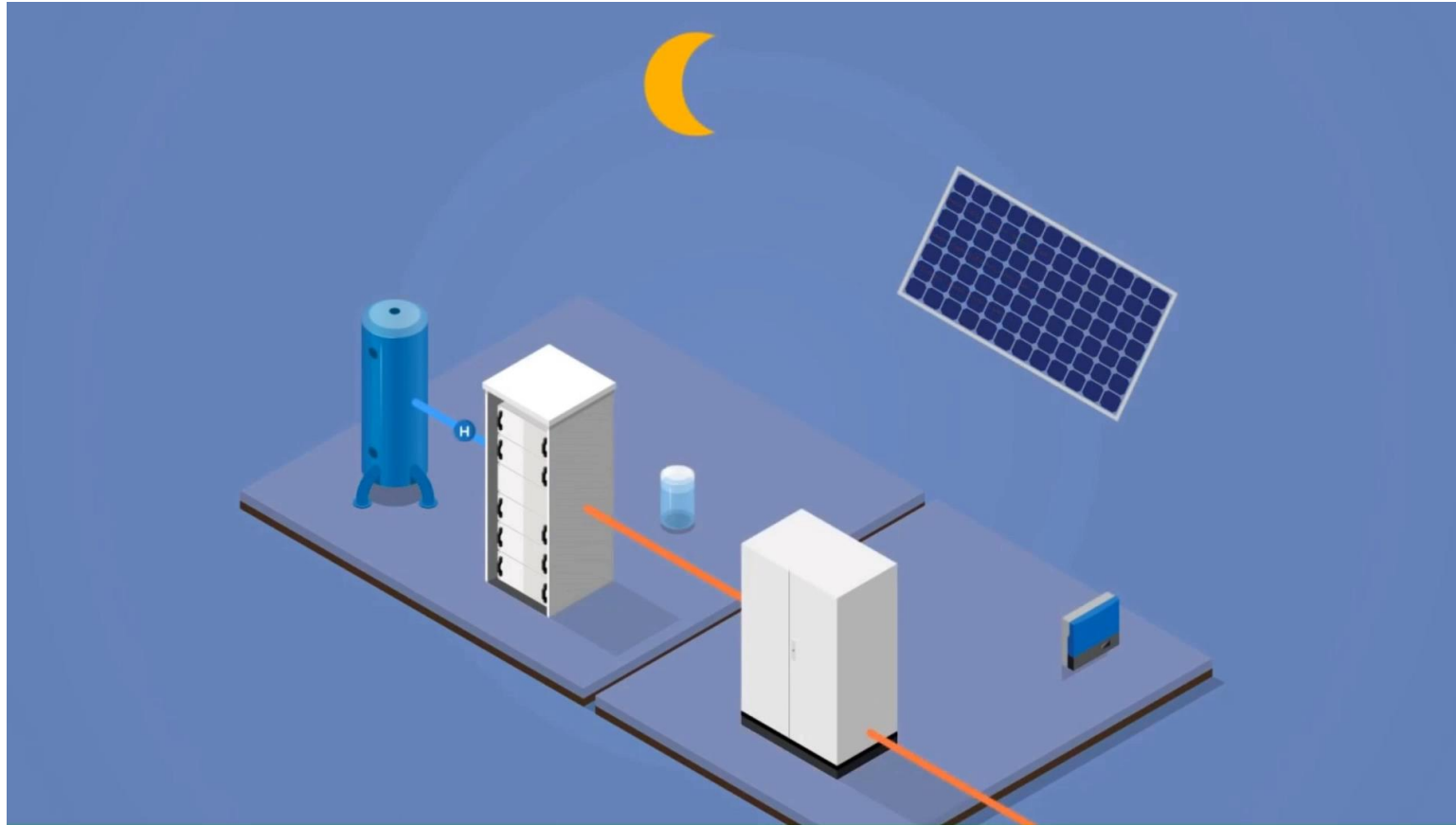


Στερεού
οξειδίου

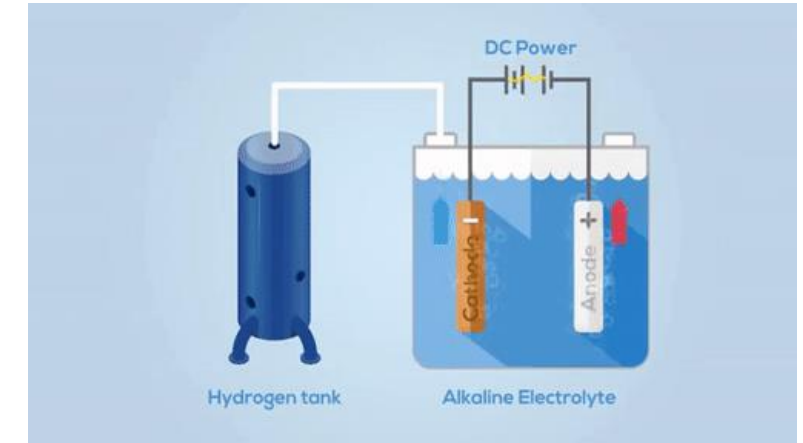


Το πράσινο H₂ στην ενεργειακή μετάβαση

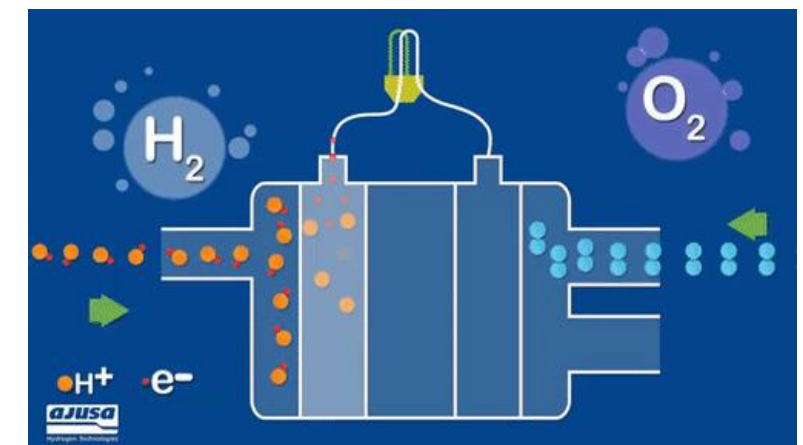
Πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί



Τροφοδότηση περίσσειας ενέργειας/ Παραγωγή & Αποθήκευση H₂



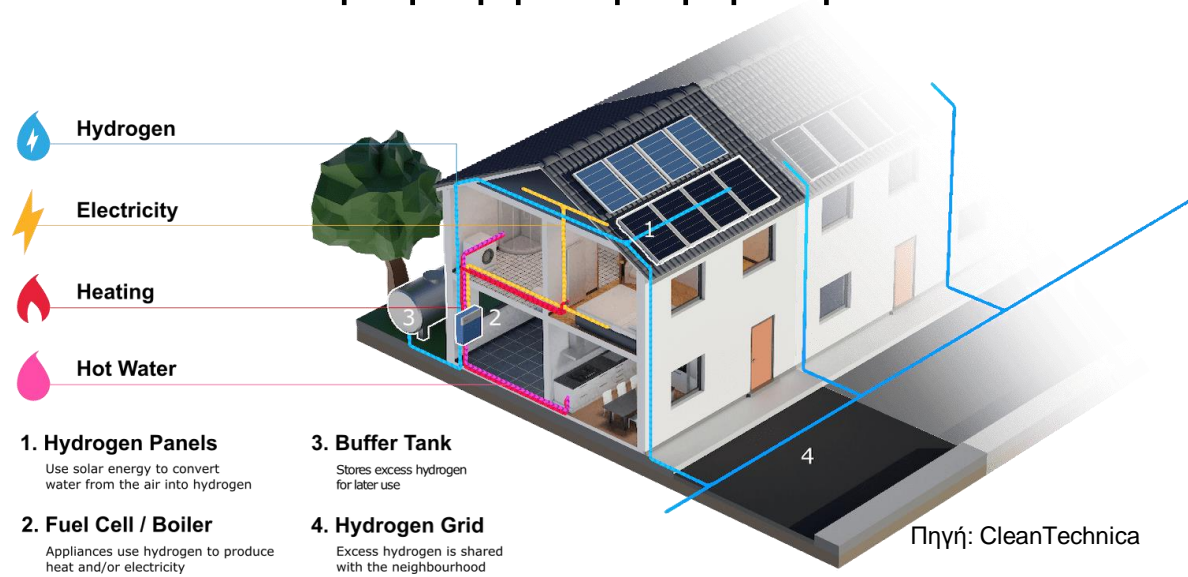
Κατανάλωση H₂ & Παραγωγή ενέργειας



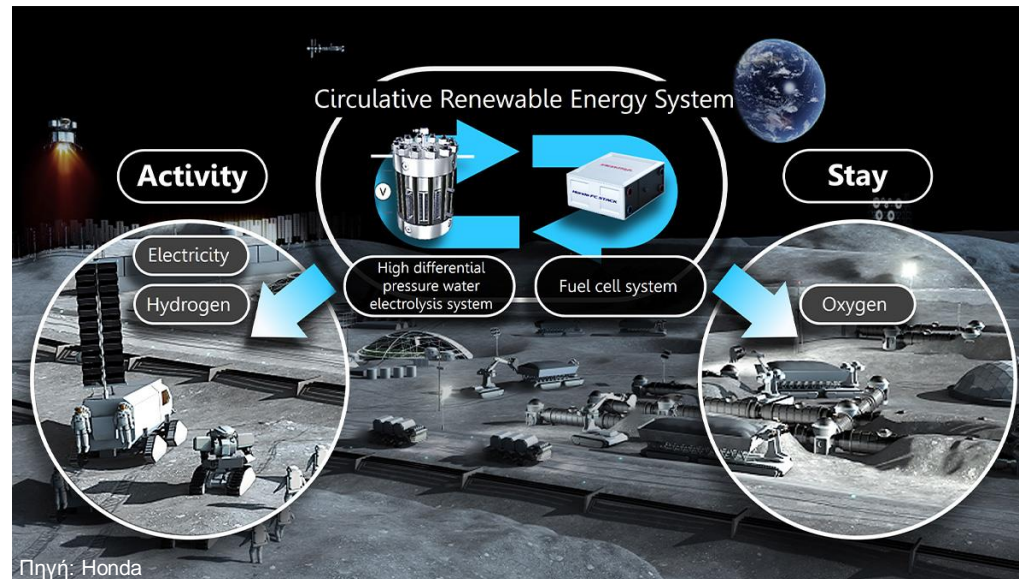
Το πράσινο H₂ στην ενεργειακή μετάβαση

Πρακτικά παραδείγματα

Παραγωγή σε μικρή κλίμακα



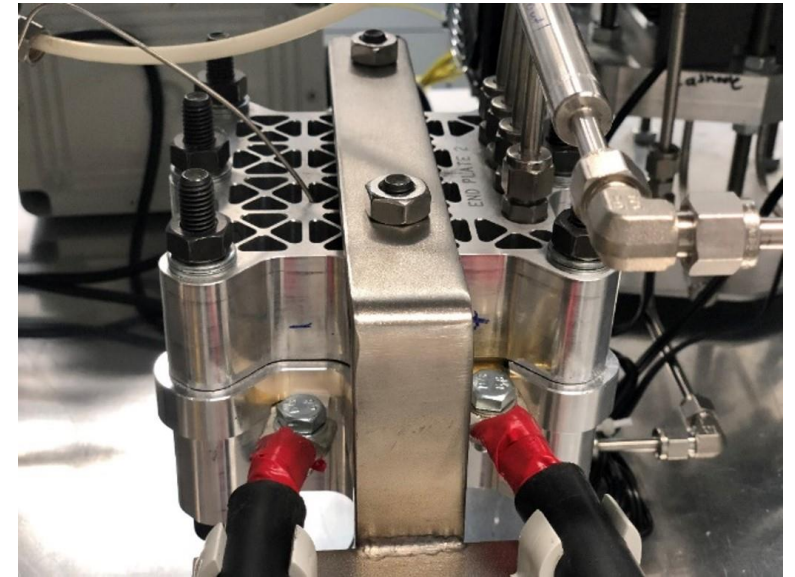
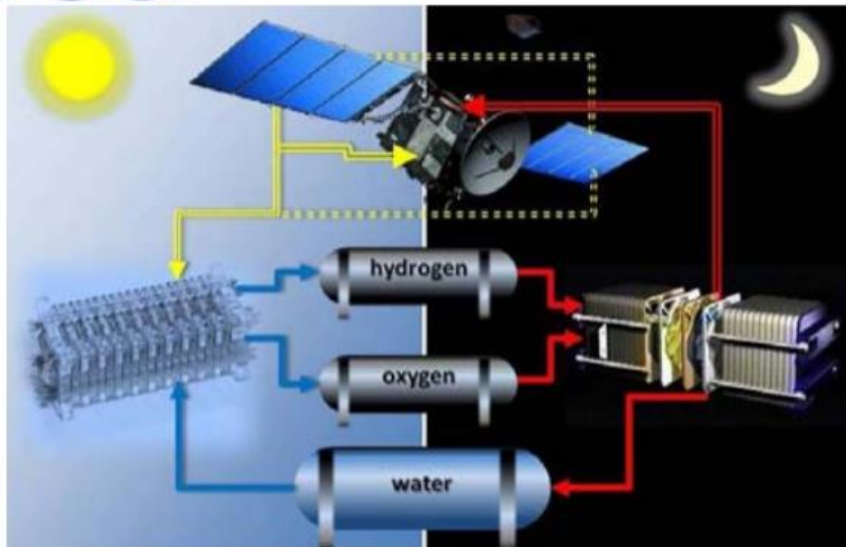
Παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα



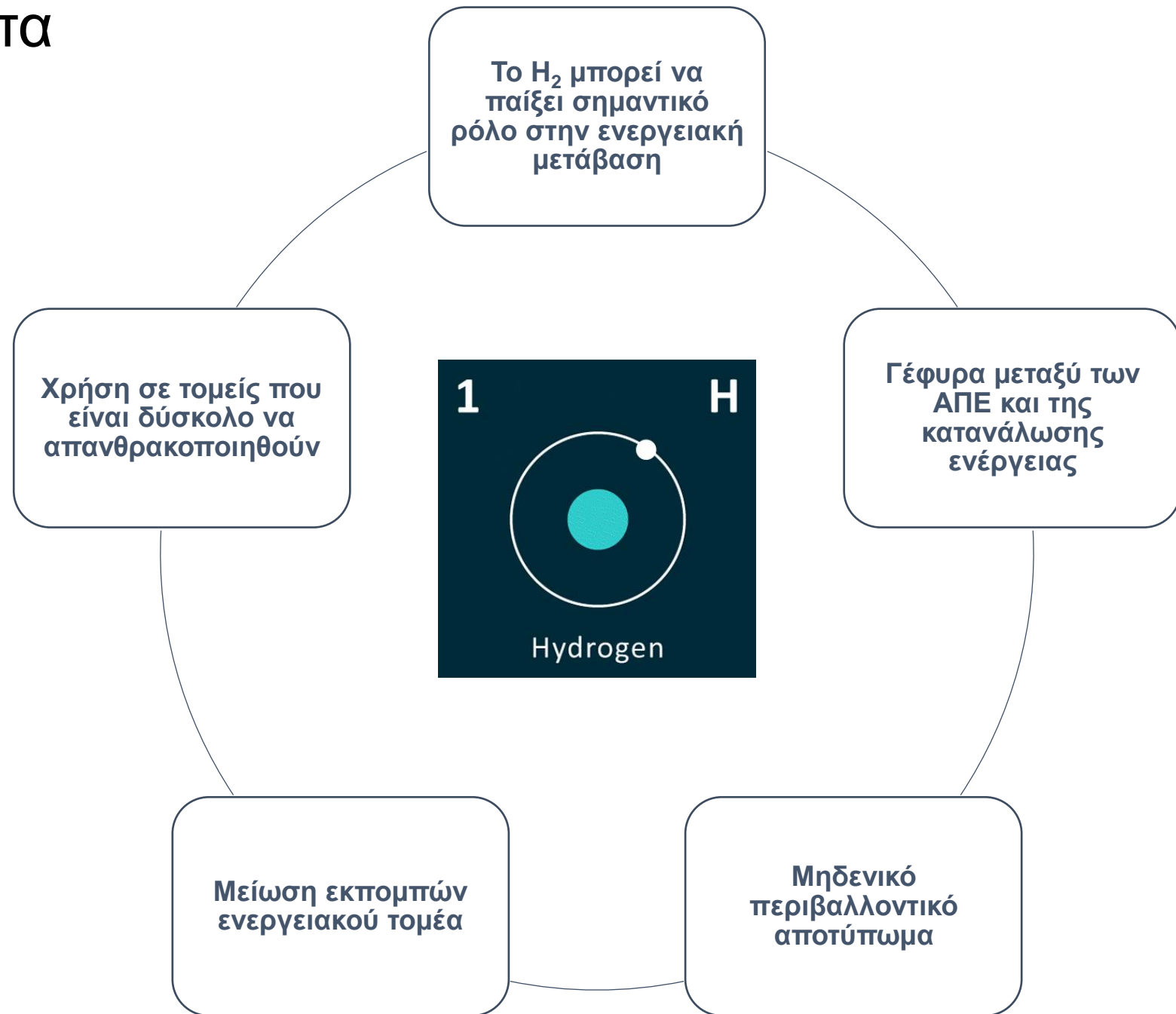
Διαστημικές εφαρμογές

Το πράσινο H₂ στην ενεργειακή μετάβαση

Πρακτικά παραδείγματα / Η δουλειά μας στο ΙΤΕ/ΙΕΧΜΗ



Συμπεράσματα





Σας ευχαριστώ πολύ για την
προσοχή σας!

