



# Προκλήσεις και προοπτικές των συστημάτων ηλεκτροκίνησης

Αν. Καθηγητής Αθανάσιος Δ. Καρλής – Καθηγητής Αντώνιος Γ. Κλαδάς



## Ενεργειακό πρόβλημα

### Ενέργεια: ζωογόνος πηγή των σύγχρονων κοινωνιών

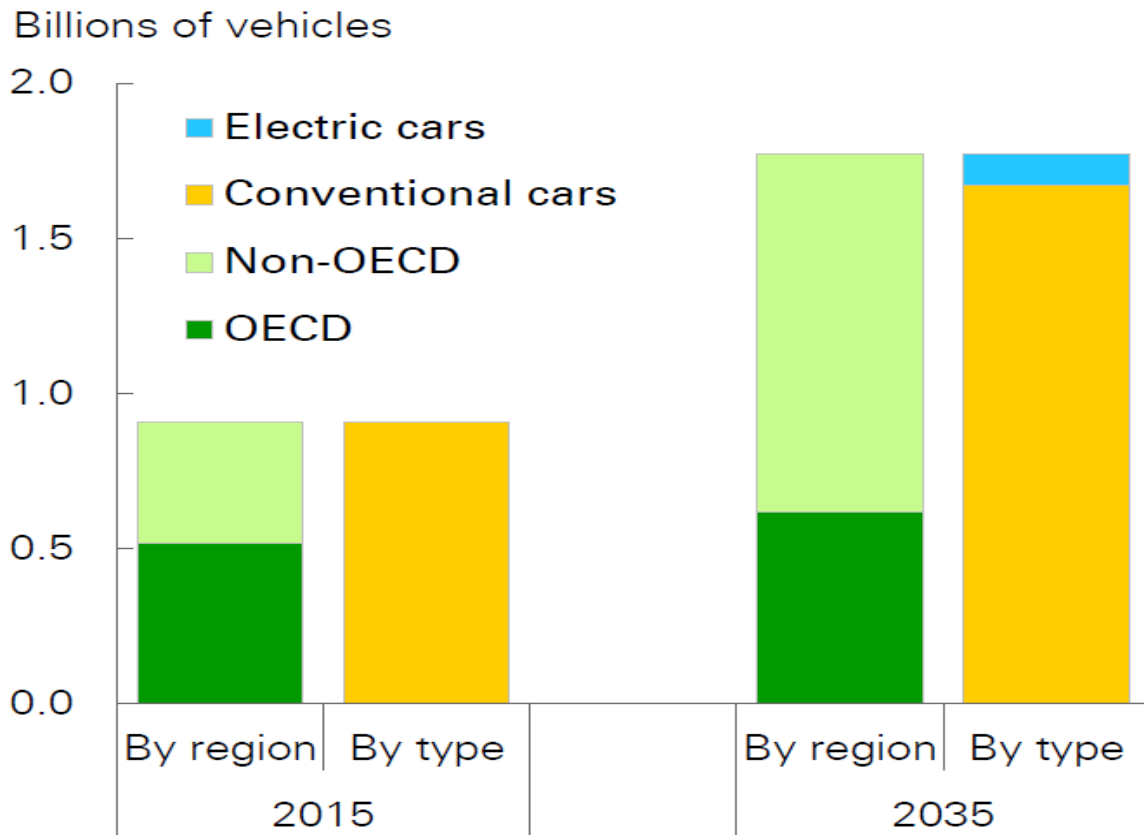
- Φωτισμός,
- Θέρμανση και ψύξη,
- Επικοινωνίες,
- Μεταφορές,
- Κατασκευαστικές και άλλες βιομηχανικές και εμπορικές διαδικασίες

**Οι μεταφορές καταναλώνουν περισσότερο από 20% της παγκόσμιας πρωτογενούς ενέργειας.**

**Εκτιμάται ότι από το 2015 ο αριθμός των αυτοκινήτων θα αυξηθεί από 800 εκατομμύρια σε πάνω από 1,7 δισεκατομμύρια μέχρι το 2035.**

**Για το έτος 2100 παγκοσμίως θα απαιτείται 10 φορές περισσότερη ενέργεια και οι μεταφορές θα καταναλώνουν το 40%.**

**Περισσότερο από 96% της ενέργειας που χρησιμοποιείται σήμερα στις μεταφορές προέρχεται από το πετρέλαιο.**





## ΤΥΠΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ

- Ηλεκτρικά αυτοκίνητα που κινούνται αποκλειστικά με την ηλεκτρική ενέργεια που αποθηκεύεται στις μπαταρίες που διαθέτουν (**Battery Electric Vehicles - BEV**) και η οποία, κατά τον ανεφοδιασμό τους, προσλαμβάνεται από το δίκτυο ή από κάποια εξωτερική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής.
- Ηλεκτρικά αυτοκίνητα, όπως τα ανωτέρω, τα οποία όμως επιπρόσθετα διαθέτουν επί του οχήματος και μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την οποία τροφοδοτούν τις μπαταρίες τους (ή/και τους ηλεκτροκινητήρες τους) όταν αυτές εκφορτιστούν. Ονομάζονται Ηλεκτρικά Αυτοκίνητα με μονάδα Επέκτασης της Αυτονομίας τους (**Battery Electric Vehicles with Range Extender - BEV/RE**). Ανεφοδιάζονται με ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο όπως ακριβώς και τα BEV αλλά επιπλέον ανεφοδιάζονται και με το είδος καυσίμου με το οποίο λειτουργεί η μονάδα επέκτασης της αυτονομίας τους (βενζίνη, πετρέλαιο, υγραέριο κ.λπ.).
- Υβριδικά αυτοκίνητα τα οποία κινούνται με συνδυασμό ηλεκτροκινητήρα και θερμικού κινητήρα και τα οποία εκτός από τον εφοδιασμό τους με το συμβατικό καύσιμο του θερμικού τους κινητήρα έχουν επιπρόσθετα τη δυνατότητα να φορτίζουν τις μπαταρίες τους με ηλεκτρική ενέργεια απευθείας από το δίκτυο ή από κάποια εξωτερική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής. Τα αυτοκίνητα αυτά ονομάζονται Επαναφορτιζόμενα Υβριδικά Αυτοκίνητα (**Plug-in Hybrid Electric Vehicles - PHEV**)

## Ατομικά μέσα μετακίνησης



## Ηλεκτρικά και ποδοκίνητα τετράτροχα ποδήλατα αστικής μετακίνησης



## Ηλεκτρικά ποδήλατα



## Ηλεκτρικά scooter



## Bikes-TAXI, Cargo, κλπ







## Ενδεικτικά οχήματα γειτονιάς





## Διάφορα Αυτόνομα οχήματα αστικής μετακίνησης



# Μελλοντικά αυτόνομα οχήματα, Drones, aircars κα.



## Αεροπλάνο-όχημα, Αυτόματα ατομική μεταφορά αντικειμένων κα.





Αναπληρωτής Καθηγητής Δ. Αθανάσιος Καρλής  
**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ**

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Τομέας Ενεργειακών Συστημάτων

Εργαστήριο Ηλεκτρικών Μηχανών

Τηλ. 25410-79722, Fax: 25410-79722, e-mail: akarlis@ee.duth.gr

**Ερευνητικές δραστηριότητες Εργαστηρίου Ηλεκτρικών Μηχανών**



## Ερευνητικά ενδιαφέροντα και δραστηριότητες

Η ερευνητική δραστηριότητα του Εργαστηρίου Ηλεκτρικών Μηχανών, καλύπτει ένα μεγάλο φάσμα του Ενεργειακού Ηλεκτρολόγου Μηχανικού. Ορισμένες από τις περιοχές ενδιαφέροντος είναι:

- Ανάλυση λειτουργίας ηλεκτρικών μηχανών και πειραματική προσέγγιση, με χρήση υπολογιστή και κατασκευή πρωτοτύπων.
- Σχεδιασμός ηλεκτρικών μηχανών.
- Ελαχιστοποίηση απωλειών ηλεκτρικών μηχανών.
- Διαγνωστική σφαλμάτων σε ηλεκτρικές μηχανές.
- Εφαρμογές μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης σε προβλήματα ηλεκτρικών μηχανών.
- Ανάλυση, σχεδίαση και ανάπτυξη ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος για έλεγχο ηλεκτρικών μηχανών.
- Ανάλυση, σχεδίαση και ανάπτυξη συστημάτων βασισμένα σε  $\mu C$  για μετρήσεις και έλεγχο λειτουργίας ηλεκτρικών μηχανών.
- Ανάλυση, σχεδίαση και ανάπτυξη ηλεκτρικών κινητήριων συστημάτων.
- Μελέτη συστημάτων ανανεώσιμων πηγών για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Διερεύνηση και οριοθέτηση βέλτιστης ηλεκτρικής συμπεριφοράς για αποδοτικότερη λειτουργία των φωτοβολταϊκών και αιολικών συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ηλεκτρικό/υβριδικό αυτοκίνητο.
- Διερεύνηση ένταξης Ηλεκτρικών Οχημάτων στο Δίκτυο και παροχή Επιχειρησιακών Υπηρεσιών.



**Καθηγητής Αντώνιος Γ. Κλαδάς**  
**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ**

**Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος**

**Εργαστήριο Ηλεκτρικών Μηχανών και Ηλεκτρονικών Ισχύος**

**Τηλ. 210-7723765, Fax: 210-7722336, e-mail: [kladasel@central.ntua.gr](mailto:kladasel@central.ntua.gr)**

**Ενότητες**

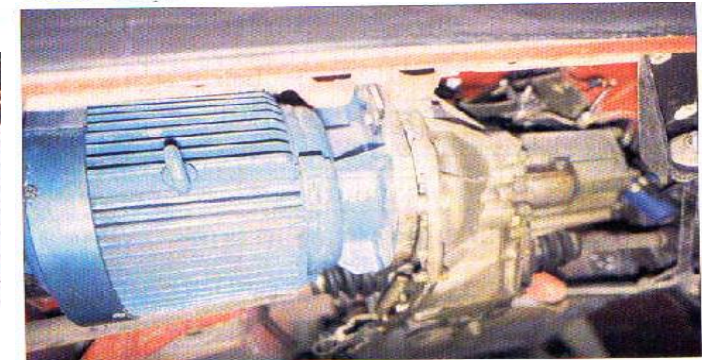
1. Ερευνητικές δραστηριότητες εργαστηρίου ΗΜΗΙ-ΕΜΠ
2. Οι ευκαιρίες της Ηλεκτροκίνησης - εξελίξεις στην Ενέργεια



# 1. Ερευνητικές δραστηριότητες εργαστηρίου ΗΜΗΙ-ΕΜΠ Ανάπτυξη πρώτου ηλεκτρικού οχήματος ΕΜΠ



Το σύστημα συσσωρευτών και ο ενσωματωμένος φορτιστής των



Ο τριφασικός εναλλασόμενος επαγωγικός κινητήρας





# 1. Ερευνητικές δραστηριότητες εργαστηρίου ΗΜΗΙ-ΕΜΠ

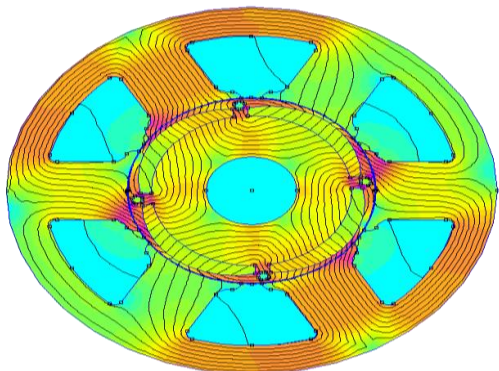
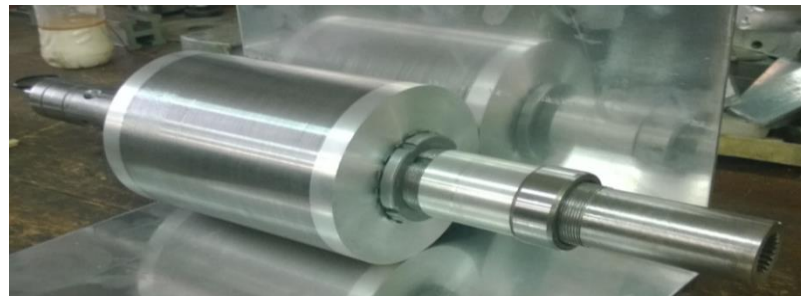
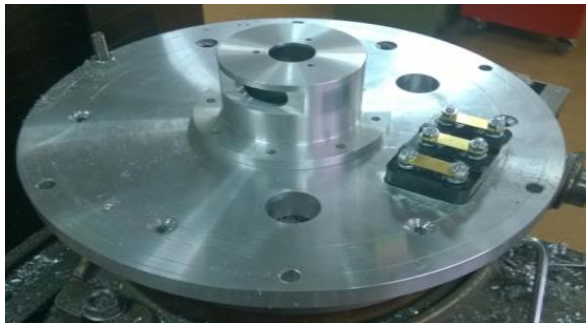
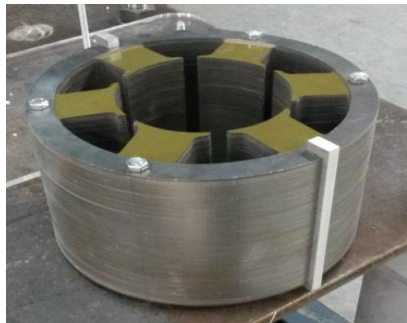
## Ανάπτυξη ηλεκτρικού οχήματος πόλης





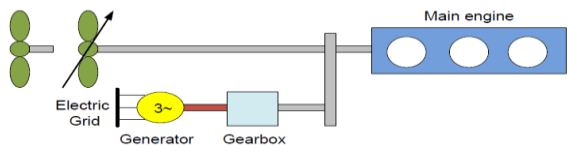
# 1. Ερευνητικές δραστηριότητες εργαστηρίου ΗΜΗΙ-ΕΜΠ

## Ανάπτυξη ηλεκτρικού οχήματος μεταφοράς προσωπικού

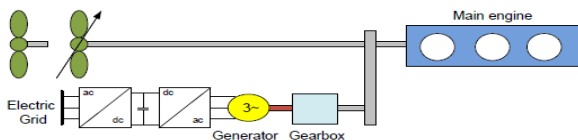


# 1. Ερευνητικές δραστηριότητες εργαστηρίου ΗΜΗΙ-ΕΜΠ

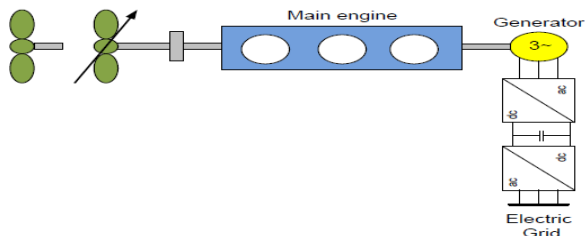
## Σχεδιασμός αξονικών ηλεκτρικών μηχανών πλοίου



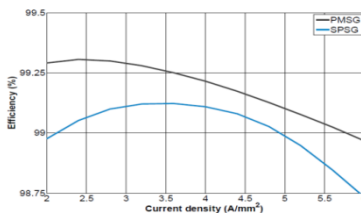
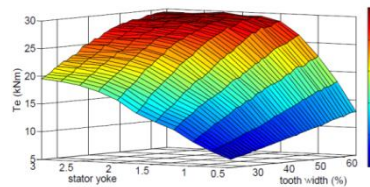
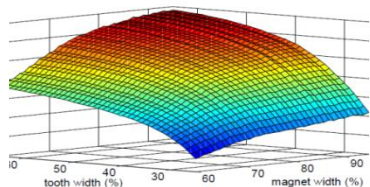
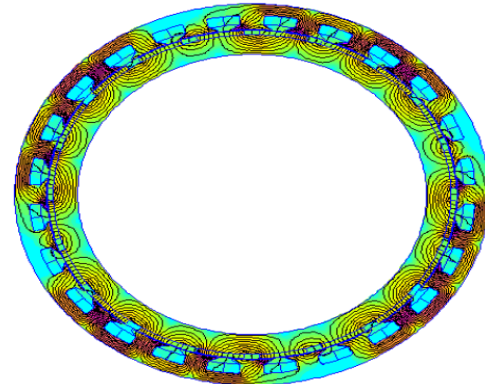
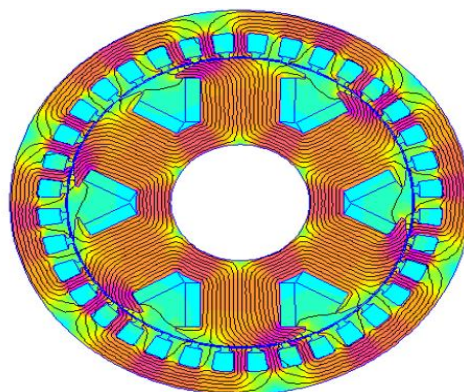
Schematic of PTO/GCR & PTO/RCF with conventional or controllable pitch propeller



Schematic of PTO/CFE with gearbox and conventional or controllable pitch propeller



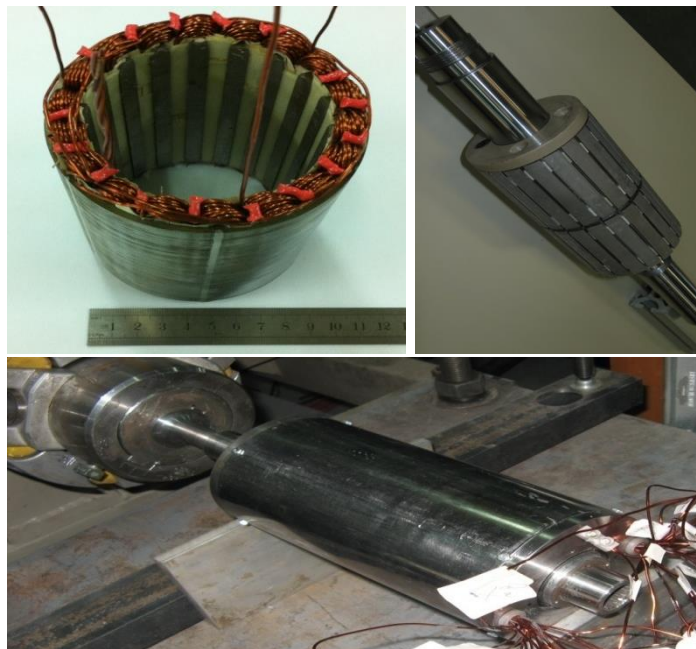
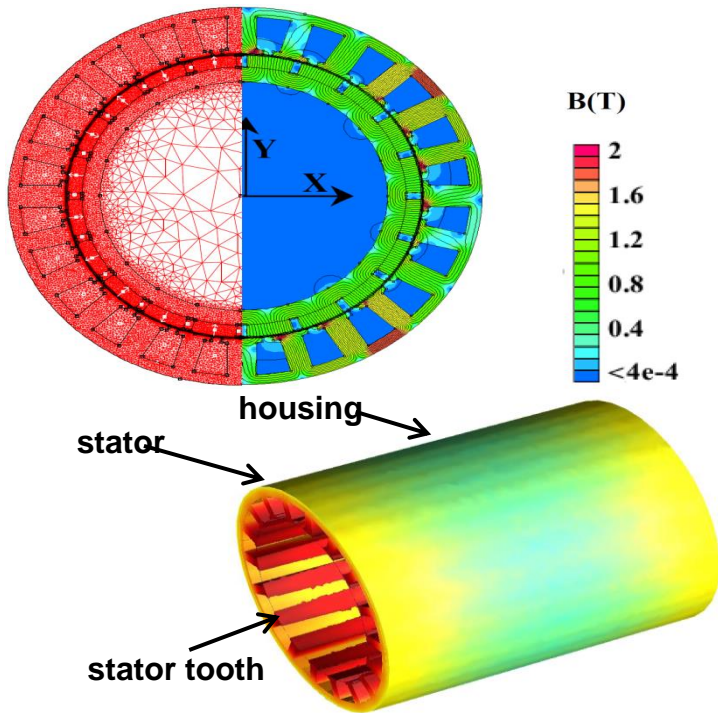
Schematic of PTO/CFE with a slow running generator and conventional or controllable pitch propeller





# 1. Ερευνητικές δραστηριότητες εργαστηρίου ΗΜΗΙ-ΕΜΠ

## Κινητήρια συστήματα ελέγχου πλοήγησης αεροσκαφών



Κατασκευή δοκιμίου



# 1. Ερευνητικές δραστηριότητες εργαστηρίου ΗΜΗΙ-ΕΜΠ

## «Πυρφόρος» πρότυπο ηλεκτρικό όχημα σπουδαστών που συμμετέχει στον διαγωνισμό Shell Eco-marathon Europe (3492 km με 1 lt καυσίμου)





# 1. Ερευνητικές δραστηριότητες εργαστηρίου ΗΜΗΙ-ΕΜΠ

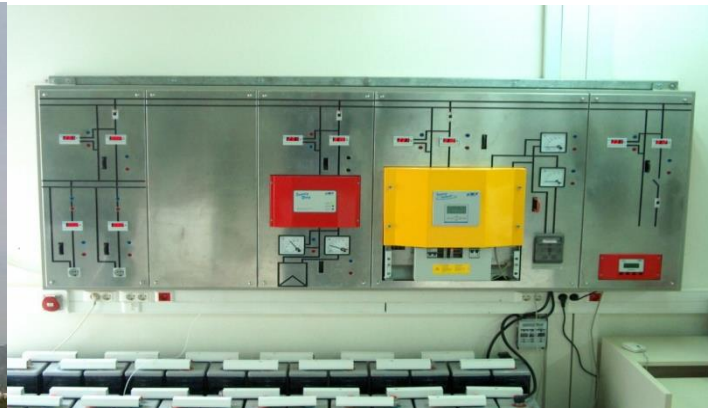
## Εργαστηριακό Υβριδικό Σύστημα παραγωγής από ΑΠΕ



Φωτοβολταϊκά Πλαίσια



Ανεμογεννήτρια



Μετατροπέας και Συσσωρευτές

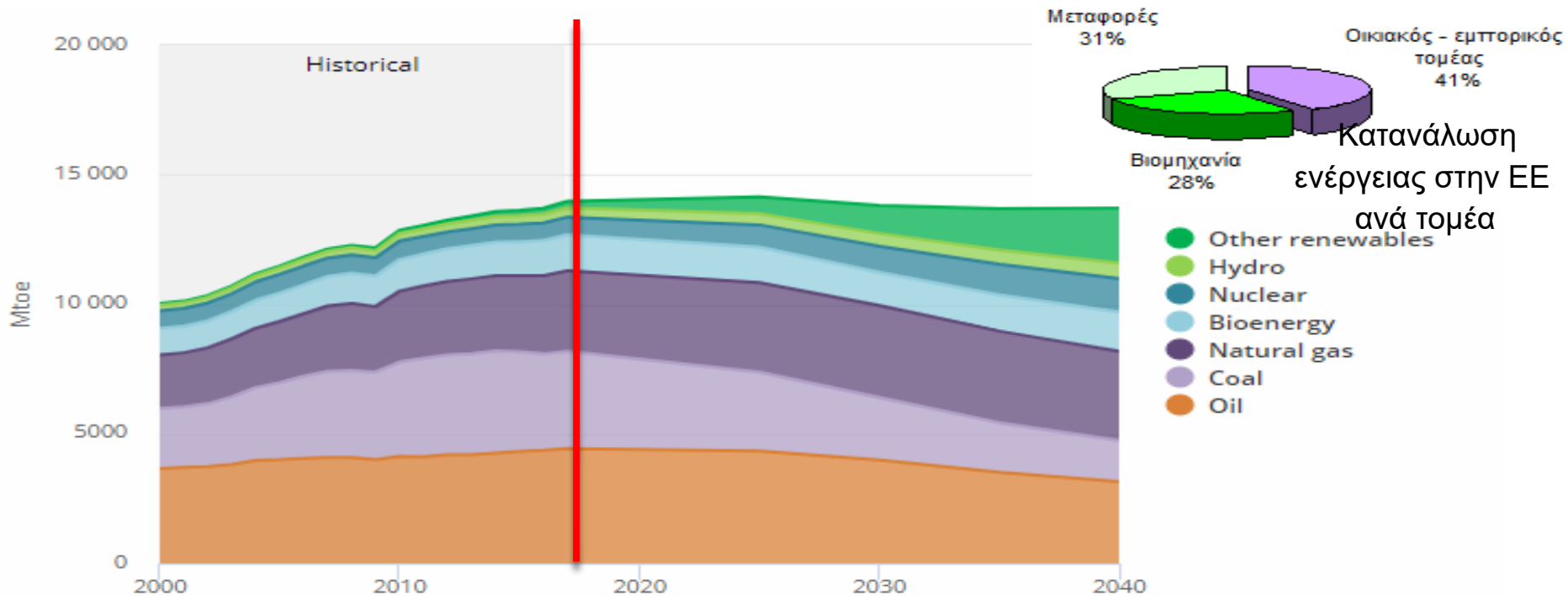


## 2. Οι ευκαιρίες της Ηλεκτροκίνησης - εξελίξεις στην Ενέργεια Προοπτικές μικρών υβριδικών συστημάτων παραγωγής/κατανάλωσης





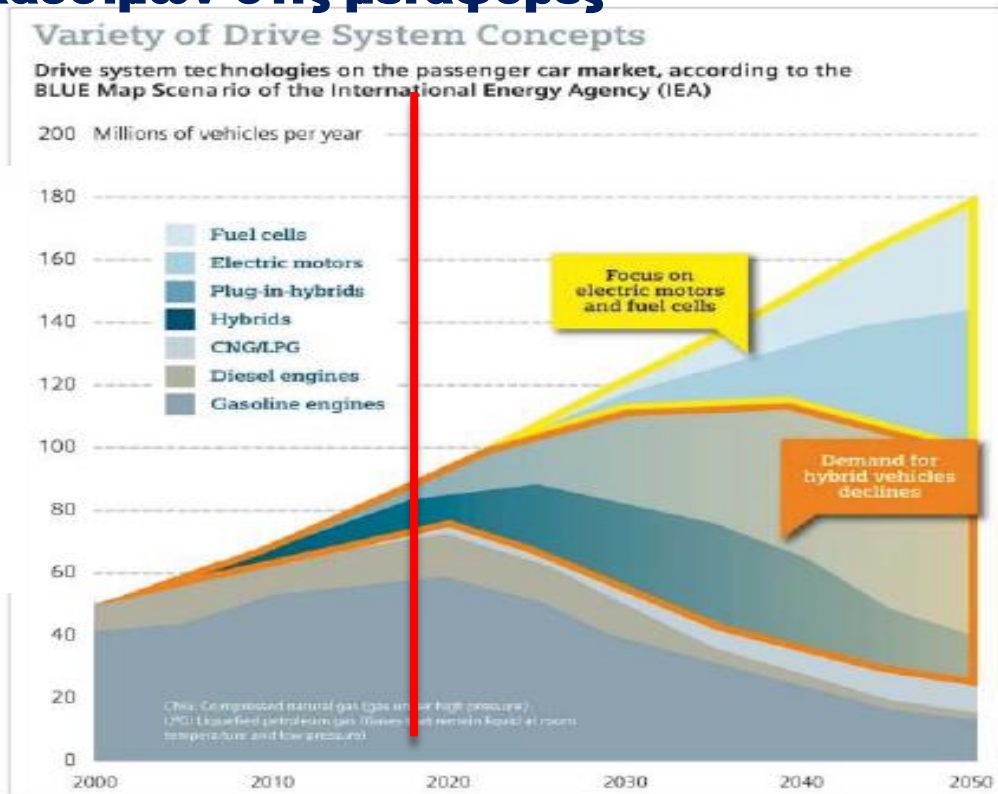
## 2. Οι ευκαιρίες της Ηλεκτροκίνησης - εξελίξεις στην Ενέργεια Προοπτικές χρήσης καυσίμων στην ηλεκτροπαραγωγή







## 2. Οι ευκαιρίες της Ηλεκτροκίνησης - εξελίξεις στην Ενέργεια Προοπτικές χρήσης καυσίμων στις μεταφορές





## 2. Οι ευκαιρίες της Ηλεκτροκίνησης - εξελίξεις στην Ενέργεια Αναμενόμενη διείσδυση τεχνολογιών Υδρογόνου

- **Συνδυασμένη** και **συνεκτική** διαμόρφωση ηλεκτρικών συνιστωσών για αξιοποίηση των ΑΠΕ
- **Εξηλέκτριση μεταφορών** μέσω μετασκευής ενίσχυσης / πλήρους εξηλέκτρισης των οχημάτων
- **Υβριδικότητα** και **συνέργεια** αξιοποιώντας ποικιλία ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συστήματα ηλεκτροκίνησης σε σχήμα **παραγωγού - καταναλωτή** (prosumer) μικρής κλίμακας με συμμετοχή στην απελευθερωμένη αγορά ενέργειας με χρήση διαδικτύου
- Μετεξέλιξη εξηλεκτρισμένων μεταφορών από **συστήματα αποθήκευσης μπαταριών** (τεχνολογίας Λιθίου) σε **Υδρογόνο** που επιτρέπει εκτός από την αποθήκευση και την **μεταφορά ενέργειας** σε μεγάλες αποστάσεις.