

# «Επισκόπηση των τεχνολογιών ηλεκτροκίνησης»



**Δρ. Γιώργος Αγερίδης**  
Μηχανολόγος Μηχανικός

Διευθυντής Ενεργειακής Αποδοτικότητας  
Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας – Κ.Α.Π.Ε.

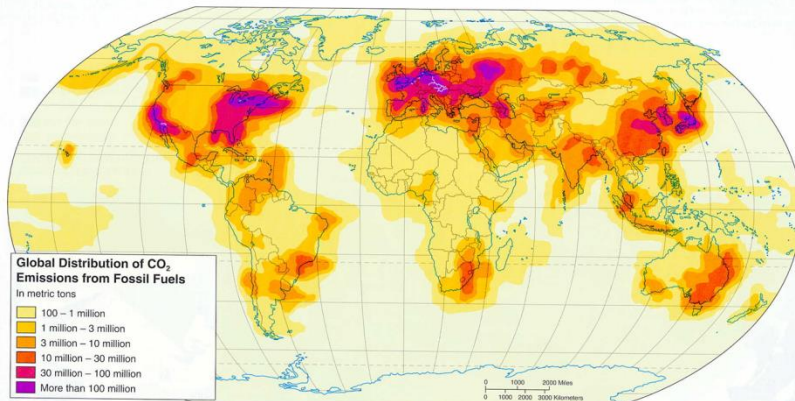
# Γιατί ηλεκτροκίνηση;

# Η κατάσταση σήμερα – τα προβλήματα

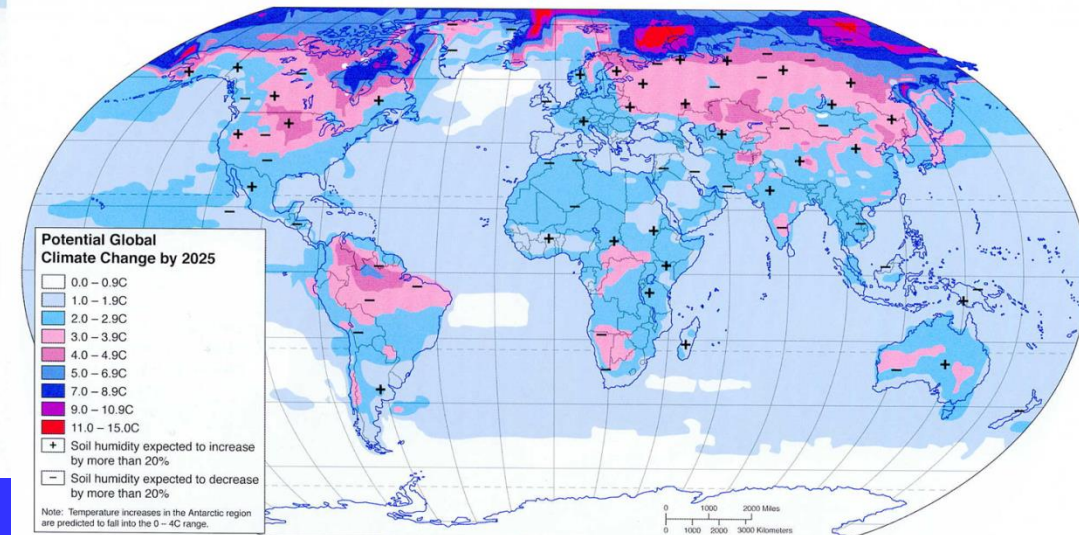
## Ρύπανση – ενέργεια και περιβάλλον

- Γενική ρύπανση – κλιματική αλλαγή
- Τοπική ρύπανση – επιβάρυνση υγείας

Map 57 Global Carbon Dioxide Emissions



Map 58 Potential Global Temperature Change



# Ο τομέας των μεταφορών – συμμετοχή

Πηγές ρύπανση – οι μεταφορές περίπου 30%

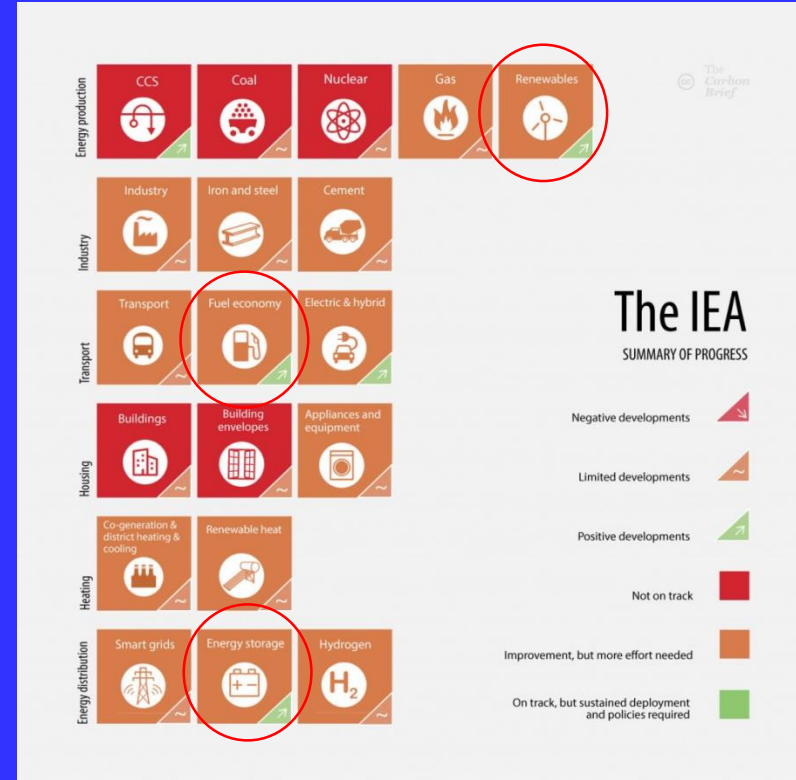
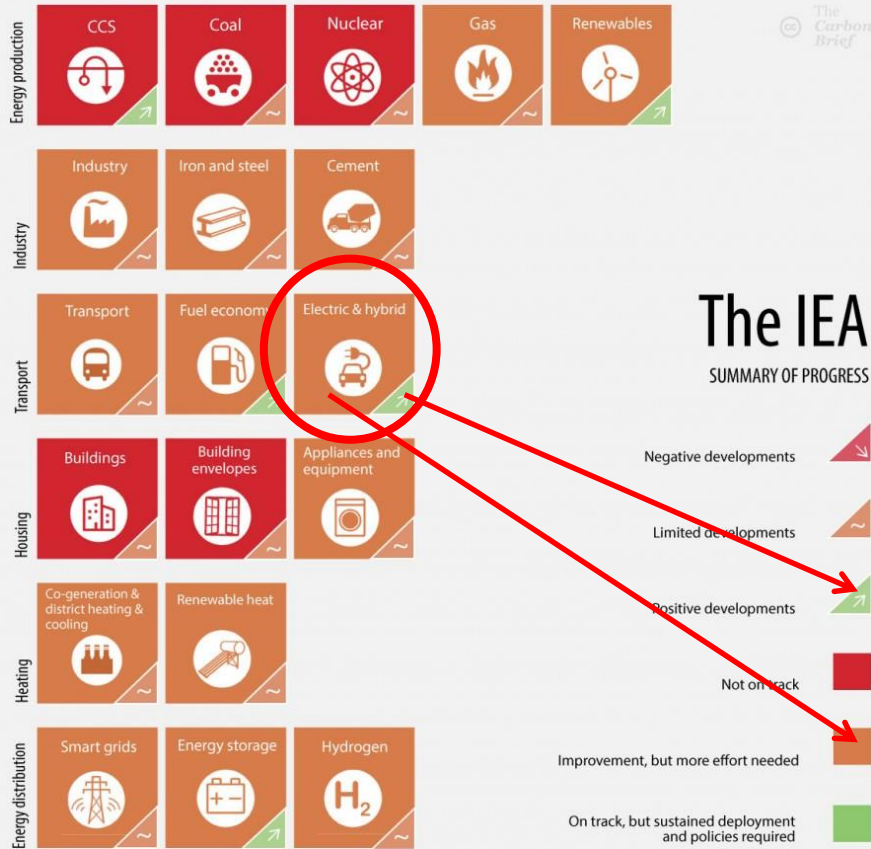
Μεταφορές:

- Κατανάλωση καυσίμων
- Εκπομπές καυσαερίων
- Πηγή θορύβου





# Πρόοδος τεχνολογιών απανθρακοποίησης



# Γιατί ηλεκτροκίνηση;

Γιατί είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο  
περιβαλλοντικής διαχείρισης

# Η επόμενη ημέρα

## Mobility megatrends: autonomous, connected, electrified, and shared («ACES»)

Automotive industry megatrends are self-reinforcing and will likely accelerate the transition to e-mobility in the long term

Examples of potential EV reinforcement points from other automotive megatrends

### Autonomous

- EV vehicle architecture has a central control unit to facilitate autonomy
- Autonomous charging could add convenience



### Connected

- A connected EV ecosystem could increase the convenience of charging
- Connected car grid solutions could enable cost-effective load balancing



### Automotive industry megatrends

### Shared

- Greater annual driving distances can offer a decisive TCO edge for EVs
- Some consumers may prefer access to multiple vehicle types over ownership (including EVs)



### Electrified

- Tightening emissions efficiency rules make EVs necessary to meet standards
- Lower battery costs improve EV economics



SOURCE: McKinsey Sustainable Mobility Initiative

Πηγή: «Electrifying insights: How automakers can drive electrified vehicle sales and profitability», McKinsey&Company, Advanced Industries January 2017

# Τεχνολογίες ηλεκτροκίνησης

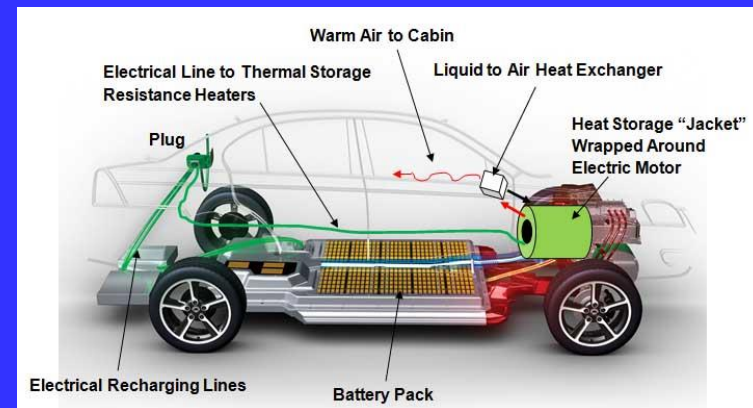
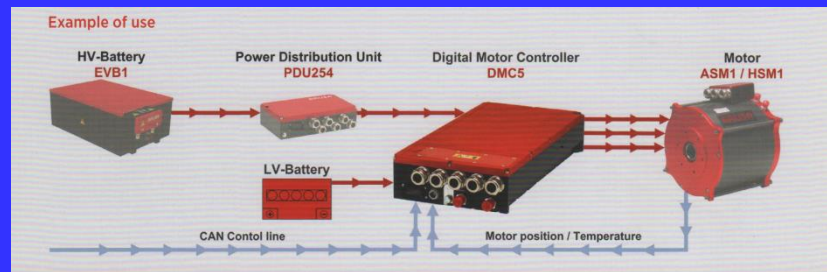
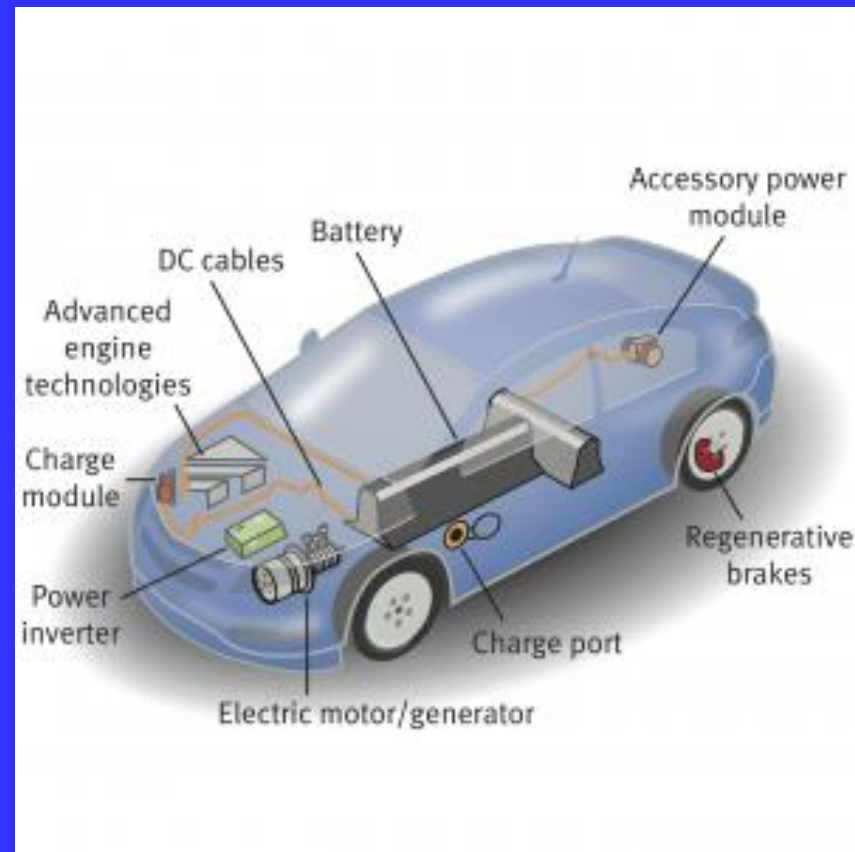
1. Το αυτοκίνητο και τα συστήματά του
2. Η φόρτιση
3. Οι ρευματοδότες, οι ρευματολήπτες και τα καλώδια
4. Οι σταθμοί φόρτισης
5. Η σύνδεση και το δίκτυο διανομής
6. Το σύστημα μεταφοράς
7. Η παραγωγή ενέργειας, η παροχή υπηρεσιών κινητικότητας και τα επιχειρηματικά μοντέλα

## επιπρόσθετα

- Επισκευή και συντήρηση ηλεκτρικού αυτοκινήτου
- Απεγκλωβισμός επιβατών σε συμβάν ατυχήματος
- Αστικά λεωφορεία και δίκτυο φόρτισής τους
- Ηλεκτροκίνηση πλοίων και ψυχρή τροφοδοσία (cold ironing)



# 1. Το αυτοκίνητο



# Ηλεκτροκίνηση





# Τύποι ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Στον γενικό όρο εντάσσονται τα μεταφορικά μέσα σταθερής τροχιάς (τρένα, μετρό), τα συνδεδεμένα οχήματα (τρόλεϊ) και τα οχήματα με πλήρη ελευθερία κίνησης. Διεθνώς, όταν λέμε «ηλεκτροκίνηση» και «ηλεκτρικά αυτοκίνητα», αναφερόμαστε στην τρίτη κατηγορία οχημάτων που είναι:

τα επαναφορτιζόμενα από το δίκτυο υβριδικά αυτοκίνητα (**P.H.E.V.** – plug-in hybrid electric vehicles)



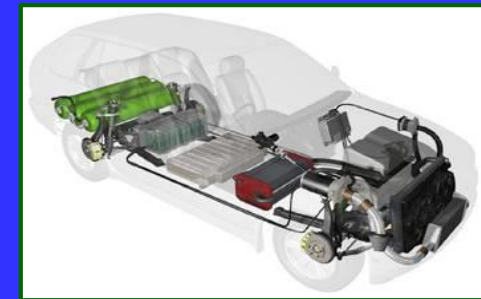
τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα με συσσωρευτές που επαναφορτίζονται από το δίκτυο (**B.E.V.** – battery electric vehicles)



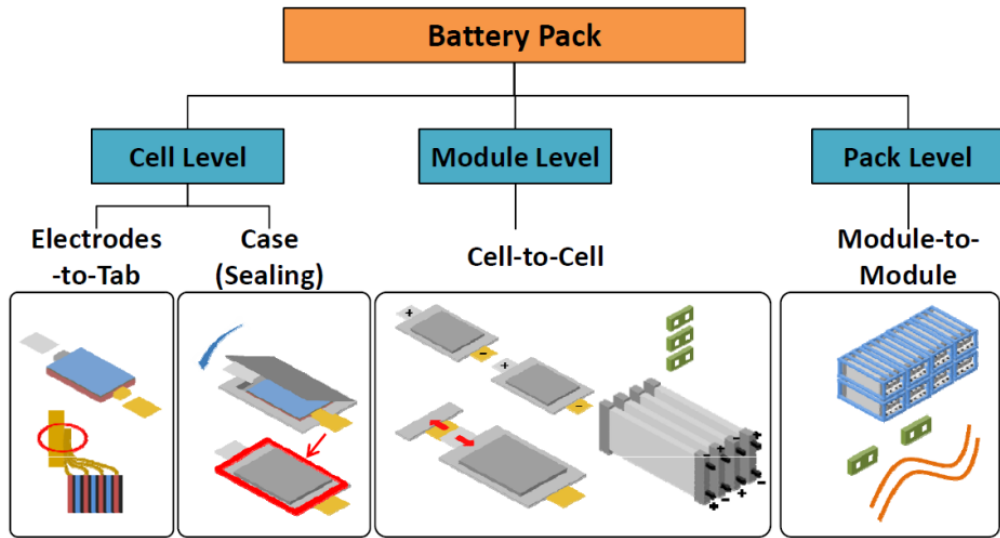
τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα με συσσωρευτές και ηλεκτροπαραγωγική μονάδα (**E.R.E.V.** – extended range electric vehicles)



τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα με κυψέλες καυσίμου (**F.C.E.V.** – fuel cells electric vehicles)

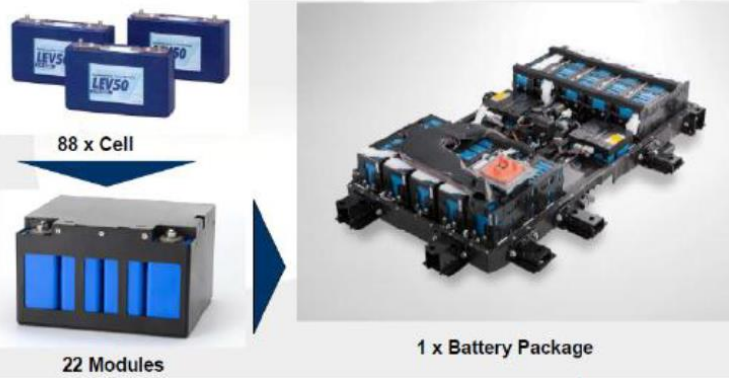


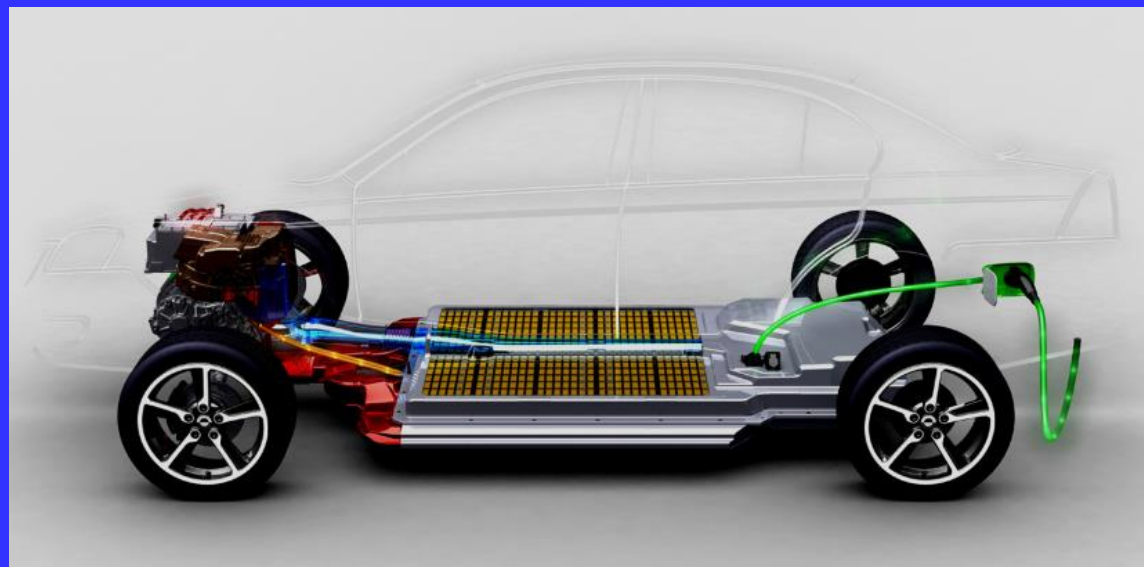
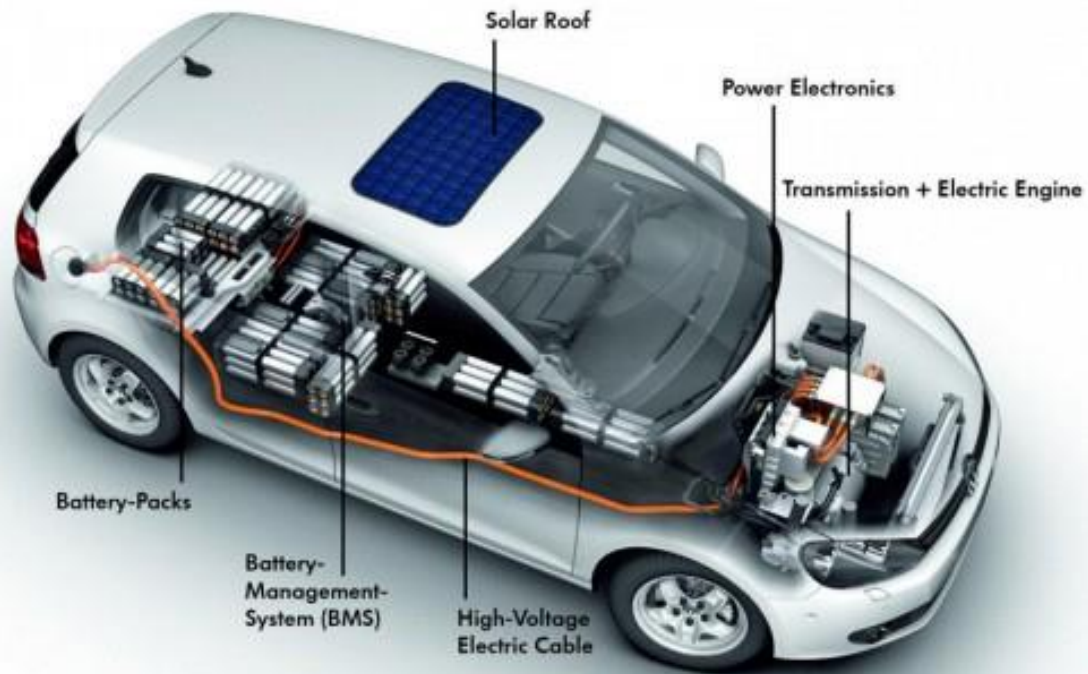
# 1.1. Τα συστήματα



	New LEAF (40kWh)	The first LEAF (24kWh)
Cathode material	<p>Layer structure (NMC*)</p> <p>Lithium: ● Metal: ● Oxygen: ●</p>	<p>Spinel structure (LMO**)</p> <p>Lithium: ● Metal: ● Oxygen: ●</p>
Module	<p>8 cells x 24 modules</p>	<p>4 cells x 48 modules</p>

\*Lithium Nickel Cobalt Manganese Oxide  
\*\*Lithium Manganese Oxide







# Υλικά ηλεκτροδίων συσσωρευτών

## LITHIUM-ION CATHODE MATERIALS

MATERIAL		ABBREVIATION
----------	--	--------------

<b>Lithium Cobalt Oxide</b>	LiCoO <sub>2</sub> (60% Co)	<b>LCO</b>
-----------------------------	--------------------------------	------------

<b>Lithium Manganese Oxide</b>	LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	<b>LMO</b>
--------------------------------	----------------------------------	------------

<b>Lithium Iron Phosphate</b>	LiFePO <sub>4</sub>	<b>LFP</b>
-------------------------------	---------------------	------------

<b>Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide</b>	LiNi <sub>0.33</sub> Mn <sub>0.33</sub> Co <sub>0.33</sub> O <sub>2</sub>	<b>NMC</b>
--	---	------------

Lithium-ion battery cathode (positive electrode) materials

## LITHIUM-ION ANODE MATERIALS

MATERIAL		ABBREVIATION
----------	--	--------------

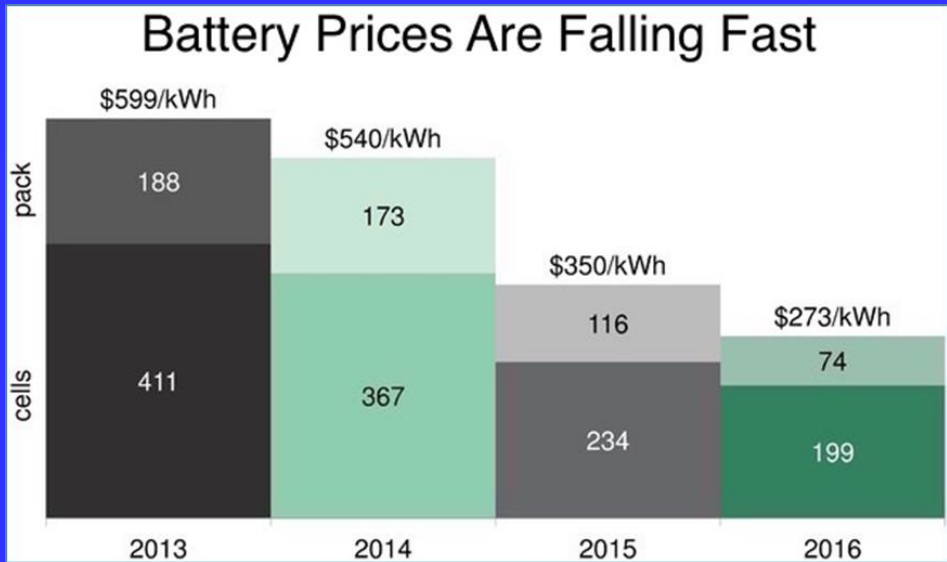
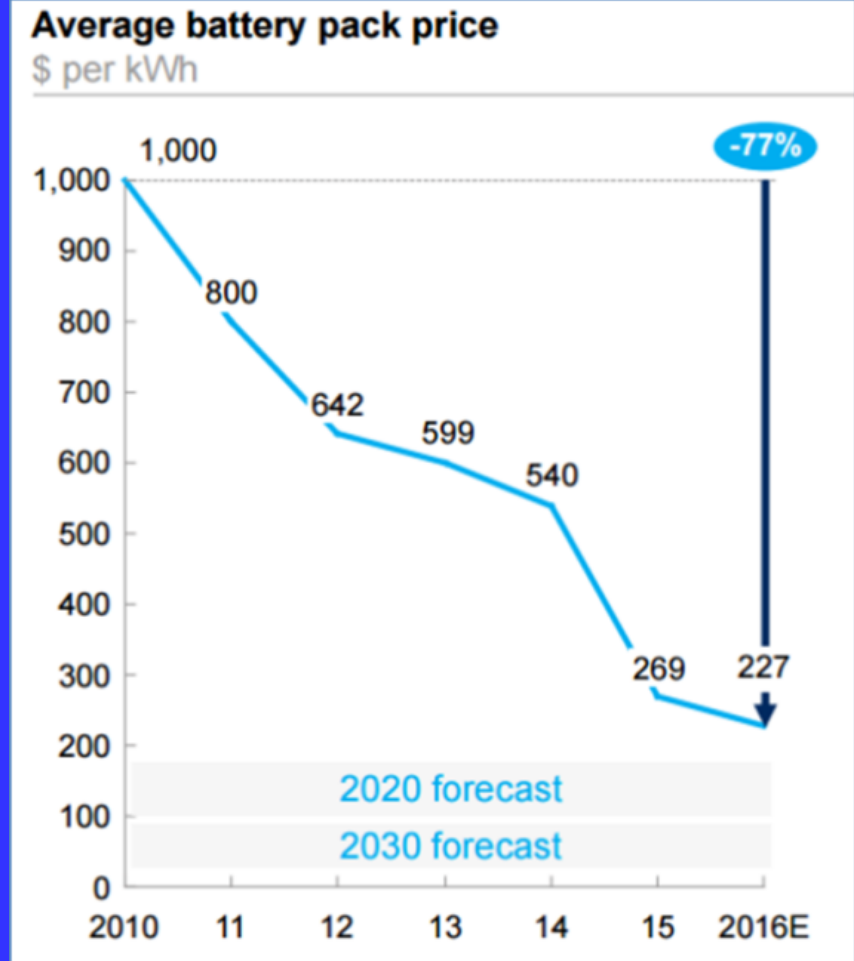
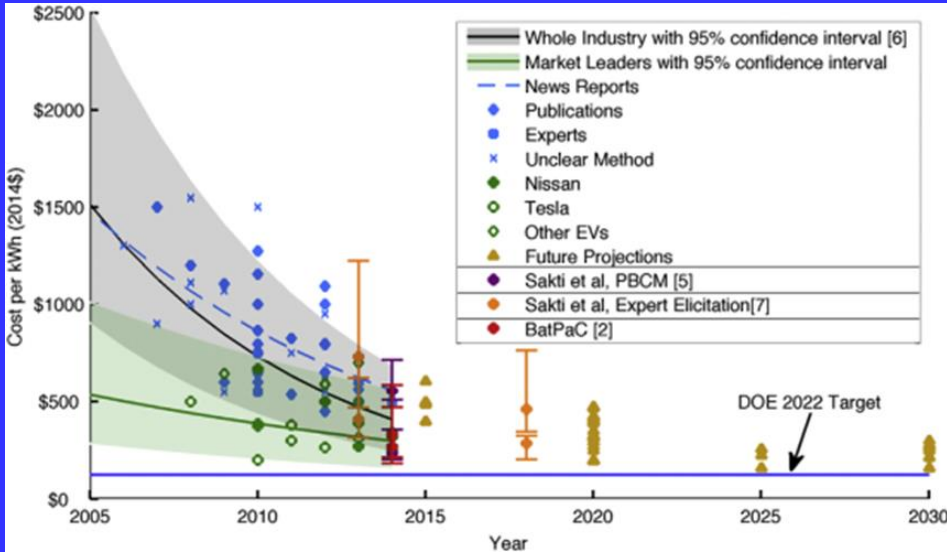
<b>Graphite</b>	Carbon (natural or synthetic graphite)	<b>C</b>
-----------------	---	----------

<b>Lithium Titanate</b>	Li <sub>4</sub> Ti <sub>5</sub> O <sub>12</sub>	<b>LTO</b>
-------------------------	---	------------

Lithium-ion battery anode (negative electrode) materials

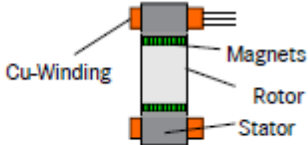
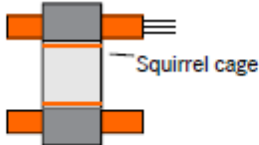
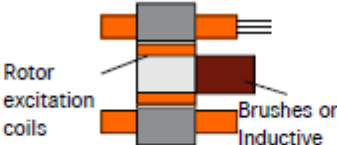
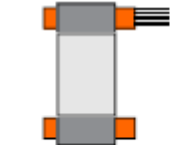


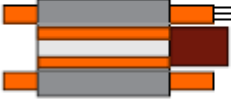
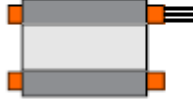


# Εξέλιξη κόστους συσσωρευτών



# Τύποι ηλεκτροκινητήρων και εφαρμογές τους

## Selecting E-Motor Type matching to the application

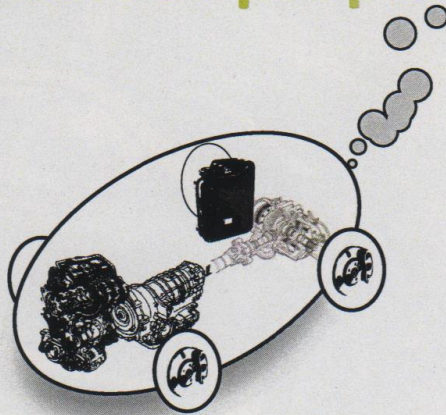
E-Motor-Type (Type of Field) Abbr.	Permanent (Magnet Field) PM	Induction (Induced Field) IM	Separately Excited (Electric Field) FM	Switched Reluctance (Inductance Field) SR
Package (fix: $n, M, P, I, U$ )	100%	130% more material (in yokes&length) for induced flux	130% more material in rotor additional commutator ring	125% twice the amount of cables 3x2 HV-terminals
GEM Dimensions Gearbox E-Motors (Hybrid/Plug-In)				
TEM Dimensions Traction E-Motors (xEV)				
Winding type	concentrated for GEM distributed for TEM	distributed for GEM distributed for TEM	distributed for GEM distributed for TEM	concentrated for GEM concentrated for TEM
Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> <li>Best technical solution for GEM and TEM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Challenging package for GEM application due to Thickness of yokes in stator and rotor plus extended winding overhang.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difficult and volume consuming package of commutator concept. Impossible package for GEM application</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GEM Package not possible due to double amount of HV-terminals</li> <li>Worst NVH</li> </ul>

**GEM applications can only be efficiently realized with PM e-motors, due to the short e-motor package**  
**TEM can be realized with different e-motor technologies**

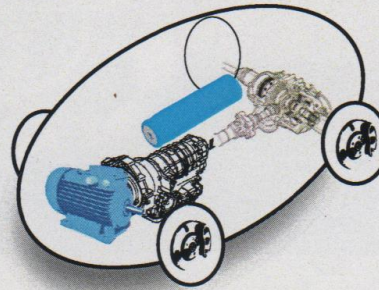
# Evolution of propulsion technologies



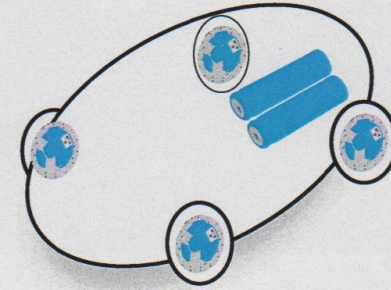
elaphe  
Propulsion Technologies



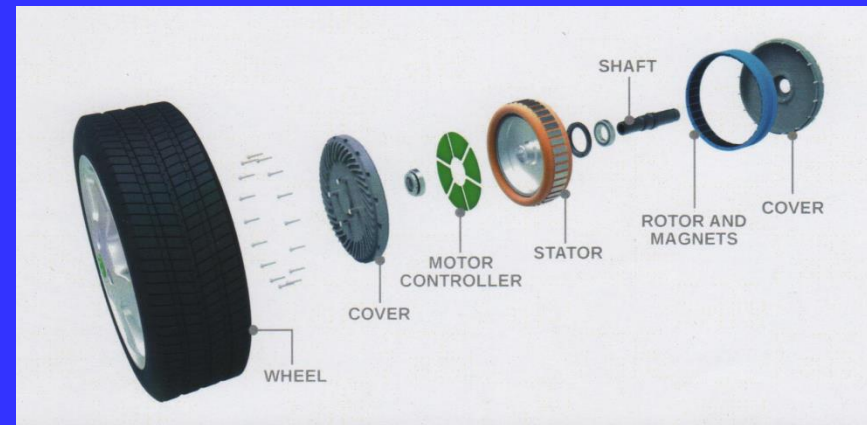
past



present

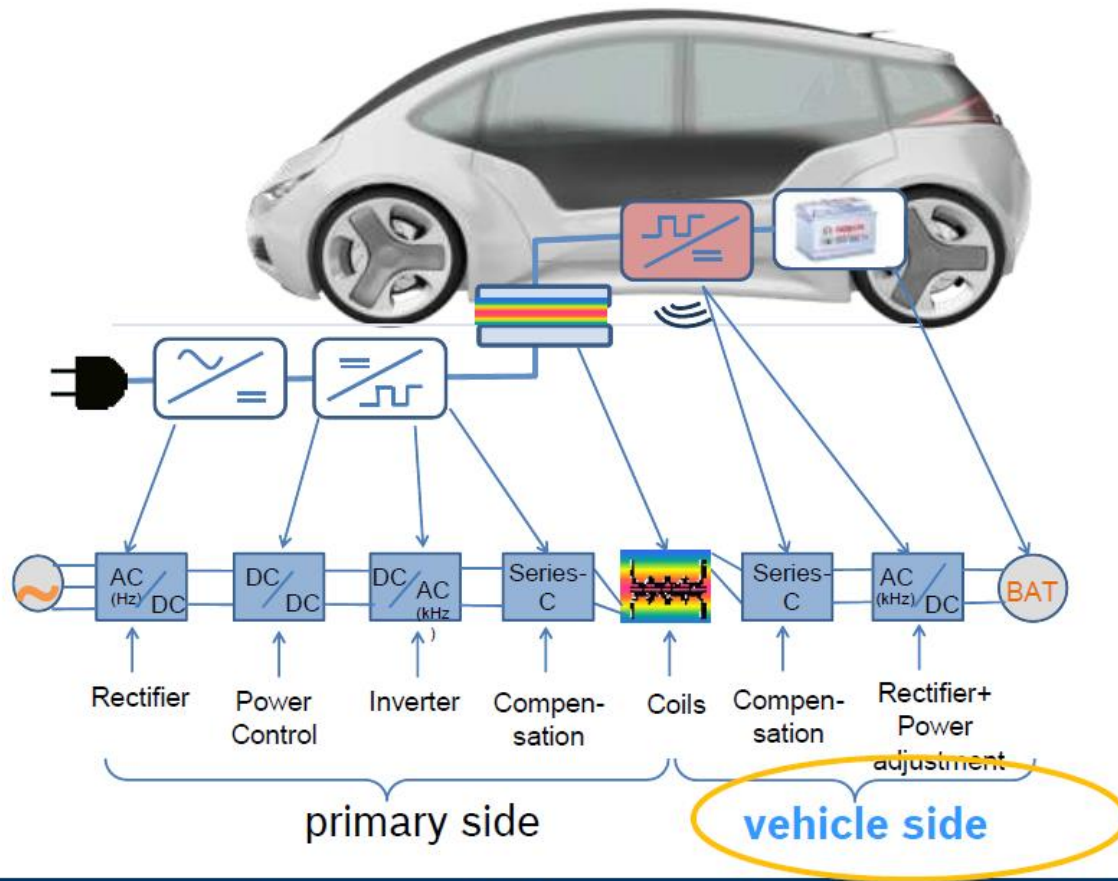


future





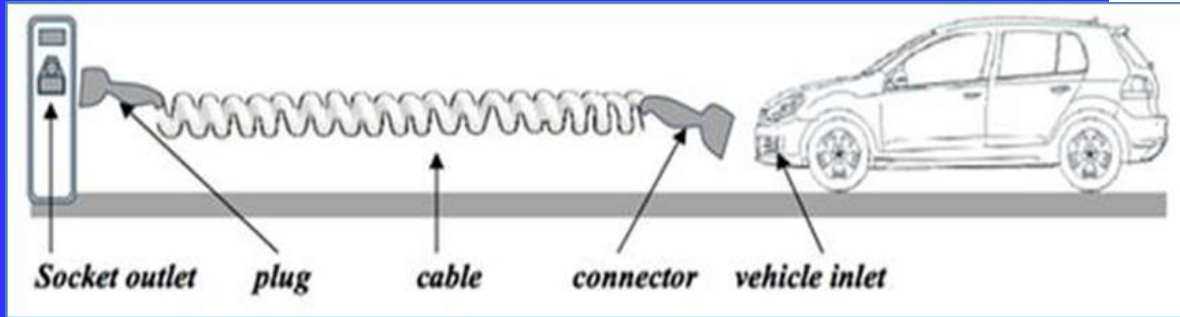
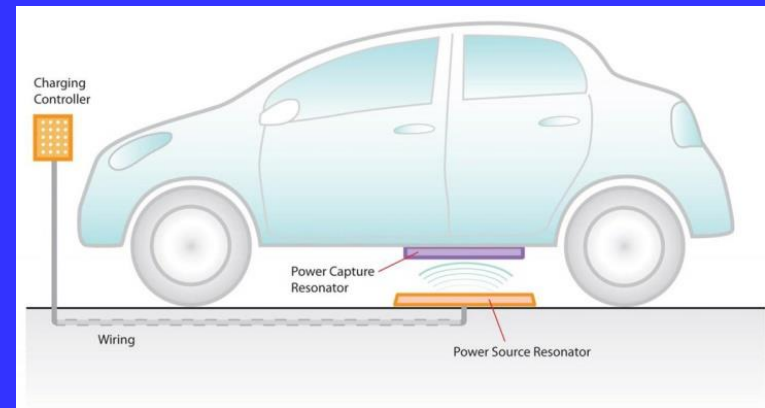
## System Overview: Power Transfer



Focus on vehicle power electronics



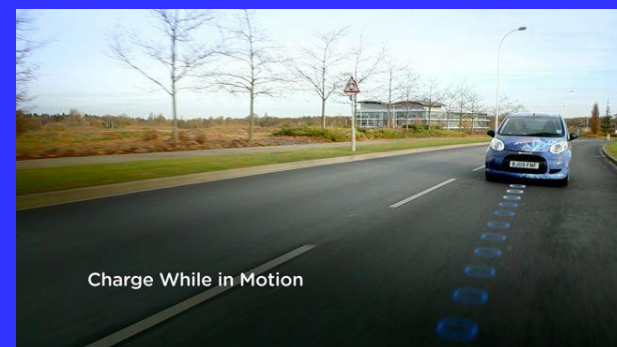
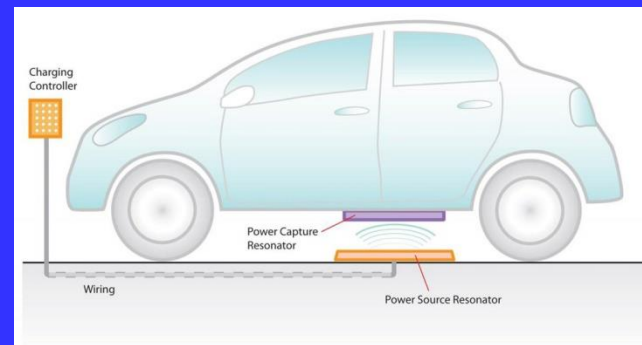
## 2. Η φόρτιση



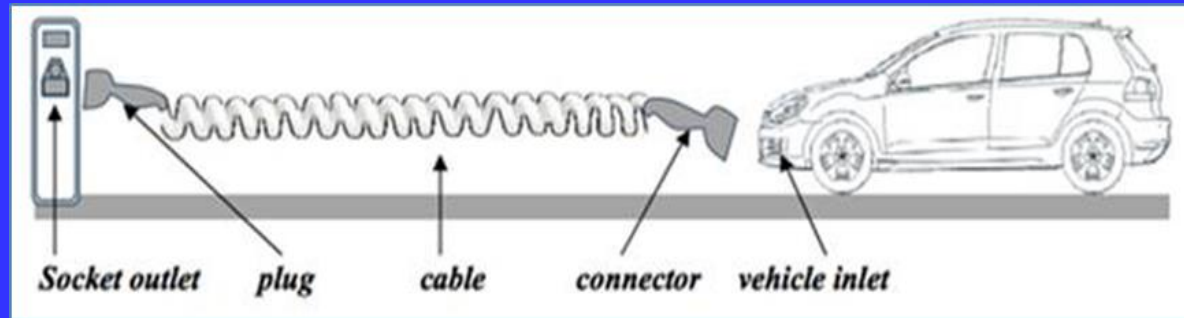
## Ασύρματη ή επαγωγική φόρτιση

Η επαγωγική φόρτιση θα είναι η επόμενη μεγάλη πρόοδος στη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων κατά την επόμενη δεκαετία.

Πολλές εταιρίες εργάζονται, ώστε να κάνουν την τεχνολογία αυτή έτοιμη για την επόμενη γενιά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

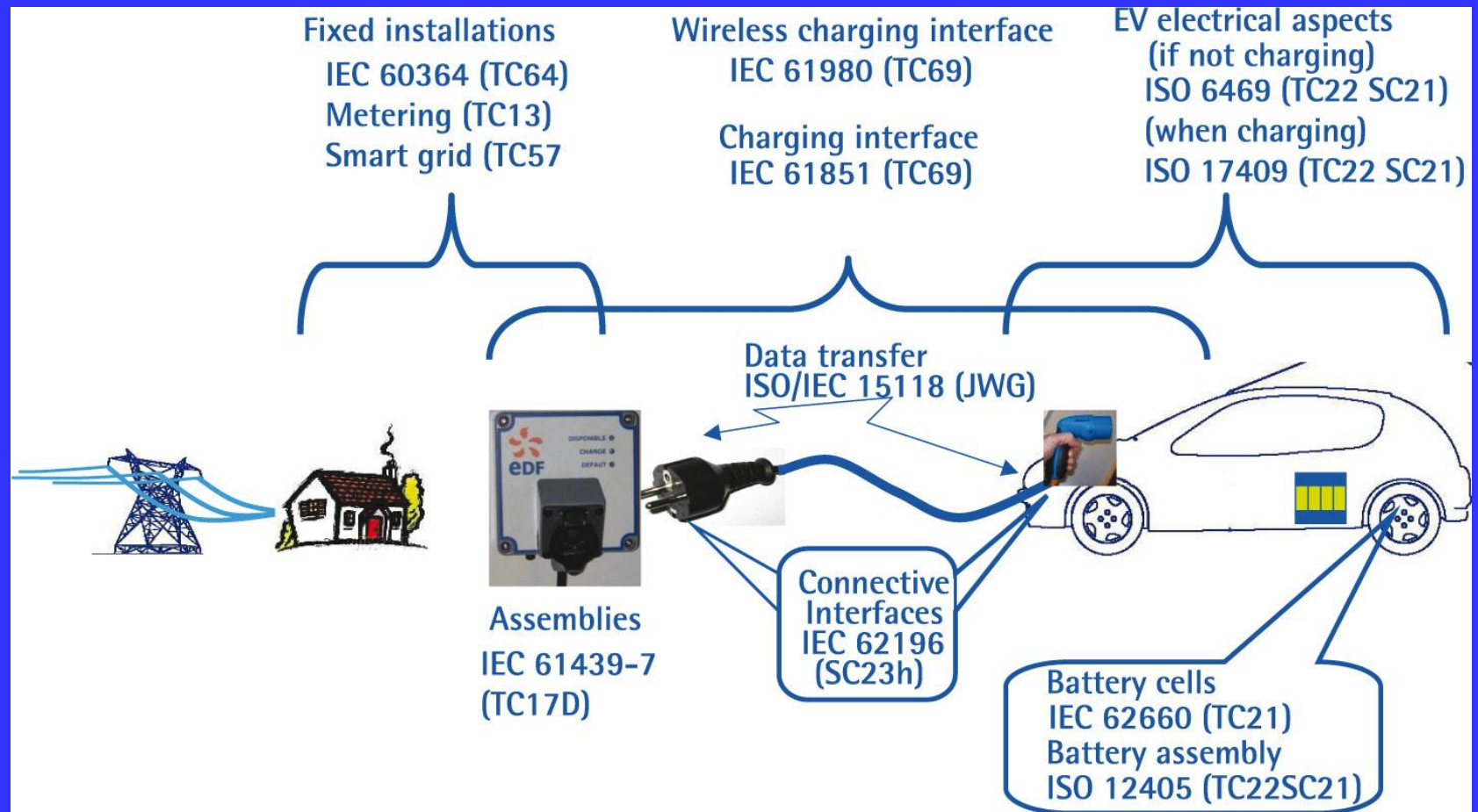


# Ενσύρματη φόρτιση



Οι διατάξεις και η διαδικασία φόρτισης ακολουθούν τρία κύρια χαρακτηριστικά:

- Το επίπεδο φόρτισης (charging level), περιγράφει το επίπεδο ισχύος του σταθμού φόρτισης ή του ρευματοδότη (charging outlet).
- Ο τρόπος φόρτισης (charging mode), περιγράφει το πρωτόκολλο επικοινωνίας για την ασφάλεια (safety communication protocol) ανάμεσα στο ηλεκτρικό αυτοκίνητο και τον σταθμό φόρτισης.
- Ο τύπος του σταθμού φόρτισης ή του ρευματολήπτη του αυτοκινήτου (type of a charging station or vehicle inlet), περιγράφει το βύσμα (plug) και τον σύνδεσμο (connector) που χρησιμοποιείται.



Τα πρότυπα και οι κανονισμοί που ισχύουν για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και τις υποδομές φόρτισή τους.

# Επίπεδα και χρόνοι φόρτισης

Επίπεδο φόρτισης	Χρόνος φόρτισης (για απόσταση 100 χλμ)	Τροφοδοσία	Ισχύς	Τάση	Μέγιστο ρεύμα	Αντίστοιχη κατανάλωση
1	6–8 ώρες	Μονοφασική	1,9 kW	120 V AC	15 A	(εκτός Ευρώπης)
2	6–8 ώρες	Μονοφασική	3,6 kW	220 V AC	16 A	τοστιέρα
	3–4 ώρες	Μονοφασική	7,4 kW	220 V AC	32 A	κλιματιστικό, πλυντήριο, ηλεκτρική κουζίνα
	2–3 ώρες	Τριφασική	10 kW	400 V AC	16 A	σειρά οικιακών κλιματιστικών
3 ή ταχεία ή υπερταχεία φόρτιση	1–2 ώρες	Τριφασική	22 kW	400 V AC	32 A	κεντρική κλιματιστική μονάδα κτιρίου
	20–30 λεπτά	Τριφασική	43 kW	400 V AC	63 A	
	20–30 λεπτά	Συνεχές ρεύμα	50 kW	400–500 V DC	100–125 A	
	10 λεπτά	Συνεχές ρεύμα	120 kW	300–500 V DC	300–350 A	

Ήδη διατίθενται στην αγορά εμπορικοί σταθμοί φόρτισης με ισχύ από 150kW μέχρι 350kW, με στόχο η φόρτιση των συσσωρευτών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων να γίνεται σε χρόνους συγκρίσιμους με τους χρόνους πλήρωσης των δεξαμενών με καύσιμο των συμβατικών αυτοκινήτων.



# Τρόποι φόρτισης

## Mode 1. AC charging



The vehicle is connected to the private electricity distribution network by means of a simple power cord with either domestic or industrial connections (single phase or three phase). The maximum current is 16A, and safety is guaranteed with a residual current device and earthing conductors.

## Mode 2. AC charging



The connection to the vehicle is made with a dedicated cable fitted with an in-cable protection device which controls the charging process. The safety of the perimeter network is guaranteed with a residual current device and grounding.

## Mode 3. AC charging



The charging station is connected to the vehicle through dedicated connections which incorporate, in addition to the power cables, conductors to control the vehicle charging. In this mode, the charging station incorporates the output current safety and control functions.

## Mode 4. AC charging



The vehicle is charged with a DC current provided by the charging station.

In this mode, the output current control and safety functions are integrated during the charging process.

Controlled charging	NO
Single phase power	3.7 kW
Three phase power	11 kW
Public or private places, open to third parties	NO

Controlled charging	YES
Single phase power	7 kW
Three phase power	22 kW
Public or private places, open to third parties	NO

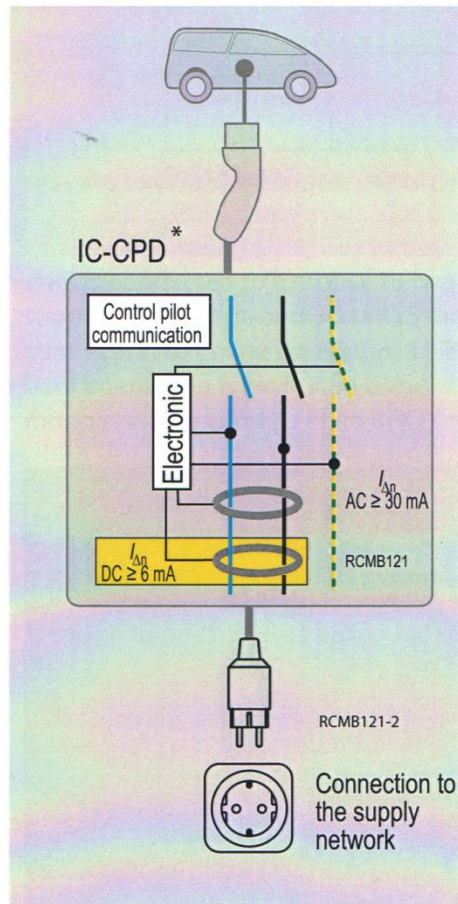
Controlled charging	YES
Single phase power	3.7 kW
Three phase power	44 kW
Public or private places, open to third parties	YES

Controlled charging	YES
Power	50 kW
Public or private places, open to third parties	YES

— AC current      — DC current      — Communication

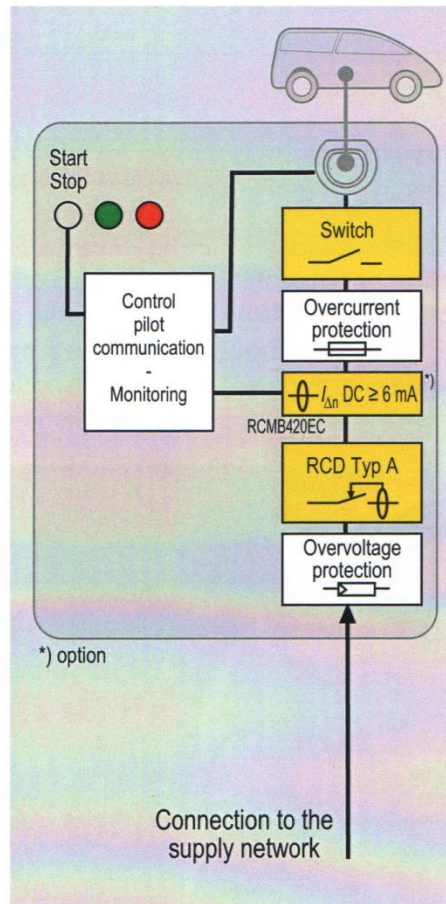
# Τρόποι φόρτισης και συνδεσμολογία εξοπλισμού

**Charging mode 2**  
Charging from sockets



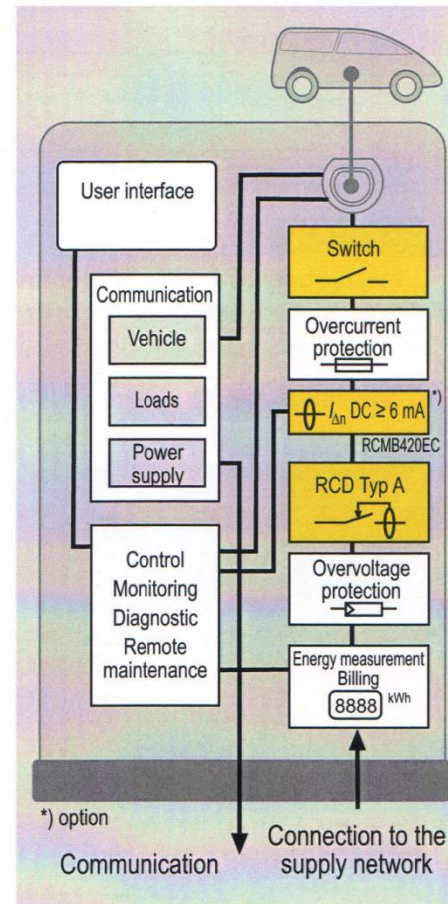
\* IC-CPD = In-Cable Control and Protective Device  
Customer-specific RCMB solution on request

**Charging mode 3**  
e.g. private charging station



\*) option

**Charging mode 3**  
e.g. public charging station

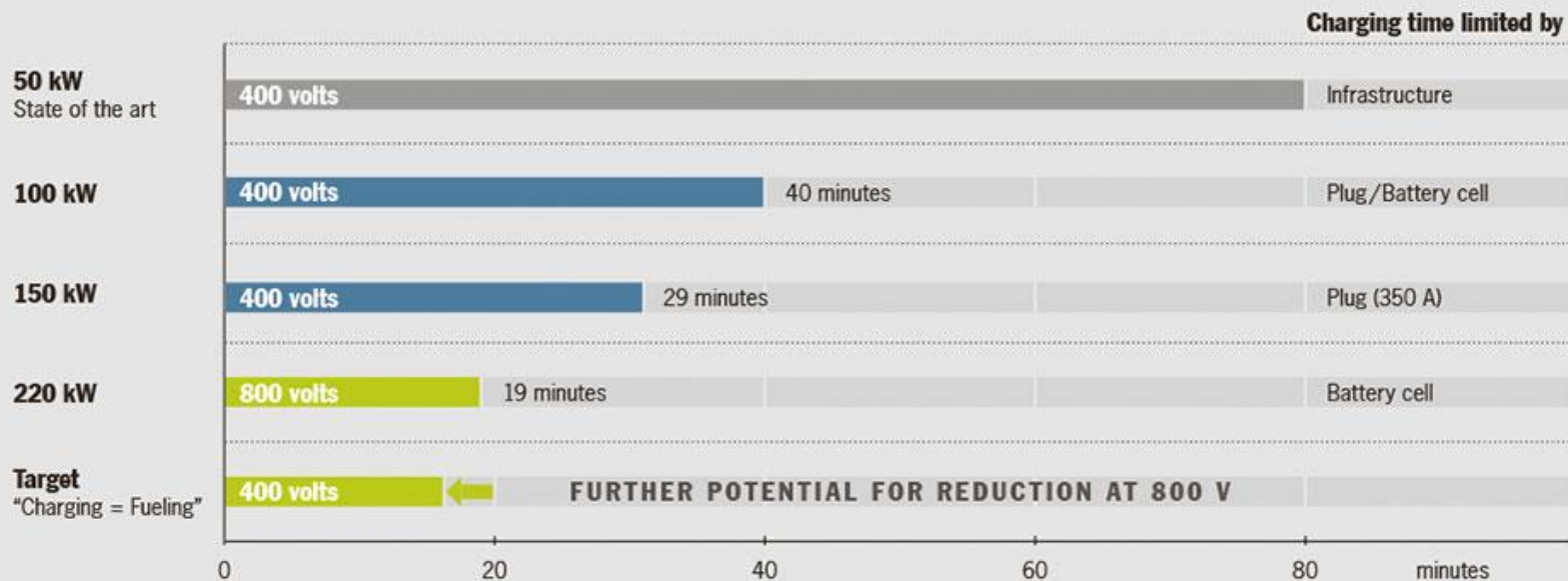


\*) option

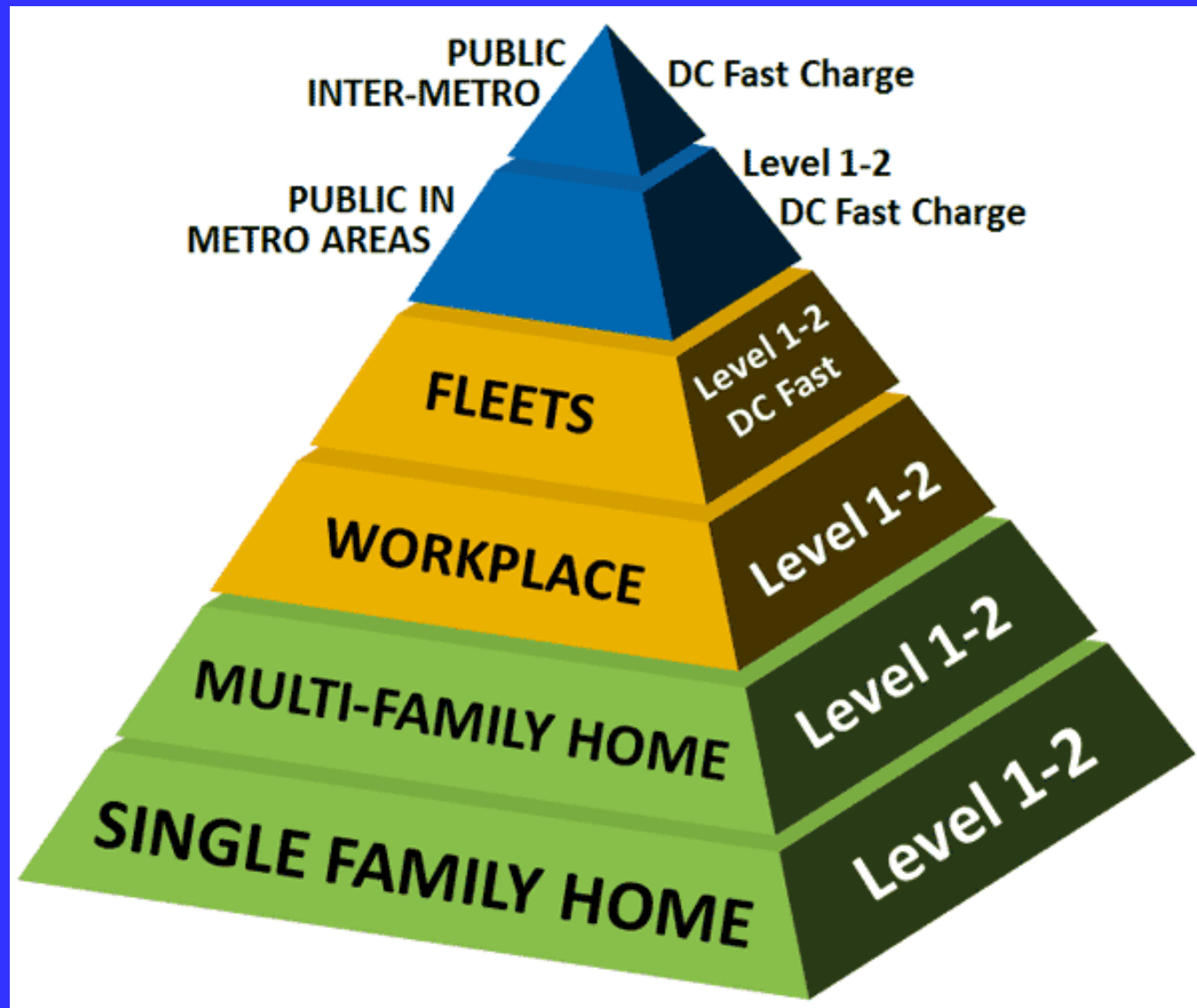


# Χρόνοι φόρτισης και τεχνολογικοί στόχοι

## CHARGING TIME IN COMPARISON (80% CUSTOMER SOC / 400 KM)



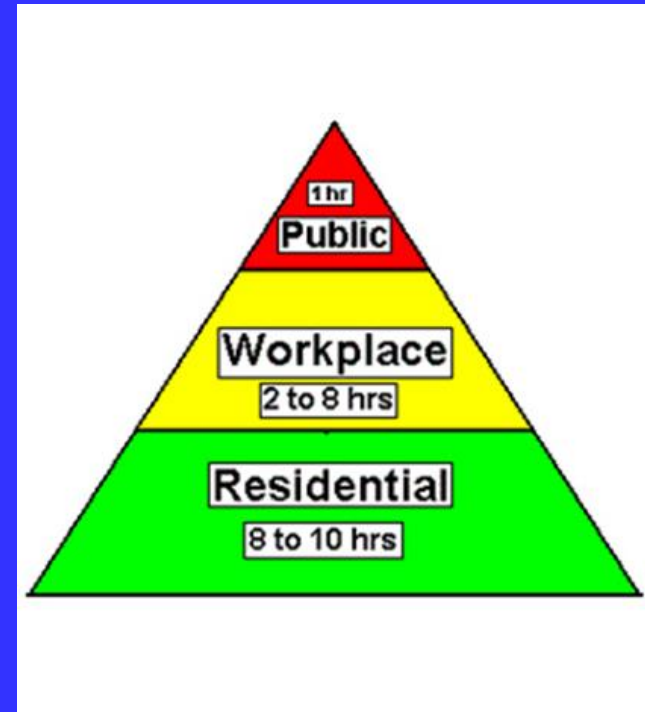
# Η «πυραμίδα» φόρτισης





Οι επιλογές φόρτισης είναι η ιδιωτική (στο σπίτι) και η δημόσια.

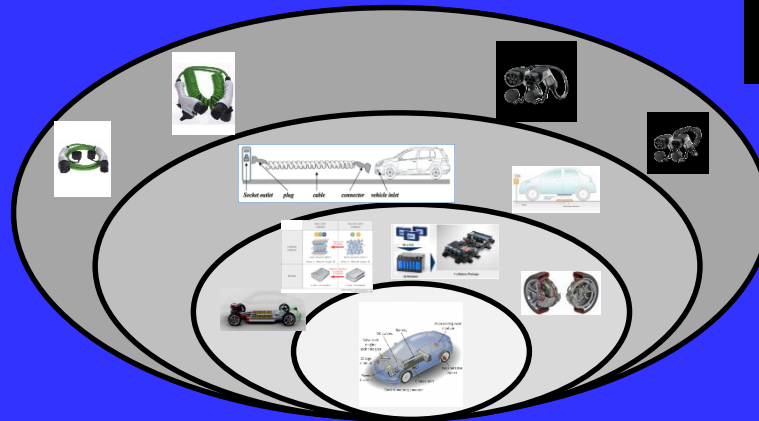
Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι οι χρήστες ηλεκτρικών αυτοκινήτων τα φορτίζουν σε ποσοστό που φθάνει το 85% στην κατοικία τους. Ακολουθεί η φόρτιση στο χώρο εργασίας και σε μικρότερο ποσοστό γίνεται φόρτιση σε δημόσιους χώρους.




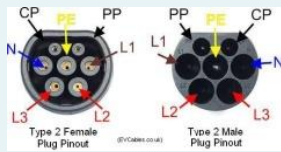
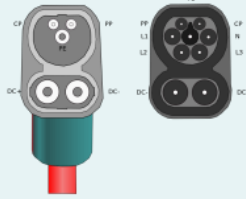


Ως εκ τούτου ένα εκτεταμένο δίκτυο δημόσιων σταθμών φόρτισης ενδεχομένως να έμενε αναξιοποίητο και να αποδεικνυόταν αντισυμβαλλόμενο.

Το μικρό, όμως, αυτό ποσοστό δημόσιας φόρτισης είναι κρίσιμη παράμετρος για να περιοριστεί ή να αποβληθεί η «ανησυχία της αυτονομίας» κατά τη χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

# 3. Ρευματοδότες, ρευματολήπτες, καλώδια



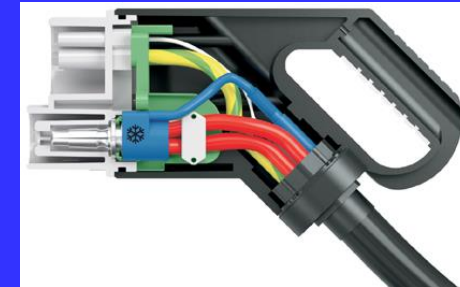
# Η τυποποίηση των ρευματοδοτών/ρευματοληπτών

Επίπεδο 1 AC	Επίπεδο 2 & 3 AC	Επίπεδο 3 DC		
				
SAE J1772	IEC-62196-2/2	CCS – Combined Charging System	CHAdeMO	Tesla combo

IEC 62196-3 (ChaDeMo)

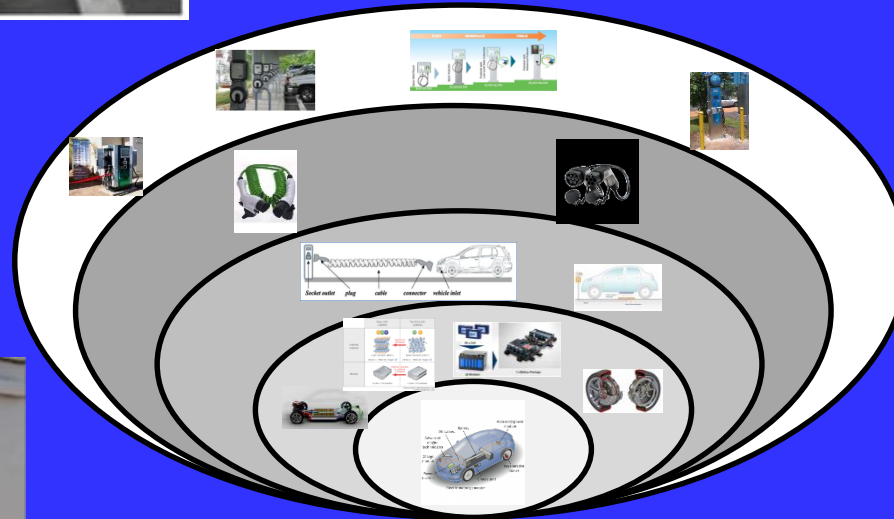


IEC 62196-3 (CCS2) Combo Type 2



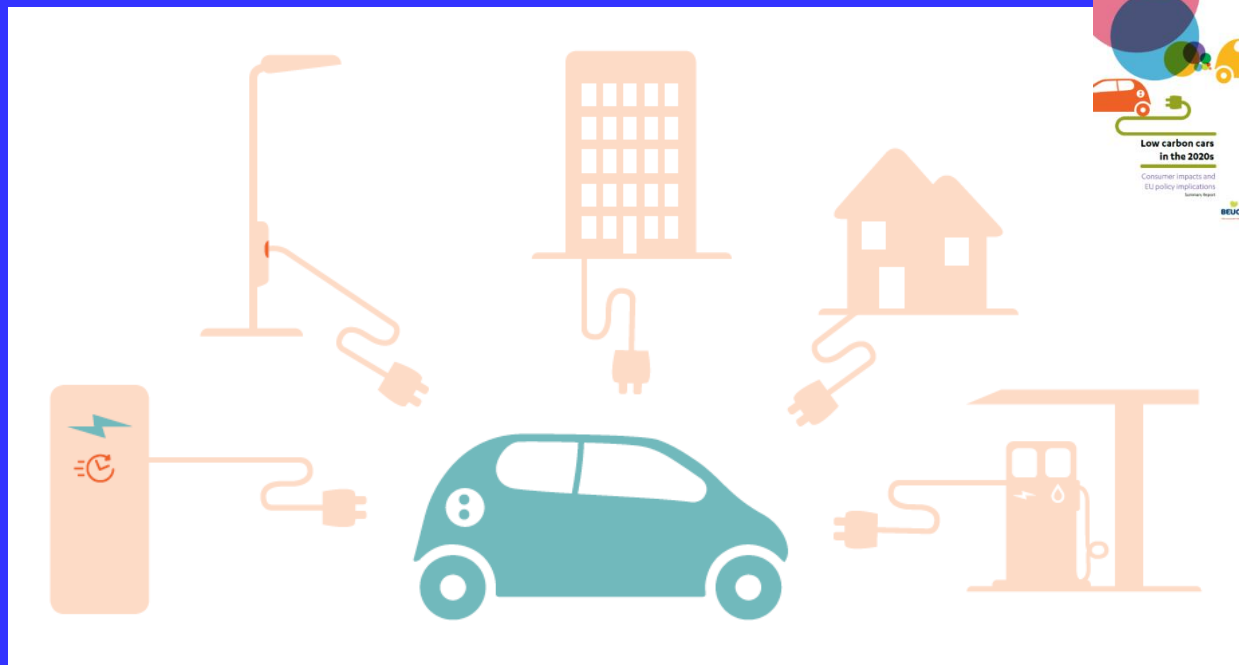
Βύσματα και σύνδεσμοι για γρήγορη φόρτιση (φόρτιση συνεχούς ρεύματος)

# 4. Σταθμοί φόρτισης





# Οι δυνατότητες φόρτισης



υπαίθριος χώρος  
στάθμευσης



στεγασμένος χώρος  
στάθμευσης

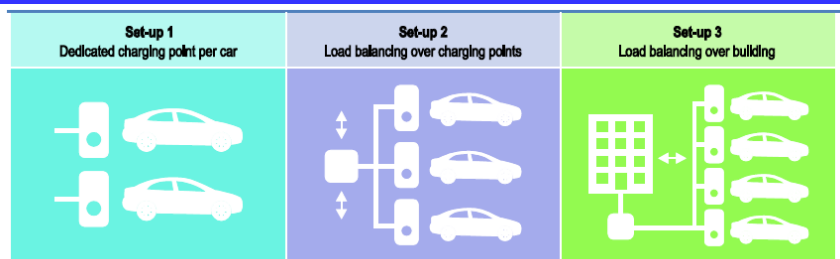


χώρος στάθμευσης  
στο δρόμο

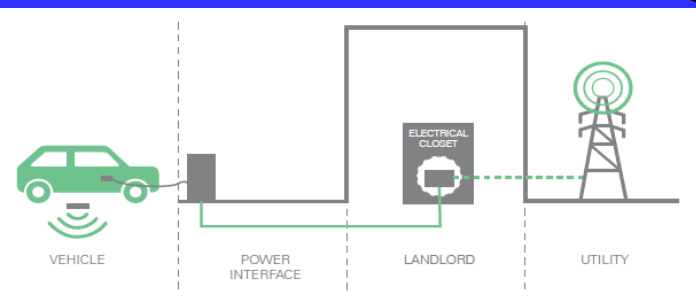
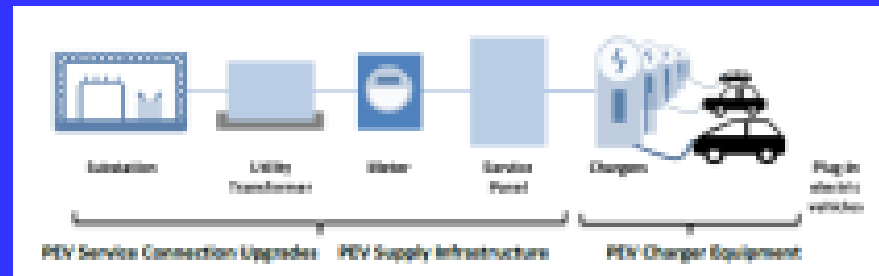


πρατήριο ενέργειας /  
σταθμός εξυπηρέτησης

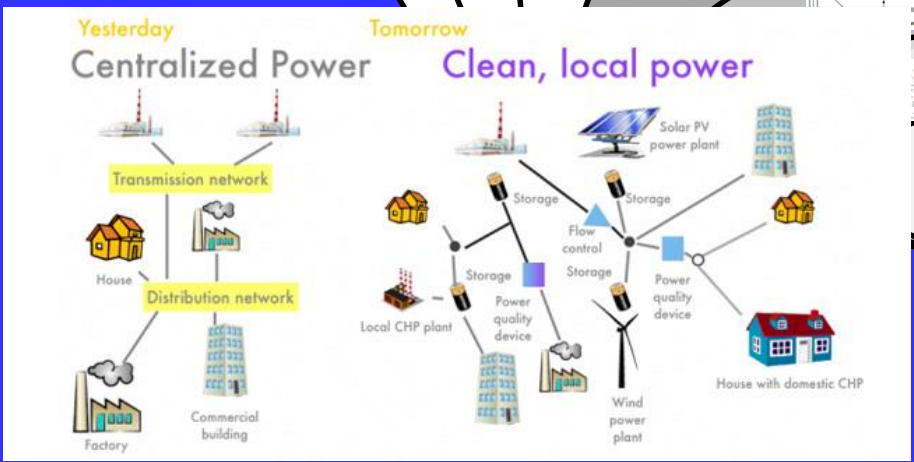
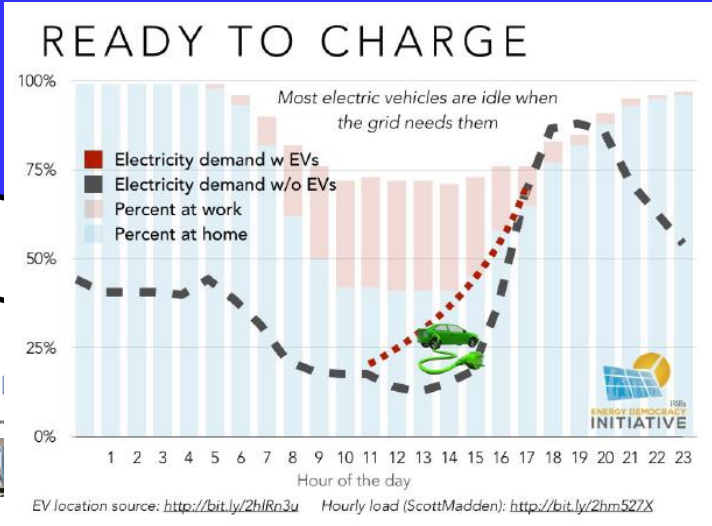
# 5. Η σύνδεση και το δίκτυο διανομής



Source: IEA elaboration based on emerging commercial concepts such as www.zaptec.com

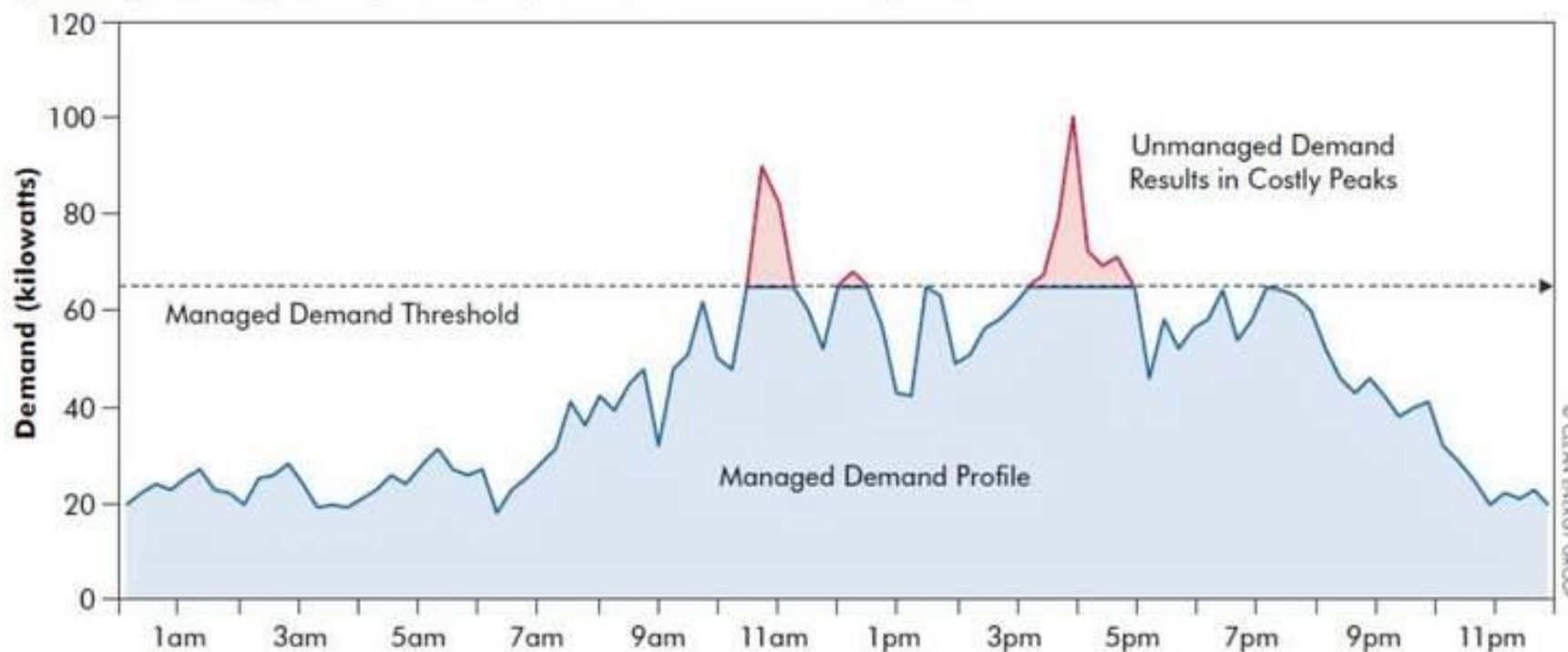


# 6. Το σύστημα μεταφοράς



# Αξιοποίηση της αποθήκευσης για διαχείρισης της ζήτησης φορτίου σε 24ωρο κύκλο

How battery storage can help manage electricity demand over a 24-hour period

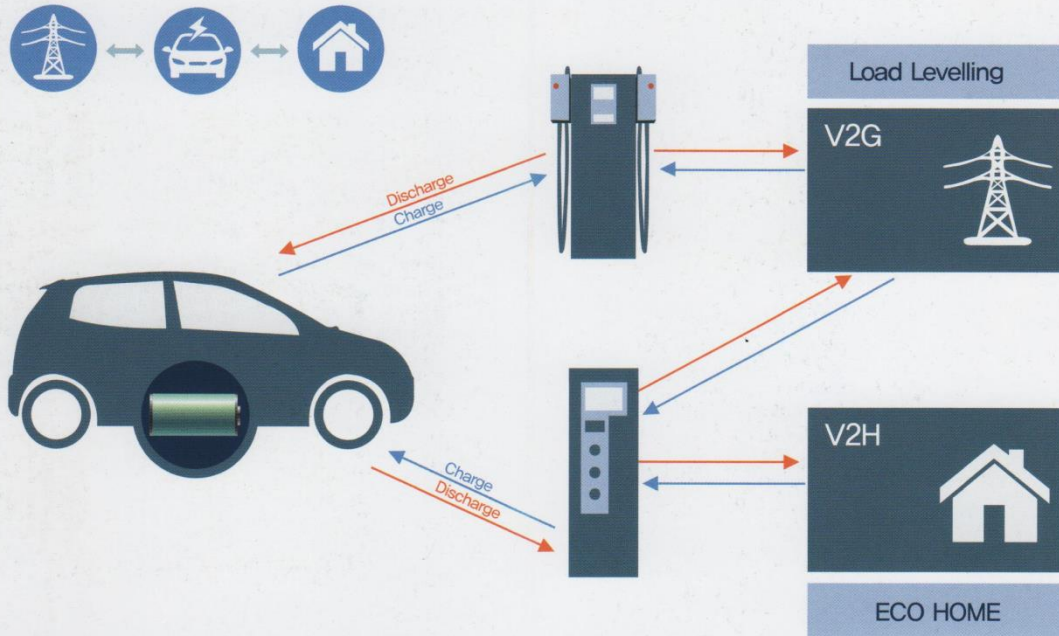


Through the deployment of an energy storage system, peak demand can be effectively capped at a specified level—significantly reducing utility demand charges. Assuming a demand charge of \$10 per kilowatt and peak demand reduction from 100 kilowatts to 65 kilowatts each period (as shown here), energy storage could reduce the customer's demand charge by \$350 per billing period, amounting to an annual savings of \$4,200.

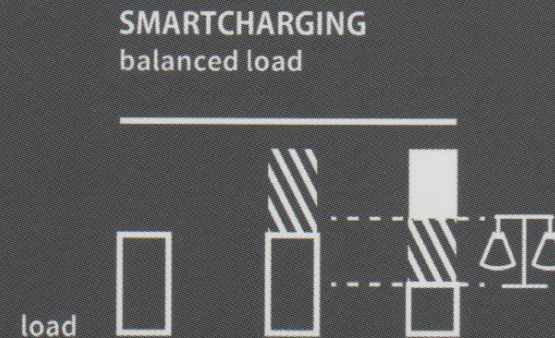
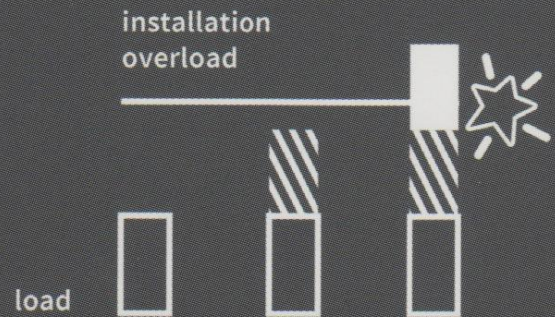


# Έξυπνα δίκτυα και V2G & V2H υπηρεσία

## Vehicle to Grid & Vehicle to Home ( V2G & V2H )

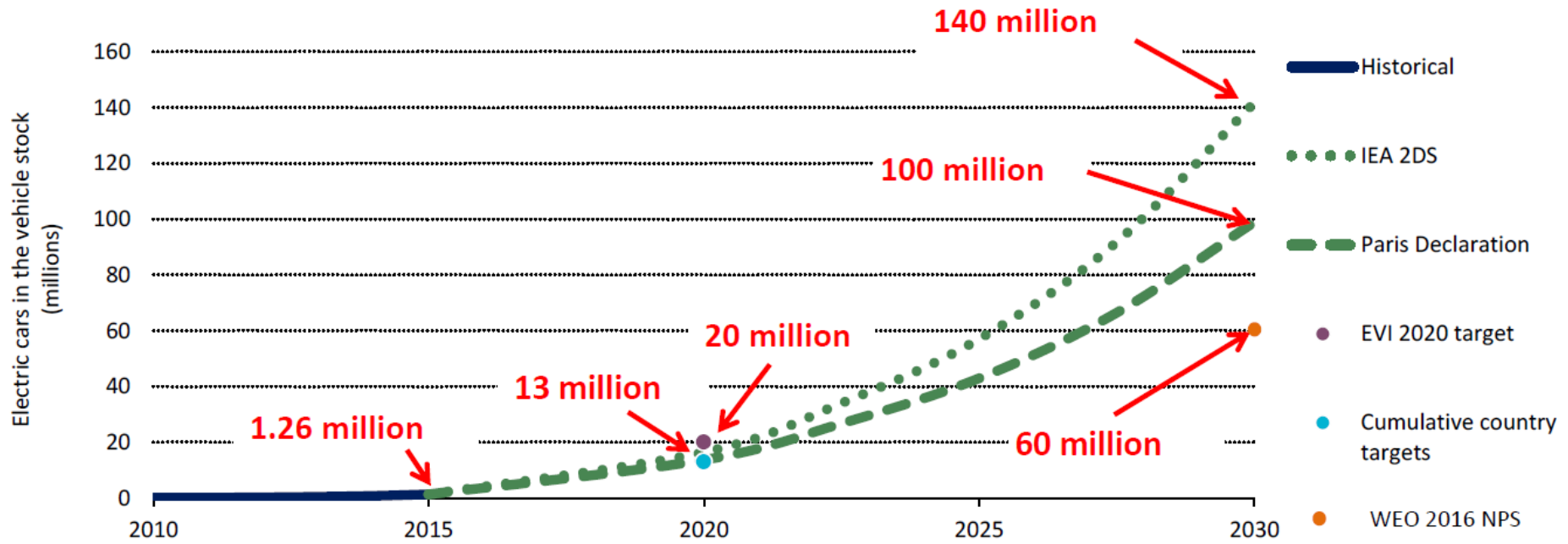


- 1st charger in the cluster
- 2nd charger in the cluster
- ▨ 3rd charger in the cluster



# Σενάρια διάδοσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων

## World



# 7. Η παραγωγή ενέργειας, η παροχή υπηρεσιών κινητικότητας και τα επιχειρηματικά μοντέλα

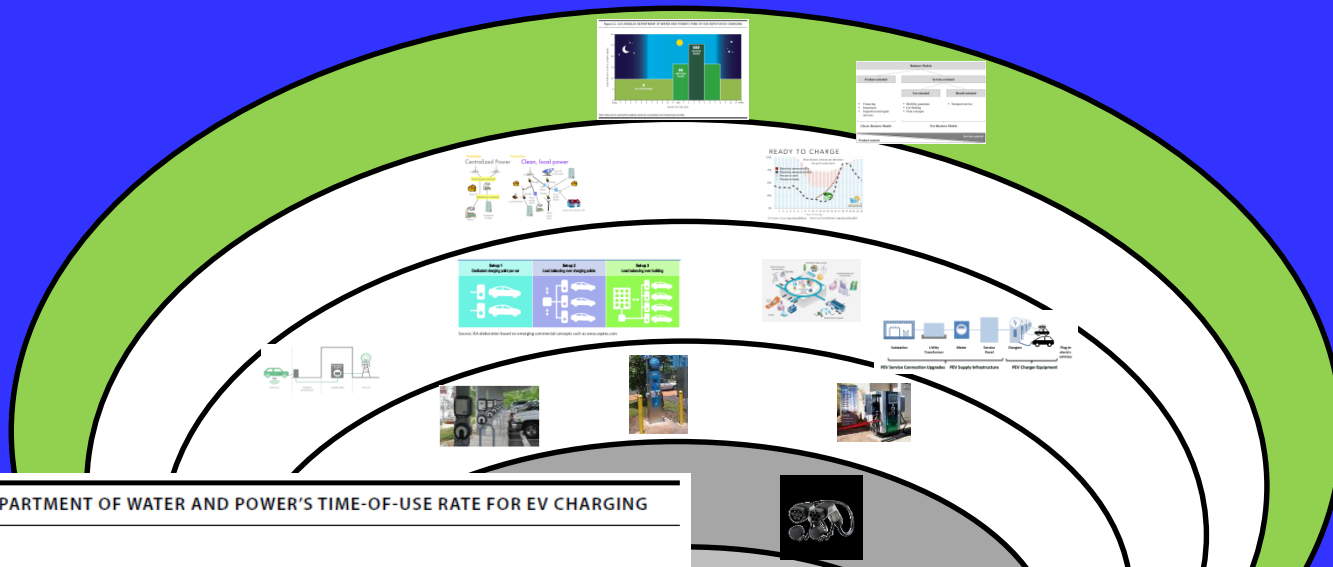
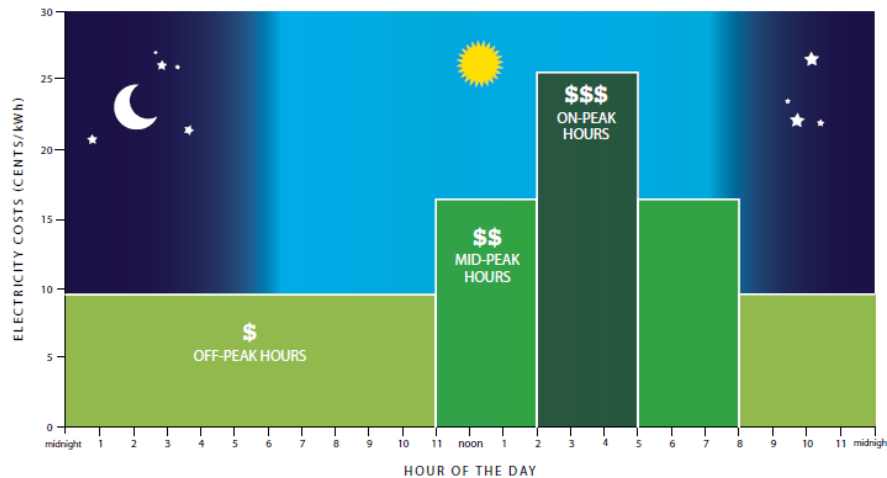
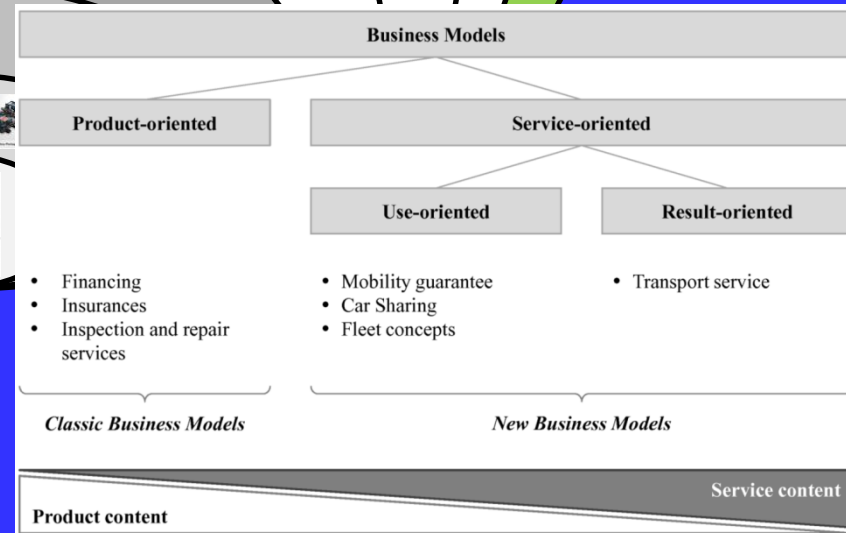


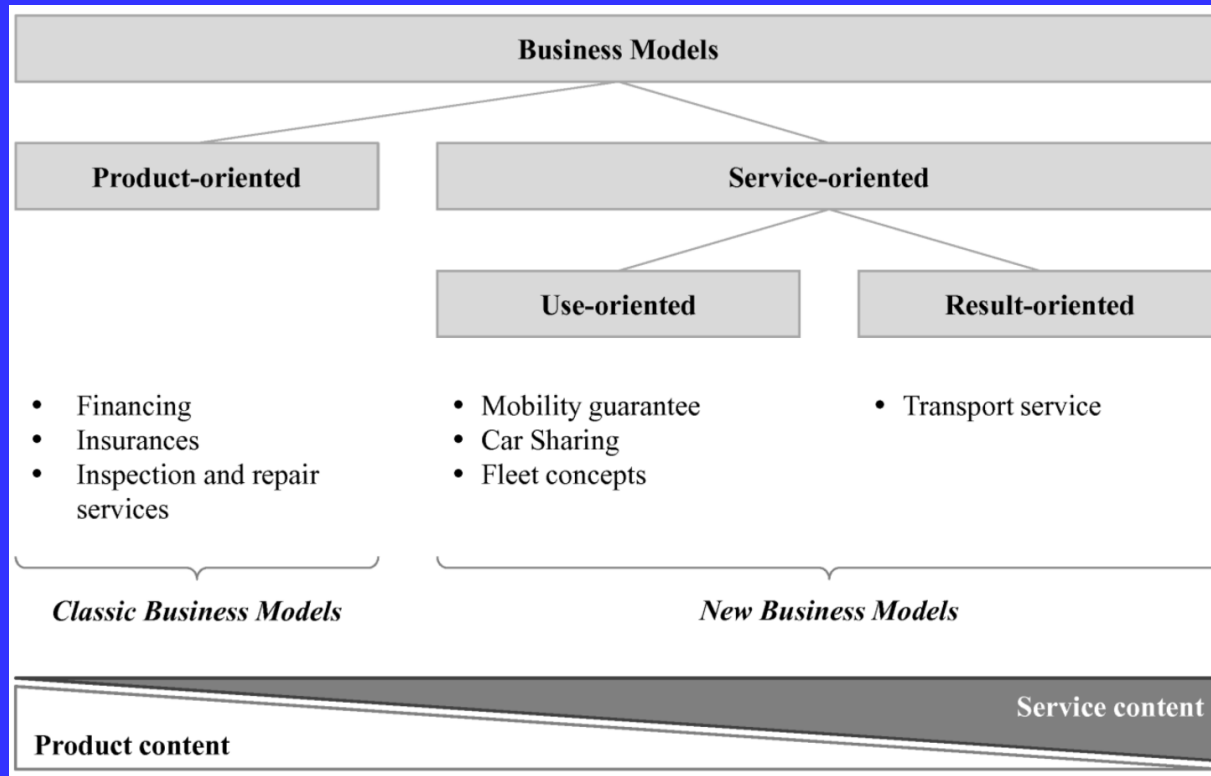
Figure 2.2. LOS ANGELES DEPARTMENT OF WATER AND POWER'S TIME-OF-USE RATE FOR EV CHARGING



Note: Rates are for summertime weekday electricity consumption and include taxes and fees.



# Επιχειρηματικά μοντέλα κινητικότητας



Πηγή: «New business models for electric cars – a holistic approach», Working Paper Sustainability and Innovation No. S 5/2010, Fraunhofer ISI

**MaaS**

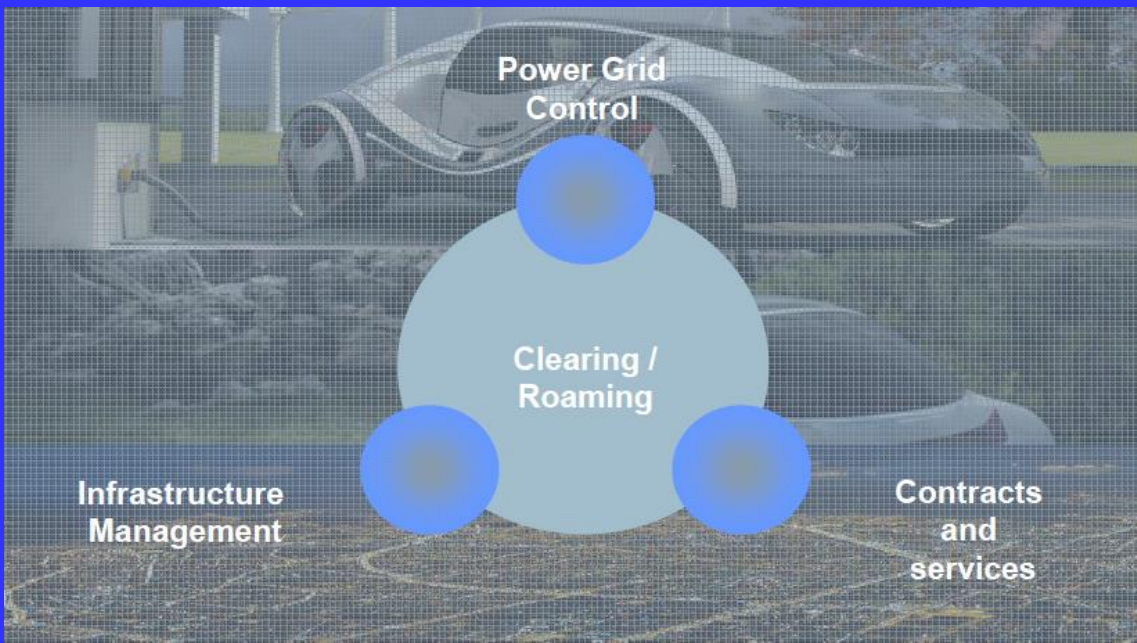
(Mobility as a Product)

**MaaS**

(Mobility as a Service)

- Στο κλασικό μοντέλο προσφέρεται απλά ένα προϊόν στη μορφή του αυτοκινήτου και στο άλλο μόνο υπηρεσίες (όπως η ενοικίαση, το leasing, η χρήση του taxi, κ.α.).
- Ανάμεσα στα δύο άκρα υπάρχουν πολυάριθμοι επιχειρηματικά μοντέλα προσφοράς υπηρεσιών κινητικότητας στους τελικούς καταναλωτές.





# Το συνολικό τεχνοοικονομικό σύστημα της ηλεκτροκίνησης

7. Η παραγωγή ενέργειας, η παροχή υπηρεσιών κινητικότητας και τα επιχειρηματικά μοντέλα

4. Οι σταθμοί φόρτισης

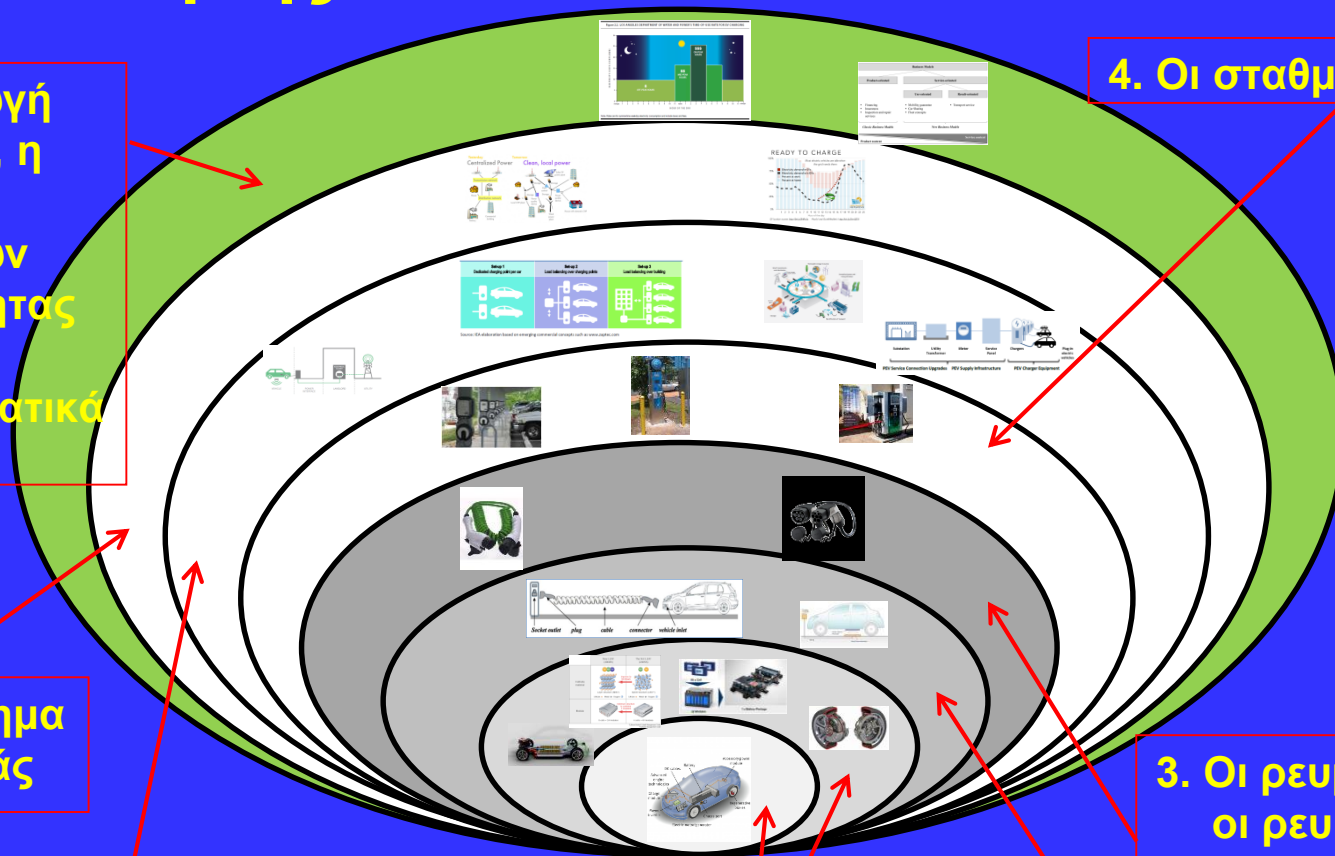
6. Το σύστημα μεταφοράς

3. Οι ρευματοδότες, οι ρευματολήπτες και τα καλώδια

5. Η σύνδεση και το δίκτυο διανομής

1. Το αυτοκίνητο και τα συστήματά του

2. Η φόρτιση



# Γιατί ηλεκτροκίνηση;

Γιατί είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο  
ενεργειακής διαχείρισης

# Ευχαριστώ

## για την προσοχή σας