

# Električna vozila pogonjena zelenom energijom

---

8. Zagrebački energetska tjedan

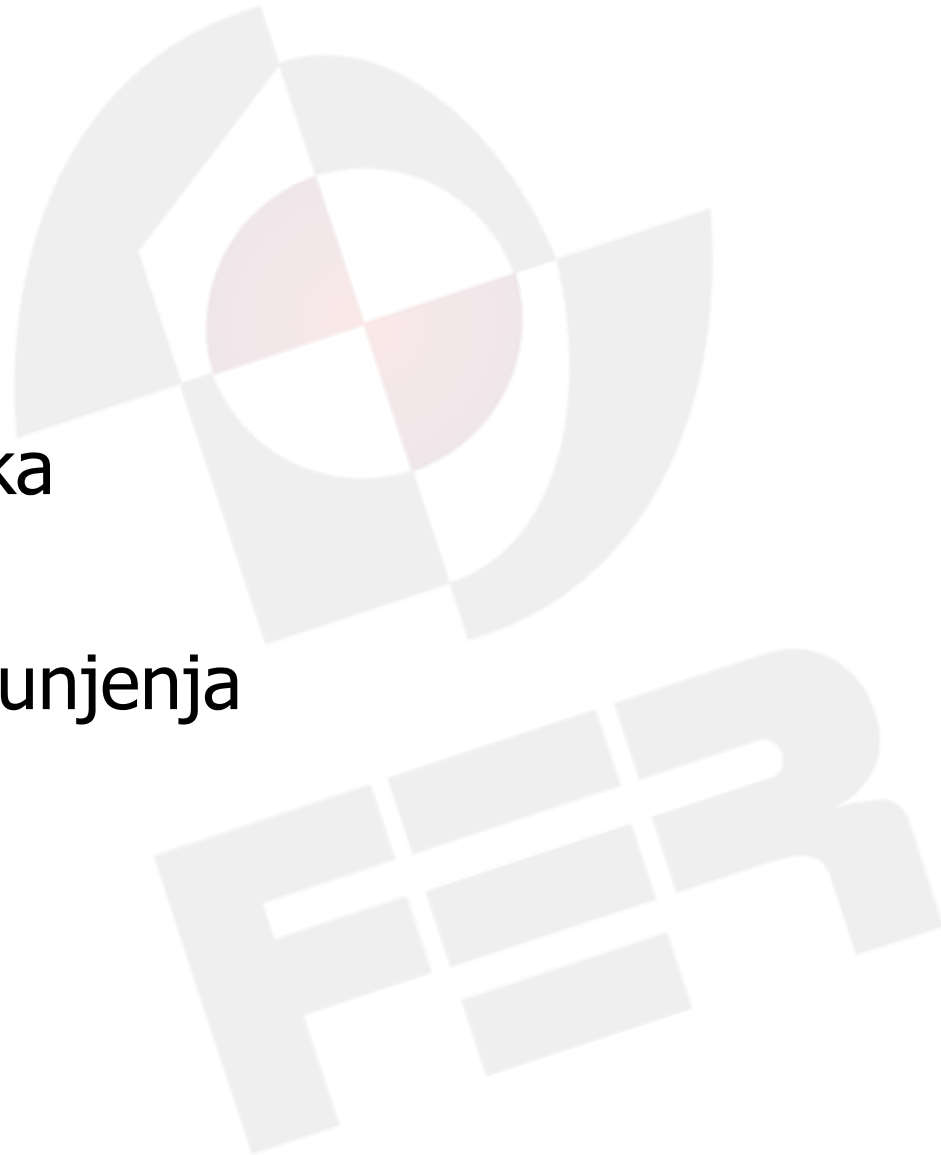
Autor: Ivan Pavić, mag.ing.el.  
Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet elektrotehnike i računarstva  
Zavod za visoki napon i energetiku

08.05.2017.

# Sadržaj

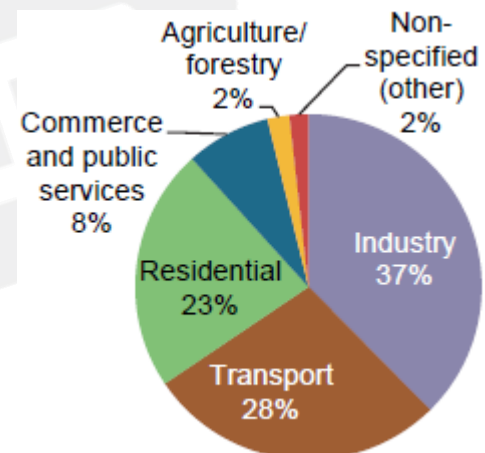
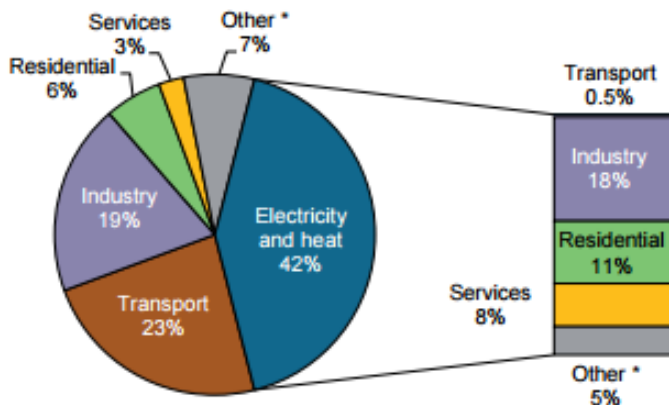
---

- Uvod
- EV i ekologija
- EV i energetika
- Mogućnosti punjenja



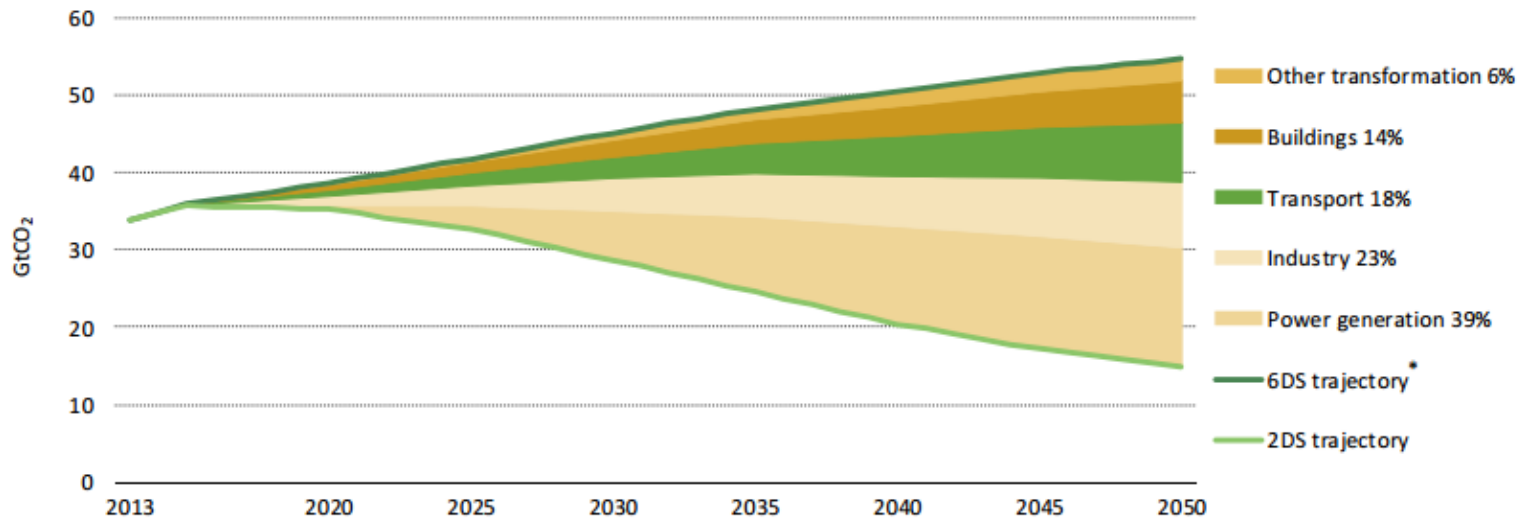
# Globalno zatopljenje

- COP21 Pariz prosinac 2016.
  - Cilj: ograničiti porast prosječne svjetske temperature ispod 2°C
  - Način: smanjiti emisije stakleničkih plinova
  - Područje: energetika, industrija, promet, zgradarstvo...
- IEA - International Energy Agency
  - Prometni sektor zauzima 28% ukupne svjetske potrošnje energije
  - Prometni sektor zaslužan je za 23% ukupnih svjetskih emisija stakleničkih plinova
  - Bez promjena u prometnom sektoru ambiciozni ciljevi COP21 se ne mogu postići



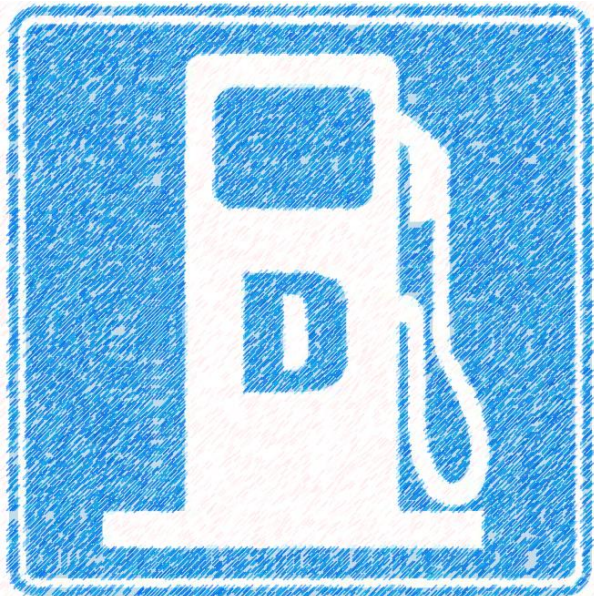
# IEA – smanjenje emisija do 2050.

- Smanjenje emisija stakleničkih plinova:
  - po sektoru do 2050.
  - 2°C trajektorija u odnosu na 6°C trajektoriju



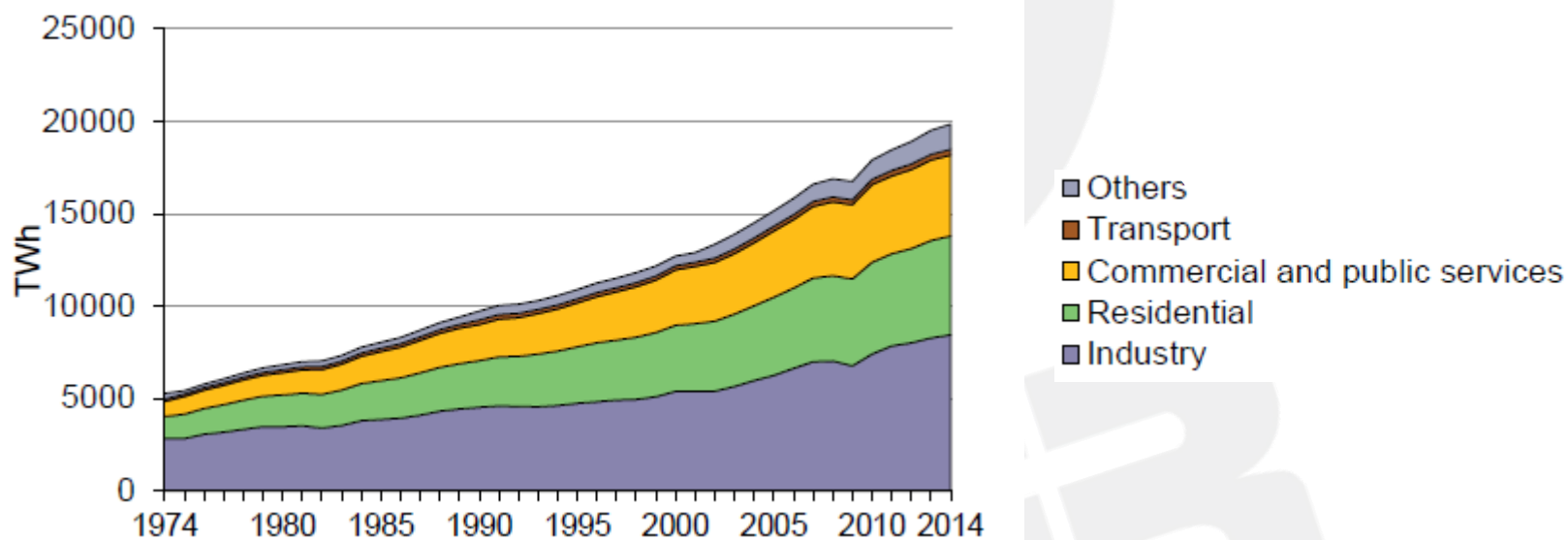
# EV, borac protiv globalnog zatopljenja?

- Do 2050. potrebno je 18% smanjenja emisija stakleničkih plinova u prometnom sektoru
- Mogući način → elektrifikacija prometa
  - Transformacija prometnog sektora: s konvencionalnog pogonjenog fosilnim gorivima ka novom pogonjenom električnom energijom
  - Javni prijevoz, taxi, osobna vozila, industrijska vozila, kamioni...



# Potrošnja električne energije...

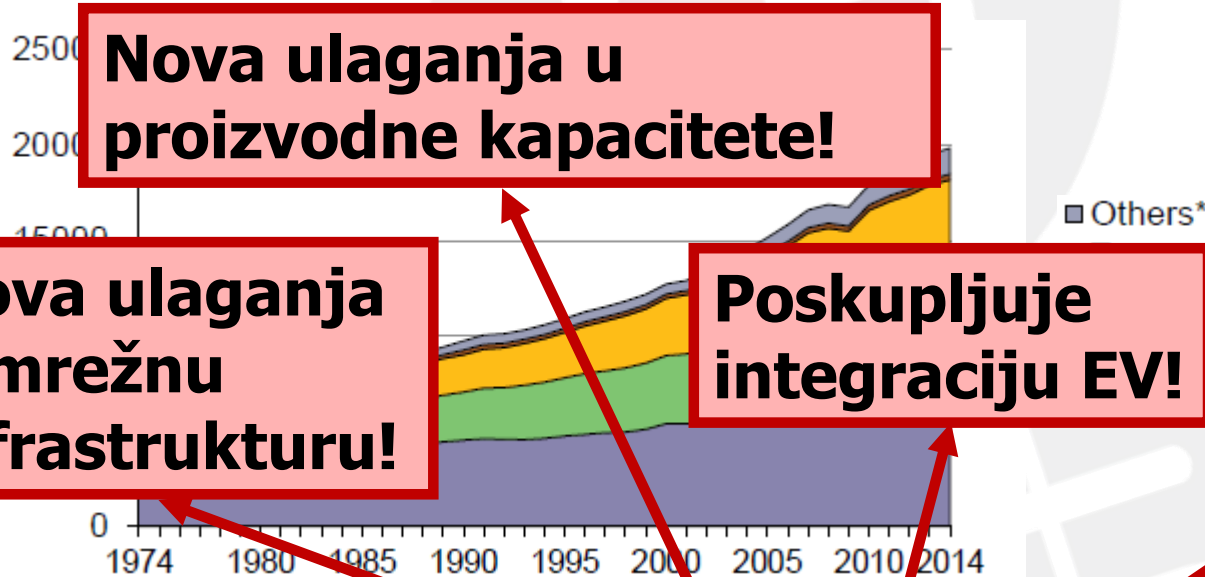
- Potrošnja električne energije u svijetu raste
- Prometni sektor trenutno zauzima mali udio u ukupnoj potrošnji električne energije (<1%)



- Elektrifikacija prometa kao pasivnog potrošača:
  - uzrokuje daljnji porast opterećenja
  - zahtjeva dodatna ulaganja u elektroenergetsku infrastrukturu

# Potrošnja električne energije...

- Potrošnja električne energije u svijetu raste
- Prometni sektor trenutno zauzima mali udio u ukupnoj potrošnji električne energije (<1%)



**Nova ulaganja u proizvodne kapacitete!**

**Nova ulaganja u mrežnu infrastrukturu!**

**Poskupljuje integraciju EV!**

**Rješenje: strateško planiranje integracije!**

- Elektrifikacija prometa kao pasivnog potrošača:
  - uzrokuje daljnji porast opterećenja
  - zahtjeva dodatna ulaganja u elektroenergetsku infrastrukturu

# Emisije iz proizvodnje električne energije?

- IEA – International Energy Agency

- Energetika uzrokuje 42% ukupnih svjetskih emisija stakleničkih plinova
- Do 2050. potrebno je 39% smanjenja emisija u sektoru energetike

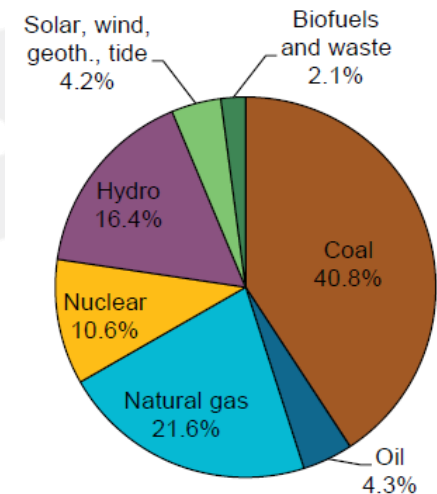
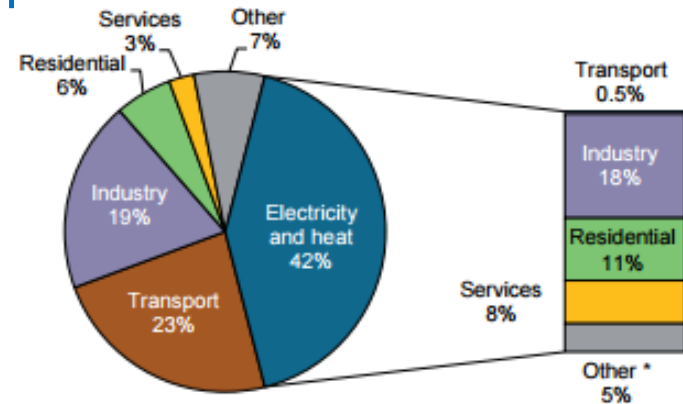
- Preduvjet → niskougljični elektroenergetski sustav

- Trenutni energetska miks svijeta:

- dvije trećine proizvedene električne energije iz fosilnih goriva

- Zadržavanje trenutnog eneretskog miksa:

- EV premještaju emisije iz naselja u elektrane
- Ne utječu značajnije na globalno smanjenje emisija stakleničkih plinova





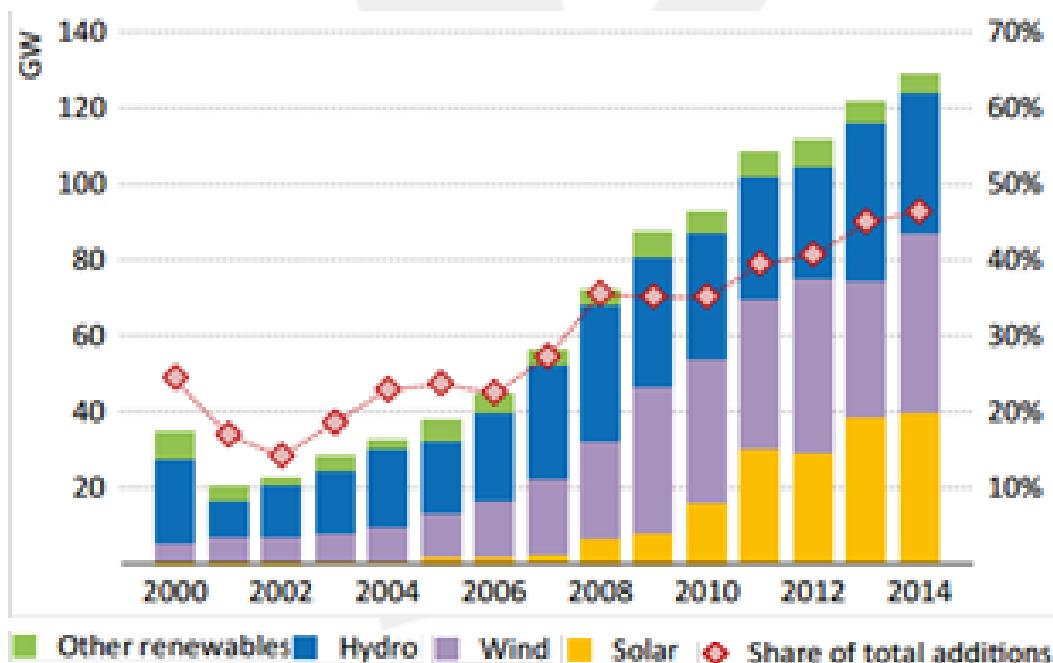
# Niskougljična elektroenergetika...

- Porast instalirane snage u OIE:

- Porast opterećenja,
- Dekomisija starih elektrana,
- Niske emisije te operativni troškovi...

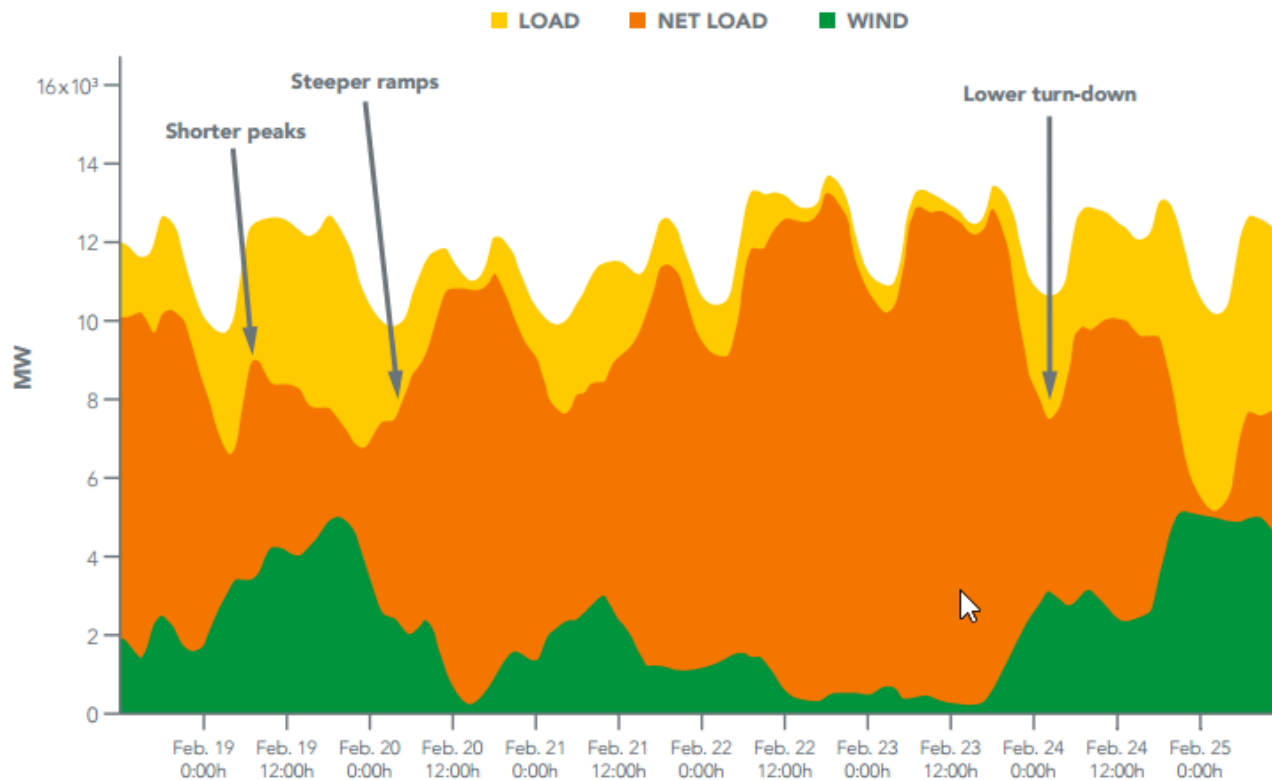


- U 2015. godini instalirani kapacitet u OIE je bio veći od 50% ukupnog instaliranog kapaciteta



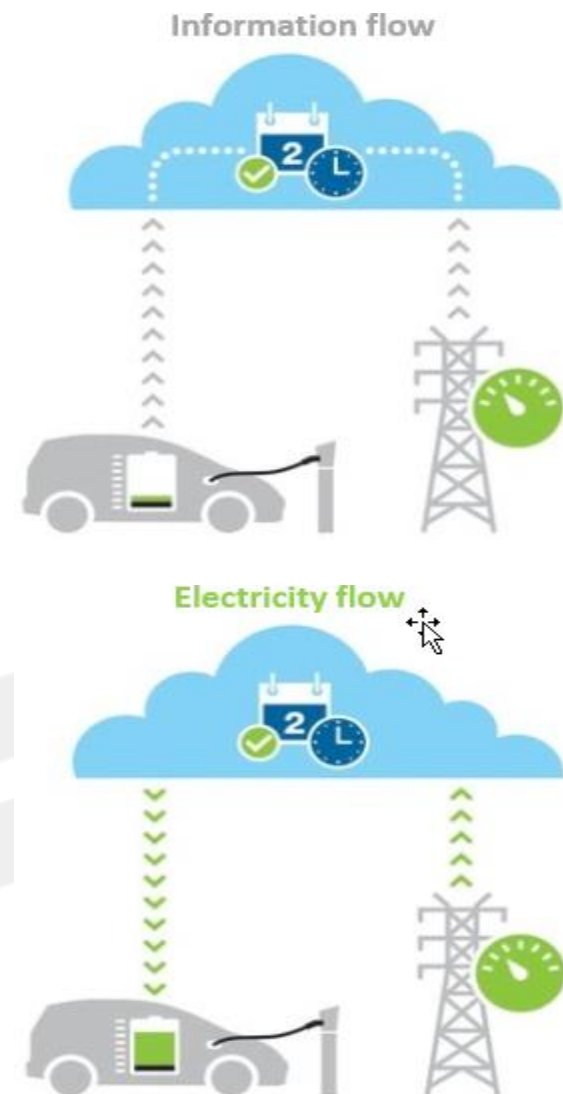
# Više OIE...

- ...više problema u sustavu:
  - Veća varijabilnost i nepredvidivost u sustavu
  - Veći skokovi u neto opterećenju
  - Kraći trajanje vršnog opterećenja, niže bazno opterećenje
  - Veći zahtjevi za fleksibilnosti, rezervom...



# EV, borac protiv globalnog zatopljenja 2?

- EV posjeduju baterijski spremnik energije → posjeduju fleksibilnost prema mreži
- EV svojom fleksibilnošću mogu omogućiti daljnju tranziciju ka niskougljičnom sustavu
- EV **ne smiju** biti dodatno **pasivno trošilo** u sustavu
- EV **moraju** biti upravljivi pametni uređaji koji se prilagođavaju potrebama **korisnika i sustava**



# EV, borac protiv globalnog zatopljenja 2?

## 1. Minimizacija potreba za dodatnim ulaganjem zbog integracije samih EV

- EV svojom fleksibilnošću mogu omogućiti daljnju niskougljičnom
- EV **ne smiju** biti **trošilo** u sustavu

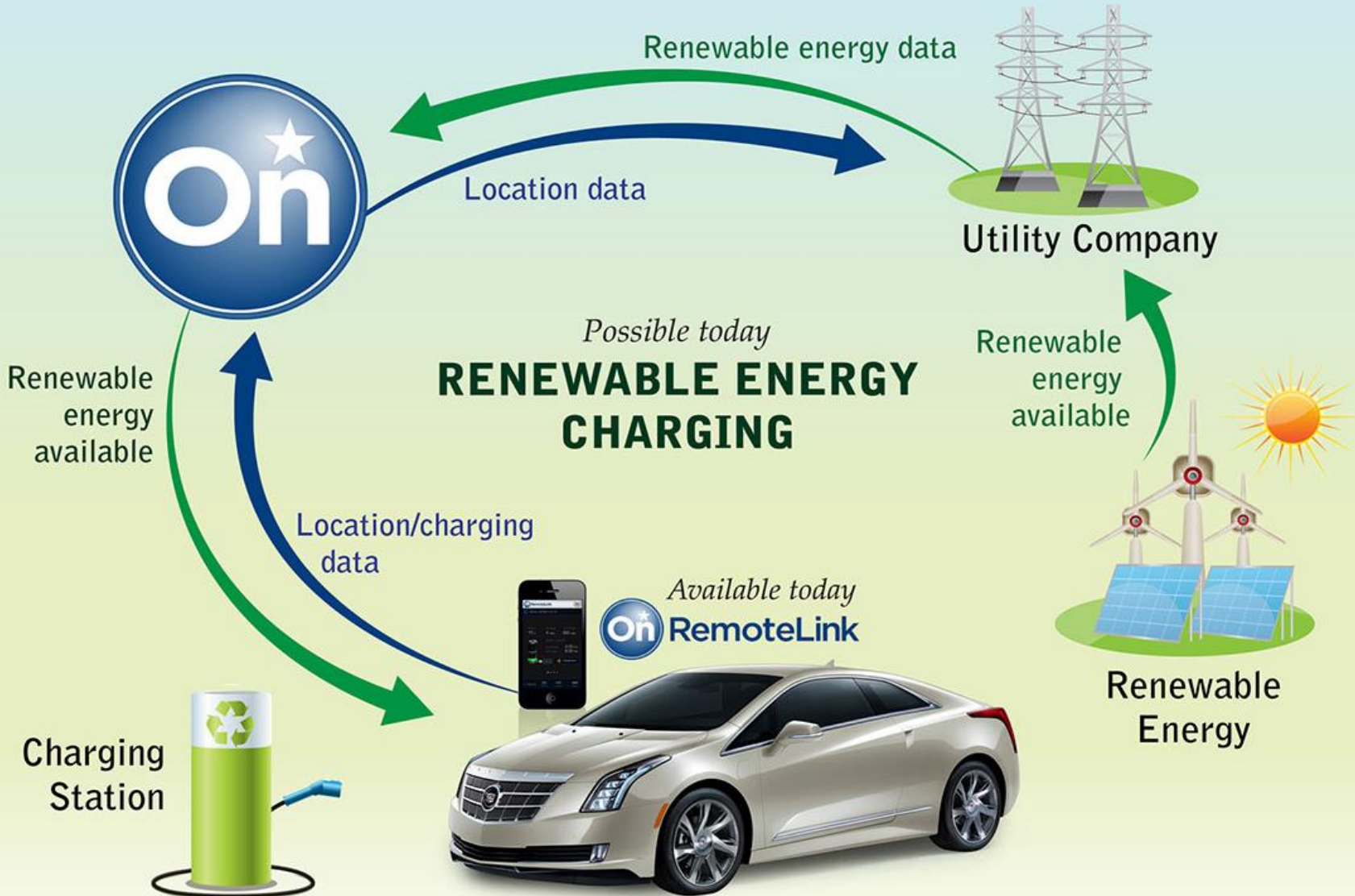
## 2. Minimizacija potreba za dodatnim ulaganjem zbog integracije OIE

- EV **moraju** biti upravljivi pametni uređaji koji se prilagođavaju potrebama **korisnika i sustava**

Information flow



# EV, borac protiv globalnog zatopljenja 2?



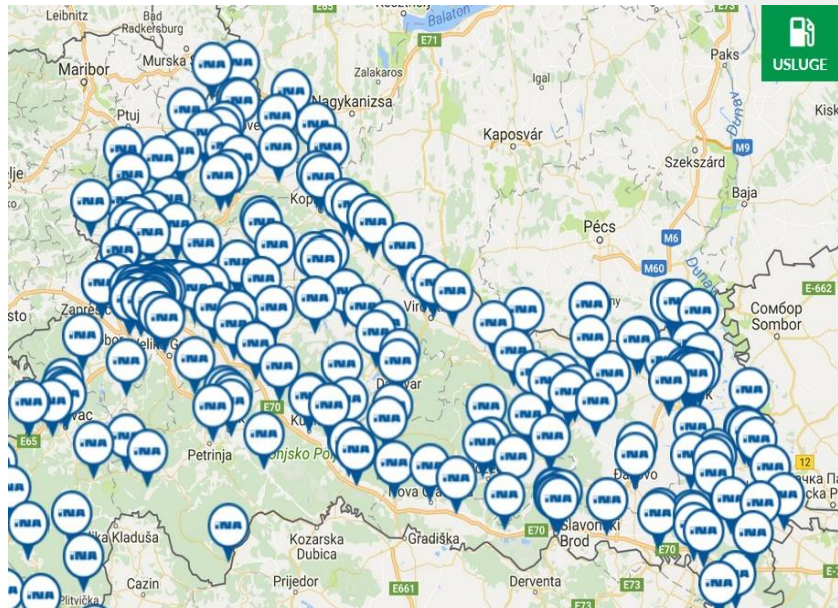
# ICE vs EV → CAPEX vs OPEX

---

- Kapitalni trošak (CAPEX) EV je veći nego kod ICE
- Često je visoka cijena kupnje EV glavna prepreka daljnjoj elektrifikaciji
- Najveći udio u visokoj cijeni EV jest cijena baterije
- No cijena baterije opada, a kapacitet joj se povećava
- Operativni trošak (OPEX) EV je manji nego kod ICE
- EV s poticajima su, dugoročno promatrano (CAPEX+OPEX), konkurentni ICE

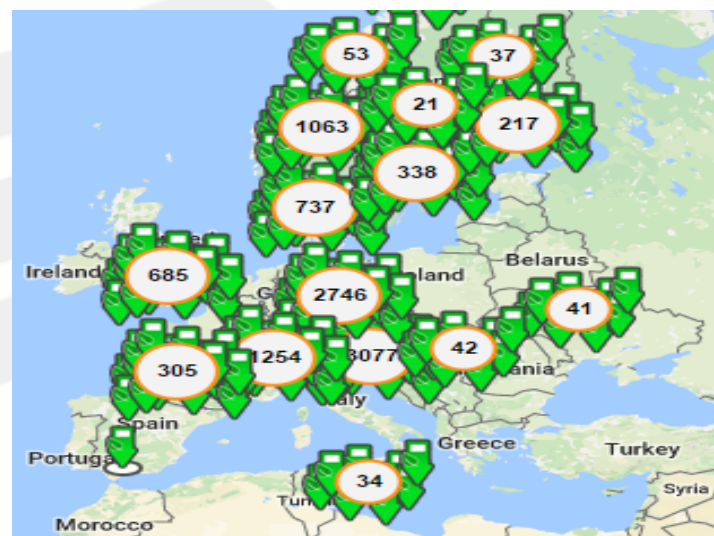
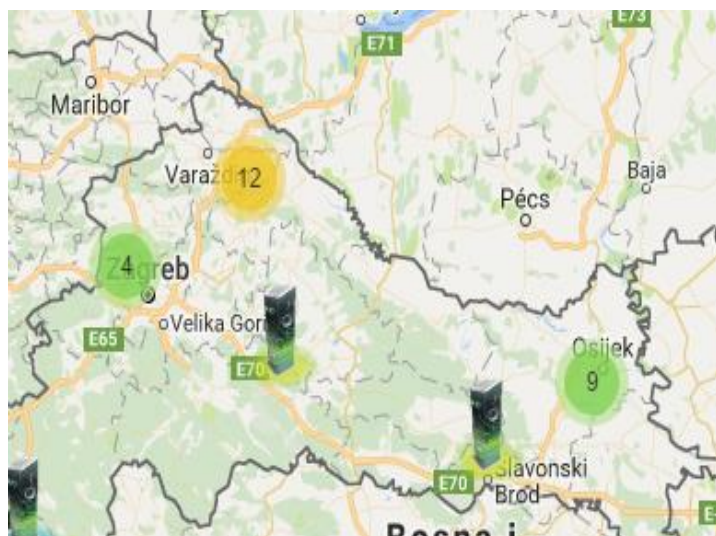
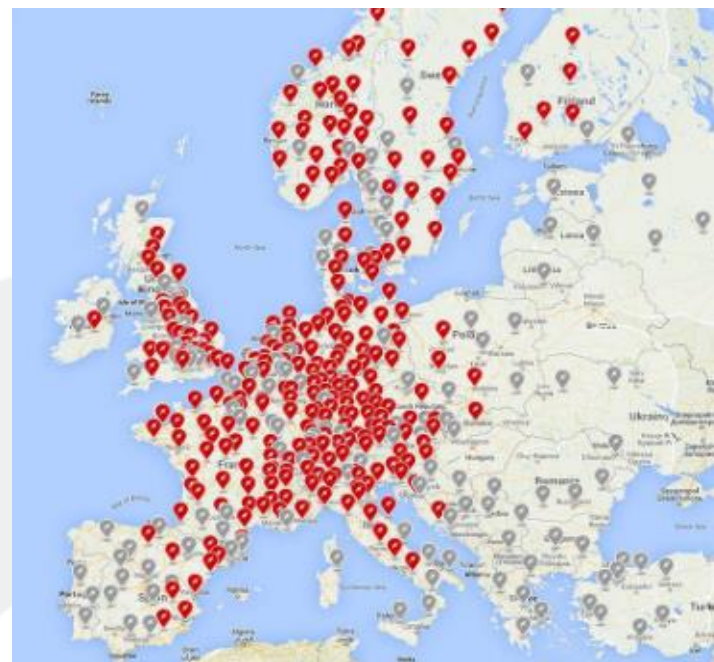
# EV je super... ali gdje ga „natočiti“?

- Korisnici konvencionalnih vozila na raspolaganju imaju razgranatu mrežu benzinskih postaja
- Nadopuna goriva nije problem → nema tzv. „straha od nedovoljnog doseg“ (engl. „range anxiety“)
- Mobilnost je osigurana



# Razvoj infrastrukture za punjenje EV

- Infrastruktura za punjenje EV još nije dovoljno razvijena,
- Problem „kokoš ili jaje – tko bi prvi?“
- Pojedine države su ostvarile značajan napredak kod integracije punionica EV





# Infrastruktura za punjenje EV

- Razne su mogućnosti kojima korisnici električnih vozila mogu puniti svoja vozila

## Charging modes

**„on-road“**  
drive & charge

**„stop-by“**  
stop 2 charge

**„parked“**  
park & charge

Conductive  
Charging  
Lanes

Inductive  
Charging  
Lanes

Battery  
Swapping  
Station

Fast  
Charging  
Station

Medium  
Charging  
Lot

Slow  
Charging  
Lot

# Što je zaista u upotrebi?

- Punionice EV najslučniji su benzinskim crpkama (brze) i trošilima (spore) → raširena upotreba

## Charging modes

### Demonstracijska faza

Conductive  
Charging  
Lanes

Inductive  
Charging  
Lanes

Battery  
Swapping  
Station

### Komercijalna upotreba

Fast  
Charging  
Station

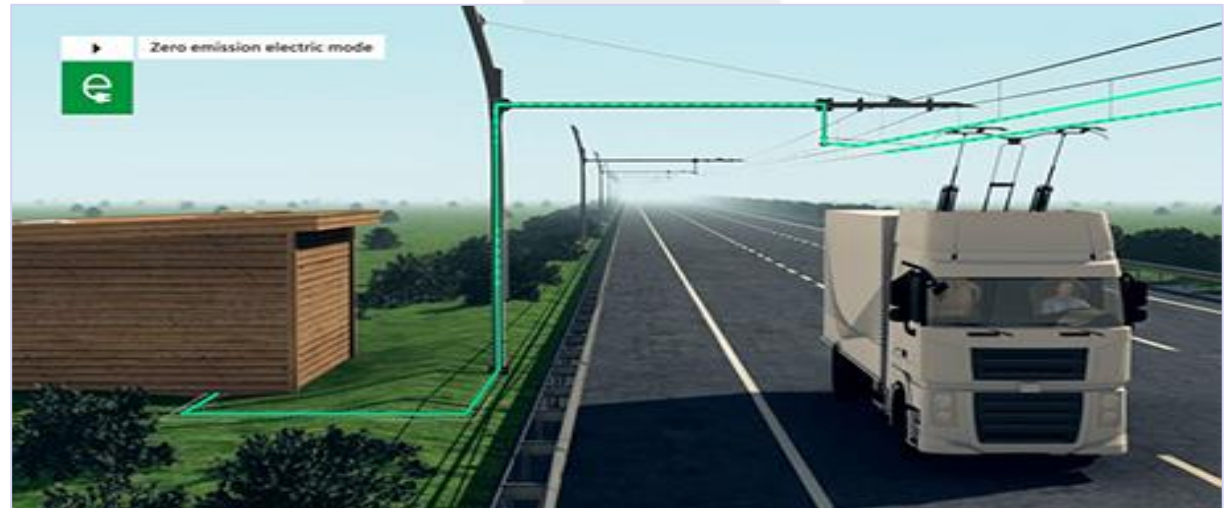
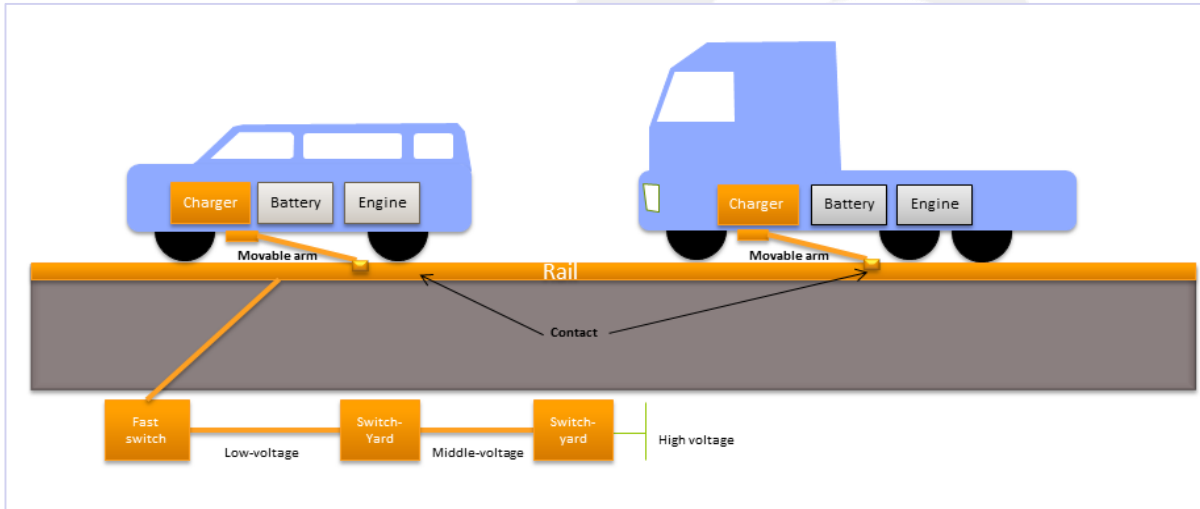
Medium  
Charging  
Lot

Slow  
Charging  
Lot

# Trake za galvansko punjenje

„on-road“ charging

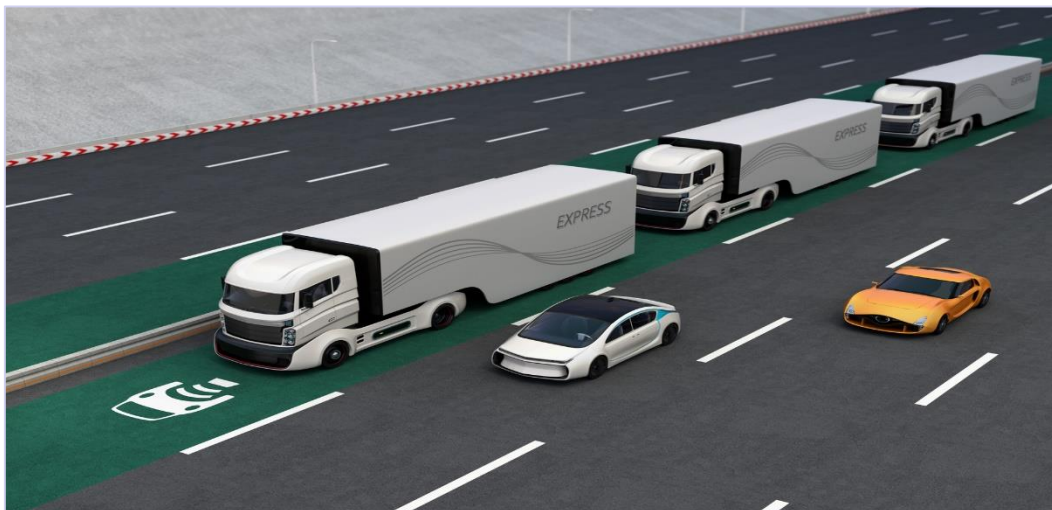
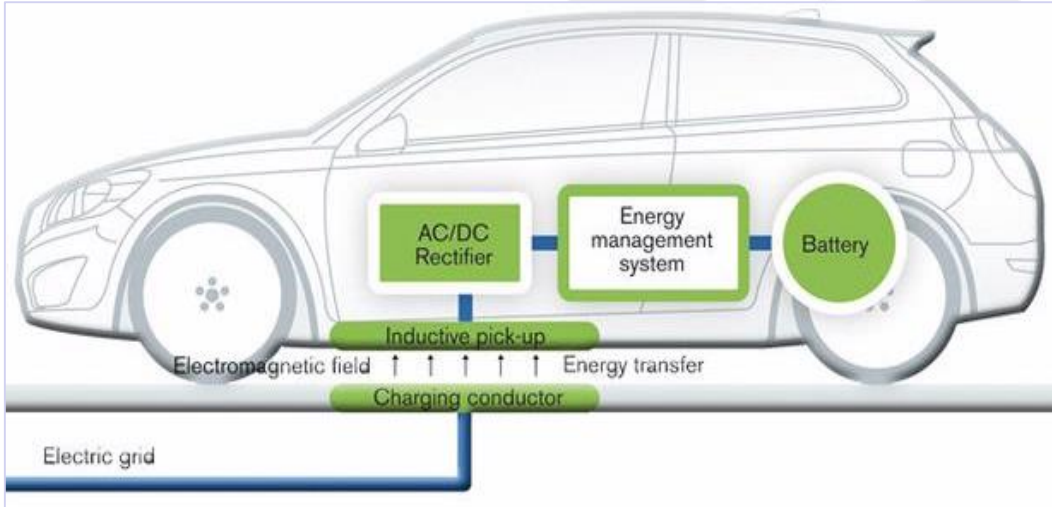
Conductive Charging Lanes



# Trake za bežično punjenje

## „on-road“ charging

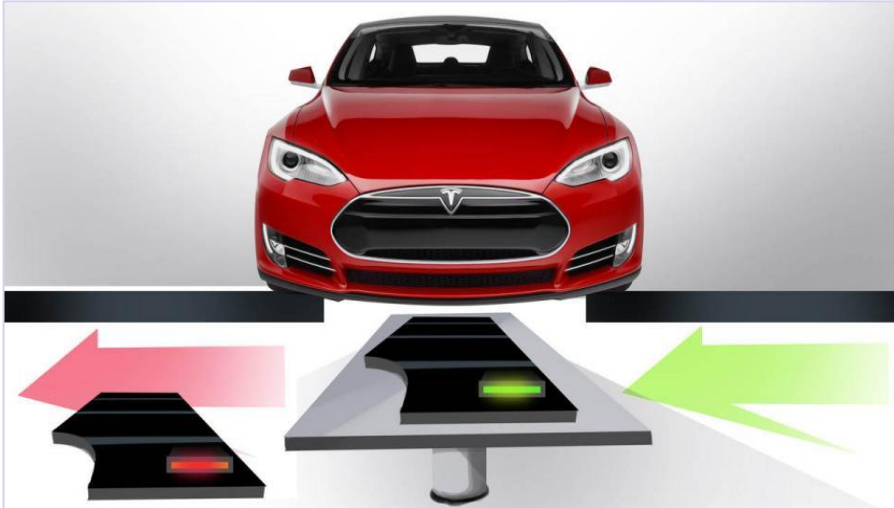
### Inductive Charging Lanes



# Stanice za zamjenu baterije

„stop-by“ charging

Battery Swapping Stations



# Stanice za brzo punjenje

„stop-by“ charging

Fast Charging Stations



# Parkirna mjesta za srednje-brzo punjenje

„parked“ charging

Medium Charging Lots



# Parkirna mjesta za sporo punjenje

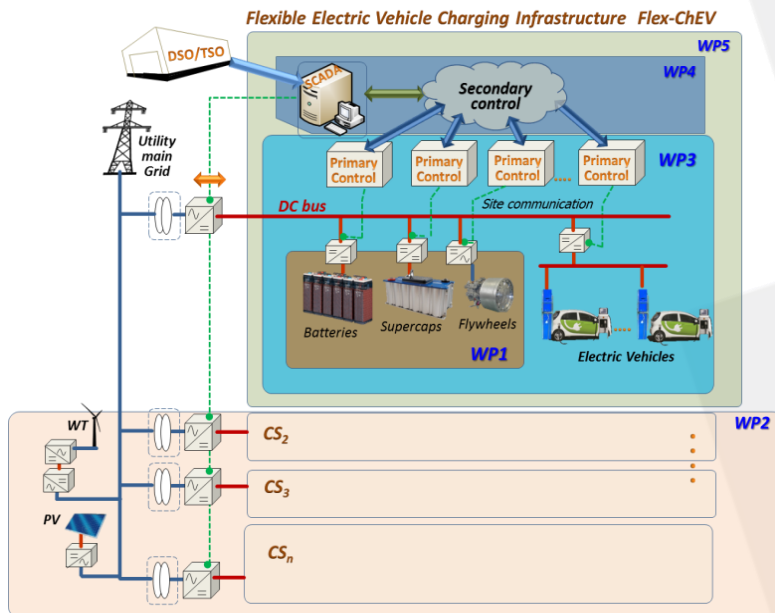
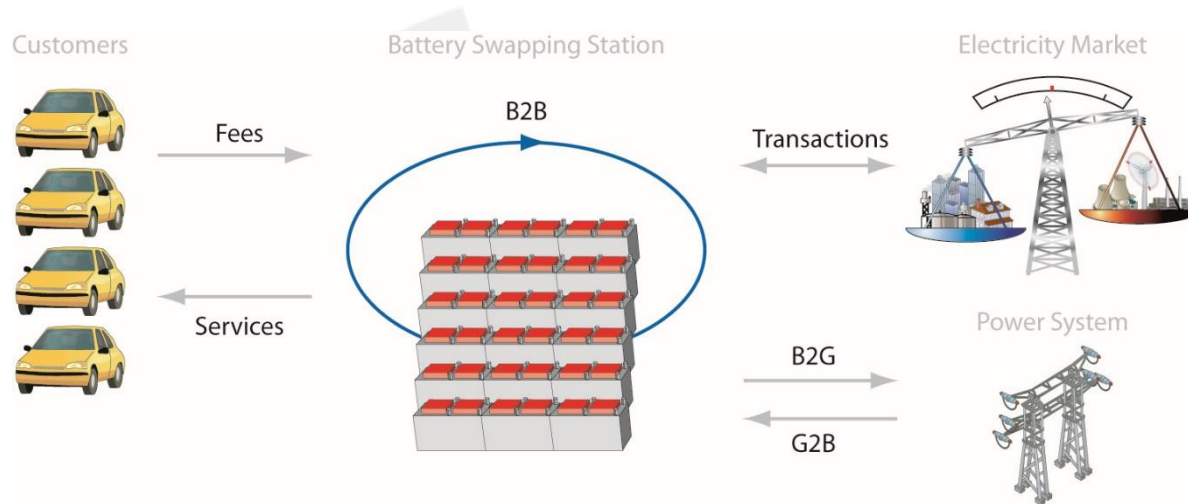
„parked“ charging

Slow Charging Lots



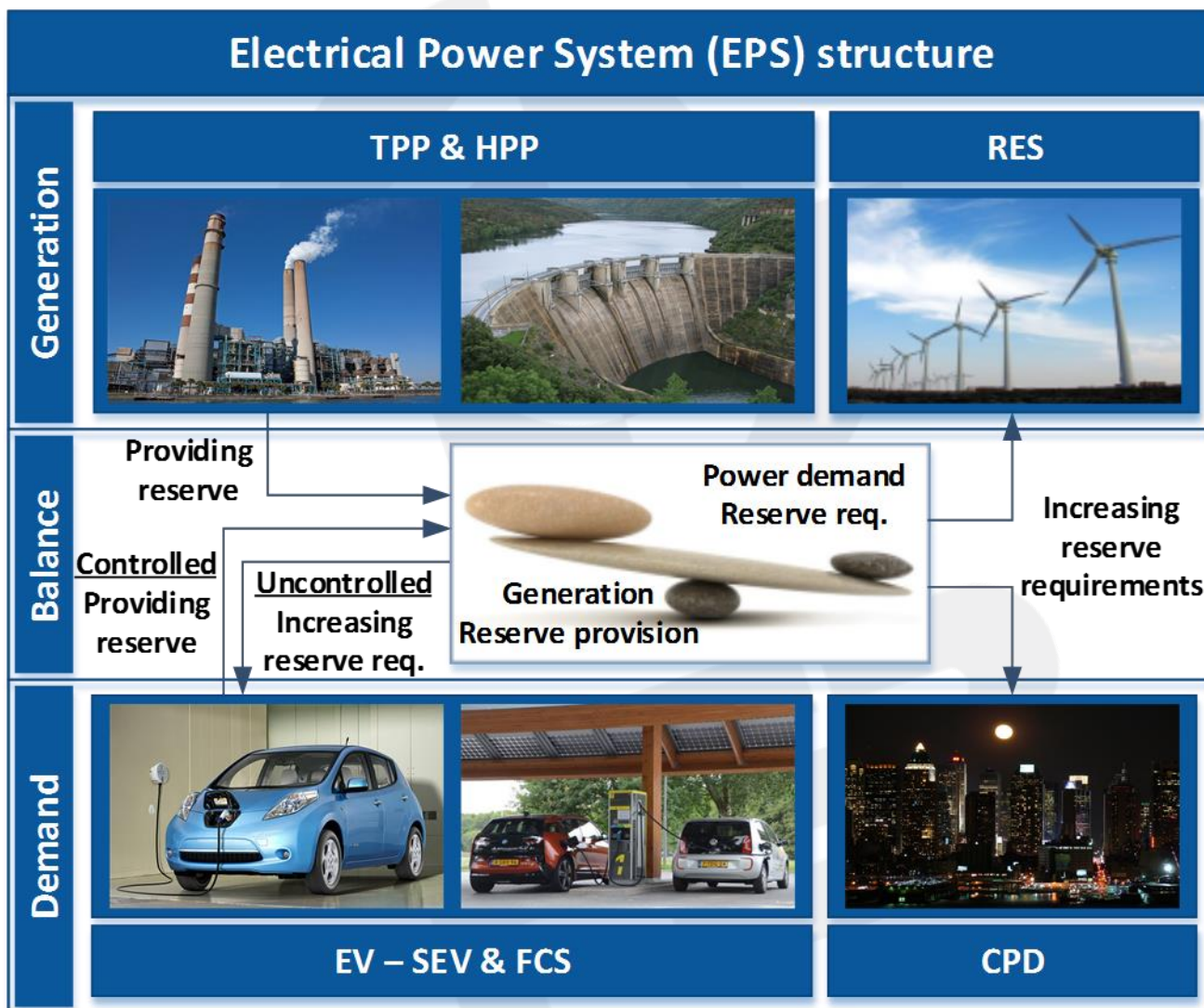


# EV & SG projekti na FER-u



- EVBASS
- Flex-ChEV
- Smart Cities
- FENISG
- 3Smart...

# Primjer istraživanja



# Kraj

---

- Pitanja?

