

Поглед на електронску енергетику будућности

Душан Боројевић

у сарадњи са

Игором Цветковићем и многобројним другим студентима и сарадницима

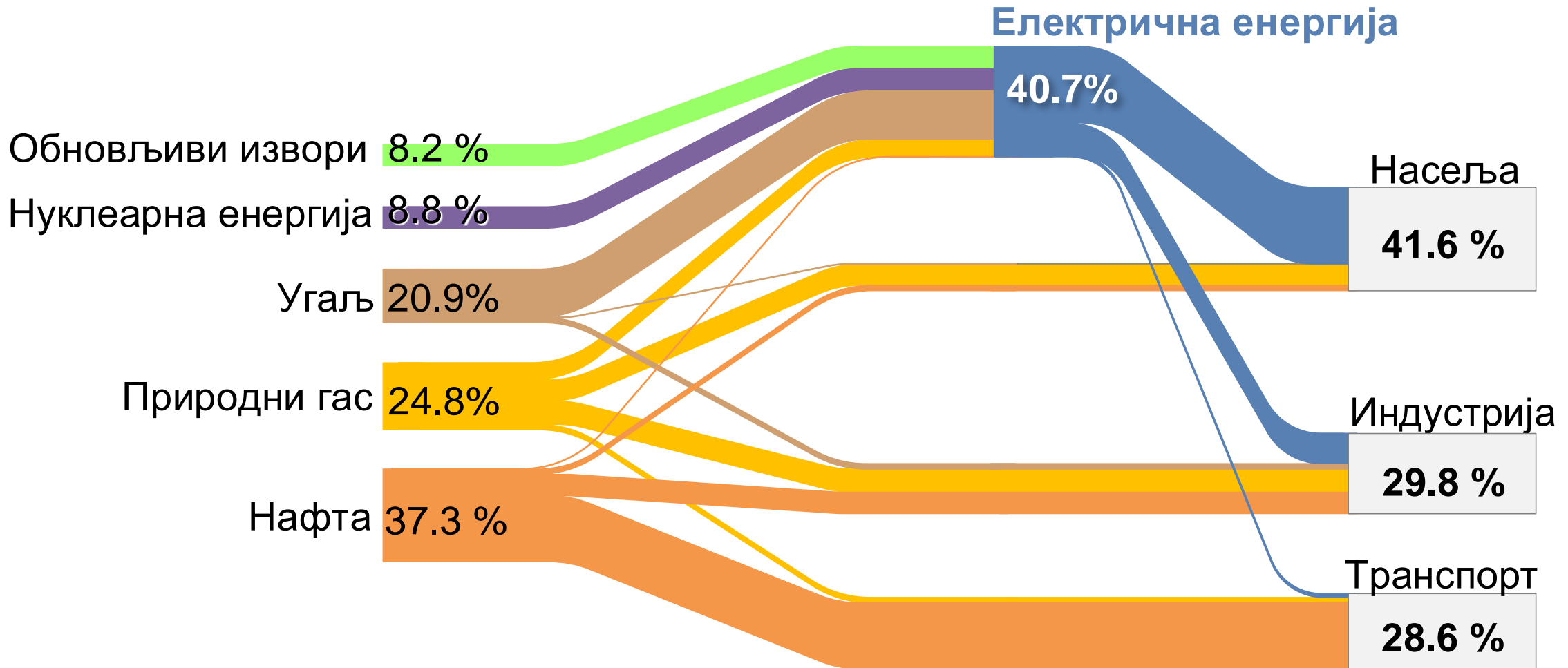
За добробит човечанства

1. Да ли ће електрична енергија играти одлучујућу улогу у решавању енергетских изазова друштва?
2. Да ли постојећи електроенергетски системи могу пружити адекватна решења?
3. Како енергетска електроника може отворити пут новим самоодрживим и обновљивим системима енергетике?

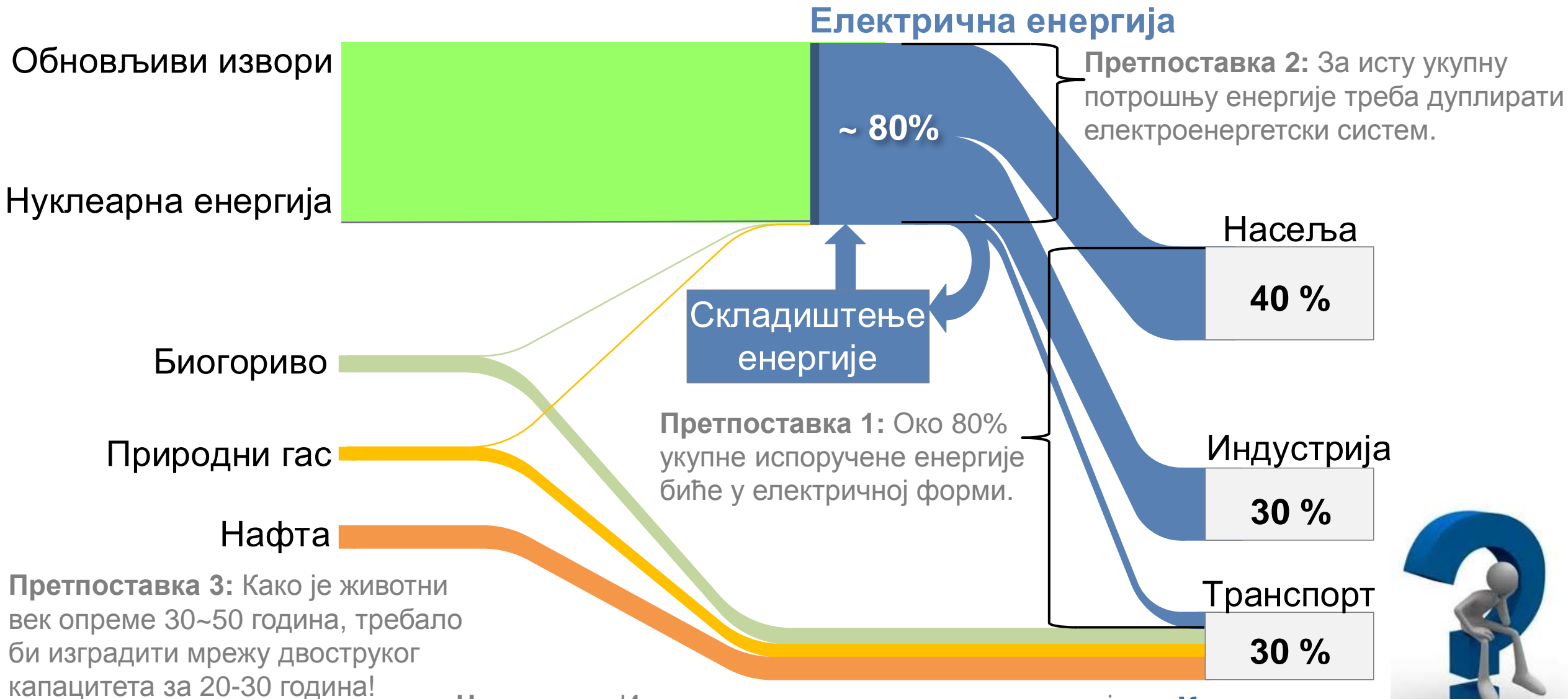
~~Смуг~~ Пекинга
Небо



Укупан ток енергије у развијеним земљама



Укупан ток енергије развијених земаља у будућности



Чињеница: Иако има много мању густину енергије од угљоводоника, електрична енергија је најчистији, најбезбеднији и најразноврснији облик енергије.

Како то урадити

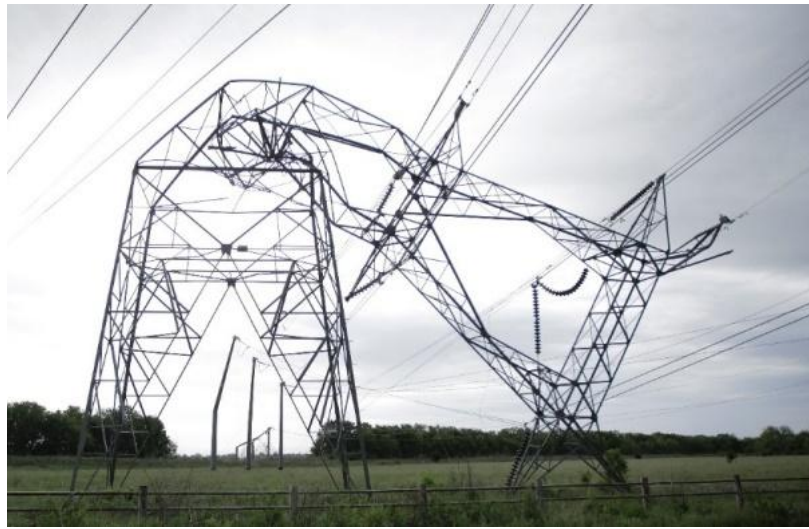


Постојећи електроенергетски систем је неадекватан

■ Застарела постројења



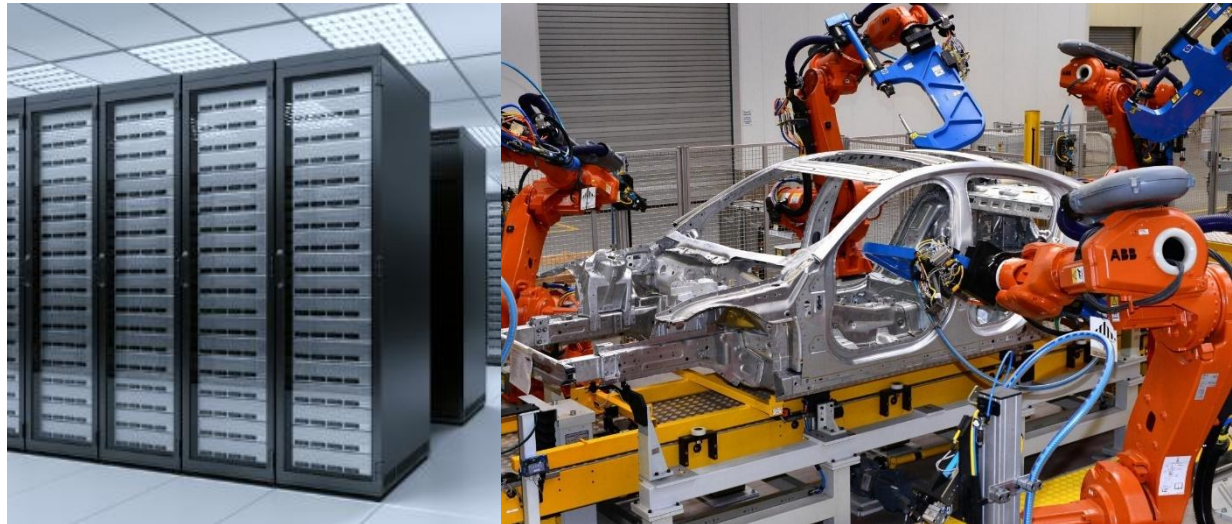
■ Климатске промене



■ Рањивост система



■ Разнолика динамика потрошача



■ Другачија природа извора



Хумани извори енергије

Чисти, безбедни, разноврсни, ефикасни и пријатни

Константно загађивање природне средине



Експлозија цеви за пренос природног гаса,
Вирџинија 2008.



Изливање нафте у Мексичком заливу, 2010.



Мрежа 20. века



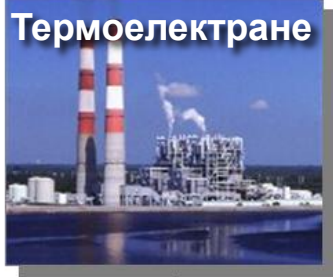
Производња (централизована)
Пренос (мрежа)
Дистрибуција (радијална)

Мрежа 21. века

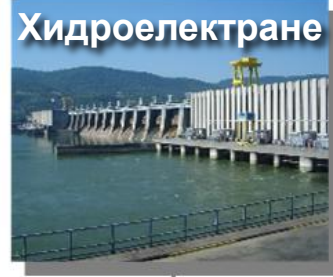
Обновљиви извори енергије



Термоелектране



Хидроелектране



Обновљиви извори енергије



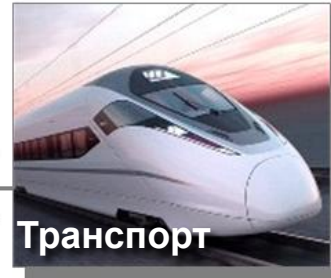
Индустрија



Пренос



Дистрибуција



Транспорт



Обновљиви извори енергије



Предузећа
и установе

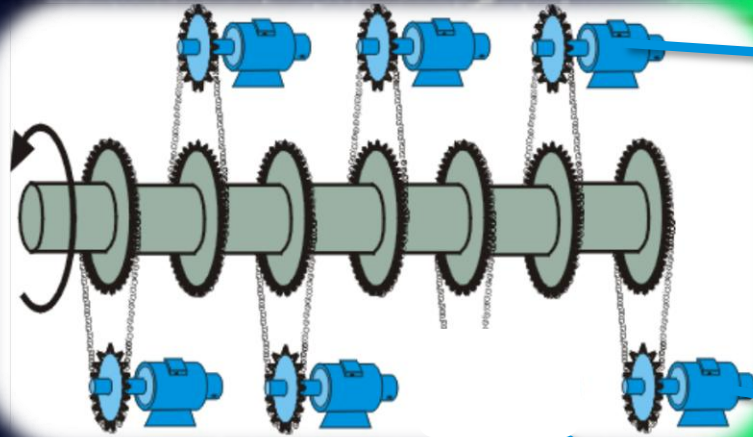


Домаћинства



Обновљиви извори енергије

Данашњи електроенергетски системи се састоје од машина које се морају обртати у пуном синхронизму



На хиљаде генератора напаја
100 милиона домаћинстава!

Највећа машина
коју је човек икада
саградио

Измерене промене фреквенције
после квара на Флориди

Подаци Центра за енергетику Вирџинија Тек-а



Тренутно стање електроенергетског система

Веома комплексан
електромеханички систем!

Далеководи

Мрежне подстанице

Повезују:

- електране
- потрошаче
- удаљене системе



– Изазови и ограничења – Токови снага код трговине струје јако неефикасни



15:55 - Продавац потврђује куповину

16:00 – Почиње испорука енергије

17:00 – Завршава се испорука енергије



15:40 - Купац захтева 100 MWh



– Изазови и ограничења –

Кључне одлуке на оператерима када се деси већи квар

Диспечери морају реаговати у секунди!



Неодговарајући кораци оператера могу изазвати распад електроенергетског система



Концепт “паметних мрежа”

Обновљиви
извори енергије



Термоелектране



Хидроелектране



Обновљиви
извори енергије



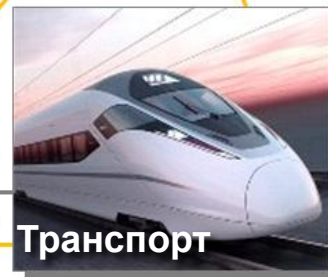
Редукција
штетних гасова

Повећана
продуктивност



Индустрија

Повећана
ефикасност



Транспорт

Ефективнија
интеграција
обновљивих
извора

Обновљиви
извори енергије



Предузећа
и установе

Корисници
могу контролисати
ток енергије



Домаћинства

Обновљиви
извори енергије



Интегрисана информациона инфраструктура
Управљање и даље остаје електромеханичко!

J.McDonald, GE, 2011

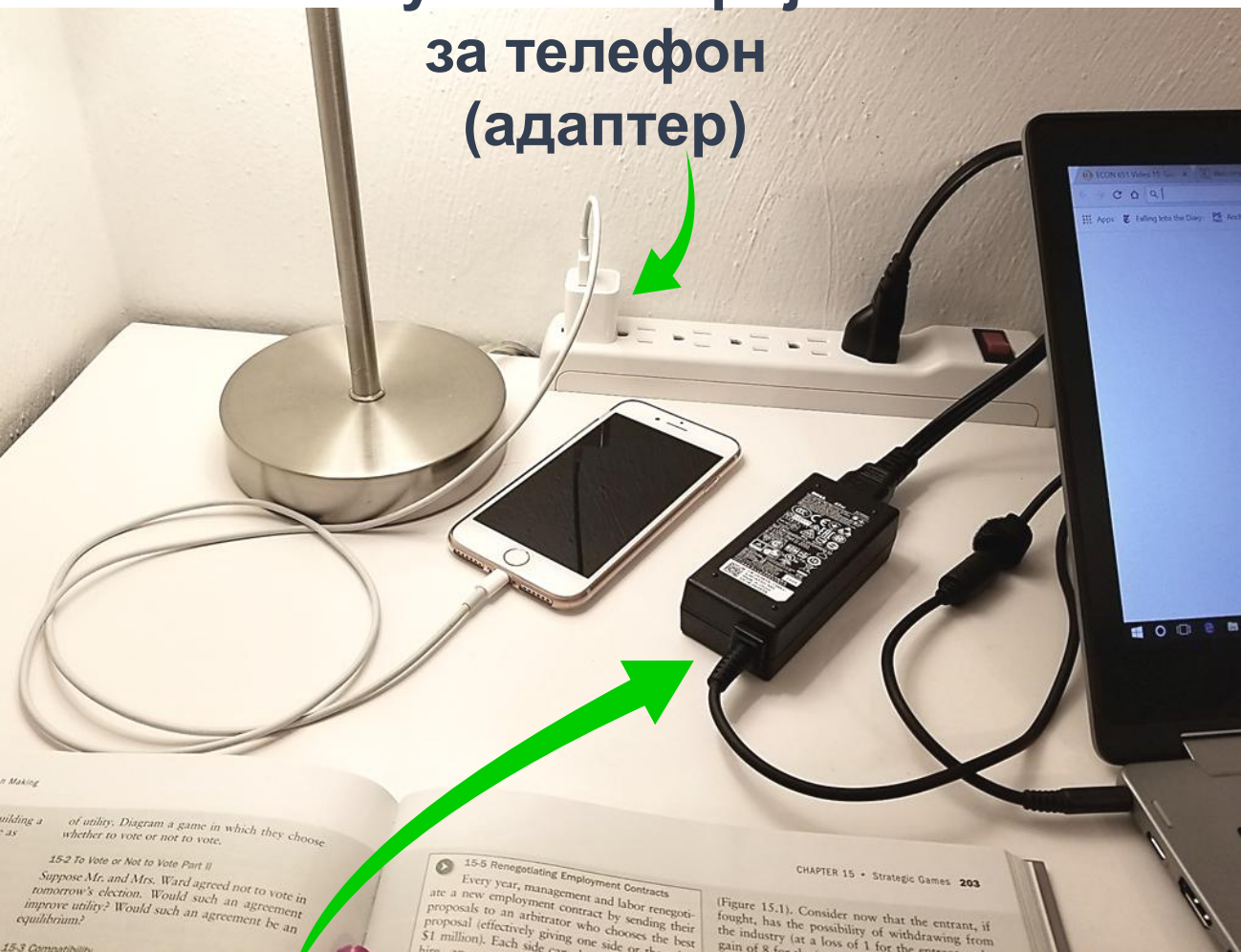
“Паметне мреже” нису довољне!



Хиерархијска мрежа динамички раздвојених
електронски повезаних подсистема

Енергетска електроника?

Пуњач батерије
за телефон
(адаптер)



Пуњач батерије компјутера
(адаптер)



Соларни панели се
преко **претварача**
повезују на кућне
електроинсталације

Пример претварача за преносиве уређаје (адаптери)

Адаптер за мекбук рачунар (60 W)
са силицијумском технологијом

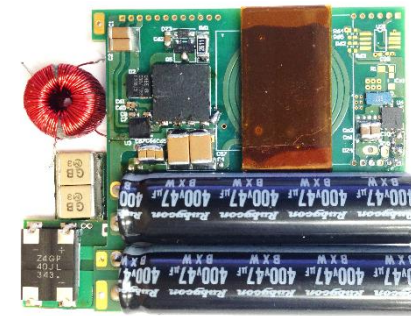
0.43 W/cm³



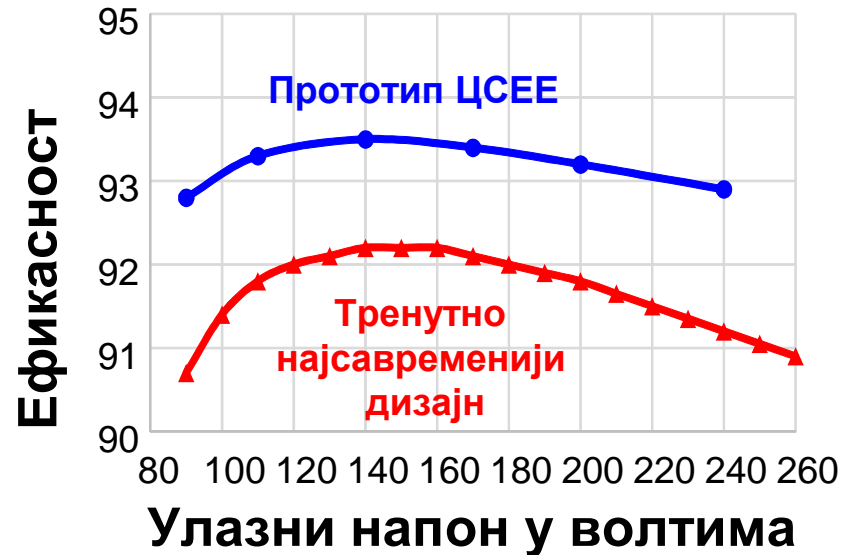
100 kHz

Прототип (65 W)
у галијум нитридној (GaN) технологији

2.4 W/cm³



1 MHz

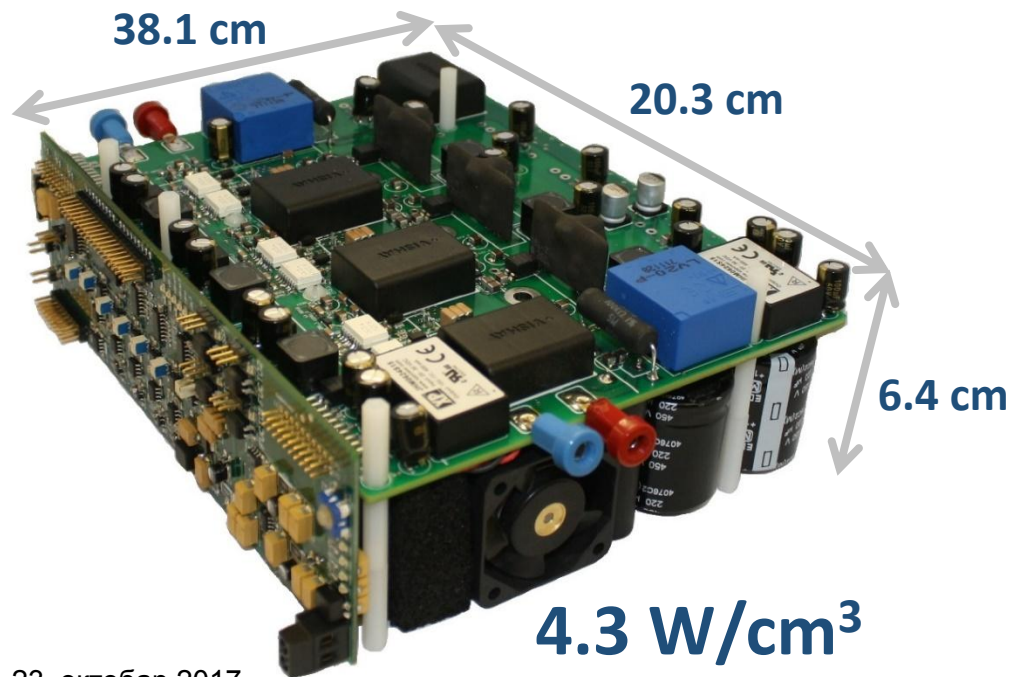


≈ 6 пута мањи
од силицијумске
верзије

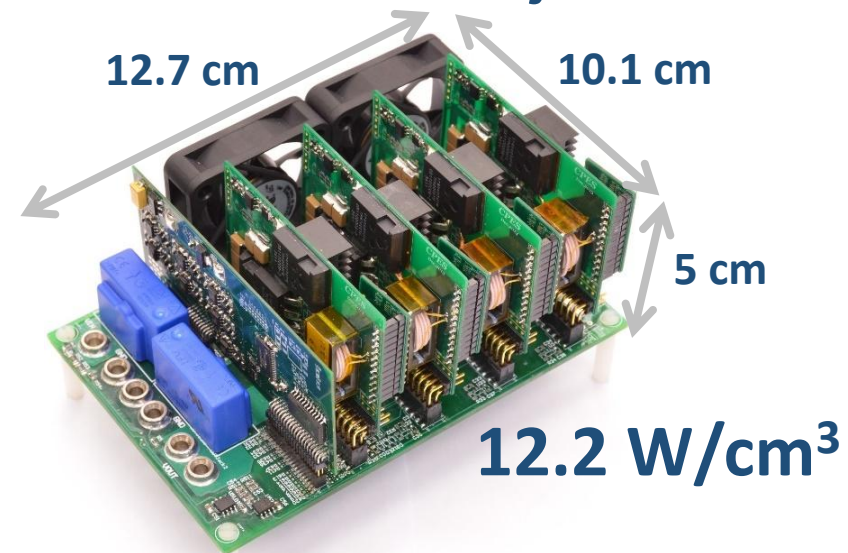
Пример претвараача за хибридне аутомобиле



Прототип двосмерног пуњача батерије у силицијумској технологији



Прототип у галијум нитридној (GaN) технологији



≈ 3 пута мањи претвараач!

Пример претвараача за авио индустрију



Прототип у силицијум карбидној (SiC) технологији

- Претвараач за стартер / генератор у млазним моторима
- Температура амбијента прелази 200 степени целзијуса (Boeing 787)
- Први пут демонстрирана технологија



За амбијент од 250 °C

≈ 2 пута виша температура од силицијумске верзије

Индустријски конзорцијум ЦСЕЕ (82 члана)

35 ВИШИХ ЧЛАНОВА (\$50 К/год.)

- Исто као и главни чланови
- + Чланство у истраживачком под-конзорцијуму
 - Усмераванје истраживања
 - Рани приступ истраживачким резултатима
 - Рани приступ потенцијалним патентним пријавама

8 ГЛАВНИХ ЧЛАНОВА (\$30 К/год.)

- Повлашћени приступ патентима
- Седиште на Индустијском савету

22 РЕДОВНИХ ЧЛАНОВА (\$15 К/год.)

- Слободан приступ свим публикацијама, годишњој конференцији, ...
- Представништво на Индустијском савету
- Измена истраживача и коришћења лабораторија
- Велики попуст на ценама кратких курсева и других услуга

17 ПРИДРУЖЕНИХ ЧЛАНОВА (in-kind contributions or <\$15 К/год.)

- Слободан приступ неким публикацијама и годишњој конференцији
- Попуст на ценама кратких курсева и других услуга

Истраживачки под-конзорцијуми ЦСЕЕ

42 ВИШИХ ЧЛАНАРИНА (\$50 К/год.)

3M Company
CRRC Zhuzhou Institute Co., Ltd.
Eaton
GE Grid Solutions
Infineon + International Rectifier
Moog Components Group
Nissan Motor Co., Ltd.
Rockwell Automation
United Technologies Res. Center

ABB, Inc. (x2)
Delta Electronics (x3)
Efficient Power Conversion
General Motors Company
Inventronics (Hangzhou), Inc.
Murata Manufacturing Co., Ltd.
NXP Semiconductors
Siemens Corp. Technology (x2)
Valeo

Altera/Intel
Dialog Semiconductor
Eltek
Groupe SAFRAN
Linear Technology
Navitas Semiconductor
ON Semiconductor
Silergy Corporation
VERTIV

Chicony Power Technology Co.
DOWA Metaltech Co., Ltd.
GE Global Research
Huawei Technologies Co. (x2)
Lockheed Martin Corporation (x2)
NextEV
Panasonic Corporation
Texas Instruments (x2)

Управљање потрошњом енергије у информативним системима

Смањивање величине електронских претварача

Електронски претварачи и системи велике снаге



“Закрпе” електро-инжењерске праксе 20. века



Интеграција обновљивих извора и батерија нам чува животну средину!

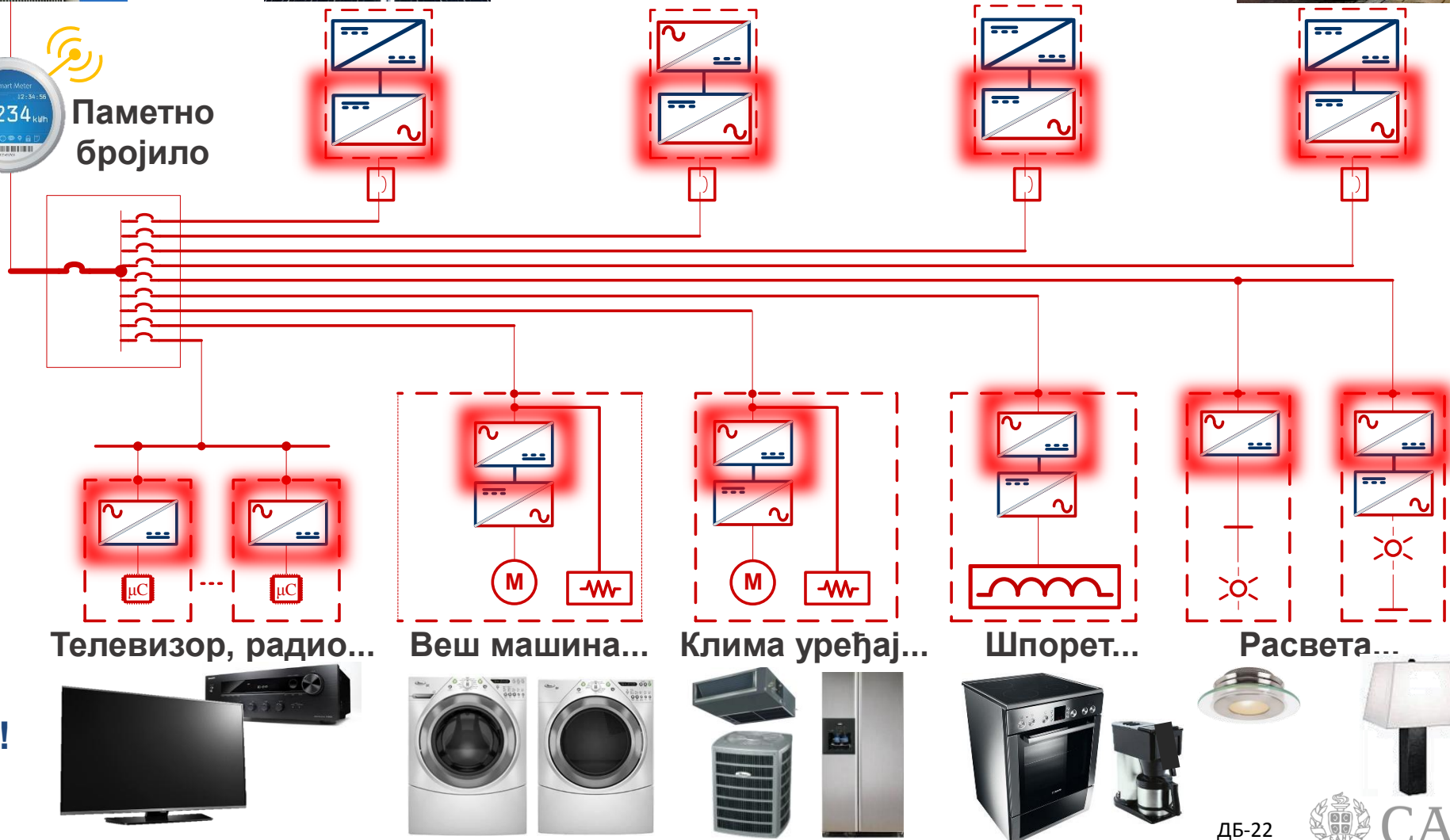


Паметно бројило

Електронски претварач на наизменичну струју је потребан за сваки извор.

Сви савремени кућни уређаји поседују електронски претварач на улазу.

“Паметни” кућни уређаји штеде енергију!



Телевизор, радио...

Веш машина...

Клима уређај...

Шпорет...

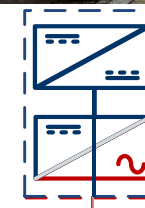
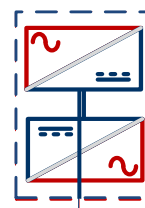
Расвета...



Електронски дистрибутивни систем 21. века

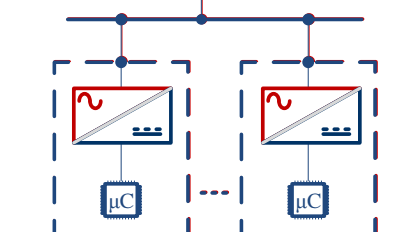
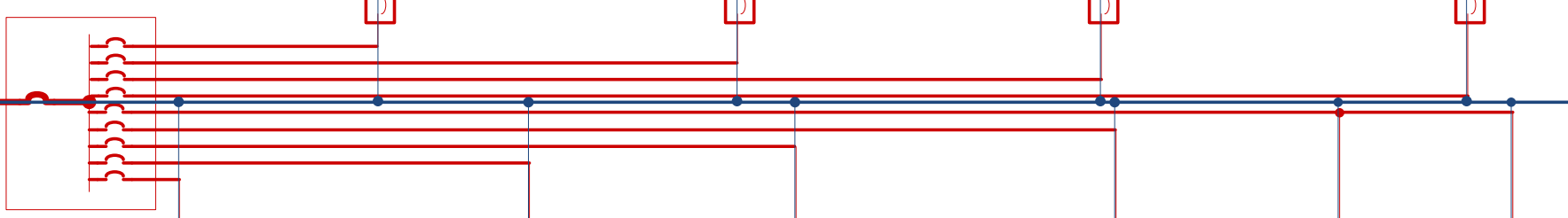
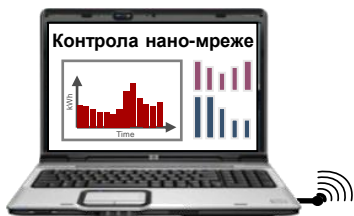
Нано-мрежа једносмерне струје

- Двосмерни проток енергије
- Динамичко раздвајање
- Рад без мреже
- Интегрисане заштите

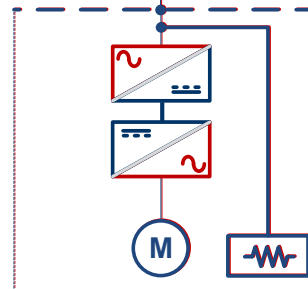


Предности:
Нано-Енергетски
Контролни Центар

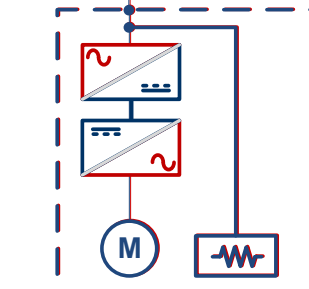
- Већа енергетска ефикасност
- Нижа цена
- Повећана поузданост
- Унапређена естетика



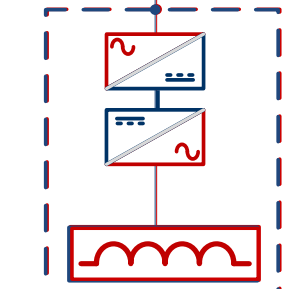
Телевизор, радио...



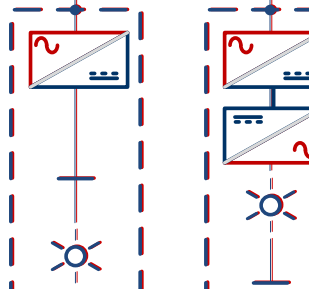
Веш машина...



Клима уређај...



Шпорет...



Расвета...



Лабораторијски прототип нано-мреже



Батерије



Емулатор соларних
плоча

Мрежа

Нано-ЕКЦ

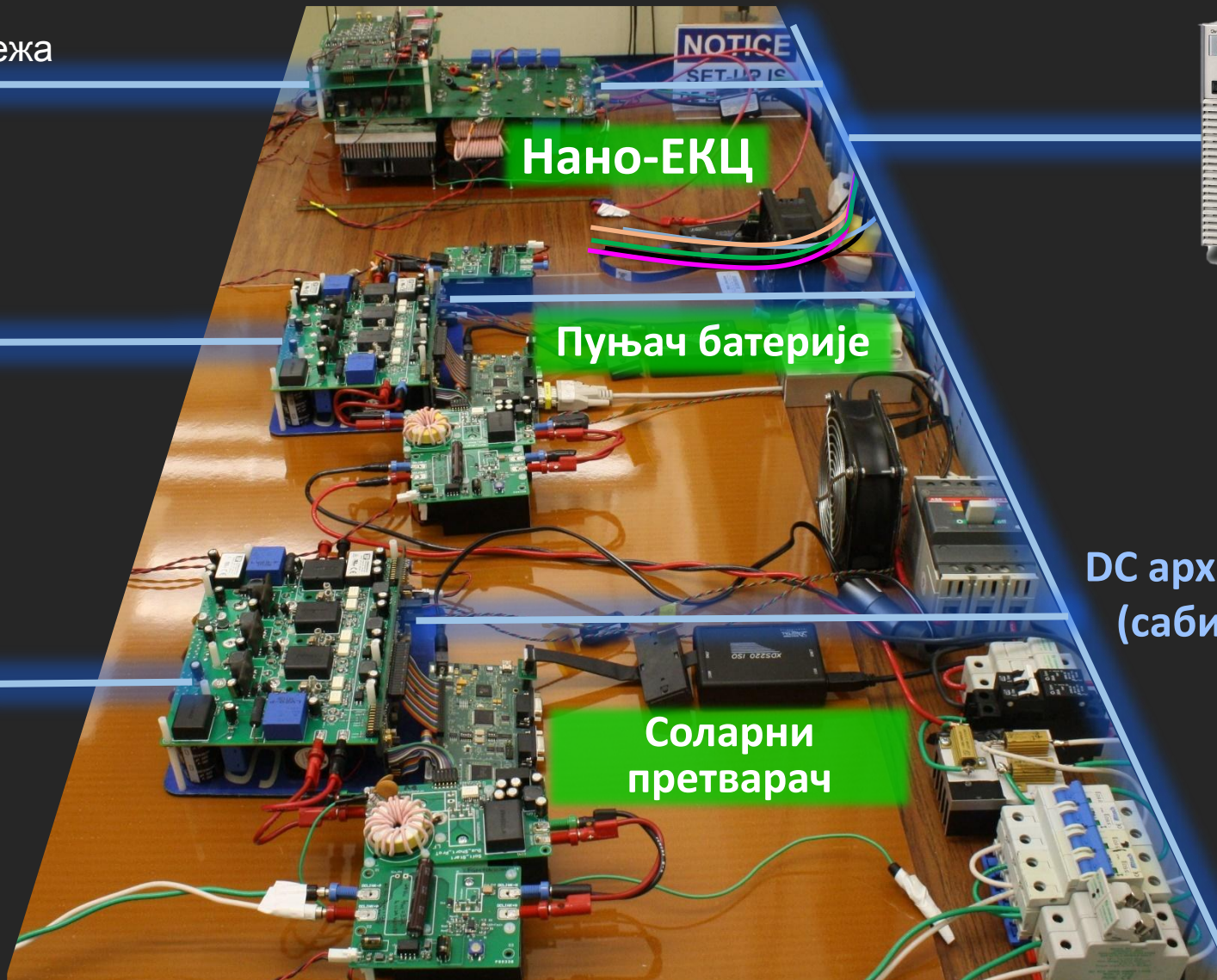
Пуњач батерије

Соларни
претварач

DC архитектура
(сабирнице)



Електронски
потрошач



Хибридни Аутомобил (пико-мрежа)

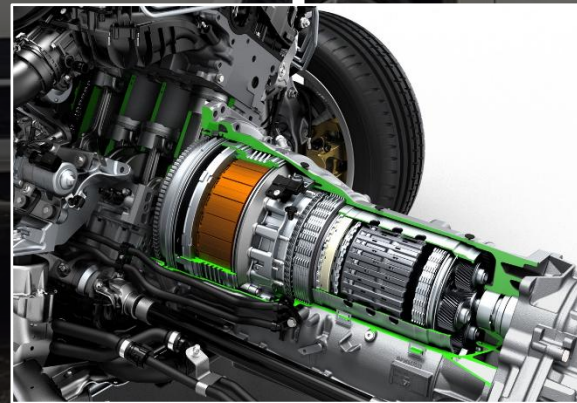
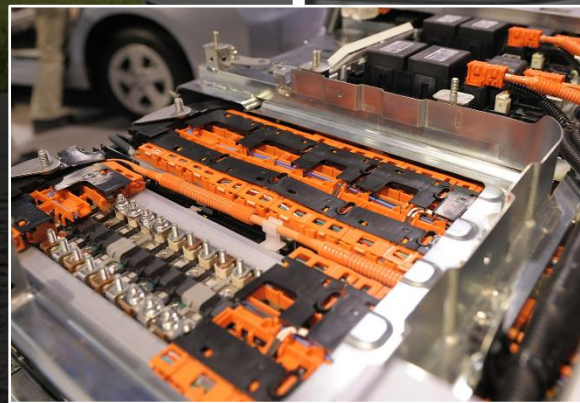
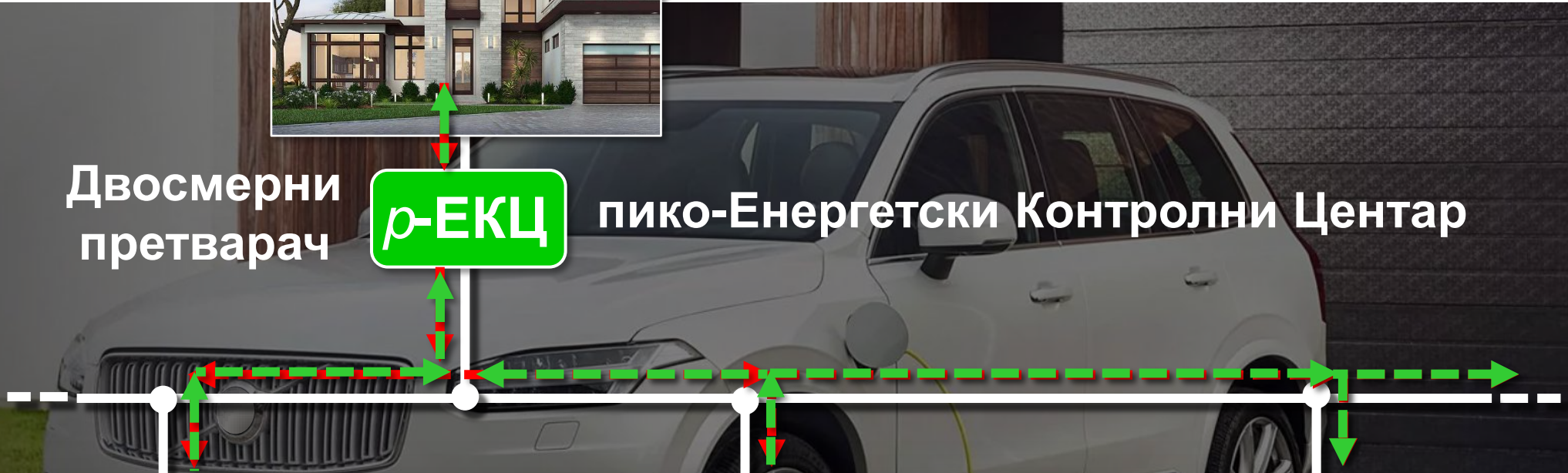


Кућа (нано-мрежа)

Двосмерни
претварач

ρ -ЕКЦ

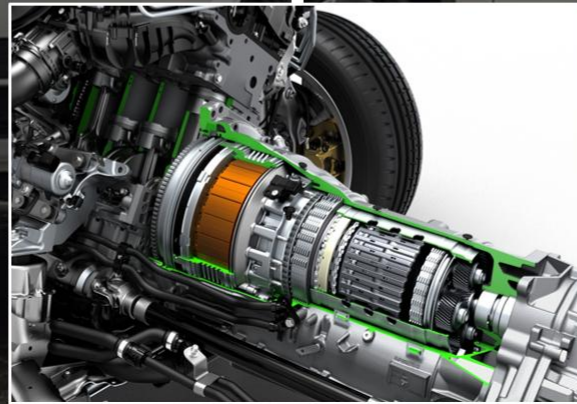
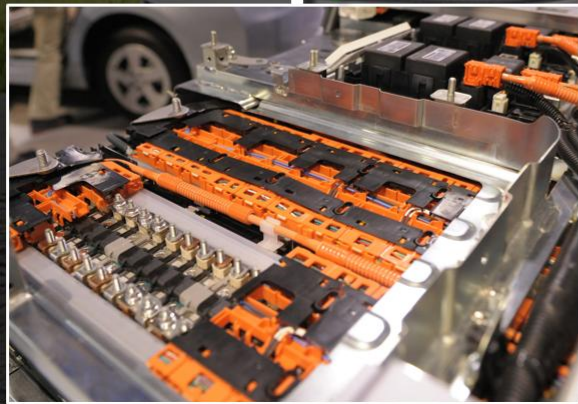
пико-Енергетски Контролни Центар



Кућа (нано-мрежа)



ρ -ЕКЦ



Микро-мрежа



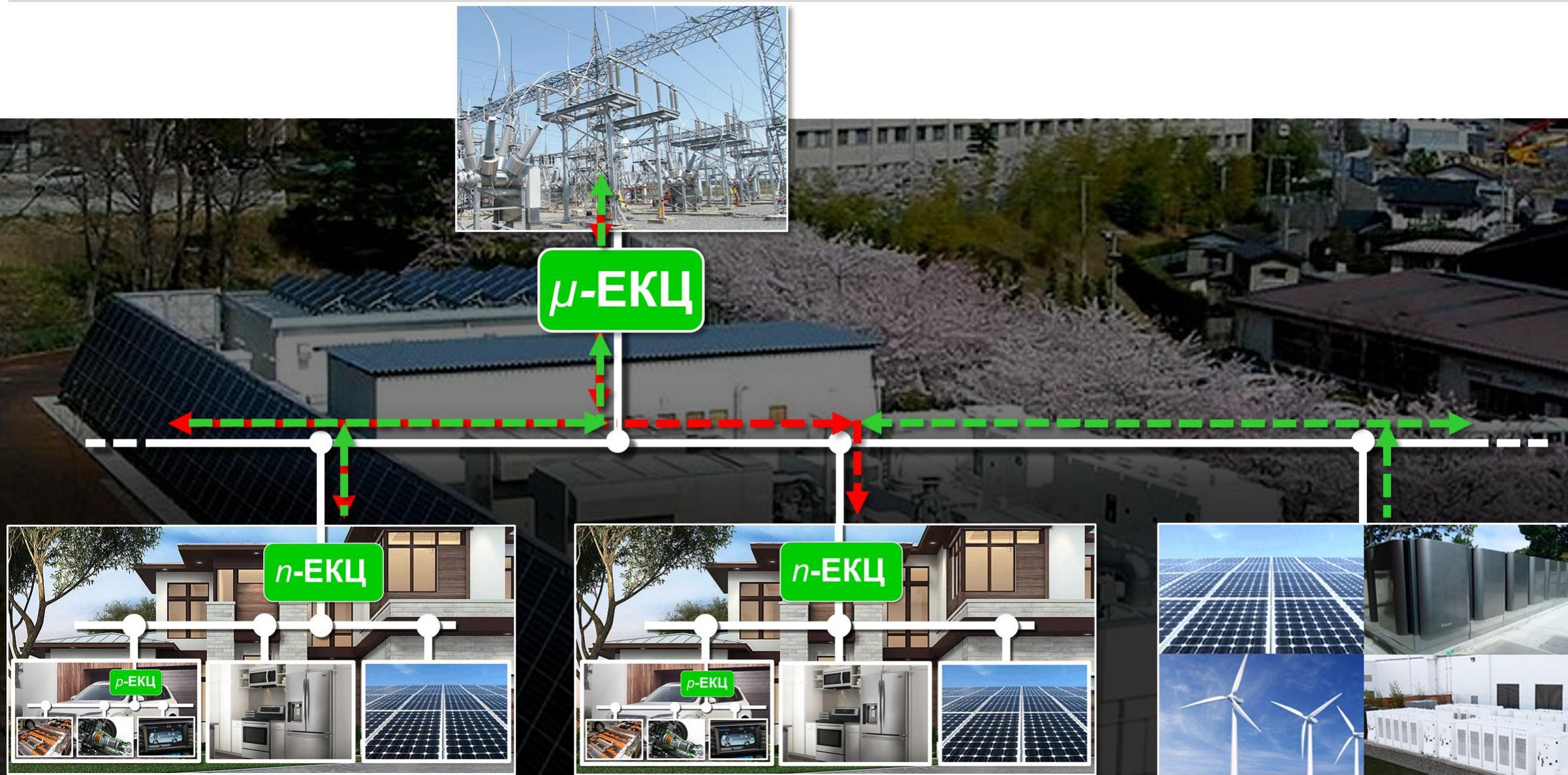
n-ЕКЦ



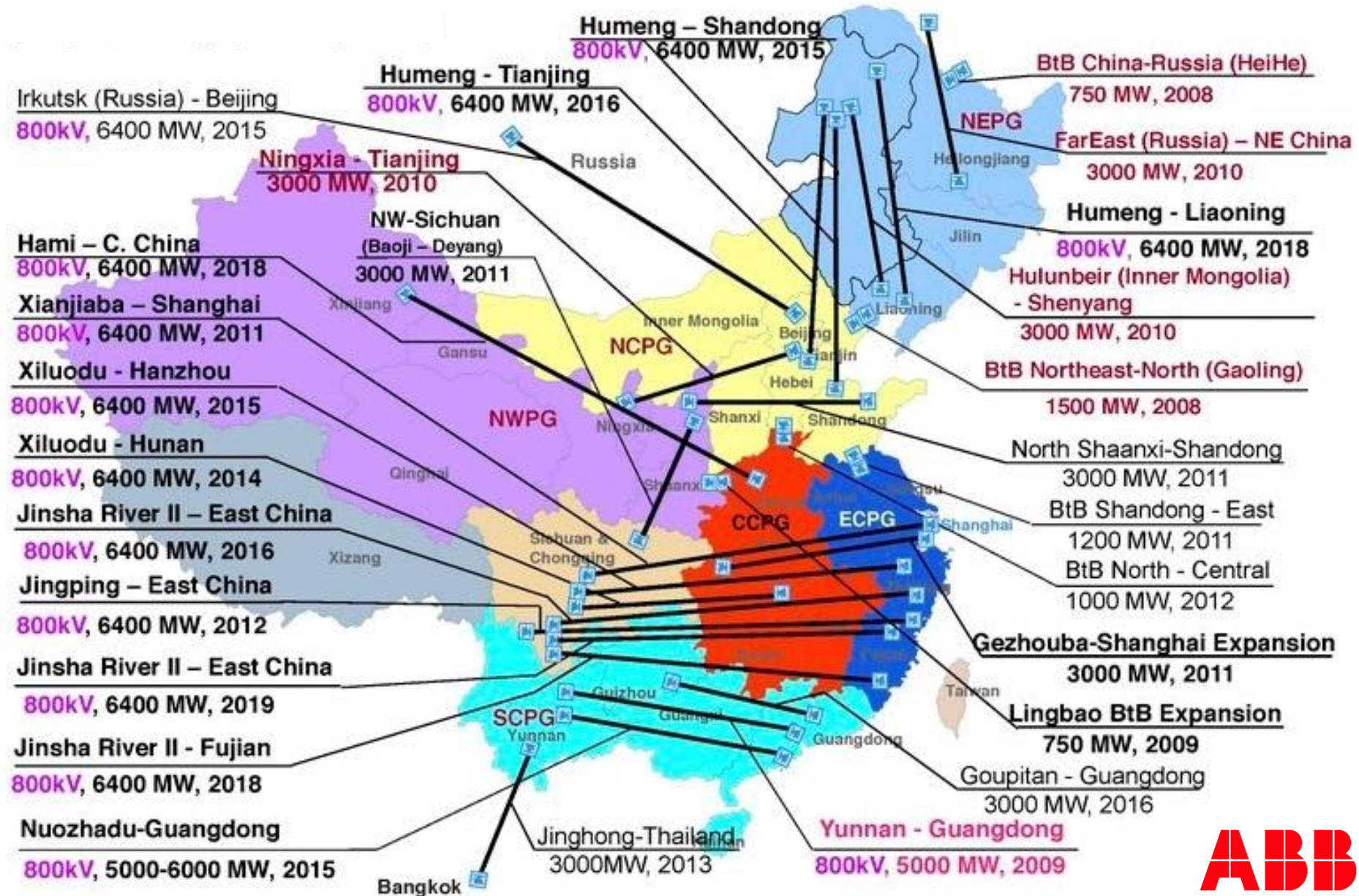
p-ЕКЦ



Мили-мрежа



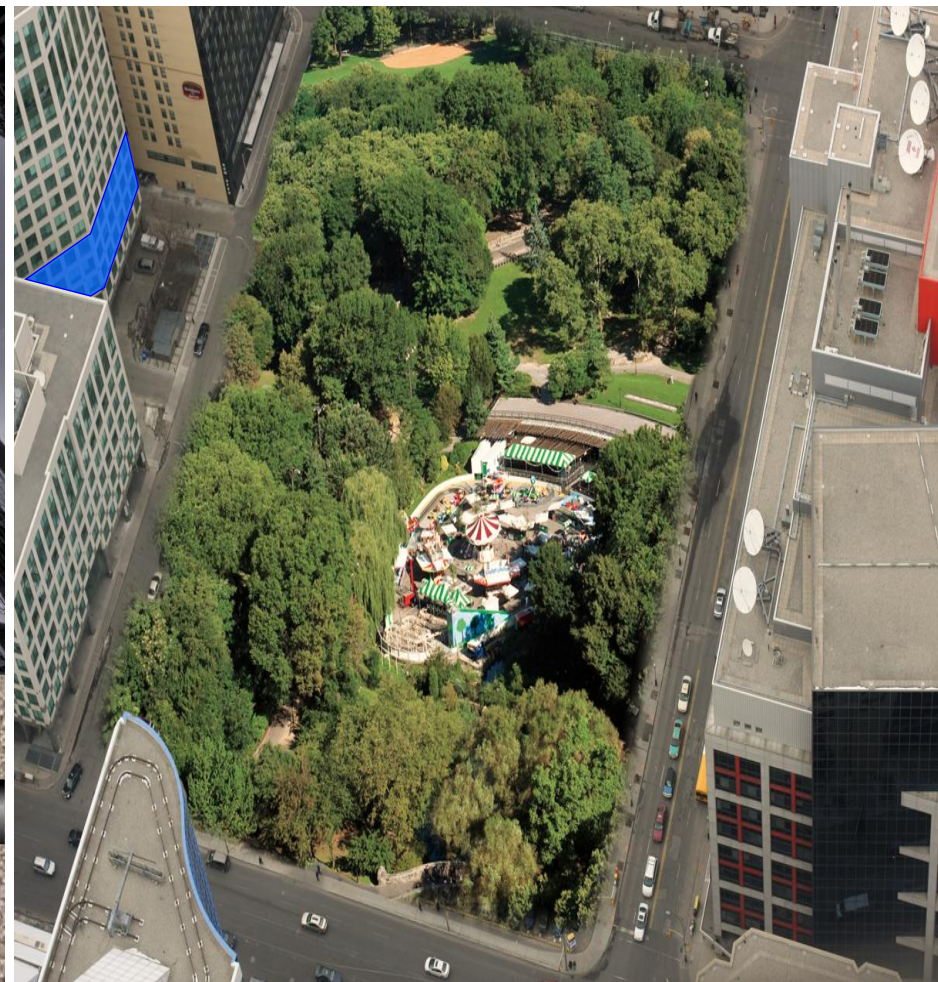
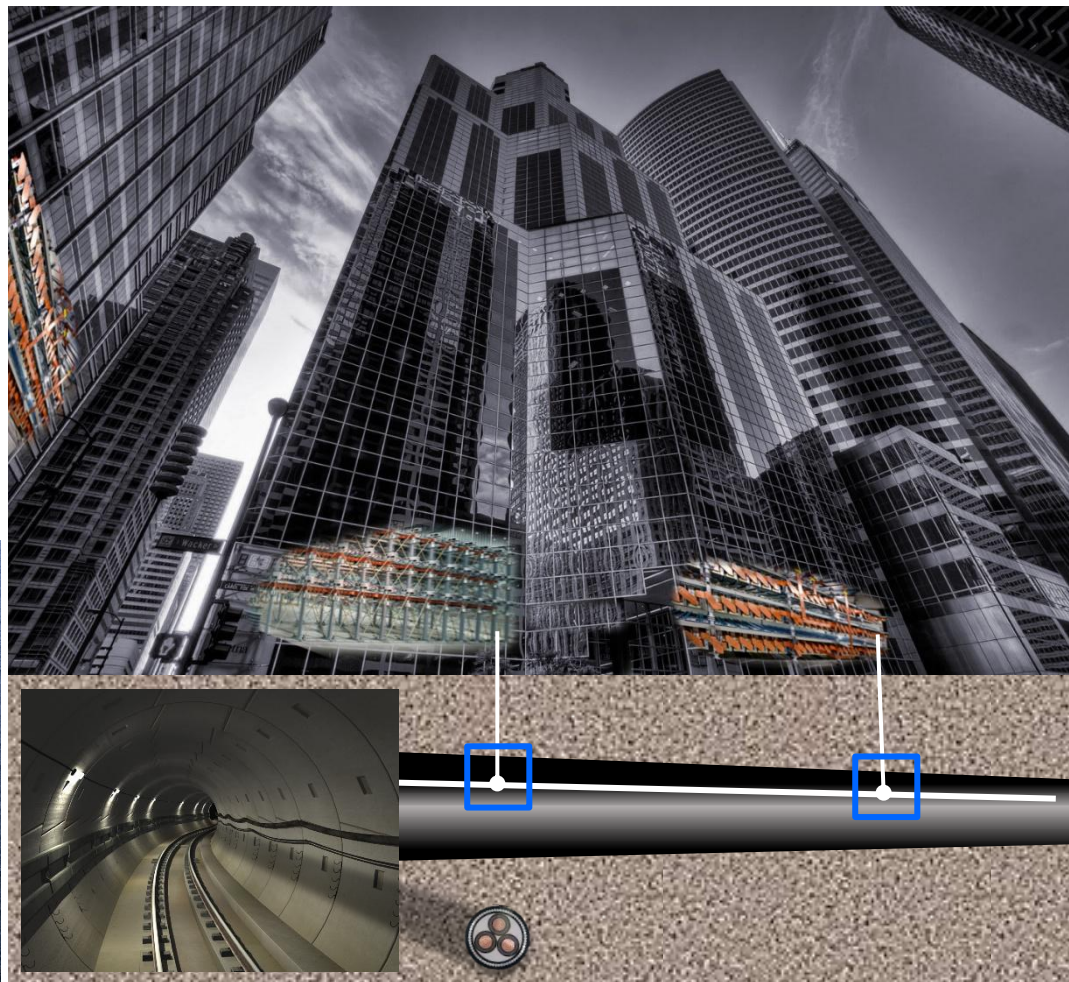
Планирани пројекти у Кини до 2020. године за пренос једносмерне струје високог напона



Тамо где је то могуће - повећати густину снаге

Постројења
у мору

или у густо насељеним подручјима



Пример – подземни каблови уграђени средином аутопута

Захтева нову класу инжењера који познају:

- Електротехнику
- Машинство
- Просторно планирање
- Грађевинарство
- Архитектуру, итд.



Нови системи морају бити много поузданији од старих



Хумани извори енергије чисти, безбедни, разноврсни, ефикасни, и пријатни



Интер-мрежа: Електронска енергетика будућности

1. Електрична енергија ће играти одлучујућу улогу у решавању енергетских изазова човечанства.
2. Данашње паметне мреже и постојећи електро-енергетски систем не пружају адекватна решења.
3. Електронска енергетика може отворити пут ка самоодрживим и обновљивим системима.

... јер то дугујемо људском роду

