

FSB

100

100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu

100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering
and Naval Architecture
University of Zagreb

Analiza utjecaja različitih tehnologija odziva na integraciju obnovljivih izvora u energetske sustav kroz scenarijski pristup

Antun Pfeifer, mag. ing. mech.



Zagreb, 28. ožujka 2019.



Sadržaj

Vizija budućeg energetskeg sustava

Ključne tehnologije za međusektorsko
povezivanje i integraciju OIE

Modeliranje tranzicije energetskeg
sustava Republike Hrvatske do 2050.



Vizija budućeg energetskeg sustava: ciljevi EU

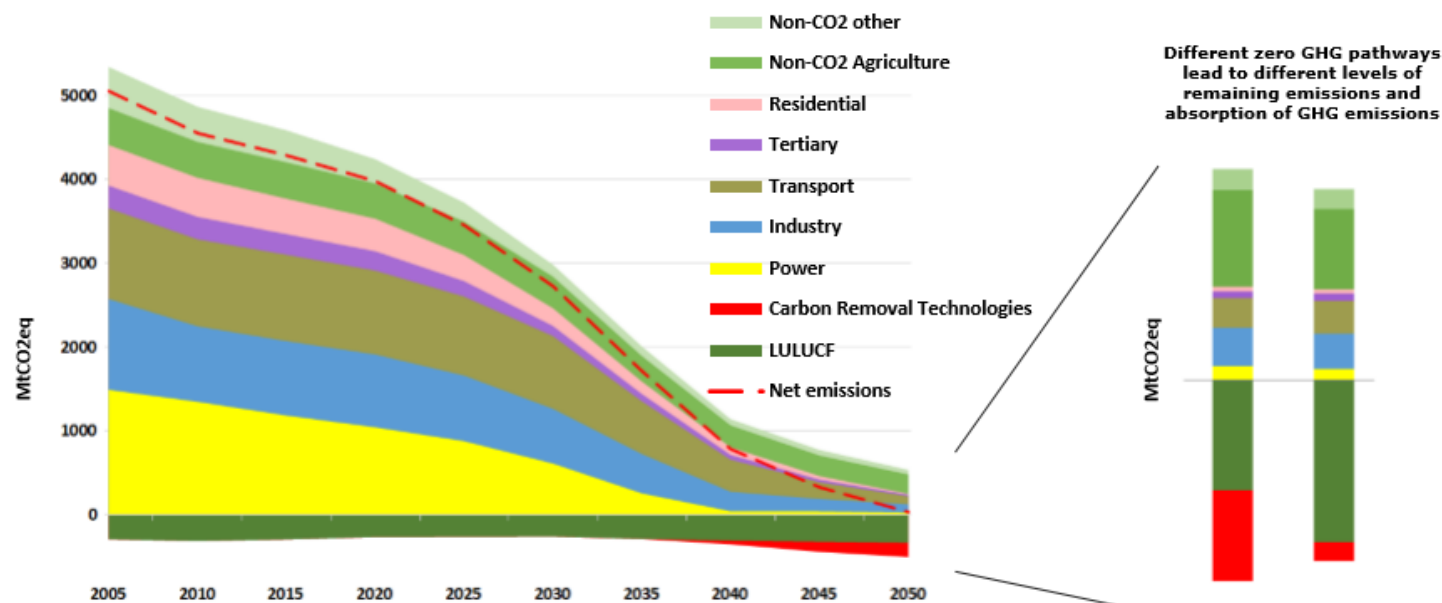
Novi ciljevi u reviziji Direktive o obnovljivoj energiji (The RED II Directive):

- Povećati energetske učinkovitost u EU za najmanje 32.5%
- Povećati udio energije iz obnovljivih izvora na barem 32% finalne potrošnje u EU do 2030
- Postići udio od 14% energije iz obnovljivih izvora u transportu
- Smanjiti emisije stakleničkih plinova do 2030 za najmanje 40% u odnosu na 1990.



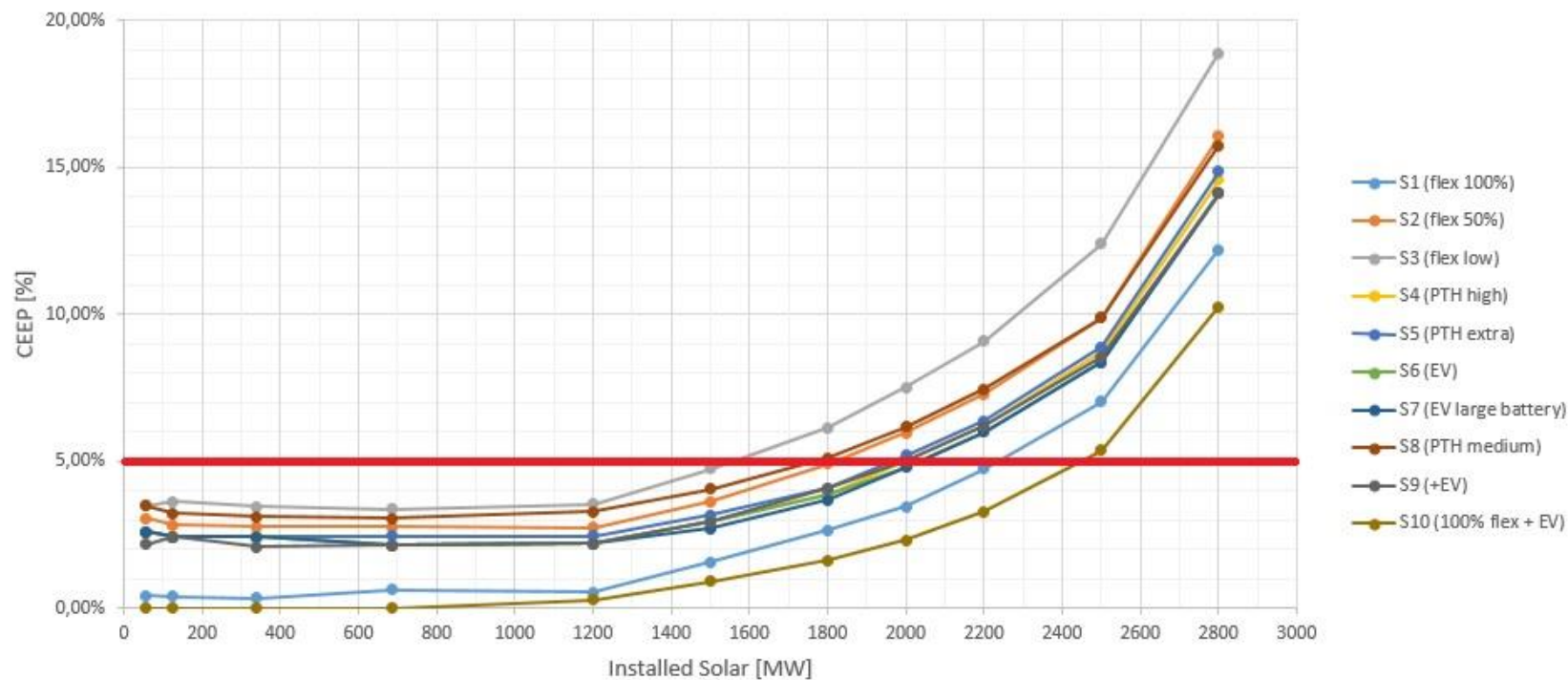
Čist planet za sve – Dugoročna europska strateška vizija za prosperitetnu, suvremenu, konkurentnu i klimatski neutralnu ekonomiju

“Tranzicija prema pretežito **decentraliziranom energetsom sustavu temeljenom na obnovljivim izvorima energije** zahtjevat će **pametnije i fleksibilnije sustave, jačanje uključenosti potrošača u sustave, poboljšanu povezanost, poboljšane tehnologije za spremanje energije korištene na visokoj razini, tehnologije odziva potrošnje i upravljanje kroz digitalizaciju. Proširenje pametnog energetskeg sustava, proizvodnja i primjena novih tehnologija traži održanje odgovarajuće izvedbe **zajedničkog tržišta energije** visoko na listi prioriteta u narednim godinama, kako bi se postigao klimatski neutralan sektor proizvodnje energije...**”





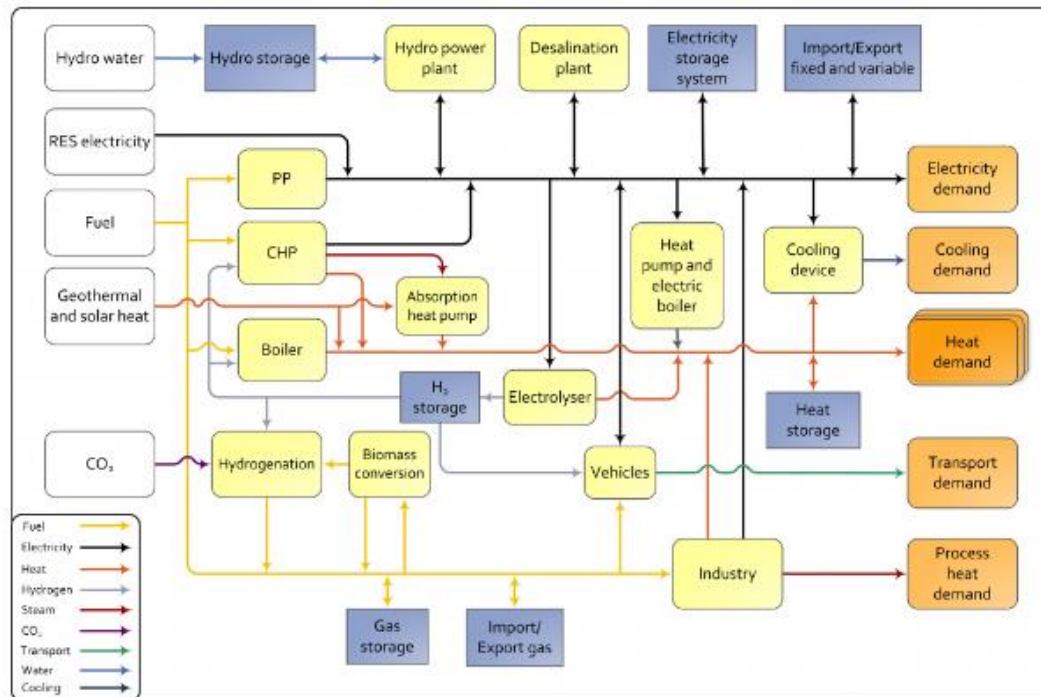
Integracija visokog udjela obnovljivih izvora energije



- Scenarijskom analizom moguće je utvrditi za pojedinu značajnu godinu potrebne kapacitete tehnologija brzog odziva i skladištenja energije za integraciju novih OIE
- Primjer: analiza povećanja integracije energije iz solarnih fotonaponskih sustava za odabranu godinu – ključno: fleksibilnost sustava, “*power-to-heat*”, “*vozilo na mreži*”
- Važno je izbjeći prekomjernu potrebu za prekidom proizvodnje iz varijabilnih izvora



Metoda: simulacija energetskeg sustava u EnergyPLAN-u



Ulazni podaci: potrošnja energenata po sektorima, cijene energenata, instalirani kapaciteti raznih elektrana i tehnologija pohrane energije, prerade pojedinih sirovina i energenata te cijene održavanja i investicija.

Varijabilni izvori i resursi modeliraju se prema povijesnim podacima, koji se potom verificiraju kroz izradu referentnog scenarija.

Izlazni podaci: satna energetska bilanca, ukupni troškovi, emisije CO₂, uvoz/izvoz električne energije i neintegrirana električna energija (koja se u razmatranom satu ne može nikako iskoristiti u sustavu niti izvesti iz njega, pa je nužno gašenje izvora energije)

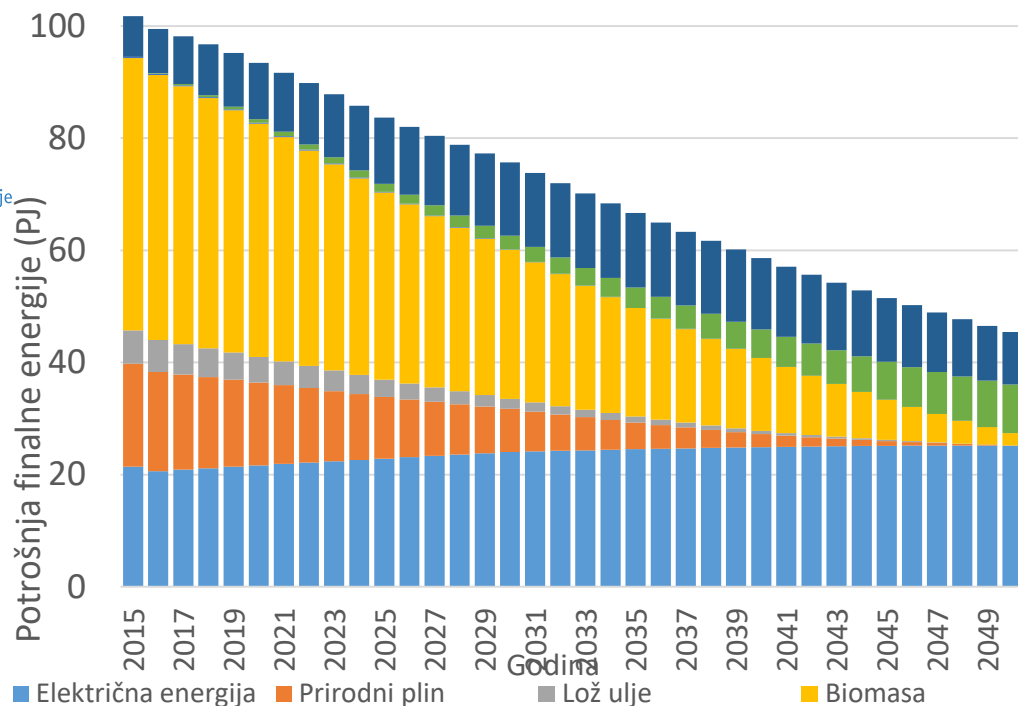


Modeliranje energetskeg sustava Republike Hrvatske

- Potrebne distribucije proizvodnje iz varijabilnih izvora potvrđene su koristeći referentni model u 2015. godini
- Pri modeliranju budućeg energetskeg sustava u 2030., 2040. i 2050. ciljalo se na očuvanje ekonomske isplativosti novih instalacija varijabilnih izvora – izbjegavanje kritičnog viška energije iz OIE koji bi uzrokovao potrebu za prekidom proizvodnje zbog nemogućnosti balansiranja
- Neto uvoz u svim godinama što manji, u 2050. približno 0 – iako je tržište važan čimbenik u integraciji OIE, u sustavu koji je prošao potpunu tranziciju teži se optimalnom iskorištenju resursa na lokalnoj razini
- Prijenosni kapaciteti u 2050. godini na 5000 MW



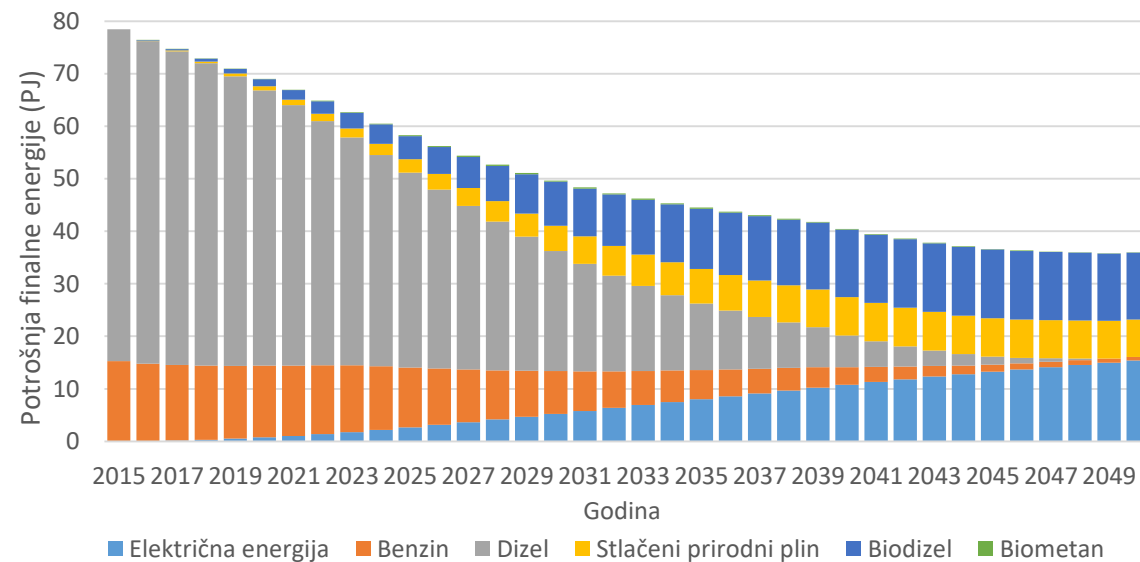
Sektor kućanstava



- **Energetska obnova** za gotovo cijeli postojeći fond zgrada!
- U urbanim sredinama: **CTS + solarni kolektori**
- U ruralnim sredinama i za pojedinačne objekte **dizalice topline**

Sektor prometa

- Dekarbonizacija kroz postupni prestanak korištenja dizela i benzina u IC motorima:
- Elektrifikacija lakog transporta (važna izgradnja infrastrukture)
- Korištenje biogoriva i sintetskih goriva





Sinergije sektora grijanja i proizvodnje električne energije

Centralizirani toplinski sustavi predstavljaju veliki potencijal za povećanje energetske učinkovitosti te udjela varijabilnih OIE u energetsom sustavu:

- Kroz korištenje tehnologija za pretvorbu električne u toplinsku energiju u obliku tople vode (tzv. *power-to-heat*) u kombinaciji s toplinskim spremnikom omogućeno je skladištenje jeftine električne energije i pomoć u balansiranju sustava
- Centralizirani toplinski sustavi su već na raspolaganju i pokrivaju oko 14% ukupnih toplinskih potreba Republike Hrvatske, ali je potrebna ugradnja spremnika te električnih grijača ili dizalica topline



Sinergija sektora transporta i proizvodnje električne energije

Značajno povećanje elektrifikacije transporta pruža mogućnost da baterije parkiranih vozila koristimo za balansiranje promjenjive proizvodnje energije:

	Električna vozila	Hibridna vozila	Plug in hibridna vozila
Broj osobnih vozila u 2050. godini	1.208.334	11.111	56.349

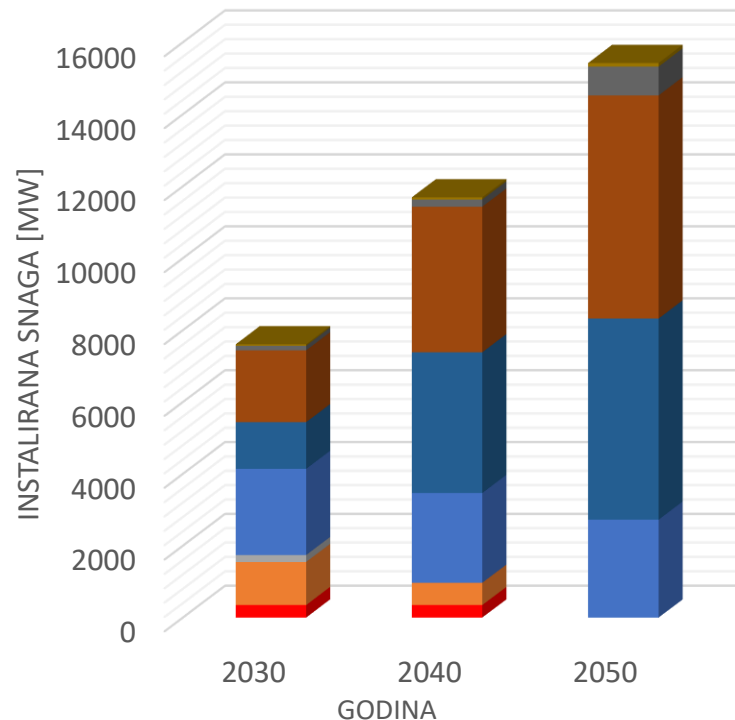
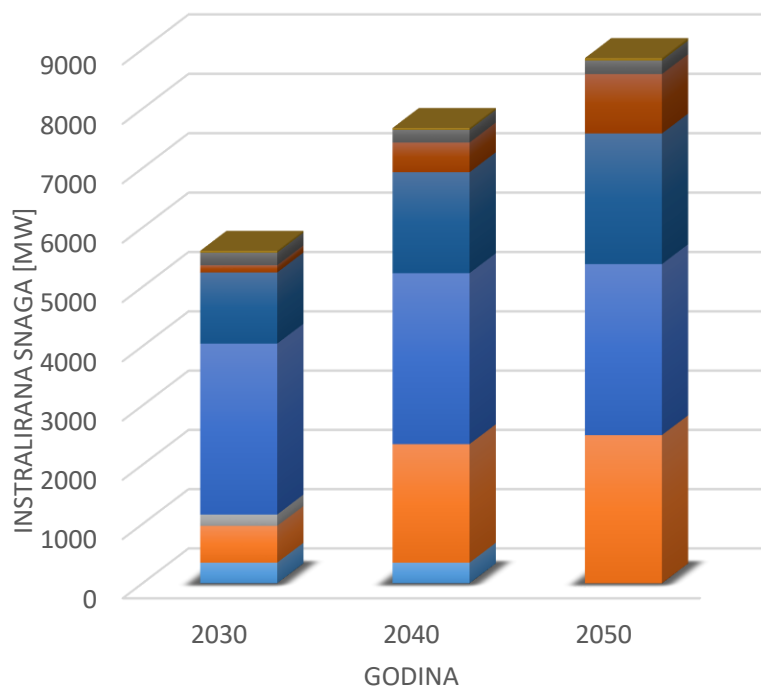
1) Pametno punjenje omogućuje da se opterećenje mreže smanji kroz planirano punjenje u trenutku kad promjenjivi izvori proizvode energiju

2) *Vehicle-to-grid* → baterije električnih vozila služe kao spremnik električne energije, koji energiju vraća u mrežu ovisno o trenutnom stanju u elektroenergetskom sustavu – brz odziv!

Ulazni podaci: prosječna priključna snaga 5 kW, raspoloživ kapacitet baterije u 2050. približno 60 kWh/vozilo



Usporedba tipičnih scenarija: referentni / potpuna tranzicija

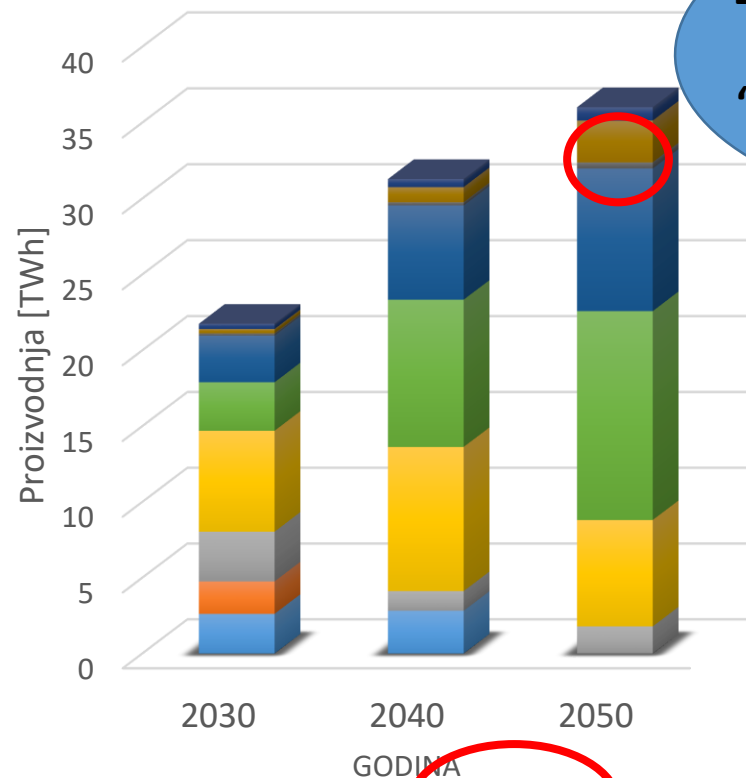
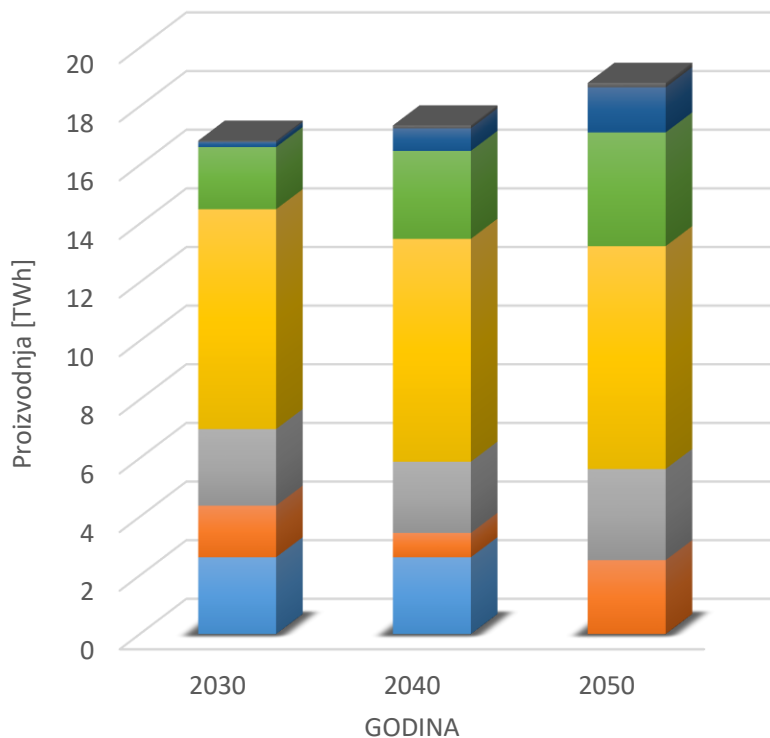


- Nuklearne elektrane
- TE / CHP plin
- TE ugljen
- Hidroelektrane
- Vjetroelektrane
- Solarne elektrane
- TE /CHP Biomasa i bioplin
- Geotermalna

- Nuklearne elektrane
- TE /CHP plin
- TE ugljen
- Hidroelektrane
- Vjetroelektrane
- Solarne elektrane
- TE / CHP Biomasa i bioplin
- Geotermalna



Usporedba tipičnih scenarija: referentni / potpuna tranzicija



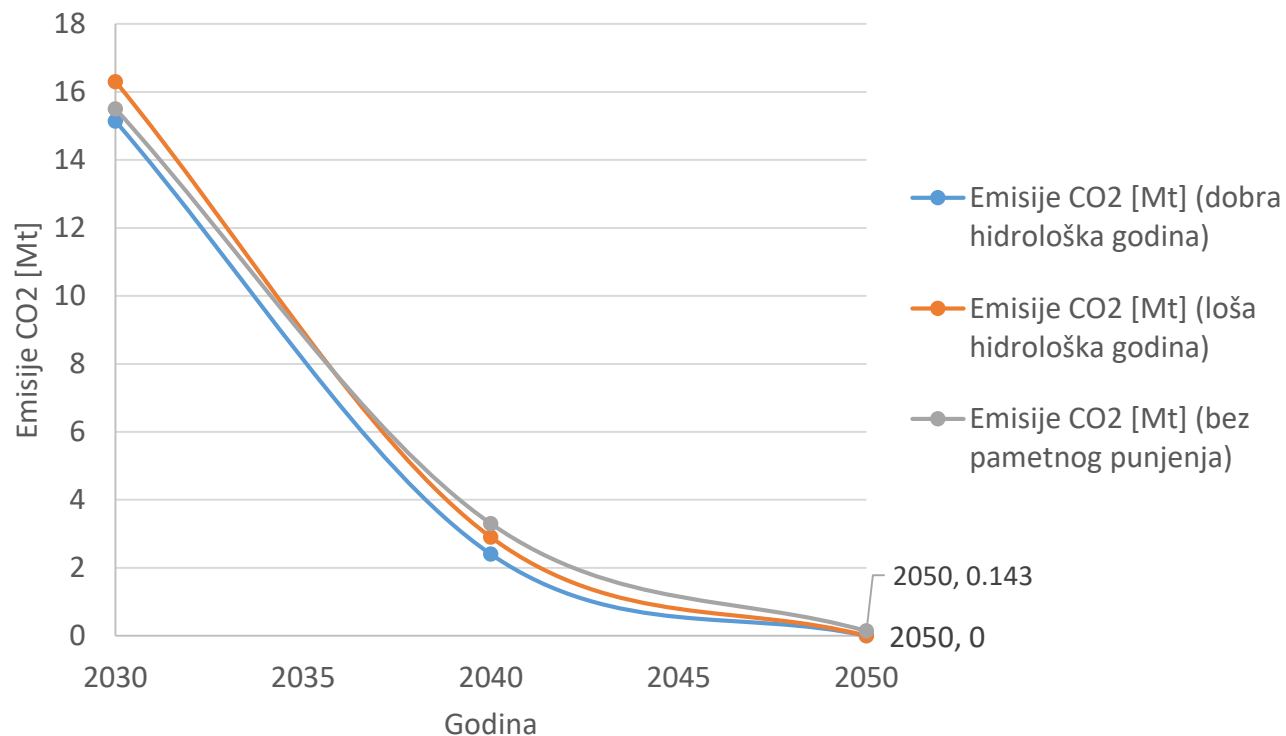
Baterije električnih vozila
su novi izvor energije s
"produkcijom" na razini
NE Krško

- Nuklearne elektrane
- Kondenzacijske (ugljen i plin)
- Kogeneracija
- Hidroelektrane
- Vjetroelektrane
- Solarne elektrane
- Biomasa i bioplin
- Iz baterija EV
- Geotermalne



Dinamika smanjenja emisija CO2 u ovisnosti o hidrologiji i primjeni V2G

Emisije CO2 u slučaju različitih scenarija dekarbonizacije



Iako je razlika u hidrologiji značajna između pojedinih godina, ukoliko je energetska tranzicija izvedena s usklađenom dinamikom integracije varijabilnih OIE i tehnologija odziva potrošnje, ciljevi se mogu postići gotovo neometano.



“Power-to-heat” koncept korištenja povoljno dostupne energije iz varijabilnih OIE

Temeljeno na sinergiji između sektora grijanja i hlađenja te sektora proizvodnje električne energije

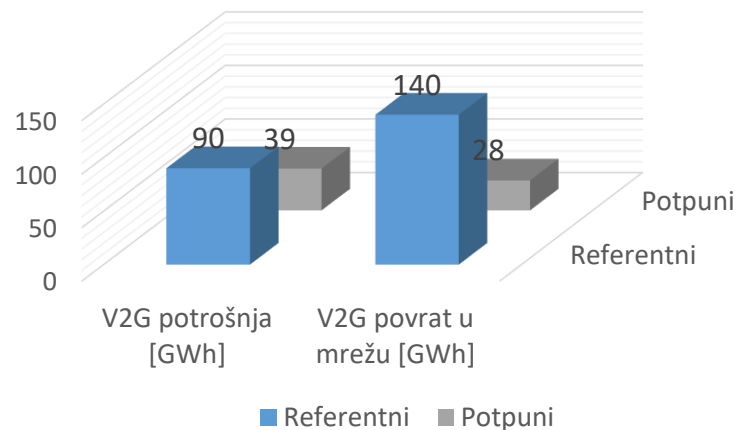
- Centralizirani toplinski sustavi opremljeni “power-to-heat” tehnologijom:

	Power-to-heat		
Potpuna tranzicija	2030	2040	2050
PtH spremnik [GWh]	2.5	2.5	3.25
PtH grijač [MW]	250	250	500
Referentni scenarij			
PtH spremnik [GWh]	2.25	2.25	2.25
PtH grijač [MW]	250	250	250

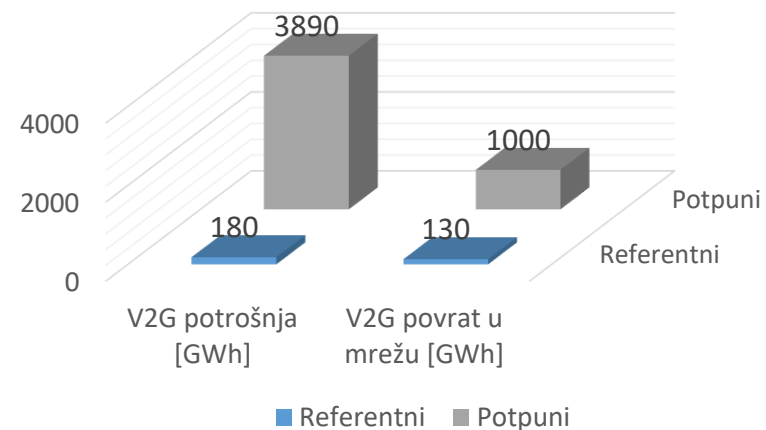


Koncept "vozilo na mreži": potrošnja i povrat energije u mrežu

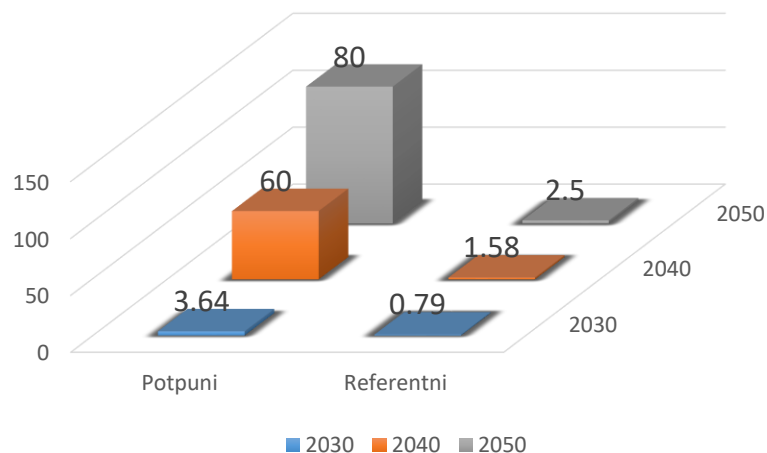
Potrošnja EV i "vozilo na mreži" u 2030.



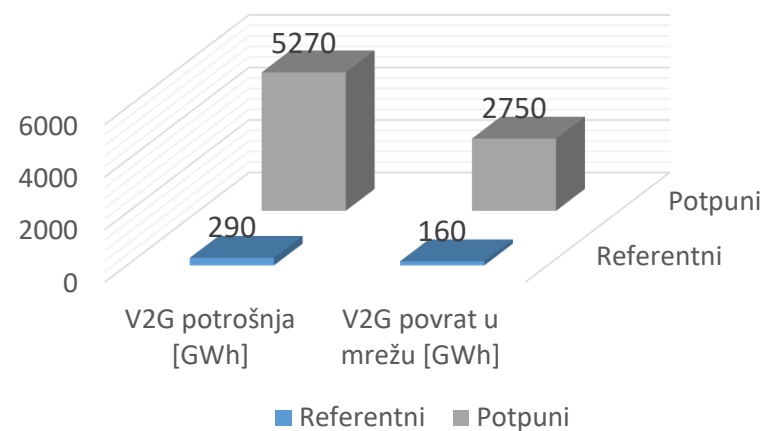
Potrošnja EV i "vozilo na mreži" u 2040.



Kapacitet baterije EV [GWh]



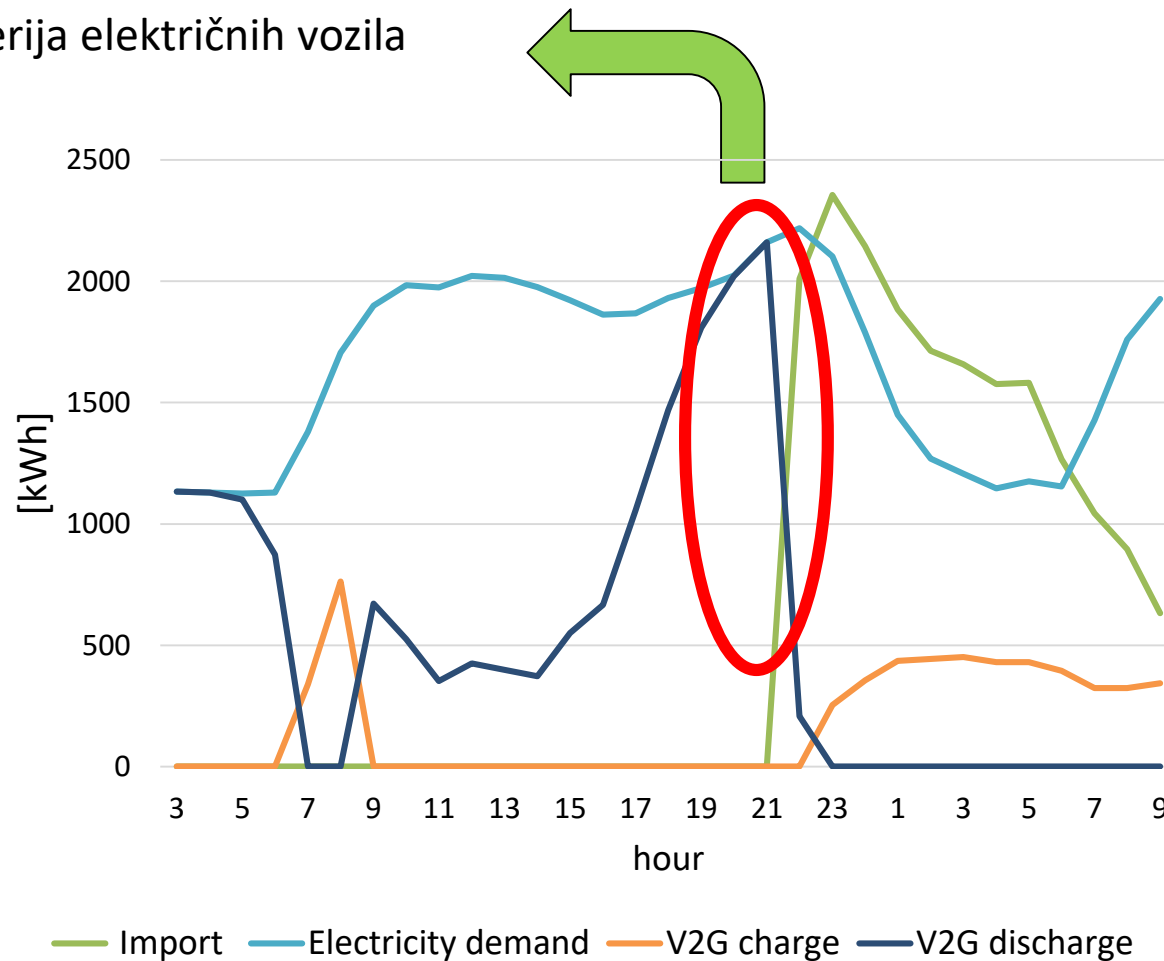
Potrošnja EV i "vozilo na mreži" u 2050.





Koncept “vozilo na mreži”: potrošnja i povrat energije u mrežu

Povrat u mrežu iz baterija električnih vozila





Ostali koncepti:

Primjena vodika:

- kao gorivo ili komponenta drugih sintetičkih goriva
- U 2050. potrebno je u nekim razmatranim scenarijima 300 MW elektrolizatora za proizvodnju vodika, potrošnja 1.75 TWh

Biogoriva:

- Proizvodnja bioplina iz održive biomase i otpada, korištenje u transportu te za sintetička goriva

Tehnologije za spremanje CO₂:

- U scenarijskoj analizi, koristeći samo 120 MW elektrana proračunato je moguće spremanje 2.85 Mt CO₂



ZAKLJUČAK

- Energetski sustav prolazi tranziciju od sustava u kojem proizvodnja prati potrošnju do onog u kojem potrošnja prati promjenjivu proizvodnju
- Za uspješnu tranziciju, ključna je usklađenost dinamike integracije VOIE i tehnologija skladištenja energije te odziva potrošnje
- U završnoj fazi tranzicije, ostale sektore se dekarbonizira kroz povećano korištenje energetske transformacije trenutnih viškova iz varijabilnih izvora za proizvodnju sintetičkih goriva, što omogućava dekarbonizaciju onih sektora koji imaju potrebu za većom gustoćom energije



Zahvaljujem Vam na pažnji!

antun.pfeifer@fsb.hr



Projekt se financira u sklopu Programa Vlade Republike Hrvatske za poticanje istraživačkih i razvojnih aktivnosti u području klimatskih promjena za razdoblje od 2015. do 2016. godine