

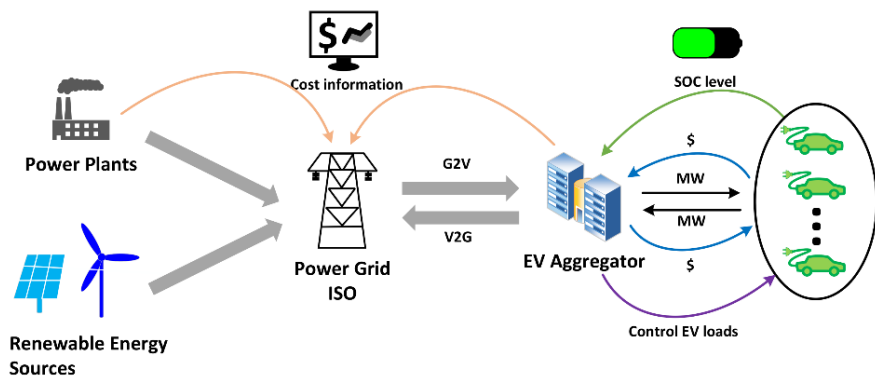
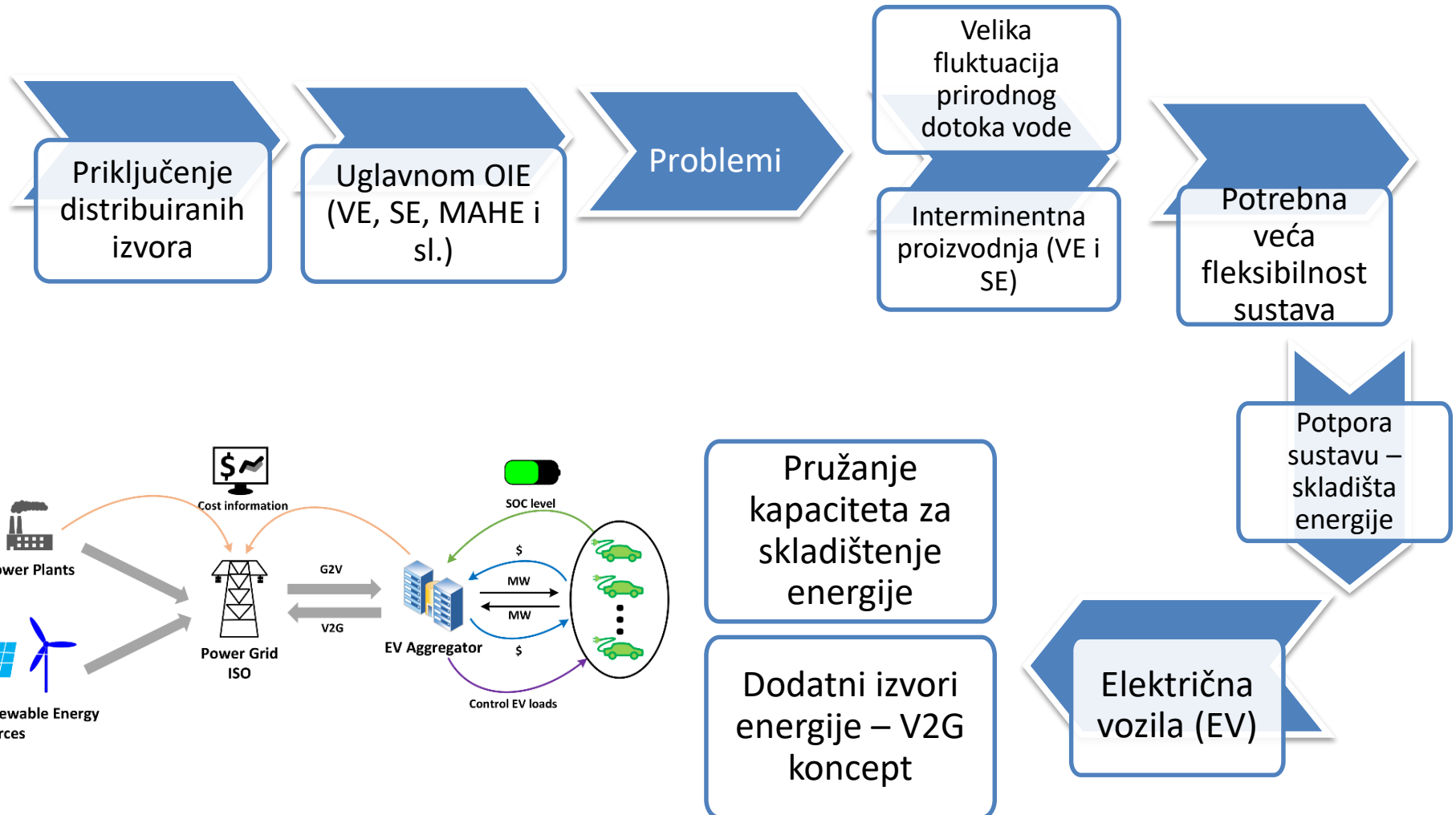
ULOGA VELIKE PENETRACIJE ELEKTROAUTOMOBILA U POVEĆANJU FLEKSIBILNOSTI SUSTAVA S VELIKIM UDJELOM OBNOVLJIVIH IZVORA

**SARA RAOS
ŽELJKO TOMŠIĆ
IVAN RAJŠL**

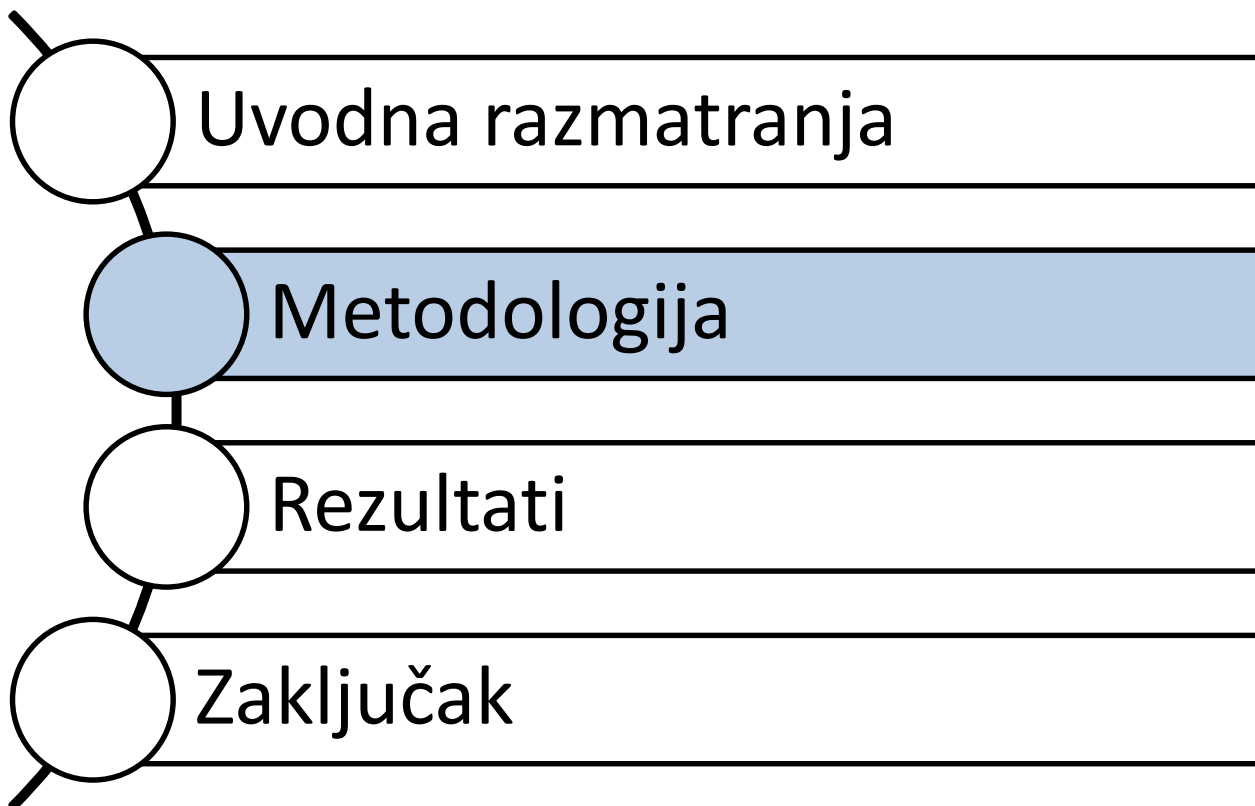
Sadržaj

- Uvodna razmatranja
- Metodologija
- Rezultati
- Zaključak


Uvodna razmatranja



Sadržaj



Metodologija – program PLEXOS

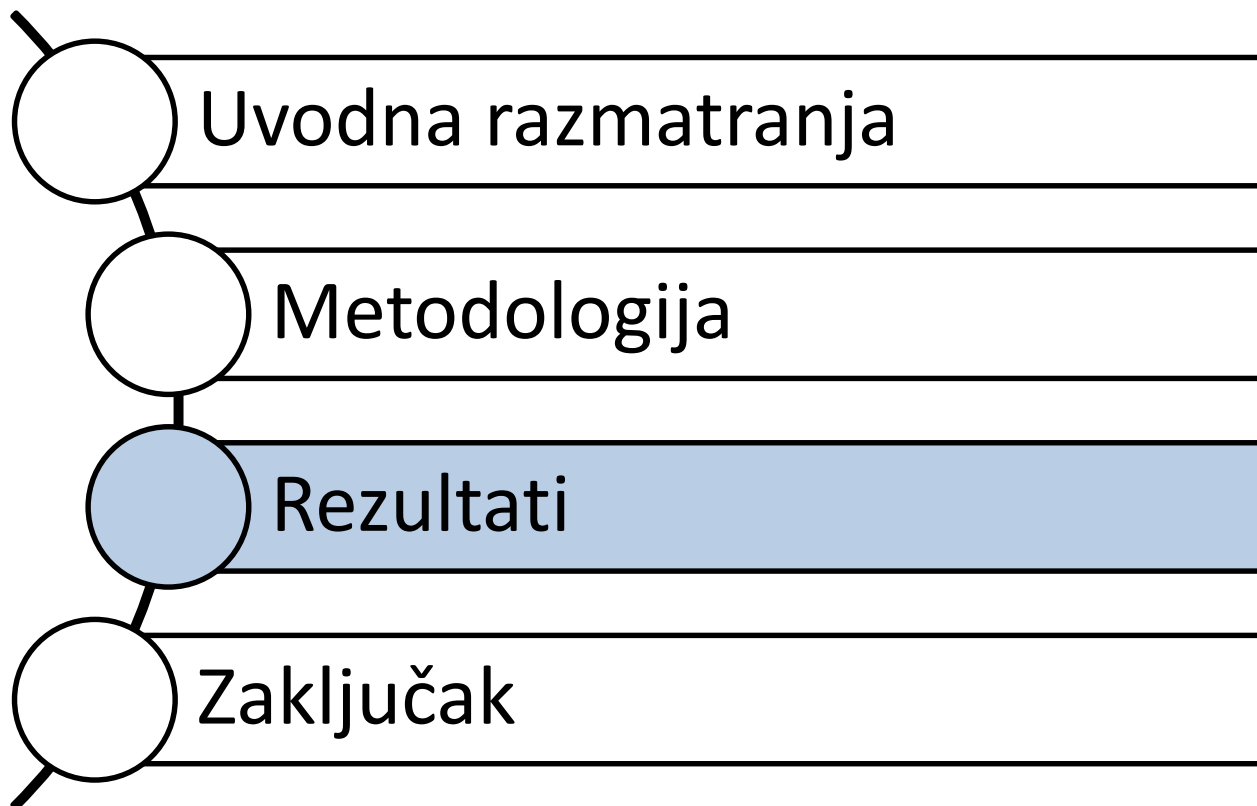
- PLEXOS – simulacijsko-optimizacijski alat zasnovan na objektnom modelu tržišta električne energije 
- Modeliranje - korištenjem determinističkih ili stohastičkih tehnika koje za cilj imaju minimiziranje funkcije cilja ili očekivane vrijednosti podložne troškovima proizvodnje električne energije kao i nizu ograničenja:
 - dostupnost i pogonske karakteristike proizvodnih postrojenja, propisane licence vezane za utjecaj na okoliš, troškovi goriva, prijenosna ograničenja i sl.

Metodologija – bazni model

- Čvorišni model temeljen na EES-u RH
- 2 scenarija:
 - Sustav bez EV-a
 - Sustav s EV-a

Instalirana snaga [MW]	2015.	2030.	2040.	2050.
UKUPNO	4.786	8.434	10.718	12.643
Nuklearne elektrane	348	348	348	500
Termoelektre na plin	1.140	1.745	2.630	3.080
Termoelektre na ugljen	330	210	0	0
Termoelektre na plin s CCS-om	0	0	550	550
Termoelektre na lož ulje	320	0	0	0
Hidroelektre	2.095	2.567	3.107	3.107
Vjetroelektre	420	1.887	2.227	3.259
Sunčane elektrane	48	1.300	1.400	1.667
Elektre na krutu biomasu	28	94	140	150
Elektre na bioplin	21	100	128	136
Elektre na geotermalnu energiju	0	44	48	54
Male hidroelektre	36	140	140	140

Sadržaj



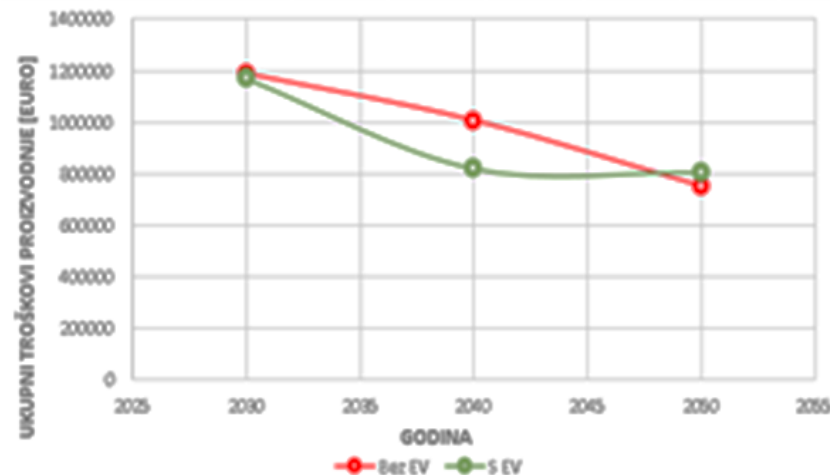
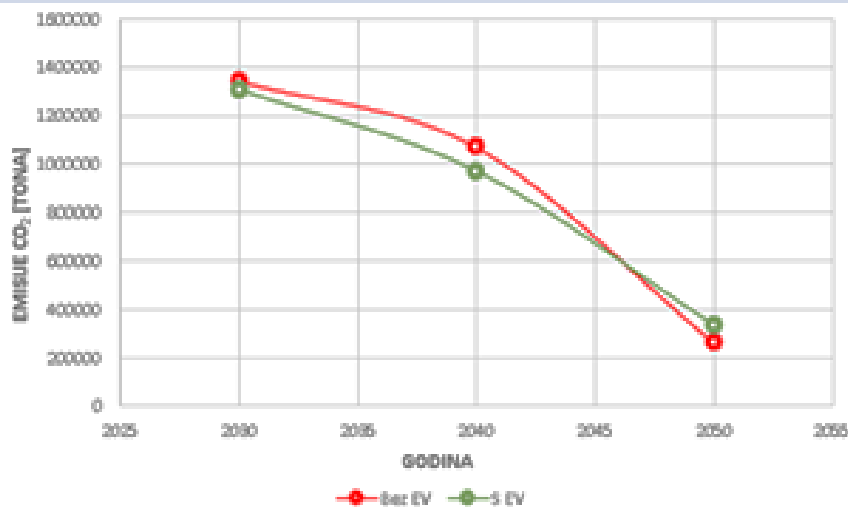
Utjecaj EV-a

Na CO₂ emisije

- Povećanjem udjela EV, emisije se iz sektora prometa premještaju u sektor proizvodnje električne energije (non-ETS → ETS)
- Smanjenje emisija CO₂ (do 2045.)

Na ukupne troškove proizvodnje

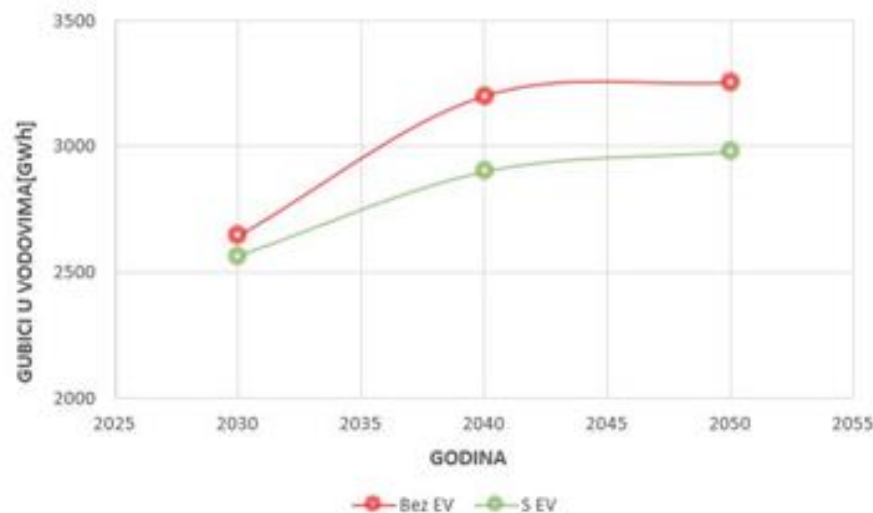
- Smanjenje (do 2045.) → povećana proizvodnja iz OIE



Utjecaj EV-a

Na ukupne godišnje gubitke

- Mogućnost skladištenja energije bliže stvarnim mjestima potrošnje → smanjenje tokova snaga → smanjenje gubitaka

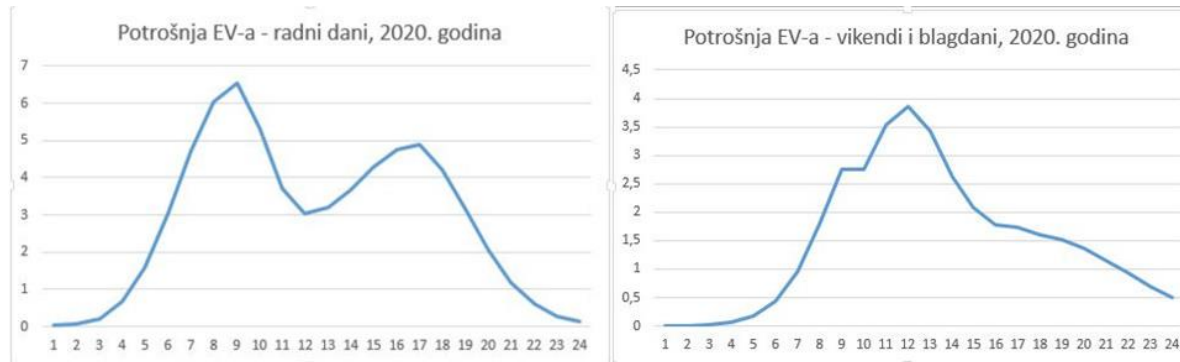


Pitanje: U radu je izvršena analiza na način da su sva električna vozila u isto vrijeme priključena na mrežu, te da operator u svakom trenutku raspolaže s ukupnim kapacitetom baterija svih EV-a. Budući da nije realno za očekivati da sva vozila budu u isto vrijeme priključena na mrežu što zbog nepostojanja tolikog broja punionica za EV, a što zbog činjenice da će određeni broj vozila biti u pokretu, koje je vaše mišljenje kakvi bi bili proračuni ako bi se uzeli u obzir navedeni faktori u odnosu na dobivene proračune, tj. koji bi zaključci bili vezano uz proizvodnju iz OIE odnosno korištenje termoelektrana i emisije CO₂?

- Osnovna dilema prilikom modeliranja EV-a:
 - Veliki broj baterija = detaljna i vjerna slika
 - Manji broj baterija = pojednostavljena situacija, ali proračun znatno olakšan
- Ekspertnom procjenom odlučeno je modeliranje grupe od **20 baterija** → svaka baterija predstavlja određen broj EV-a
 - u 2030. godini oko 150 000 EV-a (4% od ukupnog broja vozila) te u 2050. godini oko 1.5 milijuna (75% ukupnog broja vozila)
 - Povećanje kapaciteta – definirano na godišnjoj bazi uz ulazak od 2020. godine

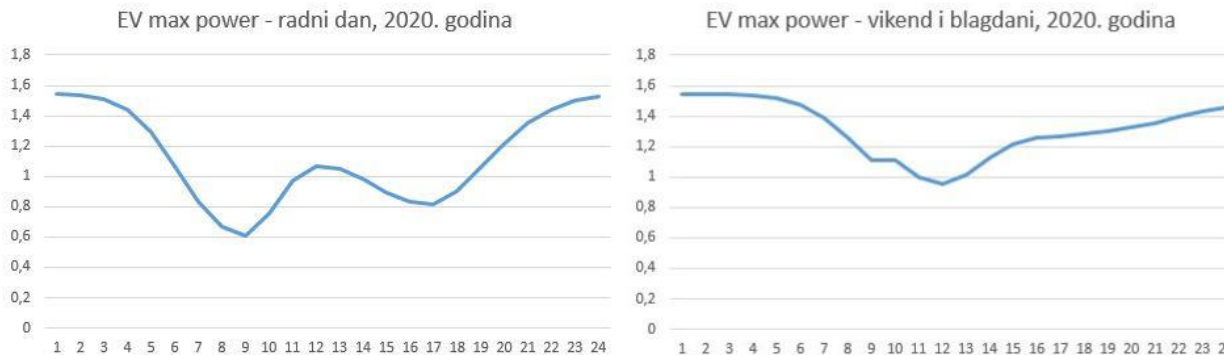
Pitanje: U radu je izvršena analiza na način da su sva električna vozila u isto vrijeme priključena na mrežu, te da operator u svakom trenutku raspolaže s ukupnim kapacitetom baterija svih EV-a. Budući da nije realno za očekivati da sva vozila budu u isto vrijeme priključena na mrežu što zbog nepostojanja tolikog broja punionica za EV, a što zbog činjenice da će određeni broj vozila biti u pokretu, koje je vaše mišljenje kakvi bi bili proračuni ako bi se uzeli u obzir navedeni faktori u odnosu na dobivene proračune, tj. koji bi zaključci bili vezano uz proizvodnju iz OIE odnosno korištenje termoelektrana i emisije CO2?

- Ta je modelirana grupa baterija zadužena da bude u **modu pražnjenja** za potrebe vožnje EV-a (prema slikama)



Pitanje: U radu je izvršena analiza na način da su sva električna vozila u isto vrijeme priključena na mrežu, te da operator u svakom trenutku raspolaže s ukupnim kapacitetom baterija svih EV-a. Budući da nije realno za očekivati da sva vozila budu u isto vrijeme priključena na mrežu što zbog nepostojanja tolikog broja punionica za EV, a što zbog činjenice da će određeni broj vozila biti u pokretu, koje je vaše mišljenje kakvi bi bili proračuni ako bi se uzeli u obzir navedeni faktori u odnosu na dobivene proračune, tj. koji bi zaključci bili vezano uz proizvodnju iz OIE odnosno korištenje termoelektrana i emisije CO₂?

- Ostale baterije mogu biti u **V2G modu** i služiti za potrebe mreže, ali samo unutar maksimalnog kapaciteta razmjene između EV i mreže (prema slikama)



- Taj kapacitet uzima u obzir broj parkiranih EV-a kao i procjenu adekvatno parkiranih EV-a, tj. onih koji se nalaze na mjestu pogodnom za punjenje.

Pitanje: U radu je izvršena analiza na način da su sva električna vozila u isto vrijeme priključena na mrežu, te da operator u svakom trenutku raspolaže s ukupnim kapacitetom baterija svih EV-a. Budući da nije realno za očekivati da sva vozila budu u isto vrijeme priključena na mrežu što zbog nepostojanja tolikog broja punionica za EV, a što zbog činjenice da će određeni broj vozila biti u pokretu, koje je vaše mišljenje kakvi bi bili proračuni ako bi se uzeli u obzir navedeni faktori u odnosu na dobivene proračune, tj. koji bi zaključci bili vezano uz proizvodnju iz OIE odnosno korištenje termoelektrana i emisije CO₂?

- Plan za buduća istraživanja je, uz nabavu jačih računala, analiza stanja uz značajno **veći broj baterija** kojima se modeliraju EV-a (oko 1000) što bi donekle trebalo utjecati i na rezultate ali trenutno **nije moguće kvantificirati** taj utjecaj.

Pitanje: Mogućnost korištenja baterije električnog vozila kao izvora električne energije nije samo pitanje dvosmjernog brojila koje registrira energiju predanu u mrežu već je i pitanje pristanka vlasnika električnog vozila na takvu vrstu usluge te prednosti i mane njezine primjene. Kako to komentirate?

- Razlog zbog kojeg EV-a predstavljaju jeftin oblik skladišta energije leži u **strukturi troškova**:
 - **Kapitalni troškovi** u takvu vrstu skladišta su relativno mali → poticaji za kupnju EV-a
 - **Troškovi infrastrukture** sastoje se od ugradnje dvosmjernih brojila, punionica EV-a i pripadajuće infrastrukture, komunikacijske tehnologije koje posreduju između vozila i mrežnih operatora → zasada relativno veliki zbog relativno novog tržišta
 - **Operativni troškovi** sastoje se od naknada vlasnicima EV-a za pružanje kapaciteta.
- potrebno osvijestiti vlasnike EV-a, a i potencijalne korisnike o pogodnostima pružanja usluga sustavu, no bitno je imati na umu da EV-a prvenstveno služe za osobnu mobilnosti te da je njihov kapacitet malen (potreba za agregiranim izvorima)

Pitanje: Mogućnost korištenja baterije električnog vozila kao izvora električne energije nije samo pitanje dvosmjernog brojila koje registrira energiju predanu u mrežu već je i pitanje pristanka vlasnika električnog vozila na takvu vrstu usluge te prednosti i mane njezine primjene. Kako to komentirate?

- **Degradacija baterije** najveći je varijabilni trošak s kojim se susreću vlasnici EV-a
 - Dubina pražnjenja (DoD) i često mijenjanje stanja napunjenosti baterije (SoC) uzrokuju smanjenje kapaciteta baterije tijekom vremena → s DoD od 80% umjesto 100% životni vijek baterije je **3 puta dulji**; zaustavljanjem punjenja kada SoC postigne vrijednost od 85-90% može se **optimirati** vijek trajanja baterije
 - Međutim pokazuje se da je degradacija baterije zbog pružanja V2G usluge **manja** od degradacije uslijed vožnje ($-6.0 \times 10^{-3} \% / \text{Wh}$ za vožnju te $-2.70 \times 10^{-3} \% / \text{Wh}$ za V2G uslugu)

Pitanje: Mogućnost korištenja baterije električnog vozila kao izvora električne energije nije samo pitanje dvosmjernog brojila koje registrira energiju predanu u mrežu već je i pitanje pristanka vlasnika električnog vozila na takvu vrstu usluge te prednosti i mane njezine primjene. Kako to komentirate?

- Vrsta potrošača i tarfini model → utječe na prednosti/profit koje ostvaruju pojedini vlasnici EV-a
- Upravo zbog toga je V2G koncept moguć samo uz adekvatnu **naplatu usluge** koju pružaju EV-a (što nisu dužni po *defaultu*) bilo prema **pravednoj tarifi** (manje vjerojatno) ili omogućavanjem **direktnog sudjelovanja na tržištu** (decentralizacija sustava) vlasnika EV-a.
 - Jedna od mogućnosti je i primjena *blockchain tehnologije* za tu primjenu gdje postoje brojna istraživanja na tu temu.

Pitanje: U radu je navedeno da „*sama proizvodnja iz VE i SE varira ovisno o tome nalaze li se u sustavu EV*“. Uzme li se u obzir da su VE i SE obnovljivi izvori električne energije te je potrebno svu njihovu proizvedenu električnu energiju preuzeti u mrežu jer imaju prednost pred konvencionalnim izvorima, ispada da će proizvođači iz VE i SE ovisiti ne samo o vremenskim uvjetima kako je to sada slučaj već i o tome koliko ima spojenih EV na mrežu. U slučaju takvog scenarija biti će potrebno i odrediti tko i uolikoj mjeri ima prednost. Kako to komentirate?

- Uz pojačanu penetraciju VE i SE može se očekivati da će doći do **neminovnog odbacivanja** električne energije iz OIE, čak i ako OIE budu i u budućnosti imali prioritet na tržištu (što im nije zajamčeno u **potpuno tržišnim uvjetima**). Razlog tomu je velika razlika između proizvodnje iz OIE s jedne strane i potrošnje te mogućnosti za skladištenje s druge strane.
- EV-a se upravo iz te perspektive, uz V2G koncept, smatraju **osnovnim preduvjetom** za povećanu penetraciju OIE bez značajnog odbacivanja proizvedene električne energije u ekstremnim uvjetima. Stoga se očekuje da će u slučaju da je u sustavu prisutan značajan broj EV-a proizvodnja iz SE i VE, koja se primi u sustav biti veća (stoga 'varira' u spornom dijelu rečenice) nego kada nema EV-a kao dodatnog izvora fleksibilnosti.

HVALA NA VAŠOJ POZORNOSTI!