

Analiza stanja na področju
elektromobilnosti in dvosmerne
izmenjave električne energije
(V2G)

Izjava o omejitvi odgovornosti

To poročilo sta pripravili v sodelovanju Agencija za energijo (v nadaljevanju AGEN) in operater kombiniranega prenosnega in distribucijskega elektroenergetskega omrežja (v nadaljevanju elektrooperater) v skladu z Uredbo (EU) 2023/1804 za potrebe Vlade RS in pristojnega ministrstva kakor tudi za informiranje zainteresirane javnosti. Poročilo vsebuje tudi informacije, pridobljene ali izpeljane iz različnih virov. AGEN ne prevzemata nobene odgovornosti za preverjanje ali ugotavljanje zanesljivosti virov ali preverjanje tako zagotovljenih informacij. Nič v tem gradivu ne predstavlja naložbenega, pravnega, računovodskega ali davčnega nasveta ali zagotovila, da je katera koli naložba ali strategija primerna ali ustrezna za prejemnikove individualne okoliščine, ali kako drugače predstavlja osebno priporočilo. Poročilo temelji na informacijah, ki so bili AGEN na voljo ob pripravi poročila, in ne upošteva nobenih novih informacij, za katere smo izvedeli po datumu objave poročila. Izvedba analize je na podlagi EU zakonodaje v izključni pristojnosti AGEN, elektrooperater je zagotovil vhodne podatke in potrebne informacije.

Kazalo vsebine:

POVZETEK	1
1 UVOD	6
2 AKTERJI	10
2.1 UPORABNIKI ELEKTRIČNIH VOZIL IN PONUDNIKI POLNJENJA	10
2.2 DRUGI AKTERJI PODPORNEGA OKOLJA ZA DVOSMERNO POLNJENJE	10
2.3 AKTERJI NA TRGU Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	10
2.4 RAZISKOVALNE INSTITUCIJE IN DRUGI AKTERJI	11
3 PREGLED STANJA	12
3.1 VOZILA (BEV+PHEV)	12
3.2 POLNILNA INFRASTRUKTURA V SLOVENIJI	14
3.3 PREPOZNANE POMEMBNE ENTITETE NA NACIONALNEM NIVOJU	15
3.4 TRG IN UČINKOVANJE SISTEMSKIH UKREPOV	16
3.5 TEHNOLOGIJE POLNJENJA	20
3.6 PREGLED PROJEKTOV V2G (AKTIVNI, V IZTEKU ALI ZAKLJUČENI)	21
3.7 PREPOZNANE OMEJITVE V2G	22
3.8 PRILOŽNOSTI V2G TEHNOLOGIJE	24
3.9 POVZETEK ANALIZE VPRAŠALNIKA O DVOSMERNEM POLNJENJU EV (V2G)	27
4 IZZIVI DVOSMERNEGA POLNJENJA	29
5 KLJUČNI DEJAVNIKI ZA RAZVOJ	31
7 GLAVNI POUČENKI ZA USPEŠEN RAZVOJ V2G V SLOVENIJI	34
8 ZAKLJUČEK	38
9 PRILOGE	40
9.1 KLJUČNI DOKUMENTI	40
9.2 RELEVANTNI STANDARDI	43
9.3 PODROBNEJŠI PREGLED PROJEKTOV V2G	43
9.4 VPRAŠALNIK O DVOSMERNEM POLNJENJU EV (V2G) Z ZBRANIMI ODGOVORI ANKETIRANCEV	47

POVZETEK

Razvoj elektromobilnosti je pomemben gradnik in povezovalni člen energetskega in prometnega sektorja. Električna vozila (v nadaljevanju EV) niso le nove oblike porabe električne energije, temveč imajo potencial postati pomemben hranilnik energije ter vir prožnosti¹, ki bo koristil tako udeležencem na trgu z električno energijo kot tudi operaterjem elektroenergetskega sistema (v nadaljevanju EE sistem) in uporabnikom² EV.

Po ocenah Direktorata za energijo Evropske komisije (DGENER) in ETIP SNET³ bo množično uvajanje EV v prihodnje bistveno vplivalo na elektroenergetska omrežja. EV so prepoznana kot:

- dodatna obremenitev s specifičnim bremenskim profilom;
- zmožna hitrih odzivov na zahtevo po spremembi (strmo rampiranje);
- (mobilni) vir shranjevanja energije;

¹ Prožnost pomeni prilagajanje odjema oziroma proizvodnje električne energije s strani uporabnika omrežja kot odziv na razmere v omrežju ali na trgu električne energije. Uporabnik zagotavlja prožnost elektrooperaterju ali drugemu udeležencu na trgu v obliki storitve prožnosti.

² POJASNILO: Izrazi, zapisani v moški slovnični obliki, so uporabljeni kot nevtralni za moško in žensko slovnično obliko.

³ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/01169b6b-540d-11ed-92ed-01aa75ed71a1>

- nov vir prožnosti, ki bo omogočal storitve prožnosti, kot so hitre frekvenčne regulacije, storitve izravnave ter storitve za upravljanje prezasedenosti v prenosnem in distribucijskem omrežju.

Sposobnost EV, da zagotavljajo te storitve, odpira možnosti za izboljšanje obratovanja elektroenergetskih omrežij ter učinkovitejšo integracijo obnovljivih virov energije (v nadaljevanju OVE), kar znatno vpliva na dogajanje na trgu električne energije. Ob pričakovani pospešitvi prodornosti EV in vzporednem razvoju polnilne infrastrukture ter tehnologijah polnjenja dvosmerne izmenjave električne energije (v nadaljevanju dvosmerno polnjenje⁴) je ključno, da razvoj ustreznih tehnoloških, povezovalnih ter regulativnih rešitev poteka že v začetni fazi uvajanja. Le tako se bomo izognili (pre)visokim stroškom in naknadnim nadgradnjam oziroma prilagoditvi (nesorazmernim ojačitvam) obstoječih sistemov v prihodnosti.

Na podlagi četrtega odstavka 15. člena Uredbe (EU) 2023/1804 o vzpostavitvi infrastrukture za alternativna goriva je Agencija za energijo (v nadaljevanju agencija) dobila nalogo ovrednotiti potencialni prispevek dvosmernega polnjenja k zmanjševanju stroškov za uporabnike in EE sistem ter s tem povezanega povečanja deleža električne energije iz obnovljivih virov v EE sistemu. Dodatno k omenjeni nalogi iz uredbe Zakon o infrastrukturi za alternativna goriva in spodbujanju prehoda na alternativna goriva v prometu (Uradni list RS, št. 62/23) v drugem odstavku 6. člena navaja tudi oceno potenciala vzpostavitve in delovanja digitalno povezanih polnilnih mest, ki bi uporabnikom EV omogočila, da prispevajo ne samo k prilagajanju odjema temveč tudi k storitvam prožnosti elektroenergetskega sistema na splošno. Slednja ocena se opravi pri vsaki pripravi ali posodobitvi »akcijskega načrta za spodbujanje prehoda na alternativna goriva v prometu in vzpostavitev ustrezne infrastrukture« ter vsaj en mesec pred vsakokratno predložitvijo poročila o izvajanju omenjenega akcijskega načrta Evropski komisiji (na vsaka tri leta). Zaradi zagotavljanja celovite obravnave tesno povezanih tematik v okviru pričujočega dokumenta omenjenih nalog ne obravnavamo ločeno.

V skladu z navedenim je agencija v sodelovanju z ELES d.o.o., operater kombiniranega prenosnega in distribucijskega elektroenergetskega omrežja (v nadaljevanju elektrooperater) izvedla analizo stanja in priložnosti na področju uvajanja EV, osredotočeno na tehnologijo dvosmernega polnjenja EV (v nadaljevanju V2G). V tem obsegu je bilo opravljeno tudi poizvedovanje z vprašalnikom za operaterje polnilnih mest (v nadaljevanju CPO⁵) in trgovce z EV oziroma uvoznike EV, s katerim so bile zbrane informacije o razpoložljivosti vozil s funkcionalnostjo dvosmernega polnjenja, stanju infrastrukture za dvosmerno polnjenje ter ugotovljen interes različnih akterjev in uporabnikov pri uporabi rešitev v obsegu V2G. Prav tako smo opravili pregledno analizo tematik, ki jih prepoznavamo kot pomembne za obravnavan obseg vsebin in jih podajamo v nadaljevanju v obliki pregleda stanja, izpostavitve najpomembnejše zakonodaje, institucij in akterjev. Širši in strokovni javnosti želimo podati čim bolj celovito analizo stanja in priložnosti te prihajajoče tehnologije.

Čeprav je bila opravljena celovita analiza stanja in priložnosti V2G, določenih vidikov, predvidenih v zakonodaji (predvsem redna ocena potencialnega prispevka dvosmernega polnjenja k zmanjševanju stroškov za uporabnike in sistem ter k povečanju deleža OVE), za zdaj še niso celovito zajete. Razlog za to je predvsem nedostopnost oziroma zelo omejena razširjenost tehnologije V2G v Sloveniji, kar ne omogoča smiselne implementacije periodičnega poročanja in zanesljive kvantitativne ocene vplivov. Te omejitve so prepoznali tudi drugih nacionalni regulatorji, kot je razvidno iz dela skupine CEER⁶. V nadaljevanju

⁴ „dvosmerno polnjenje“ (angl. Vehicle-To-Grid) pomeni pametno polnjenje, pri katerem je mogoče smer toka električne energije obrniti, kar omogoča tok električne energije iz baterije v polnilno mesto, na katero je priključena;

⁵ angl. Charge Point Operator

⁶ Council of European Energy Regulators

povzemamo ključne ugotovitve tega dela v obliki identificiranih priložnosti V2G za uporabnike EV in podjetja, ki želijo v energetske in mobilnostne prehode odigrati vidnejšo vlogo.

PRILOŽNOSTI TEHNOLOGIJE V2G ZA UPORABNIKE ELEKTRIČNIH VOZIL

V bližnji prihodnosti bo EV več kot zgolj prevozno sredstvo – postalo bo tudi mobilni baterijski hranilnik električne energije (mobilna baterija), ki bo aktivno delovala v elektroenergetskem sistemu. Tehnologija V2G⁷ omogoča dvosmerne pretoke energije: EV se ne le polni, temveč lahko energijo tudi vrača v EE sistem, napaja stavbo/dom ali druge naprave.

Za lastnike EV to pomeni več izbir in priložnosti:

- **Dodaten prihodek ali prihranek:** Vozilo se lahko polni v času nizkih cen na trgu električne energije ali presežkov energije v omrežju, ob njenem pomanjkanju pa se delež uskladiščene energije iz baterij lahko trži/pretoči oziroma proda nazaj v EE sistem.
- **Znižanje stroškov lastništva/uporabe vozila:** Sodelovanje v programih V2G zniža stroške polnjenja oziroma uporabniku omogoča dodatne nagrade/spodbude za pomoč elektroenergetskemu omrežju⁸.
- **Hranilnik za shranjevanje presežkov iz proizvodnje na domu in/ali rezervno napajanje:** EV lahko shranjuje presežke iz proizvodnje domače sončne elektrarne (SE), ob izpadih napajanja lahko začasno napaja gospodinjstvo (oz. bistvena bremena).
- **Prispevek k zeleni energiji:** V2G omogoča boljšo izrabo energije iz OVE.

Kljub prepoznanim priložnostim tehnologija V2G trenutno ni široko razširjena. Prepoznane ovire za dejansko stanje so:

- **omejena ponudba vozil in polnilnih postaj**, ki podpirajo (polno funkcionalnost) V2G;
- **odlašanje uporabnikov vozil** zaradi tveganja vpliva na življenjsko dobo baterije (oz. ohranjanje vrednosti vozila);
- **pomanjkanje spodbud** za uporabnike vozil;
- **trg** za ponujanje storitev prožnosti iz distribuiranih virov **se šele razvija**, oziroma potreben je **dvig interesa obstoječih agregatorjev** po izrabi distribuiranih virov storitev prožnosti,
- **neozaveščenost uporabnikov** o koristih in priložnostih.

Prepoznane rešitve na podane izzive so predstavljene v nadaljevanju.

Ker se delež EV hitro povečuje, bo dvosmerno polnjenje v prihodnje pomembno vplivalo na celoten elektroenergetski sistem.

V Sloveniji že potekajo pilotni projekti, ki preizkušajo delovanje in prednosti V2G v praksi. Ob ustrezni podpori zakonodaje, razvoju trga in ozaveščanju uporabnikov lahko tehnologija V2G v prihodnje pomembno prispeva k bolj učinkovitemu, stabilnemu EE sistemu in zeleni oskrbi z električno energijo ter hkrati doprinese konkretne koristi lastnikom EV.

⁷ V nadaljevanju bomo okrajšavo V2G uporabljali kot nadpomenko načinom dvosmernega polnjenja V2G, V2B in V2H.

⁸ Nova metodologija za obračunavanje omrežnine že omogoča spodbude. Nagrade pa lahko naslovijo bodisi dobavitelj/agregatorji bodisi zakonodajalec bodisi akterji, ki smo jih v tem obsegu preliminarne analize morda prezrli.

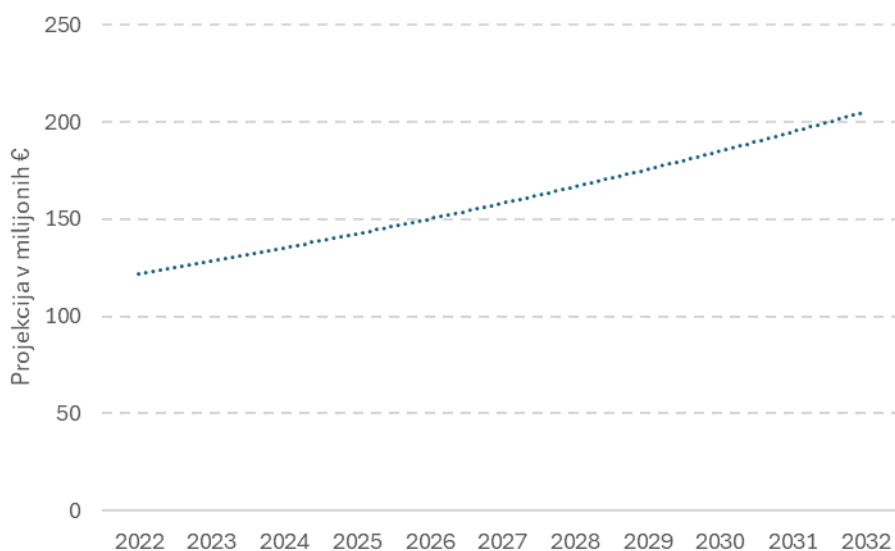
V2G KOT STRATEŠKA PRILOŽNOST V ENERGETSKEM IN MOBILNOSTNEM PREHODU

Tehnologija V2G omogoča električnim vozilom vlogo mobilnih hranilnikov energije, ki ne služijo le prevozu, ampak tudi aktivni podpori elektroenergetskemu sistemu. Omogoča dvosmerni pretok energije, kar pomeni, da lahko vozila energijo iz omrežja ne le odjemajo, temveč jo tudi vračajo v EE sistem. Za EE sistem V2G omogoča:

- pomemben vir storitev prožnosti;
- možnost shranjevanja presežkov iz OVE ter uporabe npr. ob večerni konici;
- dodatne prihodke oziroma nižje stroške lastništva za uporabnike vozil, ki z baterijo sodelujejo na trgu z energijo ali storitvah prožnosti;
- povečano odpornost omrežja in optimalnejšo izrabo lokalno proizvedene energije.

Ocena rasti trga polnilnih postaj V2G (slika 1) v literaturi predhodne postavke podpirajo z obetavnimi analizami ali empiričnimi rezultati:

- Eurobat⁹ navaja, da bi do leta 2030 lahko skupno število EV v Evropi zagotovilo do 70 GW prožnosti, kar je primerljivo z močjo velikih elektrarn;



Slika 1: Ocena rasti trga polnilnih postaj V2G v Evropi

Vir: www.gminsights.com

- IEA^{10,11} ocenjuje globalni potencial 200-550 GW storitev prožnosti (do l. 2050), pri čemer EV prevzamejo pomembno vlogo in delež ocenjenega globalnega potenciala pri uravnoteženju sistema;
- Pilotni projekti (npr. Parker¹², TenneT¹³) potrjujejo, da lahko skupine vozil s tehnologijo V2G aktivno prispevajo k stabilnosti sistema in zmanjšajo potrebe po gradnji novih proizvodnih virov.

Za Slovenijo, kjer delež EV spodbudno narašča, to pomeni vsaj priložnost za zmanjšanje/uravnoteženje obremenitev omrežja, optimizacijo uporabe energije in zmanjšanje stroškov za lastnike EV ter podporo trajnostni mobilnosti in zelenemu energetskega prehodu. Za doseg teh učinkov bo ključno prilagoditi zakonodajo in tržne mehanizme, vzpostaviti stimulative poslovne modele (ki bodo uporabnike spodbujali

⁹ <https://www.eurobat.org/news/publication-battery-energy-storage-europe-2021>

¹⁰ <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>

¹¹ <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/prospects-for-electric-vehicle-deployment>

¹² <https://parker-project.com/>

¹³ <https://www.tennet.eu/newsroom/news/tennet-tests-use-of-electric-cars-to-balance-the-power-grid>

sorazmerno glede na njihovo aktivnost in ne zgolj pavšalno) ter ozaveščati potencialne uporabnike o priložnostih in koristih, ki jih omogočajo EV s funkcionalnostjo V2G.

V2G je tehnologija prihodnosti, ki električna vozila in s tem njihove uporabnike postavlja v središče pametne, prožne in nizkoogljične energetske prihodnosti. Zaradi tega je nujno pravočasno pripraviti zakonodajni in tržni okvir ter aktivirati končne uporabnike za čim večje izkoriščanje potencialnih koristi teh priložnosti.

Kljub tehničnim priložnostim so rezultati iz vprašalnika pokazali, da je uporaba V2G v Sloveniji še izjemno omejena, predvsem zaradi omejene ponudbe V2G tehnologije, nedefiniranih procesov za vključevanje tovrstne tehnologije, še nerazvitega trga, ki bi popolnoma izkoriščal prednosti V2G, pomanjkanja spodbud uporabnikov vozil ter nizke ozaveščenosti uporabnikov. CPO-ji so izpostavili potrebo po finančnih spodbudah, regulativni jasnosti in izobraževanju uporabnikov.

1 UVOD

Polnjenje EV potrebuje razmeroma visoke električne moči, kar lahko bistveno preoblikuje vzorce porabe električne energije in ob neustreznem upravljanju znatno obremeni EE sistem. To je posebej kritično, če bi se množično polnjenje EV izvajalo nekoordinirano in bi časovno sovpadalo s preostalim odjemom v obdobju največjih konic. Elektromobilnosti zato ne smemo obravnavati izolirano, temveč jo moramo v okoliščinah, predstavljenih v nadaljevanju, obravnavati tudi kot primerno protiutež obnovljivim, brezogljčnim virom energije, ki kljub svojim številnim prednostim v večini primerov povzroča neravnovesje med proizvodnjo in porabo električne energije. Težave v povezavi z delovanjem obnovljivih virov so tako omrežno-sistemske (prezasedenost, napetostna nihanja ...) kot tudi tržne narave (pojav negativnih cen v urah največje proizvodnje OVE, bilančna odstopanja ...). Baterije EV, ki zaradi svoje številčnosti predstavljajo znaten vir za shranjevanje energije, ponujajo priložnosti za optimizacijo upravljanja omrežja – zlasti zaradi dolgotrajnih obdobj, ko so vozila parkirana in se lahko uporabljajo kot parkirane "mobilne baterije". To je v povprečju kar večina življenjske dobe osebnih vozil, saj povprečen voznik v Sloveniji dnevno prevozi pribl. 31 kilometrov in za to porabi okoli 52 minut. V večjem delu že poteka izkoriščanje prilagodljivosti polnjenja EV v obliki t. i. pametnega polnjenja prve generacije oziroma tehnologije V1G, ki omogoča upravljanje časa in moči polnjenja z namenom, da se polnjenje lahko prestavi ali podaljša v obdobja, ko je omrežje manj obremenjeno. To je še posebej koristno in uporabno za lastnike EV, ki svoja vozila polnijo doma¹⁴.

Tehnologija dvosmernega polnjenja oziroma pametnega polnjenja (V2G) omogoča dodatno izkoriščanje tega potenciala, saj povezuje prometni in energetski sektor v integriran in učinkovitejši sistem. Dvosmerno polnjenje EV je trenutno ena izmed neizkoriščenih možnosti zelenega prehoda, saj omogoča večjo prožnost sistema in shranjevanje kratkotrajnih presežkov proizvedene energije iz obnovljivih virov. V primerjavi z V1G je glavna razlika v tem, da se v primeru V2G električna energija lahko pretaka tudi iz baterije EV nazaj v EE sistem glede na lokacijo izvajanja polnjenja EV. Ta koncept je v najširšem pomenu znan kot Vehicle-to-Everything¹⁵ (V2X), ki vključuje:

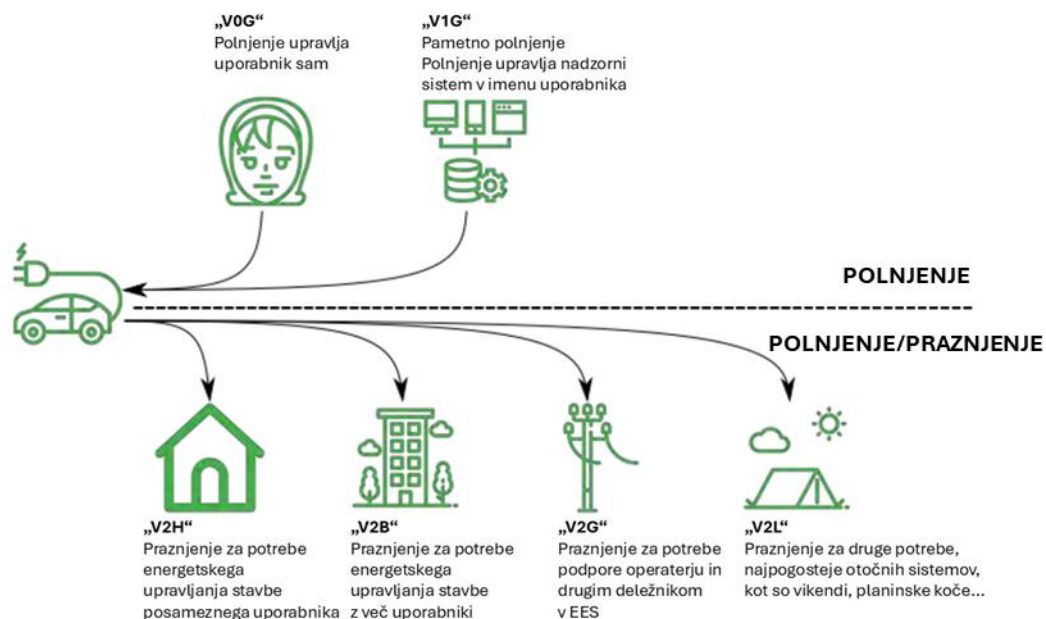
1. Vehicle-to-Grid (V2G) – napredno dvosmerno polnjenje za EE sistem
2. Vehicle-to-Building (V2B) – napredno dvosmerno polnjenje za gospodarska poslopja in poslovne stavbe
3. Vehicle-to-Home (V2H) – napredno dvosmerno polnjenje za enostanovanjske ali večstanovanjske stavbe
4. Vehicle-to-Load (V2L) – neposredno napajanje posameznih bremen

Aplikacij in koristi dvosmernega polnjenja je precej, zato se bomo v tej analizi osredotočili predvsem na scenarije V2G, V2B in V2H, ki omogočajo resnično povezovanje sektorjev cestnega prometa in elektroenergetike (slika 2). Tehnologija V2G postaja vedno bolj prepoznavna in pomembna ter naslavlja nove in kompleksne medsebojne odvisnosti omenjenih sektorjev.

Proizvodnja iz OVE je nestanovitna in odvisna predvsem od vremenskih pogojev. Zato je zaželeno in morda že v bližnji prihodnosti nujno, da jo bomo porabljali ali shranjevali, ko bo na voljo. EV je smiselno polniti v obdobjih povečane proizvodnje iz OVE –npr. čez dan, ko SE proizvajajo več električne energije in kadar so EV razpoložljiva za polnjenje (npr. na službenih parkiriščih, P+R parkiriščih, letališčih, železniških postajah in podobno). Vse to ob predpostavki, da je dvosmerno polnjenje ustrezno nadzorovano in prilagojeno glede na lokacijsko (geografsko) obremenjenost omrežja. Pri tem je pomembno, da se ta vozila

¹⁴ <https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/dnevna-mobilnost-potnikov>

¹⁵ V2X presega primarni energetski vidik (polnjenje/praznjenje EV), ampak razširja primarni vidik z IKT, oziroma ga razširja na sistem komunikacije med vozilom in okolico (ne zgolj polnilnim mestom in sistemom vodenja), kar je ključno za prihodnost mobilnosti, pametnih mest in trajnostnega energetskega sistema.



Slika 2: Scenariji polnjenja in praznjenja EV

Vir: ELES

povezujejo v EE sistem s tehnologijo V2G, kar omogoča optimalno izrabo (predvsem presežno proizvedene) energije, da se prepreči omejevanje proizvodnje in da se lahko del te uporabi kasneje (npr. v gospodinjstvu/poslovni stavbi) ali pa se odda nazaj v EE sistem. Z uporabo tehnologije V2G bodo uporabniki tovrstnih EV lahko zagotavljali dodaten odjem ali oddajo električne energije za potrebe upravljanja električnega omrežja, potrebe dobaviteljev električne energije in drugih akterjev, ter s tem prispevali k stabilnejšemu delovanju elektroenergetskega omrežja in trga z električno energijo ter bili za svojo storitev primerno nagrajeni.

Analize možnosti preskrbe Slovenije z obnovljivimi viri¹⁶ nakazujejo potencial EV pri zagotavljanju storitev prožnosti znotraj dneva, kjer bi pomembno vlogo odigrale baterije EV, ki bi jih polnili v tistih delih dneva, ko bo na voljo (naj)več energije, nato pa bi jih lahko uporabljali kot vir energije na primer zvečer v času večerne konice.

Prav tako so v okviru drugih raziskav^{17,18} prepoznane priložnosti tehnologije V2G, predvsem potenciala pri pospešitvi zelenega prehoda in posledično zvečanja deleža OVE in EV, konkretnije pa:

- sodelovanje EV v storitvah prožnosti za reševanje lokalnih težav v omrežju in izravnavi sistema ter s tem prispevanje k stabilnemu in zanesljivemu delovanju elektroenergetskega omrežja;
- prevzem presežno proizvedene energije iz OVE in s tem preprečevanje scenarijev po omejevanju proizvodnje OVE, oziroma omejevanja pojava nizkih oziroma negativnih cen na trgu;
- potencialne koristi uporabnika EV oziroma lastnika/upravljavca polnilne postaje bodisi z znižanjem stroška polnjenja EV, saj EV z V2G kot porabnik električne

¹⁶ Projekt GEXIT in REPowerEU, v okviru katerih je Laboratorij za energetske strategije iz Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani preverjal možnosti za zmanjšanje odvisnosti Slovenije od ruskega plina in hkrati njeno usmeritev k podnebni nevtralnosti.

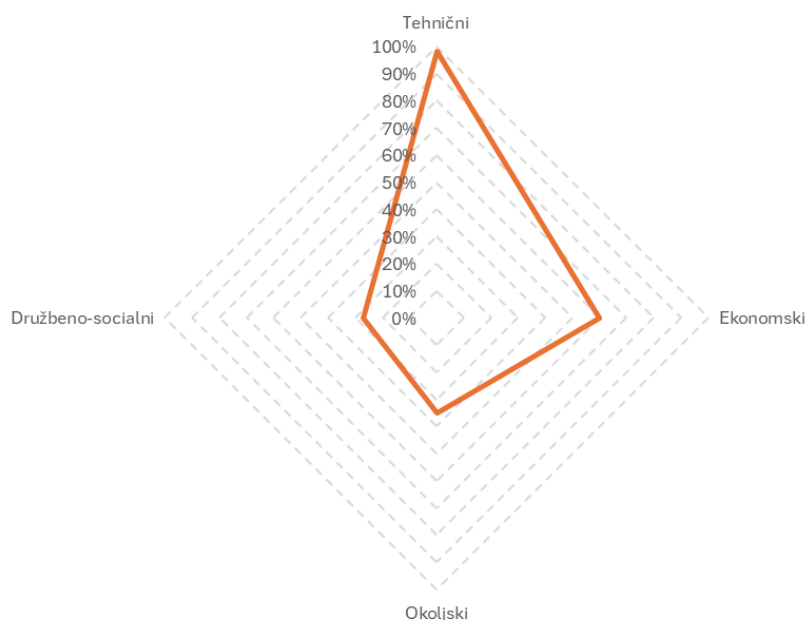
¹⁷ Projekt EV4EU, v okviru katerega je Laboratorij za uporabniku prilagojene komunikacije in ambientno inteligenco s Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani raziskoval V2G.

¹⁸ Inovacijsko-razvojni inštitut Univerze v Ljubljani v okviru projekta X-FLEX (<https://iri.uni-lj.si/project/x-flex/>)

energije dodatno postane vir električne energije, bodisi drugega unovčljivega/neunovčljivega nadomestila za uporabnika EV oziroma lastnika/upravljavca polnilne postaje. Ob uvajanju je smiselno, da se koristi na lastnika EV prenesejo posredno npr. prek upravljavca/lastnika polnilne postaje – torej v okviru storitve polnjenja/praznjenja¹⁹;

- d) EV s podprto tehnologijo V2G se lahko v gospodinjstvih in malem poslovnem odjemu uporabijo tudi kot baterijski hranilnik električne energije, ki viške iz SE shranjujejo v času konične proizvodnje čez dan, da se lahko shranjeni presežki porabijo/deli v obdobju, ko ni proizvodnje.

Agencija in elektrooperater ocenjujeta, da je smiselno podpreti razvoj uporabe tehnologije dvosmernega polnjenja V2G v smeri realno-časovnega in lokacijskega napovedovanja obsega kapacitet tovrstne rezerve, časovnega odziva aktivacije tovrstne rezerve, izboljšanja IKT poveztivosti med upravljavci pametnih ter V2G polnilnih postaj in električnimi omrežji, ter razvoju poslovnih modelov med akterji, ki bodo končne uporabnike



Slika 3: Fokus demonstracijskih projektov (primarni vidiki) na temo V2G po svetu
Vira: AGEN, ELES

stimulirali k aktivni udeležbi. To se da doseči z razvojem na uporabnike osredotočenega okolja za pametno polnjenje EV, ki bo zagotovilo, da bo polnilna infrastruktura delovala znotraj omejitev električnih omrežij in zagotavljala storitve vsem vpletenim akterjem (uporabnikom EV, akterjem e-mobilnosti, akterjem na trgu z električno energijo in operaterjem). V nadaljevanju obravnavani družbeno-socialni in ekonomski vidiki izrabe tehnologije V2G so večinoma zapostavljeni (slika 3), kar je eden od pomembnih razlogov, zakaj širše zanimanje za dinamičnejšo uvedbo in uporabo te tehnologije za zdaj ostaja omejeno. Analiza 50 mednarodnih projektov na temo V2G kaže, da je bil poudarek večinoma na tehnični izvedljivosti, medtem ko sta bila družbeno-socialna sprejemljivost in

¹⁹Možnost neposredne monetizacije končnega uporabnika je zaradi mobilne merilne točke (MT) dokaj kompleksna, zato vsebinsko presega ta dokument. Za boljše razumevanje tega scenarija bralca usmerjamo na javno posvetovanje, ki ga je izvedla agencija I. 2014. <https://www.agen-rs.si/documents/10926/30768/Posvetovalni-dokument-Elektromobilnost-2.-cikel/76d288ea-ad1b-487a-b3a0-aaec491b69b6>

razvoj celovite vrednostne verige, ki bi spodbudila vključenost akterjev²⁰, postavljena bolj v ozadje. Za uspešno vpeljavo V2G tehnologij je ključnega pomena nameniti več pozornosti družbeno-socialnim in okoljskim dejavnikom, kot so npr. vedenje uporabnikov, sprejemljivost tehnologij in zmanjšanje emisij CO₂.

Potencialni kupci EV večinoma niso ozaveščeni o možnostih uporabe in prednostih tehnologije V2G. Tudi v primerih, ko so z njo seznanjeni, primanjkuje prepričljivih poslovnih priložnosti in uporabniških primerov, ki bi spodbujali njeno uporabo. Ne nazadnje ne gre prezreti, da trenutna davčna zakonodaja in regulativa še ne omogočata preprostega izplačila spodbud uporabnikom za sodelovanje pri storitvah na trgu za podporo delovanja omrežja in trga. V2G se lahko občuti kot omejevanje svobodne mobilnosti in njenega simbolnega pomena za voznike. V večini primerov uporabniki, ker gre za nezanemarljivo premoženje, odlašajo pri aktivnostih razširjene uporabe baterije svojega EV (pomisleki glede življenjske dobe ali padca vrednosti EV). Zaradi omejene ponudbe EV, ki podpirajo V2G, nezaznavnega povpraševanja po V2G polnilnih postajah na trgu (trenutno) in s tem odsotnostjo gonila za masovno proizvodnjo je polnilna infrastruktura V2G trenutno še dražja tehnologija. Stroškov ne povzroča samo polnilna postaja, ampak tudi njena učinkovitost in dodatna obraba baterije. Zato bo ključno utemeljiti, da tehnologija V2G prinaša pomembne koristi in velik potencial, ki lahko upravičita pričakovane stroške in zmanjšata zadržke potencialnih lastnikov glede uporabe tehnologije oziroma kdaj in pod katerimi pogoji bi V2G lahko postal ekonomsko izvedljiv.

²⁰ Everoze and Evconsult, "V2G - A Global Roadtrip," 2018. [Online]. Available: <https://www.v2g-hub.com/reports>

2 AKTERJI

Celoten "ekosistem" dvosmernega polnjenja je soodvisen od več udeležencev, od katerih je odvisno, če in kako bo dvosmerno polnjenje zaživel.

2.1 UPORABNIKI ELEKTRIČNIH VOZIL IN PONUDNIKI POLNJENJA

Uporabniki EV in ponudniki polnjenja so osnovni temelj sistema. Uporabniki morajo prepoznati prednosti dvosmernega polnjenja, kot so nižji stroški energije, boljša izkoriščenost baterij ter možnost zaslužka z zagotavljanjem storitev prožnosti. Ponudniki polnjenja morajo zagotoviti zanesljivo infrastrukturo in uporabniku prijazno izkušnjo, da se poveča zaupanje in sprejetje tehnologije. Sistem bo uspešen, če bo preprost za uporabo, zagotavljal visoko raven uporabnikovega zadovoljstva, znižal stroške in ohranjal udobje pri uporabi vozil.

2.2 DRUGI AKTERJI PODPORNEGA OKOLJA ZA DVOSMerno POLNJENJE

Elektrooperater

Elektrooperater igra ključno vlogo pri omogočanju in integraciji dvosmernega polnjenja. Zagotoviti morajo enostavno vključevanje polnilne infrastrukture v EE sistem, omogočiti upravljanje tokov energije v realnem času ter dvosmerno polnjenje uporabljati za različne storitve za potrebe omrežja.

Upravni organi in regulatorji

Upravni organi in regulatorji (ne zgolj z energetskega področja) so odgovorni za ustvarjanje zakonodajnega in regulativnega okvira, ki bo spodbujal razvoj dvosmernega polnjenja. Ključni koraki vključujejo poenostavitev postopkov priključevanja in uporabe dvosmerne polnilne infrastrukture, določitev standardov za združljivost in spodbujanje usklajenih pravil na ravni Slovenije. Prav tako bi bilo primerno vzpostaviti finančne spodbude, kot so subvencije ali davčne olajšave, ki bi pospešile uvajanje tehnologije.

Občine in lokalne skupnosti

Občine in lokalne skupnosti igrajo pomembno vlogo pri vzpostavitvi javne V2G infrastrukture in ozaveščanju prebivalstva.

Priporočene aktivnosti občin:

- identifikacija lokacij z največjim potencialom za V2G (P+R, industrijske cone, poslovna središča);
- sodelovanje v pilotnih projektih;
- spodbude za skupnostne V2G projekte (npr. občinske flote kot V2G ponudnik storitev prožnosti).

2.3 AKTERJI NA TRGU Z ELEKTRIČNO ENERGIJO

Dobavitelji energije, agregatorji in drugi tržni akterji lahko na maloprodajnem trgu za V2G razvijejo privlačne produkte. Ti vključujejo ponudbe, kot so dinamične tarife, kompenzacija za sodelovanje v storitvah prožnosti in možnosti shranjevanja energije za trg električne energije. Njihova vloga je pomembna pri širitvi trga in zagotavljanju koristi za vse udeležence (uporabniki EV, uporabniki elektroenergetskega omrežja, CPO, ponudniki polnjenja ...).

2.4 RAZISKOVALNE INSTITUCIJE IN DRUGI AKTERJI

Raziskovalne institucije, univerze in strokovnjaki so pomembni za širjenje dvosmernega polnjenja, izboljšanju baterijskih sistemov ter analizo ekonomskih in družbenih učinkov dvosmernega polnjenja. Zato jim je treba omogočiti dostop do informacij s tega področja, da prispevajo k pospešitvi inovacij in boljšemu razumevanju vplivov tehnologije.

Proizvajalci in prodajalci EV ter polnilnih postaj so pomemben segment pri širjenju dvosmernega polnjenja. Napredek v tehnologijah, kot so celoviti V2G sistemi, večja energetska učinkovitost in boljša združljivost, mora biti tesno usklajen s trgom. Njihovo vključevanje v razvoj strategij in sodelovanje s CPO, elektrooperaterjem ter regulatorjem je pomembno za uspeh.

Tehnološki ponudniki/IT podjetja razvijajo digitalne platforme, komunikacijske protokole in storitve za agregacijo podatkov, kar je pomembno za razvoj V2G.

3 PREGLED STANJA

Glede na javno dostopne podatke, cestna vozila v Sloveniji na leto prevozijo pribl. 21 milijard kilometrov²¹. Ob upoštevanju realnih povprečnih porab električne energije po posameznih segmentih vozil (Tabela 1) bi v scenariju delne elektrifikacije cestnega prometa (npr. 20–40 %) to pomenilo dodatno letno porabo električne energije med približno 1,5 in 3,1 TWh. To ustreza približno 10–25 % trenutne končne porabe električne energije v Sloveniji, kar že občutno vpliva na elektroenergetski sistem²². Zato vpliva elektrifikacije cestnega prometa ne gre podcenjevati in je smiselno preveriti vse možnosti sinergij, zlasti z vidika pametnega upravljanja EV in omrežja ter strateške integracije obnovljivih virov.

Tabela 1: Simulacija letne porabe energije (cestni promet)

Segment	Delež km	Prevoženi km/leto	Poraba (kWh/100 km)	Ocenjena letna poraba (TWh)
Osební avtomobili	~75%	15.75 mrd km	20	3.15 TWh
Lahka dostavna vozila	~10%	2.1 mrd km	30	0.63 TWh
Tovorna vozila	~13%	2.73 mrd km	100–150 (~120)	3.28 TWh
Avtobusi	~2%	0.42 mrd km	140	0.59 TWh
SKUPAJ	100%	21 mrd km	--	7.65 TWh

V nadaljevanju so razčlenjeni najpomembnejši vidiki za uveljavitev V2G, kot jih prepoznavamo glede na razpoložljive informacije na nacionalni ravni z izjemo analize projektov V2G, zakonodaje ter drugih ključnih dokumentov in vsebine ankete, ki so podani ločeno v prilogi:

- delež EV in stopnja rasti registriranih EV,
- stanje razvoja polnilne infrastrukture in tehnologije polnjenja,
- pomembne entitete,
- stanje tehnike,
- projekti in preverjanje konceptov²³ (POC) V2G,
- trg in sistemski ukrepi,
- omejitve in priložnosti tehnologije ter
- analiza vprašalnika.

3.1 VOZILA (BEV+PHEV)²⁴

Slika 4 prikazuje rast števila registriranih EV v Sloveniji med letoma 2020 in 2024 po kategorijah vozil. Kategorije vključujejo:

- **BEV osebni avtomobili (M1)** – povsem električna vozila, ki so v grafu največja skupina in predstavljajo glavnino rasti;
- **PHEV osebni avtomobili (M1)** – priključni hibridi, ki omogočajo tako vožnjo na elektriko kot na klasično gorivo;
- **BEV lahka tovorna vozila (N1)** – električna dostavna vozila
- **BEV težka tovorna vozila (N2 in N3)** – večja električna vozila (tovornjaki);

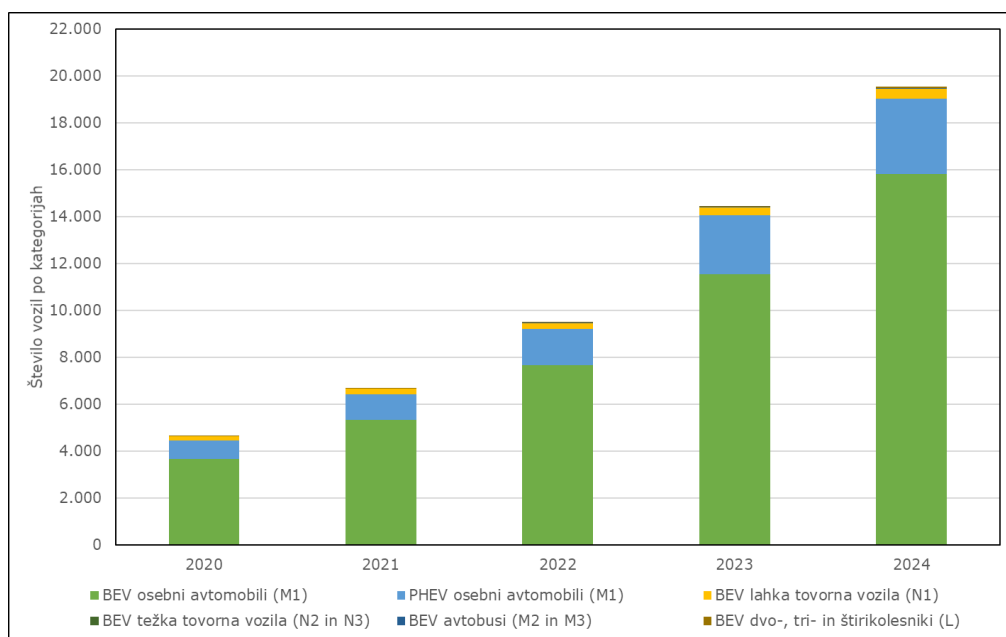
²¹ Statistični urad RS, Obseg cestnega prometa – vozni kilometri, 2022: <https://stat.si/StatWeb/News/Index/11105>

²² Energetska bilanca RS za leto 2022: https://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/energetska_bilanca/ebrs_2022.pdf

²³ angl. Proof of Concept

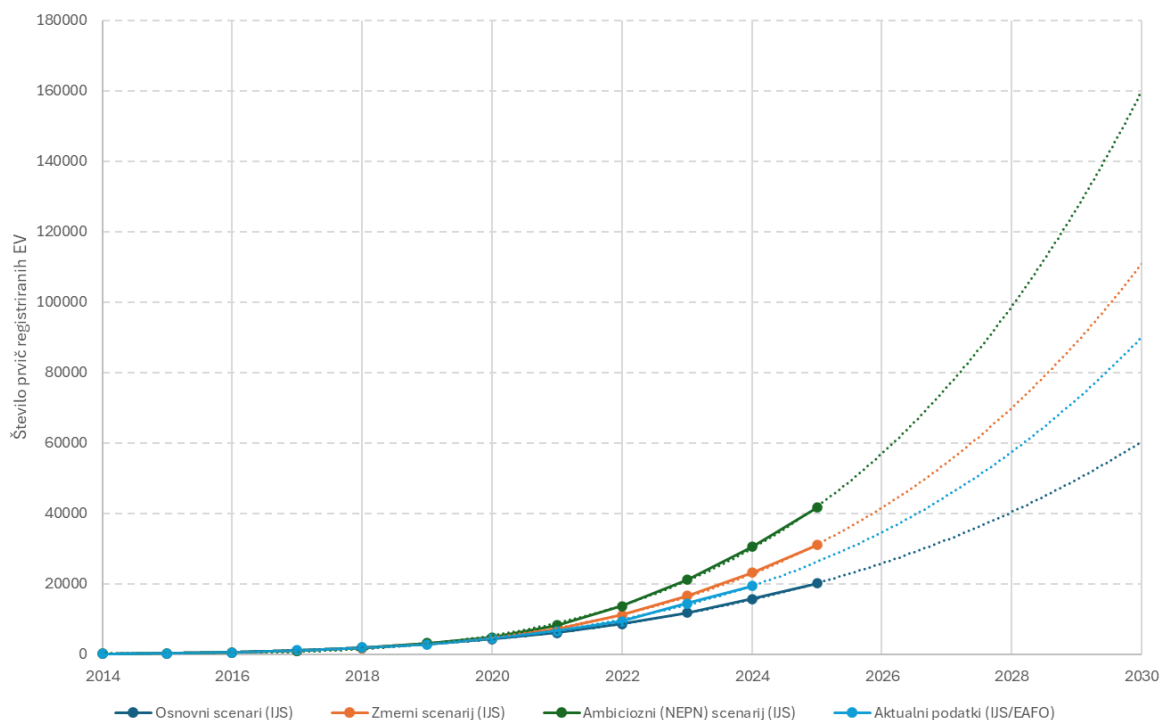
²⁴ Baterijska EV in priključni hibridi

- **BEV avtobusi (M2 in M3)** – električni avtobusi;
- **BEV dvokolesniki, trikolesniki in štirikolesniki (L)** – manjša vozila za specifične namene.



Slika 4: Graf rasti števila registriranih EV v Sloveniji²⁵

Vir: EAFO



Slika 5: Projekcija rasti števila BEV+PHEV

Viri: AGEN, EAFO, IJS

Uvajanje električne mobilnosti v Sloveniji (število vozil) v vseh kategorijah vztrajno narašča, vendar z manj kot zmerno dinamiko (slika 5). Največja rast je zaznana pri osebnih

²⁵ Vehicles and fleet | European Alternative Fuels Observatory

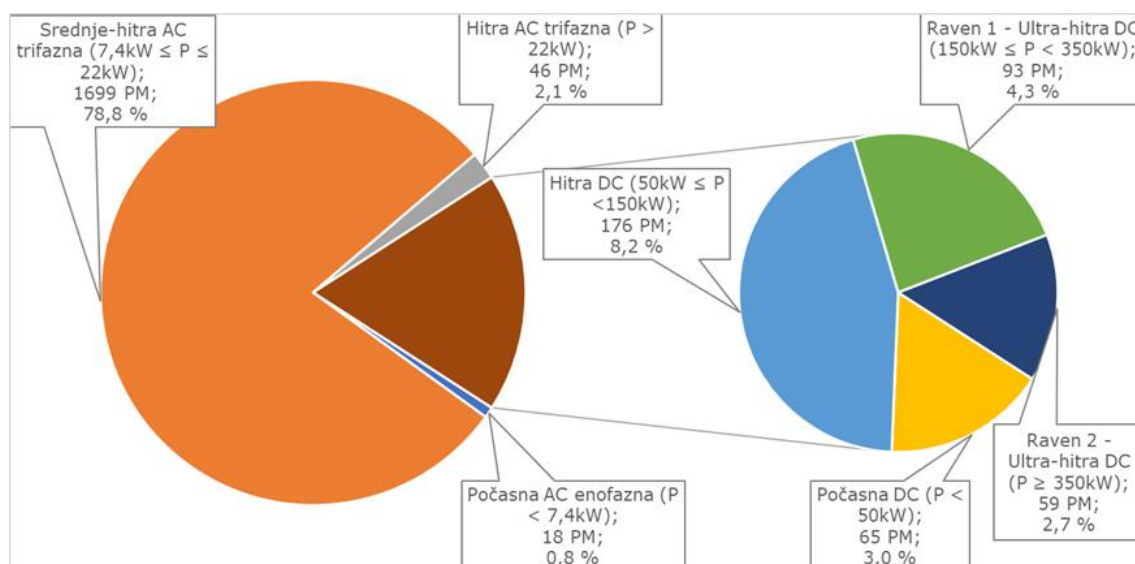
EV, ki predstavljajo glavnino voznega parka. Tudi število priključnih hibridov raste, vendar počasneje kot BEV. V manjši meri raste tudi število lahkih in težkih tovornih vozil, avtobusov ter dvokolesnikov.

Povečanje števila avtobusov in tovornih vozil, podprto s tehnologijo V2G, bi lahko prispevalo k občutnim koristim zaradi zmogljivejših baterij in predvidenih obdobjih statičnosti vozil²⁶ (v povprečju od 5 do 8-krat večja kapaciteta baterij pri avtobusih in manjših dostavnih vozilih ter od 8 do 15-krat večja kapaciteta baterij pri težkih tovornjakih/vlačilcih).

3.2 POLNILNA INFRASTRUKTURA V SLOVENIJI

Javni podatki kažejo, da je bilo ob koncu leta 2024 na območju Republike Slovenije skupaj 2.156 polnilnih mest (PM). Slika 6 prikazuje razdelitev različnih vrst PM za EV v Sloveniji glede na vrsto in moč polnjenja, pri čemer ločujemo naslednje skupine:

- **Počasna AC enofazna polnilna postaja ($P < 7,4 \text{ kW}$)**



Slika 6: Zastopanost različnih vrst javnih polnilnih postaj s pripadajočim številom polnilnih mest (PM) za EV²⁷

Vir: EAFO

To so polnilne postaje z najmanjšo močjo, zajemajo okvirno 18 PM celotne infrastrukture. Najpogostejše so to polnilne postaje na domu ali v manjših naseljih.

- **Srednje-hitra AC trifazna polnilna postaja ($7,4 \text{ kW} \leq P \leq 22 \text{ kW}$)**
Zajemajo največji delež polnilne infrastrukture, okvirno 1.699 PM. To so standardne polnilne postaje, ki jih pogosto zasledimo v mestih in ob trgovskih centrih ter stanovanjskih kompleksih.
- **Hitra AC trifazna polnilna postaja ($P > 22 \text{ kW}$)**
Zajemajo okvirno 46 PM, vključujejo močnejše polnilne postaje, ki se še vedno uvrščajo v kategorijo hitrih, a niso tako zmogljive kot DC hitre postaje.

²⁶ Predviden interval mirovanja vozil.

²⁷ Infrastructure | European Alternative Fuels Observatory

- **Počasna DC polnilna postaja ($P < 50 \text{ kW}$)**
Zajemajo okvirno 65 PM. Tovrstne polnilne postaje so pogosto nameščene na mestih, kjer vozila običajno stojijo dalj časa.
- **Hitra DC polnilna postaja ($50 \text{ kW} \leq P < 150 \text{ kW}$)**
Ta vrsta zajema okvirno 176 PM. Gre za polnilne postaje, ki omogočajo hitrejše polnjenje in so primerne za hitre postaje ob avtocestah in glavnih prometnicah.
- **Ultra-hitra DC polnilna postaja – Raven 1 ($150 \text{ kW} \leq P \leq 350 \text{ kW}$)**
Ta vrsta polnilnih postaj omogoča zelo hitro polnjenje. Namenjena je predvsem hitremu polnjenju transportnih vozil na avtocestah in glavnih prometnicah, lahko pa se uporablja tudi za izjemno hitro polnjenje osebnih vozil. Zajemajo okvirno 93 PM.
- **Ultra-hitra DC polnilna postaja – Raven 2 ($P \geq 350 \text{ kW}$)**
Polnilne postaje v tej skupini omogočajo še višje moči, kar omogoča še krajše čase polnjenja, predvsem za električne tovornjake, avtobuse in druga težka transportna vozila. Nameščene so predvsem na strateških lokacijah ob glavnih prometnicah in avtocestah. Zajemajo okvirno 59 PM.

3.3 PREPOZNANE POMEMBNE ENTITETE NA NACIONALNEM NIVOJU

Zakonodaja, ki ureja elektromobilnost, zagotavlja preglednost in regulacijo CPO. CPO²⁸ so ključni akterji pri uvajanju tehnologije V2G, saj zagotavljajo infrastrukturo, ki omogoča dvosmerno polnjenje EV.

3.3.1 Registracija in vodenje registra infrastrukture za alternativna goriva ter nacionalna dostopna točka

Zakonodaja²⁹ predvideva, da Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo (v nadaljevanju MOPE) vzpostavi register ID-kod³⁰ za deležnike in infrastrukturo za alternativna goriva, kjer so vpisani podatki o polnilnih in oskrbovalnih mestih, upravljavcih ter ponudnikih storitev. Z vpisom v register se posameznim mestom, upravljavcem in ponudnikom podeli ID-koda. Register ID-kod za javno dostopna mesta je javen, razen osebnih podatkov, in se vodi v elektronski obliki. Vsako javno dostopno polnilno mesto mora imeti upravljavca polnilnega mesta in ponudnika storitev polnjenja, ki sta vpisana v register identifikacijskih. Vsako javno dostopno polnilno mesto mora imeti upravljavca polnilnega mesta in ponudnika storitev polnjenja, ki sta vpisana v register identifikacijskih kod.

3.3.2 Nacionalna točka dostopa

Upravljalci polnilnih in oskrbovalnih mest, ki so javno dostopna, bodo morali v skladu z zakonodajo³¹ zagotoviti razpoložljivost celovitih, zanesljivih in kakovostnih statičnih (lokacija, število priključkov, vrsta priključka, maksimalna moč, odpiralni čas ...) in dinamičnih podatkov (stanje delovanja, razpoložljivost, ceno priložnostnega polnjenja) o polnilnih oziroma oskrbovalnih mestih, ki jih upravljajo, ter si jih v realnem času brezplačno izmenjevati z nacionalno točko dostopa³². Podatki o polnilnih in oskrbovalnih mestih bodo na nacionalni točki dostopa na voljo vsem deležnikom za uporabo in ponovno uporabo.

²⁸ angl. Charging Point Operators

²⁹ Zakon o infrastrukturi za alternativna goriva in spodbujanju prehoda na alternativna goriva v prometu (ZIAG), Uradni list RS, št. 62/23

³⁰ <https://www.nap.si/sl/id-codes>

³¹ Zakon o infrastrukturi za alternativna goriva in spodbujanju prehoda na alternativna goriva v prometu (ZIAG), Uradni list RS, št. 62/23

³² <https://www.nap.si/sl>

Upravljapec nacionalne točke dostopa bo Nacionalni center za upravljanje prometa, ki upravljavcem zagotovi tehnično podporo za izmenjavo statičnih in dinamičnih podatkov.

3.3.3 Direktorat za trajnostno mobilnost

Direktorat za trajnostno mobilnost ima osrednjo vlogo pri razvoju strateških smernic za integracijo elektromobilnosti in tehnologije V2G. Njegove naloge vključujejo:

- Spodbujanje razvoja infrastrukture: direktorat sodeluje z MOPE, CPO in elektrooperaterjem pri širitvi omrežja V2G-podprtih polnilnih postaj;
- Regulativni okvir: oblikovanje politike in predpisov za implementacijo V2G, vključno s smernicami za CPO in agregatorje;
- Finančne spodbude: vzpostavitev shem subvencij ali naložb, namenjenih podpori polnilnih postaj, ki omogočajo V2G in širšo vključitev EV.

Konkretno za obseg V2G je to:

- registracija CPO v okviru MOPE zagotavlja, da so uporabljeni standardi in tehnologije v skladu z nacionalnimi cilji trajnostne mobilnosti in evropskimi direktivami (npr. AFIR³³);
- vzpostavitev usklajenih praks med MOPE, CPO in Direktoratom za trajnostno mobilnost je ključna za učinkovito uvedbo V2G;
- združljivost in enostavna dostopnost storitev za uporabnike EV prek certificiranih CPO bodo omogočili hitrejšo integracijo tehnologije V2G v vsakdanje življenje.

3.4 TRG IN UČINKOVANJE SISTEMSKIH UKREPOV

Razvoj V2G je še posebej pomemben v Sloveniji kot ena izmed rešitev, ki bi lahko pripomogla k ublažitvi vpliva rastočega deleža OVE, ki predstavlja konkretne izzive v bilančni izravnavi med akterji na trgu in upravljanju omrežja (izravnava, preobremenitve in napetostni problemi), tudi v širšem evropskem prostoru, kjer se cilji razogljičenja energetskega sektorja pospešeno uresničujejo. V tem razdelku naslavljamo možnosti tržne integracije V2G, vpliv sistemskih ukrepov in regulativnih smernic ter potrebne prilagoditve tržnih mehanizmov.

3.4.1 Ključne tržne predpostavke

Soodvisnost V2G in energetske politike EU

Zakonodaja EU, kot so Čista energija za vse Evropejce (Clean Energy Package) in prenovljene smernice o oblikovanju energetskega trga (Direktiva (EU) 2024/1711 in Uredba (EU) 2024/1747), spodbujajo vključevanje končnih uporabnikov in razvoj prožnosti z decentraliziranimi viri in prilagajanjem odjema. V2G omogoča aktivno vključevanje uporabnikov EV na trg prožnosti, kar je v skladu z evropskimi smernicami o prilagajanju odjema (angl. demand response) in uporabi prožnosti za potrebe razvoja in obratovanja sistema.

Trenutno stanje v Sloveniji

Naraščajoč delež OVE in sezonska nihanja

Slovenski elektroenergetski sistem se sooča z omejitvami na distribucijskem nivoju in sezonskimi nihanji, povezanimi z OVE, predvsem sončno energijo. Slovenija se v zadnjih

³³ Uredba (EU) 2023/1804 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 13. septembra 2023 o vzpostavitvi infrastrukture za alternativna goriva ter razveljavitvi Direktive 2014/94/EU

letih intenzivno usmerja v povečanje deleža OVE, zlasti sončne energije, kar je v skladu s cilji energetskega prehoda in evropsko podnebno politiko. Vendar pa sončna energija prinaša značilna sezonska in dnevna nihanja, ki pomembno vplivajo na stabilnost sistema:

- poleti prihaja do presežkov proizvodnje ob nižji porabi, kar vodi do potrebe po omejevanju proizvodnje ali izvozu viška energije;
- pozimi je obratno – proizvodnja iz sonca je nizka, poraba pa visoka, kar pomeni večji pritisk na druge vire in uvoz elektrike.

Omejitve distribucijskega omrežja

Distribucijsko omrežje v Sloveniji ni bilo zasnovan za dvosmerni pretok energije, kar pomeni, da:

- ob povečanem številu sončnih elektrarn (SE) na nizko- in srednje napetostnem nivoju prihaja do povečanega lokalnega prenosa energije v EE sistem, kar povzroča zvišanje napetosti in lahko vodi do omejitev priklopa novih OVE naprav;
- EDP (elektrodistribucijska podjetja) morajo pogosto uporabljati omejitve priklopa za nove sisteme SE zaradi pomanjkanja kapacitet omrežja, zlasti na podežlju.

Pomanjkanje prožnosti

Ena ključnih težav je nizka stopnja prožnosti, ki bi omogočala prilagajanje proizvodnje in porabe:

- hranilniki energije (baterije, črpalne hidroelektrarne ...) so lahko naložbeno intenzivni in problematični zaradi umeščanja v prostor, lahko pa so tudi neoptimalno regulirani³⁴;
- prožnost je slabo razvita – odjemalci le redko sodelujejo v aktivnem uravnavanju omrežja;
- manjka tudi operativni (sekundarni) regulativni okvir za agregatorje prožnosti, ki bi povezovali manjše odjemalce/proizvajalce v dinamične odzivne enote³⁵.

Tehnologija V2G lahko prispeva k:

- zmanjšanju obremenitev distribucijskega omrežja;
- optimizaciji porabe energije glede na trenutne tržne razmere (uvoz/izvoz energije iz baterij EV);
- izboljšanju zmogljivosti za pokrivanje večernih koničnih obremenitev;
- aktivnejši uporabi prožnosti EV za zmanjšanje bilančnih odstopanj;
- znižanju stroškov bilančne energije (vpliv na BRP³⁶);
- povečani konkurenčnosti dobaviteljev/agregatorjev.

3.4.2 Evropska praksa s primeri konkurenčnih modelov

Nizozemska – od pilotov k praksi

³⁴ Regulator nediskriminatorno (vsak aktivni odjem se obravnava enakovredno, tj. tehnološko neodvisno) z metodologijo obračunavanja omrežnine, zakonodajalec pa z uveljavljanjem izjem.

³⁵ Slovenija je z Zakonom o oskrbi z električno energijo (ZOOE) formalno priznala agregatorje kot samostojne udeležence na trgu, kar je pomemben korak. Vendar manjka sekundarna zakonodaja in tehnični predpisi, ki bi to vlogo operacionalizirali – npr. pravila dostopa do podatkov, komunikacijskih standardov, pogodbenih obveznosti med agregatorji, dobavitelji in sistemskimi operaterji. Trgi s prožnostjo še niso vzpostavljeni ali niso dostopni na način, ki bi omogočal učinkovito vključevanje manjših virov. Manjka jasna ureditev razmerij med agregatorji in dobavitelji električne energije (npr. vprašanja obračuna in prerazporejanja stroškov in koristi).

³⁶ „Bilančna skupina“ pomeni udeleženca na trgu ali njegovega izbranega predstavnika, ki je odgovoren za njegova odstopanja (angl. Balance Responsible Party)

Ključna značilnost: Prehod s pilotnih projektov k operativnim V2G sistemom, kot je primer stadiona Johan Crujff Arena (JCA³⁷):

- Model: integracija 1 MW proizvodnje iz SE in 3 MW baterijskih hranilnikov, vključno z električnimi vozili, v lokalno energetska vozlišče;
- Agregiranje: aktivna uporaba agregatorjev, ki omogočajo participacijo decentraliziranih virov (EV, hranilniki, SE) na trgih z električno energijo in sistemskimi storitvami;
- Tarifni mehanizmi: preslikava dinamičnih cen električne energije na maloprodajni trg, ki bolj odražajo realno ceno elektrike in omogočajo potrošnikom ekonomsko upravičeno odzivanje (npr. polnjenje EV ponoči, praznjenje v času konic).

Nemčija – množični piloti in tehnična standardizacija

- Veliko število pilotnih projektov V2G in pametnih omrežij.
- Standardizacija komunikacije med napravami z uporabo različnih protokolov, kot so OCPP (za polnilne postaje in EV integracijo), OSCP (za koordinacijo z DSO), ter EEBUS³⁸ (povezljivost v energetska povezanem domu, stavbi z omrežjem s ciljem energetske učinkovitosti). V širšem okviru prožnosti se v nekaterih primerih testira tudi OpenADR³⁹, vendar ni osrednji v V2G arhitekturah. OpenADR je odprt komunikacijski standard, razvit predvsem za omogočanje avtomatiziranega prilagajanja odjema – še posebej v kontekstu: odziva na preobremenitve omrežja, cenovne prožnosti, prožnosti povpraševanja. Deluje tako, da omogoča komunikacijo med operaterji omrežja (npr. agregatorji, DSO, TSO) in končnimi uporabniki oz. njihovimi sistemi (npr. pametnimi polnilnimi postajami, hišnimi energetska sistemi) z namenom samodejnega prilagajanja odjema.
- Podpora decentraliziranim virom prek platform za trgovanje s prožnostjo.

3.4.3 Sistemski ukrepi za podporo V2G

Regulativni okvir

Model deljene dobave⁴⁰

Model deljene dobave odpira določene izzive:

- Ločitev pogodbenih razmerij: lastnik EV ima pogodbo z dobaviteljem električne energije za polnjenje (npr. dobavitelj z dinamično ceno oz. produktom), hkrati pa se lahko poveže z drugim akterjem – agregatorjem, ki vozilo uporablja kot vir prožnosti. Lastnik EV ima lahko torej eno pogodbo z dobaviteljem za oskrbo z električno energijo, drugo pa z drugim akterjem, npr. agregatorjem, ki vozilo uporablja kot vir prožnosti.
- Obračunavanje in obdavčitev: potrebna je ureditev merjenja in obračunavanja za energijo, ki jo vozilo odda nazaj v EE sistem.
- Zanesljivost omrežja: omogočanje uporabe modela deljene dobave pomeni, da mora omrežni operater vedeti, kdo je odgovoren za kolikšen del (dobavljene oz. oddane) energije v danem trenutku.

Model deljene dobave se nanaša na scenarij, kjer se dobava električne energije za polnjenje električnega vozila loči od subjektov, ki so odgovorni za praznjenje (oddajo energije nazaj

³⁷ https://www.mobilityhouse.com/int_en/our-company/newsroom/article/the-mobility-house-amsterdam-arena-v2g-project

³⁸ Energy Efficiency Bus

³⁹ OpenADR (Open Automated Demand Response)

⁴⁰ angl. Split Supply

v EE sistem). To pomeni, da lahko uporabnik EV:

- bodisi kupuje energijo od specifičnega dobavitelja (npr. klasični dobavitelj energije);
- bodisi proda ali vrača energijo v EE sistem preko drugega akterja, pogosto agregatorja ali ponudnika prožnosti.

Pomembno je, da je deljena dobava regulativno podprta in pravno urejena, ker se sicer razvoj V2G storitev potencialno ovira. Zaradi navedenega je bistveno, da se:

- določijo pravila za večstranska pogodbeno-tehnična razmerja med dobavitelji, agregatorji in končnimi uporabniki;
- omogoči več akterjem dostop do porabniških virov, kar je tudi v skladu z načeli odprtega energetskega trga in zakonodajo EU (npr. RED II, Čista energija za vse Evropejce);
- uvedejo pravila za merjenje in poročanje o energiji, ki se vrača v EE sistem;

in se s tem:

- poveča konkurenčnost na trgu prožnosti,
- olajša udeležbo malih virov, kot so EV,
- spodbuja inovacije (npr. napredne V2G storitve, realno-časovna optimizacija) in
- omogoča trajnostni razvoj distribucijskih omrežij s pomočjo razpršenih virov.

Dodatno prepoznavamo, da je za učinkovito vpeljavo V2G pomembno še:

- oceniti, ali veljavna metodologija za omrežnino zaradi vgrajenega načela enakosti/nediskriminatornosti⁴¹ dovolj spodbuja dvosmerno polnjenje ali pa bodo potrebne morda dodatne spodbude zakonodajalca. Veljavna metodologija namreč zagotavlja ustrezno obračunavanje omrežnine tudi za V2G, saj je metodologija tehnološko nevtralna (obračunavanje V2G se ne razlikuje od ostalih načinov aktivne uporabe omrežja). Vendar je treba ovrednotiti še druga morebitna administrativna in finančna bremena za uporabnike V2G ob začetku uvajanja;
- spodbujati certificiranje in tehnično standardizacijo naprav za V2G;
- spodbujati razvoj modelov agregatorjev, ki povezujejo EV v večje tržne enote, s čimer bo omogočen vstop na trg manjšim enotam in konkurenčno sodelovanje na trgu.

Tržni mehanizmi

Dinamične cene

Uporabnikom z V2G tehnologijo bi morali omogočiti koristi dinamičnih cen, ki odražajo trenutne tržne razmere, saj bi jih dodatno spodbujale k optimizaciji polnjenja/praznjenja baterije EV.

Plačilo za prožnost

Čeprav metodologija obračunavanja omrežnine že omogoča spodbude za sodelovanje v storitvah prožnosti (v obdobju izvajanja podpore sistemskim storitvam je omrežnina znižana⁴²) je morda uporabnike EV za zagotavljanje storitev prožnosti smiselno v nekem prehodnem obdobju uvajanja še dodatno stimulirati izven okvira metodologije obračunavanja omrežnine (elektrodistributer). V začetku uvajanja, ko likvidnost trga še ne

⁴¹ angl. Equity/Non-discriminatory access

⁴² Akt o metodologiji za obračunavanje omrežnine za elektrooperaterje

bo zadostna, bi morda bilo treba zagotoviti neko spodbudno shemo (zunanje spodbude zakonodajalca), ki bo uporabnike motivirala, da bodo postali aktivni V2G uporabniki EV.

Infrastrukturni razvoj

- vključitev pametnih polnilnih postaj, ki omogočajo (polno) integracijo V2G v EE sistem;
- razvoj digitalnih platform za pregledno spremljanje in obračunavanje storitev, ki jih lahko nudijo uporabniki z V2G.

Za implementacijo V2G je ključno povezovanje zakonodajalca, regulatorja, elektrooperaterja, dobaviteljev in končnih uporabnikov. Vlada, Direktorat za trajnostno mobilnost, agencija in elektrooperater bodo lahko z aktivno vlogo prispevali k oblikovanju ustreznih politik in spodbud, ki bodo omogočile celovito tržno vključitev V2G, skladno z evropskimi trendi in nacionalnimi potrebami po prehodu na nizkoogljično družbo.

3.4.4 Davčna politika in obdavčitev V2G prihodkov fizičnih oseb

Za uspešno uvedbo V2G tehnologije je ključno nasloviti tudi davčne vidike, saj trenutna ureditev v Sloveniji ne predvideva preproste obdavčitve prihodkov fizičnih oseb, ki bi izhajali iz prodaje električne energije ali zagotavljanja prožnosti. Trenutno bi bile morebitne finančne koristi uporabnikov lahko obravnavane kot drug dohodek, kar pomeni potrebo po samoprijavi prihodkov in posledično dodatno administrativno breme za posameznike.

3.5 TEHNOLOGIJE POLNJENJA

Napredna enosmerna izmenjava električne energije V1G

Osnovni koncept polnjenja električnih vozil (V0G) predstavlja klasično, preprosto enosmerno izmenjavo električne energije brez kakršnekoli prilagodljivosti ali "intelligence". Vozilo se priključi na polnilno mesto oz. polnilno postajo, polnjenje steče takoj s polno močjo, dokler se baterija ne napolni ali dokler uporabnik polnjenja ne prekine. V tem scenariju ni usklajevanja s potrebami elektroenergetskega sistema ali optimizacije stroškov za uporabnika. V0G pomeni ob največjem številu vozil, priključenih v istem časovnem obdobju (npr. popoldne po službi), največjo obremenitev omrežja, kar lahko povečuje tveganja za stabilnost omrežja.

Koncept E8, ki ga je razvil elektrooperater, predstavlja celostni pristop k razvoju infrastrukture za množično polnjenje električnih vozil in bi ga lahko tehnološko umestili med V1G in V2G. Osredotoča se na postavitve pametnih polnilnih postaj na lokacijah, kjer se vozila nahajajo največ časa, kot so parkirišča na domu in pred poslovnimi stavbami.

Koncept E8⁴³

Ključni elementi koncepta E8 vključujejo:

- Ozaveščanje uporabnikov: spodbujanje uporabnikov, da podpirajo pogosto in daljše priključevanje ter centralizirano vodenje moči polnjenja svojih EV;
- Gosto omrežje zasebnih polnilnih postaj: vzpostavitev široke mreže zasebnih polnilnih postaj za dolgotrajno polnjenje, zlasti na mestih, kjer so vozila parkirana dlje časa, kot so domovi in delovna mesta;
- Hipna identifikacija vozil: omogočanje takojšnje identifikacije vozila na polnilni postaji, kar poenostavi postopek polnjenja in obračunavanja;
- Enostavno priključevanje: uporaba tehnologij, ki omogočajo enostavno in pogosto priključevanje vozil na polnilna mesta oz. polnilne postaje;

⁴³ <https://www.e8concept.com/sl>

- Daljinsko vodenje moči polnjenja: možnost centralnega upravljanja moči polnjenja, kar prispeva k stabilnosti elektroenergetskega sistema;
- Integracija polnilne infrastrukture v elektroenergetski sistem: povezovanje zasebnih polnilnih postaj s centri vodenja distribucijskega in prenosnega omrežja za učinkovito upravljanje obremenitev;
- Vključitev na trg aktivnega odjema: omogočanje, da polnilna infrastruktura sodeluje na trgu aktivnega odjema, kar lahko uporabnikom prinese nižje stroške energije;
- Strateško upravljanje hitrih polnilnih postaj in hranilnikov energije: naslavljanje izzivov, povezanih z uporabo hitrih polnilnih postaj in lokalnih hranilnikov električne energije.

Cilj koncepta E8 je omogočiti, da električna vozila poganja energija iz OVE, hkrati pa zmanjšati potrebo po velikih vlaganjih v ojačitve omrežja in gradnjo dodatnih elektrarn za zagotavljanje zanesljive oskrbe z električno energijo.

Napredno dvosmerno polnjenje V2G

Tehnologija V2G predstavlja eno pomembnih rešitev za izboljšanje prožnosti elektroenergetskega sistema, hkrati pa odpira nove možnosti za vključevanje OVE in dekarbonizacijo. Razvoj te tehnologije je tesno povezan z razvojem EV, naprednih baterijskih sistemov, komunikacijskih protokolov in podpornih tržnih mehanizmov.

V2G omogoča dvosmerni pretok električne energije med EE sistemom in EV. Ključni elementi naslavlajo:

- Napredne polnilne postaje z zmogljivostjo dvosmerne izmenjave električne energije: to so večinoma DC V2G polnilne postaje, kjer je glavni pretvornik v polnilni postaji, vozilo pa mora imeti prilagojen sistem za upravljanje baterije (BMS⁴⁴), ki omogoča dvosmerni pretok energije. Obstajajo tudi AC V2G polnilne postaje, ki so cenejše, vendar ta tehnologija pogojuje opremljenost vozil z dvosmernim pretvornikom energije (interni polnilnik v EV, ki je sedaj praviloma AC/DC pretvornik, mora omogočati dvosmerno pretvorbo).
- Komunikacijske protokole (npr. ISO 15118, OCPP 2.x, OSCP), ki omogočajo varno izmenjavo podatkov med EV, polnilno postajo, CPO in elektrooperaterjem ter orkestrirano vodenje.
- Napredne merilne sisteme, ki omogočajo ustrezno merjenje in obračunavanje dvosmernih pretokov energije.

3.6 PREGLED PROJEKTOV V2G (AKTIVNI, V IZTEKU ALI ZAKLJUČENI)

Pregled projektov V2G v širšem EU prostoru se osredotoča na ključne projekte, ki vključujejo napredno tehnologijo dvosmernega polnjenja V2G in pomembno prispevajo k razvoju pametnih energetske rešitev. V pregledu so podani izključno projekti z več kot 30 polnilnimi postajami (slika 7), saj ocenjujemo, da ti predstavljajo pomembnejše primere implementacije, ki omogočajo vpogled v zmožnosti in izzive širše uporabe V2G. Podatki in vpogledi, predstavljeni v tem poglavju, temeljijo na informacijah s spletne platforme V2G Hub⁴⁵. Analiza izpostavlja trende, razporeditev in ključne značilnosti teh projektov, s posebnim poudarkom na njihovem vplivu na energetske infrastrukturo in trajnostno mobilnost.

⁴⁴ Battery Management System

⁴⁵ <https://www.v2g-hub.com/insights/#graphs>

PROJEKT	DRŽAVA	OBDOBJE IZVEDBE	ŠTEVILLO POLNILNIC	STORITEVI
BDL - Bidirectional charging management	DE	2019 - 2022	50	Reg. f, Arbitraža, Storitve DSO, Čas. zamik
UK Vehicle-2-Grid (V2G)	GB	2016 - v teku	100	
DROSSONE V2G PROJECT	IT	2023 - v teku	280	Freq. Response
Bidirektionales Lademanagement - BDL	DE	2021 - 2022	50	Reg. f, Arbitraža, Čas. zamik
OVO Energy V2G (Project Sciurus)	GB	2018 - 2021	320	Arbitraža
Elia V2G	BE	2018 - 2019	40	Freq. Response
V2X Suisse	CH	2021 - 2023	40	Reg. f, Zalogovnik energije, Arbitraža, Storitve DSO
Electric Nation Vehicle to Grid	GB	2020 - 2022	100	Zalogovnik energije, Storitve DSO, Čas. zamik
ACES project	DK	2017 - 2020	50	Storitve DSO, Čas. zamik
EV-elocity	GB	2018 - 2022	35	Arbitraža, Čas. zamik
SunnYparc	CH	2022 - 2025	250	Zalogovnik energije, Storitve DSO, Čas. zamik
V1G / V2G solutions	FR	2019 - ?	5000	Reg. f, Zalogovnik energije, Arbitraža, Čas. zamik
Parker	DK	2016 - 2018	50	Reg. f, Arbitraža, Storitve DSO
Share the Sun / Deeldezon Project	NL	2019 - 2021	80	Reg. f, Storitve DSO, Čas. zamik
Utrecht V2G charge hubs (We Drive Solar)	NL	2018 - v teku	80	Arbitraža
Powerloop: Domestic V2G Demonstrator Project	GB	2018 - v teku	135	Arbitraža, Storitve DSO, Čas. zamik, Obnovitvena rezerva
Fiat-Chrysler V2G (Italy)	IT	2019 - 2021	600	
INCIT-EV	ES	2020 - 2024	100	Reg. f, Zalogovnik energije, Storitve DSO, Čas. zamik, Obnovitvena rezerva

Slika 7: Razvid po številu polnilnih postaj (polnilnic), najobsežnejših projektov V2G
Vir: V2G Hub

3.7 PREPOZNANE OMEJITVE V2G

Vpliv na življenjsko dobo baterij in stroški uporabe

Povečano število ciklov polnjenja in praznjenja, ki ga pogojuje uporaba V2G, lahko pospeši degradacijo življenjske dobe baterij EV. Nekatere raziskave nakazujejo, da lahko sodelovanje v V2G shemah v desetih letih poveča stopnjo degradacije baterije za pribl. 9-14 %. To pomeni, da bi se kapaciteta baterije po desetih letih zaradi povečanega števila ciklov polnjenja/praznjenja lahko zmanjšala za dodatnih 10 % – na pribl. 75 % v primerjavi s pričakovano degradacijo (85 %). Pomembno je poudariti, da lahko ustrezni finančni modeli (npr. nadomestila za sodelovanje, znižani stroški električne energije ali druge zunanje spodbude) uporabnikom omogočijo, da te dodatne cikle uporabe baterije ne dojemajo kot prevelikega tveganja, temveč kot del premišljene izmenjave za aktivno vlogo v energetske prehod. Ocenjujemo, da je za večino uporabnikov tveganje dodatnega zmanjšanja kapacitete baterije EV, npr. v povprečju 10 % po desetih letih uporabe ali prevoženih 100.000 kilometrov, obvladljivo, prav gotovo pa še hitreje sprejemljivo, če uporabnik odstopa od statističnega obsega prevoženih dnevnih kilometrov (npr. 20.000 km/leto) in je deležen dodatnih spodbud (vnovčljivo) in posrednih koristi (neunovčljivo).

Tehnologije in standardizacija

Za uspešno obsežnejšo uvedbo tehnologije V2G je ključna združljivost (medobratovalnost) med različnimi proizvajalci električnih vozil (EV), proizvajalci polnilnih postaj, elektrooperaterjem in drugimi akterji (agregatorji, dobavitelji ...). V zadnjih letih opažamo pomemben napredek pri razvoju odprtih komunikacijskih standardov, ki naslavlajo te izzive. Med najpomembnejšimi protokoli so:

- ISO 15118 – podpira funkcionalnosti, kot je "Plug & Charge", ter omogoča varno dvosmerno komunikacijo med vozilom in polnilno postajo, kar poenostavlja avtomatizacijo V2G storitev.
- OCPP (Open Charge Point Protocol) – omogoča standardizirano komunikacijo med polnilnimi postajami in centralnimi sistemi. Najnovejša različica, OCPP 2.0.1, vključuje podporo za dvosmerno polnjenje in izboljšano varnost, kar je ključno za integracijo V2G.

- OSCP (Open Smart Charging Protocol) – omogoča načrtovanje in optimizacijo obremenitev na ravni elektroenergetskega omrežja z izmenjavo informacij o napovedani razpoložljivi kapaciteti (npr. na transformatorskih postajah). S tem lahko elektrooperater učinkoviteje vključuje EV v EE sistem brez preobremenitev. OSCP dopolnjuje OCPP in omogoča boljšo usklajenost med lokalnimi potrebami in sistemskim obratovanjem.

Čeprav so nekateri protokoli še v fazi uveljavljanja in implementacije, gre večinoma za prehodne omejitve. Trendi kažejo na hitro konvergenco k stabilnosti, ko bodo standardi omogočili široko združljivost. Obenem se razvijajo tudi digitalna orodja in platforme za pametno upravljanje V2G, kar bo uporabnikom omogočilo intuitivno spremljanje, nastavljanje prioritete in sprejemanje informiranih odločitev glede praznjenja/polnjenja. Zaradi teh pozitivnih premikov je pričakovati, da bodo obstoječe tehnične omejitve kmalu presežene – in to v smeri, ki bodo koristile tako uporabnikom kot EE sistemom.

Ekonomičnost in začetni stroški

Uvedba V2G trenutno pogojuje višje začetne naložbe (pribitek za V2G je lahko občutno višji od V1G) – predvsem v namensko infrastrukturo, kot so polnilne postaje z dvosmernim pretokom energije, ter v nadgradnjo obstoječih sistemov upravljanja z energijo. Kljub tem začetnim stroškom pa se že kažejo trendi zniževanja cen opreme (5-10 %/leto), povečane dostopnosti tehnologije in rasti ponudbe storitev na trgu.

Prav tako je pomembno, da številne države – vključno s Slovenijo^{46,47} – uvajajo finančne spodbude za nakup in namestitev naprednih polnilnih postaj ter razvoj pametne infrastrukture. Poleg tega se razvijajo novi tržni modeli, ki predvidevajo (kot je že izpostavljeno) vključevanje uporabnikov v sistemske storitve, s čimer se lahko ustvarijo dodatni prihodki (npr. z zagotavljanjem storitev prožnosti).

Čeprav ekonomski učinki za končne uporabnike trenutno še niso optimizirani, obstaja velik potencial, da bo z razvojem zakonodaje (regulative), ponudbe in digitalnih platform V2G postal finančno privlačna rešitev – tako za posameznike kot za večje sisteme upravljanja vozniških parkov in pametnih omrežij.

Administrativne ovire

Veljavni regulativni okviri pogosto ne omogočajo preproste integracije V2G. Na primer, kompleksnejša pravila za obračunavanje energije in nejasnosti glede obdavčitve prihodkov in ureditve statusa so lahko ključne ovire za uporabnike in elektrooperaterja.

Razpoložljivost EV oz. zmanjšan doseg EV

Uporabniki bi lahko imeli dodatne pomisleke, da bo uporaba V2G tehnologije zmanjšala njihovo zmožnost mobilnosti, saj bi del električne energije iz EV lahko bil uporabljen na trgu.

Sprememba navad

Tehnologija V2G zahteva napredno sodelovanje uporabnikov in optimizacijo polnjenja glede zmožnosti prevzema in oddaje električne energije iz omrežja.

Dostopnost V2G

Nakup EV in V2G polnilne infrastrukture je odvisen od posameznikovega ekonomskega položaja, dostopa do polnilne infrastrukture in tudi njegove lokacije.

⁴⁶ https://www.ekosklad.si/gospodarstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/izvedba-ukrepov-povezanih-s-trajnostno-mobilnostjo-parkirja-kolesarnice-polnilne-postaje?utm_source=chatgpt.com

⁴⁷ <https://borzen.si/sl-si/podpore-za-mobilnost/subvencije-za-nakup-elektricnih-polnilnih-mest-za-ev>

Informiranost in izobraževanje

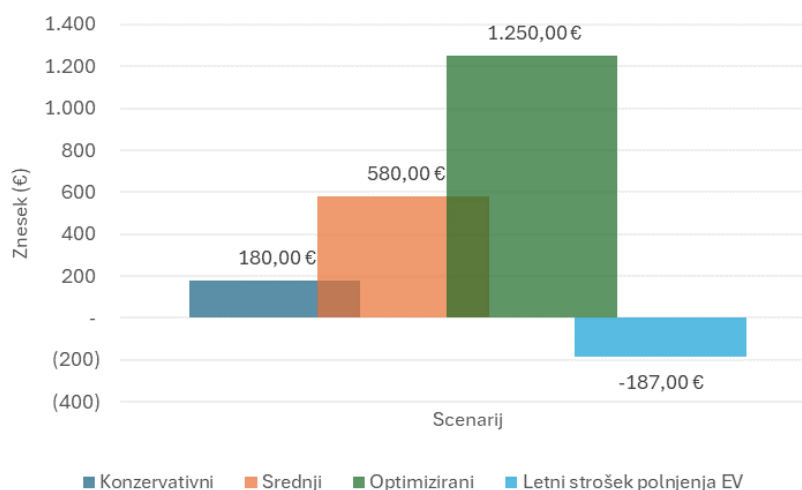
Uporabniki in dobavitelji EV niso seznanjeni z vsemi prednostmi in izzivi V2G ter možnostih optimalnega izkoriščanja tehnologije.

3.8 PRILOŽNOSTI V2G TEHNOLOGIJE

Potencial za Slovenijo

Slovenski elektroenergetski sistem, zlasti zaradi občutne prodornosti OVE in majhne velikosti trga, predstavlja ugodno okolje za pilotne projekte V2G. Prav tako so nove tehnologije nevtravno podprte v posodobljeni metodologiji obračunavanja omrežnine. EV bi lahko podprla storitve prožnosti omrežja ter prispevala k zmanjšanju koničnih obremenitev, kar je v skladu s cilji trajnostnega razvoja ter proaktivnostjo načrtovanja in naložbami v infrastrukturo.

V2G je, s stališča omrežja, dvakrat bolj "koristna" tudi za uporabnika (slika 8).



Slika 8: Potencialne koristi V2G za uporabnika

Vir: AGEN⁴⁸

Unovčljive/Neunovčljive koristi

Navadni uporabnik EV lahko doseže prihranke z:

- optimizacijo stroška dobave električne energije (sodelovanje na energetske trgu) in stroškov omrežnine (polnjenjem EV v ustreznih časovnih blokih in upravljanjem moči polnjenja),
- optimizacijo proizvodnje iz SE (shranjevanje presežkov SE).

Napredni uporabnik z V2G je deležen dodatnih koristi (unovčljive in neunovčljive), saj lahko:

- dodatno optimizira stroške omrežnine (glajenje konic + lastna raba),
- sodeluje v sistemskih storitvah,

⁴⁸ Polnjenje EV enakomerno v časovnih blokih nižje obremenitve sistema (cena za kWh 0,10 €). Povečanje stroška zaradi zvišanja dogovorjene moči pri polnjenju EV pri izračunu ni upoštevano.

- sodeluje v shemah agregatorjev (npr. neunovčljiva dodatna energija v hranilniku EV),
- sodeluje na energetskem trgu.

Iz spletno razpoložljivih virov je težko objektivno oceniti unovčljive/neunovčljive koristi uporabnikov EV z V2G, pilotni projekti pa nakazujejo prihranke med 300-850 EUR na letni ravni (sistemske storitve⁴⁹). Če pa izhajamo iz hipotetičnega idealnega scenarija uporabnika (tabela 2), ki ima EV priklopljen na V2G polnilno mesto oz. polnilno postajo doma in v podjetju pribl. 16 ur dnevno ob predpostavki, da se baterija EV lahko izprazni za 20-30 % (uporabna kapaciteta baterije je 10-15 kWh), dnevno pa uporabnik ne prevozi več kot 30 kilometrov (6-7 kWh/dan) in predpostavimo tržno ceno energije 0,15-0,20 EUR/kWh, potem so simulirani scenariji vnovčljivosti lahko naslednji:

Tabela 2: Hipotetični scenariji potencialnih neunovčljivih koristi V2G

Konzervativni scenarij	Srednji scenarij	Optimizirani scenarij ⁵⁰
Uporabljeno: 5 kWh/dan	Uporabljeno: 8 kWh/dan	Uporabljeno: 10 kWh/dan
Plačilo: 0,10 EUR/kWh	Plačilo: 0,20 EUR/kWh	Plačilo: 0,30-0,40 EUR/kWh
Zaslужek: ~0,50 EUR/dan	Zaslужek: ~1,60 EUR/dan	Zaslужek: ~3-4 EUR/dan
Letno: ~180 EUR	Letno: ~580 EUR	Letno: ~1.100-1.400 EUR

Podpora stabilnosti elektroenergetskega omrežja

Tehnologija V2G omogoča izboljšano uravnavanje odstopanj med proizvodnjo in porabo električne energije. EV lahko shranjujejo energijo v času presežkov proizvodnje (npr. v obdobjih intenzivne proizvodnje sončnih ali vetrnih elektrarn) in jo vračajo v EE sistem v času koničnih obremenitev, s čimer prispevajo k zmanjšanju potreb po vključevanju rezervnih virov ali investicijah v dodatne zmogljivosti. Poleg tega lahko vozila s funkcijo V2G pomagajo razbremeniti lokalna omrežja ter prispevajo k regulaciji napetosti, kar je ključno za stabilno in zanesljivo delovanje elektroenergetskega sistema.

Hitra odzivnost baterij EV kot pomemben element prožnosti sistema

Baterije EV so zaradi svoje elektrokemijske zasnove sposobne izjemno hitrih odzivov na spremembe v elektroenergetskem sistemu. Ta lastnost jim omogoča zagotavljanje t. i. strmega rampiranja, kar pomeni hitro povečanje ali zmanjšanje oddane ali prevzete moči, odvisno od potreb omrežja. V okviru V2G to pomeni, da lahko baterije EV z visoko dinamiko sodelujejo pri zagotavljanju storitev sistemske izravnave, hitrih kompenzacij proizvodnih nihanj iz OVE ter odzivu na izredne dogodke v omrežju. Ta sposobnost jih uvršča med ključne gradnike decentralizirane prožnosti, zlasti ob večji prodornosti nestanovitnih OVE, kjer so potrebe po hitrih odzivih in izravnavi vedno pogostejše.

Integracija OVE

V2G povečuje integracijo nestanovitnih OVE, saj lahko prispeva k zmanjšanju negativnih učinkov nihanj v proizvodnji. Na primer, energija, proizvedena podnevi, ko poraba ni dovolj visoka, se lahko prek V2G shrani v baterijah vozil in uporabi za uravnoveženje omrežja v drugih neravnovesnih obdobjih. To prispeva k boljši izrabi obstoječih OVE in hkrati zmanjšuje obremenitve elektroenergetskega sistema.

Znižanje stroškov za uporabnike in elektrooperaterja

Lastniki EV lahko sodelujejo na trgu sistemskih storitev z vračanjem energije v EE sistem, kar jim lahko omogoči finančne koristi. Elektrooperater bi z njihovo pomočjo lahko lažje obvladoval (morda tudi) znižal stroške za zagotavljanje sistemskih storitev, kot sta

⁴⁹ <https://www.v2g-hub.com/projects/ovo-energy-v2g-project-sciurus/>

⁵⁰ Aktivna udeležba na trgu storitev

frekvenčna regulacija in upravljanje koničnih obremenitev, kar se lahko dolgoročno odrazi v nižjih končnih cenah dobavljene energije (nižji stroški za električno energijo in znižana omrežnina).

Prispevek k razogljičenju energetskega sistema

Tehnologija V2G ima pomembno vlogo pri razogljičenju elektroenergetskega sistema, saj omogoča boljšo rabo čiste energije in zmanjšuje potrebo po vključevanju fosilnih goriv za zagotavljanje zanesljivosti sistema.

Razvoj in uporaba novih orodij

Uporaba V2G tehnologije prinaša tudi razvoj digitalnih orodij, ki bodo omogočala enostavno uporabo tehnologije s spremljanjem finančnih koristi, razpoložljivega dosega EV in uporabe baterije.

EV kot vir prihodkov

Z uporabo V2G tehnologije uporabnik ekonomsko gledano nima samo stroškov, ampak vozilo postane vir prihodka.

Predlog poenostavljene obdavčitve prihodkov fizičnih oseb iz naslova storitev prožnosti

Oblikovati posebno poenostavljeno shemo obdavčitve prihodkov fizičnih oseb iz naslova storitev prožnosti: npr. do določenega letnega praga brez obdavčitve ali pavšalno:

- a) Letni prag prihodkov brez obdavčitve (npr. do 500-1.000 EUR/leto)

Podobno kot npr. pri dohodkih iz osebnega dopolnilnega dela (ODD) bi se lahko uvedel neobdavčen letni prag, do katerega posameznik ne bi bil dolžan prijavljati prihodkov oz. plačevati davka.

Prednosti:

- enostavno za uporabnika in FURS,
- spodbuda za sodelovanje gospodinjestev pri storitvah prožnosti,
- lahko vezano na energetske prag (npr. količina energije namesto unovčljiv znesek?).

Izziv: določitev primerne višine praga in morebitno tveganje zlorab (delitev na več članov gospodinjstva).

- b) Pavšalna obdavčitev (kot npr. pri popoldanskem s.p.)

Uvedba posebne pavšalne sheme za energetske prihodke iz naslova prožnosti:

Pavšalna stopnja npr. 10–15 % na celoten znesek, brez priznavanja stroškov.

Prijava prek letne napovedi dohodkov ali samodejni prenos prek nacionalnega podatkovnega vozlišča (Moj.Elektro/CEEPS), podobno kot se danes obravnavajo prihodki iz oddajanja nepremičnin ali ODD.

Prednosti: jasna, poenostavljena obdavčitev, brez vodenja knjig.

- c) Dohodek iz dejavnosti (če je prag presežen)

Če bi šlo za večje prihodke ali redno dejavnost (npr. polnjenje voznega parka EV), bi se to lahko štelo kot dohodek iz dejavnosti, kar pomeni:

- obvezna registracija dejavnosti (s.p. ali popoldanski s.p.),
- obdavčitev po normiranih (80 % stroškov priznanih) ali dejanskih stroških.

Ta možnost je bolj zahtevna in manj primerna za običajna gospodinjstva.

- d) Usklajen pristop z zakonodajalcem (in regulatorjem)

Država bi lahko vzpostavila poseben status "aktivnega odjemalca" z določeno davčno shemo:

- uporaba podatkov iz sistemov za samodejno poročanje (nacionalno podatkovno vozlišče),
- obdavčitev le neto pozitivnega salda (npr. če aktivni odjemalec letno več "proda" kot "kupi").

Urediti je treba status glede opravljanja dejavnosti prožnosti in davčne ureditve za fizične osebe.

3.9 POVZETEK ANALIZE VPRAŠALNIKA O DVOSMERNEM POLNJENJU EV (V2G)

Integralni del pričujoče analize stanja na področju elektromobilnosti in V2G je bila tudi priprava spletnega vprašalnika in zbiranje odgovorov od dveh ključnih ciljnih skupin – upravljavcev polnilne infrastrukture (CPO) in trgovcev oz. uvoznikov vozil. Vsebina in struktura vprašalnika sta bili postavljeni v okvir splošnega razvoja elektromobilnosti, s poudarkom na kvalitativni oceni potencialnega prispevka dvosmernega polnjenja⁵¹ k znižanju stroškov za uporabnike in sistem EE. Poleg tega se vprašalnik osredotoča na možnosti povečanja deleža električne energije iz OVE v sistemu ter oceno potenciala vzpostavitve in delovanja digitalno povezanih polnilnih mest⁵², ki bi uporabnikom EV omogočala ne le prilagajanje odjema, temveč tudi prispevanje k prožnosti sistema. Za pridobitev širokega vpogleda v dogajanje na terenu in relevantnih informacij smo pripravili vprašalnik, ki je bil vsebinsko razčlenjen na obe zgoraj omenjeni ciljni skupini. Vprašalnik je bil naslovljen na več kot 130 podjetij in oglaševan na spletnih straneh ELES in Agencije za energijo. Navkljub večkratnim pozivom se je na vprašalnik odzvalo le 15 anketirancev, njihovi odgovori pa so zbrani in priloženi v prilogi na koncu dokumenta.

Razširjenost dvosmernega (V2G) polnjenja v Sloveniji

Na podlagi odgovorov iz vprašalnika in tehničnih podatkov, zbranih med CPO, je mogoče zaključiti, da je dejanska razširjenost V2G tehnologije v Sloveniji izjemno nizka oziroma je praktično še ni⁵³. CPO poročajo, da ne uporabljajo obstoječih dvosmernih polnilnih postaj za V2G način delovanja – trije od štirih CPO so to izrecno potrdili, le eden od štirih je označil, da uporablja funkcionalnost V2G, vendar tehnični podatki o številu in moči polnilnih postaj kažejo, da v Sloveniji trenutno ni registriranih V2G polnilnih postaj – tako po številu kot po priključni moči.

CPO so dodatno kot razloge za neuporabo V2G navedli tehnične ovire (npr. vozila, ki ne podpirajo V2G), pomisleke pred izgubo garancije za opremo s strani proizvajalcev in pomanjkanje uporabniškega interesa.

Prepoznane ovire za uvedbo V2G

Sodelujoči v anketi so opozorili na naslednje glavne ovire: visoki stroški V2G opreme (polnilnih postaj in vozil), pomanjkanje ustrezne polnilne infrastrukture, sistemsko neurejenost V2G (regulativa, obračun, obdavčitev), nezanimanje uporabnikov in posledično nizko povpraševanje, nejasna ekonomska koristnost ter pomanjkanje finančnih analiz in ne

⁵¹ Naloga izhaja iz četrtega odstavka 15. člena Uredbe (EU) 2023/1804 o vzpostavitvi infrastrukture za alternativna goriva.

⁵² Naloga izhaja iz drugega odstavka 6. člena Zakona o infrastrukturi za alternativna goriva in spodbujanju prehoda na alternativna goriva v prometu (Uradni list RS, št. 62/23).

⁵³ V odgovorih na vprašanje o uporabi dvosmernih polnilnic (polnilnih postaj) v načinu V2G je eden od štirih operaterjev/upravljavcev navedel, da jih uporablja. Vendar pa podatki o številu in moči V2G polnilnic kažejo, da takšnih polnilnic v Sloveniji trenutno ni. Agencija izven obsega tega vprašalnika razpolaga z informacijami, da v pilotnih projektih, ki se izvajajo na območju Republike Slovenije, polnilnice z V2G funkcionalnostjo obstajajo.

nazadnje tudi na problematiko garancijskih omejitev, npr. omejevanje uporabe baterij brez vožnje.

Te ovire so bile dodatno utemeljene tudi v prostih odgovorih sodelujočih, kjer je bilo izpostavljeno, da „e-mobilnost še ne povzroča omrežnih težav“ in da „je zavedanje o možnostih V2G nizko“.

Potenciali in priložnosti V2G tehnologije

Kljub nizki trenutni uporabi je tehnologija V2G prepoznana kot pomembna priložnost. Anketiranci so izpostavili podporo stabilnosti elektroenergetskega sistema, možnost izrabe baterij EV kot zalogovnikov, npr. za viške iz OVE tudi kot obliko rezerve „večje virtualne elektrarne“.

To kaže, da strokovna javnost prepoznava potencial, čeprav ta v praksi še ni uresničen.

Interes za prihodnje projekte in razvoj

75 % CPO je izrazilo zanimanje za sodelovanje v demonstracijskih projektih, v katerih bi bila njihova infrastruktura uporabljena za testiranje V2G. V nasprotju s tem pa noben trgovec ni izkazal zanimanja za uporabo vozil z V2G iz svojega portfelja. Razlika v motivaciji med ponudniki infrastrukture (CPO) in ponudniki vozil (trgovci oz. uvozniki) je s tem jasno izpostavljena.

Predlogi za izboljšanje uvedbe V2G

Predlogi, zbrani iz vprašalnika, vključujejo:

- ureditev regulative, predvsem glede obračuna omrežnine (npr. po kompenzirani moči namesto kWh)⁵⁴,
- finančne spodbude za nakup in postavitve opreme V2G,
- razvoj poslovnih modelov, ki omogočajo donosnost,
- povečanje ozaveščenosti uporabnikov,
- predstavitev konkretnih koristi in praktičnih primerov uporabe.

Informacije, potrebne za nadaljnje odločitve

Sodelujoči v anketi bi za uvedbo tehnologije V2G potrebovali:

- finančne izračune, ki bi dokazali stroškovno učinkovitost,
- jasne modele uporabe in cenovne strukture,
- boljše razumevanje tehnologije in možnosti implementacije ter
- širšo sliko potencialnih tržnih priložnosti (npr. prožnost, sodelovanje na trgu energije itn.).

Sklepna ugotovitev iz vprašalnika

Iz odgovorov iz vprašalnika lahko povzamemo, da anketiranci prepoznavajo, da Slovenija definitivno ima potencial za uvedbo V2G, a so potrebni ukrepi za preboj iz teoretičnega okvira v praktično uporabo. Trenutno stanje kaže na začetno fazo uvajanja, kjer so prepoznani pomembni naslednji koraki: demonstracijski projekti, celovita regulativna podpora ter sodelovanje med industrijskimi akterji in zakonodajalcem.

⁵⁴ Trenutna metodologija obračunavanja omrežnine že upošteva razmerje med priključno močjo (ki podaja tehnične omejitve) in njeno izkoriščenostjo (dogovorjena obračunska moč) ali njene prekoračitve (presežna obračunska moč v primeru spremembe obračunske moči s strani uporabnika).

4 IZZIVI DVOSMERNEGA POLNJENJA

Politični izzivi

Potrebni so torej ustrezna zakonodaja za zagotavljanje zadostnega obsega polnilne infrastrukture, učinkovite strategije javnega naročanja, večja okoljska ozaveščenost in finančne spodbude. Med drugimi politikami bi moralo biti V2G vključeno v dolgoročne načrte in cilje za pospešeno uporabo EV. Potrebno je poenotenje razvoja programske opreme, zlasti v zvezi s pametnim polnjenjem ter izmenjavo in upravljanjem podatkov.

Ekonomski izzivi

Pomanjkanje jasnega poslovnega modela za delitev naložbenih in finančnih tveganj izgradnje polnilne infrastrukture je eden glavnih dejavnikov, ki ovirajo uvedbo te infrastrukture, zaradi česar je finančna podpora še vedno potrebna za širitev polnilne infrastrukture na primerne lokacije. Glavna dejavnika tveganj sta cena polnilne infrastrukture in negotovost glede njene zasedenosti (izkoriščenosti).

Pojavljajo se predlogi za poslovne modele in sheme delovanja, ampak njihova donosnost je še vedno omejena. Potrebna je večja podpora raziskavam in pilotnim projektom, da se potrdi ekonomika V2G rešitev in njihova privlačnost za vlagatelje.

Družbeni izzivi

Kljub tehničnim prednostim uporabniki večinoma odlašajo z odločitvijo o nakupu EV, še redkeje pa razmišljajo o priložnostih tehnologije V2G. Razlogi za to so povezani s skrbmi glede zmanjšane razpoložljivosti energije za vožnjo ter z zaznavo dodatnih stroškov zaradi pričakovane zmanjšane življenjske dobe baterije. Ob tem izpostavimo, da je ozaveščenost o prednostih tehnologije med širšo javnostjo še vedno dokaj nizka.

Ključno je, da uporabniki prepoznajo dvosmerno polnjenje kot priložnost, ki jim omogoča dodatne prihodke ali prihranke in ne nazadnje tudi zavedanja potenciala njihove vloge kot aktivnega odjemalca. Trenutno uporabniki niso ozaveščeni o prednostih, ki jih ta tehnologija prinaša, kot so stabilizacija omrežja, podpora obnovljivim virom energije in nižji stroški elektrike. Poleg ozaveščanja je treba zagotoviti, da bodo uporabniki razumeli, kako tehnologija vpliva na življenjsko dobo baterije in stroške vzdrževanja vozil in s tem povezana tveganja.

Tehnološki izzivi

a) Integracija polnilne infrastrukture v elektroenergetsko in cestno omrežje

Polnilna infrastruktura za električna vozila predstavlja pomemben izziv pri njeni vključitvi v EE sistem ter cestno infrastrukturo. Priključevanje večjega števila polnilnih postaj zahteva:

- vlaganja v nadgradnjo pametnih omrežij (smart grids),
- prilagoditev distribucijskih sistemov za upravljanje obremenitev in tokov energije,
- načrtovanje lokacij polnilnih postaj oz. polnilnih mest v skladu z urbanistično politiko.

Elektrooperater igra ključno vlogo pri zagotavljanju stabilnosti omrežja, medtem ko ponudniki polnilnih storitev (CPO) odgovarjajo za operativno upravljanje polnilnih postaj oz. polnilnih mest in uporabniško izkušnjo.

b) Življenjska doba baterij in vpliv V2G

Uporaba tehnologije V2G povečuje obremenitve baterij EV, saj omogoča dvosmerni pretok energije. Ključni izzivi vključujejo:

- spremenjeno življenjsko dobo baterij, odvisno od števila in tipa ciklov polnjenja;

- priporočila za optimalno polnjenje (npr. vzdrževanje napolnjenosti med 20 in 80 %);
- potrebo po razvoju tehnologij za zmanjševanje degradacije celic in podaljšanje vzdržljivosti.

Raziskave in razvoj morajo naslavlјati ravnovesje med uporabnostjo V2G in zaščito življenjske dobe baterij.

c) Standardizacija in združljivost

Eden največjih tehničnih izzivov je pomanjkanje usklajenih mednarodnih standardov, kar otežuje:

- združljivost med vozili različnih proizvajalcev,
- integracijo različnih modelov polnilnih postaj in sistemov upravljanja energije,
- sodelovanje različnih akterjev (CPO, DSO, TSO, proizvajalci EV, proizvajalci baterij).

Za razširjeno uvedbo V2G na nacionalni in čezmejni ravni je nujna vzpostavitev enotnih tehničnih standardov in komunikacijskih protokolov

Izzivi, ki jih naslavlјajo zakonodaja in standardi

Dostop do trga: Zagotavljanje, da V2G lahko sodeluje na energetskih trgih (izravnava, pomožne storitve).

- a) Združljivost: standardi, kot je ISO 15118, zagotavlјajo združljivost med vozili in omrežji.
- b) Spodbude za potrošnike: regulativna podpora za stimulatívno nadomestilo za shranjevanje energije in storitve V2G.
- c) Infrastruktura: naložbe v dvosmerne polnilnike in nadgradnje omrežja za podporo V2G.
- d) Trajnost: usklajevanje z načeli krožnega gospodarstva za baterije EV.

S harmonizacijo teh zakonodajnih in standardizacijskih prizadevanj EU ustvarja ekosistem, v katerem lahko tehnologija V2G uspeva in omogoča globljo integracijo v energetski prehod ter cilje razogljičenja. Zelo pomembna je tudi časovnica priprave pravil in vseh potrebnih aktivnosti za uspešno integracijo elektrifikacije cestnega prometa za učinkovito izrabo priložnosti predvsem v izogib potencialnim zapletom masovnega uvajanja OVE.

Kibernetska varnost in varovanje podatkov v ekosistemu V2G

S hitrim razvojem tehnologij V2G ter naprednimi komunikacijskimi protokoli (ISO 15118, OCPP, OSCP ...) naraščajo tudi izzivi kibernetske varnosti in zaščite osebnih podatkov uporabnikov. IT povezava EV, pametnih polnilnih postaj, agregatorjev in elektroenergetskih sistemov vnaša potencialna tveganja, kot so:

- neavtoriziran dostop do vozil ali polnilnih postaj,
- zlonamerno oviranje storitev (DDoS),
- manipulacija cenovnih signalov,
- zloraba osebnih podatkov (lokacija, načini vožnje, finančne transakcije ...).

Okoljski izzivi

Čeprav polnilna infrastruktura EV na okolje nima posebnega negativnega vpliva, lahko proizvodnja in reciklaža baterij ustvarjata okoljske obremenitve. Zato je treba spodbujati trajnostne rešitve za reciklažo baterij in zmanjšanje njihovega ogljičnega odtisa.

5 KLJUČNI DEJAVNIKI ZA RAZVOJ

Ozaveščeni uporabniki

Ključno je, da potencialni uporabniki prepoznajo priložnosti dvosmernega polnjenja. Razviti se morajo storitve, ki bodo uporabniku na preprost, lahko razumljiv način približale prednosti dvosmernega polnjenja. Za dvig naklonjenosti uporabnikov do naložb v dražjo tehnologijo (v primerjavi z V1G) ter sodelovanja pri nudenju podpore omrežju je treba zagotoviti:

- primerno subvencijo za nakup V2G tehnologije (polnilna postaja in vozilo, ki podpira V2G);
- enostavno ureditev statusa aktivnega odjemalca in ureditev davčne politike, ki bo poenostavila ter morda avtomatizirala obdavčitev prihodkov fizičnih oseb;
- jasno postavitev pravil sodelovanja na trgu z znano vrednostjo storitve ki jo nudi, oziroma zakonsko uveljavljena podporna shema;
- dostopnost in ločenost cenovnih signalov (omrežnina, trg) za potrebe prilagajanja in možnost nastavljanja prioritet;
- jasen vpogled v število in količino aktivacij ter s tem povezanih finančnih koristi.

Za uspešen razvoj in širitev V2G tehnologije so ozaveščeni uporabniki eden ključnih dejavnikov. Njihovo razumevanje/sprejemanje koncepta in zaupanje v tehnologijo neposredno vplivata na pripravljenost za vključitev.

Izobraževanje o osnovah V2G in spodbujanje zaupanja

a) Ozaveščanje uporabnikov o delovanju V2G

Za uspešno uvedbo V2G tehnologije je ključno, da uporabniki EV razumejo njeno osnovno delovanje. Izobraževalne pobude naj zajemajo:

- razlago, kako EV delujejo kot mobilni hranilniki energije;
- vlogo EV pri uravnoteženju elektroenergetskega sistema in vključevanju obnovljivih virov energije (OVE);
- pomen ciklov polnjenja in praznjenja v kontekstu trajnosti baterij.

CPO imajo pomembno vlogo pri izobraževanju uporabnikov na mestu polnjenja in preko digitalnih platform (npr. aplikacij), medtem ko elektrooperater zagotavlja širši kontekst vključevanja EV v omrežne storitve in energetske strategije.

b) Zaupanje v tehnologijo in sodelovanje uporabnikov

Zaupanje uporabnikov je ključni dejavnik pri odločanju za vključevanje svojih EV v V2G storitve. To zaupanje je mogoče zgraditi z naslednjimi ukrepi:

- Zanesljive in preverjene tehnologije: uporaba certificirane opreme in sistemov, ki zagotavljajo varno in učinkovito dvosmerno komunikacijo med EV in omrežjem;
- Pregledna pravila sodelovanja: jasni pogoji uporabe, pregledni poslovni modeli, nadzor nad podatki in povračilo za opravljene storitve (npr. shranjevanje, uravnoteženje);
- Vključenost vseh akterjev: vzpostavitev sodelovanja med CPO, elektrooperaterjem, proizvajalci vozil, proizvajalci baterij, regulatorji in končnimi uporabniki.

c) Vloga različnih akterjev pri spodbujanju sprejetja V2G

- Elektrooperater: poudarja sistemske koristi V2G za stabilnost omrežja, nudi podatkovno podporo za napovedovanje obremenitev ter spodbuja uporabnike k sodelovanju v programih prožnosti.

- CPO: omogočajo uporabniški vmesnik za V2G, skrbijo za enostavno integracijo v vsakodnevno rabo EV ter so ključna točka za zagotavljanje informacij in podpore uporabnikom.
- Regulatorji in oblikovalci politik: vzpostavljajo okvir za varno in pravično vključevanje uporabnikov v V2G storitve, spodbujajo izobraževalne kampanje in nudijo podporo za poskuse in pilotne projekte.

Poudarek na koristih za uporabnike

Ozaveščanje o koristih mora poudariti glavne prednosti sodelovanja, kot so:

- Finančne priložnosti: možnost znižanja stroškov električne energije ali dodatnega zaslužka z vračanjem energije v EE sistem;
- Okoljske koristi: podpora trajnostni rabi energije z večjo uporabo obnovljivih virov in zmanjšanjem ogljičnega odtisa;
- Podpora stabilnosti omrežja: prispevek k zanesljivosti elektroenergetskega sistema, kar koristi širši energetske skupnosti.

Odprava zadržkov in pomislekov

Uporabniki imajo pogosto pomisleke glede vpliva V2G na življenjsko dobo baterij EV, varnost in zasebnost podatkov ter enostavnost uporabe. Pomembno je ponuditi jasna pojasnila in dokazila, ki ublažijo/odpravijo te pomisleke glede obsega aktivacij in vpliva na baterijo EV ter zagotoviti, da so obrazložitve enostavne in dostopne.

Dostop do jasnih in preglednih informacij

Da bi povečali zaupanje, je treba uporabnikom omogočiti dostop do vseh potrebnih informacij o tehničnih zahtevah, pogojih uporabe in s tem povezanih finančnih spodbudah. Informacije morajo biti enostavne za razumevanje in podprte z dokazili o učinkovitosti tehnologije.

Razširjenost polnilne infrastrukture

Polnilna infrastruktura dvosmernega polnjenja mora biti enostavno dostopna tudi za polnjenje na javnih mestih, kjer vozila stojijo dlje časa - na polnilnih lokacijah, kjer je to primerno (npr. Park and Ride P+R, na delovnem mestu, ob postajah javnega potniškega prometa, letališča, železniške postaje ...).

Enostavnost priključitev in interakcije

Polnilna mesta morajo zagotoviti uporabniško prijazno izkušnjo. Priključevanje in identifikacija morata biti za uporabnika enostavna in lahko razumljiva. Določen mora biti minimalni nabor uporabniških možnosti. Uporabnik mora dobiti hitro in enostavno informacijo o podprtih storitvah na polnilnem mestu in imeti možnost nastavljanja ključnih nastavitev, npr. predviden čas odhoda, želeno stanje napolnjenosti (SoC⁵⁵) ob odhodu ali minimalno (dovoljeno) stanje napolnjenosti baterije.

Izmenjava podatkov za potrebe gostovanja⁵⁶

Za potrebe gostovanja mora biti dogovorjena oblika in način sporočanja podatkov. Vključiti je treba standarde, kot so OCPP (Open Charge Point Protocol), OSCP (Open Smart Charging Protocol), ISO15118, da se zagotovi povezljivost med različnimi sistemi. Rešitev mora biti v skladu z evropskimi smernicami za izmenjavo podatkov.

⁵⁵ angl. State of Charge

⁵⁶ angl. Roaming

Učinkovita uporaba elektroenergetska omrežja

Rešitve morajo biti usmerjene k učinkoviti rabi omrežja in podpori njegovemu delovanju. Integracija V2G lahko pomaga uravnavati konične obremenitve in povečati delež OVE. Razvoj rešitev mora vključevati simulacije in testiranja v realnih okoljih.

Razvoj poslovnih modelov

Rešitve morajo dopuščati razvoje poslovnih modelov, ki vključujejo storitve, kot so storitve prožnosti (v korist omrežja), prilagodljivo polnjenje in shranjevanje energije. Omogočeni morajo biti dostop in podatki za potencialne deležnike, ki bi želeli razvijati poslovne storitve na polnilni infrastrukturi.

Pametno upravljanje

Pametno upravljanje polnjenja mora temeljiti na vključevanju naprednih tehnologij, kot so umetna inteligenca, napredni algoritmi za optimizacijo časa polnjenja in napovedni modeli obnašanja uporabnikov ter stanja omrežja.

Ključno je usklajevanje lokalnega (na ravni posamezne polnilne postaje ali objekta) in centraliziranega upravljanja (na ravni omrežja ali regije). To zahteva učinkovito sodelovanje med različnimi akterji:

- a) Elektrooperater: upravlja z distribucijskim in prenosnim omrežjem ter zagotavlja stabilnost sistema.
- b) Ponudniki storitev: vključujejo različne akterje, kot so:
 - agregatorji prožnosti, ki združujejo več manjših virov energije (vključno z EV) in jih tržijo kot storitev elektrooperaterju;
 - CPO, ki upravljajo polnilno infrastrukturo in ponujajo funkcionalnosti za nadzor in upravljanje polnjenja;
 - ponudniki programske opreme za pametno polnjenje in sistemi za upravljanje energije (EMS⁵⁷), ki omogočajo optimizacijo polnjenja glede na cene elektrike, obremenitev omrežja ali razpoložljivost obnovljivih virov;
 - ponudniki storitev za uporabnike (npr. aplikacije za načrtovanje poti, rezervacijo polnilnih mest, plačevanje storitev ipd.).

Zagotavljanje odprtosti sistemov in standardizirane komunikacije med temi akterji omogoča učinkovito upravljanje prožnosti in boljšo integracijo električnih vozil v elektroenergetski sistem.

Strateško upravljanje

Strategija uvajanja mora vključevati dolgoročne scenarije za prehod na brezogljne transportne sisteme in cilje trajnostne energije. Upoštevati je treba integracijo z drugimi sistemi pametnega mesta (»smart city«) ter optimizacijo in soobstoj komplementarnih rešitev, kot so hitro polnjenje, lokalni hranilniki električne energije in enosmerna izmenjava energije.

⁵⁷ angl. Energy Management Systems

7 GLAVNI POUDARKI ZA USPEŠEN RAZVOJ V2G V SLOVENIJI

Izkoriščanje celotnega potenciala zasnove trga

Za spodbujanje razvoja elektromobilnosti in V2G je treba na maloprodajnem trgu ter trgu s prožnostjo izkoristiti ves potencial zasnove trga. Pri tem izpostavljamo uporabo »modela deljene dobave« električne energije, ki omogoča delovanje več dobaviteljev in agregatorjev na istem prevzemno predajnem mestu (PPM) ob zagotovljenih podrednih meritvah za PPM. Izkoriščanje modela deljene dobave je pogoj za razvoj prilagojenih produktov dobave za potrebe polnjenja EV in V2G v Sloveniji. Pri tem imajo ključno vlogo dobavitelji električne energije in agregatorji, ki morajo razpoznati prednosti modela deljene dobave in ustvariti ustrezno ponudbo na trgu.

Drug pomemben gradnik zasnove trga, ki spodbuja V2G pa je vzpostavitev učinkovitega modela neodvisne agregacije, ki je v Sloveniji še v razvoju⁵⁸, obstoječ model pa je preveč omejen, da bi ustrezno spodbujal razvoj agregacije z uporabo V2G. Ključno je torej, da operater trga skladno z njegovo zakonsko določeno nalogo čim prej vzpostavi ustrezen model neodvisne agregacije v Sloveniji.

Ustrezno naslovljeni cenovni signali

Cene za dobavo električne energije - tržni signal

Velika večina statičnih produktov za dobavo električne energije na maloprodajnem trgu z električno energijo daje uporabniku izkrivljen cenovni signal, saj tarife niso usklajene s povprečnimi cenami električne energije na veleprodajnih trgih. Uskladitev teh prevladujočih dobavnih produktov s povprečnimi veleprodajnimi cenami je prvi pogoj za uspešen razvoj V2G v Sloveniji. S tovrstno uskladitvijo, ki zahteva povečanje časovnega razlikovanja tarif se vzpostavi minimalni pogoj, da splošno prisotni cenovni signal ustrezno stimulira učinkovit razvoj in izvajanje V2G. Ob tem, pa je potrebno uporabnikom zagotoviti tudi ponudbo dinamičnih produktov dobave energije, ki lahko še dodatno spodbudijo V2G kot je opisano v nadaljevanju.

Spreminjanje cen električne energije v določenem časovnem intervalu odraža ponudbo in povpraševanje po električni energiji na veleprodajnih (sprotnih) trgih v tistem intervalu. ZOEE je pravico do pogodbe z dinamičnimi cenami električne energije razširil na vse odjemalce in s tovrstnimi pogodbami za dobavo električne energije se spreminjanje cen na trenutnih veleprodajnih trgih odraža v t. i. dinamični ceni za dobavo električne energije pri končnem odjemalcu.

Odmik od tradicionalnega razlikovanja MT/VT (manjša tarifa/večja tarifa) cen električne energije k bolj dinamičnemu oblikovanju cen, ki sledijo spreminjanju veleprodajnih cen, omogoča dodatno prožnost v V2G kontekstu, saj lahko uporabniki svoje EV polnijo v obdobjih nizkih cen (npr. ob presežkih iz OVE) in energijo oddajajo v omrežje, ko je povpraševanje visoko in so posledično cene energije visoke. Razlika v ceni pri tem predstavlja neposredno korist za uporabnika EV. Koristi so večplastne:

- za uporabnike: finančne spodbude, znižanje stroškov lastništva EV, povečana vključenost v energetske trg;
- za omrežje: večja zanesljivost in izravnava obremenitev, zmanjšanje potrebe po konvencionalnih rezervnih virih;
- za trg in družbo: učinkovitejša raba presežkov OVE, večja stabilnost cen ter zmanjšanje emisij.

⁵⁸ <https://www.agen-rs.si/documents/10926/181581/Posvetovalni%20dokument%20-%20Nedvisni%20agregator?>

Ključno je, da se ponudba dinamičnih tarif postopno razširi tudi med gospodinske odjemalce in odjemalce malega poslovnega odjema ter da se zagotovi dostop do orodij za avtomatizirano odzivanje na cenovne signale (npr. sistemi EMS, aplikacije za pametno polnjenje, ipd.), s čimer se V2G integrira v vsakodnevno rabo.

Omrežnina - signal stanja obremenitve elektroenergetskega sistema

Slovenija je s prenovljeno metodologijo obračunavanja omrežnine, kot jo izpostavlja tudi FTI Consulting⁵⁹ in ACER⁶⁰, naredila pomemben korak v smeri vzpostavitve naprednega sistema cenovnih signalov, ki uporabnikom omogočajo in spodbujajo tehnološko nediskriminatorno sodelovanje v programih prožnosti in prilagajanju odjema – med njimi tudi V2G. Takšna metodologija, ki upošteva sezonsko in časovno različne tarife, sodi med bolj napredne v evropskem prostoru in zagotavlja podlago, da bi Slovenija lahko postala referenčni trg za napredne V2G rešitve v regiji.

Ključno vlogo pri tem ima neodvisen energetske regulator, ki skrbi za to, da omrežninski cenovni signali zrcalijo čim bolj realne potrebe elektroenergetskega sistema in hkrati zagotavljajo stroškovno učinkovitost (pravičnost), preglednost in spodbudno okolje za aktivni odjem, ki vključuje tudi V2G.

Ob zgoraj navedenem je treba izpostaviti, da cenovni signali za omrežnino in dobavljeno energijo nujno ne kažejo v isti smeri, v določenih intervalih se lahko podpirajo ali pa si nasprotujejo. Umetno metodološko poenotenje teh signalov iz vidika dobre regulativne prakse ni niti dovoljeno, in tudi ni smiselno, ker naslavlja popolnoma različne povzročitelje (tržne ali omrežne), torej različne temelje, ki morajo nujno ostati prisotni v cenovnih signalih. Zavedati pa se je treba, da je za uspešno uveljavitev prožnosti v praksi, še posebej V2G, bistvenega pomena, da ukrepi različnih izvajalcev energetskih politik ne zavirajo oziroma ne hromijo omenjenih (bodisi tržnih ali pa omrežninskih) signalov. Metodologija za obračunavanje omrežnine takšne specifične scenarije že naslavlja z možnostjo uvedbe dinamične tarife: elektrooperater lahko za namene spodbujanja prožne uporabe omrežja na različnih zaključenih geografskih področjih distribucijskega sistema določi lokalno dinamično tarifo za distribucijski sistem tako, da je uporabnik sistema spodbujan s prilagojeno uporabo omrežja zagotavljati neto koristi pri uporabi omrežja. Lokalna dinamična tarifa je namenjena znižanju porabe uporabnikov sistema v času kritične konične obremenitve lokalnega omrežja oziroma povečanju porabe uporabnikov sistema v času kritične neto proizvodnje lokalnega omrežja s ciljem zagotoviti največjo možno razbremenitev distribucijskega sistema, zmanjševanje izgub električne energije oziroma zagotavljanje ustrezne kakovosti napetosti v lokalnem omrežju. Le tako je mogoče zagotoviti celovit sistem cenovnih signalov, ki bo udeležence spodbudil k aktivnemu sodelovanju, omogočil razvoj novih poslovnih modelov in hkrati podpiral širše politične energetske/podnebne cilje države.

Ureditev statusa fizičnih oseb v vlogi aktivnega odjemalca in njihova obdavčitev

Za uspešno uvedbo V2G tehnologije je ključno nasloviti tudi davčne vidike, saj trenutna ureditev v Sloveniji ne predvideva enostavne obdavčitve prihodkov fizičnih oseb, ki sodelujejo v storitvah prožnosti oz. konkretnije V2G. Prav tako je treba urediti status oz. registracijo dejavnosti in ob tem zagotavljati preproste postopke.

Ključni izzivi:

- dohodki iz V2G bi lahko veljali za "drug dohodek", kar pomeni potrebo po samoprijavi,

⁵⁹ https://smarten.eu/wp-content/uploads/2025/03/FTI-Consulting-Report_smartEn_03-2025_DIGITAL_V2.pdf

⁶⁰ <https://www.acer.europa.eu/sites/default/files/documents/Publications/2025-ACER-Electricity-Network-Tariff-Practices.pdf>

- kompleksnost za povprečnega uporabnika močno zmanjša zanimanje,
- oblikovanje poenostavljene davčne sheme (npr. do nekega letnega praga neobdavčeno).

Kibernetska varnost in varovanje podatkov v V2G ekosistemu

Z digitalizacijo in povečanim pretokom podatkov med EV, polnilnimi postajami in trgom se povečuje kibernetsko tveganje.

Ključni izzivi:

- neavtoriziran dostop do vozil ali polnilnih postaj,
- manipulacija signalov za polnjenje/praznjenje,
- oviranje/zavrnitev storitve,
- zloraba osebnih podatkov (lokacija, načini uporabe).

Prioritete:

- uvedba nacionalnih smernic za kibernetsko varnost V2G,
- skladnost z ZVOP-2 (GDPR),
- uporaba certificiranih varnostnih protokolov pri vseh vključenih akterjih.

Vloga lokalnih skupnosti in občin

Občine morajo pomembno vplivati na hitrejšo vzpostavitev V2G infrastrukture.

Prioritete:

- identifikacija lokacij z velikim V2G potencialom (P+R, občinske vozne parke),
- vključevanje v pilotne projekte,
- spodbujanje skupnostnih V2G projektov.

Ključni izsledki iz evropskih projektov

Pregled uspešnih V2G projektov (ACES, Utrecht hub) prinaša naslednje ugotovitve:

- agregacija vozil je ključna za ekonomsko upravičenost,
- pregledni poslovni modeli za končne uporabnike so nujni,
- vloga lokalnih skupnosti in uporabnikov je bistvena za uspeh,
- zavarovanje garancij za baterije je morda pomemben element zaupanja.

Prioritete:

- Prilagoditev načrtovanih slovenskih pilotov po usklajenih smernicah.

Predlog naslednjih korakov na nacionalnem nivoju

- Vzpostavitev testnega regulativnega peskovnika⁶¹ za storitve V2G,
- priprava prilagojene davčne sheme za fizične osebe,
- uvrstitev upravljavcev polnilnih postaj v skupino pomembnih izvajalcev storitev (dosežen prag pomembnega vpliva) za zagotavljanje ustrezne zrelosti izvajanja kibernetske varnosti V2G in ostalih polnilnih postaj EV,
- zagon nacionalnega pilotnega programa s sodelovanjem občin in večjih upravljavcev voznega parka EV,

⁶¹ angl. Sandbox

- vzpostavitev digitalne platforme za zbiranje in analizo podatkov V2G ter podporo uporabnikom.

8 ZAKLJUČEK

Uredba (EU) 2023/1804 v 15. členu določa, da regulativni organ (na podlagi prispevka operaterjev prenosnih sistemov in operaterjev distribucijskih sistemov) do 30. junija 2024 izvede oceno potencialnega prispevka dvosmernega polnjenja k zmanjšanju stroškov in povečanju deleža OVE v elektroenergetskem sistemu. Kljub predvideni vključitvi V2G v obstoječe poročevalske procese v tej fazi razvoja opravljena analiza ni omogočila izvedbe takšne ocene v polnem obsegu, saj:

- je trenutna razpoložljivost vozil s funkcionalnostjo V2G in ustrezne infrastrukture nizka,
- ni ustaljenih mehanizmov poročanja, ki bi omogočili diferenciacijo glede na uporabljene tehnologije,
- ni zadostne baze podatkov, ki bi omogočala geografsko razporeditev in merjenje vplivov na ekosistem prožnosti.

Ti dejavniki pomembno vplivajo na zmožnost ocenjevanja stroškovno-koristnih učinkov V2G in pomenijo omejitve za izvajanje konkretnih zakonodajnih zahtev v predpisanih rokih. Ključne identificirane omejitve, ki vplivajo na implementacijo V2G, so:

- tehnološka nepodprtost: večina razpoložljivih EV in polnilnih postaj še ne omogoča polne funkcionalnosti V2G,
- nizka stopnja ozaveščenosti in interesa pri nekaterih akterjih, zlasti med trgovci vozil,
- neurejeni davčni in administrativni vidiki, ki ne motivirajo potencialnih uporabnikov,
- pomanjkanje interoperabilnih standardov in usklajenih poslovnih modelov.

Ne glede na zapisano v uvodnih odstavkih tega zaključka ocenjujemo da predstavlja tehnologija V2G enega bolj obetavnih pristopov za optimizacijo rabe energije, izboljšanje stabilnosti elektroenergetskih omrežij ter povečanje uporabe OVE. Z omogočanjem dvosmernega pretoka energije med EV in EE sistemom V2G omogoča vozilom, da ne le delujejo kot porabniki energije, temveč tudi kot vir električne energije, omogočajo shranjevanje energije in aktivno sodelujejo pri upravljanju EE sistema. To omogoča koristi tako uporabnikom vozil kot širšemu elektroenergetskemu sistemu. Poleg tehničnih in ekonomskih prednosti V2G pomembno prispeva tudi k okoljskim ciljem z zmanjšanjem ogljičnega odtisa in večjo lokalno uporabo OVE.

Kot smo poudarili, je razvoj V2G rešitev še vedno izpostavljen številnim izzivom, kot so tehnologija in integracija polnilne infrastrukture, standardizacija, življenjska doba baterij ter ekonomičnost poslovnih modelov. Kljub tem izzivom so napredek v tehnologiji, uspešni pilotni projekti in konsolidacija standardov obetavni pokazatelji, da V2G postaja pomemben element prihodnosti v mozaiku trajnostnih energetske rešitev. Prav tako tehnologija V2G ne podpira le trajnostnih energetske rešitev, temveč tudi krepí energetske neodvisnosti, saj omogoča boljše upravljanje lokalnih virov energije in zmanjševanje odvisnosti od fosilnih goriv. Za nadaljnji razvoj tehnologije V2G je potrebno sodelovanje med industrijo, zakonodajalci, regulatorji, elektrooperaterjem in uporabniki. S tem postajajo uporabniki aktivni udeleženci v energetske sistemu, ki prispevajo k stabilnosti omrežja, obenem pa so jim omogočene finančne koristi in večja prožnost pri rabi energije. V prihodnosti lahko pričakujemo, da bo V2G postal standard, ki bo ne le podprl energetskega prehoda, temveč tudi odprl nove poslovne priložnosti ter okrepil vlogo EV v modernem energetske trajnostnem ekosistemu. V2G tako predstavlja pomemben korak k uresničenju vizije trajnostnega, pametnega in prožnega energetskega sistema, ki bo ključen za prihodnje generacije.

Na podlagi opravljene analize stanja in priložnosti na področju uvajanja EV, osredotočene na V2G, ugotavljamo, da (ne)dostopnost tehnologije onemogoča smiselno uvedbo

periodičnega poročevalskega procesa, osredotočenega na V2G. Podobno ugotavljajo tudi drugi nacionalni regulatorji, dejavni v delovni skupini DS WG, ki deluje v okviru CEER. V duhu pričakovane razširitve uporabe V2G bo agencija v sodelovanju z elektrooperaterjem sproti razširjala obstoječe poročevalske procese, tako da bo skladno stopnji razvoja dostopnosti tehnologije zajemala tudi prispevek dvosmernega polnjenja in delovanja digitalno povezanih polnilnih mest k prožnosti elektroenergetskega sistema. Trenutni poročevalski procesi v omejenem obsegu že zajemajo poročanje o stanju polnilne infrastrukture elektrodistribucijskih podjetij in porabi energije za potrebe elektromobilnosti dobaviteljev električne energije. Vendar pa prvi ne zajemajo diferenciacije po uporabljenih tehnoloških rešitvah na posameznih polnilnih mestih in zajemajo le podatke o polnilnih postajah, ki so priključene neposredno⁶² v EE sistem (ne pa tudi o tistih polnilnih postajah, ki so priključene v interno omrežje uporabnika omrežja). Drugi pa poročajo o porabi⁶³ električne energije za potrebe elektromobilnosti v primeru dobave električne energije upravljavcu polnilne infrastrukture oziroma odjemalcu, ki ima namensko pogodbo za dobavo za potrebe elektromobilnosti. Iz navedenih razlogov bi bilo prihodnje poročanje na področju elektromobilnosti smiselno razširiti vsaj na upravljavce polnilne infrastrukture. Slednji so bili v okviru pričujoče analize stanja vključeni s pomočjo vprašalnika⁶⁴. Pri periodičnem poročanju bi bilo treba ubrati druge kanale v skladu s področno zakonodajo, analogno procesu periodičnega poročanja dobaviteljev električne energije in elektrodistribucijskih podjetij. Hkrati bi bilo treba izkoristiti prihodnje vire informacij, kot je z ZIAG predviden celovit register ID kod polnilne infrastrukture.

⁶² Elektrodistribucijska podjetja poročajo, da je bilo leta 2024 neposredno v omrežje priključenih 242 polnilnih postaj s skupno močjo približno 25 MW.

⁶³ Dobavitelji poročajo, da so v letu 2024 dobavili približno 5,45 GWh električne energije za potrebe upravljalcev infrastrukture za EV in približno 2,82 GWh električne energije za potrebe odjemalcev s pogodbo o dobavi energije, ki je prilagojena rabi energije pri uporabi EV.

⁶⁴ Tisti, ki so na vprašalnik odgovorili iz vrst upravljalcev polnilne infrastrukture, poročajo, da upravljajo s polnilnicami (polnilnimi postajami) v Sloveniji s skupno močjo približno 84 MW. Od tega je 17 MW takih polnilnic, ki omogočajo lokalno upravljanje moči, in 67 MW takih polnilnic, ki omogočajo oddaljeno vodenje moči in so povezane v zaledni sistem. O upravljanju s polnilnicami, ki omogočajo dvosmerno polnjenje, ne poročajo.

9 PRILOGE

9.1 KLJUČNI DOKUMENTI

9.1.1 Zakonodajni dokumenti EU

1. Direktiva (EU) 2019/944 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 5. junija 2019 o skupnih pravilih notranjega trga električne energije in spremembi Direktive 2012/27/EU (prenovitev)
Del paketa "Čista energija za vse Evropejce", ki spodbuja sodelovanje potrošnikov na energetskih trgih in priznava aktivne odjemalce, ki lahko shranjujejo ali prodajajo elektriko (pomembno za V2G).
Spodbuja dinamično določanje cen in dostop do trgov prožnosti za odjemalce, vključno z agregatorji.
2. Uredba (EU) 2019/943 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 5. junija 2019 o notranjem trgu električne energije (prenovitev)
Določa pravila za delovanje trga z električno energijo, kar omogoča, da porazdeljeni viri, kot je V2G, zagotavljajo storitve prožnosti.
3. Direktiva (EU) 2024/1711 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 13. junija 2024 o spremembi direktiv (EU) 2018/2001 in (EU) 2019/944 glede izboljšanja zasnove trga električne energije v Uniji ter Uredba (EU) 2024/1747 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 13. junija 2024 o spremembi uredb (EU) 2019/942 in (EU) 2019/943 glede izboljšanja zasnove trga električne energije v Uniji
V zvezi z integracijo tehnologij V2G na energetske trge dopolnjujeta predhodno objavljene dokumente in se osredotočata na prožnost, prilagajanje odjema in aktivno sodelovanje odjemalcev.
4. Direktiva o obnovljivih virih energije (EU) 2018/2001 (RED II)
Spodbuja uporabo OVE v prometu in razvoj sistemov za shranjevanje energije, vključno s tistimi, ki temeljijo na EV.
5. Uredba o infrastrukturi za alternativna goriva (AFIR) (EU 2023/Posodobitev EV)
AFIR opredeljuje minimalne zaveze držav članic za izvedbo potrebne polnilne infrastrukture.
6. Uredba o baterijah in odpadnih baterijah (EU 2023)
Pokriva trajnostni življenjski cikel ter ponovno uporabo/recikliranje baterij EV, kar je ključno za integracijo V2G in sekundarno uporabo baterij v stacionarnih aplikacijah.
7. Omrežna pravila oz. predlogi pravil (NCDR in NCRfG smo namenili dodatno tolmačenje v nadaljevanju):
 - Kodeks omrežja za priključitev odjemalcev⁶⁵ - UREDBA KOMISIJE (EU) 2016/1388
 - Kodeks omrežja za zahteve za priključitev proizvajalcev električne energije na EE sistem - UREDBA KOMISIJE (EU) 2016/631 (NCRfG)⁶⁶
 - Kodeks omrežja za prilagajanje odjema⁶⁷ (NCDR v potrjevanju)
8. Uredba o taksonomiji (EU 2020/852)

⁶⁵ angl. Demand Connection Network Code

⁶⁶ angl. Requests for Generators (Uredba komisije EU 2016/631)

⁶⁷ angl. Demand Response Network Code

Opredeljuje tehnologije, združljive z V2G, kot trajnostne naložbe, kar spodbuja financiranje infrastrukture in tehnološkega razvoja.

9.1.2 Nacionalna zakonodaja in relevantni strateški dokumenti/načrti

1. Energetski zakon (EZ-2)

Ureja celoten energetski sektor, vključno z elektroenergetskimi omrežji. Podlaga za akcijske načrte in podporne sheme OVE in URE (Učinkovita raba energije). Predvideva vlogo novih energetskih storitev, kot je V2G, za zagotavljanje prožnosti sistema.

2. Zakon o oskrbi z električno energijo (ZOOE)

Ključni energetski zakon za trg elektrike. Določa pravila za priključevanje proizvodnih in odjemnih naprav na EE sistem, vključno s polnilno infrastrukturo in sistemi V2G. Omogoča aktivno vlogo aktivnih odjemalcev (proizvajalci/odjemalci) in spodbuja agregacijo ter tržne mehanizme za storitve prožnosti.

3. Zakon o spodbujanju rabe OVE (ZSROVE)

Spodbuja integracijo OVE, kjer so EV in V2G pomemben del pri uravnavanju proizvodnje in porabe. Povezuje se z V2G konceptom kot možnostjo shranjevanja energije in zmanjšanja izgub.

4. Zakon o infrastrukturi za alternativna goriva in spodbujanju prehoda na alternativna goriva v prometu (ZIAG).

Ključen za razvoj polnilne infrastrukture za EV. Zajema zahteve za postavitve polnilnih postaj, vključno z naprednimi funkcijami (dvosmerno polnjenje za V2G). Usklajen z evropsko direktivo AFIR (Alternative Fuels Infrastructure Regulation).

5. Zakon o elektronskih komunikacijah (ZEKom-2)

Pomemben zaradi razvoja pametnih omrežij in podatkovne komunikacije za V2G rešitve.

6. Zakon o varstvu okolja (ZVO-2)

Spodbuja zmanjševanje emisij, kamor spada podpora EV in V2G za dekarbonizacijo prometa in energetike.

7. Nacionalni energetski in podnebni načrti (NEPN)

Nacionalni načrti posameznih držav članic EU vključujejo strategije za energetski prehod in integracijo V2G kot del razogljičenja prometa in omrežja.

8. Strategija za alternativna goriva

Usmeritve za razvoj polnilne infrastrukture.

9. Dolgotrajna podnebna strategija Slovenije do 2050

EV in V2G kot ključna tehnologija za razogljičenje.

9.1.3 Drugi ključni dokumenti in pobude

a) Evropski zeleni dogovor: Okvir za spodbujanje razogljičenja, vključno z EV in V2G kot ključnima deloma energetskega prehoda.

b) Program Obzorje Evropa: Financira raziskave in razvoj tehnologij V2G ter spodbuja inovacije.

c) Pobuda EBA250: Osredotoča se na razvoj baterij, vključno z uporabo, kot je V2G.

d) Implementing V2G and 2nd life batteries requires action from public sector | Smart Cities Marketplace⁶⁸.

e) ENEL Position paper on the guidelines for connected vehicles⁶⁹

IZS - Priročnik za projektiranje polnilnih postaj za električna vozila⁷⁰.

9.1.4 Omrežna pravila/kodeksi RfG in DR

Da bi se lahko V2G uspešno integriral, morajo generatorji in porabniki (vključno z EV) izpolnjevati določene tehnične in operativne zahteve, ki so določene v omrežnih pravilih.

Omrežna pravila za generatorje - RfG

Generatorji morajo zagotavljati stabilno in zanesljivo delovanje omrežja, kar vključuje:

Podpora frekvenci in napetosti: EV v načinu V2G lahko delujejo kot razpršeni viri energije, ki podpirajo stabilnost frekvence in napetosti, podobno kot konvencionalni generatorji.

Dvosmerna komunikacija: Polnilniki za V2G morajo omogočati integracijo z nadzornimi sistemi, ki koordinirajo odziv vozil glede na potrebe omrežja.

Regulacija moči: Tehnologija V2G mora biti sposobna zagotavljati prilagodljivost pri polnjenju in praznjenju baterij v realnem času, da bi omogočila podporo omrežju v primeru nihanj.

Pri priključevanju in obratovanju dvosmernih polnilnih postaj⁷¹ je potrebno upoštevati Prilogo 5 Sistemskih obratovalnih navodil za distribucijski sistem električne energije SONDSEE »Navodila za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov, priključenih v distribucijsko elektroenergetsko omrežje«. Za priključevanje in obratovanje polnilnih postaj za EV, če te oddajajo delovno moč v EE sistem, se do izdaje posebnih evropskih navodil za priključevanje in obratovanje uporabljajo določbe, omenjene v Prilogi 5, ki opredeljuje zagotavljanje skladnosti z Uredbo komisije EU 2016/631 o Zahtevah za generatorje (v nadaljevanju RfG) in SONDSEE ter izdajo dokumenta o odobritvi obratovanja.

Zahteve za zagotavljanje skladnosti se delijo na tri področja:

1. Glede varnosti v skladu s Pravilnikom o omogočanju dostopnosti električne opreme na trgu, ki je načrtovana znotraj določenih napetostnih mej (Ur.l.RS 39/16 – Pravilnik LVD)
2. Glede elektromagnetne združljivosti v skladu s Pravilnikom o elektromagnetni združljivosti (Ur. l. RS 39/16 – Pravilnik EMC)
3. Zahteve po RfG in SONDSEE

Omrežna pravila o prilagajanju odjema (DR)

Vključevanje V2G kot oblike prožnosti zahteva usklajenost s spodaj navedenimi vidiki:

Tehnična skladnost: EV morajo biti opremljena s pametnimi polnilniki, ki omogočajo spremljanje in upravljanje pretoka energije med EE sistemom in vozilom.

Prožnost: EV lastniki morajo biti pripravljeni prilagoditi polnjenje/praznjenje svojih vozil glede na zahteve omrežja.

Povezanost s trgom: Za uspešno izvajanje prožnosti morajo biti lastniki EV in agregatorji vključeni v tržne mehanizme, ki zagotavljajo finančne spodbude za sodelovanje.

⁶⁸ <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/news-and-events/news/2020/implementing-v2g-and-2nd-life-batteries-requires-action-public-sector>

⁶⁹ https://www.edpb.europa.eu/sites/default/files/webform/public_consultation_reply/enels_position_on_the_guidelines_for_connected_vehicles_1_0.pdf

⁷⁰ https://www.izs.si/assets/media/izsnovo/2020/MSE/IZS_Prirocnik%20za%20projektiranje%20polnilnic%20elektricnih%20vozil-final-dec-2020.pdf

⁷¹ <https://www.sodo.si/sl/kdo-smo/zakonodaja/sondsee/veljavni-dokumenti-sondsee>

Zanesljivost: Vključevanje EV v EE sistem ne sme ogroziti njihove primarne funkcije, tj. zagotavljanja mobilnosti. Sistem mora zagotavljati minimalno stanje napolnjenosti, potrebno za uporabo vozila.

9.2 RELEVANTNI STANDARDI

1. ISO 15118 (Deli 1–20: Komunikacijski vmesnik vozilo-EE sistem)
Določa komunikacijske protokole med EV in polnilno infrastrukturo, kar je ključno za delovanje V2G. ISO 15118-20 uvaja napredne dvosmerne funkcionalnosti in funkcije "Plug-and-Charge".
2. IEC 61851-1 (Sistemi za polnjenje EV)
Določa splošne zahteve za polnilne sisteme, vključno z dvosmernimi funkcionalnostmi.
3. IEC 61850 (Komunikacijski protokoli za razdelilne postaje in DER)
Razširja uporabo na aplikacije V2G, kar omogoča komunikacijo EV z omrežnimi sistemi za pomožne storitve.
4. EN 50491-12-2 (Pametni omrežni vmesnik za avtomatizacijo doma in stavb)
Zagotavlja, da se sistemi V2G nemoteno povežejo s sistemi pametnih domov.
5. IEC 63110 (Protokol za upravljanje sistemov za polnjenje EV)
Osredotoča se na upravljanje sistemov na ravni omrežja, kar omogoča operaterjem polnilne infrastrukture upravljanje polnilnikov, združljivih z V2G.
6. OCPP (Protokol za odprte polnilne točke)
"De facto" standard za upravljanje polnilnih postaj EV, ki podpira tudi delovanje V2G. OCPP omogoča komunikacijo med polnilnimi postajami za EV in centralnimi sistemi za upravljanje, kar zagotavlja združljivost med različnimi proizvajalci opreme. Različica OCPP 2.0.1 podpira dvosmerni prenos energije, kar je bistveno za implementacijo V2G funkcionalnosti.
7. OSCP v primerjavi z OCCP omogoča izmenjavo informacij o razpoložljivi zmogljivosti omrežja med elektrooperaterjem in ponudniki polnilnih storitev. S tem omogoča optimalno načrtovanje in polnjenja ter praznjenja vozil v okviru V2G, kar prispeva k stabilnosti elektroenergetskega omrežja.
8. Smernice EUROBAT
Določa standarde za baterije glede varnosti, učinkovitosti in interakcije z EE sistemom.

9.3 PODROBNEJŠI PREGLED PROJEKTOV V2G

ACES

Cilj projekta je celostno raziskati tehnične in ekonomske prednosti ter vplive na sistem z obsežno integracijo EV, dopolnjeno z dejanskimi vzorci uporabe, podatki o omrežju in testiranjem na terenu za ponovljivost. Simuliran je bil scenarij prodora EV v celotnem obsegu, da bi ocenili, kako lahko nova funkcija združevanja tehnično in ekonomsko podpira uspešno integracijo električnih vozil v energetske sistem. Začel se je tudi pilotni projekt majhnega obsega, ki vključuje 20 vozil Nissan v javni in zasebni lasti ter polnilnike V2G, da bi potrdili, da se lahko električna vozila uporabljajo za učinkovito uravnoteženje sistema. Projekt je omogočil DSO sodelovanje z močnim industrijskim partnerjem, kot je Nissan, in dodatno izkoristil uporabno raziskovalno področje integracije EV.

BDL

V skupnem raziskovalnem projektu "Bidirektionales Lademanagement – BDL" industrijski in akademski partnerji iz avtomobilskega in energetskega sektorja ter znanosti razvijajo in pilotirajo tehnične rešitve za udobnejšo in stroškovno učinkovitejšo elektromobilnost ter

zmanjševanje ogljičnega odtisa. Interdisciplinarni projekt je prvič povezal EV, polnilno infrastrukturo in EE sistemom v celostno rešitev, ki prinaša koristi v dejanskih življenjskih pogojih z uporabo dvosmerne polnilne tehnologije, tj. z vračanjem energije iz vozila v hišo ali lokalno omrežje.

DROSSONE V2G

Projekt preverja izvedljivost obsežnega centraliziranega polnilnega sistema V2G z uporabo stacionarne zaloge EV pri proizvajalcu (preden se EV distribuirajo k trgovcem) in stacionarnega hranilnika, ki je sestavljen iz rabljenih baterij za EV. Projekt želi pokazati, da se da elektrooperaterju zagotoviti tudi hitre sistemske storitve (kot so izravnava, regulacija frekvence in moči) ter storitve v realnem času z uporabo sistema z 280 dvosmernimi hitrimi polnilnimi postajami.

Electric Nation Vehicle to Grid

Projekt zaposluje 100 ljudi za poskusno najsodobnejše pametno polnjenje V2G na domu, da bi elektrooperaterje in druge ozavestili, kako lahko polnjenje V2G deluje z njihovimi električnimi omrežji. To bo DSO omogočilo, da preskusijo, kako uporabna je V2G kot storitev, tako da bo lahko na voljo tudi širše. Če se pomaga uravnatežiti razlike v nacionalni (in regionalni) proizvodnji ter porabi energije, se lahko prihrani na stroških tako, da se kupuje energijo, ko je cenejša in bolj zelena. Projekt učinkovito simulira prihodnost (z velikim deležem OVE).

Elia V2G

Edinstven projekt, ki ocenjuje mešanico V2G in V1G za zagotavljanje storitev frekvenčne regulacije belgijskemu TSO Elia.

EV-elocity

Cilj projekta je prikazati V2G za različne scenarije v dejanskih okoliščinah, da bi pridobili tehnični, uporabniški in komercialni vpogled v to obetajočo tehnologijo. Projekt ima pet glavnih ciljev: namestitev tehnološko neodvisnega zalednega sistema in uporabniškega vmesnika za vodenje in administriranje EV z V2G, prikaz uporabljivosti V2G na različnih geografskih lokacijah, zbiranje podatkov o polnilnih postajah, uporabnikih in EV, analiza vedenja uporabnikov in delovanj V2G, poglobitev razumevanja vplivov V2G na degradacijo baterij in razviti ekonomsko upravičljiv tehnično-ekonomski model in potrditev vrednosti V2G. Da bi zagotovili vrednost in vpoglede za partnerje in širšo industrijo, se bo projekt osredotočil na prednosti za PPM, in sicer zmanjšanje stroškov in emisij ogljika ter vzdrževanje baterije.

Fiat-Chrysler V2G

Fiat Chrysler preizkuša tehnologijo V2G s floto 600-700 EV. Avtomobilski proizvajalec je podpisal pismo o nameri z italijanskim dobaviteljem Terna. Za začetek projekta so uporabili električni Fiat 500, ki nastaja na proizvodni liniji v Torinu. V isti tovarni bo v okviru skupne študije izvedljivosti zgrajena infrastruktura V2G z italijanskim TSO Terna. Poleg tega partnerstvo vključuje ustanovitev Laboratorija za e-mobilnost v objektu dobavitelja, prav tako v Torinu. Objekt omogoča preizkušanje zmogljivosti infrastrukture in EV z namenom dvosmerne polnitve in uravnoteženja obremenitve sistema.

INCIT-EV

Cilj projekta je prikazati inovativen nabor polnilnih infrastruktur, tehnologij in z njimi povezanih poslovnih modelov, pripravljenih za izboljšanje uporabniške izkušnje EV. Obdobje izvajanja projekta je štiri leta, razdeljen na več vsebinsko diferenciranih faz: zgrajenih je bilo pet demo okolij v mestnih, primestnih in zunajmestnih okoljih. Preizkuša se sedem scenarijev uporabe, s počasnim in izjemno hitrim V2G (polnjenjem), hkrati pa se zagotavlja pomožne storitve za EE sistem ter inovativno dinamično in statično brezžično polnjenje za mestno cestno infrastrukturo ter avtoceste. Konzorcij projekta, šteje 33

partnerjev – trije proizvajalci originalne opreme, šest ponudnikov tehnologije polnjenja, pet javnih institucij, šest tehnološko-raziskovalnih projektov, dve IKT podjetji, dve podjetji za cestno infrastrukturo, štiri DSO, dva elektrooperaterja, dva SME s strokovnim znanjem in izkušnjami na področju vedenjskih vzorcev uporabnikov in izkoriščanja e-mobilnosti ter SME storitev souporabe avtomobilov ter povezovanja uporabnikov EV.

OVO Energy V2G (projekt Sciurus)

Projekt Sciurus je med največjimi preskusi potenciala EV z V2G za gospodinske odjemalce na svetu. OVO Energy je voznikom vozil Nissan EV zagotovil strojno opremo V2G, ki jo je izdelalo podjetje Indra in jo namestil v gospodinjstva uporabnikov EV. Platforma Kaluza Flex inteligentno optimizira polnilne postaje za predajo energije nazaj v EE sistem, ko je najbolj potrebna. Uporabniki so nagrajeni za predajo shranjene energije v EE sistem, kar omogoča mnogim od njih učinkovito brezplačno vožnjo s svojim EV samo z uporabo polnilnika V2G.

Parker

Cilj projekta je bil potrditi, da lahko serijsko proizvedena EV kot del delujočega voznega parka podpirajo EE sistem tako, da postanejo vertikalno integriran vir, ki zagotavlja brezhibno podporo električnemu omrežju tako lokalno kot nacionalno v celotnem sistemu. Parker gradi na dveh prejšnjih projektih, projektih EDISON in Nikola, ki sta že postavila temelje za ugotavljanje potenciala električnih vozil pri uravnoteženju danskega elektroenergetskega sistema.

Powerloop: Demonstracijski projekt V2G v gospodinjstvih

Paket Powerloop omogoča uporabnikom bolj prijazno spodbudo za prehod na EV. Z uporabo vrednosti, ki jo ustvari V2G za znižanje mesečnih stroškov najema, je mogoče spodbuditi širšo uporabo EV ter uvesti to napredno tehnologijo na nacionalni ravni.

Share the Sun / Deeldezoon Project

Je Interreg⁷² projekt v južnem delu Nizozemske in Belgije, kjer se združuje/povezuje fotonapetostne panele, DC V2G polnilne postaje, sisteme upravljanja z energijo in skupnostna EV.

SunnYparc

Projekt SunnYparc vzpostavlja mikro omrežje v industrijskem parku v Švici okoli pomembne lokalne proizvodnje obnovljive energije in razvoja električne mobilnosti, ki predstavlja pričakovan prihodnji razvoj. Cilj je v resničnem primeru preizkusiti integracijo električne mobilnosti in prikazati optimizacijo prodora obnovljive energije zahvaljujoč tehnologiji V2G in inteligentnih sistemov vodenja v povezavi s trgom prilagodljivosti za industrijsko cono. Cilj je preizkusiti nove poslovne modele, ki temeljijo na teh novih tehnologijah in primerih uporabe, ki vključujejo različne cenovne sheme, da bi na nacionalnem nivoju demonstrirali gospodarski potencial te vrste naprednega mikro omrežja, ki je modularen in ponovljiv.

UK Vehicle-2-Grid

Vodilni avtomobilski proizvajalec Nissan in multinacionalna elektroenergetska družba Enel v okviru projekta preizkušata načrte za izvedbo velikega preskusa vozil z V2G – prvega doslej v Združenem kraljestvu. Preskus vključuje namestitev in povezavo stotih EV z V2G (Nissan LEAF in e-NV200) na lokacijah, ki so jih izbrali zasebni uporabniki in lastniki voznih parkov.

Utrecht V2G charge hubs (We Drive Solar)

Nizozemska vlada spodbuja "pametne polnilne postaje" za baterijska električna vozila (BEV) za stabilizacijo omrežja in optimizacijo uporabe obnovljive energije z zagotavljanjem finančnih spodbud. Vladna subvencija je podprla namestitev 472 pametnih polnilnih postaj

⁷² Interreg je eden ključnih instrumentov Evropske unije (EU), ki podpira čezmejno sodelovanje s financiranjem projektov.

v 21 mestih, kar presega prejšnje pilotne projekte. Pametne polnilne postaje omogočajo V2G, pri čemer vozniki nadzirajo omejitve uporabe baterije. Medtem ko se trenutni projekt osredotoča na hitrost odzivanja (virtualnega BHEE) in zmogljivost shranjevanja ni v ospredju, je bistveno, da se za bolj množično sprejemanje poveča obseg V2G tehnologije. Mesta, kot je npr. Utrecht, ki predvideva 12.000 BEV in 1.600 javnih polnilnih postaj, vodijo prizadevanja, da z namenskimi spodbudami zagotovijo vsaj 20 polnilnih "parkov". Nekatere pobude vključujejo tudi programe souporabe EV, kjer se skupnostna vozila uporablja tudi kot mobilne baterije za "virtualne elektrarne".

V1G / V2G solutions (DREEV)

Projekt obsega pametne rešitve za polnjenje. Po uvedbi V2G I. 2019, podjetje DREEV v okviru tega projekta preverja pametno rešitev za polnjenje. Projekt obeta zmanjšanje računov za elektriko z V2G polnjenjem EV, ko je elektrike v izobilju in po konkurenčnih cenah. S skoraj 100 MW 1. januarja 2024 je DREEV postal ključni akter na področju pametnega polnjenja v Franciji in napoveduje upravljanje več kot 1 GW prilagodljivosti do leta 2030. Rešitev DREEV omogoča nadzor nad polnjenjem vozil v skladu s cenovnimi signali električne energije in zadovoljiti potrebe voznikov po mobilnosti. Ta rešitev optimizira stroške odjemalcev v realnem času, pri čemer upošteva obratovalne omejitve in značilnosti opreme ter upošteva lokalno proizvodnjo SE. Rešitev pametnega polnjenja DREEV zdaj uvajajo številna velika podjetja. Projekt ugotavlja potencial prilagodljivosti, povezane s polnjenjem EV (nadzor polnjenja in V2G), ter potencial za zagotavljanje uravnoteženosti električnega omrežja. Polnjenje EV se ustrezno glede na okoliščine premakne, s čimer se razbremeni sistem, na primer z dajanjem prednosti polnjenju ob množični proizvodnji električne energije iz obnovljivih virov.

V2X Suisse

Projekt V2X Suisse je skupna pobuda, namenjena napredku tehnologije V2G v Švici. Projekt, ki ga vodi ponudnik souporabe avtomobilov Mobility in ki namerava do leta 2030 v celoti elektrificirati svoj vozni park s 3.000 vozili, obravnava izzive, povezane s porabo električne energije in stabilnostjo omrežja z združevanjem virov. Ključni partnerji so Honda, Sun2Wheel, EVTEC, Tiko, Novatlantis in ETH Zurich ob podpori švicarskega zveznega urada za energijo. Projekt vključuje namestitev 50 vozil Honda-e na 40 polnilnih postajah po vsej Švici za testiranje dvosmernega polnjenja v realnih okoljih. Cilj je stabilizirati EE sistem, zmanjšati ozka grla pri distribuciji in odložiti drage širitve omrežja z omogočanjem EV za vračanje energije v EE sistem. Mobility ocenjuje, da bi njegova flota lahko zagotovila 60 MW regulacijske moči. V2X Suisse si prizadeva tudi za: oceno vloge dvosmernega polnjenja pri stabilnosti omrežja in optimizaciji lastne porabe sončne energije, raziskavo poslovnih potencialov V2G EV v Švici in preučitev konkurence med kupci prilagodljivosti, kot je Swissgrid, elektrooperaterji in skupinami za lastno porabo. V2X Suisse je pionir pri uporabi polnilnega sistema CCS in skuša vzpostaviti dvosmerno polnjenje EV kot razširljivo in trajnostno energetska rešitev.

Projekt EV4EU⁷³ (Elektro Celje | GEN-I | Univerza v Ljubljani)

Projekt EV4EU (Electric Vehicles Management for carbon neutrality in Europe) povezuje 22 partnerjev iz štirih evropskih držav s ciljem olajšati množično uvajanje EV z uporabo tehnologij V2X. Slovenski partnerji so v okviru projekta analizirali in demonstrirali vpliv množične uporabe električnih vozil na EE sistem, prispevek električnih vozil k boljšemu in bolj stabilnemu omrežju ter kako ob tem najboljšje izkoristiti tehnologije V2X (vehicle-to-everything). V okviru projekta bo pri slovenskih partnerjih postavljenih pet naprednih V2X (V2G) polnilnih postaj, s katerimi bo mogoče analizirati vpliv koordiniranega polnjenja V2G z razpoložljivostjo obnovljivih virov energije ter posledični vpliv V2G na EE sistem. V okviru

⁷³ Navedeni so zgolj slovenski partnerji v okviru mednarodnega projekta

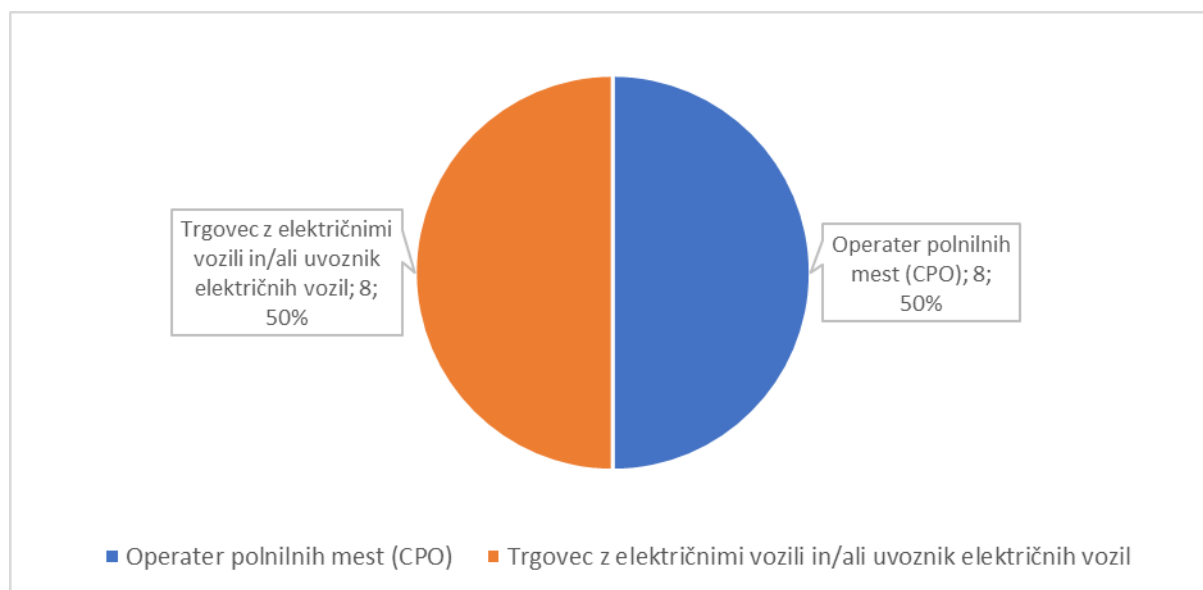
projekta bo vzpostavljena tržna platforma za objavo razpisov, nakup storitev prožnosti na lokalnem trgu in posredovanje prožilnih signalov za aktivacijo storitev prožnosti.

Projekt X-FLEX⁷¹ (Elektro Celje | Petrol | Univerza v Ljubljani)

Projekt X-Flex (Integrated energy solutions and new market mechanisms for an eXtended FLEXibility of the European grid) povezuje 12 partnerjev iz šestih držav in se osredotoča na razvoj rešitev, ki podpirajo vključevanje EV in razpršenih virov energije v distribucijsko omrežje. Na pilotni lokaciji v Lučah se je preizkušala rešitev za upravljanje domače polnilne infrastrukture za električna vozila na območjih z omrežnimi omejitvami in visokim deležem obnovljivih virov energije (OVE). Sistem semaforja je uporabljen za upravljanje nizkonapetostnega omrežja ter signalizacijo, kdaj je možno povečanje porabe ali proizvodnje električne energije. Rešitve v okviru projekta podpirajo prožnost omrežja z orodji, kot je MarketFlex, ki omogoča tržne mehanizme za boljše upravljanje kapacitet v distribucijskem omrežju. Te rešitve naj bi omogočile učinkovitejšo vključitev EV in dodatne koristi za uporabnike, kot sta zmanjšanje stroškov in povečanje prožnosti.

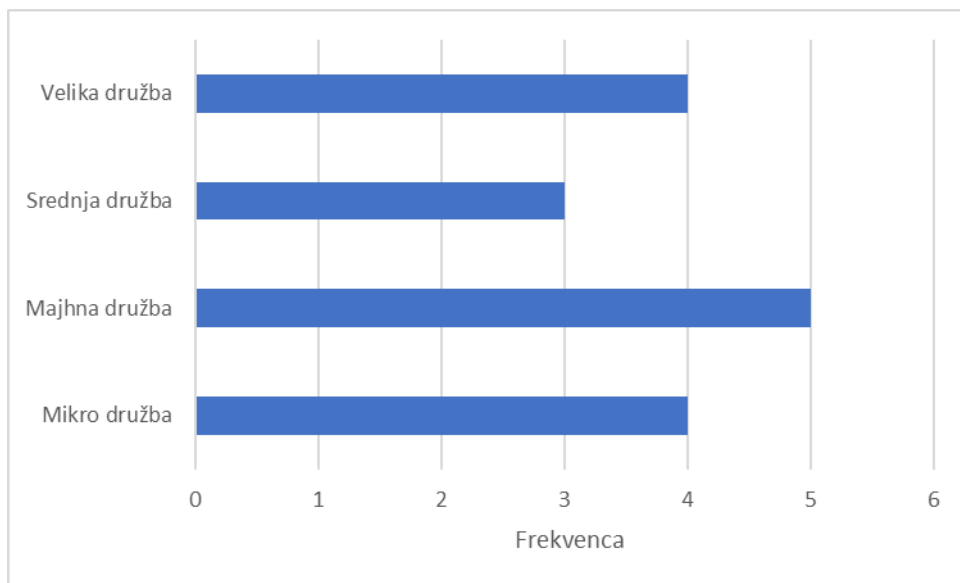
9.4 VPRAŠALNIK O DVOSMERNEM POLNJENJU EV (V2G) Z ZBRANIMI ODGOVORI ANKETIRANCEV

Vprašanje 1: Prosimo, izberite eno od možnih kategorij iz seznama, ki ustreza dejavnosti vašega podjetja. Če vaše podjetje izvaja obe dejavnosti, prosimo, da vprašalnik izpolnite ločeno za vsako vlogo. (Vprašanje se nanaša in na operaterje polnilnih mest in na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)



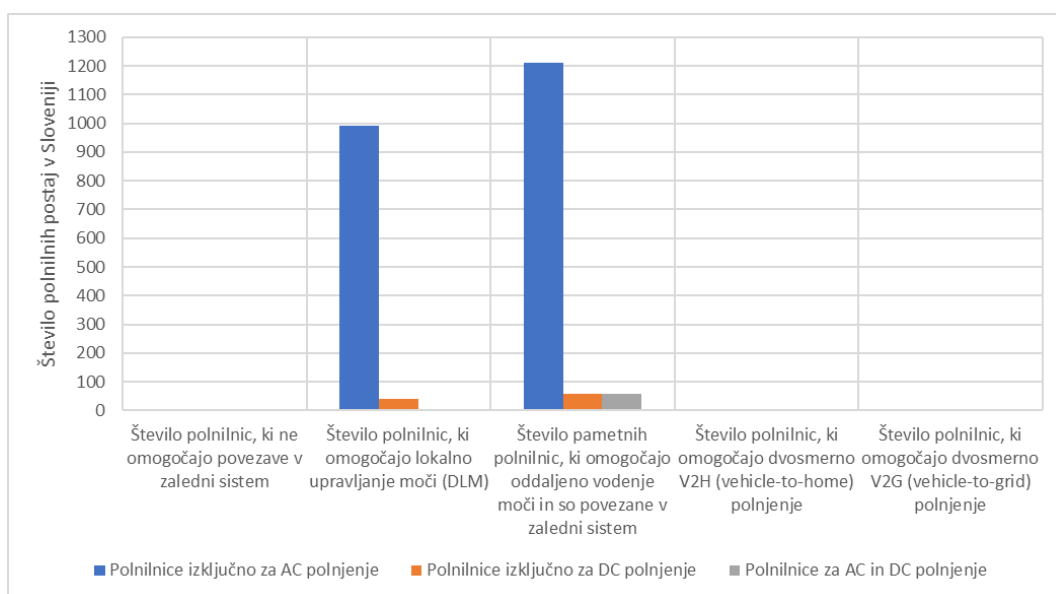
Slika 6: Prikaz števila operaterjev in trgovcev, ki so se odzvali na vprašalnik

Vprašanje 2: Prosimo, izberite velikost podjetja v spodnjem seznamu. (Vprašanje se nanaša in na operaterje polnilnih mest in na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)



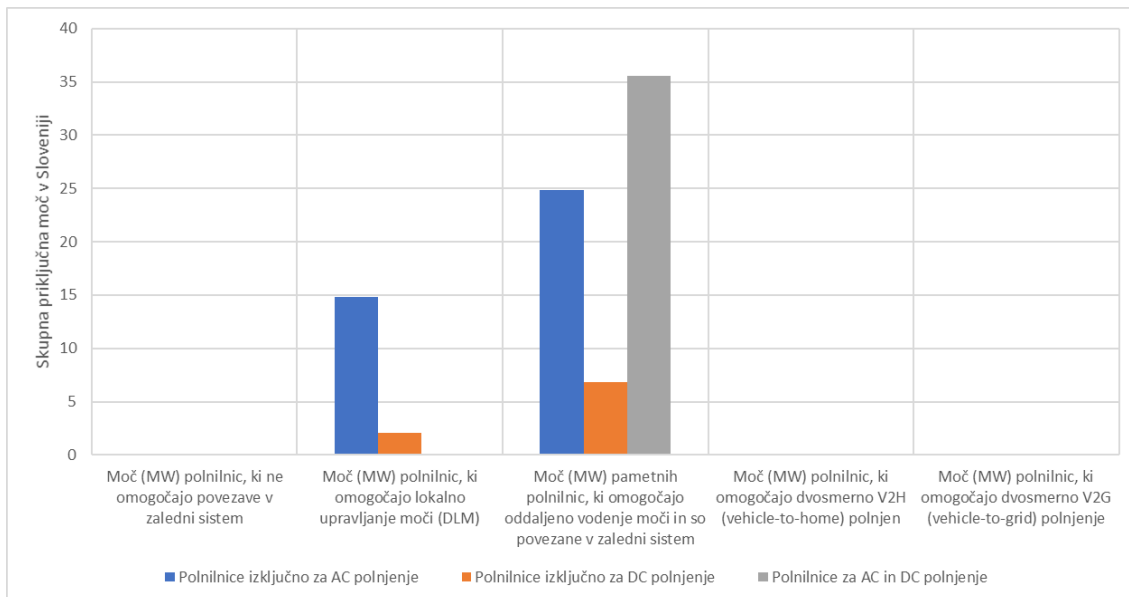
Slika 7: Prikaz velikosti družb, ki so se odzvale na vprašalnik

Vprašanje 3: Vpišite število različnih tipov vaših polnilnic (polnilnih postaj) v Sloveniji. Če določen tip ne obstaja v vašem portfelju, potem v ustrezno polje vpišite število nič. (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



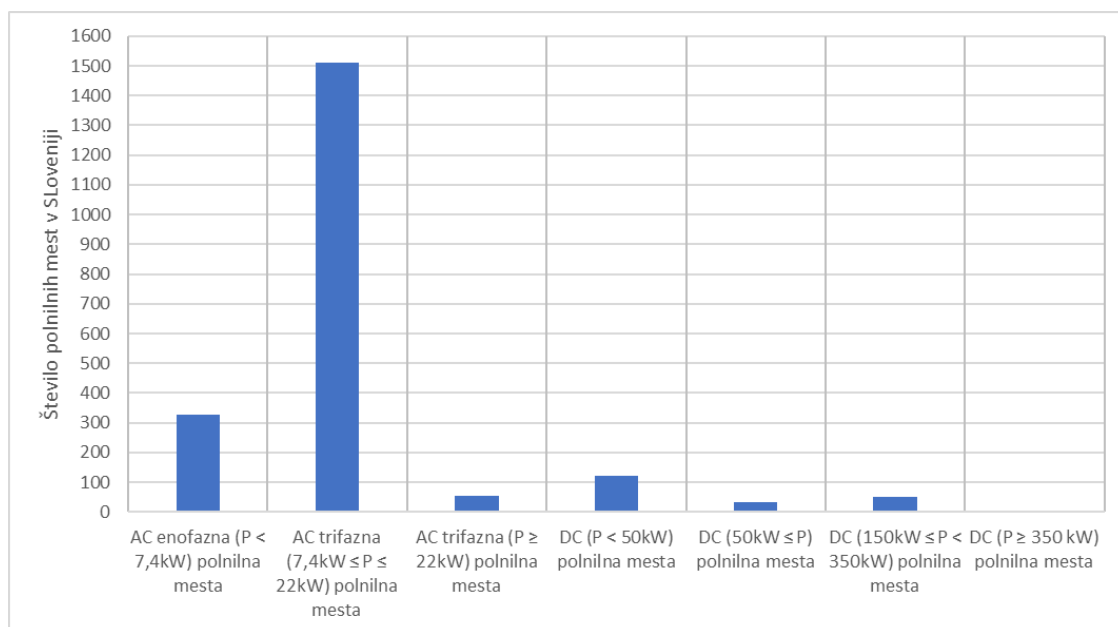
Slika 8: Število različnih tipov polnilnic (polnilnih postaj) anketirancev v Sloveniji

Vprašanje 4: Vpišite skupno priključno moč v MW (megavatih) različnih tipov vaših polnilnic (polnilnih postaj) v Sloveniji. Če določen tip ne obstaja v vašem portfelju, potem v ustrezno polje vpišite število nič. Vpišite le številko (brez enote MW), pri čemer za decimalni simbol uporabite piko. (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



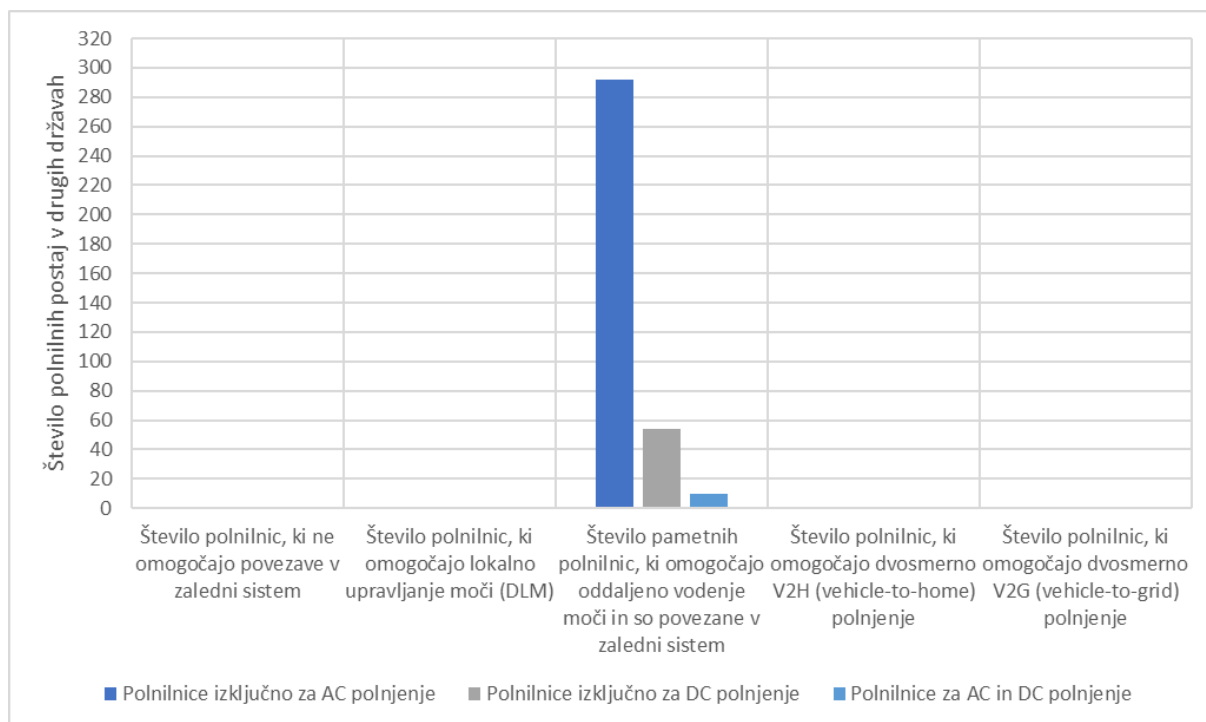
Slika 9: Skupna priključna moč različnih tipov polnilnic (polnilnih postaj) anketirancev v Sloveniji

Vprašanje 5: Vpišite število polnilnih mest v Sloveniji. Če določen tip ne obstaja v vašem portfelju, potem v ustrezno polje vpišite število nič. (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



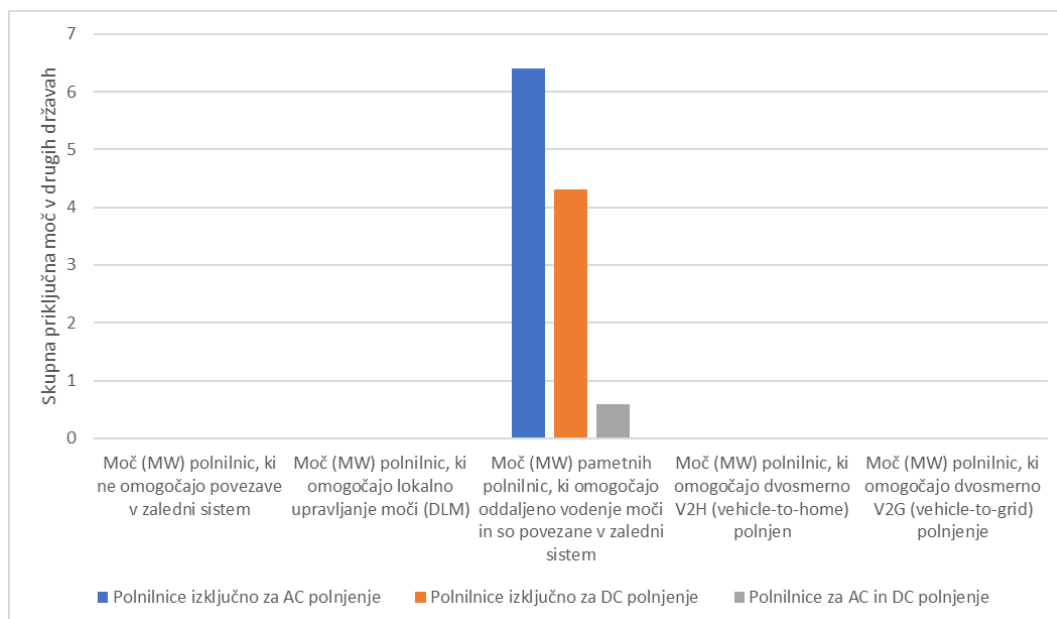
Slika 10: Število polnilnih mest anketirancev v Sloveniji

Vprašanje 6: Vpišite število različnih tipov vaših polnilnic (polnilnih postaj) v drugih državah. Če določen tip ne obstaja v vašem portfelju, potem v ustrezno polje vpišite število nič. (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



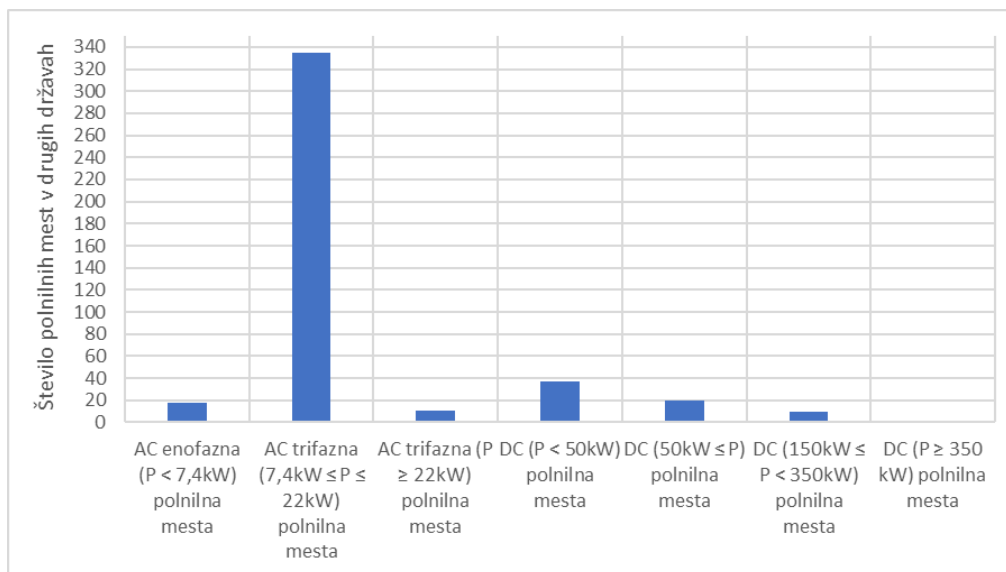
Slika 11: Število različnih tipov polnilnic (polnilnih postaj) anketirancev v drugih državah

Vprašanje 7: Vpišite skupno priključno moč v MW (megavatih) različnih tipov vaših polnilnic (polnilnih postaj) v drugih državah. Če določen tip ne obstaja v vašem portfelju, potem v ustrezno polje vpišite število nič. Vpišite le številko (brez enote MW), pri čemer za decimalni simbol uporabite piko. (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



Slika 12: Skupna priključna moč različnih tipov polnilnic (polnilnih postaj) anketirancev v drugih državah

Vprašanje 8: Vpišite število polnilnih mest v drugih državah. Če določen tip ne obstaja v vašem portfelju, potem v ustrezno polje vpišite število nič. (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)

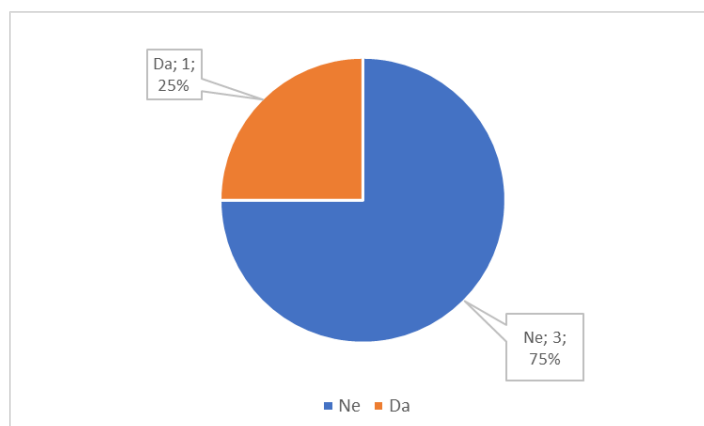


Slika 13: Število polnilnih mest anketirancev v drugih državah

Vprašanje 9: Prosimo, pojasnite, zakaj v Sloveniji uporabljenih dvosmernih polnilnic ne uporabljate v načinu za dvosmerno polnjenje. (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)

Ker proizvajalci pogojujejo to funkcijo z izgubo garancije.
Ne zanima nas.
Ker trenutno so zelo redka vozila, ki to omogočajo; trenutno uporabniki potrebujejo le polnjenje; polnjenje ev še ne povzroča "težav na nn omrežju"; zavedamo se možne problematike vračanja energije oziroma moči v omrežje!

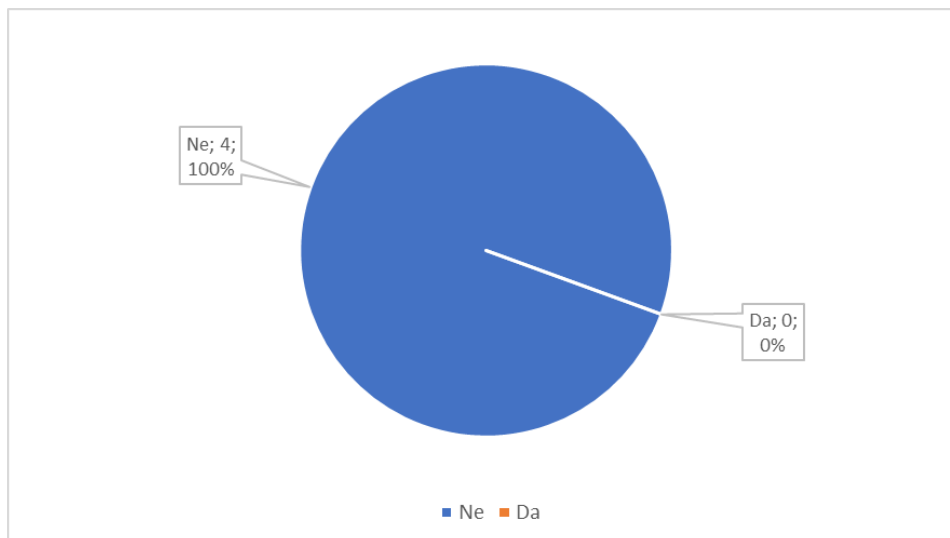
Vprašanje 10: Ali v Sloveniji uporabljate dvosmerne polnilnice dejansko v načinu za dvosmerno polnjenje? (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



Slika 14: Uporaba dvosmernih polnilnic (polnilnih postaj) anketirancev v Sloveniji⁷⁴

⁷⁴ Opomba: Le štirje od osmih operaterjev polnilnih mest, ki so se odzvali na vprašalnik, je podalo odgovore.

Vprašanje 11: Ali v drugih državah uporabljate dvosmerne polnilnice dejansko v načinu za dvosmerno polnjenje? (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)

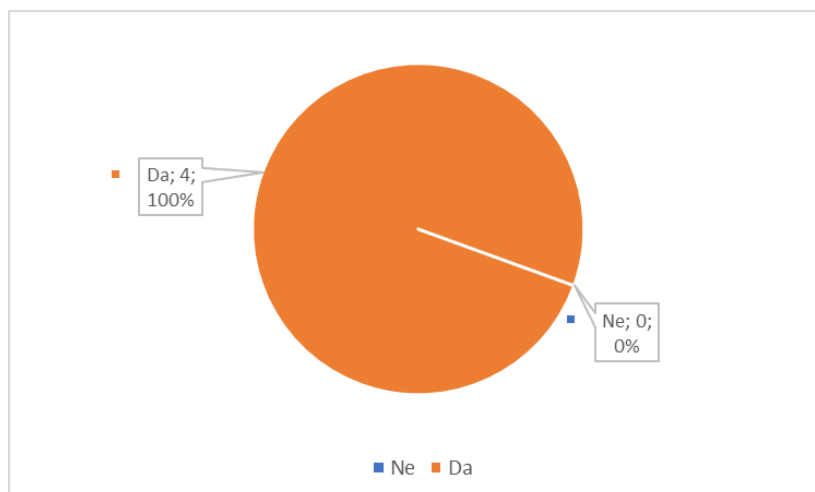


Slika 15: Uporaba dvosmernih polnilnic (polnilnih postaj) dejansko v načinu dvosmernega polnjenja anketirancev v Sloveniji⁷⁵

Vprašanje 12: Prosimo, pojasnite razlike pri uporabi dvosmernih polnilnic v načinu za dvosmerno polnjenje v drugih državah in Sloveniji. (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)

Na to vprašanje anketiranci niso podali odgovorov.

Vprašanje 13: Ali omogočate gostovanje za vaše polnilnice? (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



Slika 16: Omogočanje gostovanja za polnilnice (polnilne postaje) anketirancev⁷⁶

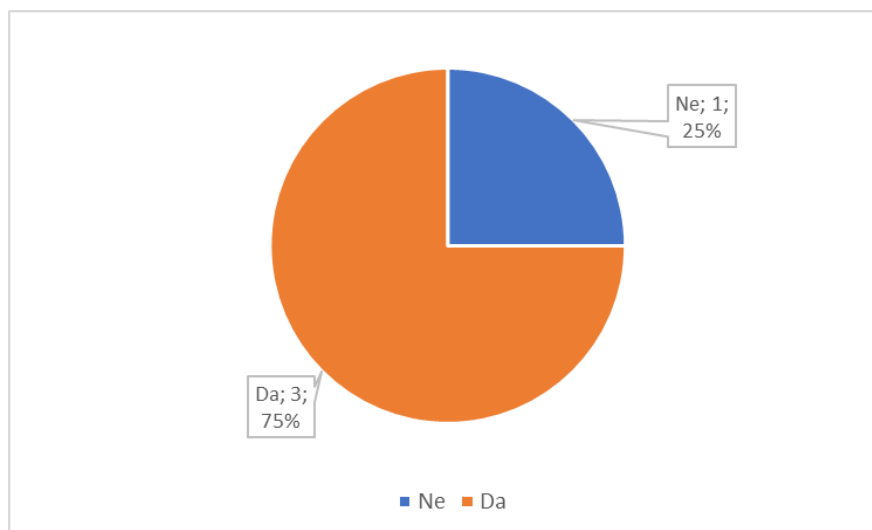
⁷⁵ Opomba: Le štirje od osmih operaterjev polnilnih mest, ki so se odzvali na vprašalnik, je podalo odgovore.

⁷⁶ Opomba: Le štirje od osmih operaterjev polnilnih mest, ki so se odzvali na vprašalnik, je podalo odgovore.

Vprašanje 14: Prosimo, na kratko pojasnite, zakaj ne omogočate gostovanja za vaše polnilnice. (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)

Na to vprašanje anketiranci niso podali odgovorov.

Vprašanje 15: Ali sporočate podatke o lokaciji in statusu (razpoložljivosti) vaših polnilnic na nacionalno dostopno točko? (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



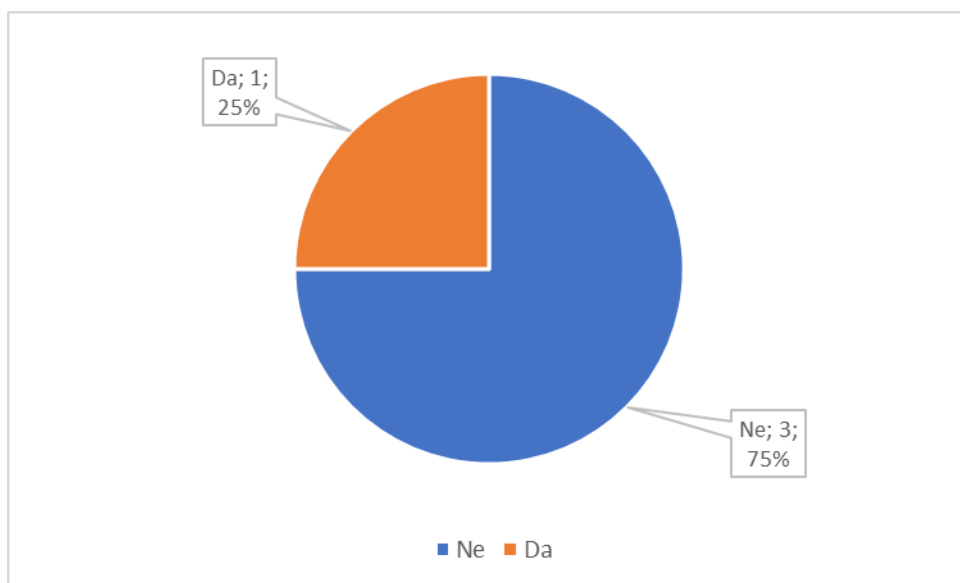
Slika 17: Sporočanje podatkov o lokaciji in statusu (razpoložljivosti) polnilnic anketirancev na nacionalno dostopno točko⁷⁷

Vprašanje 16: Prosim na kratko pojasnite zakaj ne sporočate podatke o lokaciji in statusu (razpoložljivosti) vaših polnilnic na nacionalno dostopno točko. (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)

Odločitev managementa

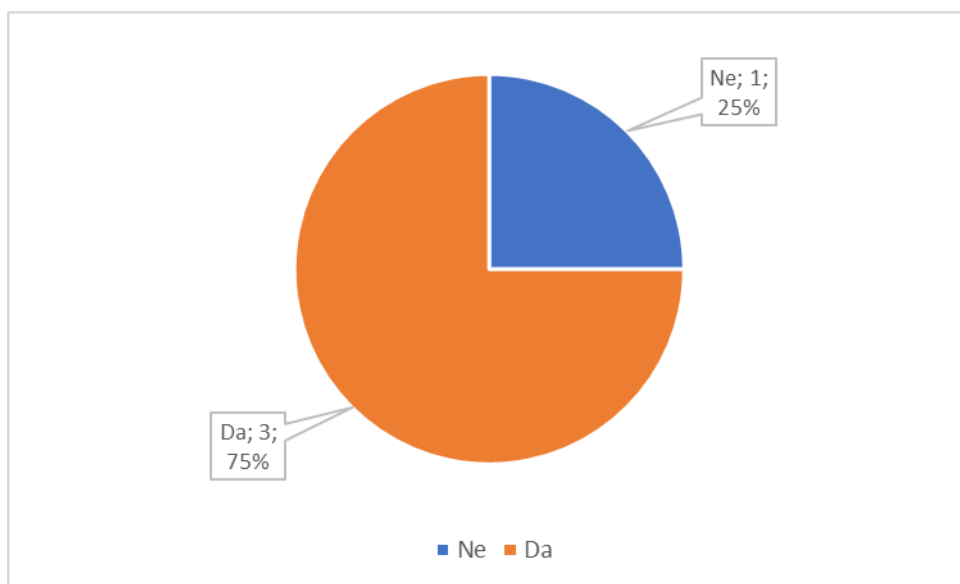
⁷⁷ Opomba: Le štirje od osmih operaterjev polnilnih mest, ki so se odzvali na vprašalnik, je podalo odgovore.

Vprašanje 17: Ali vidite zanimanje trga (uporabnikov) za dvosmerno polnjenje? (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



Slika 18: Odgovori anketirancev na vprašanje o zanimanju trga za dvosmerno polnjenje⁷⁸

Vprašanje 18: Ali razmišljate o ponudbi dvosmernega polnjenja za vaše uporabnike? (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)

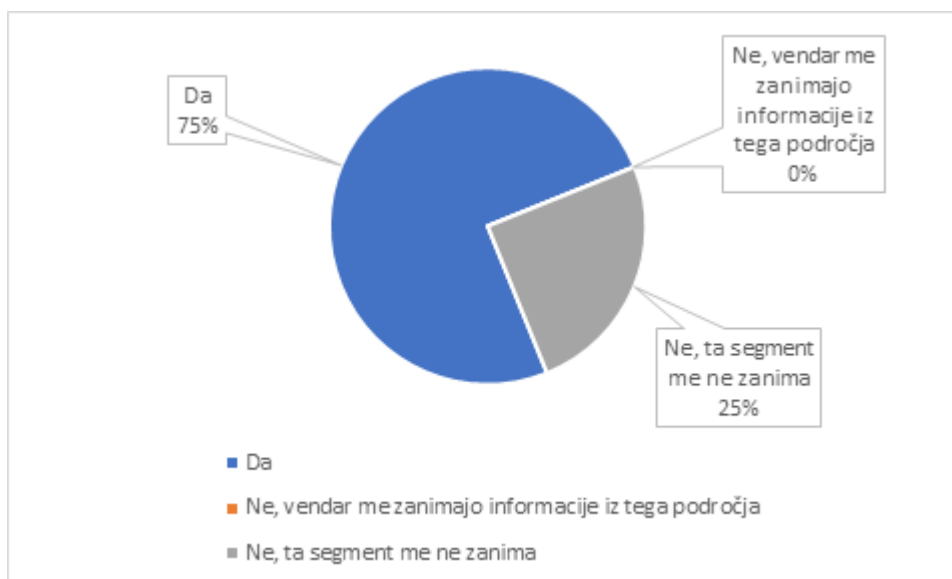


Slika 19: Razmišljanje anketirancev o ponudbi dvosmernega polnjenja za uporabnike⁷⁹

⁷⁸ Opomba: Le štirje od osmih operaterjev polnilnih mest, ki so se odzvali na vprašalnik, je podalo odgovore.

⁷⁹ Opomba: Le štirje od osmih operaterjev polnilnih mest, ki so se odzvali na vprašalnik, je podalo odgovore.

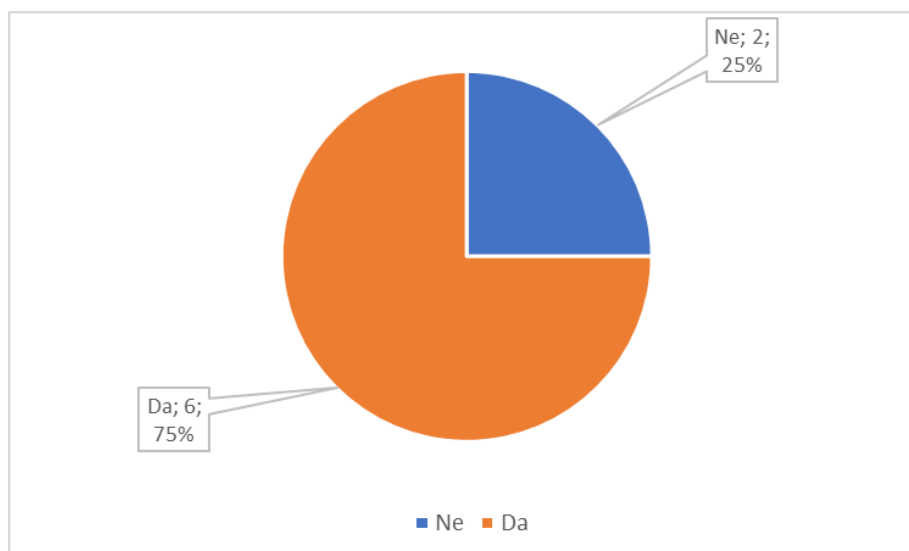
Vprašanje 19: Ali poznate priložnosti dvosmernega polnjenja za uporabnike na trgu z električno energijo? (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



Slika 20: Poznavanje priložnosti dvosmernega polnjenja za uporabnike na trgu z električno energijo med anketiranci

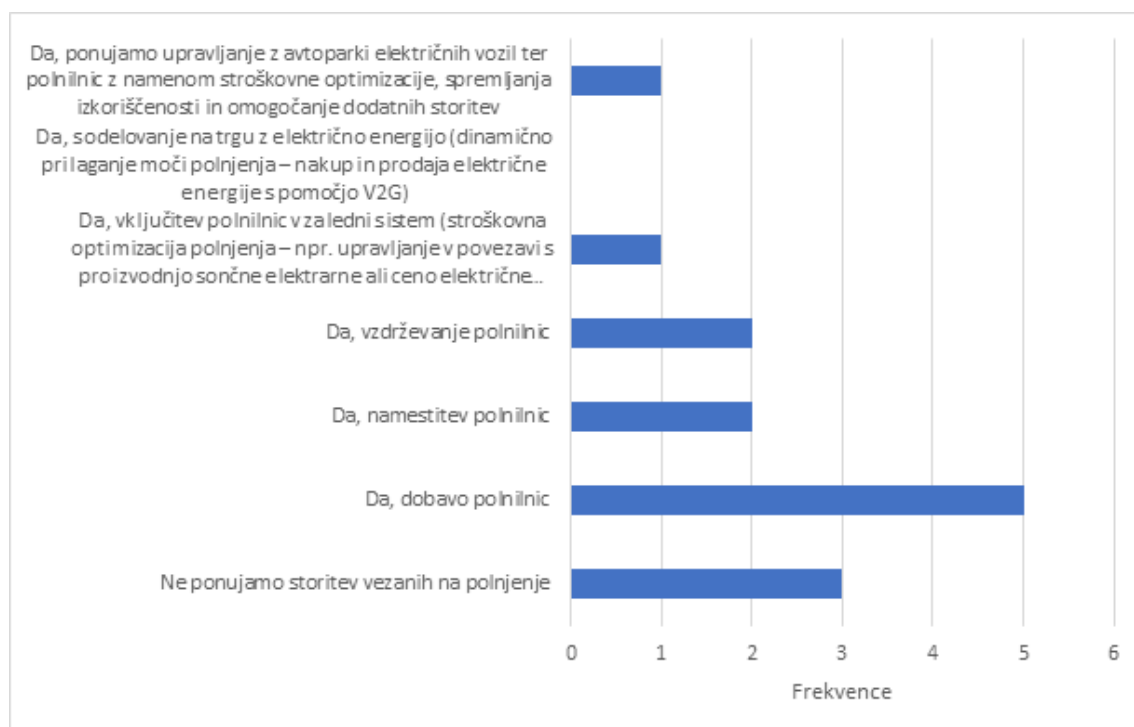
Navedeni primeri priložnosti v primeru odgovora "Da":	
Rezerva energije lahko presega moč 10 nuklearnih elektrarn za več ur uporabe brezplačno. V času, ko ne bo dovolj naravnih zelenih virov energije.	
Priložnosti je ogromno. Generalno baterije v el. vozilih lahko služijo kot odlični zalogovniki baterij na štirih kolesih.	
Avant car vozila, ki čez vikend ostajajo dolgo priključena, pa jih nihče ne uporabi	

Vprašanje 20: Ali imate v svoji ponudbi tudi polnilnice oz. polnilne postaje? (Vprašanje se nanaša na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)



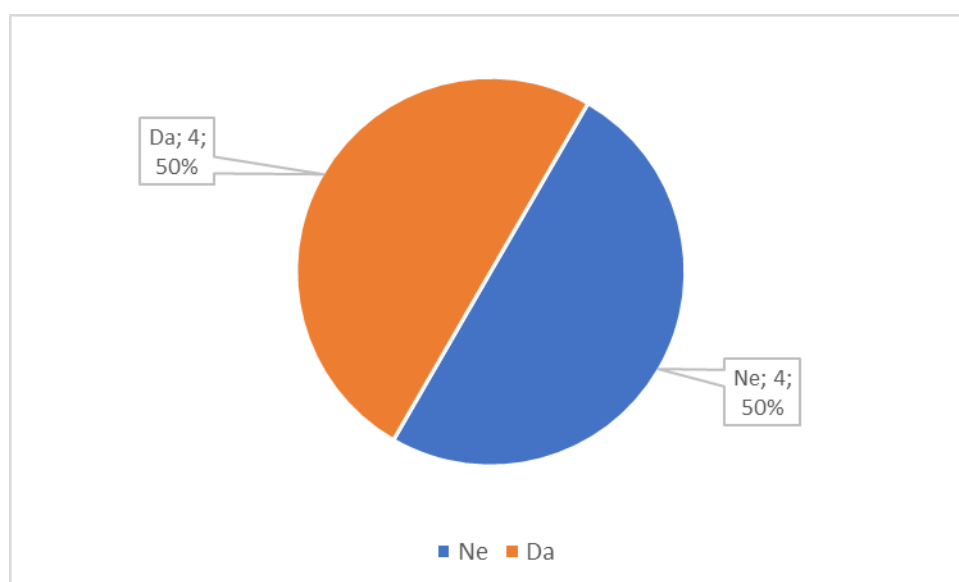
Slika 21: Polnilnice oz. polnilne postaje v ponudbi anketirancev

Vprašanje 21: Ali ponujate storitve, vezane na polnjenje in upravljanje avtoparka?
(Vprašanje se nanaša na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)



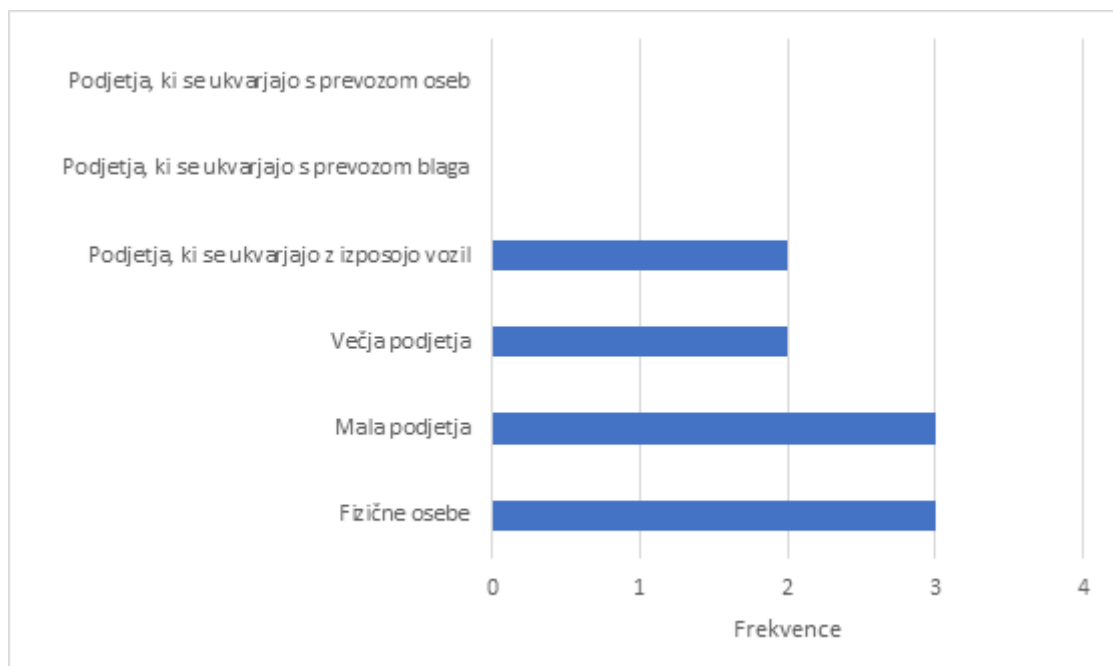
Slika 22: Ponudba storitev polnjenja in upravljanja avtoparka med anketiranci

Vprašanje 22: Ali vidite interes trga za prodajo avtomobilov, ki bi omogočali dvosmerno polnjenje? (Vprašanje se nanaša na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)



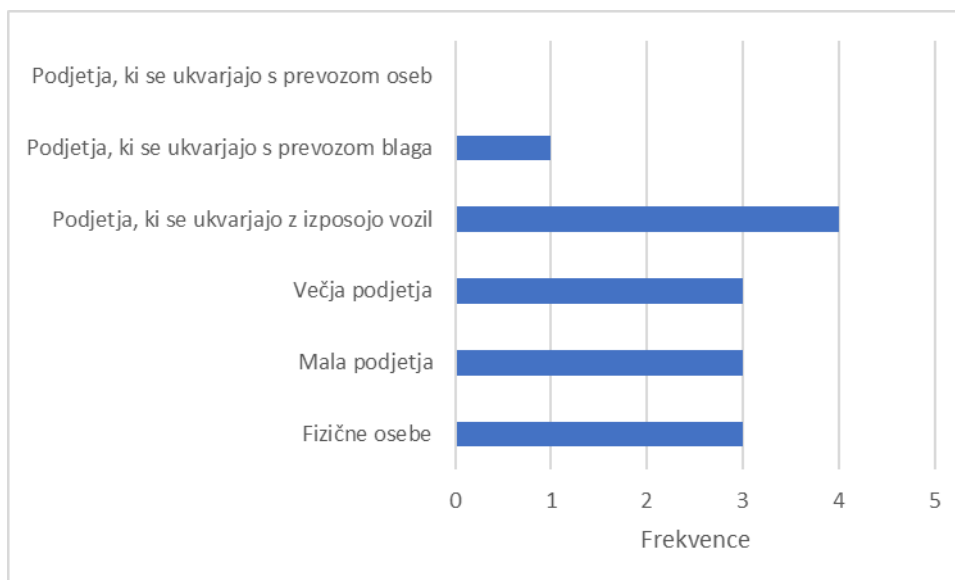
Slika 23: Zanimanje trga za prodajo avtomobilov z možnostjo dvosmernega polnjenja po mnenju anketirancev

Vprašanje 23: Kje vidite interes trga za prodajo avtomobilov in uporabo tehnologije, ki bi omogočala dvosmerno polnjenje (V2G)? (Vprašanje se nanaša na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)



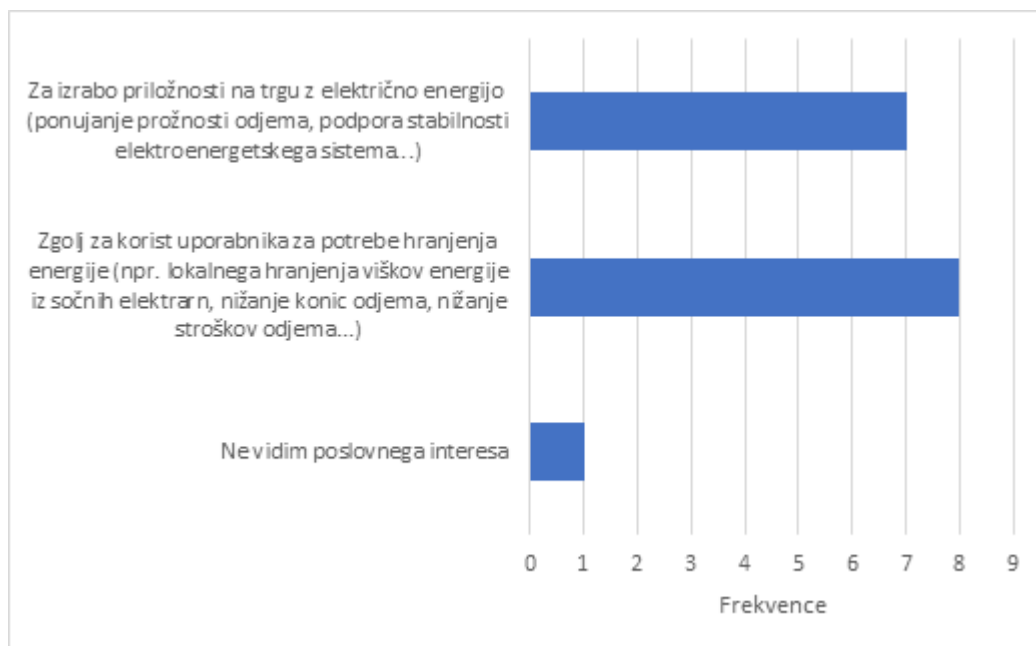
Slika 24: Kje anketiranci vidijo največji interes trga za prodajo avtomobilov in uporabo tehnologije, ki bi omogočali dvosmerno polnjenje (V2G)

Vprašanje 24: Kateri segment uporabnikov menite, da bi zanimalo dvosmerno polnjenje? (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



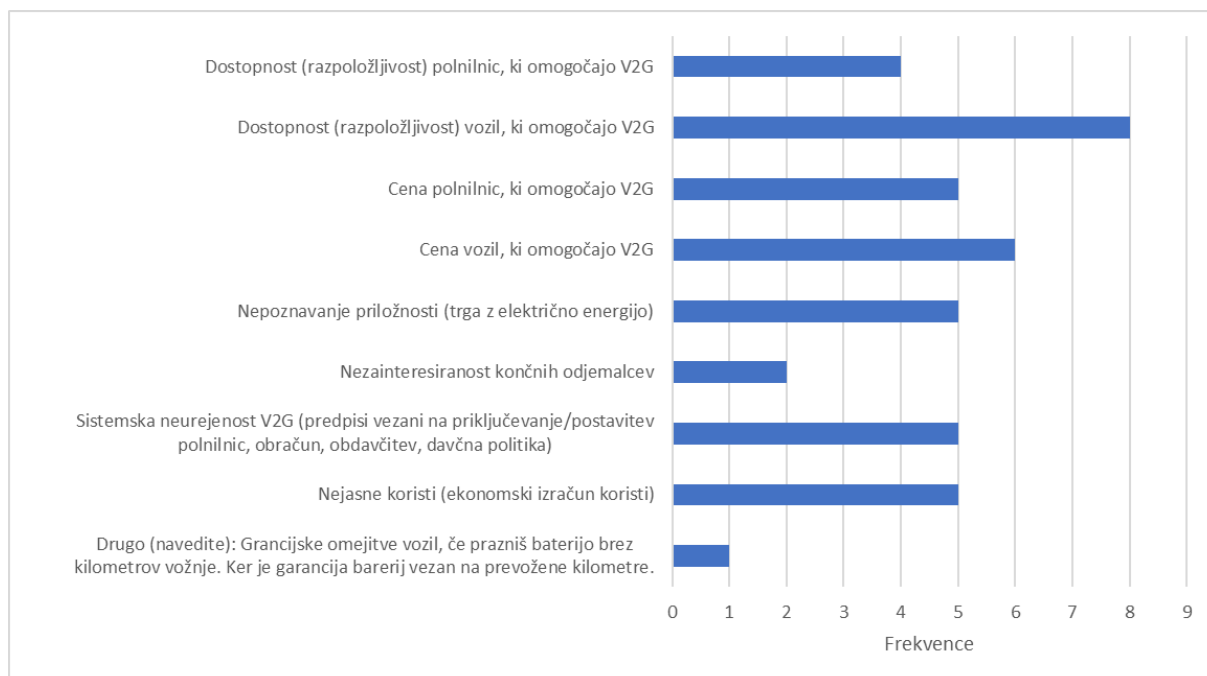
Slika 25: Segmenti uporabnikov, za katere anketiranci menijo, da bi jih zanimalo dvosmerno polnjenje

Vprašanje 25: V katerem segmentu vidite vaš poslovni interes za ponudbo dvosmernega (V2G) polnjenja? (Vprašanje se nanaša in na operaterje polnilnih mest in na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)



Slika 26: Poslovni interes anketirancev za ponudbo dvosmernega (V2G) polnjenja v različnih segmentih

Vprašanje 26: Katere so po vašem mnenju glavne ovire, da se dvosmerno polnjenje ne razširi? (Vprašanje se nanaša in na operaterje polnilnih mest in na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)

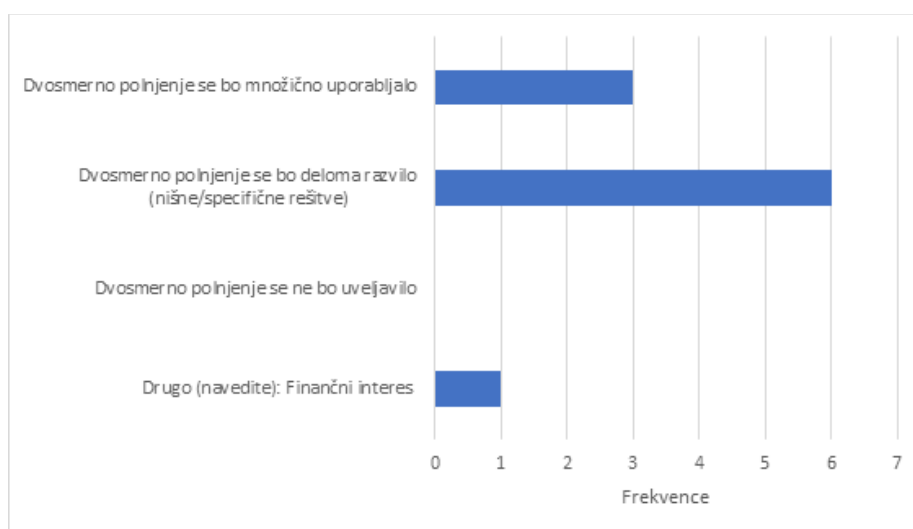


Slika 27: Glavne ovire, po mnenju anketirancev, da se dvosmerno polnjenje ne razširi

Vprašanje 27: Vaši predlogi za povečanje interesa uvedbe dvosmernega polnjenja?
(Vprašanje se nanaša in na operaterje polnilnih mest in na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)

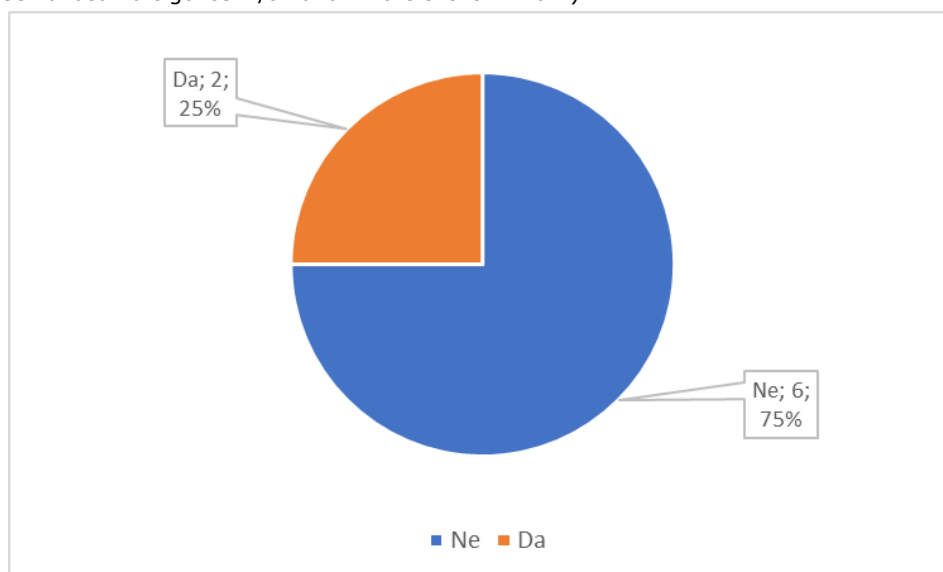
Ureditev infrastrukture (dostopnost polnilnic)
Morda pričetek z naslova omrežnine, vendar ne toliko na kwh, kakor bi se obračunavala kompenzirana moč
Podpora za dvosmerne polnilnice
Predstavitev prednosti, sistemska urejenost področja, spodbude,...
Že regulacija moči je ogromna priložnost za povečanje stabilnosti omrežja

Vprašanje 28: Vaše mnenje o prihodnosti dvosmernega polnjenja. Napoved nadaljnjega razvoja in trga. (Vprašanje se nanaša in na operaterje polnilnih mest in na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)



Slika 28: Mnenje anketirancev o prihodnosti dvosmernega polnjenja

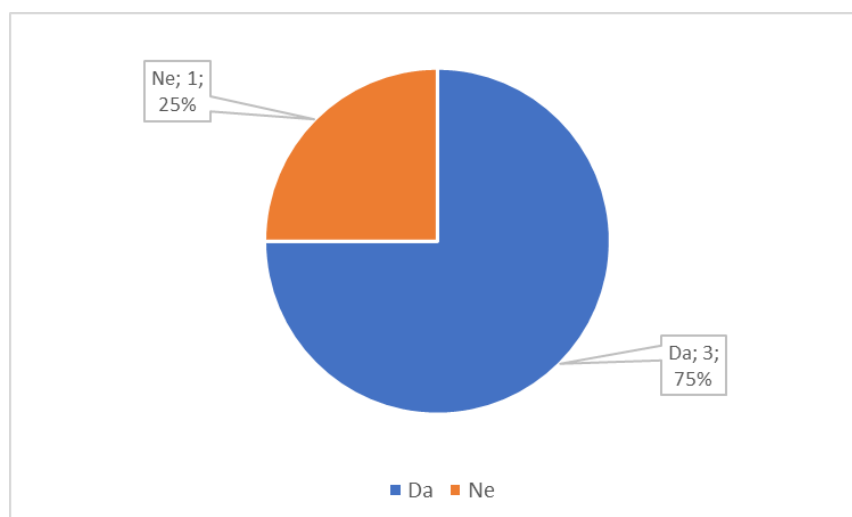
Vprašanje 29: Ali imate v svoji ponudbi avtomobile, ki omogočajo dvosmerno polnjenje?
(Vprašanje se nanaša na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)



Slika 29: Avtomobili z dvosmernim polnjenjem v ponudbi anketirancev

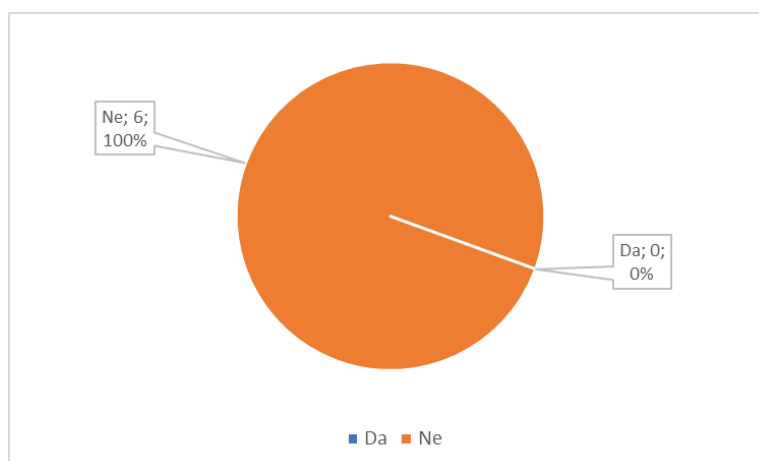
Navedeni modeli v primeru odgovora "Da":
Kia ev9
Nissan Leaf

Vprašanje 30: Ali bi bili zainteresirani za udeležbo v demonstracijskem projektu dvosmernega polnjenja? V primeru sodelovanja bi vaša infrastruktura bila uporabljena za dvosmerno polnjenje. Ob tem bi bilo potrebno zagotavljati podrobne podatke o polnjenju. (Vprašanje se nanaša na operaterje polnilnih mest)



Slika 30: Zainteresiranost anketirancev za udeležbo v demonstracijskem projektu dvosmernega polnjenja⁸⁰

Vprašanje 31: Ali bi bili zainteresirani za udeležbo v demonstracijskem projektu dvosmernega polnjenja? V primeru sodelovanja bi vaša vozila oziroma vozila vaših strank bila uporabljena za dvosmerno polnjenje. (Vprašanje se nanaša na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)



Slika 31: Zainteresiranost anketirancev za udeležbo v demonstracijskem projektu dvosmernega polnjenja⁸¹

⁸⁰ Opomba: Le štiri od osmih operaterjev polnilnih mest, ki so se odzvali na vprašalnik, je podalo odgovore.

⁸¹ Opomba: Le šest od osmih trgovcev, ki so se odzvali na vprašalnik, je podalo odgovore.

Vprašanje 32: Navedite, katere informacije bi potrebovali, da bi se lahko odločili za uvedbo/ponujanje dvosmernega polnjenja in sodelovanje na trgu prožnosti? (Vprašanje se nanaša in na operaterje polnilnih mest in na trgovce in/ali uvoznika električnih vozil)

Odkvisno od proizvajalca.
Baterije so ta trenutek še premajhne, da bi polnile druge stvari....razen izjemoma,
Oblikovanje poslovnega in cenovnega modela
Ni povpraševanja trenutno po električnih vozilih.
Nimamo
Finančni izračun
Čim več vseh razpoložljivih informacij.