



Interreg
CENTRAL EUROPE



European Union
European Regional
Development Fund

EfficienCE



NADNACIONALNI VODNIK ZA UPORABO ENERGIJSKO UČINKOVITIH TEHNOLOGIJ V INFRASTRUKTURI JAVNEGA PREVOZA

(4) Pilotni projekti

ZALOŽNIŠKI PODATKI

Projektna številka:

CE1537 EfficienCE - Energijska učinkovitost za infrastrukturo javnega prevoza v Srednji Evropi.

Financira:

Interreg Central Europe (<http://interreg-central.eu/Content.Node/home.html>)

Naslov publikacije:

D.T. 2.3.2 Nadnacionalni vodnik o pilotnem projektu EfficienCE

Urednik:

Konzorcij EfficienCE

Avtorji:

Mitja Klemenčič, Marijan Španer, Matej Moharič, Vlasta Rodošek (Univerza v Mariboru)

Postavitev in oblikovanje:

Levent Saran (Rupprecht Consult GmbH)

Datum:

Junij 2022

O projektu EfficienCE

EfficienCE je bil sodelovalni projekt, financiran iz programa Interreg CENTRAL EUROPE, namenjen zmanjšanju ogljičnega odtisa v regiji. Večina srednjeevropskih mest ima obsežne sisteme javnega prevoza, ki lahko služijo kot osnova za storitve nizkoogljične mobilnosti. Več kot 63 % dnevnih migrantov v regiji uporablja javni prevoz. Ukrepi za povečanje energijske učinkovitosti in deleža obnovljivih virov v infrastrukturi javnega prevoza lahko torej zelo močno vplivajo na zmanjšanje CO₂.

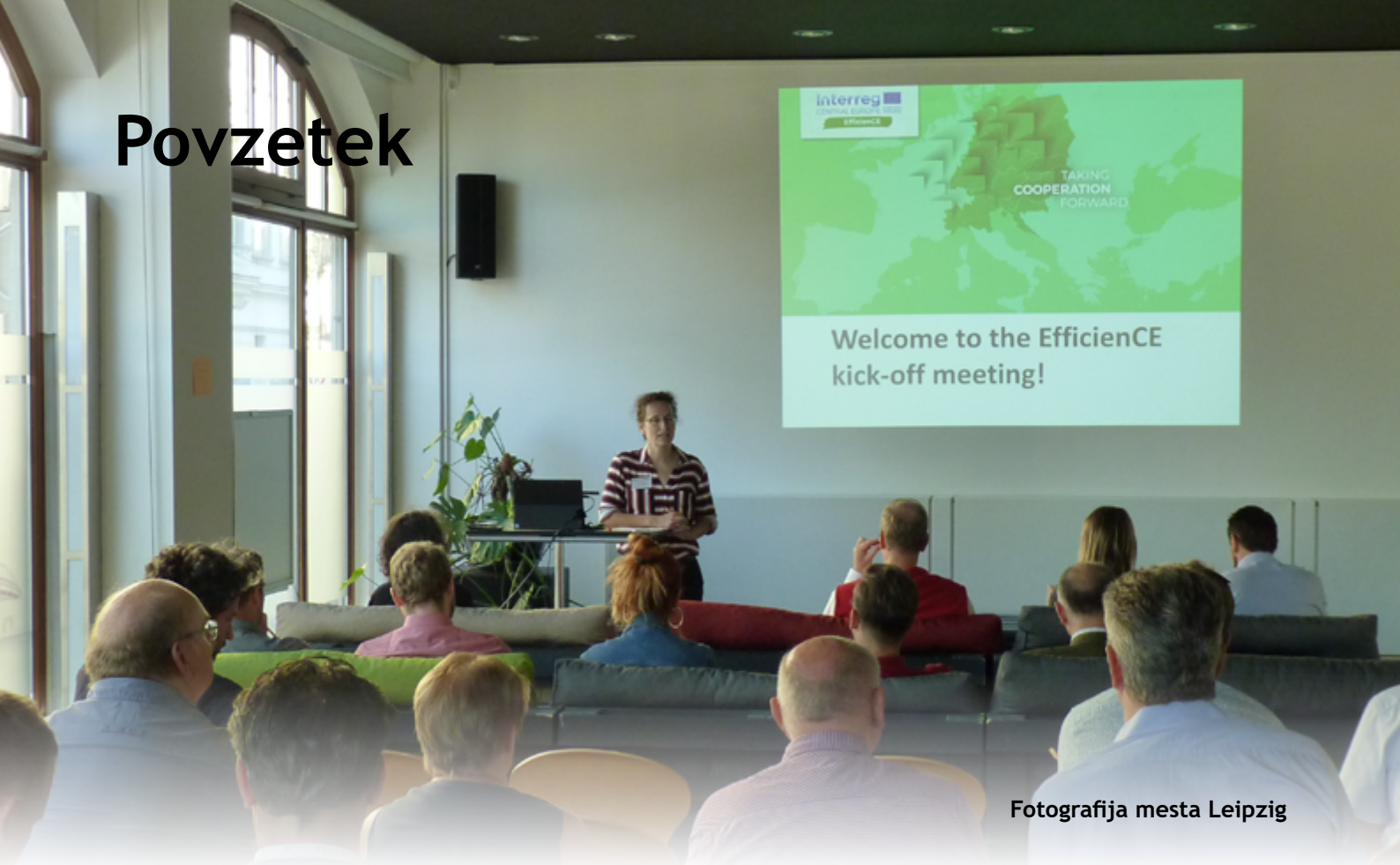
To je bilo mogoče doseči s podporo lokalnih organov, vodstva in upravljavcev javnega prevoza z razvojem strategij načrtovanja in akcijskih načrtov, z uvajanjem pilotnih ukrepov, razvojem orodij in izvedbo usposabljanj za načrtovanje in upravljanje nizkoogljične infrastrukture ter s prenosom znanja in najboljših praks o energijsko učinkovitih ukrepih po regijah Srednje Evrope.

Dvanajst partnerjev, vključno s sedmimi organi/izvajalci javnega prevoza iz sedmih držav je tri leta sodelovalo z namenom izkoristiti neizkoriščene potencialne v tem sektorju in prispevati k ciljem EU iz „bele knjige“, da se emisije iz prometa do leta 2050 zmanjšajo za 60 odstotkov in da se do leta 2030 prepolovi uporaba avtomobilov na konvencionalna goriva.

Kazalo

Povzetek	5
1. Pilotni projekti	6
1.1. Izvedba integriranega fotonapetostnega sistema postaje podzemne železnice za napajanje pomožnih objektov stavbe z OVE (Dunaj, Rakúsko)	6
1.2. Uporaba regenerirane zavorne energije in OVE za napajanje stavbe depoja trolejbusov (Gdynia, Poljsko)	8
1.3. Nadgradnja obstoječe transformatorske postaje vzpenjače in integracija hitre polnilnice za električne avtobuse (Maribor, Slovinsko)	10
1.4. Integracija vmesnega hranilnika v omrežje trolejbusov za povečanje energijske učinkovitosti (Plzen, Česká republika)	15
2. Sklepi	18
3. Reference	19

Povzetek



Fotografija mesta Leipzig

Projekt EfficienCE se je osredotočil na energijsko učinkovitost v infrastrukturi javnega prevoza v Srednji Evropi in izvedel raziskavo, namenjeno prepoznavanju prispevkov k učinkoviti infrastrukturi javnega prevoza. Poudarek je bil na naslednjih tematikah:

Osrednje tematike pilotnega projekta
Shranjevanje energije v infrastrukturi javnega prevoza
Integracija fotonapetostnega sistema (PV)
Večnamenska raba infrastrukture javnega prevoza
Orodja za nadzor rabe energije (EAT)
Hitra polnilnica za električne avtobuse
Polnjenje med vožnjo (IMC)

V okviru projekta so se izvajale in testirale rešitve za izboljšanje energijske učinkovitosti infrastrukture javnega prevoza in integracijo OVE v sisteme javnega prevoza z namenom zmanjšanja odvisnosti javnega prevoza od fosilnih goriv in posledično zagotovitve, da ostane javni prevoz v državah Srednje Evrope cenovno dostopen in učinkovit.

Štiri pilotne naložbe v projektu EfficienCE se nanašajo na zgoraj navedene tematike.

Wiener Linien je implementiral fotonapetostni sistem, integriran v podzemno postajo, ki se uporablja za napajanje pomožnih objektov stavbe z OVE.

Podjetje za trolejbusni potniški promet v Gdynii (PKT) je v zadnjih letih raziskalo vse tri tematike projekta EfficienCE. Projekt EfficienCE predstavlja rezultate naložb v uporabo regenerirane zavorne energije in OVE za napajanje depoja za trolejbusse.

Mestna občina Maribor je nadgradila obstoječo transformatorsko postajo vzpenjače in integrirala hitro polnilnico za električne avtobuse.

Nazadnje je občinsko prevozno podjetje PMDP iz Plzna prikazalo integracijo sistema vmesnega hranilnika v omrežje trolejbusov. Raziskovalno delo je bilo osredotočeno na povečanje energijske učinkovitosti.

1. Pilotni projekti

Pilotni projekt 1 - Izvedba integracije fotonapetostnega sistema na postaji podzemne železnice:

- Namestitev fotonapetostnega sistema na strehi postaje podzemne železnice na Dunaju.
- Integracija in testiranje dovajanja energije, proizvedene s fotonapetostnim sistemom, v energetske sistem postaje za napajanje pomožnih enot.

Pilotni projekt 2 - Izvedba integracije regenerirane zavorne energije in OVE za napajanje depoja trolejbusov:

- Uvedba sistema pretvornikov za dovajanje regenerirane energije iz nadzemnih vodov v energetske sistem stavbe depoja v Gdynii.

Pilotni projekt 3 - Izvedba hitre polnilnice električnih avtobusov:

- Nadgradnja večnamenske transformatorske postaje in postavitve hitre polnilnice, ki uporablja energijo iz večnamenske transformatorske postaje v Mariboru.
- Energija bo namenjena polnjenju električnih avtobusov, avtomobilov in same vzpenjače.

Pilotni projekt 4 - Izvedba integracije vmesnega hranilnika v trolejbusno omrežje:

- Namestitev vmesnega hranilnika za shranjevanje presežne energije v Plznu.
- Zagotavljanje dodatnih zmogljivosti na zahtevo za trolejbusno omrežje.

1.1 Izvedba integriranega fotonapetostnega sistema postaje podzemne železnice za napajanje pomožnih objektov stavbe z OVE (Dunaj)

Kratek opis pilotne naložbe

Wiener Linien kot podjetje za javni prevoz upravlja številne nepremičnine na Dunaju, ki bi jih lahko potencialno uporabili za pridobivanje sončne energije. Potencial je ocenjen na 100 000 kvadratnih metrov. Vendar pa vse do sedaj tam zaradi statike ni bilo mogoče postaviti konvencionalnih fotonapetostnih sistemov. Nov izdelek, fotonapetostna folija, je bistveno lažja od konvencionalnih sistemov in izpolnjuje posebne zahteve za električno ozemljitev v stavbi podzemne železnice.

Pilotni projekt obsega vzpostavitev centralne fotonapetostne elektrarne in razvoj orodja za spremljanje rabe energije (EMT) za postajo podzemne železnice ter spremljanje in vrednotenje delovanja tega novega fotonapetostnega sistema.

Potrebna sredstva

Streho postaje podzemne železnice so prvič prekrili s fotonapetostnimi folijami. Te fotonapetostne folije so petkrat lažje od konvencionalnih fotonapetostnih sistemov. Druga posebnost je, da se železnica na enosmerni tok in proizvodnja električne energije iz fotonapetostnih naprav upravljata skupaj.

Glavni izzivi so integracija te nove tehnologije v obstoječe sisteme. Ker sistem podzemne železnice napaja enosmerni tok (DC), obstaja nevarnost blodečega toka. Zato mora imeti fotonapetosten sistem poseben izolacijski sloj. Druga zahteva je teža. Pri zasnovi ni posebnih zahtev, ki bi presegale običajne zahteve za namestitev fotonapetostnega sistema.

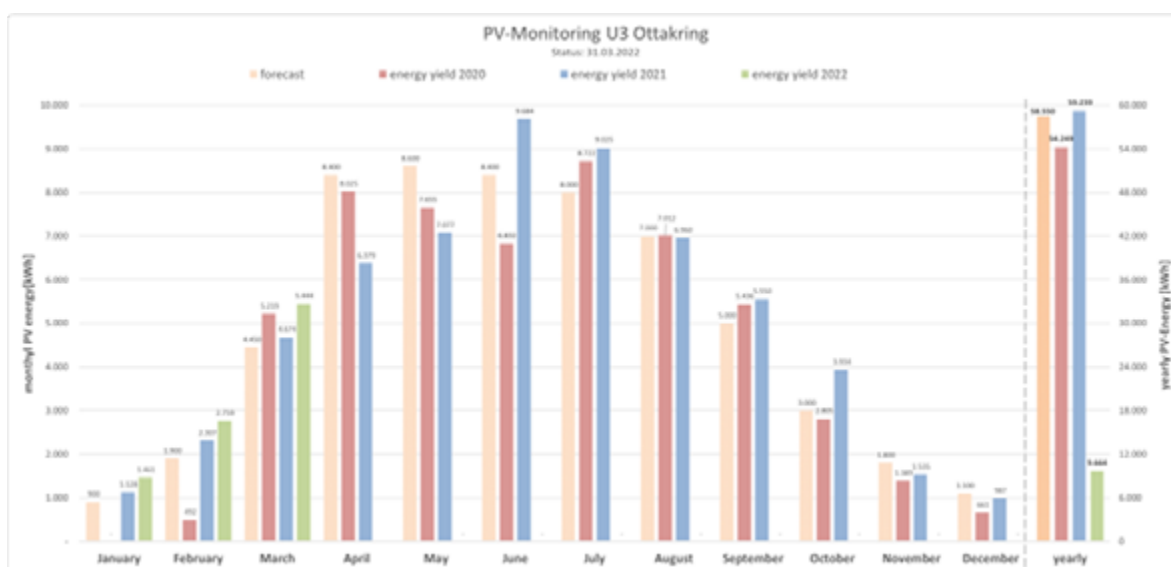


Slika 1: Slika fotonapetostnega sistema iz zraka (05-2020), © Wien Energie GmbH

Dokaz uspeha

Fotonapetostna elektrarna meri 360 kvadratnih metrov in ima 60,3 kW temenske izhodne moči. Proizvede približno 62 000 kWh sončne energije. S tem vsako leto prihranimo več kot 21 ton CO₂.

Na zmogljivost elektrarne močno vpliva izhodna električna moč. Uporablja se merilna oprema Siemens PAC 3200, pridobljeni podatki pa se samodejno prenašajo v sistem za nadzor rabe energije. Letna proizvodnja energije je višja od pričakovane v napovedi pred začetkom projekta.



Slika 2: Energetski izkoristek fotonapetostnega sistema

Težave, ki so se pojavile

Eden glavnih izzivov je bila postavitve tehnične opreme, kot je frekvenčni pretvornik. Ker pretvornika ni bilo mogoče namestiti na streho postaje (zaradi hrupa), je bil nameščen znotraj postaje. Za polaganje kablov je bil potreben natančen načrt za skrajšanje razdalje med prostorom s tehnično opremo in prostorom, kjer se nahaja glavni nizkonapetostni razdelilnik.

Ko je bil glavni nizkonapetostni razdelilnik povezan s prostorom s tehnično opremo, so namestili merilne komponente na odklopnik. Ker so bili uporabljeni obstoječi kolektorji, so za vzpostavitev meritev porabe nastali le manjši dodatni stroški. Prilagoditve glede napeljave kablov so bile pričakovane.

Ker sta ta izdelek in njegova uporaba novost, je bilo potrebno preizkusiti in oceniti njegovo delovanje. Vključen je bil merilni sistem. Merjeni so bili tako okoljski pogoji (sončno sevanje, vlaga in temperatura zraka) kot delovanje sistema (tok in napetost na dveh lokacijah: ob panelih na strehi in v prostoru za elektroinstalacije ob pretvorniku za izmenični (AC) in enosmerni tok (DC).

Potencial za učenje in prenos znanja

V smislu izvedljivosti je pilotni projekt zajel vse ovire (npr. težo, električno ozemljitev), s katerimi se soočajo druge potencialne lokacije ponudnikov storitev prevoza. Ugotovitve in obeti za morebitne bodoče fotonapetostne inštalacije so, da je izvedba fotonapetostnega sistema na železniškem objektu možna brez težav. Z elektrotehničnega vidika lahko rečemo, da ni negativnih vplivov fotonapetostnega sistema na trolejbusno omrežje in obratno. Če povzamemo, so fotonapetostne folije zelo dobra možnost za namestitvev na starejše zgradbe s statičnimi izzivi, v kolikor pa ne obstajajo omejitve zaradi statike zgradbe, je treba iz ekonomskih razlogov uporabiti standardne module.

1.2 Uporaba regenerirane zavorne energije in OVE za napajanje stavbe depoja trolejbusov (Gdynia)

Kratek opis pilotne naložbe

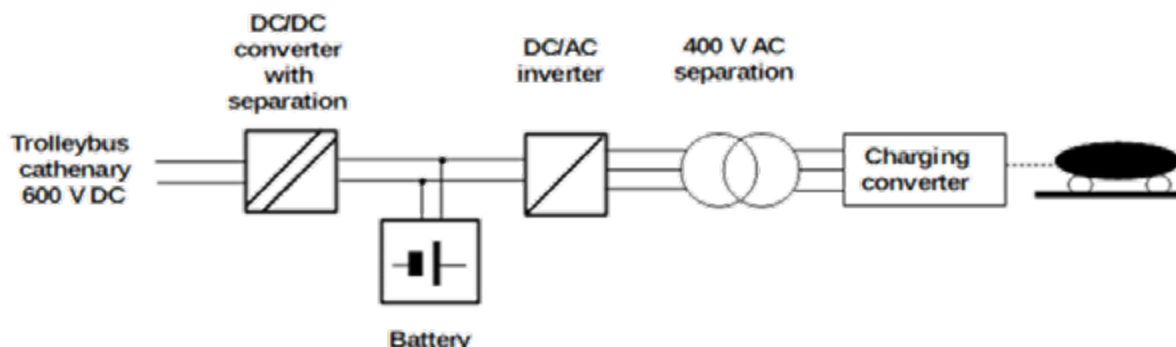
Neuporabljen regenerirana zavorna energija trolejbusov je spodbudila Podjetje za trolejbusni potniški promet v Gdynii (PKT) k uvedbi rešitev za optimizacijo rabe energije. Naložba bo omejila izgube energije v trolejbusnem omrežju z izkoriščanjem neuporabljene regenerirane zavorne energije. Regenerirana zavorna energija izgine v obliki toplotne energije in se preko zaviralnih uporov prenese v omrežje. S pomočjo take rešitve se regenerirana, neizkoriščena zavorna energija prenese v omrežje trolejbusnega depoja in se uporabi za napajanje stavbe (depojska razsvetljava in druge naprave ...).

Potrebna sredstva

To je možno doseči z uporabo inovativnega energetskega pretvornika, ki omogoča, da se energija, ki bi bila sicer izgubljena, dovaja neposredno v energetske sistem stavbe. V depo je treba namestiti posebej zasnovan pretvornik za DC/AC, ki omogoča vzpostavitev povezave med trolejbusnim omrežjem na izmenični tok in omrežjem stavbe na enosmerni tok. Pretvornik za enosmerni/izmenični tok omogoča regeneracijo neuporabljene zavorne energije in dovajanje te energije v zgradbo depoja, nadzor ravni porabe energije v trolejbusnem omrežju, zaznavanje neuporabljene energije in temeljit nadzor porabe energije v zgradbi depoja z nadaljnjim razvojem sistema za spremljanje rabe energije (EMS).

Dokaz uspeha

Sistem pretvarjanje in shranjevanje energije je bil uveden v depoju PKT Gdynia in povezan s trolejbusnimi nadzemnimi vodi, tudi kot vir energije za polnilno postajo za električne avtomobile. Izmerjene so bile razpoložljivost polnilne moči in izhodne vrednosti izmenične napajalne napetosti. Poleg tega je bila testirana možnost regeneracije zavorne energije.



Slika 3: Shema inovativnega sistema

Težave, ki so se pojavile

Naprava je bila testirana tudi kot vir energije za polnilne postaje za električne avtomobile. V prvih fazah testiranja je bilo preizkušeno hkratno delovanje polnilnih postaj v različnih pogojih, ob različnih urah dneva in z različnimi vrstami vozil. V nadaljevanju je bilo delovanje polnilne postaje testirano z visoko intenzivnostjo polnjenja, s čimer je bilo mogoče preverjati konstrukcijske predpostavke in določiti praktične uporabe.

Izmerjene so bile razpoložljivost polnilne moči in izhodne vrednosti izmenične napajalne napetosti. Izveden je bil preizkus možnosti regeneracije zavorne energije.

Težava je bila v tem, da je postajo preobremenil 400 V AC sprejemnik (polnilna postaja za električne avtomobile). Pretvornik ni bil zadostno zaščiten pred preobremenitvami, zaradi česar je prišlo do njegove zaustitve. Pretvornik mora biti povezan z nadzemnim vodom preko odklopnika z daljinskim upravljalnikom, ki ga je mogoče upravljati iz nadzornega centra transformatorske postaje. To poenostavi ponastavitev napajalnega sistema v nujnih primerih in odklop polnilne postaje med vzdrževalnimi deli na voznem omrežju. Za preprečitev izklopa naprave v primeru izpada električne energije v nadzemnem vodu (pomanjkanje napajanja 600 V DC) so bile uporabljene baterije na postaji pretvornika.

Potencial za učenje in prenos znanja

Prednost te naprave je v tem, da tovrstna polnilnica ni pritrjena na tla in jo lahko postavimo povsod, kjer poteka trolejbusno omrežje. Priključitev postaje ne zahteva dodatnih stroškov namestitve in gradbenega dovoljenja, kar skrajša dobo izvedbe investicije.

Prednost trolejbusnega omrežja je njegov velik prostorski razpon v številnih mestih in s tem široka dostopnost. Posledično se lahko uporablja za napajanje polnilnih postaj za vozila, kjer je povezava z električnim vodom na izmenični tok problematična, na primer zaradi gradbenih del.

Pretvornik za shranjevanje energije, ki zbira presežno zavorno in vlečno energijo, je bil zasnovan in nameščen za shranjevanje in prenos te energije v omrežje za napajanje stavbe depoja in polnilne postaje za električne avtomobile. Naprava omogoča, da se odvečna energija, ki nastane pri zaviranju trolejbusov, „ujame“ v omrežje in uporablja za napajanje. Pretvornik uporablja za shranjevanje energije rabljeno baterijo trolejbusa. S tem se odpira dodatna priložnost, namreč „ponovna uporaba“ rabljenih pogonskih baterij.

Po končani izvedbi bo mogoče preizkusiti model povezovanja osebnega in javnega prevoza v širšem obsegu s parkiranjem avtomobilov na varovanih parkiriščih, ki bodo s središčem mesta povezana s trolejbusnim ali tramvajskim omrežjem, in vračanjem domov z avtomobilom, ki se je medtem napolnil s pomočjo „zelene energije“.



Slika 4: Shranjevanje električne energije v baterijah; uporaba rabljene pogonske baterije iz trolejbusa (Vir: PKT Gdynia)

1.3 Nadgradnja obstoječe transformatorske postaje vzpenjače in integracija hitre polnilnice za električne avtobuse (Maribor)

Kratek opis pilotne naložbe

Mestna občina Maribor (MOM) je investirala v posodobitev obstoječe postaje vzpenjače in integracijo hitre polnilnice za električne avtobuse na postaji vzpenjače v Mariboru (na končni postaji avtobusne linije 6). To je omogočilo večnamensko uporabo obstoječe infrastrukture javnega prevoza in sicer z uporabo električne energije iz postaje vzpenjače tako za delovanje vzpenjače kot tudi za polnjenje električnih avtobusov. Drugi pripravljalni ukrepi v okviru ustrezne pilotne aktivnosti so vključevali študijo tehnične izvedljivosti. Tehnična dokumentacija je vključevala pripravo razpisnega postopka za hitro polnilnico električnih avtobusov. Hitra polnilnica je bila nato nameščena in priključena.

Potrebna sredstva

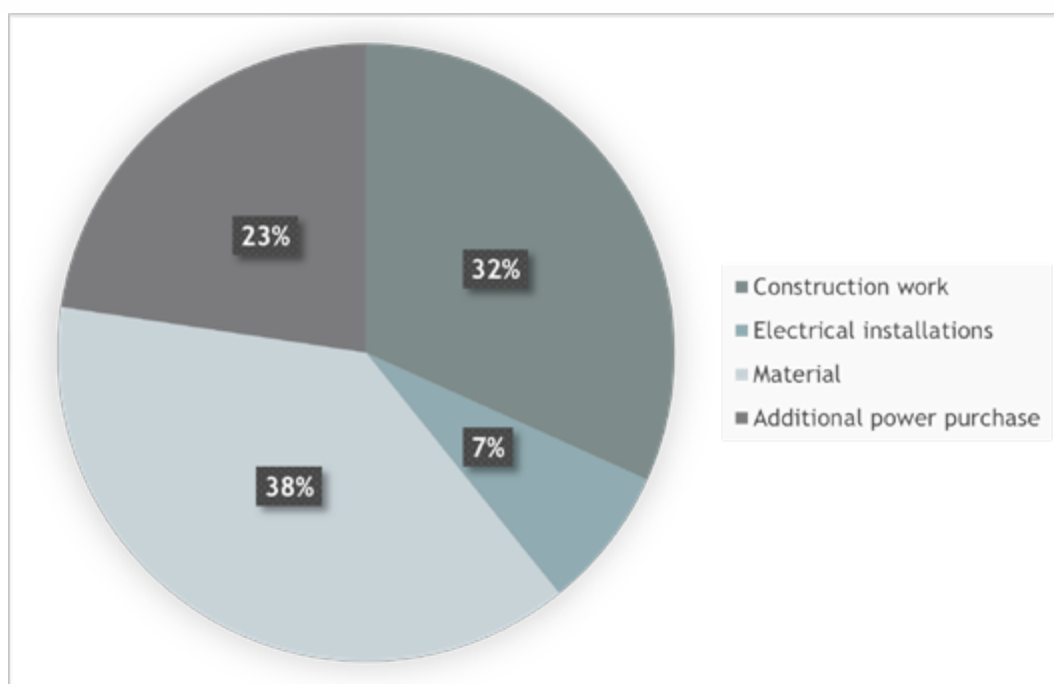
Pilotni projekt se je osredotočal na večnamensko hitro polnilno postajo električnih avtobusov, ki je služila za napajanje postaj vzpenjač in za souporabo električnih avtomobilov. Za testiranje polnilnika električnih avtobusov je bil potreben tudi električen avtobus.

Glavni izziv pilotnega projekta je bila izvedba hitre polnilnice električnih avtobusov za večnamensko uporabo in merjenje stabilnosti omrežja v različnih okoliščinah pred (postaja vzpenjače, souporaba električnih avtomobilov, drugi občasni porabniki med večjimi dogodki) in po njeni namestitvi.

Spodnji graf prikazuje ocenjeni delež različnih del elektroenergetske infrastrukture za 150 kW (174 kVA) polnilno postajo brez stroškov dobave in izgradnje polnilne postaje.

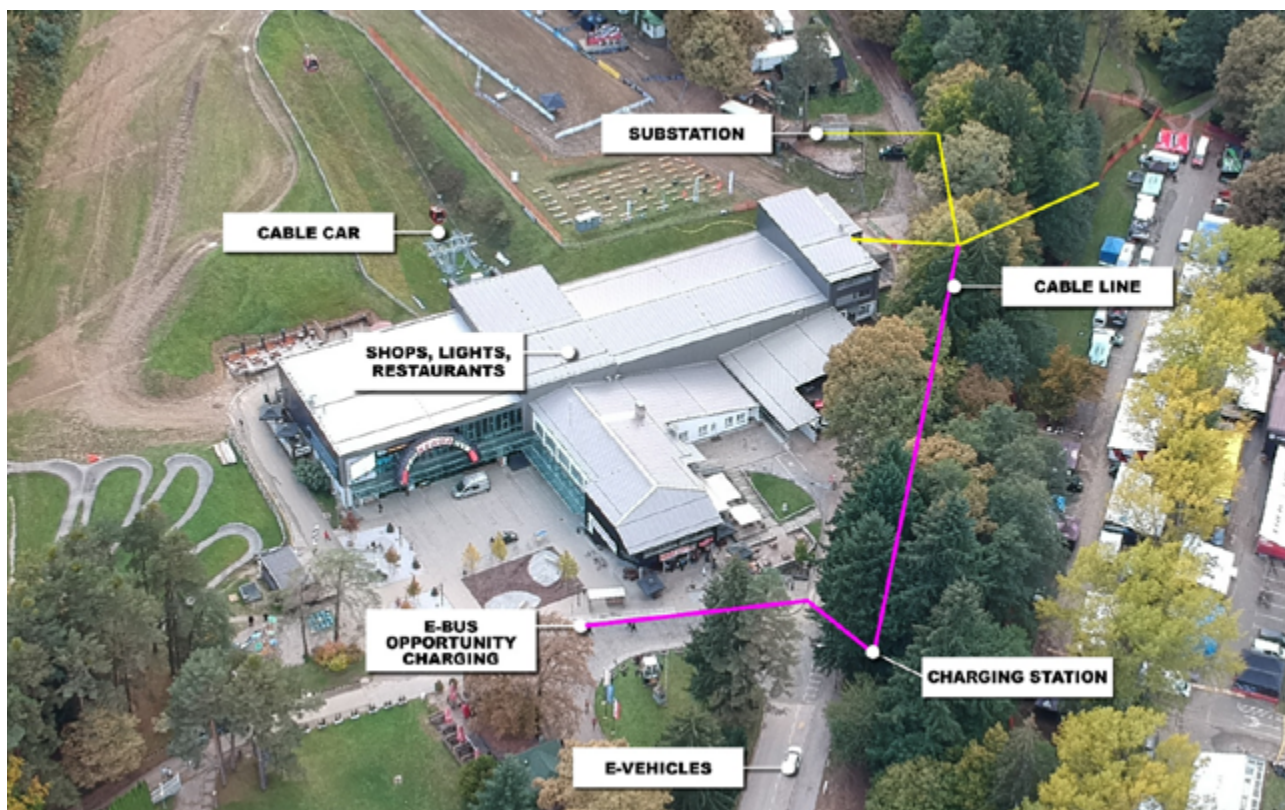


Fotografija mesta Leipzig



Slika 5: Delež različnih del za izvedbo polnilne postaje

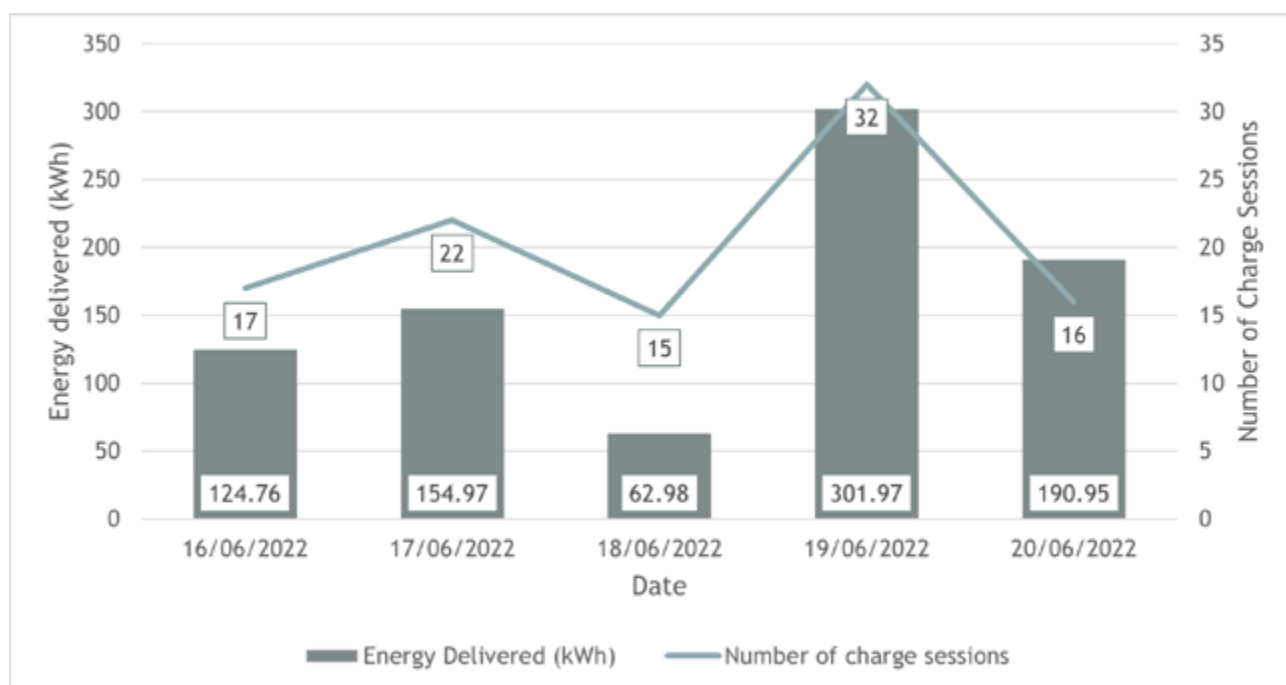
38 % vseh stroškov predstavljajo materialni stroški, sledijo stroški gradbenih del (32 %) in stroški dokupa električne energije za 150 kW moči.



Slika 6: Slika iz zraka hitrega (priložnostnega) polnjenja električnega avtobusa na postaji vzpenjače (vir: Mesto Maribor)

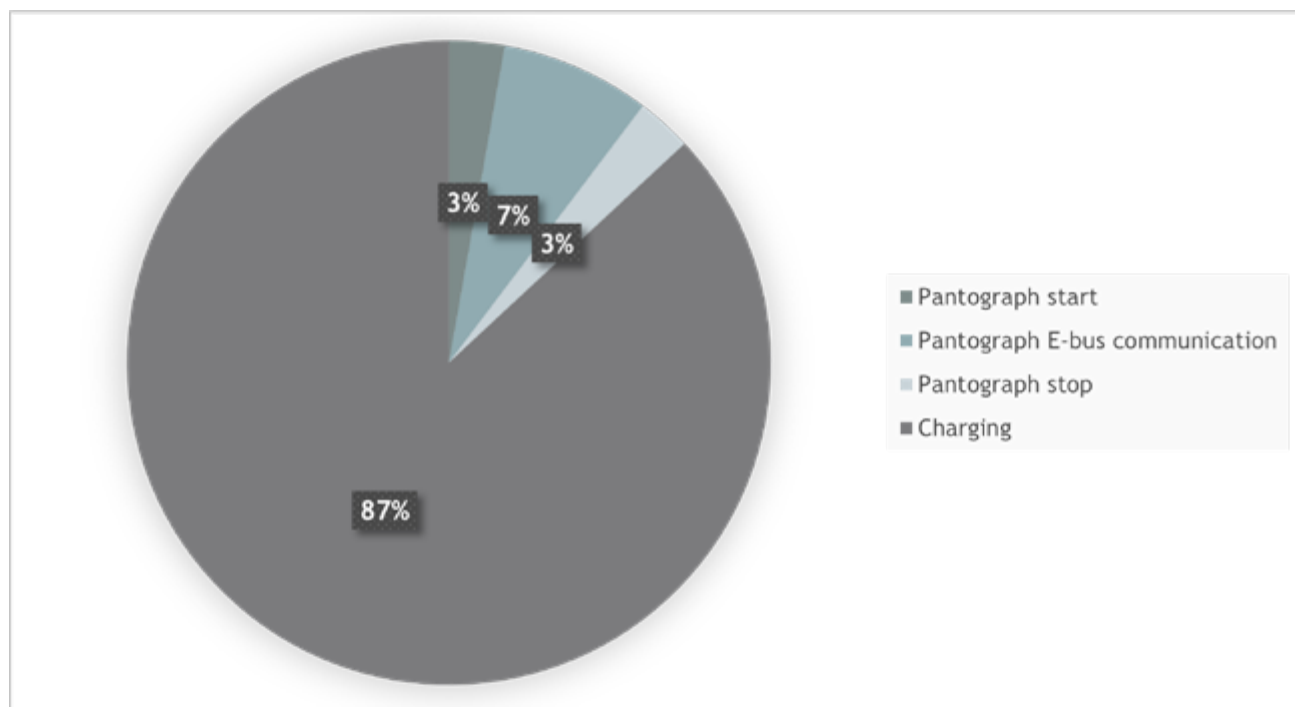
Dokaz uspeha

Hitra polnilnica je začela obratovati v četrtek, 16. junija 2022. V tem času so se avtobusi napolnili z 835,63 kWh energije. Polnilnik je bil uporabljen 102-krat, povprečni čas polnjenja pa je znašal 4 minute.



Slika 7: Polnilne seje in dobavljena energija iz hitre polnilnice na postaji Sp. Vzpenjača

Izmerjen je bil tudi čas polnjenja v realnem času brez manipulacije odjemnika toka. Ta čas je pomemben za izračun realne polnilne moči hitre polnilnice in za boljšo optimizacijo voznih redov avtobusov.



Slika 8: Trajanje seje polnjenja

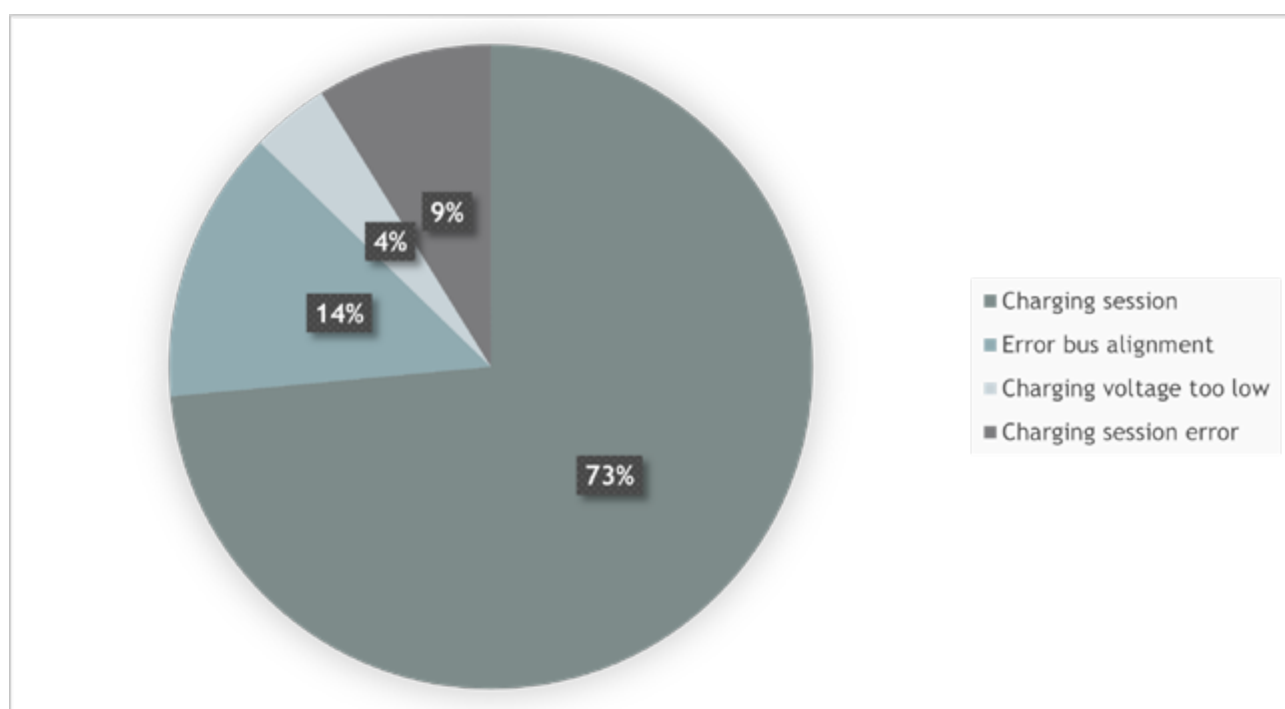


Fotografija mesta Leipzig

Spodnja tabela prikazuje čas polnjenja, ko se električni avtobus polni eno minuto. 87 % časa porabimo za polnjenje, 7 % za vzpostavitev komunikacije med hitro polnilnico in avtobusom, 6 % pa za premikanje odjemnika toka gor in dol.

Dogodek	Deljenje	Trajanje (mm:ss)
Odjemnik toka se premika	6 %	00:04
Komunikacija med odjemnikom toka in električnim avtobusom	8 %	00:05
Polnjenje	87 %	00:51

Pri testiranju hitre polnilnice je bilo ugotovljenih veliko napak med postopkom polnjenja. Le 73 % vseh izvedenih operacij je bilo uspešnih, ostalo so bile neuspešne. V 14 % neuspešnih zaključkov polnjenja je bil električni avtobus v napačnem položaju. Pri nadaljnjih testih bo to napako možno popraviti, saj je razlog za to polmer obračanja žičnice na postaji Sp. Vzpenjača.



Slika 9: Pregled razlogov za prekinitev polnjenja s hitro polnilnico na postaji Sp. Vzpenjača

Težave, ki so se pojavile

Za napajanje je bilo potrebno zgraditi nov vod od transformatorja do polnilne postaje, v katero je bil napeljan nov nizkonapetostni kabelski vod. Od napajalne omarice do odjemnika toka je bil predviden nov cevni kabelski vod, v katerega so bili uvedeni kabli za enosmerni tok in komunikacijski kabli za napajanje odjemnika toka.

Predvidena je celovita energetska analiza obstoječega močnostnega transformatorja, na katerega se bo priključila polnilnica električnih avtobusov. Meritve obremenitve transformatorja potekajo v dveh korakih. Prvi niz meritev oceni trenutno obremenitev transformatorske postaje, preden je polnilna postaja priključena. Drugi se izvede po priključitvi polnilne postaje.

Največja konična obremenitev med meritvijo med letoma 2020 in 2022 je znašala 399 kVA. Z upoštevanjem maksimalne konične obremenitve in 150 kW polnilne postaje (174 kVA) bi bila navidezna moč 573 kVA, kar ustreza obstoječemu 630 kVA transformatorju. Če želimo povečati kapaciteto polnilne postaje za 300 kW, torej do največje navidezne priključne moči polnilne postaje 348 kVA, bi konična obremenitev lahko znašala 698 kVA. Obstoječi 630 kVA transformator bi bil neustrezen in bi ga bilo potrebno zamenjati z novim 1 000 kVA transformatorjem.

Potencial za učenje in prenos znanja



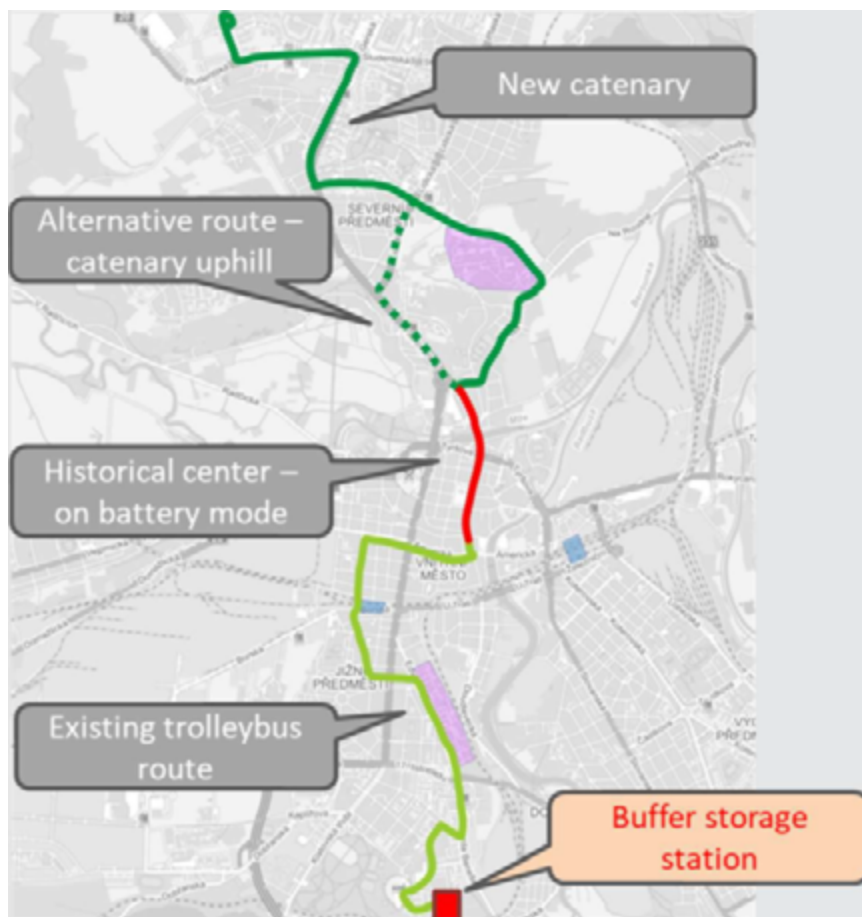
Slika 10: Prikaz delovanja odjemnika toka (vir: Mesto Maribor)

Naložba bo služila kot odličen primer večnamenske infrastrukture javnega prevoza za polnjenje električnih avtobusov, avtomobilov in vzpenjač ne samo v Mariboru, temveč po vsej Srednji Evropi. Izkušnje in spoznanja, pridobljena v okviru projekta EfficienCE, bodo MOM omogočili razširitev večnamenske infrastrukture javnega prevoza v mestu, saj obstaja velik potencial replikacije projekta za stroškovno učinkovite nadgradnje transformatorskih postaj v njenem omrežju.

1.4 Integracija vmesnega hranilnika v omrežje trolejbusov za povečanje energijske učinkovitosti (Plzen)

Kratek opis pilotne naložbe

Inovativna rešitev je uporaba vmesnega hranilnika neposredno v problematičnem odseku nadzemnega voda, ki temelji na visokozmogljivih baterijah in inteligentnem računalniškem krmiljenju ter ne zahteva zunanjega napajanja in obsežnih gradbenih del. Tehnična osnova vmesne postaje je galvansko ločena pogonska enota (DC 600 V/DC 600 V), ki zagotavlja varen in zanesljiv prenos električne energije na in iz pogona. Krmilnik glavne postaje nadzoruje obratovanje pogona. V vmesno postajo je bila nameščena klimatska naprava, ki zagotavlja izravnavo temperature, kar je ključnega pomena za zdravje in dolgo življenjsko dobo baterij. Tehnologija in vse komponente vmesne postaje se prilegajo samonosilnemu jeklenemu okvirju, kar omogoča enostavno in hitro namestitev ali prestavitev. Glavna omejitev te rešitve je kratkotrajna podpora nadzemnega sistema in življenjska doba baterije.



Slika 11: Projekt trolejbusa do bolnišnice in severnega predmestja

Potrebna sredstva

Povečanje števila trolejbusov in trolejbusov na baterije pomeni tudi povečanje porabe električne energije iz nadzemnih vodov. Nekateri odseki nadzemnih vodov so že dosegli mejo napajanja. Na teh odsekih pride do zmanjšanja napetosti na nadzemnem vodu, ko je obremenitev večja. Ta padec napetosti povzroči kratkotrajne okvare na električnem omrežju. Inovativna rešitev z izvedbo vmesnega hranilnika neposredno na lokaciji šibkega odseka nadzemnega voda je odgovor na konvencionalne rešitve. Inovativni vmesni hranilnik je sestavljen iz visoko zmogljive baterije in inteligentnega računalniškega nadzornega sistema. Vse komponente skupaj s klimatsko napravo (za zagotavljanje ustrezne temperature za delovanje baterije) se popolnoma prilegajo samonosilnemu jeklenemu okvirju. Ta rešitev zagotavlja prilagodljivost v smislu enostavne in hitre namestitve ali prestavitve po potrebi. Za delovanje vmesnega hranilnika zunanje napajanje ni potrebno.

Dokaz uspeha

Rešitev je primerna tam, kjer je potrebno okrepiti napajalno omrežje in preprečiti padce napetosti pri večjih obremenitvah. Lahko se uporablja v kombinaciji z obnovljivimi viri energije, kot so fotonapetostni paneli. Pomembno je pravilno določiti zahtevane parametre (zmogljivost, učinkovitost, konična obremenitev).

Težave, ki so se pojavile

Uporaba večjega števila trolejbusov, ki se polnijo med vožnjo, pomeni večjo porabo električne energije na odsekih, kjer se ta vozila premikajo in polnijo. Na nekaterih odsekih doseže obstoječe elektroenergetsko omrežje mejo zmogljivosti, kar se odraža v zmanjšanju napetosti v trolejbusu ob večjih obremenitvah. Ti padci napetosti lahko povzročijo kratkotrajne izpade električne energije ali takojšnje okvare pogonskih enot trolejbusa, ki preventivno prenehajo delovati, ko je napetost prenizka.

Prvi izziv pri izvedbi zakupljenih baterijskih postaj za podporo omrežju trolejbusov je bilo dejstvo, da so bili na trgu na voljo le prototipi tovrstnih postaj. Zato je bilo treba pred izvedbo javnega razpisa za nakup določiti zahtevane parametre. Prav tako je bilo treba biti inovativen na področju stroškov (ekonomski izziv), ki so presegli pričakovani in pripravljeni proračun. Cena najema se je povečala zaradi poziva k oddaji ponudb (RFP) in je vključevala zahteve za testiranje prototipa baterijske postaje. Poleg teh dveh izzivov je bilo treba premagati še tehnični izziv umestitve baterijske postaje z ločilnim stikalom in izolacijo na obračališče za trolejbuse.

Potencial za učenje in prenos znanja

Pilotni testi so bili usmerjeni v zbiranje podatkov ob izpadu/rekonstrukciji postaje pretvornika, z namenom zagotoviti podporo omrežju na končnem odseku in ob povečani porabi. Prvi vtis končane investicije je pozitiven. Rešitev je prenosljiva na vse izvajalce javnega prevoza s trolejbusi in tramvaji, pri katerih se kaže potreba po okrepitvi električnega omrežja z namenom preprečevanja padcev napetosti pri visokih obremenitvah. Primerna je tudi v kombinaciji z obnovljivimi viri energije (fotonapetostni paneli)



Slika 12: Vmesni hranilnik (vir: PMDP)

2. Sklepi

Namen projekta EfficienCE je bil povečati energijsko učinkovitost in delež uporabe obnovljive energije v infrastrukturi javnega prevoza za doseganje lokalnih, regionalnih in tudi energetske cilje EU. V ta namen je 12 partnerjev, vključno s 7 organi/podjetji za javni prevoz iz 7 različnih držav Srednje Evrope sodelovalo pri testiranju novih tehnologij za varčevanje z energijo v infrastrukturah javnega prevoza, ki so prve te vrste v Srednji Evropi. Zajeta je bila tako integracija obnovljivih virov energije na postajah podzemne železnice (Dunaj) in v depojih trolejbusov (Gdynia) kot tudi nadgradnja transformatorske postaje za večnamensko uporabo obstoječe infrastrukture javnega prevoza (Maribor) in uvedba novih tehnologij vmesnih hranilnikov (Plzen).

Vsi pilotni projekti so bili izvedeni in uspešno testirani kot del projekta, vendar so tudi sestavni del občinskih strategij in/ali načrtov za trajnostno mobilnost v mestih za povečanje energetske učinkovitosti. Izvedba fotonapetostnega sistema, integriranega v postajo podzemne železnice, je pokazala, da je možno uporabiti strešne površine javnih infrastruktur za oskrbo uporabnikov in objektov z električno energijo. Regenerirana zavorna energija se prenaša v omrežje trolejbusnega depoja za napajanje stavbe. Priključitev postaje ne zahteva dodatnih stroškov namestitve in gradbenega dovoljenja, kar skrajša dobo izvedbe investicije. Nadgradnja obstoječe transformatorske postaje vzpenjače in integracija hitre polnilnice električnih avtobusov omogoča razširitev večnamenske infrastrukture javnega prevoza v mestu, saj obstaja velik potencial replikacije projekta za stroškovno učinkovite nadgradnje transformatorskih postaj v njegovem omrežju. Integracija vmesnega hranilnika v trolejbusno omrežje za povečanje energetske učinkovitosti, inovativna rešitev je neposredna uvedba vmesnega hranilnika. Tehnologija in vsi sestavni deli vmesnega hranilnika se prilegajo samonosilnemu jeklenemu okvirju, kar omogoča enostavno in hitro namestitev ali prestavitev.

Rezultati projekta imajo visoko stopnjo prenosljivosti, s čimer so projekti postali jedro za spodbujanje naložb in multiplikacijskih učinkov za energijsko učinkovite infrastrukture javnega prevoza.

3. Reference

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.1, Priprava pilotnega projekta EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.1, Priprava pilotnega projekta EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.1, Priprava pilotnega projekta EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.1, Priprava pilotnega projekta EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.2, Izvedba pilotnega projekta EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.2, Izvedba pilotnega projekta EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.2, Izvedba pilotnega projekta EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.2, Izvedba pilotnega projekta EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.3, Ovrednotenje pilotnega projekta EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.3, Ovrednotenje pilotnega projekta EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.3, Ovrednotenje pilotnega projekta EfficienCE
CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.3, Ovrednotenje pilotnega projekta EfficienCE

VEČ O EfficienCE



Obiščite naše spletno mesto:
<https://www.interreg-central.eu/efficiency>

Kontaktni podatki



+49 341 123 59 10

Vodilni partner: Mesto Leipzig, Nemčija



Projektni vodji:

Sebastian Graetz
sebastian.graetz2@leipzig.de

Marlene Damerau
m.damerau@rupprecht-consult.eu



<https://www.linkedin.com/company/interreg-efficiency/>



www.facebook.com/Interreg.EfficienCE/



[@Int_EfficienCE](https://twitter.com/Int_EfficienCE)

TAKING
COOPERATION
FORWARD



BUDAPESTI
KÖZLEKEDÉSI
KÖZPONT



redmint



GDAŃSK UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY



Leipziger
Verkehrsbetriebe



WIENER LINIEN

Plzeňské městské
dopravní podniky

PMDP



City of Leipzig



University of Maribor
Faculty of Civil Engineering,
Transportation Engineering
and Architecture



COMUNE DI BERGAMO

