



Interreg
CENTRAL EUROPE



European Union
European Regional
Development Fund

EfficienCE



TRANSNACIONALNI PRIRUČNIK ZA UVOĐENJE ENERGETSKI UČINKOVITIH TEHNOLOGIJA INFRASTRUKTURE JAVNOG PRIJEVOZA

(4) Piloti

IMPRINT

Broj projekta:

CE1537 EfficienCE Energetska učinkovitost za infrastrukturu javnog prijevoza u srednjoj Europi.

Financirao:

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

Naslov za isporuku:

D.T2.3.2 Transnational handbook on EfficienCE pilot (Transnacionalni priručnik za pilot EfficienCE)

Urednik:

EfficienCE konzorcij

Autori:

Mitja Klemenčič, Marijan Španer, Matej Moharić, Vlasta Rodošek (Sveučilište u Mariboru)

Prijelom i dizajn:

Levent Saran (Rupprecht Consult GmbH)

Datum:

lipanj 2022.

O projektu EfficienCE

EfficienCE je bio projekt suradnje koji je pokrenuo program Interreg CENTRAL EUROPE i s ciljem smanjivanja ugljičnog otiska u regiji. Većina srednjoeuropskih gradova ima opsežne sustave javnog prijevoza koji mogu stvoriti osnovu za usluge mobilnosti niskog ugljičnog otiska. Više od 63 % osoba u regiji koje putuju na posao koriste javni prijevoz. Stoga mjere za povećanje energetske učinkovitosti i udjela obnovljivih izvora energije u infrastrukturi javnog prijevoza mogu imati posebno snažan utjecaj na smanjenje CO₂.

To je postignuto pružanjem potpore lokalnim vlastima, upravama javnog prijevoza i operaterima razvojem strategija planiranja i akcijskih planova, implementacijom pilot akcija, razvojem alata i obuka za planiranje i rukovanje infrastrukturom s niskim ugljičnim otiskom te prijenosom znanja i najboljih praksi u vezi s mjerama energetske učinkovitosti diljem regija Srednje Europe.

Dvanaest partnera, uključujući sedam tijela nadležnih za javni prijevoz / poduzeća za javni prijevoz, iz sedam zemalja tri su godine surađivali kako bi iskoristili neiskorišteni potencijal u tom sektoru i kako bi doprinijeli ciljevima Bijele knjige EU-a u pogledu smanjenja emisija iz prometa za 60 % do 2050. godine te kako bi se prepolovila upotreba automobila na konvencionalna goriva u gradskom prometu do 2030. godine.

Sadržaj

Izvršni sažetak	5
1. Pilot-projekti	6
1.1. Implementiranje fotonaponskog sustava integriranog u postaju podzemne željeznice za napajanje pomoćnih zgrada pomoću RES (Beč)	6
1.2. Korištenje energije regenerativnog kočenja i RES za napajanje zgrade depoa trolejbusa (Gdynia)	8
1.3. Nadogradnja postojeće trafostanice žičare i integracija brzog punjača e-autobusa (Maribor)	10
1.4. Integracija stanice međupohrane u mrežu trolejbusa kako bi se povećala energetska učinkovitost (Plzeň)	15
2. Zaključci	18
3. Reference	19

Izvršni sažetak



Fotografija Grad Leipzig

Projekt EfficienCE usredotočio se na energetske učinkovitost u infrastrukturi javnog prijevoza u Srednjoj Europi i proveo istraživanje kako bi identificirao doprinose učinkovitoj infrastrukturi javnog prijevoza (JP). Fokus je bio na sljedećim temama:

Središnje teme pilota
Pohrana energije u infrastrukturi JP
Integracija fotonaponskog sustava
Višenamjensko korištenje infrastrukture javnog prijevoza
Alati energetske revizije (Energy audit tools, EAT)
Brzi punjač e-autobusa
Punjenje u pokretu (In motion charging, IMC)

Projekt je implementirao i ispitivao rješenja za poboljšanje energetske učinkovitosti infrastrukture JP i integraciju RES u sustave JP kako bi se smanjila ovisnost JP o fosilnim gorivima i osiguralo da JP ostane pristupačan i učinkovit u srednjoeuropskim državama.

Četiri pilot-ulaganja u projekt EfficienCE obradila su gore navedene teme.

Wiener Linien implementirao je fotonaponski sustav integriran u postaju podzemne željeznice za napajanje pomoćnih zgrada pomoću RES.

Tvrtnica za prijevoz trolejbusima u Gdyniji (PKT) posljednjih je godina istražila sve tri teme projekta EfficienCE. Međutim, projekt EfficienCE predstavlja rezultate ulaganja u korištenje energije regenerativnog kočenja i RES za napajanje depoa za trolejbuse.

Općina Maribor nadogradila je postojeću trafostanicu žičare i integrirala brzi punjač e-autobusa.

I na kraju, gradska prijevozna tvrtka PMPD iz Plzně demonstrirala je integraciju sustava međupohrane u mrežu trolejbusa. Istraživanje se usredotočilo na povećanje energetske učinkovitosti.

1. Pilot-projekti

Pilot-projekt 1 - Implementacija integracije fotonaponskog sustava na postaju podzemne željeznice:

- Ugradnja fotonaponskog sustava na krov postaje podzemne željeznice u Beču.
- Integracija i ispitivanje napajanja proizvedenog fotonaponskim sustavom u energetske sustav postaje za opskrbu pomoćnih energetskih jedinica.

Pilot-projekt 2 - Implementacija integracije energije kočenja i RES za napajanje depoa trolejbusa:

- Uvođenje sustava pretvorbe energije za opskrbu energije regenerativnog kočenja iz kontaktne mreže u energetske sustav zgrade depoa u Gdyniji.

Pilot-projekt 3 - Implementacija brzog punjača e-autobusa:

- Nadogradnja višenamjenske trafostanice i ugradnja brzog punjača pomoću energije iz višenamjenske trafostanice u Mariboru.
- Energija će služiti za punjenje e-autobusa, e-automobila i žičara.

Pilot-projekt 4 - Implementacija integracije međupohrane u mrežu trolejbusa:

- Ugradnja postaje za pohranu za pohranu viška energije u Plzňu.
- Opskrba dodatnim kapacitetom na zahtjev za kontaktnu mrežu.

1.1 Implementiranje fotonaponskog sustava integriranog u postaju podzemne željeznice za napajanje pomoćnih zgrada pomoću RES (Beč)

Kratki opis pilot-ulaganja

Kao tvrtka javnog prijevoza, Wiener Linien upravlja mnogim nekretninama u Beču koje bi se možda mogle koristiti za proizvodnju solarne energije. Potencijal se procjenjuje na 100 000 kvadratnih metara. Međutim, sve dosad tamo nije bilo moguće ugraditi konvencionalne fotonaponske sustave zbog statike. Novi proizvod, fotonaponska folija, značajno je lakši od konvencionalnih sustava i ispunjava posebne zahtjeve za električno uzemljenje u zgradi podzemne željeznice.

Pilot-projekt upravlja uspostavljanjem stožernog fotonaponskog (PV) postrojenja i razvojem alata za nadzor energije (EMT) za podzemnu postaju te nadzorom i procjenom rada ovog novog fotonaponskog sustava.

Potrebni resursi

Po prvi su put fotonaponske folije postavljene na krov postaje podzemne željeznice. Ove su fotonaponske folije pet puta lakše od konvencionalnih fotonaponskih sustava. Još je jedna posebna značajka što se željeznicom s istosmjernom strujom i fotonaponskom proizvodnjom električne energije zajednički upravlja.

Glavni je izazov integracija ove nove tehnologije u postojeće sustave. Budući da sustav podzemne željeznice napaja istosmjerna struja (DC), prisutna je opasnost od lutajuće struje. Stoga fotonaponski sustav mora imati posebni izolacijski sloj. Drugi je preduvjet težina. Što se tiče dizajna, nema posebnih zahtjeva, osim uobičajenih zahtjeva za fotonaponski sustav.

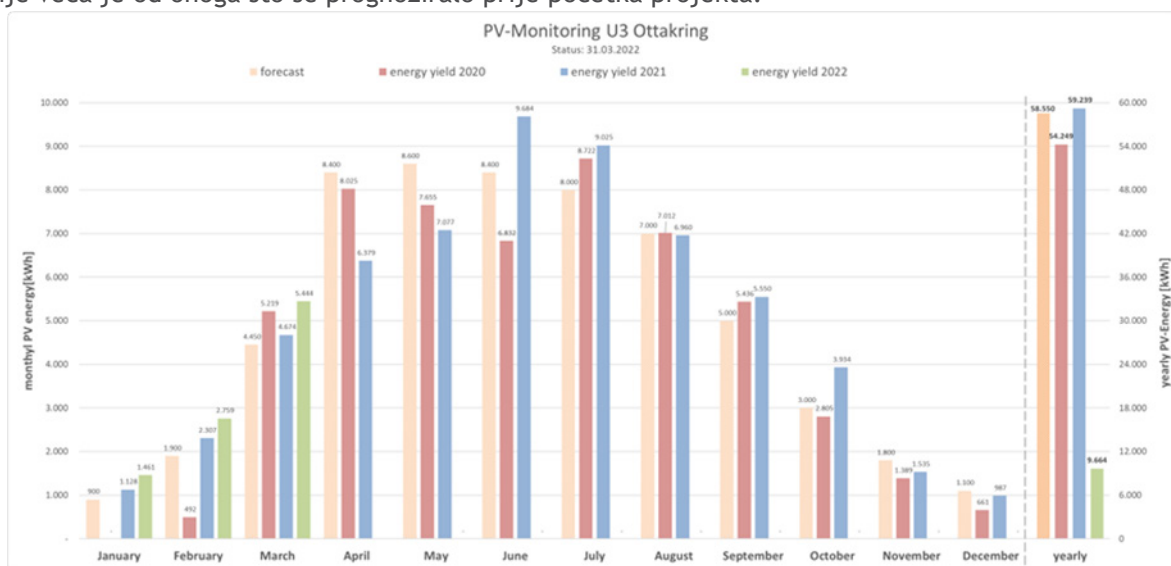


Slika 1: Zračna fotografija fotonaponskog sustava (05-2020), © Wien Energie GmbH

Dokaz uspjeha

Fotonaponsko postrojenje ima veličinu od 360 kvadratnih metara i godišnje na vrhuncu proizvede 60,3 kW. Proizvodi oko 62 000 kWh solarne energije. To svake godine uštedi više od 21 tonu CO₂.

Učinkovitost postrojenja visoko je obilježena izlaznom električnom energijom. Kao oprema za mjerenje koristi se Siemens PAC 3200, a dobiveni se podaci automatski prenose u sustav kontrole energije. Godišnja proizvodnja energije veća je od onoga što se prognoziralo prije početka projekta.



Slika 2: Energetski prinos fotonaponskih sustava

Glavne poteškoće

Jedan od najvećih izazova bio je postavljanje tehničke opreme, kao što je pretvarač frekvencije. Budući da nije bilo moguće ugraditi pretvarač na krov postaje (zbog buke), postavljen je na mjesto unutar postaje. Za trasiranje kablova bio je potreban precizan plan kako bi se skratila udaljenost između tehničke prostorije i prostorije glavnog distributera niskog napona.

Nakon povezivanja glavne distribucijske ploče niskog napona s tehničkom prostorijom, mjerne su komponente ugrađene u prekidač. Budući da su se koristili postojeći kolektori, nastali su samo manji dodatni troškovi za mjerenja potrošnje. Prilagodbe u vezi s trasiranjem kablova bile su u okviru očekivanja.

Budući da je ovaj proizvod i njegova primjena novost, bilo je potrebno ispitati i procijeniti njegovu učinkovitost. Bio je uključen sustav mjerenja. Mjerili su se okolišni uvjeti (solarno zračenje, vlažnost i temperatura zraka) i učinkovitost sustava (električna struja i napon na 2 lokacije: pored panela na krovu i u prostoriji za elektroinstalacije pored pretvarača AC/DC).

Potencijal za učenje i prijenos

Što se tiče izvedivosti, pilot-projekt pokrio je sve prepreke (npr. težina, električno uzemljenje) s kojima se suočavaju ostale potencijalne lokacije pružatelja mobilnosti. Otkrića i izgledi za potencijalne buduće ugradnje fotonaponskih sustava takva su da je realizacija fotonaponske ugradnje na zgradu željeznice moguća bez bilo kakvih problema. S elektrotehničke točke gledišta može se reći da ne postoje negativni utjecaji fotonaponskog sustava na vuču niti na bilo koji drugi segment. Ukratko, fotonaponske folije vrlo su dobra mogućnost za starije zgrade sa statičkim izazovima, no ako je zbog statičkih razloga to moguće, trebali bi se koristiti standardni moduli jer su ekonomični.

1.2 Korištenje energije regenerativnog kočenja i RES za napajanje zgrade depoa trolejbusa (Gdynia)

Kratki opis pilot-ulaganja

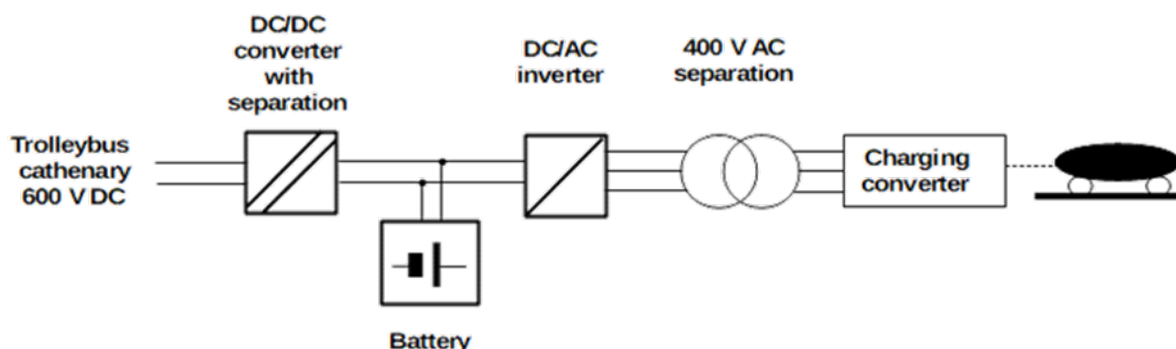
Neiskorištena energija regenerativnog kočenja trolejbusa potaknula je tvrtku za prijevoz trolejbusima u Gdyniji (PKT) na implementaciju rješenja za energetske optimizacije. Ulaganje će ograničiti gubitke energije unutar vučne mreže trolejbusa iskorištavanjem neiskorištene energije regenerativnog kočenja. Energija regenerativnog kočenja koja nestaje kao toplina u kočionim otpornicima postavljena je u mrežu. Ulaganjem u rješenje, neiskorištena energija regenerativnog kočenja prenosi se u mrežu depoa trolejbusa za napajanje zgrade (rasvjeta depoa i ostalo).

Potrebni resursi

To je postignuto korištenjem inovativnog pretvarača energije koji omogućuje da se energija koja bi inače bila izgubljena usmjeri izravno u energetski sustav zgrade. Potrebno je postaviti posebno osmišljen pretvarač AC/DC u depo kako bi se povezali istosmjerna vučna mreža i izmjenična mreža zgrade. Važnost pretvarača AC/DC omogućuje da se neiskorištena energija kočenja povрати i usmjeri u zgradu depoa, kontrolu razine potrošnje energije u vučnoj mreži, otkrivanje pojave neiskorištene energije i temeljitu kontrolu potrošnje energije u zgradi depoa daljnjim razvojem sustava nadzora energije (EMS).

Dokaz uspjeha

Sustav obrade i pohrane energije implementiran je u depo PKT Gdynia i povezan s nadzemnom mrežom trolejbusa i kao izvor napajanja za stanicu za punjenje električnih automobila. Izmjerene su dostupnost snage punjenja i izlazne vrijednosti napona izmjenične električne struje. Usto je ispitana mogućnost oporavka apsorpcijske energije kočenja.



Slika 3: Shema inovativnog sustava

Glavne poteškoće

Uređaj je ispitivan i kao izvor napajanja za stanice za punjenje električnih automobila. U prvim fazama ispitivanja, suradnja stanica za punjenje ispitana je u različitim uvjetima, u različitim vremenima tijekom dana i s različitim vrstama vozila. Zatim je rad stanice za punjenje ispitivan tijekom visokog intenziteta punjenja što je omogućilo provjeru pretpostavki dizajna i utvrđivanje praktičnih primjena.

Izmjerene su dostupnost snage punjenja i izlazne vrijednosti napona izmjenične električne struje. Provedeno je ispitivanje mogućnosti oporavka apsorpcijske energije kočenja.

Problem je bio što je stanica bila preopterećena prijemnikom izmjenične električne struje od 400 V (stanica za punjenje električnih automobila). Pretvarač nije bio dovoljno zaštićen od preopterećenja i pojava ovakvih situacija vodila je do njegova isključenja. Trebao bi biti povezan s nadzemnom kontaktnom mrežom razdvajanjem s daljinskim upravljanjem kojim se može upravljati iz kontrolnog središta trafostanice. To olakšava rekonfiguraciju sustava napajanja u hitnim slučajevima i odspajanje stanice za punjenje tijekom radova održavanja na kontaktnoj mreži. Kako bi se spriječilo da se uređaj isključi u slučaju nestanka električne energije u nadzemnoj mreži (gubitak napajanja istosmjernom strujom od 600 V), u stanici pretvarača koristili su se akumulatori.

Potencijal za učenje i prijenos

Prednost je uređaja što ova vrsta punjača nije pričvršćena za tlo i može se postaviti gdje god postoji vučna mreža. Priključak stanice ne zahtijeva dodatne troškove ugradnje i nema građevinskih dozvola koje bi skraćivale razdoblje ulaganja.

Prednost je vučne mreže njezino veliko prostorno proširenje u mnogim gradovima i stoga je široko dostupna. Stoga se može koristiti kao opskrba napajanjem za stanice za punjenje vozila gdje je povezanost s izmjeničnim dalekovodom problematična, na primjer, zbog građevinskih radova.

Pretvarač pohrane energije, koji prikuplja višak energije regenerativnog kočenja i vučne energije, osmišljen je i postavljen za pohranu i prijenos te energije za napajanje zgrade depoa ili stanice za punjenje e-automobila. Uređaj omogućuje da se taj višak energije, koji proizvode trolejbusi kočenjem, „uhvati” iz mreže i da se njime upravlja. Pretvarač koristi iskorišteni akumulator iz trolejbusa koji služi kao uređaj za pohranu energije. To otvara još jednu mogućnost, a to je „novi život” iskorištenih vučnih akumulatora.

Nakon implementacije se model povezivanja individualnog prijevoza i javnog prijevoza u većem opsegu može ispitati parkiranjem automobila na parkirališnim mjestima povezanim s gradskim centrom mrežom trolejbusa ili tramvaja i vožnjom kući u vozilu punjenom „zelenom energijom”.



Slika 4: Pohrana električne energije u akumulatoru; korištenje vučnog akumulatora iz trolejbusa s novom svrhom (Izvor: PKT Gdynia)

1.3 Nadogradnja postojeće trafostanice žičare i integracija brzog punjača e-autobusa (Maribor)

Kratki opis pilot-ulaganja

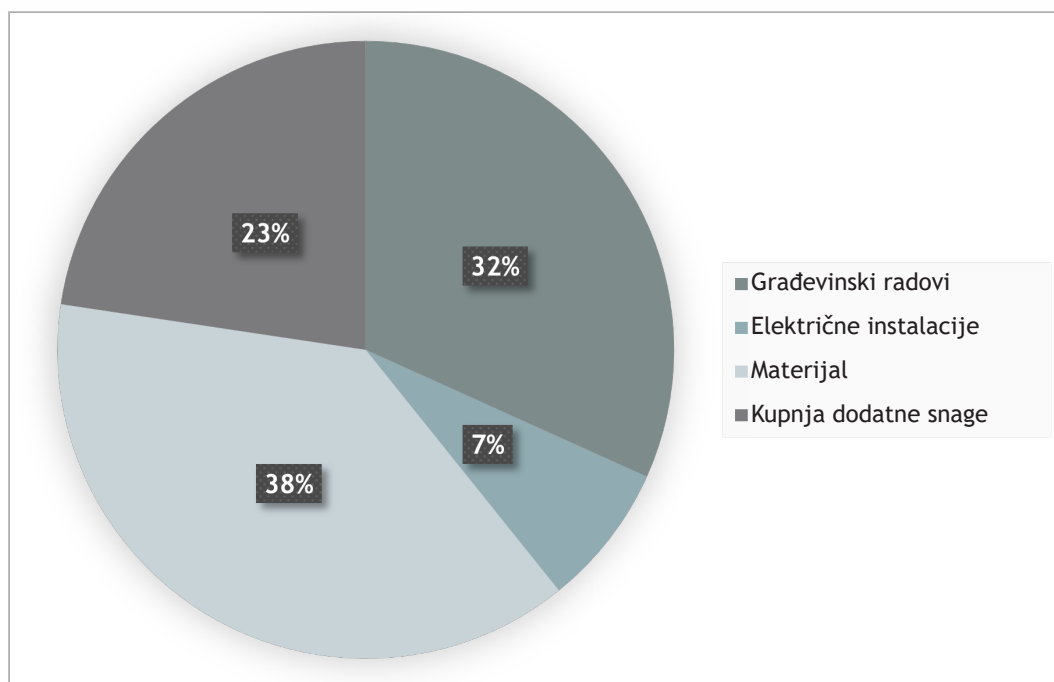
Općina Maribor (Municipality of Maribor, MOM) uložila je u modernizaciju postojeće postaje žičare i integraciju stanice za brzo punjenje e-autobusa za e-autobuse na postaji Vzpenjača u Mariboru (završetak autobusne linije 6). To će omogućiti višenamjensku upotrebu postojeće infrastrukture javnog prijevoza (JP) korištenjem električne energije stanice žičare za rad žičare i punjenje e-autobusa. Ostale pripremne mjere unutar opsega aktivnosti odgovarajućeg pilot-projekta uključivale su studiju tehničke izvedivosti. Tehnička je dokumentacija uključivala pripremu postupka tendera za brzi punjač e-autobusa. Nakon toga je brzi punjač ugrađen i povezan.

Potrebni resursi

Pilot-projekt usredotočio se na višenamjensku stanicu za brzo punjenje e-autobusa koja se koristila za punjenje stanica žičare i dijeljenje e-automobila. E-autobus bio je potreban i za ispitivanje punjača e-autobusa.

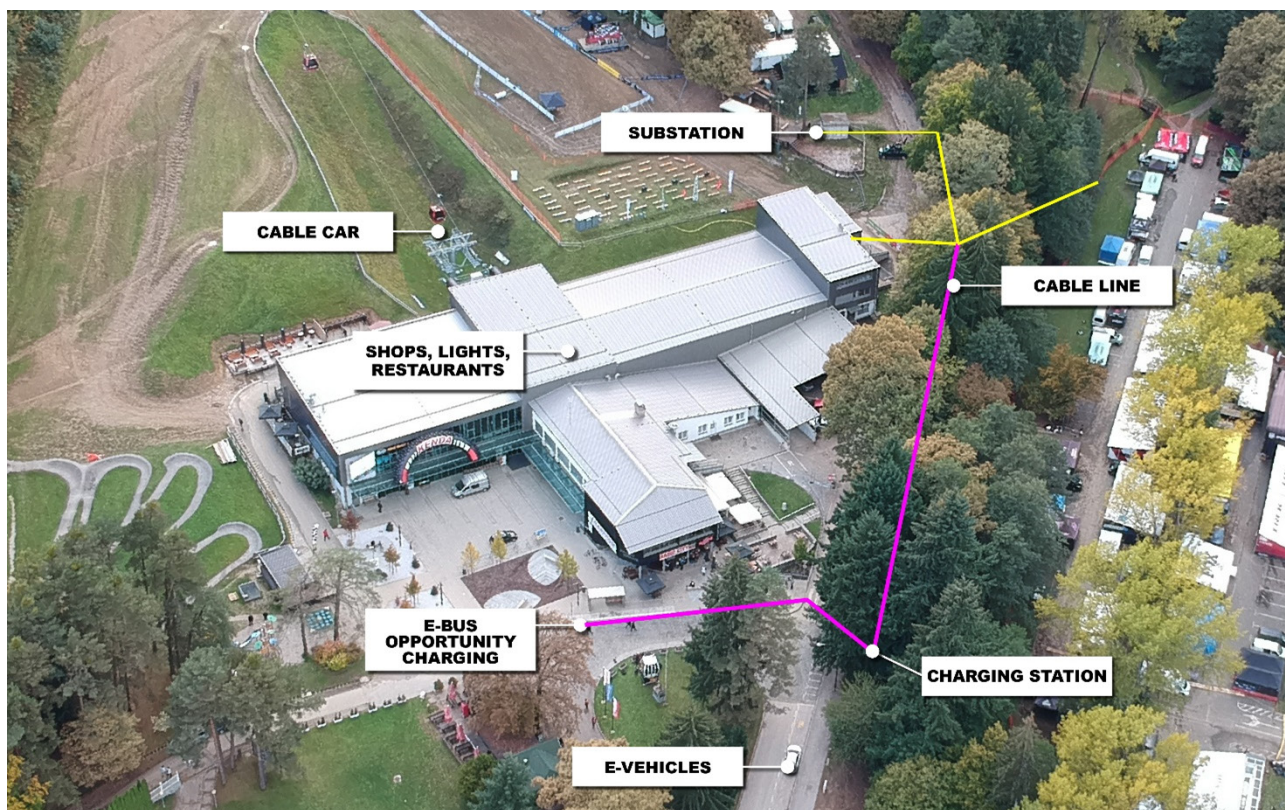
Glavni je izazov pilot-projekta bila implementacija brzog punjača e-autobusa za višenamjensku upotrebu i mjerenje stabilnosti mreže u različitim uvjetima prije (stanica žičare, dijeljenje e-automobila, ostali slučajni potrošači tijekom većih događanja) i nakon implementacije.

Grafikon u nastavku prikazuje procijenjeni udio različitih radova na električnoj infrastrukturi za stanice za punjenje od 150 kW (174 kVA), uključujući cijenu za opskrbu i gradnju stanice za punjenje.



Slika 5: Udio različitih radova za implementaciju stanice za punjenje

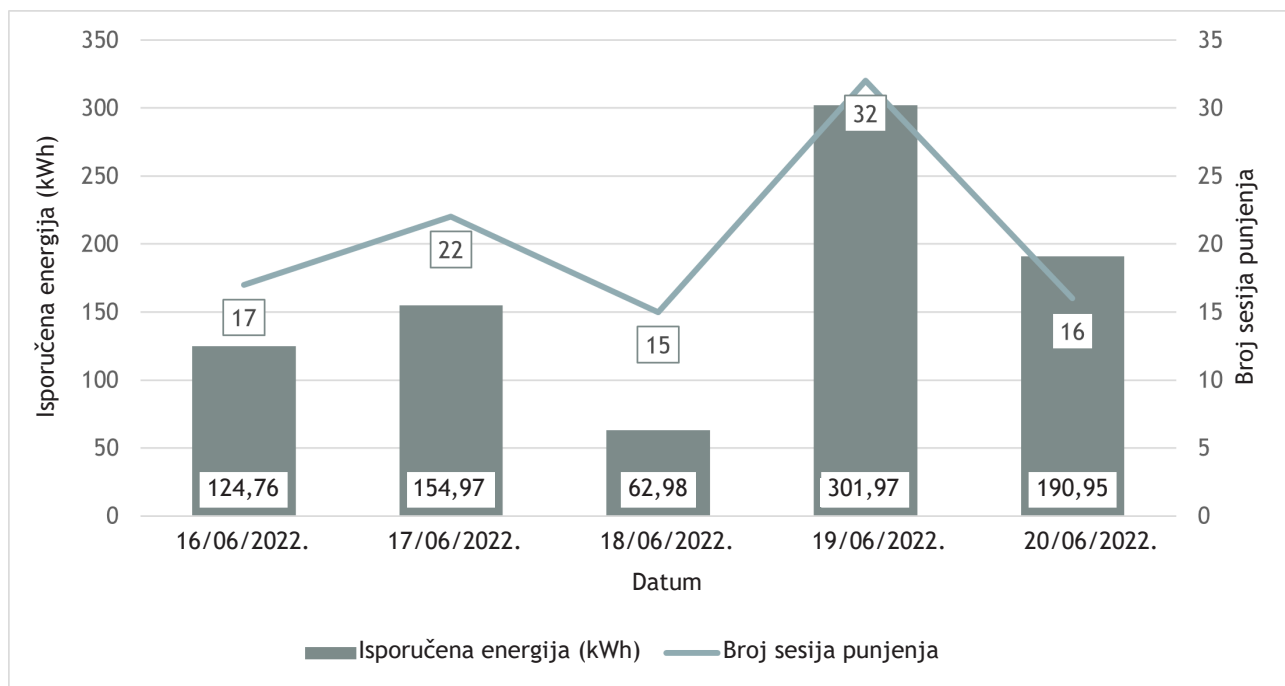
38 % svih troškova bili su materijalni troškovi, iza kojih su slijedili gradevinski radovi (32 %) i dodatna kupnja električne energije od 150 kW snage.



Slika 6: Zračna fotografija brzog (mogućnost) punjenja e-autobusa na postaji Vzpenjača (Izvor: Grad Maribor)

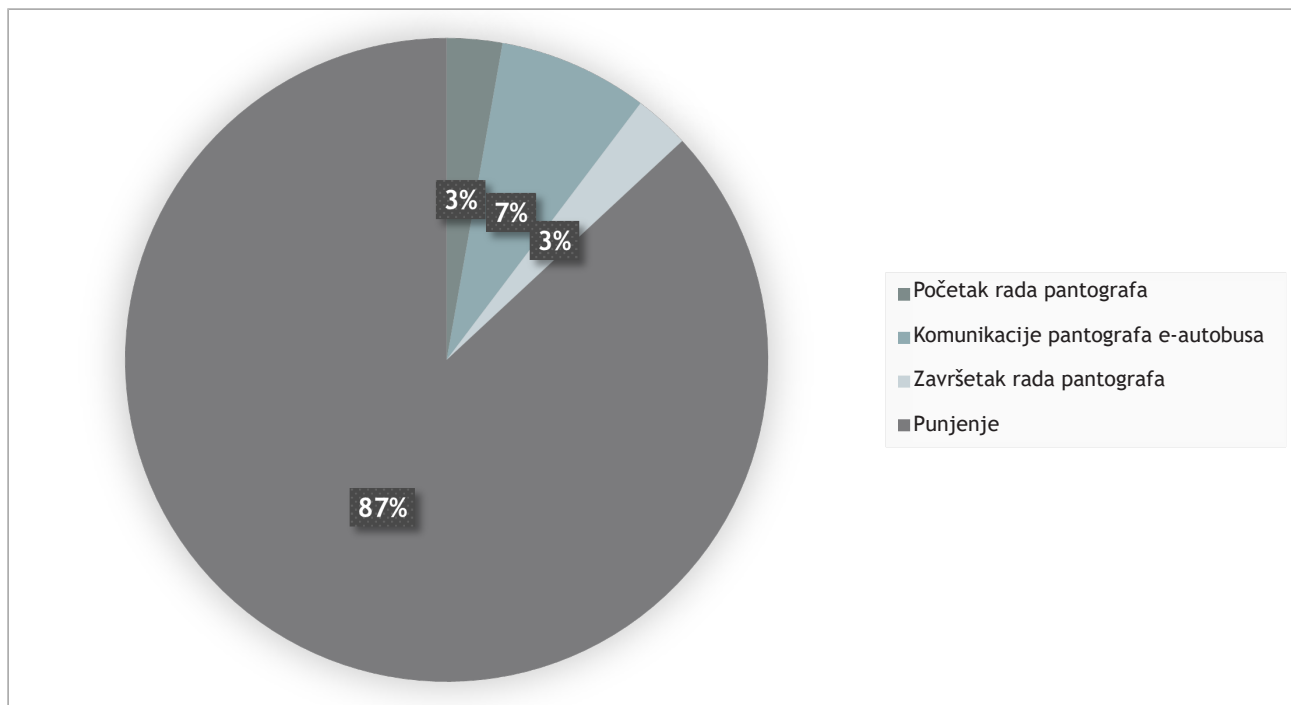
Dokaz uspjeha

Stanica za brzo punjenje u rad je puštena u četvrtak, 16. lipnja 2022. godine. Dosad su autobusi napunjeni s 835,63 kWh energije. Punjač se koristio 102 puta, a prosječno je vrijeme punjenja bilo 4 minute.



Slika 7: Sesije punjenja i isporučena energija na stanici za brzo punjenje Sp. Vzpenjača

Mjereno je i vrijeme punjenja u stvarnom vremenu bez rukovanja pantografom. To je vrijeme važno za izračunavanje stvarne snage punjenja stanice za brzo punjenje i za bolju optimizacije rasporeda autobusa.



Slika 8: Trajanje sesije punjenja

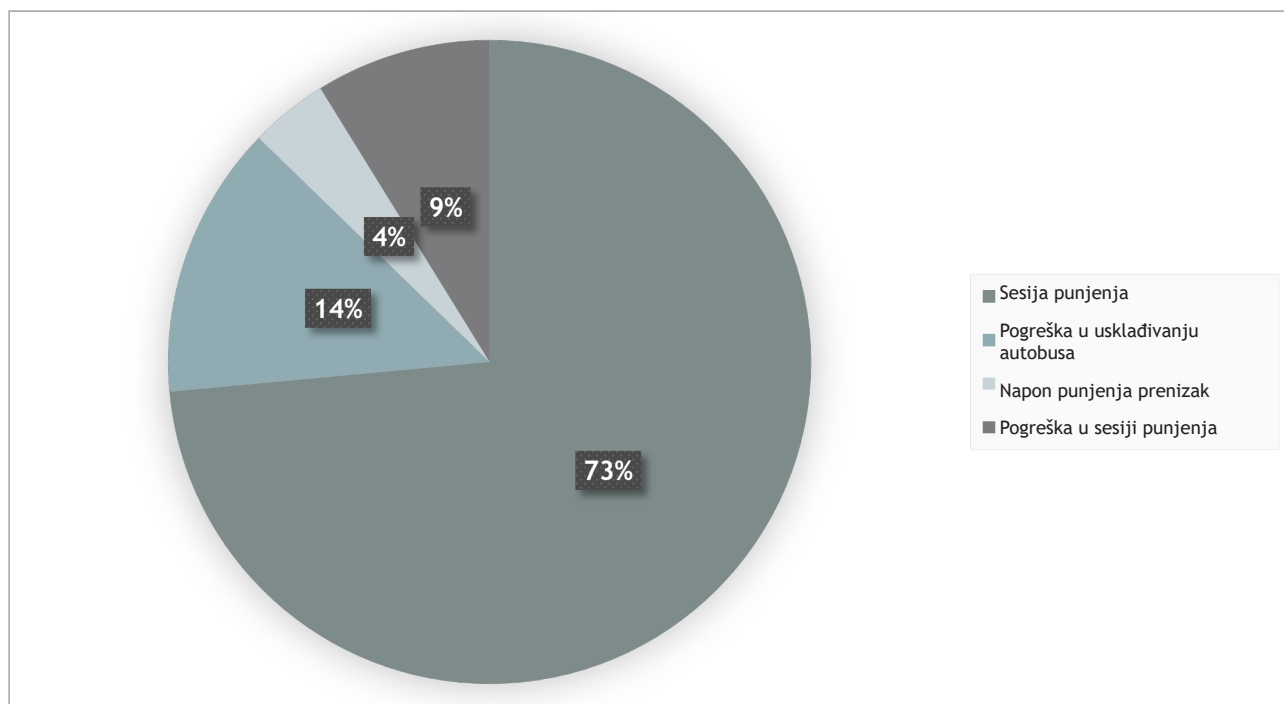


Fotografija Grad Leipzig

Tablica u nastavku prikazuje vrijeme punjenja kada se e-autobus puni minutu. 87 % vremena provodi se u punjenju, 7 % vremena potroši se na uspostavljanje komunikacije između brzog punjača i autobusa, a 6 % vremena potroši se na pomicanje pantografa prema gore i dolje.

Događaj	Udio	Trajanje (mm:ss)
Pomicanje pantografa	6%	00:04
Komunikacije pantografa e-autobusa	8%	00:05
Punjenje	87%	00:51

Prilikom ispitivanja brzog punjača pronađeno je mnogo pogrešaka tijekom postupka punjenja. Tek je 73 % svih dovršenih radnji bilo uspješno, ostalo su bile pogreške. U 14 % neuspješnih završetaka položaj e-autobusa bio je pogrešan. U daljnjim će ispitivanjima ova pogreška biti ispravljena jer je razlog za nju bio radijus zakretanja žičare.



Slika 9: Pregled razloga za zaustavljanje tijekom punjenja na stanici za brzo punjenje Sp. Vzpenjača

Glavne poteškoće

Za napajanje je bilo potrebno izgraditi nove električne vodove iz transformatora do stanice za punjenje (power box) u koju je uvučen novi kablovod niskog napona. Od stanice za punjenje do pantografa provučen je novi kablovod u koji su uvučeni kablovi istosmjerne električne struje i komunikacijski kablovi za napajanje pantografa.

Planira se sveobuhvatna energetska analiza postojećeg transformatora na koji će se priključiti stanica za punjenje električnih autobusa. Mjerenja opterećenja transformatora provode se u dva koraka. Prvi skup mjerenja procjenjuje trenutno opterećenje trafostanice prije priključivanja stanice za punjenje. Drugi se provodi nakon priključivanja stanice za punjenje.

Maksimalno vršno opterećenje tijekom mjerenja između 2020. i 2022. godine bilo je 399 kVA. S obzirom na maksimalno vršno opterećenje i stanicu za punjenje od 150-kW (174 kVA), prividna bi snaga bila 573 kVA, što odgovara postojećem transformatoru od 630-kVA. Ako se kapacitet stanice za punjenje poveća za 300 kW, tj. na maksimalno prividno priključeno opterećenje stanice za punjenje od 348 kVA, vršno bi opterećenje moglo iznositi 698 kVA. Postojeći transformator od 630 kVA bio bi nedovoljan i trebao bi se zamijeniti novim transformatorom od 1000 kVA.

Potencijal za učenje i prijenos



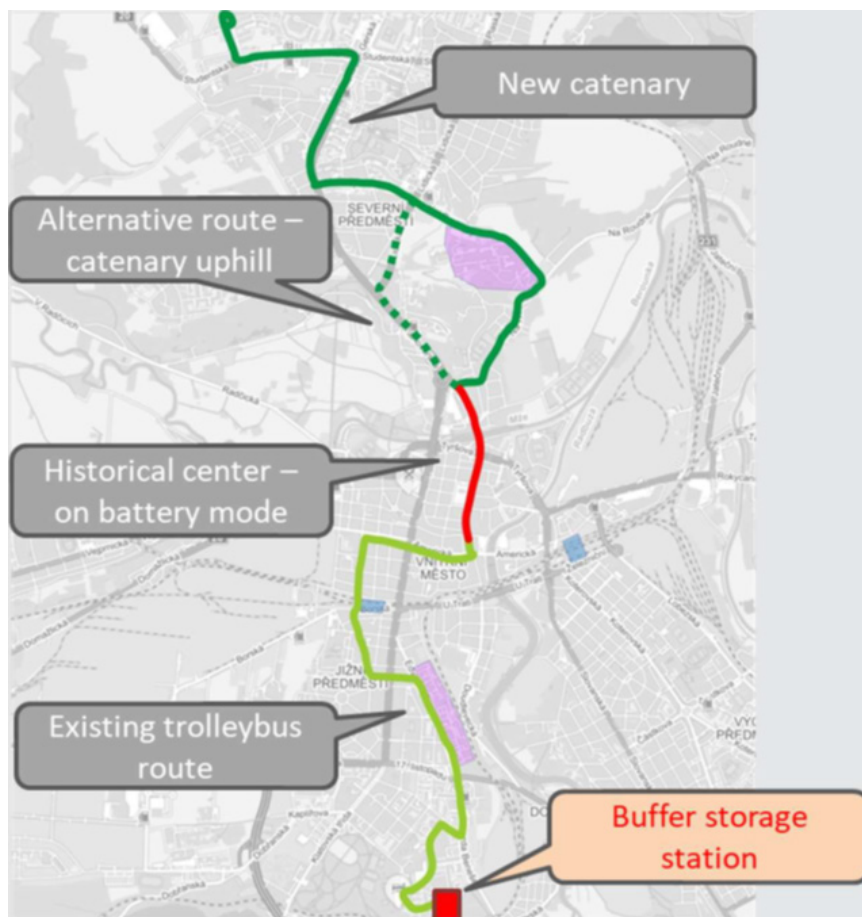
Slika 10: Demonstracija rada pantografa (Izvor: Grad Maribor)

Ulaganje će poslužiti kao primjer za višenamjensku infrastrukturu JP za punjenje e-autobusa, e-automobila i žičara, ne samo u Mariboru već i diljem Srednje Europe. Iskustvo i usvojene lekcije iz projekta EfficienCE omogućit će Općini Maribor proširenje višenamjenske infrastrukture JP u gradu jer postoji visoki potencijal preslikavanja za učinkovite nadogradnje trafostanice u njegovoj mreži.

1.4. Integracija stanice međupohrane u mrežu trolejbusa kako bi se povećala energetska učinkovitost (Plzeň)

Kratki opis pilot-ulaganja

Inovativno je rješenje korištenje stanice međupohrane izravno na problematičnim dionicama nadzemne mreže koje se temelji na visoko učinkovitim akumulatorima i inteligentnom računalnom upravljanju, a ne zahtijeva vanjsko napajanje ili opsežne građevinske radove. Tehnička je osnova stanice međupohrane galvanski izoliran vučni pogon (istosmjerna električna energija 600 V / istosmjerna električna energija 600 V) koji osigurava siguran i pouzdan prijenos snage do i iz vučnog pogona. Glavni upravljač stanice kontrolira vuču pogona. Klimatizacijska jedinica ugrađena je u stanicu međupohrane kako bi omogućila ujednačavanje temperature, što je presudno za ispravan rad i dugotrajnost akumulatora. Tehnologija i sve komponente stanice međupohrane smještaju se u samostalni čelični okvir koji omogućuje jednostavnu i brzu ugradnju ili premještanje. Glavno ograničenje ovog rješenje leži u kratkotrajnoj potpori nadzemnog sustava i dugotrajnosti akumulatora.



Slika 11: Projekt trolejbusa do bolnice i sjevernog predgrađa

Potrebni resursi

Povećanje broja trolejbusa i trolejbusa koje pogone akumulatori znači i povećanje potrošnje energije nadzemne mreže. Neke dionice nadzemne mreže već su dosegile ograničenje napajanja. Na tim dionicama postoji redukcija napona nadzemne mreže kada je opterećenje veće. Smanjenje napona dovodi do kratkotrajnih kvarova. Inovativno rješenje s implementacijom međupohrane izravno na mjesto slabe dionice nadzemne mreže odgovor je na konvencionalna rješenja. Inovativna stanica međupohrane sastoji se od visoko učinkovitog akumulatora i inteligentnog sustava računalnog upravljanja. Sve komponente, zajedno s klimatizacijskim sustavom (kako bi se osigurala odgovarajuća temperaturna klima u depou akumulatora), savršeno se uklapaju u samostalni čelični okvir. Ovo rješenje osigurava fleksibilnost u pogledu jednostavne i brze ugradnje ili premještanja u slučaju potrebe. Za rad stanice međupohrane nije potrebno vanjsko napajanje.

Dokaz uspjeha

Rješenje je prikladno ondje gdje je potrebno ojačati mrežu napajanja i spriječiti padove napona prilikom većih opterećenja. Može se koristiti u kombinaciji s obnovljivim izvorom energije, kao što su fotonaponski paneli. Važno je ispravno utvrditi tražene parametre (kapacitet, učinkovitost, vršno opterećenje).

Glavne poteškoće

Korištenje velikog broja trolejbusa koji se pune u pokretu znači veću potrošnju električne energije na dionicama na kojima se ta vozila kreću i pune. Na nekim dionicama postojeća električna mreža doseže ograničenja kapaciteta, što se odražava na smanjenju napona trolejbusa prilikom većih opterećenja. Ti padovi napona mogu dovesti do trenutanih nestanaka struje ili neposrednih kvarova pogonskih jedinica trolejbusa koje preventivno prestanu raditi kada je napon prenizak.

Prvi je izazov u implementaciji stanica s iznajmljenim akumulatorima za podršku vuči trolejbusa bila činjenica da su na tržištu bili dostupni samo prototipovi takvih stanica. Stoga je bilo potrebno utvrditi tražene parametre prije provedbe tendera za kupnju. Bilo je potrebno i biti inovativan na području troškova (ekonomski izazov) prilikom premašivanja očekivanog i pripremljenog proračuna. Cijena zakupa povećala se zbog RFP i uključenih zahtjeva za ispitivanje prototipske akumulatorske stanice. Uz ova je dva izazova trebalo savladati i tehnički izazov postavljanja akumulatorske stanice s prekidačem i izolacijom na kružno okretište trolejbusa.

Potencijal za učenje i prijenos

Pilot-ispitivanja usredotočila su se na prikupljanje podataka u slučaju nestanka električne struje/rekonstrukcije preopterećenja stanice pretvarača uz podršku mreži na posljednjoj dionici i u slučaju podrške mreži prilikom povećane potrošnje. Prvi je dojam ugrađenog ulaganja pozitivan. Rješenje je prenosivo na bilo kojeg operatera trolejbusa ili tramvaja JP kojemu je potrebna podrška za jačanje mreže napajanja sprječavanjem padova napona prilikom visokih opterećenja. Prikladno je i u kombinaciji s obnovljivim izvorom energije (fotonaponski paneli).



Slika 12: Međupohrana (Izvor: PMDP)

2. Zaključak

EfficienCE težio je povećati energetske učinkovitost i korištenje obnovljive energije u infrastrukturama javnog prijevoza kako bi se postigli lokalni, regionalni i europski energetske ciljevi. U tu je svrhu 12 partnera, uključujući 7 uprava/tvrtki JP iz 7 različitih srednjoeuropskih država surađivalo na ispitivanju novih tehnologija uštede energije u infrastrukturama JP, što je prvi takav slučaj u Srednjoj Europi. Od integracije RE u postajama podzemne željeznice (Beč) i depoa trolejbusa (Gdynia) do nadogradnje trafostanice za višenamjensko korištenje postojeće strukture JP (Maribor) i novih tehnologija međupohrana (Plzeň).

Svi su pilot-projekti implementirani i uspješno ispitani kao dio projekta, ali su i integralni dio gradskih strategija i/ili SUMP za povećanje energetske učinkovitosti. Implementacija fotonaponskog sustava integriranog u postaje podzemne željeznice pokazala je da je moguće koristiti površine krovova javnih infrastruktura za opskrbu električnom energijom za korisnike i zgrade. Energija regenerativnog kočenja prenosi se u mrežu depoa trolejbusa za napajanje zgrade. Priključivanje stanice ne zahtijeva dodatne troškove ugradnje i nema građevinskih dozvola koje skraćuju razdoblje ulaganja. Nadogradnja postojeće trafostanice žičare i integracija brzog punjača e-autobusa omogućuje proširenje višenamjenske infrastrukture JP u gradu jer postoji visoki potencijal preslikavanja za učinkovite nadogradnje trafostanice u njegovoj mreži. Integracija stanice međupohrane u mrežu trolejbusa kako bi se povećala energetska učinkovitost i inovativno rješenje izravno je uvođenje stanice međupohrane. Tehnologija i sve komponente stanice međupohrane smještaju se u samostalni čelični okvir koji omogućuje jednostavnu i brzu ugradnju ili premještanje.

Rezultati projekta imaju visok stupanj prenosivosti, a projekti postaju jezgra za iskorištavanje ulaganja i multiplikacijski utjecaj na infrastrukture JP EE.

3. Reference

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.1, EfficienCE Pilot preparation (priprema pilot-projekta)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.1, EfficienCE Pilot preparation (priprema pilot-projekta)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.1, EfficienCE Pilot preparation (priprema pilot-projekta)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.1, EfficienCE Pilot preparation (priprema pilot-projekta)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.2, EfficienCE Pilot implementation (implementacija pilot-projekta)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.2, EfficienCE Pilot implementation (implementacija pilot-projekta)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.2, EfficienCE Pilot implementation (implementacija pilot-projekta)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.2, EfficienCE Pilot implementation (implementacija pilot-projekta)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.3, EfficienCE Pilot evaluation (procjena pilot projekta)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.3, EfficienCE Pilot evaluation (procjena pilot projekta)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.3, EfficienCE Pilot evaluation (procjena pilot projekta)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.3, EfficienCE Pilot evaluation (procjena pilot projekta)

OTKRIJTE VIŠE EfficienCE



Posjetite našu web-stranicu:
<https://www.interreg-central.eu/efficiency>

Obratite nam se



+49 341 123 59 10

Glavni partner: Grad Leipzig, Njemačka



Voditelji projekta:

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)



BUDAPESTI
KÖZLEKEDÉSI
KÖZPONT



redmint



GAŃSK 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

