



Interreg
CENTRAL EUROPE



European Union
European Regional
Development Fund

EfficienCE



NADNÁRODNÁ PRÍRUČKA PRE ZAVÁDZANIE ENERGETICKY ÚČINNÝCH TECHNOLOGIÍ V INFRAŠTRUKTÚRE VEREJNEJ DOPRAVY

(4) Pilotné projekty

IMPRINT

Číslo projektu:

CE1537 EfficienCE Energetická účinnosť infraštruktúry verejnej dopravy v strednej Európe.

Financované:

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

Názov výstupu:

D.T2.3.2 Transnational handbook on EfficienCE pilot (Nadnárodná príručka o pilotnom projekte)

Editor:

Konzorcium EfficienCE

Autori:

Mitja Klemenčič, Marijan Španer, Matej Moharić, Vlasta Rodošek (Univerzita Maribor)

Grafická úprava a dizajn:

Levent Saran (Rupprecht Consult GmbH)

Dátum:

jún 2022

O projekte EfficienCE

EfficienCE bol projekt spolupráce financovaný z programu Interreg CENTRAL EUROPE, ktorého cieľom bolo znížiť uhlíkovú stopu v regióne. Väčšina stredoeurópskych miest disponuje rozsiahlymi systémami verejnej dopravy, ktoré môžu tvoriť základ služieb nízkouhlíkovej mobility. Viac ako 63 % cestujúcich v tomto regióne využíva verejnú dopravu. Opatrenia na zvýšenie energetickej účinnosti a podielu obnoviteľných zdrojov energie v infraštruktúre verejnej dopravy tak môžu mať mimoriadne veľký vplyv na zníženie emisií CO₂.

Tento cieľ bol dosiahnutý vďaka podpore miestnych orgánov, orgánov verejnej dopravy a prevádzkovateľov prostredníctvom vypracovania stratégií plánovania a akčných plánov, realizácie pilotných opatrení, vývoja nástrojov a školení na plánovanie a prevádzku nízkouhlíkovej infraštruktúry, ako aj zdieľaním poznatkov a osvedčených postupov v oblasti energeticky účinných opatrení v stredoeurópskych regiónoch.

Počas troch rokov spolupracovalo dvanásť partnerov vrátane siedmich orgánov/podnikov verejnej dopravy zo siedmich krajín s cieľom využiť nevyužitý potenciál v tomto odvetví a prispieť k cieľom „Bielej knihy“ EÚ znížiť do roku 2050 emisie z dopravy o 60 % a do roku 2030 znížiť používanie automobilov s konvenčným pohonom v mestskej doprave o polovicu.

Obsah

Zhrnutie	5
1. Pilotné projekty	6
1.1. Realizácia integrovaného fotovoltického systému v stanici metra na napájanie pomocných zariadení budov z RES (Viedeň, Avстриja)	6
1.2. Využitie rekuperovanej brzdnéj energie a RES na napájanie budovy trolejbusového depa (Gdyňa, Poľska)	8
1.3. Modernizácia existujúcej lanovkovej stanice a integrácia rýchlonabíjačky na elektrické autobusy (Maribor, Slovenija)	10
1.4. Integrácia vyrovnávacej stanice do siete trolejbusov s cieľom zvýšiť energetickú účinnosť (Plzeň, Česka)	15
2. Závery	18
3. Referencie	19

Zhrnutie



Foto: mesto Lipsko

Projekt EfficienCE bol zameraný na energetickú účinnosť infraštruktúry verejnej dopravy v strednej Európe. Uskutočnil sa v rámci neho výskum s cieľom identifikovať prínosy k efektívnej infraštruktúre verejnej dopravy (VD). Pozornosť bola venovaná nasledujúcim témam:

Témy zamerania pilotných projektov
Skladovanie energie v infraštruktúre verejnej dopravy (VD)
Integrácia fotovoltického systému (FV)
Viacúčelové využitie infraštruktúry verejnej dopravy
Nástroje energetického auditu (EAT)
Rýchlonabíjačka na elektrické autobusy
Nabíjanie v pohybe (IMC)

V rámci projektu boli implementované a testované riešenia na zlepšenie energetickej účinnosti infraštruktúry VD a integráciu RES do systémov VD s cieľom znížiť závislosť VD od fosílnych palív a zabezpečiť, aby verejná doprava zostala cenovo dostupná a efektívna v krajinách strednej Európy.

Predtým uvedenými témami sa zaoberajú štyri pilotné investície v rámci projektu EfficienCE.

Spoločnosť Wiener Linien implementovala integrovaný fotovoltický systém pre stanice metra na napájanie pomocných zariadení budov z RES.

Dopravný podnik Gdynia Trolleybus Transport (PKT) v posledných rokoch skúmal všetky tri témy projektu EfficienCE. Projekt EfficienCE však prezentuje výsledky investícií do využívania rekuperovanej brzdnéj energie a RES na napájanie trolejbusového depa.

Mesto Maribor zmodernizovalo existujúcu lanovkovú stanicu a integrovalo do nej rýchlonabíjačku na elektrické autobusy („e-busy“).

A napokon mestský dopravný podnik PMDP z Plzne predviedol integráciu systému vyrovnávacích zásobníkov do siete trolejbusov. Výskumná práca sa zamerala na zlepšenie energetickej účinnosti.

1. Pilotné projekty

Pilotný projekt 1 - Realizácia integrácie FV na stanici metra:

- Inštalácia fotovoltického systému na streche stanice metra vo Viedni.
- Integrácia a testovanie dodávok energie z fotovoltiky do energetického systému stanice na zásobovanie pomocných energetických jednotiek.

Pilotný projekt 2 - Zavedenie integrácie brzdnéj energie a RES na napájanie trolejbusového depa:

- Použitie systému energetických meničov na dodávanie rekuperovanej energie z trolejových vedení do energetického systému budovy depa v Gdyni.

Pilotný projekt 3 - Zavedenie rýchlonabíjačky na elektrické autobusy:

- Modernizácia viacúčelovej rozvodne a inštalácia rýchlonabíjačky využívajúcej energiu z viacúčelovej rozvodne v Maribore.
- Energia bude slúžiť na nabíjanie elektrických autobusov, elektrických vozidiel a lanoviek.

Pilotný projekt 4 - Implementácia integrácie vyrovnávacích zásobníkov do trolejbusovej siete:

- Inštalácia vyrovnávacej stanice na uskladnenie prebytočnej energie v Plzni.
- Poskytnutie dodatočnej kapacity na požiadanie pre sieť trakčného vedenia.

1.1 Realizácia integrovaného fotovoltického systému v stanici metra na napájanie pomocných zariadení budov z RES (Viedeň)

Stručný opis pilotnej investície

Wiener Linien ako podnik verejnej dopravy prevádzkuje vo Viedni mnoho nehnuteľností, ktoré by sa mohli potenciálne využívať na výrobu solárnej energie. Potenciál sa odhaduje na 100 000 metrov štvorcových. Doteraz tam však zo statických dôvodov nebolo možné inštalovať konvenčné fotovoltické systémy. Nový výrobok, fotovoltická fólia, je výrazne ľahší ako bežné systémy a spĺňa špeciálne požiadavky na elektrické uzemnenie v budove metra.

Pilotný projekt zahŕňa zriadenie ústrednej fotovoltickej (FV) elektrárne a vývoj nástroja na monitorovanie energie (EMT) pre podzemnú stanicu, ako aj monitorovanie a vyhodnocovanie prevádzky tohto nového fotovoltického systému.

Potrebné zdroje

Fotovoltické fólie boli prvýkrát pripevnené na strechu stanice metra. Tieto fotovoltické fólie sú päťkrát ľahšie ako bežné fotovoltické systémy. Ďalšou zvláštnosťou je, že železnica na jednosmerný prúd a výroba elektrickej energie z fotovoltických článkov sú prevádzkované spoločne.

Medzi hlavné výzvy patrí integrácia tejto novej technológie do existujúcich systémov. Keďže systém metra je napájaný jednosmerným prúdom (DC), existuje riziko bludného prúdu. Preto musí mať fotovoltický systém špeciálnu izolačnú vrstvu. Ďalšou požiadavkou je hmotnosť. Pokiaľ ide o konštrukciu, neexistujú žiadne osobitné požiadavky, ktoré by boli nad rámec bežných požiadaviek na fotovoltický systém.

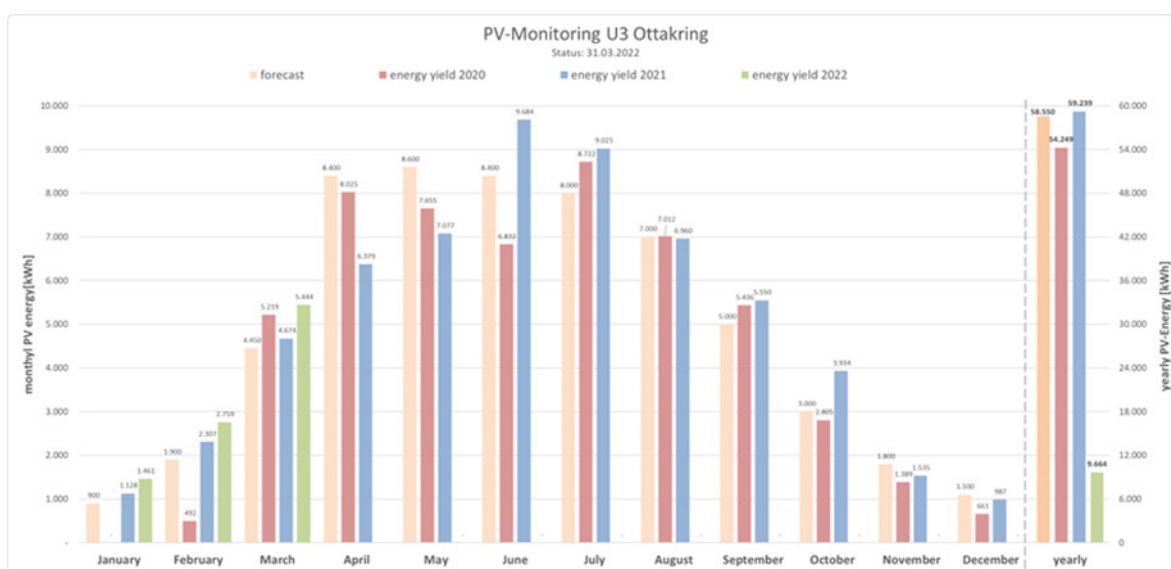


Obrázok 1: Letecká snímka fotovoltického systému [05-2020], © Wien Energie GmbH

Dôkaz úspechu

Fotovoltická elektrárňa má rozlohu 360 metrov štvorcových a ročný výkon 60,3 kW v špičke. Vyrobí približne 62 000 kWh solárnej energie. Tým sa každoročne ušetrí viac ako 21 ton CO₂.

Výkonnosť elektrárne je charakterizovaná najmä elektrickým výkonom. Ako meracie zariadenie sa používa Siemens PAC 3200 a získané údaje sa automaticky prenášajú do nášho systému riadenia energie. Ročná produkcia energie je vyššia, ako sa očakávalo v prognóze pred začatím projektu.



Obrázok 2: Energetický zisk fotovoltického systému

Zistené ťažkosti

Jednou z hlavných výziev bolo umiestnenie technického vybavenia, napríklad frekvenčného meniča. Keďže konvertor nebolo možné nainštalovať na strechu stanice (vzhľadom na jeho hlučnosť), bol umiestnený na miesto v stanici. Vedenie káblov si vyžadovalo presný plán na skrátenie vzdialenosti medzi technickou miestnosťou a miestnosťou hlavného nízkonapäťového rozvádzača.

Po pripojení hlavného rozvádzača nízkeho napätia do technickej miestnosti boli meracie komponenty nainštalované na istič. Keďže boli použité existujúce kolektory, vznikli len malé dodatočné náklady na meranie spotreby. Úpravy týkajúce sa vedenia káblov zodpovedali očakávaniam.

Keďže tento výrobok a jeho aplikácia sú novinkou, bolo potrebné otestovať a vyhodnotiť jeho výkonnosť. Súčasťou bol aj systém merania. Merali sa podmienky prostredia (slnečné žiarenie, vlhkosť a teplota vzduchu) a výkon systému (prúd a napätie na dvoch miestach: vedľa panelov na streche a v miestnosti s elektrickou inštaláciou vedľa invertora AC/DC).

Potenciál pre učenie a prenos

Z hľadiska uskutočniteľnosti pilotný projekt pokryl všetky prekážky (napríklad hmotnosť, elektrické uzemnenie), ktorým čelia iné potenciálne miesta iných poskytovateľov mobility. Zistenia a výhľad pre potenciálne budúce fotovoltické inštalácie potvrdzujú, že realizácia fotovoltickej inštalácie na železničnej budove je možná bez akýchkoľvek problémov. Z elektrotechnického hľadiska je možné konštatovať, že fotovoltický systém nemá žiadne negatívne účinky na trakciu, to isté platí naopak. Na záver možno skonštatovať, že FV fólie sú veľmi dobrou voľbou pre staršie budovy so statickými problémami, ale ak je to zo statických dôvodov možné, mali by sa z ekonomických dôvodov použiť štandardné moduly.

1.2 Využitie rekuperovanej brzdnéj energie a RES na napájanie budovy trolejbusového depa (Gdynia)

Stručný opis pilotnej investície

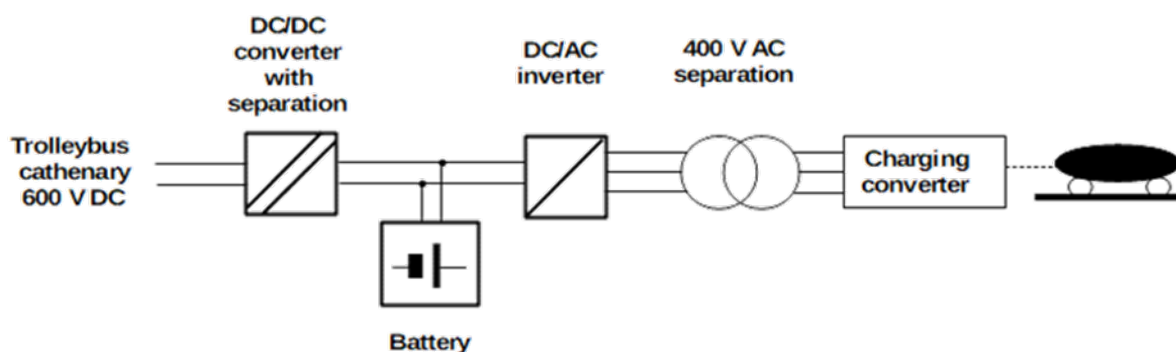
Nevyužitá rekuperovaná brzdná energia trolejbusov podnietila dopravný podnik Gdynia (PKT), aby zaviedol riešenia optimalizácie spotreby energie. Investícia obmedzí energetické straty v trolejbusovej trakčnej sieti využitím nevyužitej rekuperovanej brzdnéj energie. Rekuperovaná brzdná energia, ktorá sa predtým strácala ako teplo v brzdných rezistoroch, sa teraz prenáša do siete. Investíciou do riešenia sa rekuperovaná nevyužitá energia z brzdovania prenáša do siete trolejbusového depa pre potreby napájania budovy (osvetlenie depa a iné).

Potrebné zdroje

Tieto ciele sú dosiahnuté pomocou inovatívneho invertora, ktorý umožňuje, aby bola inak zvyšková energia dodávaná priamo do energetického systému budovy. Na prepojenie jednosmernej trakčnej siete a striedavej siete budovy je potrebné nainštalovať v depe špeciálne navrhnutý inverter jednosmerného a striedavého prúdu. Dôležitý element, menič DC/AC, umožňuje rekuperovať nevyužitú brzdnú energiu a dodávať ju do budovy depa, kontrolovať úroveň spotreby energie v trakčnej sieti, zisťovať výskyt nevyužitej energie a dôkladne kontrolovať spotrebu energie v budove depa prostredníctvom ďalšieho rozvoja systému monitorovania energie (EMS).

Dôkaz úspechu

Systém spracovania a skladovania energie bol implementovaný v depe PKT Gdynia a pripojený k trolejbusovému vedeniu taktiež ako zdroj energie pre nabíjaciu stanicu elektromobilov. Bolo vykonané meranie dostupnosti nabíjacieho výkonu a výstupných hodnôt striedavého napätia. Okrem toho bola testovaná možnosť rekuperácie absorpčnej brzdnéj energie.



Obrázok 3: Schéma inovatívneho systému

Zistené ťažkosti

Zariadenie bolo taktiež testované ako zdroj energie pre nabíjacie stanice elektromobilov. V prvých fázach testovania sa testovala kompatibilita nabíjacích staníc za rôznych podmienok, v rôznych denných časoch a s rôznymi typmi vozidiel. Následne bola testovaná prevádzka nabíjacej stanice s vysokou intenzitou nabíjania, čo umožnilo overiť predpoklady návrhu a určiť praktické využitie.

Bolo vykonané meranie dostupnosti nabíjacieho výkonu a výstupných hodnôt striedavého napätia. Bolo vykonané testovanie možnosti rekuperácie absorpčnej brzdnéj energie.

Problémom bolo, že stanica bola preťažená 400 V prijímačom striedavého prúdu (nabíjacia stanica pre elektromobily). Invertor nebol dostatočne chránený proti preťaženiu a výskyt takejto situácie viedol k jeho vypnutiu. K trakčnému vedeniu by mal byť pripojený odpájacím zariadením s diaľkovým ovládaním, ktorý je možné ovládať z riadiaceho centra rozvodne. To uľahčuje zmenu konfigurácie systému napájania v núdzových situáciách, ako aj odpojenie nabíjacej stanice počas prác údržby na trakčnom vedení. Aby sa zabránilo vypnutiu zariadenia v prípade výpadku napájania v nadzemnom vedení (výpadok 600 V DC), boli v invertorovej stanici použité batérie.

Potenciál pre učenie a prenos

Výhodou tohto zariadenia je, že tento typ nabíjačky nie je pevne spojený so zemou a môže byť umiestnený kdekoľvek, kde je trakčná sieť. Pripojenie stanice si nevyžaduje dodatočné náklady na inštaláciu a žiadne stavebné povolenia, čím sa skracuje obdobie technickej implementácie investície.

Výhodou trakčnej siete je jej veľké priestorové rozšírenie v mnohých mestách, a teda jej široká dostupnosť. Vďaka tomu je možné ju použiť na napájanie nabíjacích staníc pre vozidlá, kde je pripojenie na striedavý prúd problematické, napríklad z dôvodu rozsiahlych stavebných prác.

Na spracovanie prebytočnej brzdnéj a trakčnej energie bol navrhnutý a skonštruovaný invertor na uskladnenie energie, ktorý slúži na skladovanie a prenos tejto energie s cieľom napájať budovu depa a nabíjaciu stanicu elektrických vozidiel. Zariadenie umožňuje „zachytiť“ zo siete túto prebytočnú energiu, ktorá vzniká pri brzdení trolejbusov, a spracovať ju. Invertor využíva použitú batériu z trolejbusu, ktorá slúži ako zásobník energie. Toto riešenie vytvára ďalší potenciál, a to „druhú životnosť“ použitých trakčných batérií (second-life batérie).

Po implementácii môže byť model prepojenia individuálnej dopravy a verejnej dopravy testovaný vo väčšom meradle, a to tak, že autá parkovali na záchytných parkoviskách prepojených s centrom mesta trolejbusovou alebo električkovou sieťou a domov sa odvážali autom nabitým „zelenou energiou“.



Obrázok 4: Skladovanie elektrickej energie na báze batérií; použitie trakčnej second-life batérie z trolejbusu [Zdroj: PKT Gdynia]

1.3 Modernizácia existujúcej lanovkovej stanice a integrácia rýchlonabíjačky na elektrické autobusy (Maribor)

Stručný opis pilotnej investície

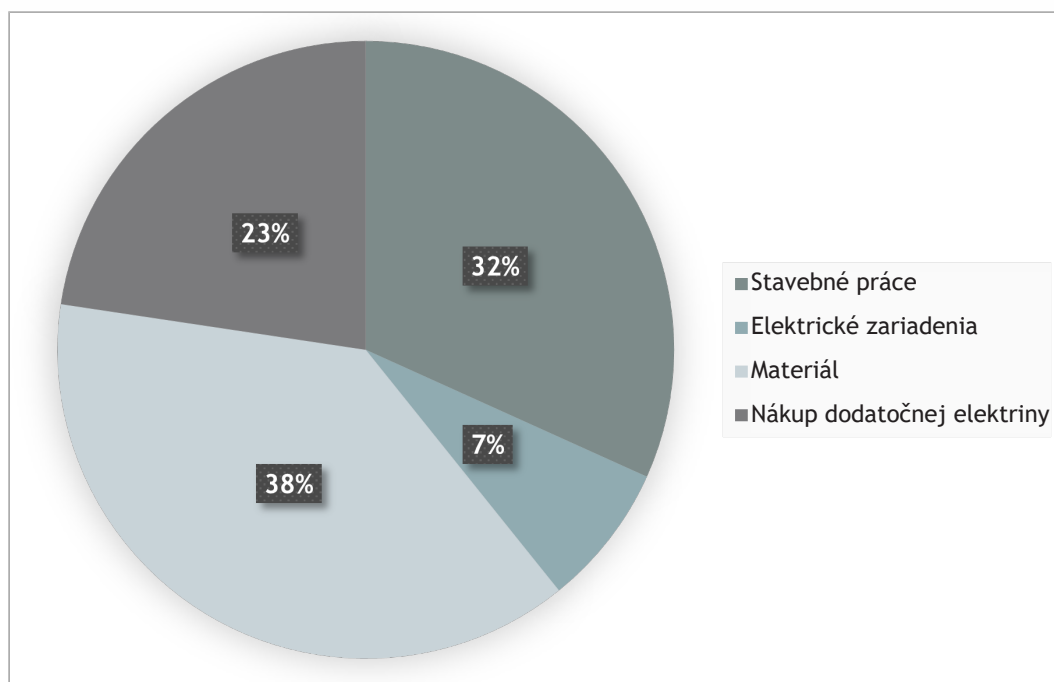
Mesto Maribor (MOM) investovalo do modernizácie existujúcej stanice lanovky a do stanice Vzpenjača v Maribore (konečná autobusovej linky 6) integrovalo rýchlonabíjaciu stanicu na elektrické autobusy. To umožní viacúčelové využitie existujúcej infraštruktúry verejnej dopravy (VD) využívaním elektrickej energie zo stanice lanovky na prevádzku lanovky a zároveň aj na nabíjanie elektrického autobusu. Ďalšie prípravné opatrenia v rámci príslušnej pilotnej činnosti zahŕňali štúdiu technickej uskutočniteľnosti. Súčasťou technickej dokumentácie bola aj príprava výberového konania na rýchlonabíjačku na elektrické autobusy. Následne bola táto rýchlonabíjačka nainštalovaná a pripojená.

Potrebné zdroje

Pilotný projekt sa zameriaval na viacúčelovú rýchlonabíjaciu stanicu na elektrické autobusy, ktorá sa používala na nabíjanie staníc lanoviek a zdieľanie elektrických vozidiel. Na testovanie nabíjačky na elektrické autobusy bol potrebný aj elektrický autobus („e-bus“).

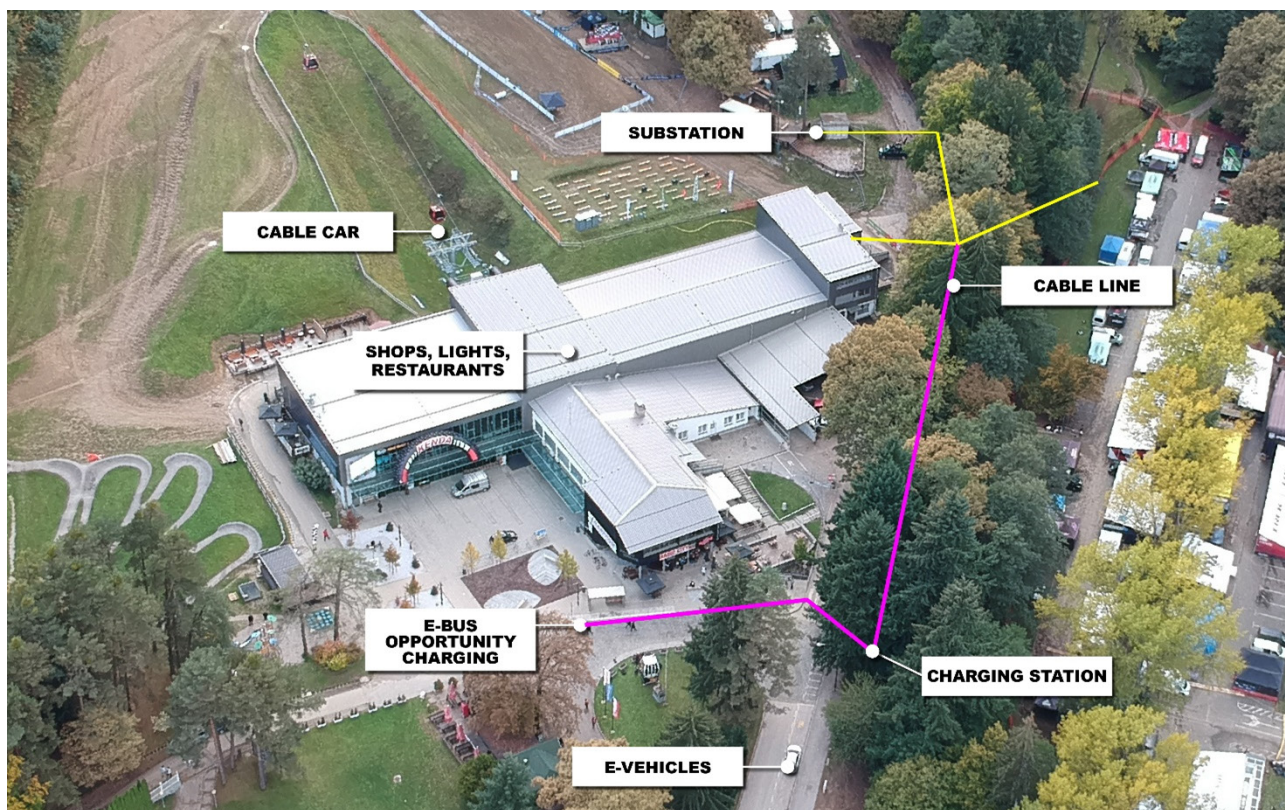
Hlavnou úlohou pilotného projektu bolo sprevádzkovať rýchlonabíjačku na elektrické autobusy na viacúčelové použitie a zmerať stabilitu siete za rôznych okolností pred sprevádzkovaním (stanica lanovky, zdieľanie elektrických vozidiel, iní príležitostní spotrebitelia počas väčších podujatí) a po ňom.

V nasledujúcom grafe je uvedený odhadovaný podiel jednotlivých prác na elektrickej infraštruktúre pre nabíjaciu stanicu 150 kW (174 kVA) bez ceny za dodávku a výstavbu nabíjacej stanice.



Obrázok 5: Podiel rôznych prác na realizácii nabíjacej stanice

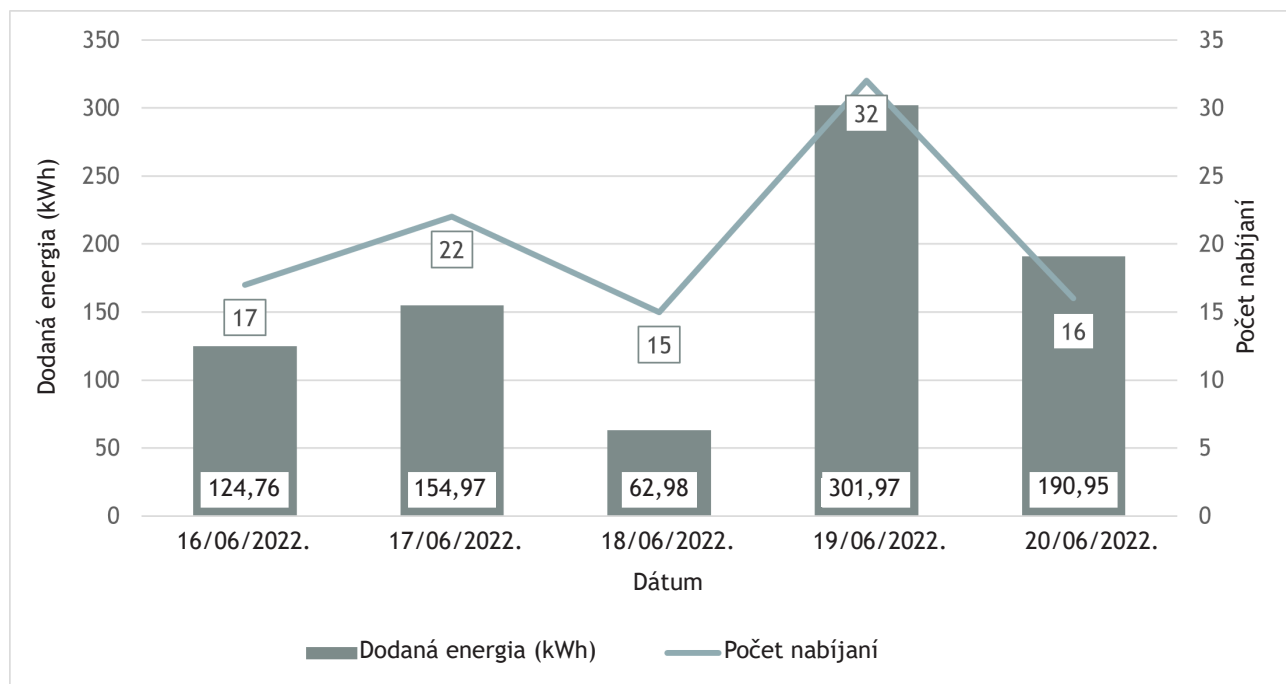
38 % všetkých nákladov tvorili náklady na materiál, potom stavebné práce (32 %) a dodatočný nákup elektrickej energie na 150 kW výkon.



Obrázok 6: Letecká snímka rýchleho (príležitostného) nabíjania elektrického autobusu na stanici Vzpenjača (Zdroj: Mesto Maribor)

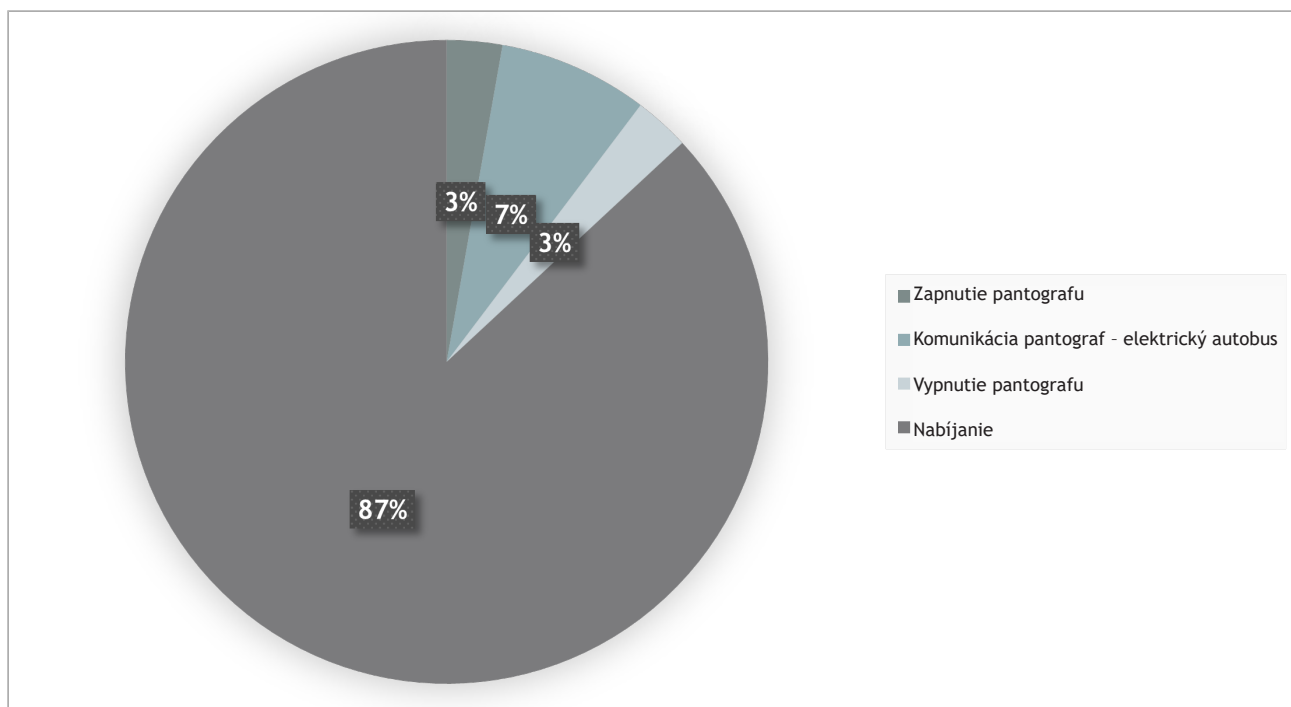
Dôkaz úspechu

Rýchlonabíjacia stanica bola uvedená do prevádzky vo štvrtok 16. júna 2022. Počas tohto obdobia sa na nabíjanie autobusov spotrebovalo 835,63 kWh energie. Nabíjačka bola použitá 102-krát a priemerný čas nabíjania bol 4 minúty.



Obrázok 7: Nabíjanie a dodaná energia na rýchlonabíjacej stanici Sp. Vzpenjača

Meraný bol aj čas nabíjania v reálnom čase bez manipulácie s pantografom. Tento čas je dôležitý na výpočet skutočného nabíjacieho výkonu rýchlonabíjacej stanice a na ďalšiu optimalizáciu cestovných poriadkov autobusov.



Obrázok 8: Trvanie nabíjania

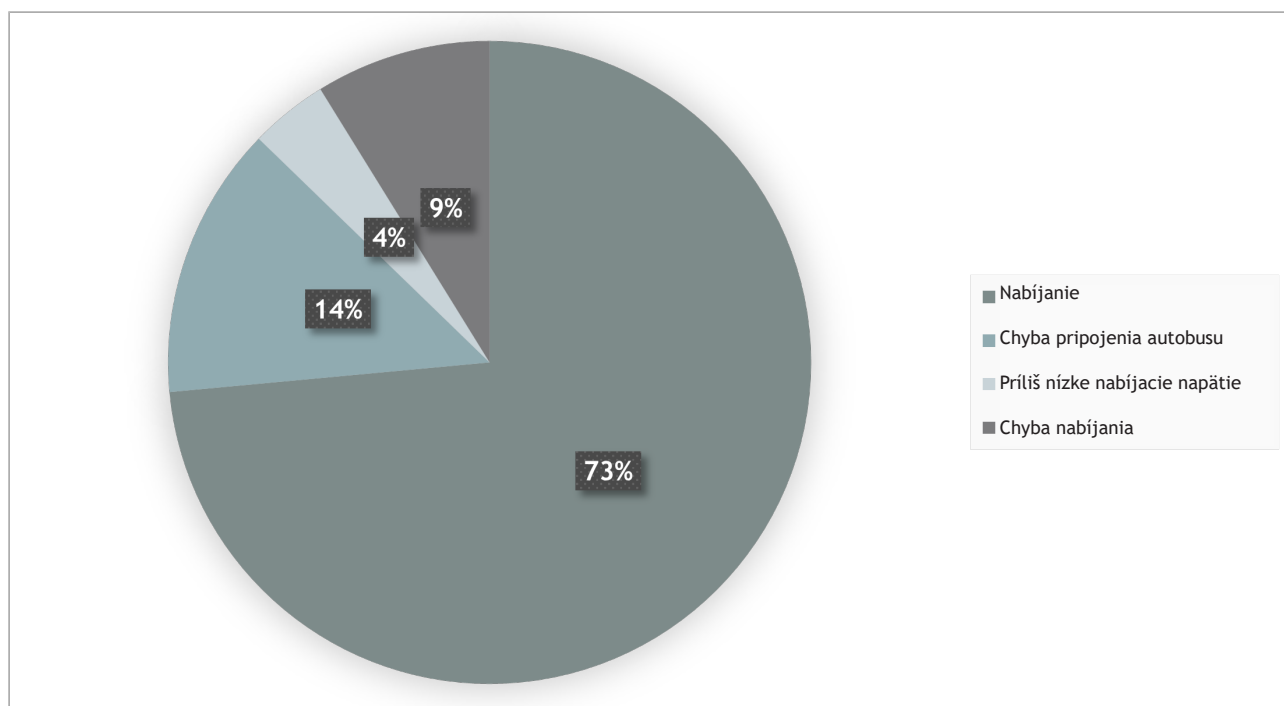


Foto: mesto Lipsko

V tabuľke nižšie je uvedený čas nabíjania, keď sa elektrický autobus nabíja jednu minútu. 87 % času spotrebuje nabíjanie, 7 % komunikácia medzi rýchlonabíjačkou a autobusom a 6 % pohyb pantografu nahor a nadol.

Udalosť	Podiel	Trvanie (mm:ss)
Pohyb pantografu	6%	00:04
Komunikácia pantograf - elektrický autobus	8%	00:05
Nabíjanie	87%	00:51

Pri testovaní rýchlonabíjačky boli počas procesu nabíjania zistené viaceré nedostatky. Len 73 % všetkých dokončených operácií bolo úspešných, zvyšok boli chyby. V 14 % neúspešných pokusov o dokončenie bola poloha elektrického autobusu nesprávna. Pri ďalších testoch bude možné túto chybu opraviť, pretože jej príčinou je polomer otáčania lanoviek Sp.



Obrázok 9: Prehľad dôvodov zastavenia pri nabíjaní pomocou rýchlonabíjacej stanice Sp. Vzpenjača

Zistené ťažkosti

Na potreby napájania bolo potrebné vybudovať nové vedenie od transformátora k nabíjacej stanici (napájacej skrinke), do ktorej je zaústené nové nízkonapäťové káblové vedenie. Od napájacej skrinky k pantografu bol vybudovaný nový potrubný káblový kanál, pomocou ktorého sú vedené káble jednosmerného prúdu a komunikačné káble na napájanie pantografu.

Naplánovaná je komplexná energetická analýza existujúceho transformátora, ku ktorému sa má pripojiť nabíjacia stanica elektrického autobusu. Merania zaťaženia transformátora sa vykonávajú v dvoch krokoch. Prvý súbor meraní vyhodnocuje prúdové zaťaženie rozvodne pred pripojením nabíjacej stanice. Druhý sa vykoná po pripojení nabíjacej stanice.

Maximálne špičkové zaťaženie počas merania v rokoch 2020 až 2022 bolo 399 kVA. Pri zohľadnení maximálneho špičkového zaťaženia a nabíjacej stanice s výkonom 150 kW (174 kVA) by zdanlivý výkon bol 573 kVA, čo zodpovedá existujúcemu transformátoru s výkonom 630 kVA. Ak sa kapacita nabíjacej stanice zvýši o 300 kW, teda na maximálnu zdanlivú pripojenú záťaž nabíjacej stanice 348 kVA, špičková záťaž by mohla byť 698 kVA. Existujúci transformátor 630 kVA by bol nedostatočný a bolo by potrebné ho nahradiť novým transformátorom 1 000 kVA.

Potenciál pre učenie a prenos



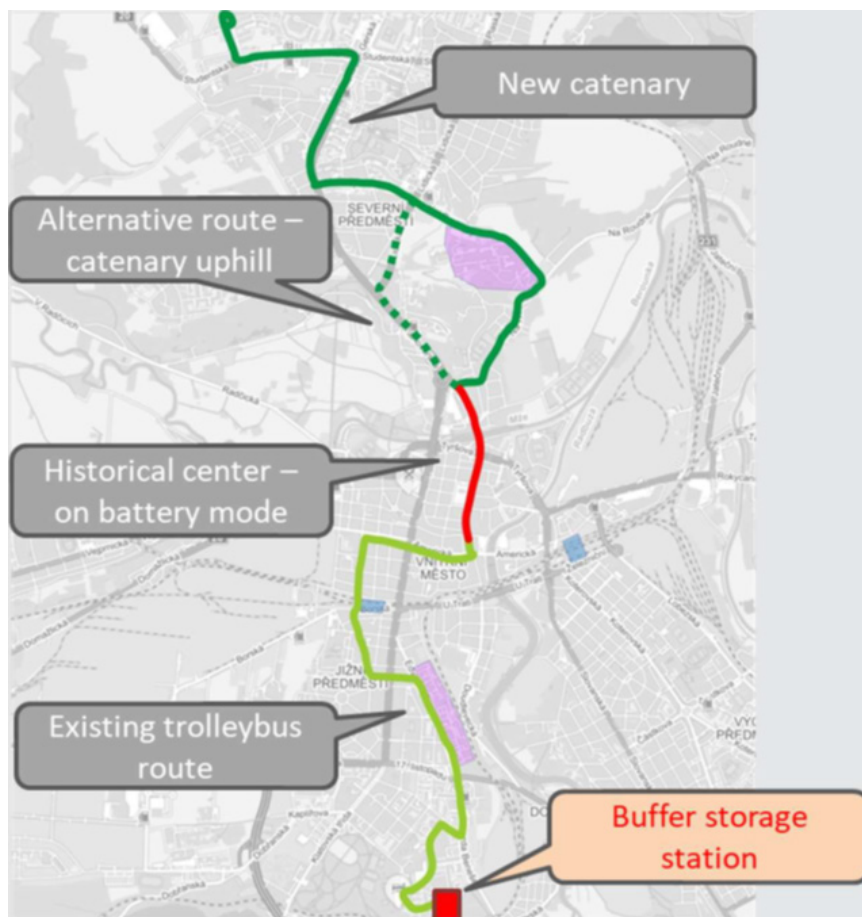
Obrázok 10: Ukážka činnosti pantografu (Zdroj: Mesto Maribor)

Investícia bude slúžiť ako ukážka viacúčelovej infraštruktúry VD na nabíjanie elektrických autobusov, elektrických vozidiel a lanoviek nielen v Maribore, ale v celej strednej Európe. Skúsenosti a poznatky získané z projektu EfficienCE umožnia MOM rozšíriť viacúčelovú infraštruktúru VD v meste, pretože existuje vysoký potenciál pre opakovanie nákladovo efektívnej modernizácie rozvodní v jej sieti.

1.4 Integrácia vyrovnávacej stanice do siete trolejbusov s cieľom zvýšiť energetickú účinnosť (Plzeň)

Stručný opis pilotnej investície

Inovatívnym riešením je použitie vyrovnávacej stanice priamo v problematickom úseku nadzemného vedenia, ktoré je založené na výkonných batériách a inteligentnom počítačovom riadení a nevyžaduje externé napájanie ani rozsiahle stavebné práce. Technickým základom vyrovnávacej stanice je galvanicky oddelený trakčný pohon (DC 600 V / DC 600 V), ktorý zabezpečuje bezpečný a spoľahlivý prenos energie do a z trakčného pohonu. Hlavný ovládač hlavnej stanice riadi trakciu pohonu. Do vyrovnávacej stanice bola nainštalovaná klimatizačná jednotka, ktorá zabezpečuje vyrovnanie teploty, čo je rozhodujúce pre dobrý stav a dlhú životnosť batérií. Technológia a všetky komponenty vyrovnávacej stanice sa zmestia do samonosného oceleového rámu, čo umožňuje jednoduchú a rýchlu inštaláciu alebo premiestnenie. Najväčším obmedzením tohto riešenia je krátkodobá podpora systému nadzemných vedení a životnosť batérie.



Obrázok 11: Projekt trolejbusu do nemocnice a na Severné predmestie

Potrebné zdroje

Nárast počtu trolejbusov a trolejbusov na batériový pohon znamená aj nárast spotreby energie v nadzemných vedeniach. Niektoré úseky nadzemného vedenia už dosiahli limit napájania. V týchto úsekoch dochádza pri vyššom zaťažení k zníženiu napätia na nadzemnom vedení. Tento pokles napätia vedie ku krátkodobým poruchám napájania. Inovatívne riešenie so zavedením vyrovnávacieho úložiska priamo v mieste slabého úseku nadzemného vedenia je odpoveďou na konvenčné riešenia. Inovatívna vyrovnávacia stanica pozostáva z vysoko výkonnej batérie a inteligentného počítačového riadiaceho systému. Všetky komponenty spolu s klimatizačným systémom (na zabezpečenie vhodnej teploty v sklade batérií) dokonale zapadajú do samonosného ocelového rámu. Toto riešenie zaručuje flexibilitu z hľadiska jednoduchšej a rýchlejšej inštalácie alebo premiestnenia v prípade potreby. Na prevádzku vyrovnávacej stanice nie je potrebný žiadny externý zdroj napájania.

Dôkaz úspechu

Riešenie je vhodné tam, kde je potrebné posilniť napájaciu sieť a zabrániť poklesu napätia pri vyššom zaťažení. Môže sa používať v kombinácii s obnoviteľným zdrojom energie, napríklad s fotovoltickými panelmi. Je dôležité správne určiť požadované parametre (kapacita, účinnosť, špičkové prúdové zaťaženie).

Zistené ťažkosti

Používanie väčšieho počtu trolejbusov, ktoré sa nabíjajú počas jazdy, znamená vyššiu spotrebu elektrickej energie v úsekoch, kde tieto vozidlá jazdia a nabíjajú sa. V niektorých úsekoch dosahuje existujúca elektrická sieť svoj kapacitný limit, čo sa prejavuje znížením napätia v trolejovej zbernici pri vyššom zaťažení. Tieto poklesy napätia môžu viesť ku krátkodobým výpadkom napájania alebo k okamžitým poruchám pohonných jednotiek trolejbusov, ktoré pri príliš nízkom napätí preventívne zastavia prevádzku.

Prvým problémom pri zavádzaní prenájatých batériových staníc na podporu trolejbusovej trakcie bola skutočnosť, že na trhu boli k dispozícii len prototypy takýchto staníc. Preto bolo ešte pred uskutočnením verejnej súťaže na nákup potrebné špecifikovať požadované parametre. Okrem toho bolo potrebné byť inovatívny aj v oblasti nákladov (ekonomická výzva), prekročiť očakávaný a pripravený rozpočet. Cena prenájmu sa zvýšila na základe RFP a zahŕňala požiadavky na testovanie prototypu batériovej stanice. Okrem týchto dvoch výziev bolo potrebné prekonať aj technický problém súvisiaci s umiestnením batériovej stanice s odpájacím zariadením a izoláciou v priestore obrátiska trolejbusov.

Potenciál pre učenie a prenos

Pilotné testy sa zameriavali na zber údajov v prípade výpadku/rekonštrukcie zaťažovacej konvertorovej stanice, podpory siete na koncovom úseku a v prípade podpory siete pri zvýšenej spotrebe. Prvý dojem z nainštalovanej investície je pozitívny. Riešenie je prenosné na všetkých prevádzkovateľov trolejbusov alebo električiek VD s potrebnou podporou na posilnenie napájacej siete zabránením poklesu napätia pri vysokom zaťažení. Okrem sa môže použiť v kombinácii s obnoviteľným zdrojom energie, napríklad s fotovoltickými panelmi.



Obrázok 12: Vyrovnávacia stanica [Zdroj: PMDP]

2. Závery

Cieľom projektu EfficienCE bolo zvýšiť energetickú účinnosť a využívanie obnoviteľných zdrojov energie v infraštruktúre verejnej dopravy a dosiahnuť tak miestne a regionálne energetické ciele, ako aj energetické ciele na úrovni EÚ. Na testovaní nových energeticky úsporných technológií v infraštruktúrach VD, ktoré sú prvými svojho druhu v strednej Európe, spolupracovalo 12 partnerov vrátane 7 orgánov/spoločností verejnej dopravy zo 7 rôznych krajín strednej Európy. Od integrácie RE v staniciach metra (Viedeň) a trolejových depách (Gdyňa) až po modernizáciu rozvodne na viacúčelové využitie existujúcej infraštruktúry VD (Maribor) a nové technológie skladovania energie (Plzeň).

V rámci projektu boli realizované a úspešne otestované všetky pilotné projekty a stali sa zároveň aj neoddeliteľnou súčasťou obecných stratégií a/alebo plánov udržateľného rozvoja na zvýšenie energetickej účinnosti. Realizácia fotovoltického systému integrovaného do stanice metra ukázala, že je možné využiť strešné plochy verejnej infraštruktúry na zásobovanie používateľov a budov elektrickou energiou. Rekuperovaná brzdná energia sa prenáša do siete trolejbusového depa a pripája sa do elektrických rozvodov budovy. Pripojenie stanice si nevyžaduje dodatočné náklady na inštaláciu a žiadne stavebné povolenia, čím sa skracuje obdobie technickej implementácie investície. Vďaka modernizácii stanice lanovky a zabudovaniu rýchlonabíjačky na elektrické autobusy možno rozšíriť viacúčelovú infraštruktúru VD v meste, pretože existuje vysoký potenciál pre opakované nákladovo efektívnej modernizácie rozvodní v jej sieti. Integrácia vyrovnávacej stanice do siete trolejbusov s cieľom zvýšiť energetickú účinnosť a inovatívne riešenie predstavujú priame nasadenie vyrovnávacej stanice. Technológia a všetky komponenty vyrovnávacej stanice sa zmestia do samonosného oceľového rámu, ktorý umožňuje jednoduchú a rýchlu inštaláciu alebo premiestnenie.

Výsledky projektov majú vysokú mieru prenosnosti a projekty sa stávajú ústredným východiskom pre získavanie investícií a multiplikačných efektov pre infraštruktúry EE VD.

3. Referencie

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.1, EfficienCE Pilot preparation (Nadnárodná príručka o pilotnom projekte)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.1, EfficienCE Pilot preparation (Nadnárodná príručka o pilotnom projekte)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.1, EfficienCE Pilot preparation (Nadnárodná príručka o pilotnom projekte)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.1, EfficienCE Pilot preparation (Nadnárodná príručka o pilotnom projekte)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.2, EfficienCE Pilot implementation (implementácia pilotného projektu)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.2, EfficienCE Pilot implementation (implementácia pilotného projektu)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.2, EfficienCE Pilot implementation (implementácia pilotného projektu)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.2, EfficienCE Pilot implementation (implementácia pilotného projektu)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.1.3, EfficienCE Pilot evaluation (vyhodnotenie pilotného projektu)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.2.3, EfficienCE Pilot evaluation (vyhodnotenie pilotného projektu)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.3.3, EfficienCE Pilot evaluation (vyhodnotenie pilotného projektu)

CE1537 EfficienCE, D.T. 3.4.3, EfficienCE Pilot evaluation (vyhodnotenie pilotného projektu)

ZISTITE VIAC O EfficienCE



Pozrite si naše webové stránky:
<https://www.interreg-central.eu/efficiency>

Kontaktujte nás



+49 341 123 59 10

Vedúci partner: Mesto Lipsko, Nemecko



Projektoví manažéri:

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



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

