

# Pokyny pro vypracování strategií oběhového hospodářství v odvětví veřejné dopravy

*Získané poznatky ze strategií a akčních plánů  
CE4CE*



## Impressum

### Projekt

CE0100250 CE4CE - Infrastruktura veřejné dopravy ve střední Evropě - usnadnění přechodu na cirkulární ekonomiku

### Kontakt

Leipzig Public Transport Company

Adresa: Georgiring 3, 04103 Lipsko, Německo

Web: <https://www.l.de/verkehrsbetriebe/>

E-mail: CE4CE.Verkehrsbetriebe@L.de

### Financováno

Program Interreg Střední Evropa: <https://www.interreg-central.eu/>

### Autoři a spolupracovníci

Leventcan Er, Laura López, Ana-Maria Baston, Marcelian Handoko (Rupprecht Consult, Německo), Stefan Röhl, Conrad Jentzsch (Leipzig Public Transport Company, Německo), Jan Röhl (KruCh Railways, Rakousko), Liliana Donato, Sara Biffi (ATB Bergamo, Itálie), Gabriele Grea, Anja Seyfert (Redmint Impresa Sociale scrl, Itálie), Dominika Kowalkowska (PKA Gdynia, Polsko), Agnieszka Szmelter-Jarosz, Marcin Wolek (Univerzita v Gdaňsku, Polsko), Mitja Klemencic (město Maribor), Danijel Hojski (Univerzita v Mariboru), Alexandra Scharzenberger, Marta Woronowicz (sdružení trolley:motion, Rakousko), Németh Zoltán Ádám, Gábor Jéga-Szabó (SZKT Szeged, Maďarsko), Nikolett Csörgő (Mobilissimus Kft, Maďarsko)

### Rozvržení a design

Danaja Dvornik (@\_studio\_kai\_) a Marcelian Handoko (Rupprecht Consult)

### Datum vydání

Březen 2026

### Autorská práva

Autorská práva k této publikaci náleží konsorciu projektu CE4CE vedenému společností Leipzig Public Transport Company. Veškeré obrázky a textové prvky v této publikaci, u nichž je uveden zdroj, jsou majetkem uvedených organizací nebo osob.

## Seznam zkratek

Zkratka	Definice
AI	Umělá inteligence
BESS	Systém akumulace energie v bateriích
BSR	Pobaltí
CCC	Smlouva o klimatickém městě
EN	Evropská norma
eBRT	Rychlá hromadná doprava elektrickými autobusy
ESG	Environmentální, sociální a správní aspekty
EU	Evropská unie
GIS	Geografický informační systém
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
KPI	Klíčový ukazatel výkonnosti
LCC	Náklady na životní cyklus
MR.pro®	Software/systém pro správu údržby používaný společností LVB
PV	Fotovoltaika
SECAP	Plán pro udržitelnou energii a plán klimatických opatření
SMEA	Strategické hodnocení údržby a inženýrství (metodický odkaz související se stanovováním priorit/řízením rizik)
SUMP	Plánování udržitelné městské mobility
ZEDAS	Softwarový systém pro údržbu železnic a správu majetku

## Zkratky partnerů

Abbreviation	Definition
LVB	Leipzig Public Transport Company, Německo
PKA	Provozovatel autobusové hromadné dopravy v Gdyni, Polsko
UG	Gdaňská univerzita, Polsko
SZKT	Dopravní společnost Szeged, Maďarsko
Kruch	Kruch Railways Innovations, Rakousko
MOM	Město Maribor, Slovinsko
UM	Univerzita v Mariboru, Slovinsko
ATB	ATB Mobility Bergamo, Itálie
Redmint	Sociální podnik Redmint, Itálie
Mobilissimus	Mobilissimus Ltd., Maďarsko
TM	sdužení trolley:motion, Rakousko
RUPPRECHT	Rupprecht Consult (consultant to LVB), Germany

## Seznam Obrázků

Obrázek 1. Rámec AVOID-EXTEND-TRANSFORM-ENABLE (AETE). Zdroj: sdružení trolley:motion	9
Obrázek 2. Struktura kompasu cirkulárnosti v energetickém sektoru	11
Obrázek 3. Struktura kompasu cirkulárnosti v odvětví infrastruktury	16
Obrázek 4. truktura kompasu cirkularity v odvětví kolejových vozidel	20
Obrázek 5. Strategický rámec podporující vizi veřejné dopravy v Mariboru (SUMP).	25
Obrázek 6. Vize a strategické cíle akčního plánu města Maribor	26
Obrázek 7. Klíčová opatření Mariboru a harmonogram realizace	27
Obrázek 8. Workshop zainteresovaných stran na téma oběhového hospodářství a energie ve veřejné dopravě. Zdroj: Město Maribor, CE4CE	28
Obrázek 9. Hlavní poznatky z Mariboru	29
Obrázek 10. Vize a strategické cíle akčního plánu LVB	30
Obrázek 11. Klíčová opatření v Lipsku	31
Obrázek 12. Hlavní výstup v Lipsku	34
Obrázek 13. Fotovoltaická elektrárna napájející trolejbusy v Gdyni v depu. Zdroj: CE4CE	35
Obrázek 14. Vize a strategické cíle akčního plánu města Gdyně	36
Obrázek 15. Klíčová opatření a harmonogram realizace v Gdyni	36
Obrázek 16. Hlavní poznatky z Gdyně	38
Obrázek 17. ATB Mobility Bergamo	39
Obrázek 18. Vize a strategické cíle akčního plánu Bergama	40
Obrázek 19. Klíčová opatření města Bergamo	41
Obrázek 20. Hlavní závěr pro Bergamo	42

## Seznam Tabulek

Tabulka 1. Klíčové faktory energetických strategií ve veřejné dopravě	14
Tabulka 2. Klíčové faktory of infrastructure strategies in public transport	18
Tabulka 3. Klíčové faktory strategií vozových parků ve veřejné dopravě	23

## Obsah

### Shrnutí

	7
1. Úvod do projektu CE4CE	8
2. Strategie pro posílení cirkularity v odvětví veřejné dopravy	9
2.1. Strategie pro zachycování a optimalizaci využití odpadní energie a obnovitelných zdrojů energie v nových hodnotových řetězcích životního cyklu	11
2.2. Strategie pro přidávání a zpětné získávání hodnoty a optimalizaci poskytování infrastruktury veřejné dopravy v rámci nových hodnotových řetězců životního cyklu	16
2.3. Strategie pro přidávání a zpětné získávání hodnoty a optimalizaci dodávek kolejových vozidel/vozidel v rámci nových hodnotových řetězců životního cyklu	20
3. Akční plány pro řešení zásadních výzev v odvětví veřejné dopravy	25
3.1. Akční plán na zachycování a využívání odpadní energie z vlaků a nabíjení použitých baterií z obnovitelných zdrojů energie v Mariboru ve Slovinsku	25
3.2. Akční plán na optimalizaci stavu infrastruktury prostřednictvím minimálně invazivních údržbových prací v Lipsku, Německo	30
3.3. Akční plán pro optimalizaci poskytování infrastruktury prostřednictvím spolupráce a sdílení mezi veřejnými poskytovateli jako aktualizace městské strategie pro elektromobilitu v Gdyni v Polsku	35
3.4. Akční plán pro zvýšení přidané hodnoty v dodavatelském řetězci a optimalizaci dodávek vozidel prostřednictvím cirkulárního zadávání veřejných zakázek v Bergamu v Itálii	39
4. Získané poznatky a doporučení	44
4.1. Zkušenosti získané z procesu vypracování strategií a akčních plánů	44
4.2. Doporučení pro provádění opatření	44
5. Závěry	46
6. References	46



## Shrnutí

**Projekt Interreg Central Europe CE4CE: Infrastruktura veřejné dopravy ve střední Evropě - usnadnění přechodu na oběhové hospodářství<sup>1</sup>** ,podpořil systémové uvažování o oběhovém hospodářství u aktérů ve veřejné dopravě ze střeoevropských zemí s cílem snížit množství odpadu a vytvářet hodnotu v rámci nových životních cyklů infrastruktury a kolejových vozidel. Za tímto účelem projekt CE4CE společně vyvinul řešení, která zvyšují znalosti a kapacity v tomto odvětví, pomáhají snižovat překážky a náklady a iniciují rozvoj nových služeb a kvalifikovaných pracovních míst, jakož i strategie a akční plány, které zlepšují tvorbu politik, učení a výměnu na regionální a nadnárodní úrovni. Cílem projektu CE4CE bylo zavést principy oběhového hospodářství do odvětví veřejné dopravy a tím snížit množství odpadu, zvýšit efektivitu v tomto odvětví a zlepšit ekologickou stopu veřejné dopravy.

Zaínterované strany z oblasti veřejné dopravy navíc v rámci projektu CE4CE spolupracovaly na společném vývoji a přizpůsobení procesů a řešení jako klíčových faktorů pro integraci principů cirkulární ekonomiky, jako jsou koncepce sdílení dat, nové a inovativní pokyny pro zadávání veřejných zakázek, návrhy produktů a obchodních modelů, rozšířené posuzování životního cyklu a metodiky analýzy nákladů a přínosů.

Partnerství projektu CE4CE zahrnovalo celý hodnotový řetězec a systémovou perspektivu odvětví dopravy, konkrétně 11 projektových partnerů ze 6 střeoevropských zemí, od orgánů a provozovatelů veřejné dopravy přes průmysl a výzkum až po zájmové skupiny. Za účelem rozšíření této spolupráce byli strategicky zapojeni přidružení partneři, jako jsou mezinárodní síť ICLEI, UITP a EIT Urban Mobility, v roli poradců s cílem maximalizovat dosah komunikace a přenos znalostí o výsledcích projektu.

Jedním z klíčových faktorů úspěchu projektu byla spolupráce mezi projektovými partnery, přidruženými partnery, externími odborníky a poradci, kteří společně vyvinuli výstupy založené na společné tvorbě a vzájemném hodnocení pro využití v odvětví veřejné dopravy v Evropě, např. pilotní akce a řešení, jako je nástroj pro sebehodnocení CE4CE Circularity Compass pro veřejnou dopravu, znalostní platforma CE4CE Circularity, internetový marketplace s použitým zbožím, strategie a pilotní akce zaměřené na zvýšení účinnosti využívání zdrojů a pilotní projekty demonstrující přístupy „více používat, znovu používat a recyklovat“ pro sektor veřejné dopravy. Každý partner přispěl praktickými zkušenostmi, pilotními aktivitami a technickými znalostmi v oblasti energetických systémů, infrastruktury a kolejových vozidel. Společně prozkoumali přístupy založené na životním cyklu, které zlepšují efektivitu využívání zdrojů, prodlužují životnost aktiv, optimalizují využívání energie a podporují přechod k cirkulárnějším a udržitelnějším systémům veřejné dopravy.

<sup>1</sup> <https://www.interreg-central.eu/projects/ce4ce/>

## 1. Úvod do projektu CE4CE

Projekt CE4CE, financovaný programem Interreg Střední Evropa, podpořil systémové uvažování v oblasti cirkulární ekonomiky u aktérů ve veřejné dopravě ze střeoevropských zemí s cílem snížit množství odpadu a vytvářet hodnotu v rámci nových životních cyklů infrastruktury a kolejových vozidel. Cílem projektu CE4CE bylo zavést principy cirkulární ekonomiky do sektoru veřejné dopravy a tím snížit množství odpadu, zvýšit efektivitu v tomto sektoru a zlepšit ekologickou stopu veřejné dopravy. Za tímto účelem projekt CE4CE společně vyvinul řešení, která zvyšují znalosti a kapacity v tomto sektoru, pomáhají snižovat překážky a náklady a iniciují rozvoj nových služeb a kvalifikovaných pracovních míst, jakož i strategie a akční plány, které zlepšují tvorbu politik, učení a výměnu na regionální a nadnárodní úrovni.

Sektor veřejné dopravy v současné době čelí rostoucím výzvám souvisejícím se stárnutím infrastruktury, provozní spolehlivostí, nákladovou efektivitou a přechodem k udržitelnějším a digitalizovaným postupům. V této souvislosti se aktivity CE4CE, konkrétně strategie, akční plány, pilotní projekty a řešení, zaměřovaly na cirkulární ekonomiku jako celek a zahrnovaly aspekty, jako například modernizaci procesů řízení údržby prostřednictvím integrace inovativních digitálních nástrojů, přístupy prediktivní údržby, metody rozhodování založené na datech, druhý život aktiv a zadávání veřejných zakázek.

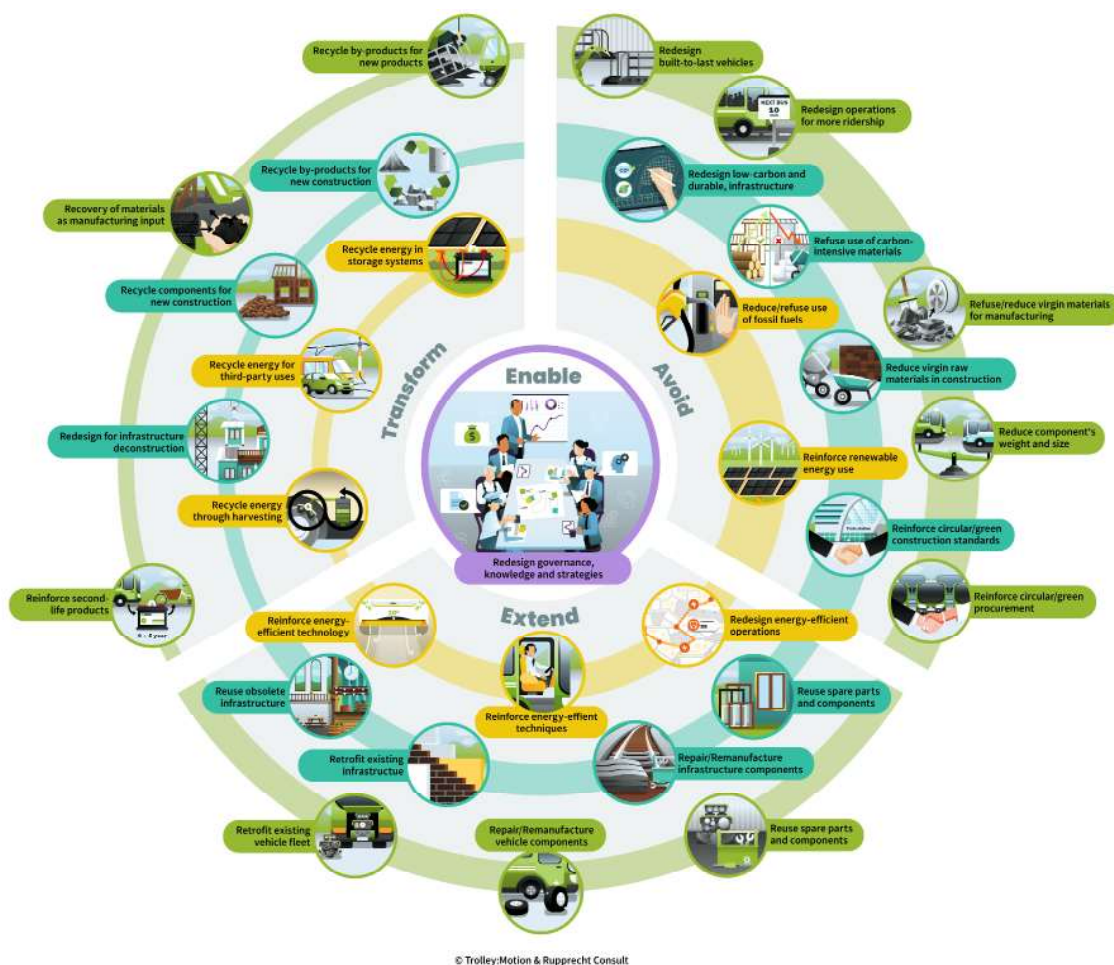
Tato příručka byla vypracována jako praktický referenční dokument, který má pomoci dopravcům, vedoucím údržby, technickým pracovníkům a zúčastněným stranám projektu porozumět metodikám, nástrojům a poznatkům získaným v průběhu projektu a uplatňovat je při promítání principů oběhového hospodářství do logiky životního cyklu veřejné dopravy. Podporuje přenos znalostí a šíření osvědčených postupů v jiných systémech veřejné dopravy a organizacích, které se snaží zlepšit efektivitu, udržitelnost a cirkulárnost svých procesů, včetně plánování, zadávání zakázek, provozu, údržby a konce životnosti. Zahrnuje projektové strategie a akční plány vypracované společně partnery projektu za přispění podpůrných subjektů a odborníků.

Pro další informace o pilotních projektech a řešeních zmíněných v tomto dokumentu byla vypracována samostatná příručka, která je veřejně dostupná na webových stránkách projektu CE4CE.



## 2. Strategie pro posílení cirkularity v odvětví veřejné dopravy

### 7 R-principles for circular public transport systems



Obrázek 1. Rámec AVOID-EXTEND-TRANSFORM-ENABLE (AETE). Zdroj: sdružení trolley:motion

Veřejná doprava je široce uznávána jako základní kámen udržitelné mobility. Ačkoli jsou její provozní emise obecně nižší než emise soukromé dopravy, životní cykly energetických systémů, infrastruktury a kolejových vozidel s sebou stále nesou významné dopady na životní prostředí. Patří mezi ně nejen využívání zdrojů a emise během provozních činností, ale také energie a emise spojené s využíváním surovin, fosilních paliv a odpadu vznikajícího během výroby, výstavby, údržby a fáze konce životnosti. Zejména materiály jako ocel, beton, měď a kritické suroviny používané v infrastruktuře, vozových parcích a bateriích představují pro evropská města a regiony jak environmentální, tak strategické výzvy.

Tradiční lineární modely založené na logice „vzít-použít-vyhodit“ již nejsou slučitelné s cíli klimatické neutrality, zabezpečením zdrojů a dlouhodobou cenovou dostupností systémů veřejné dopravy. Samotná recyklace, ačkoli je nezbytná, je nedostatečná a uplatňuje se pouze na konci životního cyklu. Strategie CE4CE proto přijímají model životního cyklu „Avoid-Extend-Transform-Enable“ (Eliminovat - prodloužit - transformovat - umožnit) (AETE) jako společný rámec pro integraci principů oběhového hospodářství do veřejné dopravy. Místo toho, aby se přístup AETE soustředil výhradně na nakládání s odpady, prosazuje systémový pohled, který usiluje o minimalizaci spotřeby zdrojů, maximalizaci využití a životnosti aktiv a vytvoření podmínek pro cirkulární postupy v rámci plánování, zadávání veřejných zakázek, provozu a nakládání s vyřazenými vozidly v

rámci systému „AETE“. Prostřednictvím tohoto rámce se cirkulárnost stává strategickým principem, který řídí rozhodnutí v průběhu celého životního cyklu systémů veřejné dopravy.

Strategie CE4CE reagují na tuto výzvu převedením principů cirkulární ekonomiky do konkrétních, odvětvově specifických přístupů pro energetické systémy, infrastrukturu a vozový park veřejné dopravy. Jejich cílem je podpořit orgány a provozovatele veřejné dopravy při přechodu od izolovaných cirkulárních opatření k systémovým strategiím založeným na životním cyklu, které snižují množství odpadu, optimalizují zdroje a vytvářejí dlouhodobou hodnotu.

### Společný rámec: model životního cyklu AETE

Všechny tři strategie CE4CE vycházejí ze společného analytického a operačního rámce: modelu životního cyklu AVOID-EXTEND-TRANSFORM-ENABLE (AETE) pro zavádění cirkulární ekonomiky.

- **AVOID** se zaměřuje na prevenci vzniku odpadu a emisí přímo u zdroje, a to odmítáním zbytečné spotřeby zdrojů, snižováním poptávky po materiálech a energiích a prováděním informovaných rozhodnutí v oblasti navrhování a plánování.
- **EXTEND** si klade za cíl zachovat hodnotu prodloužením životnosti aktiv prostřednictvím údržby, oprav, renovace, opětovného použití a aplikací v rámci druhého života.
- **TRANSFORM** se zabývá fázemi konce životnosti tím, že umožňuje recyklaci, opětovné využití a odpovědnou likvidaci a zajišťuje, aby byly materiály znovu začleněny do nových hodnotových řetězců.
- **ENABLE** se týká průřezových podmínek, které umožňují cirkulární ekonomiku, včetně rámců správy a řízení, postupů při zadávání veřejných zakázek, digitalizace, norem, dovedností a spolupráce napříč hodnotovými řetězci.

Konzistentní uplatňování tohoto rámce v oblasti energetiky, infrastruktury a kolejových vozidel zajišťuje soudržnost mezi strategiemi a umožňuje městům identifikovat synergie, vyhnout se kompromisům a upřednostnit opatření s nejvyšším systémovým dopadem.

### Celkové cíle strategií CE4CE

Celkově sledují tři strategie CE4CE skupinu společných obecných cílů:

- Snižit environmentální dopady spojené s výrobou a provozem systémů veřejné dopravy.
- Optimalizovat využívání zdrojů a minimalizovat odpad v průběhu celého životního cyklu aktiv.
- Prodloužit životnost a hodnotu majetku veřejné dopravy a snížit tak celkové náklady na vlastnictví.
- Posílit odolnost a autonomii snížením závislosti na primárních a kritických surovinách.
- Podporovat inovace a nové hodnotové řetězce, včetně trhů s opětovným použitím, služeb opravy a digitálních řešení.
- Podporovat města a regiony při převádění zásad oběhového hospodářství do praktických a škálovatelných postupů.

Tyto cíle se odrážejí v každé tematické strategii, přičemž jsou zohledněny specifické charakteristiky a výzvy energetických systémů, infrastrukturních aktiv a kolejových vozidel.

## Regulační rámec EU podporující cirkulární ekonomiku a udržitelnost

Strategie CE4CE jsou plně v souladu s vyvíjející se politikou a regulačním rámcem Evropské unie pro udržitelnost a oběhové hospodářství a jsou jimi posíleny. Mezi klíčové politické faktory patří:

- Evropský Green Deal, který stanovuje obecný cíl klimatické neutrality.
- Akční plán EU pro oběhové hospodářství, který podporuje uvažování v rámci životního cyklu, předcházení vzniku odpadů a zachování hodnoty.
- Směrnice o čistých vozidlech (EU) 2019/1161, která podporuje vozidla veřejné dopravy s nízkými a nulovými emisemi.
- Nařízení EU o bateriích, které posiluje požadavky na udržitelnost, sledovatelnost, opětovné použití a recyklaci baterií.
- Pravidla a pokyny pro zelené veřejné zakázky (GPP) podporující cirkulární zadávání veřejných zakázek.

V tomto kontextu poskytuje CE4CE praktické pokyny, které pomáhají subjektům veřejné dopravy uvádět do praxe cíle politiky EU, překlenout mezery mezi regulací a implementací a sladit místní akční plány s evropskými cíli v oblasti udržitelnosti.

### 2.1. Strategie pro zachycování a optimalizaci využití odpadní energie a obnovitelných zdrojů energie v nových hodnotových řetězcích životního cyklu



Spotřeba energie je jedním z nejdůležitějších bodů pro snížení environmentální stopy systémů veřejné dopravy. Zatímco elektrifikace vozových parků významně snižuje emise, celkové přínosy pro klima a zdroje silně závisí na tom, jak je energie získávána, spravována, znovu využívána a zpětně získávána v průběhu celého jejího životního cyklu. Lineární přístup k energii založený na centralizované elektrině z fosilních paliv, neefektivním nabíjení a likvidaci energetických materiálů riskuje přesun emisí do předchozích fází a uvěznění systémů veřejné dopravy v cestách náročných na zdroje.

Přístup založený na cirkulární ekonomice přetváří energii z spotřebního vstupu na hodnotový tok. Upřednostňováním obnovitelných zdrojů energie (OZE), zachycováním odpadní energie, prodlužováním životnosti energetických aktiv (zejména baterií) a opětovným začleňováním energetických toků do

Obrázek 2. Struktura kompasu cirkulárnosti v energetickém sektoru

systému může veřejná doprava výrazně snížit provozní emise, vtělené emise a dlouhodobé náklady. Strategie CE4CE vychází z rámce životního cyklu „Avoid-Extend-Transform-

Enable“ (AETE), aby zajistila, že cirkulární přístup bude uplatňován od získávání energie až po nakládání s odpady na konci životnosti.

#### Konkrétní cíle strategie jsou:

- Snížit závislost na elektřině z fosilních paliv a s vysokými emisemi uhlíku.
- Maximalizovat využití místně vyráběné energie z obnovitelných zdrojů v provozu veřejné dopravy.
- Zachytit a znovu využít odpadní energii (např. rekuperativní brzdění, přebytečná výroba z obnovitelných zdrojů).
- Prodloužit životnost a hodnotu energetických aktiv, jako jsou baterie a dobíjecí infrastruktura.
- Umožnit systémovou integraci mezi aktéry v oblasti energetiky, dopravy a městské infrastruktury.

#### 2.1.1 Přístupy

Tyto přístupy by měly promítnout energetickou strategii do konkrétních opatření, která mohou subjekty veřejné dopravy uplatnit při plánování, zadávání veřejných zakázek, provozu a nakládání s vozidly na konci životnosti. Elektrifikace vozového parku zůstává hlavním výchozím bodem, neměla by však být považována za samostatné řešení. Rozhodnutí o elektrických autobusech by měla být od samého počátku provázána s umístěním dobíjecích stanic, charakteristikami tras, typem baterií, kapacitou sítě a dostupností energie z obnovitelných zdrojů. Zadávání veřejných zakázek může hrát klíčovou roli tím, že bude vyžadovat účinné dobíjecí systémy, kompatibilitu s otevřenými standardy, přístup k údajům o stavu baterií, modulární komponenty a jasná ujednání o zpětném odběru, opětovném použití nebo recyklaci baterií.

Dobíjecí infrastruktura by měla být plánována podle skutečných provozních potřeb, nikoli jednotně pro celou síť. Noční dobíjení v depu může být vhodné tam, kde mají autobusy dostatečný dojezd a delší dobu stání, zatímco rychlé nebo příležitostné dobíjení může podporovat linky s vysokou frekvencí a krátkými přestávkami. Při výběru je třeba zohlednit špičkovou poptávku po elektřině, dostupnou kapacitu sítě, omezení městského prostoru, kompatibilitu nabíječky s autobusem a vliv dobíjecích vzorců na životnost baterií. Víceúčelová dobíjecí centra mohou také zlepšit efektivitu infrastruktury tím, že z jednoho systému obslouží různé služby elektromobility, čímž se omezí zdvojování a lépe se využije omezený městský prostor.

Inteligentní nabíjení a skladování energie by se měly využívat ke snížení zatížení elektrické sítě a ke zlepšení nákladové efektivity provozu. Přesunutím nabíjení do období mimo špičku, řízením intenzity nabíjení a využíváním stacionárního skladování během špičkové poptávky mohou provozovatelé snížit poplatky za síť, vyhnout se špičkám ve spotřebě a omezit potřebu nákladných modernizací sítě. Systémy pro ukládání energie mohou také podporovat spolehlivost služeb tím, že fungují jako vyrovnávací zásobník během období vysoké poptávky nebo při omezeních v síti. Tam, kde je to technicky a právně proveditelné, lze baterie z vozidel, které dosloužily, znovu využít pro stacionární ukládání energie v depech nebo na dobíjecích stanicích, čímž se prodlouží jejich životnost před recyklací.


Integrace obnovitelných zdrojů energie by měla být prioritou v depech, na dobíjecích stanicích a v dalších vhodných zařízeních veřejné dopravy. Solární energie je obzvláště relevantní, protože ji lze instalovat na stávající budovy nebo dopravní infrastrukturu a kombinovat se skladováním, aby se zvýšilo využití na místě. To umožňuje ukládat

přebytečnou elektřinu z obnovitelných zdrojů a později ji použít k nabíjení autobusů, čímž se sníží závislost na centralizované elektřině z fosilních paliv. Při navrhování systémů obnovitelné energie by se měli zohlednit dostupné plochy, místní sluneční záření, účinnost střídačů, stínování, potřeby údržby a soulad mezi vzorci výroby a poptávkou po nabíjení. Měla by být prozkoumána možnost využití odpadní energie tam, kde stávající dopravní systémy vytvářejí využitelné toky energie. Regenerativní brzdění v železničních, tramvajových a metro systémech umožňuje zpětně získávat energii, která by jinak byla ztracena, a znovu ji využít v rámci sítě, uložit ji nebo případně přeměřovat k jiným potřebám nabíjení. Taková řešení jsou nejúčinnější tam, kde technická infrastruktura, skladovací kapacita a regulační podmínky umožňují efektivní zachycení a redistribuci zpětně získané energie.

Řízení fáze konce životnosti by mělo být naplánováno ještě předtím, než baterie a energetická zařízení dosáhnou konce své životnosti. Baterie, které již nesplňují požadavky na výkon vozidla, mohou být stále vhodné pro méně náročné stacionární aplikace, ale to závisí na spolehlivém posouzení stavu, bezpečnostních kontrolách a jasném rozdělení odpovědnosti mezi provozovatelem, výrobcem, recyklačními firmami a společnostmi zabývajícími se nakládáním s odpady. Pokud již není možné baterie znovu použít, měla by recyklace zajistit zpětné získání cenných materiálů a snížit závislost na nových kritických surovinách. Digitální pasy baterií, transparentní ujednání o vlastnictví, standardizované postupy a spolupráce v rámci celého hodnotového řetězce jsou nezbytné pro to, aby bylo možné opětovné použití a recyklaci realizovat ve velkém měřítku.

### Klíčové faktory

Úspěšné zavedení energetických strategií oběhového hospodářství ve veřejné dopravě závisí nejen na technických opatřeních, ale také na existenci podmínek, které podporují koordinaci, učení a dlouhodobou transformaci. V oblasti energetických systémů, infrastruktury a kolejových vozidel identifikují strategie CE4CE čtyři vzájemně se posilující oblasti: digitalizaci, správu, inovace a technologie.

 Digitalizace	 Správa	 Inovace	 Technologie	 Další podpůrné faktory
Zavedení systémů energetického managementu pro monitorování, optimalizaci a řízení toků energie v depech, nabíjecí infrastrukturu a vozidlech.	Začlenění cílů v oblasti obnovitelných zdrojů energie a cirkulární ekonomiky do energetických a dopravních strategií na místní a regionální úrovni.	Pilotní a demonstrační projekty testující nové modely integrace energie, jako je místní výroba energie z obnovitelných zdrojů v kombinaci se skladováním.	Zavádění technologií využívajících obnovitelné zdroje energie, zejména solárních fotovoltaických systémů integrovaných do dep a dobíjecích stanic.	Budování kapacit pro energetický management v rámci orgánů veřejné dopravy a dopravců.
Využití inteligentních řešení pro dobíjení k přizpůsobení profilů dobíjení dostupnosti energie z obnovitelných zdrojů, mimovrcholovým tarifům a omezením sítě.	Využití politik veřejných zakázek a politiky získávání energie k upřednostnění elektřiny z obnovitelných zdrojů a nízkouhlíkových nosičů energie.	Experimentování s řešeními pro rekuperaci a opětovné využití energie, včetně rekuperativního brzdění a stacionárního skladování.	Využití systémů skladování energie, včetně stacionárního skladování a baterií s prodlouženou životností.	Přístup k finančním prostředkům a nástrojům financování, které podporují investice do obnovitelných zdrojů energie a skladování energie.

Využití monitorování v reálném čase a analýzy dat ke zvýšení energetické účinnosti a odhalování ztrát.	Navazování dlouhodobých energetických partnerství s dodavateli energií a provozovateli distribučních soustav.	Spolupráce s výzkumnými institucemi, dodavateli energie a vývojáři technologií za účelem testování inovativních řešení.	Zavádění systémů rekuperace brzděné energie a zpětného získávání energie v elektrické a železniční dopravě.	Dostupnost norem a doporučení pro energetickou účinnost, nabíjecí a úložné systémy.
Využití digitálních nástrojů k monitorování výkonu a opotřebení baterií, podporující optimální využití a prodloužení životnosti.	Soulad s energetickými a klimatickými předpisy EU a jednotlivých států, včetně cílů v oblasti obnovitelných zdrojů energie a snižování emisí.	Účast na odvětvových iniciativách a platformách pro výměnu znalostí zaměřených na energetickou účinnost a elektrifikaci ve veřejné dopravě.	Zavedení účinných elektrických pohonných systémů a optimalizovaných technologií nabíjení.	Spolupráce se zainteresovanými stranami v oblasti energetiky a rozvodných sítí s cílem zajistit integraci a flexibilitu systému.
Vývoj digitálních modelů a simulací na podporu plánování dobíjecí infrastruktury, skladování energie a integrace obnovitelných zdrojů.	Jasně vymezení rolí a odpovědností za energetický management v rámci organizací veřejné dopravy.	Využití pilotních aktivit CE4CE jako prostředí pro učení s cílem snížit rizika a podpořit replikaci.	Využití vyspělých, vysoce účinných řešení dodávek energie, jako jsou trolejbusové systémy a dobíjení za jízdy, kde je to relevantní.	Monitorovací rámce a ukazatele pro sledování energetické výkonnosti a výsledků v oblasti cirkulární ekonomiky.
Integrace energetických dat do širších systémů řízení vozového parku a provozu.			Průběžné hodnocení energetických technologií s využitím kritérií výkonnosti na úrovni životního cyklu a systému.	

Tabulka 1. Klíčové faktory energetických strategií ve veřejné dopravě

## 2.1.2 Příklady osvědčených postupů

Reinforce energy-efficient technology



### Osvědčená praxe 1:

Rychlé nabíjení pro maximalizaci provozní efektivity a úspory nákladů

Místo: Barcelona, Španělsko

Oblast zaměření: Posílení energeticky účinných technologií



Nabíjecí infrastruktura na autobusové zastávce

Cíle: Nasazení vysokovýkonné (400 kW) infrastruktury pro rychlé nabíjení na konečných zastávkách s cílem snížit závislost na velkých palubních bateriích, snížit náklady na energii a provoz a prokázat, že plně elektrické autobusové linky mohou spolehlivě fungovat bez záložního dieselového pohonu.

Výzvy:

- Udržení stability sítě při vysokém špičkovém zatížení
- Řízení teplotních omezení při rychlém nabíjení
- Zajištění kompatibility nabíječek a autobusů s výrobcí
- Vysoké počáteční náklady a logistická složitost infrastruktury pro vysoký výkon

Závěr: Použití vysokokapacitních rychlonabíječek vedlo k úspoře nákladů na energii přibližně o 68 % při zachování plného dodržování jízdního řádu a provozní efektivity. Úspěch Barcelony dokazuje, že rychlé nabíjení může výrazně snížit provozní náklady a umožnit provoz elektrických autobusů s vysokou poptávkou bez zásadních změn v jízdním řádu. Města s hustou sítí městských linek a pravidelnými zastávkami na konečných stanicích mohou těžit ze strategicky umístěných rychlonabíječek, které snižují potřebu naddimenzovaných baterií a zvyšují provozuschopnost vozidel.

Zdroj: TMB Barcelona Public Reports & ELIPTIC Deliverables. <https://www.sustainable-bus.com/electric-bus/solaris-delivers-three-articulated-urbino-electric-to-tmb-barcelona/>, <https://arquivo.pt/wayback/20201230033847/https://eliptic-project.eu/>

Recycle energy in storage systems



### Osvědčená praxe 2:

Integrace baterií z druhého života a solární energie pro nabíjení autobusů

Místo: Maribor, Slovinsko

Oblast zaměření: Recyklace energie v úložném systému



Bateriová banka

Cíle: zavést bateriovou banku využívající baterie z druhého života, napájenou z obnovitelných zdrojů energie (OZE), na podporu rychlonabíječky na stanici Vzpenjača.

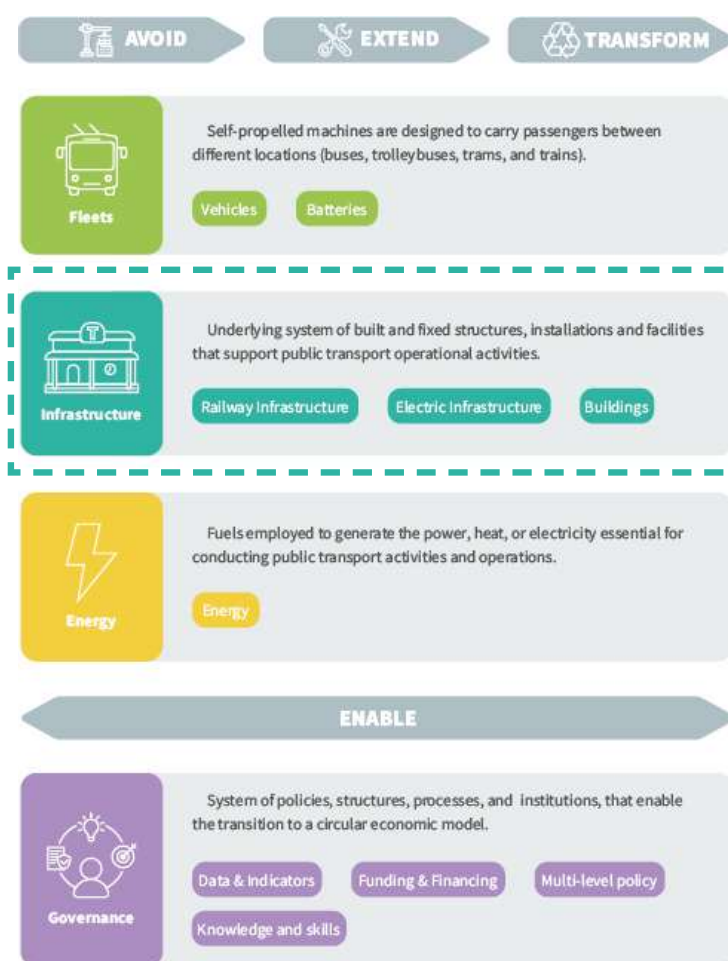
Výzvy:

- Vysoká závislost na síťovém napájení na stanici rychlého nabíjení
- Technická, regulační a ekonomická omezení pro integraci baterií
- Zajištění stabilního nabíjení elektrických autobusů za různých provozních podmínek

Závěr: Díky zavedení repasovaných baterií pro nabíjení elektrických autobusů ukázal pilotní projekt v Mariboru, jak mohou modely cirkulární ekonomiky optimalizovat využití energie, snížit náklady a zlepšit efektivitu veřejné dopravy. Tato iniciativa slouží jako vzor pro budoucí investice do udržitelné infrastruktury městské dopravy.

Zdroj: [https://circularity4publictransport.eu/best\\_practice/use-of-used-batteries-to-store-energy-for-powering-a-fast-charger/](https://circularity4publictransport.eu/best_practice/use-of-used-batteries-to-store-energy-for-powering-a-fast-charger/)

## 2.2. Strategie pro přidávání a zpětné získávání hodnoty a optimalizaci poskytování infrastruktury veřejné dopravy v rámci nových hodnotových řetězců životního cyklu



Obrázek 3. Struktura kompasu cirkulárnosti v odvětví infrastruktury

veřejné dopravy může stát odolnější, nákladově efektivnější a environmentálně udržitelnější.

Na základě kompasu cirkulárnosti CE4CE a rámce AVOID-EXTEND-TRANSFORM-ENABLE (AETE) zavádí tato strategie systémový přístup k infrastruktuře, který upřednostňuje rozhodnutí v rané fázi návrhu, optimalizaci životního cyklu a spolupráci napříč hodnotovým řetězcem.

Konkrétní cíle strategie jsou:

- Snížit uhlíkovou stopu a spotřebu materiálů v nových infrastrukturních projektech.
- Prodloužit životnost a funkční hodnotu stávajících infrastrukturních aktiv.
- Umožnit opětovné použití, změnu využití a recyklaci komponentů infrastruktury.
- Zlepšit transparentnost a sledovatelnost materiálů a aktiv v průběhu celého životního cyklu.
- Posílit roli veřejných zakázek a digitálních nástrojů při prosazování cirkulárních výsledků

Infrastruktura veřejné dopravy, jako jsou železniční tratě, stanice, depa, elektrické rozvodny a provozní budovy, představuje jeden z největších zdrojů vtělených emisí a spotřeby materiálů v odvětví dopravy. Emise a dopady na životní prostředí vznikají nejen během provozu, ale převážně během fází plánování, výstavby, údržby a konce životnosti, při použití materiálů s vysokou uhlíkovou stopou, jako je beton, ocel a měď, a prostřednictvím lineárních postupů výstavby a demolice.

Přístup založený na cirkulární ekonomice umožňuje orgánům veřejné dopravy a provozovatelům přejít od nahrazování aktiv k jejich správě, čímž se maximalizuje hodnota infrastruktury po celou dobu její dlouhé životnosti a zároveň se minimalizuje množství odpadu a těžba surovin. Uplatněním principů cirkulární ekonomiky v celém životním cyklu infrastruktury - od návrhu, výstavby, provozu a údržby až po vyřazení z provozu - se infrastruktura

### 2.2.1 Přístupy

Strategie oběhového hospodářství pro infrastrukturu veřejné dopravy přesouvá důraz z lineárních cyklů výstavby a výměny na dlouhodobou správu aktiv a optimalizaci hodnoty v průběhu životního cyklu. Infrastruktura, jako jsou koleje, depa, stanice a rozvodny, představuje významný zdroj emisí v důsledku použití materiálů s vysokými emisemi uhlíku, jako je cement a ocel. Rozhodnutí přijatá během plánování a navrhování proto určují environmentální a finanční dopady na desítky let. Integrace principů oběhového hospodářství v této fázi umožňuje orgánům veřejné dopravy a provozovatelům vyhnout se zbytečnému používání materiálů, omezit naddimenzování a upřednostnit trvanlivá, přizpůsobivá a modulární řešení. Nahrazení nových materiálů recyklovanými nebo nízkouhlíkovými alternativami a použití metod hodnocení životního cyklu (LCA) a analýzy nákladů životního cyklu (LCC) podporují informovaná investiční rozhodnutí, která vyvažují environmentální výkonnost a ekonomickou životaschopnost.

Během výstavby a provozu se prodloužení životnosti aktiv stává neúčinnějším cirkulárním nástrojem. Preventivní a prediktivní údržba, podporovaná senzory, analýzou dat a systémy digitální správy aktiv, umožňuje provozovatelům včas odhalit zhoršení stavu a optimalizovat cykly zásahů. Tím dochází ke snížení předčasné výměny, zachování zabudované hodnoty a zvýšení spolehlivosti služeb. Komponenty infrastruktury, jako jsou kolejnice, šterk a elektrické prvky, lze často znovu použít v rámci sítí nebo je přeradit do méně náročných aplikací. Posílení těchto postupů vyžaduje koordinaci mezi provozovateli, správci infrastruktury a dodavateli, stejně jako jasnější inventáře aktiv a systémy monitorování stavu.






Pro další lepší zachování hodnoty mohou trhy s použitým zbožím a digitální burzovní platformy usnadnit strukturovanou recirkulaci komponent napříč sítěmi. Transparentní standardy kvality a mechanismy sledovatelnosti jsou nezbytné pro budování důvěry mezi aktéry a rozšíření opětovného použití nad rámec ojedinělých případů. Současně by se strategie zadávání veřejných zakázek měly zabývat závislostí na dodavatelích a omezenou dostupností náhradních dílů tím, že budou podporovat modulární konstrukci, opravitelnost a dlouhodobé závazky v oblasti údržby.

Na konci životnosti by mělo být upřednostněno opětovné použití před recyklací. Zatímco kovy jako ocel a měď lze účinně zpětně získávat, jiné materiály vyžadují lepší třídění, logistiku a spolupráci se specializovanými recyklačními firmami. Zohlednění demontáže již ve fázi návrhu zvyšuje budoucí míru zpětného získávání. Tam, kde není opětovné použití možné, lze infrastrukturu přetvořit pro alternativní funkce, čímž se zabrání emisím souvisejícím s demolicí a zachová se strukturální hodnota.

Ve všech fázích životního cyklu fungují zadávání veřejných zakázek a správa slouží jako klíčové nástroje umožňující změnu. Začleněním kritérií oběhového hospodářství, nákladů na životní cyklus a požadavků založených na výkonu do výběrových řízení a smluv mohou veřejné orgány ovlivňovat dodavatelské řetězce a podporovat inovace. Digitální nástroje, jako je informační modelování budov (BIM) a systémy sledování materiálů, posilují transparentnost životního cyklu, podporují optimalizaci množství a usnadňují dlouhodobou správu aktiv. Úspěšná implementace nakonec závisí na budování interních kapacit a mezisektorové spolupráci propojující zúčastněné strany z oblasti dopravy, stavebnictví, nakládání s odpady a energetiky. Dohromady tyto přístupy umožňují infrastrukturním systémům přejít od modelů výstavby náročných na zdroje k odolným cirkulárním systémům aktiv, které si zachovávají svou hodnotu

## 2.2.2 Klíčové faktory

Cirkulární transformace infrastruktury veřejné dopravy vyžaduje více než jen technické úpravy; závisí na podpůrných podmínkách, které podporují dlouhodobé rozhodování orientované na životní cyklus. Digitální nástroje, rámce správy, inovační ekosystémy a vhodné technologie vytvářejí základ pro snižování vtělených emisí, prodlužování životnosti aktiv a zlepšování zpětného získávání hodnoty. Následující faktory poskytují strukturální a organizační podporu potřebnou k účinné a rozsáhlé implementaci strategií cirkulární infrastruktury.

 Digitalizace	 Správa	 Inovace	 Technologie	 Další podpůrné faktory
Využití BIM pro plánování životního cyklu, optimalizaci materiálů a design s ohledem na demontáž.	Začlenění cílů oběhového hospodářství do plánování infrastruktury a investičních strategií..	Pilotní projekty zaměřené na opětovné použití a renovaci komponent stavební infrastruktury.	Zavádění nízkouhlíkových a recyklovaných stavebních materiálů .	Školení zaměstnanců a budování interních kapacit v oblasti řízení infrastruktury v rámci cirkulární ekonomiky.
Digitální systémy správy aktiv pro monitorování stavu, stáří a výkonu.	Systematické využívání analýzy celkových nákladů (LCC) a analýzy životního cyklu (LCA) při zadávání veřejných zakázek a hodnocení projektů.	Rozvoj trhů s použitým zbožím a výměnných platform.	Modulární a standardizované komponenty infrastruktury.	Přístup k financování renovací a investic založených na životním cyklu.
Nástroje prediktivní údržby (senzory, umělá inteligence, analýza dat) pro prodloužení životnosti infrastruktury.	Kritéria cirkulárního zadávání veřejných zakázek podporující trvanlivost, modularitu a recyklovatelnost.	Modely uzavírání smluv založené na výkonu a orientované na služby.	Pokročilé technologie inspekce a monitorování konstrukcí.	Standardizované pokyny pro opětovné použití a recyklaci.
Digitální inventáře materiálů a pasy na podporu opětovného využití.	Jasně stanovené odpovědnosti za údržbu, renovaci a fáze na konci životnosti.	Spolupráce s inovátory z oblasti výzkumu a stavebnictví.	Efektivní techniky demontáže a třídění materiálů.	Mezisektorová spolupráce mezi subjekty v oblasti dopravy, stavebnictví a odpadového hospodářství.
Integrované datové platformy pro sledování emisí a využívání zdrojů.	Soulad s předpisy EU v oblasti odpadů, stavebnictví a klimatu.	Účast v evropských sítích pro sdílení znalostí.	Návrhy infrastruktury s možností modernizace a přizpůsobení.	Rámce pro monitorování a ukazatele výkonnosti.

Tabulka 2. Klíčové faktory of infrastructure strategies in public transport

## 2.2.3 Příklady osvědčených postupů



Reuse use of carbon-intensive materials

### Osvědčená praxe 1:

#### Využití nízkouhlíkových materiálů v zařízeních veřejné dopravy

Místo: Neapol, Itálie

Oblast zaměření: Odmítnutí používání materiálů s vysokými emisemi uhlíku



Hlavní nádraží v Neapoli

Cíle: zvýšit architektonickou kvalitu nádraží a zajistit strukturální stabilitu a trvanlivost využitím dřeva jako primárního konstrukčního prvku. Tento materiál nabízí strukturální spolehlivost a nákladovou efektivitu a zároveň výrazně snižuje dopad na životní prostředí. Navíc lehkost dřeva umožňuje rychlejší výstavbu, což snižuje celkovou spotřebu energie během montáže.

Výzvy:

- Obavy ohledně trvanlivosti a požární bezpečnosti
- Flexibilní chování konstrukce způsobuje potíže při zajišťování spolehlivého vyrovnání a provozu ve stanicích s nástupištními dveřmi.

Závěr: Tento projekt dokazuje, že integrací recyklovaných a cirkulárních materiálů, jako je dřevo, do infrastruktury veřejné dopravy mohou města dosáhnout nižší uhlíkové stopy, vyšší efektivity využívání zdrojů a lepší udržitelnosti v průběhu celého životního cyklu.

Zdrojs: <https://www.arup.com/insights/material-change-can-timber-play-a-role-in-sustainable-rail-infrastructure>

<https://www.archdaily.com/970506/new-images-reveal-embs-timber-central-station-in-naples>



Reuse spare parts and components

### Osvědčená praxe 2:

#### Opětovné využití intenzivně využívaných trolejbusových výhybek

Místo: Szeged, Maďarsko

Oblast zaměření: Opětovné využití náhradních dílů a komponentů



Trolejbus v Szegedu

Cíle: nahradit nejvíce opotřebované trolejbusové spínače na kritických místech novými jednotkami a přemístit opotřebované spínače do méně frekventovaných částí sítě, konkrétně do trolejbusového depa v ulici Körtöltés utca, kde budou dále využívány.

Výzva: trolejbusové spínače se opotřebovávají v různé míře v závislosti na jejich umístění a frekvenci používání.

Závěr: systém těží jak ze zvýšené spolehlivosti na klíčových křižovatkách, tak z prodlouženého využití cenných materiálů, přičemž cílem je zdvojnásobit typickou životnost komponentů, která činí 15-20 let. Tato iniciativa snižuje množství odpadu a nabízí škálovatelný model pro udržitelné řízení aktiv v elektrické veřejné dopravě. Díky sladění strategií řízení životního cyklu aktiv s principy cirkulární ekonomiky prosazovanými v rámci projektu CE4CE poskytně řešení ze Szegedu také vzor pro další dopravce, kteří se snaží zavést podobné strategie opětovného využití infrastruktury.

Zdrojs: [https://circularity4publictransport.eu/best\\_practice/demonstration-on-how-to-prolong-the-lifespan-of-electric-public-transport-infrastructure-reutilizing-heavily-used-trolleybus-switches-in-szeged-hungary/](https://circularity4publictransport.eu/best_practice/demonstration-on-how-to-prolong-the-lifespan-of-electric-public-transport-infrastructure-reutilizing-heavily-used-trolleybus-switches-in-szeged-hungary/)

## 2.3. Strategie pro přidávání a zpětné získávání hodnoty a optimalizaci dodávek kolejových vozidel/vozidel v rámci nových hodnotových řetězců životního cyklu



Obrázek 4. truktura kompasu cirkularity v odvětví kolejových vozidel

Veřejná doprava - kolejová vozidla, autobusy, trolejbusy, tramvaje a metro - hraje ústřední roli v dekarbonizaci systémů mobility. Elektrifikace v celé Evropě nabírá na obrátkách, ale bez přístupu založeného na cirkulární ekonomice hrozí, že se dopady této transformace přesunou do předchozích fází, zejména kvůli intenzivnímu využívání surovin, energeticky náročným výrobním procesům a rostoucímu množství odpadu na konci životnosti, zejména u baterií a elektronických součástí

Přístup založený na cirkulární ekonomice umožňuje provozovatelům veřejné dopravy (PTO) a orgánům veřejné správy (PTA) překročit rámec cyklů výměny vozidel a místo toho spravovat kolejová vozidla jako aktiva s dlouhodobou hodnotou. Přijetím přístupu založeného na životním cyklu v oblasti zadávání veřejných zakázek, provozu, údržby a vyřazování z provozu mohou cirkulární strategie snížit vtělené emise, prodloužit životnost vozidel,

optimalizovat využívání zdrojů a vytvořit nové toky hodnot prostřednictvím opětovného použití, renovace a aplikací v rámci druhého života.

Tato strategie, vycházející z kompasu cirkularity CE4CE a rámce AVOID-EXTEND-TRANSFORM-ENABLE (AETE), se zaměřuje na vozidla, baterie a údržbu jako propojené subsystémy a identifikuje zadávání veřejných zakázek jako klíčový bod pro systémovou změnu.

Konkrétní cíle strategie jsou následující:

- Minimalizovat dopady na materiály a energii při navrhování a výrobě vozidel.
- Prodloužit životnost vozidel a klíčových komponentů.
- Umožnit opětovné použití, renovaci a změnu účelu kolejových vozidel a baterií.
- Zlepšit sledovatelnost a odpovědnost v průběhu celého životního cyklu kolejových vozidel.
- Začlenit kritéria oběhového hospodářství do zadávání veřejných zakázek a správy vozového parku

### 2.3.1 Přístupy

Strategie oběhového hospodářství pro kolejová vozidla a vozidla se zaměřuje na správu autobusů, tramvají, metra a jejich komponent jako aktiv s dlouhodobou hodnotou, nikoli jako produktů s krátkým cyklem výměny. Elektrifikace snižuje provozní emise, ale výroba vozidel a baterií zůstává náročná na zdroje a závislá na kritických surovinách. Oběhový přístup proto řeší celý životní cyklus vozidla od návrhu a nákupu po provoz, renovaci a nakládání s vozidlem na konci životnosti.

Nejdůležitější moment pro cirkulární kolejová vozidla je ve fázi zadávání veřejných zakázek a návrhu vozidel, kde rozhodnutí přijatá před uvedením vozidla do provozu mohou na desítky let určit jeho environmentální výkonnost, požadavky na údržbu a možnosti na konci životnosti. Orgány veřejné dopravy a provozovatelé mohou kritéria cirkulární ekonomiky začlenit přímo do zadávacích podmínek tím, že budou vyžadovat analýzu nákladů životního cyklu (LCC), posouzení životního cyklu (LCA), modulární architekturu vozidel, opravitelnost, možnost modernizace, vyměnitelnost baterií a vysokou míru zpětného získávání materiálů. U elektrických autobusů a dalších vozidel s nulovými emisemi se zadávací podmínky mohou zabývat také životností baterií, potenciálem druhého života, standardizací komponent, dostupností náhradních dílů a odpovědností výrobce za programy zpětného odběru nebo renovace. Integrací těchto požadavků od samého počátku mohou orgány zabránit předčasnému zastarávání, snížit spotřebu zdrojů a prodloužit životnost vozidel. Tím se rozhodnutí o zadávání veřejných zakázek přesouvají od zaměření na počáteční pořizovací náklady k celkové hodnotě životního cyklu, provozní odolnosti a dlouhodobé environmentální výkonnosti. Oddělení zadávání veřejných zakázek, výrobci a dodavatelé proto hrají klíčovou roli, protože smluvní požadavky přímo ovlivňují konstrukci vozidel, výběr materiálů, modely údržby a cirkulární obchodní praktiky. Smlouvy založené na výkonu a orientované na služby mohou dále motivovat k trvanlivosti, opravitelnosti a optimalizaci životního cyklu namísto předčasné výměny .

Při konstrukci vozidel a plánování vozového parku se cirkularita posiluje tím, že se vyhýbá zbytečnému používání materiálů a nadměrnému dimenzování. Optimalizace velikosti baterií, výběr účinných pohonných systémů a volba přizpůsobivých uspořádání interiéru snižují vtělené emise a zlepšují provozní účinnost. Digitální simulační nástroje, software pro modelování vozového parku a digitální dvojčata podporují analýzu scénářů a srovnání technologií, což umožňuje orgánům vyvážit provozní potřeby s efektivním využíváním zdrojů.

Dalším klíčovým opatřením je prodloužení životnosti vozidel a komponentů. Preventivní a prediktivní údržba, podporovaná palubní diagnostikou, senzory a monitorovacími systémy založenými na umělé inteligenci, umožňuje provozovatelům včas odhalit opotřebení a zasáhnout dříve, než dojde k poruchám. Programy renovace, jako jsou generální opravy autobusů nebo tramvají v polovině životnosti, umožňují, aby konstrukční komponenty zůstaly v provozu, zatímco se aktualizují kritické subsystemy. Provozovatelé, výrobci originálního vybavení (OEM) a poskytovatelé údržby musí úzce spolupracovat, aby zajistili dostupnost náhradních dílů, technickou dokumentaci a dlouhodobou podporu.

Správa baterií je pro strategie cirkulárního železničního vozového parku obzvláště důležitá. Baterie mají odlišné profily opotřebení než vozidla a často je lze po skončení jejich životnosti pro trakční účely využít k stacionárnímu skladování energie. Zavedení aplikací pro druhý život baterií vyžaduje koordinaci mezi provozovateli, dodavateli

energie, recyklačními firmami a integrátory technologií. Digitální pasy baterií a nástroje pro monitorování výkonu zlepšují sledovatelnost a usnadňují opětovné použití, zatímco dodržování vyvíjejících se předpisů EU o bateriích podporuje strukturované postupy zpětného získávání a recyklace.






Na konci životnosti by vozidla a komponenty měly být navrženy a spravovány tak, aby usnadňovaly demontáž, třídění materiálů a vysoce kvalitní recyklaci. Modulární konstrukce, reverzibilní spoje a jasná dokumentace zlepšují míru využití a snižují množství odpadu. Spolupráce mezi výrobcí, demontážními firmami a recyklačními podniky je nezbytná pro uzavření materiálových cyklů a opětovné začlenění cenných kovů a komponentů do nových výrobních cyklů.

Ve všech fázích životního cyklu jsou klíčové řízení a budování interních kapacit. Strategie obnovy vozového parku by měly být v souladu s dlouhodobými cíli v oblasti klimatu a oběhového hospodářství, podporované transparentními ukazateli výkonnosti a monitorovacími rámci. Účast v odvětvových sítích a evropských iniciativách umožňuje provozovatelům sdílet získané zkušenosti a urychlit replikaci inovativních přístupů.

V souhrnu tato opatření transformují správu kolejových vozidel z lineárního modelu nahrazování na přístup založený na hodnotovém řetězci v rámci celého životního cyklu. Kombinací vlivu veřejných zakázek, digitálních nástrojů, prediktivní údržby, opětovného použití baterií a odpovědného nakládání s vozidly na konci životnosti mohou orgány veřejné dopravy a provozovatelé snížit závislost na surovinách, optimalizovat náklady na životní cyklus a posílit odolnost při přechodu k klimaticky neutrálním systémům mobility.

### 2.3.2 Klíčové faktory

Cirkulární transformace kolejových vozidel vyžaduje více než jen zlepšení technologie vozidel; závisí na strukturálních a organizačních podmínkách, které umožňují optimalizaci životního cyklu. Digitální nástroje, progresivní rámce pro zadávání veřejných zakázek, inovační partnerství a vhodná technologická rozhodnutí tvoří základ pro prodloužení životnosti vozidel, umožňují opětovné použití baterií a zajišťují odpovědné nakládání s vozidly na konci jejich životnosti. Následující faktory podporují orgány veřejné dopravy, provozovatele a dodavatele při začleňování cirkulárního přístupu do celého životního cyklu kolejových vozidel.

 Digitalizace	 Governance	 Innovation	 Technology	 Additional Enablers
Využití digitálních dvojčat a nástrojů pro simulaci vozového parku k plánování vozového parku na základě životního cyklu a porovnání technologií.	Zahrnutí kritérií oběhového hospodářství do zadávacích podmínek na pořízení kolejových vozidel, včetně požadavků na životnost, opravitelnost a recyklovatelnost.	Pilotní projekty testující využití baterií po skončení jejich životnosti a modely jejich opětovného použití.	Zavedení modulárního designu vozidel, který umožní opravy, modernizaci a snazší demontáž.	Budování kapacit pro týmy zabývající se nákupem a údržbou v oblasti cirkulárního řízení vozidel.

Nasazení palubních diagnostických a prediktivních systémů údržby (senzory, umělá inteligence, analýza dat) za účelem prodloužení životnosti vozidel a jejich součástí.	Systematické využívání analýzy nákladů životního cyklu (LCC) a posuzování životního cyklu (LCA) při rozhodování o obnově vozového parku.	Vypracování programů renovace a modernizace autobusů a kolejových vozidel v polovině jejich životnosti.	Využití energeticky účinných pohonných systémů a rekuperačních technologií.	Přístup k mechanismům financování podporujícím renovaci a investice založené na životním cyklu.
Zavedení systémů digitální správy majetku pro monitorování stavu a výkonu vozidel.	Jasně rozdělení odpovědnosti za údržbu, renovaci a fáze konce životnosti.	Službami orientované a na výkon založené modely uzavírání smluv podporující životnost.	Zavedení moderních systémů řízení baterií za účelem optimalizace výkonu a životnosti.	Standardizované pokyny pro opravy, opětovné použití a recyklaci částí vozidel.
Zavedení digitálních pasů baterií s cílem zlepšit sledovatelnost, opětovné použití a dodržování předpisů.	Sladění s regulačními rámci EU (např. směrnice o čistých vozidlech, nařízení EU o bateriích).	Spolupráce s výrobci, výzkumnými institucemi a start-upy v oblasti cirkulárního designu vozidel.	Zavedení principů „design-for-disassembly“ (návrh s ohledem na demontáž) s cílem zlepšit recyklaci a zpětné získávání materiálů.	Mezisektorová spolupráce mezi dopravci, dodavateli energie a recyklačními společnostmi.
Integrace údajů o životním cyklu do platforem pro správu vozového parku s cílem podpořit rozhodování o renovaci a výměně vozidel.	Dlouhodobé strategie vozového parku v souladu s cíli klimatické neutrality a účinného využívání zdrojů.	Účast v evropských a odvětvových sítích za účelem výměny osvědčených postupů a škálování řešení.	Integrace přizpůsobivých technologií nabíjení a skladování na podporu měnicích se potřeb vozového parku.	Rámce monitorování a ukazatele výkonnosti pro sledování výkonnosti vozového parku v oběhovém hospodářství.

Tabulka 3. Klíčové faktory strategií vozových parků ve veřejné dopravě

### 2.3.3 Příklady osvědčených postupů



#### Osvědčená praxe 1:

##### Simulační nástroj Digital Twin E-corridor

Místo: Gdyně, Polsko

Oblast zaměření: Přeprogramování provozních postupů s cílem dosáhnout energeticky účinnějších řešení



Elektrický autobus v Gdyni

Zdroj: [https://circularity4publictransport.eu/best\\_practice/a-digital-twin-a-circular-economy-business-tool-for-public-transport-planners-and-operators/](https://circularity4publictransport.eu/best_practice/a-digital-twin-a-circular-economy-business-tool-for-public-transport-planners-and-operators/)

Cíle: Bylo vyvinuto digitální dvojče pro simulaci různých scénářů elektrifikace a nabíjení pro koridory městské hromadné dopravy. Nástroj podporuje optimalizaci velikosti baterií, sdílení infrastruktury a využívání energie, což umožňuje plánování vozového parku s efektivním využíváním zdrojů a prodloužení životnosti aktiv díky informovanému rozhodování

Výzvy:

- Veřejná doprava je „nízkouhlíková“, ale stále náročná na zdroje a produkující velké množství odpadu
- Dostupnost dat + integrace napříč vozidly a infrastrukturou

Závěr: Celkově lze říci, že digitální dvojče může sloužit jako skvělý výchozí bod pro komplexní a přesnou analýzu nákladů a přínosů integrované elektrifikace veřejné dopravy. Ve své závěrečné fázi, na základě vzájemného hodnocení a zpětné vazby od uživatelů, má být simulační digitální dvojče převedeno na univerzální, praktický a užitečný nástroj pro plánování cirkulárního podnikání v oblasti elektrifikovaných vozových parků a infrastruktury veřejné dopravy.

Retrofit existing vehicle fleet



#### Osvědčená praxe 2:

##### použité dieselové autobusy veřejné dopravy přestavěné na elektrická vozidla

Místo: Ankara, Turecko

Oblast zaměření: Modernizace stávajícího vozového parku



Modernizovaný elektrický autobus v Ankaře

Cíle: urychlit proces přechodu na uhlíkově neutrálnější a ekologičtější řešení pro veřejnou dopravu, které prodlouží životnost autobusů v rámci cirkulární ekonomiky.

V rámci této inovace zůstávají karoserie, podvozek a nápravy v původní podobě, přičemž staré pohonné systémy - dieselový motor, převodovka a palivový systém - jsou nahrazeny elektromotorem, bateriovými moduly a systémy pro správu baterií, čímž se vozidlo promění v 100% elektrický autobus.

Výzvy:

- Omezený dojezd, nedostatečná dobíjecí infrastruktura, vysoké pořizovací náklady

Závěr: Závěrem lze říci, že přestavba starých dieselových autobusů na elektrické představuje praktický a udržitelný způsob modernizace veřejné dopravy, který zároveň snižuje množství odpadu a náklady. Náklady na přestavbu činí pouze 35-45 % ceny nového elektrického autobusu, investice se vrátí přibližně za 24 měsíců a po 3,5hodinovém nabití umožňuje dojezd až 300 km. Ačkoli výzkumy ukazují, že přestavěné autobusy mohou za určitých letních podmínek spotřebovávat více energie než nově vyrobené elektrické autobusy, stále přinášejí významné přínosy pro životní prostředí. Studie zaměřené na přestavbu totiž ukazují o 28-42 % nižší emise CO<sub>2</sub> a o 57-64 % nižší náklady na energii ve srovnání s dieselovými autobusy.

Zdroj: : <https://academic.oup.com/ijlct/article/doi/10.1093/ijlct/ctae049/7723583>  
<https://aim2flourish.com/innovations/buses-that-come-alive-again-with-electricity-7>

### 3. 3. Akční plány pro řešení zásadních výzev v odvětví veřejné dopravy

Na základě zkušeností a výsledků pilotních aktivit a strategií CE4CE transformují čtyři akční plány představené v této příručce technické testování, spolupráci zainteresovaných stran a strategické úvahy do rámců orientovaných na implementaci, přizpůsobených konkrétním kontextům projektových partnerů: Leipzig Public Transport Company - LVB (Německo), Gdynia Bus Operator - PKA (Polsko), dopravní společnost v Bergamu - ATB Mobility (Itálie) a město Maribor (Slovinsko). Akční plány CE4CE řeší širokou škálu výzev souvisejících s infrastrukturou veřejné dopravy, kolejovýmivozidly, energetickými systémy a provozním řízením. Mezi klíčová témata patří prediktivní údržba, energetická účinnost, cirkulární zadávání veřejných zakázek, sdílení infrastruktury, integrace obnovitelných zdrojů energie, využití baterií v druhém životě a správa aktiv orientovaná na životní cyklus.

Ačkoli každý akční plán odráží specifické potřeby a priority zúčastněných institucí, všechny přispívají ke společnému cíli, jímž je snižování množství odpadu, zachování hodnoty, zvyšování efektivnosti využívání zdrojů a posilování dlouhodobé udržitelnosti a odolnosti systémů veřejné dopravy. Akční plány vypracované pro města Maribor, Lipsko, Gdynia a Bergamo ukazují, jak lze principy oběhového hospodářství integrovat do plánování mobility, správy infrastruktury, zadávacích řízení a provozních postupů prostřednictvím spolupráce zúčastněných stran, digitalizace, opatření v oblasti správy a postupného zavádění. Zároveň poskytují přenositelné zkušenosti a praktické pokyny pro orgány veřejné dopravy, provozovatele, obce a další zúčastněné strany, které mají zájem o uplatnění podobných přístupů ve svých vlastních městských a regionálních kontextech.

#### 3.1. Akční plán na zachycování a využívání odpadní energie z vlaků a nabíjení použitých baterií z obnovitelných zdrojů energie v Mariboru ve Slovinsku

##### 3.1.1 Strategické pozadí a kontext pro vypracování akčního plánu



Obrázek 5. Strategický rámec podporující vizi veřejné dopravy v Mariboru (SUMP).

Akční plán Mariboru byl vypracován v rámci projektu CE4CE jako aktualizace „Strategie pro ekologicky efektivní multifunkční dobíjecí infrastrukturu“ z roku 2022 a je pevně zakotven v procesu přípravy Plánu udržitelné městské mobility (SUMP) města. Reaguje na potřebu snížit spotřebu energie, emise a neefektivitu v systému veřejné dopravy v Mariboru a to zavedením cirkulárních a energeticky efektivních řešení. Plán je v souladu s Plánem udržitelné městské mobility města Maribor - SUMP Maribor (aktualizováno v roce 2026), Strategií přechodu na cirkulární ekonomiku města Maribor na období 2024-2030 a širšími rámci EU, jako je Green Deal a Akční plán pro cirkulární ekonomiku, které podporují přechod k dekarbonizovanému, energeticky účinnému a cirkulárnímu odvětví dopravy.

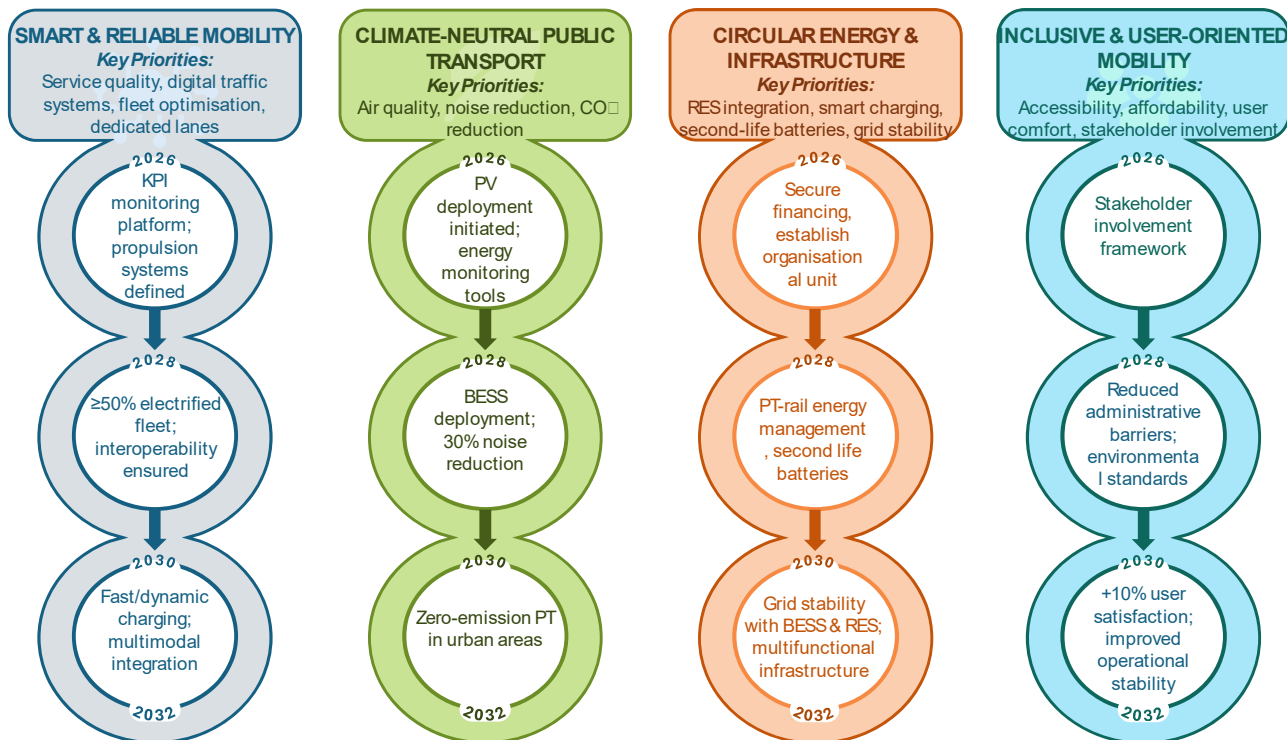
Hlavní výzvou, kterou akční plán řeší,

je rostoucí poptávka po elektřině související s elektrifikací veřejné dopravy. Maribor přechází z energetického systému dopravy založeného na fosilních palivech k systému více založenému na elektřině, což vyžaduje silnější dobíjecí infrastrukturu, lepší hospodaření s energií a snížení zatížení elektrické sítě. Analýza zainteresovaných stran identifikovala několik konkrétních překážek: nedostatečná integrace obnovitelných zdrojů energie, nedostatek systematických systémů pro skladování energie v bateriích, omezené inteligentní nabíjení, nedostatečně rozvinuté opětovné použití baterií a komponentů a slabá integrace mezi dopravním, územním a energetickým plánováním. Regulační omezení mezi výrobcí, distributory a spotřebiteli byla hodnocena jako jedna z nejvýznamnějších překážek, spolu se závislostí na financování ze strany EU a města.

Akční plán není právně závazný, ale jeho opatření jsou začleněna do SUMP města Maribor, což jim dává silnější základ pro implementaci. Plán proto funguje jako rámec orientovaný na implementaci, který propojuje cíle v oblasti mobility, energetiky a oběhového hospodářství.

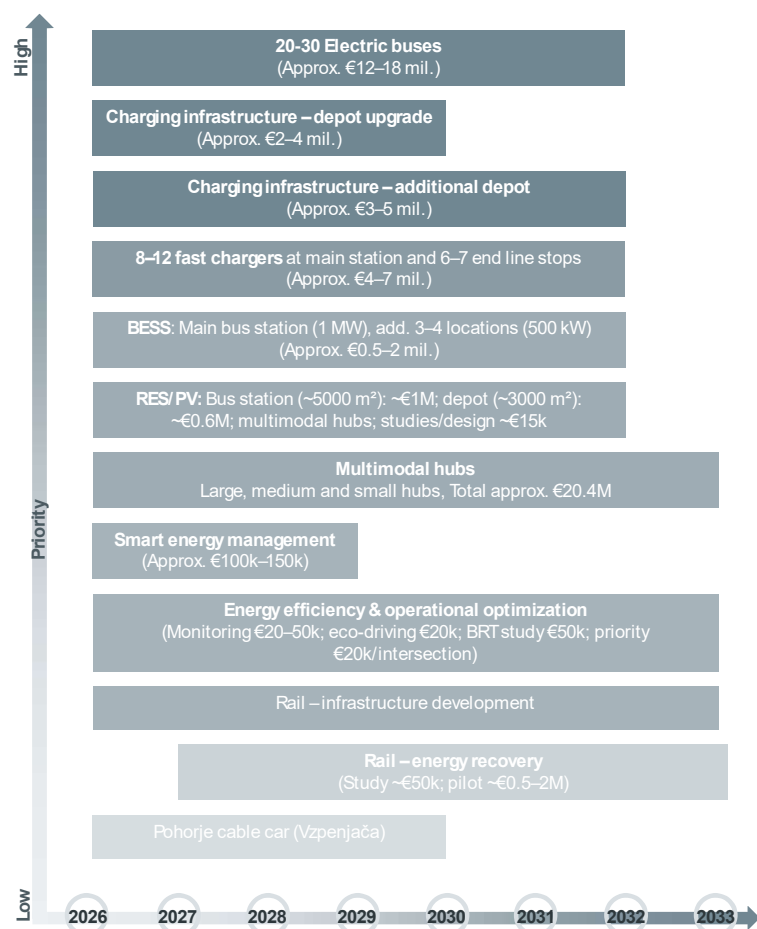
### 3.1.2 Vize, cíle a záměry

Vizí akčního plánu města Maribor je rozvoj konkurenceschopných, energeticky účinných a udržitelných služeb veřejné dopravy s využitím nízkouhlíkových technologií a alternativních zdrojů energie. Cílem je snížit emise, zlepšit kvalitu ovzduší, snížit hladinu hluku v městských oblastech, snížit spotřebu energie v dopravě a zavést uživatelsky přívětivý, digitální a společensky přijímaný dopravní systém. Akční plán definuje postupný přechod k nízkoemisnímu, energeticky účinnému a uživatelsky orientovanému systému veřejné dopravy prostřednictvím strategických dimenzí a souboru střednědobých a dlouhodobých milníků realizace.



Obrázek 6. Vize a strategické cíle akčního plánu města Maribor

### 3.1.3 Hlavní opatření



Obrázek 7. Klíčová opatření Mariboru a harmonogram realizace

přičemž mezi nejčastěji zmiňované zdroje patří místní fondy, programy financování EU, Slovinský ekologický fond a příspěvky ze soukromého sektoru, zejména na investice do obnovitelných zdrojů energie.

Realizace je plánována ve fázích v letech 2026 až 2032 a zahrnuje spolupráci mezi městskými úřady, provozovateli veřejné dopravy, technickými partnery a dalšími místními zainteresovanými stranami. Časový harmonogram realizace je definován spíše v širších časových rozmezích než v konkrétních letech. Podrobnější a operativní časový harmonogram je uveden v SUMP města Maribor, který slouží jako hlavní rámec pro realizaci rozvoje dopravy ve městě.

### 3.1.4 Aspekty monitorování a hodnocení

Monitorování akčního plánu města Maribor bude v souladu s rámcem pro roční sledování a podávání zpráv v rámci SUMP města Maribor, bude však rozšířeno o ukazatele v oblasti energetiky a oběhového hospodářství. Městský úřad v Mariboru bude koordinovat sběr a zpracování dat společně s hlavními zainteresovanými stranami, jimiž jsou Marprom, Public Holdings Maribor, Energetická agentura, Elektro Maribor a Univerzita v Mariboru.

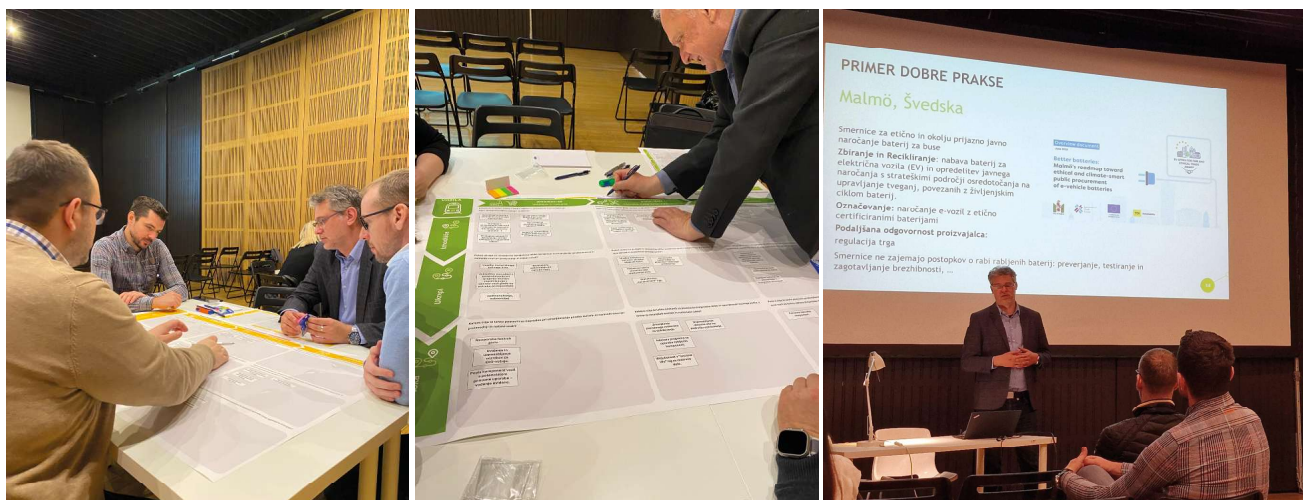
Monitorovací systém bude využívat klíčové ukazatele výkonnosti (KPI) pokrývající aspekty mobility, životního prostředí, energetiky, infrastruktury, provozu a uživatelů. Ukazatele mobility zahrnují podíl cestování veřejnou dopravou, přesnost a spolehlivost, počet cestujících a obsazenost vozidel. Ukazatele životního prostředí zahrnují emise CO<sub>2</sub>, látky znečišťující ovzduší, jako jsou NO<sub>x</sub> a PM (jsou-li k dispozici), a hladiny hluku ve městech.

Ukazatele energie zahrnují energetickou spotřebu na vozidlo nebo cestujícího, podíl obnovitelných zdrojů energie v energetickém mixu veřejné dopravy a snížení špičkového zatížení díky BESS. Ukazatele infrastruktury zahrnují instalovanou nabíjecí kapacitu, kapacitu BESS a kapacitu fotovoltaických systémů.

Data budou pocházet ze systémů správy vozového parku, nástrojů pro monitorování energie, dat o nabíjecí infrastruktuře, dopravních analýz, průzkumů, monitorování infrastruktury a externích datových sad od dodavatelů energie. Hodnocení bude prováděno každé 2-3 roky a bude porovnávat dosažené výsledky s plánovanými cíli, posuzovat nákladovou efektivitu, identifikovat překážky implementace a faktory úspěchu, analyzovat dopady na úrovni systému a zahrnovat zpětnou vazbu od zainteresovaných stran a uživatelů. Výsledky budou použity k revizi opatření, upřesnění investičních priorit a udržení souladu s SUMP.

### 3.1.5 Zapojení zainteresovaných stran do procesu přípravy a implementace

Zapojení zainteresovaných stran bylo organizováno prostřednictvím místních workshopů, konzultací s odborníky a v rámci spolupráce a společného vývoje nabízeného projektem CE4CE. Do procesu byli zapojeni aktéři z řad samosprávy, regionálních orgánů, akademické sféry, energetiky, dopravy a soukromého sektoru, jakož i partneři projektu. Na obecní úrovni patřili mezi hlavní účastníky město Maribor, společnost Marprom jako provozovatel veřejné dopravy, subjekty zabývající se obecní infrastrukturou a veřejnými pracemi, místní dodavatel energie a dálkového vytápění a veřejná společnost zabývající se nakládáním s odpady. Mezi regionální subjekty patřila Agentura pro regionální rozvoj Podravje-Maribor a regionální energetická agentura. Univerzita v Mariboru přispěla



Obrázek 8. Workshop zainteresovaných stran na téma oběhového hospodářství a energie ve veřejné dopravě. Zdroj: Město Maribor, CE4CE

jako hlavní akademický a výzkumný partner. Technologický a soukromý sektor přispěl prostřednictvím distributorů infrastruktury pro rychlé nabíjení a elektrických autobusů.

Proces spolupráce se zaměřil na identifikaci výzev a potřeb pro uplatnění principů cirkulární ekonomiky ve veřejné dopravě, zejména v souvislosti se spotřebou energie, obnovitelnými zdroji energie, skladováním energie a opětovným využitím. Zainteresované strany posoudily překážky, jako je slabá integrace obnovitelných zdrojů energie, nedostatek inteligentního nabíjení, nedostatečné monitorování, regulační omezení, složité povolovací postupy, slabá koordinace mezi územním, dopravním a energetickým plánováním a nedostatečně rozvinuté systémy pro opětovné využití komponentů a baterií.

Tento proces pomohl definovat priority akčního plánu, včetně zavádění systémů BESS,

inteligentního nabíjení, integrace fotovoltaiky, využívání rekuperované energie v železniční dopravě, multimodálních energetických uzlů a zlepšení správy. Posílil také spolupráci mezi zúčastněnými stranami v oblasti dopravy a energetiky, která byla identifikována jako nezbytná pro implementaci.

### 3.1.6 Hlavní poznatky z procesu vypracování akčního plánu

Vypracování akčního plánu pro Maribor poskytlo důležité strategické a organizační poznatky pro přechod k udržitelnějšímu, energeticky účinnějšímu a oběhovému systému veřejné dopravy. Tento proces poukázal na několik důležitých aspektů relevantních pro budoucí implementaci a dlouhodobé plánování městské mobility:



#### HLAVNÍ POZNATKY

**Silná integrace s procesem SUMP:** Úzká provázanost s Plánem udržitelné městské mobility (SUMP) zajišťuje, že navrhovaná opatření jsou zakotvena v rámci dlouhodobé mobility, investic a monitorování města Maribor.

**Postupné a flexibilní zavádění:** Vzhledem k vývoji technologií, regulačním podmínkám a finanční nejistotě bude pro zajištění dlouhodobé účinnosti a odolnosti navrhovaných opatření nezbytné průběžné monitorování, hodnocení a adaptivní řízení.

**Integrovaný systémový přístup:** Elektrifikace musí kombinovat perspektivy dopravy, energetiky a územního plánování. Proces vývoje ukázal, že elektrifikace vozového parku musí být podpořena koordinovaným plánováním dobíjecí infrastruktury, integrací obnovitelných zdrojů energie, systémy skladování a řešeními pro správu energie.

**Mezisektorová spolupráce:** Během procesu vývoje se jako klíčový podpůrný faktor ukázala silnější spolupráce mezi dopravci, městskými úřady, dodavateli energie, subjekty v oblasti infrastruktury a výzkumnými institucemi.

**Digitalizace a řízení založené na datech:** Dlouhodobé plánování vyžaduje monitorovací systémy, rámce klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI) a optimalizační nástroje. Tyto prvky jsou nezbytné pro vytváření adaptivních, efektivních a na důkazech založených řešení pro rozhodování v oblasti řízení energetický management.

**Význam pilotních a demonstračních aktivit:** Zkušenosti z projektu CE4CE ukázaly, jak důležité je testovat technologie a organizační přístupy před jejich rozšířením nebo širším nasazením.

**Institucionální kapacity a struktury řízení:** Tento proces zdůraznil potřebu jasného rozdělení odpovědností, dlouhodobého zapojení zainteresovaných stran a organizační připravenosti vedle technických řešení.

Obrázek 9. Hlavní poznatky z Mariboru

## 3.2. Akční plán na optimalizaci stavu infrastruktury prostřednictvím minimálně invazivních údržbových prací v Lipsku, Německo

### 3.2.1 Strategické pozadí a kontext pro vypracování akčního plánu

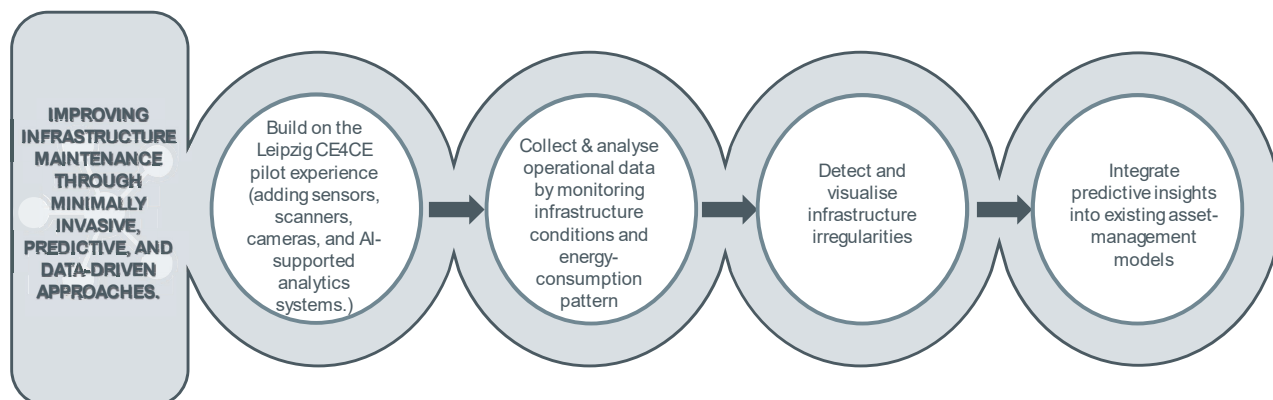
Akční plán pro Lipsko byl vypracován Lipskou dopravní společností (LVB) v rámci projektu CE4CE s cílem prozkoumat možnosti zlepšení údržby infrastruktury prostřednictvím minimálně invazivních, prediktivních a datově podložených přístupů. Tato iniciativa reaguje na omezení tradičních postupů údržby, které se i nadále silně opírají o vizuální kontroly, pevně stanovené cykly obnovy a reaktivní zásahy.

Potřeba pokročilejších přístupů k údržbě je obzvláště relevantní pro LVB, která provozuje jednu z největších tramvajových sítí v Německu s více než 300 km tratí a vysokou frekvencí spojů. Rostoucí poptávka cestujících, nárůst počtu obyvatel, politiky přechodu k udržitelné mobilitě a rozšířený noční provoz vyvíjejí rostoucí tlak na dostupnost infrastruktury a efektivitu údržby. Údržbové činnosti jsou zároveň ovlivňovány výzvami, jako je nedostatek kvalifikované pracovní síly, demografické změny, snížená dostupnost konkrétních a odborných znalostí, omezená časová okna pro údržbu a neúplné údaje o stavu.

V této souvislosti si akční plán klade za cíl podpořit postupný přechod od reaktivního k prediktivnímu řízení aktiv a postupům údržby. Tento přístup vychází ze zkušeností z pilotních testů CE4CE v Lipsku, při nichž byly tři tramvaje vybaveny snímači vibrací, kamerami, laserovými skenery, systémy pro měření toku energie, zařízeními pro edge computing a analytickými platformami podporovanými umělou inteligencí. Pilotní aktivity prokázaly potenciál využití těchto technologií pro včasnou detekci a vizualizaci vad kolejí, nepravidelností trolejového vedení a vzorců spotřeby energie v reálných provozních podmínkách.

Navrhovaný přístup má také doplnit stávající modely nákladů životního cyklu (LCC) společnosti LVB. Zatímco metody LCC podporují především dlouhodobé finanční plánování, přístupy prediktivní údržby mohou poskytnout další provozní a taktickou perspektivu díky využití aktuálních měřicích dat, trendů stavu a prognóz výkonu infrastruktury.

### 3.2.2 Vize, cíle a záměry



Obrázek 10. Vize a strategické cíle akčního plánu LVB

Vizí lipského akčního plánu je zavést škálovatelný přístup k prediktivní údržbě, který podporuje dostupnost infrastruktury, efektivnější využívání zdrojů a postupné sladění postupů správy aktiv s principy normy ISO 55001. Akční plán usiluje o umožnění včasnějších, cílenějších a méně invazivních zásahů údržby a zároveň o posílení propojení

mezi provozními údržbářskými činnostmi a strategickým plánováním investic.

Hlavním cílem je podpořit přechod od intervalové a reaktivní údržby k systému více založenému na datech s využitím senzorů, analýzy podporované umělou inteligencí, dashboardů a parametrických modelů. Tento přístup má zlepšit identifikaci potenciálních vzorců poškození, podpořit prioritizaci zásahů na základě rizik a přispět ke snížení zbytečných opravných prací.

Akční plán dále usiluje o vytvoření digitálního katalogu poškození, vývoj parametrického modelu pro řízení scénářů a investic, integraci monitorovacích dat do systémů, jako jsou MR.pro®, GIS a ZEDAS, a podporu využívání dashboardů při operativním rozhodování. Kromě toho plán zkoumá možnosti zlepšení energetické účinnosti prostřednictvím analýzy spotřeby energie na kilometr ujetý vozidlem a vzorců chování řidičů.

Dalším důležitým cílem je organizační spolupráce. Akční plán podporuje užší spolupráci mezi údržbou, správou majetku, digitalizací, provozem, kontrolou a externími partnery prostřednictvím sdílených datových struktur a jasnějších rozhodovacích procesů. Snaží se také vyvinout přístupy, které lze přenést na další tramvajové linky, jiné třídy aktiv a autobusovou infrastrukturu v Lipsku. Výměna znalostí a zkušeností, stejně jako společný vývoj metodik hodnocení a prognózování, mohou být využitelné i u dalších provozovatelů veřejné dopravy.

### 3.2.3 Hlavní opatření

Akční plán pro Lipsko navrhuje strukturovaný soubor opatření na podporu integrace prediktivní údržby do procesů správy majetku a zároveň zlepšení strategického řízení rozvoje infrastruktury.

#### MEASURES

- **Digital damage catalogue:** Records and classifies recurring defects such as rail corrugation, rail breaks, and contact wire defects.
- **Automated fault detection:** Uses sensor data, video inspections, and conventional inspections to identify infrastructure problems.
- **Risk-based prioritisation:** Supports more systematic assessment and ranking of defects based on urgency and impact.
- **Parameter model for scenario analysis:** Combines condition data, lifecycle forecasts, operational impacts, and cost indicators to compare maintenance strategies.
- **Integration of monitoring data:** Connects monitoring outputs with systems such as GIS, MR.pro®, and ZEDAS through interoperable interfaces.
- **Central data platform and dashboards:** Brings together measurement data, images, and fault classifications in map-based visualisations.
- **Organisational development and change management:** Promotes user participation, competence development, interdisciplinary cooperation, and continuous learning.
- **Workshops and stakeholder exchanges:** Gathers user requirements and supports acceptance of new systems and workflows.

Obrázek 11. Klíčová opatření v Lipsku

Jedním z klíčových opatření je vytvoření digitálního katalogu poškození, který systematicky zaznamenává a klasifikuje opakující se závady infrastruktury, jako jsou zvlnění kolejnic, zlomení kolejnic a závady trolejového vedení. Kombinací měření senzorů, videoinspekci a konvenčních inspekčních metod má katalog podporovat automatizovanou detekci závad, stanovení priorit na základě rizik a standardizovanější postupy hodnocení. K vývoji tohoto přístupu přispívají zkušenosti z pilotního projektu CE4CE, v rámci kterého byly testovány analýzy typických vzorců poškození podporované umělou inteligencí.

Dalším důležitým opatřením je vývoj parametrického modelu pro analýzu scénářů a řízení investic. Model kombinuje údaje o stavu, prognózy životního cyklu, provozní dopady a nákladové ukazatele s cílem podpořit hodnocení různých strategií údržby a dlouhodobých investičních možností. Metodika je založena na třech doplňujících zdrojích informací: přesných individuálních měřeních, strukturovaných vizuálních prohlídkách a datových tocích z nepřetržitého monitorování. Očekává se, že tyto prvky společně poskytnou pevnější základ pro prognózy stavu infrastruktury a analýzu potenciálních scénářů údržby.

Akční plán rovněž počítá s integrací monitorovacích dat do stávajících systémů, jako jsou GIS, MR.pro® a ZEDAS, prostřednictvím interoperabilních rozhraní a centrální datové platformy. Cílem této integrace je podpořit komplexnější přehled o stavu infrastruktury kombinací naměřených dat, snímků a klasifikace závad v rámci přehledových panelů a vizualizací na mapách. Otevřená a standardizovaná rozhraní jsou považována za důležitá pro umožnění budoucího rozšiřování systému a přenositelnosti na jiné provozovatele veřejné dopravy.

Kromě technických opatření akční plán zdůrazňuje význam organizačního rozvoje a řízení změn. Navrhovaný přístup klade důraz na zapojení uživatelů, rozvoj kompetencí, mezioborovou spolupráci a procesy neustálého učení. Workshopy a diskuze se zainteresovanými stranami, které se konaly během pilotního projektu CE4CE, přispěly ke sběru požadavků uživatelů a podpořily přijetí nových systémů a pracovních postupů.

Na základě zkušeností získaných během pilotního projektu CE4CE v Lipsku navrhuje akční plán strategii postupné implementace. Ta zahrnuje identifikaci kritických aktiv, vývoj a testování predikčních modelů a postupnou integraci ověřených nástrojů a procesů do provozních pracovních postupů a činností strategického plánování. Iterativní přístup k implementaci má za cíl snížit rizika, podpořit organizační učení a usnadnit postupné začlenění postupů prediktivní údržby do struktur dlouhodobého řízení aktiv.

### 3.2.4 Aspekty monitorování a hodnocení

Monitorovací činnosti v rámci lipského akčního plánu se zaměřují na posouzení, zda přístupy prediktivní údržby přispívají ke zlepšení technické spolehlivosti, provozních procesů a strategických rozhodnutí v oblasti správy aktiv. Navrhovaný rámec monitorování zahrnuje několik klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI), které jsou relevantní i v kontextu hodnocení výkonnosti podle normy ISO 55001.

Mezi navrhované ukazatele patří včasné odhalení závad dříve, než se stanou kritickými, snížení počtu neplánovaných údržbových zásahů, dostupnost infrastruktury, energetická účinnost a ukazatele kvality dat, jako je provozuschopnost senzorů a spolehlivost přenosu dat. Mezi další ukazatele mohou patřit doby odezvy mezi detekcí závady a nápravnými opatřeními, jakož i potenciální úspory nákladů vyplývající z oprav, kterým se předešlo, a prodloužené životnosti aktiv.

Očekává se, že sběr dat bude založen na automatizovaných senzorových systémech a datových platformách, doplněných o srovnání s daty MR.pro®, inspekcemi na místě, průzkumy a stávajícími metodami hodnocení. Hodnotící činnosti mají kombinovat

automatizovanou analýzu se zpětnou vazbou odborníků a pravidelnými koordinačními schůzkami mezi týmy pro správu aktiv, údržbu a digitalizaci. Očekává se, že výsledky pilotních aktivit a fází zavádění přispějí k neustálému zlepšování algoritmů, přizpůsobování systémů a procesů plánování údržby. V dlouhodobém horizontu mají monitorovací činnosti podporovat procesy řízení investic a plánování údržby prostřednictvím rozhodování založeného na datech.

### 3.2.5 Zapojení zainteresovaných stran do procesu přípravy a implementace

Akční plán pro Lipsko je založen na úzké spolupráci mezi interními odděleními LVB, externími technickými partnery a dalšími městskými společnostmi, které jsou součástí skupiny „L“ vedené městem Lipsko (Stadt Leipzig). V rámci LVB hraje správa majetku vedoucí roli při integraci přístupů prediktivní údržby do strategického řízení infrastruktury. IFTEC (odpovědná za velkou část technické údržby a technických služeb souvisejících se systémem veřejné dopravy v Lipsku) přispívá k technické implementaci, kalibračním činnostem a zpětné vazbě týkající se vzorců poškození a údržbových opatření. Tým pro digitalizaci podporuje vývoj datových platforem, dashboardů a rozhraní, zatímco provozní personál a řidiči přispívají provozní zpětnou vazbou týkající se jízdního komfortu a narušení provozu. Jednotky pro controlling a investiční plánování se podílejí na využívání parametrických modelů pro rozpočtování a vývoj scénářů.

Externí partneři přispívají hardwarovými řešeními, technologiemi edge computingu, monitorovacími systémy, analytikou podporovanou umělou inteligencí a nástroji pro analýzu spotřeby energie. Pilotní projekt CE4CE zahrnoval spolupráci s organizacemi, jako jsou IFTEC, Kruch Railways (rovněž partner CE4CE), C14RAIL, CEMIT a PantoHealth. Univerzity a výzkumné instituce poskytly technickou a metodickou podporu, zatímco zástupci městských samospráv přispěli propojením s iniciativami v oblasti inteligentních měst a městských datových platforem .

Aktivity zaměřené na zapojení zainteresovaných stran zahrnovaly workshopy pro definici požadavků a výběr systému, pravidelné koordinační schůzky, školení a formáty přezkumu pro zúčastněné strany. Během pilotní fáze tyto aktivity podporovaly sběr zpětné vazby od uživatelů, zejména řidičů tramvají, testování přijatelnosti systému a společný vývoj dashboardů a rozhraní.

### 3.2.6 Hlavní poznatky z procesu vypracování akčního plánu

Proces vypracování akčního plánu pro Lipsko naznačuje, že přístupy prediktivní údržby mohou mají potenciál, pokud jsou integrovány do každodenních údržbářských činností a strategických procesů správy majetku. Zkušenosti z pilotního projektu CE4CE ukázaly, že technologie, jako jsou senzory, monitorovací systémy a analytika podporovaná umělou inteligencí, mohou přispět k identifikaci kritických úseků tratí, vad kolejnic, nesrovnalostí v trolejovém vedení a dalších problémů souvisejících s infrastrukturou za provozních podmínek.

Jedním z důležitých závěrů je přidaná hodnota nepřetržitého monitorování jako doplňku stávajících přístupů k správě aktiv. Kombinace aktuálních měřicích dat s vizuálními kontrolami a modely nákladů na životní cyklus může podporovat dynamičtější a informovanější rozhodování ve srovnání s pouhými pevně stanovenými cykly obnovy.

Tento proces také ukázal, že digitalizace není pouze technickou výzvou, ale také výzvou organizační. Školící aktivity, přijetí ze strany uživatelů, datová gramotnost, revidované odpovědnosti a dlouhodobé procesy řízení změn se jeví jako nezbytné pro zajištění toho, aby mohly být řídicí panely a analýzy podporované umělou inteligencí účinně integrovány



## HLAVNÍ POZNATKY

**Potenciál prediktivní údržby:** Prediktivní údržba může přinést významnou přidanou hodnotu, pokud je začleněna do každodenní údržby a strategického řízení aktiv.

**Postupné a flexibilní zavádění:** Vzhledem k vývoji technologií, regulačním podmínkám a finanční nejistotě bude pro zajištění dlouhodobé účinnosti a odolnosti navrhovaných opatření nezbytné průběžné sledování, hodnocení a adaptivní řízení.

**Hodnota nepřetržitého monitorování:** Nepřetržité monitorování doplňuje vizuální kontroly a modely nákladů na životní cyklus tím, že umožňuje dynamičtější rozhodnutí založená na datech.

**Nad rámec pevných obnovovacích cyklů:** Kombinace dat v reálném čase se stávajícími metodami správy aktiv může přispět k lepšímu načasování údržby a obnovy.

**Potřeby organizačních změn:** Úspěšná digitalizace vyžaduje školení, přijetí ze strany uživatelů, datovou gramotnost, revizi odpovědností a dlouhodobé řízení změn.

**Potenciál přenosu:** Modulární systém s certifikací pro železniční dopravu by mohl být rozšířen na další tramvajové linky, infrastrukturu a aplikace související s autobusovou dopravou.

**Dlouhodobá institucionalizace:** Trvalé používání bude záviset na stabilním financování, integraci systému, kapacitách personálu a sladění s procesy správy majetku LVB.

Obrázek 12. Hlavní výstup v Lipsku

do provozní praxe.

Akční plán nakonec demonstruje potenciál přenosu i mimo pilotní prostředí. Pilotní projekt se opíral o komponenty certifikované pro železniční dopravu v souladu s normami EN 50155 a EN 45545, zatímco modulární architektura systému může podporovat budoucí rozšíření na další tramvajové linky, další infrastrukturní aktiva a potenciálně i aplikace související s autobusovou dopravou, jako je například dobíjecí infrastruktura. Současně bude dlouhodobá institucionalizace přístupů k prediktivní údržbě pravděpodobně záviset na stabilním financování, integraci systémů, kapacitách personálu a jejich pokračující integraci do širších procesů správy aktiv společnosti LVB.

### 3.3. Akční plán pro optimalizaci poskytování infrastruktury prostřednictvím spolupráce a sdílení mezi veřejnými poskytovateli jako aktualizace městské strategie pro elektromobilitu v Gdyni v Polsku

#### 3.3.1 Strategické pozadí a kontext pro vypracování akčního plánu

Akční plán města Gdyně aktualizuje přístup města k elektromobilitě tím, že se zaměřuje na cirkulární elektrifikaci, sdílení infrastruktury a spolupráci mezi veřejnými poskytovateli služeb PKA - městským provozovatelem autobusové dopravy a partnerem projektu CE4CE - a PKT - městským provozovatelem trolejbusové dopravy. Plán vychází ze stávajících



Obrázek 13. Fotovoltaická elektrárna napájející trolejbusy v Gdyni v depu. Zdroj: CE4CE

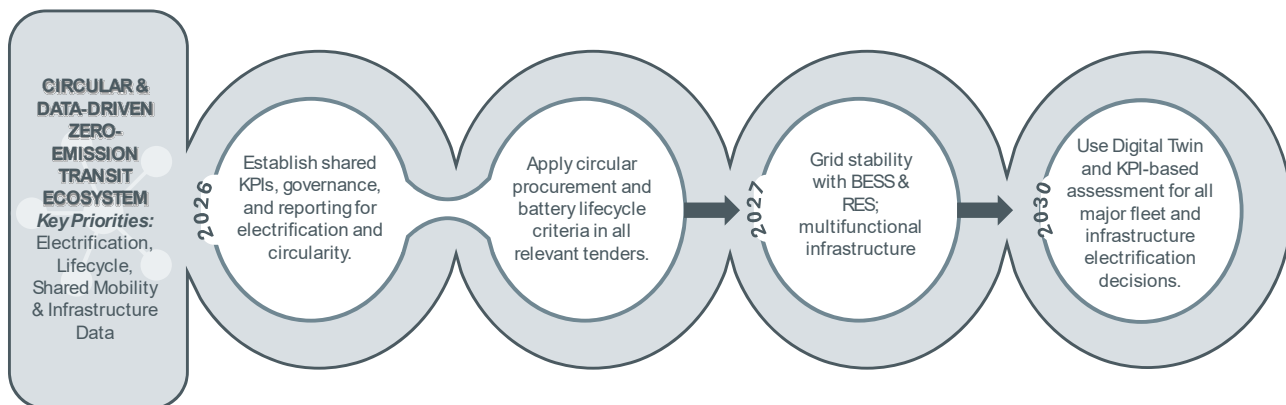
silných stránek města Gdyně: jeho dlouhodobě fungujícího trolejbusového systému, zkušeností s dobíjením za jízdy a elektrických autobusů zavedených v roce 2022.

Akční plán reaguje na pět konkrétních výzev identifikovaných společnostmi PKA a jejími partnery: stárnoucí majetek, rostoucí náklady na elektřinu a životní cyklus, potřeba cirkulárního zadávání veřejných zakázek, omezené nástroje na podporu rozhodování při plánování investic a potřeba lepšího sladění elektromobility s klimatickými a mobilitními cíli města. Zabývá se také riziky identifikovanými v rámci pilotního projektu realizovaného

v Gdyni v rámci projektu CE4CE, včetně energetické poptávky související s dopravními zácpami, naddimenzovaných baterií a dobíjecí infrastruktury, rozčlivených dat mezi institucemi, nejisté budoucí financování a riziko, že město uvízne u neefektivních řešení na 12 až 30 let

Z strategického hlediska navazuje tento plán na strategii rozvoje města Gdyně do roku 2030, plán udržitelné městské mobility města Gdyně na práci iniciativy v rámci monitorování a hodnocení plánů udržitelné městské mobility (SUMP) pro Pobaltí . Na národní úrovni se řídí polským zákonem o elektromobilitě a alternativních palivech. Na úrovni EU je v souladu se současným regulačním rámcem tvořeným následujícími rámcovými strategiemi a směrnici: Green Deal, směrnice o čistých vozidlech, nařízení o infrastruktuře pro alternativní paliva, směrnice o energetické účinnosti a směrnice o obnovitelných zdrojích energie a nařízení o bateriích.

### 3.3.2 Vize, cíle a záměry



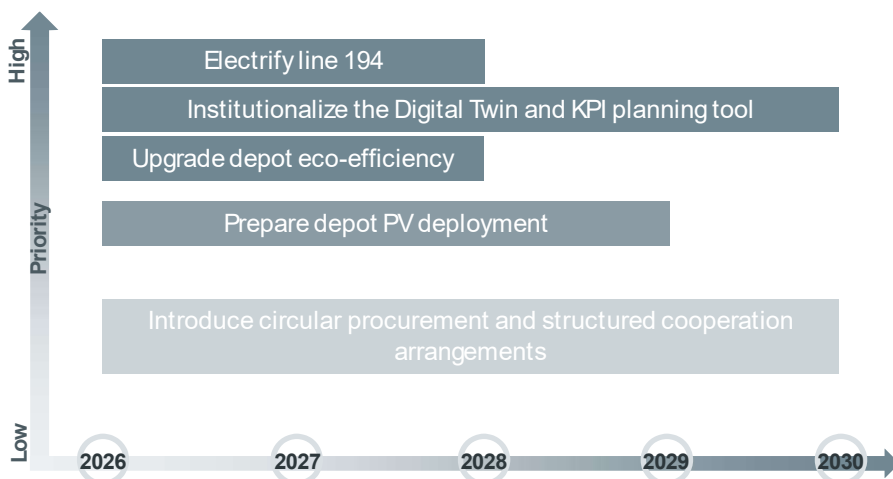
Obrázek 14. Vize a strategické cíle akčního plánu města Gdyně

Vizí je, aby se společnost PKA Gdynia do roku 2030 stala poskytovatelem veřejné dopravy, který bude více v souladu s principy oběhového hospodářství, bude mít nižší emise a bude připraven na investice. Akční plán má za cíl podpořit rozvoj elektromobility prostřednictvím sdílení dat, zohledňování celého životního cyklu a posílené spolupráce mezi PKA, městem a dalšími veřejnými institucemi, přičemž usiluje o omezení zbytečné spotřeby materiálů a energie.

Plán stanovuje několik konkrétních cílů. Do roku 2026 by Gdyně měla institucionalizovat společný soubor klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI), model vlastnictví a postup pro každoroční podávání zpráv o rozhodnutích týkajících se cirkularity a elektrifikace. Do roku 2027 by měl být připraven a spuštěn první balíček opatření, počínaje elektrifikací linky 194, v závislosti na financování. Do roku 2027 by měl být rovněž dokončen balíček investic do ekologické účinnosti depa a fotovoltaiky, včetně inteligentního nabíjení a designu připraveného pro skladování. Od roku 2026 by měla být v příslušných výběrových řízeních používána kritéria cirkulárního zadávání veřejných zakázek a požadavky na životní cyklus baterií. Do roku 2030 by mělo být hodnocení digitálního dvojčete a KPI aplikováno na všechna důležitá rozhodnutí týkající se elektrifikace vozového parku a infrastruktury PKA.

Cíle proto kombinují snížení emisí, lepší spolehlivost služeb, nižší náklady na životní cyklus, sníženou poptávku po bateriích a materiálech, lepší připravenost na financování a jasnější řízení cirkulární elektromobility.

### 3.3.3 Hlavní opatření



Obrázek 15. Klíčová opatření a harmonogram realizace v Gdyni

Akční plán je postaven na pěti prioritních opatřeních.

Prvním z nich je elektrifikace autobusové linky 194 v rámci projektu, která je plánována jako vysoce prioritní demonstrační projekt pro rozšíření služeb s nulovými emisemi založených na datech a principech cirkulární ekonomiky v letech 2026 až 2028.

Druhým je institucionalizace pilotního projektu Digital

Twin a nástroje pro cirkulární obchodní plánování pro elektrifikované vozové parky a infrastrukturu veřejné dopravy, a to od roku 2026, aby se testování scénářů a odpovědnost za klíčové ukazatele výkonnosti (KPI) staly součástí investičních a reportovacích postupů. T

řetím opatřením je ekologická účinnost depa, která je rovněž vysokou prioritou pro období 2026–2028. To zahrnuje lepší měření, inteligentní logiku nabíjení, řízení špičkového zatížení a technické modernizace.

Čtvrtým opatřením je zavedení fotovoltaiky v depu v letech 2026 až 2029, s designem připraveným pro skladování a potenciálním budoucím využitím repasovaných baterií, kde to bude možné.

Páté opatření se týká cirkulárního zadávání veřejných zakázek a strukturovaných dohod o spolupráci v rámci zadávacích řízení, které začnou již v roce 2026 a jsou plánovány jako průběžné opatření. To zahrnuje řízení životního cyklu baterií, technické specifikace pro opakované použití, cirkulární ustanovení ve výběrových řízeních a lepší sdílení dat s městskými poskytovateli a městskými útvary.

Opatření jsou koncipována jako postupný balíček, nikoli jednorázově, což městu Gdyně umožňuje investice testovat, upravovat a škálovat. Odhady nákladů zatím nejsou podrobné, oba městští provozovatelé veřejné dopravy se však pevně zavázali k realizaci podle plánu a zajištění financování z více zdrojů. Plán definuje potřeby v řádu velikosti: vysoké výdaje na elektrifikaci linky 194, nízké až střední výdaje na nástroj Digital Twin a Circular pro obchodní plánování elektrifikovaných vozových parků a infrastruktury veřejné dopravy, střední výdaje na ekologickou účinnost depa, střední až vysoké výdaje na fotovoltaiku a infrastrukturu připravenou pro skladování energie a hlavně organizační úsilí na posílení cirkulárního zadávání veřejných zakázek.

### 3.3.4 Aspekty monitorování a hodnocení

Systém monitorování je založen na kompaktní sadě klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI) propojené s nástrojem Circular pro plánování elektrifikovaných vozových parků a infrastruktury veřejné dopravy a, kde je to relevantní, s SUMP a reportováním městských uzlů v rámci požadavků EU založených na revidovaném nařízení TEN-T o inteligentní a udržitelné mobilitě (přijato v roce 2025). Navrhované ukazatele zahrnují podíl kilometrů ujetých vozidly s nulovými emisemi, roční spotřebu elektřiny na kilometr ujetý vozidlem, průměrnou kapacitu baterií v pořízených vozidlech, podíl elektřiny vyrobené vlastními zdroji, stav provádění prioritních opatření a podíl příslušných zakázek obsahujících ustanovení o cirkulární ekonomice a životním cyklu.

Sběr dat je naplánován čtvrtletně a jejich konsolidace jednou ročně. Provozní data budou pocházet z telematiky vozidel, nabíječek v depu, měřičů energie a systémů jízdních řádů. Informace o investicích a veřejných zakázkách budou pocházet z projektových spisů a registrů smluv, zatímco údaje o ESGa správě budou čerpány z reportingu řízení. PKA by měla vést centrální registr KPI, přičemž ZKM Gdynia (Úřad veřejné dopravy v Gdyni) a městské odbory budou poskytovat doplňující informace v případech, kdy se ukazatele překrývají s reportingem na úrovni města.

Hodnocení by mělo kombinovat posouzení procesu a výsledků. Hodnocení procesu ověřuje, zda jsou opatření zavedena, financována, přidělena odpovědným osobám a začleněna do zadávání veřejných zakázek a provozu. Hodnocení výsledků porovnává výsledky s výchozími hodnotami pro roky 2025/2026 a scénáři digitálního dvojčete, zejména pokud jde o spotřebu energie, poptávku po bateriích, efektivitu infrastruktury, spolehlivost služeb, využití finančních prostředků a účinky cirkulární ekonomiky. Doporučuje se provést průběžné hodnocení v roce 2028 a komplexnější hodnocení v roce 2030.

### 3.3.5 Zapojení zainteresovaných stran do procesu přípravy a implementace

Proces zapojení zainteresovaných stran byl organizován kolem hlavního vývojového týmu a širšího institucionálního rámce. Součástí hlavního týmu byly PKA Gdynia, Univerzita v Gdaňsku a KRUCH Railways, které pracovaly na technické evidenční základně, místní aplikovatelnosti a návrhu opatření. Širší rámec zainteresovaných stran zahrnoval město Gdynia, ZKM Gdynia, PKT Gdynia a další veřejné poskytovatele a městské útvary odpovědné za mobilitu, energetiku, veřejné zakázky a strategii.

Diskuse se zaměřily na praktické otázky realizace: výběr koridorů, možnosti infrastruktury, odpovědnost za klíčové ukazatele výkonnosti (KPI), logiku financování a provozní omezení. Od září 2023 se proces posunul ke společnému vymezení problémů, testování scénářů a internímu přezkumu. Do března 2026 byl dokončen návrh akčního plánu, zmapování zainteresovaných stran a rámec klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI).

Zapojení zainteresovaných stran pomohlo posunout akční plán od technického úkolu elektrifikace směrem k rámci pro správu a spolupráci. Ukázalo se, že cirkulární elektromobilita závisí nejen na vozidlech a nabíječkách, ale také na sdílených standardech, výměně dat, pravidlech zadávání veřejných zakázek, přípravě financování a koordinaci mezi PKA, obcí a dalšími veřejnými poskytovateli.

### 3.3.6 Hlavní poznatky z procesu vypracování akčního plánu

**HLAVNÍ POZNATKY**

- Elektrifikace musí zohlednit dopady na infrastrukturu a životní cyklus:** Proces v Gdyni ukázal, že elektrifikace by neměla jednoduše nahradit dieselové autobusy v poměru 1:1. Místo toho by plánování mělo zohlednit nabíjecí infrastrukturu, provozní potřeby a dlouhodobý výkon vozidel.
- Nabíjení za jízdy a příležitostné nabíjení snižují požadavky na velikost baterií:** Pilotní projekt CE4CE prokázal, že kombinace nabíjení za jízdy (IMC) s příležitostným nabíjením může drasticky snížit požadavky na kapacitu baterií. Na lince 141 klesla požadovaná velikost baterie z přibližně 700 kWh při nočním nabíjení na asi 60 kWh.
- Digitální nástroje jsou účinné pouze tehdy, jsou-li integrovány do rozhodovacího procesu:** Systémy Digital Twin a KPI vytvářejí hodnotu pouze tehdy, jsou-li aktivně využívány v řídicích procesech, při zadávání veřejných zakázek, při vypracovávání výročních zpráv a při podávání žádostí o financování. Spolehlivá a kvalitní data jsou proto zásadní.
- Cirkulární ekonomika vyžaduje spolupráci napříč odděleními:** Proces potvrdil, že cirkulární ekonomiku nelze řídit z jednoho oddělení. Provozní a technické týmy, oddělení nákupu, financí a strategie i partneři z řad měst a obcí potřebují sdílené odpovědnosti a silnou interní koordinaci.
- Podpora vedení je nezbytná pro dlouhodobý pokrok:** I technicky silná opatření mohou ztratit na síle bez jasné odpovědnosti a viditelné podpory ze strany vedení. Vnitřní zapojení je nezbytné pro udržení implementačních snah.
- Postupné zavádění snižuje riziko a podporuje učení:** Zahájení menších akcí, jako je linka 194, opatření pro ekologickou efektivitu vozového parku a řízení pomocí KPI, umožňuje Gdyni testovat přístupy, poučit se ze zkušeností a postupně rozšiřovat rozsah.

Obrázek 16. Hlavní poznatky z Gdyně

Proces v Gdyni ukázal, že úspěšná elektrifikace veřejné dopravy vyžaduje více než pouhou výměnu dieselových autobusů za elektrické. Pilotní projekt CE4CE, který zůstává základem jejich akčního plánu, zdůraznil význam integrace plánování infrastruktury, uvažování v rámci životního cyklu, digitálních nástrojů na podporu rozhodování a meziresortní spolupráce do dlouhodobé strategie přechodu. Zkušenost také ukázala, že postupná implementace a jasné řídicí struktury jsou nezbytné pro efektivní rozšiřování elektromobility při současném zamezení zbytečné spotřeby materiálu a energie.

Projekt v Gdyni ukázal, že budoucí elektrifikace by měla zohledňovat stav infrastruktury i celý životní cyklus vozidel a neměla by spočívat pouze v postupné výměně vozového parku. Pilotní projekt CE4CE prokázal, že nabíjení za jízdy a příležitostné nabíjení mohou výrazně snížit spotřebu energie baterií ve srovnání s koncepty čistě nočního nabíjení. Například na lince městské autobusové dopravy č. 141 v Gdyni klesá spotřeba energie baterií z přibližně 700 kWh při nočním nabíjení na přibližně 60 kWh při kombinaci nabíjení za jízdy a příležitostného nabíjení.

Druhým poznatkem je, že digitální nástroje vytvářejí hodnotu pouze tehdy, jsou-li začleněny do rozhodovacího procesu. Pracovní postupy týkající se digitálního dvojčete a klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI) vyžadují jasnou odpovědnost, výroční zprávy a využití při zadávání veřejných zakázek a žádostech o financování. Kvalita a správa dat jsou proto stejně důležité jako samotná technologie.

Tento proces také potvrdil, že cirkulární ekonomika nemůže být záležitostí pouze jednoho oddělení. Provoz, technické týmy, nákup, finance, strategie a partneři z řad měst a obcí - všichni musí sdílet odpovědnost. Nezbytná je podpora vedení společnosti, protože i technicky silná opatření mohou ztratit dynamiku, pokud není zřejmé, kdo za ně nese odpovědnost.

Plán nakonec zdůrazňuje hodnotu postupného zavádění. Počínaje linkou 194, ekologickou efektivitou depa a řízením KPI umožňuje hodnocení opatření městu Gdyně získat zkušenosti před rozšířením. Současným omezením je, že plán ještě vyžaduje konečné schválení, potvrzení financování a formální rozdělení odpovědností, než bude možné plně zahájit jeho realizaci.

### 3.4. Akční plán pro zvýšení přidané hodnoty v dodavatelském řetězci a optimalizaci dodávek vozidel prostřednictvím cirkulárního zadávání veřejných zakázek v Bergamu v Itálii

#### 3.4.1 Strategické pozadí a kontext pro vypracování akčního plánu



Obrázek 17. ATB Mobility Bergamo

Akční plán ATB Mobility Bergamo byl vypracován v rámci víceúrovňového strategického rámce propojujícího místní, národní a evropské politiky v oblasti mobility, klimatu a cirkulární ekonomiky. Na místní úrovni je akční plán v souladu s Plánem udržitelné energie a klimatických opatření (SECAP) města Bergamo, Smlouvou o klimatickém městě (CCC) a Plánem udržitelné městské mobility (SUMP) města, čímž se zajišťuje, že se principy cirkulární ekonomiky stanou integrovanou součástí dlouhodobého plánování dopravy, a nikoli samostatnou iniciativou.

Na národní úrovni je akční plán podporován investičními příležitostmi spojenými s italským plánem obnovy a odolnosti (PNRR), zejména v oblasti modernizace infrastruktury, elektrifikace a inovativních dopravních systémů, jako je eBRT . Na evropské úrovni navazuje akční plán na projekt Interreg CE4CE a na synergie s dalšími projekty, jako jsou Interreg Euro-MED E-MED a Interreg Alpine Space Degree4Alps , které podporují testování a rozšiřování cirkulárních řešení ve veřejné dopravě.

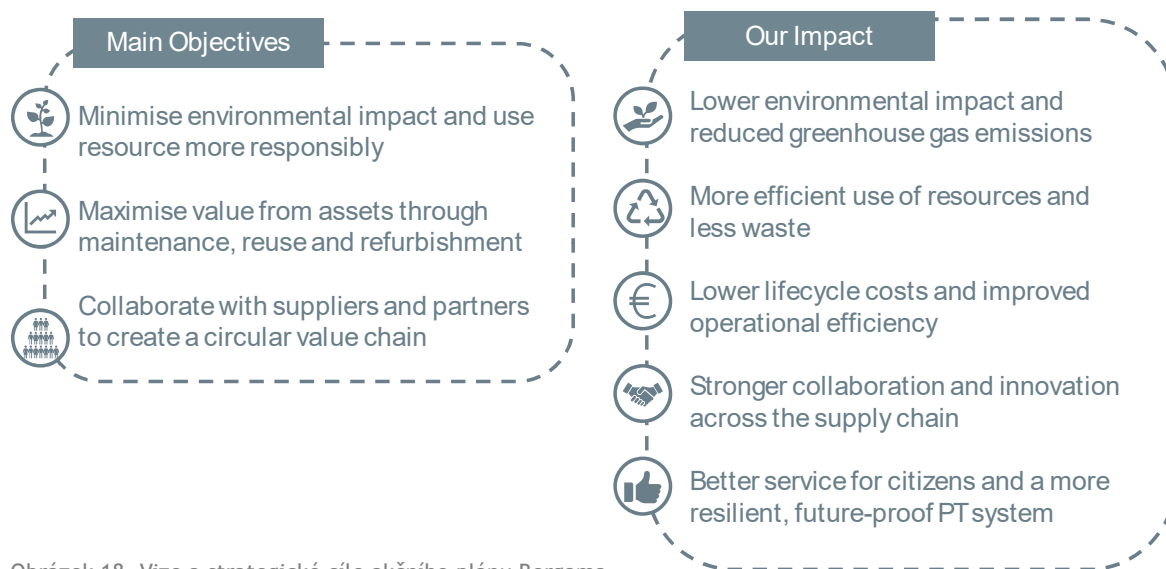
Akční plán reaguje na několik klíčových výzev identifikovaných organizací ATB Mobility:

- vysoká spotřeba energie a materiálů v rámci provozu veřejné dopravy,
- omezené řízení životního cyklu vozového parku a infrastruktury,
- rostoucí provozní náklady a zvyšující se regulační požadavky,
- potřeba integrovat řešení v oblasti obnovitelných zdrojů energie a skladování,
- nedostatečná integrace principů cirkulární ekonomiky do postupů při zadávání veřejných zakázek a údržbě.

Celkovým cílem je podpořit přechod ATB k udržitelnějšímu, materiálově efektivnějšímu a cirkulárnímu systému veřejné dopravy, který je schopen generovat environmentální a ekonomické přínosy pro metropolitní oblast Bergama.

### 3.4.2 Vize, cíle a záměry

Vizí akčního plánu je transformovat společnost ATB na provozovatele veřejné dopravy založeného na principech oběhového hospodářství, a to prostřednictvím začlenění těchto principů do provozních, infrastrukturních a strategických činností.



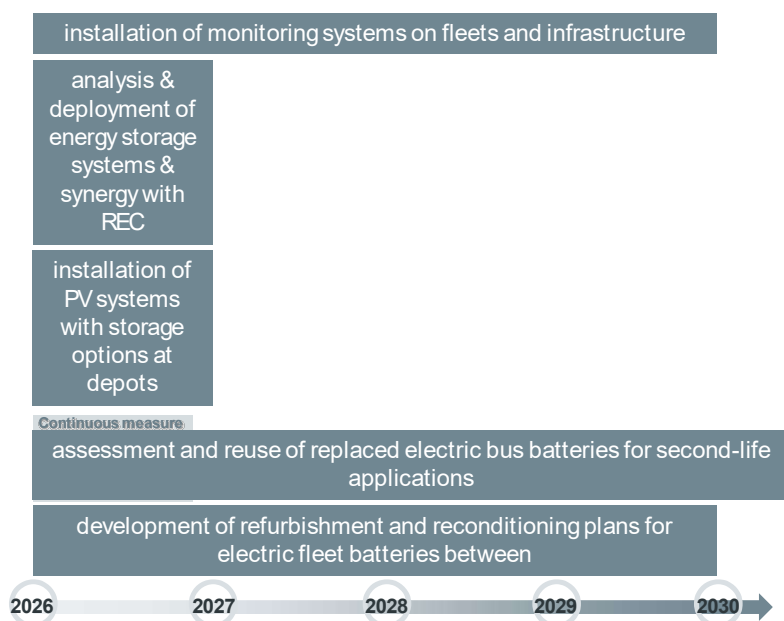
Obrázek 18. Vize a strategické cíle akčního plánu Bergama

### 3.4.3 Hlavní opatření

Akční plán definuje soubor opatření v oblasti provozu, energetiky, údržby a zadávání veřejných zakázek, která mají podpořit přechod k cirkulárnímu modelu veřejné dopravy:

Mezi klíčová opatření patří:

- instalace monitorovacích systémů ve vozových parcích a infrastruktuře za účelem optimalizace spotřeby energie a prediktivní údržby do roku 2030,
- analýzu a zavedení systémů pro skladování energie a synergií s komunitami



Obrázek 19. Klíčová opatření města Bergamo

- využívajícími obnovitelné zdroje energie (REC) do roku 2027,
- instalace fotovoltaických systémů s možností skladování v depech do roku 2027,
- posouzení a opětovné využití vyměněných baterií z elektrických autobusů pro aplikace druhého života od roku 2026,
- vypracování plánů renovace a repasování baterií elektrického vozového parku v letech 2026-2030,
- příprava firemní strategie cirkulární ekonomiky zahrnující provozní činnosti a procesy řízení,

- začlenění zásad cirkulárního zadávání veřejných zakázek do postupů nákupu kolejových vozidel a dodavatelského řetězce.

Akční plán rovněž podporuje:

- přístupy prediktivní údržby,
- optimalizaci energetické účinnosti,
- správu aktiv orientovanou na životní cyklus,
- začlenění výroby a skladování energie z obnovitelných zdrojů do dopravní infrastruktury.

### 3.4.4 Aspekty monitorování a hodnocení

Akční plán zavádí strukturovaný rámec pro monitorování a hodnocení, jehož cílem je sledovat jak pokrok v provádění, tak dlouhodobé dopady opatření v oblasti oběhového hospodářství v rámci ATB Mobility. Systém monitorování je uspořádán do tří vzájemně se doplňujících dimenzí: provádění fyzických opatření, rozvoj strategických a organizačních výstupů a integrace postupů v oblasti oběhového zadávání veřejných zakázek.

Monitorování fyzických opatření se zaměřuje na provozní aspekty, jako je podíl monitorovaného vozového parku a infrastruktury, instalovaná kapacita obnovitelných zdrojů energie, nasazení systémů pro skladování energie a počet aktiv spravovaných pomocí přístupů prediktivní údržby. Souběžně s tím se strategické ukazatele používají k posouzení vývoje a provádění plánů, strategií a pilotních akcí souvisejících s cirkularitou, jakož i úrovně integrace principů cirkulární ekonomiky do procesů a struktur řízení společnosti. Sledování v oblasti zadávání veřejných zakázek hodnotí postupné začleňování

kritérií cirkularity do postupů při nákupu, včetně podílu a hodnoty procesů zadávání veřejných zakázek, které uplatňují požadavky na životní cyklus a udržitelnost.

Akční plán rovněž předpokládá širší monitorování dopadů souvisejících s výrobou energie z obnovitelných zdrojů a vlastní spotřebou, prodloužením životnosti aktiv, úsporami na údržbě, snížením nákladů na životní cyklus a odloženými kapitálovými investicemi.

Metodika hodnocení kombinuje automatizovaný sběr provozních dat se strukturovanými interními procesy podávání zpráv. Mezi zdroje dat patří systémy správy vozového parku, databáze údržby, systémy řízení energie, záznamy o nákupech a projektová dokumentace. Očekává se, že provozní ukazatele budou přezkoumávány čtvrtletně, zatímco strategické a finanční ukazatele budou posuzovány v delších intervalech, aby podporovaly střednědobé a dlouhodobé rozhodování.

### 3.4.5 Zapojení zainteresovaných stran do procesu přípravy a realizace

Zapojení zainteresovaných stran hrálo při vypracovávání akčního plánu ústřední roli a bylo do něj začleněno jako soustavný proces, nikoli jako jednorázová konzultace. Počáteční aktivity se zaměřovaly na zapojení dodavatelů a technických zainteresovaných stran prostřednictvím workshopů, průzkumů a diskusí o přístupech k cirkulárnímu zadávání veřejných zakázek a kritériích ekologického zadávání veřejných zakázek na úrovni EU i na národní úrovni. Tyto výměny názorů pomohly identifikovat praktické příležitosti a překážky související s cirkulárními dodavatelskými řetězci a postupy při zadávání veřejných zakázek. Přípravný proces zahrnoval rozsáhlou interní koordinaci v rámci společnosti ATB Mobility a jejích dceřiných společností, včetně TEB a ATB Servizi, čímž



#### HLAVNÍ POZNATKY

**Holistický a strategicky sladěný přístup:** Integrace cirkulárnosti do systémů veřejné dopravy funguje nejlépe, když je řešena napříč odděleními a sladěna s širšími strategiemi mobility a klimatu, zejména s Plánem udržitelné městské mobility (SUMP).

**Vnitřní koordinace:** Včasná a nepřetržitá spolupráce v rámci organizace pomáhá zajistit, aby navrhovaná opatření byla proveditelná, praktická a podporovaná týmy odpovědnými za jejich realizaci.

**Externí zapojení:** Spolupráce s externími zainteresovanými stranami pomáhá propojit opatření v oblasti cirkulárnosti s širšími politickými cíli, prioritami financování a regulačními očekáváními.

**Pilotní akce podporují informované rozhodování:** Pilotní projekty jsou cenné pro testování inovativních řešení, identifikaci výzev a získávání zkušeností před rozšířením.

**Flexibilita prozvládnání nejistoty:** Plánování cirkulární ekonomiky musí zůstat přizpůsobivé měnícím se podmínkám v oblasti financování, technologií a regulace.

**Data a monitorování pro plánování založené na důkazech:** Spolehlivá data a monitorovací systémy jsou nezbytné pro sledování pokroku, vyhodnocování výsledků a podporu lepších strategických rozhodnutí.

Obrázek 20. Hlavní závěr pro Bergamo

bylo zajištěno, že do definice opatření byly zahrnuty provozní, technické a strategické aspekty. Na vnější úrovni hrálo klíčovou roli město Bergamo, a to nejen jako akcionář, ale také jako institucionální partner, který podporoval sladění akčního plánu s širšími cíli v oblasti městské mobility, klimatu a udržitelnosti. Proces zapojení zainteresovaných stran rovněž těžil z výměny znalostí v rámci evropských projektů spolupráce a mezinárodních sítí odborníků. Zejména spolupráce v rámci projektů, jako jsou Interreg Alpine Space Degree4Alps a Interreg Euro-MED E-MED, podpořila posouzení škálovatelnosti, přenositelnosti a inovačního potenciálu navrhovaných opatření. Pokud jde o provádění, očekává se, že společnost ATB Mobility bude koordinovat celkový proces realizace a monitorování, zatímco dceřiné společnosti, techničtí partneři a externí zúčastněné strany přispějí k provozní realizaci, poskytování dat, technické odbornosti a hodnotícím činnostem.

#### 3.4.6 Hlavní poznatky z procesu vypracování akčního plánu

Tento proces ukázal, že principy oběhového hospodářství lze systematicky začlenit do plánování a provozu veřejné dopravy prostřednictvím kombinace technických, organizačních a správních opatření.

Tento proces rovněž potvrdil význam začlenění cirkulárního zadávání veřejných zakázek, prediktivní údržby, systémů využívajících obnovitelné zdroje energie a řízení životního cyklu do dlouhodobého plánování veřejné dopravy. Celkově akční plán poskytuje praktický rámec pro podporu přechodu ATB k udržitelnějšímu, odolnějšímu a cirkulárnímu systému veřejné dopravy.

## 4. Získané poznatky a doporučení

Vypracování strategií a akčních plánů CE4CE ukázalo, že zásady oběhového hospodářství mohou pomoci orgánům veřejné dopravy a provozovatelům přejít od izolovaných opatření v oblasti oběhového hospodářství k systémovým přístupům založeným na životním cyklu. Strategie zdůraznily význam snižování množství odpadu, optimalizace zdrojů a vytváření dlouhodobé hodnoty v energetických systémech, infrastruktuře a kolejových vozidlech.

### 4.1. Zkušenosti získané z procesu vypracování strategií a akčních plánů

Jedním z hlavních poučení je, že cirkularita vyžaduje přístup založený na životním cyklu napříč plánováním, provozem, údržbou a nakládáním s odpady na konci životnosti. Dokument zdůrazňuje, že recyklace sama o sobě nestačí, pokud je aplikována pouze na konci životního cyklu, a že hodnota musí být naopak zachována a obnovena po celou dobu životnosti aktiv prostřednictvím snižování poptávky po materiálech, prodloužení životnosti aktiv, opětovného použití, renovace a recyklace.

Další důležitý poznatek se týká role digitalizace a správy dat. Strategie identifikují digitalizaci jako klíčovou podmínku pro cirkulární ekonomiku, včetně využití systémů energetického managementu, monitorování v reálném čase, analýzy dat, digitálních modelů a simulací na podporu plánování, údržby a optimalizace provozu.

Akční plány a strategie CE4CE rovněž prokázaly význam spolupráce mezi zúčastněnými stranami. Implementace oběhového hospodářství závisí na spolupráci mezi orgány veřejné dopravy, provozovateli veřejné dopravy, obcemi, dodavateli, výzkumnými institucemi, dodavateli energie a dalšími aktéry v rámci hodnotového řetězce. Strategie opakovaně zdůrazňují koordinaci, výměnu znalostí a zapojení zúčastněných stran jako důležité podmínky pro implementaci.

Dalším získaným poznatkem je, že prodloužení životnosti aktiv představuje významnou příležitost ke snížení spotřeby zdrojů a zachování zabudované hodnoty. Strategie zdůrazňují preventivní a prediktivní údržbu, renovaci, a opětovné použití komponentů a materiálů infrastruktury jako důležité přístupy k dosažení cílů oběhového hospodářství.

Strategie rovněž zdůrazňují význam začlenění principů oběhového hospodářství do procesů zadávání veřejných zakázek a správy. Poukazují na to, že zadávací řízení, smlouvy a požadavky na plnění mohou ovlivňovat chování dodavatelů a podporovat inovace v rámci celého hodnotového řetězce.

Strategie a akční plány nakonec ukázaly, že pilotní aktivity a praktické experimenty jsou důležité pro snížení rizik spojených s implementací, testování inovativních řešení a podporu replikace v jiných kontextech veřejné dopravy.

### 4.2. Doporučení pro provádění opatření

Ve strategiích a akčních plánech CE4CE byly identifikovány následující klíčové aspekty jako důležité doporučení a podmínky podporující zavádění přístupů cirkulární ekonomiky v systémech veřejné dopravy.

#### Strategické a plánovací aspekty

- Auplatňovat přístup založený na životním cyklu napříč plánováním, provozem údržbě a nakládáním s odpady na konci životnosti.
- Začlenit cíle oběhového hospodářství do strategií v oblasti dopravy, energetiky a

udržitelnosti.

- Sladit místní implementaci s evropskými a vnitrostátními cíli v oblasti oběhového hospodářství a klimatu.
- Využívat nástroje, jako je posuzování životního cyklu (LCA), analýza nákladů životního cyklu (LCC) a digitální modely, na podporu rozhodování.

#### Digitalizace a monitorování

- Zavést systémy energetického managementu pro monitorování a optimalizaci toků energie.
- Využívat monitorování v reálném čase a analýzu dat ke zlepšení energetické účinnosti a odhalování ztrát.
- Využívat digitální nástroje k monitorování výkonu a opotřebení baterií.
- Vyvinout digitální modely a simulace na podporu plánování dobíjecí infrastruktury, skladování energie a integrace obnovitelných zdrojů.
- Integrovat energetická data do širších systémů řízení vozového parku a provozu.

#### Správa a spolupráce se zainteresovanými stranami

- Navazovat dlouhodobá partnerství s energetickými společnostmi, provozovateli distribučních soustav a dalšími zainteresovanými stranami.
- Definovat jasné role a odpovědnosti v oblasti energetického a majetkového řízení.
- Podporovat spolupráci mezi orgány veřejné dopravy, provozovateli, dodavateli a výzkumnými institucemi.
- Podporovat účast na iniciativách v daném odvětví a platformách pro výměnu znalostí.
- Zajistit zapojení zainteresovaných stran během procesů přípravy a implementace.

#### Technické a provozní aspekty

- Upřednostňovat preventivní a prediktivní přístupy k údržbě.
- Podporovat opětovné použití a renovaci u infrastruktury a kolejových vozidel.
- Zavádět rekuperační brzdění a systémy zpětného získávání energie tam, kde je to relevantní. Zavést technologie využívající obnovitelné zdroje energie a systémy pro ukládání energie.
- Tam, kde je to relevantní využívat účinná řešení v oblasti dodávek energie.

#### Finanční a organizační aspekty

- Podporovat přístup k finančním prostředkům a finančním nástrojům pro investice do obnovitelných zdrojů energie a do systémů pro ukládání energie.
- Podporovat budování kapacit v rámci orgánů veřejné dopravy a provozovatelů.
- Využívat pilotní aktivity jako prostředí pro učení, které podporuje replikaci a implementaci.
- Sledovat energetickou výkonnost a výsledky v oblasti cirkulární ekonomiky pomocí definovaných ukazatelů a rámců.

## 5. Závěry

Strategie a akční plány CE4CE ukazují, jak mohou principy oběhového hospodářství podpořit systémy veřejné dopravy, které jsou nejen efektivnější z hlediska využívání zdrojů, ale i udržitelnější. Uplatněním rámce AVOID-EXTEND-TRANSFORM-ENABLE (AETE) v energetických systémech, infrastruktuře a kolejových vozidlech podporují tyto strategické dokumenty přístup založený na životním cyklu, který se zaměřuje na snižování množství odpadu, zachování hodnoty a optimalizaci využívání zdrojů.

Strategie ukazují, že cirkularita ve veřejné dopravě závisí na kombinaci technických, organizačních a správních přístupů. Digitalizace, spolupráce zainteresovaných stran, inovace, postupy při zadávání veřejných zakázek a dlouhodobé plánování jsou prezentovány jako důležité podmínky podporující implementaci a škálovatelnost cirkulárních řešení.

Akční plány CE4CE rovněž zdůrazňují význam pilotních projektů, testování a výměny znalostí pro podporu zavádění, rozšiřování a přenositelnosti. Prostřednictvím praktického testování a spolupráce mezi zúčastněnými stranami, a také na základě pevného strategického a faktického základu, vypracovali partneři projektu akční plány, které přispívají ke snižování překážek a podporují přechod k systémům veřejné dopravy založeným na principech oběhového hospodářství v místním a regionálním kontextu.

Do budoucna poskytují tyto strategie základ pro další rozvoj postupů cirkulární ekonomiky ve veřejné dopravě. Pro podporu dlouhodobé implementace a sladění s evropskými cíli v oblasti udržitelnosti bude i nadále důležitá pokračující spolupráce, budování kapacit, digitalizace a integrace principů cirkulární ekonomiky do procesů plánování a zadávání veřejných zakázek.

Pro více informací o strategiích a akčních plánech, stejně jako o pilotních projektech a řešeních vyvinutých v rámci CE4CE, vás zveme k návštěvě webových stránek projektu: <https://www.interreg-central.eu/projects/ce4ce/>

## 6. References

### Výstupy projektu CE4CE zveřejněné na webových stránkách projektu

- Výstup D.2.1.1 Zpráva o společném vývoji cirkulární strategie pro lepší využití energie z odpadu a obnovitelných zdrojů energie v provozu veřejné dopravy
- Výstup D.2.2.1 Zpráva o společném vývoji cirkulární strategie pro zachování hodnoty a snížení plýtvání v infrastruktuře
- Výstup D.2.3.1 Zpráva o společném vývoji cirkulární strategie pro zachování hodnoty a snížení plýtvání pojízdným materiálem veřejné dopravy
- Výstup D.2.1.2 Akční plán Maribor, Slovinsko
- Výstup D.2.2.2 - část 1 Akční plán dopravního podniku v Lipsku, Německo
- Výstup D.2.2.2 - část 2 Akční plán Gdyně, Polsko
- Výstup D.2.3.2 Akční plán ATB Mobility, Bergamo, Itálie

### Strategický a regulační rámec

- Nařízení o infrastruktuře pro alternativní paliva (AFIR): [https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/alternative-fuels-sustainable-mobility-europe/alternative-fuels-infrastructure\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/alternative-fuels-sustainable-mobility-europe/alternative-fuels-infrastructure_en)

- Nařízení o bateriích: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj/eng>
- Akční plán Bergama pro udržitelnou energii a klima: <https://www.terraria.com/en/case-studies/secap-of-the-municipality-of-bergamo/>
- Akční plán pro oběhové hospodářství: [https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy\\_en?prefLang=de](https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy_en?prefLang=de)
- Směrnice o čistých vozidlech: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/1161/oj/eng>
- Směrnice o energetické účinnosti: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en)
- Green Deal: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF)
- Interreg Alpine Space Degree4Alps: <https://www.alpine-space.eu/project/degree4alps/>
- Interreg Euro-MED: <https://interreg-euro-med.eu/en/>
- Italský plán obnovy a odolnosti (PNRR): [https://reforms-investments.ec.europa.eu/recovery-and-resilience-facility-1/country-pages/italys-recovery-and-resilience-plan\\_en](https://reforms-investments.ec.europa.eu/recovery-and-resilience-facility-1/country-pages/italys-recovery-and-resilience-plan_en)
- Polský zákon o elektromobilitě a alternativních palivech: <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20180000317>
- Směrnice o obnovitelných zdrojích energie: [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en)
- Revidované nařízení TENT: [https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/news-events/news/revisted-ten-t-regulation-adopted-sustainable-and-resilient-transport-network-bringing-europe-closer-2024-06-25\\_en](https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/news-events/news/revisted-ten-t-regulation-adopted-sustainable-and-resilient-transport-network-bringing-europe-closer-2024-06-25_en)
- Slovinský ekologický fond: <https://www.ekosklad.si/english>
- Chytré město: Smart City Lab Leipzig - Město Lipsko
- Strategie rozvoje města Gdyně 2030 : strategia rozwoju miasta gdyni 2030\_folder.pdf
- SUMP Bergamo: <https://www.trt.it/en/progetti/sump-of-bergamo/>
- SUMP Gdyně: <https://www.climatehub.si/en/sustainable-mobility-good-practice-1/>
- SUMP Maribor: OCPS-MOM-brosura-05.pdf
- SUMP pro BSR: <https://interreg-baltic.eu/project/sumpsforbsr/>
- Strategie přechodu na oběhové hospodářství města Maribor 2024-2030: [https://circularcitiesdeclaration.eu/fileadmin/user\\_upload/Materials/SKG\\_MOM\\_2024%E2%80%932030\\_\\_1\\_.pdf](https://circularcitiesdeclaration.eu/fileadmin/user_upload/Materials/SKG_MOM_2024%E2%80%932030__1_.pdf)
- Smlouva o klimatickém městě Bergamo: <https://netzerocities.app/resource-4432>
- Platforma městských dat: Vítejte - Connected Urban Twins

#### Podpora aktérů z oblasti a odborníků

- CEMIT - Centrum pro monitorování, informační technologie a dopravní systémy: <https://cemit.com/>
- CI4RAIL - Condition Intelligence for Rail: <https://www.ci4rail.com/>
- IFTEC GmbH & Co. KG: <https://www.iftec.de/index.html>
- ZENIT GmbH - Centrum pro inovace a techniku v Severním Porýní-Vestfálsku: <https://www.zenit.de/english/>

- PKT Gdynia - Provozovatel trolejbusové dopravy v Gdyni: <https://pktgdynia.pl/en/firm/>
- ZKM Gdynia - Úřad veřejné dopravy v Gdyni: <https://zkmgdynia.pl/>
- ICLEI Europe - Místní samosprávy pro udržitelnost: <https://iclei-europe.org/>
- UITP - Mezinárodní asociace veřejné dopravy: <https://www.uitp.org/>
- EIT Urban Mobility - Hub East: <https://www.eiturbanmobility.eu/>
- PantoHealth - PANTOhealth: <https://pantohealth.com/>
- Marprom - Marprom Public Transport Enterprise Maribor: <https://www.marprom.si/>
- Public Holdings Maribor - Javni holding Maribor: <https://www.jhmb.si/>
- Energetická agentura / ENERGAP - Energetická a klimatická agentura pro Podravje / Energetsko podnebna agencija za Podravje: <https://www.energap.si/homepage>
- Elektro Maribor d.d.: <https://elektro-maribor.si/>
- RRA Podravje-Maribor - Regionální rozvojová agentura pro Podravje-Maribor: <https://rra-podravje.si/>
- Smart City Lab Leipzig - město Lipsko: <https://www.leipzig.de/leipzig-strategie/digitale-stadt/smart-city-lab-leipzig>
- Connected Urban Twins - Connected Urban Twins / iniciativa městské datové platformy: <https://www.connectedurbantwins.de/>
- MR.pro® - MR.pro® Infra Data Management Software: <https://www.mr-pro.de/en/indexEN.php>
- ZEDAS - ZEDAS GmbH / zedas®asset: <https://www.zedas.com/en/>
- TEB - Tramvie Elettriche Bergamasche: <https://www.teb.bergamo.it/en>
- NetZeroCities - platforma Climate City Contract: <https://netzerocities.app/>



The CE4CE project (Public Transport Infrastructure in Central Europe - facilitate transitioning to circular economy) empowers circular economy system thinking for public transport actors in Central Europe to reduce waste and create value along new life cycles of infrastructure and rolling stock.

## CONTACT US

Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH/ Leipzig Public Transport Company

Project coordinator: Mr. Stefan Röll

Email: [CE4CE.Verkehrsbetriebe@L.de](mailto:CE4CE.Verkehrsbetriebe@L.de)

Project website: <https://www.interreg-central.eu/projects/ce4ce/>

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/company/interreg-ce4ce/>

YouTube: <https://www.youtube.com/@InterregCE4CE>

Project knowledge platform: <https://circularity4publictransport.eu/>

