



Interreg
CENTRAL EUROPE



European Union
European Regional
Development Fund

EfficienCE



MANUALE TRANSNAZIONALE PER L'IMPIEGO DI TECNOLOGIE AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA NELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO PUBBLICO

(5) Guida transnazionale sulle raccomandazioni per
le politiche e il quadro normativo e istituzionale

STAMPA

Numero del progetto:

CE1537 EfficienCE Efficienza energetica per le infrastrutture di trasporto pubblico nell'Europa centrale.

Finanziato da:

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

Titolo del documento ufficiale:

D.T1.3.1 Guida transnazionale sulle raccomandazioni per le politiche e il quadro normativo e istituzionale

Editore:

Consorzio EfficienCE

Autori principali:

Wolfgang Backhaus, Marlene Damerau, Shreesha Vaidhya, Lisa Blondrath (Rupprecht Consult)

Coautori:

Anja Seyfert, Gabriele Grea (Redmint Europe), Mitja Klemenčič, Marijan Španer, Matej Moharić, Vlasta Rodošek (Università di Maribor), Sebastian Graetz (Città di Lipsia)

Grafica e progettazione:

Levent Saran (Rupprecht Consult GmbH)

Data:

giugno 2022

Informazioni sul progetto EfficienCE

EfficienCE è un progetto di cooperazione finanziato dal programma Interreg CENTRAL EUROPE che mira a ridurre l'impronta di carbonio nella regione. La maggior parte delle città dell'Europa centrale dispone di ampi sistemi di trasporto pubblico, che possono costituire la base di servizi di mobilità a basse emissioni di carbonio. Poiché oltre il 63% dei pendolari della regione utilizza il trasporto pubblico, le misure per aumentare l'efficienza energetica e la quota di energie rinnovabili in tali infrastrutture possono avere un impatto particolarmente elevato sulla riduzione di CO₂.

Questo obiettivo è stato raggiunto con il sostegno alle autorità locali, alle autorità di trasporto pubblico e agli operatori attraverso lo sviluppo di strategie di pianificazione e piani d'azione, l'attuazione di azioni pilota, lo sviluppo di strumenti e formazione per la programmazione e la gestione di infrastrutture a basse emissioni di carbonio e il trasferimento di conoscenze e buone pratiche sulle misure di efficienza energetica nelle regioni dell'Europa centrale.

Dodici partner, tra cui sette autorità/aziende di trasporto pubblico di sette Paesi, hanno collaborato per tre anni per sfruttare le potenzialità inesprese di questo settore e per contribuire agli obiettivi del "Libro Bianco" dell'UE per ridurre le emissioni dei trasporti del 60% entro il 2050 e dimezzare l'uso di veicoli "alimentati con carburanti convenzionali" nel trasporto urbano entro il 2030.



Foto di Rupprecht Consult

Indice

Sintesi	5
1. Pianificazione di infrastrutture di trasporto pubblico ad alta efficienza energetica	6
2. Aumentare la quota di FER nell'infrastruttura di trasporto pubblico.....	8
2.1 Le azioni dei partner di EfficienCE	8
2.2 Raccomandazioni di EfficienCE	11
3. Consentire l'uso polivalente delle infrastrutture di trasporto pubblico	15
3.1 Le azioni dei partner di EfficienCE	15
3.2 Raccomandazioni di EfficienCE	17
4. Condivisione dei dati per pianificare infrastrutture di trasporto pubblico ad alta efficienza energetica	18
4.1 Le azioni dei partner di EfficienCE	18
4.2 Raccomandazioni di EfficienCE	19
5. Raccomandazioni generali	21
6. Prospettiva: Verso sistemi di trasporto pubblico a impatto climatico zero	22
Bibliografia	23

Sintesi



Foto della città di Lipsia

Il progetto EfficienCE ha sviluppato piani d'azione e dimostrazioni pilota che mirano a incrementare l'efficienza energetica nel trasporto pubblico per: aumentare la quota di integrazione delle FER, consentire un uso polivalente delle infrastrutture di TP, e condividere e utilizzare i dati per pianificare infrastrutture di TP ad alta efficienza energetica. Il presente documento descrive le attività e i risultati del progetto circa lo sviluppo di questi piani d'azione e l'implementazione di progetti pilota e raccoglie le raccomandazioni dei partner in base ai loro approcci alla pianificazione, alla sperimentazione e alla valutazione delle infrastrutture di TP dal punto di vista specifico e generale. Il documento comprende anche ulteriori raccomandazioni sulle politiche e il quadro normativo e istituzionale, basati su quanto appreso dai partner del progetto in merito agli ostacoli e ai fattori chiave per l'attuazione degli approcci gestionali e degli investimenti. Viene fornita una prospettiva sulle ulteriori attività di attuazione dei partner e suggerimenti per la futura cooperazione transnazionale.

1. Pianificazione di infrastrutture di trasporto pubblico ad alta efficienza energetica

Nei prossimi anni la pianificazione delle infrastrutture per la mobilità elettrica sarà sempre più integrata con la progettazione e lo sviluppo della produzione decentralizzata di energia rinnovabile, dei servizi di rete, della ricarica intelligente, della trasformazione digitale e della pianificazione territoriale. In questo contesto, l'elettrificazione del trasporto pubblico (TP) rappresenta un'opportunità per ripensare le infrastrutture urbane della città, in quanto consente di aumentare la quota di utilizzo delle fonti di energia rinnovabile (FER) nell'infrastruttura del TP locale, sostenere l'uso polivalente delle infrastrutture di ricarica nuove o esistenti per diverse modalità di trasporto e migliorare le prestazioni infrastrutturali sulla base delle conoscenze acquisite attraverso la condivisione dei dati tra le parti interessate.

I partner del progetto EfficienCE hanno sviluppato piani d'azione e dimostrato progetti pilota che ruotano intorno ai tre temi e che sono integrati nelle loro strategie locali¹. Hanno utilizzato il quadro di riferimento del piano urbano della mobilità sostenibile (PUMS)² per strutturare il processo di pianificazione e preparare e valutare i progetti pilota. Il processo del PUMS è illustrato nella Figura 1 sotto forma di ciclo idealizzato.



Figura 1: Ciclo di pianificazione del PUMS. © Rupprecht Consult 2019

Seguire il ciclo del PUMS ha aiutato i partner a lavorare all'interfaccia tra gli ecosistemi della mobilità e dell'energia in modo integrato (come mostrato nella Figura 2).

¹ Leipzig mobility strategy 2030, Vienna climate strategy, SUMP: Gdynia, Maribor, Pilsen, Bergamo, BKK.

² Rupprecht Consult (editor), Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan, Second Edition, 2019.

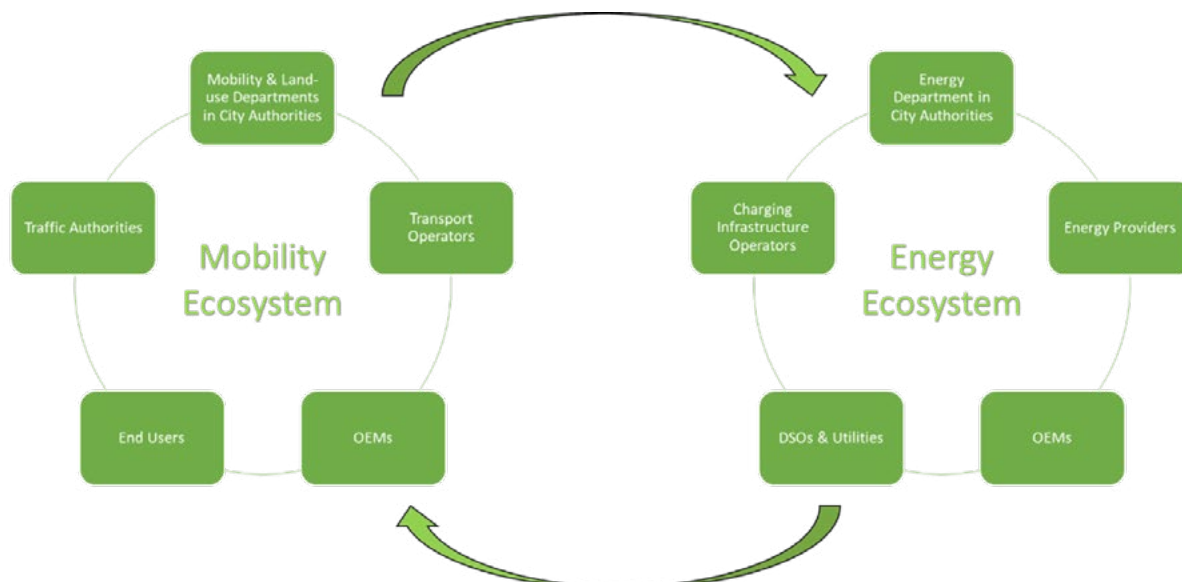


Figura 2: Integrazione dell'ecosistema della mobilità e dell'energia, Fonte: SUMP Topic Guide Electrification (adattamento)

Sulla base dell'esperienza dei partner di progetto derivata dalla pianificazione, implementazione e valutazione delle loro attività³, il presente documento riassume le loro raccomandazioni su come rendere le infrastrutture di TP più efficienti dal punto di vista energetico. Nel capitolo successivo vengono illustrati i tre temi principali di EfficienCE, seguiti da una descrizione delle attività e dei risultati del progetto per ciascuno di essi e dalle raccomandazioni di EfficienCE.

³ La descrizione dettagliata si trova in: D.T1.1.1 Managerial approach data-based planning and financing for energy-efficient PT infrastructure, D.T1.1.2 Managerial approach on the integration of RES into PT infrastructure, D.T1.1.3 Managerial approach on multipurpose PT infrastructure use.

2. Aumentare la quota di FER nell'infrastruttura di trasporto pubblico

Le fonti di energia rinnovabili (FER) sono una fonte energetica pulita, inesauribile e altamente competitiva. Durante la conversione non vengono generate emissioni di gas a effetto serra (GHG) o altre emissioni di tipo inquinante e le loro fonti⁴ non possono esaurirsi. Le FER costituiscono un'opzione valida per soddisfare il fabbisogno energetico e per raggiungere l'obiettivo dell'azione per il clima della Commissione europea che prevede la neutralità climatica entro il 2050. Tuttavia, con una percentuale attualmente inferiore al 5%, i trasporti sono il settore con la quota più bassa di FER e allo stesso tempo producono quasi 1/3 delle emissioni di gas serra in Europa⁵. La tendenza all'elettrificazione del TP è una grande opportunità per aumentare la quota di FER nell'infrastruttura di TP, in quanto il greening necessario per un TP elettrificato è possibile con l'integrazione decentralizzata dell'energia pulita.

2.1 Le azioni dei partner di EfficienCE

I partner hanno sviluppato un piano d'azione e messo in pratica due progetti pilota su questo tema.

La città di Bergamo ha sviluppato il suo piano d'azione come strumento strategico per l'elettrificazione e l'integrazione delle FER nelle infrastrutture di TP locale⁶. Partendo dall'analisi del contesto di riferimento, il piano esamina il quadro normativo europeo, nazionale e locale in materia di energia e mobilità, i piani e gli studi locali esistenti in questi ambiti (tra cui il PUMS) e la rispettiva correlazione. Sulla base di una progettazione partecipata, sono stati sviluppati scenari strategici, nonché casi d'uso e misure che possono essere implementati nei prossimi anni.

Le misure sviluppate mirano ad aumentare la quota di FER e l'efficienza energetica attraverso l'installazione di impianti fotovoltaici (FV) e di stoccaggio energetico stazionario presso il deposito ATB e l'hub di mobilità Porta Sud, nel contesto di un ampio progetto di ristrutturazione urbana. L'infrastruttura di ricarica è legata a nuove linee di BRT e tram e alla riqualificazione di una ferrovia che collega cinque città. Ulteriori misure riguardano il rinnovo della flotta ATB con autobus elettrici, un'infrastruttura di ricarica intelligente e possibili investimenti in tecnologie di stoccaggio energetico (ad es., seconda vita)⁷.



Figura 3: Il masterplan di Bergamo per l'hub di mobilità "Porta Sud", fondamentale per l'elettrificazione sostenibile del TP. Fonte: Città di Bergamo.

4 Renewable energy sources to generate green energy are sun, wind, biomass, or the recollected braking energy from, e.g., buses or trains.

5 [Greenhouse gas emissions from transport in Europe \(europa.eu\)](https://europea.eu)

6 Investire oltre 10 milioni di euro in infrastrutture innovative ad alta efficienza energetica entro il 2027 e più di 40 milioni di euro entro il 2033.

7 D.T1.2.3 Action Plan Bergamo & O.T1.2 Output Factsheet Bergamo, D.T1.1.2 Managerial approach on the integration of RES into PT infrastructure.

Tabella 1. Misure sviluppate dal Comune di Bergamo con l'operatore di TP ATB

Categoria	Misure specifiche	Tempo	Finanziamento	Costi stimati (€)			
Rinnovo della flotta di TP	Acquisto di 60 veicoli elettrici	2033	Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR)	21 milioni			
	Implementazione dell'infrastruttura di ricarica presso il deposito		Finanziamento ministeriale, risorse proprie	4 milioni			
Deposito efficiente	Studio per lo stoccaggio e i collegamenti del FV	2026-2030		Finanziamento ministeriale, risorse proprie	5 milioni		
	Implementazione di soluzioni di ricarica intelligenti						
	Implementazione di soluzioni di stoccaggio						
	Realizzazione di pannelli FV sul tetto del deposito						
	Implementazione della tecnologia Bus2Grid						
Nodo intelligente (Progetto di riqualificazione urbana di Porta Sud)	Studio dettagliato sull'integrazione delle FER, lo stoccaggio e l'uso dell'infrastruttura polivalente	2026-2030			Finanziamento ministeriale, risorse proprie	5 milioni	
	Installazione di pannelli FV sui tetti delle fermate e delle pensiline degli autobus						
	Implementazione delle soluzioni di stoccaggio energetico (volano)						
	Uso multifunzionale dell'hub di mobilità						
Infrastrutture lineari (tram, BRT elettrici)	Verifica del funzionamento dei sistemi di supercondensatori	2030				Finanziamento ministeriale, risorse proprie	N.a.
	Soluzioni di stoccaggio energetico (volano e batterie di seconda vita)						

La società di TP Wiener Linien (WL, Austria) ha verificato il funzionamento di un impianto FV sul tetto di una stazione della metropolitana (Ottakring) a Vienna. Per la prima volta, i fogli FV sono stati incollati al tetto di una stazione della metropolitana, che altrimenti (per ragioni statiche) non sarebbero stati in grado di sostenere un impianto FV normale e più pesante. La fornitura energetica prodotta dal FV è stata integrata nel sistema energetico della stazione per alimentare le unità di potenza ausiliarie. Come risultato principale, la produzione energetica annua dell'impianto FV è più elevata del previsto, con 62.000 kWh di energia solare, che coprono il 50% del fabbisogno energetico della stazione in una giornata estiva di sole, riducendo così le emissioni di CO2 del 50%. Nei prossimi anni, Vienna prevede di installare 20 impianti FV nelle stazioni della metropolitana, di cui 2 sono costituiti da fogli fotovoltaici. In sintesi, i fogli fotovoltaici sono un'ottima opzione per gli edifici più vecchi con problemi di statica, ma se quest'ultima lo consente, si dovrebbero utilizzare moduli standard per motivi economici. Il partner ha anche sviluppato e testato uno strumento per monitorare il consumo energetico nelle stazioni della metropolitana: in questo modo è possibile risparmiare il 20% dell'energia della stazione con misure di efficienza della ventilazione. Lo strumento e i risultati saranno applicati anche alla gestione energetica di altre stazioni della metropolitana⁸.

⁸ Transnational Handbook on EfficientCE pilots & best practices for energy-efficient PT infrastructure, O.T3.1 Pilot factsheet PV system, O.I1 investment factsheet PV system, O.T3.5 Pilot factsheet energy audit tool, D.T3.4.3 pilot evaluation report



Figura 4: immagine aerea dell'impianto fotovoltaico (05-2020), © Wien Energie GmbH

La società di filobus *Przedsiębiorstwo Komunikacji Trolejbusów PKT Gdynia* (Polonia) ha testato un inverter per immettere l'energia altrimenti sprecata nel sistema energetico dell'edificio o nel caricatore. Nel deposito è stato collocato un inverter CC/CA appositamente progettato per collegare la rete di trazione a CC e la stazione di ricarica o la rete CA dell'edificio. Per aumentare l'affidabilità dell'alimentazione (ad es., in caso di eccessivi cali della tensione in ingresso del convertitore) e la flessibilità di accumulo dell'energia rigenerativa in frenata, la stazione è stata dotata di una batteria di trazione di seconda vita per filobus. Il vantaggio del dispositivo risiede nel fatto che questo tipo di caricatore non è fissato al suolo e può essere spostato. Il collegamento della stazione non richiede costi di installazione aggiuntivi e l'assenza di concessioni edilizie riduce il periodo di investimento.

Dopo l'implementazione, il modello di collegamento del trasporto individuale al trasporto pubblico è stato testato con la ricarica delle auto elettriche. Il processo di conversione dell'energia è suddiviso in due fasi. In primo luogo, il sistema utilizza il convertitore CC/CC, che garantisce la separazione galvanica dalla tensione della rete di trazione e regola la corrente di carica della batteria. Successivamente, il convertitore CC/CA fornisce l'energia alla stazione di ricarica attraverso un trasformatore aggiuntivo utilizzato per l'isolamento (la potenza in uscita è di 50 kW). La stazione di ricarica è alimentata da $3 \times 400 \text{ V CA}$ (uno standard commerciale), per questo motivo è stato utilizzato un tipico caricatore rapido per auto elettriche⁹.

In futuro, PKT intende collegare un impianto FV all'inverter e al dispositivo di stoccaggio per immagazzinare o immettere direttamente l'energia generata nella rete filoviaria.



Figura 5: Accumulo di energia elettrica a batteria; utilizzo di una batteria di trazione di seconda vita di un filobus. Fonte: PKT.

⁹ Transnational Handbook on EfficientCE pilots & best practices for energy-efficient PT infrastructure, O.T3.2 Pilot factsheet inverter, O.I2 investment factsheet inverter, D.T3.2.3 Pilot evaluation report



Foto della città di Lipsia

2.2 Raccomandazioni di EfficienCE

Creazione di un impegno politico e istituzionale

- Trasformare l'aumento della quota di FER del sistema di trasporto pubblico in un obiettivo strategico nell'ambito delle strategie di decarbonizzazione comunali e regionali e facilitare l'integrazione e la cooperazione orizzontali e verticali tra i dipartimenti e le parti interessate esterne per raggiungere questi obiettivi.
- In alcuni Paesi dell'Europa centrale, come l'Ungheria o la Polonia, mancano ancora strategie nazionali con obiettivi chiari per il mix energetico che facilitino l'accesso ai finanziamenti.

Ricerca dei partner locali giusti

- A Vienna, WL e il fornitore di energia Wien Energie hanno collaborato riuscendo ad acquistare, implementare e sperimentare il progetto pilota. Alcune città hanno i propri fornitori di energia che possono contribuire, mentre altre devono trovare partner esterni.



Figura 6: Installazione di fogli FV a Vienna. Fonte: WL.

Pianificazione dello stoccaggio e della ricarica

- L'energia rinnovabile è prodotta in modo volatile, con picchi di generazione di energia alta e bassa non coerenti con l'energia necessaria. Quando si produce più energia di quella consumata, quella in eccesso prodotta durante le ore di picco deve essere stoccata per fornire energia durante le ore in cui la produzione è bassa.
- Combinando il recupero dell'energia in frenata con inverter e sistemi di stoccaggio, è possibile ottenere una maggiore efficienza e una riduzione dei costi energetici in quanto, ad esempio, le unità ausiliarie delle stazioni della metropolitana/tram possono essere alimentate con l'energia recuperata.

Integrazione dei concetti di seconda vita delle batterie nei sistemi di stoccaggio

- Le batterie dei veicoli elettrici si usurano, a causa dell'aumento dei cicli di carica e scarica e la loro efficienza diminuisce al di sotto della soglia di utilizzo (di solito fissata all'80%), prima che il veicolo abbia percorso il chilometraggio garantito per il suo ciclo di vita. È possibile utilizzare le batterie di seconda vita degli autobus per immagazzinare, ad esempio, l'energia in frenata recuperata dai filobus (vedere il progetto pilota di PKT) o anche nelle stazioni di accumulo di riserva (consultare il progetto pilota di PMDP).
- Per attenuare i rischi di approvvigionamento delle materie prime, sono necessari standard sovralocali chiari e armonizzati e disposizioni sulle batterie che consentano il riutilizzo dei materiali.

Considerazione dei sistemi di infrastrutture e veicoli

- Grazie alle loro batterie, i veicoli elettrici possono fornire, attraverso le infrastrutture di ricarica, servizi di flessibilità alla rete. La tecnologia Bus2grid (B2G) o Vehicle2grid (V2G)¹⁰ consente agli autobus elettrici di ricaricarsi durante le ore notturne (quando la domanda di energia è bassa e le tariffe più convenienti), reimmettendo l'energia nella rete quando la domanda è elevata, con un conseguente bilanciamento complessivo della rete e una maggiore efficienza del sistema. I test in corso per il B2G forniranno risultati importanti per comprendere meglio le condizioni di utilizzo.
- Anche i veicoli che non fanno parte della flotta del TP possono essere integrati nell'approccio del sistema, come ha dimostrato PKT Gdynia con la ricarica delle auto elettriche con l'energia in frenata recuperata dai filobus.



Figura 7: Ricarica delle auto elettriche con l'energia in frenata recuperata.
Fonte: PKT

Utilizzo di strumenti per strategie di ottimizzazione della ricarica intelligente

- La ricarica simultanea dei veicoli nei depositi porta a potenziali picchi di assorbimento di potenza. Per evitare infrastrutture di ricarica di dimensioni eccessive, la ricarica deve essere gestita attraverso sistemi intelligenti, che effettuano una modulazione in base alla potenza disponibile nel deposito e al tempo di ricarica disponibile per ciascun veicolo, a seconda del programma di funzionamento. Pertanto, sono necessarie strategie intelligenti di modulazione dinamica ad hoc anche per l'area urbana funzionale (FUA), basate sulle caratteristiche specifiche dei veicoli della flotta, superando l'approccio standard di ricarica "alla cieca". Per creare trasparenza relativa agli strumenti disponibili per sviluppare strategie di ottimizzazione della ricarica intelligente, EfficienCE fornisce una panoramica nel suo kit di strumenti online¹¹.

¹⁰ La tecnologia Vehicle2grid (V2G) consente di effettuare transazioni energetiche tra le batterie dei veicoli elettrici e la rete elettrica come parte di un sistema intelligente, in cui l'energia stoccata nella batteria può essere usata anche per alimentare altri dispositivi elettrici oltre ai veicoli.

¹¹ [EfficienCE toolkit](#)

Creazione di accettazione sociale attraverso la partecipazione, la comunicazione e il marketing

- Per aumentare l'accettazione della generazione da FER, si consiglia un approccio trasparente e partecipativo che va dalla pianificazione al funzionamento dei nuovi impianti. Le strategie e i piani d'azione devono essere sviluppati in modo partecipativo. Inoltre, le misure di marketing e comunicazione, come quelle attuate da PKT Gdynia e WL, possono facilitare una maggiore comprensione dei benefici economici e sociali dell'integrazione delle FER. PKT ha distribuito gadget con informazioni rilevanti sul suo progetto pilota negli autobus (vedere l'immagine di seguito) e WL ha realizzato un video sul progetto pilota¹².

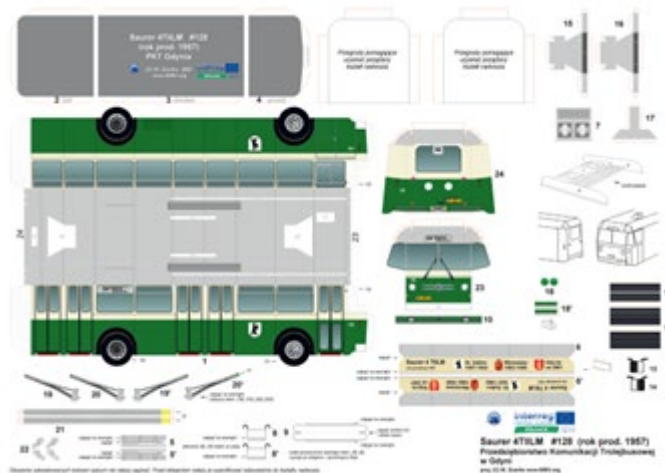


Figura 8: Gadget che i passeggeri ricevono per avere informazioni sul progetto pilota, l'inverter e il retro. Fonte: PKT.

Ricarica della propria flotta come priorità

- A causa delle attuali barriere normative nella maggior parte dei Paesi europei, per gli operatori di TP è molto difficile rivendere energia a terzi. Pertanto, si consiglia di iniziare a ricaricare la propria flotta, come le auto o gli autobus di servizio, in quanto ciò non prevede complicati processi di misurazione e fatturazione.

¹² <https://youtu.be/K6Q0x2-y-Vs>



Foto di Rupprecht Consult

Azioni legali e normative necessarie

- Se le società di TP "aprono" i loro sistemi di alimentazione di trazione a terze parti (ad es., se passano dal puro consumo di energia alla partecipazione attiva al sistema energetico) si trovano spesso ad affrontare requisiti relativi a delimitazioni e misurazioni complesse. I privilegi e le agevolazioni fiscali per il TP vengono concessi solo per l'attività principale di trasporto, non per la vendita di energia. Una soluzione pratica potrebbe essere richiedere l'installazione di contatori per misurare l'energia venduta a terze parti che, a sua volta, potrebbe essere detratta dalla quantità di energia oggetto di privilegi¹³.
- È necessario sostenere la produzione di massa degli inverter per renderli accessibili al trasporto pubblico. Come dimostrato da PKT nell'ambito del recupero e dello stoccaggio dell'energia di frenata, gli inverter sono necessari per modificare la corrente da CC a CA e viceversa. Si tratta di un prodotto ancora di nicchia e poco diffuso, che rende le stazioni di ricarica alimentate dalla rete di trazione più costose di quelle standard.
- Le misure normative dovrebbero mirare a una corretta remunerazione dei servizi forniti con la tecnologia V2G, che compensano il consumo delle batterie dei veicoli e consentono di creare nuove attività.

Agevolazione degli appalti verdi e innovativi: con l'internalizzazione dei costi esterni

- Nelle richieste di bandi di gara per la fornitura di energia elettrica per il TP locale, il requisito delle FER è fondamentale, a causa dei costi probabilmente più elevati dovuti alle politiche ambientali intraprese dagli enti. Un'elettrificazione efficiente necessita di una concorrenza equa tra i vettori energetici, il che richiede una revisione approfondita delle misure di tassazione energetica. Le azioni chiave dovrebbero ridurre o eliminare le agevolazioni per i combustibili fossili, anche attraverso una tariffazione ben congegnata e prendendo in considerazione le esternalità ambientali.
- Occorre rivedere la struttura del mercato per incoraggiare una maggiore penetrazione delle FER nel TP, riconoscendo le tecnologie FER come catene di valore strategico fondamentali e promuovendo accordi aziendali di acquisto energetico dalle FER per favorire la partecipazione della domanda.



Figura 9: Gestione energetica presso LVB, fonte: Mobilissimus.

¹³ Come già elaborato nel [progetto Eliptic](#) dai partner di EfficienCE LVB, Maribor e Gdynia, questa raccomandazione rimane valida (si veda il documento [Eliptic policy recommendations](#), pag. 27).

3. Consentire l'uso polivalente delle infrastrutture di trasporto pubblico

L'uso polivalente delle infrastrutture di TP significa utilizzare quella nuova o esistente (come tram, metropolitana o filobus) per ricaricare diversi tipi di veicoli elettrici. Dal punto di vista della circolarità, ciò riduce il consumo di energia e di risorse e prolunga la durata delle infrastrutture esistenti, comporta inoltre evidenti vantaggi economici grazie ai minori costi di investimento, in quanto non tutti i tipi di veicoli necessitano di una propria infrastruttura di ricarica e aiuta a utilizzare lo spazio in modo più efficiente attraverso hub di ricarica condivisi con una domanda energetica consolidata. L'uso polivalente delle infrastrutture di TP porta a nuovi modelli operativi e aziendali che richiedono il ripensamento dei sistemi e il coordinamento con le parti interessate che gli operatori di TP potrebbero non aver preso in considerazione in precedenza.

3.1 Le azioni dei partner di EfficienCE

La società di TP Plzeňské městské dopravní podniky (PMDP, Repubblica Ceca), la città di Maribor (Slovenia) e l'autorità di TP Budapesti Közlekedési Központ (BKK, Ungheria) hanno sviluppato e attuato tre piani d'azione e due progetti pilota per aumentare l'uso polivalente delle infrastrutture di TP.

A Pilsen, l'obiettivo dichiarato del PUMS è l'ulteriore elettrificazione del TP estendendo la rete di tram e filobus, con la prospettiva di coprire anche l'area urbana funzionale (FUA), sostituendo così gli autobus diesel con filobus a batteria. Ciò comporta un aumento del consumo energetico aereo e limiti parziali di alimentazione. Il risultato è una riduzione della tensione sulle linee aeree quando il carico è più alto, con conseguenti guasti. Per limitare i cali di tensione sulla linea degli autobus n. 11 mediante l'introduzione di un filobus a batteria, PMDP ha testato una stazione di accumulo di riserva (BS) a batteria. Il BS è stato utilizzato direttamente nel tratto di linea aerea problematico, dipende da batterie ad alte prestazioni e da un controllo computerizzato intelligente e non richiede né un'alimentazione esterna, né grossi lavori edili.

Nel complesso, la stazione ha contribuito a bilanciare la domanda di energia elettrica fornendo energia nei momenti di picco e immagazzinandola nei minuti non di punta e ha reso la rete di alimentazione dei filobus PMDP intelligente e più stabile, fornendo un'alimentazione supplementare ai filobus a batteria con la diminuzione delle fluttuazioni della rete di alimentazione dei filobus quando i veicoli a batteria devono ricaricarsi. Il progetto pilota prevedeva la sostituzione di 2 autobus diesel sulla linea, che avrebbe comportato una riduzione annuale del consumo di diesel di 112.000 litri o 295 tonnellate di CO₂ e una diminuzione dell'inquinamento acustico e atmosferico.

Il progetto ha dimostrato che un BS può essere un'alternativa alla costruzione delle classiche sottostazioni con raddrizzatori di trazione e un luogo dove utilizzare le batterie di seconda vita e i pannelli FV. La soluzione è trasferibile a qualsiasi operatore di filobus o tram che necessiti di rafforzare la rete di alimentazione elettrica evitando cali di tensione in presenza di carichi elevati¹⁴.



Figura 10: PMDP ha testato una stazione di accumulo di riserva con un filobus con ricarica rapida in movimento (IMC) per sostituire gli autobus diesel. Fonte: PMDP.

¹⁴ Transnational Handbook on EfficienCE pilots & best practices for energy-efficient PT infrastructure, O.T3.4 Pilot factsheet BS, O.I4 investment factsheet BS, D.T3.4.3 Pilot evaluation report BS

PMDP ha coinvolto i livelli di pianificazione superiori di Pilsen, che hanno utilizzato i risultati della valutazione per aggiornare il PUMS. In questo modo, i risultati del progetto amplificano l'efficienza energetica del TP di Pilsen, dando prova di misure di stabilizzazione della rete che supportano l'ulteriore elettrificazione della flotta attraverso la tecnologia delle batterie nei filobus, l'estensione di ulteriori linee di filobus e l'aumento generale del comfort di viaggio¹⁵.

Il **Comune di Maribor** ha investito nella modernizzazione di una stazione funiviaria esistente e nell'integrazione di una stazione di ricarica rapida per autobus elettrici¹⁶. Ciò consente di utilizzare l'elettricità della stazione funiviaria sia per il funzionamento della funivia, sia per la ricarica di un autobus elettrico. L'investimento fungerà da vetrina per un'infrastruttura polivalente di TP non solo a Maribor, ma in tutta l'Europa centrale. Sostenendo l'elettrificazione di una linea di autobus con gli autobus elettrici, il progetto pilota contribuisce a ridurre (annualmente) di 190 tonnellate le emissioni di CO₂, il rumore del 40%, i costi energetici dell'80%, a diminuire la manutenzione, i tempi di ricarica (5 minuti per caricare con 12 kWh) e a far rientrare gli investimenti entro 8 anni.



Figura 11: Dimostrazione del funzionamento del pantografo a Maribor

Con l'elevato potenziale di replica di Maribor per quanto riguarda l'ammodernamento delle sottostazioni a costi contenuti, il progetto pilota contribuisce all'espansione dell'infrastruttura polivalente di TP nella città. Per questo motivo, per il suo piano d'azione, la città ha sviluppato una gerarchia di elettrificazione delle linee con un'analisi di fattibilità tecnica ed economica delle soluzioni. Il piano d'azione sostiene l'obiettivo strategico di elettrificare completamente il territorio entro il 2030, come stabilito nel PUMS, nel PULS¹⁷ e nel piano energetico della città. Contiene gruppi di misure come gli hub per la mobilità e la logistica, l'integrazione con la ferrovia, lo stoccaggio di energia e le soluzioni FV da integrare con le misure del PUMS (ad esempio, priorità agli autobus, imbarco aperto)¹⁸. L'attuazione delle misure e degli investimenti dettagliati porterà a una riduzione del 20% delle emissioni di GHG e del rumore e a una diminuzione del 25% dei costi energetici entro il 2027.

BKK¹⁹, autorità di TP di Budapest, ha sviluppato una strategia di elettrificazione con scenari per raggiungere l'obiettivo di elettrificare completamente il TP locale entro il 2050. Il partner ha studiato le sue future infrastrutture di TP e il fabbisogno energetico e sviluppato al tempo stesso la strategia per i veicoli di Budapest (ad es., per i tram, le metropolitane, gli autobus elettrici compresi quelli a celle a combustibile, i filobus) rispetto allo sviluppo socioeconomico e spaziale ipotizzato. In un processo di consultazione con le parti interessate locali, BKK ha identificato le tendenze, i gruppi di veicoli, i costi e prevede ulteriori studi per pianificare in modo specifico i depositi, i punti di ricarica e l'approvvigionamento.



Figura 12: BKK ha sviluppato un piano d'azione per decarbonizzare il proprio sistema di TP. Fonte: BKK.

15 D.T1.2.3 Action Plan PMDP, O.T1.2.1 Output factsheet PMDP action plan, D.T1.1.3 Managerial approach on multipurpose PT infrastructure use

16 Transnational Handbook on Efficient CE pilots & best practices for energy-efficient PT infrastructure, O.T3.3 Pilot factsheet fast charger, O.I3 investment factsheet fast charger, D.T3.3.3 Pilot evaluation report

17 Sustainable Urban Logistics Plan

18 D.T1.1.3 Managerial approach multipurpose infrastructure, D.T1.2.3 Action Plan Maribor, O.T1.2.1 Output factsheet Maribor action plan

19 D.T1.2.3 Action Plan BKK, O.T1.2.1 Output factsheet BKK action plan, D.T1.1.3 Managerial approach on multipurpose PT infrastructure use

3.2 Raccomandazioni di EfficienCE

Pensare per sistemi per una pianificazione efficiente ed economica

- Scoprire se la rete di TP esistente deve essere utilizzata (e ampliata) per un uso polivalente o se l'intera rete di TP deve essere pianificata ex novo per l'impiego degli autobus elettrici o dei filobus, tenendo conto delle soluzioni polivalenti. La pianificazione deve tenere conto di tre diversi obiettivi: raggiungere un trasporto netto zero, aumentare l'efficienza energetica e accogliere la crescita della mobilità elettrica a un costo accessibile a livello di infrastrutture ed energia, mantenendo al minimo i nuovi investimenti.
- Se le infrastrutture di TP hanno proprietari diversi, è necessario un sostegno nell'ambito delle normative nazionali, unendosi ai distributori di energia per ridurre al minimo i costi energetici (ad es., di solito i costi energetici per gli operatori e le ferrovie di dimensioni maggiori sono più bassi, per via dei grandi consumi). Se possibile, è necessario cercare distributori di energia che forniscano energia pulita.
- Identificare problemi come la perdita energetica (energia in frenata) o la necessità di alimentazione/rinforzi aggiuntivi alla rete per alimentare gli autobus elettrici (enorme problema per la distribuzione in scala degli autobus elettrici). Individuare opportunità come l'energia in eccesso nella rete ferroviaria o la capacità della sottostazione funiviaria di assorbire un carico aggiuntivo sotto forma di un hub di ricarica creato con stazioni di ricarica di potenza elevata.
- Elaborare scenari, compresi quelli pessimistici, (come l'incapacità delle società di rete di accogliere ulteriori consumatori, compresi i veicoli elettrici) e quelli ottimistici, come lo sviluppo della tecnologia per sfruttare in modo economicamente vantaggioso l'energia di frenata con modelli commerciali innovativi (fondamentali per il processo decisionale).
- Ripensare le funzionalità e l'uso del territorio che consentano di combinare diverse funzioni di mobilità (come operazioni logistiche, veicoli pesanti, hub di mobilità incentrati sul TP) in luoghi strategici comuni per consolidare la domanda di energia e aumentare il potenziale di uso condiviso delle infrastrutture.

Trasporto pubblico: Sviluppo di nuovi modelli aziendali

- Poiché l'uso delle strutture di ricarica può essere ottimizzato con un utilizzo multifunzionale, è necessario elaborare modelli commerciali e di gestione adeguati per garantire un uso efficiente della rete e dell'alimentazione. Identificare i flussi di entrate per la sostenibilità finanziaria e sviluppare nuovi modelli di aziendali per gli operatori di TP.
- Coinvolgere gli utenti finali per sfruttare/commercializzare i benefici di un'aria più pulita, al fine di attrarre investimenti per espandere la rete di ricarica.

Azioni legali e normative necessarie

- Gare d'appalto integrate per la progettazione, la fornitura e l'installazione del sistema (veicoli e infrastruttura di ricarica) consentirebbero ai partecipanti alle gare pubbliche di ottimizzare l'intero sistema in base alle prestazioni richieste dall'operatore di TP, trasferendo il rischio di progettazione del sistema ai fornitori.
- Per integrare meglio i veicoli elettrici e le infrastrutture nelle flotte di TP, sembra necessario rivedere gli attuali metodi di accesso ai fondi, estendendoli ai leasing operativi per offerte integrate di veicoli, infrastrutture ed energia, e anche consentendo agli operatori di accedere ai fondi attraverso l'adozione di partenariati pubblico-privati per i progetti di elettrificazione delle linee di autobus.

Settore: Sostegno alla standardizzazione per consentire l'interoperabilità

- Per quanto riguarda i concetti innovativi di ricarica in movimento, i sistemi disponibili per le ferrovie e gli autobus elettrici sono privi di standard e normative che ne consentano l'interoperabilità.

4. Condivisione dei dati per pianificare infrastrutture di trasporto pubblico ad alta efficienza energetica

I dati creano valore, in quanto la loro analisi agevola la comprensione e la previsione, ad esempio, del comportamento dei conducenti, dell'usura delle infrastrutture e delle esigenze attuali e future degli utenti. La produzione, lo stoccaggio e la condivisione di dati tra le parti interessate, elaborati con analisi statistiche o di machine-learning, possono quindi portare ad approfondimenti e previsioni che aiutano a ridurre gli sprechi, a migliorare le prestazioni energetiche e la manutenzione delle infrastrutture, e a comprendere meglio le esigenze di investimento future.

4.1 Le azioni dei partner di EfficienCE

La città di Lipsia (Germania) e la sua società di trasporti Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB, Germania) hanno sviluppato un caso d'uso esplorativo per la pianificazione di infrastrutture di TP ad alta efficienza energetica per testare e sviluppare ulteriormente la loro piattaforma di dati urbani (UDP). Si tratta di uno strumento che agevola l'uso sistematico dei dati tra i dipartimenti e i servizi pubblici della città, con un approccio sistematico, connesso e standardizzato volto alla condivisione dei dati e un insieme di regole. Mentre i suoi obiettivi più generali consistono nel miglioramento dei servizi e nell'aumento della qualità della vita mediante la connessione di silos di dati, l'obiettivo del caso d'uso EfficienCE è stato comprendere come l'UDP possa essere applicata per aumentare l'efficienza energetica delle infrastrutture di TP.

Per il caso d'uso, grandi quantità di dati provenienti dai computer di bordo e dai sensori Raspberry PI dei tram sono state collegate ad altre fonti di dati. Sono state esplorate diverse possibilità di utilizzo dei risultati derivati dalle serie di dati per la pianificazione delle infrastrutture e l'implementazione sostenibile nell'architettura di controllo per il monitoraggio e i processi.



Figura 13: Fonti di dati per il caso d'uso dell'UDP per EfficienCE

In particolare, sono state rilasciate dichiarazioni sul consumo energetico delle sezioni ferroviarie nell'ambito dell'alimentazione delle sottostazioni elettriche, sulle prestazioni dei tempi di percorrenza, sulle infrastrutture ferroviarie e sul loro impatto sulle prestazioni del tram. Sono stati applicati metodi di analisi esplorativa della scienza dei dati per ricavare le causalità. Ciò ha fornito anche una convalida scientifica dei dati utilizzati, garantendo così la qualità dell'elaborazione degli stessi. Le raccomandazioni risultanti per le azioni servono per sviluppare un'applicazione predittiva per la manutenzione dell'infrastruttura tranviaria e ulteriori metodi per la pianificazione digitale dei trasporti²⁰. Lipsia sfrutta i risultati in un progetto di follow-up, mentre l'UDP diventa il gemello digitale²¹.

²⁰ D.T1.2.3 UDP use case Leipzig & LVB and O.T1.2.1 Output factsheet Leipzig & LVB UDP use case, D.T1.1.1 Managerial approach data-based planning and financing for energy-efficient PT infrastructure

²¹ [CUT project](#)

4.2 Raccomandazioni di EfficienCE

I vantaggi della condivisione dei dati possono essere realizzati solo se si superano i principali ostacoli organizzativi. Ad esempio, in molte aziende le risorse di dati urbani rimangono in "silos" e lo scambio di dati dipende dalla situazione specifica. Per collegare i silos, il fattore umano ha un ruolo importante (mancanza di alfabetizzazione dei dati, preoccupazioni per la privacy e rischi nella gestione di dati sensibili e personali). Un altro problema è la riluttanza dei partecipanti al mercato a condividere i dati (ad es., i fornitori di autobus elettrici non condividono facilmente i dati dei sensori con le città e i fornitori di servizi di TP, anche se sono utili per comprendere le esigenze infrastrutturali e di manutenzione). Inoltre, i dati comunali sono ancora soggetti a molte normative e culture diverse che riguardano la raccolta, l'elaborazione, la conservazione, la divulgazione e la pubblicazione.

Le seguenti raccomandazioni possono aiutare a gestire questi ostacoli.

Sviluppare le capacità

- Sensibilizzare e migliorare i talenti promuovendo l'alfabetizzazione dei dati e la formazione su hardware, software, intelligenza artificiale e gemelli digitali per sostenere l'accettazione del monitoraggio e del processo decisionale basati sui dati.
- Il coinvolgimento degli esperti può solo aiutare ad avviare il processo. Il cambiamento deve avvenire all'interno delle organizzazioni, sulla base della "coalizione dei volenterosi".

Ottenere il sostegno politico e definire gli obiettivi

- La decisione politica è il punto di partenza per lo sviluppo di un'UDP. Ad esempio, nel 2019 la città di Lipsia aveva definito il concetto e lo sviluppo della sua UDP come uno dei suoi progetti strategici prioritari.
- Definire visioni e obiettivi chiari a cui si applica l'UDP. In questo modo, l'UDP di Lipsia viene utilizzata per attuare la sua strategia di mobilità per il 2030 e per sostenere la città (indicata come modello dalla Commissione europea nel 2022) nel diventare a impatto climatico zero entro il 2030.

Definire le modalità di creazione del valore

- Lipsia ha deciso che il valore dell'UDP risiede nel sostenere lo sviluppo urbano integrato agevolando l'informazione, la pianificazione, il controllo e la simulazione per migliorare le prestazioni del sistema e la qualità della vita.

Dedicare risorse allo sviluppo una strategia per i dati

- Una strategia per i dati ne definisce la modalità di condivisione, con standard per la documentazione, la qualità, l'infrastruttura, la sicurezza e la protezione, la regolamentazione dell'accesso interno ed esterno e gli obiettivi operativi. Definisce inoltre come gestire i rischi, azione che richiede risorse. Lipsia utilizza un progetto successivo per sviluppare ulteriormente la propria strategia sui dati, basandosi anche sull'esperienza di altre città²².
- Prima di mettere in atto una strategia, occorre istituire un gruppo di lavoro interdisciplinare e interdipartimentale per definire i principi guida dell'UDP e coinvolgere il top management e i responsabili politici. Questo gruppo può definire un'intesa comune sui valori aggiunti, sui termini centrali, sui principi guida per l'uso dei dati e su un modello basilare di governance.
- Tradurre i risultati e le condizioni generali in un concetto di obiettivo e di attuazione con una chiara comprensione dei ruoli e dei compiti di ciascuna parte interessata.

²² [CUT project](#)

Definire le modalità di gestione e condivisione dei dati

- Consentire la condivisione di dati pubblico-privati attraverso una piattaforma aperta di dati urbani.
- Prevedere una raccolta dati strutturata basata su standard e interfacce interoperabili e garantire l'aggiornamento continuo dei dati; tale processo può essere agevolato dall'uso di piattaforme standardizzate.
- Un approccio per costruire piattaforme di dati aperte potenti e basate sulla domanda, indipendentemente dagli sviluppi futuri, consiste nel digitalizzare tutte le informazioni in modo che i dati eterogenei possano essere ristrutturati e utilizzati ripetutamente secondo le necessità.
- Tutto ciò non dipende dal tipo di hardware o di dispositivi finali.

Implementare i casi d'uso per la visibilità dell'UDP

- Creare un laboratorio di test per l'UDP. Elaborare casi d'uso che ne mostrino il valore aggiunto e illustrino le sfide particolari poste alla capacità in tempo reale (ad es., la pianificazione di infrastrutture di TP ad alta efficienza energetica tra i dipartimenti e i servizi pubblici della città).

Garantire l'accessibilità dei dati con la struttura organizzativa verticale e orizzontale

- Fornire un modello operativo che risponda alle crescenti sfide in materia di flessibilità e dinamismo, come quelle poste dai dispositivi dell'Internet delle cose. Stabilire un flusso di dati dinamico all'interno delle istituzioni comunali, in modo che i flussi e i risultati delle analisi elaborati nel caso d'uso siano integrati nei processi operativi in modo permanente.
- Garantire che tutte le parti interessate dell'insieme di autorità locali organizzino l'accesso ai dati attraverso l'UDP come hub di dati. L'attenzione dovrebbe essere rivolta a un processo (completamente) automatizzato con elaborazione dinamica di un'ampia varietà di informazioni provenienti da diverse fonti di dati, nonché alla loro fornitura, all'aggregazione e all'analisi comparativa (benchmarking).
- Parallelamente, il modello dei dati grezzi e, se necessario, i risultati dell'analisi dovrebbero essere automaticamente reimmessi nell'UDP, per fornire i dati e gli approfondimenti ottenuti alle strutture comunali.

Azioni legali e normative necessarie

- Le autorità e i fornitori di servizi di TP potrebbero pianificare meglio le infrastrutture di TP ad alta efficienza energetica se riuscissero a utilizzare i dati dei sensori del settore, come quelli dei fornitori di autobus elettrici. Poiché alcuni fornitori non diffondono i dati, l'obbligo legale di condividere i dati dei sensori con gli operatori di TP e le autorità sarebbe di grande aiuto.
- Un'altra possibilità consiste nel creare capitolati d'appalto per l'acquisto di autobus elettrici, affinché la condivisione dei dati sia vantaggiosa per il fornitore di autobus (come attualmente previsto dall'ATB di Bergamo per l'acquisto di 64 nuovi autobus elettrici).



Figura 14: 40,5 milioni di punti di dati con 60 attributi elaborati nel modello di dati vengono utilizzati per la visualizzazione della dashboard del caso d'uso. Fonte: Lipsia.

5. Raccomandazioni generali

Di seguito riportiamo altre raccomandazioni più generali per tutti e tre gli ambiti:

Creare sostegno a livello locale

- Iniziare in grande, non arrendersi e riservare tempo e risorse per ottenere il sostegno locale.
- Partecipare ai progetti europei e conoscere le buone pratiche. I dirigenti comunali sono più propensi a dire sì a una nuova idea se i finanziamenti sono già (in parte) disponibili.
- Collaborare con le aree geografiche vicine per condividere i costi.



Figura 15: Installazione di un caricatore rapido a Maribor. Fonte: Città di Maribor.

Appalti

- Prima della gara d'appalto vera e propria e per raccogliere informazioni per il capitolato d'oneri, è necessario comunicare ampiamente con i settori e le città che hanno già implementato la tecnologia innovativa.

Creazione di talenti

- Le risorse e il rafforzamento delle capacità attraverso la formazione sono fondamentali per costruire competenze nell'ecosistema dei trasporti (ripianificazione dei percorsi, previsione della domanda, ecc.) e dell'energia (identificazione dei luoghi in cui è disponibile l'energia in eccesso, uso efficiente delle reti/sottostazioni di TP che attualmente vengono utilizzate solo per alimentare tram, autobus elettrici, ecc.)²³. LVB e WL hanno formato gestori e dipartimenti di gestione dell'energia. Per aiutare altri a sviluppare capacità simili, EfficienCE e LVB hanno creato un profilo e un curriculum per le competenze per la gestione dell'audit energetico²⁴.

Fornire una valutazione

- Sviluppare indicatori chiave di prestazione (KPI) per valutare i progressi²⁵.

Consentire l'interoperabilità, la standardizzazione e nuovi modelli di business

- L'interoperabilità e la standardizzazione a tutti i livelli del processo di ricarica, tra cui il collegamento fisico dei dispositivi di ricarica ai veicoli, i protocolli di comunicazione (ISO 15118-20, orientato al futuro, che comprende anche i fattori determinanti per la comunicazione V2G) tra veicoli e caricatori e i moduli di pagamento fanno progredire i concetti di integrazione delle FER, degli hub di ricarica e dell'uso polivalente dell'infrastruttura.
- In prospettiva, l'aggregato di autobus elettrici può diventare una "centrale elettrica virtuale" che fornisce servizi locali al distributore. Questa tecnologia può aiutare le aziende a guadagnare denaro o energia gratuita in cambio del servizio di bilanciamento fornito. Gli incentivi potrebbero incoraggiare l'impiego di tali tecnologie.

²³ EfficienCE handbooks for energy-efficient PT infrastructure technologies deployment (storage, multipurpose use, depots, pilots)

²⁴ D.T2.1.3 Competence Profile and Curriculum for Energy Audit Management

²⁵ D.T2.4.2 Final evaluation report

6. Prospettiva: Verso sistemi di trasporto pubblico a impatto climatico zero

Rendere il TP ad alta efficienza energetica è essenziale per raggiungere gli obiettivi europei sul clima, il Green Deal e la missione dell'UE "Città intelligenti e a impatto climatico zero". In quest'ottica, l'attuazione dei piani d'azione di EfficienCE e l'ampliamento e la replicabilità dei progetti pilota contribuiranno al raggiungimento di questi obiettivi nelle regioni partner.

La partecipazione a EfficienCE ha aiutato i partner a ottenere visibilità e supporto a livello locale per pianificare e implementare azioni per una maggiore efficienza energetica nelle loro infrastrutture di trasporto. Questo dimostra l'alto valore della cooperazione transnazionale e dei programmi di capacity building come Interreg Central Europe. Ancora più valore è stato creato quando Lipsia, Bergamo e Budapest sono state selezionate dalla Commissione europea come tre delle cento città della missione che riceveranno sostegno speciale per diventare a impatto climatico zero entro il 2030. Naturalmente, questi partner sfrutteranno i risultati di EfficienCE per raggiungere questo obiettivo.

Il progetto ha coinvolto anche altre regioni, ad esempio le autorità pubbliche e gli operatori di TP all'interno e all'esterno dell'Europa centrale, per dare un contributo al progetto, imparare da quest'ultimo e creare dibattiti. Le attività di comunicazione e di capacity building hanno raggiunto (e raggiungono tuttora grazie alle risorse online) un numero considerevole di partecipanti²⁶.

Una futura cooperazione transnazionale potrebbe riprendere le raccomandazioni del progetto per superare gli ostacoli gestionali, normativi e legali per la realizzazione di un TP ad alta efficienza energetica, come presentato in questo documento, e facilitare così la rapida decarbonizzazione del TP nell'Europa centrale.



Foto di PMDP

²⁶ More than 4.000 persons reached at targeted events (e.g., Green Week, EU week of regions). Ca. 350 persons participated at transnational trainings and EfficienCE e-course.

Bibliografia

Polis, and Rupperecht Consult (2019): SUMP Topic Guide Electrification. Planning for electric road transport in the SUMP context. Weblink
Günter, H., Backhaus, W. (2018): Elliptic policy recommendations. Weblink

EfficienCE resources (on the EfficienCE website).

D.T1.1.2 Managerial approach on the integration of RES into PT infrastructure

O.T1.2 Output Factsheet Bergamo

D.T1.2.3 Action Plan Bergamo

O.T3.1 Pilot factsheet PV system

O.I1 Investment factsheet PV system

D.T3.5 Pilot factsheet energy audit tool

D.T3.4.3 Pilot evaluation report energy audit tool

O.I2 Investment factsheet inverter

O.T3.2 Pilot factsheet inverter

D.T3.2.3 Pilot evaluation report inverter

D.T1.1.3 Managerial approach on multipurpose PT infrastructure use

O.T1.2.1 Output factsheet Maribor action plan

D.T1.2.3 Action Plan Maribor

O.I3 Investment factsheet fast charger

O.T3.3 Pilot factsheet fast charger

D.T3.3.3 Pilot evaluation report fast charger

O.T1.2.1 Output factsheet PMDP action plan

D.T1.2.3 Action Plan PMDP

O.I4 investment factsheet BS

O.T3.4 Pilot factsheet BS

D.T3.4.3 Pilot evaluation report BS

O.T1.2.1 Output factsheet BKK action plan

D.T1.2.3 Action Plan BKK

D.T1.1.1 Managerial approach data-based planning and financing for energy-efficient PT infrastructure

O.T1.2.1 Output factsheet Leipzig & LVB UDP use case

D.T1.2.3 UDP use case Leipzig & LVB

D.T2.1.3 Competence Profile and Curriculum for Energy Audit Management

D.T2.4.2 Final evaluation report on the EfficienCE website

Transnational EfficienCE Handbooks for energy-efficient PT infrastructure technologies deployment storage, multipurpose use, depots, pilots and best practices - available in all CE languages)

EfficienCE toolkit

EfficienCE e-course

Altre risorse online:

SUMP Online Guidelines | Eltis

<https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-transport>

<https://youtu.be/K6Q0x2-y-Vs>

Connected Urban Twins - Stadt Leipzig

MAGGIORI INFORMAZIONI SU EfficienCE



Visita il nostro sito web:
<https://www.interreg-central.eu/efficiency>

Contatti



+49 341 123 59 10

Partner principale: Città di Lipsia, Germania



Responsabili di progetto:

Sebastian Graetz
sebastian.graetz2@leipzig.de

Marlene Damerau
m.damerau@rupprecht-consult.eu



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



www.facebook.com/Interreg.EfficienCE/



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

TAKING
COOPERATION
FORWARD



BUDAPESTI
KÖZLEKEDÉSI
KÖZPONT



redmint



GDAŃSK UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY



Leipziger
Verkehrsbetriebe



WIENER LINIEN

Plzeňské městské
dopravní podniky

PMDP



City of Leipzig



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



COMUNE DI BERGAMO

