

# ВСЕ ПРО ЕЛЕКТРИЧНИЙ ГРОМАДСЬКИЙ ТРАНСПОРТ: ЕЛЕКТРОБУСИ ЯВОЖНО

Серія навчально-практичних публікацій щодо успішних практик. Випуск №2 від 25 жовтня 2023 року.

## Вступне слово

Електромобільність, електробуси, нульові викиди – ці теми, хоч і не нові, але досить складні та багатогранні. Для їх кращого розуміння й успішного втілення в Україні, важливо володіти інформацією про нюанси, які доволі часто визначають майбутнє цих інновацій. Наведу простий приклад. Місто, що прагне перейти з дизельних автобусів на батарейні, не може це зробити за короткий проміжок часу, скажімо, місяць. Неможливо почати використовувати 10 чи 20 батарейних автобусів на міських маршрутах, коли немає відповідної зарядної інфраструктури. До того ж, технології заряджання й зарядна інфраструктура також бувають дуже різними за параметрами й вартістю.

## Віктор Загреба,

Редактор серії «Все про електричний громадський транспорт», голова правління ГО «Vision Zero»

## ПРОФІЛЬ МІСТА

Явожно (Jaworzno) — 90-тисячне місто на півдні Польщі, неподалік міста Катовіце. На його міських маршрутах працює найбільший відсоток електробусів серед усіх міст Польщі.

Явожно розташоване у Сілезькому воєводстві. Цей регіон відомий високою концентрацією важкої промисловості, одним з наслідків якої, є високий рівень забруднення повітря — один з найвищих у Польщі. Тому зниження рівня шкідливих викидів у цьому воєводстві є особливо важливим.



Згідно з Білою книгою Європейської комісії (2011), до 2030 року половина рухомого складу підприємств громадського транспорту Європи має працювати на електриці або газі, а до 2050 року — весь автопарк. Це було одним із чинників, чому місто почало розвивати свою електромобільність. У 2015 році у Явожно на регулярні маршрути вийшов перший у Польщі міський електробус, а сьогодні екологічні електробуси становлять 75% усього парку громадського транспорту міста.

Наприкінці 2016 року електробуси становили лише 0,3% від загальної кількості автобусів, що експлуатувалися польськими комунальними підприємствами. Загалом, 31 електробус курсував вулицями п'яти польських міст. За підсумками 2017 року Явожно придбало та ввело в постійну експлуатацію 22 електробуси (9 одиниць довжиною 18 м, 9 одиниць довжиною 12 м та 4 одиниці довжиною біля 9 м). Забезпечено повне технічне оснащення, включно з інфраструктурою для заряджання батарей у транспортних засобах. Центральна станція заряджання та технічного обслуговування автобусів стала першим об'єктом такого типу в Польщі.

У 2020 році Явожно номіновано на "Європейську міську нагороду за безпеку дорожнього руху", яку вручає Європейська комісія. Місто отримало визнання за модернізацію дорожньої інфраструктури з метою підвищення безпеки руху, ефективну реалізацію концепції Vision Zero та розвиток екологічно чистого громадського транспорту.

Згідно з урядовими прогнозами, у 2022 році на вулицях польських міст і гмін мало бути близько тисячі електробусів. Фактично ж, у листопаді 2022 року їхня кількість становила 790 одиниць (без урахування тролейбусів). Лідером з електрифікації автобусного транспорту є Явожно.

## ІСТОРІЯ: ВІД АВТОБУСІВ ДО ЕЛЕКТРОБУСІВ

Транспортне підприємство РКМ (Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej) з 1957 року обслуговує автобусну мережу, яка станом на 2023 рік складається з 19 міських та 5 приміських маршрутів. Його автопарк складається з 68 автобусів, з яких 50 (75%) є електричними, решта – дизельні. Це найвищий показник серед польських міст. Середньорічний обсяг транспортної роботи становить 4,6 млн км, а кількість перевезених пасажирів перевищує 11 млн.

Історія електрифікації громадського транспорту міста Явожно починається у 2013 році, коли там вирішили бути прикладом у галузі електромобільності й оновити свій рухомий склад. Впродовж кількох років місто випробовувало на своїх маршрутах електричні автобуси різних виробників, допоки не визначилося з необхідними характеристиками для закупівлі власного транспортного засобу.



РКМ став першим транспортним підприємством у Польщі, який запровадив електричний автобус для регулярних перевезень. Це електробус Solaris Urbino III 12 electric. 27 квітня 2015 року він почав перевозити пасажирів вулицями міста. У липні того ж року у Явожно офіційно запрацювала перша зарядна станція для електробусів, яка на той час обслуговувала лише один автобус.

Його придбали місяцем раніше, щоби набути досвід для подальшого впровадження електробусів на вулицях міста. Це було пов'язано з тим, що РКМ планувало придбати близько 25 електробусів, які

повинні були замінити половину автопарку підприємства.

## РУХОМИЙ СКЛАД



З 2011 року в Явожно експлуатуються лише низькопідлогові автобуси, які відповідають максимальним стандартам викидів. У 2015 році містом курсувало 59 низькопідлогових автобусів, середній вік яких становив лише 7,5 років.

Перший електричний Solaris Явожно має запас ходу приблизно 80-120 км на одному заряді, отже, не потребує заряджання після кожного кола. Очікуваний пробіг автобуса становить близько 300 км на день. Зарядна станція на кінцевій зупинці має потужність 190 кВт і коштувала трохи більше 363 тис. злотих нетто (81,5 тис. євро в цінах 2015 року). За один автобус РКМ заплатило 1,7

мільйона злотих нетто (381,5 тис. євро). Підприємство підрахувало, що експлуатаційні витрати електробуса на третину нижчі, ніж у транспортного засобу з двигуном внутрішнього згорання.

12-метровий електробус вміщує 80 пасажирів, 30 з яких можуть їхати на сидячих місцях. В ньому встановлено все необхідне обладнання, яке використовується в громадському транспорті Явожно, тобто квитковим автоматом, доступом до Інтернету (Wi-Fi), відеонаглядом, системою інформування пасажирів (дисплеї, внутрішній монітор та оголошення на зупинках), системою електронного продажу квитків, а також кондиціонером. Він оснащений чотирма літій-іонними батареями з 7-річною гарантією.

Через свою конструкцію та вагу він вміщує на 20 пасажирів менше, ніж дизельний. Однак для тих, хто ним користується, брак місця непомітний. Його переваги визнають не лише пасажирів, але й ті, хто його експлуатує. Конструктивно автобус набагато простіший, ніж той, що працює на дизельному двигуні. Електробус не потребує технічного обслуговування, зокрема заміни мастила, фільтрів або синхронізації коробки передач. Він дуже просунутий в електронному плані, і багато речей, з точки зору налаштувань бортового комп'ютера, можна зробити дистанційно.

Явожно послідовно реалізує свої плани з поступового переведення автопарку на електричний транспорт і є одним із лідерів у впровадженні електромобільності в європейському масштабі. Після реалізації трьох етапів закупівель близько 80% автобусів у барвах РКМ Явожно стали електричними Solaris'ами. На сьогодні парк електричних автобусів у місті становить 50 одиниць, і ще 18 є дизельними. Це найвища частка серед польських міст, і одна з найвищих в ЄС.

Перелік рухомого складу РКМ Jaworzno (2022)

Марка і модель автобуса	Дата виготовлення	Початок експлуатації	Кількість, од.
<b>Дизельні</b>			
<u>Scania CN280UB</u>	2010	2010	6
<u>Man NL323-15 Lion's City LL</u>	2010	2010	4
<u>Man NG323 Lion's City C</u>	2012	2019	1
<u>Solaris Urbino 18 (III)</u>	2014	2014	3
<u>Solaris Urbino 18 (III)</u>	2009	2020	3
<u>Solaris Urbino 10 (III)</u>	2013	2015	1
<b>Всього, дизельних</b>			<b>18</b>
<b>Електричні</b>			
<u>Solaris Urbino 12 electric (III)</u>	2015	2015	1
<u>Solaris Urbino 12 electric (IV)</u>	2017	2017	9
<u>Solaris Urbino 12 electric (IV)</u>	2021	2021	15
<u>Solaris Urbino 18 electric (IV)</u>	2017	2017	9
<u>Solaris Urbino 18 electric (IV)</u>	2022	2022	6
<u>Solaris Urbino 8,9LE electric (III)</u>	2017/2020	2017/2020	9
<b>Yutong ZK6128BEVG Electric</b>	2015	2016	1
<b>Всього, електричних</b>			<b>50</b>
<b>Всього</b>			<b>68</b>

## ТЕНДЕРИ ТА ОНОВЛЕННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ

У 2016 році Явожно оголосило п'ять тендерів на створення мережі електробусів у місті. Три з них стосувалися інфраструктури, тобто станцій швидкого заряджання автобусів разом із будівництвом приміщення станції, а два інші передбачали закупівлю РКМ Jaworzno 22 електробусів разом із 6 швидкозмінними батареями.

Перевізник оголосив пакет тендерів, які співфінансувалися за кошти ЄС в рамках Регіональної операційної програми Сілезького воєводства. Згідно з ним, громадський транспорт у місті вже наступного року мав бути наполовину переведений на електрику. Однак замовник обумовив, що якщо проєкт не отримає фінансування (в той час він перебував на стадії оцінки), він може відмовитися від закупівлі.

При оголошенні тендерів їх розділили. Більший із них стосувався 16 низькопідлогових автобусів, і був розділений на три частини:

Перша — на 3 стандартні 12-метрові транспортні засоби,

друга — на 4 короткі автобуси (8-10 метрів)

і третя — на 9 зчленованих 18-метрових автобусів.

Всі автобуси в цьому тендері мали бути обладнані штекером для заряджання (plug-in), а також заряджатися за допомогою пантографа. Повна зарядка батарей мала б займати не більше 6 годин.



**Другий тендер** проводився на 6 стандартних 12-метрових низькопідлогових автобусів, але дещо відмінних від автобусів у першому тендері. Найбільша відмінність полягала в заряджанні. Автобуси отримали зарядку лише від штекера (plug-in), але мали бути оснащені дев'ятьма тяговими батареями у вигляді касет. Чотири з них вагою 157 кг і п'ять по 294 кг, із суворо визначеними розмірами, повинні замінюватися впродовж 10 хвилин. Таке рішення рідко використовується в Європі, але популярне в Азії. Його головна перевага полягає в тому, що коли акумулятори заряджаються, то автобус не повинен стояти з ними, а це означає, що електробуси можуть працювати, наприклад, і на нічних лініях.

Ці транспортні засоби отримали трохи меншу потужність. Електробуси з першого тендеру обладнані двигунами потужністю 240 кВт (зчленовані автобуси) та 160 кВт (інші). Касетні транспортні засоби оснащені двигунами потужністю 130 кВт.

У 2019 році Явожно продовжило брати активну участь у програмах оновлення рухомого складу й оголосило тендер на закупівлю ще 20 електробусів. З них 5 транспортних засобів класу MIDI (8,5-10 м), а решта 15 — класу MAXI (12 м). Вартість всього замовлення оцінювалася у 45,5 млн злотих нетто (10,2 млн євро у 2019). Закупівля автобусів знову отримала дофінансування за рахунок коштів ЄС, в рамках програми "Інфраструктура й середовище 2014-2020" (назва проєкту "Придбання парку електробусів разом із системою інтелектуального управління автопарком").

Проте, виробник, який виграв тендер, а це знову був польський Solaris Bus & Coach, запропонував ціну у 53,8 млн злотих нетто (12 млн євро), що перевищувало очікувану вартість. Через кілька місяців, вже у 2020 році, міська рада вирішила виділити додаткові 8,8 млн злотих і підписати договір на поставку цих електробусів. Це придбання збільшило кількість електробусів до 43 одиниць, або 65% від усього рухомого складу в місті.

Замовлені транспортні засоби Solaris оснащені акумуляторами Solaris High Energy ємністю 160 кВт-год. РКМ Jaworzno заряджає акумулятори своїх електробусів за допомогою пантографних зарядних пристроїв потужністю 190 кВт і за допомогою штекерного роз'єму (plug-in). В основі силової установки кожного електробуса Urbino — як коротшого 9-метрового, так і 12-метрового — є електричний центральний двигун потужністю 160 кВт. Комфортабельні, кондиціоновані салони автобусів Urbino 8.9 LE вміщують до 55 пасажирів, Urbino 12 electric - до 75 пасажирів.



**Третій етап** розвитку громадського транспорту Явожно розпочався через рік після підписання попереднього тендера. Транспортне підприємство Явожно вирішило закупити ще шість 18-метрових електробусів з гарантійним обслуговуванням. Вартість замовлення оцінювалася в 20,1 млн злотих нетто (4,3 млн євро у 2021).

Цікавими були й умови закупівлі. До участі в тендері допускалися компанії, які протягом останніх трьох років здійснили хоча б одну поставку електричних зчленованих автобусів вартістю не менше 20 млн злотих. Частка продукції з ринку ЄС або з країн, з якими ЄС уклав угоди про рівне партнерство, мала перевищувати 50%. Відбір визначався ціною (70%), гарантійним терміном (5%) і технічною та експлуатаційною оцінкою (25%).

До уваги бралися 9 підкритеріїв:

- матеріал конструктивних елементів корпусу кузова/ферми/рами/шасі,
- матеріал зовнішнього облицювання кузова,
- енергоспоживання,
- поділ лобового скла,
- виконання вимог щодо міцності несівної конструкції,
- технологія освітлення,
- спосіб встановлення накопичувача енергії,
- тип електродвигуна,
- технічне рішення передньої підвіски.

Згідно з умовами, ці транспортні засоби мали бути обладнані електродвигуном або електродвигунами потужністю не менше 220 кВт, з обмежувачем швидкості до 70 км/год і функцією рекуперативного гальмування для підзарядки накопичувача енергії. Загальна кількість накопичувачів енергії — на рівні не менше 240 кВт-год. Спосіб заряджання повинен передбачати повільне заряджання через штекер (plug-in) і швидке заряджання через пантограф на даху. Участь взяла лише компанія Solaris, яка запропонувала поставку на суму 24,701 млн злотих брутто (5 282 662 євро у 2021). Поставки електробусів за цим тендером розпочалися влітку 2022 року.



Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej  
Spółka z o.o. w Jaworznie  
Fot. Maciej Kowal



## ЗАРЯДНА ІНФРАСТРУКТУРА

Зарядка батарей автобусів спочатку здійснювалася тільки на зарядному пункті в приміщенні депо РКМ. У червні 2015 року запрацювала зарядна станція, розташована біля однієї з кінцевих зупинок.



Автобус заряджається на станції за допомогою пантографа, який розташований на даху. Це не вимагає від водія жодних додаткових дій, окрім під'їзду до визначеного місця та підняття пантографа за допомогою кнопки на панелі приладів.

Предметом співфінансування ЄС (про це далі), крім закупівлі електробусів, було будівництво центральної станції для заряджання та заміни акумуляторів,

трансформаторних підстанцій та необхідного обладнання, а також трьох периферійних станцій для швидкого заряджання акумуляторів, разом із освоєнням земельних ділянок.

Перевізник інвестує не тільки в транспортні засоби з нульовим рівнем викидів, але й у системи зарядки. "Центр електромобільності" в Яворжно є одним з найсучасніших депо в Європі. Зарядні

пристрої дозволяють одночасно заряджати до 8 транспортних засобів. Ще 5 пантографних зарядних станцій та 10 штекерних зарядних пристроїв, встановлені у депо.



Крім того, в рамках цього ж проекту з фінансуванням ЄС у Явожно побудували інфраструктуру для заряджання вищезгаданих автобусів. Центральним пунктом стала кінцева на вулиці Краківській. Окремий тендер передбачав будівництво станції, де зараз розміщують замінні акумулятори. Інша закупівля стосувалась будівництва самої станції та необхідної реконструкції вулиці.

Третій предмет — поставка трансформаторної підстанції та 5 станцій

швидкого заряджання. По одній з них встановили на вулицях Бичина Астрів та Челмонського, а інші три встановлені на кінцевій зупинці на вулиці Краківській. Відповідно до замовлення, на кінцевій розміщена одна зарядна станція для зчленованих автобусів і дві — для 12-метрових автобусів.

## ФІНАНСУВАННЯ

Кошти на придбання транспортних засобів та будівництво необхідної інфраструктури на усіх етапах надходили з програм співфінансування Європейського Союзу, а також з міського бюджету Явожна.



З 560 млн злотих, виділених у 2017 році в Сілезькому воєводстві на закупівлю автобусів із низьким рівнем викидів, будівництво пересадкових вузлів і систем управління дорожнім рухом, майже 60 млн злотих (13,5 млн євро) були спрямовані до Явожна.

Вартість субсидії на придбання рухомого складу для РКМ становила близько 70% від цієї суми, а 30% призначені для інших елементів проєкту. Сума контракту на придбання 16 електробусів становила 35,2 млн злотих нетто (7,9 млн євро). Придбання сучасного

рухомого складу на 85% співфінансувалося з фондів ЄС, а решту 15% компанія покрила за рахунок власних коштів та кредитів.

## ВИСНОВКИ

Проект електрифікації автобусів у Явожно триває вже 10 років. Спочатку місто випробовувало кілька моделей електробусів різних виробників. У 2015 році закупило перший електробус, який проходив випробування на міських маршрутах понад рік. Подальший стрімкий розвиток став можливим завдяки фінансуванню з фондів ЄС, які покрили більшість витрат на рухомий склад, і ще частину на зарядну інфраструктуру. Вигоду від проєкту отримали як перевізник, так і мешканці Явожно, які проживають поблизу кінцевих зупинок і яким більше не доведеться піддаватися впливу шуму, спричиненого майже цілодобовою роботою дизельних двигунів.



## ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ ТА ДЖЕРЕЛА

Підприємство PKM (Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej) Jaworzno обслуговує автобусну мережу, яка складається з 19 міських та 5 приміських маршрутів. Всього в парку налічується 68 автобусів, з яких 50 (75%) є електричними, а решта — дизельні. Це найвищий показник серед польських міст. Перший електричний автобус був придбаний у 2015 році. Відтоді місто закуповує новий рухомий склад переважно на електричній тязі.

### Основу рухомого складу становлять автобуси:

- 49 — електричних Solaris Urbino — довжиною від 8,9 до 18 м;
- 1 — електричний Yutong — 12 м;
- 18 — дизельних MAN, Solaris і Scania — від 10 до 18 м.

Заряджання автобусів відбувається як на кінцевих зупинках через пантограф, так і в депо через plug-in.

### Характеристики:

Потужність зарядної станції: 90 кВт для штекерних, 180 кВт для пантографних автобусів

Кількість пунктів зарядки / заправки:

- 8 зарядок зі штекером (plug-in) в депо (90kW);
- 5 зарядок через пантограф (швидкісних) на маршруті (180 kW)

Виробник зарядної станції: MEDCOM

*Цей інформаційний матеріал підготовлено в рамках співпраці між двома українськими неприбутковими організаціями: громадською організацією "Vision Zero" (<https://visionzero.org.ua/>) та Асоціацією «Енергоефективні міста України» (<https://enefcities.org.ua/>). Інформація в цьому випуску подана станом на літо 2023 року. В разі змін чи неточностей, автори не несуть відповідальності та просять звертатися до офіційних джерел інформації.*

