

Wodór kontra elektryki. Ile naprawdę kosztuje zeroemisyjny transport?



fot. Solaris Bus & Coach Urbino 12 hydrogen

Rzeszów – tak jak wiele innych miast w Polsce – stawia na autobusy wodorowe, ale dane z innych miast nie pozostawiają złudzeń: koszt przejazdu wodorowcem to nawet 600 zł za 100 km, podczas gdy elektrobus jedzie cztery razy taniej. Pytanie więc brzmi: czy wygoda tankowania w 15 minut to wystarczający powód, by płacić tak wysoką cenę i czy przypadkiem miasta decydujące się na pojazdy wodorowe nie wyrzucają pieniędzy w błoto?

Zakup 20 autobusów wodorowych przez Rzeszów za ponad 82 mln zł ponownie otworzył dyskusję, która toczy się w całej Polsce – co bardziej się opłaca: wodór czy elektromobilność oparta wyłącznie na bateriach? Oba rozwiązania są finansowane z programów unijnych, oba mają być symbolem transformacji transportu, ale tylko jedno daje nadzieję na realne obniżenie kosztów funkcjonowania komunikacji miejskiej.

Wodór na ulicach polskich miast – obietnice i rachunki

Rzeszów, Konin, Rybnik, Wałbrzych, Lublin czy Poznań – wszystkie te miasta sięgnęły po autobusy wodorowe, głównie dzięki programowi „Zielony Transport Publiczny” i środkom z KPO. Sam zakup pojazdów z unijnym dofinansowaniem nie stanowi problemu. Wyzwanie pojawia się dopiero wtedy, gdy trzeba je zatankować.

Dane z eksploatacji są jednoznaczne:

- Rybnik – flota 20 autobusów NesoBus zużywa średnio 6,9 kg wodoru na 100 km. Przy cenie 56,10 zł/kg daje to ok. 387 zł/100 km, czyli 3,87 zł za kilometr. W ciągu zaledwie kilku miesięcy wydatki na samo paliwo przekroczyły 1,3 mln zł netto. Źródło danych: Nasze miasto Rybnik, Transport-publiczny.pl
- Konin – koszty sięgnęły 418 zł/100 km, co oznacza 4,18 zł za każdy przejechany kilometr. Źródło danych: Obserwator Logistyczny
- Wałbrzych – tam cena wodoru osiągnęła rekordowe 91 zł/kg. Przy zużyciu 7 kg/100 km daje to aż 637 zł/100 km. Źródło danych: Gazeta Wałbrzyska
- Poznań – dzięki specjalnej umowie z Orlenem udało się uzyskać stawkę 40 zł/kg. W praktyce koszt przejazdu spadł do ~280 zł/100 km, ale był to wodór szary, produkowany z paliw kopalnych, co podważa ekologiczne uzasadnienie tej technologii. Źródło danych: MPK Poznań, Radio Poznań

Oznacza to, że koszt przejazdu 100 km autobusem wodorowym waha się w Polsce od 280 do 650 zł, w zależności od lokalnych warunków zakupu paliwa – o ile w ogóle bierzemy pod uwagę dane z Poznania, gdzie ekologiczna strona użytkowania autobusów wodorowych stoi pod dużym znakiem zapytania...

Samorządy już od dłuższego czasu biją na alarm. 28 listopada 2024 r. prezydenci Chełma i Wałbrzycha wystąpili do Ministra Klimatu z apelem o dopłaty do wodoru, wskazując, że ceny paliwa sięgają 70-80 zł/kg i znacznie przewyższają założenia projektowe. W liście podkreślano również, że eksploatacja floty wodorowej staje się nieopłacalna mimo wysokiego dofinansowania zakupu taboru.

Elektrobusy – tańsze, ale wymagające

Na tle wodoru, autobusy elektryczne bateryjne okazują się rozwiązaniem dużo bardziej przewidywalnym ekonomicznie. Wystarczy proste porównanie kosztów:

- Konin – dane z eksploatacji pokazują średnie zużycie energii na poziomie 0,87 kWh/km. Przy cenie 1,18 zł/kWh oznacza to ok. 102 zł/100 km.
- Warszawa – 12-metrowy elektrobus MAXI zużywa średnio 1,3 kWh/km, co daje ok. 153 zł/100 km.

Oznacza to, że koszt energii dla elektrobusu mieści się w przedziale 100-160 zł/100 km – czyli 2,5-4 razy mniej niż w przypadku wodoru.

Do tego dochodzi możliwość własnej produkcji energii. MZK Bydgoszcz przykładowo realizuje obecnie projekt wart 56 mln zł (49 mln zł z dotacji), obejmujący instalację PV o

mocy 1 MWp, magazyn energii 4 MWh i stacje ładowania. Dzięki temu część energii do zasilania elektrobusów będzie produkowana lokalnie, co jeszcze bardziej obniży koszty eksploatacji i uniezależni miasto od wahań cen energii na rynku. W podobny sposób działa większość miast i spółek przewozowych w Polsce.

Elektrobusy mają jednak oczywiście swoje ograniczenia. Ich realny zasięg to 150-250 km, a w nowych modelach do 300-400 km. W zimie może on jednak spaść nawet o 30-40%. Nocne ładowanie wymaga kilku godzin i odpowiedniego przyłącza, a w ciągu dnia trzeba korzystać z pantografów. To oznacza oczywiście większe wyzwania dla firm przewozowych przy planowaniu pracy taboru.

Infrastruktura – inwestycja czy ryzyko?

Wodorowe autobusy wymagają kosztownej infrastruktury tankowania, a jej wykorzystanie bywa ograniczone.

- Konin – budowa nowej zajezdni i budowa stacji tankowania pochłonie 116 mln zł.
- Wałbrzych – Orlen uruchomił nowoczesną stację zdolną do tankowania 20 autobusów dziennie i kilkudziesięciu samochodów osobowych. W praktyce korzystają z niej niemal wyłącznie autobusy miejskie, bo prywatnych użytkowników wodoru w regionie brak.
- Rzeszów – miasto planuje stację tankowania współfinansowaną z KPO, ale dotąd nie rozstrzygnięto, kto będzie dostarczał wodór. Wcześniejsze postępowanie zakończyło się fiaskiem, gdy zwycięska Polenergia wycofała się z podpisania umowy.

Wodór to także problemy z transportem i magazynowaniem – wymagającym specjalistycznych instalacji, zabezpieczeń i logistyki wysokiego ryzyka. To dodatkowe koszty, które trudno dokładnie przewidzieć.

W przypadku elektrobusów infrastruktura jest tańsza i łatwiejsza do rozbudowy. Sieć ładowarek można rozwijać stopniowo, a inwestycje w odnawialne źródła energii i magazyny pozwalają miastom budować własne zaplecze.

Gdzie można zatankować wodór w Polsce?

Dostępność stacji H₂ w Polsce wciąż jest ograniczona. Według stanu na połowę 2025 roku działa zaledwie kilka ogólnodostępnych punktów.

Orlen prowadzi stacje w Poznaniu, Katowicach i Wałbrzychu. Wszystkie są ogólnodostępne i czynne całą dobę, obsługują zarówno autobusy, jak i pojazdy osobowe oraz ciężarowe. Wałbrzych jest najnowszym punktem na mapie – stacja została

wyposażona w dystrybutory 350 bar dla autobusów i 700 bar dla samochodów osobowych oraz magazyn zdolny pomieścić ponad 2t wodoru. Codziennie tankuje tam większość z 20 wodorowców należących do MZUK Wałbrzych.

Neso (PAK-PCE / Polsat Plus / ZE PAK) rozwija sieć własnych punktów w: Warszawie, Rybniku, Gdańsku, Gdyni, Lublinie i Wrocławiu. Są one także ogólnodostępne, a z infrastruktury korzystają nie tylko autobusy, ale również samochody osobowe i ciężarowe.

Kolejne lokalizacje są planowane – m.in. Kraków, Bielsko-Biała, Gorzów Wielkopolski i Piła – ale na dziś stacji wodorowych wciąż jest w Polsce bardzo mało, co ogranicza skalę zastosowania tej technologii.

Komfort kontra ekonomia

Podsumowując, wodór oferuje operatorom komunikacji miejskiej realne udogodnienia: zasięg do 450 km, brak spadku efektywności zimą i tankowanie w kilkanaście minut. To sprawia, że planowanie pracy taboru jest łatwiejsze, a organizatorzy nie muszą przejmować się nocnymi ładowaniami czy rozbudową sieci pantografów.

Ale to jedyna przewaga. Poza kwestiami logistycznymi wodór nie oferuje niższych kosztów ani lepszych efektów ekologicznych niż elektrobusy. Różnica w rachunkach jest bezlitosna: elektrobus kosztuje dziś w eksploatacji 100-160 zł/100 km, diesel 150-200 zł/100 km, a autobus wodorowy 280-650 zł/100 km. Szczegółowe porównanie elektryków, wodorowców i pojazdów spalinowych widać w poniższej tabeli:

PARAMETR	AUTOBUSY WODOROWE (H ₂ – NESOBUS I INNE PRZYKŁADY)	AUTOBUSY ELEKTRYCZNE BEV (12 M)	AUTOBUSY DIESLA (DLA PORÓWNIANIA)
ZUŻYCIENIE ENERGII/PALIWA	6,9 KG/100 KM (RYBNIK), 7 KG/100 KM (WAŁBRZYCH, KONIN)	0,87–1,3 KWH/KM (KONIN, WARSZAWA)	~35–40 L ON/100 KM
KOSZT PALIWA/ENERGII (100 KM)	RYBNIK: 387 ZŁ; KONIN: 418 ZŁ; WAŁBRZYCH: 637 ZŁ; POZNAN: ~280 ZŁ (WODÓR SZARY)	102–153 ZŁ (PRZY 1,18 ZŁ/KWH)	150–200 ZŁ (PRZY 4,5–5 ZŁ/L)
ZASIĘG	350–450 KM (PEŁNE TANKOWANIE)	150–250 KM (REALNIE), NOWOCZESNE MODELE DO 300–400 KM	500–700 KM
CZAS TANKOWANIA/ ŁADOWANIA	≤20 MIN (PEŁNE TANKOWANIE H ₂)	3–6 H (ŁADOWANIE NOCNE PLUG-IN), 20–30 MIN PANTOGRAF	5–10 MIN TANKOWANIE
EKSPLLOATACJA ZIMĄ	BRAK SPADKU ZASIĘGU ZIMĄ (OGNIWO GENERUJE CIEPŁO)	SPADEK ZASIĘGU NAWET O 30–40% ZIMĄ	SPADEK SPRAWNOŚCI OGRZEWANIA KABINY ZIMĄ (KOSZT PALIWA ROŚNIE)
EKSPLLOATACJA NOCNA/LOGISTYKA	MOŻLIWOŚĆ CAŁODOBOWEJ EKSPLLOATACJI, BRAK OGRANICZEŃ ŁADOWANIA – TANKOWANIE KILKANAŚCIE MINUT	NOCNE ŁADOWANIE WYMAGA PLANOWANIA I MOCY PRZYŁĄCZENIOWEJ; W CIĄGU DNIA PANTOGRAFY/ŁADOWARKI	PEŁNA ELASTYCZNOŚĆ LOGISTYCZNA, BRAK OGRANICZEŃ ŁADOWANIA
INFRASTRUKTURA	STACJE H ₂ BARDZO KOSZTOWNE (KONIN: 116–153 MLN ZŁ; WAŁBRZYCH: STACJA ORLEN, NISKIE WYKORZYSTANIE); RYZYKO NIWYKORZYSTANIA	ŁADOWARKI I SIEĆ ENERGETYCZNA TAŃSZE; BYDGOSZCZ: PV 1 MWP + MAGAZYN 4 MWH + STACJE ŁADOWANIA = 56 MLN ZŁ	INFRASTRUKTURA POWSZECHNA, TANIA I ŁATWO DOSTĘPNA
EMISJE LOKALNE	BRAK (PRODUKT UBOCZNY: PARA WODNA)	BRAK	WYSOKIE EMISJE CO ₂ , NOX, PYŁÓW
ATUTY OPERACYJNE	DUŻY ZASIĘG, SZYBKIE TANKOWANIE, STABILNE PARAMETRY W ZIMIE	NIŻSZE KOSZTY ENERGII, MOŻLIWOŚĆ INTEGRACJI Z OZE, CORAZ WIĘKSZY ZASIĘG	NISKIE KOSZTY PALIWA, SPRAWDZONA TECHNOLOGIA, PEŁNA DOSTĘPNOŚĆ INFRASTRUKTURY

Autobusy wodorowe zatem mogą imponować parametrami technicznymi i wygodą eksploatacji, ale ich codzienne użytkowanie staje się dla samorządów ogromnym obciążeniem finansowym. Dlatego coraz częściej pojawiają się pytania, czy wodór to rzeczywiście „paliwo przyszłości”, czy raczej kosztowny eksperyment finansowany unijnymi dotacjami.

Bo ostatecznie to nie dotacje, lecz codzienne rachunki za kilometr przejazdu zdecydują o tym, czy miasta faktycznie będą chciały i mogły utrzymywać swoje floty wodorowe. Pytanie więc brzmi: czy wygoda w planowaniu pracy taboru to wystarczające usprawiedliwienie dla nawet kilkukrotnie wyższych kosztów eksploatacji w porównaniu z elektrobusem?