



Doświadczenia z eksploatacji autobusów zasilanych H₂

Adrian Słupski

Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej Spółka z o.o. w Jaworznie

 **Wodorowy**



Aktualny stan taboru w 2022 roku:

- 49 pojazdów elektrycznych firmy Solaris i 1 firmy Yutong.
- 18 pojazdów spalinowych do obsługi krótkich zadań szczytowych i dla zapewnienia niezbędnej rezerwy.
- Codziennie na trasę w szczycie popołudniowym na linie wyjeżdża maksymalnie 58 pojazdów.
- Dyspozytor ma obowiązek podmiany każdego pojazdu spalinowego na elektryczny w pierwszym możliwym momencie.
- Wszystkie kursy wieczorne i nocne realizują tylko pojazdy elektryczne.
- W weekendy kursuje tylko jeden diesel na linii pozbawionej dostępu do ładowarki (inne gminy).



Flota 49 autobusów elektrycznych marki Solaris:

- **15 sztuk** pojazdów o długości 18 m
Pojemność baterii trakcyjnych: 240 kWh.
- **25 sztuk** pojazdów o długości 12 m.
Pojemność baterii trakcyjnych: 160 kWh.
- **9 sztuk** pojazdów o długości 8,9 m.
Pojemność baterii trakcyjnych: 160 kWh.



Infrastruktura do obsługi autobusów elektrycznych:



STACJE SZYBKIEGO ŁADOWANIA POPRZECZ PANTOGRAF:

14 sztuk o mocy 190 kW w 7 lokalizacjach na terenie Jaworzna



ŁADOWARKI PLUG-IN:

25 sztuk w zajezdni o mocy 80 kW każda



3.03.2022 – 22.04.2022

Testy autobusu o napędzie wodorowym

- Największe wyzwanie – brak wodoru.

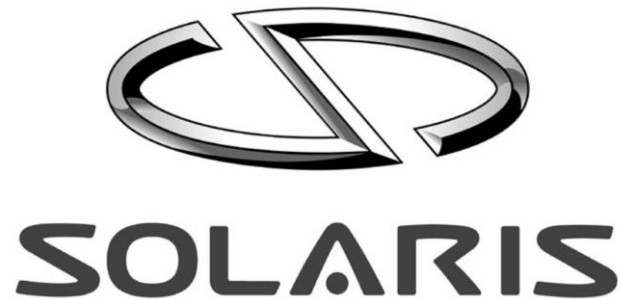


Partnerzy projektu:

Dostawca wodoru:



Producent autobusu:



Tymczasowa stacja do tankowania - parametry

- Przewoźny zbiornik magazynowy wodoru składający się z 6 sekcji butli o łącznej pojemności 24743,2 dm³, każda po około 4040 dm³
- Przewoźny dystrybutor wodoru z zasilaniem 1kW z sieci zakładowej.
- Instalacja uziemiająca.

Autobus napełniany był z ustawionego na stanowisku butlowozu poprzez dystrybutor połączony wysokociśnieniowym przewodem elastycznym.

Stanowisko postojowe autobusu i butlowozu oraz przyłącze dystrybutora zlokalizowano w bliskim sąsiedztwie, około 5 metrów.

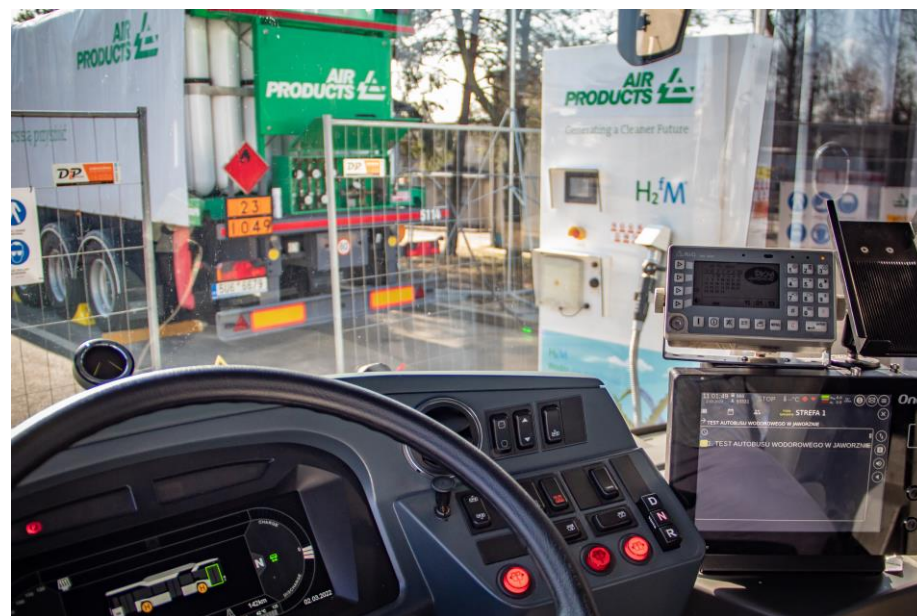
Wodór z butlowozu do autobusu przetłaczany był w postaci sprężonej do 200 bar przy użyciu dystrybutora.

Dystrybutor wyposażony był w zaworu bezpieczeństwa, z których wyloty skierowane zostały do rurociągów wydmuchowych i wprowadzane do atmosfery na wysokości 4 i 4,6 metra.

Testowy autobus wyposażony został w przyłączenie do tankowania - Typ TN1 H2 High Flow, ciśnienie pracy do 350 bar.



Tymczasowa stacja do tankowania



Testowany autobus - parametry

- **Solaris Urbino 12 Hydrogen**
- Rok produkcji: 2021
- Podstawowym wyposażeniem wodorowych Urbino są ultranowoczesne zestawy ogniw paliwowych mocy 70 kW oraz pięć butli kompozytowych na wodór o łącznej pojemności 1560 l, umieszczonych na dachu pojazdu, a także dwa silniki elektryczne o mocy 125 kW każdy.
- Wodór, przechowywany w zbiornikach w postaci gazowej, trafia do ogniwa paliwowego, gdzie w wyniku reakcji połączenia wodoru z tlenem powstaje energia elektryczna, przekazywana do układu napędowego.
- Dzięki zastosowanej technologii autobus ma możliwość pokonania na pojedynczym tankowaniu 350 km, a jedynymi zostawianymi przez niego są ciepło i para wodna.



Solaris Urbino 12 Hydrogen – pojazd testowy



Solaris Urbino 12 Hydrogen – pojazd testowy



„Wodoromobilność” – wyzwania organizacyjne.

- Odpowiednie dobranie pojemności baterii trakcyjnej do późniejszych zadań przewozowych.
- Zaplanowanie odpowiedniej liczby punktów tankowania i ich właściwej lokalizacji.
- Potrzeba dostosowania istniejącej infrastruktury zajezdniowej.
- Mentalna bariera i strach przed nowinkami technicznymi wśród pracowników.
- ? – nowa technologia oznacza na pewno nieujawnione jeszcze, nieznane wyzwania.



Wyniki testów

Pojazdem wykonaliśmy **4774 km** zużywając **434,21 kg** wodoru. Oznacza to średnie zużycie **9,1 kg** wodoru na **100 km**.

Doniesienia prasowe wspominają o zakupie wodoru przez MZK Konin w cenie **86,1 zł za kg**.

Oznacza to, że koszt przejechania **100 km** wyniesie około **783,5 zł**.

Przy założeniu zużycia przez autobus 12-metrowy 40 litrów ON na 100 km i nawet bardzo wysokiej cenie 8,20 zł za litr, koszt przejechania 100 km wynosi **328 zł**.

Największy problem podczas testów stanowiło zbyt słabe ogniwo wodorowe, które nie było w stanie zapewnić poprawnego ładowania baterii trakcyjnej.

Zanotowaliśmy wiele przypadków rozładowania autobusu do zera w czasie normalnej eksploatacji.

Dynamiczna jazda, wzniesienia i wysoka liczba podróży powodowały konieczność odbywania postojów na przystankach w celu doładowania baterii.

Autobus cechowała także słaba dynamika jazdy, gorsza od użytkowanych przez nas autobusów elektrycznych.





Dziękuję za uwagę!

Adrian Słupski – Kierownik Działu Organizacji i Kontroli Przewozów
Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej Spółka z o.o. w Jaworznie
pkm@pkm.jaworzno.pl oraz aslupski@pkm.jaworzno.pl
32-753-55-06 oraz +48-795-554-821

