

Scenariusz zajęć lekcyjnych nr 4

TEMAT LEKCJI:

Wodór w transporcie

POZIOM EDUKACYJNY: podstawowy

GRUPA DOCELOWA: uczniowie szkół podstawowych (10-14)

i ponadpodstawowych (15-19 lat)

CZAS ZAJĘĆ: 45 minut (jednostka lekcyjna)

PRZEDMIOT: fizyka, chemia, inne zajęcia związane z tematyką energetyki i infrastruktury



POPH2
Wiesz więcej!



MNiSW

Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa,
przyznanych przez Ministra Edukacji i Nauki w ramach
Programu „Społeczna odpowiedzialność nauki II”



INFORMACJE DLA NAUCZYCIELA

Co musisz wiedzieć przed zrealizowaniem zajęć?

PRZEBIEG LEKCJI

CZĘŚĆ 1

OKOŁO 10 MINUT



1. Nauczyciel rozdaje uczniom tabelę do uzupełnienia oraz wycięte karty z odpowiedziami
2. Uczniowie uzupełniają tabelę samodzielnie – część odpowiedzi uczniowie uzupełniają poprzez eliminację
3. Nauczyciel sprawdza poprawność odpowiedzi
4. Nauczyciel prosi o zaznaczenie optymalnych rozwiązań w kategorii 2-7

CZĘŚĆ 2

OKOŁO 20 MINUT



- Nauczyciel prowadzi dyskusję wykorzystując przykładowe pytania:
- Który silnik ma największą sprawność?
 - Samochód wodorowy konkuruje z bateryjnym czy wspiera go w walce z samochodem spalinowym?
 - W jaki sposób samochody wodorowe uzupełniają możliwości samochodów bateryjnych?
 - Jakie pojazdy możemy napędzać wodorem?
 - Które pojazdy są najbardziej zbieżne z celami transformacji energetycznej?

CZĘŚĆ 3

OKOŁO 15 MINUT



- Nauczyciel przeprowadza krótki wykład na bazie przygotowanej prezentacji, który pokazuje zmiany spowodowane rozwojem wodoru w transporcie.

GRUPA DOCELOWA:

uczniowie szkół podstawowych (10-14 lat) i ponadpodstawowych (15-19 lat)

CZAS ZAJĘĆ:

45 minut



PRZEDMIOT:

fizyka, chemia, inne zajęcia związane z tematyką energetyki i infrastruktury

CEL LEKCJI / EFEKTY EDUKACYJNE:

- uczniowie poznają najważniejsze cechy różnego rodzaju pojazdów,
- rozpoznają samochód wodorowy jako odpowiednik elektrycznego pojazdu bez baterii,
- poznają zalety i wyzwania związane z głównymi rodzajami środków komunikacji,
- poznają pojęcie efektywności energetycznej
- poznają możliwości bezemisyjnego transportu (miejskiego, dalekostansowego, wodnego, ciężarowego, kolejowego, powietrznego).

MATERIAŁY:

- tabela z porównaniem rodzajów samochodów
- wycięte karty z odpowiedziami
- prezentacja

METODY PRACY:

- praca w grupach
- dyskusja z nauczycielem
- wykład

UCZEŃ

Zadania dla uczestników zajęć lekcyjnych

KARTA PRACY // Porównanie rodzajów samochodów

ZADANIE 1

Szacunkowo 23% światowej emisji dwutlenku węgla (CO₂) przypada na transport. Jest to sektor, który jest szczególnie trudny do zdekarbonizowania. Wodór ze względu na swoje właściwości jest odpowiednim rozwiązaniem. **Uzpełnij tabelę wykorzystując odpowiedzi z dołączonej tabeli.**

	KATEGORIA	SAMOCÓD ELEKTRYCZNY	SAMOCÓD WODOROWY	SAMOCÓD SPALINOWY
1.	Nośnik energii			
2.	Emisja CO ₂			
3.	Silnik			
4.	Przeciętny zasięg			
5.	Czas tankowania			
6.	Produkt zużycia paliwa			
7.	Wjazd do zielonej strefy			
8.	Średnie spalanie / 100 km			
9.	Zastosowania			
10.	Zalety			
11.	Wyzwania			

ZADANIE 2

Zaznacz najbardziej optymalne – według Ciebie – rozwiązanie w każdej z kategorii 2–7. Uzasadnij swój wybór.

KARTA PRACY // Porównanie rodzajów samochodów

ODPOWIEDZI DO WYBORU

1.	Nośnik energii	A. Benzyna / olej napędowy	7.	Wjazd do zielonej strefy	A. Nie
		B. Wodór			B. Tak
		C. Bateria			C. Tak
2.	Emisja CO ₂	A. -200g /100 km	8.	Średnie spalanie / 100 km	A. 14 kWh
		B. 0 /100 km			B. 1.0 kg
		C. +2,5 kg / 100 km			C. 6 litrów
3.	Silnik	A. Spalinowy (sprawność 40-50%)	9.	Zastosowania	A. Transport krótkozasięgowy, małe jednostki.
		B. Elektryczny (sprawność 90-95%)			B. Transport krótko i dalekozasięgowy, średnie i duże jednostki.
		C. Elektryczny (sprawność 90-95%)			C. Transport krótko i dalekozasięgowy, wszystkie jednostki.
4.	Przeciętny zasięg	A. 650 km	10.	Zalety	A. Wysoka sprawność, brak emisji gazów cieplarnianych.
		B. 300 km			B. Dojrzała technologia, rozbudowana infrastruktura.
		C. 900 km			C. Brak emisji gazów cieplarnianych, duża pojemność energetyczna.
5.	Czas tankowania	A. 3-5 min	11.	Wyzwania	A. Wysoka emisja CO ₂ , emisja NOx, hałas/ drgania, konieczność stosowania olejów.
		B. 3-5 min			B. Brak infrastruktury, wysoka cena.
		C. 30 min - 12 h			C. Niska pojemność baterii, wrażliwość na temperaturę, czas ładowania, utylizacja baterii.
6.	Produkt zużycia paliwa	A. Para wodna			
		B. CO, CO ₂ , NOx			
		C. Brak			

KARTA PRACY // Porównanie rodzajów samochodów

ZADANIE 1 – ODPOWIEDZI

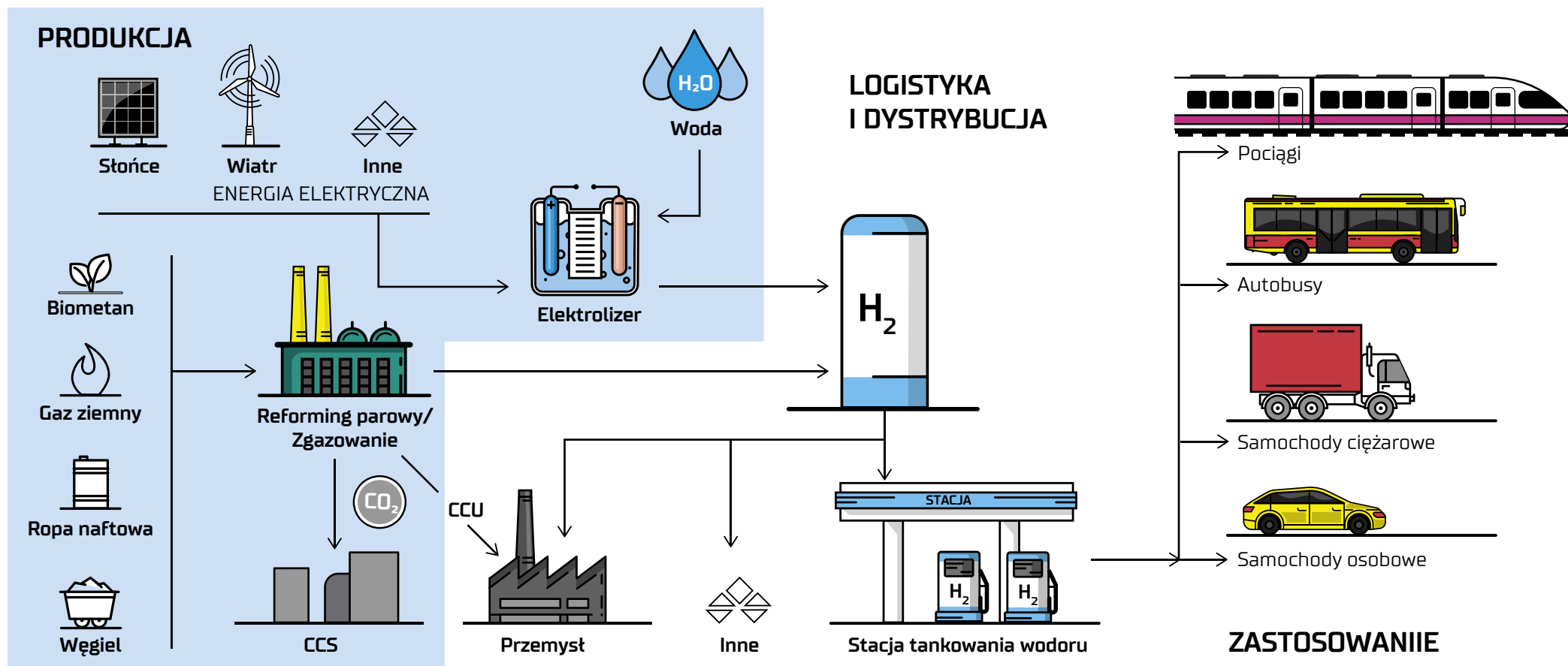
	KATEGORIA	SAMOCHÓD ELEKTRYCZNY	SAMOCHÓD WODOROWY	SAMOCHÓD SPALINOWY
1.	Nośnik energii	Bateria	Wodór	Benzyna / olej napędowy
2.	Emisja CO ₂	-0 /100 km	-200 g /100 km	+2,5 kg / 100 km
3.	Silnik	Elektryczny [sprawność 90-95%]	Elektryczny [sprawność 90-95%]	Spalinowy [sprawność 40-50%]
4.	Przeciętny zasięg	300 km	650 km	900 km
5.	Czas tankowania	30 min - 12 h	3-5 min	3-5 min
6.	Produkt zużycia paliwa	Brak	Para wodna	CO, CO ₂ , NOx
7.	Wjazd do zielonej strefy	Tak	Tak	Nie
8.	Średnie spalanie / 100 km	14 kWh	1,0 kg	6 litrów
9.	Zastosowania	Transport krótkozasięgowy, małe jednostki.	Transport krótko i dalekozasięgowy, średnie i duże jednostki.	Transport krótko i dalekozasięgowy, wszystkie jednostki.
10.	Zalety	Wysoka sprawność, brak emisji gazów cieplarnianych	Brak emisji gazów cieplarnianych, duża pojemność energetyczna.	Dojrzała technologia, rozbudowana infrastruktura.
11.	Wyzwania	Niska pojemność baterii, wrażliwość na temperaturę, czas ładowania, utylizacja baterii.	Brak infrastruktury, wysoka cena	Wysoka emisja CO ₂ , emisja NOx, hałas/drgania, konieczność stosowania olejów

NAUCZYCIEL

Materiały z informacjami dla nauczyciela o wodorze. *Slajdy można zaprezentować uczniom w trakcie zajęć.*

KARTA WIEDZY //

Pochodzenie wodoru do zasilania transportu



KARTA WIEDZY //

Budowa pojazdów wodorowych

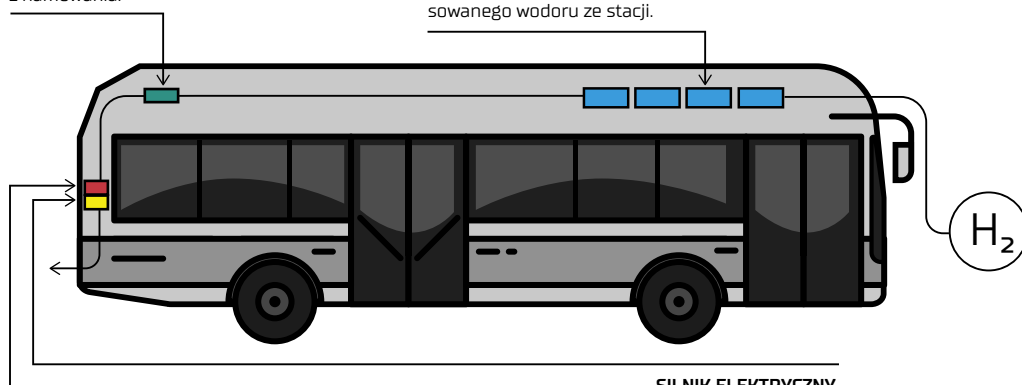
Jak działa autobus zasilany wodorowym ogniwem paliwowym?

BATERIA

Autobusy wodorowe wyposażone są w niewielką baterię, która poprawia wydajność pojazdu i umożliwia rekuperację energii z hamowania.

ZBIORNIKI PALIWA

Umieszczone na dachu pojazdu magazynują sprężony wodór. Jest on paliwem wykorzystywanym w ogniwie paliwowym. Wodór dostarczyć można poprzez zainstalowanie odpowiedniego generatora w ramach stacji ładowania wodoru lub poprzez transport płynnego lub skompresowanego wodoru ze stacji.

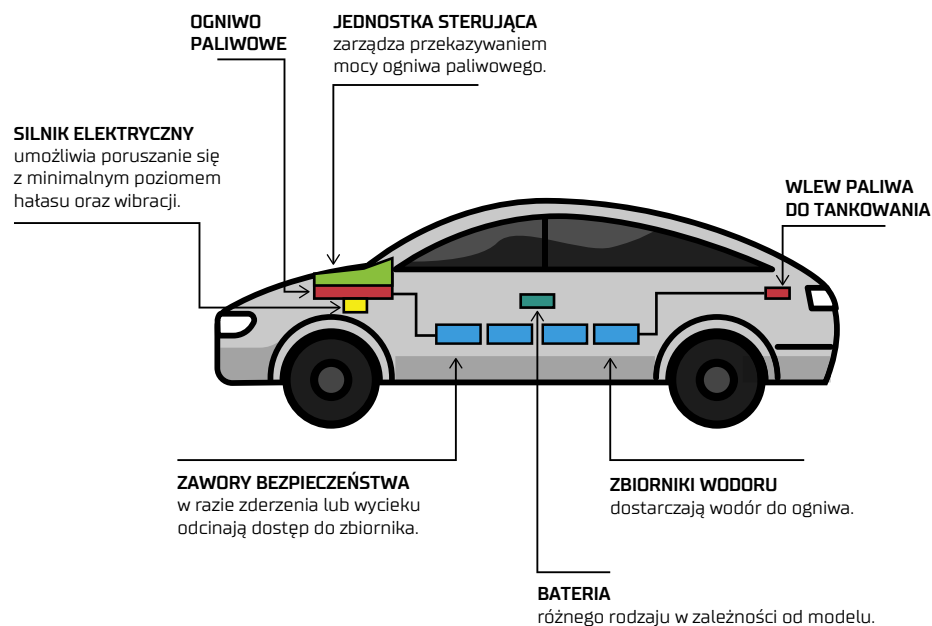
**OGNIWO PALIWOWE**

Zamienia energię chemiczną z wodoru w energię elektryczną. Wodór w postaci gazu dostaje się do anody ogniwa paliwowego i w procesie katalizy rozczepia się na tworzące go protony i elektrony. Przepływ elektronów, które trafiają do obwodu zewnętrznego, wytwarza energię elektryczną. Do katody ogniwa paliwowego dostaje się tlen. Tlen, elektrony z obwodu zewnętrznego i protony łączą się, tworząc wodę i ciepło. Napędzając pojazd wodorem autobusy emitują do otoczenia tylko wodę i parę wodną.

SILNIK ELEKTRYCZNY

Autobusy wyposażone w wodorowe ogniwa paliwowe stanowią typ pojazdu elektrycznego. W przeciwieństwie do tradycyjnych elektryków nie magazynują energii w bateriach, ale wykorzystują wodór jako paliwo. Silnik wykorzystuje energię elektryczną wytwarzaną w ogniwie paliwowym.

Jak działa pojazd drogowy zasilany wodorowym ogniwem paliwowym?

**OGNIWO PALIWOWE**

JEDNOSTKA STERUJĄCA zarządza przekazywaniem mocy ogniwa paliwowego.

SILNIK ELEKTRYCZNY umożliwia poruszanie się z minimalnym poziomem hałasu oraz wibracji.

WLEW PALIWA DO TANKOWANIA

ZAWORY BEZPIECZEŃSTWA w razie zderzenia lub wycieku odcinają dostęp do zbiornika.

ZBIORNIKI WODORU dostarczają wodór do ogniwa.

BATERIA różnego rodzaju w zależności od modelu.

KARTA WIEDZY //

Wodór w transporcie

Zgodnie z szacunkami, transport odpowiada za 20% światowej emisji dwutlenku węgla (CO_2). Jest to sektor, który jest szczególnie trudny do zdekarbonizowania. Wodór nazywany „paliwem przyszłości” jest idealnym – ze względu na swoje właściwości – rozwiązaniem do dekarbonizacji całego transportu.

KOLEJ

Lokomotywa wodorowa już jest testowana pilotażowo na odcinkach, które nie mają zelektryfikowanych linii. Takie rozwiązanie rozważane jest m.in. między Gdynią a Helem.

LOTNICTWO

Airbus planuje realizować pierwsze testy samolotu wodorowego w 2026 roku oraz wdrożyć pierwsze komercyjne loty pasażerskie do 2035 roku.

TRANSPORT CIĘŻAROWY

Ciężarówki wodorowe osiągają do 1000 km zasięgu przy ładowności 40 ton.

TRANSPORT MIEJSKI

Autobusy miejskie są od kilku lat dostępne na rynku, także w Polsce. Przykładowo Poznań zakupił 25 takich pojazdów, a w Gdańsku został przetestowany pierwszy autobus wodorowy.

TRANSPORT MORSKI

Żegluga będzie napędzana amoniakiem (NH_3), czyli azotem połączonym z zielonym wodorem. Projektanci statków już dziś nierzadko uwzględniają napęd wodorowy dla nowych jednostek.

KARTA WIEDZY //

Samochód wodorowy

Samochód wodorowy to pojazd z silnikiem elektrycznym, który zamiast baterii ma generator prądu na wodór (ogniwo paliwowe). Taki pojazd posiada wszystkie zalety samochodów elektrycznych i spalinowych. Najważniejsze cechy to:

ZERO EMISJI SPALIN

Ogniwo paliwowe łączy wodór ze zbiornika oraz tlen z powietrza – w ten sposób powstaje para wodna oraz prąd elektryczny do zasilania silnika.

SZYBKIE PRZYSPIESZENIE

Silniki elektryczne dostarczają pełny moment obrotowy od momentu uruchomienia, co sprawia, że samochody elektryczne często oferują szybkie przyspieszenie i dynamiczną jazdę.

PRACA W KAŻDYCH WARUNKACH

Temperatura i wilgotność stanowią wyzwanie dla pojazdów bateryjnych, ale nie dla wodorowych.

SZYBKIE TANKOWANIE

Tankowanie wodoru porównywalne jest czasowo do tankowania benzyny lub oleju napędowego. Zatankowanie pełnego zbiornika trwa kilka minut.

OSZCZĘDNOŚĆ SUROWCÓW NATURALNYCH

Z wyprodukowanych już ogniw paliwowych można odzyskać metale szlachetne. Nie występuje problem kosztownego recyklingu baterii.

KOSZTY PALIWA

1 kg wodoru w Polsce kosztuje około 69 zł i pozwala przejechać 100–120 km. Wraz z rozwojem technologii wytwarzania wodoru cena powinna spadać. Po rozwinięciu gospodarki wodorowej koszty powinny spaść do około 2 euro (8–10 zł).

CICHA JAZDA

Silniki elektryczne pracują bardzo cicho w porównaniu do tradycyjnych silników spalinowych.

REDUKCJA MASY POJAZDU

Wyeliminowanie baterii to znaczna redukcja masy pojazdu.

DUŻY ZASIĘG

Samochody wodorowe oferują długi zasięg na jednym tankowaniu wodoru – przy normalnym użytkowaniu to 650 km zasięgu.

MODUŁOWOŚĆ

Wodór magazynowany jest w 3–4 niezależnych zbiornikach.

GENERATOR ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Ogniwa paliwowe mogą zasilić nie tylko pojazd, ale też urządzenia zewnętrzne. Istnieją konfiguracje pojazdów z gniazdkami elektrycznymi.

BEZPIECZEŃSTWO

Zbiorniki wodoru, jak i sama technologia wytwarzania energii za pośrednictwem ogniw paliwowych, są całkowicie bezpieczne dla użytkowników dróg.

KARTA WIEDZY //

Samochód wodorowy a wyzwania

Samochody wodorowe to innowacyjna gałąź motoryzacji, która dynamicznie się rozwija. Należy jednak zaznaczyć, że technologia stoi przed szeregiem wyzwań.

Do największych należą:

DOSTĘPNOŚĆ INFRASTRUKTURY

Obecnie w Polsce jest dostępnych kilka stacji tankowania wodoru, a w Europie łącznie 160. Polska Strategia Wodorowa przewiduje, że do 2025 r. w Polsce powstaną 32 stacje do ładowania wodorem.

CENA SAMOCHODÓW

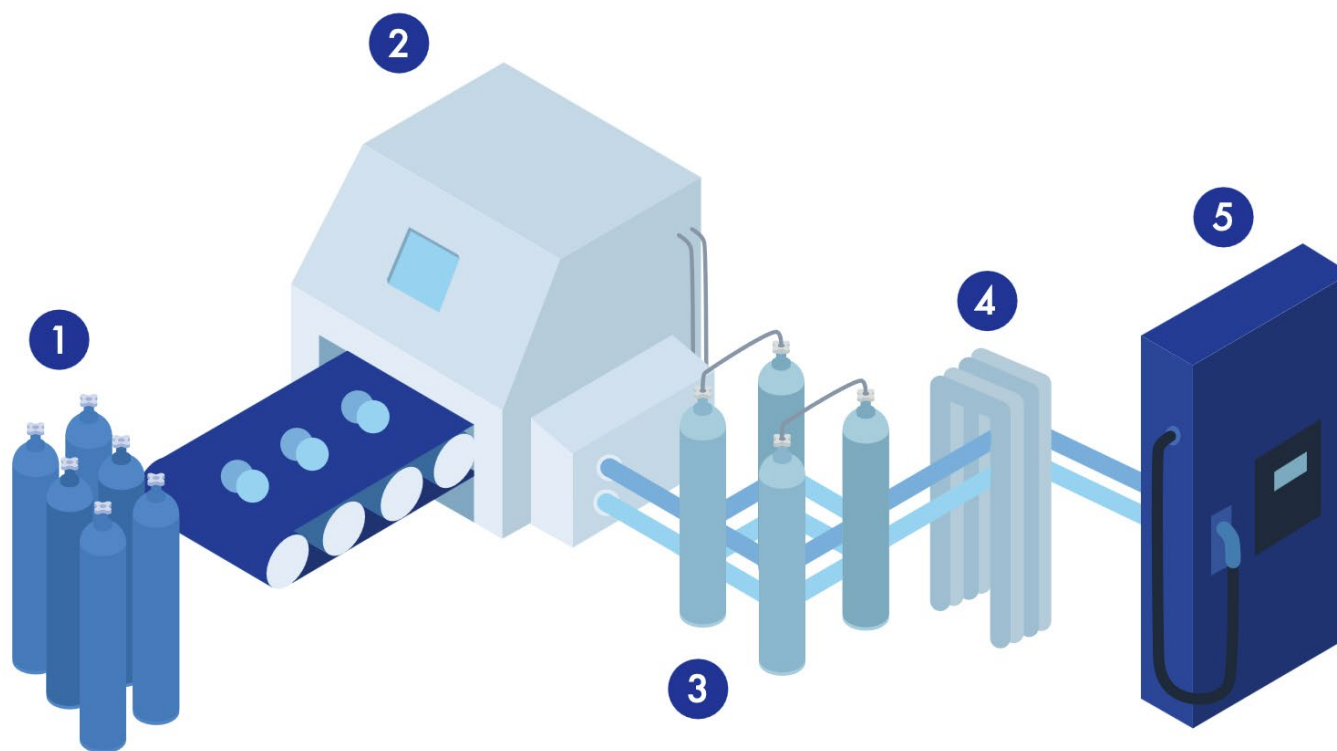
Nowatorskość technologii i dostępność pojazdów tylko klasy premium powoduje, że cena samochodu to koszt minimum ok. 300 tys. zł. Wraz z rozwojem rynku pojazdy wodorowe będą dostępne w innych segmentach.

WSPARCIE ROZWOJU TECHNOLOGII

Technologia samochodów wodorowych jest nadal w fazie rozwoju, co oznacza, że potrzebuje więcej czasu na osiągnięcie pełnej dojrzałości i dostępności.

KARTA WIEDZY //

Budowa stacji tankowania wodoru



1. ŹRÓDŁO WODORU

H₂ jest przechowywany w butlach gazowych w 200 barach.

2. PROCES KOMPRESJI

H₂ jest sprężane pod ciśnieniem 350 lub 700 barów

3. BUFORY

Przechowywanie H₂ pod wysokim ciśnieniem.

4. WYMIENNIK CIEPŁA

H₂ jest schładzany do -40 stopni przed dostawą.

5. DYSTRYBUTOR

H₂ jest przelewany do zbiornika pojazdu.

KARTA WIEDZY //

Inne pojazdy napędzane wodorem

AUTOBUS



Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Solaris_Urbino_12_hydrogen

POCIĄG



Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Alstom_Coradia_LINT

SAMOLOT



Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_vehicle

RAKIETA



Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_vehicle

WÓZEK WIDŁOWY



Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_cell_forklift

CIĘŻARÓWKA



Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_cell_vehicle

PROM



Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/MF_Hydra

ŹRÓDŁA DANYCH

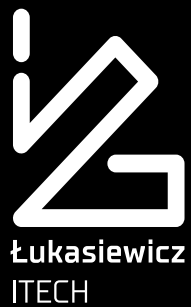
1. Transport kluczem do rozwoju technologii wodorowych w Polsce, wodor2030.pl, https://h2wielkopolska.pl/wp-content/uploads/2021/02/ZDG_TOR_Transport_kluczem_do_rozwoju_tehnologii_wodorowych.pdf,
2. How and hrs works, Air Liquide, <https://h2me.eu/about/how-an-hrs-works/>,
3. Hydrogen's Role in Transportation, U.S. Department of Energy, <https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/hydrogens-role-transportation>
4. R. Wurster, J. Schindler, Solar and wind energy coupled with electrolysis and fuel cell, Handbook of Fuel Cells, Volume 3, Wiley 2003,
5. <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>

MATERIAŁY UZUPEŁNIAJĄCE:

1. Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach, International Energy Agency, <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>,
3. Hydrogen Applications in Heavy-Duty Transportation, 2021 HEAVENN Report Green Planet Real Estate B.V.,
4. Filling up with H₂, Hydrogen mobility starts now, <https://h2.live/en/>,
5. European Alternative Fuels Observatory, <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/>.

WIEDZA O WODORZE

1. Strategia Bezpieczeństwa Technologii Wodorowych w Polsce na lata 2023-2030 <https://itech.lukasiewicz.gov.pl/wp-content/uploads/2024/03/Strategia-bezpieczenstwa-technologie-wodorowych-w-polsce-na-lata-2023-2030.pdf>
 2. Bezpieczeństwo w technologiach wodorowych <https://itech.lukasiewicz.gov.pl/2023/10/11/bezpieczenstwo-w-technologiech-wodorowych-w-8-raportach/>
 3. H₂: Opinie i preferencje Polek i Polaków <https://itech.lukasiewicz.gov.pl/2023/05/10/h2-opinie-i-preferencje-polek-i-polakow/>
 4. Wodór w Polsce w perspektywie 2030+ <https://itech.lukasiewicz.gov.pl/2023/06/09/wodor-polsce-w-perspektywie-2030/>
-



POPH2
Wiesz więcej!



Projekt dofinansowany ze środków
budżetu państwa, przyznanych przez
Ministra Edukacji i Nauki w ramach
Programu „Społeczna odpowiedzialność
nauki II”

MNiSW
