

Magazynowanie Wodoru

Prezentacja: Metody i techniki magazynowania wodoru.

Partnerzy:

Miejsce magazynowania wodoru zależy od kilku czynników.

Przedyskutuj z partnerem, jakie to mogą być czynniki.

Miejsce magazynowania wodoru zależy od kilku czynników.

Objętość

Temperatura

Czas

Zastosowanie

Miejsce magazynowania wodoru zależy od kilku czynników.

Objętość

Przy wyższym ciśnieniu jest więcej
możliwości magazynowania.
Skutkuje to większą wagą.

Temperatura

W pewnych temperaturach
wymagane są specjalistyczne
materiały.

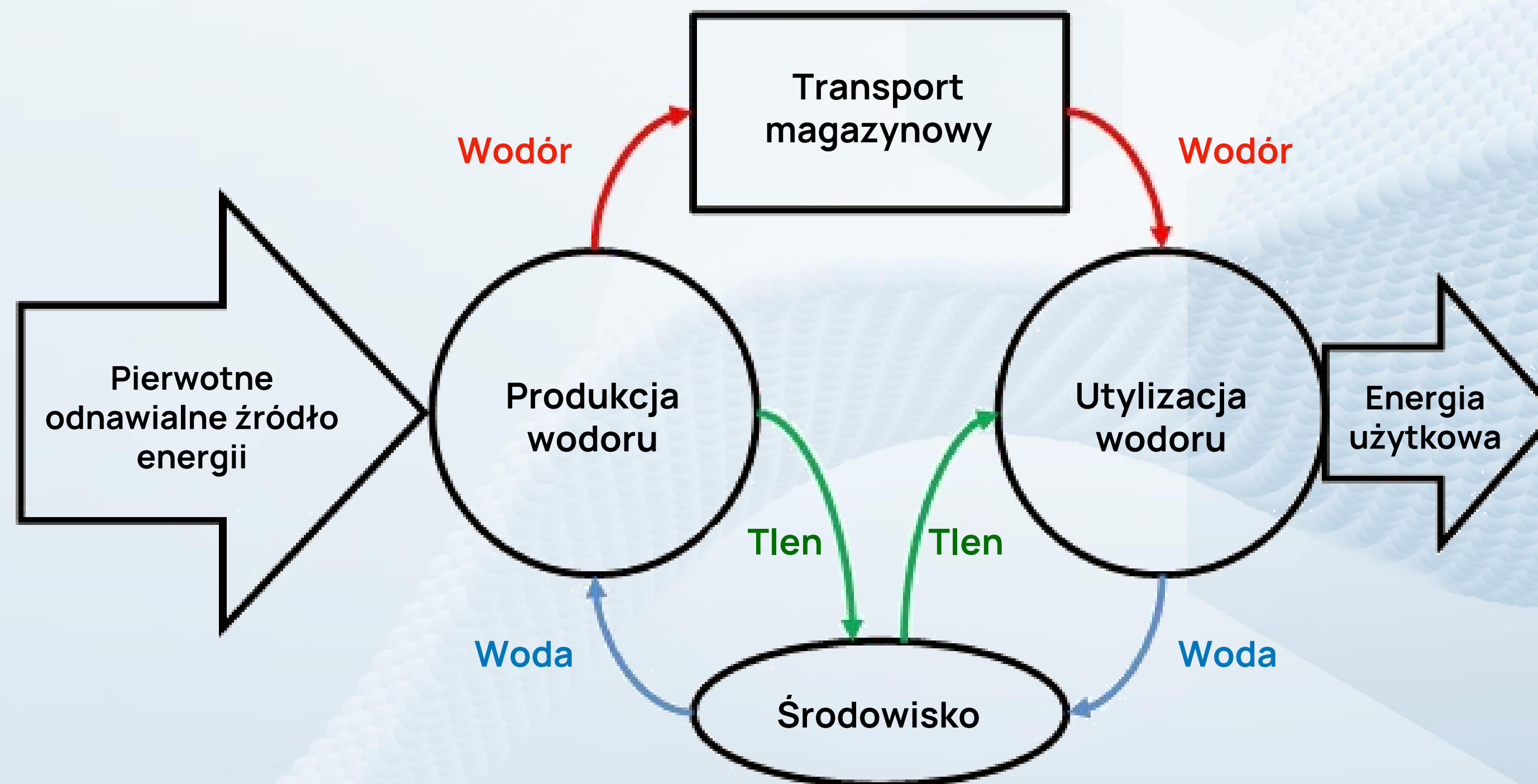
Czas

Jak długo będzie przechowywany?

Zastosowanie

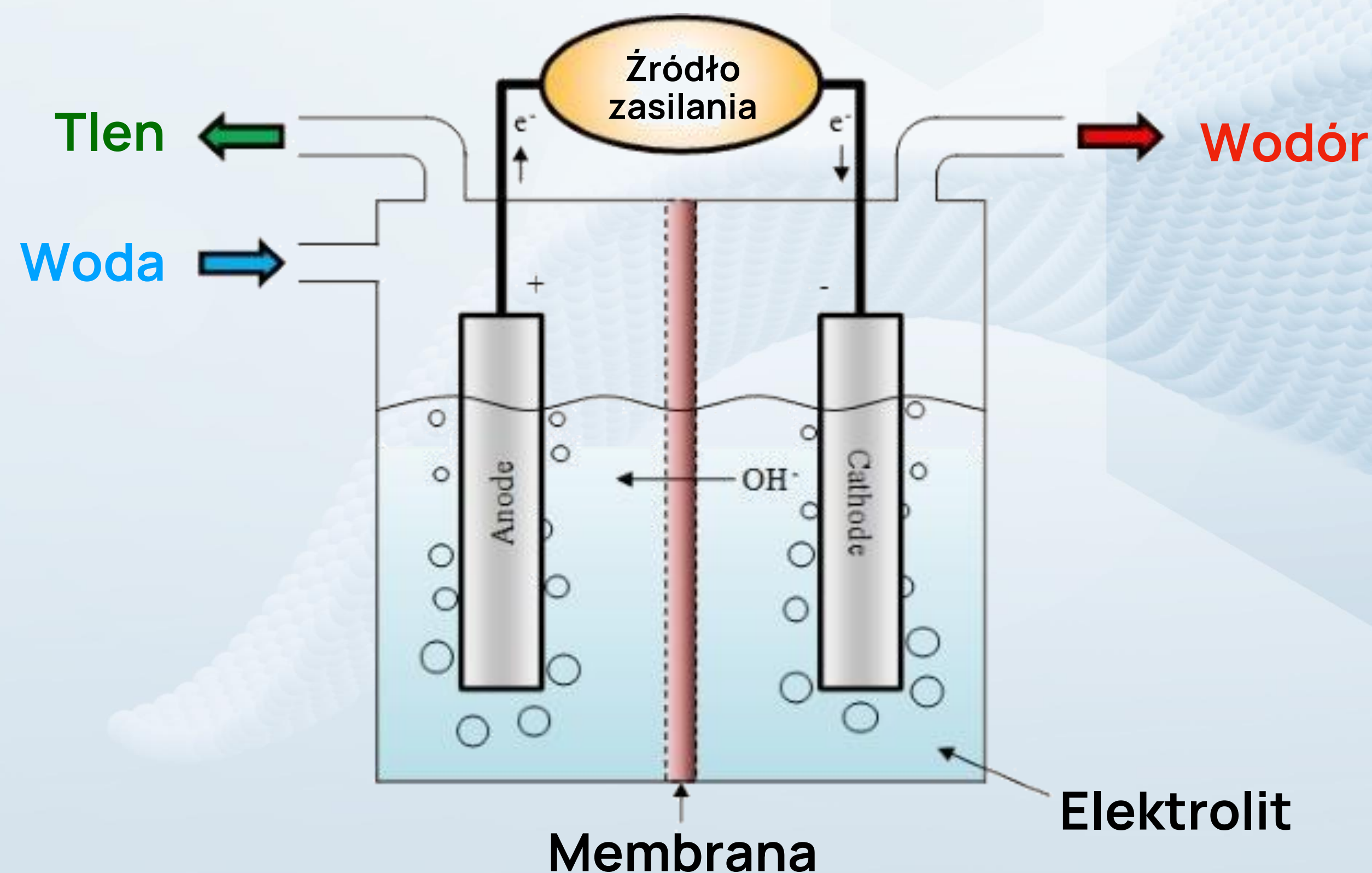
Czy będzie transportowany przed
użyciem?

W zależności od metody produkcji wymagania dotyczące magazynowania wodoru będą się różnić. Dlatego pomocne jest przyjrzenie się cyklowi życia wodoru, kiedy pochodzi on z odnawialnego źródła energii.



Gospodarka wodorowa to system dostarczania energii pozyskiwanej z wodoru poprzez stworzenie zmodyfikowanej infrastruktury. Ponadto produkcja, dystrybucja, utylizacja i magazynowanie wodoru mają fundamentalne znaczenie dla realizacji tego systemu.

Poniżej znajduje się typowy schemat ogniwa elektrolitycznego. Połączenie odnawialnego źródła energii, takiego jak wiatr lub energia słoneczna, wraz z elektrolizerem może wytwarzać i magazynować wodór, który można później wykorzystać jako zapasowe źródło energii, aby pomóc przetrwać przerwy w sieci elektrycznej.



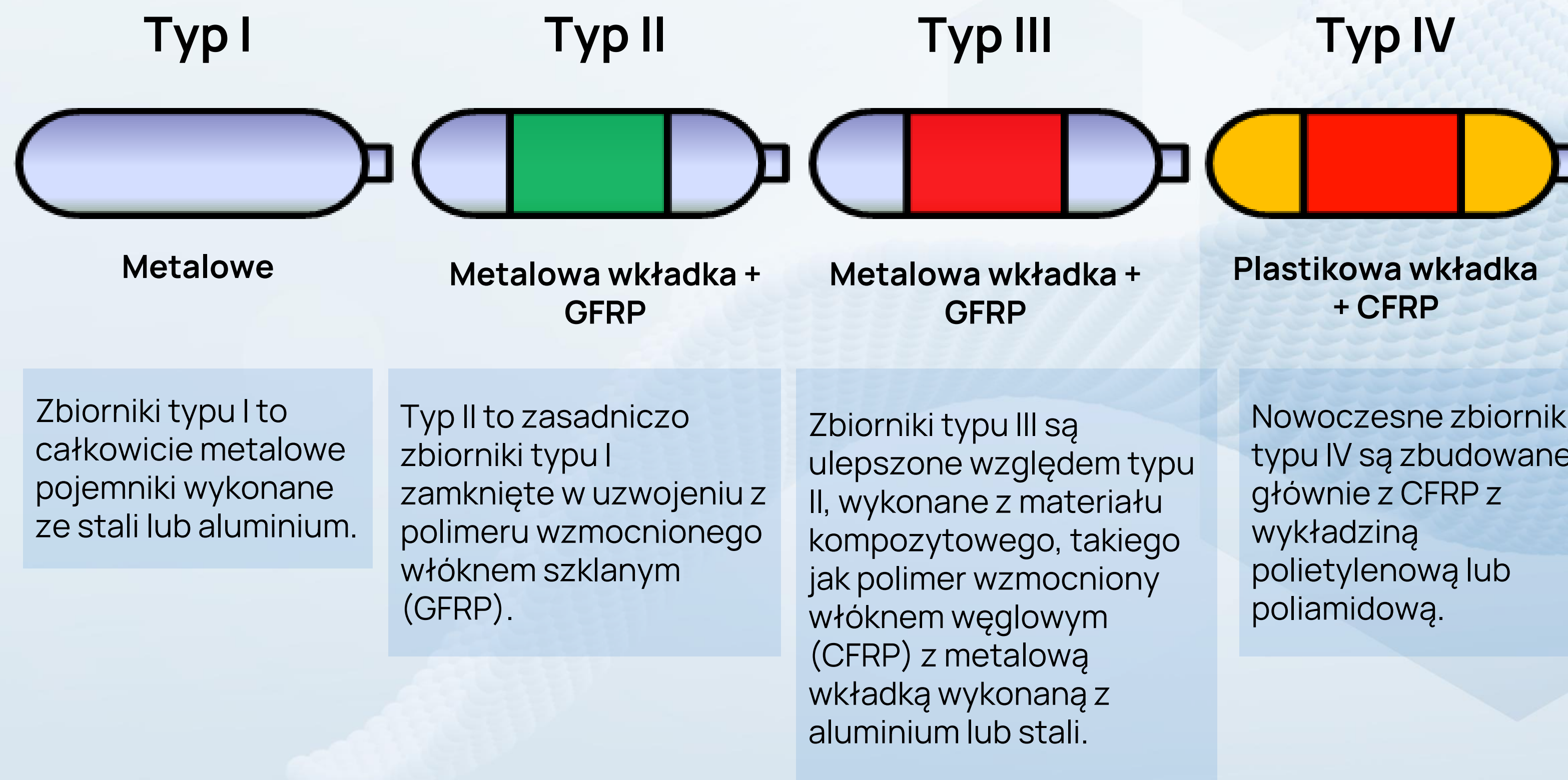
Wodór może być magazynowany na terenie zakładu w miejscu produkcji w postaci sprężonego gazu, cieczy lub chemicznie na stałym nośniku. Dystrybucja wodoru byłaby stosunkowo prosta odkąd można go dostarczać rurociągiem do miejsca użycia.

W ciągu ostatnich dwóch dekad wyprodukowano miliardy metrów sześciennych wodoru, które były przechowywane w magazynach pośrednich i transportowane rurociągami w celu obsługi przemysłu chemicznego i lotniczego.

Jedną z największych przeszkód stojących przed ustanowieniem gospodarki wodorowej jest kwestia magazynowania wodoru w bezpieczny, kompaktowy, niezawodny i opłacalny sposób. Departament Energii USA opublikował artykuł, w którym podkreśla, że aby wodór był konkurencyjny w stosunku do konwencjonalnych technologii, pojazd musi działać w zasięgu 300 mil. Jest to jednak wyzwanie ze względu na fizyczne właściwości wodoru.

Zbiorniki wysokociśnieniowe

Bardziej rozpowszechnionymi technikami magazynowania wodoru są zbiorniki wysokociśnieniowe, które zostały podzielone na cztery grupy w zależności od materiału i ciśnienia roboczego.



Cztery główne rodzaje zbiorników wysokociśnieniowych używanych do przechowywania wodoru.

Zbiorniki wysokociśnieniowe

Powszechną metodą magazynowania wodoru jest sprężony gaz pod ciśnieniem wewnątrz zbiornika w zakresie od 35 do 70 MPa. Zwiększenie ciśnienia w trakcie magazynowania poprawiłoby gęstość energii, dając w rezultacie mniejszy zbiornik, ale znacznie cięższy system. Wodór jest gazem nieidealnym, co oznacza, że do skompresowania wodoru w mniejszych objętościach potrzebne są duże ilości energii. Zbiorniki ze sprężonym wodorem wymagają 2,1% wartości energii do zasilania sprężarki. Ta energia byłaby tracona na etapie sprężania, chyba że została odzyskana w inny sposób, co sprawi, że system będzie mniej wydajny i bardziej kosztowny. Inną poważną wadą tego sposobu przechowywania jest to, że kwestia rozmiaru i wagi skompresowanego zbiornika sprawia, iż jest to nieatrakcyjna opcja dla zastosowań mobilnych.



Zbiornik **35**MPa



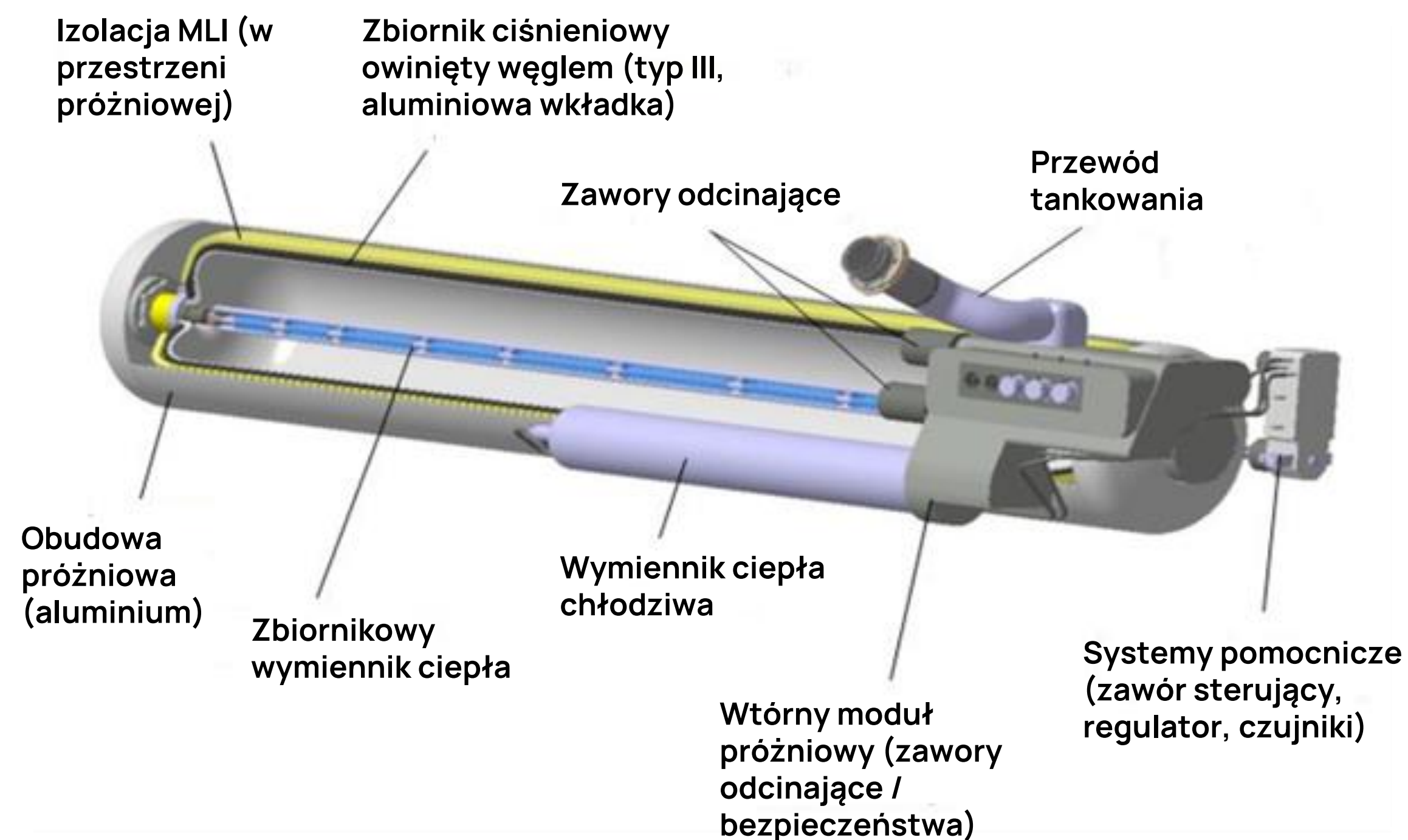
Zbiornik **70**MPa

Kriokompresja

Wodór można również magazynować w stanie ciekłym w warunkach kriogenicznych. Zazwyczaj w tych warunkach wodór jest przechowywany pod ciśnieniem 1 atm w temperaturze -253°C . Przechowywanie wodoru w stanie ciekłym poprawi jego gęstość objętościową, ułatwiając jego przechowywanie w mniejszym zbiorniku. Związane z tym problemy magazynowania wodoru obejmują odparowanie, energię potrzebną do skraplania wodoru, rozmiar zbiornika i przypisane koszty. W tym kontekście skraplanie odnosi się do odparowania ciekłego wodoru, co powoduje stopniowy wzrost ciśnienia gazu w zbiorniku. Odparowanie może stanowić poważny problem z bezpieczeństwem w sytuacjach, gdy pojazd napędzany wodorem jest zaparkowany w zamkniętych i słabo wentylowanych przestrzeniach, ponieważ wodór jest podatny na samozapłon. Według US DoE około 30% niższej wartości opałowej wodoru jest wymagane do skraplania, co sprawia, że proces ten jest energochłonny, a zatem wiąże się z dużymi kosztami.

Kriokompresja

Obecnie opracowywany jest system hybrydowy, zwany kriokompresją, który zapewnia zbiornik ciśnieniowy zawierający bardzo zimny gaz wodorowy, sprężony pod ciśnieniem 30 MPa i schłodzony do -200°C . Ten zbiornik jest lżejszy i bardziej kompaktowy niż większość nośników danych. W 2015 roku BMW wypuściło na rynek samochód napędzany wodorem, wykorzystujący zbiornik do przechowywania wodoru ze sprężonym kriogenem, taki jak ten przedstawiony poniżej. Co więcej, temperatura nie jest tak niska jak w przypadku przechowywania kriogenicznego, co oznacza mniejszy **koszt** za skraplanie wodoru i mniejsze parowanie.



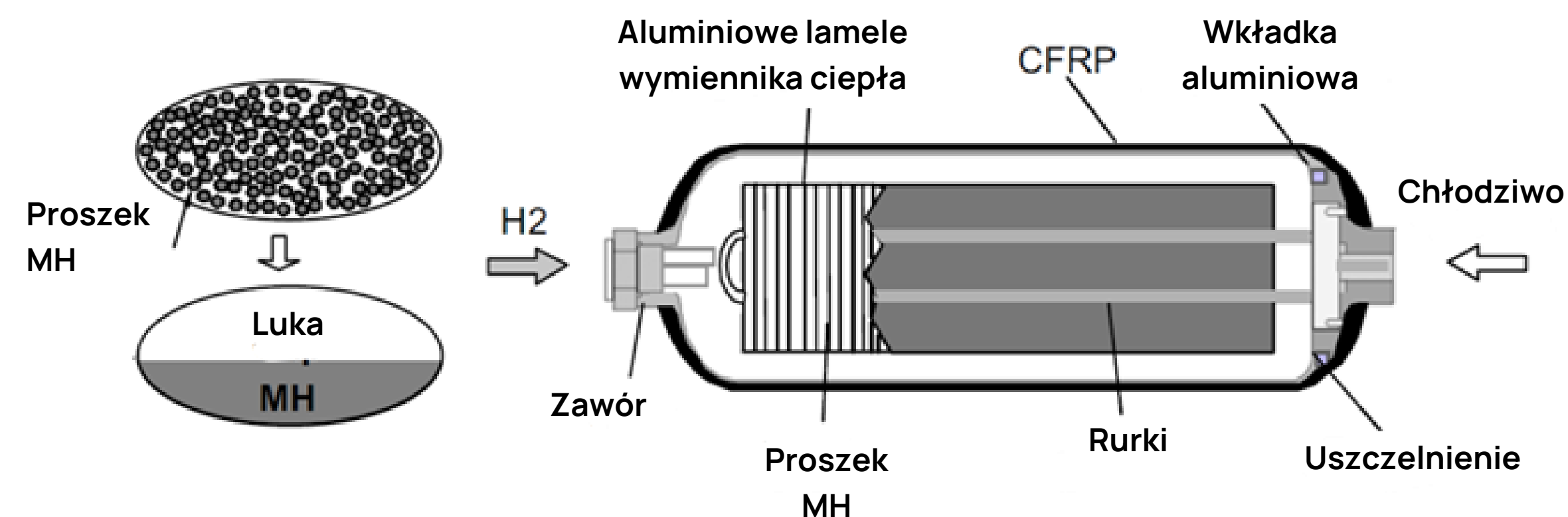
Przekrój poprzeczny zbiornika do przechowywania wodoru sprężonego kriogenicznie.

Wodorki metali

Nowatorskie metody obejmują fizyczne lub chemiczne przechowywanie wodoru w wybranych materiałach. Wodór może być magazynowany na powierzchni materiału poprzez adsorpcję, w postaci molekularnej lub jednoatomowej. Wodór może również ulec dysocjacji na atomy, zaabsorbowane do ciała stałego i zmagazynować je w sieci krystalicznej, na przykład w wodorkach metali. Inne metody obejmują atomy wodoru tworzące silne wiązania chemiczne, powodujące powstanie związków chemicznych, takich jak złożone i chemiczne wodorki.

Wodorki metali

Wodorki metali powstają, gdy niektóre metale reagują z gazem wodorowym. Najbardziej użyteczne wodorki metali reagują w temperaturze pokojowej pod ciśnieniem wodoru 500 kPa. Przykładami wodorków metali są wodorek palladu (PdH), wodorek magnezu (MgH_2) i wodorek lantanu i niklu (LaNi_5H_x). Absorpcja wodoru przez takie metale jest procesem egzotermicznym, odwrotnie desorpcja jest endotermiczna, co oznacza, że do uwolnienia wodoru potrzebna jest energia cieplna. Poboczny rysunek przedstawia schemat zbiornika magazynującego wodorek metalu.

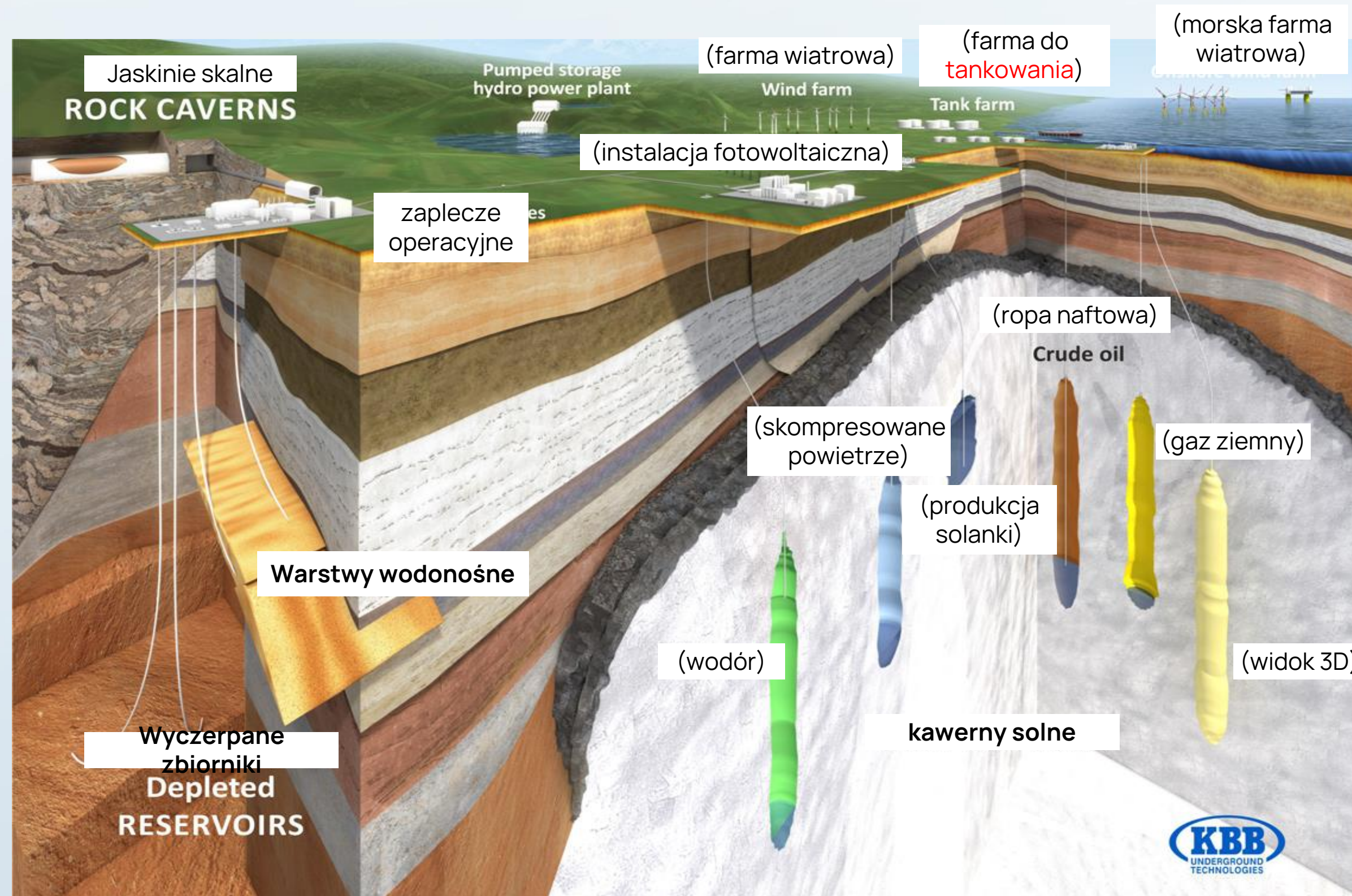


Schemat zbiornika do magazynowania wodoru w wodorku metalu (MH).

W przypadku stacjonarnego przechowywania w zastosowaniach przemysłowych przestrzeń nie jest tak ważna, jak w zastosowaniach mobilnych, ponieważ system nie jest ograniczony do objętości pojazdu.

Magazynowanie pod ziemią

Wodór może być również magazynowany w dużych ilościach pod ziemią, w jaskiniach, kawernach solnych i wyeksploatowanych polach naftowych i gazowych. Poniższy obrazek przedstawia potencjał magazynowania dużych ilości wodoru w kawernach solnych. Na całym świecie jest wiele miejsc składowania, takich jak jaskinia solna ICI w Teesside w Anglii, w której znajduje się 95% czystego wodoru i 3 - 4% CO₂.



W latach 1956–1974 francuska firma gazownicza Gaz składowała gaz syntezowy w warstwie wodonośnej w Beynes we Francji, nie powodując żadnych problemów związanych z bezpieczeństwem w tym okresie.

Rosja również składowała wodór pod ziemią pod ciśnieniem 9 Mpa specjalnie dla swojego przemysłu lotniczego.