

An aerial photograph showing a road that starts as a narrow two-lane road at the top and gradually widens and curves into a large river at the bottom. The surrounding landscape is a mix of green and brown fields. A small blue car is visible on the road in the upper half of the image.

KIERUNEK: WODÓR

03 | WSTĘP

04 | ŹRÓDŁO ŻYCIA
05

6-7 | NASZ PRZYJACIEL WODÓR



11 | BUDOWANIE
12 | SIECI
DYSTRYBUCJI

08-10 | KIERUNEK:
WODÓR

13 | WODÓR PRZENIKA DO MEDIÓW
SPOŁECZNOŚCIOWYCH

14-17 | PRZEGLĄD RYNKU MOBILNOŚCI
OPARTEJ NA WODORZE

19 | CZYSTA
20 | ENERGIA BEZ
OGRANICZEŃ

18 | TRZY PYTANIA
DO JULIUSZA VERNE'A



21-22 | CZAS NA
WIĘKSZĄ SKALĘ



23 | WODÓR
ON-LINE

24-25 | WODOROWY
EKOSYSTEM

26 | WYWIAD Z THOMASEM
PESQUETEM



Zespół redakcyjny
Pierre-Étienne Franc
Dominique Lecocq
Alexandra Lebrethon

WYDAWNICTWO WE DEMAIN

Wydawca: Jean-Dominique Siegel. Współpraca: Mairé Sue. Redaktor naczelny: Gilles Luneau.
Dyrektor artystyczny: Alison Guyard. Sekretarz redakcji: Claire Gollot. Ikonografia: Sylvain Galy.
Projekt graficzny i przygotowanie do druku: Élodie Doré.
www.wedemain.fr



rodzony wśród gwiazd wodór to jeden z głównych składników naszej planety. Atutem tego powszechnie występującego, bezbarwnego, bezwonnego i nie powodującego korozji pierwiastka jest to, że zawiera on w jednym kilogramie trzy razy więcej energii niż benzyna. Dzięki prostej budowie jego atomów – złożonych tylko z jednego protonu i jednego elektronu – jest najlżejszym pierwiastkiem chemicznym. Wodór nie występuje w przyrodzie w czystej postaci.

Jest zawsze elementem składowym innych cząsteczek, współtworząc najczęściej molekuly wody, która pokrywa 70% powierzchni Ziemi. Wodór był przez wieki przedmiotem innowacji przemysłowych, odkąd w 1806 roku szwajcarski wynalazca Isaac de Rivaz wykorzystał jego moc do stworzenia pierwszego silnika wodorowego. Nie ma wątpliwości, że bez tego podbój kosmosu byłby niemożliwy do zrealizowania. Wodór możemy spotkać w przeróżnych gałęziach przemysłu – metalurgii, chemii, petrochemii czy farmacji – ale dopiero niedawno zaczął on być wykorzystywany w transporcie. Inżynieria mechaniczna zazwyczaj stroniła od silników wodorowych. Co jakiś czas pojawiały się pomysły, będące za każdym razem ponownym odkryciem tej wspaniałej idei, ale werdykt był zawsze taki sam: zbyt wysokie koszty! Po co konstruować silnik napędzany wodorem, który trzeba przecież uzyskać z gazu ziemnego, skoro jako paliwo można wykorzystać bezpośrednio gaz CNG, LPG czy niedrogie produkty ropopochodne? Wodór można uzyskiwać w drodze elektrolizy wody, jednak proces ten wymaga dużego nakładu energii elektrycznej, przez co jest jeszcze droższy.

Wszystko uległo zmianie wraz z nadejściem energii odnawialnej. Źródła energii odnawialnej są w stanie produkować nieograniczone ilości energii elektrycznej, choć nie zawsze wtedy, kiedy byśmy tego chcieli. I w tym momencie z pomocą przychodzi wodór. Głównym problemem energii elektrycznej jest konieczność jej wykorzystania w momencie wyprodukowania. Jeśli wygenerowany przez turbinęwiatrową czy baterię słoneczną prąd elektryczny nie zostanie od razu zużyty, wówczas się po prostu zmarnuje. Zatem elektroliza wody ma sens, a jej opłacalność ekonomiczna przestaje mieć znaczenie, ponieważ wykorzystana do jej przeprowadzenia energia elektryczna i tak zostałaby zmarnowana. A ponieważ wodór łatwo się przechowuje, stwarza on nam możliwość magazynowania energii elektrycznej pod postacią gazu lub cieczy po jego sprężeniu lub obniżeniu temperatury. Taki wodór można przetworzyć z powrotem na energię elektryczną w dowolny sposób i w dowolnym czasie, napędzając nim turbinę czy ogniwo paliwowe. Te stare, powszechnie znane technologie stanowią kolejny sposób na sprostanie wyzwaniom związanym ze zmianą klimatu, zmniejszając przy tym rachunek za pochodzącą z importu ropę naftową.

Kiedy zatem będziemy gotowi na przestawienie się z paliw kopalnych na wodór? Właściwie to jesteśmy gotowi już teraz! Fazy prototypów i eksperymentów mamy już dawno za sobą. Każdego dnia wodór udowadnia, że jest doskonałym rozwiązaniem dla transportu i magazynowania energii. Nadszedł czas na zwiększenie skali zastosowania tych rozwiązań, na ich uprzemysłowienie, na stworzenie rynków, które będą wprowadzać w życie bazujące na wodorze zasady gospodarki ekologicznej i na rozpowszechnienie tej technologii w społeczeństwie. Ludzie zaczną wówczas rozumieć, że oparte na wodorze rozwiązania to coś więcej niż tylko reakcja na problem technologiczno-środowiskowy. Że są one znakiem i symbolem społeczności zmierzającej w kierunku bardziej elastycznego stylu życia. Tu nie chodzi tylko o zmianę wykorzystywanego paliwa – chodzi o zmianę sposobu życia. Nagle powietrze staje się czystsze, a przyszłość ludzkości zaczyna rysować się w dużo jaśniejszych barwach.

POWSZECHNIE DOSTĘPNE, CZYSTE I ODNAWIALNE ŹRÓDŁO ŻYCIA

OGNIWO PALIWOWE DYSKRETNIE POJAWIA SIĘ
W NASZYM ŻYCIU: ZASILANE WODOREM
WYTWARZA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ... I PRODUKUJE WODĘ.

Wartość energetyczna wodoru znana jest już od XIX wieku: w procesie spalania jednego kilograma wodoru wytwarza się trzy razy więcej energii niż przy spalaniu jednego kilograma benzyny. Zanim wodór ustąpił miejsca ropie naftowej i gazowi ziemnemu, był on wykorzystywany w procesach związanych z ogrzewaniem i oświetleniem. Z drugiej strony bardzo niska gęstość wodoru oznacza, że zajmuje on więcej miejsca niż odpowiadająca mu wagowo ilość benzyny – do wyprodukowania takiej samej ilości energii, którą uzyskuje się z jednego litra benzyny potrzeba 4,6 litra wodoru molekularnego sprężonego pod ciśnieniem 700 barów. Wodór można spotkać powszechnie niemal wszędzie, przede wszystkim w cząsteczkach wody (składających się z dwóch atomów wodoru i jednego atomu tlenu) oraz w łańcuchach węglowych, natomiast bardzo rzadko występuje on sam. W związku z tym trzeba go uzyskiwać pod postacią gazu w dwuatomowej formie wodoru molekularnego (dwóch złączonych ze sobą atomów). Przez długi czas wodór pozyskiwano z węgla kamiennego, a następnie z gazu ziemnego. Dziś znamy negatywny wpływ, jaki procesy te wywierają na środowisko – w ich wyniku dochodzi do powstawania gazów cieplarnianych, które wywołują zmiany klimatyczne. Alternatywą może być produkcja wodoru poprzez wykorzystanie elektrolizy lub technologii CCUS (Carbon Capture Utilization and Storage, pol. wychwytywanie, wykorzystywanie i składowanie dwutlenku węgla). Takiego gazowego wodoru można



Sir William Robert Grove (1811–1896) w roku 1839.

następnie użyć do napędzania ogniw paliwowych wynalezionych przez brytyjskiego naukowca Sir Williama Roberta Grove'a. W 1839 roku wykazał on, że w wyniku zmieszania ze sobą cząsteczkowych postaci wodoru i tlenu powstaje jednocześnie energia elektryczna, ciepło i woda. Właśnie na syntezie wody opiera się zasada działania ogniwa paliwowego.

Ogniwo paliwowe składa się z bieguna dodatniego – katody – oraz bieguna ujemnego – anody. Pomiędzy nimi następuje przepływ elektronów i jonów (elementów atomu). Katoda i anoda rozdzielone są elektrolitem w postaci stałej lub ciekłej. W ogniwie paliwowym wodór cząsteczkowy dociera do anody, a tlen cząsteczkowy – do katody. Tlen przyciąga

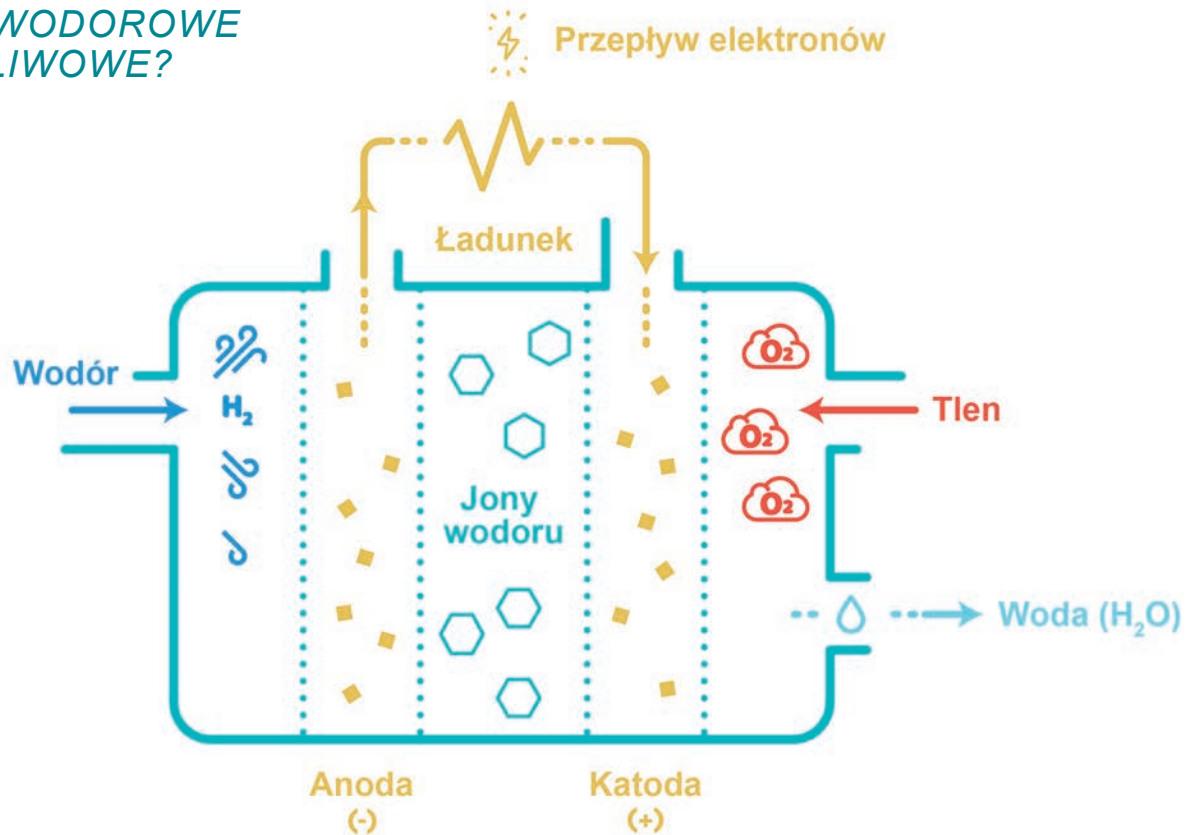
atomy wodoru, ale żeby mogły one się do niego dostać, muszą podzielić się na elektrony i jony, ponieważ elektrolit blokuje elektrony, wymuszając na nich utworzenie obwodu, w którym generowany jest prąd elektryczny. W tym samym czasie jony wodoru przepływają przez elektrolit do tlenu i łączą się z nim, tworząc wodę. W tej reakcji chemicznej wytwarzane jest także ciepło, które można odzyskać. Całkowita wydajność energetyczna ogniwa paliwowego wynosi około 60% (dla porównania w standardowym samochodowym silniku benzynowym poziom ten wynosi 35%).

WODÓR NISKOEMISYJNY

Wodór jest wtórnym nośnikiem energii. Aby wydobyć zawartą w nim energię, należy go wyizolować z cząsteczek, w których skład wchodzi. Eksploatacja źródeł wodoru ma udział w śladzie węglowym procesów, w których jest on stosowany. Obecnie do produkcji wodoru molekularnego na potrzeby przemysłu, przede wszystkim do odsiarczania węglowodorów, w dalszym ciągu wykorzystuje się na dużą skalę gaz ziemny (głównie metan) – w roku 2017 ilości wodoru dostarczone przez Air Liquide do rafinerii na całym świecie umożliwiły powstrzymanie emisji 1,5 mln ton tlenków siarki do atmosfery. Stanowi to mniej więcej dziesięciokrotność całkowitego poziomu emisji w kraju wielkości Francji. Wodór wykorzystuje się również w przemyśle metalurgicznym, chemicznym, farmaceutycznym, elektronicznym oraz w przetwórstwie spożywczym.

JAK DZIAŁA WODOROWE OGNIWO PALIWOWE?

Atom wodoru zawiera dodatnie jony i ujemne elektrony. Tlen (O_2) pompowany jest przez katodę, przyciągając atomy wodoru (H_2), które zostają wprowadzone na anodę. Zmierzające w kierunku tlenu atomy wodoru muszą przejść przez elektrolit lub membranę, gdzie blokowane są ich elektrony. Na elektronach tych wymuszane jest przejście do innego obwodu, w wyniku czego wytwarza się prąd elektryczny. W tym samym czasie jony (H^+) przepływają przez elektrolit do atomów tlenu, z którymi się łączą, tworząc wodę (H_2O). W procesie tym generowane jest ciepło, które można także wykorzystać jako źródło energii. Prowadzone obecnie badania naukowe skupiają się na udoskonalaniu membran.



Przemysł we Francji zużywa 900 000 ton wodoru molekularnego rocznie. Na całym świecie poziom ten sięga 50 milionów ton. W procesie wytwarzania wodoru z metanu dochodzi do powstawania gazów resztkowych składających się z dwutlenku węgla (CO_2) oraz wodoru. W celu rozwiązania problemu emisji CO_2 , który powstaje podczas tej metody produkcji wodoru, firma Air Liquide opracowała unikalny

system o nazwie Cryocap™. Ten jedyny tego typu proces na świecie został wdrożony w 2015 roku w największym francuskim zakładzie produkcyjnym firmy Air Liquide usytuowanym w Port-Jérôme-sur-Seine w Normandii.

Technologia Cryocap gromadzi i izoluje dwutlenek węgla powstały podczas wytwarzania wodoru. Zostaje on zmagazynowany w postaci ciekłej na potrzeby procesów przemysłowych

wymagających stałego zasilania w CO_2 (np. karbonizacji napojów, głębokiego mrożenia czy zastosowań rolniczych). Instalacja H_2 Cryocap w Port-Jérôme-sur-Seine dysponuje zdolnością wychwytywania 100 000 ton CO_2 rocznie. Firma Air Liquide zobowiązała się, że do roku 2020 co najmniej 50% wymaganego do tych procesów wodoru będzie wytwarzane w postaci niskoemisyjnej.

PORÓWNANIE WARTOŚCI ENERGETYCZNEJ RÓŻNEGO TYPU PALIW

Wartość opałowa jest miarą energii cieplnej powstałej w wyniku spalania substancji. Wyrażona jest ona w megadżulach na kilogram paliwa (MJ/kg) lub w kilowatogodzinach na kilogram paliwa (kWh/kg).

W poniższej tabeli porównano wartość opałową brutto paliw stosowanych powszechnie do ogrzewania, w transporcie czy do wytwarzania energii elektrycznej.

	MJ/kg	kWh/kg
Węgiel	20	8
Benzyna	47	9
Olej napędowy	44	10
Gaz ziemny	50	10
Wodór	142	39

SPRAWNOŚĆ RÓŻNYCH TYPOW SILNIKÓW

Sprawność silnika to stosunek ilości energii zużytej podczas jego pracy do ilości wytworzonej energii mechanicznej.

zasilany
OLEJEM NAPĘDOWYM
37%

zasilany
OGNIWEM PALIWOWYM
60%

zasilany
BENZYNĄ
35%

zasilany
AKUMULATOREM
80%



NASZ PRZYJACIEL WODÓR

WOKÓŁ NAS

•
WODÓR MOŻE STANOWIĆ NIESAMOWITĄ POMOC DLA LUDZKOŚCI STAWIAJĄCEJ CZŁO WYZWANIOM ZWIĄZANYM Z TRANSFORMACJĄ SEKTORA ENERGETYCZNEGO POPRZEC WŁĄCZENIE ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII DO KOSZYKA ENERGETYCZNEGO ORAZ DEKARBONIZACJĘ ZASTOSOWAŃ KOŃCOWYCH PALIW KOPALNYCH.

Zmiany klimatyczne zmuszają nas do dostosowania naszych metod pozyskiwania i użytkowania energii. Świat zmierza w kierunku koszyka energetycznego złożonego głównie ze źródeł odnawialnych.

WODÓR, ISTOTNE ŹRÓDŁO ENERGII ODNAWIALNEJ

Z racji swojego nieregularnego charakteru odnawialne źródła energii (OZE), takie jak energia słoneczna i wiatrowa, stanowią dla sieci dystrybucji energii elektrycznej problem dotyczący stabilności. Technologiczne rozwiązanie tego problemu polega na przekształceniu nadmiaru energii elektrycznej wytworzonej w czasie wietrznej lub słonecznej pogody na wodór uzyskany poprzez elektrolizę wody. Tak zmagazynowaną w postaci gazowej energię można w razie

potrzeby dowolnie wykorzystać, włączając w prosty sposób OZE do istniejących sieci. Połączenie OZE z produkcją wodoru może także sprawić, że wyspy oraz odizolowane obszary staną się energetycznie samowystarczalne. Jeśli w przyszłości energia odnawialna potwierdzi swój konkurencyjny charakter, będzie można ją przechowywać i transportować z jednego kontynentu na drugi w postaci ciekłego wodoru lub jego połączenia z innymi cząsteczkami.

DEKARBONIZACJA GOSPODARKI

Ekologiczny wodór pochodzący z OZE może także zapewnić dekarbonizację wielu sektorów gospodarki i działań człowieka opierających się w dalszym ciągu na paliwach kopalnych:

- **Dekarbonizacja transportu** poprzez

zastosowanie ogniw paliwowych w pojazdach prywatnych (samochodach i motocyklach), ciężarówkach, frachtowcach, promach, samolotach, autobusach i taksówkach, a także jako źródło zasilania w pociągach i tramwajach na niezelektryfikowanych sieciach.

- **Dekarbonizacja ogrzewania budynków** poprzez wykorzystanie kogeneracji do jednoczesnego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej (ogniwa paliwowe i turbiny napędzane wodorem).

- **Dekarbonizacja energii stosowanej w przemyśle** poprzez wykorzystanie pochodzącego z OZE ekologicznego wodoru do zastosowań w przemyśle chemicznym oraz do stacjonarnego wytwarzania energii elektrycznej.

- **Wykorzystanie w charakterze zdekarbonizowanego surowca w wielu procesach chemicznych i przemysłowych**, w tym do produkcji amoniaku, metanolu czy amin.

- **Pelnienie roli „buforowego” źródła energii zapewniającego elastyczność sieci energetycznych.** Obecnie na całym świecie część energii (równa 15% zapotrzebowania) zmagazynowana jest w postaci paliw kopalnych, ale w przyszłości powinna być ona przechowywana w postaci wodoru.

*Ekologiczny wodór
to niezbędny składnik procesu
dekarbonizacji różnego
rodzaju działalności*

OBALMY KILKA MITÓW!

OBALMY KILKA MITÓW!



Ludzie powiedzą, że wodór to niebezpieczny materiał wybuchowy – wystarczy wymienić pożar sterowca Hindenburg, bombę wodorową czy eksplozję na pokładzie Apollo 13! Fałsz!

KATASTROFA STEROWCA HINDENBURG, ROK 1937

Przyczyną katastrofy było zbudowanie z bawełny i aluminium poszycie sterowca, które zapaliło się wskutek rozładowania elektrycznego, do jakiego doszło na metalowej konstrukcji z powodu nadmiernego ładunku elektrostatycznego, pochodzącego z wysoce łatwopalnej powłoki na poszyciu. Wszystkie osoby, które pozostały na pokładzie, wyszły z katastrofy cało i bezpiecznie.

BOMBA WODOROWA, ROK 1952

Wodór stosowany w przemyśle i transporcie to „standardowy” wodór, jaki możemy spotkać w cząsteczkach wody (H_2O) czy gazu ziemnego (CH_4) wykorzystywanego do ogrzewania. Są to dwa główne źródła wodoru (wytwarzanego odpowiednio w procesie elektrolizy wody oraz reformingu gazu ziemnego). Różni się on w znaczący sposób od innych postaci wodoru, z którymi mamy do czynienia w przypadku broni jądrowej. Bomba termojądrowa — zwana mylnie wskutek językowego skrótu myślowego „bombą wodorową” — opiera się na koncepcji syntezy atomów deuteru i trytu, izotopów wodoru posiadających pewne cechy wspólne* z wodorem. Deuter i tryt

występują na Ziemi bardzo rzadko, dlatego muszą być wytwarzane, koncentrowane i magazynowane w wysoce specjalistyczny sposób, aby można je było zastosować do skonstruowania bomby termojądrowej. Do celów militarnych potrzebne jest stworzenie wyjątkowo specyficznych, wywoływanych przez człowieka warunków niezbędnych do zainicjowania syntezy deuteru i trytu, która powoduje reakcję łańcuchową.

**Taka sama liczba protonów, ale inna liczba neutronów.*

APOLLO 13, ROK 1970

Podczas próby lądowania amerykańskiej misji Apollo 13 na Księżycu doszło do eksplozji dwóch zbiorników z tlenem, która stworzyła zagrożenie dla życia trzech obecnych na pokładzie statku astronautów. Eksplozja nie miała żadnego związku z paliwem wodorowym czy ogniwami paliwowymi. Jej przyczyną było zwarcie na przewodach wentylatora w jednym ze zbiorników z tlenem.

Z powodu niewielkiego rozmiaru cząstek wodoru molekularnego ryzyko wycieku ze zbiornika jest wyższe niż w przypadku tradycyjnego paliwa (cząsteczkom łatwiej jest przeniknąć przez ścianki zbiornika). Ale ponieważ wodór charakteryzuje się wysokim poziomem lotności, rozprusza się w powietrzu znacznie szybciej niż gaz ziemny czy opary benzyny, w związku z czym ryzyko wybuchu jest mniejsze.

JEST MAŁO WYDAJNY!



Argument ten opiera się na porównaniu sprawności silników elektrycznych

napędzanych wodorem, które wykorzystują elektrolizę na bazie energii odnawialnej (o sprawności brutto 35%) – ze sprawnością akumulatorów elektrycznych (o sprawności rzędu 50-60%). Twierdzenie to jest prawdziwe w sytuacji, gdy cały łańcuch opiera się na energii odnawialnej, ale fałszywe, jeśli weźmiemy pod uwagę obecny koszyk energetyczny, w którym energia elektryczna magazynowana w akumulatorach pochodzi z elektrowni gazowych, wodór pozyskiwany jest z gazu ziemnego, a CO_2 jest wychwytywany i magazynowany (w procesie zwanym CCUS, patrz strona 4). W tym wypadku poziomy sprawności będą równe (około 40% dla obu systemów). Ponadto analiza ta nie uwzględnia dodatkowych korzyści płynących z H_2 , głównie w zakresie magazynowania energii odnawialnych oraz ich wykorzystania w zastosowaniach przemysłowych i konsumenckich.

ZUŻYWA METALE SZLACHETNE



Obecnie stosowane ogniwa paliwowe nie zawierają więcej platyny niż katalizatory, natomiast w przeciwieństwie do katalizatorów można je także poddawać recyklingowi. Zgodnie z najnowszymi badaniami w przyszłości możliwe będzie zastąpienie platyny tańszym grafenem (kryształami grafitu), a nawet enzymami bakteryjnymi.

KIERUNEK: WODÓR

PIONIERSKIE FIRMY NA WODOROWYM SZLAKU

TRANSPORT ODPOWIADA ZA 23% EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH NA CAŁYM ŚWIECIE, PRZEZ CO STANOWI JEDEN Z GŁÓWNYCH PRZEDMIOTÓW ZAINTERESOWANIA W KONTEKŚCIE TRANSFORMACJI SEKTORA ENERGETYCZNEGO. WODÓR CORAZ CZĘŚCIEJ TRAKTOWANY JEST JAKO LOGICZNE ROZWIĄZANIE PROBLEMU.

Samochody, samoloty, łodzie i pociągi – jeśli chcemy utrzymać założenie wzrostu globalnej średniej temperatury o nie więcej 2°C, musimy zaprzestać stosowania napędów opartych na węglowodorach tak szybko, jak to możliwe. Ta istotna zmiana w polityce energetycznej rozpoczęła się już we wszystkich obszarach sektora transportu oraz produkcji energii. Wodór to proste, czyste i wydajne rozwiązanie, ale koszt jego uzyskania zmniejszyć może jedynie produkcja na masową skalę.

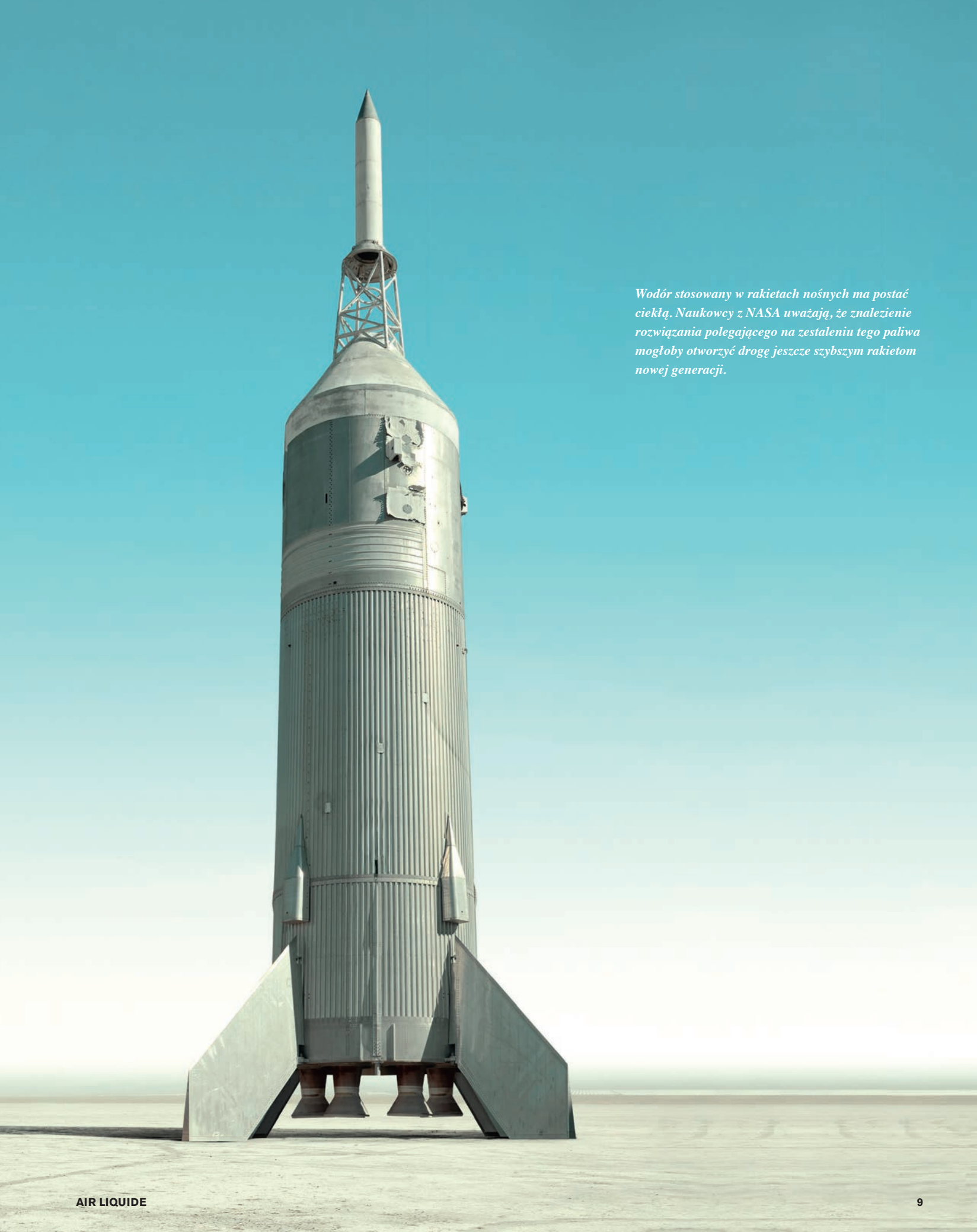
W FABRYKACH

Napędzane wodorem wózki widłowe

doskonale spisują się w transporcie materiałów przemysłowych, pracując na platformach logistycznych na całym świecie. Poza dużym zasięgiem, ich zaletą jest szybkie tankowanie oraz niezanieczyszczanie otoczenia. W amerykańskich firmach pracuje już około 20 000 takich wózków widłowych, z czego 50 w kalifornijskim oddziale Coca-Cola, do napędzania których firma Air Liquide dostarcza wodór. Jeśli chodzi o rynek kanadyjski, Air Liquide dostarcza wodór napędzający flotę ponad 750 wózków widłowych obsługujących cztery centra logistyczne grupy handlowej Walmart. Szacuje się, że w Europie do 2020 roku pracować będzie

10 000 wózków widłowych. Prélodis, dostawca usług logistycznych dla sieci sklepów Grand Frais, zainicjował tę transformację w swoim francuskim oddziale w Saint-Cyr-en-Val, w którym pracują wyłącznie wózki widłowe napędzane wodorem. Na terenie obiektu firma Air Liquide postawiła stację tankowania dla ponad 60 wózków.

W ramach realizacji dostaw paliwa firma Air Liquide zbudowała stację wodorową w magazynie FM Logistic w Neuville-aux-Bois. Korzysta z niej obecnie 46 wózków widłowych. Przeprowadzona w 2015 roku realizacja była częścią projektu HAWL (Hydrogen and



Wodór stosowany w raketach nośnych ma postać ciekłą. Naukowcy z NASA uważają, że znalezienie rozwiązania polegającego na zestaleniu tego paliwa mogłoby otworzyć drogę jeszcze szybszym raketom nowej generacji.



Stacja tankowania wodoru w Prelocentre w Saint-Cyr-en-Val dostarcza wodoru do ponad 60 wózków widłowych.

Londyn to jedno z dziewięciu europejskich miast, po których jeżdżą napędzane wodorem autobusy.



Warehouse Logistics, pol. wodór i logistyka magazynowa), wspieranego przez europejskie partnerstwo prywatno-publiczne FCH JU (Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, pol. wspólne przedsięwzięcie na rzecz technologii ogniw paliwowych i technologii wodorowych). Ta działająca na rzecz wodoru i ogniw paliwowych platforma współfinansuje projekty o wartości niemal 1,3 mld euro realizowane w latach 2014-2019.

TRANSPORT PUBLICZNY

Sektor transportu publicznego prowadzi już testy ogniw paliwowych. Rynek ten to zarazem źródło rozwoju gospodarczego, jak również szansa na edukację społeczeństwa w zakresie zrównoważonej mobilności. Prowadzony w Europie od 2001 roku projekt CUTE (Clean Urban Transport for Europe, pol. czysty transport miejski dla Europy) umożliwił oddanie do użytku około trzydziestu napędzanych wodorem autobusów w dziewięciu europejskich miastach (Amsterdamie, Barcelonie, Hamburgu, Londynie, Luksemburgu, Madrycie, Porto, Sztokholmie i Stuttgarcie) oraz w trzech miastach partnerskich (Perth, Pekinie i Reykjaviku). Autobusy te zapewniły już wolny od zanieczyszczeń transport 12 milionom pasażerów, przy czym nie odnotowano żadnych incydentów związanych z ich funkcjonowaniem. Ponad połowa zużytego wodoru została pozyskana ze źródeł energii odnawialnej. Eksperyment ten został już powtórzony w innych lokalizacjach. W leżącym w pobliżu Oslo norweskim Rosenholm firma Air Liquide zainstalowała stację wodorową do tankowania pięciu autobusów. Pozostałe stacje zbudowano w Rotterdamie (Holandia) oraz w pobliżu Wersalu (Francja), oferując od 2018 roku możliwość tankowania wodorem samochodów osobowych i ciężarowych.

Stacja ta będzie od 2019 roku obsługiwać pierwszą francuską linię napędzanych wodorem autobusów kursujących na trasie pomiędzy Vélizy-Villacoublay a Wersalem.

W islandzkim Reykjaviku napędzane wodorem autobusy jeżdżą od roku 2003, a w Korei i Kalifornii pojawiły się na drogach w roku 2006. W Japonii przedsiębiorstwo East Japan Railway użytkuje od czerwca 2007 roku na nieelektryfikowanej linii podmiejskiej pociąg napędzany ogniwem paliwowym. Władze regionu Dolna Saksonia w Niemczech podjęły wyzwanie polegające na wymianie pociągów z silnikiem Diesla na 14 zamówionych od firmy Alstom pociągów napędzanych ogniwami paliwowymi, których oddanie do użytku ma nastąpić w roku 2021. Nie można też oczywiście nie wspomnieć o pierwszych napędzanych wodorem promach, które przewożą już pasażerów w porcie w niemieckim Hamburgu oraz przez rzekę Erdre w Nantes we Francji.

POJAZDY PRYWATNE

Od lat 90. większość najważniejszych producentów samochodów opracowuje prototypy pojazdów napędzanych wodorem. Początkowo prowadzone badania koncentrowały się na zastosowaniu wodoru

w konwencjonalnych silnikach spalinowych (było tak m.in. w firmach BMW, Ferrari, Fiat, Ford, GMC, Lancia czy Tata). Koncepcja ta upadła z powodu problemów związanych ze sprawnością. Kolejne wysiłki skupiły się na wodorowych ogniwach paliwowych. Badania te znajdują się już w zaawansowanej fazie, czego rezultatem jest skonstruowanie wielu prototypów (m.in. przez firmy Audi, Cadillac, General Motors, Honda, Hyundai, Kia, Mazda, Mercedes, Nissan, Opel, Toyota czy Volkswagen) użytkowanych w ramach flot pojazdów wykorzystywanych przez przedsiębiorstwa oraz władze lokalne. Pojazdy te sprawdziły się już pod względem niezawodności, oferując więcej korzyści niż modele wyposażone w akumulatory, ponieważ zapewniają one większy zasięg (400–600 km) i mają krótszy czas tankowania (3–5 minut), co plasuje je niemal na równi z parametrami charakteryzującymi silniki spalinowe.

Obecnie z taśm produkcyjnych zjeżdżają pierwsze masowo produkowane pojazdy napędzane wodorem (Honda Clarity, Hyundai Nexo, Toyota Mirai oraz GLC F-Cell marki Daimler). Jeśli chodzi o firmy europejskie, to BMW zamierza wypuścić pierwszy model w roku 2020.

SAMOCZODY NAPĘDZANE WODOREM: ZASIĘG I CZAS TANKOWANIA PORÓWNYWALNE Z POJAZDAMI WYPOSAŻONYMI W SILNIKI SPALINOWE



Toyota pracuje nad stworzeniem korzystającej z odnawialnych źródeł energii elektrowni w kalifornijskim porcie Long Beach w USA. Inwestycja, której otwarcie zaplanowano na rok 2020, będzie wytwarzać dziennie 2,35 megawata energii elektrycznej oraz 1,2 tony wodoru. Umożliwi to dostarczanie paliwa dla poruszających się po porcie pojazdów. Toyota zbudowała również na terenie tego obiektu stacje tankowania wodoru.



BUDOWANIE SIECI DYSTRYBUCJI

LEPIEJ ZACZEKAĆ Z BUDOWĄ SIECI STACJI TANKOWANIA WODORU, AŻ LICZBA NAPĘDZANYCH TYM PALIWEM SAMOCHODÓW OSIĄGNIJE MASĘ KRYTYCZNĄ, CZY JEDNAK PODJAĆ RYZYKO I STWORZYĆ NAJPIERW TAKĄ SIEĆ? FIRMA AIR LIQUIDE PROPONUJE TRZECIE WYJŚCIE, OPRACOWUJĄC SIEĆ RÓWNOLEGLE Z WPROWADZANIEM NA RYNEK MASOWEJ PRODUKCJI PIERWSZYCH SAMOCHODÓW NAPĘDZANYCH WODOREM.

W STANACH ZJEDNOCZONYCH

wodór wyjechał już na drogi, promowany dzięki samochodowi Arnolda Schwarzeneggera w Kalifornii, gdzie firma Air Liquide obsługuje stację tankowania wodoru w Anaheim. Program ZEV (Zero Emission Vehicle, pol. pojazd bezemisyjny) został wprowadzony przez California Air Resources Board (pol. Kalifornijską Komisję ds. Zasobów Powietrza) i wdrożony w ośmiu innych amerykańskich stanach. Obliguje on producentów samochodów do sprzedaży

ustalonego minimalnego kontyngentu pojazdów bezemisyjnych, co sprzyja popularyzacji samochodów napędzanych wodorem.

Od stycznia 2018 roku Kalifornia rozważa również możliwość wprowadzenia od 1 stycznia 2040 roku zakazu sprzedaży nowych samochodów osobowych i ciężarowych z silnikami benzynowymi i na olej napędowy. W szerszym ujęciu firma Air Liquide wspiera wypuszczenie na rynek samochodu Toyota Mirai (na zdjęciu na dole po prawej stronie) w Bostonie i Nowym Jorku, tworząc na

północnym wschodzie Stanów Zjednoczonych sieć 12 stacji tankowania wodoru przy współpracy z Toyota Motor Sales USA, Inc.

W JAPONII

rząd postrzega wodór jako główny typ energii i wykazuje ambicję przekształcenia kraju w społeczeństwo oparte na tym paliwie. Funkcjonuje tam już 100 stacji tankowania wodoru, a plan zakłada zwiększenie tej liczby do 320 do roku 2025. Firma Air Liquide jest członkiem konsorcjum „Japan H2 Mobility” (JHyM) złożonego z niemal

KIERUNEK: WODÓR

20 spółek koncentrujących się na przyciąganiu nowych inwestorów i operatorów wspierających rozwój w Japonii sieci stacji tankowania wodoru. JHyM ma zamiar zacząć od postawienia w ciągu najbliższych czterech lat kolejnych 80 stacji tankowania wodoru (poza 100 już istniejącymi), które będą dostarczać paliwo do około 40 000 samochodów elektrycznych napędzanych wodorem. Do roku 2021 wkład firmy Air Liquide polegać ma na zbudowaniu i prowadzeniu około dwudziestu stacji poza sześcioma już działającymi w miastach Nagoja, Toyota, Saga, Fukuoka, Kobe i Kawasaki. Stacje w znajdujących się w prefekturze Aichi miastach Nagoja i Toyota zostały opracowane przez spółkę joint venture zawiązaną pomiędzy Air Liquide oraz Toyota Tsusho.

W ZJEDNOCZONYCH EMIRATACH

ARABSKICH firma Air Liquide we współpracy z Al-Futtaim Motors, wyłącznym dystrybutorem Toyoty na ZEA, otworzyła w Dubaju w październiku 2017 roku pierwszą w tym kraju stację tankowania wodoru. Wykorzystana jest tam nowatorska technologia, której zadaniem jest sprostanie panującym na tym obszarze warunkom pogodowym. Inicjatywa ta stanowi doskonały przykład kroków podjętych przez ZEA w ramach narodowej strategii Vision 2021 mającej na celu redukcję emisji CO₂ oraz promowanie w całym kraju bardziej ekologicznego i zrównoważonego transportu.

W NIEMCZECH firma Air Liquide otworzyła 12 stacji tankowania wodoru

w ramach różnego rodzaju spółek, w tym H2 Mobility Deutschland – spółki joint venture utworzonej przez Air Liquide, Daimler, Linde, OMV, Shell i Total. Firmy te połączyły swoje siły, by przy wsparciu niemieckiego rządu zwiększyć istniejącą sieć stacji tankowania wodoru z obecnych 43 do 400 obiektów. Dzięki tej inicjatywie Grupa Air Liquide może uczestniczyć w budowaniu największej sieci dystrybucji wodoru w Europie.

W EUROPIE PÓŁNOCNEJ

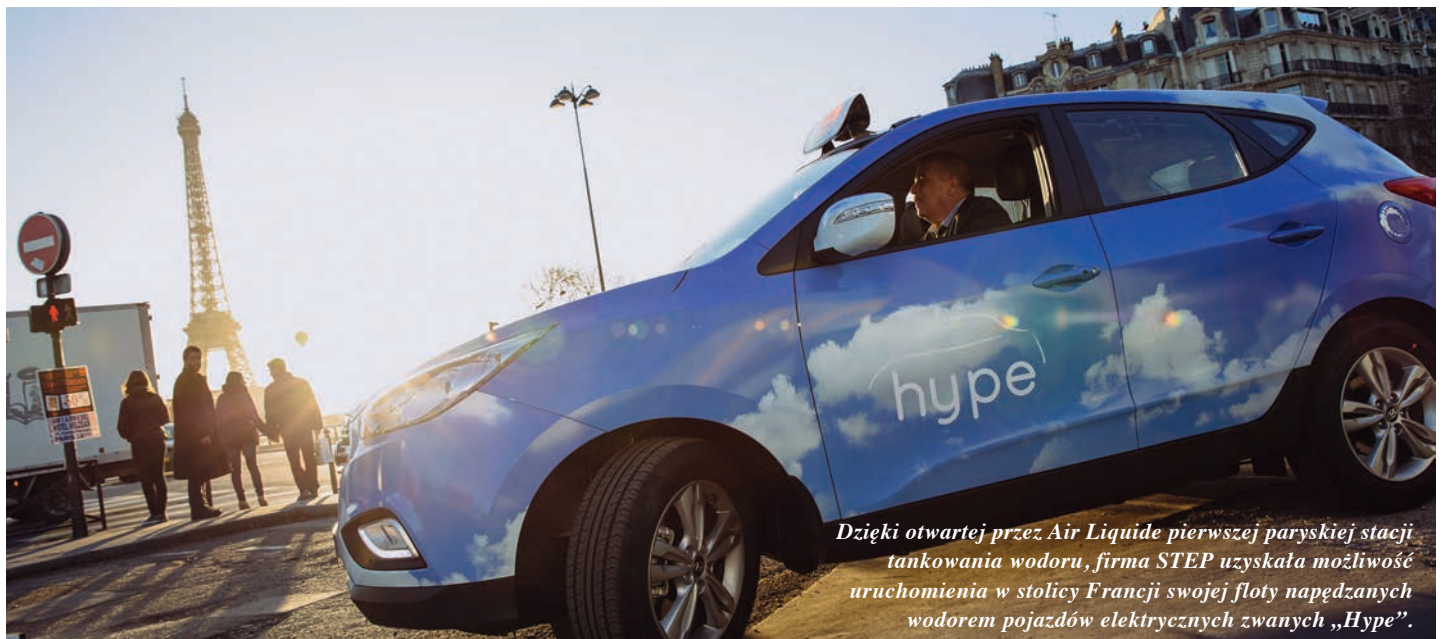
firma Air Liquide otworzyła we wrześniu 2014 roku swoją pierwszą stację w Rotterdamie w Holandii. Pięć kolejnych stacji tankowania wodoru uruchomiono również w Danii, gdzie obsługuje je filia firmy Air Liquide – Copenhagen Hydrogen Network (CHN). Te pięć stacji – trzy w Kopenhadze, jedna w Aalborgu i jedna w Vejle – dołączyło do dwóch funkcjonujących już w Danii (jedna w Kopenhadze i jedna w Holstebro).

WE FRANCJI

w styczniu 2015 roku firma Air Liquide otworzyła na zamówienie rady departamentu Manche stację tankowania wodoru w Saint-Lô. To piąta we Francji stacja tankowania wodoru dla samochodów i autobusów otwarta przez Air Liquide. Firma Air Liquide uruchomiła także stację tankowania na terenie zakładu GEG w Grenoble, która dostarcza paliwo dla floty pojazdów tego przedsiębiorstwa. Jest ona częścią projektu Hyway, współfinansowanego przez radę regionu Owernia-Rodan-Alpy, ADEME oraz Unię Europejską (w ramach programu

ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego), a także wspieranego przez DREAL, francuską Regionalną Dyрекcję ds. Środowiska, Planowania i Gospodarki Mieszkaniowej. Projekt skupia najważniejsze podmioty branży H2, z których wszystkie mają swoją siedzibę w regionie Owernia-Rodan-Alpy: Air Liquide, CEA, CNR, GEG, GNVERT, McPhy Energy, PUS (Cofely Services) oraz Symbio; ich współpracę koordynuje zaś firma Tenerrdis. Celem projektu jest wykorzystanie taboru floty w celu przetestowania i zweryfikowania technologicznego i ekonomicznego uzasadnienia dla „zestawów wodorowych”, których zadaniem jest wydłużenie zasięgu hybrydowych pojazdów elektrycznych.

Poza tym, przy okazji konferencji COP21, która odbyła się w grudniu 2015 roku, firma Air Liquide otworzyła pierwszą stację tankowania wodoru w samym centrum Paryża przy moście Pont de l'Alma, współpracując ze start-upem STEP (Société du Taxi Electrique Parisien, pol. Paryskie Przedsiębiorstwo Taksówek Elektrycznych, którego Air Liquide jest udziałowcem mniejszościowym). Firma Air Liquide pomagała także firmie STEP w pracach nad premierą Hype, pierwszej na świecie floty taksówek z wodorowym ogniwem paliwowym. Aktualnie flota ta składa się ze 100 zasilanych wodorem pojazdów (Hyundai ix35 oraz Toyota Mirai). Mogą one być także zasilane na nowych stacjach zbudowanych przez Air Liquide na lotnisku Paris-Orly oraz w Loges-en-Josas niedaleko Wersalu. Do końca roku 2020 STEP planuje uruchomienie 600 taksówek.



Dzięki otwartej przez Air Liquide pierwszej paryskiej stacji tankowania wodoru, firma STEP uzyskała możliwość uruchomienia w stolicy Francji swojej floty napędzanych wodorem pojazdów elektrycznych zwanych „Hype”.



WODÓR PRZENIKA DO MEDIÓW SPOŁECZNOŚCIOWYCH

CHANGE TO INICJATYWA GRUPY AIR LIQUIDE PROWADZONA NA PORTALACH FACEBOOK, TWITTER, MEDIUM ORAZ YOUTUBE, KTÓRA STANOWI WYJĄTKOWE FORUM DYSKUSYJNE ZWIĄZANE Z ROLĄ WODORU W PROCESIE TRANSFORMACJI SEKTORA ENERGETYCZNEGO. TO PRZESTRZEŃ, W KTÓREJ NAUKOWCY, SPECJALIŚCI I INNE OSOBY ZAINTERESOWANE MOGĄ UDOSTĘPNIĆ MATERIAŁY WIDEO, SZCZEGÓŁOWO OPRACOWANE ARTYKUŁY ORAZ WYWIADY Z EKSPERTAMI.

*([HTTPS://FR-FR.FACEBOOK.COM/CH2ANGE/](https://fr-fr.facebook.com/ch2ange/))

Zmiany klimatyczne wymuszają na nas przyjęcie nowego podejścia do stylu życia, podróżowania i wytwarzania energii, dlatego też kluczową kwestią jest stworzenie przestrzeni do udokumentowanej i konstruktywnej dyskusji, mającej na celu uświadomienie, jak palący jest to problem oraz znalezienie odpowiednich rozwiązań. Wodór to jeden z podstawowych elementów, które będą kształtować w przyszłości kwestie związane z mobilnością. Musi znaleźć się w centrum naszej dyskusji.



MARY DOLORES NICHOLS
Prezes California Air Resources Board
(CARB, pol. Kalifornijska Komisja
ds. Zasobów Powietrza).

„Pierwszy krok polega na zmianie nawyków i opinii, a to niewątpliwie ma już miejsce”



PROF. KATSUHIKO HIROSE

Inżynier i naukowiec pracujący dla Toyota Motor Corporation, specjalizujący się w dziedzinie wodoru i ogniw paliwowych.

„Przed nami perspektywa współistnienia dwóch rozwijających się technologii, które spełniają potrzeby różnych segmentów rynku. [...] Konsumentci będą wybierać pojazdy i technologie najlepiej spełniające ich oczekiwania co do ceny i wydajności. Jako producent musimy zaoferować klientowi alternatywny wybór, którym dla nas są pojazdy zasilane akumulatorami i ogniwami paliwowymi.”

„Jeśli nie zaczniemy poważnie traktować procesu konwersji na wodór na wielką skalę, bardzo trudno będzie nam zrealizować zobowiązania dotyczące zmian klimatu. Rządy muszą podejść do sprawy w realistyczny sposób – dostępność wodoru do ogrzewania, transportu i produkcji energii elektrycznej będzie odgrywać kluczową rolę.”

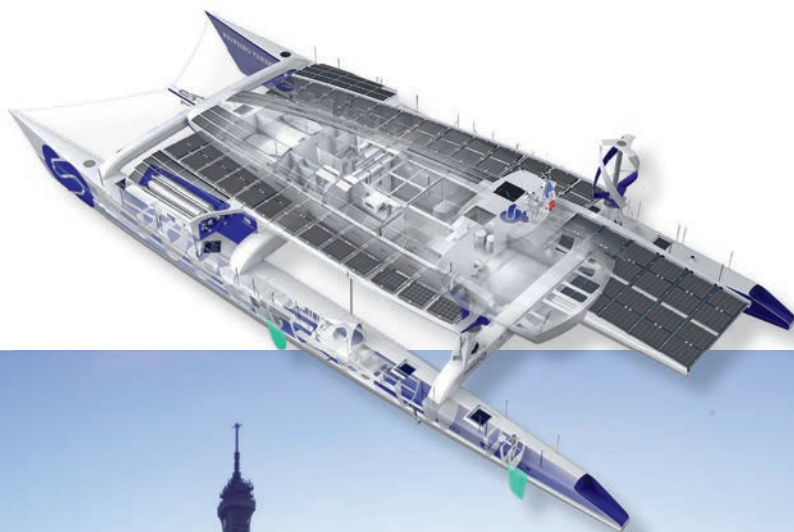


DAN SADLER

Dyrektor programu H21 Leeds City Gate.

PRZEGLĄD RYNKU MOBILNOŚCI OPARTEJ NA WODORZE

OD MORZA PO GWIAZDY:
POJAZDY NA WODÓR STAJĄ SIĘ
CZĘŚCIĄ NASZEJ CODZIENNOŚCI.



ENERGY OBSERVER

Pierwsza na świecie napędzana wodorem, niezależna energetycznie jednostka pływająca, która nie wytwarza gazów cieplarnianych ani pyłów zawieszonych. Ten był jacht regatowy przekształcony we współpracy z firmą Air Liquide na statek przyszłości z napędem elektrycznym wykorzystuje połączenie energii ze źródeł odnawialnych z systemem wytwarzania zdekarbonizowanego wodoru z wody morskiej. Air Liquide wspiera ten naukowo-technologiczny projekt świadczący o istotności roli wodoru w transformacji sektora energetycznego. Wsparcie finansowe, jakiego Grupa udzieliła temu projektowi, pokazuje jak bardzo firma pragnie przyczynić się do realizowania wizji bardziej zrównoważonego świata.





NAVIBUS (KWIECIEŃ 2018)

Oddanie do użytku tramwaju wodnego Jules Verne 2, łączącego oba miasteczka uniwersyteckie usytuowane na obu brzegach rzeki Erdre w Nantes. Może on pomieścić 12 pasażerów i sześć rowerów. Wodór napędzający tramwaj wodny Navibus dostarczany jest przez firmę Air Liquide.

ARIANE 5

Napęd w głównej fazie lotu rakiety nośnej Ariane 5 zapewnia silnik kriogeniczny. Działa on przez około 10 minut, zużywając 220 ton ciekłego paliwa raketowego (złożonego z wodoru i tlenu). Firma Air Liquide wspiera kolejne udane generacje rakiet nośnych z rodziny Ariane od 1 do 5, a dzięki swoim najnowocześniejszym technologiom w zakresie gazów oraz pozycji lidera w branży kriogeniki kosmicznej bierze ona także udział od samego początku w europejskim programie Ariane.





1. PRZEGUBOWY E-AUTOBUS BYD (2015)

Dzięki setkom napędzanych wodorem autobusów obsługujących trasy na całym świecie, chiński producent BYD jest liderem tego sektora rynku. Przedstawiony powyżej przegubowy autobus ma długość 18 m.



2.HY4 (2016)

Wyposażony w silnik o mocy 80 KW samolot HY4 mieści na pokładzie cztery osoby, dysponując zasięgiem 750–1500 km oraz prędkością przelotową 145 km/h.



3. ALPHA

Ten wyposażony w wodrowe ogniwo paliwowe rower elektryczny wynaleziony przez Francuza Pierre'a Forté i wyprodukowany przez Pragma Industries posiada zasięg 100 km, a jego zasilanie trwa mniej niż minutę!



4. CORADIA ILINT, ALSTOM (2017)

Pociąg ten może przejechać na jednym tankowaniu dystans 1000 km z prędkością maksymalną 140 km/h. Na zamówienie lokalnych władz odpowiedzialnych za transport publiczny w Dolnej Saksonii Alstom zbuduje czternaście napędzanych ogniwami paliwowymi pociągów, które zastąpią spalinowe zespoły trakcyjne. W grudniu 2021 zaczną one obsługiwać trasy pomiędzy Cuxhaven, Bremerhaven, Bremervörde i Buxtehude.



5. NIKOLA MOTORS (2016)

Amerykański producent zapowiedział na rok 2021 premierę dwóch ciężarówek napędzanych ogniwami paliwowymi — Nikola One i Two. Moc 1000 KM, od 0 do 100 km/h w 30 sekund, zasięg 1300–1900 km. Firma deklaruje, że do początku roku 2018 złożono już ponad 8000 zamówień.

© BYD - Alpha/Pragma Industries - Alstom - Nikola Motors - DLR Fotomedien/Felix Oprean



6

6. TOYOTA MIRAĪ (2014)

Moc 113 kW/154 KM. W styczniu 2018 roku w Kalifornii przekroczony został próg 3000 sprzedanych egzemplarzy tego samochodu. Zasięg: 650 km.



7

7. HYUNDAI NEXO (2018)

Ten SUV ma zastąpić model ix35 Fuel Cell (w krajach, przez które jest importowany). Moc 163 KM, prędkość 179 km/h, zasięg 800 km, od 0 do 100 km/h w 9,5 sekundy.

8. HONDA FCX CLARITY FUEL CELL 2^E GÉNÉRATION (2017)

Moc 130 kW/177 KM, prędkość 165 km/h, zasięg 500 km.



8



9



9. GREEN GT H2 (2012)

Prototyp pierwszego elektryczno-wodorowego samochodu wyścigowego. Wyposażony w układ napędowy o mocy 400 kW/540 KM. Samochód ten, prowadzony przez byłego kierowcę F1 Oliviera Panisa, otwierał w 2016 24-godzinny wyścig Le Mans.



TRZY PYTANIA DO JULIUSZA VERNE'A



**„WODA TO DAR OD ZIEMI DLA CAŁEJ LUDZKOŚCI.
DO NAS NALEŻY MĄDRZE Z TEGO DARU KORZYSTAĆ,
ABY MÓC PRZEKAZYWAĆ GO DALEJ”**

JULIUSZ VERNE BYŁ ZNANYM MIĘDZYNARODOWEJ SPOŁECZNOŚCI NAUKOWCEM-WIZJONEREM KTÓRY TWIERDZIŁ, ŻE „WODA TO WĘGIEL PRZYSZŁOŚCI”. PONIŻEJ PRZEDSTAWIAM NAM SWOJĄ WIZJĘ ROZWOJU PRZEMYSŁU WODOROWEGO.

ZNANY JEST PAN Z OPRACOWYWANIA NOWYCH TYPÓW NAPĘDÓW. CO WEDŁUG PANA BĘDZIE PALIWEM PRZYSZŁOŚCI?

Jules Verne : Twierdzą od dawna, że kiedyś woda będzie służyła nam jako paliwo. Wodór i tlen, z których się ona składa, będą wykorzystane osobno lub w połączeniu, zapewniając nam niewyczerpane źródło ciepła i światła o znacznie wyższym natężeniu od tego, co kiedykolwiek mógłby zaoferować węgiel.

OD NIEMAL PIĘCDZIESIĘCIU LAT OSOBIŚCIE UŻYTKUJE PAN NAPĘD ZASILANY OGNIWEM PALIWOWYM. JAKIE ZALETY MA TO ROZWIĄZANIE?

J.V. : Faktycznie, na potrzeby swojej rodziny zbudowałem przy naszym domu w Nantes małą elektrownię. Na dachu umieściłem panele słoneczne, a w ogrodzie postawiłem turbinę wiatrową skierowaną w stronę Loary. Wytworzoną przez to urządzenie energię elektryczną wykorzystuję w procesie elektrolizy wody (zarówno tej z kranu, jak i wody deszczowej). W wyniku tego powstaje wodór i tlen, które po sprężeniu przechowuję w butlach. Mieszając ze sobą oba gazy, sam wytwarzam ciepło potrzebne do ogrzewania domu i podgrzewania wody oraz energię, która zasila kuchenkę i lodówkę. Wodór wykorzystuję zaś do ładowania ogniwa paliwowego w swoim samochodzie. W drugim zbiorniku gromadzę nawet wytworzoną przez samochód

wodę. Tak właściwie to tylko wypożyczam wodę, wykorzystując ją tymczasowo. Prowadzę także testy na glonach pod kątem wytwarzania wodoru bez elektrolizy.

CZY UWAŻA PAN, ŻE PAŃSKIE WYNAZDKI ZOSTANĄ KIEDYŚ WYKORZYSTANE NA SZERSZĄ SKALĘ? W JAKI SPÓSOB MOGŁOBY SIĘ TO URZECZYWIŚNIĆ?

J.V. : Kilka dni temu dowiedziałem się od Sekretarza Generalnego ONZ, że w trosce o ochronę naszej planety, wpisał on do porządku obrad najbliższego posiedzenia rozpatrzenie wniosku o zaprzestanie eksploatacji paliw kopalnych w ciągu pięciu lat i wpisanie moich procesów na listę instrumentów służących do zapewnienia zrównoważonego rozwoju. Być może uzyskam wsparcie dla moich badań nad glonami i bakteriami! Naprawdę uważam, że ponowne skupienie się na wodzie jako centralnym

elementem naszego społeczeństwa i naszej gospodarki spowoduje przywrócenie należnego jej miejsca w ekosystemie. Woda to dar od Ziemi dla całej ludzkości. Do nas należy mądrze z tego daru korzystać, aby móc przekazywać go dalej!

**FIKCYJNY WYWIAD
OPRACOWANY W OPARCIU
O „TAJEMNICZĄ WYSPĘ”**



Instalacja Cryocap™ H₂ w zakładzie firmy Air Liquide w Port-Jérôme we Francji. Wykorzystuje ona zimno (kriogeniczne) do wychwytywania emisji CO₂ powstałej podczas wytwarzania wodoru.

CZYSTA ENERGIA BEZ OGRANICZEŃ

W OBLICZU WYZWAŃ ZWIĄZANYCH ZE ZMIANĄ KLIMATU WZROST WYKORZYSTANIA WODORU BĘDZIE MIEĆ SENS, JEŚLI GAZ TEN BĘDZIE WYTWARZANY W ZDEKARBONIZOWANEJ POSTACI. DOTYCZY TO TRZECH PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH: REFORMINGU BIOGAZU, METODY CRYOCAP H₂, UMOŻLIWIAJĄCEJ DEKARBONIZACJĘ WODORU POZYSKANEGO Z GAZU ZIEMNEGO ORAZ ELEKTROLIZY WODY, KTÓREJ ZALETĄ JEST MOŻLIWOŚĆ MAGAZYNOWANIA NADWYŻKI ENERGII POZYSKANEJ ZE ŹRÓDEŁ ENERGII ODNAWIALNEJ.

Rozwój rynku mobilności opartej na wodorze wymaga coraz większych ilości tego gazu. Taki wodór musi zostać pozyskany z zawierających go cząsteczek (wody i materii organicznej, takiej jak gaz ziemny czy biomasa), nie uwalniając przy tym dwutlenku węgla do atmosfery. 90% całej światowej produkcji wodoru pochodzi z materii organicznej, niemniej możliwe jest kontrolowanie towarzyszącej temu procesowi emisji CO₂. Dzięki opracowanej przez Air Liquide technologii Cryocap H₂ można wychwytywać i ponownie wykorzystywać dwutlenek węgla powstały wskutek pozyskiwania wodoru z gazu ziemnego (tzw. wychwytywanie, wykorzystywanie i składowanie dwutlenku węgla - CCUS, patrz artykuł na stronie 4).

ROZWIĄZANIE W ZASIĘGU RĘKI

Rozwijając zaczyna się także inna gałąź przemysłowej produkcji wodoru: rozkład wody.

Elektroliza wody to rozwiązanie proste, czyste i zrównoważone. Woda pokrywa ponad 70% powierzchni Ziemi. Pozyskiwanie wodoru z wody w procesie elektrolizy wymaga użycia energii elektrycznej, co przez długi czas miało negatywny wpływ na jego opłacalność, ale wszystko zmieniło się wraz z rozwojem słonecznej i wiatrowej energii odnawialnej. Po pierwsze, ponieważ ceny zrównoważonej energii zaczynają być konkurencyjne, a po drugie, ponieważ jej wytwarzanie w czasie niskiego zapotrzebowania sprawia, że wielkie jej ilości się marnują. Elektroliza wody jest wygodnym sposobem na magazynowanie energii w postaci wodoru. Wodór zapewnia więc nam energię odnawialną dostępną na żądanie. W przypadku transportu, wykorzystanie energii odnawialnej w elektrolizie wody, a następnie użycie jej w późniejszym czasie do wytworzenia energii elektrycznej w ogniwie paliwowym daje efekt energetycznego sprzężenia zwrotnego.

WYWIAD TECHNOLOGICZNY

Początek nowej ery energetycznej charakteryzuje się ożywieniem w obszarze badawczo-rozwojowym. Poza własnymi laboratoriami badawczymi, firma Air Liquide wspiera także innowacyjne spółki z branży wodorowej. ALIAD, spółka powiązana z Air Liquide, objęła na przykład mniejszościowe udziały w trzech firmach: McPhy Energy, Plug Power oraz Ergosup.

Dowiedz się więcej:
<https://www.airliquide.com/fr/groupe/aliad-venture-capital>

WODÓR PRZYJAZNY DLA KLIMATU

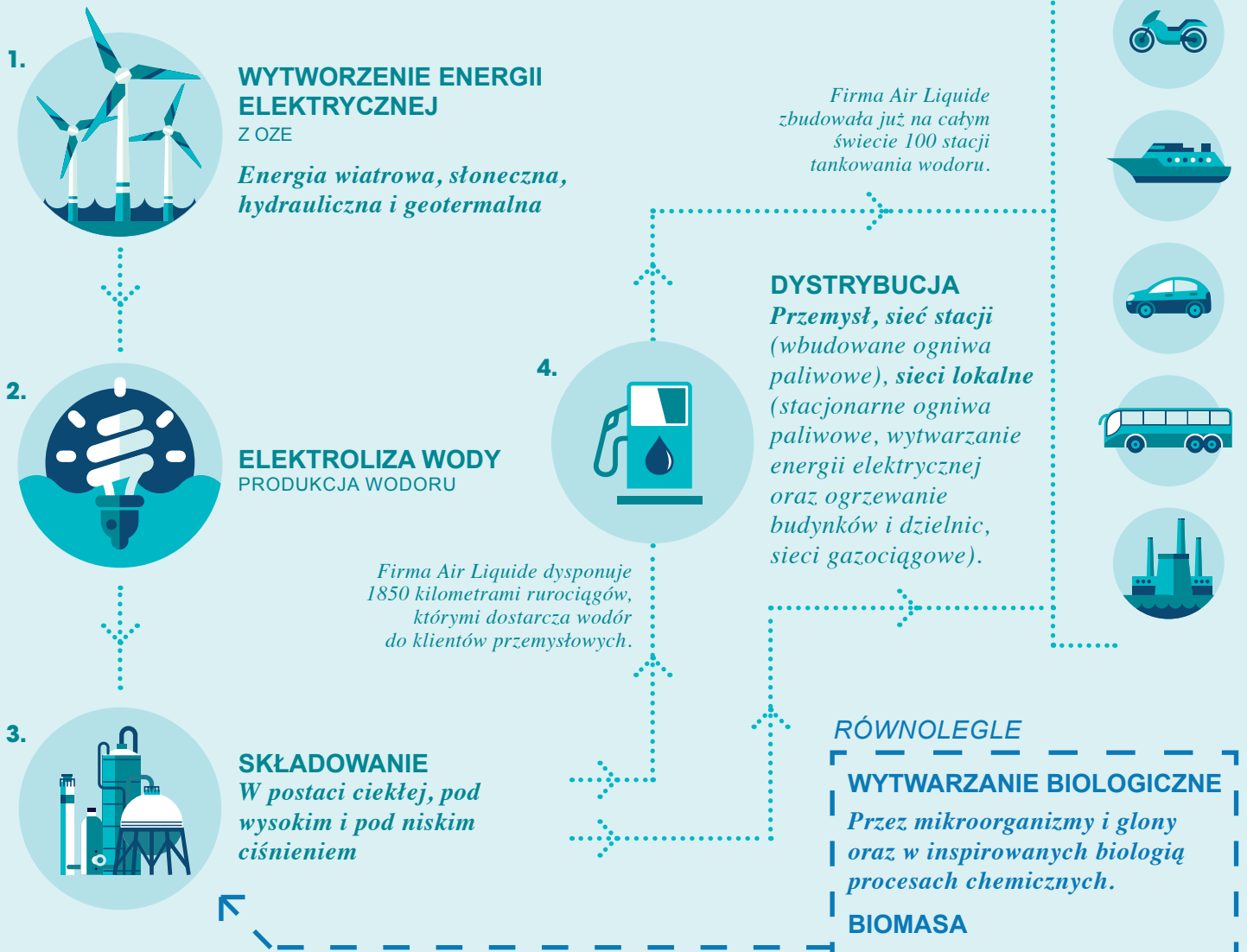
Blue Hydrogen® to podjęta przez firmę Air Liquide inicjatywa, której założeniem jest stopniowe obniżanie emisji dwutlenku węgla podczas produkcji przez Air Liquide wodoru przeznaczonego do zastosowań energetycznych. Firma Air Liquide zobowiązała się do tego, że do roku 2020 co najmniej 50% wodoru używanego do tych zastosowań energetycznych będzie wytwarzane w postaci niskoemisyjnej poprzez realizowane równoległe:

- wykorzystanie energii niskoemisyjnych, elektrolizy wody oraz reformingu biogazu,
- stosowanie technologii wychwytywania i odzyskiwania dwutlenku węgla z emisji CO₂ powstałej podczas pozyskiwania wodoru z gazu ziemnego.

Wodór to szlachetna energia, nawet jeśli pozyskiwana jest z gazu ziemnego – przejechanie takiego samego dystansu pojazdem elektrycznym napędzanym ogniwem paliwowym pozwala zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych o 20% w porównaniu z pojazdami spalinowymi i nie powoduje żadnej emisji pyłów zawieszonych.



OD WYTWORZENIA DO WYKORZYSTANIA





CZAS NA WIĘKSZĄ SKALĘ

WODÓR SPRAWIA, ŻE STAJEMY NA PROGU NOWEJ GOSPODARKI, KTÓRA CZEKA NA TO, BY JĄ BUDOWAĆ. PLANY I MATERIAŁY SĄ GOTOWE, ALE WIELU KRAJOM NADAL BRAK STRATEGICZNEJ I POLITYCZNEJ WIZJI, ABY MOGŁY ONE PODJĄĆ DALSZE KROKI.

Aby móc pozyskać wodór z odnawialnych źródeł energii, wytworzyć ciepło, przyczynić się do czystszej transportu i dekarbonizacji różnego rodzaju działalności, musimy rozwinąć każde z ogniw w licznych łańcuchach produkcyjnych, zbudować nowe synergie i przeszkolić ludzi w zakresie pracy z wodorowymi technologiami jutra. Będą oni wytwarzać wodór, tworzyć sieci stacji samoobsługowych, produkować elektrolizery, elektrolity, ogniwa paliwowe, turbiny, kotły we wszystkich rozmiarach oraz napędy do samochodów, statków, pociągów, autobusów, dronów, skuterów i rowerów. Istnieje potrzeba podjęcia wielkiego, ale wykonalnego i obiecującego wysiłku. Wielkiego, ponieważ musi on objąć szeroki wachlarz branż, wykonalnego, ponieważ wszystkie rozwiązania podane są na tacy, obiecującego z powodu przyszłości, jaką ukształtuje on dla naszych dzieci i kolejnych pokoleń. To idea, która może fascynować nas wszystkich. Co nas zatem powstrzymuje? Sukces rozwiązań

wodorowych uniemożliwił do tej pory brak zgody pomiędzy wszystkimi zainteresowanymi, czy to reprezentującymi przemysł, czy świat polityki. Straciliśmy wiele czasu na etapie eksperymentów, podczas gdy kraj taki jak Korea Południowa działa w błyskawicznym tempie, planując do 2020 roku wypuszczenie na drogi 10 000 samochodów napędzanych wodorem. Japonia może już poszczycić się posiadaniem 100 stacji tankowania wodoru i wykorzystaniem ogniw paliwowych do ogrzewania około 200 000 domów. Kalifornia zamierza zakazać

do roku 2040 sprzedaży pojazdów z silnikami napędzanymi paliwami kopalnymi. Narodowy plan wodorowy ogłoszony pierwszego czerwca przez francuskiego ministra ds. ekologicznej i solidarnej transformacji Nicolasa Hulot może położyć kres niezdecydowaniu opartego na węglu starego świata.

ZMIANA KIERUNKU

Transformacja nie powinna sprawiać zbyt dużych trudności. Rakieta Ariane i podobne jej inicjatywy wynoszą na orbitę już od lat

***TRUDNOŚĆ POLEGA RÓWNIEŻ
NA POGODZENIU ZE SOBĄ
ASPEKTÓW PRZEMYSŁOWYCH
I POLITYCZNYCH***

osiemdziesiątych setki satelitów, a życie kosmonautów NASA uzależnione jest od funkcjonowania ogniw paliwowych. Ludzie jeżdżą samochodami napędzanymi wodorem od ponad 20 lat. Największe trudności techniczne zostały przezwyciężone dziesiątki lat temu. Barię pozostaje kwestia ceny, a jedynym sposobem na jej obniżenie jest rozpoczęcie masowej produkcji w każdym segmencie rynku, w którym wykorzystywany jest wodór. Aby technologie te zaczęły być stosowane na szeroką skalę, potrzeba wyraźnego sygnału od rynków lub od polityków. Sprawy mogą przybrać szybszy obrót dzięki wprowadzeniu zakazu sprzedaży pojazdów z silnikami na paliwa kopalne, finansowemu wsparciu sieci dystrybucji wodoru, subsydiowaniu kosztów pierwszych produkowanych seryjnie pojazdów (poprzez zachęty podatkowe, zniżki dla kupujących oraz premie za złomowanie starych pojazdów itd.) lub wszelkiego rodzaju innym decyzjom, wskutek których wodór stałby się paliwem jutra dla całej ludzkości.

Hydrogen Council (pol. rada ds. technologii wodorowych) zakłada, że do roku 2030 co dwunasty samochód w Niemczech, Kalifornii, Korei Południowej i Japonii będzie napędzany wodorem. W skali globalnej na wodór przetworzyć można byłoby 250–300 TWh niewykorzystanej energii solarnej lub wiatrowej, a przemysł mógłby zastąpić wodorem 10–15 milionów



NAJWIĘKSZE TRUDNOŚCI TECHNICZNE ZOSTAŁY PRZEZWYCIĘŻONE DZIESIĄTKI LAT TEMU

WYJŚCIE Z BŁĘDNIEGO KOŁA BEZRUCHU

Czynnikami, które ograniczają wzrost popularności samochodów napędzanych wodorem są obecnie: żywotność ogniwa paliwowego (około 150 000 km), cena pojazdu oraz sieć dystrybucji wodoru. Laboratoria badawcze opracowują już strategie zmierzające do udoskonalenia ogniw paliwowych. Ceny samochodów napędzanych wodorem kształtują się nadal na wysokim poziomie (od 66 000 euro), chociaż plany ich wynajmu oferują mniej kosztowne rozwiązania. Ceny zakupu spadną automatycznie, gdy pojazdy wejdą do produkcji seryjnej, ale kto kupi napędzany wodorem samochód, jeśli nie będzie gdzie go zatankować? Dla rozwoju sieci dystrybucji wodoru kluczowe znaczenie ma wsparcie polityczne i finansowe. Firma Air Liquide prowadzi w branży wodorowej aktywne działania. Jej nowatorskie podejście obejmuje budowanie stacji tankowania wodoru, aby nadać za tempem sprzedaży samochodów na wodór. Firma Air Liquide zaprojektowała i zbudowała dotąd na całym świecie około 100 stacji tankowania wodoru. Około 40 z nich stanowi własność grupy Air Liquide i jest przez nią bezpośrednio obsługiwanych. Musimy rozwijać sieci dystrybucji, aby móc zacząć odchodzić od paliw kopalnych. Biorąc pod uwagę zagrożenie klimatu, sieci te stanowią dobro publiczne.

ton surowców chemicznych. I wreszcie, do roku 2030 ponad 50 milionów gospodarstw domowych mogłoby zostać podłączonych do połączonej sieci gazowo-wodorowej.

Do osiągnięcia tych ambitnych założeń potrzeba inwestycji rzędu 20–25 mld dolarów rocznie. Wartości te wypada rozpatrywać z perspektywy kwoty ogólnoswiatowych rocznych wydatków na energię wynoszącej 1700 mld dolarów. Reprezentujące branżę przedsiębiorstwa są w stanie podjąć to wyzwanie, ale taki poziom inwestycji można osiągnąć jedynie w ścisłej współpracy z władzami oraz przy wsparciu odpowiednich działań podejmowanych w ramach polityki publicznej.

Wszystkie załogi oraz ich kapitanowie, którzy tworzą przemysł wodorowy, zgłaszają gotowość obrania kursu na przyszłość.

WODÓR ON-LINE

PRZY WSPARCIU EUROPY I POD PRZEWODNICTWEM FIRMY AIR LIQUIDE, DANIA WDRAŻA KOSZYKI ENERGETYCZNE OBEJMUJĄCE ENERGIĘ POCHODZĄCĄ W 100% ZE ŹRÓDEŁ ODNAWIALNYCH, W KTÓRYCH WODÓR ZAPEWNIĄ STABILNOŚĆ STRUKTURALNĄ.



To pierwsza tego typu europejska premiera, której warto przyjrzeć się bliżej. HyBalance – skrót od Hydrogen Balance (pol. wodorowa równowaga) – to instalacja przemysłowa, która odzwierciedla ważną rolę wodoru w procesie transformacji sektora energetycznego. HyBalance obejmuje cały łańcuch wartości, począwszy od pozyskania wodoru ze źródeł odnawialnych, poprzez zmagazynowanie energii i bilansowanie sieci, aż po użytkownika końcowego. Podjęta przez władze Europy decyzja, by stworzyć tę futurystyczną instalację pokazową właśnie w Danii stanowiła zasłużoną nagrodę za zaangażowanie się tego kraju w proces transformacji sektora energetycznego. W roku 2012 rząd zdecydował, że wyeliminuje do roku 2035 wykorzystanie wszelkich paliw kopalnych na potrzeby ogrzewania i wytwarzania energii elektrycznej, a do roku 2050 wszystkie paliwa kopalne zostaną zastąpione koszykiem energetycznym złożonym z energii odnawialnych.

EKOLOGICZNY WODÓR

Instalacja, której inauguracja miała miejsce w 2018 roku, zlokalizowana jest w regionie Hobro, na północy Półwyspu Jutlandzkiego. Znajdujące się w tym regionie turbiny wiatrowe

dostarczają energii potrzebnej do wytwarzania wodoru w procesie elektrolizy wody. Nazywamy to „power to gas” (pol. przekształcenie prądu w gaz). Taki ekologiczny wódor magazynowany jest pod ciśnieniem i wykorzystywany do bilansowania sieci lub przesyłany do producentów oraz pięciu istniejących stacji tankowania wodoru obsługiwanych przez firmę Air Liquide za pośrednictwem jej filii Copenhagen Hydrogen Network (CHN). Stacje te służą już do tankowania 60 pojazdów wyposażonych w wodorowe ogniwo paliwowe, do których w niedalekiej przyszłości dołączą trzy autobusy kursujące w Aalborgu.

HyBalance wykorzystuje nowe kluczowe technologie z zakresu wytwarzania wodoru, na przykład elektrolizer z membraną PEM (pol. membrana do wymiany protonów) o mocy 1,2 MW, dostarczony przez Hydrogenics czy

linię dostawy wysoko sprężonego wodoru do stacji tankowania. Instalacja HyBalance uzyskała grant w wysokości 8 mln euro od Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) – europejskiego partnerstwa prywatno-publicznego działającego w obszarze produkcji wodoru i magazynowania energii, a także korzysta ze wsparcia udzielonego w ramach duńskiego programu EUDP (Energy Technology Development and Demonstration Program, pol. program rozwoju i promowania technologii energetycznych).

Założenie osiągnięcia koszyka energetycznego, złożonego w 100% z energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych podkreśla powszechność wykorzystania wodoru w ekologicznym magazynowaniu energii, jego rolę w bilansowaniu sieci oraz możliwości, jakie stwarza na drodze ku uniezależnieniu transportu od paliw kopalnych.

**HYBALANCE WYKORZYSTUJE
NOWE KLUCZOWE TECHNOLOGIE
PRODUKCYJNE**

WODOROWY EKOSYSTEM

RADA HYDROGEN COUNCIL, KTÓRA W CIĄGU JEDNEGO ROKU POWIĘKSZYŁA SIĘ Z TRZYNASTU DO PONAD PIĘĆDZIESIĘCIU CZŁONKÓW POKAZUJE, JAK BARDZO GŁÓWNE PODMIOTY TEJ BRANŻY PRAGNĄ ODEGRAĆ ROLĘ W REALIZOWANIU ZOBOWIĄZAŃ PODJĘTYCH PODCZAS KONFERENCJI COP21. TA ZARZĄDZANA BEZPOŚREDNIO INSTYTUCJA UWAŻA WODÓR ZA NAJISTOTNIEJSZY Z CZYNNIKÓW PROCESU TRANSFORMACJI SEKTORA ENERGETYCZNEGO, OBEJMUJĄCEGO TRANSPORT, ENERGIĘ, PRZEMYSŁ ORAZ OGRZEWANIE I ZASILANIE BUDYNKÓW.

Oparta na wodorze gospodarka polega na szeregu kompetencji wielu różnorodnych podmiotów, z których żaden nie jest w stanie opanować wszystkich aspektów, w przeciwieństwie do sektora energii elektrycznej, gdzie jeden podmiot może wytwarzać, budować i prowadzić dystrybucję – jak to było w przypadku EDF oraz jak jest obecnie w przypadku Elona Muska, oferującego cały wachlarz rozwiązań: od paneli słonecznych po samochody elektryczne. W obliczu niekwestionowanej konieczności wzajemnego uzupełniania się biznesów i firm, dyrektorzy wiodących przedsiębiorstw z poszczególnych segmentów tej branży postanowili powołać do życia radę ds. technologii wodorowych – Hydrogen Council.

TRANSFORMACJA SEKTORA ENERGETYCZNEGO NABIERA TEMP

Hydrogen Council (<http://hydrogencouncil.com/>) to grupa zadaniowa koncepcji gospodarki opartej na wodorze, powołana w 2017 roku podczas Światowego Forum Ekonomicznego w Davos (Szwajcaria) przez 13 dyrektorów generalnych największych firm z branży (Air Liquide, Alstom, Anglo American, BMW

Group, Daimler, ENGIE, Honda, Hyundai Motor, Kawasaki, Royal Dutch Shell, The Linde Group, Total i Toyota) i zarządzana przez dwóch przewodniczących, wywodzących się z dwóch różnych regionów i dwóch różnych branż. W ciągu jednego roku rada potroiła liczbę swoich członków i opracowała wspólną koncepcję w ramach rozmów z rządami i przedstawicielami społeczeństwa obywatelskiego, odbywających się podczas najważniejszych wydarzeń międzynarodowych (Światowe Forum Ekonomiczne, Konferencja COP23 itd.). Ta wielonarodowa koalicja reprezentuje ponad 1600 mld euro przychodu oraz ponad 2,5 mln pracowników na całym świecie (wg danych z 2017 roku). Obecność w radzie Hydrogen Council dyrektorów generalnych umożliwia tej instytucji określanie strategii oraz podejmowanie stosownych decyzji operacyjnych. Pracują oni nad zharmonizowaniem branżowym dla różnych regionów i sektorów, dzielą się swoim doświadczeniem z zakresu możliwości realizacji rozwiązań dekarbonizacyjnych oraz zwracają się do decydentów o stworzenie długofalowych strategicznych ram prowadzenia procesu transformacji sektora

energetycznego oraz koordynują działania i zachęcają do inwestowania. Benoît Potier, jako współprzewodniczący rady Hydrogen Council oraz dyrektor generalny firmy Air Liquide, mówi: „*chcemy, by rządy wspierały wodor przez działania, które tylko one są w stanie podejmować – na przykład poprzez znaczące inwestycje w infrastrukturę*”.

ZARZĄDZANIE GLOBALNE

Rada Hydrogen Council opublikowała dotychczas dwa opracowania – „*Jak wodor umacnia proces transformacji sektora energetycznego*” oraz „*Wodor – zwiększanie skali*” – w których zawarta została pierwsza globalna wizja wodorowego potencjału w procesie transformacji sektora energetycznego oraz działania, które według rady powinni podjąć decydenci, aby możliwe było wdrożenie i rozwijanie prawdziwego ekosystemu dla tej maleńkiej, ale fundamentalnej cząsteczki, jaką jest wodor. Dynamika ta ma kluczowe znaczenie dla wsparcia przełomowych innowacji technologicznych, jakie wodor wnosi w proces transformacji sektora energetycznego dla tworzenia korzyści skali i obniżania kosztów.

W jednym ze swoich ostatnich sprawozdań Międzynarodowa Agencja Energetyczna (MAE) podkreśla, że aktualnie prognozowane poziomy emisji gazów cieplarnianych będą do roku 2100 przyczyną globalnego ocieplenia o 6°C. Aby utrzymać założenie limitu 2°C ogłoszone podczas Konferencji COP21, MAE zaleca, by do 2050 roku 25% samochodów na całym świecie wyposażonych było w ogniwa paliwowe. To ambitne założenie w połączeniu z pilnym charakterem tej sytuacji uzasadnia zniesienie barier ekonomicznych na rzecz rozwoju technologii wodorowych na poziomie ogólnosiwiatowym i włączenie ich do codziennego życia.

FLOTA POJAZDOWA

Rozwój transportu opartego na wodorze we Francji rozpoczął się w dzięki flotom pojazdów (samochody, autobusy, rowery). Konsorcjum Mobilité Hydrogène France skupia wszystkie zainteresowane podmioty - od przedsiębiorstw energetycznych po użytkowników docelowych. Rada departamentu Manche wyznaczyła sobie cel polegający na zakupie floty 40 pojazdów napędzanych wodorem, pięciu autobusów i jednego kutra, a także trzech stacji tankowania. Realizowany przez region Owernia-Rodan-Alpy program Zero Emission Valley (pol. bezemisyjna dolina) wspiera tworzenie sieci 20 stacji tankowania wodoru przeznaczonych dla floty pojazdów, z czego około 15 ma samodzielnie wytwarzać wodor w procesie elektrolizy. Dzięki temu po całym regionie będzie mogło poruszać się ogółem około 1000 pojazdów wyposażonych w wodorowe ogniwa paliwowe.

WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA

W CIĄGU PONAD PIĘCDZIESIĘCIU LAT FIRMA AIR LIQUIDE ZDOBYŁA WYJĄTKOWE DOŚWIADCZENIE W DZIEDZINIE WSZYSTKICH ASPEKTÓW PRZEMYSŁU WODOROWEGO, POCZĄWSZY OD JEGO WYTWARZANIA, POPRZEC MAGAZYNOWANIE, AŻ PO DYSTRYBUCJĘ. GRUPA AKTYWNIIE REALIZUJE DWUBIEGUNOWĄ STRATEGIĘ, KTÓRA OBEJMUJE: ROZWÓJ BADAŃ I INNOWACYJNOŚCI W ZAKRESIE WODORU Z MYŚLĄ O DOSKONALENIU ISTNIEJĄCYCH TECHNOLOGII I OPRACOWYWANIU BARDZIEJ WYDAJNYCH ROZWIĄZAŃ, A TAKŻE ZAANGAŻOWANIE W DUŻE MIĘDZYNARODOWE PROJEKTY POKAZOWE, DO KTÓRYCH MOŻNA ZALICZYĆ:



Japan Hydrogen Mobility to spółka joint venture utworzona w 2018 roku przez Air Liquide Japan oraz 17 japońskich firm działających w różnych gałęziach przemysłu oraz w sektorze finansowym, której celem jest przyspieszenie rozwoju japońskiej sieci stacji tankowania wodoru oraz pojazdów wyposażonych w ogniwa paliwowe. Działania te wspierane są równolegle przez japoński rząd. Celem przedsięwzięcia jest stworzenie sieci 320 stacji do roku 2025 oraz 900 stacji do roku 2030.



Air Liquide jest członkiem Hydrogen Europe – stowarzyszenia reprezentującego ponad 100 firm z sektora wodorowego. Hydrogen Europe współpracuje z Komisją Europejską oraz społecznością badaczy w celu zapewnienia jak najszybszego zastosowania czystych technologii w przemyśle energetycznym i transporcie.



Stowarzyszenie Fuel Cell and Hydrogen Energy Association koncentruje się na obronie, edukowaniu i promowaniu środowiskowych i ekonomicznych korzyści, płynących ze stosowania technologii związanych z ogniwami paliwowymi i energią pochodzącą z wodoru.



Fuel Cells & Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) to partnerstwo prywatno-publiczne, współzarządzane przez Komisję Europejską oraz europejskich producentów działających w tym sektorze. FCH JU współfinansuje najważniejsze projekty badawczo-pokazowe w całej Europie, mające na celu doskonalenie i promowanie technologii związanych z ogniwami paliwowymi i wodorem.



Firma Air Liquide jest współzałożycielem spółki joint venture „H2 Mobility Deutschland”, utworzonej w 2015 roku wraz z firmami Daimler, Linde, OMV, Shell i Total w celu zapewnienia dalszego rozwoju infrastruktury stacji tankowania wodoru rozpoczętego przez Clean Energy Partnership. H2 Mobility wyznaczyła sobie cel polegający na stworzeniu 400 stacji przy wsparciu niemieckiego rządu.



Firma Air Liquide jest członkiem *Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à Combustible* (pol. francuskie stowarzyszenie na rzecz wodoru i ogniw paliwowych).



Firma Air Liquide wspiera *Alliance Mondiale pour les Solutions Efficientes* (globalne porozumienie na rzecz wydajnych rozwiązań) utworzone w 2016 roku z inicjatywy fundacji Solar Impulse i jej prezesa Bertranda Piccarda. Firma Air Liquide wzbogaciła porozumienie grupą ekspertów, którzy oceniają konkretne rozwiązania energetyczne, charakteryzujące się wysoką sprawnością energetyczną i oferujące jednocześnie ekologiczne i ekonomiczne korzyści.



California Fuel Cell Partnership to projekt współpracy przedstawicieli przemysłu i instytucji rządowych, mający na celu poszerzenie rynku elektrycznych pojazdów wyposażonych w ogniwa paliwowe napędzane wodorem i przyczynienie się do tworzenia czystszej i bardziej zdywersyfikowanej pod względem energetycznym przyszłości przy udziale bezkompromisowych pojazdów bezemisyjnych.



WYWIAD Z THOMASEM PESQUETEM W PRZESTRZENI KOSMICZNEJ DZIĘKI SILNIKOM NAPĘDZANYM WODOREM

WODÓR TO GŁÓWNY SKŁADNIK SŁOŃCA, WIĘKSZOŚCI GWIAZD ORAZ MATERII MIĘDZY GALAKTYCZNEJ. KOSMONAUTA THOMAS PESQUET, KTÓRY SPĘDZIŁ 196 DNI W MIĘDZYNARODOWEJ STACJI KOSMICZNEJ, PRZEDSTAWIA NAM SWOJĄ WIZJĘ WODORU.

Kiedy mowa o wodorze, co przychodzi Panu na myśl?

THOMAS PESQUET: Kojarzy mi się on z napędem, ponieważ większość statków kosmicznych wyposażonych jest w silniki o napędzie wodorowym. Dzięki temu możemy znaleźć się w przestrzeni kosmicznej.

Czy uważa Pan, że wyniesione z pobytu w kosmosie lekcje mogą pomóc nam tu, na Ziemi?

Tak, i to już ma miejsce w wielu przypadkach. Technologia energii słonecznej została opracowana na potrzeby związane z podbojem kosmosu, a teraz możemy obserwować jej zastosowanie na Ziemi. Podobnie jest z wodorem i napędami do statków kosmicznych, dzięki którym możemy korzystać z pojazdów wyposażonych w ogniwa paliwowe. Z takich ogniw paliwowych korzysta się do wytwarzania energii na promie kosmicznym. Kosmos to bardzo trudne środowisko. Należy umieć się przystosować, co wymaga wielu

wysiłków i pomysłowości, ale rezultaty w postaci badań naukowych czy technologii opracowywanych dla stacji kosmicznych mogą być wykorzystane dla dobra całej ludzkości.

Czy rozwiązania wodorowe dowiodły swej niezawodności w procesie podboju kosmosu?

Oczywiście, że tak! Nigdy nie doszło do żadnego wypadku spowodowanego tą technologią. Posiada ona wiele zalet. Wodór to część naszej codzienności w ramach badań przestrzeni kosmicznej, ale musimy też pójść jeszcze dalej, by szukać odpowiednich rozwiązań. Dziś mówi się o wytwarzaniu paliwa do statków kosmicznych z zasobów „in situ”, tzn. poprzez eksploatację asteroid w celu pozyskania źródeł wodoru – czyli wody – i oddzielenia od siebie wodoru i tlenu, by stworzyć kosmiczne paliwo. Oznacza to, że dopóki będzie możliwe wydobywanie zasobów w przestrzeni kosmicznej, będziemy dysponować potrzebnym paliwem. Jest to też rozwiązanie przyjazne środowisku, ponieważ

nie powoduje ono zanieczyszczenia dziewiczych obszarów.

Zdajemy się zapominać, że wodór jest głównym składnikiem kosmosu.

Tak, jest on dostępny w ogromnych ilościach w całym kosmosie, nawet w bardzo oddalonych od Ziemi rejonach. W praktyce dysponujemy nieograniczonym dostępem do wodoru. Możemy odnaleźć go w pokładach podpowierzchniowych pod postacią ciekłej wody lub lodu. Wiemy, że w okolicach biegunów Marsa znajdują się podpowierzchniowe pokłady lodu co oznacza, że dysponujemy wystarczającymi zasobami energii, paliwa i tlenu, by możliwe było tam życie.

Czy zrozumienie potencjału wodoru zmieniło sposób, w jaki postrzega Pan świat?

To tak jakby założyć okulary na podczerwień – widzi się różne rzeczy w sposób, o którym nie miało się wcześniej pojęcia. Gdy spojł się na kosmos, należy nałożyć odpowiednie okulary, by móc dostrzec to, co zapewni nam przeżycie.

AIR LIQUIDE

NAJWAŻNIEJSZE DANE LICZBOWE

AIR LIQUIDE I ENERGIA WODOROWA



100 zaprojektowanych i zbudowanych stacji tankowania wodoru na świecie.



Tankowanie pojazdu na stacji wodorowej zajmuje **mniej niż 5 minut**.



Samochód z napędem wodorowym może przejechać **ponad 600 km** na jednym tankowaniu.



Zerowa emisja CO₂.
Zerowy poziom pyłów zawieszonych.
Zerowe zagrożenie hałasem.



Wodór wyprodukowany przez Air Liquide w 2018 roku na potrzeby branży rafineryjnej i petrochemicznej: **14 mld m³**.

Obecny poziom produkcji mógłby zapewnić paliwo dla około 10 milionów pojazdów elektrycznych wyposażonych w wodorowe ogniwa paliwowe.



Przychód z wodoru dla branży rafineryjnej i petrochemicznej w roku 2018: **2 mld euro**

GRUPA AIR LIQUIDE



Światowy lider w dziedzinie gazów, technologii i usług dla przemysłu i ochrony zdrowia



Obecny w **80 krajach**



Okolo **66 000 pracowników**



Ponad **3,6 miliona** klientów i pacjentów



300 mln euro wydatków na innowacje.



Okolo **300 patentów** rocznie



Przychód w 2018 roku: **21 mld euro**
Zysk netto w roku 2018: **2,1 mld euro**

**W celu uzyskania dodatkowych informacji
prosimy o kontakt:**

DZIAŁ KOMUNIKACJI GRUPY

media@airliquide.com

Tel.: +33 1 40 62 50 84

ENERGIA WODOROWA AIR LIQUIDE

communication-H2E@airliquide.com

Tel.: +33 1 40 62 52 73



Obserwuj nas na Twitterze

[@AirLiquideGroup](https://twitter.com/AirLiquideGroup)

[@cH2ange](https://twitter.com/cH2ange)

WWW.ENERGIES.AIRLIQUIDE.COM