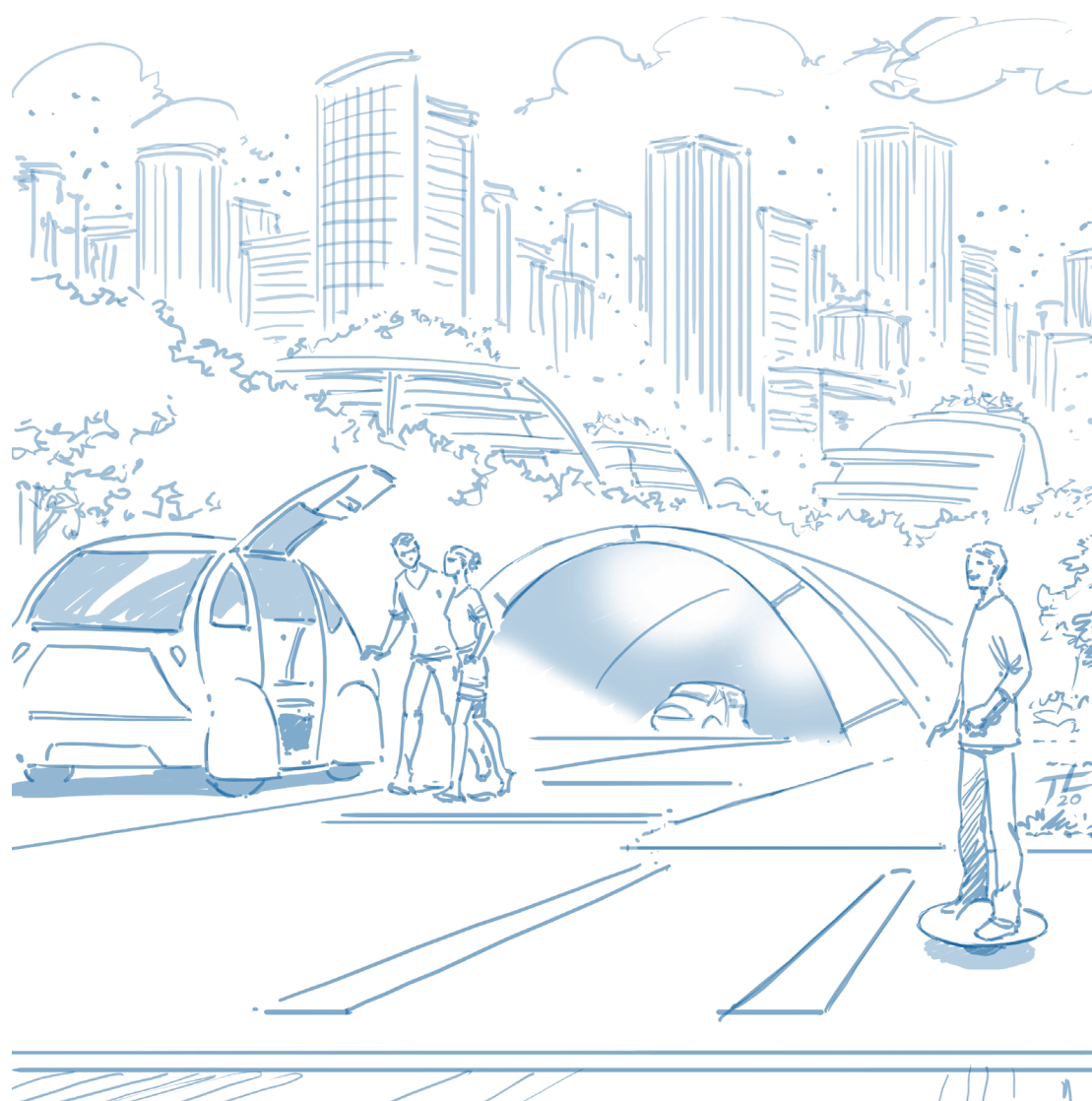


PRZYSZŁOŚĆ MOBILNOŚCI

ELEKTRYCZNOŚĆ, WODÓR, CZY...?



The Futures Literacy Company

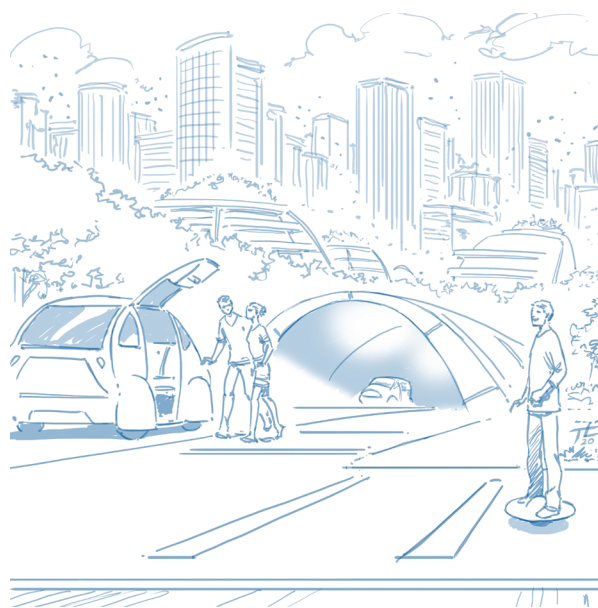


W ostatnich latach mobilność przeszła głęboką transformację, którą napędzała konieczność redukcji emisji dwutlenku węgla, łagodzenia zmian klimatycznych i wspierania zrównoważonych rozwiązań transportowych. W miarę jak świat zmagają się z potrzebą odejścia od tradycyjnych silników spalinowych, wyłoniło się dwóch pretendentów do zajęcia czołowej pozycji wśród ekologicznych paliw napędzających silniki przyszłości: energia elektryczna i wodór. Choć kandydatów było wielu. Już od lat bada się i tworzy prototypy pojazdów z napędem na różne paliwa: baterie słoneczne, biopaliwa i paliwa odnawialne, paliwa syntetyczne, sprężone powietrze, energię jądrową, magnez w połączeniu z wodą czy hydrorafinowany olej roślinny. Jednak nic nie wskazuje na to, że w ciągu najbliższych kilkadziesiąt lat którakolwiek z tych opcji będzie w stanie „wysadzić z siodła” energię elektryczną bądź wodór. Idąc krok dalej, warto postawić sobie jednak pytanie: a co jeśli obecne eksperymenty z fuzją jądrową zapewnią nam nieograniczone zasoby taniej lub darmowej wręcz energii już w II połowie XXI w., czy badania nad zastąpieniem uranu torem przyniosą nowe perspektywy rozwoju dobrze nam znanych reaktorów opartych na reakcji rozszczepienia jądra atomu? Co się stanie gdy jednocześnie nauka i przemysł uporają się z „niedoskonałościami” baterii i dostarczą nam ekstremalnie pojemne, lekkie, tanie i szybko ładujące się akumulatory? Czy będzie to koniec wodoru i innych alternatywnych paliw? Mając na uwadze szereg dość znaczących wyzwań jakie napotyka wykorzystanie wodoru, wydaje się, że prace nad pojazdami na wodór mają rację bytu głównie ze względu na obecne ograniczenia baterii. Niewykluczone więc, że o wodorze należy myśleć w kategoriach rozwiązania przejściowego, powiedzmy na kolejne 100 lat. Cofnijmy się jednak wstecz, powiedzmy do 2050 r. i zastanówmy się nad przyszłością mobilności w tej perspektywie czasu. Zatem to pojazdy elektryczne (EV) czy pojazdy napędzane wodorowymi ogniwami paliwowymi (fuel cell vehicles - FCV) przejmą wiodącą rolę w następnej erze transportu?

Oba typy pojazdów walczą o miejsce w przyszłości, ale obecnie zajmują różne pozycje na rynku. Elektryfikacja pojazdów nabrała znacznego tempa dzięki postępowi w technologii akumulatorów, rozbudowie infrastruktury ładowania i rosnącej gamie modeli pojazdów elektrycznych. Dziesięciolecia pracy nad różnymi technologiami, takimi jak baterie ze stałym elektrolitem i sodowe, w końcu przynoszą owoce, a mnóstwo chemikaliów daje zwielokrotnione możliwości.

Jednocześnie technologia wodorowych ogniw paliwowych stale się rozwija, oferując atrakcyjną alternatywę, która obiecuje krótszy czas tankowania i zwiększony zasięg jazdy.

Debata na temat technologii, która zdominuje przyszłość mobilności, jest złożona, a niniejszy raport ma na celu przedstawienie kompleksowej analizy kluczowych czynników wpływających na trajektorię rozwoju pojazdów elektrycznych i tych napędzanych wodorem.



JAK SZYBKO I SKUTECZNIE MOŻNA OPRACOWAĆ I WDROŻYĆ NA DUŻĄ SKALĘ NIEZBĘDNĄ INFRASTRUKTURĘ DLA KAŻDEJ Z TYCH TECHNOLOGII?

KTÓRA TECHNOLOGIA WYKAŻE SZYBSZE I WIĘKSZE POSTĘPY W ZAKRESIE EFEKTYWNOŚCI, ZASIĘGU I WYDAJNOŚCI POJAZDÓW?

JAKIE SĄ KONSEKWENCJE ŚRODOWISKOWE KAŻDEJ Z TYCH TECHNOLOGII W CAŁYM CYKLU JEJ ŻYCIA?

Penetracja rynku

Na całym świecie znacząco wzrosła adopcja pojazdów elektrycznych. Według firmy badawczej Rho Motion sprzedaż zarówno pojazdów elektrycznych na baterie (BEV), jak i hybryd plug-in (PHEV) osiągnęła 13,6 mln sztuk w 2023 r. (co stanowi roczny wzrost na poziomie 31%), w tym 9,5 mln BEV. Jest to znacznie mniejszy wzrost niż ten odnotowany w 2022 roku (60%). Tesla i chiński producent samochodów BYD należą do wiodących sprzedawców pojazdów elektrycznych.

W porównaniu z pojazdami elektrycznymi penetracja rynku pojazdami napędzanymi wodorowymi ogniwami paliwowymi (FCV) pozostaje ograniczona. Chiny są jedynym krajem azjatyckim, który odnotował znaczący wzrost sprzedaży FCV (+72%). W Europie zarejestrowano 750 nowych pojazdów FCEV tankowanych na 168 stacjach wodorowych (HRS), w porównaniu do około 11 000 FCEV i 430 HRS w Azji. Pomimo planów zwiększenia liczby stacji wodorowych w Europie i przepisów UE nakazujących ich rozbudowę, rejestracje FCV spadły (w Niemczech o -70%, w Szwajcarii o -50%, a w Holandii o ~ -76%) lub pozostały w stagnacji. Francja wyróżnia się znacznym wzrostem sprzedaży pojazdów wodorowych (+56%), napędzanym wprowadzeniem przez Stellantis wodorowych modeli vanów. Pozytywną rolę mogą odegrać także joint ventures, takie jak Teal Mobility pomiędzy Air Liquide i Total Energies. Oczekuje się, że dyrektywa UE dotycząca infrastruktury tankowania wodoru co 200 km, a także w 424 „węzłach miejskich” w całej Europie do 2030 r. przyspieszy przyjęcie FCV. W Wielkiej Brytanii, która ma pięć HRS, w 2023 r. zarejestrowano 65 FCEV - wzrost o 261% w porównaniu z 18 zarejestrowanymi w 2022 r.

@HydrogenInsight



Zróżnicowana oferta modeli pojazdów elektrycznych

Producenci samochodów dywersyfikują swoje linie pojazdów elektrycznych, prezentując szereg modeli dostosowanych do różnych segmentów rynku. Ekspansja ta obejmuje elektryczne SUV-y, crossovery i pojazdy luksusowe, zwiększając tym samym opcje i preferencje konsumentów na rynku pojazdów elektrycznych.

Wprowadzenie pojazdów napędzanych wodorowymi ogniwami paliwowymi

Niektórzy producenci samochodów wprowadzili na rynek pojazdy napędzane wodorowymi ogniwami paliwowymi, oferując konsumentom alternatywę dla konwencjonalnych pojazdów z silnikami spalinowymi i pojazdów elektrycznych. Jednak pojazdy FCV są stosowane jedynie na obszarach, na których istnieje infrastruktura tankowania wodoru.

Rosnący entuzjazm i inwestycje w wodor

Zainteresowanie i inwestycje w technologię wodorowych ogniw paliwowych stale rosną, przyciągając uwagę zarówno uznanych producentów samochodów, jak i nowych graczy w branży. Zarówno rządy, firmy motoryzacyjne, jak i firmy energetyczne prezentowały nowe przedsięwzięcia biznesowe i rozwój w tym sektorze.



Edukacja konsumentów a popularność pojazdów elektrycznych

Akceptacja dla pojazdów elektrycznych wśród konsumentów rośnie. Zmiana ta jest ułatwiona dzięki inicjatywom edukacyjnym, korzystnej ekspozycji w mediach i bezpośrednim doświadczeniom związanym z korzystaniem z pojazdów elektrycznych, które wspólnie wpływają na postrzeganie i promują szerszą akceptację. Niemniej jednak utrzymują się obawy dotyczące przyszłych kosztów energii oraz rynku wtórnego tymi pojazdami.

Rozwój infrastruktury

Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych znacznie się rozwinęła, zwiększając zarówno liczbę stacji ładowania, jak i ich rozmieszczenie geograficzne. Postępy w technologiach szybkiego ładowania doprowadziły do skrócenia jego czasu, oferując większą wygodę właścicielom pojazdów elektrycznych. Bez systemu szybkiej wymiany baterii, której żaden z liczących się graczy aktualnie nie proponuje ani nie wydaje się poważnie rozważać nie ma jednak szans na skrócenie czasu ładowania do maksymalnie kilku minut, które zazwyczaj wystarczają do pełnego zatankowania pojazdu spalinowego. Wyzwaniem pozostaje także infrastruktura do ładowania pojazdów w czasie gdy nie są one używane, problematyczna zwłaszcza w przypadku osób nieposiadających własnego miejsca parkingowego. Z kolei w dziedzinie pojazdów napędzanych ogniwami paliwowymi podejmowane są wysiłki na rzecz rozbudowy infrastruktury wodorowej, w tym tworzenia stacji wodorowych, których wciąż jest niewiele i dostosowywania istniejących stacji do dystrybucji wodoru. Rozbudowa infrastruktury ma kluczowe znaczenie dla ułatwienia rozwoju pojazdów napędzanych wodorem.

Usprawnienia w łańcuchu dostaw pojazdów elektrycznych

Podejmowane są inicjatywy mające na celu usprawnienie łańcucha dostaw kluczowych komponentów pojazdów elektrycznych, takich jak akumulatory czy metali ziem rzadkich. Zapewnienie stabilnego i solidnego łańcucha dostaw jest niezbędne do utrzymania wzrostu branży pojazdów elektrycznych.

Wytwarzanie wodoru ze źródeł odnawialnych

Zielony wodór, wytwarzany poprzez wykorzystanie energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych, cieszył się rosnącym zainteresowaniem ze względu na jego zdolność do zmniejszania emisji dwutlenku węgla. Jednak przytłaczająca większość wodoru, około 98%, pochodzi wciąż z gazu ziemnego, co zwiększa obawy dotyczące emisji.

Przewidywany dalszy rozwój pojazdów elektrycznych

Cox Automotive przewiduje, że udział pojazdów elektrycznych w rynku wzrośnie do 10% w 2024 r., napędzany przez zbieżność zwiększonych zachęt, zapasów, oferty produktów i rozbudowy infrastruktury, które wspólnie wzmacniają rynek pojazdów elektrycznych. Międzynarodowa Agencja Energetyczna (IEA) z kolei przewiduje, że globalna flota pojazdów elektrycznych osiągnie 180 mln do 2030 roku, co oznacza wzrost o 22% w porównaniu z jej poprzednimi szacunkami. Ciekawym czynnikiem mogącym przyczynić się do wzrostu popularności samochodów elektrycznych jest popularyzacja pojazdów autonomicznych. Takie pojazdy mogłyby same na noc podjeżdżać do stacji ładowania, co byłoby dużym ułatwieniem dla ich posiadaczy w gęsto zaludnionych miastach.

Emisje CO2

Pojazdy elektryczne charakteryzują się zerową emisją spalin, choć ich ogólny wpływ na środowisko zależy od źródła energii elektrycznej wykorzystywanej do ładowania. Z drugiej strony, FCV emitują wyłącznie parę wodną, ale wpływ produkcji wodoru na środowisko różni się w zależności od zastosowanej metody jego produkcji. Obecnie większość (98%) zielonego wodoru pochodzi z gazu.



Postępy w badaniach i rozwoju

Nieustanne prace badawczo-rozwojowe mają na celu zwiększenie wydajności, osiągnięć i trwałości ogniw paliwowych. Innowacje w zakresie materiałów, katalizatorów i projektowania systemów mają na celu zwiększenie ogólnej rentowności technologii wodorowych ogniw paliwowych. Jednocześnie postępy w technologii baterii doprowadziły do zwiększenia gęstości energii, wydłużenia zasięgu jazdy i poprawy ogólnej wydajności. Badania i rozwój koncentrują się na doskonaleniu ich wydajności, trwałości i opłacalności. Co więcej, pojazdy elektryczne integrują wiele zaawansowanych technologii, w tym zmodernizowane silniki elektryczne, regeneracyjne układy hamulcowe i inteligentne funkcje łączności. Warto zauważyć, że innowacje w zakresie autonomicznej jazdy i technologii vehicle-to-grid (V2G) również szybko postępują.

Wsparcie polityczne i finansowe

Rządy na całym świecie aktywnie promują przyjęcie pojazdów elektrycznych poprzez zachęty, takie jak ulgi podatkowe, regulacje i finansowanie. Unijni decydenci przyznali 3,5 miliarda dolarów projektowi European Battery Innovation, aby przyspieszyć odejście od paliw kopalnych i przyspieszyć rozwój metali rzadkich. Również wspiera się technologię wodorową, czego przykładem jest przeznaczenie przez administrację Bidena 7 miliardów dolarów na centra produkcji wodoru. W Europie podejmowane są wysiłki, aby umożliwić wykorzystanie zielonego wodoru do dekarbonizacji systemów energetycznych. Jednak jego obecnie produkcja opiera się jeszcze przede wszystkim na paliwach kopalnych. Dyrektywy UE mają na celu włączenie wodoru do polityk krajowych, a kraje takie jak Niemcy i Holandia już oferują dotacje i ulgi podatkowe. Zarówno w obszarze pojazdów elektrycznych, jak i wodorowych powstają wspólne przedsięwzięcia i sojusze zrzeszające szerokie spektrum firm, mające na celu przyspieszenie transformacji mobilności w oparciu odpowiednio o wodór lub zieloną energię.



Transport ciężki i publiczny

Na drogach coraz więcej już elektrycznych ciężarówek, autobusów i samochodów dostawczych. Powoli również technologie wodorowych ogniw paliwowych przyciągają już uwagę władz lokalnych odpowiedzialnych za transport miejski, firm transportowych i armatorów statków morskich.

W tym przypadku, atrybuty wodoru, takie jak szybkie tankowanie i zwiększony zasięg, oferują wyraźną przewagę nad alternatywnymi rozwiązaniami, w tym pojazdami elektrycznymi.



Dostępność surowców, ceny, zasięg i infrastruktura ładowania są głównymi barierami dla umasowienia pojazdów elektrycznych.

Obeenie pojazdy elektryczne są bardziej opłacalne niż pojazdy FCV ze względu na korzyści skali i prostszą technologię.

Brak stacji wodorowych oraz zróżnicowany wpływ wodoru na środowisko ze względu na jego pochodzenie są wciąż znaczącym wyzwaniem dla pojazdów FCV.

Popularyzację pojazdów elektrycznych i wodorowych w miastach utrudniają ograniczone możliwości ładowania baterii w domach czy garażach.

Wysokie koszty produkcji, transportu i magazynowania wodoru.

Efektywne magazynowanie i transport wodoru stanowią wyzwanie techniczne.

Straty wydajności w produkcji i dystrybucji wodoru.

Trwałość i opłacalność ogniw paliwowych pozostają przeszkodami technologicznymi.

Wysokie koszty akumulatorów ograniczają przystępność cenową pojazdów elektrycznych.

Poprawa szybkości ładowania jest niezbędna dla zwiększenia wygody użytkowania pojazdów elektrycznych.



Zbyt powolny rozwój infrastruktury energetycznej i wodorowej.

Degradacja akumulatorów wpływa z czasem na wydajność pojazdów elektrycznych.

Zrównoważone i etyczne pozyskiwanie materiałów do produkcji akumulatorów

Recykling i utylizacja akumulatorów stanowią wyzwania dla środowiska.

Obawy związane z rynkiem wtórnym wpływają na wartość odsprzedaży pojazdów elektrycznych i postrzeganie ich przez konsumentów.

Przyjęcie się FCV utrudnia ograniczona dostępność „zielonego wodoru” ze źródeł odnawialnych.

Ograniczona przepustowość sieci może stanowić barierę w miarę upowszechniania się pojazdów elektrycznych.

Budowa infrastruktury wodorowej wymaga skoordynowanych wysiłków rządów, przemysłu i inwestorów.



Ograniczona świadomość konsumentów na temat wodoru i pojazdów elektrycznych hamuje jego adopcję.

Dla szerszej akceptacji FCV konieczne będzie rozwianie obaw opinii publicznej dotyczących bezpieczeństwa wodoru.



Konsekwentne wsparcie rządowe i stosowne, wspierające polityki mają kluczowe znaczenie dla rozwoju branży.

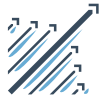
Ograniczona dostępność samochodów wodorowych kontrastuje z rosnącą różnorodnością modeli pojazdów elektrycznych.



Obserwowane obecnie zmiany wpływające korzystnie [↗] lub niekorzystnie [↘] na rozwój pojazdów elektrycznych i wodorowych.

- ↗ **Ciągły wzrost liczby pojazdów elektrycznych**, dzięki spadającym kosztom akumulatorów, regulacjom i zachętami ze strony rządów na całym świecie i rozwijającej się infrastrukturze ładowania.
- ↗ **Przyspieszony rozwój pojazdów FCV** w miarę przewyższenia wyzwań infrastrukturalnych i obniżenia kosztów. Pomoże w tym postęp technologiczny, zwiększające się finansowanie z sektora publicznego i prywatnego.
- ↗ **Rozwój ekosystemów i infrastruktury** wodorowej dzięki inicjatywom wspierającym budowę europejskiego ekosystemu wodorowego, funduszom wspierającym rozwój wodoru w USA i rosnącemu zaangażowaniu producentów samochodów.
- ↗ **Obniżenie kosztów i zwiększenie wydajności produkcji wodoru** dzięki postępowi technologicznemu również w zakresie stosowania alternatywnych metod produkcji i/lub wytwarzania wodoru z nowych materiałów bazowych. Oprócz wykorzystania odnawialnych źródeł energii, takich jak energia słoneczna lub wiatrowa, do produkcji wodoru za pomocą elektrolizy, trwają badania nad innymi innowacyjnymi metodami, obejmującymi:
 - użycie pary zamiast wody i materiałów nieceramicznych;
 - kraking amoniaku;
 - biowodór;
 - siarkowodór występujący w kanałach ściekowych i na wysypiskach śmieci lub jako produkt uboczny rafinerii ropy naftowej;
 - wykorzystanie wody morskiej zamiast słodkiej do produkcji wodoru;
 - postępy w technikach elektrolizy;
 - nowe katalizatory i materiały, w tym struktury metaloorganiczne (MOF) i nanomateriały.
- ↗ **Szybkie udoskonalenie technologii akumulatorowych** dzięki dekadom badań, które zaczynają się materializować, zaangażowaniu w rozwój zrównoważonego i konkurencyjnego przemysłu akumulatorowego w Europie oraz azjatyckim inicjatywom i ambicjom, aby stać się dobrze prosperującym ośrodkiem produkcji pojazdów elektrycznych, napędzającym badania i rozwój.

- ↘ **Narastające konflikty geopolityczne.** Przejście na pojazdy elektryczne i wodorowe może być utrudnione w obliczu walki o kontrolę nad krytycznymi zasobami, takimi jak lit i inne metale ziem rzadkich, niezbędnymi do produkcji komponentów pojazdów elektrycznych i wodorowych.
- ↘ **Rosnąca konkurencja o surowce** zwiększa presję na produkcję pojazdów elektrycznych i wodorowych; zmusza do poszukiwania zrównoważonych rozwiązań i dywersyfikacji zaopatrzenia.
- ↘ **Postępująca zmiana klimatu.** Pilna potrzeba walki ze zmianami klimatycznymi katalizuje szybki rozwój produkcji pojazdów elektrycznych i wodorowych, napędzając innowacje technologiczne i inwestycje w rozwiązania w zakresie energii odnawialnej, aby dekarbonizować sektor transportu. Jednocześnie zmiany klimatu mogą utrudnić jednak produkcję zarówno zielonej energii, jak i pojazdów, ze względu na wysokie temperatury, zmienne wiatry, klęski żywiołowe i/lub niedobór wody.
- ↘ **Wzrost cyberzagrożeń** uwypukla krytyczną potrzebę solidnych środków cyberbezpieczeństwa w celu ochrony coraz bardziej zautomatyzowanych systemów motoryzacyjnych i procesów produkcyjnych.
- ↗ **Umasowienie niezwykle szybkich ładowarek do pojazdów elektrycznych.** Naukowcy z Chin opracowali sposób na naładowanie baterii litowo-jonowej do 60% pojemności w mniej niż sześć minut i 80% w nieco ponad 11 minut poprzez poprawę wydajności anod baterii. Potrzeba jednak więcej badań, zanim technologia ta zastąpi najszybsze ładowarki dostępne obecnie na rynku. Prowadzone są również badania mające rozwiązać problemy związane z gwałtownym wzrostem temperatury przy szybkim ładowaniu.
- ↗ **Szybki postęp w kierunku komercjalizacji baterii ze stałym elektrolitem.** Obiecują one poprawę bezpieczeństwa, zwiększenie gęstości energii i długowieczności baterii w porównaniu z tradycyjnymi akumulatorami litowo-jonowymi.



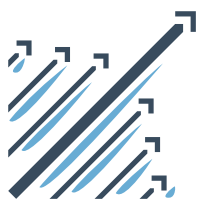
Obserwowane obecnie zmiany wpływające korzystnie [↗] lub niekorzystnie [↘] na rozwój pojazdów elektrycznych i wodorowych.

- ↗ **Rosnące zastosowania baterii w drugim cyklu życia i ich recykling.** Wraz z dalszym rozwojem rynku pojazdów elektrycznych, znaczenie zrównoważonego zarządzania akumulatorami będzie tylko rosło, czyniąc te wysiłki krytycznymi dla długoterminowej rentowności transportu elektrycznego.
- ↗ **Rozwój bezprzewodowego indukcyjnego ładowania pojazdów.** Trwają już testy zelektryfikowanych jezdni, które mogą bezprzewodowo ładować pojazdy elektryczne podczas jazdy po nich. Technologia ta działa w przypadku wszystkich typów pojazdów elektrycznych, w tym samochodów dostawczych i ciężarowych. Ładowanie indukcyjne na dużą skalę mogłoby wyeliminować ciężkie zestawy akumulatorów, a także przestoje na stacjach ładowania. Statyczne ładowanie możliwe byłoby na przykład podczas rozładunku ciężarówek.
- ↗ **Wzrost wydajności i opłacalności elektrolizerów** wykorzystywanych do produkcji zielonego wodoru poprzez bardziej konkurencyjny i skalowalny proces.
- ↗ **Przyspieszenie integracji energii odnawialnej do procesów produkcji wodoru.** Ekologiczna produkcja wodoru poprzez elektrolizę z wykorzystaniem energii odnawialnej jest kluczowym czynnikiem stanowiącym o przewagach pojazdów napędzanych wodorem.
- ↗ **Powrót do innych źródeł energii** (rozszczipiania i/lub syntezy jądrowej).
- ↗ **Rosnąca popularność stacji wymiany baterii.** Chiński Nio ma już ponad 2000 takich stacji i zobowiązał się do zbudowania 1000 nowych stacji w 2024 r. Firma stara się rozszerzyć działalność na Europę. Wymiana baterii mogłaby rozwiązać problemy związane z czasem i miejscem ładowania akumulatorów samochodów elektrycznych, potencjalnie zmniejszając tym zalety samochodów wodorowych.



Potencjalne przyszłe wydarzenia, które mogą gwałtownie zmienić bieg obecnych trendów w sposób, który może być korzystny [↗] lub niekorzystny [↘] dla rozwoju i upowszechnienia się pojazdów elektrycznych i wodorowych.

- ↘ **Niedobór i wysokie ceny minerałów** wykorzystywanych do produkcji akumulatorów
- ↘ **Przerwanie łańcucha dostaw** z powodu konfliktu lub zawirowań w kraju wydobywającym minerały lub produkującym kluczowe komponenty
- ↘ **Utrudnienia w produkcji zielonej energii** spowodowane zmianami klimatycznymi
- ↘ **Niedobory energii** wynikające z jej zwiększonego zużycia, wolnego rozwoju infrastruktury, zmian klimatycznych lub konfliktów geopolitycznych
- ↘ **Cyberataki na infrastrukturę** produkcji i transportu energii lub wodoru (sieci energetyczne, farmy wiatrowe, instalacje fotowoltaiczne, instalacje wodorowe i transportowe)
- ↗ **Pojazdy elektryczne wygrywają wyścig z pojazdami wodorowymi** dzięki dodatkowym źródłom energii („powrót” do energii jądrowej opartej na dotychczasowej technologii i/lub przełom w dziedzinie fuzji jądrowej)
- ↘ **Zahamowanie dalszej penetracji rynku** przez samochody elektryczne i wodorowe ze względu na powolny rozwój infrastruktury
- ↗ **Przełom w technologii** akumulatorów i/lub ogniwi paliwowych: większy zasięg, szybsze ładowanie, niższe koszty
- ↗ **Wydajne i przystępne cenowo sieci produkcji i dystrybucji ekologicznego wodoru**
- ↗ **Środki polityczne i zachęty** wpływające na jedną lub obie technologie
- ↗ **Zmiana preferencji konsumentów** i ich gotowość do płacenia za zrównoważone rozwiązania w zakresie mobilności
- ↗ **Wzrost liczby silników napędzanych amoniakiem**



PODSUMOWANIE

Energia elektryczna i wodór stanowią realne opcje dla czystszej jazdy w przyszłości. Obie technologie oferują szereg zalet zbliżających nas do bezemisyjnej jazdy i napotykają szereg przeszkód, takich jak wysokie koszty, braki w stosownej technologii czy brak infrastruktury. Obecnie dominują pojazdy BEV, jednak pojedyncze rozwiązanie może nie wystarczyć, aby w jak największym stopniu wyeliminować emisję CO₂ w transporcie. Przewyciężenie wyzwań technicznych i ekonomicznych, w połączeniu ze zwiększeniem akceptacji konsumentów i wysiłków na rzecz zrównoważonego rozwoju, będzie miało kluczowe znaczenie dla wyłonienia ostatecznego zwycięzcy w wyścigu o dominującą pozycję w „czystym” transporcie.

Na rozwój pojazdów BEV i FCV znaczący wpływ mieć będzie przede wszystkim finalny kształt transformacji energetycznej, rosnące zapotrzebowania na energię elektryczną oraz dostępność wody. Wyzwania związane z odejściem od tradycyjnych źródeł energii będą napędzać rozwój każdej z dostępnych opcji. Zwyciężą te, które zapewnią środowiskową i ekonomiczną efektywność produkcji. Prawdopodobnie nie będzie to jeden rodzaj energii, ale jej miks, zatem zarówno pojazdy napędzane energią elektryczną jak i wodorem będą w przyszłości konkurować na rynku. Choć obecnie szala przechyla się ku pojazdom EV, ze względu na dojrzałość i dostępność tej technologii, przyszła dostępność zielonego wodoru i infrastruktury pozwalającej na jego tankowanie może odwrócić ten trend.

Obecnie kwestie wydajności, takie jak masa pojazdu i zasięg, stanowią wyzwanie dla pojazdów napędzanych energią elektryczną. Wyzwania ekonomiczne i techniczne związane z przepustowością sieci i infrastrukturą ładowania dodatkowo komplikują ich masowe użycie. Pojazdy wodorowe, choć obecnie droższe i bez infrastruktury tankowania oferują większe zalety środowiskowe. Zachęty regulacyjne i inicjatywy branżowe mogą odegrać kluczową rolę w kształtowaniu trajektorii zrównoważonego transportu w przyszłości. Nie bez znaczenia będą również preferencje konsumentów, szczególnie dyktowane ceną, bezpieczeństwem, trwałością oraz możliwościami zbycia poszczególnych rodzajów pojazdów na rynku wtórnym.

Wszystko może się odmienić, jeśli aktualne badania nad fuzją jądrową przyniosą nam nieograniczone zasoby energii, która będzie dostępna tanio, a nawet za darmo już w drugiej połowie XXI wieku. Poza tym badania nad zastąpieniem uranu torem mogą przynieść nowe perspektywy dla reaktorów opartych na rozszczepianiu atomu. Jeśli do tego nauka i przemysł rozwiążą problemy związane z niedoskonałościami baterii, dostarczając nam ekstremalnie pojemnych, lekkich, niedrogich i szybko ładujących się akumulatorów - wszystko to może doprowadzić do końca ery wodoru i innych alternatywnych źródeł energii. Jednakże taka rewolucja mogłaby nastąpić najwcześniej w drugiej połowie XXI wieku.

W przypadku dalszego zainteresowania wodorem zachęcamy również do zapoznania się z naszą analizą [„Polski wodór. Czy zdążymy na czas?”](#) oraz raportem końcowym z projektu zrealizowanego przez nas na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Pomorskiego [„Pomorskie na lekkim gazie - kierunki i scenariusze rozwoju gospodarki wodorowej do 2030 roku z perspektywą do 2040 roku”](#),

O NAS

SKONTAKTUJ SIĘ Z NAMI,
JEŚLI INTERESUJE CIĘ
PRZYSZŁOŚĆ MOBILNOŚCI!

4CF The Futures Literacy Company

4CF Sp. z o.o.
Pl. Trzech Krzyży 10/14
00-535 Warszawa, Polska

Dariusz Kozdra

dyrektor ds. komunikacji

Email: darek@4cf.pl
Tel.: +48 600 200 538
www: 4cf.eu

4CF jest polską firmą doradczą zajmującą się foresightem strategicznym i budową długoterminowych strategii. Od prawie dwóch dekad 4CF pomaga swoim klientom w przygotowaniu się na niepewne jutro. Firma zrealizowała setki projektów dla firm prywatnych, instytucji publicznych i międzynarodowych, w tym UNESCO, UNDP i WHO.

Wykorzystując foresight, 4CF wspiera klientów w odkrywaniu przyszłych możliwości, aby już dziś mogli podejmować ważne strategiczne decyzje i wdrażać rozwiązania zapewniające lepszą przyszłość ich interesariuszy. Dbamy o to, aby nasi klienci byli zawsze o krok przed konkurencją. Firma jest jedynym polskim członkiem Association of Professional Futurists, Foresight Educational and Research Network oraz założycielem polskiego węzła The Millennium Project.

4CF jest w czołówce światowych innowatorów i aktywnie przyczynia się do rozwoju najnowocześniejszych narzędzi foresightowych. Eksperti firmy w dziedzinie foresightu posiadają rozległą interdyscyplinarną wiedzę i doświadczenie. Stale doskonalą metodologię 4CF i aktywnie współpracują z wiodącymi międzynarodowymi ośrodkami foresightowymi.

