DEBATA O KONKURENCYJNOŚCI I ROZWOJU KOLEI W PERSPEKTYWIE DO 2030 ROKU.

Marcin Trzaska

PRZYSZŁOŚĆ NAPĘDU WODOROWEGO W TRANSPORCIE SZYNOWYM W ŚWIETLE OSTATNICH RAPORTÓW I OPRACOWAŃ.

Autor: Marcin Trzaska

Na wstępie chciałbym bardzo wyraźnie zaznaczyć, że nie jestem wrogiem napędu wodorowego i jego zastosowań w transporcie szynowym.
Jednakże od wielu miesięcy uważnie śledzę artykuły związane z tą tematyką, które pokazują się w mediach branżowych, zarówno polskich jak również, a może przede wszystkim, w zagranicznych publikacjach.
Z jednej strony mamy dużą ilość wręcz entuzjastycznych doniesień ze świata producentów taboru, którzy jeden po drugim ogłaszają rozpoczęcie lub osiągnięcie kolejnych kamieni milowych w rozwoju swoich projektów taborowych z zastosowaniem napędu wodorowego.
Ostatnio do tego grona dołączyło nawet konsorcjum kilku firm, wyższych uczelni i Namibijskich Kolei Narodowych TransNamib, którzy ogłosili rozpoczęcie prac nad pierwszą lokomotywą wodorową na kontynencie afrykańskim a koreański producent taboru kolejowego Woojin Industrial Systems ogłosił niedawno, że posiada już prototyp pociągu napędzanego wodorem nad którym pracował od 2018 roku.
Analizując europejski rynek taborowy wychodzi na to, że jedynymi liczącymi się producentami pociągów, którzy nie posiadają jeszcze w swoim portofolio produktowym pociągów wodorowych są nasz krajowy Newag i chorwacki Koncar.

Na podstawie

Raportu Ministerstwa Transportu Kraju Związkowego Badenii-Wirtenbergii

Raportu Izby Gmin Parlamentu Brytyjskiego

Raportu Banku Światowego

Raportu UN Global Compact Network Poland

Raportu Muliticonsult Polska

Raportu UK Innovate

Pytanie tylko czy odpuszczenie wodoru to słuszna strategia w odniesieniu do najbliższych 10-15 lat ?
Tak się jakoś złożyło, że w ostatnich miesiącach 2022 roku pojawiło się szereg raportów lub opracowań, które w mniejszy lub większy sposób odnosiły się do tematyki zastosowań napędu wodorowego w transporcie kolejowym.
Prawdopodobnie jest to zbieg okoliczności gdyż instytucje, które są autorami tych opracowań raczej nie mają ze sobą wiele wspólnego. Tym bardziej warty uwagi jest fakt, że wnioski jakie wynikają z tych raportów są bardzo podobne.
Ilość problemów dotyczących wodoru jakie zostały podniesione w tych opracowaniach jest, jak dla mnie, porażająca. Wyraźnie widać, że rozważania na temat napędu wodorowego i jego przyszłości w transporcie szynowym wychodzą z fazy entuzjastycznego romantyzmu a wchodzą w fazę racjonalnego pozytywizmu bazującego na poważanych i wieloaspektowych analizach.
Niestety sprawdza się tutaj powiedzenie, że „im dalej w las tym więcej drzew". Wodór w transporcie szynowym nie jest dla wszystkich i nie wszędzie będzie mógł być wdrożony. Jego zastosowanie w praktyce wymaga na chwilę obecną ogromnych środków inwestycyjnych i nie gwarantuje ani sukcesu organizacyjnego a już na pewno ekonomicznego.
Każda decyzja organizatora transportu dotycząca zakupu jednostek wodorowych powinna być poprzedzona głęboką analizą techniczno-organizacyjno-ekonomiczną i to nie w ogólnym odniesieniu do jakiegoś regionu ale konkretnie do każdej linii kolejowej z osobna jaka ma być obsługiwana takim taborem.
Polska jako kraj jeszcze długo nie będzie, moim zdaniem, chłonnym rynkiem na tego typu pojazdy kolejowe. Wynika to głównie z tego, że nasza sieć kolejowa ma stosunkowo wysoki wskaźnik elektryfikacji oraz z faktu, że w naszym kraju produkcja zielonego wodoru do którego trzeba wykorzystywać energię z OZE w najbliższych latach na skalę przemysłową nie będzie miała miejsca. To się po prostu nie będzie opłacać, przede wszystkim od strony ekonomicznej ale również bilans emisji CO_2 będzie bardzo niekorzystny.
Wszystko te tezy i opnie jak również znacznie więcej znajdziecie Państwo w dokumentach, opracowaniach lub raportach na bazie których powstał niniejszy tekst. Powołuję się na nie bezpośrednio w tekście.
W mojej ocenie wygląda na to, że jeszcze wiele lat pociągi i lokomotywy z napędem wodorowym nie będą wykorzystywane na szeroką skalę a pozostaną jedynie nowinką technologiczną a ich wdrożenia do pracy operacyjnej będą ciekawymi eksperymentami, trochę również o charakterze promocyjno-marketingowym.
Dodatkowo (wzorując się na Wielkiej Brytanii o czym w dalszej części tekstu) należy zwrócić się do PKP PLK SA w celu przeprowadzenia odpowiednich analiz jaka ilość i które odcinki sieci kolejowej będącej w jej zarządzie mają predyspozycje do opłacalnego od strony kosztowej wprowadzenia na nią taboru napędzanego wodorem. Patrząc od strony producentów była by to wiedza nieoceniona i bardzo pomocna w projektowaniu dalszego rozwoju swoich produktów.

Raport Ministerstwa Transportu
Kraju Związkowego Badenii-Wirtenbergii

Na początku listopada 2022 roku Ministerstwo Transportu Badenii-Wirttenbergii opublikowało wyniki raportu dotyczącego wyboru rodzaju napędu pociągów dla tego kraju związkowego w Niemczech.

Szczegółowe porównanie trzech wariantów napędu (wodór, sieć trakcyjna, hybryda z akumulatorami) na dwóch lokalnych sieciach (Westfrankenbahn i Nagoldtalbahn) wykazało, że w okresie 30 lat koszt wykorzystania napędu wodorowego będzie największy. Wyliczenia pokazały, że „*całkowity koszt posiadania*" taboru na linii Westfrankenbahn wyniósłby 849 mln euro w przypadku pociągów z ogniwami paliwowymi w porównaniu do 588 mln euro w przypadku zasilania z sieci trakcyjnej i 506 mln euro w przypadku pociągów hybrydowych z akumulatorami.
Natomiast na linii Nagoldtalbahn energia wodorowa kosztowałaby 476 mln euro wobec 286 mln euro za elektryfikację i 262 mln euro za hybrydę z baterią. W przypadku zasilania z sieci kwoty obejmują również ewentualne inwestycje w elektryfikacje niektórych odcinków.
Dodatkowo w raporcie tym zidentyfikowano największe problemy związane z wdrożeniem pociągów wodorowych w Badenii-Wirttembergii :

- wysokie koszty tworzenia punktów tankowania i związanej z nimi nowej infrastruktury,
- stosunkowo słabą wydajność pojazdów,
- stosunkowo niewielki zasięg na jednym tankowaniu,
- ograniczoną dostępność „zielonego" wodoru.

Raport Izby Gmin Parlamentu Brytyjskiego
"The role of hydrogen in achieving Net Zero"

House of Commons
Science and Technology Committee

W grudniu 2022 roku w dyskusję nad przyszłością wodoru w gospodarce włączył się Parlament Brytyjski publikując raport „*The role of hydrogen in achieving Net Zero*", który został przygotowany przez Komitet Nauki i Technologii Izby Gmin.
Raport ten jest bardzo obszerny i dotyczy zagadnień z całej gospodarki dlatego warto się skupić na aspektach kolejowych tego dokumentu.
Główne wnioski wynikające z tego raportu są podobne do tych jakie pojawiły się w wyżej wspomnianym opracowaniu Ministerstwa Transportu Kraju Związkowego Badenii-Wirtembergii.
Brytyjczycy w swoim raporcie zauważyli między innymi, że :

- wodór będzie miał do odegrania znaczącą rolę na kolei tylko tam gdzie jeszcze nie dotarła elektryfikacja sieci a w szczególności tam gdzie tej elektryfikacji się nie przewiduje.
- administracja rządowa powinna zidentyfikować linie kolejowe, które nie mają szans być zelektryfikowane przed 2050 i doprowadzić tam do testów pociągów o napędzie wodorowym.
- produkcja zielonego wodoru, jego składowanie i zorganizowanie sieci jego dystrybucji wymagają znaczących nakładów finansowych.

Z tych też powodów raport Izby Gmin przewiduje główne zastosowania paliwa wodorowego :

- w miejscach, które nie wymagają tworzenia rozległej sieci tankowania – takie jak na przykład regionalne i aglomeracyjne przewozy kolejowe działające w ramach z góry ustalonej liczby baz taborowych lub prace manewrowe prowadzone w ramach jednej bocznicy
- w miejscach, w których potencjalni użytkownicy wodoru, znajdują się w sąsiedztwie lub mają dostęp do miejsc, w których produkowany jest wodór i jest zorganizowana sieć dystrybucji

Przewodniczący Komitetu Nauki i Technologii Izby Gmin Greg Clark zauważył, że *„przyszłe decyzje dotyczące roli wodoru muszą być coraz bardziej praktyczne, biorąc pod uwagę to, co jest technicznie i ekonomicznie osiągalne".*
Intersujący w tym raporcie jest również fakt cytowania ekspertów biorących udział w oficjalnych spotkaniach przy tworzeniu tego raportu. Dr Helen McAllister, dyrektor ds. strategii i planowania w Network Rail, czyli odpowiednika polskiej PLK-i, powiedziała między innymi, że wodór najlepiej nadaje się jedynie do *„około 4% lub 5%"* sieci kolejowej zarządzanej przez jej firmę.
Biorąc pod uwagę, że w Wielkiej Brytanii mamy około 33 tysięcy km linii kolejowych (z czego tylko około 5 000 jest zelektryfikowanych) to wychodzi na to, że użycie w przyszłości pociągów wodorowych na wyspach brytyjskich może dotyczyć jedynie około 1650 km.

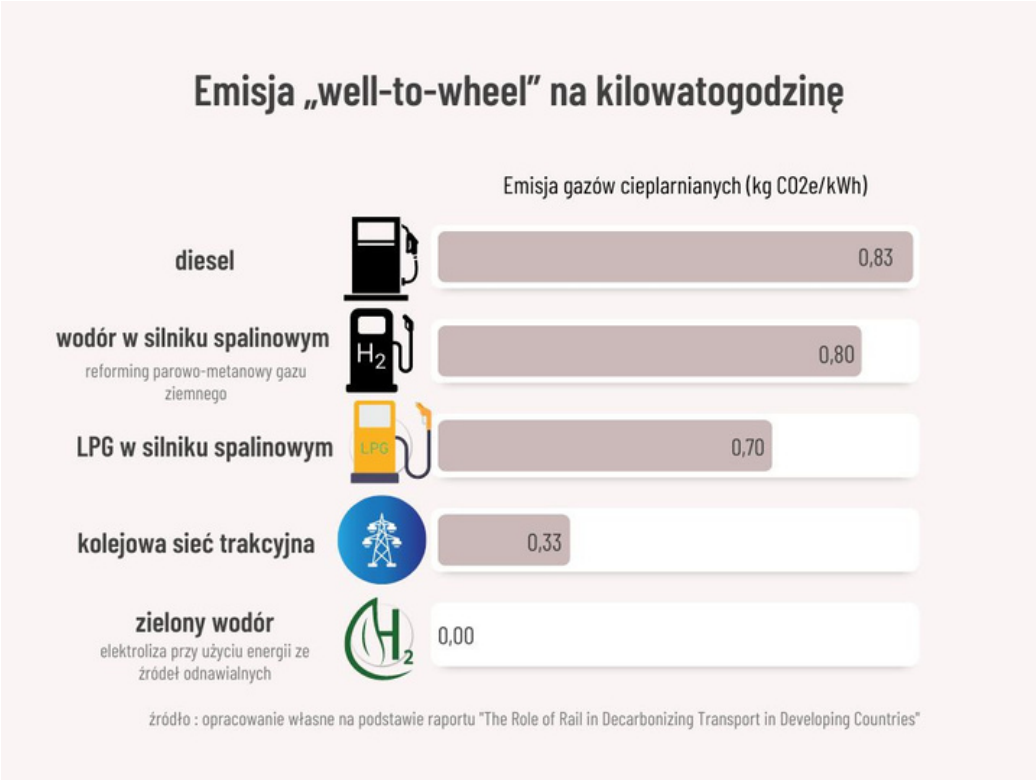
Raport Banku Światowego
„The Role of Rail in Decarbonizing Transport in Developing Countries"

Również w listopadzie 2022 roku swój raport opublikował Bank Światowy. Jak pisze, we wstępie do tego opracowania, Transport Global Practice Director w tym banku Nicolas Peltier:
„Transport jest niezbędny dla rozwoju gospodarczego i społecznego. Jest to fizyczna, społeczna i ekonomiczna sieć, która łączy ludzi z możliwościami, towary z rynkami, a społeczności z dobrobytem. Poprawa jakości infrastruktury transportowej i usług transportowych może pomóc gospodarkom wschodzącym rozwiązać problem ubóstwa i zmniejszyć nierówności."
Sam raport jest bardzo obszerny a jego duża część jest poświęcona zastosowaniu technologii napędu wodorowego w transporcie szynowym. Nie miejsce tutaj ani czas dokładnie omawiać zapisy tego dokumentu ale warto przedstawić najważniejsze konkluzje dotyczące zastosowań technologii napędu wodorowego w transporcie kolejowym. Główne wnioski są zbieżne z dotychczas publikowanymi raportami i opracowaniami.
Korzyści płynące z przejścia w transporcie kolejowym na alternatywne źródła energii, takie jak wodór, zależą głównie od dostępności, niezawodności i „ekologiczności" tych źródeł energii.
Jak by nie liczyć aktualnie największe efekty daje zmiana napędu spalinowego na napęd elektryczny zasilany za pośrednictwem trakcji stacjonarnej w szczególności gdy energia elektryczna jest pozyskiwana z odnawialnych źródeł energii.

Pojazdy wyposażone w akumulatory mają również duże możliwości generowania oszczędności. Wynika to między innymi ze stosunkowo niewielkich strat związanych z magazynowaniem i późniejszym wykorzystaniem energii elektrycznej. Autorzy raportu zwracają uwagę, że obecnie wykorzystywane ogniwa paliwowe wykorzystujące wodór nie mają jeszcze takich możliwości a wodór jest dobrym środkiem do magazynowania energii ale nie jej źródłem.

Aktualnie potencjał wodoru jako alternatywnego źródła energii jest związany z jego dostępnością. Produkcja 1 kilograma wodoru za pomocą elektrolizy, która obecnie generuje najmniej emisji gazów cieplarnianych jeśli oczywiście jest zasilana energią ze źródeł odnawialnych, wymaga od 50 do 55 kilowatogodzin. Uzyskany w ten sposób kilogram wodoru zawiera tylko około 40 kilowatogodzin energii użytkowej, która następnie wytwarza około 24 kilowatogodzin z ogniwa paliwowego. Tak więc stosunek energii elektrycznej wejściowej do bez emisyjnej energii wyjściowej wynosi co najwyżej 2,25 do 1, a po uwzględnieniu strat związanych z dystrybucją całkowita efektywność energetyczna wynosi zaledwie 35%.

Kolejną przeszkodą w wykorzystaniu wodoru jako głównego źródła energii dla kolei, na którą zwraca się uwagę w raporcie Banku Światowego jest ograniczona podaż zielonego wodoru. W związku z tym infrastruktura do produkcji i dystrybucji paliwa wodorowego będzie musiała zostać znacznie rozbudowana, aby to alternatywne źródło energii stało się konkurencyjne cenowo i łatwo dostępne dla przewoźników kolejowych.

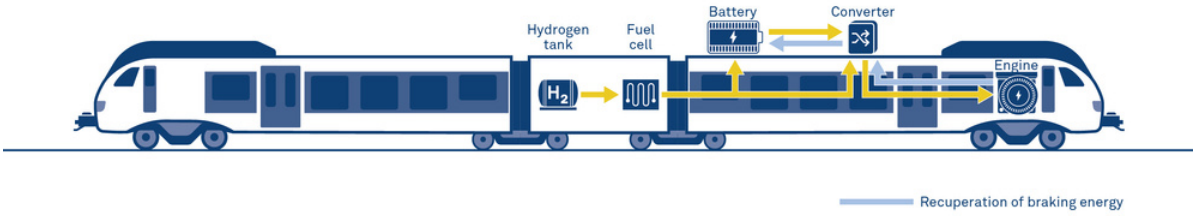


Ponadto należy wziąć pod uwagę pełną emisję gazów cieplarnianych z wodoru. W przypadku produkcji tego paliwa przy użyciu energii elektrycznej wytwarzanej z paliw kopalnych emisje gazów cieplarnianych mogą być równie wysokie lub nawet wyższe niż w przypadku bezpośredniego spalania oleju napędowego.

Uwagi wymaga również fakt, że wodór potrzebuje dziesięć razy więcej miejsca do przechowywania niż olej napędowy. W praktyce może to wymagać nawet dodatkowego członu ze zbiornikami w składach zespolonych lub dodatkowego wagonu w klasycznych pociągach wagonowych.
Właśnie taka koncepcja magazynowania paliwa wodorowego będzie realizowana w projekcie HyRail Namibia czyli pierwszej na kontynencie afrykańskim lokomotywy towarowej wykorzystującej napęd wodorowy jaki jest prowadzony w Namibii przez konsorcjum Hyphen Technical, CMB.TECH, Namibian National Railways TransNamib oraz The University of Namibia and Traxtion.

WIZUALIZACJA LOKOMOTYWY WODOROWEJ DLA KOLEI W NAMIBII
ŹRÓDŁO : CMB.TECH/RAILTECH,COM

W odniesieniu natomiast do EZT-ów to taka konstrukcja została zastosowana i wdrożona przez Stadlera w projekcie wodorowego Flitra H2, który jest realizowany dla San Bernadino County Transportation Authority w Kalifornii w Stanach Zjednoczonych.



SCHEMAT POCIĄGU WODOROWEGO FLITRT H2 Z WIDOCZNYM MODUŁEM DODATKOWYM W ŚRODKOWEJ CZĘŚCI SKŁADU
ŹRÓDŁO : STADLER

Raport UN Global Compact Network Poland
„Zrównoważony transport – droga do neutralności klimatycznej"

Oprócz raportów zagranicznych jest też kilka opracowań dotyczących przyszłości transportu, a tym samym przyszłości napędu wodorowego, które powstały w naszym kraju. Jednym z nich jest dokument *„Zrównoważony transport – droga do neutralności klimatycznej"* przygotowany i opublikowany w listopadzie 2022 roku przez UN Global Compact Network Poland.
Tematyka kolejowa a w szczególności dekarbonizacja tej dziedziny transportu jest omówiona w rozdziale *„Transport kolejowy – stworzony dla elektryczności i... wodoru? "*, który został przygotowany przez Michała Grobelnego z Zespołu Doradców Gospodarczych TOR.
Autor, który jest jednym z lepszych w Polsce znawców tematyki taborowej, stwierdza między innymi, że oprócz elektryfikacji linii kolejowych *„jednym z głównych sposobów na ograniczanie lub niemal całkowite eliminowanie emisyjności transportu kolejowego jest eksploatacja pojazdów wykorzystujących silniki na paliwa alternatywne lub takich, w których zastosowano innowacyjne systemy napędowe."*
Ponadto w dalszej części dotyczącej już wyłącznie napędu wodorowego możemy przeczytać, że pojazdy na wodór mają szanse być wykorzystywane przede wszystkim *„w odniesieniu do konieczności wykonywania przewozów na liniach niezelektryfikowanych"* oraz że wodór wykorzystywany będzie *„do napędzania pasażerskich zespołów trakcyjnych (regionalnych, tzw. szynobusów) oraz lokomotyw manewrowych (wykorzystywanych na bocznicach, terminalach czy infrastrukturze rozrządowej)".*
Oprócz głównych zalet napędu wodorowego takich jak ekologia wynikająca z zero emisyjności, oszczędności wynikające z braku konieczności elektryfikacji niektórych linii kolejowych, zmniejszona ilość hałasu i wibracji, należy zwrócić uwagę na wady takie jak koszty wytworzenia paliwa wodorowego, jego logistyki i dystrybucji oraz stosunkowo niską żywotność ogniwa paliwowego.

Raport Muliticonsult Polska
„Transformacja energetyczna"

We wszystkich raportach jako jedną z głównych przeszkód na drodze do rozpowszechniania się napędu wodorowego wskazuje się produkcję zielonego paliwa wodorowego, jego dystrybucję i przechowywanie.
W tym obszarze bardzo ciekawy jest raport przygotowany przez Multiconsult Polska *„Transformacja energetyczna"* a w szczególności jeden z jego rozdziałów autorstwa Artura Szczeliny pod tytułem *„Czy wodór rzeczywiście może stać się paliwem przyszłości ?"*

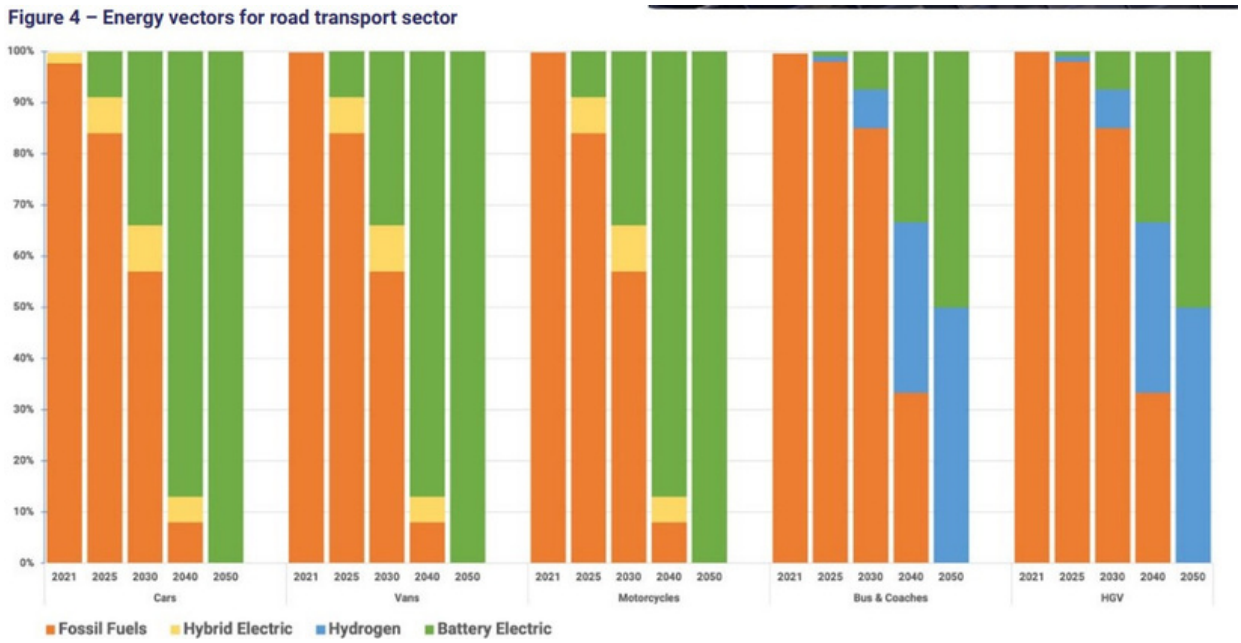
Każdy to się zastanawia skąd biorą się wątpliwości co do różnych aspektów wykorzystania na szeroką skalę wodoru jako paliwa w transporcie szynowym powinien się zapoznać się tą publikacją. Przedstawiona tam ilość problemów i wątpliwości jakie wiążą się z produkcją wodoru a także z jego transportem i przechowywaniem jest przytłaczająca. Pokazane są tam bardzo złożone zależności gospodarcze jakie mogą wystąpić w związku ze zwiększeniem podaży wodoru produkowanego dla rynku transportowego. Często są to zależności absolutnie nieoczywiste a w związku z tym w publikacjach branży transportowej dotąd nie omawiane, takie jak związane z wpływem zwiększonego popytu na wodór ze strony rynku transportowego na :

- wzrost cen nawozów sztucznych,
- konieczność skokowego zwiększenia w Polsce potencjału OZE,
- zużycie wody a tym samym jej dostępność a co za tym idzie na gospodarkę wodno-ściekową

Konkluzje tego niezmiernie ciekawego tekstu są jednoznaczne. Przez najbliższe lata *„wodór nie może stanowić masowego paliwa - obecnie wciąż potrzebujemy więcej energii do jego wytworzenia niż możemy z niego otrzymać”.*

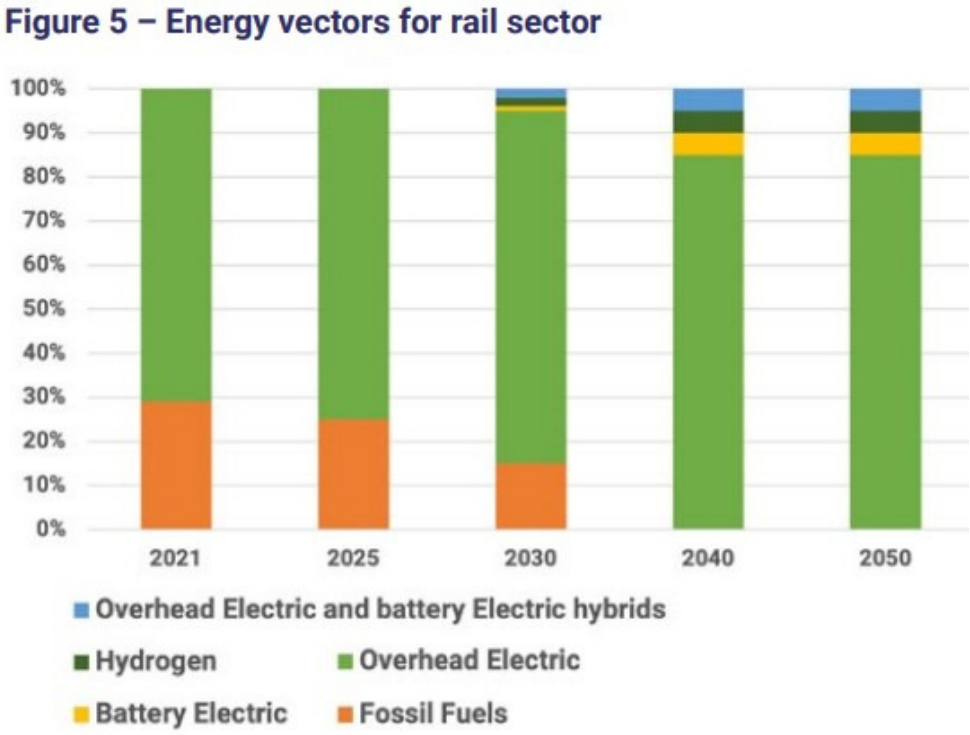
Raport Uk Innovate
“UK Transport Vision 2050”

Zapewne tego typu dane są między innymi powodem wniosków jakie zawarte zostały w raporcie *„UK Transport Vision 2050 : investing in the future of mobility”*, który został opublikowany przez organizację UK Innovate w sierpniu 2021 roku.
Zgodnie z prognozami autorów tego dokumentu w perspektywie do 2050 roku udział napędu wodorowego w transporcie lądowym będzie znaczący ale jedynie w segmencie autobusów i autokarów oraz w segmencie ciężarówek i ciągników siodłowych określanych jako HGV, czyli Heavy Goods Vehicle. W tych segmentach udział pojazdów napędzanych wodorem będzie wynosić 50%. Samochody osobowe, motocykle i samochody dostawcze będą, według autorów z UK Innovate, wyłącznie elektryczne.



ŹRÓDŁO : RAPORT UK INNOVATE "UK TRANSPORT VISION 2050 : INVESTING IN THE FUTURE OF MOBILITY"

Większa różnorodność w temacie stosowanych napędów jest przewidywana w transporcie kolejowym. W tym przypadku w 2050 roku 85% pojazdów kolejowych ma być napędzane za pomocą trakcji, 5 % przy użyciu baterii, 5% to pojazdy hybrydowe łączące napęd z trakcji z akumulatorami a kolejne 5% (i chyba tylko 5%) to pojazdy z napędem wodorowym. Oczywiście prognozy te dotyczą sieci kolejowej w Wielkiej Brytanii.



ŹRÓDŁO : RAPORT UK INNOVATE "UK TRANSPORT VISION 2050 : INVESTING IN THE FUTURE OF MOBILITY"

Ankiety na portalu Linkedin

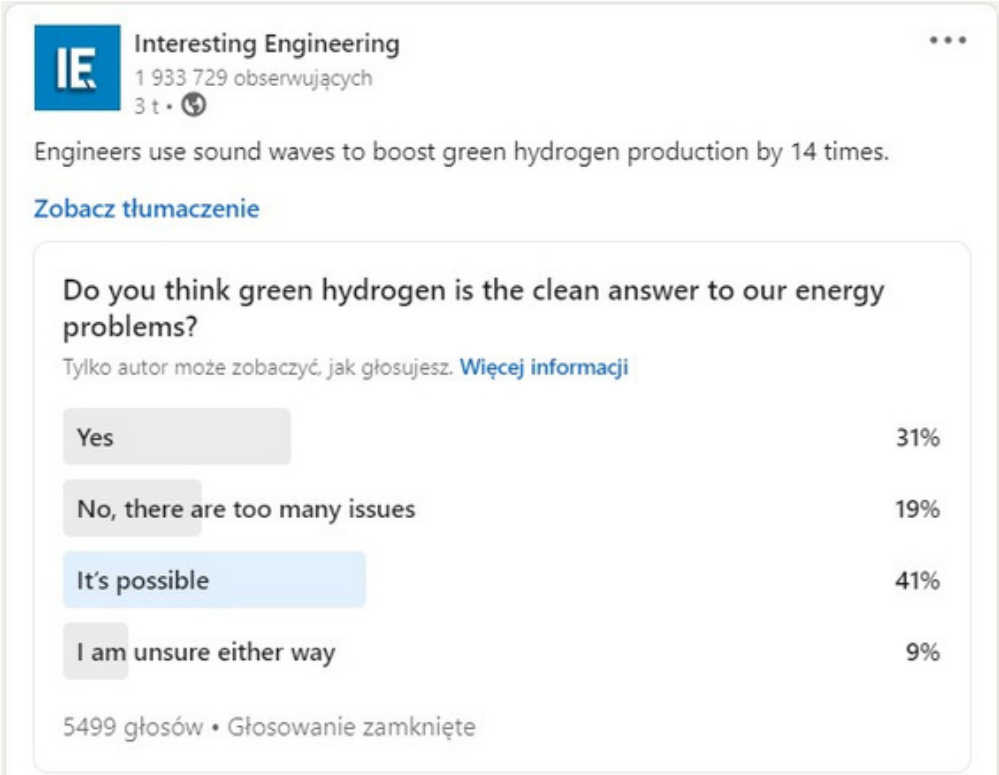
Niezależnie od tych opinii i stanowisk prezentowanych w wyżej wspomnianych raportach wodór i jego zastosowanie jako paliwo w gospodarce jest raczej pozytywnie odbierane przez opinię publiczną. Od czasu do czasu na Linkedin można znaleźć ankiety organizowane przez różne portale lub organizacje branżowe, które mają swoje profile na tym portalu.

W ostatnim czasie ankietowani mogli się wypowiedzieć na tematy takie jak :

„Jaki sektor energetyki przyciągnie najwięcej inwestycji w 2023 roku?”
Na tak zadane pytanie 60% osób które wzięły udział w ankiecie zorganizowanej przez Boss Energy Consulting stwierdziło, że wodór.

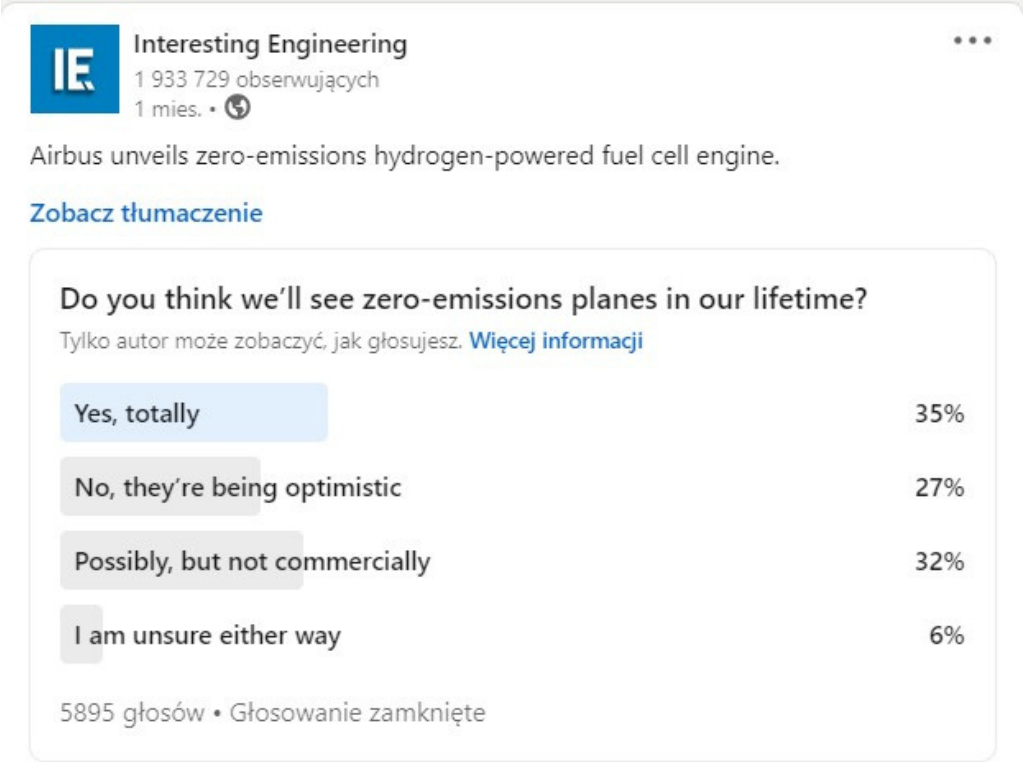
ŻRÓDŁO : PROFIL BOSS ENERGY CONSULTING NA PORTALU LINKEDIN

„Czy zielony wodór jest czystą odpowiedzią na problemy energetyczne?"
W tym sondażu zorganizowanym przez portal Interesting Engineering ponad 70% czytelników uważa, że jest to jak najbardziej możliwe.



ŻRÓDŁO : PROFIL INTERESTING ENGINEERING NA PORTALU LINKEDIN

„Czy nasze pokolenie doczeka się zero emisyjnych samolotów ?”
To pytanie również zostało zadane swoim czytelnikom przez portal Interesting Engineering i 35% osób odpowiedziało twierdząco.



ŻRÓDŁO : PROFIL INTERESTING ENGINEERING NA PORTALU LINKEDIN

Jednoznacznie pozytywne nastawienie do wdrożenia napędu wodorowego mają również producenci pociągów, czyli de facto strona podażowa rynku taborowego. Tak jak wspomniałem już na wstępie zdecydowana większość z nich już od dawna rozwija swoje projekty wodorowe nie przejmując się za bardzo problemami na które zwraca się uwagę we wspomnianych wyżej publikacjach.
Omówienie tych projektów taborowych jest zadaniem na oddzielny tekst. Kilka miesięcy temu miałem zresztą okazję pisać szczegółowo o ten temat na stronie internetowej Stowarzyszenia Ekspertów i Menedżerów Transportu Szynowego.

Dla zaintersowanych również tą tematyką zamieszczam link :

https://www.seim-tsz.pl/przeglad-projektow-wodorowych/