

Bezpieczeństwo na interoperacyjnej stacji tankowania wodoru w transporcie kolejowym - projekt FP4 RAIL4EARTH w partnerstwie Europe's Rail Joint Undertaking

Safety issues at an interoperable hydrogen refuelling station in rail transport - FP4 RAIL4EARTH project in partnership with Europe's Rail



Adrian Kaźmierczak

Mgr inż.

Institut Kolejnictwa

akazmierczak@ikolej.pl



Danuta Milczarek

Mgr

Institut Kolejnictwa

dmilczarek@ikolej.pl

Streszczenie: W artykule autorzy omawiają podstawowe założenia realizowanego projektu w ramach pakietu roboczego WP9 (Work Package 9) utworzonego w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego Europe's Rail w obszarze flagowym FP4 Rail4EARTH. Projekt realizowany jest przez podmioty, które utworzyły międzynarodowe konsorcjum Wspólne Europejskie Przedsięwzięcie Kolejowe w ramach ramowego programu Unii Europejskiej „Horyzont Europa” w zakresie badań naukowych i innowacji. Instytut Kolejnictwa jako podmiot stowarzyszony jest jednym z członków tego ekosystemu i realizuje prace badawczo-rozwojowe mające na celu wypracowanie kodeksów postępowania i standardów dla interoperacyjnej kolejowej stacji tankowania wodoru i wpływających bezpośrednio na bezpieczeństwo w transporcie kolejowym.

Słowa kluczowe: Wodór; Badania w kolejnictwie; Transport kolejowy; Bezpieczeństwo

Abstract: The article presents the basic assumptions of the ongoing WP9 (Work Package 9) created as part of the public-private partnership Europe's Rail in the FP4 Rail4EARTH flagship project. The project is implemented in cooperation of the entities that formed the international consortium Joint European Railway Undertaking implemented by the European Commission under the European Union's Horizon Europe framework program for research and innovation. The Railway Institute, as an affiliate, is one of the members of this ecosystem and is carrying out research and development work aimed at developing codes of conduct and standards for the rail hydrogen refueling station and directly affecting safety in rail transportation. The tasks being carried out as part of the established R&D ecosystem are discussed, with the goal of creating guidelines for the design of a rail hydrogen refueling station while ensuring its interoperability. The introduction of new hydrogen technologies requires the creation of a completely new model of safety structure based on risk analysis and acceptance, taking into account the specific conditions in the railroad sector. According to current railroad regulations, the introduction of hydrogen technologies should be considered a significant technical change affecting transportation safety.

Keywords: Hydrogen; Railway research; Rail transport; Safety

Wstęp

W ramach Europejskiego Zielonego Ładu planuje się zredukować o 90 % emisję gazów cieplarnianych pochodzących z transportu, aby do roku 2050 UE mogła stać się gospodarką neutralną dla klimatu, jednocześnie dążąc również do osiągnięcia zera emisji zanieczyszczeń. Aby osiągnąć założone cele systemowe, konieczne jest, aby wszystkie rodzaje transportu stały się bardziej zrównoważone oraz zapewniona była szeroka dostępność zrównoważonych

rozwiązań alternatywnych w systemie transportu multimodalnego a także zostały wdrożone odpowiednie narzędzia wspierające transformację [1]. Wodór jest postrzegany jako jedna z dróg do redukcji emisji w transporcie. Ma on potencjał do zastępowania paliw konwencjonalnych w transporcie miejskim (autobusy), drogowym, pojazdach lekkich flotowych (wózki widłowe, samochody dostawcze, taksówki), kolejowym niezelektryfikowanym (pojazdy kolejowe wyposażone w ogniwa paliwowe), morskim i rzeczynym oraz intermodalnym, a w dalszej

perspektywie również w lotnictwie. Kolej napędzana paliwem wodorowym może stać się atrakcyjna w zakresie przewozów towarowych, a przede wszystkim przewozów pasażerskich na poziomie regionalnym i ponadregionalnym. Pociągi zasilane wodorem mogą zastąpić pojazdy spalinowe (zespoły trakcyjne/lokomotywy) użytkowane na niezelektryfikowanych liniach kolejowych. Działania na rzecz promocji tych rozwiązań są prowadzone w wielu krajach, również w Polsce, a wielu przewoźników kolejowych i organizatorów przewozów kolejowych

w Polsce wyraża zainteresowanie pojazdami wyposażonymi w ogniwa wodorowe. Każdy etap projektowania i budowy systemu przechowywania, transportu i dystrybucji wodoru powinien być poprzedzony szczegółową analizą, a wynikające z niej wnioski wykorzystane do zapewnienia bezpieczeństwa [2]. Wprowadzenie nowych technologii wodorowych do systemu kolejowego wymaga stworzenia całkowicie nowego modelu struktury bezpieczeństwa opartego na analizie zagrożeń i akceptacji, który będzie uwzględniał specyficzne uwarunkowania występujące w sektorze kolejowym. Zgodnie z obecnie obowiązującymi kolejowymi regulacjami wprowadzenie technologii wodorowych należy traktować jako znaczącą zmianę techniczną wpływającą na bezpieczeństwo transportu. Kolejowe stacje tankowania wodoru będą miały strategiczne znaczenie, ponieważ ich funkcjonowanie i rozwój musi iść w parze z rozwojem mobilności wodorowej. Systemy stacji wodorowych będą odgrywały kluczową rolę w dalszym upowszechnianiu pojazdów napędzanych wodorowymi ogniwami paliwowymi.

Rzeczony rozwój i znaczenie technologii wodorowych w kolejnictwie uzależniony jest m.in. od bezpieczeństwa procesu tankowania, dlatego też niezbędne jest stworzenie wytycznych i standar-

dów które będą jednocześnie zapewniały interoperacyjność i bezpieczeństwo stacji tankowania wodoru.

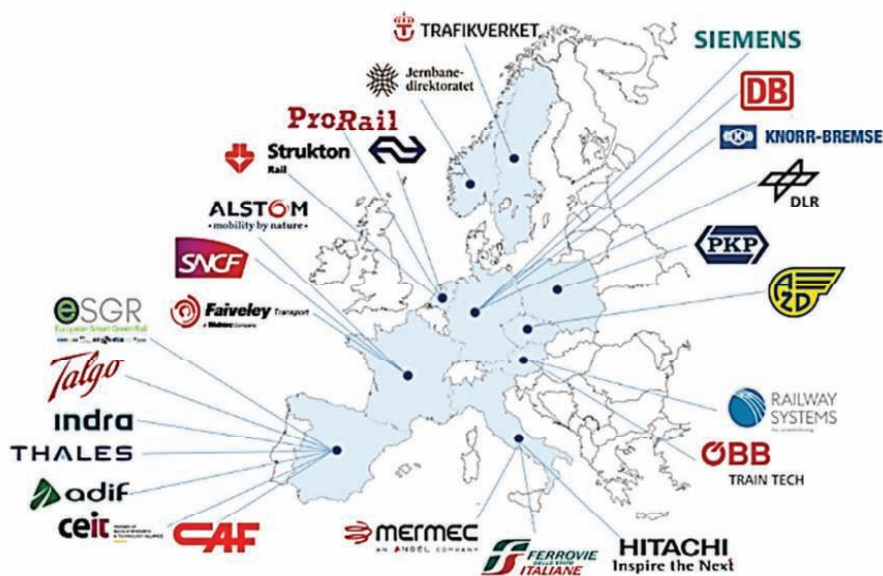
Obecnie Instytut Kolejnictwa razem z Polskimi Kolejami Państwowymi S.A. bierze udział w projekcie FP4 RAIL4EARTH w ramach partnerstwa Europe's Rail, w którym zajmuje się pracami dotyczącymi realizacji celów dla rozwoju europejskich kolei.

W ramach powstałego partnerstwa publiczno-prywatnego Europe's Rail został utworzony flagowy projekt FP4 odnoszący się do zrównoważonych, ekologicznych i innowacyjnych technologii na kolei, rozwoju budownictwa modułowego, wykorzystania gospodarki obiegu zamkniętego oraz prac związanych z wypracowaniem rozwiązań w ramach holistycznego zarządzania energią elektryczną na potrzeby ruchu trakcyjnego.

Celem projektu jest badanie, rozwijanie i dostarczanie innowacyjnych rozwiązań i usług opartych na najnowocześniejszych technologiach, aby jeszcze bardziej zminimalizować ogólne zużycie energii i zasobów oraz wpływ na środowisko, jaki ma system kolejowy, aby utrzymać jego przewagę konkurencyjną oraz był bardziej atrakcyjnym i zapewniał odporność na zachodzące zmiany klimatu. Dużą rolę w projekcie przykłada się również na zużyciu energii w infrastrukturze kolejowej i na stacjach, w tym stacji

tankowania wodoru, inteligentnej infrastrukturze elektrycznej o niskim zużyciu z lokalnymi odnawialnymi źródłami energii, a także naziemnym magazynem energii i inteligentnym stacjom.

W strukturze programu FP4 RAIL4EARTH (Europe's Rail Flagship Project 4 – Sustainable and green rail systems – akronim Rail4EARTH) został wyodrębniony pakiet WP9. W zadaniu dotyczącym stacji tankowania wodoru Instytut Kolejnictwa podejmuje prace w ramach pakietu roboczego 9.2 (ang. Work Package 9.2) pt. "Safety issues of hydrogen refueling station (w tł. „Zagadnienia bezpieczeństwa stacji tankowania wodoru”), których celem jest usprawnienie stacji tankowania wodoru dla sektora kolejowego poprzez standaryzację jego elementów. Działania projektowe w zadaniu dotyczącym kolejowej stacji tankowania wodorem, obejmują analizy bezpieczeństwa dla stacji tankowania taboru wodorowego, w tym prace dotyczące przechowywania wodoru, załadunku stacji tankowania wodoru oraz procesu tankowania stacji paliwowej. Wykorzystanie technologii wodorowych w sektorze kolejowym będzie wymagało stworzenia nowego podejścia, innowacyjnych strategii bezpieczeństwa i konkretnych rozwiązań inżynierskich. Aby to osiągnąć, wszyscy którzy będą mieć do czynienia z rozwiązaniami wodorowymi muszą być świadomi szczególnych zagrożeń związanych z obsługą oraz wykorzystaniem technologii i muszą je brać pod uwagę. Większość zagrożeń związanych z wodorem wynika bezpośrednio z jego właściwości. Dlatego ważne jest, aby posiadać wiedzę na temat jego właściwości fizycznych i chemicznych, w tym palności i wybuchowości. Należy zrozumieć, że chociaż obecnie stosowane paliwa węglowodorowe w pojazdach kolejowych są również źródłem zagrożeń, w tym zagrożeń pożarowych i wybuchowych, a stacje i terminale tankowania oleju napędowego istnieją od dawna w środowisku kolejowym, procedury i technologie



1. Członkowie Europe's Rail. Źródło [5]



2. Przykład stacjonarnej stacji tankowania wodoru przeznaczonej dla sektora kolejowego, Bremervörde, Niemcy. Źródło [6]



3. Przykład mobilnej stacji tankowania wodoru przeznaczonej dla sektora kolejowego. Źródło [7]

tankowania są znane i przetestowane, to zagrożenia związane z wodorem znacznie się różnią od tych powszechnie obowiązujących. Ważne jest, aby zidentyfikować wszystkie zagrożenia i wziąć je pod uwagę w celu zapewnienia właściwej obsługi, uwzględniając specyficzne właściwości wodoru i parametry operacyjne, technologie i ich istniejące środki ochrony w zakresie ochrony procesowej, technicznej, przeciwpożarowej i przeciwybuchowej, a także wdrożenie odpowiednich

środków organizacyjnych w eksploatacji.

Kolejowa stacja tankowania wodoru

Budowa kolejowej stacji tankowania wodorem jest złożoną infrastrukturą technologiczną, składającą się z urządzeń, które współdziałają ze sobą, a jednocześnie mają znaczące interfejsy ze środowiskiem zewnętrznym i wpływami środowiskowymi. Wytyczne i

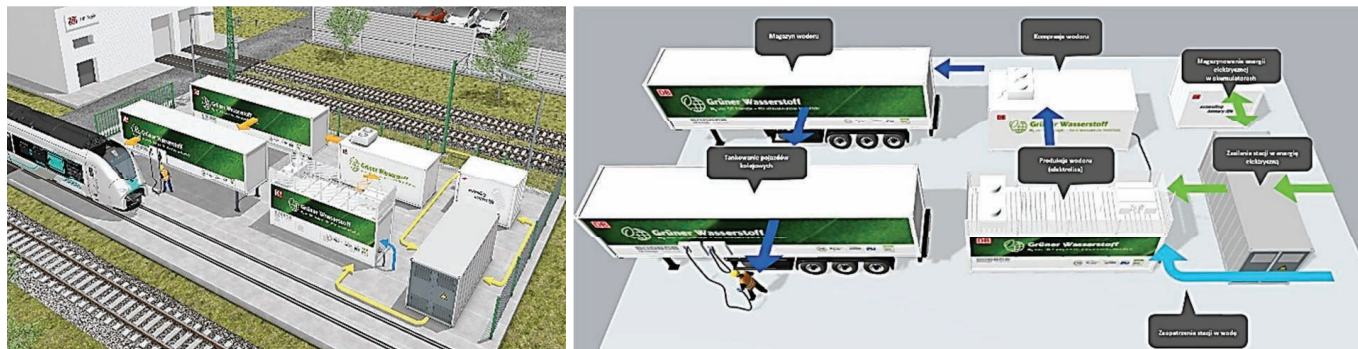
standardy w zakresie bezpieczeństwa powinny stanowić integralną część technologii wodorowych oraz wykorzystania wodoru jako istotnego nośnika energii i czystego paliwa. Specyficzne właściwości wodoru sprawiają, że nadaje się on jako nośnik energii lub paliwo, jednak aby możliwe było jego bezpieczne stosowanie, należy wdrożyć odpowiednie środki techniczne i operacyjne, aby zapobiec sytuacjom awaryjnym. Znajomość właściwości i zachowania wodoru będą determino-

wały potencjalne procedury dla operatorów.

Do podstawowych grup zagrożeń związanych z instalacjami wodorowymi

tym również napędów wodorowych i towarzyszących im instalacji, które należą do stosunkowo nowych rozwiązań technicznych. Stosowanie wo-

lejowych. Stacje tankowania wodoru są z zasady obiektami budowlanymi, pełniącymi określoną rolę funkcjonalno-użytkową. Z tego powodu projek-



4. Wizualizacja stacji tankowania wodoru. Źródło [8]

mi można zaliczyć:

- ryzyko zapłonu, wybuchu,
- ryzyko nadciśnienia,
- ryzyko związane z wyładowaniami elektrostatycznymi,
- kruchość wodorowa,
- ryzyko poparzenia.

W celu minimalizacji zidentyfikowanych zagrożeń stacja tankowania wodoru musi zawierać procedury w celu zmniejszenia ryzyka pożaru, detonacji, deflagracji i fal ciśnienia do akceptowalnego poziomu. Zastosowanie ocen ryzyka w celu przeprowadzenia identyfikacji, analiz, ocen i ograniczenia, może pozwolić właścicielom i projektantom zdefiniowanie konkretnych środków ograniczających, które będą osiągać wyższy poziom bezpieczeństwa niż w zaleceniach normatywnych [3]. Wykorzystanie technologii wodorowych w kolejnictwie wymaga wytworzenia całkowicie nowego modelu struktury bezpieczeństwa. W celu zapewnienia ich akceptowalnego poziomu w technologiach wodorowych, począwszy od wytworzenia wodoru, tankowania wodoru, a kończąc na eksploatacji i utrzymaniu stacji tankowania, należy stworzyć standardy i ramy prawne, które będą bezpośrednio determinowały ryzyko związane z nowymi technologiami. Obowiązujące na poziomie europejskim dokumenty, dotyczące interoperacyjnych sieci, nie wyszczególniają pojazdów z alternatywnymi źródłami zasilania, w

doru jako paliwa o nieograniczonych zasobach, a także najbardziej neutralnego klimatycznie (zielony wodór) ze względu na korzyści z jego stosowania jest jedną z alternatyw, która staje się coraz bliższą perspektywą również w transporcie kolejowym. Zastosowanie wodoru, tak jak w przypadku pozostałych paliw niesie za sobą określone ryzyko. Z punktu widzenia zarządzania bezpieczeństwem, prawidłowe rozpoznanie ryzyka i zrozumienie zagrożeń jest kluczowe do opracowania bezpiecznych praktyk dla całego cyklu faz życia (produkcja i magazynowanie wodoru, eksploatacja i utrzymanie stacji tankowania). Stworzenie sieci stacji tankowania wodoru dla pojazdów kolejowych jest jednym z podstawowych działań podejmowanych w celu zwiększenia udziału kolei wodorowej w transporcie szynowym i zbudowania jednolitego europejskiego obszaru kolejowego w tym zakresie. Jednym z wyzwań stojących przed rynkiem kolejowym jest stworzenie sieci odpowiedniej infrastruktury do tankowania pojazdów kolejowych. Brak uregulowań prawnych dotyczących budowania stacji tankowania wodoru dla pojazdów kolejowych, a także brak jednolitych przepisów dla interoperacyjnej sieci kolejowej dla pojazdów z alternatywnymi źródłami napędów w konsekwencji powoduje, że międzynarodowe normy techniczne nie są uwzględnione w powszechnie obowiązujących dokumentach ko-

townie, budowa, dopuszczenie do eksploatacji oraz zasady użytkowania są regulowane przez przepisy budowlane, techniczne i środowiskowe. Dodatkowo istnieją normy techniczne (krajowe i międzynarodowe), które regulują kwestie techniczne i ustalają standardy do budowy tego typu obiektów. Brak regulacji dotyczących budowy stacji tankowania wodoru w sektorze kolejowym nie powoduje, że takie stacje nie mogą powstać lub nie powstają.

Obecna sytuacja powoduje, że istnieje potencjalny obszar wchodzący w skład systemu kolejowego, który nie jest objęty wymaganiami technicznymi z zakresu bezpieczeństwa, a co za tym idzie pozostawia się określony podsystem do indywidualnej oceny w zakresie bezpieczeństwa. Uwzględniając opisane informacje podczas projektowania, budowy, utrzymania i eksploatacji stacji tankowania wodoru, należy wziąć również pod uwagę specyficzne uwarunkowania występujące w sektorze kolejowym.

Należy zaznaczyć że, wprowadzenie w transporcie kolejowym pojazdów trakcyjnych zasilanych wodoru, jak również kolejowych stacji tankowania wodoru na potrzeby takich pojazdów muszą być potraktowane jako znacząca zmiana techniczna wpływająca na bezpieczeństwo transportu a rozwiązania techniczne muszą być poddane szczegółowej analizie i akceptacji w zakresie wyceny i oceny ryzyka [4, 5].

Podsumowanie

Wykorzystanie wodoru jako paliwa w transporcie kolejowym stanowi obiecującą ścieżkę w kierunku zrównoważonych i przyjaznych dla środowiska rozwiązań. Wprowadza jednak również określone zagrożenia, którymi należy starannie zarządzać. Wdrażając rygorystyczne środki bezpieczeństwa, prowadząc regularną konserwację i zapewniając kompleksowe szkolenia, można skutecznie ograniczyć ryzyko związane z wodorem i systemami elektrycznymi w transporcie kolejowym. Zapewnienie bezpieczeństwa w tej innowacyjnej dziedzinie ma kluczowe znaczenie dla jej pomyślnego powszechnego przyjęcia. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Komunikat Komisji Do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego I Komitetu Regionów Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności – europejski transport na drodze ku przyszłości
- [2] Polska Strategia Wodorowa Do Roku 2030 z perspektywą do roku 2040, Warszawa, październik 2021 r.
- [3] J. Vereš, T. Ochodek, J. Koloničný, Safety Aspects of Hydrogen Fueling Stations, Chemical Engineering Transactions vol. 91, 2022
- [4] Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) nr 402/2013 z dnia 30 kwietnia 2013 r.

w sprawie wspólnej metody oceny

bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka i uchylające rozporządzenie (WE) nr 352/2009.

- [5] <https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2022/12/1st-General-Assembly.pdf>
- [6] <https://www.linde-engineering.com/products-and-services/plant-components/powering-sustainable-mobility-for-generations-to-come>
- [7] <https://www.dbenergie.de/dbenergiende/alternativeantriebschiene/wasserstoffversorgung>
- [8] <https://nachhaltigkeit.deutschebahn.com/en/measures/hydrogen/h2goesrail>

REKLAMA



RAILPROFILE 2D

LASEROWY POMIAR PROFILU KAŻEGO RODZAJU SZYN ORAZ ROZJAZDÓW

Urządzenie obsługiwane jest przez aplikację na telefonie z systemem Android™.

Railprofile 2D mierzy pełny profil główki szyny oraz wylicza parametry dotyczące obszaru szlifowania. Dostępna jest również funkcja związana z pomiarem rozjazdu lub jego elementów. Urządzenie prezentuje wynik pomiaru bezpośrednio na ekranie aplikacji.

Więcej informacji na www.graw.com

www.goldschmidt.com

