



Łukasiewicz

Institut Organizacji i Zarządzania
w Przemysle ORGMASZ



BEZPIECZEŃSTWO W TECHNOLOGIACH WODOROWYCH

V - INŻYNIERIA BEZPIECZEŃSTWA
TECHNOLOGII WODOROWYCH –
BEZPIECZEŃSTWO W OBSZARZE TRANSPORTU
I DYSTRYBUCJI WODORU

BEZPIECZEŃSTWO W TECHNOLOGIACH WODOROWYCH

V

INŻYNIERIA BEZPIECZEŃSTWA TECHNOLOGII WODOROWYCH – BEZPIECZEŃSTWO W OBSZARZE TRANSPORTU I DYSTRYBUCJI WODORU

Warszawa, czerwiec 2023 r.

Recenzenci: prof. dr. hab. inż. Piotr Wolański, dr inż. Katarzyna Stec, dr inż. Renata Kulesza, dr hab. inż. Grzegorz Wojtasiewicz, dr inż. Antoni Migdał, dr inż. Piotr Wieczorek, Damian Wijatyk, dr inż. Kamil Kulesza

Kierownik projektu: dr Katarzyna Iwińska

Zespół projektu: dr Katarzyna Iwińska, dr inż. Kamil Kulesza, dr hab. Michał Wróblewski, Joanna Grudowska

Publikacja dofinansowana ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Nauka dla Społeczeństwa” nr projektu NdS 545480/2022/2022, kwota dofinansowania 1 410 152 zł, całkowita wartość projektu 1 410 152 zł.



Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Organizacji i Zarządzania w Przemysle ORGMASZ
ul. Żelazna 87 00-879 Warszawa

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI	2
1. Wstęp – cel opracowania	3
2. Analiza obowiązujących przepisów prawa, standardów, wytycznych oraz kryteriów oceny związanych z bezpieczeństwem	3
3. Definiowanie obszaru projektowego w wodorowej inżynierii bezpieczeństwa i jego elementów	4
3.1. Definiowanie obszaru projektowego dotyczącego bezpieczeństwa, w przypadku transportu i dystrybucji wodoru podejście ogólne	4
3.2. Definiowanie obszaru projektowego dotyczącego bezpieczeństwa, w przypadku transportu i dystrybucji wodoru ze względu na stan skupienia	4
4. Analiza podsystemów technicznych w procesie projektowym dla wodorowej inżynierii bezpieczeństwa	5
4.1. Zagadnienia związane z oddziaływaniem na otoczenie	6
4.2. Metody minimalizowania zagrożeń oraz ich skutków	9
5. Analiza jakościowa w procesie projektowym dla wodorowej inżynierii bezpieczeństwa	9
5.1. Zagadnienia dotyczące systemów technicznych	9
5.2. Zagadnienia związane z infrastrukturą i otoczeniem	10
6. Techniki inżynierskie, scenariusze kryzysowe	11
7. Podsumowanie	13
8. Bibliografia	14

1. WSTĘP – CEL OPRACOWANIA

Rozwój gospodarki wodorowej implikuje konieczność rozwoju i skalowania technik związanych z transportem i dystrybucją wodoru. Będzie się to wiązało z poszukiwaniem nowych i rozwojem znanych metod w tym zakresie. Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie zagadnień dotyczących bezpieczeństwa związanego z tymi metodami, aby możliwe było łatwe wyszukanie nowych zagrożeń.

Transport wodoru można realizować w postaci sprężonej oraz skroplonej. Wiąże się on ściśle z obszarem magazynowania wodoru. Dlatego kwestie związane z bezpieczeństwem transportu wodoru należy rozpatrywać jako rozszerzenie zagadnień związanych z jego magazynowaniem. Ta kwestia dotyczy również stacji tankowania wodorem, mamy tutaj bowiem do czynienia zarówno z magazynowaniem, jak i transportem wodoru. Wszystkie te obszary z racji swojej charakterystyki i funkcji wymagają dobrze przemyślanych procedur bezpieczeństwa, które powinny być określone już na etapie projektowym.

Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 roku z perspektywą do 2040 roku¹ w kwestii zatłaczania wodoru do sieci dystrybucyjnej gazu ziemnego przewiduje dostosowanie wybranych odcinków sieci gazowej do przesyłu i dystrybucji wodoru domieszkowanego do gazu ziemnego. Z tego względu w niniejszym opracowaniu poruszono tematykę bezpieczeństwa w tym obszarze.

2. ANALIZA OBOWIĄZUJĄCYCH PRZEPISÓW PRAWA, STANDARDÓW, WYTYCZNYCH ORAZ KRYTERIÓW OCENY ZWIĄZANYCH Z BEZPIECZEŃSTWEM

Aspekty związane z przepisami prawa, standardami, wytycznymi oraz kryteriami oceny bezpieczeństwa opisano w raporcie nr 3, pt. „Inżynieria bezpieczeństwa technologii wodorowych – bezpieczeństwo w obszarze otrzymywania wodoru.”.

W kwestii transportu wodoru istniejącą siecią dystrybucji gazu ziemnego brak jest jasnych wytycznych legislacyjnych i normatywnych. Powstałe prawo będzie musiało uwzględniać nie tylko kwestie logistyczne czy koncesyjne, ale również wpływ wodoru na bezpieczeństwo eksploatacyjne, np. żywotność tej sieci (np. określenie maksymalnych wielkości domieszek wodoru ze względu na jego właściwości).

W przypadku transportu i dystrybucji wodoru ustawy, normy i wytyczne należy traktować interdyscyplinarnie oraz stosować się do wytycznych jednostek odpowiedzialnych za dopuszczenia infrastruktury wodorowej do użytkowania.

3. DEFINIOWANIE OBSZARU PROJEKTOWEGO W WODOROWEJ INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA I JEGO ELEMENTÓW

3.1. DEFINIOWANIE OBSZARU PROJEKTOWEGO DOTYCZĄCEGO BEZPIECZEŃSTWA, W PRZYPADKU TRANSPORTU I DYSTRYBUCJI WODORU PODEJŚCIE OGÓLNE

Stacje tankowania wodorem posiadają w swojej infrastrukturze urządzenia związane zarówno z transportem, jak i magazynowaniem wodoru. Dodatkowo wyposażone mogą być w stacje elektrolizy wody. Elementy, które powinny być brane pod uwagę w definiowaniu obszaru projektowego, to przede wszystkim²:

- obszar elektrolizy (jeżeli występuje),
- system dostaw wodoru,
- sprężarki,
- zbiorniki wodoru wraz z oprzyrządowaniem,
- połączenia rurowe,
- dystrybutory.

Wodór może być transportowany z wykorzystaniem:

- butli ze sprężonym gazem - używanych w przypadku małego zapotrzebowania lub przyczep z butlami w wiązkach ze sprężonym gazem przeznaczonych do większych zapotrzebowań (zwłaszcza jeśli są wymagane okresowe dostawy),
- cystern do cieczy kriogenicznych - używane do obsługi większych ilości gazu, zwłaszcza jeśli wymagany są dostawy realizowane w sposób ciągły,
- rurociągów - transport wodoru gazowego do obszarów o dużym zapotrzebowaniu, takich jak rafinerie, zakłady chemiczne czy inne zakłady przemysłowe.

Zagrożenia związane z transportem odpowiadają zagrożeniom związanym z magazynowaniem wodoru w zbiornikach oraz zagrożeniom związanym z przesyłem gazu siecią dystrybucji dedykowanej dla gazu ziemnego. Dodatkowo w przypadku transportu wodoru z udziałem zbiorników występują zagrożenia związane z mobilnością tych rozwiązań.

3.2. DEFINIOWANIE OBSZARU PROJEKTOWEGO DOTYCZĄCEGO BEZPIECZEŃSTWA, W PRZYPADKU TRANSPORTU I DYSTRYBUCJI WODORU ZE WZGLĘDU NA STAN SKUPIENIA

W przypadku dystrybucji i transportu wodoru występują te same obszary techniczne co w przypadku przechowywania wodoru. Jednak w przypadku transportu i dystrybucji należy dodatkowo rozważyć aspekty bezpieczeństwa związane z transportem:

- sloshing^a,
- wypadki komunikacyjne,
- katastrofy w ruchu lądowym,
- katastrofy w ruchu morskim,

Katastrofy w ruchu lądowym mogą być przyczyną zdarzeń niebezpiecznych o znacznym wpływie na otoczenie. Przykładem może tutaj być wypadek podczas manewrowania

^a Sloshing – zjawisko „chlupotania” w zbiorniku pod wpływem sił działających podczas transportu.