



**Łukasiewicz**

Instytut Organizacji i Zarządzania  
w Przemśle ORGMASZ



## **BEZPIECZEŃSTWO W TECHNOLOGIACH WODOROWYCH**

**ZAŁĄCZNIK DO: VII - ZAŁOŻENIA  
TECHNICZNE I TECHNOLOGICZNE ORAZ  
PRZEGLĄD STRATEGII WODOROWYCH**

**STAN I PERSPEKTYWY ROZWOJU  
GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE:  
OPINIE EKSPERTÓW.**

**ZAŁĄCZNIK „STAN I PERSPEKTYWY ROZWOJU  
GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE: OPINIE  
EKSPERTÓW”**

**DO: BEZPIECZEŃSTWO W TECHNOLOGIACH  
WODOROWYCH**

**VII**

**ZAŁOŻENIA TECHNICZNE I TECHNOLOGICZNE ORAZ  
PRZEGLĄD STRATEGII WODOROWYCH**

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 Przemśle ORGMASZ  
ul. Żelazna 87 00-879 Warszawa

## SPIS TREŚCI

Wstęp	4
Metodologia	6
Wyniki badania	5
Uwarunkowania rozwoju wodoru	5
Geopolityka	5
Polityka i prawo w Unii Europejskiej	5
Polityka i prawo w Polsce	6
Rynek	7
Ogniwa łańcucha wartości	9
Wytwarzanie	9
Transport i dystrybucja	12
Magazynowanie	16
Użytkowanie	17
Bariery	20
OZE i kwestia odnawialnego wodoru	20
Logistyka i infrastruktura	21
Regulacje i legislacja	22
Bariery ekonomiczne	24
Kadry	24
Ryzyka	24
Technologiczne	25
Środowiskowe	25
Społeczne	26
Szanse	26
Ekonomiczne	26
Polityczne	27
Społeczne	27
Środowiskowe	28
Infrastrukturalne	28
Technologiczne	28
Potencjał i scenariusze rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce	29

## WSTĘP

Niniejsze opracowanie przedstawia rezultaty badania eksperckiego dot. aktualnego stanu i perspektyw rozwoju gospodarki wodorowej ze specjalnym uwzględnieniem szeroko pojętego bezpieczeństwa technologii wodorowych oraz procesu ich wdrażania. Raport omawia uwarunkowania rozwoju polskiej gospodarki wodorowej, aktualny stan rozwoju każdego z ogniw łańcucha wartości: wytwarzania, transportu i dystrybucji, magazynowania, użytkowania, a także perspektywy i potencjalne scenariusze rozwoju. Każdy z rozdziałów stanowi autonomiczną część, tzn., że można je czytać niezależnie od siebie, w dowolnej kolejności, ponieważ kompleksowo omawiają dany obszar problemowy. Informacje są prezentowane w odmiennym kontekście.

Wodór wskazywany jest jako kluczowy element transformacji energetyczno-klimatycznej<sup>1</sup>, która jest głównym mechanizmem służącym osiągnięciu celów Porozumienia Paryskiego<sup>2</sup> i Europejskiego Zielonego Ładu<sup>3</sup>, takich jak: obniżanie ogólnego poziomu emisji (tzw. zeroemisyjność) oraz redukcja emisji gazów cieplarnianych. Zakłada się osiągnięcie zerowego poziomu emisji w 2050 r. Do 2030 r. - zgodnie z pakietem unijnych aktów prawnych Fit for 55<sup>4</sup> - Unia Europejska (UE) chce ograniczyć emisję gazów cieplarnianych o co najmniej 55% w porównaniu z poziomem z 1990 r. Jak podkreśla Europejska strategia wodorowa z 2021 r.: wodór produkowany ze źródeł odnawialnych ma kluczowe znaczenie dla transformacji energetycznej UE, ponieważ tylko wodór odnawialny może w sposób zrównoważony przyczynić się do osiągnięcia neutralności klimatycznej. Wodór stabilizuje energię pochodzącą z odnawialnych źródeł energii (OZE), której udział w miksie energetycznym sukcesywnie się zwiększa. OZE charakteryzuje się dużą zmiennością, przez co niemożliwe jest oparcie na nich systemu energetycznego. Wodór pod postacią magazynu energii rozwiązuje ten problem. Połączenie wodoru z OZE generuje tzw. zielony, czyli zeroemisyjny wodór, stosowany do dekarbonizowania i zmniejszania emisyjności gospodarki.

Europejska Strategia Przemysłowa podkreśla konieczność wykorzystywania wodoru w dekarbonizacji przemysłu. Energetyka, ciepłownictwo, budownictwo, transport czy przemysł ciężki, stanowią te sektory gospodarki, dla których dekarbonizacja i ograniczeniem emisyjności stanowią największe problemy. Dodatkowo, emisje z tych sektorów stanowią największy udział w ogólnych emisjach UE. Może być też stosowany w rozwiązaniach, w których nie sprawdza się elektryfikacja lub źródła nisko- bądź zero-emisyjne. Strategia na rzecz zrównoważonej i czystej mobilności zaznacza wykorzystywanie wodoru w napędach lub jako magazyn energii we wszystkich środkach mobilności. Wodór pod postacią ogniw paliwowych może stać się innowacyjnym systemem napędowym o masowym zastosowaniu.

Polska jest trzecim największym producentem wodoru w Europie<sup>5</sup>. Produkowany wodór pochodzi z największych zakładów przemysłowych - chemicznych, petrochemicznych i rafineryjnych, jest więc do tej pory wykorzystywany głównie w procesach przemysłowych. Wodór produkowany w procesie reformingu parowego to tzw. wodór szary. Jest to

---

<sup>1</sup> Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 19 maja 2021 r. w sprawie europejskiej strategii w zakresie wodoru, [Teksty przyjęte - Europejska strategia w zakresie wodoru - Środa, 19 maja 2021 r. \(europa.eu\)](#) [dostęp: 26.03.2023].

<sup>2</sup> Porozumienie Paryskie, [EUR-Lex - 22016A1019\(01\) - PL - EUR-Lex \(europa.eu\)](#) [dostęp: 26.03.2023].

<sup>3</sup> COM(2019)640 final, [EUR-Lex - 52019DC0640 - PL - EUR-Lex \(europa.eu\)](#) [dostęp: 26.03.2023].

<sup>4</sup> COM(2021) 550 final, [EUR-Lex - 52021DC0550 - EUR-Lex \(europa.eu\)](#) [dostęp: 26.03.2023].

<sup>5</sup> Instytut Energetyki. Analiza potencjału technologii wodorowych w Polsce do roku 2030 z perspektywą do 2040 roku,

[https://klasterwodorowy.pl/images/zdjecia/9\\_Analiza\\_potencjalu\\_tehnologii\\_wodorowych\\_opracowanie.pdf](https://klasterwodorowy.pl/images/zdjecia/9_Analiza_potencjalu_tehnologii_wodorowych_opracowanie.pdf) s. 86 [dostęp: 21.04.2023]

technologia, która cechuje się wysoką emisyjnością. Wytwarzanie wodoru o charakterystykach nisko- i zero- emisyjnych jest głównym celem rozwoju gospodarki wodorowej. Stanowi on technologiczną szansę w obliczu wyzwań jakie wywołały transformację energetyczno-klimatyczną, co czyni go strategicznie cennym zasobem z perspektywy polskiej racji stanu. W obliczu transformacji energetyczno-klimatycznej może pozytywnie wpłynąć na bezpieczeństwo energetyczne Polski. Krajowy Plan na rzecz Energii i Klimatu<sup>6</sup> [KPEiK] na lata 2021-2030 odnosi działania w ramach unii energetycznej do obszaru jakim jest wytwarzanie energii elektrycznej: [...] *Polska podejmuje działania w celu zapewnienia stabilności i ciągłości produkcji energii elektrycznej – opartej na krajowych nośnikach energii – która ma za zadanie zaspokoić popyt wewnętrzny. Podejmowane są środki o charakterze regulacyjnym oraz działania w obszarze inwestycji infrastruktury wytwórczej, przesyłowej i dystrybucyjnej* [KPEiK: 12]. Wodór ma przyczynić do zwiększania potencjału dywersyfikacji energetycznej i zwiększającego się zapotrzebowania na energię. KPEiK wskazuje na wykorzystywanie wodoru w celu osiągnięcia zeroemisyjności. Polska Strategia Wodorowa<sup>7</sup> [PSW] do roku 2030 z perspektywą do 2040 r. dookreśla działania związane z gospodarką wodorową. Stawia sześć celów związanych z tworzeniem gospodarki wodorowej, a tym samym kreowania bezpieczeństwa energetycznego Polski:

1. Cel 1: wdrożenie technologii wodorowych w energetyce i ciepłownictwie
2. Cel 2: wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie
3. Cel 3: wsparcie dekarbonizacji przemysłu
4. Cel 4: produkcja wodoru w instalacjach
5. Cel 5: sprawny i bezpieczny przesył, dystrybucja i magazynowanie wodoru
6. Cel 6: stworzenie stabilnego otoczenia regulacyjnego

Żeby realizować cele klimatyczne Europejskiego Zielonego Ładu, Europejskiej Strategii Wodorowej, Polskiej Strategii Wodorowej czy Krajowego Planu na Rzecz Energii i Klimatu potrzebny jest wzrost poziomu rozwoju technologicznego technologii wodorowych (*technology readiness level*, TRL). Aktualnie technologie wodorowe znajdują się generalnie na stosunkowo niskim poziomie TRL. Jednakże rozwój nowych technologii wodorowych nieodłącznie związany jest z koniecznością zapewnienia bezpieczeństwa powstających rozwiązań technologicznych w każdym elemencie łańcucha wartości: produkcji, magazynowania i konwersji, dystrybucji i zastosowania [PSW]. Znane już problemy z bezpieczeństwem wodoru dotyczą m.in.: zagrożenia zapłonu wodoru, przenikania wodoru przez ściany zbiorników i rurociągów, występowania tzw. korozji wodorowej obniżającej parametry wytrzymałościowe materiałów zastosowanych do wytworzenia niezbędnej infrastruktury, a także zagrożenia związane z wybuchowym spalaniem z gwałtownym rozprężaniem wodoru zmagazynowanego pod wysokim ciśnieniem.

Wyniki badania przedstawiają obraz potencjału, który obarczony jest dużym wkładem inwestycyjnym - w rozumieniu nie tylko finansowym. Opisane wyżej uwarunkowania i wyzwania stanowią jedynie partykularne przytoczenie zagadnień omówionych w raporcie. Razem stanowią skomplikowaną układankę, której rozwiązanie zdaje się być możliwe, i która może przynieść Polsce korzyści nie tylko środowiskowe, ale i gospodarcze, polityczne, czy też społeczne.

---

<sup>6</sup> Krajowy Plan na rzecz Energii i Klimatu, Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 - Ministerstwo Klimatu i Środowiska - Portal Gov.pl (www.gov.pl) [dostęp: 26.03.2023].

<sup>7</sup> Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040 r. Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 - Ministerstwo Klimatu i Środowiska - Portal Gov.pl (www.gov.pl) [dostęp: 26.03.2023].