

**WODÓR POD CIŚNIENIEM, POLSKA POD PRESJĄ?***TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA A SUWERENNOŚĆ TECHNOLOGICZNA
NA PRZYKŁADZIE WODORU*

W ramach Działu Bezpieczeństwa Technologicznego Łukasiewicz – ITECH prowadzimy prace ukierunkowane na rozwój metod analitycznych umożliwiających pomiar i ocenę poziomu suwerenności technologicznej państwa. Jednym z przedsięwziętych badań jest opracowanie raportu dotyczącego potencjału Polski w obszarze technologii produkcji wodoru. To sektor uznany za strategiczny z punktu widzenia transformacji energetycznej oraz przyszłego [bezpieczeństwa technologiczno-gospodarczego UE](#).

Prace badawcze objęły analizę stanu obecnego, jak i badanie empiryczne oparte na ankiecie eksperckiej skierowanej do przedstawicieli świata nauki, przemysłu oraz administracji publicznej, posiadających doświadczenie w obszarze gospodarki wodorowej oraz odnawialnych źródeł energii. Struktura badania została oparta na blokach tematycznych wynikających z autorskiej koncepcji operacjonalizacji suwerenności technologicznej, przedstawionej w opublikowanym na początku roku „[Indeksie suwerenności technologicznej Polski](#)”. Tym samym raport stanowi próbę praktycznego zastosowania i empirycznej weryfikacji tej koncepcji, wpisując się w szerszy proces metodologicznego ugruntowania pomiarów suwerenności technologicznej w polskich warunkach.

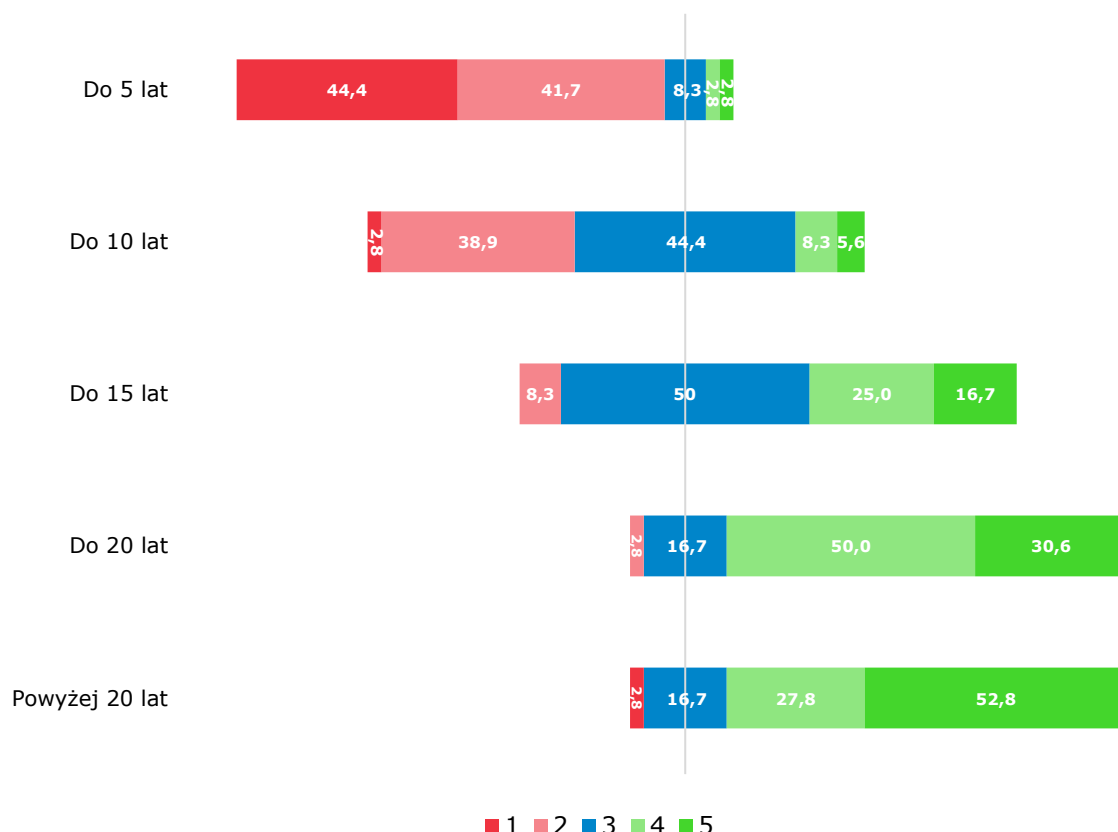
Zanim opublikujemy pełny raport, chcemy podzielić się częścią dotychczas uzyskanych wyników. Dotyczą one kwestii oceny metod pozyskiwania wodoru oraz rekomendacji związanych z rozwojem tego rynku w Polsce i wspierania polskich przedsiębiorstw.

METODY WYTWARZANIA WODORU

Polska jest trzecim producentem wodoru w Europie, zaraz po Niemczech i Holandii. Należy zwrócić uwagę, że znaczna jego część jest wytwarzana przy wykorzystaniu paliw kopalnych (jest to tzw. [szary wodór](#)). Jak wskazali respondenci, sama produkcja wodoru, może być opłacalna, jednak stanie się tak w dłuższej perspektywie około 15 lat i później. Ten zakres czasowy powinien zostać strategicznie wykorzystany na intensyfikację działań badawczo-rozwojowych. Do wzmocnienia suwerenności technologicznej w obszarze wodoru (i nie

tylko w tym obszarze), niezbędne są wdrożenia innowacyjnych technologii i zwiększenie konkurencyjności krajowego przemysłu.

Wykres 1. Ocena opłacalności produkcji wodoru w przyszłych latach. Skala: 1- bardzo niska, 5- bardzo wysoka. Wartości na wykresie oznaczają % respondentów, którzy wybrali daną opcję.



Źródło: opracowanie własne na podstawie badania ankietowego. N=36.

Interpretując poniższy wynik można wskazać, że wysoka pozycja Polski w produkcji wodoru nie przekłada się na przewagi konkurencyjne, ponieważ struktura technologiczna wytwarzania opiera się głównie na paliwach kopalnych, a to nie jest zgodne z celami unijnymi w zakresie dekarbonizacji. Powyższe dane wskazują na wyraźny wzrost optymizmu co do opłacalności produkcji wodoru w dłuższej perspektywie czasowej. Obecnie aż 86,1% respondentów ocenia ją jako niską lub bardzo niską. W horyzoncie 15 lat i później aż 80,6% przewiduje wysoką lub bardzo wysoką opłacalność. Uwidacznia to potrzebę strategicznych inwestycji w badania, infrastrukturę i rozwój technologii nad zielonym wodorem.

„Błękitne paliwo” można wytwarzać na wiele sposobów, co zostało zaprezentowane w Tabeli 1 (poniżej). Metody pozyskiwania zostały ocenione według czterech kryteriów: ekologicznego (emisyjność), gotowości technologicznej (TRL), ekonomicznej (koszt

produkcji), a także kryterium „oceny suwerenności technologicznej”. W tym ostatnim eksperci wskazali, na ile dana metoda pozwala na budowanie suwerenności technologicznej, czyli niezależności od zewnętrznych dostawców.

Odpowiedzi były udzielane w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznaczało całkowity brak zgody co do potencjału Polski w danej metodzie wytwarzania, a 5 to wysoki potencjał w danym obszarze. Zaproponowana została trzystopniowa skala oceny suwerenności technologicznej, która obejmuje poziomy: niski, umiarkowany oraz wysoki. Ocena niska oznacza ograniczone możliwości budowania niezależności od zewnętrznych dostawców, umiarkowana wskazuje na częściowe wsparcie suwerenności, natomiast wysoka oznacza znaczący potencjał w zakresie niezależności technologicznej.

Badanie pozwoliło wskazać, że wszystkie technologie uzyskują w ocenie ekspertów umiarkowany potencjał w zakresie budowy suwerenności technologicznej. Można wykluczyć jako priorytet wykorzystywanie energii z krajowej sieci energetycznej, ponieważ nie jest to metoda korzystna ekonomicznie, co potwierdzili eksperci. W przypadku gazyfikacji węgla i procesów termochemicznych ma miejsce zbyt duża emisyjność CO₂, czego nie równoważy dostatecznie całkowity koszt produkcji. Porównując dane, najbardziej efektywne byłyby metody elektrolizy, a także gazyfikacji biomasy, a także reforming parowy metanu.

Tabela 1. Zestawienie metod pozyskiwania wodoru

Metoda pozyskiwania	Opis pozyskiwania	Emisyjność CO ₂ (kgCO ₂ /kgH ₂)	TRL	Koszt produkcji (EUR/kg)	Ocena suwerenności tech.
Elektroliza zasilana z OZE (farmy wiatrowe)	Rozkład wody na wodór i tlen pod wpływem napięcia elektrycznego pochodzącego z farm wiatrowych	0-0,2	7-9	4-6	3,2
Elektroliza zasilana z OZE (fotowoltaika)	Podobnie jak wyżej, ale źródłem napięcia są panele fotowoltaiczne	0-0,2	7-9	5-7	3,4
Elektroliza zasilana z siłowni jądrowych	Podobnie jak wyżej, ale źródłem napięcia są panele fotowoltaiczne	0-0,2	6-7	5-7	2,9
Elektroliza zasilana z sieci krajowej	Podobnie jak wyżej, ale źródłem napięcia jest krajowa sieć energetyczna. Koszt produkcji jest zależna od hurtowej ceny energii w danym państwie.	0-35 (zależy od cen energii)	7-9	8-9 (zależy od cen energii)	2,8
Gazyfikacja węgla	Przerabianie węgla brunatnego poprzez poddanie go wysokiej temperaturze (800-1000 °C). Produktami takiej reakcji są wodór i tlenek węgla.	25-20	9	3-5	2,7
Reforming parowy metanu	Proces, w którym metan (z gazu ziemnego) w wysokiej temperaturze 700-1100 °C reaguje z parą wodną w obecności katalizatora. Prowadzi to do uzyskania wodoru oraz tlenku węgla.	8-12	9	2-4	3,2
Przerób odpadów	Termiczna obróbka odpadów organicznych lub komunalnych w wysokiej temperaturze 700-800 °C	7-9	5-7	7-9	2,9
Procesy termochemiczne	Wykorzystywanie wysokiej temperatury do pozyskiwania wodoru bez użycia energii elektrycznej.	0-10/15	5-6	3-7	2,6
Piroliza gazu ziemnego	Termiczny rozkład metanu przy zastosowaniu niklu jako katalizatora w temperaturze 500-700°C	0	4-5	5-7	2,6
Reforming parowy biogazu	Wykorzystanie instalacji reformingu do przerobu biogazu przy wykorzystaniu pary wodnej i katalizatora.	2-3	5-7	6-7	3,2
Gazyfikacja biomasy	Przekształcanie biomasy w wodór i inne produkty bez spalania poprzez proces wykorzystujący ciepło, parę i tlen.	2-3	6-8	4-6	3,5

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Tchorek, G. i in. (2023). Łańcuch wartości gospodarki wodorowej w Polsce 2023 r., dostęp: <https://www.igq.pl/app/uploads/2023/08/Lancuch-wartosci-gospodarki-wodorowej-w-Polsce-2023-r.pdf> oraz własne badanie ankietowe (pierwsza kolumna po prawej).

Można wskazać, że najwyższą ocenę respondentów (3,5) uzyskała gazyfikacja biomasy. To technologia relatywnie zaawansowana (TRL 6–8), niskoemisyjna (2–3 kg CO₂/kg H₂) i o umiarkowanym koszcie (4–6 EUR/kg), co wskazuje na jej strategiczny potencjał dla polskiej energetyki. W tym obszarze o podobnym potencjale (3,2–3,4) uzyskane zostały także rozwiązania oparte na elektrolizie zasilanej OZE oraz reforming parowy biogazu i metanu. Warto zastanowić się czy to właśnie te technologie produkcji wodoru mogłyby zostać potraktowane priorytetowo w polskich strategiach rozwojowych, ponieważ łączą niską emisyjność z dostępnością technologii.

JAK WSPIERAĆ OBSZAR PRODUKCJI WODORU W POLSCE?

Analiza przeprowadzona przez Łukasiewicz – ITECH ukazuje, że rozwój technologii wodorowych w Polsce to strategiczne wyzwanie w obszarze suwerenności technologicznej. Choć Polska jest jednym z liderów produkcji wodoru w Europie, dominacja technologii opartych na paliwach kopalnych ogranicza naszą zdolność do niezależnego, zrównoważonego rozwoju w tym sektorze. Wyniki badania wskazują na konieczność intensyfikacji prac B+R nad metodami niskoemisyjnymi, które jednocześnie wzmacniają krajowe kompetencje technologiczne i ograniczają zależność od zewnętrznych dostawców.

- W świetle uzyskanych ocen ekspertów, największy potencjał w zakresie suwerenności technologicznej i zgodności z celami dekarbonizacji wykazują **gazyfikacja biomasy, reforming biogazu oraz elektroliza zasilana z OZE**. Technologie te są relatywnie niskoemisyjne, opierają się na dostępności zasobów i umiarkowanym koszcie z możliwością rozwoju krajowego zaplecza przemysłowego. Ich rozwój powinien zostać uwzględniony w krajowej polityce bezpieczeństwa technologicznego jako filar stabilizacji energetycznej opartej na krajowych zasobach i kompetencjach.
- **Wnioski jednoznacznie wskazują, że należy wspierać badania podstawowe.** Jest to niezbędne dla rozwoju innowacyjnych i suwerennych technologii. Projekty te charakteryzują się dłuższym horyzontem realizacji oraz wyższym poziomem ryzyka z perspektywy finansowania, jednak mogą przynieść przełomowe rezultaty. Ze względu na wysoki próg wejścia dla inwestorów prywatnych, istotną rolę w finansowaniu tego typu badań powinno odgrywać państwo.
- **Potrzebujemy spójnej polityki strategicznej.** Już uchwalone dokumenty powinny być realizowane i uzupełniać się z innymi politykami sektorowymi. Równie ważne jest to, żeby za celami strategicznymi szły w parze konkretne zadania i środki finansowe.

PODUSMOWANIE

Zaprezentowane tu treści to część rezultatów badania nad suwerennością technologiczną w obszarze produkcji wodoru. Więcej informacji na ten temat będzie dostępnych w raporcie *Hydrogen (made) in Poland*. Jego opublikowanie planowane jest na drugą połowę 2025 roku.



Autor:

Krzysztof Sokołowski – starszy specjalista ds. badawczych w Łukasiewicz – ITECH. Analityk z zakresu polityk publicznych w obszarze innowacji i bezpieczeństwa technologicznego.