Polska strategia wodorowa

DO roku 2030

Z PERSPEKTYWĄ DO 2040 r. - projekt

# Przedmowa

Udostępniamy Państwu **projekt Polskiej Strategii Wodorowej do roku 2030 z perspektywą do 2040 r.**, która określi cele i działania na rzecz budowy niskoemisyjnej gospodarki wodorowej, odnoszące się do trzech sektorów wykorzystania wodoru – energetyki, transportu i przemysłu, a także do jego produkcji, dystrybucji oraz koniecznych zmian prawnych i finansowania. Strategia opracowywana jest przez ekspertów Ministerstwa Klimatu i Środowiska oraz Międzyresortowy Zespół do spraw gospodarki wodorowej pracujący pod kierownictwem Pełnomocnika Rządu do spraw gospodarki wodorowej.[[1]](#footnote-2)

W celu zapewnienia, że dokument jest tworzony zgodnie z najlepszą dostępną wiedzą, jego autorzy oparli się na ustaleniach Zespołu ds. Rozwoju Przemysłu OZE i Korzyści dla Polskiej Gospodarki, który na zlecenie Pełnomocnika Rządu do spraw OZE opracował w maju 2020 r. raport „Gospodarka Wodorowa”. W skład Zespołu weszli przedstawiciele czołowych polskich instytucji naukowo-badawczych i biznesu. Ponadto, aby zapewnić Strategii naukowy filtr, Instytut Energetyki we współpracy z innymi ośrodkami badawczymi opracowuje „Analizę potencjału technologii wodorowych w Polsce do roku 2030 z perspektywą do 2040 roku”, której pierwsze wyniki Ministerstwo Klimatu i Środowiska otrzyma w lutym br. Praca jest skoncentrowana na przygotowaniu ocen, zestawieniu danych i prognoz oraz wniosków w zakresie rozwoju gospodarki wodorowej na świecie oraz rekomendacji, które będą stanowiły materiał wspierający dla stworzenia polskiej Strategii Wodorowej. Dokument dokona pogłębionej analizy rynku wodoru pod kątem dostępnych technologii, ich dojrzałości, możliwości produkcyjnych i zapotrzebowania na wodór w różnych sektorach gospodarki, możliwości budowania łańcucha wartości gospodarki wodorowej, korzyści dla gospodarki narodowej oraz uwarunkowań rozwoju tej gospodarki w Polsce, której wyniki zostaną uwzględnione w ostatecznej wersji Strategii.

Opracowywana Strategia powinna w pełni odpowiadać potrzebom rynku i międzynarodowym zobowiązaniom klimatycznym Polski. Dlatego konsultacje publiczne mają na celu pozyskanie opinii zainteresowanych podmiotów, w tym przedstawicieli nauki oraz organizacji pozarządowych i liderów wywodzących się z branży przemysłowej, energetycznej i transportowej.

Strategia równolegle poddana została pierwszym formalnym uzgodnieniom z organami administracji rządowej, a także organami i instytucjami państwowymi, których zakresu działania dotyczy oraz opiniowaniu. W dalszej kolejności Strategia zostanie skierowana do rozpatrzenia przez właściwe Komitety Rady Ministrów, a następnie przez Radę Ministrów.

Zapraszamy do lektury projektu Strategii i zachęcamy do zgłaszania uwag w ramach konsultacji publicznych.

Spis treści

[Przedmowa 2](#_Toc54714428)

[Streszczenie 4](#_Toc54714429)

[1. Dlaczego wodór? Wprowadzenie i kontekst 8](#_Toc54714430)

[1.1. Strategiczne znaczenie gospodarki wodorowej 8](#_Toc54714431)

[1.2. Wizja – stworzenie polskiej gałęzi gospodarki wodorowej 9](#_Toc54714432)

[1.3. Globalne i europejskie działania na rzecz energii i klimatu 10](#_Toc54714433)

[1.4. Wodór a krajowe polityki i działania 11](#_Toc54714434)

[1.5. Prace nad Polską Strategią Wodorową 13](#_Toc54714435)

[1.6. Strategie krajów Europejskiego Obszaru Gospodarczego 14](#_Toc54714436)

[1.7. Strategie krajów pozaeuropejskich 16](#_Toc54714437)

[2. Wodór obecnie i w 2030 r. – Cele Strategii 18](#_Toc54714438)

[2.1. Stan obecny 18](#_Toc54714439)

[2.2. Cele Strategii 25](#_Toc54714440)

[3. Wdrażanie, Finansowanie i monitorowanie Strategii 37](#_Toc54714441)

[3.1. Działania legislacyjne 37](#_Toc54714442)

[3.2. Działania pozalegislacyjne 40](#_Toc54714443)

[3.3. Finansowanie Realizacji Strategii 42](#_Toc54714444)

[3.4. Aktualizacja Strategii i system monitorowania 48](#_Toc54714445)

[Wykaz skrótów 49](#_Toc54714446)

[Spis rysunków i tabel 50](#_Toc54714447)

# Streszczenie

Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do 2040 r. (*PSW*) jest odpowiedzią na zmiany zachodzące w europejskim i globalnym krajobrazie energetycznym, w którym obserwuje się wyścig technologiczny w zakresie innowacyjnych metod produkcji, transportu i wykorzystania wodoru. Towarzyszy mu powstawanie licznych krajowych i regionalnych polityk i strategii. Jego siłą napędową są przemiany w polityce energetycznej i klimatycznej skutkujące odejściem od paliw konwencjonalnych na rzecz rozwiązań niskoemisyjnych. Wodór może odegrać istotną rolę w procesie dekarbonizacji, będącym obecnie centralną częścią globalnych i europejskich wysiłków w dziedzinie energii, koniecznym dla osiągnięcia celów Porozumienia paryskiego.

W  dokumencie poruszono aspekty dotyczące wszystkich części łańcucha wartości - produkcji, przesyłu, magazynowania i wykorzystania wodoru, biorąc pod uwagę uwarunkowania prawne na poziomie polskim i unijnym oraz proponując zrównoważone systemy wsparcia oraz mierzalne cele.

Poniższy dokument określa cele i działania zmierzające do wykorzystania polskiego potencjału technologicznego, naukowego i badawczego w zakresie nowoczesnych technologii wodorowych i powstania polskiej gałęzi gospodarki wodorowej. Projekt określa aktualny stan rynku wodoru, przedstawia podstawowe przeszkody technologiczne i biznesowe oraz wytycza kierunki, w których powinien rozwijać się rynek, aby mógł w kolejnej dekadzie funkcjonować w skali pozwalającej  konkurować z paliwami konwencjonalnymi.

Nowoczesne technologie wodorowe, ze względu na swoje cechy oraz liczne powiązania z szeregiem gałęzi przemysłu mogą stanowić kluczowy czynnik utrzymania konkurencyjności polskiej gospodarki. Aktualna sytuacja na rynku energii stwarza szansę, by wodór odegrał znaczącą rolę w tworzeniu gospodarki niskoemisyjnej. Co istotne, otoczenie biznesowe i technologiczne sprzyja rozwojowi produkcji, dystrybucji i wykorzystania wodoru zarówno w energetyce, przemyśle jak i w transporcie. W najbliższym czasie możliwa będzie komercjalizacja kolejnych technologii, takich jak np. wykorzystanie wodoru jako substratu w produkcji paliw syntetycznych w instalacjach power-to-gas, power-to-liquid oraz power-to-ammonia.

**KLUCZOWE PRZESŁANIA STRATEGII**

Wodór jest pierwiastkiem chemicznym o wszechstronnych właściwościach. Może być pozyskiwany w zróżnicowanych procesach, od reformingu parowego węglowodorów, po elektrolizę czy fermentację bakteryjną. Obecnie znajduje zastosowanie w przemyśle chemicznym (główny kierunek zużycia), rafineryjnym, metalurgicznym, transportowym czy energetycznym. Stopniowo będzie stawał się jednym z kluczowych nośników energii wykorzystywanych w Unii Europejskiej. Nie ulega zatem wątpliwości, że rynek wodoru będzie podlegał dynamicznemu rozwojowi. Nowoczesne technologie wodorowe znajdują zastosowanie głównie w energetyce i transporcie oraz wspierają dążenie do neutralności klimatycznej innych sektorów gospodarki.

Ambicją Rządu RP jest rozwój silnych krajowych i lokalnych kompetencji w zakresie wytwarzania kluczowych komponentów z łańcucha wartości nowoczesnych technologii wodorowych. W tym celu niezbędny jest rozwój instalacji elektrolizerów i ogniw paliwowych, sieci dystrybucji, magazynów wodoru oraz infrastruktury tankowania. Poprzez właściwe wsparcie badań i rozwoju Polska ma szanse wykorzystać potencjał naukowy i doświadczenie eksperckie w obszarze technologii wodorowych, bazując na własnych innowacyjnych technologiach.

Wodór będzie stanowił jedno z kluczowych paliw transformacji energetycznej zachodzącej w Unii Europejskiej (UE). Sektor energetyczny w Europie czekają duże zmiany. Prowadzona przez UE polityka klimatyczna zakłada zwiększenie wolumenu energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł energii. Coraz większą wagę przykłada się także do racjonalnego i zrównoważonego wykorzystywania zasobów i surowców energetycznych. W zamierzeniach KE technologie wodorowe, poprzez umożliwienie inteligentnej integracji sektorowej, stanowić będą jeden z filarów transformacji europejskiego rynku energii. Szczegóły tych planów zawarte są w opublikowanym 8 lipca 2020 r. Komunikacie Komisji pn. „Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu”.

Rozwój gospodarki wodorowej jest zarówno szansą, jak i wyzwaniem. Stworzenie odpowiednich warunków prawnych i ekonomicznych związanych z wykorzystaniem wodoru w nowych obszarach, takich jak produkcja i magazynowanie energii bądź transport wymaga odpowiedzi na wiele pytań oraz właściwego określenia kierunków rozwoju. W systemie elektroenergetycznym Polski pojawia się i będzie się pojawiać coraz więcej odnawialnych i niskoemisyjnych źródeł wytwarzania energii elektrycznej. Intensywnie rozwija się sektor fotowoltaiki, głównie dzięki przyrastającej ilości prosumentów, planowana jest budowa farm wiatrowych na morzu i bloków jądrowych. Znacznie zmieni to postrzeganie całego systemu elektroenergetycznego oraz jego funkcjonowanie. Zintegrowany międzysektorowo system energetyczny przyszłości, oparty o odnawialne źródła energii, stwarza przestrzeń do wykorzystania technologii wodorowych.

Technologie wodorowe są i będą wspierane w Polsce i UE. Zarówno na poziomie krajowym, jak i europejskim planuje się wprowadzenie szeregu zachęt i programów pomocowych mających na celu pobudzenie ich rozwoju. Z drugiej strony wykorzystanie wodoru w innowacyjnych rozwiązaniach staje się istotnym kierunkiem badawczo-rozwojowym. Koniecznym wydaje się utworzenie wielopłaszczyznowej platformy współpracy, Centrum Technologii Wodorowych, które będzie sprzyjać efektywnemu połączeniu i wykorzystaniu potencjałów współpracujących w jego ramach podmiotów oraz wdrażać najnowocześniejsze produkty i usługi w celu znaczącego podniesienia poziomu technologicznego polskiej gospodarki.

**CELE I DZIAŁANIA POLSKIEJ STRATEGII WODOROWEJ**

Technologie wodorowe są priorytetem dla osiągnięcia Europejskiego Zielonego Ładu[[2]](#footnote-3) i kluczowym projektem Ministerstwa Klimatu i Środowiska. Wizją i nadrzędnym celem PSW jest stworzenie polskiej gałęzi gospodarki wodorowej m.in. poprzez rozwój rodzimych patentów i technologii wodorowych oraz ich wykorzystanie na rzecz osiągnięcia neutralności klimatycznej i utrzymania konkurencyjności polskiej gospodarki. By stać się dostawcą nowoczesnych technologii tego typu konieczna jest budowa całego łańcucha wartości oraz odpowiedniej infrastruktury. W zakresie wsparcia konkretnych procesów produkcji wodoru proponuje się podejście neutralne technologicznie. By zrealizować wizję przedstawioną w PSW wskazano 6 koniecznych do osiągnięcia celów:

**Cel 1 - wdrożenie technologii wodorowych w energetyce**

Działania nakierowane na rozwój wykorzystania niskoemisyjnych technologii wodorowych w energetyce służą obniżeniu emisyjności sektora energetycznego i dywersyfikacji struktury wytwarzania energii, prowadzą do ograniczenia intensywności wykorzystania paliw kopalnych i zmniejszenia uzależnienia państwa od importu paliw, co w długiej perspektywie wpłynie na poprawę bezpieczeństwa energetycznego.

Wśród działań mających zrealizować ten cel wskazano m.in.:

* + uruchomienie instalacji P2G klasy 1 MW na bazie polskich technologii – wsparcie dla stabilizacji pracy sieci dystrybucyjnych;
  + wsparcie badań i rozwoju w zakresie tworzenia układów ko- i poligeneracyjnych w celu stworzenia instalacji demonstracyjnych a następnie uruchomienie instalacji średniej wielkości;
  + rozpoczęcie wykorzystania wodoru jako magazynu energii.

**Cel 2 – wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie**

Wykorzystanie pojazdów wodorowych w transporcie, obok pojazdów elektrycznych, przyczyni się do osiągnięcia celów w zakresie niskoemisyjnego transportu. Pierwiastek ten ma potencjał do zastępowania paliw konwencjonalnych szczególnie w transporcie miejskim (autobusy), transporcie drogowym (transport ciężki i długodystansowy), transporcie kolejowym (lokomotywy i pojazdy trakcyjne wyposażone w ogniwa paliwowe i baterie) oraz transporcie morskim, a w dalszej perspektywie również w lotnictwie.

W tym celu proponuje się między innymi:

* + stworzenie warunków umożliwiających dopuszczenie do eksploatacji 500 wyprodukowanych w Polsce autobusów napędzanych wodorem w 2025 r. i rozpoczęcie eksploatacji 2000 autobusów wodorowych w 2030 r.;
  + rozwój sieci bazowej poprzez budowę 32 stacji tankowania wodoru;
  + powstanie pierwszych pociągów/lokomotyw wodorowych, które zastąpią ich spalinowe odpowiedniki na trudnych do zelektryfikowania trasach;
  + wytwarzanie paliw syntetycznych w reakcji wodoru z CO, CO2, N2.

**Cel 3 - wsparcie dekarbonizacji przemysłu**

Wykorzystanie wodoru niskoemisyjnego pozwoli na znaczącą redukcję emisji gazów cieplarnianych polskiej gospodarki, przede wszystkim w sektorach, które trudno jest zelektryfikować. Przykładem jest przemysł ciężki, który należy do gałęzi gospodarki, w której najtrudniej osiągnąć neutralność klimatyczną.

W celu wsparcia dekarbonizacji przemysłu proponuje się między innymi:

* + wsparcie działań na rzecz pozyskania i zastosowania niskoemisyjnego wodoru do procesów produkcji petrochemicznej oraz nawozowej;
  + wprowadzenie węglowego kontraktu różnicowego jako instrumentu wsparcia transformacji klimatycznej przemysłu;
  + wsparcie finansowe i organizacyjne studiów wykonalności przemysłowych dolin wodorowych w ramach budowy przemysłowych procesów o obiegu zamkniętym i docelowo powstanie co najmniej 5 dolin wodorowych ze znaczącym elementem infrastruktury przesyłowej wodoru.

**Cel 4 - produkcja wodoru w nowych instalacjach**

Do 2030 r. konieczne jest stworzenie warunków do uruchomienia instalacji do produkcji wodoru ze źródeł nisko- i zeroemisyjnych. Planuje się wprowadzenie zachęt do działań innowacyjnych, które umożliwią polskim przedsiębiorcom wykorzystanie momentu rozwojowego oraz środków finansowych, oferowanych przez UE i międzynarodowe instytucje finansowe.

W tym celu podjęte zostaną między innymi następujące działania:

* + uruchomienie instalacji do produkcji wodoru ze źródeł niskoemisyjnych m.in. w procesie elektrolizy, z biometanu, gazów odpadowych, z gazu ziemnego z wykorzystaniem CCS/CCU, w drodze pirolizy oraz innych alternatywnych technologii pozyskiwania wodoru;
  + uruchomienie wytwarzania gazów syntetycznych w procesie metanizacji wodoru;
  + wykorzystanie mocy zainstalowanej w OZE dla potrzeb produkcji wodoru i paliw syntetycznych w oparciu o proces elektrolizy. Zainstalowana moc elektrolizerów sięgnie w 2030 r. 2 GW;
  + zapewnienie warunków do budowy instalacji do produkcji wodoru przy elektrowniach jądrowych.

**Cel 5 - sprawny i bezpieczny przesył wodoru**

Dla harmonijnego rozwoju gospodarki opartej na wodorze konieczne jest sprawne dostarczanie go z miejsca produkcji do odbiorcy końcowego oraz jego bezpieczne magazynowanie. Konieczne jest opracowanie analizy w zakresie najbardziej optymalnej formy przesyłu energii na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej i następnie podjęcie działań wynikających z przeprowadzonych analiz.

W tym celu proponuje się m.in.:

* + stopniowy rozwój sieci przesyłu i dystrybucji wodoru,
  + wprowadzanie do sieci gazowych SNG wyprodukowanego w systemach P2G;

**Cel 6 - stworzenie stabilnego otoczenia regulacyjnego**

Aby powstał konkurencyjny i sprawnie działający rynek wodoru w Polsce, konieczne jest stworzenie regulacji, które usuną bariery rozwoju rynku wodoru oraz zachęcą do stopniowego zwiększania wykorzystania OZE dla potrzeb elektrolizy.

Do najważniejszych działań w tym zakresie należy stworzenie ram regulacyjnych funkcjonowania wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie, stworzenie prawnych podstaw funkcjonowania rynku wodoru i w dalszej perspektywie opracowanie legislacyjnego pakietu wodorowego – przepisów określających szczegóły funkcjonowania rynku, implementujących prawo UE w tym zakresie oraz wdrażających system zachęt do produkcji niskoemisyjnego wodoru.

**Strategia przewiduje łącznie 40 działań na rzecz realizacji wyznaczonych celów.**

# Dlaczego wodór? Wprowadzenie i kontekst

PSW jest dokumentem strategicznym, który określa główne cele rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce i kierunki interwencji, jakie są pożądane dla ich osiągnięcia. W tym celu dokonuje diagnozy obecnej sytuacji, określając stan dojrzałości i koszt poszczególnych technologii oraz rozważa ich potencjalny wpływ na gospodarkę, przedstawiając przewidywane trendy rozwoju. Wpisuje się ona w globalne, europejskie i krajowe działania mające na celu osiągnięcie gospodarki niskoemisyjnej.

## Strategiczne znaczenie gospodarki wodorowej

Wodór to najprostszy, najlżejszy i najpowszechniej występujący pierwiastek we wszechświecie, który ma wiele potencjalnych zastosowań. Jego głównym atutem jest istnienie nisko- oraz zeroemisyjnych metod jego pozyskiwania i przekształcania w inne nośniki lub rodzaje energii (w tym energię elektryczną czy cieplną). Tym samym*,* wodór może odegrać istotną rolę w procesie osiągania neutralności klimatycznej, będącym obecnie w centrum globalnych i europejskich wysiłków w dziedzinie energii, koniecznym dla osiągnięcia celów Porozumienia paryskiego[[3]](#footnote-4).

Zwiększenie udziału energii elektrycznej wytwarzanej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii (OZE) w bilansie energetycznym jest wielkim wyzwaniem rozwojowym nie tylko Polski, ale większości rozwiniętych gospodarek świata. W związku z brakiem odpowiednio rozwiniętych sposobów magazynowania energii na dużą skalę oraz usług służących bilansowaniu systemów elektroenergetycznych, nieograniczony rozwój OZE nie jest możliwy, biorąc pod uwagę konieczność zapewnienia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. Wobec tego, wzrost udziału fotowoltaiki, energetyki wiatrowej oraz innych źródeł OZE w miksie energetycznym Polski implikuje problemy związane z bilansowaniem podaży i popytu na rynku energii. Wodór może pełnić rolę magazynu energii, w tym wytworzonej z OZE i dzięki temu uczestniczyć w zwiększaniu możliwości integracji OZE w systemie energetycznym. Wodór i jego pochodne to więc perspektywiczne magazyny energii.

Produkcja wodoru jest również jednym ze sposobów zwiększenia elastyczności pracy elektrowni konwencjonalnych i jądrowych, optymalizując ich współpracę ze źródłami niestabilnymi. Ponadto w perspektywie roku 2040 niewykluczony jest rozwój małoskalowej energetyki jądrowej - wysokotemperaturowych reaktorów jądrowych (tzw. HTR) oraz małych reaktorów modularnych (tzw. SMR) (small modular reactors), które znajdą zastosowanie w przemyśle, jako jednostki wytwarzające ciepło procesowe o wysokich parametrach mogące wspomóc dekarbonizację sektora ciepłowniczego oraz produkujące wodór w sposób bezemisyjny.

Ponadto, wodór oferuje rozwiązania dla tych segmentów systemu transportowego, w których trudno osiągnąć redukcję emisji przy zastosowaniu środków transportu wykorzystujących do magazynowania energii elektrycznej baterie bądź napędzane innymi niskoemisyjnymi paliwami. Stopniowe wprowadzanie rozwiązań wodorowych może również prowadzić do zmiany przeznaczenia lub ponownego wykorzystania części istniejącej infrastruktury gazu ziemnego, utrzymując efektywność ekonomiczną i zasadność gazowych inwestycji sieciowych.

Inwestycje w rozwój technologii wodorowych są szansą na obniżenie emisyjności sektorów energochłonnych i tym samym nie tylko przyczynią się do zrównoważonego wzrostu gospodarczego, lecz również do utrzymania i przekwalifikowania kadry w sektorach zagrożonych redukcją. Tworzenie łańcucha wartości technologii wodorowych od produkcji poprzez przesyłanie do zastosowań na potrzeby mobilności, przemysłu, energii elektrycznej i ogrzewania będzie wspierać związane z tymi obszarami umiejętności i dostosowanie kadr do zmieniającego się rynku pracy, co ma kluczowe znaczenie w kontekście wychodzenia z kryzysu związanego z COVID-19 i wyzwaniami transformacji energetycznej.

Uwzględnienie technologii wodorowych w polityce rozwojowej państwa, ich doskonalenie, budowa kompetencji oraz tworzenie polskich produktów eksportowych jest więc strategicznym wyzwaniem i wymaga podejścia opartego na całym łańcuchu dostaw. Dążenie do produkcji wodoru przy zastosowaniu odnawialnych lub niskoemisyjnych źródeł energii, rozwój infrastruktury służącej dostarczaniu wodoru do odbiorców końcowych i tworzenie popytu rynkowego muszą odbywać się równolegle. Wymaga to również obniżenia kosztów czystych technologii produkcji i dystrybucji wodoru oraz dostarczenie wkładu energii z OZE po cenie zapewniającej konkurencyjność rynkową. Proces ten wymaga zaangażowania państwa, dialogu społecznego i zaprojektowania odpowiednich polityk i stosownych ram prawnych, które odpowiadać będą potrzebom rynku i międzynarodowym zobowiązaniom klimatycznym Polski.

Gospodarka wodorowa jest rozumiana łącznie jako: technologie wytwarzania, magazynowania, dystrybucji i wykorzystania wodoru, obejmujące scentralizowane i rozproszone systemy wytwarzania, magazynowania, transportu wodoru z wykorzystaniem sieci przesyłowej i dystrybucyjnej jak i innych form transportu, a następnie wykorzystanie go jako produktu końcowego (transport, przemysł, ciepłownictwo i energetyka zawodowa, przemysłowa i rozproszona w układach wytwarzania energii elektrycznej), oraz jako substratu w procesach przemysłowych, w tym w ramach wodorowych magazynów energii, do wytwarzania syntetycznych paliw i nośników energii.

## Wizja – stworzenie polskiej gałęzi gospodarki wodorowej

Rozwój gospodarki wodorowej wymaga budowy całego łańcucha wartości oraz infrastruktury, która pomoże w jego wykorzystaniu. W tym celu niezbędny jest rozwój instalacji   
elektrolizerów, sieci dystrybucji wodoru, w tym powstanie stosownej infrastruktury przesyłowej i transportowej, magazynów wodoru, infrastruktury tankowania, produkcji ogniw paliwowych wykorzystywanych w energetyce, ciepłownictwie, transporcie i innych sektorach gospodarki.

Ambicją Rządu RP jest rozwój silnych krajowych i lokalnych kompetencji w zakresie wytwarzania kluczowych komponentów z łańcucha wartości technologii wodorowych oraz ich wykorzystanie na rzecz dążenia do osiągnięcia neutralności klimatycznej i utrzymania konkurencyjności polskiej gospodarki poprzez osiągnięcie statusu dostawcy technologii.

Aby to osiągnąć, niezbędne jest przygotowanie dobrze skoordynowanych strategii na szczeblu krajowym i europejskim, a także podjęcie działań dyplomatycznych w dziedzinie energii i klimatu z partnerami międzynarodowymi. Należy zaplanować rozwiązania prawne wspierające rozwój wykorzystania wodoru. Kluczowe jest wsparcie popytu, w tym stworzenie odpowiednich warunków technicznych i zachęt dla firm oraz zapewnienie finansowania technologii wodorowych z pakietu stymulującego Komisji Europejskiej, co przyczyni się do ich dalszego rozwoju. Środki finansowe niezbędne są zwłaszcza na początku, w momencie powstawania instalacji pilotażowych, budowania know-how i przeprowadzania zaawansowanych badań.

Poprzez właściwe wsparcie badań i rozwoju Polska ma szanse wykorzystać potencjał naukowy i doświadczenie eksperckie w obszarze technologii wodorowych, bazując na własnych, innowacyjnych technologiach.

Polska dysponuje znaczącym potencjałem naukowym i technicznym, który Rząd RP zamierza wykorzystać, aby objąć przywództwo na tym stosunkowo nowym, dopiero tworzonym w Europie rynku.

## Globalne i europejskie działania na rzecz energii i klimatu

Kształt, a następnie realizacja PSW jest warunkowana przez szereg zobowiązań, jakie wynikają dla Polski z uczestnictwa w gremiach i instytucjach międzynarodowych i przyjmowanych dokumentach o charakterze strategicznym. Polska angażuje się w globalne wysiłki podejmowane na rzecz klimatu, a do jej najistotniejszych zobowiązań międzynarodowych w zakresie polityki klimatycznej należą umowy zawarte w ramach Organizacji Narodów Zjednoczonych:

* Konwencja UNFCCC z 1992 r.,
* Protokół z Kioto z 1997 r. i
* Porozumienie paryskie, obowiązujące od 2016 r.

Celem Porozumienia paryskiego jest intensyfikacja globalnej odpowiedzi na zagrożenie związane ze zmianami klimatu, w kontekście zrównoważonego rozwoju i wysiłków na rzecz likwidacji ubóstwa. Jego kluczowym celem jest ograniczenie wzrostu średniej temperatury globalnej do poziomu znacznie niższego niż 2°C powyżej poziomu przedindustrialnego oraz podejmowanie wysiłków mających na celu ograniczenie wzrostu temperatury do 1,5°C.

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), jednoznacznie wskazuje w swym raporcie[[4]](#footnote-5) na znaczenie technologii wodorowych w dekarbonizacji przemysłu i energetyki.

Strategicznym długoterminowym celem ustalonym dla Unii Europejskiej (UE) jest osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r. zgodnie z wizją Komisji Europejskiej zaprezentowaną w 2018 r. na COP-24 w Katowicach[[5]](#footnote-6), potwierdzoną w Komunikacie Komisji Europejski Zielony Ład.Zgodnie z komunikatem „unijny przemysł potrzebuje pionierów w dziedzinie klimatu i zasobów, którzy do 2030 r. opracowaliby pierwsze komercyjne zastosowania przełomowych technologii w kluczowych sektorach przemysłu. Najważniejsze obszary obejmują czysty wodór, ogniwa paliwowe i inne paliwa alternatywne, magazynowanie energii oraz wychwytywanie, składowanie i utylizację dwutlenku węgla”.

W odpowiedzi na te potrzeby Komisja opublikowała 8 lipca 2020 r. komunikat zatytułowany Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu[[6]](#footnote-7) („Strategia wodorowa UE”)*,* która łącznie ze strategią UE na rzecz integracji systemów energetycznych[[7]](#footnote-8) wspiera dążenia Unii Europejskiej do osiągnięcia gospodarki neutralnej dla klimatu, zgodnie z celem określonym w Europejskim Zielonym Ładzie. *Strategia wodorowa UE* łączy w sobie różne obszary działań, obejmujące cały łańcuch wartości, a także aspekty przemysłowe, rynkowe i infrastrukturalne. Uwzględnia perspektywę rozwoju technologii i innowacyjności oraz wymiar międzynarodowy, planując stworzenie warunków umożliwiających zwiększenie podaży i popytu wodoru. *Strategia wodorowa UE* określa również „czysty wodór” i jego łańcuch wartości jako jeden z kluczowych obszarów umożliwiających odblokowanie inwestycji w celu wspierania zrównoważonego wzrostu gospodarczego i zatrudnienia, co będzie miało kluczowe znaczenie w kontekście ożywienia po kryzysie COVID-19. Wyznaczono w niej cele strategiczne:

* do 2024 r. – instalacja co najmniej **6 GW** mocy elektrolizerów i roczna produkcja co najmniej **1 mln ton** wodoru z OZE;
* **do 2030 r**. instalacja co najmniej **40 GW** mocy elektrolizerów i roczna produkcja co najmniej **10 mln ton** wodoru z OZE.
* *Strategia wodorowa UE* przewiduje zastosowanie wodoru w przemyśle i mobilności jako dwa główne rynki wiodące.

Ambicją Komisji jest uczynienie z UE światowego lidera w dziedzinie technologii czystego wodoru. Aby to osiągnąć Komisja zainicjowała europejski sojusz na rzecz czystego wodoru, w którym uczestniczą liderzy przemysłu, przedstawiciele społeczeństwa obywatelskiego, krajowych i regionalnych ministerstw oraz Europejski Bank Inwestycyjny. Sojusz stworzy system wspierania inwestycji, służący rozwojowi produkcji czystego wodoru i stymulowaniu popytu na czysty wodór w UE. Ministerstwo Klimatu i Środowiska jest od grudnia 2020 r. członkiem Sojuszu.

Polska jest również aktywnie zaangażowana w dyskusję o przyszłym kształcie rynku wodoru na forum Unii Europejskiej, a prezentowana PSW ma na celu dodanie impetu tym działaniom zarówno w skali krajowej jak i międzynarodowej.

## Wodór a krajowe polityki i działania

##### Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju

Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) (SOR) przyjęta 14 lutego 2017 r. jest obowiązującym, kluczowym dokumentem państwa polskiego w obszarze średnio- i długofalowej polityki gospodarczej. Głównym celem SOR jest tworzenie warunków do wzrostu dochodów mieszkańców Polski przy jednoczesnym wzroście spójności w wymiarze społecznym, ekonomicznym, środowiskowym i terytorialnym. PSW ma na celu realizację tego celu poprzez wsparcie wykorzystania technologii wodorowych w obszarze energetycznym, transportowym i przemysłowym.

W związku z innowacyjnym przedmiotem analiz, *PSW* obejmuje dłuższy (aż do 2040 r.) okres niż SOR, ale zgodnie z przepisami ustawy o zasadach prowadzenia polityki rozwoju postanowiono wydzielić podczas analiz okres odpowiadający – 2030 r. *PSW* jest spójna z SOR oraz wpisuje się w jej cele, przede wszystkim w zakresie celu szczegółowego I. *Trwały wzrost gospodarczy oparty coraz silniej o wiedzę, dane i doskonałość organizacyjną*. Dodatkowo *PSW* wpisuje się w przewidziane w SOR projekty:

* Projekt Flagowy *Elektromobilność,*
* Projekt Strategiczny *Program Rozwoju Elektromobilności,*
* Program polskiej energetyki jądrowej.

*PSW* odnosi się także do technologii zgazowania węgla, którąSORuznała za jedno z działań mogących poprawić bezpieczeństwo energetyczne kraju oraz wykorzystać potencjał rodzimego surowca w obszarze petrochemii i w procesie produkcji materiałów takich jak amoniak i wodór*.*

##### Polityka energetyczna Polski oraz Krajowy plan na rzecz energii i klimatu

*PSW* wpisuje się też w działania przedstawione w projekcie Polityki energetycznej Polski do 2040 r. (PEP 2040). PEP 2040 stanowi odpowiedź na najważniejsze wyzwania stojące przed polską energetyką w najbliższych dziesięcioleciach oraz wyznacza kierunki rozwoju sektora energii z uwzględnieniem zadań niezbędnych do realizacji w perspektywie krótkookresowej, wśród których wymienia się również wodór. *PSW* wpisuje się w następujące działania określone w PEP 2040:

* *1.5.* *Zapewnienie możliwości pokrycia zapotrzebowania na gaz ziemny przez: […] wykorzystanie krajowego potencjału w zakresie produkcji biogazu, biometanu, gazów syntezowych, gazu syntetycznego, wodoru;*
* *2A.2. Zapewnienie możliwości pokrycia wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną przez źródła inne niż konwencjonalne elektrownie węglowe oraz zapewnienie warunków kształtowania struktury mocy wytwórczych gwarantujących elastyczność pracy systemu, w tym rozwoju energetyki jądrowej i technologii magazynowania energii;*
* *2B.6. Dążenie do rozwoju technologii magazynowania, w tym uregulowanie statusu prawnego instalacji magazynowania energii elektrycznej – umożliwienie osiągnięcia poziomu gromadzenia energii w magazynach równej 10% mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych w 2023 r.;*
* *4B.5. Prowadzenie działań badawczo-rozwojowych w zakresie transportu i magazynowania gazów syntetycznych, biogazu, biometanu i wodoru za pomocą infrastruktury gazu ziemnego;*
* *4C.7. Zapewnienie warunków funkcjonowania i instrumentarium wsparcia rynku paliw alternatywnych, w szczególności: elektromobilności, CNG i LNG, paliw syntetycznych w transporcie oraz wodoru;*
* *6.4. Zapewnienie warunków bilansowania OZE;*
* *7.3. Zapewnienie warunków rozwoju ekologicznych i efektywnych systemów ciepłowniczych przez wsparcie finansowe, organizacyjne i prawne.*

*PSW* jest częścią szerszych działań polskiego rządu w zakresie wsparcia technologii wodorowych, takich jak Krajowe Ramy Polityki Rozwoju Infrastruktury Paliw Alternatywnych, jeden z pierwszych dokumentów promujących rozwój paliw alternatywnych. Wskazano w nich specyfikacje techniczne dla punktów tankowania wodoru w stanie gazowym, urządzeń podłączających służących do tankowania wodoru w stanie gazowym w pojazdach silnikowych oraz dotyczących czystości wodoru wydawanego przez punkty tankowania wodoru. Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych w zakresie specyfikacji technicznych dot. wodoru bezpośrednio odwołują się do załącznika II dyrektywy 2014/94/UE, który w pkt. 2 wskazuje normy, które powinny być spełniane przez punkty tankowania wodoru przeznaczone dla pojazdów silnikowych.

W 2019 r. Polska opracowała Krajowy plan na rzecz energii i klimatu (KPEiK)[[8]](#footnote-9) na lata 2021-2030. Opracowanie KPEiK wynika z rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 w sprawie zarządzania unią energetyczną. Dokument ten wskazał m.in. wodór jako środek do rozwoju efektywnego energetycznie i niskoemisyjnego transportu. Dodatkowo wskazał sprzedaż wodoru jako działanie wspierające rentowność sektora górnictwa węgla kamiennego. Celem KPEiK jest wdrażanie unii energetycznej, zaś celem *PSW* jest realizacja tego postulatu poprzez wdrożenie nowoczesnych technologii wodorowych.

## Prace nad Polską Strategią Wodorową

*PSW* jest efektem pracy ekspertów administracji rządowej oraz innych podmiotów związanych z branżą energetyczną i transportową. 30 października 2018 r. Ministerstwo Energii zainaugurowało prace Zespołu roboczego ds. Strategicznej Analizy Rozwoju Gospodarki Wodorowej w Polsce. Zespół powstał w celu przyjęcia rekomendacji dotyczących regulacji w zakresie wodoru, a także jako próba organizacji platformy wymiany dotychczasowych doświadczeń zainteresowanych podmiotów. W prace Zespołu działającego następnie w Ministerstwie Aktywów Państwowych oraz Ministerstwie Klimatu i Środowiska zaangażowani byli przedstawiciele spółek energetycznych, nauki, trzeciego sektora oraz administracji publicznej.

Wskazane w *PSW* dane bazują również na wynikach prac sporządzonych przez, składający się z ponad 80-ciu ekspertów wywodzących się ze świata nauki, biznesu i administracji, Zespół do spraw Rozwoju Przemysłu Odnawialnych Źródeł Energii i Korzyści dla Polskiej Gospodarki, którego przewodniczącym jest Pełnomocnik rządu ds. OZE Pan Ireneusz Zyska, Sekretarz Stanu w Ministerstwie Klimatu i Środowiska. Zadaniem zespołu było wypracowanie rekomendacji w sześciu obszarach tematycznych. Do opracowania rekomendacji w poszczególnych obszarach zostały powołane grupy eksperckie, kierowane przez reprezentantów świata nauki. Jednym z obszarów była gospodarka wodorowa. Zespół przedstawił w maju 2020 r. raport dotyczący rozwoju wodoru w Polsce. Kluczowymi rekomendacjami były m.in.: jak najszybsze opracowanie i przyjęcie planu rozwoju technologii wodorowych w Polsce, czy uruchomienie pierwszych przemysłowych instalacji na bazie krajowej technologii, powstanie subsydiowanych instalacji z ogniwami paliwowymi (wdrażane na masową skalę w wariancie malejących subsydiów), dostosowanie oraz demonstracja systemu przesyłu i dystrybucji wodoru na wybranych odcinkach sieci gazowej, a także wprowadzenie jednolitych ram legislacyjnych wraz z definicjami wodoru jako nośnika energii oraz jako komponentu innych paliw.

Następnym etapem prac było powołanie 18 sierpnia 2020 r. przez Prezesa Rady Ministrów Międzyresortowego Zespołu do spraw gospodarki wodorowej pracującego pod kierownictwem Pełnomocnika Rządu do spraw gospodarki wodorowej. Pozwolił on na uzyskanie interdyscyplinarnego charakteru dokumentu oraz koordynację prac nad *PSW* w ramach administracji rządowej.

## Strategie Państw Europejskiego Obszaru Gospodarczego

Opracowując *PSW* Rząd RP korzystał z najlepszych wzorców, dlatego postanowiono przeanalizować i porównać zakres, horyzont oraz cele strategii i polityk wodorowych w wybranych państwach. Przedstawione poniżej dokumenty są punktem odniesienia dla Polski.Pokazują również, że Polska ma szansę i aspiracje aby odegrać istotną rolę i stać się liczącym się graczem w światowym rozwoju technologii wodorowych, włączając się w działania już na początkowym etapie rozwoju niskoemisyjnej produkcji wodoru.

##### Holandia

Rząd Królestwa Niderlandów opublikował Strategię Wodorową 6 kwietnia 2020 r. Rząd planuje rozwój produkcji wodoru z elektrolizerów w skali 500 MW zainstalowanej mocy do 2025 r. oraz 3-4 GW do 2030 r. Nie wyklucza się produkcji wodoru z gazu ziemnego, istotne jest jednak, by wytwarzany był bez emisji CO₂, co umożliwi system przechwytywania i magazynowania dwutlenku węgla (CCS). Strategia stawia diagnozę, że biogaz nie będzie dostępny w wystarczających ilościach, by zaspokoić krajowe zapotrzebowanie.

Aby zwiększyć zapotrzebowanie na produkcję zielonego wodoru[[9]](#footnote-10) rząd może wprowadzić wymóg dodawania wodoru do gazu ziemnego. Obecnie możliwe jest domieszkowanie wodoru na poziomie 2%, ale przy pewnych modyfikacjach technicznych wg Strategii można dojść do poziomu 10%-20%. Określono także cele w zakresie transportu: budowa 50 stacji tankowania, eksploatacja 15 000 pojazdów wodorowych do 2025 r. oraz 300,000 pojazdów wodorowych do 2030 r.

Holandia planuje wykorzystanie dodatków paliw syntetycznych wytworzonych za pomocą zdekarbonizowanego wodoru w lotnictwie. Proponuje się wprowadzenie do 14% paliw syntetycznych w lotnictwie w 2030 r. i 100% w 2050 r. Wdrożone zostaną także certyfikaty pochodzenia. Zapowiedziano również wprowadzenie dodatkowych zasad bezpieczeństwa eksploatacji wodoru, utworzenie propozycji procedur i standardów związanych z bezpieczeństwem produkcji, przesyłu i magazynowania.

##### Niemcy

10 czerwca 2020 r. rząd Niemiec przyjął oczekiwaną od 2019 r. strategię wodorową. W dokumencie uznano ostatecznie zielony wodór, pozyskiwany z elektrolizy wody za pomocą energii elektrycznej z OZE, za jedyne rozwiązanie, które odpowiada potrzebom zrównoważonego rozwoju w długiej perspektywie, dlatego jego wytwarzanie będzie szeroko wspierane. Głównymi celem w tym zakresie jest osiągnięcie od 5 GW mocy elektrolizy w 2030 r. do 10 GW w 2040 r. Ma się to przełożyć się na produkcję 14 TWh wodoru rocznie. W celu wsparcia produkcji i podniesienia konkurencyjności zielonego wodoru rząd federalny proponuje m.in. zwolnienie operatorów elektrolizerów z opłaty OZE, która odpowiada za jedną piątą cen energii elektrycznej w Niemczech. Poza tym przewiduje się wsparcie finansowe inwestycji zarówno w zakup, jak i eksploatację elektrolizerów, a także rekompensatę producentom stali strat wynikających ze stosowania wodoru zamiast węgla.

W sektorze transportu zaplanowano m.in. dopłaty do zakupu pojazdów wodorowych, ustalenie minimalnego udziału OZE w zużywanych paliwach powyżej ustalonej w unijnej dyrektywie RED II[[10]](#footnote-11) granicy 14% do 2030 r. a także konieczność tankowania w samolotach paliwa z minimum dwuprocentową domieszką syntetycznego paliwa. Zgodnie z dokumentem infrastruktura do przesyłu wodoru bazować będzie na istniejącej sieci przesyłowej gazu ziemnego. W przyjętym przez rząd pakiecie stymulacyjnym na realizację celów strategii wodorowej przeznaczono 9 mld euro*:* 7 mld euro ma być przekazane na projekty na terenie Niemiec, a 2 mld euro na inwestycje zagraniczne.

##### Francja

1 czerwca 2018 r Francja zaprezentowała swój *Plan rozwoju wodoru na potrzeby transformacji energetycznej*. Następnie 8 września 2020 r. opublikowano ambitną *narodową strategię rozwoju zdekarbonizowanego wodoru*, która zwięźle określa budżet, cele, priorytety i działania dla rozwoju wodoru z OZE i atomu. Wskazano także budżet – 7 mld euro do 2030 r. Celem jest instalacja wystarczającej mocy elektrolizerów, aby wesprzeć dekarbonizację gospodarki, tj. 6,5 GW w 2030 r. Planuje się także rozwój transportu wodorowego, w szczególności w segmencie transportu ciężkiego, aby obniżyć emisje CO2 w 2030 r. o 6 Mt. Francuski rząd planuje także rozwój przemysłu wodorowego, który zapewni między 50 a 150 tys. miejsc pracy. Priorytetem jest dekarbonizacja przemysłu, rozwój zdekarbonizowanego transportu ciężkiego oraz wsparcie krajowych badań, rozwoju i innowacji w obszarze wodoru. Wśród działań planuje się organizację w latach 2020-2022 r. sześciu ogłoszeń o naborach wniosków o dofinansowanie do realizacji inwestycji w określonych w strategii obszarach, na które do 2023 r. przeznaczone zostaną 3,4 mld euro.

##### Hiszpania

Hiszpańska mapa drogowa w zakresie wodoru wyznacza cele w zakresie rozmieszczenia produkcji wodoru na 2030 r., oraz przedstawia wizję na 2050 r., kiedy Hiszpania ma osiągnąć neutralność klimatyczną. Odwołuje się także do strategii wodorowej UE. Dokument proponuje 57 działań do wdrożenia do 2030 r. oraz uruchomienie do 2030 r. elektrolizerów o mocy co najmniej 4 GW. Jednym z celów planu jest wykorzystywanie w procesach przemysłowych co najmniej 25% zielonego wodoru w 2030 r. Planuje się także stworzenie systemu gwarancji pochodzenia w celu wsparcia ekologicznego wodoru i zapewnienia, że wodór zielony jest faktycznie wytwarzany w 100% ze źródeł odnawialnych. Rząd Hiszpanii nie zadeklarował skali publicznego wsparcia finansowego dla realizacji opisanych planów.

W sektorze mobilności Hiszpania planuje osiągnąć flotę 150 autobusów, 5000 lekkich i ciężkich samochodów oraz dwie komercyjne linie kolejowe napędzane odnawialnym wodorem wraz z odpowiednią siecią tankowania. Dodatkowo w 5 portach morskich oraz w portach lotniczych ma działać co najmniej 100 maszyn przeładunkowych napędzanych wodorem.

##### Portugalia

Głównym celem opublikowanej w sierpniu 2020 r. portugalskiej Narodowej Strategii Wodorowej (EN-H2) jest stopniowe wprowadzanie wodoru do energetyki i innych sektorów gospodarki. Strategia zakłada inwestycję bazową w wysokości ponad 2,85 miliarda euro i przewiduje budowę wielkoskalowej elektrowni słonecznej przeznaczonej do produkcji wodoru na rzecz pokrycia krajowego i europejskiego popytu. Ambicją portugalskiego rządu jest eksport zdekarbonizowanego wodoru dzięki osiągnięciu mocy 2 GW elektrolizerów do 2030 r.

Równolegle wspierana będzie infrastruktura zaopatrzenia w wodór, najlepiej w powiązaniu z lokalną produkcją. Portugalska strategia ma na celu dekarbonizację transportu ciężkiego oraz podsektorów chemicznych, wydobywczych, szklarskich, ceramicznych i cementowych. Inne cele obejmują stworzenie laboratorium wodorowego, jako krajowego i międzynarodowego centrum działań badawczo-rozwojowych związanych z odpowiednimi elementami łańcucha wartości wodoru.

##### Norwegia

Norweski rząd opublikował 3 czerwca 2020 r. krajową strategię wodorową. Jej celem jest rozwój nowych niskoemisyjnych technologii i rozwiązań. Produkowany wodór ma być nisko- albo zeroemisyjny i stosowany w przemyśle i transporcie ciężkim. Proponuje się wsparcie rządowe w zakresie rozwoju projektów pilotażowych i demonstracyjnych celem rozwoju technologii i ich komercjalizacji. Możliwy jest dalszy rozwój efektywnej kosztowo technologii CCS, także celem ekspansji na rynki zagraniczne. Pojazdy wodorowe mają zostać zwolnione z podatku VAT do 2023 r., istnieje także możliwość zwolnienia pojazdów nisko- i zeroemisyjnych przez władze lokalne z innych opłat (podatków drogowych, opłat parkingowych etc.); Na promocję zero- i niskoemisyjnego transportu publicznego ma być przeznaczone 25 mln koron norweskich (ok. 10,25 mln PLN).

## Strategie krajów pozaeuropejskich

##### Japonia

Japońska strategia wodorowa, ogłoszona jako pierwsza na świecie już w grudniu 2017 r. zakłada, że podstawowym obszarem wykorzystania wodoru w Japonii ma być transport. W 2030 r. po japońskich drogach ma jeździć 800 000 pojazdów wodorowych, a liczba wózków widłowych napędzanych wodorem ma do 2030 wzrosnąć z obecnych 160 do 3 500. Strategia zakłada także, że niemożliwe jest oparcie gospodarki wodorowej jedynie na transporcie. Wodór ma być używany także w energetyce zawodowej. Strategia zakładaj dofinansowanie do przydomowych instalacji działających na wodór, które mają służyć do produkcji energii i ciepła w skojarzeniu. Do końca 2020 r. planuje się, by ich ilość wzrosła do 1 400 000. Strategia B+R Japonii w zakresie wodoru polegała na początkowym wspieraniu rozwoju urządzeń stacjonarnych a potem dopiero transportu (przede wszystkim autobusów i samochodów). Dekarbonizacja, która dotychczas dotyczyła głównie energii elektrycznej, dzięki wodorowi ma dotknąć też takie sektory jak transport, ciepłownictwo oraz przemysł ciężki.

##### Australia

Celem strategii jest osiągnięcie pozycji jednego z trzech największych eksporterów wodoru do rynków azjatyckich. W najbliższym czasie planowanie jest zawarcie umowy z krajami importującymi, przewiduje się także wprowadzenie zasad dotyczących bezpieczeństwa użytkowania wodoru. Emisja dwutlenku węgla podczas produkcji wodoru nie zajmuje centralnego miejsca w strategii – ma spełniać oczekiwania społeczności, klientów i konsumentów i mieć tendencję malejącą. Stworzony będzie rozbudowany, akceptowalny międzynarodowo, system certyfikacji.

Do 2025 r. planuje się wprowadzenie elastycznych regulacji, opracowanie spójnego podejścia do łańcuchów dostaw i rynków oraz zapewnienie sprzyjającego środowiska do inwestycji. Po 2025 r. planuje się wsparcie finansowania łańcuchów dostaw zielonego wodoru, zwiększenie popytu na wodór, w tym umożliwienie stosowania zdekarbonizowanego wodoru do produkcji surowców przemysłowych i ogrzewania, dodawanie wodoru do sieci gazowych oraz wykorzystanie wodoru w transporcie i rozwój powiązanej infrastruktury tankowania. Przewidziane jest stworzenie programów szkoleń i budowania kompetencji w zakresie wodoru, wsparcie działań B+R, zapewnienie bezpieczeństwa, zminimalizowanie wpływu na środowisko, zwiększenie skali projektów oraz monitorowanie globalnych trendów i rozwoju rynku. Ponadto, poszczególne stany ogłaszają własne polityki wodorowe o zróżnicowanym poziomie ambicji.

# Wodór obecnie i w 2030 r. – Cele Strategii

Polska plasuje się obecnie na 5. pozycji globalnego rankingu producentów wodoru,[[11]](#footnote-12) jednakże udział produkcji wodoru w procesie elektrolizy wody jest znikomy. Roczna produkcja wodoru w Polsce wynosi około 1 miliona ton.[[12]](#footnote-13) Jest on wytwarzany głównie przez rafinerie oraz zakłady chemiczne i wykorzystywany w procesach rafinacji i produkcji nawozów mineralnych oraz chemikaliów.

Krajowa energetyka i energochłonny przemysł emitują rocznie ok. 350 mln ton ekwiwalentu CO2.[[13]](#footnote-14) Dywersyfikacja źródeł energii jest procesem długotrwałym i aktualnie nadal większość energii elektrycznej wytwarzana jest przy wykorzystaniu paliw kopalnych. Połączenia międzysektorowe (przykładowo systemu elektroenergetycznego z sektorem gazowniczym lub systemu elektroenergetycznego z sektorem transportu) są nieliczne. Wykorzystanie potencjału źródeł OZE jest ograniczone warunkami technicznymi i atmosferycznymi. Produkcja konkurencyjnego pod względem ekonomicznym wodoru ze źródeł jądrowych będzie możliwa po uruchomieniu pierwszego bloku, co planowane jest na rok 2033. Prace nad technologiami związanymi z gospodarką wodorową realizowane są w Polsce od lat. Obecnie istnieją już w kraju rozwiązania o wysokiej gotowości technologicznej. Aby przenieść je do fazy komercjalizacji konieczne jest wsparcie tej gałęzi celem umożliwienia dynamicznego i stabilnego rozwoju w horyzoncie czasowym roku 2030.

W tym celu zawarto poniżej diagnozę obecnego stanu rzeczy oraz sformułowano cele odnośnie rozwoju gospodarki wodorowej w podziale zgodnym z łańcuchem wartości gospodarki wodorowej, który oprócz produkcji i dystrybucji wyróżnia trzy priorytetowe obszary wykorzystania wodoru: energetykę, transport i przemysł.

## Stan obecny

##### Polski potencjał naukowo-badawczy

W Polsce istnieje znaczący potencjał naukowo-badawczy w dziedzinie technologii wodorowych, zintegrowany m.in. przez Instytut Energetyki oraz liczne instytucje i grupy badawcze. Przemysł posiada doświadczenie w zakresie projektowania materiałów funkcjonalnych dla wysokotemperaturowych i niskotemperaturowych ogniw paliwowych oraz magazynowania wodoru. Mamy specjalistów w zakresie wszystkich zagadnień dotyczących konstrukcji ogniw paliwowych i elektrolizerów - począwszy od opracowania materiałów elektrodowych, elektrolitu i interkonektorów stosów, oraz technologii otrzymywania cienkowarstwowych tworzyw ceramicznych, modelowania przepływów masy i energii poprzez konstrukcję i uszczelnienie stosu aż do zagadnień związanych z testowaniem efektywności i czasu życia ogniw. Polskie zakłady chemiczne posiadają wieloletnie doświadczenie w zakresie produkcji, dystrybucji, magazynowania oraz zużycia wodoru.

Stworzenie kompleksowego polskiego programu badawczego, którego ostatecznym celem jest opracowanie technologii elektrolizerów, ogniw paliwowych i innych komponentów dla instalacji wodorowych, pozwoli na rozwój lokalnych kompetencji i stworzenie krajowej dziedziny gospodarki. Konieczne jest wsparcie grup badawczych aktywnie działających w tematyce wodorowej, a także zainteresowanie najlepszych ośrodków naukowych i badawczych: uczelni wyższych, instytutów badawczych, jednostek PAN oraz produkcyjnych tematyką dotyczącą technologii wodorowych. Przy właściwym wsparciu badań i rozwoju Polska ma szanse wykorzystać potencjał naukowy i doświadczenie eksperckie w obszarze technologii wodorowych oraz elektrochemicznych źródeł energii i bazować na własnych, niezależnych surowcowo innowacyjnych technologiach.

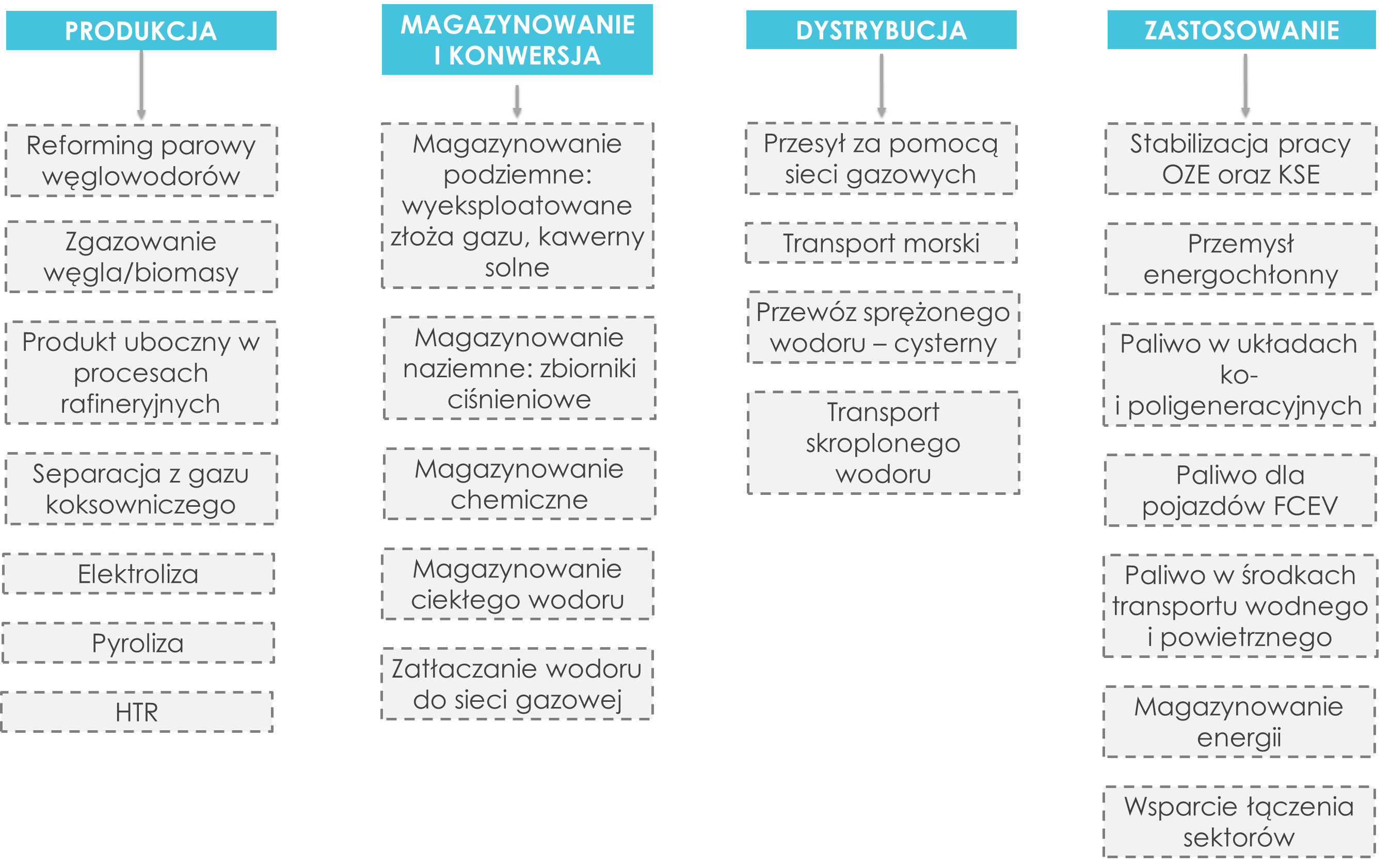
##### Łańcuch wartości gospodarki wodorowej

W myśl podejścia do opisu procesów logistycznych i produkcyjnych w sposób sekwencyjny, koncepcja łańcucha wartości pozwala na podział całego procesu tworzenia produktu począwszy od koncepcji B+R, projektowania, zorganizowania surowców, produkcji, dystrybucji oraz serwisu.

Elementami łańcucha wartości gospodarki wodorowej są:

* produkcja,
* magazynowanie i konwersja,
* dystrybucja,
* zastosowanie.

Należy odnotować, że ostatni etap dotyczy zarówno wykorzystania wodoru u użytkowników końcowych jak i jego zastosowania jako substratu w procesach wytwarzania paliw syntetycznych lub chemikaliów, czy też jego wykorzystania w procesie łączenia sektorów. Takie elementy wymienionego łańcucha wartości jak dystrybucja (np. transport wodoru skroplonego) czy zastosowanie w pojazdach samochodowych, poza nielicznymi wyjątkami (Japonia, kraje Beneluksu, Niemcy, USA), występują na świecie w bardzo ograniczonej skali. Nie inaczej sprawa wygląda w Polsce, gdzie brak jest połączeń między poszczególnymi ogniwami łańcucha wartości lub są one nieliczne. Produkcja wodoru występuje głównie na potrzeby własne, co nie wynika z braku możliwości wyprodukowania większej ilości wodoru. Producenci wskazują na możliwość zwiększenia produkcji, gdyż obecne zdolności produkcyjne instalacji nie są wykorzystywane w 100%. Brak rozwiniętego rynku obrotu wodorem powoduje, że większości producentów nie opłaca się wytwarzanie go w ilościach większych niż na potrzeby własne.



Rysunek 1. Łańcuch wartości gospodarki wodorowej. Opracowanie własne.

W każdym z wyżej wymienionych elementów łańcucha wartości gospodarki wodorowej Polska posiada osiągnięcia i może odegrać istotną rolę, w tym będąc zarówno dostawcą jak i odbiorcą technologii na dużą skalę. Z uwagi jednak na fakt, że istniejące obecnie rozwiązania, które mogą stanowić element przyszłego łańcucha wartości gospodarki wodorowej, znajdują się na różnym (często niedostatecznym) poziomie gotowości technologicznej, decydujący w najbliższych latach będzie dalszy postęp w zakresie podnoszenia zdolności komercjalizacji istniejących krajowych technologii i powszechności ich stosowania.

Ze względu na mnogość metod wytwarzania i przetwarzania wodoru oraz ich niepełną gotowość technologiczną trudno jest przewidzieć kształt łańcucha wartości w perspektywie 20-30 lat. Pewne wydaje się natomiast, że system będzie funkcjonował na styku branż: elektroenergetycznej, gazowniczej, ciepłowniczej, OZE, jądrowej i transportowej oraz chemicznej.

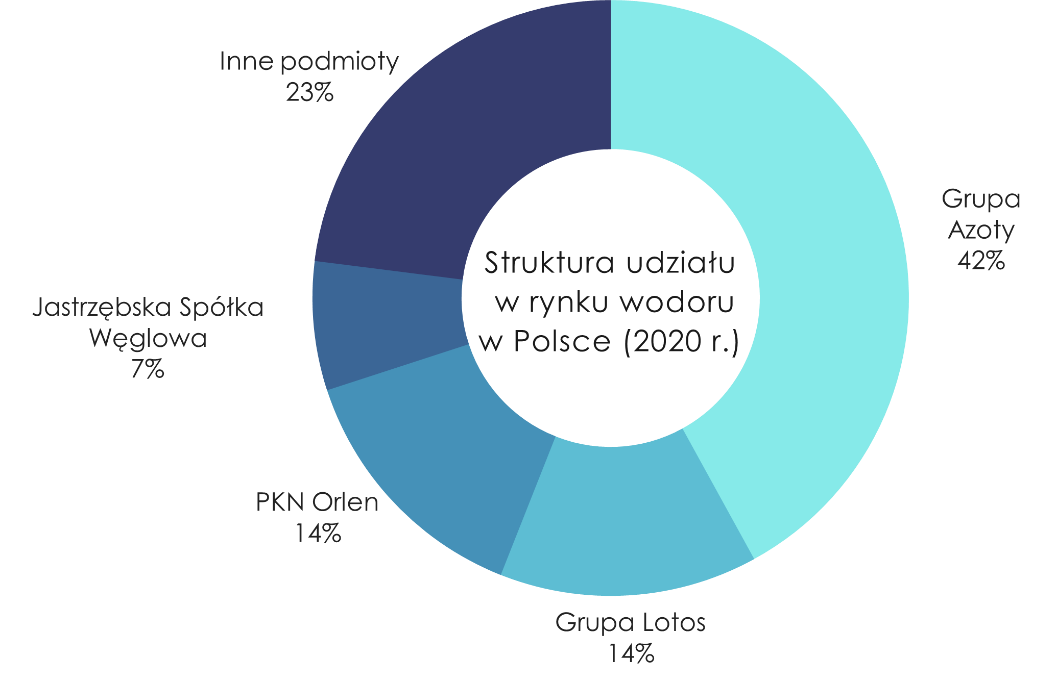
##### Produkcja i rodzaje wodoru

Wodór stanowi obecnie niewielką część światowego i unijnego koszyka energetycznego i jest nadal w dużej mierze wytwarzany z paliw kopalnych, w szczególności z gazu ziemnego (reforming parowy) lub węgla (procesy termicznego przekształcania węgla). Związane z tym roczne emisje wynoszą w UE 70–100 mln ton CO2. Aby wodór przyczynił się do osiągnięcia neutralności klimatycznej, jego stosowanie powinno odbywać się na znacznie większą skalę, a produkcja stać się w pełni bezemisyjna.

Roczna produkcja wodoru w Polsce wynosi około 1 miliona ton. Całość produkcji stanowi obecnie wodór wytwarzany z paliw kopalnych.

Liderem produkcji wodoru w Polsce jest Grupa Azoty S.A., gdzie rocznie wytwarza się ok. 420 tys. ton tego surowca. Udział tej spółki w rynku sięga ok. 42%. Następne w kolejności są spółki, które praktycznie całość produkcji przeznaczają na własne potrzeby:

* Grupa LOTOS, z udziałem w rynku ok. 14%, produkcja ok. 145 tys. ton/rok,
* PKN Orlen, z udziałem ok. 14%, produkcja ok. 145 tys. ton/rok,
* Jastrzębska Spółka Węglowa, z udziałem ok. 7%, produkcja ok. 75 tys. ton/rok,
* Inne podmioty, ok. 23%.[[14]](#footnote-15)



Rysunek 2. Struktura udziału w rynku wodoru w Polsce w 2020 r. Opracowanie własne.



Wodór jest pierwiastkiem chemicznym o wszechstronnych właściwościach, który można pozyskiwać z wielu źródeł przy pomocy kilku metod, od reformingu parowego węglowodorów, po elektrolizę, pirolizę, czy fermentację bakteryjną. Metody produkcji wiążą się ze zróżnicowaną wielkością emisji gazów cieplarnianych, w zależności od wykorzystywanej technologii i źródła energii oraz mają różne implikacje kosztowe i różne wymagania materiałowe. Pochodzenie wodoru warunkuje zatem jego konkurencyjność i emisyjność biorąc pod uwagę cały łańcuch produkcji. Dla potrzeb *PSW* przyjęto, że przesądza ono o stosowanej wobec niego terminologii, zgodnie z którą wyróżnia się:

###### Wodór konwencjonalny

Wodór konwencjonalny odnosi się do wodoru wytwarzanego w ramach różnych procesów, w których wykorzystuje się paliwa kopalne. Procesy te to przede wszystkim reforming parowy gazu ziemnego, zgazowanie węgla lub separacja z gazu koksowniczego.

Znacząca większość, aż 76%, produkowanego na świecie wodoru pochodzi z paliw kopalnych.[[15]](#footnote-16) Obecnie w Polsce produkuje się niemal wyłącznie wodór tego typu, wytwarzany w oparciu o stabilny popyt ze strony przemysłu. Takie sposoby wytwarzania wodoru generują jednak emisję CO2  - powyżej 5,8 kg CO2 eq/kg H2 przy wykorzystaniu gazu ziemnego oraz powyżej 10 kg CO2 eq/kg H2,gdy źródłem energii pierwotnej jest węgiel.[[16]](#footnote-17) Ze względu na tę istotną różnicę emisyjności przewiduje się dalsze wytwarzanie wodoru konwencjonalnego przy wykorzystaniu gazu ziemnego w okresie przejściowym, gdyż może prowadzić do obniżenia emisyjności procesów, w których jest wykorzystywany.

W tej chwili wodór konwencjonalny jest tańszy niż pozostałe jego rodzaje. Głównym czynnikiem wpływającym na cenę produkowanego w ten sposób wodoru jest cena gazu ziemnego, która podlega wahaniom na światowych rynkach, oraz koszty emisji CO2 uwalnianego w trakcie jego produkcji. Wobec coraz bardziej dotkliwych skutków zmian klimatu oraz międzynarodowych zobowiązań ograniczania emisji gazów cieplarnianych konieczne staje się stopniowe ograniczanie produkcji wodoru tego typu. Mechanizm unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji, powodujący stopniowy wzrost kosztów uprawnień, stanowi rynkową zachętę dla stopniowego odejścia od wodoru pochodzącego z paliw kopalnych na rzecz pozostałych sposobów jego wytwarzania.

###### Wodór niskoemisyjny

Za wodór niskoemisyjny uznaje się wodór wytwarzany z nieodnawialnych bądź z odnawialnych źródeł energii z niskim śladem węglowym. Wielkość tego śladu nie została formalnie jeszcze określona, ale w opracowaniach wskazuje się wielkość poniżej 5,8 kg CO2 eq/kg H2.[[17]](#footnote-18)

Precyzyjne liczbowe określenie emisyjności wodoru powinno zastąpić arbitralne przypisywanie mu „koloru” w zależności od technologii wytwarzania. Kryterium powinna być ilość wyemitowanego CO2 w całym łańcuchu produkcji kilograma wodoru. Umożliwi to producentom optymalizowanie technologii pod kątem tego wskaźnika.

Dla wytworzenia tego rodzaju wodoru można wykorzystać różne technologie:

1. reforming parowy węglowodorów z wychwytem i składowaniem CO2 (CCS) bądź wychwytem i wykorzystaniem CO2 (CCU),
2. zgazowanie węgla z CCS bądź CCU,
3. zgazowanie biomasy z CCS bądź CCU,
4. elektrolizę z wykorzystaniem energii elektrycznej z OZE,
5. elektrolizę z wykorzystaniem energii elektrycznej ze źródeł konwencjonalnych z CCS bądź CCU,
6. pirolizę,
7. procesy chemiczne, których produktem ubocznym jest wodór, w tym separacja wodoru z gazu koksowiniczego.

Podobnie jak w przypadku konwencjonalnego wodoru pochodzącego ze źródeł kopalnych, na cenę niskoemisyjnego wodoru wytwarzanego z paliw kopalnych wpływają ceny gazu ziemnego. Drugim istotnym czynnikiem wpływającym na cenę są w tym przypadku koszty wychwytywania i magazynowania CO2. To stawia obecną cenę wodoru niskoemisyjnego z paliw kopalnych w Europie o ok. 34,10% powyżej ceny wodoru emisyjnego z paliw kopalnych,[[18]](#footnote-19) ale różnica ta zmniejszy się z czasem w efekcie rosnących cen uprawnień do emisji CO2 i postępu technologicznego. Optymalnym kosztowo rozwiązaniem jest wykorzystanie wodoru powstałego jako produkt uboczny procesów chemicznych (tzw. wodór odpadowy), który zakwalifikowano jako niskoemisyjny, gdyż powstała emisja wynika z innych procesów, w których jest nieunikniona. Koszty technologii prawdopodobnie spadną w momencie wyskalowania i ustandaryzowania procesu CCU/CCS stosowanego podczas wytwarzania wodoru. Nowe innowacje technologiczne powinny otworzyć więcej możliwości wykorzystania CO2 w przemyśle, co dodatkowo obniży koszty CCU/CCS. Zmiany te pozwolą zbliżyć cenę niskoemisyjnego wodoru do ceny wodoru z paliw kopalnych.

**Wodór odnawialny** – powstaje w procesie elektrolizy wody, w którym wykorzystano energię elektryczną pochodzącą z OZE. Przy jego produkcji emisja CO2 utrzymuje się na niskim poziomie poniżej 1 kg CO2 eq/kg H2. Dodatkową zaletą tej technologii jest możliwość uzyskiwania bardzo wysokiej czystości otrzymanego gazu (przynajmniej 99,999 %, tzw. wodór 5,0). Jedną z możliwości pozyskiwania odnawialnego wodoru są instalacje P2G (ang. Power to Gas), gdzie nadmiarowa energia elektryczna pochodząca z OZE użyta jest do wytworzenia wodoru. Już dzisiaj Dyrektywa RED II promuje zastosowanie tego wodoru w miejsce wodoru z reformingu parowego gazu ziemnego w rafineriach.

Obecnie w UE działa 300 elektrolizerów odpowiadających za mniej niż 4% całkowitej produkcji wodoru.[[19]](#footnote-20) W Polsce na chwilę obecną istnieją jedynie instalacje prototypowe powstałe w ramach prowadzonych projektów badawczo-rozwojowych, lecz wielu inwestorów planuje badania pilotażowe i demonstracje tej technologii w krótkiej perspektywie.[[20]](#footnote-21)

Wykorzystanie potencjału OZE do produkcji wodoru w Polsce jest obecnie ograniczone z uwagi na brak odpowiednich instalacji i niski poziom komercjalizacji istniejących technologii. Nie funkcjonują również rozwiązania systemowe dedykowane zagospodarowaniu nadmiarowej energii elektrycznej z OZE poprzez produkcję wodoru w procesie elektrolizy w czasie zmniejszonego zapotrzebowania na prąd, czego główną przyczyną są wysokie koszty instalacji elektrolizerów oraz wysokie zapotrzebowanie systemu na energię elektryczną z OZE.

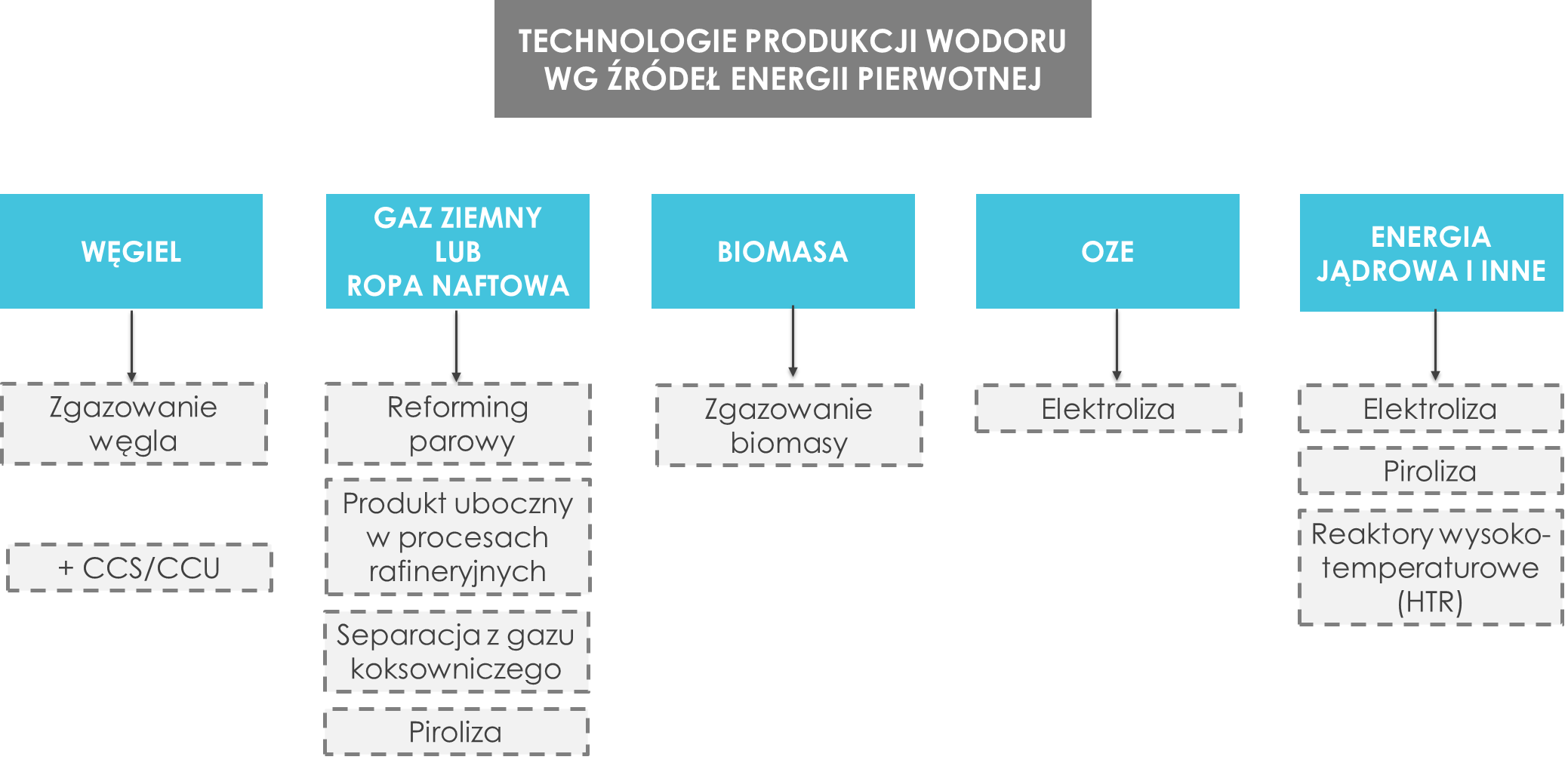
Proces elektrolizy wody jest jedną z dostępnych komercyjnie technologii produkcji wodoru, która nie jest jednak dominującą w skali świata. Wynika to z ekonomicznej przewagi technologii wytwarzania wodoru z gazu ziemnego, metodami obarczonymi emisją CO2 do atmosfery. Pomimo tego, są już budowane na świecie instalacje z elektrolizerami o mocy sięgającej 100 MW w pojedynczym obiekcie.[[21]](#footnote-22)

Wodór jako produkt elektrolizy może zostać wykorzystany na różne sposoby. Za pomocą ogniw paliwowych, wodór może zostać ponownie konwertowany w energię elektryczną. Skompresowany wodór może być magazynowany i wykorzystany jako paliwo transportowe. Może być surowcem do syntez chemicznych. W reakcji z dwutlenkiem węgla, wodór może zostać przekształcony w metan syntetyczny i być dystrybuowany za pomocą sieci gazowych. W pewnych ilościach, zależnych od stosowanej infrastruktury i docelowych zastosowań, czysty wodór może zostać domieszany do konwencjonalnego paliwa gazowego. Produkcja wodoru elektrolitycznego może się odbywać w pobliżu farm wiatrowych lub fotowoltaicznych, a także elektrowni węglowych, gazowych czy jądrowych (np. w USA, Wielkiej Brytanii). Kluczowym wyzwaniem jest dostęp do taniej energii elektrycznej, która powinna kosztować 10-20 EUR/MWh, żeby produkcja wodoru z elektrolizy stała się konkurencyjna.[[22]](#footnote-23)

**W dalszej perspektywie (po roku 2030)** możliwy będzie rozwój produkcji wodoru w oparciu elektrownie jądrowe i podłączone do nich elektrolizery. Podjęcie działań przygotowawczych w tym zakresie, w tym legislacyjnych, będzie konieczne w bieżącej perspektywie (do roku 2030). Przewaga konkurencyjna wodoru wytwarzanego w źródłach jądrowych opiera się nie tylko na zerowej emisyjności, ale również możliwej dużej skali produkcji (ekonomia skali). Jest to jedna z najtańszych metod pozyskiwania wodoru. Produkcja wodoru w elektrowniach jądrowych jest szczególnie uzasadniona w okresach tzw. dolin nocnych, kiedy bloki jądrowe mogą otrzymywać dyspozycje zmniejszenia mocy, co wpływa niekorzystnie na ich ekonomikę. Zagospodarowanie nadwyżek w czasie ubytku zapotrzebowania na moc poprzez zasilanie elektrolizerów umożliwia właściwie bezkosztową produkcję wodoru. Jest to produkcja stabilna, a nie zmienna i przerywana jak w przypadku OZE, co pozwala na bardziej efektywną pracę elektrolizerów i wydłuża ich okres eksploatacji. Do produkcji wodoru można wykorzystywać wszystkie typy reaktorów jądrowych. Produkcja wodoru w oparciu o elektrownie jądrowe jest obecnie uruchamiana w trzech jednostkach w USA oraz planowana w kilku elektrowniach Wielkiej Brytanii, zarówno w starszych blokach typu AGR, jak i nowobudowanych typu EPR (HPC, Sizewell C). Jest ona również podstawą francuskiej strategii wodorowej, która przewiduje wydatkowanie 7 mld Euro na instalacje do produkcji wodoru z prądu wytwarzanego przez elektrownie jądrowe i OZE.

###### Inne metody produkcji

W przyszłości możliwa będzie również produkcja wodoru dzięki wykorzystaniu ciepła z reaktorów wysokotemperaturowych (HTR). Produkcja wodoru w oparciu o pozyskiwanie ciepła z reaktorów wysokotemperaturowych wykazuje wysoką efektywność ze względu na niskie straty w konwersji energii. HTR pozwalają na pozyskanie ciepła, które umożliwia zastosowanie procesu pirolizy w produkcji wodoru z wody lub z metanu. W 2020 r. Polska rozpoczęła współpracę dwustronną z Japonią zakresie wykorzystania tej technologii.



Rysunek **3**. Produkcja wodoru wg źródeł energii pierwotnej. Opracowanie własne.

## Cele strategii

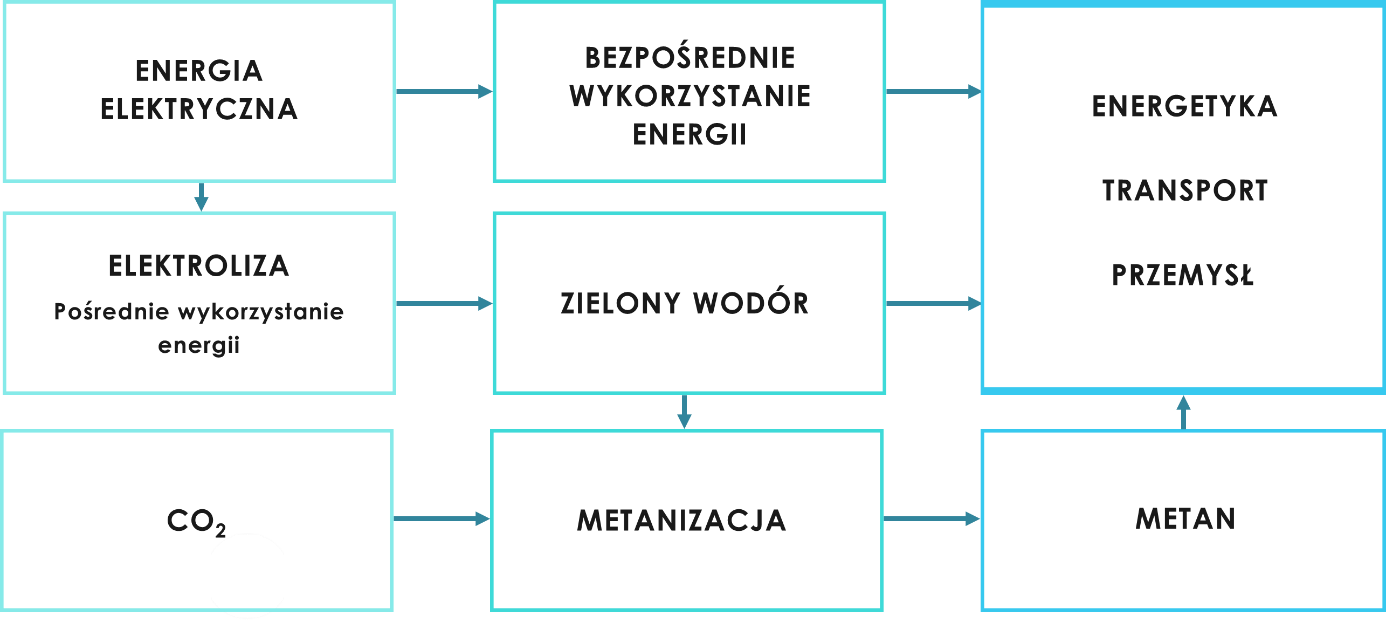
Sformułowane poniżej cele odnoszą się do trzech priorytetowych obszarów wykorzystania wodoru: energetyki, transportu i przemysłu, a także jego produkcji i dystrybucji oraz potrzeby stworzenia stabilnego otoczenia regulacyjnego.

**Przyjęte obszary priorytetowe nawiązują do koncepcji łączenia sektorów**, która zakłada:

* wzrost wykorzystania energii elektrycznej pochodzącej z OZE **oraz**
* wykorzystanie jej przez określone sektory gospodarki (takie jak sektor transportowy, różne gałęzie przemysłu oraz ciepłownictwo – ogrzewanie budynków)

– w celu minimalizacji zależności od paliw kopalnych, przyczyniających się do emisji gazów cieplarnianych do środowiska.[[23]](#footnote-24)

Według szacunków Bloomberg New Energy Finance z lutego 2020 r., w przypadku **elektryfikacji sektorów** transportu, przemysłu i budownictwa, potencjał redukcji emisji gazów cieplarnianych w horyzoncie 2050 r. wynosi ok. **60 %** w porównaniu z rokiem 2020 (co przekłada się na ok. 71 proc. w porównaniu z rokiem 1990). W przypadku wdrożenia wykorzystania zielonego (odnawialnego) wodoru oraz koncepcji **łączenia sektorów** tj. energetyki, transportu, przemysłu i ciepłownictwa – ogrzewania budynków, potencjał redukcji emisji w roku 2050 względem roku 2020 wynosi ok. **68 %** (co odpowiada ok. 83 proc. względem roku 1990).[[24]](#footnote-25)



Rysunek 4. Schemat łączenia sektorów wg Ch. Schnell (red.). Opracowanie własne.

##### Cel 1: Wdrożenie technologii wodorowych w ENERGETYce

Działania nakierowane na rozwój wykorzystania niskoemisyjnych technologii wodorowych w energetyce i ciepłownictwie służą obniżeniu emisyjności sektora energetycznego i dywersyfikacji struktury wytwarzania energii, prowadzą do ograniczenia intensywności wykorzystania paliw kopalnych i zmniejszenia uzależnienia państwa od importu paliw, co w długiej perspektywie wpłynie na poprawę bezpieczeństwa energetycznego.

Rozpoczęcie stosowania technologii wodorowych w energetyce jest potrzebne w kontekście wzrastającego udziału niesterowalnej energii elektrycznej z OZE w miksie energetycznym Polski. Zgodnie z projektem PEP 2040 udział OZE w produkcji energii elektrycznej netto sięgnie co najmniej 32% w 2030 r. Znaczna część mocy wytwórczych z energii odnawialnej zainstalowanej w Polsce oparta jest o źródła, których profil pracy jest zależny od warunków atmosferycznych (wiatr, słońce, częściowo woda) i pracujące małą liczbę godzin w roku. W dalszej perspektywie przyłączenie niesterowalnego źródła energii powinno być powiązane z obowiązkiem zapewnienia bilansowania w okresach, gdy OZE nie dostarcza energii elektrycznej do sieci. Stosowanie elektrolizy należy do potencjalnych rozwiązań, które zwiększy elastyczność systemu i przygotuje grunt na rosnącą integrację OZE w systemie oraz efektywne wykorzystanie mocy elektrowni jądrowych.

**Prognoza zużycia energii odnawialnej w Polsce w latach 2020-2040**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **2020** | **2030** | **2040** |
| **▬ udział energii ze źródeł odnawialnych w zużyciu końcowym energii brutto** | **udział energii z OZE w zużyciu końcowym energii brutto** | **15,0%** | **23,0%** | **28,5%** |
| ██ zużycie energii końcowej brutto ze źródeł odnawialnych w elektroenergetyce | udział energii z OZE w elektroenergetyce | 22,1% | 31,8% | 39,7% |
| ██ zużycie energii końcowej brutto ze źródeł odnawialnych w ciepłownictwie i chłodnictwie | udział energii z OZE  w ciepłownictwie i chłodnictwie | 17,4% | 28,4% | 34,4% |
| ██ zużycie energii końcowej brutto ze źródeł odnawialnych w transporcie | udział energii z OZE  w transporcie (z multiplikatorami) | 10,0% | 14,0% | 22,0% |

Rysunek 5. Prognoza zużycia energii odnawialnej w Polsce w latach 2020-2040.   
Źródło: Projekt Polityki Energetycznej Polski do 2040 r.

Ze względu na dotychczasowy brak opłacalności wykorzystania wodoru na cele energetyczne, technologia ta jest na niskim poziomie rozwoju. Jednakże właściwości fizyczne wodoru, jego ekologiczny charakter oraz duże możliwości produkcyjne przedsiębiorstw w Polsce, czyni kwestię wykorzystania wodoru na cele energetyczne obiektem coraz powszechniejszego zainteresowania. Wodór charakteryzuje się wysoką gęstością energii, a także pozwala na stosunkowo długi okres przechowywania paliwa oraz możliwość szybkiego wykorzystania na potrzeby systemu. Instalacje typu P2G,pozwalające na przekształcenie energii elektrycznej w wodór w procesie elektrolizy, umożliwią zagospodarowanie nadwyżek energii pochodzącej z OZE i elektrowni jądrowych (pracujących na wymuszonych niskich punktach pracy w systemie). Tym samym, **wodór może pełnić rolę swoistego magazynu energii**.

Wykorzystanie elektrolizerów (w układach P2H/P2G/P2L/P2A/P2X) pozwoli na integrację systemu gazowego z siecią elektroenergetyczną w myśl koncepcji łączenia sektorów, doprowadzając do zmniejszenia zależności polskiej gospodarki od paliw kopalnych. Tym samym wdrożenie stosowania zdekarbonizowanych technologii wodorowych w energetyce **korzystnie wpłynie na bezpieczeństwo energetyczne Polski**.

W horyzoncie najbliższych **5 lat** podstawowym celem na rzecz wdrożenia wodoru w polskiej energetyce jest **wsparcie badań i rozwoju**. Warunkiem koniecznym powstania pierwszych instalacji jest stworzenie odpowiednich ram prawnych i wsparcie działań badawczych oraz wdrożeniowych. Stworzenie sprzyjających warunków rozwoju powinno umożliwić uruchomienie pilotażowych instalacji P2G, które pozwolą w przyszłości na większą stabilizację pracy sieci dystrybucyjnych. Celem, poza działaniami B+R, w zakresie tworzenia układów ko- i poligeneracyjnych, jest zbudowanie pierwszych instalacji klasy 1 MW na bazie polskich technologii. Dodatkowo, w krótkiej perspektywie czasowej prowadzone będą badania w zakresie rozwoju metod magazynowania wodoru. Wykonana zostanie analiza techniczna i możliwości zagospodarowania wielkoskalowych kawern solnych pod magazynowanie wodoru, co pozwoli na ich wykorzystanie w przyszłości.

Dalsze działania zaplanowane są **w** **horyzoncie 10 lat, do 2030 r.** W tej perspektywie prowadzone wcześniej prace badawcze i pierwsze wdrożenia polskich technologii powinny umożliwić uruchomienie większych instalacji ko- i poligeneracyjnych, gdzie głównym paliwem będzie wodór. Rok 2030 to również moment, w którym zaplanowano rozpoczęcie wykorzystywania wodoru jako magazynu energii w celu wsparcia pracy sieci systemu energetycznego opartego o OZE. W perspektywie 2030 r. powinny powstać dogodne warunki do tworzenia w całym kraju instalacji z wykorzystaniem ogniw paliwowych dla bloków mieszkalnych, małych osiedli oraz obiektów użyteczności publicznej, które mogą również służyć jako źródło zasilania awaryjnego. Ocenia się, że tak przeprowadzone wdrożenie technologii wodorowych w Polsce wesprze efektywną współpracę funkcjonowania systemu gazowego i systemu elektroenergetycznego w myśl koncepcji **łączenia sektorów**.

###### Działania

|  |  |
| --- | --- |
| 2025 | 2030 |

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Wdrożenie technologii wodorowych w energetyce, w tym określenie **ram prawnych** ich funkcjonowania; 2. **Uruchomienie instalacji P2G klasy 1 MW** na bazie polskich technologii – wsparcie dla stabilizacji pracy sieci dystrybucyjnych; instalacja taka wyprodukuje **3 150 MWh** wodoru/rok; 3. Współspalanie wodoru w turbinach gazowych (w zależności od możliwości technicznych turbiny); 4. Wsparcie B+R w zakresie tworzenia układów ko- i poligeneracyjnych dla bloków mieszkalnych, małych osiedli oraz obiektów użyteczności publicznej od 10 kW do 250 kW z wykorzystaniem **ogniw paliwowych**; 5. Dokonanie analizy technicznej i możliwości zagospodarowania wielkoskalowych kawern solnych pod magazynowanie wodoru. | 1. **Uruchomienie instalacji ko- i poligeneracyjnych**, np. elektrociepłowni średniej wielkości (50 MWt), gdzie głównym paliwem będzie wodór (zapotrzebowanie ok. 580 GWh rocznie); 2. Rozpoczęcie wykorzystania wodoru jako **magazynu energii** – ok. 4700 MWh wytworzonej energii elektrycznej przy wkładzie 11 GWh energii; 3. Instalacja układów ko- i poligeneracyjnych dla bloków mieszkalnych, małych osiedli oraz obiektów użyteczności publicznej od 10 kW do 250 kW z wykorzystaniem **ogniw paliwowych**. |

Tabela 1. Działania w zakresie wdrożenia wodoru w energetyce na lata 2020-2030.

##### Cel 2: Wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie

Wodór w transporcie jest postrzegany jako jedna z dróg do redukcji emisji CO2. Pierwiastek ten ma potencjał do zastępowania paliw konwencjonalnych szczególnie w **transporcie miejskim** (autobusy), **drogowym** (transport ciężki i długodystansowy),  **kolejowym** (lokomotywy i pojazdy trakcyjne wyposażone w ogniwa paliwowe i baterie) oraz **morskim**, a w dalszej perspektywie również w **lotnictwie,** obejmującym również pojazdy bezzałogowe (drony).

Pojazdy elektryczne (ang. BEV - *Battery Electric Vehicle*), hybrydowe pojazdy elektryczne (ang. HEV - *Hybrid Electric Vehicle*) i hybrydowe pojazdy elektryczne typu plug-in (ang. PHEV – *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*) już teraz zmniejszają emisje pochodzące z transportu. Jednakże, w celu całkowitej dekarbonizacji tej gałęzi potrzebne będzie wdrożenie pojazdów na ogniwa paliwowe (ang. FCEV - Fuel Cell Electric Vehicle). **FCEV będą szczególnie istotne w zakresie transportu publicznego oraz drogowego transportu ciężkiego i długodystansowego**. Jest to segment, w którym ograniczona jest możliwość wykorzystania BEV. Zarówno BEV, jaki i FCEV są pojazdami elektrycznymi wykorzystującymi podobne i uzupełniające się technologie, które są lepiej dostosowane do obsługi różnych segmentów i klientów.

Wykorzystanie autobusów wodorowych w transporcie publicznym, obok autobusów elektrycznych, przyczyni się do osiągnięcia celów w zakresie niskoemisyjnego transportu.

*PSW* przyjmuje rozwój wykorzystania wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie ze względu na istotne zalety pojazdów na ogniwa paliwowe:

* pokonują duże odległości bez konieczności tankowania (ponad 500 km);
* można je szybko zatankować – czas zbliżony do tankowania samochodów wykorzystujących paliwa konwencjonalne, co pozwala na użytkowanie pojazdów floty/maszyn w trybie ciągłym;
* wodór cechuje zdecydowanie wyższa gęstość energii [kWh/kg] w porównaniu z paliwami kopalnymi – zwiększa to jego atrakcyjność i prawdopodobieństwo użytkowania przez przedsiębiorców, których pojazdy zużywają dużo energii, np. w czasie transportu długodystansowego lub podczas prac budowlanych;
* stacje tankowania wodoru mogą co do zasady funkcjonować na istniejących stacjach paliw płynnych;
* brak jest ciężkiej baterii elektrochemicznej, którą trzeba później zutylizować i której ładowanie trwa relatywnie długo.

Potencjalnych możliwości wykorzystania wodoru należy szukać nie tylko w transporcie samochodowym, ale też w zastosowaniach lotniczych, kolejowych i morskich. **Kolej napędzana paliwem wodorowym** może stać się atrakcyjna w zakresie przewozu towarowego na poziomie regionalnym. Jej konkurencyjność wzrasta w przypadku transportu na duże odległości. Działania na rzecz promocji tych rozwiązań są prowadzone w wielu krajach, również w Polsce.

Jednostki transportu morskiego charakteryzują się wysoką energochłonnością i zapotrzebowaniem na moc, a co za tym idzie mają znaczące wymagania w zakresie zużycia paliwa i ograniczone możliwości w wyborze tego, które będzie się charakteryzować niską emisyjnością CO2. Zastosowanie technologii opartych na wodorze i amoniaku może potencjalnie przyczynić się do osiągnięcia celów środowiskowych. Obecnie wykorzystanie wodoru w obszarze żeglugi jest ograniczone do małych projektów demonstracyjnych, lecz podążając w kierunku idei *green port*, zarządy niektórych portów aktywnie angażują się w tworzenie infrastruktury umożliwiającej świadczenie usług w zakresie paliw alternatywnych, w tym wodoru.

Szersze zastosowanie wodoru może być przewidziane również w odniesieniu do **lotniczego transportu bezzałogowego**. Tego typu pojazdy stanowią nową ścieżkę dla wyspecjalizowanych usług o charakterze przewozowym (małogabarytowym). W tym zakresie potencjał ich szerszego zastosowania mógłby być np. dedykowany aglomeracjom wielkomiejskim, o dużym nasileniu innych środków komunikacji. Niemniej jednak mogą być również wykorzystywane jako znaczące wsparcie logistyczne w innych sektorach gospodarki.

Paliwa syntetyczne powstałe przy wykorzystaniu wodoru (np. w procesie jego metanizacji) mogą być wykorzystywane w transporcie ciężkim kołowym, morskim i lotniczym, umożliwiając w dłuższej perspektywie ich dekarbonizację.

Ocenia się, że w horyzoncie czasowym do **5 lat** możliwe jest stworzenie warunków umożliwiających dopuszczenie do eksploatacji 500 wyprodukowanych w Polsce autobusów zeroemisyjnych napędzanych wodorem. Autobusy te generowałyby popyt na ok. 3232 ton wodoru rocznie, w związku z czym szacuje się, że konieczna byłaby budowa 32 stacji tankowania wodoru oraz instalacji do oczyszczania wodoru do standardu czystości 99,999. W pierwszej kolejności stacje powinny powstawać w aglomeracjach i obszarach gęsto zaludnionych na potrzeby tankowania przede wszystkim autobusów. Jednocześnie w ciągu 5 lat wspierane będą prace mające na celu doprowadzenie do rozpoczęcia eksploatacji pierwszych pociągów osobowych/lokomotyw towarowych napędzanych wodorem, które zastąpią ich spalinowe odpowiedniki na trudnych do zelektryfikowania trasach. W krótkiej perspektywie badane będą również możliwości i opłacalność zastosowania wodoru w transporcie gazów syntetycznych powstałych w procesie metanizacji wodoru, a także uruchomione zostaną programy pilotażowe wykorzystania wodoru w transporcie ciężkim kołowym, kolejowym, morskim i rzecznym.

W perspektywie **10 lat** planuje się dalszy rozwój wykorzystania wodoru w transporcie ciężkim kołowym, kolejowym, morskim i rzecznym. Przewiduje się zwiększenie liczby autobusów wodorowych do 2000 dalszy rozwój infrastruktury tankowania oraz instalacji do oczyszczania. Planowane jest stopniowe zastępowanie pociągów spalinowych wodorowymi. Łączne zapotrzebowanie na wodór w sektorze transportu sięgnie w 2030 r. ok. 32462 ton rocznie. W tej samej perspektywie planuje się prace nad wytwarzaniem paliw syntetycznych w reakcji wodoru z CO, CO2, N2, przygotowując grunt do ich przyszłych zastosowań w kolejnych segmentach transportu.

###### Działania

|  |  |
| --- | --- |
| 2025 | 2030 |
| 1. Rozpoczęcie eksploatacji autobusów zeroemisyjnych napędzanych wodorem – **500 nowych autobusów wodorowych** wyprodukowanych w Polsce, generujących popyt na 3232 ton, tj. 108 GWh wodoru rocznie; 2. Rozwój sieci stacji tankowania wodoru – **32 nowe stacje;** 3. Powstanie instalacji do oczyszczania wodoru do standardu czystości 99,999; 4. Powstanie pierwszych **pociągów/lokomotyw wodorowych**, które zastąpią ich spalinowe odpowiedniki na trudnych do zelektryfikowania trasach; 5. Zbadanie możliwości i opłacalności zastosowania w transporcie gazów syntetycznych powstałych w procesie metanizacji wodoru; 6. Uruchomienie programów pilotażowych wykorzystania wodoru w transporcie ciężkim kołowym, kolejowym, morskim i rzecznym. | 1. Dalszy rozwój infrastruktury tankowania wodoru; 2. Rozpoczęcie eksploatacji **2000** autobusów wodorowych wyprodukowanych w Polsce; 3. Dalszy rozwój instalacji do oczyszczania wodoru do standardu czystości 99,999; 4. Stopniowe zastępowanie pociągów spalinowych pociągami wodorowymi; 5. Rozwój wykorzystania wodoru w transporcie ciężkim, kolejowym, morskim i rzecznym (łączne zapotrzebowanie ok. 32462 ton, tj. 1081 GWh wodoru rocznie, co stanowi ok. 3% obecnej produkcji z paliw kopalnych); 6. Wytwarzanie **paliw syntetycznych** w reakcji wodoru z CO, CO2, N2 (zapotrzebowanie ok. 237 GWh rocznie). |

Tabela 2. Działania w zakresie wdrożenia wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie na lata 2020-2030. Źródło: Opracowanie własne.

##### Cel 3: Wsparcie dekarbonizacji PRZEMYSŁu

Polska energetyka i energochłonny przemysł emitują rocznie ok. 350 mln ton ekwiwalentnego CO2. Przemysł ciężki należy do gałęzi gospodarki, w której najtrudniej osiągnąć neutralność klimatyczną. **Wykorzystanie wodoru niskoemisyjnego pozwoli na znaczącą redukcję emisji gazów cieplarnianych tej gałęzi gospodarki**.

Obecnie w Polsce produkuje się wyłącznie wodór z paliw kopalnych, wytwarzany w oparciu o stabilny popyt ze strony przemysłu. Większość wodoru na polskim rynku nie jest wykorzystywana do zastosowań w energetyce lub transporcie, lecz w przemyśle. Obecnie wodór jest wykorzystywany w Polsce przede wszystkim jako **surowiec w przemyśle chemicznym i rafineryjnym**. W przemyśle chemicznym wodór stosuje się głównie do produkcji amoniaku, natomiast w przemyśle rafineryjnym jest niezbędny w procesie rafinacji – skutecznie usuwa siarkę i wysyca związki nienasycone, które negatywnie wpływają na stabilność paliw. Wodór ma także zastosowanie w innych gałęziach gospodarki, takich jak przemysł włókienniczy, farmaceutyczny, garbarski, cukierniczy oraz służy do produkcji tworzyw sztucznych, nadtlenku wodoru czy alkoholi OXO.

Z uwagi na wykorzystywanie wodoru w przemyśle chemicznym, rafineryjnym oraz przy produkcji stali jest on surowcem strategicznym dla polskiej gospodarki. Aby utrzymać silną pozycję polskiego przemysłu w UE, niezbędne jest nie tylko zapewnienie konkurencyjności cen, lecz również innowacyjności i transformacja w kierunku niskoemisyjnego i docelowo neutralnego klimatycznie modelu działania.

Przemysł może zaobserwować największy wzrost zużycia niskoemisyjnego wodoru. Zgodnie z prognozami, elektroliza z wykorzystaniem OZE, przy tak wysokich cenach gazu ziemnego jak w Europie, osiągnie parytet kosztów dla niektórych produktów i procesów po 2030 r., przy dalszym wzroście cen certyfikatów CO2.[[25]](#footnote-26)

Podsektory wymagające bardzo wysokich temperatur, takie jak stalowy lub chemiczny, ze względu na brak pieców elektrycznych na skalę przemysłową, w mniejszym stopniu zelektryfikują swoje procesy. Z drugiej zaś strony, sektory celulozowe, papiernicze i żywnościowe mogą wykorzystywać pompy ciepła na dużą skalę. Sektor stalowy, hutniczy lub chemiczny przez dłuższy czas będą zwolnione z opłat CO2, celem uniknięcia przenoszenie zakładów poza Europę, ale docelowo będą musiały drastycznie obniżyć swoje emisje.[[26]](#footnote-27)

###### Działania

|  |  |
| --- | --- |
| 2025 | 2030 |
| 1. Wsparcie działań na rzecz pozyskania i zastosowania niskoemisyjnego wodoru do procesów produkcji petrochemicznej, chemicznej oraz nawozowej w oparciu o zieloną energetykę przemysłowej; 2. Wprowadzenie węglowego kontraktu różnicowego jako instrumentu wsparcia transformacji klimatycznej przemysłu; 3. Pilotażowe projekty technologiczne dla sektorów, w których trudno jest osiągnąć neutralność klimatyczną – w szczególności produkcja stali w procesie pierwotnego wytopu (Dąbrowa Górnicza); 4. Wsparcie finansowe i organizacyjne studiów wykonalności przemysłowych dolin wodorowych w ramach budowy przemysłowych procesów o obiegu zamkniętym. | 1. Powstanie co najmniej 5 dolin wodorowych ze znaczącym elementem infrastruktury przesyłowej wodoru (rurociągi). |
|  |  |

Tabela 3. Działania w zakresie dekarbonizacji przemysłu, dzięki wdrożeniu wodoru, na lata 2020-2030. Źródło: Opracowanie własne.

##### Cel 4: produkcja wodoru w nowych instalacjach

Jak wskazano w części 2.1., roczna produkcja wodoru w Polsce wynosi około 1 miliona ton. Całość produkcji stanowi obecnie wodór wytwarzany z paliw kopalnych.

Stosowane metody produkcji wodoru zależą od takich czynników jak koszty, architektura systemu energetycznego, poziom gotowości technologicznej dostępnych rozwiązań oraz warunki finansowe i otoczenie regulacyjne. Czynniki te różnią się w poszczególnych krajach i mają wpływ na to gdzie i w jakim stopniu stosuje się wodór.

Zważywszy na kierunek wyznaczony przez Europejski Zielony Ład i *Strategię wodorową UE*, celem strategicznym Polski do 2030 r. w zakresie produkcji wodoru jest **zapewnienie warunków dla uruchomienia instalacji do produkcji wodoru ze źródeł nisko- i zeroemisyjnych**. Wybór ten nie oznacza dyskryminacji obecnych metod produkcji, lecz ma na celu pobudzenie polskiego przemysłu do transformacji w kierunku gospodarki niskoemisyjnej. Nie planuje się wprowadzania obowiązków odnośnie do typu wytwarzanego ani wykorzystywanego wodoru, lecz zachęt do działań innowacyjnych, które umożliwią polskim przedsiębiorcom **wykorzystanie momentu rozwojowego oraz środków finansowych**, oferowanych przez UE i międzynarodowe instytucje finansowe w związku z globalnymi działaniami na rzecz klimatu.

Stosowana metoda produkcji wodoru, jak i źródło pochodzenia energii elektrycznej wykorzystanej do zasilania elektrolizerów, zależeć będzie przede wszystkim od dostępności podstawowych produktów, czyli w przypadku wodoru elektrolitycznego:

* Wody – ok. 9 l wody wykorzystuje się do wyprodukowania 1 kg wodoru w procesie elektrolizy, którego produktem ubocznym jest 8 kg tlenu. Dla porównania, uzyskanie 1 kg wodoru w drodze reformingu parowego gazu ziemnego wymaga zużycia ok. 7 l wody. Międzynarodowa Agencja Energetyczna (MAE) wskazuje, że gdyby cała obecna światowa produkcja wodoru (ok. 70 Mt) powstała w drodze elektrolizy, zużycie wody odpowiadałoby ok. 1,6% obecnego globalnego zużycia w sektorze energii.[[27]](#footnote-28)
* Energii elektrycznej z OZE – powinna być nie tylko dostępna, lecz również przystępna kosztowo, co sprowadza się do wykorzystywania nadwyżek produkcji, których wolumen w polskim Krajowym Systemie Energetycznym (KSE) będzie wzrastał razem z rozwojem dodatkowych mocy OZE, w szczególności morskiej energetyki wiatrowej; lub
* Energii elektrycznej z elektrowni jądrowych, która będzie dostępna w Polsce dopiero w latach 30.

Ocenia się, że wdrożenie na masową skalę w polskiej gospodarce rozproszonych układów P2G, P2L, P2X, opartych na wysokotemperaturowych elektrolizerach klasy 1 MW, możliwe jest w horyzoncie do 5 lat. W przypadku instalacji klasy 10-50 MW horyzont ten wydłuża się do 7-10 lat. Za najbardziej przyszłościową i rekomendowaną technologię wytwarzania uważa się elektrolizę wody. Należy jednocześnie zaznaczyć, że najwyższą efektywność tego procesu można uzyskać przy zastosowaniu elektrolizerów SOE (*solid oxide electrolyser*). Obecnie brak jest na terenie Polski zakładów wytwórczych prowadzących na skalę przemysłową produkcję elektrolizerów stałotlenkowych oraz komponentów układów z tymi elektrolizerami. Istnieją jednak rozwiązania na różnych etapach rozwoju. Ocenia się, że skompletowanie linii produkcyjnej możliwe jest w okresie 3 lat, zaś uzyskanie pełnej wydajności wytwarzania elektrolizerów w okresie kolejnych 2-3 lat, w zależności od skali wdrożeń. Na 2025 r. przyjęto minimalny cel łącznej mocy elektrolizerów w wysokości 50 MW. Jest to moc konieczna, aby zaspokoić zapotrzebowanie na wodór w transporcie. Elektrolizery o mocy 50 MW wyprodukują prawie 4000 t wodoru rocznie, pokrywając zapotrzebowanie na wodór dla 500 autobusów (3232 t). Przewiduje się, że łączna moc niskoemisyjnych instalacji przekroczy ten cel, a **w 2030 r. zainstalowana moc elektrolizerów osiągnie 2 GW.**

###### Działania

|  |  |
| --- | --- |
| 2025 | 2030 |

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Uruchomienie instalacji do produkcji wodoru ze źródeł niskoemisyjnych o łącznej mocy min. 50 MW:  * w procesie elektrolizy, * z biometanu, * gazów odpadowych, * z gazu ziemnego z wykorzystaniem CCS/CCU, * w drodze pirolizy   oraz innych alternatywnych technologii pozyskiwania wodoru;   1. Uruchomienie wytwarzania gazów syntetycznych w procesie metanizacji wodoru oraz wykorzystanie niskoemisyjnego wodoru w produkcjiNH3. | 1. Wykorzystanie mocy zainstalowanej w OZE dla potrzeb produkcji wodoru i paliw syntetycznych w oparciu o proces elektrolizy; zainstalowana moc elektrolizerów sięgnie **2 GW**, co pozwoli wytworzyć ok. **6415 GWh,** **tj. 193,643 ton** wodoru rocznie, co stanowi ok. 20% całkowitej obecnej produkcji wodoru w Polsce; 2. Zapewnienie warunków do budowy instalacji do produkcji wodoru przy elektrowniach jądrowych. |

Tabela 4. Działania w zakresie produkcji wodoru na lata 2020-2030. Źródło: Opracowanie własne.

##### Cel 5: sprawna i bezpieczna dystrybucja wodoru

Dla harmonijnego rozwoju gospodarki opartej na wodorze konieczne jest sprawne dostarczanie go z miejsca produkcji do odbiorcy końcowego oraz jego bezpieczne magazynowanie. Obecne rozwiązania w zakresie transportu wodoru są podzielone pomiędzy rurociągi, transport drogowy i kolejowy. Transport oceaniczny wodoru, badany od lat 80. XX wieku, wydaje się również obiecującą alternatywą, która stanie się dostępna w najbliższej przyszłości.

W zakresie **przesyłu** możliwe jest transportowanie wodoru w istniejących sieciach dystrybucyjnych gazu ziemnego, o ile są one przystosowane do transportu domieszki wodoru. MAE wskazuje wśród trampolin wzrostu wykorzystania wodoru m.in. wprowadzenie 5% czystego wodoru do sieci przesyłowej gazu ziemnego, co znacznie zwiększyłoby zapotrzebowanie na wodór i obniżyło koszty rozwoju tej technologii.[[28]](#footnote-29) Sieć gazowa, zgodnie z regulacjami europejskimi, powinna być gotowa na zatłaczanie gazów odnawialnych, takich jak: biometan, biogaz, metan syntetyczny, gaz z pokładów węglowych oraz wodór.[[29]](#footnote-30)

Ze względu na rosnące współzależności między sektorami energetyki, transportu i przemysłu, niezbędne jest przede wszystkim podjęcie wspólnych działań przez operatorów OSPg i OSPe skutkujących optymalizacją pracy systemu elektroenergetycznego oraz gazowego i w pełni efektywną współpracą między tymi sektorami. Jako cel stymulujący rozwój w tym obszarze PEP 2040 wskazuje **osiągniecie do 2030 r.** **zdolności transportu sieciami gazowymi mieszaniny zawierającej ok. 10% gazów innych niż ziemny** (gazy zdekarbonizowane: biometan, wodór)**.**

Realizacja Celu 5. odbywać się będzie poprzez stopniowy rozwój sieci przesyłu i dystrybucji wodoru. **W pierwszym etapie** zostanie opracowana analiza w zakresie najbardziej optymalnej formy przesyłu energii na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej. Nie jest obecnie oczywiste czy w polskich warunkach bardziej efektywny będzie przesył energii elektrycznej, tak aby wodór został z niej wytworzony w pobliżu centrów popytu, czy też przesył wodoru powstałego przy instalacjach OZE bądź wytworzonego z niego syntetycznego gazu ziemnego (SNG) istniejącą siecią gazową. Zbadania wymaga również możliwość przesyłu wodoru dedykowanymi rurociągami. W perspektywie pierwszych 5 lat konieczne jest również zbadanie istniejącej infrastruktury gazowej pod kątem możliwości zatłaczania wodoru i przesyłu mieszanin wodoru z gazem.

W perspektywie **do 2030 r.** planowane jestpodjęcie działań wynikających z przeprowadzonych analiz: dostosowanie wybranych odcinków sieci gazowej do przesyłu i dystrybucji wodoru domieszkowanego do gazu oraz budowa dedykowanych rurociągów do przesyłu i dystrybucji wodoru lub rozbudowa sieci elektroenergetycznej w celu przesyłu energii elektrycznej. Planuje się również wsparcie rozwoju wprowadzania do sieci gazowych SNG wyprodukowanego w systemach „power-to-gas”.

###### Działania

|  |  |
| --- | --- |
| 2025 | 2030 |

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Rozwój sieci przesyłu i dystrybucji wodoru – opracowanie analizy w zakresie najbardziej optymalnej formy przesyłu energii na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej: przesył energii elektrycznej/ przesył wodoru/SNG istniejącą siecią gazową/przesył wodoru dedykowanymi rurociągami; 2. „Autostrada wodorowa” – opracowanie studium wykonalności rurociągu północ – południe; 3. Zbadanie istniejącej infrastruktury gazowej pod kątem możliwości zatłaczania wodoru i przesyłu mieszanin wodoru z gazem. | 1. Dostosowanie wybranych odcinków sieci gazowej do przesyłu i dystrybucji wodoru domieszkowanego do gazu; 2. Budowa dedykowanych rurociągów do przesyłu i dystrybucji wodoru lub rozbudowa sieci elektroenergetycznej w celu przesyłu energii elektrycznej; 3. Wprowadzanie do sieci gazowych SNG wyprodukowanego w systemach P2G. |

Tabela 5. Działania w zakresie dystrybucji wodoru na lata 2020-2030. Źródło: Opracowanie własne.

##### Cel 6: Stworzenie stabilnego otoczenia regulacyjnego

Planowane działania regulacyjne określono szczegółowo w rozdziale 3. Do najważniejszych działań w tym zakresie należy:

1. **I kw. 2021 r.** – stworzenie ram regulacyjnych funkcjonowania wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie;
2. **III-IV kw. 2021 r**. – stworzenie podstaw funkcjonowania rynku wodoru;
3. **2021/2022 r.** – opracowanie legislacyjnego pakietu wodorowego – przepisów określających szczegóły funkcjonowania rynku, implementujących prawo UE w tym zakresie oraz wdrażających system zachęt do produkcji niskoemisyjnego wodoru.

##### Działania horyzontalne

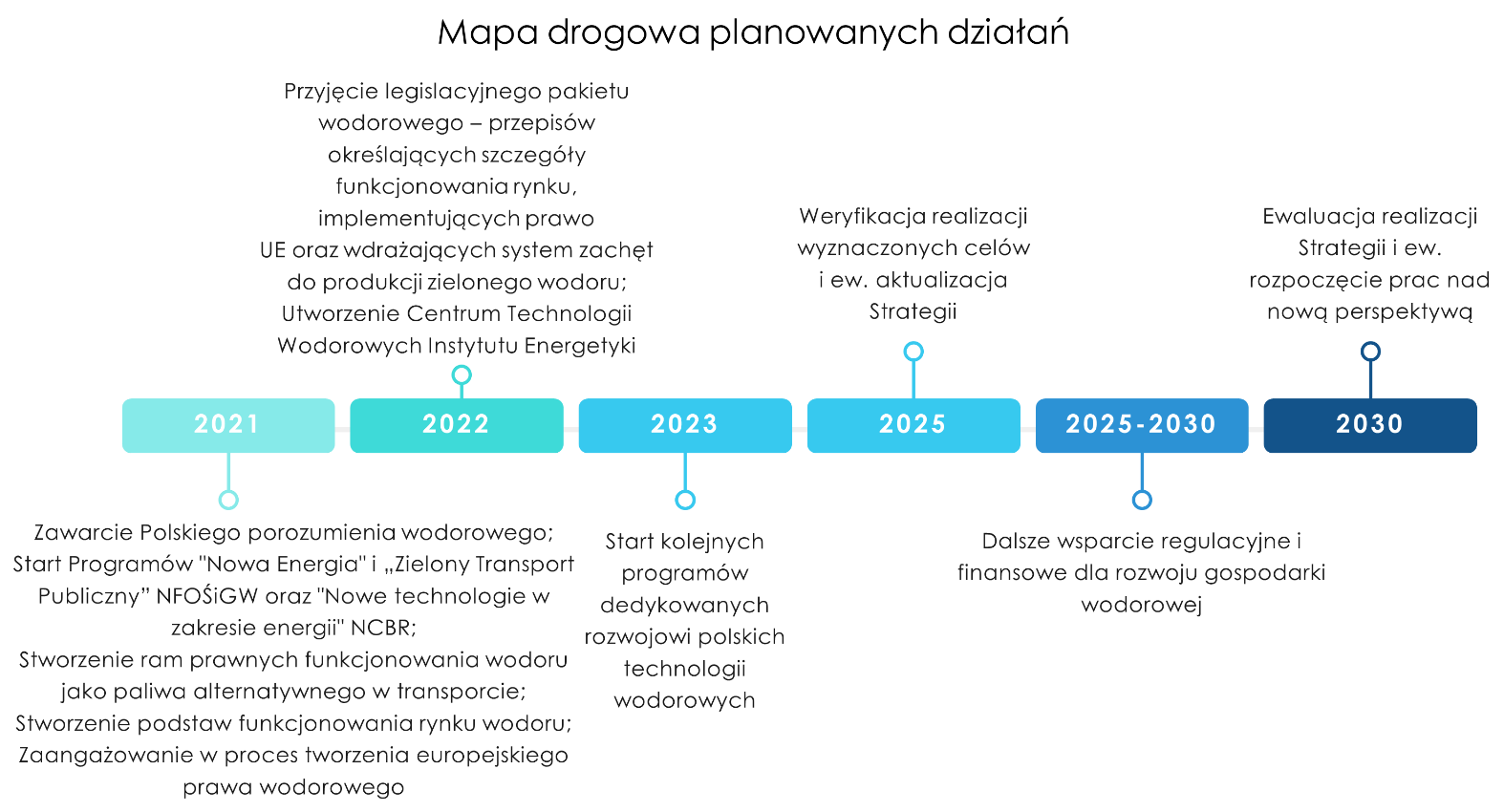
Poza podstawowymi 38. działaniami określonymi w ramach celów PSW, planowane są działania o charakterze horyzontalnym:

1. **Wykorzystanie polskiego potencjału badawczo-rozwojowego** w zakresie technologii wodorowych (szczegółowe plany odnośnie do wsparcia badań i rozwoju zostały określone w części 3.3. PSW);
2. **Osiągnięcie statusu państwa dostawcy** elektrolizerów, instalacji pirolizy, ogniw paliwowych i zbiorników na wodór, reaktorów i katalizatorów do metanizacji (P2G), czy też do technologii P2L oraz innych komponentów (m.in. rurociągi, zawory, uszczelki, sprężarki, pompy, automatyka zabezpieczeniowa).

# Wdrażanie, Finansowanie i monitorowanie Strategii

Dziesięcioletnia perspektywa *PSW* rodzi potrzebę opracowania planu wdrażania *PSW*, systemu jej monitorowania i ewaluacji oraz określenia zasad jej ewentualnej aktualizacji.

Pośród planowanych działań mających na celu wdrożenie *PSW*, wyróżnić można te o charakterze legislacyjnym i pozalegislacyjnym. Ich proponowana realizacja w czasie wygląda następująco:



Rysunek 6. Działania w zakresie wodoru w latach 2021-2030. Źródło: Opracowanie własne.

## Działania legislacyjne

Do najistotniejszych działań planowanych przez Rząd RP w celu realizacji *PSW* należy **stworzenie regulacji**, które usuną bariery rozwoju rynku wodoru oraz zachęcą do stopniowego zwiększania wykorzystania OZE na potrzeby elektrolizy.

Obecne przepisy określają zasady: produkcji wodoru, magazynowania wodoru, dozoru technicznego urządzeń służących do przeładunku, transportu i magazynowania wodoru, ochrony przeciwpożarowej, zasady BHP, zasady działania służb ratowniczych. Są to przeważnie regulacje odnoszące się do paliw gazowych (gazów) niebezpiecznych, do których zalicza się również wodór.

W celu stworzenia ram regulacyjnych funkcjonowania wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie oraz przepisów określających szczegóły funkcjonowania rynku planuje się opracowanie **legislacyjnego pakietu wodorowego,** w ramach którego dokona się zmian następujących aktów prawnych:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Regulacja | Opis problemu | Działanie |
|  | Ustawa Prawo Energetyczne | Ustawa nie definiuje pojęcia wodoru i nie jest jasne czy może on być uznany za paliwo gazowe. Na podstawie obecnego brzmienia przepisów można domniemywać, że prowadzenie działalności gospodarczej w zakresie przesyłu wodoru siecią gazową wymaga koncesji. | 1. Wprowadzenie pojęcia wodoru do ustawy. 2. Do czasu odpowiedniego rozwoju rynku rekomenduje się brak obowiązku koncesyjnego.   - nowelizacja art. 32. [Rodzaje działalności wymagające uzyskania koncesji]. |
|  | Ustawa Prawo Energetyczne | Brak jednoznacznego określenia czy wodór podlega zasadom wynikającym z ustawy, w tym przede wszystkim zasadzie rozdziału działalności dystrybucyjnej od wytwórczej i sprzedaży energii do odbiorców końcowych. | Określenie zasad funkcjonowania rynku wodoru i korzystania z infrastruktury gazowej.  Do czasu odpowiedniego rozwoju rynku rekomenduje się niewprowadzanie zasady rozdziału własnościowego. |
|  | Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych | Brak określenia warunków technicznych (użytkowania) dla stacji tankowania wodorem. | Wprowadzenie odpowiednich przepisów do ustawy, które umożliwią wydanie aktów wykonawczych określających warunki techniczne. |
|  | Ustawa o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw | Brak regulacji określających normy dla wodoru wykorzystywanego w transporcie. | Wprowadzenie jednoznacznych regulacji określających obowiązek badań wodoru oraz określenie norm dla tego paliwa zgodnie z dyrektywą 2014/94/UE. |
|  | Ustawa Prawo budowalne | Brak przepisów techniczno-budowlanych określających warunki budowy stacji tankowania wodorem, magazynowania wodoru na stacjach etc. | Działanie nie wymaga zmian w ustawie, lecz wydania przepisów techniczno-budowlanych określających warunki budowy stacji tankowania wodoru. |
|  | Ustawa o odnawialnych źródłach energii | Ustawa nie definiuje ani nie obejmuje regulacji dotyczących wodoru. Brak regulacji dotyczących instalacji do wytwarzania wodoru z OZE. | Wprowadzenie ułatwień regulacyjnych, w tym m.in. implementacji dyrektywy RED II w zakresie wprowadzenia gwarancji pochodzenia. |
|  | Ustawa o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie obiektów energetyki jądrowej i inwestycji towarzyszących | Brak ułatwień regulacyjnych dla inwestycji w zakresie produkcji wodoru ze źródeł jądrowych. | Zmiana definicji inwestycji towarzyszących. Do rozważenia równoległa zmiana ustawy Prawo atomowe. |
|  | Ustawa o biokomponentach i biopaliwach ciekłych | Planowana nowelizacja dyrektywy RED. | Dostosowanie przepisów do kolejnej nowelizacji dyrektywy RED w zakresie wodoru. |
|  | Prawo Ochrony Środowiska | Ustawa reguluje system wsparcia z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. | Dalszy rozwój systemu wsparcia. |
|  | Ustawa o promowaniu energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji | Ustawa przewiduje produkcję w drodze ogniw paliwowych oraz paliwa gazowe. Wodór nieuwzględniony w regulacji jako paliwo. | Wprowadzenie definicji wodoru – na zasadzie odniesienia do Prawa energetycznego.  Wprowadzenie m.in. ułatwień regulacyjnych dla nowych małych jednostek kogeneracji wykorzystujących wodór. |
|  | Ustawa Prawo wodne | Kwestie wytwarzania wodoru nieuwzględnione w ustawie. | Rozszerzenie katalogu o wykorzystaniu wody do wytwarzania energii oraz katalogu o wpływie różnych oddziaływań na środowisko wodne o wytwarzanie wodoru. |
|  | Ustawa o podatku akcyzowym | Zwalnia od akcyzy pojazdy napędzane wodorem. | Ew. rozszerzenie dla innych typów pojazdów wodorowych, nieobjętych zakresem ustawy. |
|  | Ustawa o podatku dochodowym od osób fizycznych | Obecna treść ustawy przewiduje korzystniejsze zasady w zakresie odpisów amortyzacyjnych dla samochodów elektrycznych. | Ew. poszerzenie postanowienia o pojazdy napędzane wodorem. |
|  | Ustawa o podatku dochodowym od osób prawnych | Obecna treść ustawy przewiduje korzystniejsze zasady w zakresie odpisów amortyzacyjnych dla samochodów elektrycznych. | Ew. poszerzenie postanowienia o pojazdy napędzane wodorem. |
| Rozważa się przyjęcie powyższych regulacji nie w formie nowelizacji, a poprzez wprowadzenie ustawy  „Prawo wodorowe”, która kompleksowo i w jednym miejscu ureguluje działanie rynku wodoru. | | | |

Tabela 6. Działania w zakresie legislacji dotyczącej wodoru. Źródło: Opracowanie własne.

## Działania pozalegislacyjne

W dążeniu do osiągnięcia celów określonych w *PSW*, Rząd RP planuje podjąć szereg działań wspierających jej realizację, m.in:

###### Zawarcie Porozumienia na rzecz budowy gospodarki wodorowej

Podstawowym działaniem zmierzającym do realizacji *PSW* będzie zawarcie kontraktu branżowego (ang. *sector deal*) – Polskiego porozumienia wodorowego. Stanowić ono będzie plan wykonawczy *PSW*. Celem proponowanego Porozumienia miałoby być określenie listy długofalowych działań na rzecz rozwoju nowej branży, do realizacji których zobowiążą się podmioty publiczne i prywatne. Powinny to być działania związane z rozwojem:

* silnych krajowych i lokalnych kompetencji w zakresie wytwarzania kluczowych komponentów z łańcucha wartości technologii wodorowych;
* wodoromobilności – transportu opartego o wodór;
* wodoru w sektorach gospodarki, w których trudno jest osiągnąć neutralność klimatyczną.

Zgodnie z SOR, kontrakt branżowy zawierany jest pomiędzy podmiotami publicznymi a reprezentantami danego sektora. Podmiotem publicznym odpowiedzialnym za koordynację wsparcia w zakresie technologii wodorowych będzie Minister Klimatu i Środowiska. Reprezentantami tej branży są wstępnie wszystkie jednostki, które zadeklarowały chęć wsparcia działań Ministerstwa, podpisując List intencyjny o ustanowieniu partnerstwa na rzecz budowy gospodarki wodorowej z dnia 7 lipca 2020 r. W celu zapewnienia właściwej reprezentacji sektora do prac nad kontraktem zaproszone zostaną także inne podmioty. Docelowo, najbardziej pożądanym rozwiązaniem byłoby podpisanie kontraktu między stroną rządową a, zawiązaną przez branżę gospodarczą, izbą wodorową lub, otwartym na wszystkich przedstawicieli branży, stowarzyszeniem. Ministerstwo Klimatu i Środowiska będzie zachęcać przedstawicieli branży do podjęcia w tym celu zinstytucjonalizowanej współpracy.

Polskie porozumienie wodorowe powinno być, dostosowanym do potrzeb powstającego sektora wodorowego, **pakietem działań, których celem będzie wydłużenie perspektywy strategicznej** i – poprzez zapewnienie stabilności otoczenia w perspektywie długookresowej – pobudzenie inwestycji.

Wodorowy kontrakt branżowy określi konkretne środki i działania na rzecz rozwoju nowej branży, do realizacji których zobowiążą się podmioty publiczne i przedstawiciele branży. Ustali on zakres zadań do realizacji przez obie strony oraz katalog i ofertę instrumentów legislacyjnych, organizacyjnych, instytucjonalnych i finansowych. Tym samym stworzy on swoisty plan działania mający na celu budowę gospodarki wodorowej i będzie stanowić **kluczowy instrument wykonawczy *PSW***.

###### Utworzenie centrum technologii wodorowych

W celu wykorzystania potencjału naukowego oraz technicznego Polski w dziedzinie technologii wodorowych konieczne będzie powołanie jednostki, do której zadań należeć będzie:

* Koordynacja prowadzonych projektów badawczych i wsparcie społeczności naukowej w tworzeniu wyspecjalizowanych grup badawczych, w tym wirtualnych, i komercjalizacji wyników badań;
* Dostarczanie na rynek gotowych produktów dla gospodarki wodorowej do wykorzystania przez krajowe i zagraniczne podmioty;
* Prowadzenie szeroko rozumianego doradztwa, usług oraz prac rozwojowych w obszarze wykorzystania technologii wodorowych dla jednostek sektora publicznego i prywatnego;
* Inicjowanie prac w zakresie nowych rozwiązań w obszarze wodoru;
* Pozyskiwanie środków do realizacji nowych projektów i prac badawczych;
* Edukacja i upowszechnianie wiedzy w zakresie wodoru.

Jednostka ta będzie włączać do realizacji swoich zadań szerokie spektrum specjalistów i interesariuszy. Dzięki temu stanie się platformą szerokiej debaty nad wykorzystaniem i wdrażaniem przełomowych technologii, koordynującą badania i potencjał naukowy Polski.

Konieczne jest również **powołanie jednostki certyfikującej** zarówno jakość wodoru dla zastosowań transportowych, jak i innych produktów. Jednostka taka powinna wyznaczać trendy w UE i wchodzić w skład przyszłych sieci jednostek certyfikujących.

Poszukiwana jest obecnie najlepsza forma organizacyjna przyszłego Centrum Technologii Wodorowych i jednostki certyfikującej. Rozważa się ich powołanie w ramach Instytutu Energetyki, jako jego spółki celowej, ze względu na posiadane doświadczenia i kompetencje.

###### Wsparcie finansowania nowych inwestycji wodorowych

Działania dążące do wsparcia finansowania należą do kluczowych dla powodzenia *PSW*.

Rząd RP planuje przeznaczyć na realizację jej celów własne środki budżetowe, jak również mobilizować inwestorów do pełnego wykorzystania środków dostępnych w ramach programów europejskich. Szczegółowe plany odnośnie do finansowania zostały określone **w sekcji 3.3 *PSW*.**

###### BUDOWANIe kompetencji na rzecz gospodarki wodorowej

Głównym zadaniem w zakresie rozwoju kompetencji i zasobów ludzkich jest **przygotowanie wykwalifikowanych kadr** do tworzenia, budowy i eksploatacji instalacji wodorowych.

Zapewnienie wysoko wykształconej i dobrze wyszkolonej kadry, zdolnej aktywnie współtworzyć unikalną kulturę bezpieczeństwa jest jednym z najważniejszych zadań podczas przygotowań do wdrożenia i eksploatacji technologii wodorowych na szerszą skalę. Konieczność nabycia, rozwoju i utrzymania wysokich kompetencji pracowników jest szczególnie istotna w sektorach energetyki i transportu. Planowany dynamiczny rozwój mobilności wodorowej musi iść w parze z kształceniem kadr zdolnych do serwisowania pojazdów oraz stacji tankowania. Kluczowe jest odpowiednie planowanie, szkolenie i zarządzanie personelem.

W związku z powyższym w celu identyfikacji potrzeb i stworzenia optymalnego mechanizmu przygotowania kadr na potrzeby realizacji *PSW* niezbędna jest realizacja następujących zadań:

* Ocena krajowego potencjału w zakresie zasobów ludzkich;
* Porównanie potrzeb kadrowych z obecnym stanem zatrudnienia i wykształcenia oraz ustalenie działań w zakresie likwidacji wykrytych w tym zakresie luk. Rolą instytucji wdrażających *PSW* powinno być stymulowanie szkół średnich i uczelni do podejmowania działań zmierzających do otwierania nowych przedmiotów i kierunków związanych z technologiami wodorowymi i rozwoju już istniejących;
* Podjęcie współpracy z przedstawicielami nauki oraz sektorów, w których wdrażana będzie *PSW* w zakresie budowy kapitału ludzkiego na rzecz gospodarki wodorowej, co umożliwi m.in. zmianę przepisów prawa pod kątem nowych zawodów oraz wsparcie polskiego zaplecza naukowo-badawczego w celu przygotowania oferty kierunków studiów wyższych, studiów podyplomowych i szkoleń specjalistycznych.

Rozwój gospodarki wodorowej stwarza możliwość efektywnego przekwalifikowania pracowników z obszarów uzależnionych od węgla. W tym celu w pierwszym kroku należy przygotować odpowiednie ramy prowadzonych polityk i zapewnić stabilne finansowanie. Następnie konieczne jest zainicjowanie działań edukacyjnych, które umożliwią podniesienie świadomości społecznej, że zmiany strukturalne dotyczące rynku pracy nie wiążą się tylko z likwidacją miejsc pracy, ale również ze stworzeniem nowych. W tym samym czasie należy rozpocząć wdrażanie odpowiednio ukierunkowanych programów wsparcia, które przyczynią się do przekwalifikowania pracowników i uzyskania nowych umiejętności.

###### Działania edukacyjne i kampanie społeczne

Rząd RP przeprowadzi akcje edukacyjne i kampanie społeczne przybliżające wiedzę na temat aktualnego wykorzystania wodoru oraz zasad bezpieczeństwa, które powinny mu towarzyszyć.

###### Współpraca europejska i międzynarodowa

W rozwoju gospodarki wodorowej istotne znaczenie odegra zaangażowanie podmiotów wdrażających *PSW* we współpracę międzynarodową oraz na forum UE.

Zaangażowanie polskich naukowców i inwestorów w międzynarodowych projektach badawczych czy inwestycyjnych wesprze wymianę doświadczeń i utrzymanie polskich komponentów łańcucha wartości gospodarki wodorowej na najwyższym poziomie oraz docelowo umożliwi ich eksport.

Rząd RP zadba o zaangażowanie polskiej administracji w procesy podejmowania decyzji oraz tworzenia prawa i polityk publicznych na forum UE. Planowany jest w szczególności aktywny udział w prowadzonych w Radzie negocjacjach nad propozycjami legislacyjnymi Komisji i dostosowywanie prezentowanego stanowiska do pojawiających się propozycji kompromisowych, dążąc do odzwierciedlenia w nich postulatów Rządu RP i polskich interesariuszy.

## Finansowanie Realizacji Strategii

##### Przewidywane nakłady inwestycyjne

Ze względu na wczesny etap rozwoju technologii wodorowych i konieczność przeprowadzenia właściwych analiz, dostępna wiedza pozwala oszacować jedynie nieliczne koszty inwestycyjne niezbędne do wdrożenia celów *PSW.*

**Do 2025 r.** realizacja celów związanych z wdrożeniem technologii wodorowych w energetyce i transporcie oraz z zapewnieniem planowanej produkcji (50 MW elektrolizerów) wymagać będzie inwestycji rzędu **ok. 2 mld zł.** Szacunek ten nie uwzględnia kosztów energii elektrycznej koniecznej do produkcji wodoru, kosztów utrzymania autobusów wodorowych (paliwo, serwis) ani rozwoju przesyłu i dystrybucji.

**W perspektywie 2030 r.** dostępna wiedza pozwala szacować obecnie tylko koszty związane z inwestycjami w elektrolizery, które sięgną **ok. 9 mld zł,** zależnie od wybranej technologii (alkaiczne/PEM/SOE) oraz zakupem kolejnych autobusów, które wyniosą **ok. 4,4 mld zł** i stacji tankowania, które sięgną **ok. 1,2 mld zł**.



Tabela 7. Podsumowanie koniecznych nakładów inwestycyjnych. Źródło: Opracowanie własne.

##### Źródła finansowania

Obecnie projekty z zakresu wodoru muszą konkurować o dofinansowanie z przedsięwzięciami z zakresu informatyki czy chemii. Jest to problematyczne, ponieważ instalacje z branży energetycznej często nie są w stanie osiągnąć tak szybkiego okresu zwrotu z inwestycji. Wobec powyższego rekomenduje się stworzenie programów, przeznaczonych wyłącznie do wsparcia technologii wodorowych. Do składania aplikacji dopuszczone byłyby wyłącznie projekty, które wpisują się w działania przedstawione w *PSW*. Będą to programy skierowane do przedsiębiorców, instytucji otoczenia biznesu, jednostek badawczych i naukowych oraz instytucji administracji publicznej na realizację innowacyjnych projektów związanych z technologiami wodorowymi. Uchwalenie programów wsparcia dla inwestorów ma na celu rozwój polskiej gospodarki w oparciu o innowacyjne rozwiązania wykorzystujące nowoczesne technologie wodorowe.

Na rzecz zapewnienia finansowania realizacji celów *PSW* planuje się następujące działania:

1. Ustanowienie programu wieloletniego na rzecz wspierania rozwoju technologii wodorowych – na podstawie art. 136 ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych – rzędu 100 mln zł rocznie w latach 2022-2026.
2. Uruchomienie programów wspierających badania i rozwój w dziedzinie technologii wodorowych:
   1. Uruchomienie od 2021 r. Programu Wsparcia Technologii Wodorowych NCBR obejmującego m. in.:
      1. wsparcie finansowe i organizacyjne studiów wykonalności przemysłowych dolin wodorowych w ramach budowy przemysłowych procesów o obiegu zamkniętym;
      2. Opracowywanie i sukcesywne ogłaszanie programów finansowania badań w całym zakresie gospodarki wodorem, w oparciu o wyodrębniony fundusz programu POIR+ oraz środki krajowe. Przewidywana wartość tego funduszu to 1 mld PLN.

3. Uruchomienie programów wspierających rozwój technologii wodorowych:

3.1. Uruchomienie w 2021 r. Programu „Nowa Energia” NFOŚiGW – szacunkowy budżet komponentu wodorowego – do 600 mln zł

3.2. Uruchomienie w 2021 r. Programu „Zielony transport publiczny” (Faza I) – szacunkowy budżet komponentu wodorowego – ok. 320 mln zł.

###### Programy i fundusze dostępne w kraju

###### IPCEI (Important Projects of Common European Interest)

IPCEI to jeden z kluczowych mechanizmów nowej polityki gospodarczej UE służący wsparciu tworzenia innowacyjnego europejskiego przemysłu w strategicznie ważnych dla UE sektorach gospodarki. W Polsce proces uzyskania wsparcia finansowego prowadzony przez jest przez Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii przy współpracy z Polskim Funduszem Rozwoju.

###### Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko

Ze środków Programu Infrastruktura i Środowisko finansowane są projekty infrastrukturalne,   
o znaczeniu krajowym lub międzynarodowym. Ze wsparcia można korzystać na dwa sposoby: aktywnie – jako realizator lub uczestnik projektów, bądź też pasywnie – jako użytkownik infrastruktury, która powstała dzięki dofinansowaniu z Funduszy Europejskich.

###### Finansowanie inwestycyjne w tym fundusze VC oraz finansowanie bankowe

Różne rodzaje finansowania inwestycyjnego oraz bankowego dostępne na rynku zależne są od ryzyka związanego z etapem dojrzałości projektów oraz firm, obejmują m.in. instrumenty finansowe Grupy PFR. Instrumenty te, w tym zwłaszcza środki Programu PFR Green HUB będą mogły służyć m.in. zapewnieniu niezbędnego wkładu własnego do projektów realizowanych zarówno przez podmioty gospodarcze, jak i jednostki samorządu terytorialnego. Fundusze VC, czyli *venture capital*, to różnego rodzaju jednostki, które dokonują inwestycji w początkujące przedsiębiorstwa na niepublicznym rynku w zamian za udziały lub akcje.

###### Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

* **Program „Nowa Energia”**

Celem programu jest podniesienie poziomu innowacyjności gospodarki poprzez wsparcie wdrożenia projektów w zakresie nowoczesnych technologii energetycznych, ukierunkowanych na rozwój bezemisyjnej energetyki, w tym przemysłu, jak również rozwiązań systemowych pozwalających na uzyskanie maksymalnej efektywności wytwarzania, zagospodarowania oraz wykorzystania energii. Wsparcie Programu skierowano do przedsiębiorstw na wdrożenie technologii produkcji, transportu, magazynowania i wykorzystywania wodoru.

* **„Zielony transport publiczny”**

Celem programu „Zielony transport publiczny” (Faza I) jest obniżenie wykorzystania paliw emisyjnych w publicznym transporcie zbiorowym poprzez wzrost udziału w taborze autobusów wykorzystujących do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniwach paliwowych wraz z infrastrukturą tankowania wodoru. Wsparcie Programu skierowano do operatorów oraz organizatorów publicznego transportu zbiorowego.

###### Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

* **Program Wsparcia Technologii Wodorowych NCBR**

Konkretne instrumenty wsparcia, które będą realizowane w ramach programu będą dobierane spośród stosowanych przez NCBR instrumentów finansowych, na które składają się między innymi:

* **Programy Strategiczne**

Strategiczne programy badań naukowych i prac rozwojowych to wysokobudżetowe programy wynikające z polityki naukowej i innowacyjnej państwa, służące rozwojowi społecznemu i gospodarczemu Polski. Realizacja programów strategicznych przyczynia się do konsolidacji najlepszych zespołów badawczych i integracji środowisk naukowych i gospodarczych wokół zagadnień kluczowych dla rozwoju kraju.

* **Fundusze europejskie**

NCBR jest instytucją pośredniczącą w przekazywaniu funduszy w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, największego w UE programu dotacji na badania i rozwój i finansowania innowacji. Dzięki niemu dofinansowanie, m.in. na wspólne prowadzenie przedsięwzięć badawczo-rozwojowych, uzyskują naukowcy i przedsiębiorcy, a wyniki prac B+R znajdują praktyczne zastosowanie w gospodarce. W ramach funduszy europejskich realizowany jest program POIR, którego jednym z konkursów jest Szybka Ścieżka. W konkursie tym z jednej procedury korzystają zarówno MŚP, duże przedsiębiorstwa, jak i konsorcja przedsiębiorców i jednostek naukowych. Zasadą jest, że to przedsiębiorca decyduje jaka forma współpracy umożliwi mu najlepsze zaplanowanie, przygotowanie i realizację projektu badawczo-rozwojowego.

* **Zamówienia przedkomercyjne**

Zamówienia przedkomercyjne to innowacyjny instrument zamówień publicznych stworzony po to, by angażować sferę B+R oraz MŚP w tworzenie rozwiązań odpowiadających na ważne wyzwania społeczne zgłaszane przez tzw. publicznych zamawiających. Zamówienia przedkomercyjne umożliwiają zaspokojenie nowych potrzeb zamawiającego i stymulowanie rozwoju nowych produktów przez sektor gospodarczy.

* **Partnerstwo Innowacyjne**

Partnerstwo innowacyjne to tryb w ustawie *o zamówieniach publicznych*, w którym państwo występuje w roli inteligentnego zamawiającego, kreującego nowy rynek dla nowatorskich produktów.

* **Programy krajowe**

Programy krajowe mają na celu wspieranie tworzenia nowoczesnych rozwiązań i technologii zwiększających innowacyjność, a tym samym konkurencyjność polskiej gospodarki, mają służyć wzmocnieniu współpracy między polskim biznesem oraz przyczyniać się do komercjalizacji efektów badań naukowych z korzyścią dla polskiej gospodarki.

* **Programy międzynarodowe**

Programy międzynarodowe dotyczą projektów badawczych lub B+R wdrażanych przez jednostki naukowe, przedsiębiorstwa, konsorcja naukowe, realizujące międzynarodowe projekty poprzez udział w multilateralnej współpracy oraz programach współpracy bilateralnej.

* **Fundusze VC, CVC i koniwestycyjne**

Instrumenty zwrotne realizowane przez NCBR stanowią znaczącą formę wsparcia rozwoju projektów innowacyjnych w ich różnych fazach dojrzałości i dodatkowo powodują zaangażowanie prywatnych kapitałów.

##### ŚRODKI, KTÓRYMI DYSPONUJE KOMISJA EUROPEJSKA

Do osiągnięcia celu jakim jest neutralność klimatyczna mają się m.in. przyczynić działania podejmowane w ramach **Mechanizmu Sprawiedliwej Transformacji**,dotyczące tzw. obszarów węglowych. Mechanizm ten składa się z trzech filarów: dotacyjnego Funduszu na rzecz Sprawiedliwej Transformacji oraz dwóch filarów o charakterze pożyczkowym: gwarancji i pożyczek dla sektora prywatnego w ramach ścieżki programu InvestEU (II filar) i instrumentu pożyczkowego dla sektora publicznego w ramach partnerstwa z Europejskim Bankiem Inwestycyjnym (III filar). W ramach Funduszu na rzecz Sprawiedliwej Transformacji możliwe będzie finansowanie przekwalifikowania pracowników sektora wydobywczego oraz energetyki konwencjonalnej na „zielone” miejsca pracy. Ponadto możliwe będzie wsparcie działań związanych z rozwojem sektora B+R w zakresie bezemisyjnej produkcji wodoru. W ramach pozostałych dwóch filarów Mechanizmu Sprawiedliwej Transformacji możliwe będzie ubieganie się o wsparcie zwrotne (preferencyjne pożyczki i gwarancje) w zakresie rozwoju instalacji bezemisyjnej produkcji wodoru.

Aby sprostać wyzwaniom rozwoju gospodarki wodorowej Komisja Europejska uruchomi środki na inwestycje i badania w dziedzinie wodoru w ramach szeregu programów. Nie jest jeszcze znana skala tych środków na poszczególne programy, gdyż większość z nich jest na etapie uzgodnień. Zachęcamy interesariuszy do śledzenia działań Komisji i aktywnego udziału w konkursach i innych działaniach umożliwiających pozyskanie finansowania ze środków, którymi dysponuje Komisja.

Przewiduje się, że dla całej grupy następujących programów: Next Generation EU, InvestEU, CohesionPolicy, CEF - Connecting Europe Facility Energy, Transport, Innovation Fund, Horizon Europe, dostępne środki będą mieściły się w przedziale: **330-469 mld euro[[30]](#footnote-31)**:

- produkcja energii elektrycznej z OZE 220-340 mld euro;

- wodór odnawialny 24-43 mld euro;

- transport, dystrybucja i magazynowanie wodoru 65 mld euro;

- produkcja stali 8 mld euro;

- transport (pojazdy ciężarowe o dużej ładowności) 13 mld euro.

Poniżej przedstawiono wybrane programy wraz z informacją o całej przewidywanej puli środków w ramach danego programu.

###### CEF - Connecting Europe Facility Energy, Transport

Ramy czasowe: 2021-2027

Skala finansowania: 29,1 mld euro

Projekt rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady jest na etapie uzgodnień.

Program ma umożliwić przygotowanie i realizację projektów, będących przedmiotem wspólnego zainteresowania, w ramach polityki w zakresie transeuropejskich sieci w sektorach transportu, telekomunikacji i energii. Wsparcie obejmie w szczególności realizację projektów, które posłużą opracowaniu i budowie nowej lub modernizacji istniejącej infrastruktury i usług.

###### European Partnership For Clean Hydrogen (Horyzont Europa)

Skala finansowania: 1,3 mld euro

Partnerstwo ma na celu przyspieszenie rozwoju i wdrażania europejskich technologii czystego wodoru, umożliwiając wykorzystanie ich potencjału jako brakującego ogniwa w osiągnięciu zrównoważonego i zdekarbonizowanego systemu energetycznego. Pozwoli to dojść do punktu, od którego wdrażanie ww. technologii będzie mogło odbywać się   
w sposób, który pozwoli im znacząco przyczynić się do osiągnięcia europejskich celów klimatycznych, środowiskowych i gospodarczych. Strona prywatna partnerstwa ma być reprezentowana przez Hydrogen Europe i Hydrogen Europe Research, a publiczna przez Komisję Europejską.

###### InvestEU

Ramy czasowe: 2021-2027

Skala finansowania: 31,1 mld euro (inwestycje strategiczne)

Projekt rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady jest na etapie uzgodnień.

Celem ogólnym programu, jako instrumentu polityki, będzie wspieranie realizacji celów polityki UE poprzez uruchamianie inwestycji publicznych i prywatnych w UE oraz przeciwdziałanie w ten sposób niedoskonałościom rynku i lukom inwestycyjnym, które utrudniają osiąganie celów UE w zakresie zrównoważoności, konkurencyjności i wzrostu gospodarczego. Inwestycje, które będą ubiegać się o wsparcie będą musiały wpisywać się w co najmniej 1 z 5 segmentów: zrównoważona infrastruktura, badania naukowe, innowacje i cyfryzacja, MŚP, inwestycje społeczne i umiejętności oraz europejskie inwestycje strategiczne – wsparcie dla podmiotów, których działalność ma strategiczne znaczenie dla przyszłości przemysłu UE, w tym czystych technologii wodorowych.

###### Horizon Europe

Ramy czasowe: 2021-2027

Skala finansowania: 100 mld euro

Projekt rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady jest na etapie uzgodnień.

Głównym celem programu będzie wzmocnienie wpływu badań i innowacji na rozwój polityk UE, wsparcie wdrażania innowacji przez europejski przemysł, w tym MŚP i sprostanie globalnym wyzwaniom, w tym zmianom klimatu i celom zrównoważonego rozwoju wyznaczonym przez ONZ. Ogólnym celem programu będzie osiągnięcie naukowego, gospodarczego i społecznego oddziaływania w wyniku inwestycji UE w badania naukowe i innowacje, aby wzmocnić bazę naukową i technologiczną UE i przyczynić się do zwiększenia jej konkurencyjności, w tym w jej przemyśle, zrealizować strategiczne priorytety UE i wnieść wkład w pokonywanie globalnych wyzwań, w tym osiąganie celów zrównoważonego rozwoju.

###### Innovation Fund

Ramy czasowe : 2020-2030

Skala finansowania: 10 mld euro

Fundusz jest jednym z największych na świecie programów inwestycyjnych, który finansować będzie działania na rzecz klimatu w zakresie: innowacyjnych technologii i procesów niskoemisyjnych w energochłonnych gałęziach przemysłu, w tym produkty zastępujące produkty o dużej emisji dwutlenku węgla, CCU, budowania i eksploatacji CCS, innowacyjnego wytwarzania energii odnawialnej oraz magazynowania energii. Jest on kluczowym instrumentem finansowania realizacji ogólnounijnych zobowiązań na mocy Porozumienia Paryskiego i wspiera strategiczną wizję Komisji Europejskiej w sprawie Europy neutralnej dla klimatu do 2050 r.

## Aktualizacja Strategii i system monitorowania

Realizacja *PSW* będzie monitorowana na poziomie głównych celów oraz działań wskazanych w rozdziale 2. Do dnia 31 marca każdego roku minister właściwy do spraw klimatu przedstawi Radzie Ministrów roczne sprawozdanie z realizacji *PSW* za poprzedni rok. W sprawozdaniu za 2025 r. dokonana zostanie weryfikacja realizacji wyznaczonych celów i wskazane zostaną ewentualne postulaty ich aktualizacji z uwzględnieniem bieżących potrzeb interesariuszy.

Zawarte w *PSW* działania strategiczne, które znajdą się w Portfelu Projektów Strategicznych Rady Monitorowania Portfela Projektów Strategicznych – organu pomocniczego Prezesa Rady Ministrów, podlegać będą monitoringowi prowadzonemu przez Rządowe Biuro Monitorowania Projektów w Kancelarii Prezesa Rady Ministrów.[[31]](#footnote-32)

## Wykaz skrótów

|  |  |
| --- | --- |
| SOR | Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) |
| PEP 2040 | projekt Polityki energetycznej Polski do 2040 r. |
| KPEiK | Krajowy plan na rzecz energii i klimatu |
| UE | Unia Europejska |
| Strategia wodorowa UE | Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu |
| UNIDO | United Nations Industrial Development Organization |
| OZE | odnawialne źródła energii |
| CO2 | dwutlenek węgla |
| CO | tlenek węgla |
| N2 | azot |
| CCS (ang. Carbon Capture and Storage) | wychwytywanie i składowanie CO2 |
| CCU (ang. Carbon Capture and Utilization) | wychwytywanie i wykorzystanie CO2 |
| BEV (ang. Battery Electric Vehicle) | pojazdy elektryczne |
| HEV (ang. Hybrid Electric Vehicle) | hybrydowe pojazdy elektryczne |
| PHEV (ang. Plug-in Hybrid Electric Vehicle) | hybrydowe pojazdy elektryczne typu plug-in |
| FCEV (ang. Fuel Cell Electric Vehicle) | pojazdy na ogniwa paliwowe |
| P2G (ang. Power to Gas) | technologia wykorzystująca energię z OZE do produkcji paliw gazowych |
| P2H (ang. Power to Heat) | technologia wykorzystująca energię z OZE do produkcji ciepła |
| P2L (ang. Power to Liquid) | technologia wykorzystująca energię z OZE do produkcji paliw płynnych |
| P2A (ang. Power to Ammonia) | technologia wykorzystująca energię z OZE do produkcji amoniaku |
| P2X (ang. Power to X) | łączne określenie ww. technologii |
| B+R | Prace badawczo-rozwojowe |
| KSE | Krajkowy System Elektroenergetyczny |
| SOE (solid oxide electrolyser) | elektrolizer stałotlenkowy |
| OSPg | Operator Systemu Przesyłowego Gazu |
| OSPe | Operator Systemu Przesyłowego Elektroenergetycznego |
| SNG (ang. Substitute Natural Gas) | syntetyczny gaz ziemny |
| COVID-19 (ang. Coronavirus Disease 2019) | ostra choroba zakaźna układu oddechowego wywołana zakażeniem wirusem SARS-CoV-2 |

## Spis rysunków i tabel

[Rysunek 1. Łańcuch wartości gospodarki wodorowej. 20](#_Toc54695364)

[Rysunek 2. Struktura udziału w rynku wodoru w Polsce w 2020 r. 21](#_Toc54695365)

[Rysunek 3. Produkcja wodoru wg źródeł energii pierwotnej. 24](#_Toc54695366)

[Rysunek 4. Schemat łączenia sektorów wg Ch. Schnell (red.). 25](#_Toc54695367)

[Rysunek 5. Prognoza zużycia energii odnawialnej w Polsce w latach 2020-2040. 27](#_Toc54695368)

[Rysunek 6. Działania w zakresie wodoru w latach 2021-2030. 37](#_Toc54695369)

[Tabela 1. Działania w zakresie wdrożenia wodoru w energetyce na lata 2020-2030. 28](#_Toc54695548)

[Tabela 2. Działania w zakresie wdrożenia wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie na lata 2020-2030. 30](#_Toc54695549)

[Tabela 3. Działania w zakresie dekarbonizacji przemysłu, dzięki wdrożeniu wodoru, na lata 2020-2030. 32](#_Toc54695550)

[Tabela 4. Działania w zakresie produkcji wodoru na lata 2020-2030. 34](#_Toc54695551)

[Tabela 5. Działania w zakresie dystrybucji wodoru na lata 2020-2030. 35](#_Toc54695552)

[Tabela 6. Działania w zakresie legislacji dotyczącej wodoru. 39](#_Toc54695553)

[Tabela 7. Podsumowanie koniecznych nakładów inwestycyjnych. 43](#_Toc54695554)

1. Zarządzenie nr 111 Prezesa Rady Ministrów z dnia 18 sierpnia 2020 r. w sprawie Międzyresortowego Zespołu do spraw gospodarki wodorowej. Dostęp: <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WMP20200000751> [↑](#footnote-ref-2)
2. COM/2019/640 final [↑](#footnote-ref-3)
3. Porozumienie paryskie do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzonej w Nowym Jorku dnia 9 maja 1992 r., przyjęte w Paryżu dnia 12 grudnia 2015 r. Dostęp: <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20170000036>. [↑](#footnote-ref-4)
4. Towards Hydrogen Societies: Expert Group Meeting, Current advancements in hydrogen technology and pathways to deep decarbonisation. Dostęp: [www.unido.org/sites/default/files/files/2019-04/REPORT\_Towards\_Hydrogen\_Societies.pdf](http://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-04/REPORT_Towards_Hydrogen_Societies.pdf). [↑](#footnote-ref-5)
5. COM(2018) 773 final. [↑](#footnote-ref-6)
6. COM(2020) 301 final. [↑](#footnote-ref-7)
7. COM(2020) 299 final. [↑](#footnote-ref-8)
8. Krajowy Plan na rzecz Energii i Klimatu na lata 2021-2030, przekazany do Komisji Europejskiej w dniu 30 grudnia 2019 r. Dostęp: <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/krajowy-plan-na-rzecz-energii-i-klimatu-na-lata-2021-2030-przekazany-do-ke>. [↑](#footnote-ref-9)
9. Pojęcie „zielony wodór” odnosi się w strategii holenderskiej i strategiach niektórych innych państw do wodoru odnawialnego, scharakteryzowanego w części 2.1. [↑](#footnote-ref-10)
10. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych. Dostęp: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32018L2001>. [↑](#footnote-ref-11)
11. Zespół ds. Rozwoju Przemysłu OZE i Korzyści dla Polskiej Gospodarki, *Gospodarka wodorowa. Rekomendacje grupy 4.,* 2020, s. 14. [↑](#footnote-ref-12)
12. *Ibid.* [↑](#footnote-ref-13)
13. Dostęp: <https://www.pkee.pl/file/repository/RAPORT_COP24_ENG_28_11_FINAL.pdf>. [↑](#footnote-ref-14)
14. Zespół ds. Rozwoju Przemysłu OZE i Korzyści dla Polskiej Gospodarki, *op. cit.*, s. 14. [↑](#footnote-ref-15)
15. Międzynarodowa Agencja Energetyczna, The Future of Hydrogen - Seizing today’s opportunities, 2019. Dostęp: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>. [↑](#footnote-ref-16)
16. *Ibid.* [↑](#footnote-ref-17)
17. *Ibid.* [↑](#footnote-ref-18)
18. *Ibid.* Raport MAE wskazuje na stronie 42, że koszt wodoru w Europie bez CCS/CCU wynosi 1,73$/kgH2 (capex - 0,34$; opex 0,17$; cena gazu - 1,22$); koszt wodoru z CCS/CCU wynosi według raportu 2,32$/kgH2 (capex - 0,61$; opex - 0,37$; cena gazu - 1,34$). [↑](#footnote-ref-19)
19. Strategia wodorowa UE, s. 1. [↑](#footnote-ref-20)
20. Przykładowo: <http://pgnig.pl/aktualnosci/-/news-list/id/startuje-nowy-program-wodorowy-pgnig/newsGroupId/10184>, <https://www.lotos.pl/322/n,5080/lotos_inicjuje_kolejny_projekt_w_zakresie_wodoru>,

    <https://www.orlen.pl/PL/BiuroPrasowe/Strony/PKN-ORLEN-wybuduje-hub-wodorowy-we-W%C5%82oc%C5%82awku.aspx> [↑](#footnote-ref-21)
21. Dostęp: <https://orsted.com/en/media/newsroom/news/2020/10/143404185982536>. [↑](#footnote-ref-22)
22. Ch. Schnell (red.), *Łączenie sektorów zielonej energii. Co to oznacza dla Polski? Elektryfikacja, Decentralizacja, Digitalizacja,* Instytut Jagielloński, 2020, s. 26. Dostęp: [http://jagiellonski.pl/files/other/ YYczenie\_sektorow\_zielonej\_energii.\_Co\_to\_oznacza\_dla\_Polski\_-\_RAPORT\_IJ\_2020.pdf](http://jagiellonski.pl/files/other/%20YYczenie_sektorow_zielonej_energii._Co_to_oznacza_dla_Polski_-_RAPORT_IJ_2020.pdf). [↑](#footnote-ref-23)
23. Definicja za Ch. Schnell (red.)), *op.cit.,* s. 13. [↑](#footnote-ref-24)
24. Bloomberg New Energy Finance, *Sector coupling in Europe: powering decarbonisation. Potential and policy implications of electrifying the economy*, 2020. Dostęp: <https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/BNEF-Sector-Coupling-Report-Feb-2020.pdf>. [↑](#footnote-ref-25)
25. Bloomberg New Energy Finance, *op. cit*. [↑](#footnote-ref-26)
26. Schnell, *op.cit.*, s. 25. [↑](#footnote-ref-27)
27. Międzynarodowa Agencja Energetyczna, *op. cit.*, s. 43. [↑](#footnote-ref-28)
28. Międzynarodowa Agencja Energetyczna, *op. cit.* [↑](#footnote-ref-29)
29. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/73/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego gazu ziemnego i uchylającej dyrektywę 2003/55/WE (Dz. Urz. UE L 211 z 14.8.2009 r.). [↑](#footnote-ref-30)
30. <https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/events/presentations/area2_topic_2.2_develop_and_demonstrate_a_100_mw_electrolyser.pdf> [↑](#footnote-ref-31)
31. Monitoring projektów realizowany jest przy pomocy narzędzia informatycznego MonAliZa. System zapewnia jednolitość monitorowania obowiązującego projekty wszystkich zintegrowanych strategii, z uwzględnieniem specyfiki organizacji, zakresu projektu oraz dobrych praktyk i rekomendowanych standardów. Wyznaczeni liderzy projektów przekazują dane niezbędne do zasilenia systemu MonAliZa, a także za jego pośrednictwem wskazują m.in. ryzyka i osiągnięte rezultaty. [↑](#footnote-ref-32)