



Analiza instrumentów wsparcia finansowego dla rozwoju rynku wodoru w Polsce

Część I

Warszawa, grudzień 2022



ESPERIS



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska

Zamawiający		Wykonawca	
 <p>Ministerstwo Klimatu i Środowiska</p> <hr/> <p>Ministerstwo Klimatu i Środowiska ul. Wawelska 52/54 00-922 Warszawa</p>		 <p>ESPERIS</p> <p>Esperis sp. z o.o. i Wspólnicy sp. komandytowa ul. Puławska 12/3 02-566 Warszawa</p>	
Tytuł dokumentu			
<p>Analiza instrumentów wsparcia finansowego dla rozwoju rynku wodoru w Polsce</p> <p>Część I</p>			
Data opracowania		Zatwierdzenie	
12.12.2022 r.		Dariusz Rafał	
Historia zmian			
Numer rewizji	Data	Zakres zmian	

Spis treści

1	
Analiza instrumentów wsparcia finansowego dla rozwoju rynku wodoru w Polsce	1
Wykaz skrótów	5
Wprowadzenie	7
1. Analiza czynników PEST	13
1.1. Polityczne	14
1.2. Ekonomiczne	16
1.3. Społeczne	20
1.4. Technologiczne	23
2. Kontrakt różnicowy	29
2.1. Charakterystyka mechanizmu	30
2.2. Warunki przystąpienia do mechanizmu	33
2.3. Wskazanie podmiotu odpowiedzialnego za realizację mechanizmu	40
2.4. Podział na koszyki i ceny referencyjne	41
2.5. Sposób składania i wyboru najkorzystniejszych ofert	44
2.6. Proponowane wolumeny aukcji	48
2.7. Proponowane terminy i okres wsparcia	51
2.8. Wsparcie dla paliw wytworzonych na podstawie wodoru	52
2.9. Zabezpieczenie przed zmianami cen rynkowych	53
2.10. Analiza SWOT	61
3. Aukcje bilateralne	64
3.1. Charakterystyka mechanizmu	65
3.2. Warunki przystąpienia do mechanizmu	66
3.3. Wskazanie podmiotu odpowiedzialnego za realizację mechanizmu	72
3.4. Organizacja aukcji w modelu bilateralnym	73
3.5. Sposób składania i wyboru najkorzystniejszych ofert	76
3.6. Proponowane wolumeny aukcji (konkursów)	80
3.7. Proponowane terminy i okres wsparcia	84
3.8. Wsparcie dla paliw wytworzonych na podstawie wodoru	85
3.9. Zabezpieczenie przed zmianami cen rynkowych	85
3.10. Analiza SWOT	90
4. Analiza finansowa wskazanych mechanizmów	94
4.1. Metodyka prac	94

4.1.1. Źródła danych	94
4.1.2. Założenia dot. wskaźników makroekonomicznych oraz ścieżek cenowych	96
4.1.3. Założenia dot. cen wodoru w Polsce	97
4.1.4. Podstawowe założenia dot. popytu i podaży wodoru w Polsce	98
4.1.4.1. Popyt na wodór ogółem	99
4.1.4.2. Popyt na wodór odnawialny i niskoemisyjny	101
4.1.4.3. Dostępne dane o perspektywach rozwoju podaży wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego w Polsce	104
4.2. Koszty i przepływy pieniężne w kolejnych latach stosowania mechanizmu	105
4.2.1. Kontrakt różnicowy (CfD)	106
4.2.2. Aukcje bilateralne	107
4.3. Ocena efektywności wydatkowania środków i intensywności wsparcia dla beneficjentów	110
5. Wyróżnienie najbardziej efektywnego systemu wsparcia	112
5.1. Uzasadnienie wyboru	114
5.2. Szanse związane z rekomendowanym mechanizmem	114
5.3. Zagrożenia związane z rekomendowanym mechanizmem	115
Spis rysunków	118
Bibliografia	120

Wykaz skrótów

Skrót	Skrócony opis
CAPEX (Capital Expenditures)	Nakład inwestycyjny
CCfD (Carbon Contracts for Differences)	Mechanizm finansowania, który oferuje rządowi możliwość zagwarantowania inwestorom stałej ceny, która wynagradza redukcję emisji CO ₂ powyżej obecnych poziomów cen w unijnym systemie handlu uprawnieniami do emisji (ETS).
CCS (Carbon Capture and Storage)	Proces polegający na wychwytywaniu dwutlenku węgla ze spalin oraz jego magazynowaniu, nazywany również sekwestracją dwutlenku węgla
CO ₂	Dwutlenek węgla
ETD (Energy Taxation Directive)	Wniosek DYREKTYWA RADY w sprawie restrukturyzacji unijnych przepisów ramowych dotyczących opodatkowania produktów energetycznych i energii elektrycznej
EU ETS (EU Energy Trading System Directive)	Dyrektywa 2003/87/WE ustanawiająca system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych w UE
EUA (EU Allowance)	Uprawnienie do emisji upoważniające posiadacza do emisji jeden tony CO ₂ do atmosfery
HPA (Hydrogen Purchase Agreement)	Umowa kupna-sprzedaży wodoru
IPA	Internetowa Platforma Aukcyjna
LCOE (Levelized Cost of Energy)	Uśredniony koszt produkcji kosztu netto wytwarzania energii elektrycznej dla danego wytwórcy w całym okresie jego eksploatacji. Jest on wykorzystywany do planowania inwestycji oraz porównywania różnych metod wytwarzania energii elektrycznej.

LCOH (Levelized Cost of Hydrogen)	Uśredniony koszt wytwarzania wodoru uwzględniający wszystkie koszty kapitałowe i operacyjne, co umożliwia porównywanie różnych technologii produkcji.
MKiŚ	Ministerstwo Klimatu i Środowiska
Mt	Megatona = 10 ⁹ kg
O&M (Operation and Maintenance)	Obsługa i utrzymanie
OZE	Odnawialne źródła energii
PPA (Power Purchase Agreement)	Umowa sprzedaży energii elektrycznej bezpośrednio od wytwórców energii z OZE
RED	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, zwana również dyrektywą RED II
RFNBO (Renewable Fuels of Non- Biological Origins)	Paliwa wytwarzane ze źródeł odnawialnych, innych niż biomasa i paliwa jądrowe
TCO (Total Cost of Ownership)	Całkowity koszt użytkowania
TTF (Title Transfer Facility)	Wirtualny punkt handlu gazem ziemnym w Holandii. Zapewnia handlowcom możliwość handlu kontraktami terminowymi, fizycznymi i giełdowymi.
UE	Unia Europejska
URE	Urząd Regulacji Energetyki

Wprowadzenie

Kontekst opracowania

Wodór jest obecnie pozycjonowany, zgodnie z polityką Europejskiego Zielonego Ładu, ale i treścią Polskiej Strategii Wodorowej, jako strategiczny element transformacji klimatycznej – może on stanowić substrat w procesach produkcyjnych, ale również nośnik energii, jak i paliwo alternatywne dla transportu. **Rynek konkurencyjny wodoru obecnie nie istnieje i będzie dopiero tworzony przy pomocy regulacji i mechanizmów wsparcia**, a zastosowanie tego nośnika energii będzie stopniowo przyjmowało się w nowych sektorach gospodarki. Można przy tym zakładać, że przyszły rozwój w tym zakresie będzie realizowany w sposób dwutorowy, w następujących obszarach:

- ▶ **dekarbonizacja obecnych procesów przemysłowych:** wodór stosowany obecnie jako jeden z kluczowych pierwiastków technologicznych w przemyśle chemicznym oraz rafineryjnym posiada wysoki ślad węglowy, ponieważ jest on przeważnie pozyskiwany w reakcji reformingu parowego metanu¹. Cele polityki klimatycznej UE wskazują jasną ścieżkę dekarbonizacji w przemyśle w postaci przejścia w ww. sektorach na wodór niskoemisyjny i odnawialny.
- ▶ **nowe zastosowania wodoru w transporcie i energetyce:** dotychczas zarówno w sektorze transportu, jak i energetyki oraz ciepłownictwa wodór nie był powszechnie stosowany jako paliwo. Niemniej wytwarzanie wodoru w postaci niskoemisyjnej i odnawialnej będzie znacząco się zwiększać w najbliższych latach. We wskazanych sektorach wodór ma występować jako substytut paliw kopalnych, głównie gazu ziemnego (energetyka/ciepłownictwo) oraz oleju napędowego (transport), prowadząc do etapowej redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Opisana powyżej trajektoria transformacji gospodarki od paliw kopalnych do wodoru jest spowodowana rosnącą presją regulacyjną i rynkową, wynikającą z kolejnych aktów

¹ IEA, *Hydrogen Supply. Subsector overview*, 2022, <https://www.iea.org/reports/hydrogen-supply>.

prawa unijnego: m.in. dyrektywy EU ETS², ETD³, RED⁴, Taksonomii UE⁵, FuelEU Maritime⁶, ReFuelEU Aviation⁷, a także wielu innych dokumentów (patrz tabela).

Akt prawa unijnego	Skrótowny opis
Unijny system handlu emisjami CO₂ – EU ETS	Wzrost cen uprawnień do emisji (EUA) będzie oddziaływać m.in. na sektor chemiczny, rafineryjny oraz hutniczy w zakresie przejścia z użycia paliw kopalnych w procesach technologicznych (gaz ziemny, koks) na mniej emisyjne substytuty m.in. wodor (sektory trudne do elektryfikacji). Ponadto, czynnik ten będzie także wymuszał wzrost dynamiki dekarbonizacji elektroenergetyki, ciepłownictwa i transportu lotniczego, a docelowo także budynków i pozostałych sektorów transportowych.
Dyrektywa ws. opodatkowania energii	Różnicowanie poziomu opodatkowania danego nośnika energii w zależności od jego śladu węglowego; preferencyjne stawki podatkowe będą posiadać nisko- i zeroemisyjne źródła energii (które w założeniu będą później wykorzystywane także do wytwarzania wodoru).
Dyrektywa ws. odnawialnych źródeł energii - RED	Obecnie w UE trwa trilog, którego efektem będzie wedle wszelkiego prawdopodobieństwa wprowadzenie celów zużycia RFNBO (w praktyce wodoru odnawialnego) w sektorze przemysłu oraz transportu do 2030 r., a także doprecyzowanie zasad wytwarzania wodoru odnawialnego w UE. Przyszły kształt dyrektywy RED będzie absolutnie kluczowy dla rozwoju wykorzystania wodoru i pochodnych w UE.
Taksonomia UE	Akt delegowany do Taksonomii UE z lutego 2022 r. wprowadza proponowaną trajektorię dekarbonizacji sektora gazowego z uwzględnieniem limitu emisji dla jednostek gazowych na poziomie 270 g CO ₂ /kWh oraz wykazania możliwości spalania 100% gazów nisko- i zeroemisyjnych w 2035 r. Ponadto, Taksonomia określa proggi emisji dla klasyfikacji wodoru, ale też infrastruktury i urządzeń (np.

² Dyrektywa Parlamentu Europejskiego zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE ustanawiającą system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych w Unii, decyzję (UE) 2015/1814 w sprawie ustanowienia i funkcjonowania rezerwy stabilności rynkowej dla unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych i rozporządzenie (UE) 2015/757 [COM(2021) 551 final].

³ Dyrektywa Rady w sprawie restrukturyzacji unijnych przepisów ramowych dotyczących opodatkowania produktów energetycznych i energii elektrycznej (wersja przekształcona) [COM(2021) 563 final].

⁴ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (przekształcenie) [PE/48/2018/REV/1].

⁵ Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2022/1214 z dnia 9 marca 2022 r. zmieniające rozporządzenie delegowane (UE) 2021/2139 w odniesieniu do działalności gospodarczej w niektórych sektorach energetycznych oraz rozporządzenie delegowane (UE) 2021/2178 w odniesieniu do publicznego ujawniania szczególnych informacji w odniesieniu do tych rodzajów działalności gospodarczej [C/2022/631].

⁶ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie stosowania paliw odnawialnych i niskoemisyjnych w transporcie morskim oraz zmieniające dyrektywę 2009/16/WE [COM(2021) 562 final].

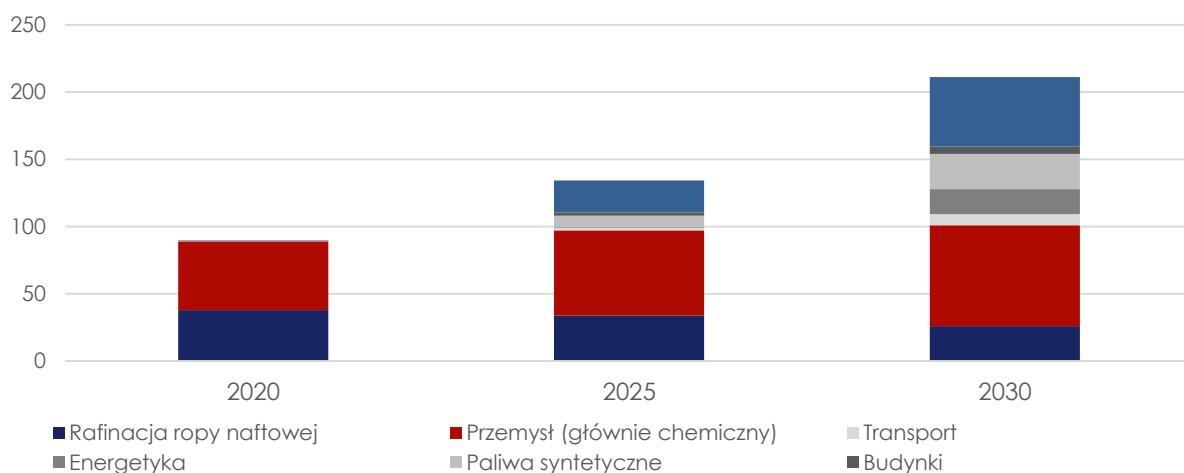
⁷ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie zapewnienia równych warunków działania dla zrównoważonego transportu lotniczego [COM(2021) 561 final].

	instalacji konwersji elektrolitycznej) jako "zrównoważonych".
Rozporządzenie Fuel EU Maritime	Wprowadza wymogi w zakresie dekarbonizacji sektora transportu morskiego, m.in. z wykorzystaniem wodoru i jego pochodnych jako przyszłych paliw zasilających jednostki morskie (w tym e-metanol, e-amoniak, skroplony wodór spełniające definicję RFNBO).
Rozporządzenie ReFuelEU Aviation	Wprowadza wymogi w zakresie dekarbonizacji sektora transportu lotniczego, m.in. z wykorzystaniem wodoru i jego pochodnych jako przyszłych paliw lotniczych (paliwa syntetyczne spełniające definicję RFNBO).
Rozporządzenia TEN-E i TEN-T	Wprowadzają wymogi w zakresie rozwoju infrastruktury wodorowej wzdłuż kluczowych transgranicznych korytarzy energetycznych i transportowych w UE, a także określają projekty kwalifikujące się do uzyskania środków pomocowych w ramach dedykowanych funduszy UE (m.in. IPCEI, CEF).
Rozporządzenie AFIR	Wprowadza wymogi w zakresie budowy stacji tankowania wodoru i pochodnych wzdłuż transgranicznej sieci transportowej (TEN-T), w tym określając minimalne odległości, a także parametry techniczne.

Rysunek 1. Najważniejsze akty prawa UE w zakresie polityki energetyczno-klimatycznej

Źródło: opracowanie własne.

Należy rozumieć, że wodór będzie miał szczególne zastosowanie w sektorach wykorzystujących go do procesów technologicznych lub w branżach trudnych do elektryfikacji, gdzie bezpośrednia dekarbonizacja z użyciem zielonej energii elektrycznej może nie być możliwa. W szczególności dotyczy to: przemysłu rafineryjnego, chemicznego, hutnictwa metali żelaznych i nieżelaznych, transportu ciężkiego, morskiego i lotniczego, oraz dekarbonizacji zastosowania węgla/gazu ziemnego w energetyce w obliczu niedojrzałości technologii bateryjnych.



Rysunek 2. Obecny i przyszły popyt na wodór na świecie (Mt)

Źródło: opracowanie własne na podstawie IEA

Niemniej, mimo występowania lub propozycji wielu regulacji wywierających presję kosztową na rezygnację użycia emisyjnych nośników energii w wymienionych powyżej sektorach (tzw. *carbon pricing*), **zastosowanie wodoru odnawialnego i niskoemisyjnego jako substytutów paliw kopalnych nadal nie jest w pełni uzasadnione ekonomicznie**. W konsekwencji oznacza to, że aby Polska mogła zrealizować obecne i (przede wszystkim) nadchodzące cele polityki klimatycznej UE w zakresie transformacji wodorowej (dotyczące m.in. redukcji emisji CO₂ oraz spełnienia celów RFNBO – patrz: Analiza PEST, rozdział 131), konieczne będzie zastosowanie mechanizmów pomocy publicznej. Dedykowany system wsparcia (angażujący zarówno wytwórców, jak i odbiorców) pozwoli pokryć występującą lukę finansową pomiędzy ceną wodoru odnawialnego i niskoemisyjnego, a ceną ich substytutów o wysokim śladzie węglowym (np. paliwa kopalne i wytwarzany z nich wodór "szary", konwencjonalne paliwa ropopochodne). Umożliwi to realizację procesów dekarbonizacyjnych przy jednoczesnym zachowaniu pozytywnej ekonomiki produkcji, co jest kluczowe dla podmiotów działających na konkurencyjnych rynkach międzynarodowych. Mechanizm pomocy publicznej może także zapewnić dostęp sektora wodorowego w Polsce do środków finansowych z instytucji bankowych, co zwiększy możliwości wykorzystania finansowania dłużnego (np. formule Project Finance, popularnej w sektorze OZE).

Cel opracowania i założenia wstępne

Niniejsze opracowanie ma na celu określenie oraz wysokopoziomowe zaprojektowanie dwóch potencjalnych systemów wsparcia wytwarzania i zastosowania wodoru w Polsce, zgodnie z celami polityki klimatycznej UE. W kolejnych rozdziałach zawarta została wstępna charakterystyka i analiza porównawcza, obejmująca:

- ▶ **kontrakt różnicowy (Contract for Difference, CfD)**, bazujący na powszechnie stosowanym modelu różnicy m.in. w aukcjach OZE. Ze względu na specyfikę sektora wodorowego, proponowany mechanizm został rozbudowany o komponent łączenia wytwórców i odbiorców wodoru na poziomie aukcji;
- ▶ **aukcje bilateralne**: bazujące na dwustronnych i niezależnie realizowanych aukcjach popytowych i podaźowych, gdzie płynność wymiany handlowej zapewnia państwo. Mechanizm ten był wzorowany na rozwiązaniach niemieckich, z uwzględnieniem koniecznych modyfikacji pod kątem wsparcia krajowego wytwarzania wodoru, a nie importu (jak ma to miejsce w Niemczech).

Zawarta w dalszych rozdziałach analiza porównawcza nie uwzględnia mechanizmów bazujących na taryfach gwarantowanych (typu FiT: *feed-in-tariff* oraz FiP: *feed-in-premium*) oraz węglowych kontraktów różnicowych (*Carbon Contracts for Difference, CCfD*). Zakłada się bowiem, że modele te są funkcjonalnie dedykowane przede wszystkim jednej stronie rynku (najczęściej stronie podaźowej), niekoniecznie zaś angażują całość rynku (tj. możliwie równomiernie wytwórców, jak i odbiorców). W efekcie, mogą nie być optymalne dla zabezpieczenia sprzedaży wyprodukowanego wodoru do odbiorców końcowych (innych niż sami wytwórcy). Mechanizm CCfD jest zasadniczo dedykowany dla sektorów obecnych w systemie EU ETS, przez co w warunkach polskich mógłby wykluczyć ze wsparcia wielu potencjalnych beneficjentów (np. jednostki samorządowe, rolników czy sektor MŚP), którzy są mniej eksponowani na wpływ regulacji klimatycznych UE.

Istotnym kontekstem niniejszego opracowania jest przyjęta w 2021 r. Polska Strategia Wodorowa (PSW), która jako cel stawia stworzenie w Polsce gospodarki wodorowej, opartej m.in. o tzw. doliny wodorowe, łączące różnych uczestników rynku. W tym rozumieniu należy zatem wskazać, że uczestnictwo w mechanizmie zarówno strony podażowej, jak i popytowej będzie szczególnie istotne na wstępnym etapie rozwoju gospodarki wodorowej, gdy rynek hurtowy oraz regionalna/krajowa infrastruktura jeszcze nie istnieją. W efekcie, celem proponowanych mechanizmów jest **łącznie odbiorców i wytwórców na poziomie aukcji** lub w ramach koszyków aukcyjnych, by maksymalizować efektywność mechanizmu wsparcia (niwelując ryzyko "utraconych" wolumenów wodoru, które choć będą posiadały gwarancję dofinansowania, to nie znajdują nabywców) oraz w naturalny sposób pobudzać uczestników rynku do szukania nowych partnerstw biznesowych w dziedzinie wodoru.

Oprócz tego zakładane jest również, że proponowany **mechanizm ma wspierać wytworzenie zarówno wodoru niskoemisyjnego, jak i odnawialnego**, o ile spełniają one kryteria definicji z dyrektywy RED⁸ oraz Taksonomii UE⁹:

Inwestycje związane z niskoemisyjnym i odnawialnym wodorem muszą spełniać wymóg ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w całym cyklu życia wynoszący 73,4% dla wodoru, co skutkuje emisją gazów cieplarnianych w całym cyklu życia poniżej **3 tCO₂eq/tH₂** i 70% w przypadku paliw syntetycznych wytwarzanych z użyciem wodoru, w odniesieniu do porównywalnego paliwa kopalnego wynoszącego 94 g CO₂e/MJ, co daje **2,256 t CO₂eq/tH₂**, analogicznie do podejścia określonego w art. 25 ust. 2 i załączniku V do dyrektywy (UE) 2018/2001. Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w całym cyklu życia oblicza się przy użyciu metodyki, o której mowa w art. 28 ust. 5 dyrektywy (UE) 2018/2001, lub alternatywnie przy użyciu normy ISO 14067:2018 lub ISO 14064-1:2018.

Chociaż w proponowanych mechanizmach na poziomie podaży wodoru nie przewidziano podziału na koszyki aukcyjne zależne od technologii wytwarzania wodoru, to pewna forma rozgraniczenia między rodzajami wodoru jest potrzebna w celu właściwego zdefiniowania wszelkich szczegółowych zasad dot. funkcjonowania danego mechanizmu. Wobec tego, na potrzeby niniejszego opracowania (i w kontekście aktualnych regulacji) przyjęto następujące definicje:

- **Wodór odnawialny** oznacza wodór pochodzący wyłącznie z odnawialnych źródeł energii innych niż biomasa, spełniający wymóg ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w całym cyklu życia wynoszący 73,4% dla wodoru, co skutkuje emisją gazów cieplarnianych w całym cyklu życia poniżej 3 tCO₂eq/tH₂.¹⁰

⁸ PE/48/2018/REV/1, op. cit.

⁹ Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2021/2139 z dnia 4 czerwca 2021 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 poprzez ustanowienie technicznych kryteriów kwalifikacji służących określeniu warunków, na jakich dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w łagodzenie zmian klimatu lub w adaptację do zmian klimatu, a także określeniu, czy ta działalność gospodarcza nie wyrządza poważnych szkód względem żadnego z pozostałych celów środowiskowych [C/2021/2800].

¹⁰ Definicja wzorowana na tej proponowanej w art. 1 pkt. 36 nowelizacji dyrektywy RED II, za: Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniająca dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001, rozporządzenie

- **Wodór niskoemisyjny** oznacza wodór, którego zawartość energetyczna pochodzi ze źródeł nieodnawialnych oraz biomasy, spełniający wymóg ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w całym cyklu życia wynoszący 73,4% dla wodoru, co skutkuje emisją gazów cieplarnianych w całym cyklu życia poniżej 3 tCO₂eq/tH₂.¹¹

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w całym cyklu życia oblicza się przy użyciu metodyki, o której mowa w art. 28 ust. 5 dyrektywy (UE) 2018/2001, lub alternatywnie przy użyciu normy ISO 14067:2018 lub ISO 14064-1:2018. **Powyższe definicje wymagają szczegółowej analizy i akceptacji ministra właściwego ds. energii oraz interesariuszy przed wejściem w życie (rekomendowane konsultacje społeczne).**

Opis porównywanych mechanizmów wsparcia został poprzedzony analizą makrootoczenia dla modelu wsparcia (PEST). Następnie, w ramach przeprowadzonej analizy systemów wsparcia, uwzględnione zostały kluczowe komponenty kształtujące charakterystykę funkcjonowania porównywanych mechanizmów wsparcia, m.in. ceny referencyjne, koszyki aukcyjne, sposoby indeksacji cen aukcyjnych, metody wyboru wygranych ofert, a także niezbędne warunki uczestnictwa w aukcjach. Ostatecznym wynikiem analizy porównawczej jest wskazanie rekomendowanego mechanizmu wsparcia wraz z uzasadnieniem oraz uwzględnieniem wyników matrycy SWOT.

Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylającą dyrektywę Rady (UE) 2015/652 [COM(2021)557].

Jednocześnie należy wskazać, że definicja ta będzie prawdopodobnie sprzeczna z tą proponowaną w art.2 pkt. 36a projektu nowelizacji Ustawy o odnawialnych źródłach energii z dnia 25 lutego 2022 r. [UC99]. Wytwarzanie wodoru z paliw pochodzenia biologicznego (biomasa, odpady, biometan) zasadniczo nie kwalifikuje się ani do definicji wodoru odnawialnego ani wodoru niskoemisyjnego według narracji UE, co wymaga dalszych analiz.

¹¹ Definicja wzorowana na tej proponowanej w art. 2 pkt. 10 Nowej Dyrektywy Gazowej z dodaną możliwością zakwalifikowania biomasy do kategorii wodoru niskoemisyjnego, za: Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie wspólnych zasad rynków wewnętrznych gazów odnawialnych i gazu ziemnego oraz wodoru [COM(2021) 803 final].

1. Analiza czynników PEST

Działanie instrumentu wsparcia wodoru niskoemisyjnego (i odnawialnego) na rynku krajowym stanowi istotną zmianę w makrootoczeniu rynkowym, wpływając na jego funkcjonowanie, tempo i kierunek rozwoju w momencie wprowadzania instrumentu oraz w dłuższym horyzoncie czasowym. Z tego też powodu podejmowanie decyzji o implementacji systemu wsparcia, a szczególnie wypracowanie szczegółowych zasad jego działania, powinno być skorelowane z analizą strategiczną otoczenia rynkowego. Jednym z najskuteczniejszych narzędzi, przedstawiających prognozy strategiczne, jest analiza PEST¹² (szczególnie w korelacji z analizą SWOT¹³), stosowana często do określenia celów strategicznych przedsiębiorstwa, możliwa jednak do zastosowania również w odniesieniu do wprowadzenia jakiegoś instrumentu na rynek, np. mechanizmu wsparcia czy technologii¹⁴. Skrót PEST stanowi akronim czterech słów, określających obszary otoczenia mechanizmu rynkowego, z j. angielskiego: *Political, Economic, Social, Technological*¹⁵. W niniejszym materiale model PEST prezentowany jest w ujęciu klasycznym¹⁶ i bazuje na analizie uwarunkowań: polityczno-prawnych, ekonomicznych, społecznych i technologicznych.

Jako czas odniesienia uznano okres przygotowawczy do wdrożenia mechanizmu na rynku, aż do momentu zorganizowania pierwszych aukcji – orientacyjnie lata 2023-2027 (w scenariuszu konserwatywnym – więcej patrz 2.6 cz. I). Obiektem badawczym jest mechanizm wsparcia rynku wodoru niskoemisyjnego (i odnawialnego) bez odniesienia do konkretnego typu mechanizmu, zgodnie z założeniem, że wybór preferowanego mechanizmu nie wpłynie znacząco na makrootoczenie w przyjętym odcinku czasu. Zaprezentowana poniżej analiza PEST, w związku z funkcją komplementarną wobec sedna niniejszego opracowania, w naturalny sposób nie wyczerpuje wielowątkowego tematu rynku wodorowego. Przedstawia jednak najważniejsze (według najlepszej wiedzy autorów) czynniki składające się na makrootoczenie rynkowe. Ich opis uwzględnia zarówno kierunek, jak i siłę oddziaływania¹⁷, z wykorzystaniem umownej skali punktowej od -3 do 3, w której punkty ujemne należy odczytywać jako czynniki negatywne (zagrożenia), punkty dodatnie – jako czynniki pozytywne (szanse), zaś 0 – jako czynnik neutralny. Podsumowaniem analizy jakościowej są wykresy prezentujące wyniki analizy na skali punktowej.

¹² Antonowicz A., Antonowicz P., Pusiewicz M., Skrzyniarz P., *Integracja metodyczna PEST i SWOT w przeglądzie pakietu strategicznego na przykładzie spółki z sektora gazu ziemnego w Polsce – perspektywa strategiczna*, Zarządzanie i Finanse, Journal of Management and Finance, Tom 16, Nr 4/2/2018.

¹³ Analiza SWOT została zaprezentowana oddzielnie dla każdego mechanizmu w dalszej części niniejszego opracowania.

¹⁴ Patrz: Bava F., de Eribe S.O., Carrera A., Schouten M., *CHESTER D6.1 -Detailed PESTEL and PORTER analysis of the CHEST system*, HORIZON 2020.

¹⁵ Gierszewska G., Romanowska M., *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2016.

¹⁶ Ibidem.

¹⁷ Ibidem.

1.1. Polityczne

Wodór jednym z fundamentów polityki energetyczno-klimatycznej UE. Cele określone przez organy UE w zakresie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, prowadzące do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r., od kilku lat stają się coraz bardziej ambitne. Dodatkowym wzmocnieniem prowadzonej polityki energetyczno-klimatycznej stała się inwazja wojskowa Rosji na Ukrainę i redukcja dostaw rosyjskich surowców do Europy. Od 2018 r., gdy na podstawie przyjętej wówczas dyrektywy RED III¹⁸ cel OZE na 2030 r. został wyznaczony na poziomie 32%, podwyższano go już dwukrotnie – do 40% w opublikowanym w 2021 r. pakiecie Fitfor55, a następnie do 45% w planie Komisji Europejskiej REPowerEU. Systematycznie zwiększany jest też poziom koniecznego ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, wymogi dotyczące efektywności energetycznej budynków czy normy emisji CO₂ z samochodów osobowych i dostawczych. W transformacji energetycznej UE priorytetową rolę ma odegrać rozwój gospodarki wodorowej, która pozwoli na dekarbonizację szczególnie trudnych do zelektryfikowania. Znaczenie wodoru zostało podkreślone w Strategii w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu (Strategii wodorowej UE)¹⁹, która powołała europejski sojusz na rzecz czystego wodoru i określiła dostępne formy wsparcia wodoru w ramach różnych instrumentów i mechanizmów²⁰. Wsparcie inwestycyjne wodoru w ramach narzędzi UE z roku na rok wzrasta, czego dobrym przykładem jest m.in. zapowiedź powołania Europejskiego Banku Wodoru (więcej patrz: pkt 1.2). Kwestią dyskusyjną jest dalsze zaostrzenie zapisów w nowelizowanej obecnie dyrektywie RED II bądź złagodzenie kursu Komisji Europejskiej²¹ przez przyjęcie propozycji Parlamentu Europejskiego²² lub Rady UE²³, które wpłyną m.in. na ostateczny kształt wymogów dla przemysłu i transportu, dotyczących koniecznego udziału RFNBO (ang. *Renewable Fuels of Non-Biological Origin*).

Opóźnienia w zapisach definiujących wodór i dających gwarancję jego pochodzenia.

Wprowadzenie zasad definiowania rodzajów wodoru (w zależności od metody wytwarzania i stopnia emisyjności na poziomie UE), a także przyjęcie wspólnego dla państw członkowskich UE, zharmonizowanego systemu certyfikacji wodoru, który zapewni informacje o źródle energii, zakładzie wytwórczym, czasie wytwarzania, intensywności węglowej produktu oraz dniu wydania certyfikatu, możliwe będzie w

¹⁸ PE/48/2018/REV/1, op. cit.

¹⁹ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-społecznego i Komitetu Regionów. Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu [COM(2020) 301 final].

²⁰ W tym projekty IPCEI, zwiększenie budżetu w programie InvestEU, instrument Łącząc Europę.

²¹ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-społecznego i Komitetu Regionów. Plan REPowerEU [COM(2022) 230 final].

²² *Amendments by the European Parliament to the Commission proposal (2021/0218)*, Parlament Europejski, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2022-0317_EN.html.

²³ "Fit for 55": Council agrees on higher targets for renewables and energy efficiency, Rada Unii Europejskiej, 2022, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/06/27/fit-for-55-council-agrees-on-higher-targets-for-renewables-and-energy-efficiency/>.

latach 2023-2024. Brak jednoznacznych norm²⁴ powoduje, że projektowanie i wdrożenie systemu wsparcia wodoru na rynku krajowym może być mocno utrudnione i obciążone ryzykiem dezaktualizowania wskutek ew. zmian w prawodawstwie UE. W horyzoncie 2025-2027 zakładane jest już obowiązywanie ww. norm na poziomie UE. Złożoność systemu, a w szczególności możliwość nieuznania określonych metod wytwarzania wodoru za rozwiązanie zeroemisyjne (ew. niskoemisyjne) z jednej strony wyjaśni szereg obecnie występujących wątpliwości, z drugiej zaś – może powodować zdecydowany wzrost nakładów administracyjnych, kosztów przestrzegania przepisów, a ostatecznie rezygnację z inwestowania w niektóre projekty wytwarzania wodoru.

Konsensus polityczny wokół przyjętego rozwiązania w Polsce. Wdrażanie i funkcjonowanie systemu wsparcia dla wodoru uzależnione będzie od konsensusu politycznego wokół wybranego rozwiązania. Mechanizm wsparcia z definicji jest bowiem polityką długofalową, a przez to wymagającą ponadpartyjnej zgody na scenie politycznej. Na podstawie informacji publicznych można stwierdzić, że obecnie wszystkie główne partie polityczne akceptują konieczność inwestowania w technologie wodorowe i żadne ugrupowanie nie wyraża krytyki wobec tego nośnika energii. Z drugiej strony, ewentualna niestabilność polityczna może negatywnie rzutować na sprawność procesu legislacyjnego.

Bariery legislacyjne i spójność z prawem unijnym. O ile, jak wskazano powyżej, zmiany na polskiej scenie politycznej nie powinny wpływać na samo otoczenie polityczne dla wodoru, o tyle dają się zidentyfikować pewne zagrożenia związane z samym procesem tworzenia legislacji czy powolnym jej wdrażaniem. Rozwój gospodarki wodorowej uzależniony będzie ściśle od dynamiki wzrostu sektora OZE (przyrostu mocy wytwórczych) i przyjętych legislacji, w tym szczególnie: nowelizacji Ustawy o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych²⁵, zmian w ustawie Prawo energetyczne²⁶ lub Ustawie o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw²⁷. Ważnym czynnikiem będzie też spójność polskiego prawa z unijnym, szczególnie w zakresie definiowania wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego (wraz z kryterium emisyjności).

Wzrost sprawności postępowań administracyjnych i pozwoleń. Na wdrożenie i funkcjonowanie mechanizmu wsparcia dla wodoru wpływać też będzie przeszkolenie administracji i właściwych urzędów oraz ich zdolność do sprawnego procesowania np. pozwoleń dla nowych projektów wodorowych. Należy uznać, że w tym względzie obserwowany będzie trend wzrostowy związany ze wzrostem kompetencji i doświadczeń administracji publicznej²⁸ wraz z rosnącą skalą projektów wodorowych.

²⁴ Patrz: Buck M., *EU hydrogen labelling: why it's crucial to ensure that 'renewable' is truly green*, EURActiv, 2022, <https://www.euractiv.com/section/energy/opinion/eu-hydrogen-labelling-why-its-crucial-to-ensure-that-renewable-is-truly-green/>.

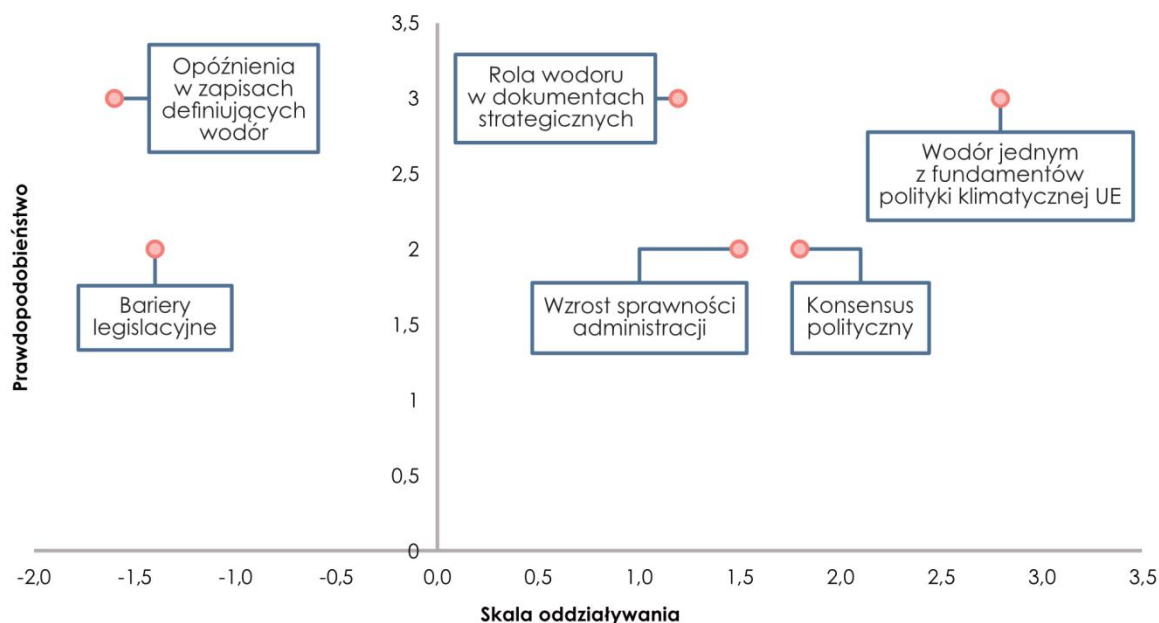
²⁵ Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. 2016 poz. 961).

²⁶ W szczególności: Projekt ustawy o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw, projekt z dnia 4 sierpnia 2022 [UD382].

²⁷ Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw (Dz.U. 2006 nr 169 poz. 1200).

²⁸ *Transformacja energetyczna w obliczu zmian geopolitycznych i luk kompetencyjnych*, HRK S.A., 2022.

Rola wodoru w dokumentach strategicznych i konsekwencja w realizacji. Dokumenty strategiczne w zakresie polityki energetycznej pełnią kluczową funkcję, wprowadzając przewidywalność oraz możliwość prognozy kierunków rozwoju rynku. Tym samym ważne wydaje się nadanie wodorowi istotnej roli w dokumentach strategicznych. Na chwilę obecną, wobec publikacji Polskiej Strategii Wodorowej²⁹ oraz realizacji Porozumienia sektorowego na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce³⁰, wymóg ten wydaje się spełniony i należy oczekiwać, że w kolejnych iteracjach Polityki Energetycznej Polski, rola ta będzie również rosła. Ważną kwestią będzie również konsekwencja w realizacji tychże strategii.



Rysunek 3. Istota czynników politycznych a prawdopodobieństwo ich wystąpienia

Źródło: opracowanie własne.

1.2. Ekonomiczne

Koszt wytwarzania wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego³¹. W kolejnych latach zakładana jest kontynuacja trendu spadkowego ceny za jednostkę wodoru produkowanego z elektrolizy, który już obecnie, przy rekordowych cenach giełdowych gazu ziemnego i w określonych warunkach może być tańszy niż wodór produkowany z

²⁹ Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040, załącznik do uchwały nr 149 Rady Ministrów z dnia 2 listopada 2021 r. (poz. 1138).

³⁰ Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej w Europie, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2021.

³¹ Rozumiane w kontekście inwestycji, które muszą spełniać wymóg ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w całym cyklu życia wynoszący 73,4% dla wodoru, co skutkuje emisją gazów cieplarnianych w całym cyklu życia poniżej 3 tCO₂eq/tH₂ i 70% w przypadku paliw syntetycznych wytwarzanych z użyciem wodoru, w odniesieniu do porównywalnego paliwa kopalnego wynoszącego 94 g CO₂e/MJ, co daje 2,256 t CO₂eq/tH₂, analogicznie do podejścia określonego w art. 25 ust. 2 i załączniku V do dyrektywy (UE) 2018/2001.

gazu ziemnego³². Przyczyną tego zjawiska ma być powstanie efektu skali poprzez zwiększoną realizację projektów wodorowych i rozwój rynku wodoru. Koszt wytwarzania wodoru odnawialnego zależy jednak od wielu zmiennych, w tym: dostępu do taniej energii elektrycznej, kosztów logistyki, kosztu dostępnych alternatyw wobec wodoru, a także opłat dodatkowych (opłaty przesyłowe i dystrybucyjne). W rachunku kosztowym najważniejszym aspektem pozostaje koszt i dostępność energii elektrycznej (tym ważniejsza, że w procesie wytwarzania wodoru powstają znaczące straty energii) i powiązana płynność rynku obrotu energią. Stabilny spadek cen energii musi zaś wiązać się z przyrostem mocy wytwórczych o zerowym koszcie zmiennym, czyli OZE. W przypadku wodoru niskoemisyjnego również koszt i dostępność surowca bazowego (np. jednostki gazu ziemnego lub biomasy) będzie kluczowa, jednak w horyzoncie 2027-2030 najpewniej nie wykaże trendu spadkowego.

Rosnąca luka wytwórcza w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym. Zakłada się, że wytwarzanie wodoru odnawialnego z elektrolizy będzie możliwe w Polsce na szerszą skalę jedynie pod warunkiem wystąpienia nadwyżek energii elektrycznej z OZE. Wobec dynamicznie rosnącego krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną i prognozy utrzymania tego trendu w kolejnych latach, istnieje znaczące ryzyko wystąpienia i powiększania się niedoborów wymaganej nadwyżki mocy w KSE po 2025 r.³³, co mogłoby silnie negatywnie oddziaływać na potencjał wytwórczy wodoru odnawialnego w Polsce. Mitygacją tego ryzyka jest rozbudowa mocy wytwórczych OZE, ale też stworzenie przyjaznego środowiska regulacyjnego oraz usunięcie barier technicznych dla importu wodoropochodnych paliw syntetycznych i w przyszłości – samego wodoru³⁴.

Realizacja planów zdecydowanego wzrostu zapotrzebowania na wodór odnawialny. W przypadku niektórych gałęzi transportu oraz sektorów przemysłu, które albo są trudne do zelektryfikowania (hutnictwo, produkcja cementu), albo wykazują wysokie zapotrzebowanie na wodór w procesach produkcyjnych, wzrost udziału wodoru odnawialnego stanowi szczególnie dogodną (a niekiedy pierwszą możliwą) ścieżkę dekarbonizacyjną³⁵. Z tego też powodu, w obecnie dyskutowanych zapisach nowelizujących dyrektywę RED II proponuje się w perspektywie 2030 r. udział RFNBO na poziomie min. 2,6% wszystkich paliw transportowych (w ujęciu Rady UE cel niewiążący; w ujęciu KE i PE – wiążący i wyższy, na poziomie 5,7%) oraz min. 35% w przemyśle (według propozycji Komisji Europejskiej – 78%, według PE – 50%). Cele te będą mogły być dalej zaostrzane w perspektywie kolejnych 5-10 lat, co powinno doprowadzić do gwałtownego wzrostu popytu na wodór odnawialny i syntetyczne paliwa wodoropochodne, pochodzące z produkcji krajowej bądź importu.

³² Dane Hydrogen Europe, dotyczące kosztu LCOH w Unii Europejskiej, Norwegii i Wielkiej Brytanii w porównaniu do kosztu wytworzenia wodoru z gazu ziemnego metodą reformingu parowego, za: *Clean Hydrogen Monitor 2022*, Hydrogen Europe, 2022.

³³ *Sprawozdanie z wyników monitorowania bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej za okres od dnia 1 stycznia 2019 r. do dnia 31 grudnia 2020 r.*, Minister Klimatu i Środowiska, 2021.

³⁴ Kwestie importu wodoru i syntetycznych paliw wodoropochodnych są omawiane również w dalszych częściach niniejszego opracowania.

³⁵ Patrz: COM(2020) 301 final, op. cit.

Zapotrzebowanie na wodór w świetle sytuacji gospodarczej. Kolejnym czynnikiem rzutującym na otoczenie rynkowe modelu wsparcia będzie zapotrzebowanie na wodór ogółem połączone ściśle z sytuacją gospodarczą i sytuacją finansową poszczególnych uczestników rynku. Według stanu na listopad 2022 r. obserwowane jest spowolnienie światowej, w tym polskiej, gospodarki oraz oczekiwane są dalsze odczyty niższych wartości PKB. Według prognoz Międzynarodowego Funduszu Walutowego³⁶ w 2023 r. wzrost światowej gospodarki może wynieść 2,7%, co stanowiłoby najniższy przyrost od 2001 r. Krótkoterminowo pogorszenie otoczenia gospodarczego może się przełożyć na niewielkie osłabienie dynamiki inwestycyjnej w nowe technologie, w tym wodorowe, trend lekkiego zwrotu ku paliwom konwencjonalnym w celu szybkiego zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, a także konieczność subsydiowania rosnących cen energii i paliw m.in. za sprawą podatku od nadmiarowych zysków przedsiębiorstw energetycznych³⁷. Jednak już w perspektywie kolejnego roku, od 2024 r. tempo wzrostu gospodarki światowej powinno przyspieszyć, na co wskazuje m.in. prognoza S&P³⁸. Pokrywa się to z prognozami Narodowego Banku Polskiego, który przewiduje wzrost polskiej gospodarki w 2023 r. o zaledwie 0,7%, z kolei w 2024 r. na poziomie 2%³⁹. Tym samym uruchomienie systemu wsparcia dla wodoru powinno wpisać się w trend przyspieszenia wzrostu gospodarczego.

Atrakcyjność alternatyw zależna od sektora. Na krajowy system wsparcia wodoru rzutować będzie atrakcyjność alternatyw możliwych do zaimplementowania w poszczególnych sektorach – zarówno rozwiązań konwencjonalnych (np. gaz ziemny), jak i alternatywnych, niskoemisyjnych (np. biopaliwa). Na podstawie prognozowanego spadku średnioważonego kosztu wodoru – LCOH⁴⁰, wystąpienia efektu skali, spodziewanego wzrostu cen uprawnień do emisji w systemie EU ETS (średnio 78,70 EUR/t w 2023 r. i 92,43 EUR/t w 2024 r.)⁴¹ oraz presji regulacyjnej można spodziewać się, że w wybranych sektorach, gdzie zastosowanie wodoru jest nieuniknione (patrz wyżej), atrakcyjność wodoru odnawialnego i niskoemisyjnego wobec innych rozwiązań będzie zdecydowanie wzrastać. W pozostałych wyścig technologiczny będzie sprzyjał m.in. elektryfikacji⁴².

Przewidywana poprawa na rynkach finansowych od 2024 r. Sytuacja na światowych rynkach jest powiązana i wpływa bezpośrednio na poziom inwestycji w projekty

³⁶ *World Energy Outlook. October 2022*, Międzynarodowy Fundusz Walutowy, 2022.

³⁷ *Poland to raise \$2.75 billion with energy windfall tax, says minister*, Reuters, 2022, <https://www.reuters.com/business/energy/poland-raise-275-billion-with-energy-windfall-tax-says-minister-2022-09-25/>.

³⁸ Johnson S., *Tightening financial conditions will slow global economic growth and inflation*, S&P Global Market Intelligence, 2022, <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/mi/research-analysis/tightening-financial-conditions-slow-global-economic-growth.html>.

³⁹ *Projekcja inflacji i wzrostu gospodarczego Narodowego Banku Polskiego na podstawie modelu NECMOD*, Narodowy Bank Polski, 2022.

⁴⁰ *Clean Hydrogen Monitor 2022*, op. cit.

⁴¹ *Analysts cut EU carbon price forecasts on weak economies, increased supply*, Reuters, 2022, <https://www.reuters.com/markets/commodities/analysts-cut-eu-carbon-price-forecasts-weak-economies-increased-supply-2022-11-03/>.

⁴² *Plugging in: What electrification can do for industry*, McKinsey&Company, 2020, <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/plugging-in-what-electrification-can-do-for-industry>.

energetyczne. W określonych warunkach np. dużej niepewności co do sytuacji rynkowej, kapitał może jednak poszukiwać alternatywnych inwestycji np. w projekty energetyczne. W momencie tworzenia niniejszego raportu (tj. w listopadzie 2022 r.) światowe giełdy wyłamywały się z trendu trwającej od października 2021 r. bessy. Jednak nawet pesymistyczne prognozy analityków rynku i ekonomistów przewidują poprawę sytuacji od roku 2024⁴³. Tym samym należy założyć, że otoczenie rynkowe pozytywnie wpłynie na rozwój projektów wodorowych w Polsce, a tym samym przyjęty model wsparcia.

Koszt pieniądza i inflacja. Kluczowym czynnikiem dla inwestycji w wodór będzie koszt pieniądza związany z wysokością stóp procentowych. Warto zaznaczyć, że czynnik ten może działać dwojako na inwestorów – zmniejszać atrakcyjność inwestycji poprzez wysokie koszty pozyskania finansowania i odciągać kapitał do bezpieczniejszych, lepiej oprocentowanych aktywów (np. obligacje skarbowe). Istotnym czynnikiem będzie też inflacja mająca wpływ na rosnące koszty realizacji projektów wodorowych. Według oficjalnych prognoz Narodowego Banku Polskiego do 2025 r. inflacja w Polsce ma spadać i powrócić w celu inflacyjnego banku centralnego na maksymalnym poziomie 3,5% do 2025 r. Tym samym wzrost cen w Polsce, a tym samym pośrednio kosztów projektów inwestycyjnych, będzie hamował, tworząc bardziej przewidywalne środowisko rynkowe dla wodorowych projektów⁴⁴. Jednak wobec prognoz wskazujących na wysoki poziom inflacji w latach 2022-2024 należy uznać, że poziom stóp procentowych pozostanie na zbliżonym do obecnego poziomie z perspektywą dalszych, choć raczej niewielkich podwyżek, i ewentualnych obniżek w 2024 r. Tym samym koszty kapitału dla projektów wodorowych pozostaną relatywnie wysokie w przeciągu kilku nadchodzących lat.

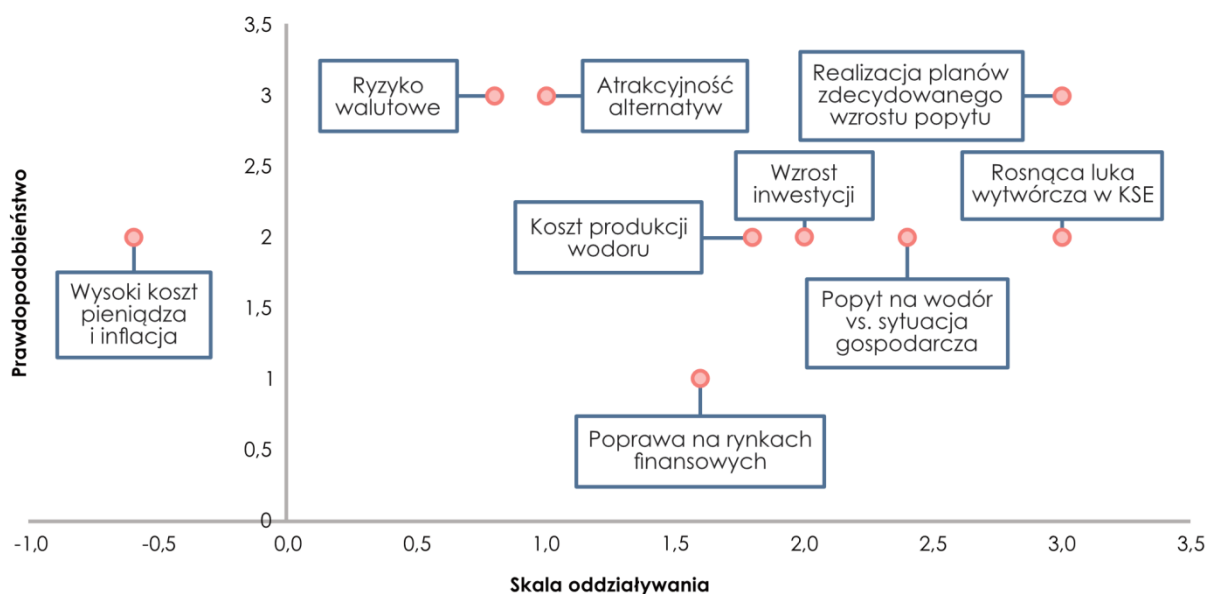
Ryzyko walutowe. Ryzyko walutowe związane z pozycją złotego i jego kursem wobec innych walut może wpływać na system wsparcia wodoru w różny sposób. Po pierwsze, kurs par walutowych USD/PLN oraz EUR/PLN bezpośrednio wpływa na ceny surowców, energii i paliw denominowanych w obcych walutach, a więc wpływa z jednej strony na koszty alternatyw wobec wodoru odnawialnego i niskoemisyjnego, jak też koszt wytwarzania samego wodoru np. z gazu ziemnego. Po drugie, wahania kursów walut wpływać mogą na wycenę w PLN przyjętego w modelu wsparcia benchmarku, co realnie wpływałoby na atrakcyjność oferty mechanizmu wsparcia. Należy też zwrócić uwagę na powiązanie polskiej waluty z euro, tym samym istotnym czynnikiem wpływającym na kurs złotego jest również kurs pary EUR/USD. Brak jest wiarygodnych długoterminowych prognoz dla kursów walutowych w omawianym okresie, można jednak uznać, że powinny się one lokować na zbliżonych do obecnych poziomach. W przewidywalnej przyszłości bowiem perspektywy kontynuacji negatywnych czynników (kontynuacja inwazji wojskowej Rosji w Ukrainie, wysoka inflacja, widmo recesji) pozostają wysokie. Niemniej można spodziewać się też stopniowego słabnięcia tychże czynników, co może doprowadzić do umocnienia złotego. Taki scenariusz przewiduje m.in. projekt

⁴³ *The stock market could bottom in 2024: David Rosenberg*, Bloomberg, 2022.

⁴⁴ *Raport o inflacji. Listopad 2022*, Narodowy Bank Polski, 2022.

budżetu państwa na 2023 r., prognozujący ustabilizowanie się pary walutowej USD/PLN na poziomie 4,08⁴⁵.

Wzrost środków inwestycyjnych. Kluczowym czynnikiem dla funkcjonowania rynku i mechanizmu wsparcia wodoru będzie dostępność środków finansowych nie tylko na samą realizację projektów, ale też na badania technologii wodorowych czy zabezpieczenie operacji finansowych na rynku wodoru. W pierwszym kontekście prognozowane jest powiększenie środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju na programy grantowe, zgodnie z zapisami polskich dokumentów strategicznych⁴⁶, a także zwiększenie środków inwestycyjnych UE (głównie IPCEI Hy2Use, Horizon Europe, Innovation Fund). Także zapowiadany przez Komisję Europejską Europejski Bank Wodoru⁴⁷ będzie pełnić funkcję wsparcia rynku poprzez m.in. udzielanie gwarancji kredytowych dla projektów wodorowych.



Rysunek 4. Istota czynników ekonomicznych a prawdopodobieństwo ich wystąpienia

Źródło: opracowanie własne.

1.3. Społeczne

Powoli rosnąca dostępność wykwalifikowanych kadr. Pomimo obecności kadr związanych z wykorzystaniem wodoru w przemyśle w Polsce i powolnych dążeń do wzrostu dostępności kolejnych specjalistów, najprawdopodobniej nie pokryją one rosnącego zapotrzebowania na wykwalifikowanych pracowników. Za główne efekty tego problemu uważa się: wydłużone procesy rekrutacyjne, niewielką liczbę

⁴⁵ Założenia projektu budżetu państwa na rok 2023, Rada Ministrów, <https://www.gov.pl/attachment/e6f0908c-3193-4075-9503-2da0e73a439b>.

⁴⁶ Polska Strategia Wodorowa..., op. cit.

⁴⁷ 2022 State of the Union Address by President von der Leyen, Komisja Europejska, 2022.

kandydatów-specjalistów, a także wysokie oczekiwania płacowe⁴⁸. Ponadto w dalszym ciągu nie opracowano opisów kwalifikacji rynkowych dotyczących gospodarki wodorowej. Przegląd kierunków studiów na polskich uczelniach publicznych wykazał znaczące braki w dostępności programów kształcenia specjalistów z branży wodorowej. Zdecydowana większość kierunków związanych z energetyką, ciepłownictwem i OZE nie zapewnia studentom odpowiednich kursów z zakresu technologii wodorowych. Obecnie jedynie cztery uczelnie publiczne oferują studia podyplomowe lub magisterskie związane z energetyką wodorową (z czego aż trzy dopiero od roku akademickiego 2022/2023)⁴⁹. Zapowiadana przy powołaniu Mazowieckiej Doliny Wodorowej tzw. Akademia Wodorowa rozpocznie kształcenie studentów w marcu 2023 r., co oznacza jednak lekkie opóźnienie względem pierwotnego terminu⁵⁰. Wskazuje to na powolny trend zwiększania oferty kształcenia w tym zakresie. Należy jednak zaznaczyć, że efekty tego procesu mogą być widoczne dopiero po 2030 r., zwłaszcza przy utrzymaniu się ograniczonej oferty edukacyjnej.

Utrzymanie i przekwalifikowanie kadr zagrożonych redukcją (np. z regionów górniczych). Transformacja energetyczna może znacząco wpłynąć na rynek pracy m.in. w regionach górniczych, uzależnionych ekonomicznie od działania kopalni. Mimo świadomości konieczności przekwalifikowania mieszkańców tych regionów, obecnie działania w tym zakresie są bardzo ograniczone. Jak wynika z badań przeprowadzonych w lutym 2022 r., ponad 70% górników czuje się źle poinformowanych przez władze krajowe i samorządowe o procesie transformacji energetycznej w regionie i możliwości przekwalifikowania się⁵¹. Plany zamknięcia kopalń budzą obawy przede wszystkim młodszych górników, którzy nie mogą liczyć na wcześniejsze odejście na emeryturę. Z drugiej strony ważnym czynnikiem wpływającym na percepcję transformacji energetycznej i rozwoju wodoru jest stosunkowo odległa deklarowana data graniczna odejścia od węgla – 2049 rok⁵². Mimo obaw wielu górników o przyszłość zatrudnienia, aż 66% ankietowanych stwierdziło, że nie analizowało do tej pory swojej sytuacji zawodowej po wyłączeniu kopalń. Wprowadzenie technologii wodorowych jest szansą na wprowadzenie nowych miejsc pracy, niemniej przeszkodą jest brak wystarczającej oferty szkoleniowej. Należy się spodziewać, że czynnik ten będzie miał coraz większe znaczenie w kolejnych latach, a świadomość konieczności przekwalifikowania się znacząco wzrośnie wśród górników. Najprawdopodobniej wzrosną również możliwości odbycia dodatkowych kursów i szkoleń celem ułatwienia zmiany zawodu, obecnie jednak obszar ten jest niewykorzystany z punktu widzenia branży wodorowej.

⁴⁸ Transformacja energetyczna w obliczu zmian geopolitycznych..., op. cit.

⁴⁹ Uczelniami tymi są: Akademia Górniczo-Hutnicza, a od 2022 r. Politechnika Rzeszowska, Politechnika Gdańska, Uniwersytet Morski w Gdyni. Informacje na dzień 30.11.2022.

⁵⁰ Ruszyła pierwsza w Polsce Akademia Wodorowa dla studentów, ORLEN, 2022, <https://www.orklen.pl/pl/ofirmie/media/komunikaty-prasowe/2022/listopad/Ruszyta-pierwsza-w-Polsce-Akademia-Wodorowa-dla-studentow>.

⁵¹ Koziarek M., Pazderski F., Sobiesiak-Penszko P., *Co po węglu? Górnicy o klimacie, transformacji i przyszłości*, Instytut Spraw Publicznych, 2022.

⁵² Umowa Społeczna dotycząca transformacji sektora górnictwa węgla kamiennego oraz wybranych procesów transformacji województwa śląskiego, Ministerstwo Aktywów Państwowych, 2021. <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/umowa-spoleczna>.

Rosnąca wiedza społeczeństwa na temat wodoru. Jak wynika z badań, obecnie zaledwie 16% ankietowanych zgodziłoby się na zainstalowanie przydomowego wodorowego magazynu energii, nawet przy pełnym pokryciu kosztów instalacji z dotacji⁵³. Niepokój społeczny jest związany z brakiem wiedzy na temat technologii wodorowych – jedynie 5% ankietowanych zaznaczyło, że wie, jak działają ogniwa wodorowe. Zdecydowana większość społeczeństwa nie ma także wiedzy na temat możliwości wykorzystania wodoru. Brak dostatecznej wiedzy na temat technologii wodorowych nie stanowi jednak poważnej bariery rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce. Świadomość społeczeństwa w tym zakresie będzie się dynamicznie zwiększać ze względu na popularyzację technologii wodorowych (szczególnie w transporcie), wzrost znaczenia zmian klimatu dla przeciętnego obywatela oraz poparcie dla wodoru odnawialnego ze strony organizacji społecznych i ekologów.

Redukcja obaw społeczeństwa dotyczących bezpieczeństwa technologii wodorowych.

Czynnikiem, którego wpływ na rozwój gospodarki wodorowej obecnie spada, są obawy społeczeństwa dotyczące bezpieczeństwa wykorzystania wodoru w gospodarce (przede wszystkim w ciepłownictwie i transporcie). Powszechnie są liczne przekłamania i stereotypy w tym zakresie. Jak wynika z badań społecznych 65% Polaków obawiałoby się nieuszczelności lub ryzyka wybuchu instalacji wodorowego magazynu energii przy swoim miejscu zamieszkania, a dodatkowo aż 27% osób nie miało zdania na ten temat⁵⁴. Należy się jednak spodziewać, że wraz ze wzrostem wiedzy o wodorze w społeczeństwie oraz wystąpieniem efektu skali w gospodarce wodorowej, odsetek osób obawiających się rozwoju tej technologii będzie spadał.

Rosnąca świadomość społeczna zmian klimatu. Społeczna znajomość tematyki zmian klimatu w Polsce jest na wysokim poziomie. Wskazują na to badania opinii społecznej. Z badania przeprowadzonego w listopadzie 2020 r. przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska wynika, że aż 76% Polaków jednoznacznie wskazuje na negatywne skutki zmian klimatu i deklaruje świadomość istnienia tego zjawiska⁵⁵. Ponadto 67% osób uważa, że zmiany klimatyczne zaszkodzą im osobiście bezpośrednio⁵⁶. Zmiany klimatu mają szczególne znaczenie dla młodszej części społeczeństwa (do 35 roku życia). Badanie Centrum Edukacji Obywatelskiej z 2020 r. wykazało, że ponad połowa z nich na bieżąco śledzi informacje na temat zmian klimatu, a aż 46% wskazuje zmiany klimatu jako najpoważniejsze globalne wyzwanie⁵⁷. Należy się spodziewać, że w kolejnych latach utrzyma się tendencja wzrostu szybkiej świadomości społecznej dot. tego problemu, zwłaszcza wśród osób młodszych. Jest to czynnik, który pozytywnie będzie kształtował otoczenie społeczne m.in. dla rozwoju technologii wodorowych.

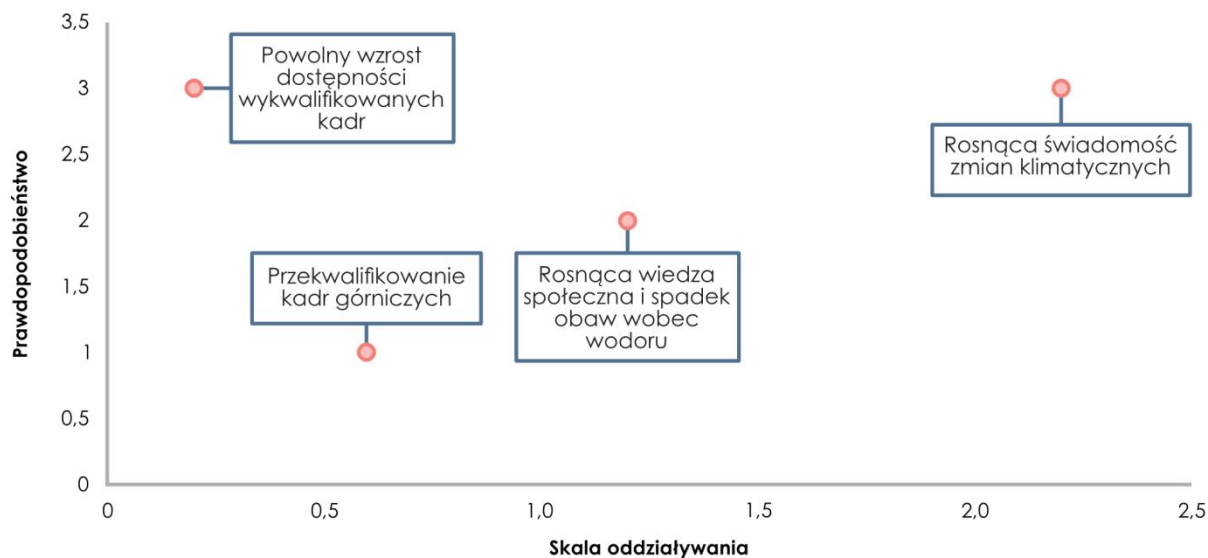
⁵³ Badanie nastrojów związanych z wykorzystaniem wodoru w Polsce, Stowarzyszenie PEMI, 2022.

⁵⁴ Ibidem.

⁵⁵ Jednotematyczne badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2020.

⁵⁶ Ibidem.

⁵⁷ Zmiana klimatu. Raport z Badania. Projekt „1Planet4All - Razem dla klimatu”, Centrum Edukacji Obywatelskiej, 2020.



Rysunek 5. Istota czynników społecznych a prawdopodobieństwo ich wystąpienia

Źródło: opracowanie własne

1.4. Technologiczne

Know-how w zakresie wytwarzania i zastosowania wodoru szarego. Polska jest trzecim największym wytwórcą wodoru tzw. szarego (technologicznego) w Europie. W większości wodór powstaje w przemyśle chemicznym, petrochemicznym i rafineryjnym, koksowniach (jako produkt uboczny), a także np. w przemyśle tłuszczowym na użytek własny. Wieloletnie doświadczenie w zakresie produkcji i zastosowania wodoru przekłada się na istnienie wyspecjalizowanych kadr (patrz także: pkt. 1.1.2.3), duży potencjał płynnego przejścia na wodór odnawialny i/lub niskoemisyjny w przemyśle i łatwiejsze wdrożenie nowych rozwiązań technologicznych.

Zróżnicowana dojrzałość technologii wytwarzania wodoru. W przypadku wodoru odnawialnego produkowanego z OZE istotnym czynnikiem są parametry techniczno-ekonomiczne instalacji konwersji elektrolitycznej. Dostępne na rynku technologie wykazują różną dojrzałość: od zaawansowanej (w przypadku elektrolizerów alkalicznych ALK), przez demonstracyjną (elektrolizery z membraną polimerową PEM) do fazy badań i rozwoju (elektrolizery stałotlenkowe SOE)⁵⁸. Szybki postęp, związany m.in. z wystąpieniem korzyści skali, powinien prowadzić do zwiększenia sprawności konwersji energii elektrycznej na chemiczną, wzrostu żywotności instalacji i zwiększenia maksymalnego czasu eksploatacji stosu, co wpłynie na wzrost wydajności produkcji. Za szczególnie obiecującą należy uznać technologię PEM, która charakteryzuje się niższymi stratami

⁵⁸ Zielony wodór z OZE w Polsce. Wykorzystanie energetyki wiatrowej i PV do produkcji zielonego wodoru jako szansa na realizację założeń Polityki Klimatyczno-Energetycznej UE w Polsce, Dolnośląski Instytut Studiów Energetycznych, Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, 2021.

energii w procesie produkcji w porównaniu do elektrolizerów ALK⁵⁹, przy czym już w horyzoncie 2030 r. powinna osiągnąć niższy poziom CAPEX od elektrolizera alkalicznego⁶⁰. Ważnym elementem dojrzałości technologicznej jest skala produkcji instalacji do elektrolizy – zbyt mała, by efektywnie odpowiadać na rosnące zapotrzebowanie na rynku. Pomimo dużego potencjału szybkiego wzrostu rokrocznie, wobec popytu w UE kreowanego przez nowelizowaną dyrektywę RED II i zależnością od dostaw metali ziem rzadkich, prawdopodobne są dalsze problemy z dostępnością instalacji. Inne obszary, które będzie charakteryzować umiarkowany trend wzrostowy, to zaawansowanie technologii przetwarzania odpadów komunalnych w kierunku wodoru oraz podniesienie wydajności procesu gazyfikacji biomasy.

Powolny rozwój i skalowanie technologii wychwytu CO₂. Instalacje wychwytu dwutlenku węgla (CCS, CCU, CDR) mogą stanowić jeden z kluczowych elementów do dekarbonizacji przemysłu. Tempo rozwoju technologii ze względu m.in. na ekonomikę procesu wciąż jednak jest powolne, co wiąże się z tym, że obecnie okres projektowania i wdrażania (*lead time*) instalacji bazujących na wychwycie CO₂ wynosi 5-10 lat, zaś transport i magazynowanie dwutlenku węgla znacznie utrudniają rozwój projektów i obciążają je wysokimi kosztami. W efekcie rozwiązania te nie stanowią już technologii eksperymentalnej, ale jednocześnie nie są powszechnie wdrożone⁶¹. W przypadku wytwarzania wodoru niskoemisyjnego z gazu ziemnego + CCS szacuje się, że w skali europejskiej szybko stanie się mniej opłacalna niż wytwarzanie wodoru odnawialnego m.in. ze względu na wysokie ceny gazu, a dodatkowo – obciążona ryzykiem osierocenia aktywów⁶², dlatego w perspektywie 2027 r. należy spodziewać się najwyżej łagodnego rozwoju technologicznego.

Rosnąca efektywność instalacji OZE. Należy oczekiwać, że wraz z postępowaniem technologicznym wzrastać będzie również współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej (CF – *capacity factor*) w samych instalacjach OZE: panelach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych, szczególnie morskich farmach wiatrowych⁶³. Wzrost wykorzystania mocy pozwala na podniesienie wolumenu produkcji energii elektrycznej z danej instalacji, co bezpośrednio wpływa na dostępność potencjalnych nadwyżek energii, służących do konwersji na wodór odnawialny. W perspektywie średnioterminowej (ok. 5 lat) wzrost ten będzie charakteryzował się słabszą dynamiką, m.in. ze względu na ograniczenia środowiskowe lub związane z zastosowanymi materiałami, lub umiarkowaną dynamiką w przypadku sektora *offshore wind*, gdzie występuje wciąż wysoki potencjał zaawansowania turbin, w tym turbin pływających (*floating turbines*).

⁵⁹ Cao X., Jiao L., Wang T., *PEM water electrolysis for hydrogen production: fundamentals, advances, and prospects*. Carb Neutrality, 2022.

⁶⁰ Zielony wodór z OZE w Polsce..., op. cit.

⁶¹ Durrant P., Kochhar K., Lyons M., *Reaching Zero with Renewables: Capturing Carbon*, International Renewable Energy Agency, 2021.

⁶² Patrz: *Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor*, International Renewable Energy Agency, 2022.

⁶³ *Wind energy in Europe 2019. Trends and statistics*, WindEurope, 2020.

Rosnąca dostępność rodzimych instalacji i komponentów. Na wzrost dostępności technologii znaczący wpływ może wywrzeć udział polskiego wkładu w tworzeniu krajowej gospodarki wodorowej, w tym: stworzenie programu rozwoju kluczowych komponentów dla instalacji konwersji elektrolitycznej polskiej produkcji, realizacja projektu budowy polskiej stacji tankowania wodoru czy demonstratorów uwzględniających polskie specjalności w całym łańcuchu wartości. Według Celu Strategicznego nr 1, wyznaczonego w ramach Porozumienia sektorowego na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej⁶⁴, tzw. *local content* może osiągnąć poziom nie niższy niż 50% tącznej wartości krajowej gospodarki wodorowej. W szerszej, europejskiej i światowej perspektywie efekt skali w kreowaniu popytu na wodór, związany z prognozowanym szybkim rozwojem rynku w kolejnych latach, powinien przyczynić się do umiarkowanego (do 2026/2027), a następnie dynamicznego wzrostu mocy wytwórczych. Przełoży się to na mniejszy czas oczekiwania na zamówione instalacje czy komponenty. W przypadku wytwarzania wodoru niskoemisyjnego z gazu ziemnego + CCS w Polsce istotne będzie uruchomienie pierwszych projektów wielkoskalowych, które zwiększą know-how i dostępność tej technologii.

Modernizacja i rozbudowa infrastruktury transportowej. Ze względu na specyficzne właściwości wodoru, w tym wysoki współczynnik przenikania, zjawisko kruchości i wybuchowość, jego transport infrastrukturą przesyłową rodzi wiele trudności⁶⁵. Przesył czystego wodoru wymaga dedykowanych sieci, których budowa i utrzymanie jest czasochłonne i kapitałochłonne. Technologia wmieszania wodoru do przesyłanego gazu ziemnego (*blending*) według różnych badań może pozwolić na 10-20% udziału wodoru w infrastrukturze przesyłu i dystrybucji gazu w Europie. W przypadku polskiej sieci gazociągowej wciąż brakuje wystarczających analiz do określenia maksymalnego dozwolonego udziału wodoru w przesyśle. W perspektywie 2026/2027 można oczekiwać stopniowego (powolnego) postępu prac nad *blendingiem* wodoru, jednak uruchomienie pierwszych odcinków dedykowanej sieci może nastąpić dopiero w horyzoncie 2030 r. Transport ciekłego wodoru cysternami i tankowcami niesie za sobą znaczące ograniczenia ekonomiczne, technologiczne i środowiskowe, dlatego w perspektywie do 2030 r. będzie stanowił marginalny sposób przewozu wodoru. Dostępna alternatywą wobec transportu ciekłego wodoru, szczególnie drogą morską pozostaje transport syntetycznych paliw wodoropochodnych, szczególnie amoniaku, e-metanolu i e-kerozyny (odnawialnego zrównoważonego paliwa lotniczego SAF)⁶⁶. Wiąże się to jednak z dodatkowymi kosztami przetworzenia wodoru i jego ew. wyodrębnienia z pochodnych.

Rozwój technologii magazynowania. Dostępne technologie magazynowania wodoru wymagają specjalnych warunków do jego przetworzenia, co może utrudnić magazynowanie na dużą skalę⁶⁷. Wpływają na to niska gęstość energii, a także wybuchowość, palność i korozyjność wodoru⁶⁸. Ponadto w procesie zamiany wodoru na

⁶⁴ Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej..., op. cit.

⁶⁵ Kierunki rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce, Polski Instytut Ekonomiczny, 2019.

⁶⁶ H2Global – Idea, Instrument and Intentions. Policy Brief, H2Global Stiftung, 2022.

⁶⁷ Zielony wodór z OZE w Polsce..., op. cit.

⁶⁸ Kierunki rozwoju gospodarki wodorowej..., op. cit.

energię podlegającą magazynowaniu odnotowywane są wysokie straty energii. Obecnie w Europie realizowanych jest kilka projektów demonstracyjnych (pilotażowych), w ramach których testowane jest dostosowanie kawern solnych do magazynowania wodoru, m.in. w Niemczech, Francji i Holandii. Również w Polsce testowano wykorzystanie kawern solnych w ramach projektu HESTOR⁶⁹, zaś obecnie realizowany jest m.in. kompleksowy program wodorowy PGNiG, obejmujący składowanie wodoru w kawernach w Kosakowie⁷⁰ czy projekt Polenergii dot. magazynowania wodoru z elektrolizy i produkowania e-kerozyny⁷¹. Wciąż jednak tempo rozwoju technologii magazynowania, w tym testów dotyczących wpływu przechowywania na czystość wodoru, a także okres realizacji projektów, pozostaje bardzo powolne. Realizacja projektu magazynowania HyStock w Holandii ma w założeniu potrwać siedem lat, nie uwzględniając fazy planowania⁷². Wdrażanie technologii dodatkowo komplikuje niedostosowanie regulacji i procesy pozwoleniowe.

Inteligentne zarządzanie popytem na energię. Rozwiązaniem częściowo ułatwiającym problemy magazynowania wodoru jest systematyczne wdrażanie sposobów inteligentnego zarządzania popytem na energię, a w okresie przejściowym także na gaz ziemny (inteligentne liczniki, DSR). Implementacja technologii w odniesieniu do wodoru (*hydrogen-ready smart meters*) ułatwi bilansowanie przesyłu i planowanie wytwarzania, docelowo zaś będzie kluczowym elementem budowania rozproszonego systemu opartego na energii elektrycznej i wodorze. Rozwój technologii ma potencjał szybkiego wzrostu na rynku europejskim, szczególnie w państwach, gdzie istnieją zaawansowane plany redukcji udziału gazu ziemnego w miksie energetycznym (Wielka Brytania, Włochy, Holandia), jednak w przypadku Polski w perspektywie do 2027 r. należy oczekiwać jedynie stopniowego wzrostu udziału inteligentnych liczników na energię elektryczną.

Rozwój technologii zwiększających zużycie wodoru w przemyśle. Sektor przemysłowy jest największym odbiorcą zapotrzebowania na wodór i jednocześnie posiada największy potencjał wzrostu popytu w długoletniej perspektywie – na wodór w czystej postaci, amoniak i metanol. Przyrost zdolności wytwórczych będzie sprzyjać wzrostowi skali wytwarzania wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego⁷³. W pełnej dekarbonizacji przemysłu, m.in. produkcji stali, największą barierą pozostają kwestie ekonomiczne, związane m.in. z ograniczoną dostępnością dużych wolumenów energii elektrycznej z OZE, produkowanej przy bardzo niskich cenach. Potencjał większego wykorzystania wodoru w przemyśle ma rozwój rozwiązań takich jak technologia Smart Carbon czy produkcja stali w piecu elektrycznym (EAF) z technologią bezpośredniej redukcji żelaza –

⁶⁹ Kluczowym celem projektu HESTOR, realizowanego w latach 2015-2017, było opracowanie możliwości magazynowania wodoru w kawernach solnych, który miałby być wykorzystany do zasilania turbin gazowych w szczytowych momentach zapotrzebowania na energię elektryczną, w procesach technologicznych w rafineriach oraz w transporcie do ogniw paliwowych.

⁷⁰ 12.05.2020 *Startuje nowy program wodorowy PGNiG*, PGNiG, 2020, <https://pgnig.pl/aktualnosci/-/news-list/id/startuje-nowy-program-wodorowy-pgnig/newsGroupId/10184>.

⁷¹ Projekt „H2 HUB Nowa Sarzyna: Magazynowanie Zielonego Wodoru”, patrz: *Polenergia rozpoczyna wodorowy projekt badawczo-rozwojowy*, Polenergia, 2022, <https://www.polenergia.pl/polenergia-rozpoczyna-wodorowy-projekt-badawczo-rozwojowy/>.

⁷² *Global Hydrogen Review 2022*, International Energy Agency, 2022.

⁷³ *Zielony wodór z OZE w Polsce...*, op. cit.

Direct Reduced Iron (DRI), zastępujących technologię „wielkiego pieca” w produkcji stali⁷⁴. W horyzoncie najbliższych 5 lat wdrożenie tych technologii w Polsce na skalę komercyjną jest jednak bardzo mało prawdopodobne. W przypadku innych gałęzi przemysłu, rozwiniętych w Polsce i wykorzystujących wodór (sektor rafineryjny i nawozowy) istnieje wysoki potencjał częściowej konwersji wodoru „szarego” na wodór odnawialny z elektrolizy (ew. wodór niskoemisyjny) już w perspektywie 2026-2027 r. Rozwijać się będzie także zastosowanie nowych technologii w sektorach znanych z wytwarzania wodoru, takich jak uwodornienie olejów roślinnych (HVO) w przemyśle rafineryjnym⁷⁵.

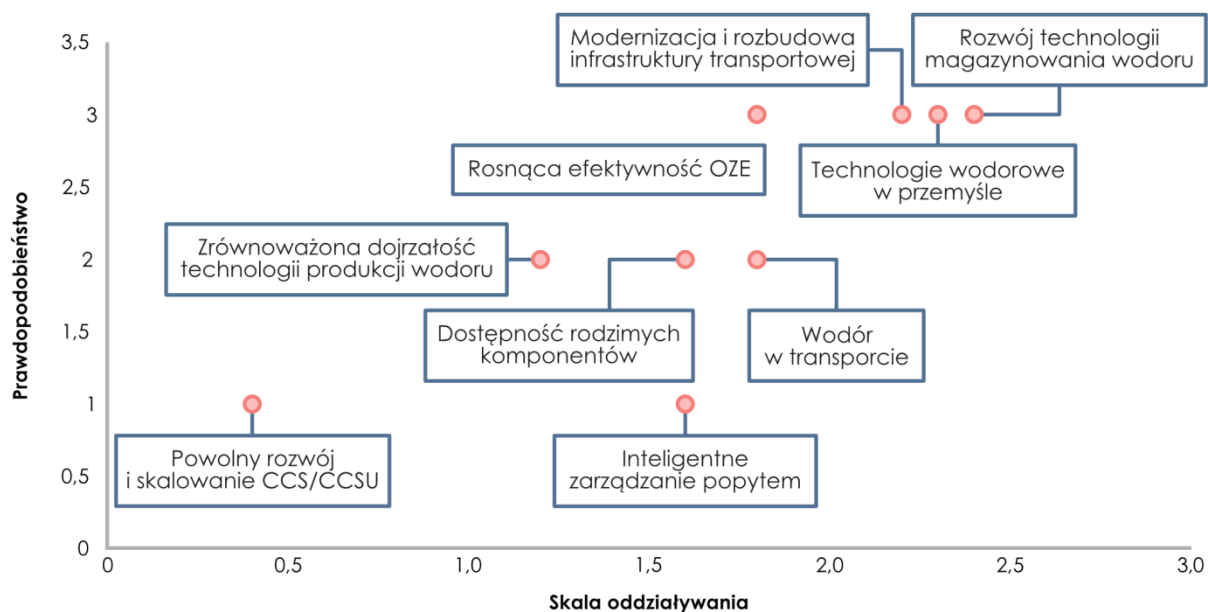
Wykorzystanie wodoru w transporcie. Zastosowanie napędu wodorowego w transporcie na szerszą skalę jest uzasadnione jedynie w niektórych jego gałęziach (głównie miejski transport publiczny i transport ciężarowy) i zależne głównie od trzech czynników: dostępności infrastruktury tankowania wodoru, podaży wodoru o jakości automotive (czystość na poziomie 99,999%) oraz presji regulacyjnej bądź wyrażonej w dokumentach strategicznych. Zgodnie z Polską Strategią Wodorową⁷⁶ do 2025 r. mają zostać uruchomione min. 32 nowe stacje tankowania i bunkrowania wodoru, które będą dedykowane w przeważającej mierze pojazdom miejskiego transportu zbiorowego, a także instalacja do oczyszczania wodoru. W kolejnej perspektywie (do 2030 r.) planowany jest dalszy rozwój stacji tankowania oraz rozwój wykorzystania wodoru w innych segmentach transportu. Według celów wyrażonych w Polityce Energetycznej Polski do 2040 r.⁷⁷ przetargi na nowe pojazdy komunikacji miejskiej w miastach pow. 100 tys. mieszkańców mają dotyczyć już wyłącznie autobusów wykorzystujących technologie zeroemisyjne (autobusy elektryczne i na wodór). Obecny stan rynku (w tym bariery ekonomiczne) i dominacja napędu elektrycznego wśród technologii zeroemisyjnych we flocie pojazdów w miastach Polski pozwala jednak przypuszczać, że tempo wzrostu wykorzystania wodoru w horyzoncie do 2027 r. będzie łagodne do umiarkowanego.

⁷⁴ *Clean Hydrogen Monitor 2022*, op. cit.

⁷⁵ *Budowa jednostki HVO w Zakładzie Produkcyjnym w Płocku*, ORLEN, 2021, <https://www.orten.pl/pl/relacje-inwestorskie/raporty-i-publicacje/raporty-biezace/2021/03/Raport-biezacy-nr-40-2021>.

⁷⁶ *Polska Strategia Wodorowa...*, op. cit.

⁷⁷ *Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.*, załącznik do uchwały nr 22/2021 Rady Ministrów z dnia 2 lutego 2021 r., Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2021.



Rysunek 6. Istota czynników technologicznych a prawdopodobieństwo ich wystąpienia

Źródło: opracowanie własne. Czynniki Know-how w zakresie wytwarzania i zastosowania wodoru szarego nie zostały ujęte na wykresie, ponieważ nie dotyczy go określenie prawdopodobieństwa wystąpienia.

2. Kontrakt różnicowy

Kontrakt różnicowy, stworzony w latach 90. XX w. w Wielkiej Brytanii, jest stosunkowo często wykorzystywanym mechanizmem w modelach pomocy publicznej w sektorze energetycznym, np. w systemach wsparcia nisko- lub zeroemisyjnej produkcji energii elektrycznej w wielu krajach UE. Znajduje on zastosowanie także w polskim systemie aukcyjnym OZE, który funkcjonuje na podstawie przepisów zawartych w Ustawie z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii⁷⁸.

Mechanizm kontraktu różnicowego w sektorze energetycznym funkcjonuje na podstawie odniesienia ceny wykonania, czyli kosztu inwestycji w dane aktywo energetyczne, do ceny referencyjnej, która zazwyczaj jest wyznaczana przez wybrany indeks giełdowy, np. przez cenę energii elektrycznej na rynku hurtowym. W przypadku, gdy cena wykonania jest wyższa od ceny referencyjnej, organizator systemu wsparcia (państwo) wypłaca inwestorowi ujemne saldo wynikające z różnicy pomiędzy obiema cenami. W modelu kontraktu różnicowego możliwe jest także wystąpienie salda dodatniego, gdy cena referencyjna przewyższa cenę wykonania. W takim przypadku inwestor może być zobowiązany do zwrotu nadwyżki na rzecz organizatora systemu wsparcia (państwa).

Systemy wsparcia bazujące na kontrakcie różnicowym zachęcają do inwestowania w nisko- i zeroemisyjną energię, zapewniając twórcom projektów o wysokich kosztach wstępnych i długim okresie eksploatacji bezpośrednią ochronę przed zmiennymi cenami hurtowymi, a także chronią konsumentów przed ponoszeniem zwiększonych kosztów wsparcia w przypadku wysokich cen indeksów giełdowych np. energii elektrycznej. **W konsekwencji kontrakt różnicowy zapewnia stosunkowo niski poziom ryzyka zarówno dla beneficjentów (wytwórców), jak i państwa.** Kontrakt różnicowy może być szczególnie korzystnym modelem wsparcia dla rozwoju nowych technologii w energetyce, które generują lukę kosztową w stosunku do swoich substytutów. Rozwiązanie to stymuluje zarazem spadek kosztów rozwoju danej technologii w horyzoncie długoterminowym.

Niemniej należy zakładać, że bezpośrednie przeniesienie mechaniki funkcjonowania kontraktu różnicowego m.in. z rynków OZE na rozwijający się rynek wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego w Polsce może nie być optymalnym rozwiązaniem z trzech podstawowych powodów.

Pierwszym kluczowym wyzwaniem funkcjonowania kontraktu różnicowego na rynku wodorowym jest ustalenie ceny odniesienia (referencyjnej lub giełdowej). Tak w Polsce, jak i w całej UE nie występuje indeks giełdowy wyznaczający hurtowe ceny wodoru (obecnie wódór wciąż nie stanowi jeszcze w większości przedmiotu transakcji handlowych).

Drugim problematycznym obszarem pozostaje brak rozwiniętej infrastruktury transportu wodoru (dedykowane sieci przesyłowe i dystrybucyjne) oraz infrastruktury magazynowej, które pozwalałyby docelowo także na wirtualne bilansowanie obrotu wodorem. Bariera ta wpływa bezpośrednio na ryzyko niezbilansowania podaży i popytu (patrz niżej).

⁷⁸ Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii [Dz.U. 2015 poz. 478].

Trzecią kwestią, konieczną do modyfikacji względem tradycyjnego ujęcia kontraktu różnicowego, jest dopasowanie go do charakterystyki popytu i podaży na rynku wodorowym, w szczególności na wczesnych etapach jego rozwoju. Należy uznać, że standardowy model mechanizmu, który występuje m.in. na rynku OZE w Polsce, jest dedykowany wytwórcom energii i ma na celu pokryć ich ewentualny nadmiar kosztów w stosunku do benchmarku rynku hurtowego. W przypadku rynku wodoru konieczne wydaje się nie tylko wsparcie dla wytwórców wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego, lecz także stworzenie możliwości dopasowania wolumenów wytwarzanego wodoru do potrzeb odbiorców (łącznie rynku zbytu z rynkiem wytwarzania już na etapie przystąpienia do aukcji). Powinno zapewnić to płynność wymiany handlowej i wypracowanie przyszłych benchmarków cen hurtowych kluczowe będzie wsparcie zarówno wytwórców, jak i odbiorców wodoru. Może mieć to szczególne znaczenie w pierwszych latach rozwoju rynku, gdy zakładane jest stosunkowo małe rozproszenie rynków wytwarzania i zbytu, w tym realizacji projektów wodorowych w formule *on-site* lub dolin wodorowych.

W niniejszym rozdziale przybliżone zostaną możliwe zasady funkcjonowania mechanizmu kontraktu różnicowego na rynku polskim. Przedstawiona będzie także analiza SWOT m.in. w perspektywie realizacji celów polityki klimatycznej UE oraz polityki energetycznej Polski.

2.1. Charakterystyka mechanizmu

Proponowany system wsparcia dla wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego w Polsce, bazujący na modelu różnicy, jest zasadniczo pewną formą zmodyfikowanego i rozbudowanego kontraktu różnicowego. Głównymi beneficjentami będą wytwórcy wodoru, a jego odbiorcy będą mieli możliwość jego zakupu po cenach zbliżonych do referencyjnego nośnika energii (obecnie używanego).

Zakłada się, że model wodorowego kontraktu różnicowego będzie realizowany w oparciu o dwa koszyki aukcyjne zależne od sektora, w którym działalność prowadzą odbiorcy wodoru. Będą to:

- ▶ Koszyk 1 – Przemysł, energetyka i ciepłownictwo;
- ▶ Koszyk 2 – Transport.

Oferty składane w aukcjach przez wytwórców i odbiorców będą wynikać z **odniesienia do cen referencyjnych**. Zakładane jest, że ceny referencyjne po stronie podaźowej będą zależeć od średnioważonego kosztu wytwarzania wodoru niskoemisyjnego lub odnawialnego (LCOH) ustalane przez regulatora na podstawie zebranych danych rynkowych.

Odbiorcy wodoru z kolei będą odnosić się do ceny referencyjnej zależnej od sektora, w którym prowadzą obecną działalność gospodarczą. Zakłada się, że dla sektorów przemysłu energetyki i ciepłownictwa odpowiednią referencją będzie cena gazu

ziemnego⁷⁹, a dla sektora transportu cena oleju napędowego⁸⁰. Ceny referencyjne dla strony popytowej będą ustalane przez ministra właściwego ds. energii na podstawie zebranych danych rynkowych.

Przewidywany jest **podział aukcji ze względu na moc instalacji do wytwarzania wodoru**. Proponowany podział będzie prowadzić do realizacji aukcji dla konsorcjów, w których wytwórca posiada instalację do wytwarzania wodoru o mocy od 50 kW do 1 MW ekwiwalentu elektrolizy, a także powyżej 1 MW ekwiwalentu elektrolizy. Nakłady inwestycyjne na instalację konwersji elektrolitycznej powinny znacząco spadać przy przekroczeniu progu mocy 1 MW⁸¹. W przypadku mniejszych instalacji przyjęto przedział mocy 50 kW – 1 MW, co jest zbieżne z definicją małych instalacji OZE zaproponowaną w ustawie o odnawialnych źródłach energii⁸². Co przy tym istotne, decydującym kryterium powinien być nie wolumen wytwarzania wodoru, o jaki ubiega się dany podmiot, ale faktyczna moc całości jego instalacji. Celem jest uniemożliwienie wystąpienia sytuacji, w której wielkoskalowy wytwórca wodoru będzie miał nadmierną przewagę konkurencyjną wobec mniejszych podmiotów, którzy przy instalacjach o niższej mocy nie będą osiągnęli analogicznych efektów skali, a tym samym nie będą mogli oferować równie niskiej ceny wytwarzania.

W modelu aukcji bazujących na kontrakcie różnicowym nie będą realizowane oddzielne aukcje popytowe ani podażowe (jak ma to miejsce w aukcjach bilateralnych). Zgodnie z tym co zostało opisane powyżej, w modelu wodorowego kontraktu różnicowego **wytwórcy i odbiorcy będą wchodzić do aukcji wspólnie w ramach stworzonych wcześniej partnerstw biznesowych**⁸³ (dalej: Partnerstwa). Dopuszczalne będzie uczestniczenie w aukcjach podmiotów należących do jednej grupy kapitałowej, dzięki czemu przystąpienie do aukcji może obejmować również spółki, które jednocześnie wytwarzają i konsumują wodór, a uczestnictwo w mechanizmie wesprze ich cele dekarbonizacyjne związane z regulacjami na poziomie UE. Koncepcja łączenia wytwórcy i odbiorcy w formule Partnerstwa ma pozwolić na redukcję istotnego ryzyka braku pokrycia podaży i popytu. Należy zakładać, że w przypadku braku rozwiniętej infrastruktury transportowej i rynku hurtowego wodoru pozostawienie kwestii łączenia podaży z popytem na poziomie państwa mogłoby okazać się nadmiernym ryzykiem. Mogłoby to doprowadzić do nieefektywnego wydatkowania środków publicznych,

⁷⁹ Benchmark cenowy dla gazu ziemnego może odnosić się do indeksu TTF lub TGE. Wymagane są dalsze analizy eksperckie.

⁸⁰ Rekomendowane jest, aby benchmark cenowy dla oleju napędowego został wypracowany przez jeden z podmiotów odpowiedzialnych (ministra właściwego ds. energii), możliwie na podstawie istniejących już zbiorów danych: [Archiwum cen paliw, LOTOS, https://www.lotospaliw.pl/145/type,oil_eurodiesel/dla_biznesu/hurtowe_ceny_paliw/archiwum_cen_paliw](https://www.lotospaliw.pl/145/type,oil_eurodiesel/dla_biznesu/hurtowe_ceny_paliw/archiwum_cen_paliw); *Hurtowe ceny paliw*, ORLEN, <https://www.orklen.pl/pl/dla-biznesu/hurtowe-ceny-paliw?Fuel=ONEkodiesel&Year=2019#paliwa-archive>.

⁸¹ *Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal*, International Renewable Energy Agency, 2020.

⁸² Dz.U. 2015 poz. 478, op. cit.

⁸³ Nazwa przykładowa, nie mająca odzwierciedlenia w obecnie istniejących definicjach prawnych zawartych w krajowej legislacji.

nieznalezienia odbiorców na część wolumenów aukcyjnych, a w konsekwencji powstania ryzyka wstrzymania wytwarzania lub działania instalacji.

Partnerstwa, które złożyły ofertę aukcyjną będą **konkurować między sobą w zakresie jak najniższej różnicy (spread)** pomiędzy ceną wytwarzania wodoru (strona podażowa), a ceną zakupu wodoru (strona popytowa). Partnerstwa, które będą miały najniższy poziom różnicy i wypełnią przewidziany wolumen aukcji, będą otrzymywać wypłatę luki finansowej od państwa na okres 10 lat⁸⁴ (patrz ramka). Państwo przekazywać będzie środki finansowe wytwórcom wodoru tworzącym Partnerstwa, którzy zobowiązani będą do jego sprzedaży po cenie określonej uprzednio w umowie o współpracy (umowie Partnerstwa).

W celu mitygacji ryzyka rynkowego, zarówno po stronie wytwórców, jak i odbiorców wodoru przewiduje się wprowadzenie **indeksacji** do cen gazu ziemnego, oleju napędowego (zgodnie z odpowiednimi koszykami aukcyjnymi) oraz poziomu inflacji. Zakłada się, że w przypadku wytwórców wodoru odnawialnego indeksacja będzie dotyczyła wyłącznie poziomu inflacji, a koszty energii elektrycznej pozostaną poza indeksacją ze względu na ich względną stałość (w przypadku zawartej umowy PPA lub własnego źródła OZE zgodnie z wymogami art. 27 RED). Przyjmuje się również, że **waloryzacja wsparcia dla wytwórców będzie realizowana od momentu wygrania aukcji, a nie pierwszego wolumenu wytworzonego wodoru**. Takie rozwiązanie ma zapewnić zabezpieczenie przed znacznym wzrostem kosztów rozwoju projektu lub budowy instalacji wytwórczej przez jej pierwszym uruchomieniem. Za domyślną walutę przyjęto polski złoty (PLN; patrz ramka poniżej).

Wybór waluty rozliczeniowej

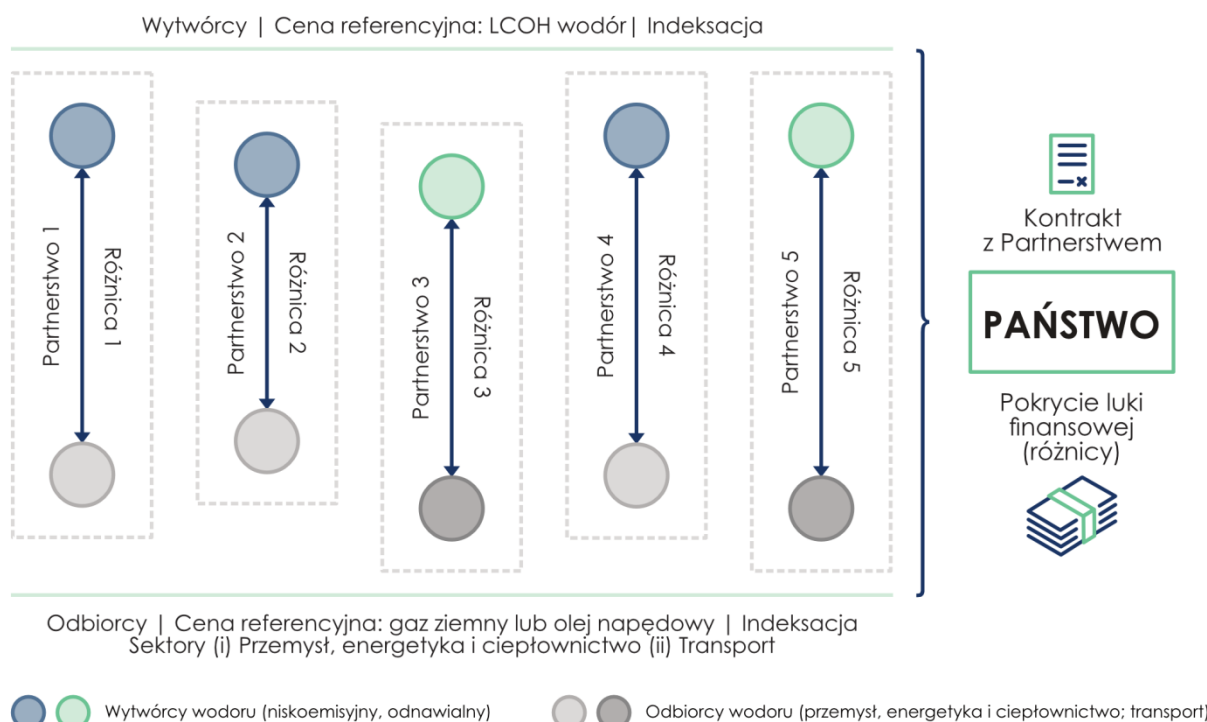
Domyślną walutą dla otrzymania i rozliczania pomocy w ramach mechanizmu wsparcia może być polski złoty (PLN), istnieje jednak możliwość pozostawienia wyboru waluty dla wytwórcy, będącego stroną Partnerstwa.

Po notyfikacji mechanizmu wsparcia do Komisji Europejskiej zatwierdzona pomoc będzie określona również w euro (EUR), co może sprzyjać pozostawieniu wyboru dla wytwórcy za zgodą odbiorcy. Strony Porozumienia mogłyby określić, po uwzględnieniu aktualnych warunków makroekonomicznych, w jakiej walucie otrzymują i rozliczają pomoc, tuż przed rozpoczęciem jej faktycznego wypłacania.

W modelu kontraktu różnicowego kwestia zapewnienia płynności handlowej pomiędzy stroną podażową a popytową pozostaje odpowiedzialnością Partnerstwa. Należy zakładać, że kwoty składające się na cenę wytwarzania oraz cenę zakupu wodoru generujące różnicę (spread) będą w praktyce wyceniać także ewentualne koszty

⁸⁴ Z punktu widzenia wytwórcy wodoru najbardziej optymalne jest zawiązywanie kontraktu długoterminowego (na 10, 15 lat), zaś dla odbiorcy wodoru pożądane byłyby umowy krótkoterminowe (1-2 lata) z możliwością ich odnowienia, które niwelowałyby ryzyko znacznego spadku ceny rynkowej wodoru w stosunku do ceny przyjętej w aukcji. W takiej sytuacji określenie długości kontraktu satysfakcjonującej dla obu stron wydaje się praktycznie niemożliwe. Przyjmuje się, że długość umowy powinna uwzględniać większe ryzyka spoczywające po stronie wytwórców i w związku z tym zaproponowano kontrakty długoterminowe, zaś w celu mitygacji ryzyka rynkowego wprowadzono indeksację do cen paliw wsadowych dla odbiorców wodoru

logistyczne. Niewskazane będzie jednak dopuszczenie do sytuacji, w której mechanizm wsparcia pokrywa również koszty transportu, ponieważ istnieje wówczas bardzo realne ryzyko udzielenia nadwsparcia. Dla zapewnienia pełnej transparentności i możliwości konkurencji proponuje się więc, aby **zakładana cena kupna/sprzedaży opierała się każdorazowo na formule FOB**, a więc zakładała odbiór “na bramie” zakładu wytwórcy. Przyjmuje się przy tym, że przynajmniej początkowo, ze względu na brak rozwiniętej infrastruktury przesyłowej i magazynowej, projekty wodorowe będą realizowane w formule *on-site* lub dolin wodorowych, gdzie wytwarzanie i zbyty będą zlokalizowane w tym samym miejscu lub w niedalekiej odległości (do 100 km). Dominować może wtedy budowa bezpośrednich rurociągów wodorowych⁸⁵ na teren zakładu lub transport sprężonego wodoru (cysternami i butlowozami).



Rysunek 7. Uproszczony schemat mechanizmu wodorowego kontraktu różnicowego

Źródło: opracowanie własne

2.2. Warunki przystąpienia do mechanizmu

Określenie warunków przystąpienia do mechanizmu może nastąpić w oparciu o doświadczenia i zasady przyjęte w systemie wsparcia OZE w Polsce na podstawie Ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii. Może to zmniejszyć barierę wejścia dla oferentów dzięki pewnemu *know-how* w zakresie przystępowania do aukcji,

⁸⁵ UD 382, op. cit.

zapewnić mniejszą trudność jego wdrażania, a także możliwości wykorzystania części wypracowanych już rozwiązań administracyjnych i informatycznych.

Poniższa lista warunków oraz zasad przystąpienia do mechanizmu jest jedynie wstępną propozycją i powinna zostać poddana konsultacjom społecznym, a także możliwym modyfikacjom w przyszłości wraz z uszczegółowieniem otoczenia regulacyjnego dla wodoru w Polsce.

Zakłada się, że wszelkie procesy administracyjne związane z uczestnictwem w systemie wsparcia będą odbywać się przez funkcjonującą już Internetową Platformę Aukcyjną (IPA), która w przypadku aukcji wodorowych będzie operacyjnie zarządzana przez URE. Do aukcji dopuszczane będą zmodernizowane i nowe instalacje wytwarzania wodoru, przez które rozumie się takie instalacje, które po raz pierwszy wytworzą wodór po dniu zamknięcia aukcji. Ewentualne dopuszczenie do systemu wsparcia istniejących instalacji⁸⁶ wymaga dokładnego przeanalizowania pod kątem zgodności z pomocą publiczną.

Konsorcjum, którego celem będzie uczestnictwo w mechanizmie wsparcia będzie zobowiązane do przejścia przez następujące procesy administracyjne:

1) Rejestracja na IPA

Zakłada się, że zarówno wytwórca, jak i odbiorca wodoru będą rejestrować oddzielne konta na IPA. Aby dokonać rejestracji na IPA, podmioty formujące Partnerstwo będą zobligowane do złożenia, poprzez oddzielne formularze rejestracyjne, podstawowych danych dotyczących podmiotów, które reprezentują, wskazując m.in. skład reprezentacji, ewentualne pełnomocnictwa, podpisy kwalifikowane osób reprezentujących podmiot, adres siedziby, dane kontaktowe, numer konta bankowego, sprawozdanie finansowe. Złożenie podstawowych danych umożliwi udział w dalszych procesach weryfikacyjnych i administracyjnych na IPA.

2) Aktywacja konta na IPA

Przyjmuje się, że zarówno konto wytwórcy, jak i odbiorcy wodoru będzie aktywowane po akceptacji administratora i potwierdzeniu przesyłanym na adres e-mail podany podczas rejestracji. Aktywacja konta na IPA będzie wiązać się z nadaniem indywidualnego identyfikatora (numeru ID) osobno wytwórcy i odbiorcy wodoru. Zarówno wytwórca, jak i odbiorca wodoru będą posiadali dedykowane dane rejestracyjne na IPA (login i hasło). Konto wytwórcy i odbiorcy wodoru będzie automatycznie usuwane z IPA, jeżeli żaden z nich nie złoży wniosku (opisanego w pkt. 3 poniżej) w terminie przed najbliższą planowaną aukcją oraz umożliwiającym przeprowadzenie jego weryfikacji z uwzględnieniem terminów załatwienia spraw wskazanych w KPA.

⁸⁶ Rekomendowane są dalsze analizy dotyczące ewentualnego udzielenia wsparcia dla instalacji, których realizacja odbyła się w czasie pomiędzy wejściem w życie odpowiedniej ustawy a dniem rozpoczęcia aukcji. Pozwoliłoby to uniknąć opóźnienia realizacji projektów w oczekiwaniu na faktyczne stosowanie przepisów prawa. Rozwiązanie takie jest postrzegane jako korzystne szczególnie dla wytwórców wodoru.

W przypadku, gdyby dopuszczono istniejące instalacje do udziału w systemie wsparcia np. poprzez odpowiednie przepisy przejściowe, przyjmuje się, że wymogi dla wytwórców, dotyczące procedury administracyjnej przystąpienia do aukcji, nie będą się różnić od wymogów przedstawionych w kolejnych punktach niniejszego podrozdziału.

3) Złożenie wniosku przez IPA

Wytwórca i odbiorca wodoru, deklarujący udział w aukcji, będą musieli złożyć odpowiedni wniosek przez IPA, które będzie zawierał następujące informacje i dokumenty (patrz tabela poniżej):

	Informacje i dokumenty
Wytwórca	Imię i nazwisko oraz adres zamieszkania albo nazwa i adres siedziby
	Lokalizacja i moc instalacji wytwarzania wodoru ⁸⁷
	Rodzaj wytwarzanego wodoru (z uwzględnieniem proponowanych definicji przedstawionych we Wprowadzeniu do niniejszej analizy, a także niezbędnych informacji technicznych, jak: źródło energii wykorzystywane do wytwarzania wodoru, ciśnienie wodoru, czystość wodoru, skład chemiczny, lub inne niezbędne informacje) ⁸⁸
	Prawomocne pozwolenie na budowę dla projektowanej instalacji wytwarzania wodoru (zakłada się, że przed wydaniem pozwolenia na budowę projekt budowlany jest sprawdzany pod kątem wymagań wynikających z decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach) ⁸⁹
	Harmonogram rzeczowo-finansowy realizacji budowy inwestycji
	Schemat instalacji wytwarzania wodoru wraz z oznaczeniem lokalizacji urządzeń pomiarowo-rozliczeniowych
	Podpis wytwórcy lub osoby upoważnionej do jego reprezentowania, z załączeniem oryginału lub uwierzytelnionej kopii dokumentu poświadczającego umocowanie takiej osoby do działania w imieniu wytwórcy
	*Plan udziału usług i materiałów lokalnych ⁹⁰
Odbiorca	Imię i nazwisko oraz adres zamieszkania albo nazwa i adres siedziby
	Lokalizacja instalacji odbiorczej wodoru ⁹¹
	Rodzaj wodoru, który odbiorca będzie kupował od wytwórcy (z uwzględnieniem proponowanych definicji przedstawionych we Wprowadzeniu do niniejszej analizy, a także niezbędnych informacji technicznych, jak: źródło energii wykorzystywane do wytwarzania wodoru,

⁸⁷ Instalację wytwarzania wodoru rozumie się jako wyodrębniony zespół urządzeń służących do wytwarzania wodoru odnawialnego lub niskoemisyjnego zgodnie z definicjami przedstawionymi w rozdziale 1.1.1.

⁸⁸ Dz.U. 2006 nr 169 poz. 1200, op. cit.

⁸⁹ Możliwym scenariuszem jest także umożliwienie uczestnictwa w aukcji wytwórcy bez posiadanego prawomocnego pozwolenia na budowę, jedynie ze zrealizowanym badaniem środowiskowym (do dalszych analiz).

⁹⁰ Opcjonalnie w dalszych analizach można rozważyć załączenie planu łańcucha dostaw i usług jako warunek zakwalifikowania do udziału w aukcji, ew. jako załącznik oferty aukcyjnej. Wymagać to będzie wprowadzenia ustawowej definicji planu łańcucha dostaw wodoru. Jednakże takie rozwiązanie może znacząco zwiększyć biurokrację procesu przystąpienia do mechanizmu i zniechęcić mniejsze podmioty do uczestnictwa w nim.

⁹¹ Instalację odbiorczą wodoru wymagałby szczegółowego zdefiniowania jednak powinna zawierać możliwe szeroki katalog urządzeń m.in. stacje tankowania wodoru, instalacje przemysłowe, rurociągi.

	ciśnienie wodoru, czystość wodoru, skład chemiczny, lub inne niezbędne informacje) ⁹²
	Schemat instalacji odbiorczej wodoru wraz z oznaczeniem lokalizacji urządzeń pomiarowo-rozliczeniowych
	Podpis odbiorcy lub osoby upoważnionej do jego reprezentowania, z załączeniem oryginału lub uwierzytelnionej kopii dokumentu poświadczającego umocowanie takiej osoby do działania w imieniu odbiorcy

Rysunek 8. Wykaz informacji i dokumentów niezbędnych do złożenia wniosku na IPA

Źródło: opracowanie własne

Komentarz (wymogi dla wytwórców wodoru):

Przyjmuje się, że w przypadku wybranych wytwórców wodoru, którzy będą zasilać instalację konwersji elektrolitycznej z własnego źródła OZE (*on-site*), niezbędne może być także pozyskanie lub wykazanie odpowiednich dokumentów w postaci: koncesji na wytwarzanie energii elektrycznej⁹³, warunków przyłączenia do sieci przesyłowej lub dystrybucyjnej oraz zgody Prezesa URE na budowę linii bezpośredniej, o ile spełnione zostaną warunki z Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne. **Pozyskanie wymienionych dokumentów przez wytwórców wodoru może być istotnym wyzwaniem administracyjnym**, które wpłynie na czas realizacji inwestycji lub brak możliwości jej realizacji. Należy poddać dalszym analizom możliwość złagodzenia tych przepisów dla wytwórców wodoru, szczególnie tych, którzy nie prowadzą obecnie działalności w sektorze energetycznym, a chcieliby wytwarzać wodór z własnego źródła OZE. W przypadku zasilania instalacji wytwórczej z sieci elektroenergetycznej konieczne będzie pozyskanie lub wykazanie (dla instalacji istniejących) warunków przyłączenia do sieci przesyłowej lub dystrybucyjnej, a także kontraktacja umowy typu PPA rozliczanej w cyklach miesięcznych zgodnie z propozycją art. 27 zmienianej dyrektywy RED II⁹⁴.

Ostatnim punktem jest weryfikacja złożonego wniosku przez administratora IPA w zakresie spełnienia wymogów prawnych oraz regulaminowych, a także wydanie zaświadczenia o możliwości przystąpienia do aukcji (o ile weryfikacja wniosku będzie pozytywna). Zakłada się, że termin ważności zaświadczenia wynosi 12 miesięcy od daty wydania.

Komentarz (wymogi dla odbiorców wodoru):

Zakłada się, że na przyszłym rynku mogą występować różne instalacje odbiorcze wodoru (przemysłowe, stacje tankowania, rurociągi), stąd trudno określić uniwersalny zestaw dokumentów, które odbiorca będzie musiał przedstawić w składanym wniosku.

⁹² Dz.U. 2006 nr 169 poz. 1200, op. cit.

⁹³ W przypadku istniejących instalacji, które zostałyby dopuszczone do systemu wsparcia.

⁹⁴ Report on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652 [A9-0208/2022].

Należy przyjąć, że dla instalacji odbiorczych proces weryfikacji wniosku będzie obejmował szeroki katalog aktów normatywnych odnoszących się zarówno do aspektów budowlanych, technicznych, środowiskowych jak i energetycznych. Wśród kluczowych aktów prawnych, które mogą zostać uwzględnione w procesie weryfikacji wniosku znajdują się m.in:

- ▶ Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane;
- ▶ Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko;
- ▶ Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym;
- ▶ Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym (Dz.U. z 2021 r. poz. 272);
- ▶ Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011 r. o przewozie towarów niebezpiecznych (Dz. U. 2021 r. poz. 756);
- ▶ Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 21 października 2022 r. w sprawie szczegółowych wymagań technicznych dla stacji wodoru.

Katalog aktów prawnych, którym będzie podlegał odbiorca wodoru podczas procesu weryfikacji wniosku aukcyjnego może się zmieniać wraz z rozwojem otoczenia regulacyjnego oraz nowych zastosowań wodoru w Polsce.

Ostatnim punktem jest weryfikacja złożonego wniosku przez administratora IPA w zakresie spełnienia wymogów prawnych oraz regulaminowych, a także wydanie zaświadczenia o możliwości przystąpienia do aukcji (o ile weryfikacja wniosku będzie pozytywna). Zakłada się, że termin ważności zaświadczenia wynosi 12 miesięcy od daty wydania.

4) Złożenie oferty aukcyjnej

Do aukcji mogą wejść **wytwórcy i odbiorcy wodoru**, którzy:

- ▶ posiadają ważne zaświadczenie o możliwości udziału w aukcji oraz złożyli oświadczenie o niepodawaniu fałszywych informacji na etapie wniosku. Posiadane ważne zaświadczenie o możliwości udziału w aukcji powinno potwierdzać informacje wprowadzone do IPA przez wytwórcę i odbiorcę wodoru na etapie składania wniosku;
- ▶ spełniają parametry aukcji;
- ▶ wnieśli zabezpieczenie w postaci kaucji lub gwarancji bankowej, wyrażone w udziale procentowym⁹⁵ wartości całkowitego wolumenu wodoru, który oferują do sprzedaży (wytwórcy) lub kupna (odbiorcy) w aukcji;
- ▶ wykażą zdolność finansową przedsiębiorstwa, które reprezentują poprzez złożenie sprawozdania finansowego lub informacji o ratingu finansowym.

⁹⁵ Wartość wniesionego zabezpieczenie w postaci kaucji lub gwarancji bankowej odpowiadającego procentowej wartości wolumenu wodoru wymaga dalszych analiz.

Wytwórca biorący udział w aukcji przedstawia następujące informacje/dokumenty poprzez formularz IPA:

- ▶ wolumen wodoru oferowanego do sprzedaży (w kg);
- ▶ jednostkową cenę wodoru oferowanego do sprzedaży (domyślnie PLN/kg);
- ▶ całkowitą kwotę, za jaką sprzeda wodór w trakcie trwania okresu wsparcia (domyślnie w PLN, alternatywnie w EUR);
- ▶ wskazanie przedziału czasowego⁹⁶, kiedy powinno dojść do rozpoczęcia wytwarzania wodoru oraz okresu sprzedaży wodoru, po wcześniejszym uzgodnieniu z odbiorcą;
- ▶ umowę/porozumienie o współpracy z odbiorcą (z uwzględnieniem: okresu wytwarzania wodoru, wolumenu wytwarzanego wodoru, ceny wodoru, opisu planowanej dystrybucji wodoru, podstawowych informacji o odbiorcy, zgodnie z danymi wpisywanymi do formularza IPA);
- ▶ numer identyfikacyjny (ID) odbiorcy, któremu będzie sprzedawać wodór w ramach Partnerstwa.

Odbiorca biorący udział w aukcji przedstawia następujące informacje/dokumenty poprzez formularz IPA:

- ▶ wolumen wodoru oferowanego do zakupu (w kg);
- ▶ jednostkową cenę, za jaką zakupi wodór w trakcie okresu wsparcia (domyślnie PLN/kg);
- ▶ całkowitą kwotę, za jaką zakupi wodór w trakcie okresu wsparcia (domyślnie w PLN, alternatywnie w EUR);
- ▶ wskazanie przedziału czasowego, kiedy powinno dojść do rozpoczęcia zakupu wodoru oraz okresu zakupu wodoru, po wcześniejszym uzgodnieniu z wytwórcą;
- ▶ umowę/porozumienie o współpracy z wytwórcą (z uwzględnieniem: okresu zakupu wodoru, wolumenu kupowanego wodoru, ceny zakupu wodoru, opisu planowanej dystrybucji wodoru, podstawowych informacji o wytwórcy, zgodnie z danymi wpisywanymi do formularza IPA);
- ▶ numer identyfikacyjny (ID) wytwórcy, od którego będzie kupować wodór w ramach Partnerstwa.

Dzięki posiadanym numerom identyfikacyjnym (ID) nadanym podczas rejestracji oraz wskazaniu ich na etapie składania oferty aukcyjnej, wytwórca i odbiorca wodoru będą łączeni w Partnerstwa na poziomie aukcji.

Zakłada się, że dane wskazane przez obie strony Partnerstwa na etapie wniosku oraz składania oferty aukcyjnej będą automatycznie wgrywane do wzoru dwustronnej

⁹⁶ W związku z ryzykiem oszacowania dokładnego czasu realizacji inwestycji wytwórczej, wydaje się trudne wskazanie na tym etapie przez obie strony dokładnej daty rozpoczęcia wytwarzania i odbioru wodoru. Proponuje się wyrażenie przybliżonej daty przez członków Partnerstwa poprzez ustalenie przedziału czasowego wskazującego, że wytworzenie wodoru/odbioru może rozpocząć się „nie wcześniej niż” oraz nie „później niż”.

umowy kupna-sprzedaży wodoru (tzw. **HPA – ang. Hydrogen Purchase Agreement**), która będzie ostatecznie podpisywana w dniu wygrania aukcji przez Partnerstwo. Wzór umowy HPA zostanie zaprojektowany i opublikowany przez podmiot współodpowiedzialny za funkcjonowanie mechanizmu (minister właściwy ds. energii/URE). Ustandaryzowana umowa sprzedaży-zakupu wodoru może pozwolić na większą przewidywalność działania oraz transparentność systemu wsparcia.

Przyjmuje się, że obie strony Partnerstwa będą przechodziły przez proces administracyjny na IPA, znając wcześniej założenia wspólnego projektu, przez co ryzyko braku ich połączenia na poziomie aukcji (np. przez błędnie podane dane przez obie strony) jest znikome. Ponadto zakładane jest, że w ramach udziału w systemie wsparcia **wytwórca wodoru będzie mógł zawiązać Partnerstwo z wieloma odbiorcami** wodoru, aż do wypełnienia mocy jego instalacji wytwórczej. W takim przypadku wymagane będzie złożenie takiej liczby ofert aukcyjnych przez wytwórcę wodoru, która odpowiada liczbie przyszłych partnerstw, wraz z podaniem odpowiedniego numeru identyfikacyjnego (ID) każdego z odbiorców w formularzu IPA (zgodnie z umową/porozumieniem o współpracy). W przypadku, gdy wytwórca składa więcej niż jedną ofertę na wolumen wodoru wyprodukowany w jednej instalacji, będzie zobowiązany do podania identycznej jednostkowej ceny w każdej ofercie w ramach różnych Partnerstw.

Również zakłada się, że w ramach udziału w systemie wsparcia **odbiorca wodoru będzie mógł zawiązać Partnerstwo z wieloma wytwórcami wodoru**, aż do wypełnienia swoich potrzeb. Wówczas, w przypadku zawiązywania więcej niż jednego Partnerstwa dla instalacji odbiorczej, odbiorca wodoru będzie zobowiązany do podania identycznej jednostkowej ceny w każdej ofercie.

Wyплата wsparcia dla wytwórcy powinna nastąpić po spełnieniu poniższych warunków:

- ▶ okazanie odpowiedniej **gwarancji pochodzenia wodoru**, zgodnie z propozycją przedstawioną w procedowanej nowelizacji Ustawy z dnia 24 lutego 2022 r. o odnawialnych źródłach energii (UC99)^{97 98};
- ▶ wypełnienie przepisów proponowanych w projekcie nowelizacji Ustawy z dnia 21 października 2022 r. Prawo Energetyczne (UD 382) m.in. w zakresie ewentualnie występujących obowiązków koncesyjnych związanych z działalnością w sektorze wodorowym (pod warunkiem przyjęcia ww. przepisów w danym kształcie).

⁹⁷ Zgodnie z proponowaną zmianą art. 121 przedmiotowej ustawy, patrz: UC99, op. cit.

⁹⁸ Należy zaznaczyć, że metodologia certyfikacji lub pozyskiwania gwarancji pochodzenia dla wodoru może się znacznie rozwijać w następnych miesiącach w związku z pracami Komisji, Parlamentu i Rady Unii Europejskiej nad nowelizacją dyrektywy RED II, w tym wprowadzeniem metodologii liczenia śladu węglowego w cyklu życia wodoru na podstawie art. 25 i 28. Czynniki ten warto uwzględnić w przypadku potencjalnych modyfikacji działania systemu wsparcia i zasad otrzymywania pomocy publicznej.

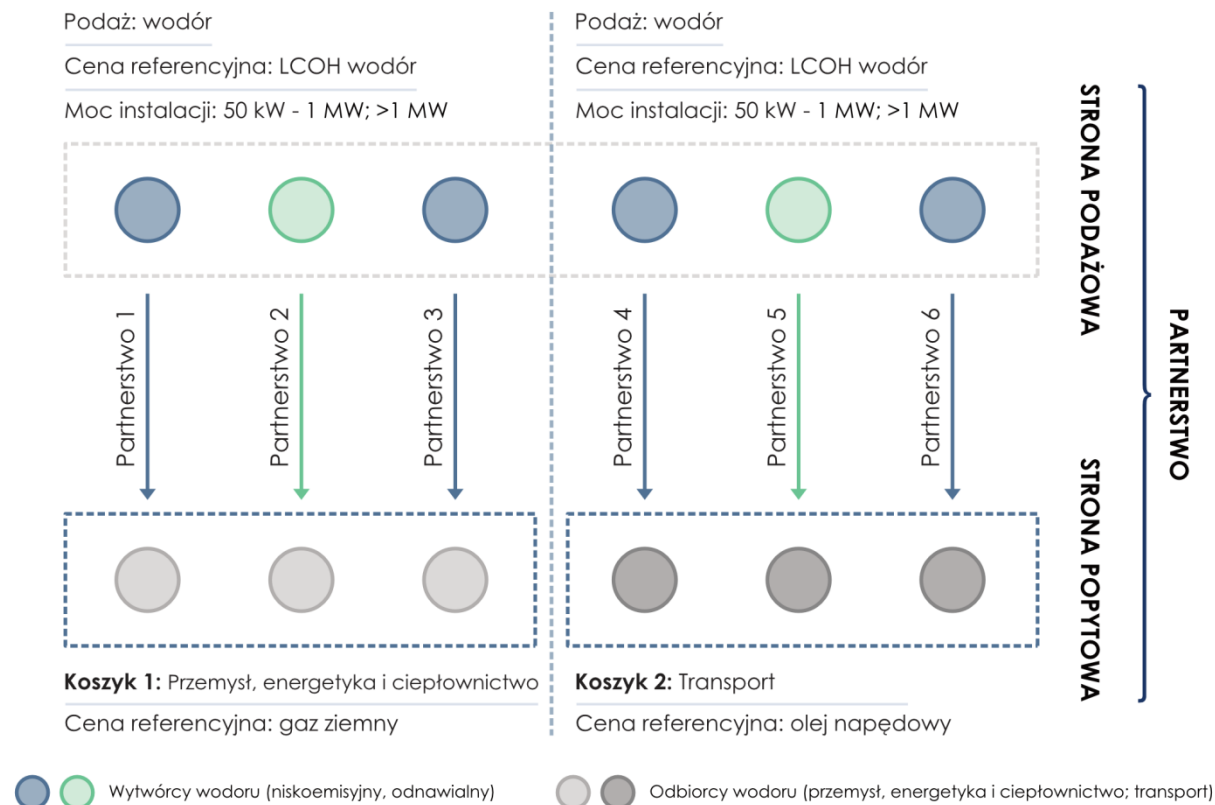
2.3. Wskazanie podmiotu odpowiedzialnego za realizację mechanizmu

Należy zakładać, że realizacja systemu wsparcia wytwarzania wodoru w Polsce nie będzie możliwa z udziałem pojedynczej instytucji, ze względu na stosunkowo dużą złożoność procesów organizacji aukcji. Jednocześnie w celu uproszczenia wdrażania systemu wsparcia dla wodoru w Polsce, w tym ograniczenia nowych procedur administracyjnych, podmioty, które odpowiadają za realizację systemu wsparcia dla OZE w Polsce, mogłyby występować także w systemie wsparcia dla wodoru. Wśród podmiotów odpowiedzialnych za realizację system wsparcia dla wodoru w Polsce znajdują się:

- ▶ **Urząd Regulacji Energetyki:** w zakresie ogłaszania, organizowania i przeprowadzania za pośrednictwem Internetowej Platformy Aukcyjnej (IPA) aukcji wodorowych. URE byłby także umocowany do monitorowania wyników aukcji wodorowych w kolejnych latach oraz zbierania na ich podstawie danych rynkowych (koszty wytwarzania, wolumeny, technologie) w celu wypracowywania przyszłych benchmarków cenowych. Informacje o kolejnych terminach realizacji aukcji wodorowych będą udostępniane przez Prezesa URE na stronie BIP w ramach kolejnych ogłoszeń;
- ▶ **Minister właściwy ds. energii:** w zakresie wyznaczania cen referencyjnych zarówno dla wytwórców (LCOH wodoru), jak i odbiorców wodoru (gaz ziemny i olej napędowy) w ramach kolejnych aukcji, określenia maksymalnego wolumenu aukcyjnego, który będzie objęty wsparciem w ramach kolejnych aukcji, a także ustanowienia maksymalnej wartości pomocy publicznej udzielanej w ramach kolejnych aukcji. Powyższe założenia bazowe dla realizacji aukcji wodorowych powinny być publikowane w ramach odpowiednich rozporządzeń ministra właściwego ds. energii. Zakłada się, że minister właściwy ds. energii będzie także na bieżąco współpracować z innymi jednostkami publicznymi szczególnie z URE, w zakresie maksymalnego odwzorowania aktualnych kosztów wytwarzania wodoru (LCOH) dla maksymalnie optymalnego wyznaczania cen referencyjnych dla wytwórców, co może zapewnić długoterminową efektywność wydatkowania środków publicznych;
- ▶ **Zarządca Rozliczeń S.A.:** w zakresie rozliczania wypłaty środków na pokrycie różnicy pomiędzy ceną podażową oraz popytową w danym Partnerstwie. Zakłada się, że Zarządca Rozliczeń będzie wypłacał występującą różnicę na podstawie sprawozdania miesięcznego przesyłanego przez Partnerstwo w ustawowo określonym terminie (np. 10 dni po zakończeniu miesiąca). Zarządca Rozliczeń będzie także odpowiedzialny za zarządzanie zgromadzonymi środkami pieniężnymi na pokrycie występującej różnicy oraz procesem rozliczania indeksacji do cen nośników energii i inflacji.

2.4. Podział na koszyki i ceny referencyjne

W poniższym rozdziale opisany został podział na koszyki aukcyjne oraz odniesienie do przypisanych cen referencyjnych. Propozycja została przedstawiona poglądowo na grafice (patrz niżej):



Rysunek 9. Koszyki aukcyjne i odpowiadające im ceny referencyjne

Źródło: opracowanie własne

W modelu wodorowego kontraktu różnicowego nie występuje podział na aukcje podażowe i popytowe. Partnerstwa będą składać oferty aukcyjne w podziale na koszyki, definiowane poprzez rodzaj działalności odbiorcy końcowego: **(Koszyk 1) Przemysł, energetyka i ciepłownictwo** oraz **(Koszyk 2) Transport**. Przyjęcie proponowanego podziału będzie z jednej strony wymuszać precyzyjne przywiązanie danej oferty aukcyjnej do wysokoemisyjnego substytutu, z którego rezygnuje odbiorca, a z drugiej strony – odzwierciedlać zapotrzebowanie sektorów na wodór o różnej charakterystyce (czystości). Wydaje się zarazem, że Partnerstwa składające oferty w ramach Koszyka 1 będą w dużej części stanowić podmioty z jednej grupy kapitałowej i/lub prowadzące działalność *on-site*. Z kolei w ramach Koszyka 2 składane oferty mogą dotyczyć głównie podmiotów niepowiązanych ze sobą kapitałowo, które prowadzą działalności w różnych sektorach (np. niezależny wytwórca wodoru i odbiorca – przewoźnik autobusowy).

W dalszej kolejności, w każdym koszyku zakładane jest wydzielenie dodatkowo dwóch sub-koszyków: dla instalacji o mocy 50 kW – 1 MW ekwiwalentu elektrolizy oraz dla instalacji o mocy powyżej 1 MW ekwiwalentu elektrolizy. Jak wykazano wcześniej, podział

aukcji ze względu na moc instalacji z rozgraniczeniem na poziomie 1 MW ma na celu doprowadzić do możliwie konkurencyjnych warunków przeprowadzania aukcji.

Zakłada się, że pułap ceny referencyjnej dla strony podaźowej będzie ustalany na takim poziomie, by umożliwić wejście do aukcji wytwórców różnych rodzajów wodoru⁹⁹ i będzie odzwierciedlać średnioważony koszt wytwarzania wodoru (LCOH) wraz z oczekiwaną marżą wytwórcy dla instalacji zlokalizowanych w Polsce. Jednocześnie do rozważenia w toku dalszych analiz i konsultacji pozostawia się przyjęcie dodatkowych mechanizmów, które chroniłyby przed zdominowaniem aukcji przez jeden rodzaj wodoru (patrz ramka).

Udział różnych technologii wytwarzania wodoru w jednym koszyku

Na poziomie aukcji istnieje możliwość rozróżnienia i podziału na koszyki wytwarzania w zależności od rodzaju wodoru (niskoemisyjny vs. odnawialny) lub technologii wytwarzania (wiele kategorii). Nie jest to jednak rekomendowane rozwiązanie. Taki podział prowadziłby do nadmiernego rozdrobnienia koszyków, spadku płynności mechanizmów poprzez niską liczbę uczestników aukcji oraz wysokiego poziomu skomplikowania na poziomie administracyjnym.

Dostępne są natomiast rozwiązania mitygujące, o ile byłyby one akceptowalne z punktu widzenia Komisji Europejskiej w toku notyfikacji mechanizmu. Przykładowo, można określić maksymalny pułap udziału procentowego wolumenu aukcyjnego dla jednej dominującej technologii wytwarzania wodoru (w praktyce – przynajmniej do momentu ew. wytwarzania wodoru niskoemisyjnego z wykorzystaniem energii i/lub ciepła z małych reaktorów jądrowych SMR). W sytuacji, w której dana technologia wyczerpałaby swój limit, wówczas mogłaby liczyć na pozostałą część wolumenu aukcyjnego, jeżeli nie byłoby na niego wystarczającego popytu ze strony wytwórców opartych o inne technologie. W tym rozwiązaniu rekomendowane jest określenie gwarantowanego udziału wodoru odnawialnego (z elektrolizy).

Jednocześnie przyjmuje się, że **wytwórca wodoru posiadający duże zdolności wytwórcze będzie mógł zawierać umowy z wieloma odbiorcami** wodoru, wchodząc do aukcji wielokrotnie jako strona kilku kolejnych Partnerstw. Przykładowo, wytwórca posiadający instalację o zdolności wytwarzania 5 000 ton wodoru rocznie, będzie mógł wejść do Partnerstwa 1 z odbiorcą z własnej grupy kapitałowej, sprzedając mu 4 000 ton wodoru rocznie, a także być stroną Partnerstwa 2 i 3, gdzie w każdym sprzeda po 500 ton wodoru rocznie na rzecz przewoźników autobusowych w wybranych miastach. W powyższym założeniu uznaje się, że proponowanie różnych cen wodoru wytworzonego z tej samej instalacji powinno być niedozwolone.

Również w przypadku, kiedy **odbiorca wodoru posiadający potrzeby wolumenowe, których nie może zaspokoić w ramach jednego Partnerstwa, będzie mógł zawierać umowy z wieloma wytwórcami** wodoru, wchodząc do aukcji jako strona kilku kolejnych

⁹⁹ Wytwarzany wodór powinien spełnić warunki emisyjności zgodnie z definicjami przedstawionymi we Wprowadzeniu do niniejszej analizy.

Partnerstw. W powyższym założeniu uznaje się, że proponowanie różnych cen wodoru przeznaczonej dla tej samej instalacji powinno być niedozwolone.

Poniżej przedstawiono szczegółowy komentarz dotyczący podziału na koszyki z uwzględnieniem cen referencyjnych.

- ▶ **(Koszyk 1) Przemysł, energetyka i ciepłownictwo:** ceną referencyjną jest gaz ziemny, który wyznacza minimalny poziom ceny, za jaką odbiorca może kupić wodór od wytwórcy w ramach Partnerstwa w sektorze przemysłu, energetyki i ciepłownictwa. Cena referencyjna gazu ziemnego będzie publikowana przez ministra właściwego ds. energii na dzień aukcji;
- ▶ **(Koszyk 2) Transport:** ceną referencyjną jest olej napędowy, który wyznacza minimalny poziom ceny, za jaką odbiorca może kupić wodór od wytwórcy w ramach Partnerstwa w sektorze transportu. Cena referencyjna oleju napędowego będzie publikowana przez ministra właściwego ds. energii na dzień aukcji.

Uznaje się, że ceny referencyjne po stronie popytowej odpowiadają głównym nośnikom energii, które są obecnie używane w poszczególnych sektorach (patrz tabela):

	Cena referencyjna	Opis
Koszyk: "Przemysł, energetyka i ciepłownictwo"	Gaz ziemny	<p>Gaz ziemny jest wykorzystywany jak główne paliwo wsadowe w następujących procesach:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ reakcja reformingu parowego metanu (m.in. na potrzeby wytwarzania wodoru w przemyśle rafineryjnym i chemicznym); ▶ wysokotemperaturowe procesy przerobu metali żelaznych i nieżelaznych (np. sektor stali oraz miedzi), potencjalnie należy dodać tutaj także takie nośniki energii, jak koks i węgiel (nie uwzględnione w cenie referencyjnej); ▶ wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu.
Koszyk "Transport"	Olej napędowy (ON)	<p>Olej napędowy jest wykorzystywany jako główne paliwo napędzające w wybranych obszarach:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ transport drogowy – m.in. pojazdy osobowe, autobusy, pojazdy ciężkie ▶ transport kolejowy – m.in. tabor na odcinkach niezelektryfikowanych <p>Chociaż w transporcie lotniczym oraz morskim najbardziej optymalne ścieżki referencji wyznaczałyby odpowiednio lekkie paliwa lotnicze oraz oleje żeglugowe (HFO/LSFO), to ich ceny podobnie jak oleju napędowego są pochodną cen ropy naftowej. W związku z tym uznaje się, że w przypadku transportu morskiego i lotniczego można pozostać przy oleju napędowym jako cenie referencyjnej.</p>

Rysunek 10. Wykorzystanie gazu ziemnego oraz oleju napędowego w poszczególnych sektorach gospodarki

Źródło: opracowanie własne

Ustanowienie ceny gazu ziemnego i ceny oleju napędowego jako cen referencyjnych wynika również z braku benchmarku rynkowego na wodór, a także założenia, że wodór będzie w przyszłości bezpośrednim substytutem wymienionych odpowiedników węglowych, prowadząc do ich stopniowego wypierania z rynku ze względu na rosnącą presję regulacyjną (dekarbonizacyjną).

2.5. Sposób składania i wyboru najkorzystniejszych ofert

W modelu kontraktu różnicowego na wodór niskoemisyjny i odnawialny państwo zapewnia pokrycie luki finansowej wynikającej z różnicy pomiędzy ceną wytwarzania wodoru (strona podażowa), a ceną zakupu wodoru (strona popytowa), które zostały złożone w ramach oferty aukcyjnej. Granice cenowe dla strony podażowej oraz popytowej w Partnerstwie aukcyjnym wyznaczają ceny referencyjne opisane szczegółowo we wcześniejszych podrozdziałach. Zgodnie z opisanymi założeniami, wytwórcy i odbiorcy tworzący Partnerstwo powinni złożyć oferty aukcyjne na Internetowej Platformy Aukcyjnej (IPA), która zostanie informatycznie dostosowana do nowego rodzaju systemu wsparcia i będzie obsługiwana przez URE.

Aby wejść do aukcji spółki składające się na Partnerstwo będą musiały złożyć wszystkie niezbędne dokumenty opisane w podrozdziale 2.2, a także określić cenę wytwarzania wodoru oraz jego zakupu (domyślnie PLN/kg, alternatywnie EUR/kg) dla przewidzianego wolumenu (oddzielna cena po stronie wytwarzania i po stronie sprzedaży) poprzez odpowiedni formularz na IPA. Zakładane jest, że **aukcję wygrają te Partnerstwa, które zaoferują najmniejszą różnicę pomiędzy ceną wytwarzania i ceną zakupu wodoru.**

Jednocześnie wygrane oferty nie będą mogły łącznie przekroczyć 100 procent wartości i wolumenu wodoru przewidzianego do kontraktacji w danej aukcji. Ponadto przyjmuje się również, że oferty aukcyjne złożone przez Partnerstwa w oparciu o jedną i tę samą instalację wytwarzania wodoru nie będą mogły przekroczyć 80% wolumenu wodoru przypadającego na wszystkie złożone oferty. Charakterystyka ofert cenowych składanych przez członków Partnerstw została opisana poniżej.

Wytwórcy wodoru:

- ▶ Wytwórcy będący członkami Partnerstwa będą składać możliwie najniższe oferty cenowe za wyprodukowany 1 kg wodoru, wychodząc od ceny referencyjnej (LCOH wodoru z uwzględnieniem oczekiwanej marży).
- ▶ Zakładanym efektem działania mechanizmu będzie stopniowe obniżanie ofert cenowych przez wytwórców w kolejnych aukcjach, spowodowane m.in. rozwojem technologii wodorowych, spadkiem CAPEX, optymalizacją kosztów O&M^{100 101}.
- ▶ Presję na redukcję kosztów może wywierać także minister właściwy ds. energii, obniżając poziom ceny referencyjnej zgodnie z obserwacją danych rynkowych.

¹⁰⁰ Clean Hydrogen Monitor 2022..., op. cit.

¹⁰¹ Green hydrogen cost reduction..., op. cit.

Redukcja cen po stronie podażowej w kolejnych aukcjach zapewni długoterminową efektywność mechanizmu wsparcia.

Odbiorcy wodoru. Koszyk 1 (Przemysł, energetyka i ciepłownictwo):

- ▶ Odbiorcy będący członkami Partnerstwa będą składać możliwie najwyższe oferty cenowe za zakup 1 kg wodoru, powyżej ceny referencyjnej (cena gazu ziemnego).
- ▶ Zakładanym efektem działania mechanizmu będzie zdolność (gotowość) odbiorców do ponoszenia coraz wyższych kosztów zakupu wodoru, wynikająca z presji regulacyjnej i rynkowej, wymuszających konieczność zastąpienia węglowych nośników energii. Długoterminowo powinno to zapewnić optymalizację kosztów wytwarzania i lepszą konkurencyjność na rynkach międzynarodowych.

Odbiorcy wodoru. Koszyk 2 (Transport):

- ▶ Odbiorcy będący członkami Partnerstwa będą składać możliwie najwyższe oferty cenowe za zakup 1 kg wodoru, powyżej ceny referencyjnej (cena oleju napędowego).
- ▶ Zakładanym efektem działania mechanizmu będzie zdolność (gotowość) odbiorców do ponoszenia coraz wyższych kosztów zakupu wodoru, wynikająca z presji regulacyjnej i rynkowej, wymuszających konieczność zastąpienia węglowych nośników energii w związku z rosnącym TCO¹⁰² pojazdów z napędem konwencjonalnym. System wsparcia powinien stanowić zachętę do rozwoju floty pojazdów o napędzie alternatywnym, wspierając zakup paliwa wodorowego po cenach zbliżonych do paliw tradycyjnych (koszt zakupu wodoru będzie stanowić około 50% TCO autobusu wodorowego)¹⁰³.

Kluczowym komponentem oferty danego Partnerstwa będzie **występująca różnica (spread)**, która będzie wynikać z wyższej ceny wytwarzania wodoru (strona podażowa) oraz niższej ceny zakupu wodoru (strona popytowa). Partnerstwa wchodzące do aukcji wodorowej będą konkurować pomiędzy sobą w zakresie jak najmniejszej różnicy pomiędzy ceną wytwarzania a ceną zakupu. Aukcje wygrać będą Partnerstwa, które złożą oferty o najmniejszej różnicy, aż do wypełnienia przewidzianego wolumenu aukcyjnego w danym (sub-)koszyku. W przypadku złożenia ofert aukcyjnych o takiej samej różnicy, o wygranej decydować będzie:

- ▶ poziom emisyjności wytworzonego wodoru, wyrażony w ilości wyemitowanego CO₂eq/kg H₂ (zgodnie z przedstawionym certyfikatem lub gwarancją pochodzenia - opisane w podrozdziale 2.2);
- ▶ alternatywnie: parametry jakościowe (czystość, ciśnienie itp.) wytworzonego wodoru (w odniesieniu do ofert na wodór niskoemisyjny w Koszyku 1).

¹⁰² TCO – z ang. *Total Cost of Ownership* – całkowity koszt użytkowania.

¹⁰³ Hartmann N., Kim H., Luise R., Soylu T., Zeller M., *Comparative TCO Analysis of Battery Electric and Hydrogen Fuel Cell Buses for Public Transport System in Small to Midsize Cities*, Energies, 2021, nr 14.

Premia za poziom emisyjności i jakość wodoru

W założeniu podstawowym uznaje się, że poziom emisyjności wodoru, opcjonalnie: parametry jakościowe wodoru (w odniesieniu do ofert na wodór niskoemisyjny w Koszyku 1) będą decydujące o przyznaniu wsparcia wobec ofert o tej samej różnicy.

Alternatywnie kryteria te mogą stanowić dodatkowe wymogi dla wytwórcy w procesie składania wniosku, na etapie złożenia oferty aukcyjnej (patrz: 2.2). Wymaga to ustalenia odpowiedniej dodatkowej skali punktowej, odwrotnie proporcjonalnej do spadku poziomu emisyjności (im niższy, tym więcej punktów) i wprost proporcjonalnej do parametrów jakościowych wodoru (im wyższe, tym więcej punktów). Rekomenduje się przeprowadzenie dalszych analiz dla tego rozwiązania.

Przykładowa kalkulacja wyboru ofert aukcyjnych została przedstawiona poniżej (przedstawione liczby występują tylko na potrzebę niniejszego przykładu):

Założenia podstawowe. Maksymalny wolumen aukcji wynosi 1 000 000 kg, cena referencyjna dla wytwórców wodoru wynosi 35 PLN/kg, a cena referencyjna dla odbiorców wodoru 10 PLN/kg (w zależności od koszyka aukcyjnego cena referencyjna będzie odnosić się do aktualnej ceny rynkowej gazu ziemnego lub oleju napędowego, w innej jednostce niż podana w przykładzie). Uproszczona symulacja aukcji wodorowej wygląda jak w przykładzie poniżej (patrz tabela):

	Cena wytwarzania (PLN/kg)	Cena zakupu (PLN/kg)	Rodzaj wodoru	Różnica (PLN)	Wolumen (kg)	Czy otrzyma wsparcie?
Partnerstwo 1	23,10	10,20	Niskoemisyjny	12,90	190 000	Tak
Partnerstwo 2	24,50	11,10	Odnawialny	13,40	180 000	Tak
Partnerstwo 3	24,00	10,20	Niskoemisyjny	13,80	300 000	Tak
Partnerstwo 4	26,20	12,0	Odnawialny	14,20	270 000	Tak
Partnerstwo 5	25,30	10,60	Odnawialny	14,70	180 000	Nie

Rysunek 11. Uproszczona symulacja aukcji wodorowej w mechanizmie kontraktu różnicowego

Źródło: opracowanie własne

Wygrane oferty. Zgodnie z opisywaną powyżej metodologią wyboru, w przykładowej aukcji wygrane okazały się oferty Partnerstw, których różnica (spread) wynosiła od 12,9 do 14,7 PLN/kg. Całkowity wolumen wodoru objętego wsparciem osiągnął 940 000 kg. Partnerstwo 5 nie otrzymało wsparcia, gdyż jego wolumen przekroczył limit aukcyjny w ilości 1 000 000 kg wodoru.

Wypełnienie wolumenu przewidzianego na aukcję

W uproszczonej symulacji aukcji odrzucenie oferty o najwyższej różnicy spowodowało, że maksymalny wolumen wodoru przewidziany na aukcję nie został całkowicie wypełniony.

Do rozważenia pozostaje jednak rozwiązanie, w którym jeszcze przed ogłoszeniem wyników aukcji podmiot odpowiedzialny negocjuje z Partnerstwem, którego oferta została odrzucona jako ostatnia, ewentualne udzielenie wsparcia dla części oferowanego wolumenu wodoru, który miałby służyć maksymalnemu wypełnieniu wolumenu przewidzianego na daną aukcję. Pozwoliłoby to na wypełnienie podstawowego założenia, jednak wydłużyłoby realizację mechanizmu.

Przyjmuje się, że składane oferty konsorcjalne mogą odzwierciedlać koszty ewentualnej dystrybucji wodoru: jeżeli dana współpraca wymaga dalszego transportu wodoru, wówczas odbiorca będzie miał mniejszą możliwość podwyższania ceny popytowej (będzie bowiem musiał liczyć się z dalszymi wydatkami na dystrybucję). Istnieje prawdopodobieństwo, że **oferty konsorcjalne składane w ramach Koszyka 2 – Transport będą posiadały stosunkowo większą różnicę (spread)**, ponieważ koszty dystrybucji mogą być wyższe niż w przypadku Koszyka 1 – Przemysł, energetyka i ciepłownictwo. Wodór stosowany w transporcie będzie musiał być prawdopodobnie dowieziony do odrębnego punktu tankowania, a także wyprodukowany, ew. oczyszczony do jakości tzw. automotive (99,999%) i sprężony do ciśnienia zależnego od rodzaju pojazdu (350-700 bar). Powinien także spełniać wymogi odpowiedniego rozporządzenia MKiŚ¹⁰⁴. Szacowany koszt transportu wodoru w postaci sprężonej (butlwozami) na dystansie maksymalnie kilkuset kilometrów może wynieść około 0,5 EUR/kg¹⁰⁵.

W przypadku projektów w ramach Koszyka 1 – Przemysł, energetyka i ciepłownictwo, zakłada się możliwość oferowania wodoru o niższej czystości i ciśnieniach, a także potencjalnie wytwarzanego i zużywanego na miejscu z wykorzystaniem bezpośrednich rurociągów wodorowych. Przyjmuje się, że orientacyjny koszt transportu wodoru rurociągiem na krótki dystans (kilka – kilkaset kilometrów) w wolumenach powyżej 10 ton dziennie wynosi 0,1 – 0,2 EUR/kg¹⁰⁶.

Parametry jakościowe wodoru jako element wpływający na konkurencyjność

Różnica pomiędzy ceną podaży a ceną popytu jako kluczowy element porównywania ofert aukcyjnych składanych przez Partnerstwa będzie zapewne uwzględniać także koszty związane z dostosowaniem parametrów jakościowych wodoru (m.in. ciśnienie, czystość, jakość) do potrzeb odbiorcy.

Oznacza to, że Partnerstwa, na które składają się podmioty prowadzące działalność np. w sektorze przemysłu, energetyki i ciepłownictwa, mogą mieć zdolność do składania ofert o

¹⁰⁴ Projekt rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 5 sierpnia 2022 r. w sprawie metod badania jakości wodoru przez akredytowane laboratorium, nr wykazu 917.

¹⁰⁵ *Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal: Green Hydrogen Cost and Potential*, International Renewable Energy Agency, 2022; patrz także: *Hydrogen uses to be determined by delivery methods*, Reuters, 2022.

¹⁰⁶ Ibidem.

mniejszej różnicy aukcyjnej niż Partnerstwa np. z sektora transportu. Przyjmuje się, że wodór stosowany w sektorze przemysłu nie będzie wymagał równie rygorystycznych norm jakościowych, co wodór stosowany w transporcie. Różne wymagania co do parametrów wodoru mogą wpłynąć na konkurencyjność cenową w aukcji. Kwestia kosztów doprowadzenia wodoru do wymaganych norm jakościowych powinna podlegać dalszym analizom, opcjonalnie konsultacjom społecznym (branżowym).

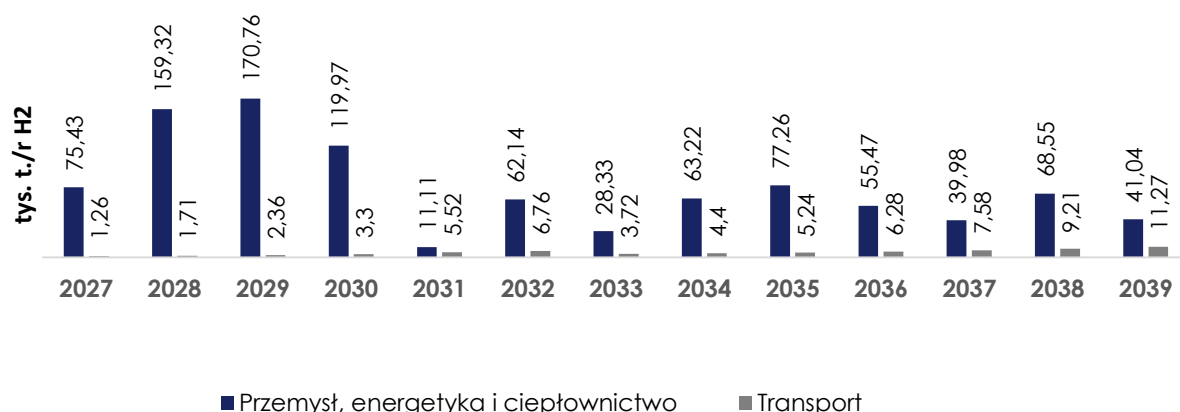
2.6. Proponowane wolumeny aukcji

Kwestia ustalenia właściwych wolumenów aukcji w poszczególnych latach obowiązywania mechanizmu ma fundamentalne znaczenie dla efektywności systemu wsparcia. Z jednej strony, przyjęcie dla danej aukcji zbyt wysokiego (względem bieżących uwarunkowań rynkowych) wolumenu wodoru może negatywnie wpływać na **poziom konkurencyjności cenowej** ofert składanych przez uczestników rynku. W takim scenariuszu presja na spadek cen wytwarzania wodoru oraz wzrost cen odbioru wodoru będzie ograniczona, co przełoży się na spowolnienie rozwoju rynku oraz wzrost kosztów mechanizmu dla państwa. Z drugiej strony, ustalenie z kolei zbyt niskiego wolumenu wodoru na daną aukcję będzie obniżało **intensywność udzielanego wsparcia** oraz sprzyjało niewykorzystaniu potencjału rozwoju polskiej gospodarki wodorowej. Należy rozumieć, że taki wariant będzie też prowadzić do silniejszej koncentracji wsparcia na obecnych wytwórcach wodoru szarego, utrudniając uczestnictwo w mechanizmie mniejszym podmiotom dla koszyka „Przemysł i energetyka”.

W związku z powyższym, **właściwy wolumen wsparcia będzie musiał być precyzyjnie wyliczany w możliwie krótkim czasie przed organizacją aukcji, np. z rocznym wyprzedzeniem**. Kluczowe w tym zakresie będzie odpowiednio wcześniejsze (względem uruchomienia mechanizmu) zapewnienie dostępu do pogłębionych analiz eksperckich w administracji ministra właściwego ds. energii w zakresie monitorowania stanu rozwoju rynku wodoru. Takie podejście powinno pozwalać odpowiednio mitygować ww. ryzyka, wynikające odpowiednio z przeszacowania lub niedoszacowania pożądanego wolumenu aukcyjnego.

Zakładając, że na potrzeby niniejszej analizy należy wskazać orientacyjne wartości w tym zakresie, przyjęto wysokopoziomowe założenia wolumenów wodoru w oparciu o wyniki prognozowania popytowo-podażowego (patrz też: 4.1.4). Przyjęto przy tym następującą metodykę:

1. Założono uruchomienie mechanizmu wsparcia na 2027 r. (scenariusz konserwatywny - najpóźniejszy realny termin przeprowadzenia pierwszej aukcji na wodór).
2. Na bazie prognozowania popytu i podaży na wodór niskoemisyjny i odnawialny w Polsce określono przyrost zapotrzebowania w poszczególnych latach (rozumiany jako zmiana r/r). Będzie on nierównomierny – przyjmuje się, że w niektórych latach wykaże znacznie mniejszą dynamikę niż w innych, np. jeżeli w danym roku nie zostanie uruchomiona w Polsce żadna wielkoskalowa instalacja do wytwarzania wodoru na potrzeby przemysłu nawozowego lub rafineryjnego i petrochemicznego. Wyniki wstępnych szacunków przyrostu zapotrzebowania przedstawiono poniżej (patrz wykres):



Rysunek 12. Szacunkowy przyrost zapotrzebowania na wodór odnawialny i niskoemisyjny w Polsce do 2039 r.

Źródło: opracowanie własne

- Przyjęto, że średni czas realizacji projektu od momentu wygrania aukcji to 2 lata (choć należy przyjąć, że realizacja projektu zajmie raczej 3 lata¹⁰⁷, to założono, że część ubiegających się o wsparcie wytwórców będzie już posiadała bardziej zaawansowane procesy inwestycyjne). Przy założeniu, że wsparcie może nie obejmować istniejących instalacji wodoru, **aukcja w 2027 r. będzie więc w praktyce odpowiadała na przyrost popytu na wodór w 2029 r.** (przesunięcie 2 lat od rozstrzygnięcia aukcji do wytworzenia pierwszego wolumenu wodoru w ramach instalacji).
- Założono, że wolumen wodoru, który mógłby pozyskać wsparcie w ramach mechanizmu aukcyjnego, nie będzie całkowicie pokrywał zapotrzebowania na wodór niskoemisyjny i odnawialny w Polsce. Jednocześnie wolumen wodoru obejmowanego wsparciem powinien stanowić znaczący udział prognozowanego przyrostu popytu, aby doprowadzić do powstania rynku konkurencyjnego wodoru. W efekcie przyjęto, że na aukcję kierowane będzie 50% przyrostu zapotrzebowania, z uwzględnieniem opisanego wyżej 2-letniego przesunięcia na realizację instalacji wytwórczej¹⁰⁸. Jest to wciąż bardzo wysoki współczynnik w ujęciu ograniczeń potencjału wytwórczego wodoru w Polsce i skali wyzwań, mających wynikać z celów dyrektywy RED III. Co do zasady koresponduje on z unijnymi założeniami, iż w uśrednieniu ok. 50% popytu na wodór w UE będzie pokrywał import.
- Tam, gdzie w sektorze przemysłu w modelowaniu występuje drastyczny spadek przyrostu r/r (rok 2031 – patrz wykres powyżej), proponuje się uśrednić wolumen tejże aukcji z wolumenem aukcji na rok późniejszy (jest to uzasadnione zwłaszcza, że zakłada się maks. 4-letni okres od wygrania aukcji do wytwarzania wodoru).

¹⁰⁷ Założenie zostało oparte częściowo o wnioski przedstawione w dalszej części niniejszej analizy (podrozdział 2.7), o konsultacje branżowe i rynkowe oraz obserwacje własne.

¹⁰⁸ Jest to założenie stosunkowo optymistyczne. W praktyce może okazać się znacznie zawyżone, bo tak duże wolumeny wodoru mogą okazać się niemożliwe do wytworzenia w kraju w uwarunkowaniach ograniczeń przestrzennych, rynkowych i infrastrukturalnych.

Przykładowo więc, jeżeli przyrost r/r zapotrzebowania w przemyśle i energetyce w 2031 r. szacuje się na 11,11 tys. t/r, a w 2032 r. na 62,14 tys. t/r, to wolumen każdej z tych dwóch aukcji zostanie obliczony w następujący sposób: $18,31 = 0,5 \cdot (11,11 + 62,14) / 2$.

Ryzyko późnego uruchomienia mechanizmu

W scenariuszu konserwatywnym przyjęto, że najpóźniejszy realny termin uruchomienia mechanizmu to rok 2027. Rekomendowane jest jednak wdrożenie działań przygotowawczych w tempie pozwalającym na wcześniejszy start systemu wsparcia. Istnieje wysokie ryzyko, że 2027 r. okaże się nieoptymalny względem potrzeb rynku, szczególnie obecnych wytwórców wodoru pochodzącego z paliw kopalnych.

Wynika to z konieczności zastosowania się do bardzo ambitnych celów dekarbonizacyjnych UE, które mogą przełożyć się na wykorzystanie łącznie nawet ok. 650 tys. t/r. wodoru odnawialnego w skali kraju (przy założeniu celu 2,6% udziału RFNBO w transporcie oraz celu 50% udziału wodoru odnawialnego w wykorzystaniu wodoru w przemyśle – por. 4.1.4).

Z jednej strony, może to skłaniać wybranych wytwórców do opóźnienia decyzji inwestycyjnych, by ich projekty mogły uczestniczyć w systemie wsparcia (mając na względzie, że istniejące instalacje prawdopodobnie nie będą mogły być dopuszczone do mechanizmu wsparcia). Z drugiej strony, może to prowadzić do sytuacji, w której analizowany mechanizm będzie niewystarczającym wsparciem dla tych uczestników rynku, którzy potencjalnie stoją przed największymi wyzwaniami wynikającymi z unijnych regulacji pobudzających powstanie gospodarki wodorowej. Ew. mitygacją tego ryzyka jest: (i) przyspieszenie tempa prac nad regulacjami (nadanie im priorytetowego charakteru); (ii) dopuszczenie istniejących instalacji do udziału w mechanizmie wsparcia pod warunkiem spełnienia określonych warunków i opcjonalnego przyjęcia przepisów przejściowych.

Na podstawie przyjętych założeń i modelowania ilościowego, uzyskano wartości możliwych wolumenów aukcyjnych, które przedstawiono poniżej (patrz tabela). Na obecnym, wczesnym etapie prac nad mechanizmem wsparcia, prognoza nie obejmuje podziału wolumenu ze względu na moc instalacji wytwarzania wodoru.

	Proponowany wolumen aukcji dla Koszyka 1 (w tys. t/r wodoru)	Proponowany wolumen aukcji dla Koszyka 2 (w tys. t/r wodoru)
2027	85.38	1.18
2028	59.98	1.65
2029	18.31	2.76
2030	18.31	3.38
2031	14.17	1.86
2032	31.61	2.20
2033	38.63	2.62
2034	27.73	3.14
2035	19.99	3.79
2036	34.28	4.60

Rysunek 13. Proponowane wolumeny aukcji dla poszczególnych koszyków do 2036 r. (scenariusz konserwatywny – uruchomienie mechanizmu w 2027 r.)

Źródło: opracowanie własne

2.7. Proponowane terminy i okres wsparcia

Zakłada się, że Partnerstwa, które wygrają aukcję, będą otrzymywać **wsparcie na 10 lat** na podstawie podpisanego dwustronnego kontraktu kupna-sprzedaży wodoru (tzw. HPA – ang. *Hydrogen Purchase Agreement*). Bezpośrednim beneficjentem będzie wytwórca wodoru. Ponadto przyjmuje się, że rodzaj instalacji wytwórczej i odbiorczej będzie determinować okres od wygrania aukcji do pierwszego wytworzonego i odebranego wolumenu wodoru. Przyjmuje się następujące terminy obowiązkowe:

- ▶ **nowe instalacje:** pierwsze wytworzenie i odbiór wodoru nastąpią nie później niż 48 miesięcy od dnia wygrania aukcji;
- ▶ **zmodernizowane instalacje:** pierwsze wytworzenie i odbiór wodoru nastąpią nie później niż 24 miesiące od dnia wygrania aukcji.

Komentarz. Nowe instalacje:

Przyjęty termin 48 miesięcy dla nowych instalacji jest terminem konserwatywnym. Wynika on z uśrednionego terminu budowy tego typu instalacji na świecie na podstawie zidentyfikowanych przykładów, na co składa się zarówno budowa źródła wytwarzania energii np. źródła OZE, a także instalacji wytwórczej wodoru, np. instalacji konwersji elektrolitycznej¹⁰⁹. Istnieje możliwość znacznie szybszej realizacji budowy – np. w przypadku instalacji wytwórczych wodoru, które będą zasilane energią z już wybudowanych aktywów (m.in. z sieci elektroenergetycznej) i które na podstawie kontraktu PPA mogą mieć znacznie krótszy termin uruchomienia wytwarzania, wynoszący nawet 12 miesięcy¹¹⁰. Rekomenduje się jednak utrzymanie terminu 48 miesięcy w przypadku wystąpienia prawdopodobnych opóźnień, wynikających m.in. z dużego popytu na instalacje konwersji elektrolitycznej lub urządzenia CCS w przyszłości. Ponadto należy dodać, że dla lądowych źródeł OZE, jak fotowoltaika oraz lądowe źródła wiatrowe, obowiązkowe terminy pierwszej produkcji energii elektrycznej po zamknięciu aukcji wynikające z przepisów ustawy OZE wynoszą odpowiednio 24 i 33 miesiące¹¹¹, co przy dodaniu zakładanych 12 miesięcy na budowę instalacji wytwórczej wodoru prowadzi do terminu maksymalnego około 48 miesięcy. Indywidualne terminy uruchomienia wytwarzania wodoru mogą występować w przypadku zasilania instalacji energią z morskich farm wiatrowych, dla których termin pierwszej produkcji energii elektrycznej po wygranej aukcji wynosi aż 72 miesiące (wymagana dalsza analiza i ewentualne dostosowanie terminów).

¹⁰⁹ *Construction begins on world's largest green hydrogen power plant, part of unique baseload solar project*, Recharge News, 2021, <https://www.rechargenews.com/energy-transition/construction-begins-on-world-s-largest-green-hydrogen-power-plant-part-of-unique-baseload-solar-project/2-1-1077815>.

¹¹⁰ *Opening of The Hydrogen Production Plant in The Kubel Power Plant*, Hydrogen Central, 2022, <https://hydrogen-central.com/opening-hydrogen-production-plant-kubel-power-plant/>.

¹¹¹ *Przewodnik po polskim systemie aukcyjnym OZE 2022*, Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, 2022.

Komentarz. Zmodernizowane instalacje:

Czas zakładanego zmodernizowania instalacji jest silnie zależny od indywidualnych przypadków i przez to trudny do uśrednienia. Zakłada się jednak, że może być to termin dwukrotnie krótszy niż w przypadku budowy nowych instalacji. Odrębnie należy rozpatrywać przypadki dobudowania instalacji CCS/CCUS np. do instalacji reformingu parowego metanu, szczególnie w zakresie ich klasyfikacji (nowe czy zmodernizowane instalacje). Rekomenduje się uznanie, że w przypadku dobudowania instalacji CCUS do już istniejącego aktywa nastąpi wytwarzanie nowego rodzaju wodoru, które nie był produkowany przed wejściem do aukcji.

2.8. Wsparcie dla paliw wytworzonych na podstawie wodoru

Rozwój rynku wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego będzie docelowo wiązał się także z wytwarzaniem syntetycznych paliw wodoropochodnych¹¹². Głównymi paliwami pochodnymi, które mogą stanowić o przyszłym popycie na wodór, są odnawialny amoniak, metanol oraz zrównoważone paliwa lotnicze (pochodzenia niebiologicznego, m.in. e-kerozyna). Głównymi sektorami zbytu dla paliw pochodnych (obok tradycyjnych zastosowań do procesów przemysłowych) będą gałęzie transportu: transport morski, w którym kluczowym paliwem przyszłości może być odnawialny metanol lub amoniak^{113 114}, a także transport lotniczy, który w coraz większej ilości będzie zasilany zrównoważonymi paliwami lotniczymi bazującymi na wodorze¹¹⁵.

Chociaż wskazane paliwa wodoropochodne mogą stanowić istotną część przyszłego rynku paliw alternatywnych, **wprowadzanie dedykowanego systemu wsparcia dla ich wytwarzania (i zastosowania) nie wydaje się konieczne**. Wynika to z charakterystyki ich kosztów produkcji, które w 70-90%^{116 117 118} stanowi koszt pozyskania wodoru do przeprowadzanie reakcji technologicznych (m.in. reakcji Habera-Boscha w przypadku amoniaku lub Fischera-Tropscha w przypadku paliw lotniczych). Oznacza to, że wszelkie preferencje i optymalizacje kosztowe w zakresie wytwarzania wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego przełożą się bezpośrednio na ekonomikę produkcji paliw pochodnych.

W konsekwencji zakłada się, że sam system wsparcia wytwarzania i zakupu wodoru powinien zapewnić optymalizację kosztową w zakresie wytwarzania paliw pochodnych oraz zwiększenia ich zastosowania w wybranych sektorach gospodarki zgodnie z celami polityki klimatycznej UE. Można uznać, że beneficjenci uczestniczący w systemie wsparcia dla wodoru będą mogli pozyskać kluczowe paliwo wsadowe do reakcji technologicznych dla opłacalnej produkcji i zastosowania paliw pochodnych. Należy

¹¹² COM(2020) 301 final, op. cit.

¹¹³ Simon F., Dominguez T., *Ammonia and the greening of EU industry*, EURACTIV, 2021.

¹¹⁴ *Future ship fuels*, DNV, 2021, <https://www.dnv.com/maritime/hub/decarbonize-shipping/fuels/future-fuels.html>.

¹¹⁵ *Analysis of green jet fuel production in Europe*, Transport&Environment, 2022.

¹¹⁶ *The cost of supporting alternative jet fuels in the European Union*, The International Council on Clean Transportation, 2019.

¹¹⁷ *Innovation Outlook: Renewable Ammonia*, International Renewable Energy Agency, 2022.

¹¹⁸ *Innovation Outlook: Renewable Methanol*, International Renewable Energy Agency, 2021.

oczekiwać, że dzięki pozyskaniu wodoru niskoemisyjnego lub odnawialnego w cenach zbliżonych do referencyjnych nośników energii używanych obecnie, jak np. gaz ziemny lub olej napędowy, wytwarzanie syntetycznych paliw wodoropochodnych może zbliżyć się kosztowo lub osiągnąć parytet kosztowy ze swoimi bardziej emisyjnymi odpowiednikami. Dzięki spadkowi kosztów związanych z wytwarzaniem wodoru odnawialnego (m.in. redukcja LCOE źródeł OZE, CAPEX instalacji konwersji elektrolitycznej i efektywności ich działania) koszt odnawialnego amoniaku może spaść do poziomu nawet 300-500 USD/t w 2030 r., co jest porównywalną wartością do obecnych cen tradycyjnego amoniaku z uwzględnieniem rosnących kosztów emisji CO₂¹¹⁹.

W związku z powyższym, system wsparcia dla wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego w Polsce, opisywany w niniejszej analizie, nie będzie obejmował katalogu technologii związanych z wytwarzaniem paliw pochodnych.

2.9. Zabezpieczenie przed zmianami cen rynkowych

Model wodorowego kontraktu różnicowego powinien uwzględniać **ryzyka zmian cen nośników energii oraz inflacji**, których mitygacja będzie kluczowa dla obu stron wchodzących w Partnerstwo.

Chociaż na poziomie aukcji (podziału na koszyki) nie zakłada się rozróżnienia wodoru według metody wytwarzania, rekomendowane jest, aby indeksacja cen aukcyjnych zależała od nośnika energii, stanowiącego wsad do wytwarzania wodoru. Ze względu na możliwość występowania wielu rodzajów wodoru na przyszłym rynku, trudno wskazać najbardziej uniwersalną metodę indeksacji, która będzie uwzględniać charakterystykę wszystkich metod wytwarzania wodoru oraz kształtowania się cen paliwa wsadowego. Na potrzeby niniejszego materiału metodologia indeksacji została przedstawiona na przykładzie dwóch rodzajów wodoru, które najprawdopodobniej okażą się dominujące na rynku konkurencyjnym. Są to: wodór niskoemisyjny (w domyśle produkowany metodą reformingu parowego z gazu ziemnego z urządzeniami CCS/CCUS), a także wodór odnawialny (w domyśle produkowany z energii elektrycznej z OZE innych niż biomasa). Podział zasad indeksacji na wodór niskoemisyjny i odnawialny wynika ze znacznie różniącej się charakterystyki kształtowania się ich kosztu wytworzenia.

Propozycja indeksacji innych rodzajów wodoru (według metody wytwarzania)

Metody indeksacji pozostałych rodzajów wodoru powinny jak najlepiej odzwierciedlać koszt ich wytwarzania, a także uwzględniać potencjalne ryzyka zmiany cen głównych paliw wsadowych. Katalog technologii wytwarzania wodoru, które spełnią kryterium emisyjności i będą objęte systemem wsparcia, może zostać uzupełniony o następujące technologie:

Wytwarzanie z biomasy (z odpadów). Indeksacja może odnosić się tylko do poziomu inflacji, a cena paliwa wsadowego pozostawałaby bez indeksacji (przyjmuje się względnie stałą cenę odpadów biologicznych lub komunalnych, w tym także możliwość ich zakupu w

¹¹⁹ Shiozawa B., *The Cost of CO₂-free Ammonia*, Ammonia Energy Association, 2020.

cenach ujemnych z racji na dopłaty przedsiębiorstw komunalnych za ich odbiór).

Wytwarzanie z energii jądrowej. Indeksacja może odnosić się tylko do poziomu inflacji, a cena energii elektrycznej pozostawałaby bez indeksacji (podobnie jak w przypadku źródeł OZE i wodoru odnawialnego, przewiduje się zasilanie instalacji konwersji elektrolitycznej z własnego aktywa o znanym LCOE np. własny reaktor SMR on-site.)

Należy uwzględnić, że katalog metod wytwarzania wodoru może się rozszerzać, co spowodowałoby multiplikowanie zasad indeksacji, a w efekcie mogłoby znacznie utrudnić możliwość zarządzania systemem wsparcia przez państwo. Rekomendowana jest realizacja dalszych analiz w tym zakresie oraz przeprowadzenie konsultacji społecznych.

Rekomendowane jest przyjęcie następujących zasad indeksacji cen:

► **Wytwórcy wodoru**¹²⁰:

Wodór niskoemisyjny (wytwarzany z gazu ziemnego z CCS)¹²¹: przewiduje się indeksację do cen gazu ziemnego¹²² oraz do poziomu inflacji. Przyjmuje się, że głównym rodzajem wodoru niskoemisyjnego oferowanym w aukcjach będzie tzw. wodór niebieski z gazu ziemnego połączony z urządzeniami do wychwytywania CO₂ (CCS). W przypadku tego rodzaju wodoru około 70% kosztu wytwarzania stanowi koszt zakupu gazu ziemnego¹²³. Z tego też powodu rekomendowana jest indeksacja do jego ceny zarówno w górę, jak i w dół.

Wodór odnawialny (produkowany z OZE innych niż biomasa): przewiduje się indeksację do poziomu inflacji. Nie przewiduje się indeksacji do poziomu cen energii elektrycznej dla wodoru odnawialnego. Zgodnie z założeniami dyrektywy RED II na podstawie art. 27¹²⁴ wytwórcy wodoru odnawialnego spełniającego definicję RFNBO będą mogli wytwarzać wodór w modelu on-site z użyciem linii bezpośredniej oraz własnego źródła OZE i/lub z wykorzystaniem kontraktów PPA na zakup energii elektrycznej, które zasadniczo mogą być zawierane po stałej cenie. W konsekwencji wytwórcy wodoru odnawialnego będą zdolni zasilac instalację konwersji elektrolitycznej energią elektryczną, której cena może być stała w perspektywie całej długości trwania kontraktu aukcyjnego

► **Odbiorcy wodoru:**

¹²⁰ Ryzyko walutowe związane z pozycją złotego (PLN) i jego kursem wobec innych walut (szczególnie PLN/EUR) może wpływać na system wsparcia dla wytwórców. Wahania kursowe mogą oddziaływać na ostateczne ceny paliw wsadowych używanych w instalacjach wytwarzania, ceny komponentów (lub całych instalacji wytwórczych), rozliczanie się wytwórców z podwykonawcami. Dlatego ważną kwestią w zabezpieczeniu przed wahaniami cen rynkowych jest pozycja/siła PLN względem innych walut (EUR, USD) w czasie funkcjonowania mechanizmu. Pozostawienie wyboru waluty do decyzji wytwórcy tuż przed wypłatą wsparcia stanowi (przynajmniej częściową) mitygację tego ryzyka.

¹²¹ Spełniający kryterium emisyjności wskazanym we Wprowadzeniu do niniejszej analizy.

¹²² Indeksacja do cen gazu ziemnego została także proponowana w brytyjskim modelu wsparcia wytwarzania wodoru na podstawie konsultacji branżowych, patrz: *Government response to the consultation on a Low Carbon Hydrogen Business Model*, Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2021.

¹²³ *Hydrogen production costs using natural gas in selected regions*, 2018, IEA, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/hydrogen-production-costs-using-natural-gas-in-selected-regions-2018-2>.

¹²⁴ A9-0208/2022, op. cit.

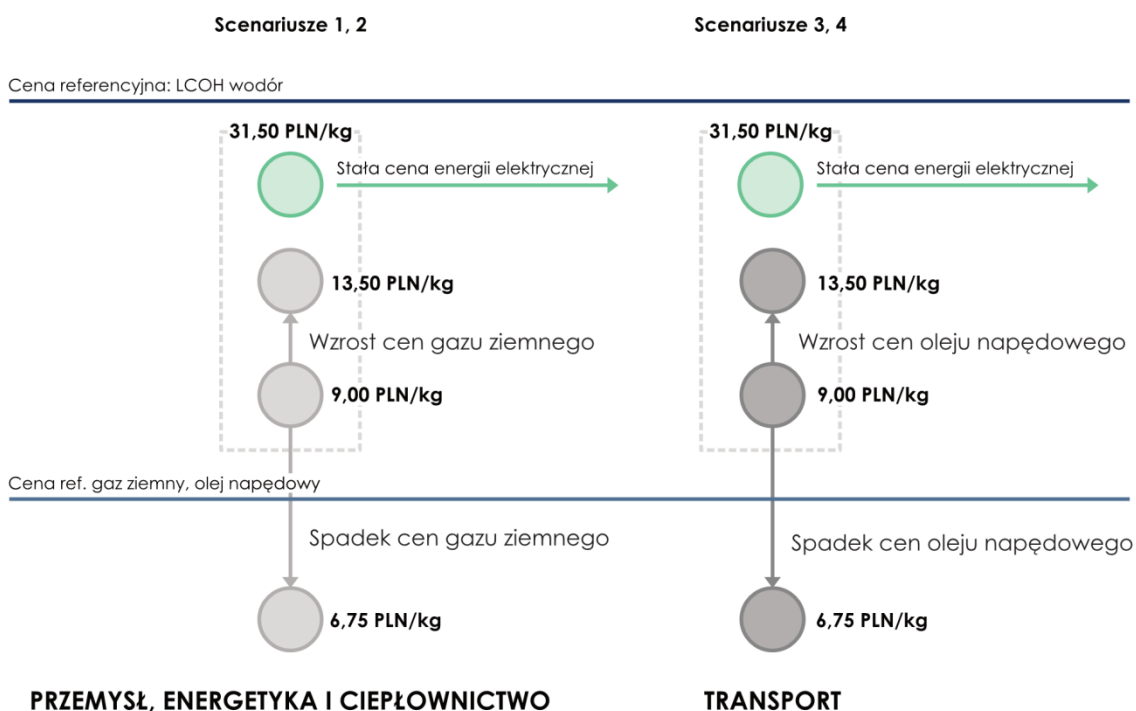
Koszyk 1 (Przemysł, energetyka i ciepłownictwo): przewiduje się indeksację ceny aukcyjnych złożonych przez odbiorców w aukcji popytowej do cen gazu ziemnego zarówno w górę jak i dół, a także do poziomu inflacji.

Koszyk 2 (Transport): przewiduje się indeksację ceny referencyjnej, czyli oleju napędowego zarówno w górę jak i dół, a także indeksację do poziomu inflacji.

Poniżej przedstawiono scenariusze indeksacji cen aukcyjnych dla Partnerstw, z uwzględnieniem metody wytwarzania wodoru i proponowanego podziału na koszyki.

Wodór odnawialny / Koszyk 1, Koszyk 2

W przypadku wodoru odnawialnego metodologia indeksacji jest znacznie prostsza niż w przypadku wodoru niskoemisyjnego, gdyż koszt wodoru odnawialnego po stronie wytwórców jest stały, a jego indeksacja odbywa się tylko do poziomu inflacji r/r. Zasadnicza dynamika cenowa w tym przypadku występuje po stronie odbiorców indeksowanych, oprócz inflacji, także do aktualnych cen surowców referencyjnych. Uproszczony schemat indeksacji został przedstawiony na grafice (patrz niżej), zaś możliwe trendy cenowe zostały opisane w scenariuszach pod grafiką.



Rysunek 14. Uproszczony schemat indeksacji dla wodoru odnawialnego w obu koszykach w mechanizmie kontraktu różnicowego

Źródło: opracowanie własne. Liczby mają charakter wyłącznie poglądowy.

Scenariusz 1. Wzrost cen gazu ziemnego powoduje, że rzeczywisty koszt zakupu nośnika energii (wykorzystywanego do procesów technologicznych) na rynku staje się wyższy. Odbiorca wodoru ma w konsekwencji nadmierne korzyści ekonomiczne z obecności w systemie wsparcia (nadal kupuje wodór zgodnie ze zgłoszoną ceną aukcyjną, co długoterminowo zapewniałoby mu całkowitą odporność na wahania cen gazu ziemnego). W konsekwencji odbiorca wodoru deponuje określoną kwotę za każdy

zakupiony 1 kg wodoru na dedykowanym koncie nadwyżkowym przypisanym do IPA i zarządzanym przez Zarządcę Rozliczeń. Skumulowana nadwyżka jest wykorzystywana do pokrycia ewentualnych przyszłych niekorzyści ekonomicznych.

Scenariusz 2. Spadek rynkowych cen gazu ziemnego powoduje, że rzeczywisty koszt zakupu nośnika energii na rynku (wykorzystywanego do procesów technologicznych) staje się niższy. Odbiorca wodoru ma w konsekwencji niekorzyść ekonomiczną w uczestnictwie w systemie wsparcia (nadal kupuje wodór zgodnie z ceną aukcyjną, przez co wydaje więcej, niż gdyby kupił substytucyjny nośnik energii na rynku). W konsekwencji odbiorca wodoru otrzymuje dodatkową dopłatę od państwa za każdy 1 kg zakupionego wodoru (jeżeli na koncie nadwyżkowym IPA nie ma zgromadzonej odpowiedniej puli środków do pokrycia salda).

Na koniec okresu wsparcia potencjalnie występująca nadwyżka środków na koncie IPA jest oddawana państwu (mitygacja ryzyka nadwsparcia odbiorcy, efektywność wydatkowania środków publicznych).

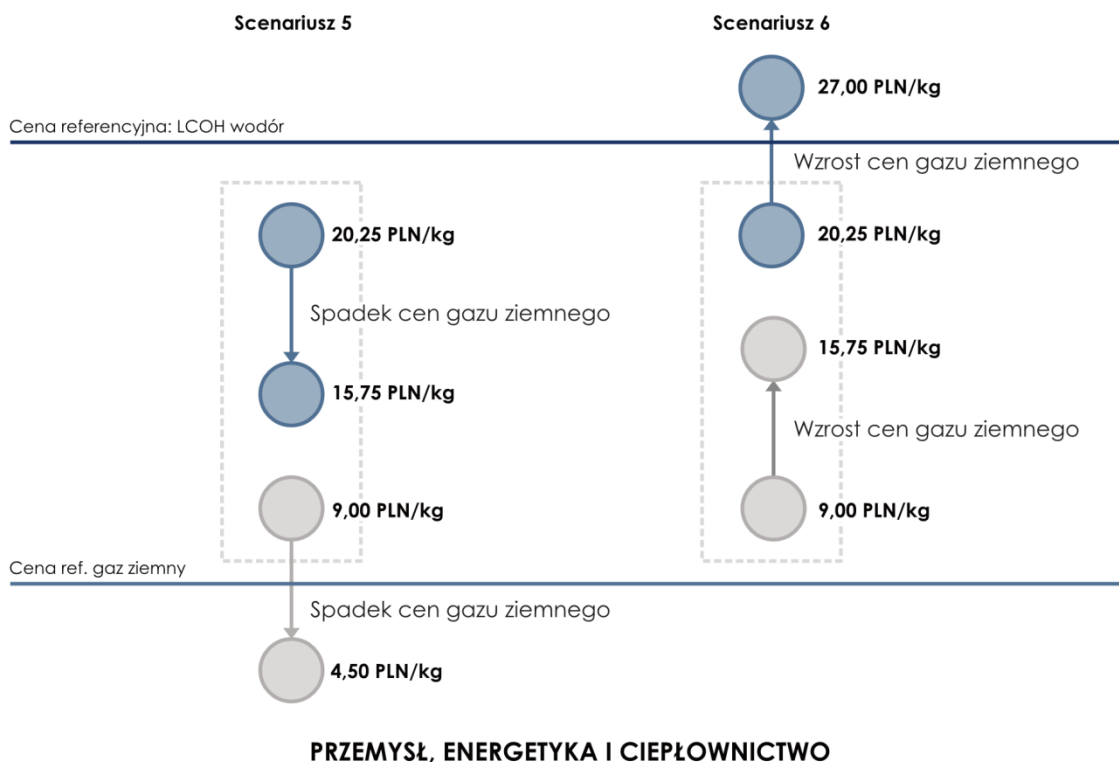
Scenariusz 3. Wzrost cen oleju napędowego powoduje, że rzeczywisty koszt zakupu nośnika energii (wykorzystywanego do zasilania pojazdów) na rynku staje się wyższy. Odbiorca wodoru ma w konsekwencji nadmierne korzyści ekonomiczne z obecności w systemie wsparcia (nadal kupuje wodór zgodnie ze zgłoszoną ceną aukcyjną, co długoterminowo zapewniałoby mu całkowitą odporność na wahania cen oleju napędowego). W konsekwencji odbiorca wodoru deponuje określoną kwotę za każdy zakupiony 1 kg wodoru na dedykowanym koncie nadwyżkowym przypisanym do IPA i zarządzanym przez Zarządcę Rozliczeń. Skumulowana nadwyżka jest wykorzystywana do pokrycia ewentualnych przyszłych niekorzyści ekonomicznych.

Scenariusz 4. Spadek cen oleju napędowego powoduje, że rzeczywisty koszt zakupu nośnika energii na rynku (wykorzystywanego do zasilania pojazdów) staje się niższy. Odbiorca wodoru ma w konsekwencji niekorzyść ekonomiczną w uczestnictwie w systemie wsparcia (nadal kupuje wodór zgodnie z ceną aukcyjną, przez co wydaje więcej niż gdyby kupił substytucyjny nośnik energii na rynku). W konsekwencji odbiorca wodoru otrzymuje dodatkową dopłatę od państwa za każdy 1 kg zakupionego wodoru (jeżeli na koncie nadwyżkowym IPA nie ma zgromadzonej odpowiedniej puli środków do pokrycia salda).

Na koniec okresu wsparcia potencjalnie występująca nadwyżka środków na koncie IPA jest oddawana państwu (mitygacja ryzyka nadwsparcia odbiorcy, efektywność wydatkowania środków publicznych).

Wodór niskoemisyjny / Koszyk 1: Przemysł, energetyka i ciepłownictwo

W przypadku wodoru niskoemisyjnego metodologia indeksacji jest nieco bardziej skomplikowana niż w przypadku wodoru odnawialnego, gdyż **indeksacji do cen surowców i inflacji podlegają obie strony Partnerstwa**. Uproszczony schemat indeksacji został przedstawiony na grafice (patrz niżej), zaś możliwe trendy cenowe zostały opisane w scenariuszach pod grafiką.



Rysunek 15. Uproszczony schemat indeksacji dla wodoru niskoemisyjnego w Koszyku 1

Źródło: opracowanie własne. Liczby mają charakter wyłącznie poglądowy.

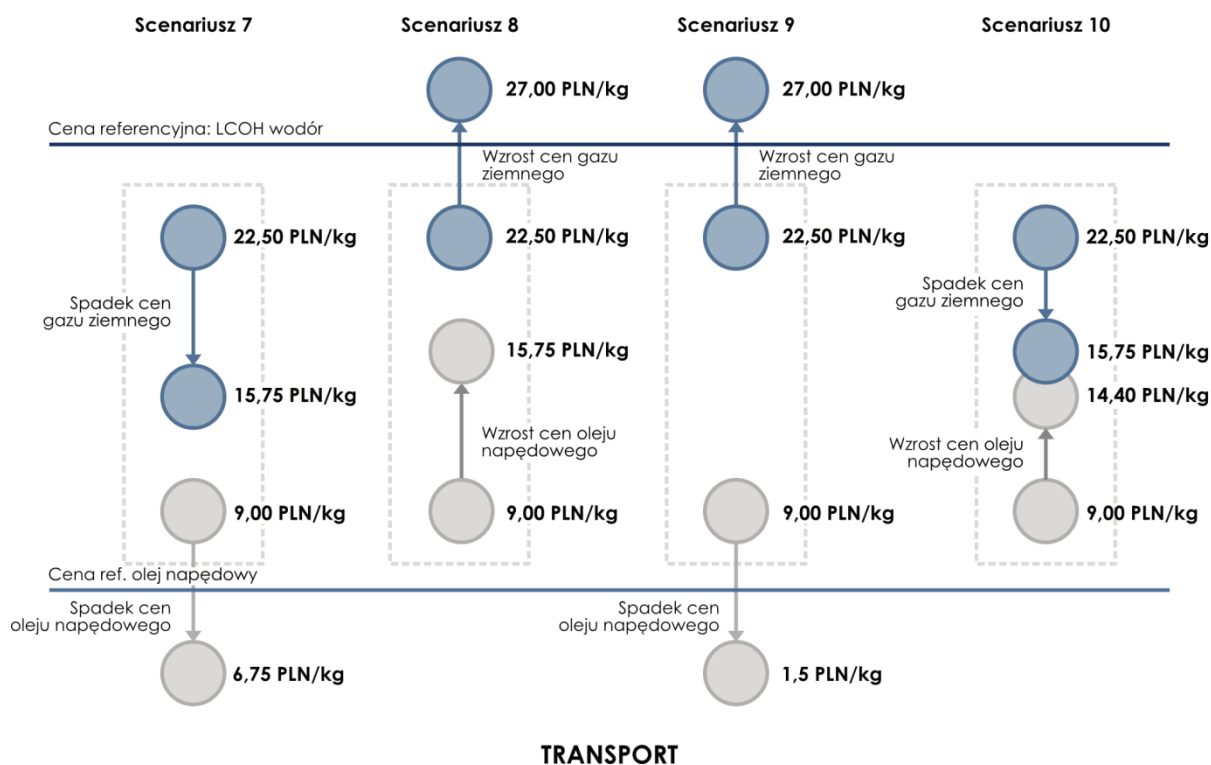
Scenariusz 5. Spadek rynkowych cen gazu ziemnego powoduje, że rzeczywisty koszt zakupu nośnika energii na rynku (wykorzystywanego do procesów technologicznych) staje się niższy. Odbiorca wodoru ma w konsekwencji niekorzyść ekonomiczną w uczestnictwie w systemie wsparcia (nadal kupuje wodór zgodnie z ceną aukcyjną, przez co wydaje więcej, niż gdyby kupił substytucyjny nośnik energii na rynku). W konsekwencji odbiorca wodoru otrzymuje dodatkową dopłatę od państwa za każdy zakupiony 1 kg wodoru (jeżeli na koncie nadwyżkowym IPA nie ma zgromadzonej odpowiedniej puli środków do pokrycia salda). W przypadku wytwórcy wodoru niskoemisyjnego spadek rynkowych cen gazu ziemnego oznacza nadmierną korzyść z uczestniczenia w systemie wsparcia (nadal sprzedaje wodór po cenie aukcyjnej). W konsekwencji wytwórca wodoru oddaje określoną kwotę za każdy 1 kg sprzedanego wodoru na konto nadwyżkowe IPA. Ostatecznie, kwota wpłacana przez wytwórcę może posłużyć na pokrycie luki u odbiorcy, przez co ostateczny efekt netto wynosi „0” (środki są wpłacane na konto nadwyżkowe przez wytwórcę i pobierane przez odbiorcę, różnica pozostaje netto na tym samym poziomie). **Takie kształtowanie się cen w Partnerstwie będzie charakterystyczne dla koszyka Przemysł, energetyka i ciepłownictwo, gdzie zarówno strona podaży jak i popytu wzoruje się na cenach gazu ziemnego.**

Scenariusz 6. Wzrost cen gazu ziemnego, który dotknie zarówno wytwórców, jak i odbiorców w Partnerstwie, doprowadzi do sytuacji, będącej lustrzanym odbiciem Scenariusza 5. Odbiorca wodoru będzie wpłacał określoną kwotę za kg zakupionego wodoru na konto nadwyżkowe IPA, a wytwórca wodoru będzie pobierał tą kwotę dla pokrycia swojej luki. W konsekwencji różnica netto dla Partnerstwa pozostanie na tym samym poziomie.

W przypadku wodoru niskoemisyjnego oraz koszyka Przemysł, energetyka i ciepłownictwo, ryzyko wahań cen surowców dla państwa jest stosunkowo najmniejsze, gdyż obie strony Partnerstwa pokrywają ewentualną lukę finansową na bazie wspólnych rozliczeń poprzez konto IPA. Wynika to ze wspólnego odnoszenia się do cen gazu ziemnego. Na obecnym etapie analizy trudno ocenić, która strona Partnerstwa będzie charakteryzowała się większą wrażliwością na zmiany cen gazu ziemnego, stąd zakładane jest, że procentowe zmiany cen gazu ziemnego będą wpływać tak samo na obie strony Partnerstwa.

Wodór niskoemisyjny / Koszyk 2: Transport

W przypadku sektora transportu metodologia indeksacji wydaje się najbardziej złożona i wynika głównie z różnych cen referencyjnych po stronie wytwórców i odbiorców. W przypadku wytwórców i odbiorców w Partnerstwie, którzy posiadają inne odpowiadające im ceny referencyjne, nie występuje wspólne konto nadwyżkowe IPA. Każdy z podmiotów posiada oddzielne konto nadwyżkowe IPA, na które wpłaca lub z których pobiera środki. Uproszczony schemat indeksacji został przedstawiony na grafice (patrz niżej), zaś możliwe trendy cenowe zostały opisane w scenariuszach pod grafiką.



Rysunek 16. Uproszczony schemat indeksacji dla wodoru niskoemisyjnego w Koszyku 2

Źródło: opracowanie własne. Liczby mają charakter wyłącznie poglądowy.

Scenariusz 7. Spadek cen gazu ziemnego powoduje, że wytwórca wodoru ma nadmierną korzyść finansową z uczestniczenia w systemie wsparcia (nadal sprzedaje wodór po cenie aukcyjnej). W konsekwencji wytwórca wodoru deponuje określoną kwotę za każdy 1 kg sprzedanego wodoru na przypisanym mu koncie nadwyżkowym IPA. Skumulowana nadwyżka jest wykorzystywana do pokrycia ewentualnych przyszłych

niekorzyści ekonomicznych występujących po stronie wytwórcy w przypadku wzrostu cen gazu ziemnego.

Z kolei w przypadku odbiorcy wodoru, **spadek cen oleju napędowego** powoduje, że rzeczywisty koszt zakupu nośnika energii na rynku (wykorzystywanego do zasilania pojazdu) staje się niższy. Odbiorca wodoru ma w konsekwencji niekorzyść ekonomiczną w uczestnictwie w systemie wsparcia (nadal kupuje wodór zgodnie z ceną aukcyjną, przez co wydaje więcej niż kupił substytucyjny nośnik energii na rynku). W konsekwencji odbiorca wodoru otrzymuje dodatkową dopłatę od państwa za każdy 1 kg wodoru zakupiony wodoru (jeżeli na koncie nadwyżkowym IPA nie ma zgromadzonej odpowiedniej puli środków do pokrycia salda).

Scenariusz 8. Wzrost cen gazu ziemnego powoduje, że wytwórca wodoru ma wyższe koszty wytwarzania wodoru niskoemisyjnego (jego koszt rośnie ze względu na wzrost cen paliwa wsadowego). W konsekwencji wytwórca wodoru ma niekorzyść ekonomiczną z racji uczestniczenia w systemie wsparcia (nadal sprzedaje wodór po cenie aukcyjnej). W związku z tym wytwórca wodoru otrzymuje od państwa określoną kwotę za każdy 1 kg wytworzonego wodoru (jeżeli na koncie nadwyżkowym IPA nie ma odpowiedniej puli środków do pokrycia luki).

Z kolei w przypadku odbiorcy wodoru, **wzrost cen oleju napędowego** powoduje, że rzeczywisty koszt zakupu nośnika energii na rynku (wykorzystywanego do zasilania pojazdu) staje się wyższy. Odbiorca wodoru ma w konsekwencji nadmierną korzyść ekonomiczną w uczestnictwie w systemie wsparcia (nadal kupuje wodór zgodnie z ceną aukcyjną, przez co wydaje mniej niż gdyby kupił substytucyjny nośnik energii na rynku). W konsekwencji odbiorca wodoru wpłaca dodatkową kwotę za każdy 1 kg zakupionego wodoru na dedykowane konto nadwyżkowe IPA. Skumulowana nadwyżka jest wykorzystywana do pokrycia ewentualnych przyszłych niekorzyści ekonomicznych występujących po stronie odbiorcy w przypadku spadku cen oleju napędowego.

Scenariusz 9. Wzrost cen gazu ziemnego powoduje, że wytwórca wodoru ma wyższe koszty wytwarzania wodoru niskoemisyjnego (jego koszt rośnie ze względu na wzrost cen paliwa wsadowego). W konsekwencji wytwórca wodoru ma niekorzyść ekonomiczną z racji uczestniczenia w systemie wsparcia (nadal sprzedaje wodór po cenie aukcyjnej). W związku z tym wytwórca wodoru otrzymuje od państwa dodatkową kwotę za każdy 1 kg wytworzonego wodoru (jeżeli na koncie nadwyżkowym IPA nie ma odpowiedniej puli środków do pokrycia luki).

Z kolei w przypadku odbiorcy wodoru, **spadek cen oleju napędowego** powoduje, że rzeczywisty koszt zakupu nośnika energii na rynku (wykorzystywanego do zasilania pojazdu) staje się niższy. Odbiorca wodoru ma w konsekwencji niekorzyść ekonomiczną w uczestnictwie w systemie wsparcia (nadal kupuje wodór zgodnie z ceną aukcyjną, przez co wydaje więcej niż gdyby kupił substytucyjny nośnik energii na rynku). W konsekwencji odbiorca wodoru otrzymuje od państwa dodatkową dopłatę za każdy 1 kg zakupiony wodoru (jeżeli na koncie nadwyżkowym IPA nie ma zgromadzonej odpowiedniej puli środków do pokrycia salda).

Scenariusz 10. Spadek cen gazu ziemnego powoduje, że wytwórca wodoru ma nadmierną korzyść finansową z uczestniczenia w systemie wsparcia (nadal sprzedaje wodór po cenie aukcyjnej). W konsekwencji wytwórca wodoru oddaje określoną kwotę

za każdy 1 kg sprzedanego wodoru na konto nadwyżkowe IPA. Skumulowana nadwyżka jest wykorzystywana do pokrycia ewentualnych przyszłych niekorzyści ekonomicznych występujących po stronie wytwórcy w przypadku wzrostu cen gazu ziemnego.

Z kolei w przypadku odbiorcy wodoru, **wzrost cen oleju napędowego** powoduje, że rzeczywisty koszt zakupu nośnika energii na rynku (wykorzystywanego do zasilania pojazdu) staje się wyższy. Odbiorca wodoru ma w konsekwencji nadmierną korzyść ekonomiczną w uczestnictwie w systemie wsparcia (nadal kupuje wodór zgodnie z ceną aukcyjną, przez co wydaje mniej niż gdyby substytucyjny nośnik energii na rynku). W konsekwencji odbiorca wodoru wpłaca dodatkową kwotę za każdy 1 kg zakupionego wodoru na dedykowane konto nadwyżkowe IPA. Skumulowana nadwyżka jest wykorzystywana do pokrycia ewentualnych przyszłych niekorzyści ekonomicznych występujących po stronie odbiorcy w przypadku spadku cen oleju napędowego.

Zakłada się, że rozliczenie salda dodatniego lub ujemnego wynikającego z indeksacji będzie odbywało się do 10. dnia każdego kolejnego miesiąca na konto beneficjenta (Partnerstwa) na IPA z udziałem Zarządcy Rozliczeń jako podmiotu weryfikującego. Indeksacja do poziomu inflacji będzie również rozliczana w cyklach miesięcznych na podstawie raportów Głównego Urzędu Statystycznego, co do danych r/r.

Założona indeksacja do cen surowców wsadowych i inflacji będzie wymagać stałego monitoringu rynkowych cen gazu ziemnego, oleju napędowego oraz poziomu inflacji wraz z przełożeniem dynamiki powyższych cen na pozycję wytwórców i odbiorców wodoru składających się na Partnerstwo. Rekomendowane jest uruchomienie lub wyodrębnienie dedykowanego zespołu eksperckiego w URE oraz Zarządcy Rozliczeń, który będzie koordynował realizację aukcji wodorowych w modelu kontraktu różnicowego i zapewnił efektywność jego działania.

Wydaje się, że obustronna indeksacja może zapewnić mniejsze ryzyko uczestniczenia w systemie wsparcia dla obu stron Partnerstwa, co w konsekwencji może przyczynić się do większej dynamiki rozwoju rynku wodoru. Niemniej zakłada się, że dla zapewnienia długoterminowej efektywności systemu wsparcia, może nastąpić stopniowe odchodzenie od obustronnej indeksacji (np. po pierwszych trzech latach funkcjonowania mechanizmu), docelowo pozostając **np. tylko przy indeksacji strony podażowej**.

Alternatywna opcja indeksacji

W toku analiz eksperckich rozważane było także indeksowanie cen aukcyjnych tylko po stronie podażowej, dla zabezpieczenia długoterminowej pozycji wytwórców, szczególnie tych, dla których koszt wytworzenia wodoru jest wrażliwy na zmiany cen gazu ziemnego.

W takim scenariuszu ceny aukcyjne po stronie popytowej nie byłyby indeksowane do cen nośników referencyjnych, przez co ryzyko zmian cen surowców pozostawałoby w pełni po stronie odbiorców. Zaletą proponowanego rozwiązania jest potencjalne uniknięcie nadmiernego wsparcia odbiorców, którzy będą długoterminowo zabezpieczeni przed zmianami cen referencyjnych nośników energii. Z kolei potencjalną wadą tego rozwiązania jest pozostawienie stosunkowo dużego ryzyka zmienności cen surowców po stronie odbiorców, co może stanowić barierę wejścia dla mniejszych podmiotów.

2.10. Analiza SWOT

Silne strony

- ▶ **Efektywność działania.** Model kontraktu różnicowego doprowadza do stopniowego zmniejszania różnicy pomiędzy minimalną ceną wytworzenia wodoru a maksymalną ceną jego zakupu, aż do momentu, w którym rynek staje się konkurencyjny i wsparcie państwa poprzez mechanizm finansujący przestaje być potrzebne.
- ▶ **Łączenie podaży i popytu.** Mechanizm jest optymalny dla wsparcia rozwoju gospodarki wodorowej, szczególnie w jej wczesnych etapach, gdyż nie wymaga rozwiniętej infrastruktury przesyłowej i magazynowej. Łączenie podaży i popytu następuje na poziomie aukcji w formie Partnerstw.
- ▶ **Ograniczona rola państwa.** Państwo nie jest odpowiedzialne za łączenie podaży i popytu, ani za zapewnienie płynności handlowej. Przekłada się to wprost na niższy poziom ryzyka finansowego dla organizatora i sprzyja wzrostowi efektywności mechanizmu.
- ▶ **Redukcja ryzyka wolumenu.** Bezpośrednie wsparcie dla wytwórców oraz możliwość zakupu wodoru w korzystnej cenie przez odbiorców zapewni pełną użycie przewidzianego wolumenu aukcyjnego w ramach jednego Partnerstwa, co redukuje ryzyko pojawienia się niezbilansowania systemowego.
- ▶ **Łatwiejsze wdrożenie.** Mechanizm charakteryzuje się prostszą metodologią organizacji aukcji niż w przypadku aukcji bilateralnych, co może zapewnić jego łatwiejsze wdrażanie oraz przyszłe zarządzanie i rozliczanie wsparcia.

Słabe strony

- ▶ **Trudność w dostosowaniu indeksacji.** Stosunkowo skomplikowana metodyka indeksacji (szczególnie w przypadku wodoru niskoemisyjnego) może stanowić istotną barierę administracyjną w zakresie wdrażania tego systemu wsparcia.
- ▶ **Słabsza zachęta do rozwoju infrastruktury.** Mechanizm może spowolnić rozwój infrastruktury przesyłowej i magazynowej w kraju, gdyż niewystarczająco mobilizuje do jej rozwoju. Wytwórcy i odbiorcy w ramach Partnerstw realizują logistykę we własnym zakresie.
- ▶ **Różnice cenowe.** Partnerstwa podmiotów prowadzących działalność w sektorze przemysłu, energetyki i ciepłownictwa mogą mieć możliwość oferowania mniejszej różnicy cen w aukcji ze względu na prawdopodobnie niższe wymagania co do czystości, jakości i ciśnienia wodoru, który podlega obrotowi.

Szanse

- ▶ **Rozwój dolin wodorowych zgodnie z założeniami PSW.** Mechanizm może wesprzeć rozwój rozproszonej gospodarki wodorowej w modelach dolin wodorowych i *on-site* (łączenie podaży i popytu na poziomie jednej aukcji). Ponadto, idea "Partnerstw" będzie samoistnie wspierać dążenie spółek do szukania możliwości przejścia na wodór (niezależnie nawet od samego uzyskania subsydium).
- ▶ **Korzyści niezależne od sektora.** Dla podmiotów przemysłowych – potencjalnych uczestników aukcji (wytwórców i odbiorców), szczególnie pozostających w ramach tej samej grupy kapitałowej, proponowany kształt mechanizmu bazujący na konieczności

stworzenia Partnerstwa może stanowić znaczne ułatwienie w zakresie organizacyjnym. Z kolei dla podmiotów z sektora transportu (odbiorców) daje większą pewność otrzymania danego wolumenu wyprodukowanego wodoru.

- ▶ **Rozwój paliw syntetycznych.** Wprowadzony system wsparcia dla wytwarzania wodoru może zapewnić także rozwój rynku paliw syntetycznych (amoniak, metanol, zrównoważone paliwa lotnicze) dzięki znacznemu zmniejszeniu kosztów zakupu nośnika wsadowego do ich produkcji (wodór).
- ▶ **Zachęta przez przyjęcie indeksacji.** Zastosowanie indeksacji do cen surowców/paliw i poziomu inflacji może zapewnić dużą zachętę dla uczestniczenia w systemie wsparcia, redukując przy tym ryzyka rynkowe i przyczyniając się do wzrostu prawdopodobieństwa wypełnienia całkowitych wolumenów aukcyjnych. Szczególnie jest to istotne dla tych odbiorców, którzy w innym przypadku nie mogliby zgodzić się na 10 lat długości kontraktu.

Zagrożenia

- ▶ **Brak przyjętych regulacji.** Działanie systemu wsparcia wodoru w Polsce może być zagrożone w przypadku, gdy otoczenie regulacyjne w Polsce nie będzie umożliwiło rozwoju projektów wodorowych z uwzględnieniem ducha zmian prawnych w UE w kontekście kryterium *additionality* w Dyrektywie o Odnawialnych Źródłach Energii (konieczne w tym zakresie jest umożliwienie budowy linii bezpośredniej, rozwój rynku PPA oraz magazynowania energii w Polsce)¹²⁵. Istotną przeszkodą regulacyjną może być także brak liberalizacji tzw. ustawy odległościowej, co wpłynie na brak możliwości rozwoju lądowych źródeł wiatrowych w kraju, które mogą być najtańszym źródłem wytwarzania wodoru odnawialnego w Polsce¹²⁶.
- ▶ **Niższa konkurencja.** Mechanizm może naturalnie wspierać konsorcja dużych podmiotów (np. grup kapitałowych), które będą predysponowane do osiągania niskich poziomów różnicy konsorcjalnej m.in. dzięki efektom skali oraz presji dekarbonizacyjnej wynikającej z EU ETS, a jednocześnie tworzyć zbyt dużą barierę administracyjno-formalną wejścia dla np. mniejszych samorządów.
- ▶ **Wady negatywnych skutków indeksowania wodoru niskoemisyjnego z gazem.** Aby umożliwić udział w aukcji podmiotom wytwarzającym wodór niskoemisyjny z gazu ziemnego (z wykorzystaniem CCS) rekomendowano jako "mniejsze zło" indeksowanie w ich przypadku (przynajmniej w pierwszych latach) ceny podaźowej do wahań ceny paliwa wsadowego (gazu ziemnego). Co do zasady może to zostać odczytane jako nadwsparcie w kierunku bardziej emisyjnej technologii (względem wodoru odnawialnego).
- ▶ **Kontrakty długoterminowe niekorzystne dla odbiorców.** Różnica w długości kontraktu dla wytwórców i dla odbiorców zaspokajałaby interesy każdej ze stron. Wyznaczenie 10-letnich kontraktów dla Partnerstw powoduje, że odbiorcy wodoru muszą liczyć się ze znacznym ryzykiem cenowym, choć w rekomendowanym kształcie jest ono jednak mitygowane poprzez indeksację do nośnika referencyjnego (gazu lub oleju napędowego). W świetle dostępnych prognoz ścieżek cenowych wodoru, gazu i paliw ropopochodnych należy założyć, że zagrożenie to będzie traciło na znaczeniu z biegiem lat i stabilizacją rynków (przejściem w kierunku stabilnego wzrostu cen emisyjnych nośników energii i paliw).
- ▶ **Dominacja dużych podmiotów.** Mechanizm wymaga zawiązania Partnerstwa przez stronę podaźową i stronę popytową, które może być postrzegane jako ryzyko dla niektórych podmiotów, szczególnie tych o mniejszej wielkości i zdolnościach

¹²⁵ A9-0208/2022, op. cit.

¹²⁶ Clean Hydrogen Monitor 2022, op. cit.

kapitałowych (np. jednostek samorządowych), którym trudniej jest uzyskać finansowanie np. na przygotowanie oferty aukcyjnej przez kancelarię prawną.

- ▶ **Zbyt późne wdrożenie względem potrzeb.** Istnieje ryzyko, że mechanizm zostanie wdrożony zbyt późno względem potrzeb rynkowych, w tym w szczególności wynikających ze spodziewanych celów unijnych na rok 2030. Obecnie procedowane regulacje UE w zakresie obowiązkowego udziału RFNBO w transporcie oraz udziału wodoru odnawialnego w przemyśle wymuszają na przedstawicielach sektorów wykorzystujących wodór w procesach produkcyjnych, aby już teraz podejmowali strategiczne decyzje inwestycyjne, dotyczące przechodzenia na wodór odnawialny. Perspektywa zorganizowania pierwszych aukcji na wodór w 2027 r. (według scenariusza konserwatywnego) może spowodować, że inwestorzy odsuną realizację instalacji wytwórczych wodoru w czasie lub że nie uzyskają potrzebnego wsparcia.

3. Aukcje bilateralne

Koncepcja wsparcia rozwoju rynku wodoru i syntetycznych paliw wodoropochodnych w postaci aukcji bilateralnych została wypracowana na rynku niemieckim. W grudniu 2021 r. mechanizm ten otrzymał notyfikację Komisji Europejskiej¹²⁷.

Model platformy H2Global¹²⁸ bazuje na formule aukcji dwustronnych, organizowanych oddzielnie dla strony podaźowej i oddzielnie dla popytowej. Podstawą funkcjonowania systemu aukcyjnego jest z kolei model różnicy. Z założenia mechanizm ten wspiera import, nie produkcję krajową, dlatego przynajmniej w pierwszych latach funkcjonowania przedmiotem aukcji będzie nie wprost wodór, lecz syntetyczne paliwa wodoropochodne (odnawialny amoniak, metanol i SAF). W dalszej perspektywie planowane jest stworzenie również dedykowanych aukcji na wodór, wymaga to jednak zmniejszenia barier ekonomicznych i technicznych związanych z transportem wodoru na znaczne odległości.

Organizatorem rynku, który przejmuje na siebie pewne funkcje tradera, jest spółka pośrednicząca HINT.Co GmbH, zależna w 100% od fundacji H2Global. HINT.Co skupuje wodoropochodne paliwa syntetyczne od ich wytwórców, a następnie odsprzedaje je odbiorcom końcowym, co w efekcie mityguje ryzyko handlowe i pokrywa występującą lukę finansową. Według założeń mechanizmu HINT.Co w żadnym momencie nie będzie posiadał fizycznie wolumenów zaimportowanych produktów, co istotnie wpływa na redukcję ryzyka wolumenu po stronie państwa i przeniesienie go na podmioty uczestniczące.

Kluczowe założenia platformy H2Global, tzn. wsparcie dla importu oraz skoncentrowanie na paliwach syntetycznych, są niemożliwe do przeniesienia w ramach projektowanego mechanizmu wsparcia wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego w Polsce, zakładającego pobudzenie krajowego wytwarzania wodoru. Za wartą rozważenia uznano jednak koncepcję aukcji bilateralnych dla wodoru, w których państwo pełni aktywną rolę pośrednika / organizatora aukcji i organizuje tzw. *matchmaking* dla strony podaźowej i popytowej. Przy spełnieniu pewnych warunków pozwala to na zmniejszenie ryzyka dla wytwórców wodoru i daje szansę pobudzenia konkurencji rynkowej poprzez możliwość przystąpienia do aukcji przez mniejsze podmioty. Jednocześnie, ponieważ aukcje bilateralne bazują na modelu różnicy, ich stworzenie ma podobne podstawowe zalety, co opisywany wcześniej kontrakt różnicowy (por. 2.2). Model podwójnych aukcji obarczony jest jednak szeregiem innych barier i ryzyk, które zostały wskazane w dalszej części niniejszego materiału.

W niniejszym rozdziale przybliżone zostaną możliwe zasady funkcjonowania mechanizmu aukcji bilateralnych na rynku polskim. Przedstawiona będzie także analiza SWOT m.in. w perspektywie realizacji celów polityki klimatycznej UE oraz polityki energetycznej Polski.

¹²⁷ State aid: Commission approves €900 million German scheme to support investments in production of renewable hydrogen, Komisja Europejska, 2021, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_7022.

¹²⁸ H2Global – idea, instrument..., op. cit.

3.1. Charakterystyka mechanizmu

Mechanizm aukcji bilateralnych zakłada realizację dwóch odrębnych aukcji przez państwo w podziale na: (i) aukcje podażowe, przeznaczone dla wytwórców wodoru oraz (ii) aukcje popytowe, przeznaczoną dla odbiorców wodoru. Przewiduje się udział w aukcjach przedstawicieli sektorów: przemysłu, energetyki i ciepłownictwa oraz transportu. W związku ze specyfiką aukcji bilateralnych niemożliwe wydaje się jednak zastosowanie podziału na koszyki aukcji, który byłby analogiczny do modelu kontraktu różnicowego. Przyczyną jest założenie, że za sprawą charakterystyki oferowanego wodoru – czynnika geograficznego, parametrów jakościowych oraz gwarancji pochodzenia (śladu węglowego) – każdy zakontraktowany wolumen wodoru staje się unikatowym produktem, więc wymaga zorganizowania odrębnej aukcji.

W wyniku przeprowadzanych aukcji państwo podpisuje kontrakty długookresowe z wytwórcami wodoru (10-letnie) oraz krótkookresowe kontrakty z odbiorcami wodoru (2-letnie). Oferty składane w aukcjach przez wytwórców i odbiorców wynikają z odniesienia do cen referencyjnych. Zakładane jest, że ceny referencyjne po stronie podażowej będą zależeć od **średnioważonego kosztu wytwarzania wodoru (LCOH)** i będą one ustalane przez ministra właściwego ds. energii na podstawie zebranych danych rynkowych. Aukcje podażowe będą wygrywać ci wytwórcy, którzy zgłosili oferty z najniższą ceną wytwarzania wodoru, aż do wypełnienia przewidzianego wolumenu aukcyjnego.

Z kolei odbiorcy wodoru będą odnosić się do ceny referencyjnej zależnej od sektora, w którym prowadzą obecną działalność gospodarczą. Zakłada się, że dla sektorów przemysłu, energetyki i ciepłownictwa referencją będzie **cena gazu ziemnego**, a dla sektora transportu **cena oleju napędowego**. Ceny referencyjne dla strony popytowej będą ustalane przez ministra właściwego ds. energii na podstawie zebranych danych rynkowych, aby zapewnić odpowiedni poziom konkurencyjności w aukcji popytowej. Aukcje popytowe będą wygrywać ci odbiorcy, którzy zgłosili oferty z najwyższą ceną zakupu wodoru, aż do wypełnienia przewidzianego wolumenu aukcyjnego.

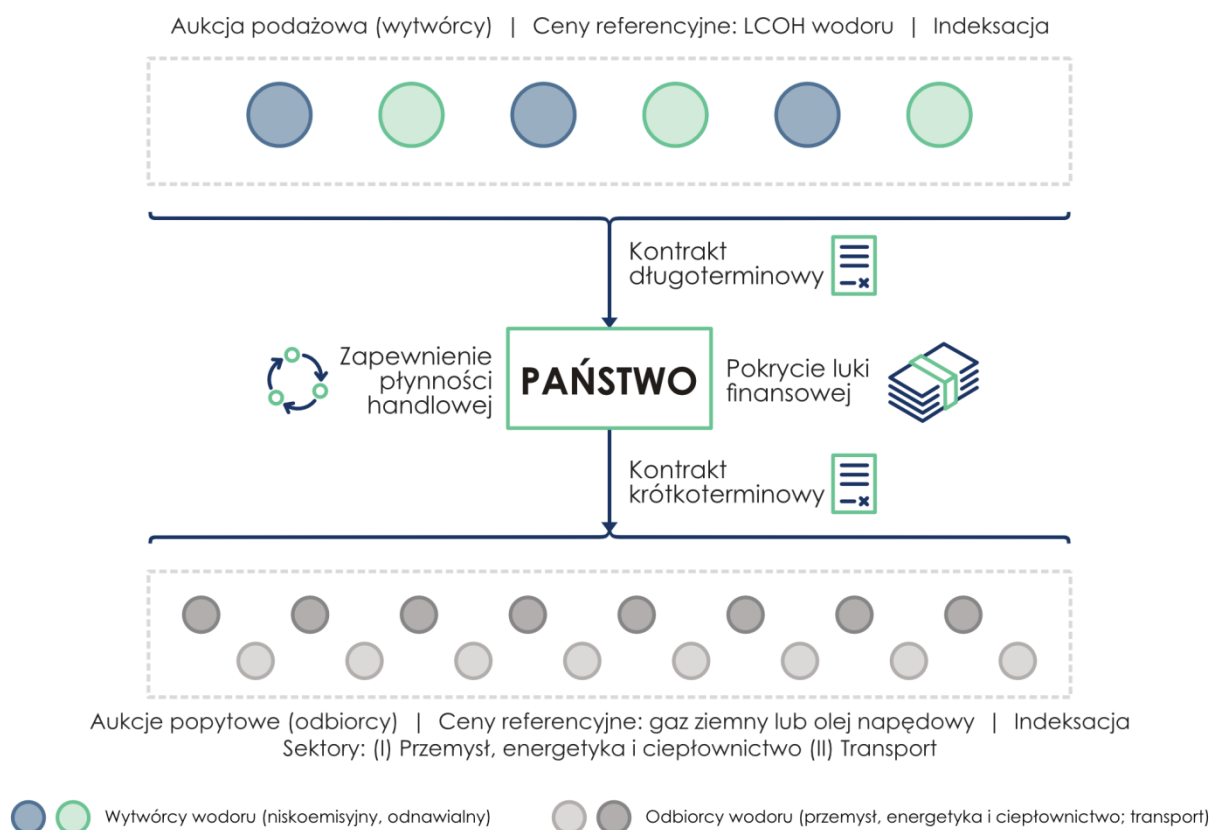
W celu mitygacji ryzyka rynkowego przewiduje się wprowadzenie indeksacji w obu stronach aukcji do cen nośników energii, które są paliwem wsadowym dla wytwórców lub referencją dla odbiorców. Indeksowanie będzie odnosić się także do inflacji.

Należy wskazać, że w modelu aukcji bilateralnych po stronie państwa pozostaje szereg istotnych ryzyk, mniej znaczących lub niewystępujących w zaproponowanym modelu kontraktu różnicowego, W szczególności: (i) ryzyko w zakresie płynności handlowej, w tym łączenia podaży z popytem, (ii) ryzyko nadmiernego pokrycia luki finansowej (wystąpienia zjawiska nadmiernego wsparcia); (iii) organizacja odrębnych aukcji dla każdego zakontraktowanego wolumenu wodoru może stanowić istotne obciążenie administracyjne, zarówno od strony organizacyjnej, jak i kosztowej; (iv) bariery związane z nierozwiniętą infrastrukturą transportową i magazynową wodoru stają się tutaj bardziej istotnym czynnikiem, niż w przypadku zaprezentowanej koncepcji kontraktu różnicowego, gdzie następuje ich niwelowanie poprzez możliwość przystąpienia do aukcji przez wytwórcę i odbiorcę wodoru wspólnie, w ramach partnerstwa biznesowego (Partnerstwa).

Zakłada się, że częściową mitygacją ryzyka w zakresie płynności handlowej dla państwa będzie formuła udzielania przez państwo promesy wsparcia dla wytwórcy jeszcze przed faktycznym zakupem ofertowanego wodoru. Po weryfikacji pod kątem znalezienia odbiorcy na dany wolumen wodoru, dedykowany podmiot obrotu (por. 3.3) zrealizowałby transakcję kupna wodoru od wytwórcy.

W modelu aukcji bilateralnych również możliwe jest, aby wytwórcy i odbiorcy wodoru składali oferty cenowe w formule FOB, czyli bez uwzględnienia kosztów transportu, jednak potencjalna trudność z organizacją transportu może negatywnie wpływać na płynność organizacji aukcji.

Powyższe założenia podstawowe dla funkcjonowania mechanizmu aukcji bilateralnych zostaną szczegółowo opisane i uzasadnione w kolejnych rozdziałach dokumentu.



Rysunek 17. Uproszczony schemat mechanizmu aukcji bilateralnych

Źródło: opracowanie własne

3.2. Warunki przystąpienia do mechanizmu

Określenie warunków przystąpienia do mechanizmu aukcji bilateralnych może nastąpić w oparciu o doświadczenia i zasady w systemie wsparcia OZE w Polsce na podstawie Ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii¹²⁹. Może to zmniejszyć

¹²⁹ Dz.U. 2015 poz. 478, op. cit.

barierę wejścia dla oferentów dzięki pewnemu *know-how* w zakresie przystępowania do aukcji, zapewnić mniejszą trudność jego wdrażania, a także możliwości wykorzystania części wypracowanych już rozwiązań administracyjnych i informatycznych.

Poniższa lista warunków oraz zasad przystąpienia do mechanizmu jest jedynie wstępną propozycją i powinna zostać poddana konsultacjom społecznym, a także możliwym modyfikacjom w przyszłości wraz z uszczegółowianiem otoczenia regulacyjnego dla wodoru w Polsce.

W założeniu wszelkie procesy administracyjne związane z uczestnictwem w systemie wsparcia będą odbywać się przez funkcjonującą już Internetową Platformę Aukcyjną (IPA), która w przypadku aukcji wodorowych będzie operacyjnie zarządzana przez URE. Do aukcji dopuszczane będą zmodernizowane i nowe instalacje wytwarzania wodoru, przez które rozumie się takie instalacje, które po raz pierwszy wytworzą wodór po dniu zamknięcia aukcji¹³⁰. Wytwórcy i odbiorcy wodoru, biorący udział **w oddzielnych aukcjach** podażowych i popytowych, będą zobowiązani do przejścia przez następujące procesy administracyjne:

1) Rejestracja na IPA

Zakłada się, że wytwórcy i odbiorcy wodoru będą rejestrować oddzielne konta na IPA. Aby dokonać rejestracji na IPA, podmioty będą zobowiązane do złożenia podstawowych danych ich dotyczących, wskazując m.in. skład reprezentacji, ewentualne pełnomocnictwa, podpisy kwalifikowane osób reprezentujących podmiot, adres siedziby, dane kontaktowe, numer konta bankowego, sprawozdanie finansowe. Złożenie podstawowych danych umożliwi udział w dalszych procesach weryfikacyjnych i administracyjnych na IPA.

2) Aktywacja konta na IPA

Przyjmuje się, że zarówno konto wytwórcy jak i odbiorcy wodoru będzie aktywowane po akceptacji administratora i potwierdzeniu przesłanym na adres e-mail podany podczas rejestracji. Aktywacja konta na IPA będzie wiązać się z nadaniem indywidualnego identyfikatora (numeru ID) osobno wytwórcy i odbiorcy wodoru. Obie strony będą posiadały dedykowane dane rejestracyjne na IPA (login i hasło). Konto wytwórcy i odbiorcy wodoru będzie automatycznie usuwane z IPA, jeżeli żaden z nich nie złoży wniosku (opisanego w pkt. 3 poniżej) w terminie przed najbliższą planowaną aukcją oraz umożliwiającym przeprowadzenie jego weryfikacji z uwzględnieniem terminów wskazanych w KPA.

¹³⁰ Rekomendowane są dalsze analizy dotyczące ewentualnego udzielenia wsparcia dla instalacji, których realizacja odbyła się w czasie pomiędzy wejściem w życie odpowiedniej ustawy a dniem rozpoczęcia aukcji. Pozwoliłoby to uniknąć opóźnień realizacji projektów w oczekiwaniu na faktyczne stosowanie przepisów prawa.

W przypadku, gdyby dopuszczono istniejące instalacje do udziału w systemie wsparcia np. poprzez odpowiednie przepisy przejściowe, przyjmuje się, że wymogi dla wytwórców z nowych instalacji, dotyczące procedury administracyjnej przystąpienia do aukcji, nie będą się różnić od wymogów przedstawionych w kolejnych punktach niniejszego podrozdziału.

3) Złożenie wniosku przez IPA

Wytwórca i odbiorca wodoru, deklarujący udział w aukcji, będą musieli złożyć odpowiedni wniosek przez IPA, które będzie zawierał następujące informacje i dokumenty:

	Informacje i dokumenty
Wytwórca	Imię i nazwisko oraz adres zamieszkania albo nazwa i adres siedziby
	Lokalizacja i moc instalacji wytwarzania wodoru ¹³¹
	Rodzaj wytwarzanego wodoru (z uwzględnieniem proponowanych definicji przedstawionych we Wprowadzeniu do niniejszej analizy, a także niezbędnych informacji technicznych, jak: źródło energii wykorzystywane do wytwarzania wodoru, ciśnienie wodoru, czystość wodoru, skład chemiczny, lub inne niezbędne informacje ¹³²)
	Prawomocne pozwolenie na budowę dla projektowanej instalacji wytwarzania wodoru (zakłada się, że przed wydaniem pozwolenia na budowę projekt budowlany jest sprawdzany pod kątem wymagań wynikających z decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach) ¹³³
	Harmonogram rzeczowo-finansowy realizacji budowy inwestycji
	Schemat instalacji wytwarzania wodoru wraz z oznaczeniem lokalizacji urządzeń pomiarowo-rozliczeniowych
	Podpis wytwórcy lub osoby upoważnionej do jego reprezentowania, z załączeniem oryginału lub uwierzytelnionej kopii dokumentu poświadczającego umocowanie takiej osoby do działania w imieniu wytwórcy
	*Plan udziału usług i materiałów lokalnych ¹³⁴
Odbiorca	Imię i nazwisko oraz adres zamieszkania albo nazwa i adres siedziby
	Lokalizacja instalacji odbiorczej wodoru ¹³⁵
	Rodzaj wodoru, który odbiorca potrzebuje zakupić (z uwzględnieniem proponowanych definicji przedstawionych we Wprowadzeniu do niniejszej analizy, a także niezbędnych informacji technicznych, jak: źródło energii

¹³¹ Instalację wytwarzania wodoru rozumie się jako wyodrębniony zespół urządzeń służących do wytwarzania wodoru odnawialnego lub niskoemisyjnego zgodnie z definicjami przedstawionymi we Wprowadzeniu.

¹³² Patrz: Dz.U. 2006 nr 169 poz. 1200, op. cit.

¹³³ Możliwym scenariuszem jest także umożliwienie uczestnictwa w aukcji wytwórcy bez posiadanego prawomocnego pozwolenia na budowę, jedynie ze zrealizowanym badaniem środowiskowym (do dalszych analiz).

¹³⁴ Opcjonalnie w dalszych analizach można rozważyć załączenie planu łańcucha dostaw i usług jako warunek zakwalifikowania do udziału w aukcji, ew. jako załącznik oferty aukcyjnej. Wymagać to będzie wprowadzenia ustawowej definicji planu łańcucha dostaw wodoru. Jednakże takie rozwiązanie może znacząco zwiększyć biurokratyzację procesu przystąpienia do mechanizmu i zniechęcić mniejsze podmioty do uczestnictwa w nim.

¹³⁵ Instalację odbiorczą wodoru wymagałby szczegółowego zdefiniowania jednak powinna zawierać możliwe szeroki katalog urządzeń m.in. stacje tankowania wodoru, instalacje przemysłowe, rurociągi.

Wymagane dokumenty	wykorzystywane do wytwarzania wodoru, ciśnienie wodoru, czystość wodoru, skład chemiczny, lub inne niezbędne informacje ¹³⁶⁾
	Schemat instalacji odbiorczej wodoru wraz z oznaczeniem lokalizacji urządzeń pomiarowo-rozliczeniowych
	Podpis odbiorcy lub osoby upoważnionej do jego reprezentowania, z załączeniem oryginału lub uwierzytelnionej kopii dokumentu poświadczającego umocowanie takiej osoby do działania w imieniu odbiorcy

Rysunek 18. Wykaz informacji i dokumentów niezbędnych do złożenia wniosku na IPA

Źródło: opracowanie własne

Komentarz (wymogi dla wytwórców wodoru):

Przyjmuje się, że w przypadku wybranych wytwórców wodoru, którzy będą zasilac instalację konwersji elektrolitycznej z własnego źródła OZE (*on-site*), niezbędne może być także pozyskanie lub wykazanie odpowiednich dokumentów w postaci: koncesji na wytwarzanie energii elektrycznej¹³⁷, warunków przyłączenia do sieci przesyłowej lub dystrybucyjnej oraz zgody Prezesa URE na budowę linii bezpośredniej, o ile spełnione zostaną warunki z Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne. **Pozyskanie wymienionych dokumentów przez wytwórców wodoru może być istotnym wyzwaniem administracyjnym**, które wpłynie na czas realizacji inwestycji lub brak możliwości jej realizacji. Należy poddać dalszym analizom możliwość złagodzenia tych przepisów dla wytwórców wodoru, szczególnie tych, którzy nie prowadzą obecnie działalności w sektorze energetycznym, a chcieliby wytwarzać wodór z własnego źródła OZE. W przypadku zasilania instalacji wytwórczej z sieci elektroenergetycznej konieczne będzie pozyskanie lub wykazanie (dla instalacji istniejących) warunków przyłączenia do sieci przesyłowej lub dystrybucyjnej, a także kontrakcja umowy typu PPA rozliczanej w cyklach miesięcznych zgodnie z propozycją art. 27 zmienianej dyrektywy RED II¹³⁸.

Ostatnim punktem jest weryfikacja złożonego wniosku przez administratora IPA w zakresie spełnienia wymogów prawnych oraz regulaminowych, a także wydanie zaświadczenia o możliwości przystąpienia do aukcji (o ile weryfikacja wniosku będzie pozytywna). Zakłada się, że termin ważności zaświadczenia wynosi 12 miesięcy od daty wydania.

Komentarz (wymogi dla odbiorców wodoru):

Zakłada się, że na przyszłym rynku mogą występować różne instalacje odbiorcze wodoru (przemysłowe, stacje tankowania, rurociągi), stąd trudno określić uniwersalny zestaw dokumentów, które odbiorca będzie musiał przedstawić w składanym wniosku.

Należy przyjąć, że dla instalacji odbiorczych proces weryfikacji wniosku będzie obejmował szeroki katalog aktów normatywnych odnoszących się zarówno do aspektów budowlanych, technicznych, środowiskowych jak i energetycznych. Wśród

¹³⁶ Dz.U. 2006 nr 169 poz. 1200, op. cit.

¹³⁷ W przypadku istniejących instalacji, które zostałyby dopuszczone do systemu wsparcia.

¹³⁸ A9-0208/2022, op. cit.

kluczowych aktów prawnych, które mogą zostać uwzględnione w procesie weryfikacji wniosku znajdują się m.in.:

- ▶ Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane;
- ▶ Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko;
- ▶ Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym;
- ▶ Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym (Dz.U. z 2021 r. poz. 272);
- ▶ Ustawa z dnia 19 sierpnia 2011 r. o przewozie towarów niebezpiecznych (Dz. U. 2021 r. poz. 756);
- ▶ Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 21 października 2022 r. w sprawie szczegółowych wymagań technicznych dla stacji wodoru.

Katalog aktów prawnych, którym będzie podlegał odbiorca wodoru podczas procesu weryfikacji wniosku aukcyjnego może się zmieniać wraz z rozwojem otoczenia regulacyjnego oraz nowych zastosowań wodoru w Polsce.

Ostatnim punktem jest weryfikacja złożonego wniosku przez administratora IPA w zakresie spełnienia wymogów prawnych oraz regulaminowych, a także wydanie zaświadczenia o możliwości przystąpienia do aukcji (o ile weryfikacja wniosku będzie pozytywna). Zakłada się, że termin ważności zaświadczenia wynosi 12 miesięcy od daty wydania.

4) Złożenie oferty aukcyjnej

Do aukcji mogą wejść wytwórcy i odbiorcy wodoru, którzy:

- ▶ posiadają ważne zaświadczenie o możliwości udziału w aukcji oraz złożyli oświadczenie o nie podawaniu fałszywych informacji na etapie wniosku. Posiadane ważne zaświadczenie o możliwości udziału w aukcji powinno potwierdzać informacje wprowadzone do IPA przez wytwórcę i odbiorcę wodoru na etapie składania wniosku;
- ▶ spełniają parametry aukcji;
- ▶ wnieśli zabezpieczenie w postaci kaucji lub gwarancji bankowej, wyrażone w udziale procentowym¹³⁹ wartości całkowitego wolumenu wodoru, który oferują do sprzedaży (wytwórcy) bądź który zamierzają kupić (odbiorcy) w aukcji;
- ▶ wykażą zdolność finansową przedsiębiorstwa, które reprezentują poprzez złożenie sprawozdania finansowego lub informacji o ratingu finansowym.

Wytwórca biorący udział w aukcji przedstawia poprzez formularz IPA następujące informacje:

- ▶ wolumen wodoru oferowanego do sprzedaży (w kg);
- ▶ jednostkową cenę wodoru oferowanego do sprzedaży (PLN/kg);

¹³⁹ Wartość wniesionego zabezpieczenie w postaci kaucji lub gwarancji bankowej odpowiadającego procentowej wartości wolumenu wodoru wymaga dalszych analiz.

- ▶ całkowitą kwotę, za jaką sprzeda wodór w trakcie trwania okresu wsparcia (domyślnie w PLN, alternatywnie w EUR);
- ▶ wskazanie daty początkowej wytwarzania wodoru¹⁴⁰ oraz okresu sprzedaży wodoru;
- ▶ okazanie odpowiedniej gwarancji pochodzenia wodoru, zgodnie z propozycją przedstawioną w procedowanej nowelizacji Ustawy z dnia 24 lutego 2022 r. o odnawialnych źródłach energii (UC99)^{141 142};
- ▶ wypełnienie przepisów proponowanych w projekcie nowelizacji Ustawy z dnia 21 października 2022 r. Prawo Energetyczne (UD 382) m.in. w zakresie ewentualnie występujących obowiązków koncesyjnych związanych z działalnością w sektorze wodorowym (pod warunkiem przyjęcia ww. przepisów w danym kształcie).

Odbiorca biorący udział w aukcji przedstawia poprzez formularz IPA następujące informacje:

- ▶ wolumen wodoru oferowanego do zakupu (w kg);
- ▶ jednostkową cenę wodoru oferowanego do zakupu (PLN/kg);
- ▶ całkowitą kwotę, za jaką zakupi wodór w trakcie trwania okresu wsparcia (domyślnie w PLN, alternatywnie w EUR);
- ▶ wskazanie daty początkowej zakupu wodoru (na podstawie terminów przyjętych przez wytwórcę w aukcji dla strony podażowej) oraz okresu zakupu wodoru.

W odróżnieniu od mechanizmu kontraktu różnicowego, w systemie aukcji bilateralnych, wytwórcy i odbiorcy wodoru nie będą wskazywać swoich numerów identyfikacyjnych na poziomie aukcji. Nie będzie dochodziło do łączenia wytwórców z odbiorcami, nie będzie występować także rodzaj dwustronnej umowy kupna-sprzedaży wodoru (HPA – ang. *Hydrogen Purchase Agreement*). Wytwórcy i odbiorcy wodoru będą podpisywać kontrakty z podmiotem dedykowanym przez państwo.

¹⁴⁰ Wymóg określenia daty początkowej wytworzenia wodoru, choć konieczny ze względu na brak rozwiniętych możliwości jego magazynowania po wytworzeniu, wydaje się bardzo trudny do spełnienia w przypadku aukcji bilateralnych, rodzi bowiem ryzyko niedotrzymania terminu (np. przez opóźnienia w realizacji budowy instalacji wytwórczej), a przy tym nie istnieje możliwość jego wcześniejszego ustalenia z odbiorcą wodoru (z racji organizowania odrębnych aukcji dla obu stron). Istnieje możliwość wyznaczenia terminu maksymalnego na pierwsze wytworzenie wodoru, jednak przyjęcie nieściśłego terminu wiąże się z dużym ryzykiem logistycznym.

¹⁴¹ UC99, op. cit.

¹⁴² Należy zaznaczyć, że metodologia certyfikacji lub pozyskiwania gwarancji pochodzenia dla wodoru może się znacznie rozwijać w następnych miesiącach w związku z pracami Komisji, Parlamentu i Rady Unii Europejskiej nad nowelizacją dyrektywy RED II, w tym wprowadzeniem metodologii liczenia śladu węglowego w cyklu życia wodoru na podstawie art. 25 i 28. Czynniki te warto uwzględnić w przypadku potencjalnych modyfikacji działania systemu wsparcia i zasad otrzymywania pomocy publicznej.

3.3. Wskazanie podmiotu odpowiedzialnego za realizację mechanizmu

Należy zakładać, że realizacja systemu wsparcia wytwarzania wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego w Polsce nie będzie możliwa z udziałem pojedynczej instytucji, ze względu na stosunkowo dużą złożoność procesów organizacji aukcji. W celu uproszczenia wdrażania systemu wsparcia dla wodoru w Polsce, w tym ograniczenia nowych procedur administracyjnych, podmioty, które odpowiadają za realizację systemu wsparcia dla OZE w Polsce, mogłyby występować także w systemie wsparcia dla wodoru. Jednocześnie jednak w przypadku aukcji bilateralnych (w odróżnieniu od mechanizmu kontraktu różnicowego) **konieczne wydaje się powołanie nowego podmiotu odpowiedzialnego za obrót wodorem**, kontraktowanym w aukcjach dla obu stron (podażowej i popytowej). Najważniejszą kompetencją tego podmiotu byłoby uprawnienie do zawierania transakcji kupna oraz sprzedaży wodoru w ramach przyjętego budżetu, z uwzględnieniem celu zapewnienia możliwie wysokiej płynności handlowej i zbilansowania podaży i popytu. Wydaje się, że podmioty obecnie odpowiedzialne za realizację aukcji OZE nie powinny przejąć pełnej odpowiedzialności w zakresie realizacji obrotu wodorem, gdyż wykracza to poza ich obecne ustawowe kompetencje i obowiązki.

Wśród proponowanych podmiotów odpowiedzialnych za realizację aukcji bilateralnych dla wodoru w Polsce znajdują się:

- ▶ **Podmiot dedykowany do obrotu wodorem:** odpowiedzialny za zapewnienie płynności handlowej na rynku i pokrycie występującej luki finansowej dla zbudowanego portfela instalacji wytwórczych oraz odbiorczych. Oznacza to zdolność do zakupu wodoru od wytwórców po stosunkowo wyższej cenie, a następnie sprzedaż tego wodoru odbiorcom po stosunkowo niższej cenie w ramach kolejno przeprowadzanych aukcji. Różnica występująca pomiędzy cenami podaży oraz popytu (zgłoszonymi w aukcjach) byłaby pokrywana przez środki publiczne zarządzane przez powołany podmiot obrotu. W konsekwencji ryzyko płynności handlowej oraz wypełnienia powstającej luki finansowej pozostawałoby po stronie podmiotu obrotu, którego głównym zadaniem byłaby maksymalizacja efektywności działania systemu wsparcia i wydatkowania środków publicznych (dążenie do pełnego pokrycia podaży z popytem). Przyjmuje się, że podmiot obrotu mógłby być odpowiedzialny również za rozliczanie indeksacji do cen surowców oraz inflacji. Rozwiązanie to pozwoliłoby na zmniejszenie dodatkowych nakładów administracyjnych, które mogłyby wynikać z ewentualnego zaangażowania kolejnego podmiotu, tzn. Zarządcy Rozliczeń S.A. w rozliczanie indeksacji do cen surowców oraz inflacji¹⁴³;
- ▶ **Urząd Regulacji Energetyki:** odpowiedzialny za realizację zadań, wskazanych w rozdziale 2.3. (analogicznie do mechanizmu kontraktu różnicowego);

¹⁴³ Kompetencje Zarządcy Rozliczeń S.A. w mechanizmie kontraktu różnicowego są znacznie szersze, ponieważ wynikają bezpośrednio ze specyfiki rozliczeń przyjętych w danym systemie.

- ▶ **Minister właściwy ds. energii:** odpowiedzialny za realizację zadań wskazanych w rozdziale 2.3. (analogicznie do mechanizmu kontraktu różnicowego).

3.4. Organizacja aukcji w modelu bilateralnym

W poniższym rozdziale opisany zostanie schemat organizacji aukcji popytowych i podażowych w modelu aukcji bilateralnych z uwzględnieniem możliwych metodologii ustalania cen referencyjnych. W modelu aukcji bilateralnych przewiduje się **podział ze względu na moc instalacji** (opisane poniżej), ale brak podziału na koszyki ze względu na sektor działalności odbiorcy końcowego. W zamian proponuje się **występowanie jednego, zbiorczego koszyka aukcyjnego po stronie podażowej**, który będzie skupiał wytwórców różnych rodzajów wodoru.

Dla każdego wolumenu wodoru, będącego przedmiotem aukcji podażowej, realizowana będzie dedykowana aukcja popytowa dla zakupu tego samego wolumenu wodoru. Dzięki organizacji dedykowanych aukcji popytowych dla odbiorców wodoru zwiększone zostanie prawdopodobieństwo utylizacji całkowitych wolumenów wytworzonego wodoru, co powinno zmniejszyć ekspozycję państwa na długoterminowe ryzyko braku pokrycia podaży z popytem wodoru.

Zgodnie z wcześniej przedstawionymi założeniami, wytwórcy wodoru będą posiadali 10-letnie kontrakty z dedykowanym podmiotem obrotu na wytwarzanie wodoru podpisywane w ramach zrealizowanej aukcji podażowej, a odbiorcy 2-letnie kontrakty na zakup wodoru w ramach zrealizowanych aukcji popytowych. Przyjmuje się, że aukcje popytowe będą mogły być organizowane w tym samym roku, w którym nastąpi zakup wodoru, a także w roku poprzedzającym ich zapadalność¹⁴⁴.

Zakłada się, że ze względu na możliwość udziału w systemie wsparcia wytwórców różnego rodzaju wodoru, a także odbiorców z różnych sektorów gospodarki, **powinna istnieć jedna cena referencyjna dla aukcji podażowej oraz dwie ceny referencyjne dla aukcji popytowej**. Cena referencyjna po stronie podażowej powinna odzwierciedlać charakterystykę kształtowania się kosztu wytworzonego wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego z uwzględnieniem różnych paliw wsadowych (zakłada się dominację gazu ziemnego i energii elektrycznej z OZE).

Ceny referencyjne po stronie popytowej powinny odnosić się do aktualnych cen nośników energii używanych przez odbiorców wodoru, od których będą oni stopniowo odchodzić w ramach procesów dekarbonizacyjnych (prawdopodobnie najczęściej występującymi nośnikami referencyjnymi będzie gaz ziemny oraz olej napędowy – opisane szczegółowo poniżej).

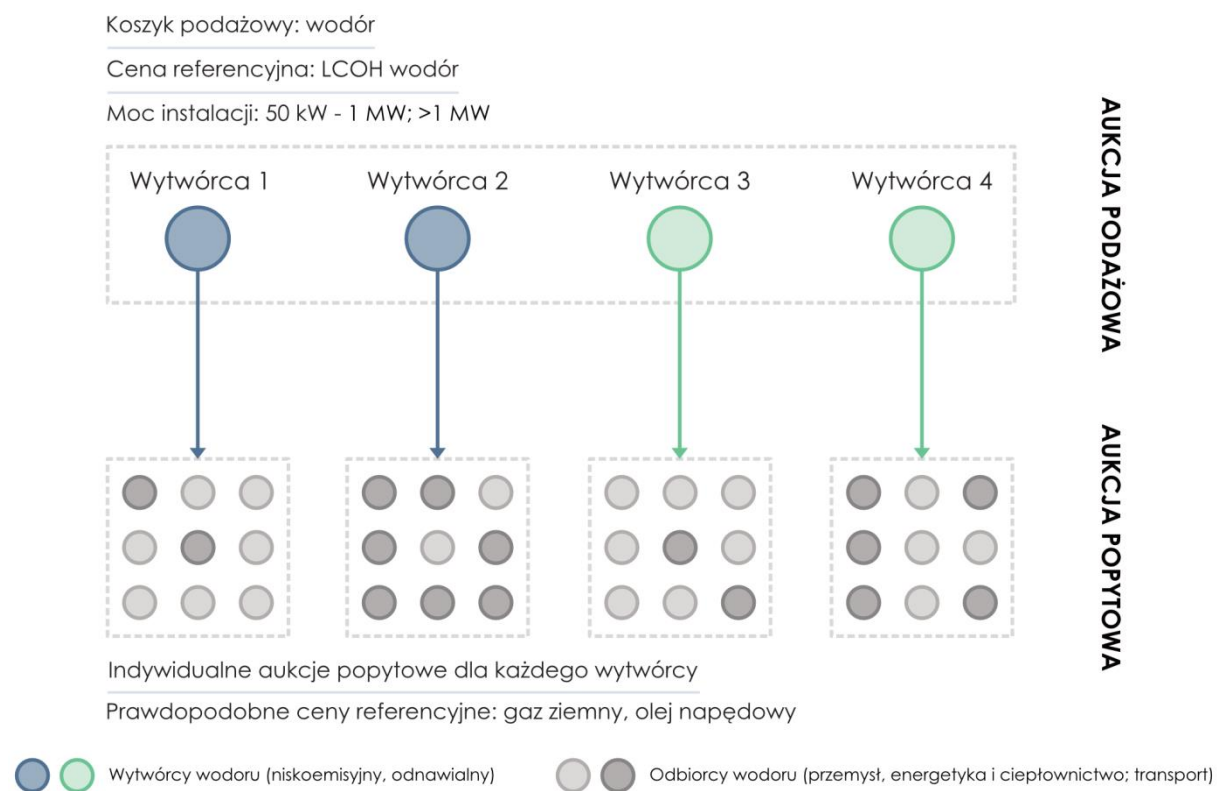
Podział aukcji dla wytwórców będzie zależny od mocy instalacji wytwórczej w celu zapewnienia konkurencyjności również instalacji o mniejszej mocy (z wyłączeniem

¹⁴⁴ W przypadku wyboru aukcji bilateralnych jako mechanizmu finansującego rozwój rynku wodoru w Polsce rekomenduje się dalsze analizy rynkowe, a w szczególności przeprowadzenie konsultacji społecznych (branżowych) pod kątem terminów realizacji aukcji popytowych.

mikroinstalacji do 50 kW). Proponowane jest, aby realizowane były oddzielne aukcje dla wytwórców, których moc instalacji wytwórczej wyniesie:

- ▶ od 50 kW do 1 MW ekwiwalentu elektrolizy;
- ▶ a także oddzielnie aukcje dla instalacji wytwórczych powyżej 1 MW ekwiwalentu elektrolizy.

Przyjmuje się, że uśrednione nakłady inwestycyjne na instalację konwersji elektrolitycznej powinny odnotować znaczący spadek przy przekroczeniu progu mocy 1 MW, dlatego przyjęta moc została uznana za punkt graniczny¹⁴⁵. Przedział mocy 50 kW – 1 MW dla małych instalacji jest z kolei zbieżny z definicją małych instalacji OZE, przyjętą w ustawie o odnawialnych źródłach energii¹⁴⁶. Celem powinno być bowiem niedopuszczenie do sytuacji, w której wielkoskalowy wytwórca wodoru będzie poza zasięgiem mniejszych konkurentów, którzy w oparciu o znacznie mniejsze instalacje nie będą osiągnęli analogicznych efektów skali (tym samym nie będą mogli oferować równie niskiej ceny produkcji).



Rysunek 19. Organizacja aukcji bilateralnych po stronie podaży i popytu

Źródło: opracowanie własne

Zakładane jest, że po stronie podaży (wytwórcy wodoru) będzie wyznaczona jedna cena referencyjna, niezależnie od metody wytwarzania wodoru przez wytwórcę. Cena referencyjna wyznacza maksymalny pułap ceny, jaką wytwórca może złożyć w aukcji

¹⁴⁵ Green Hydrogen Cost... op. cit.

¹⁴⁶ Dz.U. 2015 poz. 478, op. cit.

podażowej dla swojej instalacji wytwórczej, która będzie akceptowalna w odkupie przez podmiot obrotu wyznaczony przez państwo. Cena będzie ustalana przez ministra właściwego ds. energii na podstawie danych rynkowych, tj. średnioważonego kosztu wytwarzania wodoru (LCOH) wraz z oczekiwaną marżą wytwórcy. Zakłada się, że pułap ceny referencyjnej będzie ustalany na takim poziomie by umożliwić wejście do aukcji wytwórców różnych rodzajów wodoru.

Przyjmuje się, że po stronie popytowej (odbiorcy wodoru) cena referencyjna będzie zależna od sektora, w jakim odbiorca prowadzi działalność. Indywidualne wyznaczanie ceny, w zależności od typu oferty i działalności odbiorcy, jest obarczone zbyt wysokim ryzykiem braku transparentności i nierównego wyceniania. Cena referencyjna powinna w tym przypadku jak najlepiej odzwierciedlać aktualne ceny nośników energii używanych przez odbiorców wodoru, od których będą oni stopniowo odchodzić w ramach procesów dekarbonizacyjnych, a także zapewniać konkurencyjność w aukcji. Ponadto cena referencyjna będzie wyznaczać minimalny poziom ceny, za jaką dedykowany podmiot obrotu sprzeda wodór odbiorcy. W efekcie, chociaż nie funkcjonuje tutaj podział na koszyki w rozumieniu podziału przyjętego w mechanizmie kontraktu różnicowego (por. 2.4), to będą funkcjonować w praktyce dwie ceny referencyjne, odpowiadające jednej z dwóch głównych grup odbiorców wodoru.

Tak jak w przypadku modelu kontraktu różnicowego, wśród potencjalnych odbiorców wodoru największą grupę stanowić będą zapewne podmioty prowadzące działalność w poniższych sektorach (co w efekcie zdefiniuje optymalne dla nich referencyjne nośniki energii):

- ▶ **Przemysł, energetyka i ciepłownictwo** – ceną referencyjną jest gaz ziemny. Wyznacza on minimalny poziom ceny, za jaką dedykowany podmiot obrotu sprzeda wodór odbiorcom końcowym w sektorach przemysłu i energetyki;
- ▶ **Transport** – ceną referencyjną jest olej napędowy. Wyznacza on minimalny poziom ceny, za jaką dedykowany podmiot obrotu sprzeda wodór odbiorcom końcowym w sektorze transportu.

Uznaje się, że cena referencyjna po stronie popytowej będzie odpowiadać miksowi głównych nośników energii, które są obecnie używane w podanych sektorach. Poniższy opis odnosi się do cen referencyjnych w sektorach, które z wysokim prawdopodobieństwem będzie reprezentować duża grupa odbiorców uczestniczących w aukcjach bilateralnych:

Sektor	Cena referencyjna	Opis
Przemysł, energetyka i ciepłownictwo	Gaz ziemny	<p>Gaz ziemny jest wykorzystywany jak główne paliwo wsadowe w następujących procesach:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ reakcja reformingu parowego metanu (m.in. na potrzeby wytwarzania wodoru w przemyśle rafineryjnym i chemicznym); ▶ wysokotemperaturowe procesy przerobu metali żelaznych i nieżelaznych (np. sektor stali oraz miedzi), potencjalnie należy dodać tutaj także takie nośniki energii, jak koks i węgiel (nie uwzględnione w cenie referencyjnej);

		<ul style="list-style-type: none"> ▶ wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu.
Transport	Olej napędowy (ON)	<p>Olej napędowy jest wykorzystywany jako główne paliwo napędzające w wybranych obszarach:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ transport drogowy – m.in. pojazdy osobowe, autobusy, pojazdy ciężkie ▶ transport kolejowy – m.in. tabor na odcinkach niezelektryfikowanych <p>Chociaż w transporcie lotniczym oraz morskim najbardziej optymalne ścieżki referencji wyznaczałyby odpowiednio lekkie paliwa lotnicze oraz oleje żeglugowe (HFO/LSFO), to ich ceny podobnie jak oleju napędowego są pochodną cen ropy naftowej. W związku z tym uznaje się, że w przypadku transportu morskiego i lotniczego można pozostać przy oleju napędowym jako cenie referencyjnej.</p>

Rysunek 20. Wykorzystanie gazu ziemnego oraz oleju napędowego w poszczególnych sektorach gospodarki

Źródło: opracowanie własne

Wydaje się, że rodzaj odbiorców, a w konsekwencji także sektor ich działalności oraz odpowiadającą cenę referencyjną w aukcji popytowej będą predefiniować wcześniej zrealizowane aukcje podażowe, w tym parametry jakościowe wodoru oferowanego przez danego wytwórcę. W przypadku, gdy realizowana będzie aukcja popytowa na wódór o wysokiej czystości i ciśnieniu, który był przedmiotem zwycięskiej aukcji podażowej, głównymi uczestnikami aukcji popytowej będą prawdopodobnie przedstawiciele sektora transportu. Analogiczna sytuacja może występować w przypadku innych wytwórców, a także odbiorców z innych sektorów gospodarki.

3.5. Sposób składania i wyboru najkorzystniejszych ofert

W modelu aukcji bilateralnych dedykowany podmiot obrotu (por. 3.3) zapewnia skup wodoru od wytwórców po cenach zgodnych ze złożonymi przez nich ofertami w aukcji podażowej, a także sprzedaż wodoru do odbiorców końcowych po cenach zgodnych ze złożonymi ofertami w aukcji popytowej. Zakładane jest, że system aukcji bilateralnych będzie funkcjonował operacyjnie na zbliżonych zasadach do aukcji OZE, co zapewni łatwość jego wdrażania, a także możliwości wykorzystania części wypracowanych już rozwiązań administracyjnych. Proponuje się, aby zarówno wytwórcy, jak i odbiorcy wodoru składali oferty aukcyjne z **wykorzystaniem Internetowej Platformy Aukcyjnej (IPA)**, która zostanie informatycznie dostosowana do nowego rodzaju systemu wsparcia i będzie obsługiwana przez URE.

Aby wejść do aukcji podażowej, wytwórcy wodoru będą musieli złożyć wszystkie niezbędne dokumenty opisane w rozdziale 3.2, w tym **określić wolumen (w kg) oraz cenę wodoru** (domyślnie PLN/kg, alternatywnie EUR/kg) oferowanego w aukcji poprzez formularz na IPA. Odbiorcy wodoru wchodzący do aukcji popytowej będą również zobowiązani do złożenia wymaganych dokumentów opisanych w rozdziale 3.2, w tym

będą musieli **określić wolumen (w kg) oraz cenę** (domyślnie PLN/kg, alternatywnie EUR/kg), za którą kupią wodór, poprzez formularz na IPA. Zakładane jest, że w aukcjach bilateralnych na wodór po stronie podażowej jedna oferta aukcyjna nie będzie mogła przekroczyć **80% wolumenu** przewidzianego na aukcję. Przy czym w ramach aukcji podażowej konkurować będą ze sobą wszyscy wytwórcy wodoru, którzy zgłoszą zamiar uczestnictwa.

W aukcji bilateralnej po stronie popytowej dopuszczona będzie możliwość złożenia oferty aukcyjnej na 100% wolumenu przewidzianego na aukcję¹⁴⁷. Przy czym w ramach aukcji podażowej będzie mogło konkurować kilka podmiotów o wolumen wodoru pochodzący z konkretnej instalacji.

Jednocześnie wygrane oferty nie będą mogły łącznie przekroczyć 100% wartości i wolumenu wodoru przewidzianego do kontraktacji, zarówno w aukcji podażowej, jak i popytowej.

Oferty cenowe składane przez odbiorców i wytwórców w aukcjach będą zależne od ustalonych cen referencyjnych i wybierane zgodnie z poniższym opisem:

Aukcja podażowa (wytwórcy wodoru):

Oczekuje się, że wytwórcy będą konkurować ze sobą w aukcji w zakresie złożenia jak najniższej oferty cenowej za wyprodukowany 1 kg wodoru poniżej ceny referencyjnej (LCOH wodoru z uwzględnieniem oczekiwanej marży wytwórcy), aż do wypełnienia założonego wolumenu aukcyjnego. Dedykowany podmiot obrotu będzie kupować wodór od wszystkich wytwórców, którzy złożyli oferty cenowe poniżej ceny referencyjnej, zapełniając wolumen aukcyjny (od najtańszej do najdroższej oferty cenowej za 1 kg wodoru) do momentu wyczerpania puli wodoru przewidzianej w aukcji. W przypadku złożenia ofert aukcyjnych o takiej samej cenie za 1 kg wodoru, o wygranej w aukcji decydować będzie:

- ▶ poziom emisyjności wytworzonego wodoru, wyrażony w ilości wyemitowanego CO₂eq/kg H₂ (zgodnie z przedstawionym certyfikatem lub gwarancją pochodzenia;
- ▶ alternatywnie: parametry jakościowe (czystość, ciśnienie itp.) wytworzonego wodoru.

Wydaje się, że wytwórcy będą w stanie składać coraz niższe oferty cenowe w kolejnych aukcjach podażowych z racji na rozwój technologii wodorowych, w tym m.in. spadek CAPEX instalacji konwersji elektrolitycznej, spadek CAPEX instalacji CCS/CCUS, spadek kosztów produkcji energii elektrycznej z OZE, optymalizację kosztów O&M^{148 149}. Presję na

¹⁴⁷ Wskazane rozwiązanie ma na celu mitygowanie ryzyka, że dedykowany podmiot obrotu kupi cały wolumen pochodzący z danej instalacji w ramach aukcji podażowej na który w ramach kolejnej aukcji popytowej będzie tylko jeden oferent (np. podmiot z sektora przemysłowego, energetycznego czy ciepłowniczego) i nie będzie mógł złożyć oferty na 100% zaoferowanego wolumenu. Tym samym ograniczenie wielkości wolumenu na poziomie aukcji popytowej poniżej 100% może rodzić ryzyko powstania sytuacji niemożności sprzedaży całego wystawionego wolumenu wodoru.

¹⁴⁸ *Clean Hydrogen Monitor 2022...*, op. cit.

¹⁴⁹ *Green Hydrogen Cost...*, op. cit.

redukcję kosztów może wywierać także minister właściwy ds. energii, obniżając poziom ceny referencyjnej zgodnie z obserwacją danych rynkowych. Redukcja cen ofert aukcyjnych po stronie podażowej w kolejnych aukcjach zapewni długoterminową efektywność mechanizmu wsparcia.

Aukcja popytowa (odbiorcy wodoru):

Zakłada się, że odbiorcy wodoru będą konkurować w aukcji w zakresie złożenia najwyższej oferty cenowej za zakup 1 kg wodoru powyżej ceny referencyjnej, która będzie ustalana przez ministra właściwego ds. energii dla danej aukcji popytowej. W odróżnieniu od mechanizmu kontraktu różnicowego aukcje popytowe będą prowadzone z rozbiem na wolumeny wodoru z poszczególnych instalacji wytwórczych. Tym samym w modelu aukcji bilateralnych nie będzie aukcji popytowych dla dwóch koszyków, a szereg aukcji, każda dla wolumenu z konkretnej instalacji wytwórczej.

Na potrzeby niniejszego przykładu, opisane zostały możliwe strategie konkurencji cenowej w aukcjach popytowych, dla odbiorców z prawdopodobnie najczęściej występujących sektorów:

- ▶ **Przemysł, energetyka i ciepłownictwo:** oczekuje się, że odbiorcy będą konkurować w dedykowanej dla konkretnej instalacji wytwórczej aukcji w zakresie złożenia jak najwyższej oferty cenowej za zakup 1 kg wodoru powyżej ceny referencyjnej (**gaz ziemny**), aż do wypełnienia założonego wolumenu aukcyjnego. Zakładanym efektem działania mechanizmu będzie zdolność (gotowość) odbiorców do ponoszenia coraz wyższych kosztów zakupu wodoru, wynikająca z presji regulacyjnej i rynkowej, wymuszających konieczność zastąpienia węglowych nośników energii. Długoterminowo powinno to zapewnić optymalizację kosztów produkcji i lepszą konkurencyjność na rynkach międzynarodowych. Dedykowany podmiot obrotu będzie sprzedawać wodór wszystkim odbiorcom, którzy złożyli oferty cenowe, wypełniając wolumen aukcyjny (od najdroższej do najtańszej oferty cenowej za 1 kg wodoru).
- ▶ **Transport:** oczekuje się, że odbiorcy będą konkurować w dedykowanej dla konkretnej instalacji wytwórczej aukcji w zakresie złożenia jak najwyższej oferty cenowej za zakup 1 kg wodoru powyżej ceny referencyjnej (**olej napędowy**) aż do wypełnienia założonego wolumenu aukcyjnego. Zakładanym efektem działania mechanizmu będzie zdolność (gotowość) odbiorców do ponoszenia coraz wyższych kosztów zakupu wodoru, wynikająca z presji regulacyjnej i rynkowej, wymuszających konieczność zastąpienia węglowych nośników energii w związku z rosnącym TCO¹⁵⁰ pojazdów z napędem konwencjonalnym. System wsparcia powinien stanowić zachętę do rozwoju floty pojazdów o napędzie alternatywnym, wspierając zakup paliwa wodorowego po cenach zbliżonych do paliw tradycyjnych (koszt zakupu wodoru będzie stanowić około 50% TCO autobusu wodorowego)¹⁵¹. Dedykowany podmiot obrotu będzie sprzedawać

¹⁵⁰ TCO – z ang. *Total Cost of Ownership* – całkowity koszt użytkowania.

¹⁵¹ Hartmann N., Kim H., Luise R., Soylu T., Zeller M., *Comparative TCO Analysis of Battery...*, op. cit.

wodór wszystkim odbiorcom, którzy złożyli oferty cenowe zapełniając wolumen aukcyjny (od najdroższej do najtańszej oferty cenowej za 1 kg wodoru).

Przykładowa kalkulacja wyboru ofert aukcyjnych po stronie popytowej i podażowej została przedstawiona poniżej (przedstawione liczby występują tylko na potrzeby niniejszego przykładu):

Założenia podstawowe. Wolumen aukcji podażowej wynosi 1 000 000 kg, cena referencyjna dla wytwórców wodoru wynosi 35 PLN/kg, a czas trwania kontraktu po stronie podażowej to 10 lat. Wolumen aukcji popytowej dedykowanej dla konkretnej instalacji wytwórczej wynosi 180 000 kg (Wytwórca 2), cena referencyjna dla odbiorców wodoru wynosi 10 PLN/kg, a czas trwania kontraktu po stronie popytowej to 2 lata.

Aukcja podażowa. Zgodnie z opisywaną wyżej metodologią wyboru wygranych ofert, w przykładowej aukcji wygrane okazały się oferty wytwórców 1, 2, 3 i 5, ponieważ znajdowały się w przedziale cenowym 23,10 – 25,30 PLN/kg (od najtańszej do najdroższej) z wolumenem produkcyjnym na poziomie 850 000 kg. Oferta Wytwórcy 4 została odrzucona przez dedykowany podmiot obrotu, gdyż przekroczyła przewidziany wolumen aukcyjny w wysokości 1 000 000 kg. Uproszczona symulacja aukcji wygląda jak w przykładzie poniżej (patrz tabela):

	Oferta cenowa (PLN/kg)	Rodzaj wodoru	Wolumen (kg)	Czy otrzyma wsparcie?
Wytwórca 1	23,10	Niskoemisyjny	190 000	Tak
Wytwórca 2	24,50	Odnawialny	180 000	Tak
Wytwórca 3	24,00	Niskoemisyjny	300 000	Tak
Wytwórca 4	26,20	Odnawialny	270 000	Nie
Wytwórca 5	25,30	Odnawialny	180 000	Tak

Rysunek 21. Uproszczona symulacja aukcji podażowej w modelu aukcji bilateralnych

Źródło: opracowanie własne

Aukcja popytowa. Na każdy wolumen wodoru, który stanowił przedmiot wygranej oferty, realizowana będzie oddzielna aukcja popytowa. Przykładowa aukcja realizowana jest dla zapewnienia zbytu na wodór zaoferowany przez dedykowany podmiot obrotu i pozyskany od Wytwórcy 2 o wolumenie 180 000 kg. Zgodnie z opisywaną metodologią wyboru wygranych ofert, w przykładowej aukcji wygrane okazały się oferty Odbiorców 1-2, które: (i) dotyczyły wodoru odnawialnego (zgodnego z rodzajem wodoru zaoferowanego przez wytwórcę); (ii) znajdowały się w przedziale cenowym 11,00 – 10,50 PLN/kg (od najdroższej do najtańszej), (iii) z wolumenem odbioru na poziomie łącznie 160 000 kg. Oferta Odbiorcy 3 została odrzucona ze względu na przekroczenie przewidzianego wolumenu aukcyjnego oraz najniższą cenę. Uproszczona symulacja aukcji podażowej dla aukcji bilateralnej wygląda jak w przykładzie poniżej (patrz tabela):

	Oferta cenowa (PLN/kg)	Rodzaj wodoru	Wolumen (kg)	Czy otrzyma wsparcie?
Odbiorca 1	11,00	Odnawialny	100 000	Tak
Odbiorca 2	10,50	Odnawialny	60 000	Tak
Odbiorca 3	10,30	Odnawialny	40 000	Nie

Rysunek 22. Uproszczona symulacja aukcji popytowej w modelu aukcji bilateralnych

Źródło: opracowanie własne

Istnieje ryzyko, że np. z powodu nieznaalezienia chętnych na dany wolumen wodoru będący przedmiotem zwycięskiej aukcji podaźowej, wolumeny zakontraktowane po stronie podaźowej nie będą się równać tym po stronie popytowej, co może generować **znaczne ryzyko niezbilansowania systemowego**. Wynika to w gównym stopniu z nierozwiniętej infrastruktury magazynowej oraz przesyłowej, która zapewniłaby płynność wymiany handlowej oraz pewnego rodzaju bilansowanie pomiędzy podażą a popytem. Jest to krytyczny element rozwoju systemu wsparcia wodoru na bazie aukcji bilateralnych, gdzie nie występuje bezpośrednie łączenie podaży i popytu na poziomie aukcji (w tym łączenie wolumenów). Znacząca część ryzyka pozostaje w tym wypadku po stronie państwa.

Wypełnienie wolumenu przewidzianego na aukcję

W uproszczonej symulacji aukcji odrzucenie najwyższej oferty cenowej spowodowało, że maksymalny wolumen wodoru przewidziany na aukcję nie został całkowicie wypełniony.

Do rozważenia pozostaje jednak rozwiązanie, w którym jeszcze przed ogłoszeniem wyników aukcji dedykowany podmiot obrotu negocjuje z wytwórcą, którego oferta została odrzucona jako ostatnia, ewentualne udzielenie wsparcia dla części oferowanego wolumenu wodoru, który miałby służyć maksymalnemu wypełnieniu wolumenu przewidzianego na daną aukcję. Pozwoliłoby to na wypełnienie podstawowego założenia, jednak wydłużyłoby realizację mechanizmu. Analogiczne rozwiązanie pozostaje dostępne dla aukcji po stronie popytowej, co z kolei dalej wydłuża organizację aukcji.

3.6. Proponowane wolumeny aukcji (konkursów)

W proponowanym mechanizmie aukcji bilateralnych **administracja ministra właściwego ds. energii będzie ustalała maksymalny wolumen aukcji podaźowej**. Wolumen skierowany na późniejsze aukcje popytowe będzie z kolei dokładnie odzwierciedlał sumę wolumenów, którym zdecydowano się przyznać wsparcie na etapie aukcji podaźowej (może on być więc równy maksymalnemu wolumenowi aukcji podaźowej lub niższy, jeżeli nie wykorzystano wówczas całości dostępnych wolumenów).

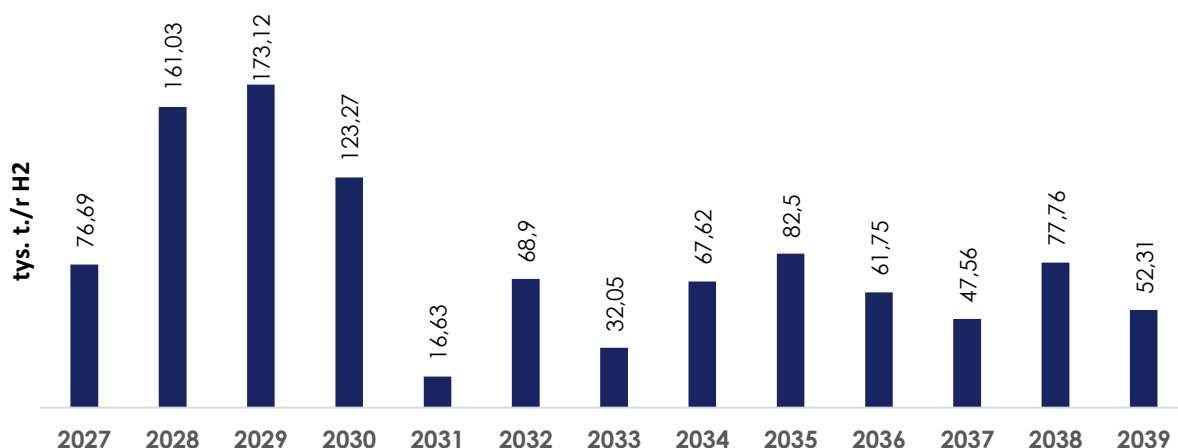
Należy rozumieć, że kwestia ustalenia właściwych wolumenów aukcji w poszczególnych latach obowiązywania mechanizmu ma fundamentalne znaczenie dla efektywności systemu wsparcia. Z jednej strony, przyjęcie dla danej aukcji zbyt wysokiego (względem bieżących uwarunkowań rynkowych) wolumenu wodoru może negatywnie wpływać na

poziom konkurencyjności cenowej ofert składanych przez wytwórców. W takim scenariuszu presja na spadek cen wytwarzania wodoru, co przełoży się na spowolnienie rozwoju rynku oraz wzrost kosztów mechanizmu dla państwa. Z drugiej strony, ustalenie z kolei zbyt niskiego wolumenu wodoru na daną aukcję będzie obniżało **intensywność udzielanego wsparcia** oraz sprzyjało niewykorzystaniu potencjału rozwoju polskiej gospodarki wodorowej. Należy rozumieć, że taki wariant będzie też prowadzić do silniejszej koncentracji wsparcia na obecnych wytwórcach wodoru szarego, utrudniając uczestnictwo w mechanizmie mniejszym podmiotom dla koszyka „Przemysł i energetyka”.

W związku z powyższym, **właściwy wolumen wsparcia będzie musiał być precyzyjnie wyliczany w możliwie krótkim czasie przed organizacją aukcji, np. z rocznym wyprzedzeniem**. Kluczowe w tym zakresie będzie odpowiednio wcześniejsze (względem uruchomienia mechanizmu) zapewnienie dostępu do pogłębionych analiz eksperckich w administracji ministra właściwego ds. energii w zakresie monitorowania stanu rozwoju rynku wodoru. Takie podejście powinno pozwalać odpowiednio mitygować ww. ryzyka, wynikające odpowiednio z przeszacowania lub niedoszacowania pożądanego wolumenu aukcyjnego.

Zakładając, że na potrzeby niniejszej analizy należy wskazać orientacyjne wartości w tym zakresie, przyjęto wysokopoziomowe założenia wolumenów wodoru w oparciu o wyniki prognozowania popytowo-podażowego (por. 4.1.4). Przyjęto przy tym następującą metodykę:

1. Założono uruchomienie mechanizmu wsparcia na 2027 r. (scenariusz konserwatywny - najpóźniejszy realny termin przeprowadzenia pierwszej aukcji na wodór).
2. Na bazie prognozowania popytu i podaży na wodór niskoemisyjny i odnawialny w Polsce określono przyrost zapotrzebowania w poszczególnych latach (rozumiany jako zmiana r/r). Będzie on nierównomierny – przyjmuje się, że w niektórych latach wykaże znacznie mniejszą dynamikę niż w innych, np. jeżeli w danym roku nie zostanie uruchomiona w Polsce żadna wielkoskalowa instalacja do wytwarzania wodoru na potrzeby przemysłu nawozowego lub rafineryjnego i petrochemicznego. Wyniki wstępnych szacunków przyrostu zapotrzebowania przedstawiono poniżej (patrz wykres):



Rysunek 23. Szacunkowy przyrost zapotrzebowania na wodór odnawialny i niskoemisyjny w Polsce do 2039 r.

Źródło: opracowanie własne

3. Przyjęto, że średni czas realizacji projektu od momentu wygrania aukcji to 2 lata (choć należy przyjąć, że realizacja projektu zajmie raczej 3 lata¹⁵², to założono, że część ubiegających się o wsparcie wytwórców będzie już posiadała bardziej zaawansowane procesy inwestycyjne). Przy założeniu, że wsparcie może nie obejmować istniejących instalacji wodoru, **aukcja w 2027 r. będzie więc w praktyce odpowiadała na przyrost popytu na wodór w 2029 r.** (przesunięcie 2 lat od rozstrzygnięcia aukcji do wytworzenia pierwszego wolumenu wodoru w ramach instalacji).

4. Założono, że wolumen wodoru, który mógłby pozyskać wsparcie w ramach mechanizmu aukcyjnego, nie będzie całkowicie pokrywał zapotrzebowania na wodór niskoemisyjny i odnawialny w Polsce. Jednocześnie wolumen wodoru obejmowanego wsparciem powinien stanowić znaczący udział przyrostu popytu, aby doprowadzić do powstania rynku konkurencyjnego wodoru. W efekcie przyjęto, że na aukcję kierowane będzie 50% przyrostu zapotrzebowania, z uwzględnieniem opisanego wyżej 2-letniego przesunięcia na realizację instalacji wytwórczej¹⁵³. Jest to wciąż bardzo wysoki współczynnik w ujęciu ograniczeń potencjału wytwórczego wodoru w Polsce i skali wyzwań mających wynikać z celów dyrektywy RED III. Co do zasady koresponduje on z unijnymi założeniami, iż w uśrednieniu ok. 50% popytu na wodór w UE będzie pokrywał import.

5. Tam, gdzie w modelowaniu występuje drastyczny spadek przyrostu r/r (rok 2031 – patrz wykres powyżej), proponuje się uśrednić wolumen tejże aukcji z wolumenem aukcji na rok późniejszy (jest to uzasadnione zwłaszcza, że zakłada się maks. 4-letni okres od wygrania aukcji do wytwarzania wodoru). Przykładowo więc, jeżeli przyrost r/r zapotrzebowania w 2031 r. szacuje się na 16,63 tys. t/r, a w 2032 r. na 68,90 tys.t/r, to

¹⁵² Założenie zostało oparte częściowo o wnioski przedstawione w dalszej części niniejszej analizy (podrozdział 2.7), o konsultacje branżowe i rynkowe oraz obserwacje własne.

¹⁵³ Jest to założenie stosunkowo optymistyczne. W praktyce może okazać się znacznie zawyżone, bo tak duże wolumeny wodoru mogą okazać się niemożliwe do wytworzenia w kraju w uwarunkowaniach ograniczeń przestrzennych, rynkowych i infrastrukturalnych.

wolumen każdej z tych dwóch aukcji zostanie obliczony w następujący sposób: $21,38 = 0,5 \cdot (16,63 + 68,9) / 2$.

Ryzyko późnego uruchomienia mechanizmu

W scenariuszu konserwatywnym przyjęto, że najpóźniejszy realny termin uruchomienia mechanizmu to rok 2027. Rekomendowane jest jednak wdrożenie działań przygotowawczych w tempie pozwalającym na wcześniejszy start systemu wsparcia. Istnieje wysokie ryzyko, że 2027 r. okaże się nieoptymalny względem potrzeb rynku, szczególnie obecnych wytwórców wodoru pochodzącego z paliw kopalnych.

Wynika to z konieczności zastosowania się do bardzo ambitnych celów dekarbonizacyjnych UE, które mogą przełożyć się na wykorzystanie łącznie nawet ok. 650 tys. t/r. wodoru odnawialnego w skali kraju (przy założeniu celu 2,6% udziału RFNBO w transporcie oraz celu 50% udziału wodoru odnawialnego w wykorzystaniu wodoru w przemyśle – por. 4.1.4).

Z jednej strony, może to skłaniać wybranych wytwórców do opóźnienia decyzji inwestycyjnych, by ich projekty mogły uczestniczyć w systemie wsparcia (mając na względzie, że istniejące instalacje prawdopodobnie nie będą mogły być dopuszczone do mechanizmu wsparcia). Z drugiej strony, może to prowadzić do sytuacji, w której analizowany mechanizm będzie niewystarczającym wsparciem dla tych uczestników rynku, którzy potencjalnie stoją przed największymi wyzwaniami wynikającymi z unijnych regulacji pobudzających powstanie gospodarki wodorowej. Ewentualną mitygacją tego ryzyka jest: (i) przyspieszenie tempa prac nad odpowiednimi regulacjami (nadanie im priorytetowego charakteru); (ii) dopuszczenie istniejących instalacji do udziału w mechanizmie wsparcia pod warunkiem spełnienia określonych warunków i opcjonalnego przyjęcia przepisów przejściowych.

6. Na podstawie przyjętych założeń i modelowania ilościowego, uzyskano wartości możliwych wolumenów aukcyjnych, które przedstawiono poniżej (patrz tabela). Na obecnym, wczesnym etapie prac nad mechanizmem wsparcia, prognoza nie obejmuje podziału wolumenu ze względu na moc instalacji wytwarzania wodoru.

	Proponowany wolumen aukcji podaźowej (w tys. t/r wodoru)
2027	86.56
2028	61.63
2029	21.38
2030	21.38
2031	16.02
2032	33.81
2033	41.25
2034	30.88
2035	23.78
2036	38.88

Rysunek 24. Prognozowany wolumen wodoru w aukcjach bilateralnych do 2036 r. (scenariusz konserwatywny)

Źródło: opracowanie własne

3.7. Proponowane terminy i okres wsparcia

Zakładane jest, że w ramach realizowanych aukcji podażowych, dedykowany podmiot obrotu będzie podpisywać kolejne **kontrakty 10-letnie na zakup wodoru** z wytwórcami, budując w ten sposób portfel instalacji wytwórczych zlokalizowanych w różnych częściach kraju. Następnie realizowane będą aukcje popytowe – oddzielne na każdy wolumen wodoru, będący przedmiotem zwycięskich aukcji podażowych. Dedykowany podmiot obrotu będzie podpisywać **kontrakty 2-letnie na sprzedaż wodoru**, organizując w ten sposób rynek zbytu dla wcześniej zakontraktowanych wolumenów wytwarzania wodoru.

Przyjmuje się następujące terminy wiążące dla uczestników aukcji wodorowych, w zależności od rodzaju instalacji wytwórczej lub odbiorczej:

- ▶ **nowe instalacje:** pierwsze wytworzenie i odbiór wodoru nastąpią nie później niż 48 miesięcy od dnia wygrania aukcji;
- ▶ **zmodernizowane instalacje:** pierwsze wytworzenie i odbiór wodoru nastąpią nie później niż 24 miesiące od dnia wygrania aukcji.

Komentarz. Nowe instalacje:

Przyjęty termin 48 miesięcy dla nowych instalacji jest terminem konserwatywnym. Wynika on z uśrednionego terminu budowy tego typu instalacji na świecie na podstawie zidentyfikowanych przykładów, na co składa się zarówno budowa źródła wytwarzania energii np. źródła OZE, a także instalacji wytwórczej wodoru, np. instalacji konwersji elektrolitycznej¹⁵⁴. Istnieje możliwość znacznie szybszej realizacji budowy – np. w przypadku instalacji wytwórczych wodoru, które będą zasilane energią z już wybudowanych aktywów (m.in. z sieci elektroenergetycznej) i które na podstawie kontraktu PPA mogą mieć znacznie krótszy termin uruchomienia wytwarzania, wynoszący nawet 12 miesięcy¹⁵⁵. Rekomenduje się jednak utrzymanie terminu 48 miesięcy w przypadku wystąpienia prawdopodobnych opóźnień, wynikających m.in. z dużego popytu na instalacje konwersji elektrolitycznej lub urządzenia CCS w przyszłości. Ponadto należy dodać, że dla lądowych źródeł OZE, jak fotowoltaika oraz lądowe źródła wiatrowe, obowiązkowe terminy pierwszej produkcji energii elektrycznej po zamknięciu aukcji wynikające z przepisów ustawy OZE wynoszą odpowiednio 24 i 33 miesiące¹⁵⁶, co przy dodaniu zakładanych 12 miesięcy na budowę instalacji wytwórczej wodoru

¹⁵⁴ Recharge News, *Construction begins on world's largest...*, op. cit.

¹⁵⁵ Hydrogen Central, *Opening of The Hydrogen Production...*, op. cit.

¹⁵⁶ *Przewodnik po polskim systemie aukcyjnym OZE 2022...*, op. cit.

proceed do terminu maksymalnego około 48 miesięcy. Indywidualne terminy uruchomienia wytwarzania wodoru mogą występować w przypadku zasilania instalacji energią z morskich farm wiatrowych, dla których termin pierwszej produkcji energii elektrycznej po wygranej aukcji wynosi aż 72 miesiące (wymagana dalsza analiza i ewentualne dostosowanie terminów).

Komentarz. Zmodernizowane instalacje:

Czas zakładanego zmodernizowania instalacji jest silnie zależny od indywidualnych przypadków i przez to trudny do uśrednienia. Zakłada się jednak, że może być to termin dwukrotnie krótszy niż w przypadku budowy nowych instalacji. Odrębnie należy rozpatrywać przypadki dobudowania instalacji CCS/CCUS np. do instalacji reformingu parowego metanu, szczególnie w zakresie ich klasyfikacji (nowe czy zmodernizowane instalacje). Rekomenduje się uznanie, że w przypadku dobudowania instalacji CCUS do już istniejącego aktywa nastąpi wytwarzanie nowego rodzaju wodoru, które nie był produkowany przed wejściem do aukcji.

3.8. Wsparcie dla paliw wytworzonych na podstawie wodoru

W przypadku aukcji bilateralnych, uwzględnienie paliw wytworzonych na podstawie wodoru w systemie wsparcia nie wydaje się konieczne, a uzasadnienie tej tezy jest zbieżne z argumentacją przedstawioną w rozdziale 2.8.

Jednocześnie należy wskazać, że uwzględnienie syntetycznych paliw wodoropochodnych w systemie aukcji bilateralnych może mieć znaczenie w przypadku, gdy w Polsce zostanie rozwinięta infrastruktura przesyłowa i terminale odbiorcze, a także realizowany będzie import wodoru (w postaci pochodnych takich jak odnawialny amoniak) dla realizacji całkowitego zapotrzebowania krajowego. Niemniej przy obecnym stanie rozwoju rynku oraz infrastruktury wodorowej w Polsce, paliwa pochodne nie będą uwzględniane w systemie wsparcia w postaci aukcji bilateralnych.

3.9. Zabezpieczenie przed zmianami cen rynkowych

Model aukcji bilateralnych powinien uwzględniać ryzyko zmian cen nośników energii oraz inflacji, których mitygacja będzie kluczowa dla obu stron mechanizmu.

Strona podaźowa (wytwórcy wodoru)

Chociaż w tej samej aukcji podaźowej rywalizować będą ze sobą wytwórcy różnych rodzajów wodoru, to indeksacja powinna zostać rozdzielona. Wynika to z różnej charakterystyki kształtowania się kosztu wyprodukowania poszczególnych rodzajów wodoru, a także różnych rodzajów paliw wsadowych. Na potrzeby niniejszego materiału metodologia indeksacji została przedstawiona na przykładzie dwóch rodzajów wodoru, które najprawdopodobniej okażą się dominujące na rynku konkurencyjnym. Są to: wódór niskoemisyjny (w domyśle produkowanego metodą reformingu parowego z gazu

ziemnego z urządzeniami CCS/CCUS)¹⁵⁷, a także wodór odnawialny (w domyśle produkowany z energii elektrycznej z OZE innych niż biomasa)¹⁵⁸.

Propozycja indeksacji innych rodzajów wodoru (według metody wytwarzania)

Metody indeksacji pozostałych rodzajów wodoru powinny jak najlepiej odzwierciedlać koszt ich wytwarzania, a także uwzględniać potencjalne ryzyka zmiany cen głównych paliw wsadowych. Katalog technologii wytwarzania wodoru, które spełnią kryterium emisyjności i będą objęte systemem wsparcia, może zostać uzupełniony o następujące technologie:

Wytwarzanie z biomasy (z odpadów). Indeksacja może odnosić się tylko do poziomu inflacji, a cena paliwa wsadowego pozostawałaby bez indeksacji (przyjmuje się względnie stałą cenę odpadów biologicznych lub komunalnych, w tym także możliwość ich zakupu w cenach ujemnych z racji na dopłaty przedsiębiorstw komunalnych za ich odbiór).

Wytwarzanie z energii jądrowej. Indeksacja może odnosić się tylko do poziomu inflacji, a cena energii elektrycznej pozostawałaby bez indeksacji (podobnie jak w przypadku źródeł OZE i wodoru odnawialnego, przewiduje się zasilanie instalacji konwersji elektrolitycznej z własnego aktywa o znanym LCOE np. własny reaktor SMR on-site.)

Należy uwzględnić, że katalog metod wytwarzania wodoru może się rozszerzać, co spowodowałoby multiplikowanie zasad indeksacji, a w efekcie mogłoby znacznie utrudnić możliwość zarządzania systemem wsparcia przez państwo. Rekomendowana jest realizacja dalszych analiz w tym zakresie oraz przeprowadzenie konsultacji społecznych.

Rekomendowane jest przyjęcie następujących zasad indeksacji cen:

- ▶ **Wodór niskoemisyjny (wytwarzany z gazu ziemnego z CCS):** przewiduje się indeksację do cen gazu ziemnego¹⁵⁹ oraz do poziomu inflacji. Przyjmuje się, że głównym rodzajem wodoru niskoemisyjnego oferowanego w aukcjach będzie tzw. wodór niebieski z gazu ziemnego połączony z urządzeniami do wychwytywania CO₂ (CCS/CCUS). W przypadku tego rodzaju wodoru około 70% kosztu wytwarzania stanowi koszt zakupu gazu ziemnego¹⁶⁰. Z tego powodu rekomendowana jest indeksacja do jego ceny zarówno w górę jak i w dół¹⁶¹.
- ▶ **Wodór odnawialny (z OZE innych niż biomasa):** przewiduje się indeksację do poziomu inflacji. Nie przewiduje się indeksacji do poziomu cen energii elektrycznej dla wodoru odnawialnego. Zgodnie z założeniami dyrektywy RED II na podstawie art. 27¹⁶² wytwórcy wodoru odnawialnego spełniającego definicję RFNBO będą

¹⁵⁷ Spełniający kryterium emisyjności wskazane we Wprowadzeniu do niniejszej analizy.

¹⁵⁸ Propozycja indeksacji innych rodzajów wodoru (według metody wytwarzania) została przedstawiona w ramce w podrozdziale 2.9.

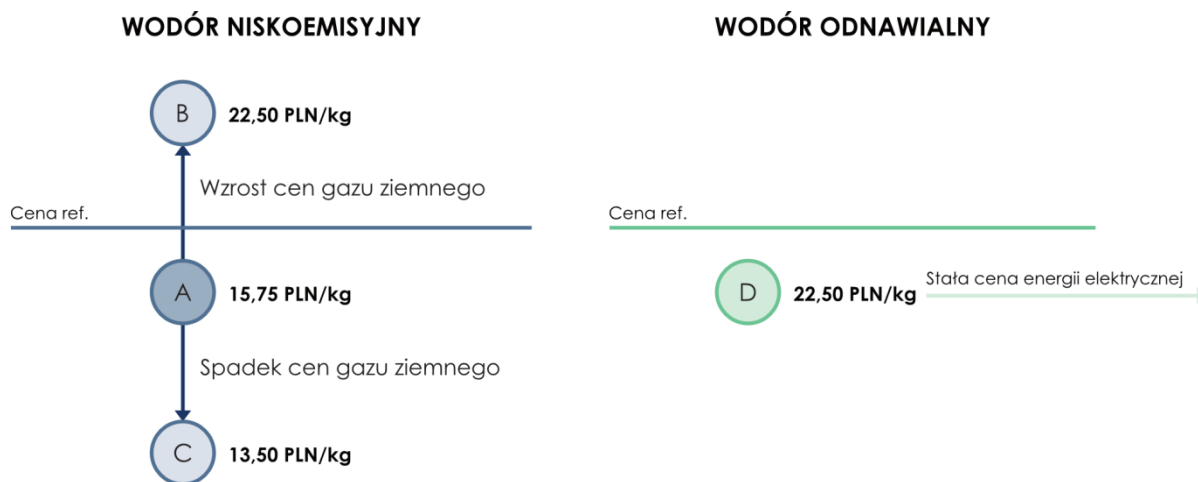
¹⁵⁹ Indeksacja do cen gazu ziemnego została także zaproponowana w brytyjskim modelu wsparcia wytwarzania wodoru na podstawie konsultacji branżowych, patrz: *Government response to the consultation on a Low Carbon...*, op. cit.

¹⁶⁰ *Hydrogen production costs using natural gas in selected regions*, 2018, IEA, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/hydrogen-production-costs-using-natural-gas-in-selected-regions-2018-2>.

¹⁶¹ Wodór niskoemisyjny wytwarzany innymi metodami, jak: reforming parowy biometanu czy zgazowanie odpadów, będzie także indeksowany do cen gazu ziemnego, aby nie wprowadzać zbyt dużych utrudnień regulacyjnych i administracyjnych do systemu wsparcia.

¹⁶² A9-0208/2022, op. cit.

mogli wytwarzać wodór w modelu *on-site* z użyciem linii bezpośredniej oraz własnego źródła OZE i/lub z wykorzystaniem kontraktów PPA na zakup energii elektrycznej, które zasadniczo mogą być zawierane po stałej cenie. W konsekwencji wytwórcy wodoru odnawialnego będą zdolni zasilać instalację konwersji elektrolitycznej energią elektryczną, której cena może być stała w perspektywie całej długości trwania kontraktu aukcyjnego.



Rysunek 25. Przykład indeksacji cen aukcyjnych do cen surowców po stronie podaży

Źródło: opracowanie własne. Liczby mają charakter wyłącznie poglądowy.

Komentarz:

A: zgłoszona oferta aukcyjna ustalona poniżej ceny referencyjnej stanowi koszt wytworzenia wodoru wraz z oczekiwaną marżą wytwórcy, kalkulowana na podstawie ceny gazu ziemnego z dnia aukcji.

B: wzrost kosztu wytworzenia wodoru w wyniku wzrostu rynkowej ceny gazu ziemnego do poziomu powyżej cen z dnia aukcji. Dedykowany podmiot obrotu wypłaca dodatkową kwotę za każdy wyprodukowany 1 kg wodoru (o ile na koncie nadwyżkowym IPA nie ma wystarczającej puli środków do pokrycia salda). Ryzyko wzrostu cen surowców pozostaje po stronie państwa, zaś ryzyko długoterminowego uczestnictwa w mechanizmie wsparcia przez wytwórcę zostaje zredukowane.

C: spadek kosztu wytworzenia wodoru w wyniku spadku ceny gazu ziemnego poniżej cen z dnia aukcji. Wytwórca deponuje określoną kwotę za każdy wyprodukowany 1 kg wodoru na dedykowanym koncie nadwyżkowym IPA. Skumulowana nadwyżka jest wykorzystywana do pokrycia ewentualnych przyszłych kosztów w przypadku wzrostu cen gazu ziemnego (patrz punkt B). Na koniec okresu wsparcia potencjalnie występująca nadwyżka jest oddawana na rzecz dedykowanego podmiotu obrotu w celu mitygacji ryzyka nadmiernego wsparcia wytwórcy oraz zapewnienia efektywności wydatkowania środków publicznych.

D: brak indeksacji do cen energii elektrycznej, która jest stała podczas całego okresu wsparcia zgodnie z założeniami art. 27 do RED II¹⁶³. Występuje indeksacja tylko do poziomu inflacji r/r.

Strona popytowa (odbiorcy wodoru)

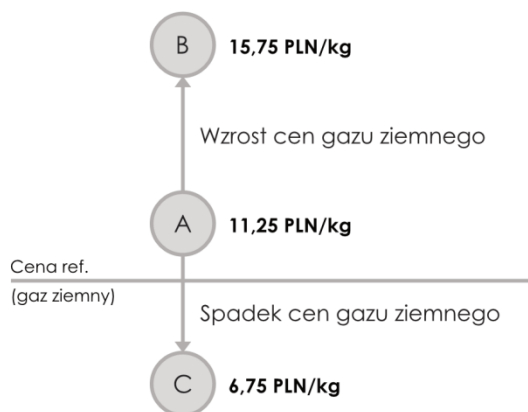
Przyjmuje się, że indeksacja po stronie odbiorców wodoru powinna uwzględniać zmiany cen nośników energii, które są przez nich obecnie wykorzystywane, a w przyszłości będą stopniowo substytuowane wodorem w ramach realizacji procesów dekarbonizacyjnych. Należy przyjąć, że nośnik referencyjny wykorzystywany obecnie przez odbiorców może różnić się w zależności od sektora działalności, niemniej na potrzeby niniejszego materiału indeksacja cen po stronie popytowej zostanie przedstawiona na podstawie potencjalnie dominujących sektorów działalności odbiorców wodoru. Jednocześnie wydaje się, że rodzaj odbiorców, a w konsekwencji także sektor ich działalności oraz odpowiadającą metodę indeksacji będą predefiniować wcześniej zrealizowane aukcje podażowe, w tym parametry jakościowe wodoru oferowanego przez danego wytwórcę. W przypadku, gdy realizowana będzie aukcja popytowa na wodór o wysokiej czystości i ciśnieniu, który był przedmiotem zwycięskiej aukcji podażowej, głównymi uczestnikami aukcji popytowej będą prawdopodobnie przedstawiciele sektora transportu. Analogiczna sytuacja może występować w przypadku innych wytwórców, a także odbiorców z innych sektorów gospodarki. Ostatecznie można zakładać, że metoda indeksacji wodoru będzie zależna od rodzaju wodoru oferowanego przez wytwórcę w aukcji podażowej.

Rekomendowane jest przyjęcie następujących zasad indeksacji cen (przykłady potencjalnych głównych grup odbiorców):

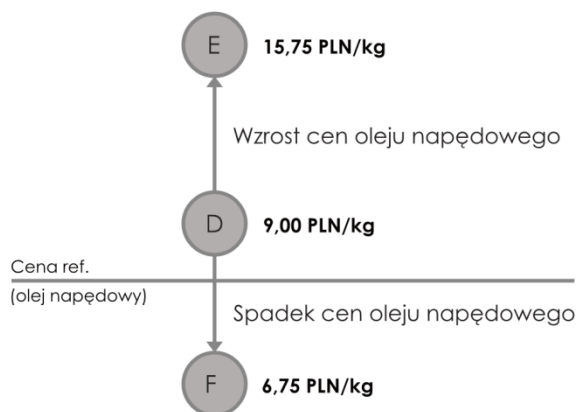
- ▶ **Odbiorcy z sektorów: Przemysł, energetyka i ciepłownictwo.** Przewiduje się indeksację cen aukcyjnych złożonych przez odbiorców w aukcji popytowej do cen gazu ziemnego zarówno w górę jak i dół, a także do poziomu inflacji.
- ▶ **Odbiorcy z sektora: Transport.** Przewiduje się indeksację cen aukcyjnych złożonych przez odbiorców w aukcji popytowej do cen oleju napędowego zarówno w górę jak i dół, a także do poziomu inflacji.

¹⁶³ A9-0208/2022, op. cit.

PRZEMYSŁ, ENERGETYKA I CIEPŁOWNICTWO



TRANSPORT



Rysunek 26. Przykład indeksacji cen aukcyjnych do cen surowców po stronie popytowej

Źródło: opracowanie własne. Liczby mają charakter wyłącznie poglądowy.

Komentarz:

A: zgłoszona oferta aukcyjna na zakup wodoru, ustalona według ceny gazu ziemnego na dzień aukcji.

B: wzrost cen gazu ziemnego powoduje, że rzeczywisty koszt zakupu nośnika energii (wykorzystywanego do procesów technologicznych) na rynku staje się wyższy. Odbiorca wodoru ma w konsekwencji nadmierne korzyści z obecności w systemie wsparcia wodoru (nadal kupuje wodór zgodnie ze zgłoszoną ceną aukcyjną, co długoterminowo zapewniałoby mu całkowitą odporność na wahania cen gazu ziemnego). W konsekwencji odbiorca wodoru deponuje określoną kwotę za każdy 1 kg zakupionego wodoru na dedykowanym koncie nadwyżkowym IPA. Skumulowana nadwyżka jest wykorzystywana do pokrycia ewentualnych przyszłych niekorzyści ekonomicznych występujących w przypadku spadku cen gazu ziemnego (patrz punkt C). Na koniec okresu wsparcia potencjalnie występująca nadwyżka jest oddawana państwu w celu mitygacji ryzyka nadmiernego wsparcia wytwórcy oraz zapewnienia efektywności wydatkowania środków publicznych.

C: spadek rynkowych cen gazu ziemnego powoduje, że rzeczywisty koszt zakupu nośnika energii (wykorzystywanego do procesów technologicznych) na rynku staje się niższy. Odbiorca wodoru ma w konsekwencji niekorzyść ekonomiczną w uczestnictwie w systemie wsparcia (nadal kupuje wodór zgodnie z ceną aukcyjną, przez co wydaje więcej niż gdyby kupił substytucyjny nośnik energii na rynku). W konsekwencji odbiorca wodoru otrzymuje dodatkową dopłatę za każdy 1 kg zakupionego wodoru (o ile na koncie nadwyżkowym IPA nie ma wystarczającej puli środków do pokrycia salda).

D, E, F: opis zgodny kolejno z punktami A, B, C. Zamiast gazu ziemnego, referencją jest cena oleju napędowego (wykorzystywanego jako paliwo transportowe).

Zakłada się, że rozliczenie potencjalnego salda dodatniego lub ujemnego, wynikającego z indeksacji, będzie odbywało się do 10. dnia każdego kolejnego miesiąca na konto beneficjenta na IPA z udziałem podmiotu weryfikującego

(dedykowanego podmiotu obrotu, ew. Zarządcy Rozliczeń). Indeksacja do poziomu inflacji będzie również rozliczana w cyklach miesięcznych na podstawie raportów Głównego Urzędu Statystycznego co do danych r/r.

Założona indeksacja zarówno do cen surowców wsadowych jak i inflacji będzie wymagać stałego monitoringu rynkowych cen gazu ziemnego, oleju napędowego oraz poziomu inflacji wraz z przełożeniem dynamiki powyższych cen na pozycję wytwórców i odbiorców wodoru. Rekomendowane jest uruchomienie lub wyodrębnienie dedykowanego zespołu eksperckiego w URE oraz w dedykowanym podmiocie obrotu (ew. Zarządcy Rozliczeń), który będzie koordynował realizację aukcji wodorowych w modelu bilateralnym i zapewniał efektywność jego działania.

Alternatywna opcja indeksacji

W toku analiz eksperckich rozważane było także indeksowanie cen aukcyjnych tylko po stronie podażowej, dla zabezpieczenia długoterminowej pozycji wytwórców, szczególnie tych, dla których koszt wytworzenia wodoru jest wrażliwy na zmiany cen gazu ziemnego.

W takim scenariuszu ceny aukcyjne po stronie popytowej nie byłyby indeksowane do cen nośników referencyjnych, przez co ryzyko zmian cen surowców pozostawałoby w pełni po stronie odbiorców. Zaletą proponowanego rozwiązania jest potencjalne uniknięcie nadmiernego wsparcia wytwórców, którzy będą długoterminowo zabezpieczeni przed zmianami cen referencyjnych nośników energii. Z kolei potencjalną wadą tego rozwiązania jest pozostawienie stosunkowo dużego ryzyka zmienności cen surowców po stronie odbiorców, co może stanowić barierę wejścia dla mniejszych podmiotów.

3.10. Analiza SWOT

Silne strony

- ▶ **Większa swoboda uczestnictwa.** Model aukcji bilateralnych daje możliwość wejścia do aukcji pojedynczym podmiotom, czyli tylko wytwórcom albo tylko odbiorcom wodoru, którzy nie mają chęci lub korzyści ekonomicznych z tworzenia Partnerstw.
- ▶ **Różny czas trwania kontraktu korzystny dla każdej ze stron.** Dzięki zróżnicowaniu czasu trwania kontraktów dla strony podażowej (10 lat) i popytowej (2 lata) mechanizm zapewnia mitygację ryzyk oraz bezpieczeństwo dla obu stron rynku. Wytwórcy mają zagwarantowane 10-letnie wsparcie pozwalające na osiągnięcie pozytywnych wyników finansowych. Z kolei dzięki krótkoterminowemu 2-letniemu kontraktowi, odbiorcy mają zapewnioną możliwość kupna wodoru po cenach zbliżonych do referencyjnego nośnika energii, nie ponosząc długoterminowego ryzyka zmian cen surowców.
- ▶ **Mniejsza odpowiedzialność wytwórców.** Model aukcji bilateralnych pozwala na *matchmaking* ze strony państwa, który redukuje ryzyka niezbilansowania wolumenu leżące po stronie wytwórców w mechanizmie kontraktu różnicowego.

Słabe strony

- ▶ **Możliwa niższa efektywność.** Należy dopuszczać sytuacje, w których państwo nie znajdzie odbiorcy na dany zwycięski wolumen z aukcji podażowej. Ponadto, już w trakcie trwania 10-letniego kontraktu na wytwarzanie wodoru może dojść do sytuacji, w której państwo nie będzie w stanie odnowić 2-letniego kontraktu z dotychczasowym odbiorcą i nie będzie w stanie znaleźć alternatywnego odbiorcy. W takiej sytuacji będzie dochodziło do "kosztów utraconych", gdzie w praktyce państwo dotuje gotowość do wytworzenia wodoru płacąc zarazem całość kosztu LCOH (bez fizycznej dostawy na rynek).
- ▶ **Utrudnienie w postaci nierozwiniętej infrastruktury.** Mechanizm wymaga rozwiniętej infrastruktury przesyłowej i magazynowej dla zapewnienia płynności handlowej na rynku oraz łączenia rynków wytwarzania i zbytu.
- ▶ **Wysoka odpowiedzialność państwa.** Ryzyko zapewnienia płynności handlowej pozostaje po stronie państwa. W przypadku braku infrastruktury przesyłowej i magazynowej w państwie, zbilansowanie wolumenów podaży i popytu może być w praktyce trudne lub wręcz nieosiągalne.
- ▶ **Skomplikowany system administracji mechanizmu zwiększa koszty.** Realizacja dedykowanych aukcji popytowych dla każdego wodoru, będącego przedmiotem zwycięskich aukcji podażowych, wiąże się koniecznością realizacji wielu procesów aukcyjnych (po stronie popytowej). W efekcie nakłady administracyjne szacowane do poniesienia w aukcjach bilateralnych są znacznie wyższe niż w przypadku mechanizmu kontraktu różnicowego. Wiąże się to z koniecznością przeznaczenia dużo większego kapitału obrotowego na realizację aukcji bilateralnych.
- ▶ **Skomplikowany proces określania cen referencyjnych i indeksacji.** Mechanizm może generować wyzwania w zakresie określania cen referencyjnych, a także dalszej indeksacji ze względu na: (i) występowanie wielu wytwórców i odbiorców o zróżnicowanej charakterystyce działalności w zakresie wodoru, (ii) brak podziału na koszty aukcyjne według sektorów działalności odbiorców, wymuszony specyfiką działania aukcji bilateralnych.

Szanse

- ▶ **Zachęta do rozwoju infrastruktury.** Mechanizm aukcji bilateralnych może przyspieszyć rozwój infrastruktury przesyłowej i magazynowej w państwie, w tym także doprowadzić do stworzenia rynku hurtowego i odpowiednich benchmarków cenowych.
- ▶ **Możliwe wsparcie konkurencyjności po stronie podażowej.** Istnieje prawdopodobieństwo, że aukcje bilateralne będą wspierać bardziej zdywersyfikowany model rozwoju rynku wodorowego, w którym uczestniczyłyby małe, średnie i duże podmioty wytwarzające wodór. Brak wymogu łączenia wytwórców i odbiorców na poziomie aukcji może być ułatwieniem dla wielu podmiotów rynkowych w zakresie możliwości uczestnictwa w systemie wsparcia.
- ▶ **Korzystne formuły kontraktów dla odbiorców.** Objęcie odbiorców wodoru krótkoterminowymi kontraktami oraz indeksacją do cen nośników referencyjnych i poziomu inflacji może być istotną zachętą do uczestniczenia w systemie wsparcia.
- ▶ **Ciekawe rozwiązanie w dalszej perspektywie.** Mechanizm aukcji bilateralnych może być odpowiednim lub docelowym systemem wsparcia dla wodoru w przypadku dojrzałego rynku wodoru z rozwiniętą infrastrukturą przesyłową, magazynową i terminalową w kraju, zapewniając przy tym dużą płynność na rynku i możliwość uczestniczenia wielu podmiotom z różnych lokalizacji, o różnej wielkości, a także rodzaju wytwarzanego/odbieranego wodoru.
- ▶ **Sprzyjanie rozwojowi paliw syntetycznych.** Wprowadzony system wsparcia może zapewnić rozwój rynku syntetycznych paliw wodoropochodnych (odnawialny amoniak, metanol, zrównoważone paliwa lotnicze) dzięki znacznemu zmniejszeniu kosztów zakupu nośnika wsadowego do ich produkcji (wodór).

Zagrożenia

- ▶ **Ryzyko braku pokrycia podaży i popytu.** W ramach aukcji popytowych dedykowany podmiot obrotu może nie być w stanie zakontraktować sprzedaży wolumenów wodoru, które pokryją ilość zakontraktowanego wodoru z aukcji podażowej. W efekcie pojawia się znaczne ryzyko braku zbilansowania systemowego, co może prowadzić do konieczności wypłacania wsparcia wytwórcy, który fizycznie nie produkuje wymaganych wolumenów wodoru, jak i do niedostatecznego rozwoju rynku, gdy z powodu nieznaalezienia odbiorcy na dany wolumen wodoru wytwórca nie uruchomi produkcji.
- ▶ **Brak przyjętych regulacji.** Działanie systemu wsparcia wodoru w Polsce może być zagrożone w przypadku, gdy otoczenie regulacyjne w Polsce nie będzie umożliwiło rozwoju projektów wodorowych z uwzględnieniem ducha zmian prawnych w UE w kontekście kryterium *additionality* w Dyrektywie o Odnawialnych Źródłach Energii (konieczne w tym zakresie jest umożliwienie budowy linii bezpośredniej, rozwój rynku PPA oraz¹⁶⁴^[OBJ]; ¹⁶⁵^[OBJ]) mogą być najtańszym źródłem dla produkcji wodoru odnawialnego w Polsce.
- ▶ **Wzrost komplikacji administracyjnych wraz ze znaczącym wzrostem ilości aukcji popytowych.** Istnieje prawdopodobieństwo, że wraz ze wzrostem popytu na wodór, wzrośnie także wymagany wolumen aukcyjny, co przełoży się na konieczność realizacji bardzo dużej ilości aukcji popytowych dla zapewnienia zbytu na wodór wyprodukowany przez wytwórców. Może to generować znaczne trudności administracyjne, rozliczeniowe oraz organizacyjne dla podmiotów odpowiedzialnych za organizację aukcji.
- ▶ **Wady negatywnych skutków indeksowania wodoru niskoemisyjnego z gazu.** Aby umożliwić udział w aukcji podmiotom wytwarzającym wodór niskoemisyjny z gazu ziemnego (z wykorzystaniem CCS) rekomendowano jako "mniejsze zło" indeksowanie w ich przypadku (przynajmniej w pierwszych latach) ceny podażowej do wahań ceny paliwa wsadowego (gazu ziemnego). Co do zasady może to zostać odczytane jako nadwsparcie w kierunku bardziej emisyjnej technologii (względem wodoru odnawialnego).
- ▶ **Ryzyko spadku konkurencji po stronie popytowej.** Ze względu na dwustronny charakter aukcji, trudności logistyczne oraz znaczące ryzyko nieznaalezienia odbiorców na dany wolumen wodoru zakupiony od wytwórcy, zakłada się drastyczny spadek konkurencyjności wśród odbiorców. Teoretycznie mogą mieć wręcz miejsce sytuacje, w których na dany wolumen będzie tylko 1 chętny odbiorca, lub nie zgłosi się żaden podmiot.
- ▶ **Ryzyko zbyt dużego wsparcia odbiorców.** Objęcie odbiorców wodoru krótkoterminowymi kontraktami (2 lata), a także indeksacją do cen nośników referencyjnych oraz poziomu inflacji może generować zbyt dużą korzyść uczestniczenia w systemie wsparcia w sytuacji, w której przejściowo dochodziłoby do spadków cen gazu lub diesla (możliwa mitygacja ryzyka poprzez częściowe odejście od indeksacji po kilku latach funkcjonowania mechanizmu).
- ▶ **Ryzyko dominacji podmiotów z tej samej grupy kapitałowej.** Istnieje prawdopodobieństwo, że w aukcjach popytowych będzie występować minimalna konkurencja ze względu na małą liczbę jej uczestników dla dedykowanej instalacji wytwórczej. Taka sytuacja może wynikać z chęci zabezpieczenia się wytwórców i odbiorców wodoru należących do jednej grupy kapitałowej, którzy będą dążyć do pełnego pokrycia podaży i popytu w perspektywie całości trwania okresu wsparcia. W takim przypadku w dedykowanej aukcji popytowej mogą uczestniczyć podmioty

¹⁶⁴ A9-0208/2022, op. cit.

¹⁶⁵ Clean Hydrogen Monitor 2022, op. cit.

należące do grupy kapitałowej wytwórcy. Może dochodzić do sytuacji, w której model aukcji bilateralnych będzie przypominać formułę Partnerstw z kontraktu różnicowego, jednak bez łączenia strony podaźowej i popytowej na poziomie aukcji i jej konkurencji z innymi Partnerstwami.

- ▶ **Ryzyko niedostosowania terminów.** Wymóg określenia daty wytworzenia wodoru, choć konieczny ze względu na brak rozwiniętych możliwości jego magazynowania po wytworzeniu, wydaje się bardzo trudny do spełnienia w przypadku aukcji bilateralnych, rodzi bowiem ryzyko niedotrzymania terminu (np. przez opóźnienia w realizacji budowy instalacji wytwórczej), a przy tym nie istnieje możliwość jego dokładnego wcześniejszego ustalenia z odbiorcą wodoru (z racji organizowania odrębnych aukcji dla obu stron). Opcjonalnie można wyznaczyć maksymalny czas na pierwsze wytworzenie wodoru, jednak przyjęcie nieścistego terminu wiąże się z dużym ryzykiem logistycznym.
- ▶ **Zbyt późne wdrożenie względem potrzeb.** Istnieje ryzyko, że mechanizm zostanie wdrożony zbyt późno względem potrzeb rynkowych, w tym w szczególności wynikających ze spodziewanych celów unijnych na rok 2030. Obecnie procedowane regulacje UE w zakresie obowiązkowego udziału RFNBO w transporcie oraz udziału wodoru odnawialnego w przemyśle wymuszają na przedstawicielach sektorów wykorzystujących wodór w procesach produkcyjnych, aby już teraz podejmowali strategiczne decyzje inwestycyjne, dotyczące przechodzenia na wodór odnawialny. Perspektywa zorganizowania pierwszych aukcji na wodór w 2027 r. (według scenariusza konserwatywnego) może spowodować, że inwestorzy odsuną realizację instalacji wytwórczych wodoru w czasie lub że nie uzyskają potrzebnego wsparcia.

4. Analiza finansowa wskazanych mechanizmów

4.1. Metodyka prac

Niniejsze porównanie skutków wprowadzenia analizowanych mechanizmów wsparcia jest oparte, zgodnie z ustaleniami z Zamawiającym, na **uproszczonej metodyce modelowania. Pełnoprawne modelowanie skutków finansowych rekomendowanego mechanizmu zostanie zrealizowane w części II prac.** Będzie ono uwzględniać przykładowo podział na koszyki w systemie wsparcia dla różnych grup odbiorców (przemysł, energetyka i ciepłownictwo oraz transport będą posiadały odmienne przywiązanie do cen referencyjnych – gazu ziemnego lub diesla), czy też dokładne skutki mechanizmów indeksacyjnych.

W celu określenia spodziewanych kosztów wprowadzenia analizowanych mechanizmów wsparcia rynku wodoru w Polsce **przyjęto metodykę prac w ujęciu top-down**. W pierwszej kolejności zamodelowano więc główne ścieżki cenowe, dynamikę otoczenia makroekonomicznego (inflacja i kursy walutowe) oraz dynamikę popytu na wodór w Polsce, a dopiero następnie, na bazie uzyskanych danych, **oszacowano spodziewane wolumeny aukcyjne (przyjmując poziom 50% przyrostu popytu na wodór odnawialny i niskoemisyjny z zachowaniem cyklu inwestycyjnego średnio 2 lata) (patrz też punkt 2.6. i 3.6.)**. Posiadając z kolei zakładane wolumeny aukcyjne **dokonano szacowania oczekiwanej przez rynek skali wsparcia** (dla uproszczenia modelu na tym etapie skala wsparcia została określona poprzez *spread* między LCOH wodoru odnawialnego a LCOH wodoru „szarego”, wytwarzanego w drodze reformingu parowego metanu). Dane te posłużyły jako punkt wyjścia do określenia kosztów dla organizatora mechanizmu oraz spodziewanych przepływów pieniężnych w ujęciu konkretnych lat.

4.1.1. Źródła danych

W celu przeprowadzenia ww. analizy porównawczej **koniecznym było przyjęcie szeregu ścieżek cenowych i założeń dotyczących rozwoju dynamiki rynku wodoru**. Zamodelowano m.in. trajektorie cen gazu ziemnego i oleju napędowego (jako referencyjnych nośników energii dla kalkulacji wysokości subsydium), dynamika inflacji i kursów walutowych, a także spodziewane zmiany w zakresie cen wytwarzania wodoru (w ujęciu LCOH).

Ponadto, koniecznym było **przyjęcie konkretnych (rozpisanych na lata) założeń dotyczących popytu i podaży na wodór w Polsce**. Ponieważ rynek wodoru faktycznie jeszcze nie istnieje, nie są jeszcze znane finalne kształty regulacji UE, a zakres niniejszego opracowania nie obejmuje pełnoprawnej analizy popytowo-podażowej, rzeczne założenia mają **charakter wysokopoziomowy**.

W toku prac bazowano między innymi na następujących źródłach danych:

- **modelowaniu popytu na wodór w Polsce do 2030 roku (z perspektywą do 2040 r.) przeprowadzonym przez Instytut Energetyki, które stanowi podstawę założeń Polskiej Strategii Wodorowej** (jako dokumentu nadrzędnego także dla prac nad niniejszymi mechanizmami wsparcia rynku wodoru w Polsce)¹⁶⁶;
- **eksperskich założeniach** (opartych zarówno o wiedzę własną, dane ogólnodostępne, jak i wywiady z kluczowymi wytwórcami/konsumentami wodoru w Polsce) dot. wytwarzania i zużycia wodoru w sektorze przemysłowym. Przyrosty w tym względzie założono skokowo z tego względu, że w przemyśle większe inwestycje z całą pewnością będą realizowane w cyklach kilkuletnich, a niepewność terminów hipotetycznych inwestycji w przyszłości uniemożliwia wiarygodną prognozę w ujęciu konkretnych lat;
- **danych i prognozach PSEW i DISE¹⁶⁷ oraz Hydrogen Europe¹⁶⁸ w zakresie spodziewanych trajektorii cen w ujęciu LCOH.** Ponadto weryfikowano także treść innych dokumentów w tym zakresie, pochodzących m.in. od Forum Energii¹⁶⁹, Międzynarodowej Agencji Energii (IEA)¹⁷⁰, czy Międzynarodowej Agencji Energii Odnawialnej (IRENA)¹⁷¹;
- **danych i prognozach w zakresie cen gazu ziemnego, ropy naftowej i oleju napędowego oraz notowań uprawnień do emisji CO₂ (EUA)** (m.in. Deloitte¹⁷², International Energy Agency¹⁷³, ABN Amro¹⁷⁴ i Instytutu Projektów i Analiz¹⁷⁵, World Bank¹⁷⁶ czy Energy Brainpool¹⁷⁷ i Bloomberg¹⁷⁸);
- **danych i prognozach w zakresie poziomu inflacji, wzrostu PKB oraz kursów walutowych** (źródła jw., oraz NBP i Europejski Bank Centralny).

¹⁶⁶ Analiza potencjału technologii wodorowych w Polsce do roku 2030 z perspektywą do 2040 roku, Instytut Energetyki, Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, Uniwersytet Warszawski, 2020, <https://www.gov.pl/attachment/1b590d54-fa1e-49fe-9096-b2d0c6a4fe59>.

¹⁶⁷ Zielony wodór z OZE w Polsce..., op. cit.

¹⁶⁸ Clean Hydrogen Monitor 2022..., op. cit.

¹⁶⁹ Zielone gazy. Biometan i wodór w Polsce, Forum Energii, Raport, 2021.

¹⁷⁰ Global Hydrogen Review..., op. cit.

¹⁷¹ Global Hydrogen Trade to Meet..., op. cit.

¹⁷² Oil and gas price forecast - Hydrogen pathways to net-zero. Charting a new course for industry, Deloitte, 2022.

¹⁷³ Global Hydrogen Review..., op. cit.

¹⁷⁴ ABN Amro – Oil market forecast, ABN Amro, 2022.

¹⁷⁵ Forecast of electricity prices in Poland in the context of the energy transformation in the EU in the 2030 horizon, Instytut Projektów i Analiz, 2021.

¹⁷⁶ Commodity Markets, World Bank, 2022, <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>.

¹⁷⁷ EU Energy Outlook 2060 – how will the European electricity market develop over the next 37 years?, EnergyBrainpool, 2022, <https://blog.energybrainpool.com/en/eu-energy-outlook-2060-how-will-the-european-electricity-market-develop-over-the-next-37-years/>.

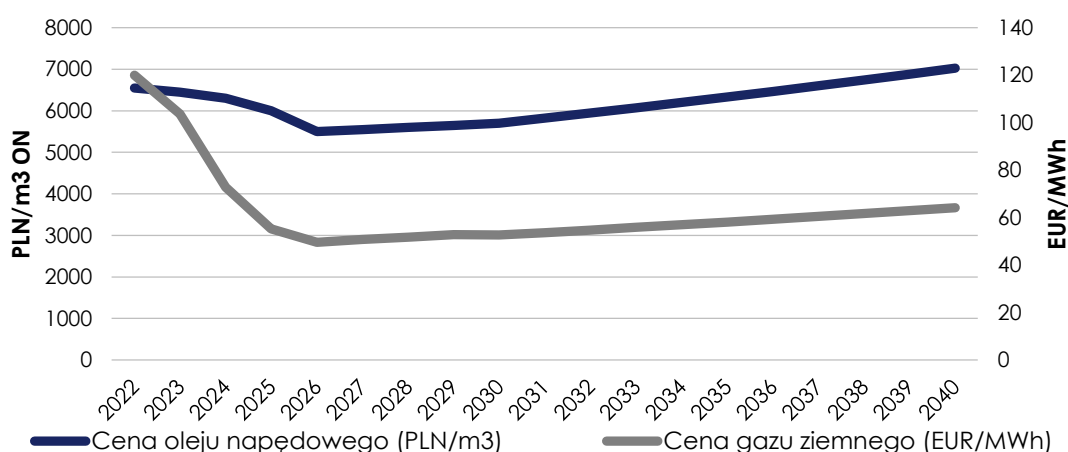
¹⁷⁸ Summary of proposed REPowerEU plans and expected impacts on EU ETS, BloombergNEF, 2022, <https://kraneshares.com/krbn-eu-tests-e80-threshold-repowereu-impact-assessment-california-carbon-for-inflation-protection/>.

4.1.2. Założenia dot. wskaźników makroekonomicznych oraz ścieżek cenowych

Poniżej przedstawione zostały główne założenia i dane przyjęte dla kluczowych wskaźników makroekonomicznych i ścieżek cenowych. W roboczym pliku .xls (którego pełnoprawna wersja zostanie załączona do Cz. II opracowania) rzucone modelowanie zostało przeprowadzone z podziałem na konkretne lata, przy czym dla uproszczenia narracji w niniejszym pliku .docx przywołuje się tutaj jedynie wybrane dane.

Na podstawie dostępnych danych i prognoz i z uwzględnieniem niemożności wiarygodnego prognozowania otoczenia makroekonomicznego w dłuższej perspektywie przyjęto, że **inflacja w Polsce będzie malała w latach 2023-2025, zaś od roku 2026 ustabilizuje się** na poziomie 3%. Analogicznie, na potrzeby modelowania w oparciu o prognozy NBP i Europejskiego Banku Centralnego **przyjęto dość stabilne pozostałe wskaźniki makroekonomiczne**: wzrost PKB (3% rocznie od 2026 r.), kurs PLN/USD (4,60 od 2024 r.) oraz kurs PLN/EUR (4,70 od 2024 r.).

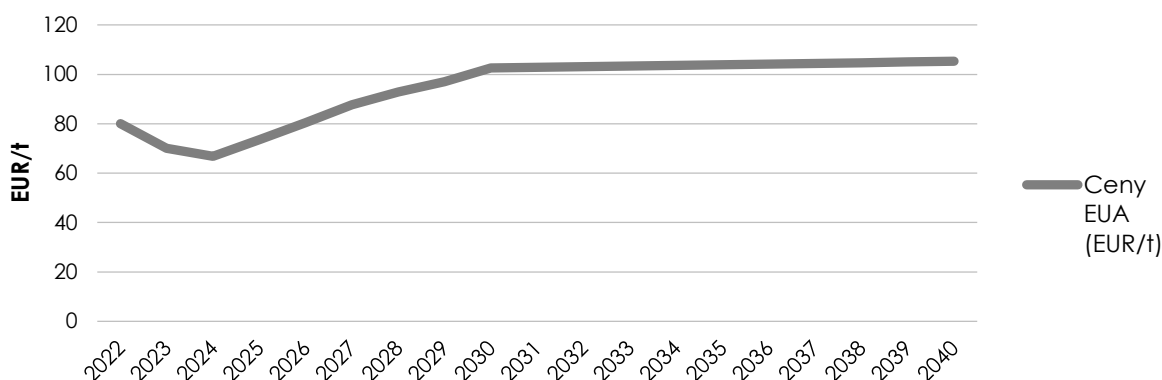
Bazując na najbardziej aktualnych, ogólnodostępnych prognozach pochodzących od m.in. Deloitte, IEA, ABN Amro czy Banku Światowego oszacowano możliwe trajektorie cen gazu i ropy naftowej. W obu przypadkach prognozuje się **spadek cen gazu i ropy do 2026 r.** (b. znaczący w przypadku gazu i mocno umiarkowany w przypadku ropy), **a następnie ciągły, powolny wzrost tychże.** Co przy tym istotne, projekcja cen ropy naftowej została w powiązaniu z danymi historycznymi (**korelacja cen oleju napędowego i notowań ropy Brent**) wykorzystana do przygotowania prognozy cen **diesla**. Trajektorie cen gazu i oleju napędowego (jako benchmarków cenowych dla potencjalnych odbiorców odnawialnego lub niskoemisyjnego wodoru) w perspektywie 2040 r. została przedstawiona na wykresie poniżej:



Rysunek 27. Założona trajektoria cen gazu ziemnego i oleju napędowego w perspektywie 2040 r.

Źródło: opracowanie własne

Ponadto, dla pełnej wiarygodności modelu koniecznym było także przyjęcie określonej **ścieżki cen uprawnień do emisji CO₂ (EUA)**, co stanowi duże wyzwanie biorąc pod uwagę, iż nie jest znany obecnie (grudzień 2022 r.) finalny kształt regulacji i przyszłych decyzji UE, które będą warunkowały trajektorię cen EUA. Niemniej, zdecydowano się oprzeć na syntezie kilku prognoz oraz dodatkowego wariantu stabilizującego trajektorię, szacując, że **w perspektywie lat 2030-2040 koszt EUA będzie przekraczał poziom 100 EUR/t**. Wykonawca ma świadomość, że prognozy te mogą okazać się niedoszacowane (prognozy dla lat 2030-2040 mają bardzo szeroki zakres – od 60 do 170 EUR/t CO₂¹⁷⁹), niemniej przyjęto je jako sprzyjające konserwatywnym założeniom w zakresie konkurencyjności wodoru odnawialnego względem wodoru szarego.



Rysunek 28. Założona trajektoria cen uprawnień do emisji CO₂ (EUA) w perspektywie 2040 r.

Źródło: opracowanie własne

4.1.3. Założenia dot. cen wodoru w Polsce

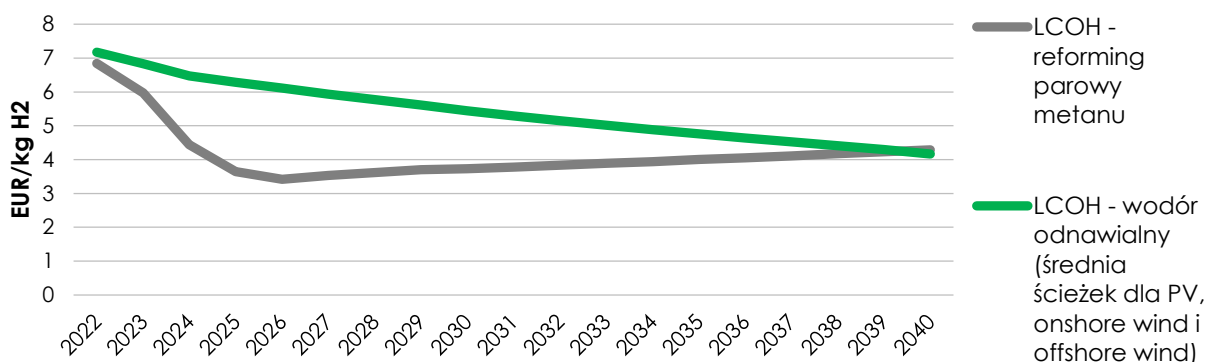
Posiadając ww. założenia dotyczące się ścieżek cenowych gazu ziemnego i uprawnień do emisji CO₂ (EUA) możliwym stało się **prognozowanie cen wodoru „szarego”**. Jako punkt wyjścia dla estymacji przyjęto dane przedstawione w najbardziej aktualnym opracowaniu Hydrogen Europe (Clean Hydrogen Monitor 2022)¹⁸⁰, w którym zawarto strukturę ceny wodoru „szarego” z podziałem na poszczególne składowe. Posiadając ww. założenia oraz ścieżki cenowe możliwym stało się **rokroczne szacowanie kosztu wytworzenia wodoru metodą reformingu parowego metanu z uwzględnieniem kosztów uprawnień EUA**. Należy przy tym mieć świadomość, że jest to modelowanie jedynie uproszczone, oparte o średni prognozowany koszt gazu ziemnego i uprawnień EUA. W praktyce obie ww. ścieżki cenowe cechuje duża zmienność w perspektywie poszczególnych miesięcy, co rzutuje również na wahania LCOH wodoru „szarego” (tutaj,

¹⁷⁹ Jest to komentowane/uzasadniane niewiadomymi dotyczącymi rynku energii w Europie w horyzoncie najbliższych lat, co wiąże się zarówno z sytuacją wojenną, jak i niepodjętymi jeszcze a zapowiadanyymi decyzjami Unii Europejskiej co do celów klimatycznych i rynku wodoru, celów związanych z poziomem wsparcia transformacji, celów dotyczących innych aspektów jak i efektów kolejnych pakietów sankcji.

¹⁸⁰ Clean Hydrogen Monitor 2022..., op. cit.

w ramach niniejszej estymacji, nie są one z oczywistych względów obecne). Ponadto, należy rozumieć, że każdy wytwórca wodoru może mieć inne formuły kontraktowe w ramach posiadanych umów zakupu gazu ziemnego. Przy tak sformułowanych założeniach określono, że **LCOH wodoru szarego powinien w najbliższych latach (do ok. 2026 r.) maleć, by następnie stopniowo rosnąć** (zgodnie ze wzrostami cen gazu i EUA) (patrz szczegółowo wykres na stronie kolejnej).

W ramach modelowania zaprognozowano także możliwą trajektorię spadku cen wytworzenia wodoru odnawialnego. W tym celu bazowano na dostępnych najbardziej wiarygodnych i aktualnych estymacjach dla rynku polskiego (analiza PSEW/DISE z 2021 r. oraz Hydrogen Europe z 2022 r.) przyjmując **uśrednienie prognoz LCOH dla wodoru odnawialnego w oparciu o energię z PV, onshore wind i offshore wind**. Tym samym należy rozumieć, że w praktyce LCOH wodoru odnawialnego w najbardziej konkurencyjnej konfiguracji stanie się tańszy niż LCOH wodoru „szarego” szybciej, niż wynikałoby to z niniejszego modelowania. Przy tak sformułowanych założeniach stwierdzono, że **średni LCOH wodoru odnawialnego spadnie z obecnego ok. 7,17 EUR/kg do ok. 5,44 EUR/kg w 2030 r. i 4,16 EUR/kg w 2040 r.**



Rysunek 29. Założona trajektoria cen wytworzenia wodoru „szarego” i odnawialnego w Polsce w perspektywie 2040 r.

Źródło: opracowanie własne

4.1.4. Podstawowe założenia dot. popytu i podaży wodoru w Polsce

Kluczowym dla właściwego prognozowania oczekiwanego poziomu wsparcia w ramach mechanizmu jest odpowiednie zamodelowanie popytu na wodór. Wymagane w szczególności było modelowanie zarówno w ujęciu ogólnym (tj. wliczając zapotrzebowanie na wodór „szary”), jak i w ujęciu *stricte* wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego. W obu przypadkach **podzielono rynek wodoru na umowne sektory, w zależności od wykorzystania wodoru**, analizując trajektorie wzrostu zapotrzebowania oddzielnie dla każdego z ww. sektorów.

Ze względu na brak istnienia konkurencyjnego rynku wodoru w Polsce, **nie sposób dziś rozpatrywać oddzielnie popytu i podaży na wodór**. Należy rozumieć, że stan ten będzie się jeszcze długo utrzymywał ze względu na brak możliwości (technicznej, finansowej, rynkowej), by szybko powstała ogólnokrajowa sieć wodorowej infrastruktury magazynowo-przesyłowej. Zakłada się, że **w perspektywie nawet 2040 r. może nie**

powstać odpowiednio rozwinięta sieć kawern i wodorociągów, umożliwiająca np. powstanie rynku hurtowego i detalicznego, dzięki czemu popyt i podaż mogłyby być rozpatrywane rozdzielnie. W opinii Wykonawcy, nowe projekty wodorowe w Polsce będą póki co realizowane przede wszystkim w warunkach wiążącego Porozumienia lub przynajmniej wysoce zaawansowanych negocjacji z oczekiwanym odbiorcą wodoru (o ile dany wytwórca nie jest autokonsumentem). Tym samym przemawia to za przyjętym podejściem, gdzie punktem wyjścia jest założenie popytowe.

Dla potrzeb niniejszej analizy **nie rozpatrywano też przy tym szczegółowo, do jakiego stopnia popyt na wodór będzie zaspokajany przez import samego wodoru lub wodoropochodnych paliw syntetycznych** – uznano, że choć będzie to prawdopodobnie konieczne, to nie sposób stwierdzać, kiedy i w jaki sposób do tego dojdzie (prognozowanie jest niemożliwe zwłaszcza w obliczu braku konkretnych zapowiedzi politycznych czy projektów biznesowych).

W tym samym kontekście, **nie rozstrzygano, jaki maksymalny wolumen wodoru może być wytworzony w Polsce** w spodziewanych uwarunkowaniach technicznych, geograficznych i rynkowych. Należy rozumieć, że jest bardzo mało prawdopodobnym, by krajowy potencjał wytwórczy mógł pokryć całość prognozowanego popytu, **przez co przedstawione później szacunki budżetu mechanizmu należy traktować jako maksymalne nawet przy roboczym założeniu, iż wolumen aukcyjny będzie pokrywał tylko 50% popytu** (takie robocze założenie wynika z treści strategii wodorowej UE, która w uśrednieniu przyjmuje, iż 50% popytu na wodór będzie zaspokajane importem). W powyższym kontekście, **w niniejszej analizie przez popyt należy rozumieć tylko to zapotrzebowanie, które ma uzasadnione szanse być pokryte podażą wodoru** (z pominięciem ww. zastrzeżeń co do nieznanymi proporcji import vs. wytwarzanie krajowe). Przykładowo, choć można by sobie wyobrazić hipotetyczny popyt na wodór w energetyce zawodowej (poszczególne bloki gazowe budowane w klasie *hydrogen ready*), to dla potrzeb niniejszej analizy jest on pomijany, jako że nie sposób sobie wyobrazić wystarczającego przyrostu mocy OZE w Polsce (ew. również mocy importowych), by także sektor energetyki zawodowej bazował na wodorze jako paliwie. Analogicznie, z podobnych względów nie rozpatrywano także potencjału wodoru jako magazynu energii w małych instalacjach, w których dodatkowo coraz bardziej atrakcyjne będą okazywać się bateryjne rozwiązania magazynowe (analiza konkurencyjności obu technologii wykraczała poza zakres niniejszego opracowania).

4.1.4.1. Popyt na wodór ogółem

W pierwszej kolejności określono popyt na wodór ogółem w podziale na osiem sektorów. Podział ten jest przedstawiony w tabeli poniżej, wraz z szacowanymi wolumenami popytu oraz podaniem źródła danych i/lub założeń prognostycznych. W roboczym pliku .xls (którego pełnoprawna wersja zostanie załączona do Cz. II opracowania) rzeczony modelowanie zostało przeprowadzone z podziałem na konkretne lata, przy czym dla uproszczenia narracji w niniejszym pliku .docx przywołuje się tutaj jedynie stan bieżący oraz perspektywę lat 2025, 2030 i 2040.

	Stan obecny (2022) (w tys. t)	Popyt w 2025 r. (w tys. t)	Popyt w 2030 r. (w tys. t)	Popyt w 2040 r. (w tys. t)	Źródła danych / założenia prognostyczne
Energetyka zawodowa / domieszkiwanie	0	0	0	0	W obliczu spodziewanych braków mocy OZE do spełnienia możliwych celów UE w przemyśle i transporcie nie przewiduje się popytu w energetyce lub na potrzeby domieszkiwania do sieci gazociągowych.
Ciepłownictwo	0	0,08	3,08	46,25	Przyjęto na bazie modelowania Instytutu Energetyki ¹⁸¹ , z uwzględnieniem przesunięcia prognozy w czasie o 3 lata, by precyzyjniej odzwierciedlać stan obecny.
Transport ogółem	0	0,65	10,06	82,26	Przyjęto na bazie modelowania Instytutu Energetyki ¹⁸² , z uwzględnieniem przesunięcia prognozy w czasie o 2 lata, by precyzyjniej odzwierciedlać stan obecny. Na 2023 r. ekspercko, na bazie dostępnych informacji, założono popyt/zużycie wodoru w transporcie autobusowym na ok. 50 ton.
Produkcja paliw syntetycznych	0	0	0	24,69	Przyjęto na bazie modelowania Instytutu Energetyki ¹⁸³ .
Przemysł nawozowy (Grupa Azoty i Anwil Włocławek)	519	536	536	589	Na bazie publicznych danych oszacowano obecny poziom wytwarzania wodoru w przemyśle nawozowym w każdym z zakładów Grupy Azoty ¹⁸⁴ , z uwzględnieniem dodatkowych wolumenów z uruchomieniem projektu Polimery Police w 2023 r. (mając świadomość, że projekt ten zakłada produkcję tworzyw sztucznych, a nie nawozów – założenie dla uproszczenia obliczeń). Ponadto przyjęto szacowane 88 tys. t/r w zakładach Anwil ¹⁸⁵ . Po 2030 r. założono ekspercko skokowe wzrosty zapotrzebowania z tytułu ew. projektów inwestycyjnych.
Rafinerie, produkcja biopaliw i zintegrowana petrochemia	321,8	346,8	386,8	496,8	Na bazie publicznych danych oszacowano obecny poziom wytwarzania w Gdańsku (ok. 16,5 t/h = ok. 145 tys t./r) ¹⁸⁶ , Płocku (ok. 20 t/h = ok. 175 tys. t/r) ¹⁸⁷ , Trzebinii (ok. 1,4 tys. t/r) ¹⁸⁸ oraz w Jedliczach (ok. 350 t/r) ¹⁸⁹ . Ponadto, uwzględniono planowane oddanie w 2H2024 w Płocku instalacji HVO (uwodornienia olejów roślinnych) ¹⁹⁰ – na bazie obliczeń eksperckich i publicznie udostępnionych przez GK ORLEN informacji ¹⁹¹ , założono, że może generować to popyt

¹⁸¹ Analiza potencjału technologii wodorowych w Polsce..., op. cit.

¹⁸² Ibidem.

¹⁸³ Ibidem.

¹⁸⁴ Strategia Grupy Kapitałowej na lata 2021-2030, Grupa Azoty, https://grupazoty.com/upload/1/files/2021/Grupa_azoty_strategia_2030_prezentacja_28_10_2021.pdf; *Circumstances of the national plan for hydrogenization of road transport in Poland*, Instytut Transportu Samochodowego, 2015, <https://www.teraz-srodowisko.pl/media/pdf/aktualnosci/4520-NIP-Poland.pdf>.

¹⁸⁵ Ibidem.

¹⁸⁶ *Lotos stawia na wodór*, w: *Polska Chemia*, Polska Izba Przemysłu Chemicznego, nr 2/2018.

¹⁸⁷ T. Furman, *PKN Orlen inwestuje w paliwa alternatywne*, Rzeczpospolita, 2020, <https://www.rp.pl/biznes/art801131-pkn-orken-inwestuje-w-paliwa-alternatywne>.

¹⁸⁸ *ORLEN Południe rozpoczyna produkcję zielonego, ekologicznego glikolu*, ORLEN, 2021, <https://www.orken.pl/pl/ofirmie/media/komunikaty-prasowe/2021/listopad/orken-poludnie-rozpoczyna-produkcje-zielonego-ekologicznego-glikolu>.

¹⁸⁹ Instytut Transportu Samochodowego, *Circumstances of the national plan...*, op. cit.

¹⁹⁰ *Budowa jednostki HVO...*, op. cit.

¹⁹¹ *Feasibility Study for Hydrogen Generation Unit modernisation / construction in PKN ORLEN S.A. in Płock – Request for Proposal*, grudzień 2022 r. (dokument dostępny publicznie, bez wymogu zawarcia NDA).

					ok. 20-25 tys. t/r. Ekspercko założono też oddanie pod koniec bieżącej dekady rozważanego obecnie projektu petrochemicznego w Gdańsku, a w perspektywie lat 30. ew. dalsze inwestycje w procesy wodorochłonne przy produkcji zaawansowanych biopaliw i petrochemii (skokowe wzrosty zapotrzebowania).
Koksownie	160	160	160	100	Przyjęto na bazie danych Instytutu Energetyki ¹⁹² . Założono, że po 2030 r. produkcja koksu, a więc i gazu koksowniczego, może maleć wraz z możliwym spadkiem popytu na koks (skutek możliwej dekarbonizacji przemysłu metalurgicznego). Ze względu na niepewność prognoz, przyjęto umiarkowany poziom spadku.
Przemysł pozostały	25	25	45	80	Ekspercko przyjęto obecnie ok. 25 tys. t/r wodoru na potrzeby pozostałych, pomniejszych spółek przemysłowych, w tym z innych sektorów chemicznych (np. PCC Rokita, Synthos) czy z branży spożywczej. Założenie to prawdopodobnie jest przeszacowane, niemniej pozwala wówczas uzyskać łączną sumę bieżącego zapotrzebowania na wodór w Polsce na poziomie 1,03 mln t/r, co odpowiada najbardziej aktualnym szacunkom Hydrogen Europe ¹⁹³ (wydaje się, że powielana w przestrzeni publicznej wartość 1,3 mln t/r nie może być prawdziwą). Ponadto, przyjęto, że w perspektywie końca bieżącej dekady rozpocznie się wzrost zapotrzebowania na wodór w nowych gałęziach przemysłowych. Przykładowo KGHM rozważa docelowo gotowość wykorzystania wodoru jako paliwa i reduktora ¹⁹⁴ . Możliwe będą wdrożenia wodorowe nie tylko w branży hutniczej, ale też innych sektorach energochłonnych (np. produkcja cementu).
SUMA	1025,8	1068,53	1140,94	1372,82	-

Rysunek 30. Popyt na wodór ogółem obecnie i w perspektywie 2025, 2030 i 2040 r.

* Wodór stanowi znaczącą (ok. 55%) składową gazu koksowniczego, który jest uzyskiwany w procesie koksowania. Choć stanowi on w tej formie produkt odpadowy, to jest wykorzystywany dalej w obiegu koksowni lub odsprzedawany. Tym samym dochodzi do faktycznego wykorzystania wodoru w gazie koksowniczym.

Źródło: opracowanie własne

4.1.4.2. Popyt na wodór odnawialny i niskoemisyjny

Bazując na przedstawionych wcześniej estymacjach dot. popytu na wodór w Polsce ogółem, dokonano szacowania zapotrzebowania *stricte* na wodór odnawialny i niskoemisyjny, a więc ten, który może być wspierany wdrożeniem jednego z mechanizmów analizowanych w niniejszym opracowaniu. W roboczym pliku .xlsx

¹⁹² Analiza potencjału technologii wodorowych w Polsce..., op. cit.

¹⁹³ Clean Hydrogen Monitor 2022..., op. cit.

¹⁹⁴ Powstała Dolnośląska Dolina Wodorowa, KGHM, 2022, <https://media.kghm.com/pl/informacje-prasowe/powstala-dolnoslaska-dolina-wodorowa>.

(którego pełnoprawna wersja zostanie załączona do Cz. II opracowania) rzezone modelowanie zostało przeprowadzone z podziałem na konkretne lata, przy czym dla uproszczenia narracji w niniejszym pliku .docx przywołuje się tutaj jedynie stan bieżący oraz perspektywę lat 2025, 2030 i 2040.

Ze względu na konieczność uwzględnienia spodziewanych celów udziału wodoru w sektorach transportu i przemysłu od 2030 r. (trwający obecnie trilog ws. zmiany rewizji Dyrektywy o Odnawialnych Źródłach Energii) i specyfiki tychże regulacji, potrzebną była zmiana kategorii popytu w zakresie szeroko rozumianego przemysłu. **W efekcie, w odróżnieniu od poprzedniej tabeli dot. popytu na wodór ogółem, popyt na wodór odnawialny i niskoemisyjny w przemyśle musiał zostać podzielony wyłącznie na dwie kategorie:**

- 1) **produkcję paliwową** (w tym rafinerie, biorafinerie, produkcja paliw syntetycznych);
- 2) **cały pozostały przemysł** (w tym także ta część procesów rafineryjnych, której efektem są produkty ropopochodne z zastosowaniem w sektorach innych, niż transport).

Wszelkie szczegółowe założenia w tym względzie zostały przytoczone w tabeli poniżej. Aby nie komplikować przesadnie modelu w oparciu o nieznaną jeszcze dziś szczegółowy kształt rewizji Dyrektywy o Odnawialnych Źródłach Energii, **przyjęto jedynie dwa spodziewane na 2030 r. cele zużycia wodoru odnawialnego w transporcie (udział 2,6% RFNBO w finalnym zużyciu energii w transporcie) i w przemyśle (50% odnawialnego wodoru w zużyciu wodoru)**. Są to warianty kompromisowe w ujęciu całokształtu najbardziej aktualnych dyskutowanych w trilogu propozycji Komisji Europejskiej¹⁹⁵, Parlamentu Europejskiego¹⁹⁶ i Rady UE¹⁹⁷.

	Stan obecny (2022) (w tys. t)	Popyt w 2025 r. (w tys. t)	Popyt w 2030 r. (w tys. t)	Popyt w 2040 r. (w tys. t)	Źródła danych / założenia prognostyczne
Energetyka zawodowa / domieszkiwanie	0	0	0	0	W obliczu spodziewanych braków mocy OZE do spełnienia możliwych celów UE w przemyśle i transporcie nie przewiduje się popytu w energetyce lub na potrzeby domieszkiwania do sieci gazociągowych.
Ciepłownictwo	0	0,08	3,08	46,25	Założono, że wszelkie projekty wodorowe w sektorze ciepłownictwa muszą być z założenia obliczone na efekt dekarbonizacyjny. Tym samym wszelki popyt w tym zakresie automatycznie jest traktowany jako

¹⁹⁵ Commission staff working document implementing the Repower EU action plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the bio-methane targets, [SWD(2022) 230 final].

¹⁹⁶ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniająca dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001, rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652, [COM(2021) 557 final].

¹⁹⁷ "Fit for 55": Council agrees..., op. cit.

					zapotrzebowanie na wodór odnawialny i niskoemisyjny.
Transport ogółem	0	0,65	10,06	82,26	Założono, że wszelkie projekty wodorowe w sektorze transportu muszą być z założenia obliczone na efekt dekarbonizacyjny. Tym samym wszelki popyt w tym zakresie automatycznie jest traktowany jako zapotrzebowanie na wodór odnawialny i niskoemisyjny.
Produkcja paliw transportowych	0	0	239,94	350	<p>Popyt na odnawialny wodór do produkcji paliw wynika z jednej strony z presji rynkowej, ale też będzie warunkowany przede wszystkim spodziewanymi regulacjami UE w kwestii celów udziału RFNBO w zużyciu energii w transporcie ogółem. Nawet we względnie kompromisowym wariacie celu RFNBO na 2030 r. na poziomie „2,6%” (w ujęciu zużycia energii w Polsce z 2019 r., sprzed kryzysu¹⁹⁸), będzie to oznaczało konieczność podaży ok. 200 tys. t/r wodoru. Przyjmując spodziewany wzrost zużycia energii w transporcie w latach 2019-2030 na bazie danych historycznych, założono, że spełnienie celu „2,6%” może wymagać nawet ok. 250 tys. t/r wodoru w 2030 r. Realizacja tego celu będzie musiała oznaczać uzupełnienie podaży bezpośredniej wodoru jako paliwa podażą wodoru do procesów rafineryjnych.</p> <p>Założono przy tym, że wykorzystanie (i zarazem podaż) wodoru odnawialnego w rafinerii będzie pojawiać się stopniowo od 2027 r. Tak znacząca dekarbonizacja procesów rafineryjnych musi być obliczona na kilka lat, a inwestycje nie mogą być planowane do oddania na 2030 r. bez marginesu opóźnień.</p> <p>Nie sposób prognozować, czy i jakie będą cele unijne na lata 2031-2040. Przyjęto jednak, że presja rynkowa i spodziewana trajektoria zmian regulacyjnych (podwyższenie celu RFNBO w transporcie) będą wymuszać dalsze, skokowe wzrosty popytu/podaży na wodór w tym okresie. Przyjęto przy tym założenie, że choć ogólne zużycie wodoru w rafineriach i zakładach petrochemicznych będzie rosło do aż ok. 500 tys. t/r w 2040 r., to duża część tego wolumenu będzie liczona do unijnego celu dla „przemysłu”, a nie „transportu”, gdyż produkcja będzie pod kątem petrochemii i innych ropopochodnych nie-paliwowych. W efekcie, oszacowano, że zużycie wodoru pod kątem produkcji paliw zatrzyma się w latach 30. na poziomie ok. 350 tys. t/r (ok. 300 tys. t rafinacja ropy naftowej i ok. 50 tys. zaawansowane biopaliwa i paliwa syntetyczne. Przyjęto, że do 2040 r. w sektorze odejdzie się od wodoru „szarego”.</p>
Całość przemysłu z wyłączeniem produkcji paliw	0	0	408,9	840,5	<p>Popyt na odnawialny wodór w przemyśle wynika z jednej strony z presji rynkowej, ale też będzie warunkowany przede wszystkim spodziewanymi regulacjami UE w kwestii celów udziału wodoru odnawialnego w zużyciu wodoru w przemyśle ogółem (za wyłączeniem produkcji paliw, która wliczać się powinna do spełniania celu „2,6% RFNBO” w transporcie). Przyjęto szacunkowo, że w 2030 r. zużycie wodoru do produkcji paliw będzie wynosiło ok. 310 tys. t/r.</p> <p>Nawet we względnie kompromisowym wariacie celu udziału 50% wodoru odnawialnego w zużyciu wodoru w przemyśle, w oparciu o prognozowany rozwój rynku, będzie to oznaczało konieczność podaży ok. 408,9 tys.</p>

¹⁹⁸ 22,4 Mtoe, Źa: Energy Efficiency trends and policies in Poland, GUS, KAPE, 2021, <https://www.odysseemure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-poland.pdf>.

					<p>t/r odnawialnego wodoru.</p> <p>Założono przy tym, że wykorzystanie (i zarazem podaż) wodoru odnawialnego w ramach pozostałego przemysłu będzie pojawiać się stopniowo od 2026 r. Tak znacząca dekarbonizacja procesów przemysłowych musi być obliczona przynajmniej na kilka lat, a inwestycje nie mogą być planowane do oddania na 2030 r. bez marginesu opóźnień. Nie sposób prognozować, czy i jakie będą cele unijne na lata 2031-2040. Przyjęto jednak, że presja rynkowa i spodziewana trajektoria zmian regulacyjnych (podwyższenie celu udziału wodoru odnawialnego dla przemysłu) będą wymuszać dalsze, skokowe wzrosty popytu/podaży na wodór w tym okresie, w tym z tytułu wdrożeń wodoru (jako paliwa lub reduktora) w nowych sektorach przemysłowych. W oparciu o przyjęte ścieżki cenowe przyjęto, że wodór wytwarzany poprzez reforming parowy metanu przestanie być konkurencyjny względem wodoru odnawialnego pod koniec lat 30. Tym samym, w perspektywie 2040 r. całość wodoru szarego w przemyśle zostanie zastąpiona wodorem odnawialnym lub niskoemisyjnym.</p>
SUMA	0	0,73	661,98	1319,02	-

Rysunek 31. Popyt na wodór odnawialny i niskoemisyjny obecnie oraz w perspektywie 2025, 2030 i 2040 r.

Źródło: opracowanie własne

4.1.4.3. Dostępne dane o perspektywach rozwoju podaży wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego w Polsce

W chwili obecnej, **faktycznie realizowanych jest niewiele projektów wytwarzania wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego w Polsce i mają one często charakter demonstracyjny/pilotażowy.** Produkcja wodoru dla potrzeb rynku *automotive* jest realizowana np. w Trzebini (biorafineria PKN ORLEN) oraz ma rozpocząć się w najbliższym czasie w Koninie (ZE PAK). W pierwszym z wymienionych przypadków wodór jest jednak wytwarzany w drodze reformingu parowego gazu z późniejszym doczyszczaniem, a w przypadku ZE PAK elektrolizer przynajmniej przejściowo będzie zasilany energią ze spalania biomasy drzewnej, co docelowo może nie być kompatybilne z klasyfikacjami unijnymi OZE.

Dostępne publicznie **przedmiotowe dane na temat programów inwestycyjnych obecnych i potencjalnych wytwórców wodoru są mocno ograniczone**, w tym w kontekście stanu zaawansowania decyzji inwestycyjnych na potrzeby poszczególnych spółek. Znane są plany skalowania wytwórni wodoru ZE PAK w Koninie, plany budowy poszczególnych hubów i projektów wodorowych GK ORLEN, czy deklarowane przedsięwzięcia Grupy Azoty, a ponadto istnieje wiele jednostkowych projektów innych spółek i samorządów. Wszelkie **dane w tym zakresie nie pozwalają rozstrzygać, czy i w jakim terminie nastąpi określony przyrost podaży wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego.** Wątpliwości w tym względzie potęgują równocześnie obecny kryzys gospodarczo-surowcowy, a także niepewność przyszłego kształtu unijnych regulacji (co hamuje np. projekty wytwarzania wodoru niskoemisyjnego z gazu ziemnego + CCS).

Co do zasady (tak jak wskazano wcześniej, we wprowadzeniu do punktu 3.1.4.) należy przyjąć, że **zakładany popyt na wodór odnawialny w wyniku celów spodziewanej dyrektywy RED III będzie tak wysoki (potencjalnie ok. 650 tys. t/r w 2030 r.), iż niemożliwe będzie jego pokrycie wyłącznie wytwarzaniem krajowym** niezależnie od inwestycji spółek. Decydującymi będą czynniki geograficzne, techniczne i rynkowe, które będą wymuszały ew. import wodoru i jego pochodnych do Polski.

Zgodnie z powyższym Wykonawca wskazuje na **brak możliwości określenia wiarygodnej trajektorii przyrostu podaży wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego w Polsce**. W opinii Wykonawcy oznacza to w praktyce, że najwłaściwszym sposobem szacowania możliwości przyrostu podaży w Polsce musiałyby być kompleksowe analizy dot. potencjału OZE, biometanu i gospodarki odpadowej, co wykracza poza zakres niniejszej analizy.

W efekcie Wykonawca w kalkulacjach możliwych przepływów pieniężnych opiera się na **kalkulacjach wolumenów aukcyjnych na bazie prognozowanego przyrostu popytu**, nawet jeśli jest wysoce prawdopodobnym, że część z tychże wolumenów będzie musiała być pokryta przez import wodoru lub popyt nie zostanie zagospodarowany.

Z tego powodu **przedstawione później szacunki budżetu mechanizmu należy traktować jako dość maksymalne nawet w przyjętym założeniu kierowania jedynie 50% na wolumeny aukcyjne**. Wykonawca zapewnił przy tym Zleceniodawcy możliwość analizy wrażliwości w towarzyszącym cz. II pliku .xls, w ramach której można modyfikować skumulowany wolumen aukcyjny w ramach mechanizmu. Pozwala to więc Zleceniodawcy przyjąć do dalszych analiz dowolny poziom potencjału wytwórczego w kraju.

4.2. Koszty i przepływy pieniężne w kolejnych latach stosowania mechanizmu

Na podstawie ww. wysokopoziomowej analizy popytowo-podażowej przyjęto określone wolumeny aukcyjne na lata 2027-2036 (2027 r. – scenariusz konserwatywny został przyjęty, po konsultacjach z Zamawiającym, jako najpóźniejszy realny termin przeprowadzenia pierwszej aukcji na wodór). Należy przy tym rozumieć, że **choć aukcje będą organizowane tylko przez 10 kolejnych lat, to w praktyce mechanizm będzie funkcjonował dłużej**. Wynika to z faktu, iż przyznawane subsydia będą obowiązywały 10 lat, a początek ich trwania będzie przypadał maksymalnie na 4 lata po przeprowadzeniu aukcji (na potrzeby modelowania założono przy tym średnio 2-letnie przesunięcie - patrz też punkt 2.6 i 3.6.). Przykładowo więc, zwycięzca aukcji z 2036 r. będzie np. mógł rozpocząć subsydiowaną produkcję wodoru w 2038 r., uzyskując hipotetycznie wypłaty wsparcia do 2047 r. o ile do tego czasu wodór odnawialny nie będzie już samoistnie konkurencyjny względem gazu ziemnego lub oleju napędowego.

4.2.1. Kontrakt różnicowy (CfD)

Analiza kosztów i przepływów pieniężnych w przypadku wyboru mechanizmu kontraktu różnicowego została oparta o szereg założeń, z których najważniejsze wymieniono poniżej:

- dla uproszczenia kalkulacji przyjęto, że całość przyjętego wolumenu aukcyjnego na poszczególne lata powinna być faktycznie rozdysponowywana (w praktyce może rodzić to problemy – patrz ramka w punkcie 2.5. materiału);
- wytwarzanie i odbiór wodoru w ramach subsydiowanych Partnerstw będą średnio następować w 2 lata po wygraniu aukcji;
- ze względu na uproszczony charakter modelu porównawczego, szacowana wysokość subsydium dla danego Partnerstwa została przyjęta na bazie różnicy między LCOH wodoru „szarego” a LCOH wodoru odnawialnego (precyzyjniejsze wyliczenia zostaną zawarte w Cz. II materiału);
- dla uproszczenia analizy, przyjmowano, że wszelkie oferty Partnerstw dotyczą wodoru odnawialnego (przyjęcie rozróżnienia wolumenów na technologie wytwarzania wodoru zostanie przyjęte w Cz. II) oraz nie uwzględniano podziału na koszyki aukcyjne;
- na etapie uproszczonego modelu porównawczego nie indeksowano ofert do inflacji oraz nie wprowadzono do estymacji czynników makroekonomicznych;
- indeksacja cen odbioru wodoru w czasie trwania kontraktu (rzutująca bezpośrednio na spadek lub wzrost subsydium) została przywiązana do LCOH wodoru „szarego” (indeksacja do zmian cen gazu i oleju napędowego nastąpi w Cz. II);
- koszty administracyjne zostały podzielone na koszty stałe i zmienne, przy czym te drugie stanowią pochodną różnic w wolumenach przeznaczanych na poszczególne lata. Ich wysokość została przyjęta czysto poglądowo.

W oparciu o ww. założenia (w tym wcześniej uczynione estymacje cen LCOH i analizy popytowo-podażowe) oszacowano, że koszt wsparcia rozwoju rynku wodoru w Polsce z wykorzystaniem kontraktu różnicowego może wynosić **21,807 mld PLN w perspektywie całości trwania mechanizmu** (scenariusz konserwatywny z założeniem organizacji aukcji w latach 2027-2036).

Należy podkreślić, że na potrzeby niniejszego porównania koszty administracyjne zostały oszacowane czysto poglądowo, bez dodatkowych założeń. Mimo to przyjmuje się, że będą one – niezależnie od założeń – stanowiły minimalną część całości budżetu mechanizmu. **Dominującą część nakładów finansowych państwa będą stanowiły subsydia, wypłacane wytwórcom wodoru.** Ich skala jest pochodną, z jednej strony, wysokich wolumenów popytu spodziewanych na okres obowiązywania mechanizmu, a z drugiej strony – wciąż znaczącego przez wiele lat spreadu pomiędzy LCOH wodoru odnawialnego a LCOH wodoru „szarego”.

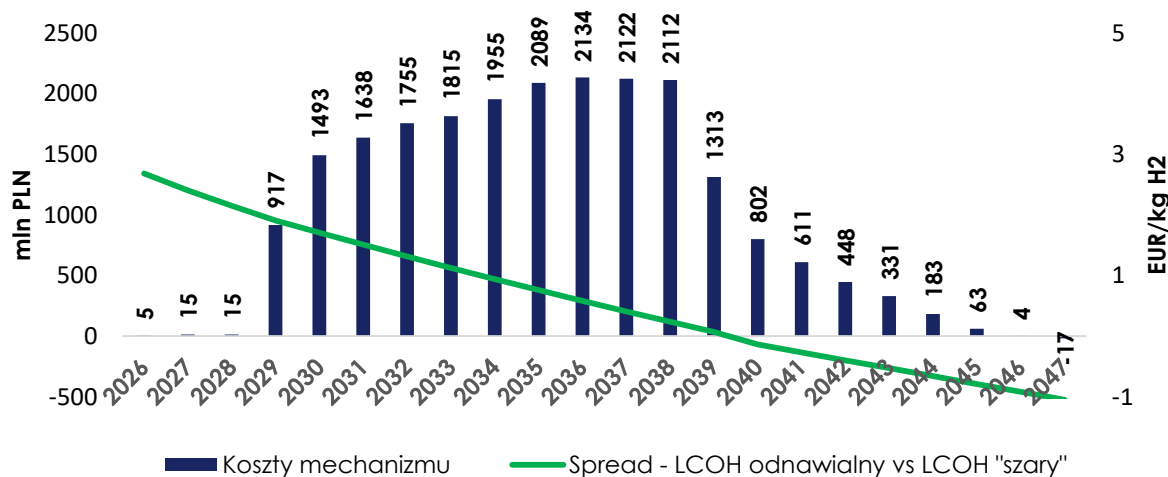
	Suma (w mln PLN)
Wysokość subsydiów dla Partnerstw	21 655,6
Koszty administracyjne (w tym koszty stałe)	151,7 (125)

RAZEM	21 807,3
-------	----------

Rysunek 32. Struktura kosztów wprowadzenia mechanizmu kontraktu różnicowego (scenariusz konserwatywny)

Źródło: opracowanie własne

W ujęciu kosztów rocznych należy zwrócić uwagę na wcześniej wskazaną korelację wysokości subsydium z prognozowanymi wolumenami wsparcia, ale i przede wszystkim – z malejącym *spreadem* pomiędzy LCOH wodoru odnawialnego a LCOH wodoru „szarego”. Związek ten obrazuje wykres poniżej.



Rysunek 33. Dystrybucja kosztów w ujęciu rocznym z tytułu wprowadzenia kontraktu różnicowego w mln PLN (scenariusz konserwatywny w perspektywie wzrostu konkurencyjności wodoru odnawialnego)

Źródło: opracowanie własne

4.2.2. Aukcje bilateralne

Analiza kosztów i przepływów pieniężnych w przypadku wyboru mechanizmu aukcji bilateralnych została oparta o szereg założeń, z których najważniejsze to:

- dla uproszczenia kalkulacji przyjęto, że całość przyjętego wolumenu aukcyjnego podażowego na poszczególne lata powinna być faktycznie rozdysponowywana w ramach sposobu wyboru najkorzystniejszych ofert (w praktyce może rodzić to problemy – patrz ramka w punkcie 3.5. materiału);
- ze względu na niepewność, czy dojdzie do znalezienia odbiorców w drodze aukcji popytowej (brak pewności, czy uczestnicy rynku będą równie skutecznie łączyć się w partnerstwa biznesowe, co w przypadku mechanizmu kontraktu różnicowego) **przyjęto, że średnio 10% wolumenu aukcyjnego na poszczególne lata może nie zostać rozdysponowywana na poziomie aukcji;**

- wytwarzanie i odbiór wodoru będą średnio następować w 2 lata po wygraniu aukcji;
- ze względu na uproszczony charakter modelu porównawczego, szacowana wysokość subsydium dla danego Partnerstwa została przyjęta na bazie różnicy między LCOH wodoru „szarego” a LCOH wodoru odnawialnego (precyzyjniejsze wyliczenia zostaną zawarte w Cz. II materiału);
- **przyjęto, że średnio 5% kontraktów popytowych na odbiór wodoru (na okres 2 lat) może nie być prolongowanych, a organizator mechanizmu może wówczas nie znajdować nowych odbiorców.** W efekcie, w takich przypadkach państwo będzie musiało pokrywać nie tyle *spread* między LCOH wodoru „szarego” a odnawialnego, co pokrywać całość kosztów wytworzenia wodoru odnawialnego, a rzeczony wolumen i tak nie będzie trafiał na rynek (w praktyce państwo musi wówczas płacić za gotowość wytwarzania wodoru);
- dla uproszczenia analizy, przyjmowano, że wszelkie oferty ze strony wytwórców wodoru dotyczą wodoru odnawialnego (przyjęcie rozróżnienia wolumenów na technologie wytwarzania wodoru zostanie przyjęte w Cz. II);
- na etapie uproszczonego modelu porównawczego nie indeksowano ofert do inflacji oraz nie wprowadzono do estymacji czynników makroekonomicznych;
- indeksacja cen odbioru wodoru w czasie trwania kontraktu (rzutuująca bezpośrednio na spadek lub wzrost subsydium) została przywiązana do gazu ziemnego (indeksacja również do zmian cen oleju napędowego nastąpi w Cz. II);
- koszty administracyjne zostały podzielone na koszty stałe i zmienne, przy czym te drugie stanowią pochodną różnicy liczby aukcji popytowych, jakie będzie trzeba realizować na poszczególne lata (z tego powodu **wysokość kosztów zmiennych multiplikuje się, gdy trzeba odnawiać kontrakty 2-letnie z poprzednich lat i organizować nowe aukcje**). Ich wysokość została przyjęta czysto poglądowo.

W oparciu o ww. założenia (w tym wcześniej poczynione estymacje cen LCOH i analizy popytowo-podażowe) oszacowano, że koszt wsparcia rozwoju rynku wodoru w Polsce z wykorzystaniem aukcji bilateralnych może wynosić ok. **20,919 mld PLN w perspektywie całości trwania mechanizmu** (z założeniem organizacji aukcji podażowych w latach 2027-2036), **przy czym obejmuje to nawet ok. 3,064 mld PLN „kosztów utraconych”**, tj. faktycznych płatności jedynie za gotowość wytwarzania wodoru w obliczu nieodnowienia kontraktu z odbiorcą (lub niezalezienia alternatywnego odbiorcy). Choć są to koszty subsydiowania jedynie 5% z całości zakontraktowanego w aukcjach podażowych wolumenu wodoru, to ich skala jest b. wysoka, ponieważ **w obliczu ew. braku odbiorcy państwo musi nie tylko pokrywać *spread* między LCOH wodoru odnawialnego a LCOH wodoru „szarego”, ale cały LCOH wodoru odnawialnego** (ponieważ może nie być odbiorcy, który pokrywałby część kosztu zakupu).

Koszty administracyjne zostały założone czysto poglądowo, bez precyzyjnych założeń. Przyjęto niemniej, że **koszty administracyjne zmienne (wynikające z liczby przeprowadzanych aukcji popytowych) będą multiplikować się z biegiem lat**. Mimo to przyjmuje się, że będą one – niezależnie od założeń – stanowiły minimalną część całości budżetu mechanizmu. **Dominującą część nakładów finansowych państwa będą stanowiły subsydia, wypłacane wytwórcom wodoru**. Ich skala jest pochodną, z jednej strony, wysokich wolumenów popytu spodziewanych na okres obowiązywania

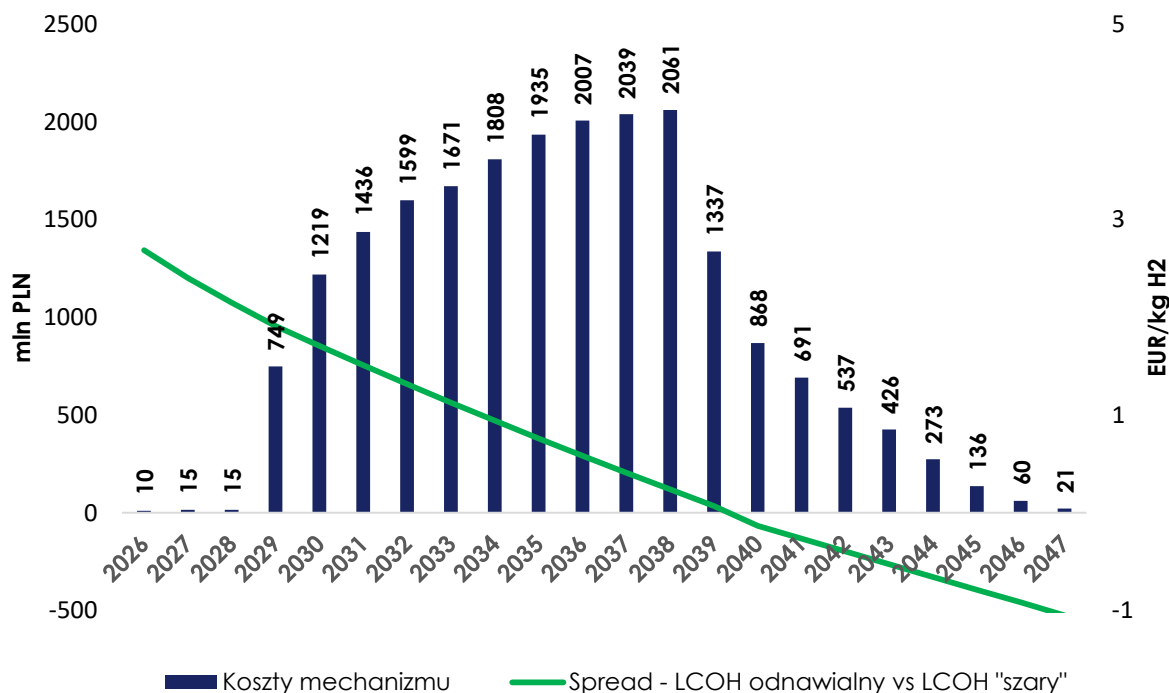
mechanizmu, a z drugiej strony – wciąż znaczącego przez wiele lat *spreadu* pomiędzy LCOH wodoru odnawialnego a LCOH wodoru „szarego”.

	Suma (w mln PLN)
Wysokość subsydiów efektywnie skutkujących dostarczeniem wodoru na rynek	17 541,1
„Koszty utracone” – subsydia wypłacane za gotowość wytwarzania wodoru w obliczu braku odbiorcy	3 063,9
Koszty administracyjne (w tym koszty stałe)	313,8 (130)
RAZEM	20 918,8

Rysunek 34. Struktura kosztów wprowadzenia mechanizmu aukcji bilateralnych (scenariusz konserwatywny)

Źródło: opracowanie własne

W ujęciu kosztów rocznych należy zwrócić uwagę na wcześniej wskazaną korelację wysokości subsydium z prognozowanymi wolumenami wsparcia, ale i przede wszystkim – z malejącym *spreadem* pomiędzy LCOH wodoru odnawialnego a LCOH wodoru „szarego”. Zależność ta jest jednak zaburzona przez tzw. „koszty utracone” – w modelu państwo wciąż w ostatnich latach mechanizmu jest wystawione na ryzyko subsydiowania wytwarzania wodoru, dla którego nie znalazło odbiorców. Z tego powodu wciąż widoczne są znaczne koszty dla państwa, jako że musi ono pokrywać całość LCOH wodoru odnawialnego (ujemny *spread* nie ma tu znaczenia i nie niweluje on kosztów).



Rysunek 35. Dystrybucja kosztów w ujęciu rocznym z tytułu wprowadzenia aukcji bilateralnych (scenariusz konserwatywny w perspektywie wzrostu konkurencyjności wodoru odnawialnego)

Źródło: opracowanie własne

4.3. Ocena efektywności wydatkowania środków i intensywności wsparcia dla beneficjentów

Co do zasady Wykonawca rozumie, że standardowo ocena efektywności wydatkowania środków jest realizowana *post factum*, co w przypadku niniejszej analizy oznacza konieczność zastosowania uproszczeń i alternatywnego podejścia do zagadnienia. Jest to istotne zwłaszcza, że **tradycyjne ujęcie pomiaru efektywności mechanizmu mogłoby bazować na pomiarze, do jakiego stopnia mechanizm przełożył się na dodatkowy wzrost podaży wodoru odnawialnego i niskoemisyjnego**. Niemniej jednak Wykonawca musi przyjąć na obecnym etapie rozwoju rynku wodoru i w obliczu niepewności co do inwestycji spółek i samorządów, że **takie podejście jest niemożliwe do realizacji ze względu na brak wiarygodnej trajektorii rozwoju podaży „bez mechanizmu”**.

W rezultacie proponuje się **alternatywny miernik**, pozwalający przynajmniej do pewnego stopnia analizować efektywność mechanizmu wsparcia. Jest nim **w przypadku obu mechanizmów przeliczenie kosztów całkowitych w podziale na wolumen subsydiowanego wodoru, który faktycznie trafił na rynek**. Oznacza to, że jeżeli w systemie aukcji bilateralnych organizator mechanizmu nie był w stanie odnowić części 2-letnich kontraktów popytowych (lub znaleźć nowych odbiorców), to wówczas wolumen

takich kontraktów nie jest liczony jako taki, który trafił na rynek (w praktyce państwo musi wtedy płacić wytwórcy za gotowość produkcji, bo jest zobligowane do kupna wodoru na mocy kontraktu 10-letniego).

Zgodnie z powyższym, alternatywnym ujęciem, **większa efektywność cechuje mechanizm kontraktów różnicowych**. Szczegółowo zostało to przedstawione w tabeli poniżej:

	Kontrakt różnicowy	Aukcje bilateralne
Łączny koszt mechanizmu	21 807,3 mln PLN	20 918,8 mln PLN
Łączne moce wytwórcze wodoru odnawialnego lub niskoemisyjnego, które objęto efektywnym wsparciem	374,95 tys. t. H ₂	321,6 tys. t H ₂
ŚREDNI KOSZT SUBSYDIOWANIA WYTWARZANIA 1 KG WODORU PRZEZ 10 LAT	58,16 PLN / kg H₂	65,04 PLN / kg H₂

Rysunek 36. Kalkulacja alternatywnego miernika efektywności wsparcia dla obu analizowanych mechanizmów (scenariusz konserwatywny)

Źródło: opracowanie własne

Standardowo **intensywność pomocy** rozumiana jest jako „stopień zaangażowania (procentowy udział) środków publicznych w całkowitej wartości przedsięwzięcia, obliczany jako stosunek wartości pomocy publicznej do kosztów kwalifikujących się do objęcia pomocą”¹⁹⁹. W tym rozumieniu **intensywność pomocy dla obu analizowanych mechanizmów wsparcia została przyjęta na poziomie 100%**, tj. kosztami kwalifikującymi się do objęcia pomocą jest różnica między ceną podażową a ceną popytową (indeksowaną o wahania ceny referencyjnej w koszyku). Różnica ta będzie zmieniać się w czasie (najpewniej spadać w perspektywie całego 10-letniego kontraktu), niemniej oba warianty mechanizmu zawsze zakładają jej pełne pokrycie. Wykonawca przyjmuje, że **w kontekście braku obecnie konkurencyjnego rynku wodoru w Polsce i ogromu wyzwań, jakie mogą stać przed polskimi wytwórcami w kontekście przyszłych celów UE tego typu podejście zdaje się być uzasadnione**.

¹⁹⁹ Słowniczek pojęć, Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumentów, https://uokik.gov.pl/slowniczek_pojec2.php.

5. Wyróżnienie najbardziej efektywnego systemu wsparcia

W oparciu o metodę analizy porównawczej, wyniki analizy finansowej oraz wnioski wynikające z przeprowadzonej analizy SWOT stwierdza się, że najbardziej **efektywnym systemem wsparcia jest kontrakt różnicowy**. Jego mechanizm w sektorze energetycznym polega na odniesieniu ceny wykonania, a więc kosztu inwestycji w dane aktywa energetyczne do ceny referencyjnej, którą może wyznaczyć indeks giełdowy będący przykładowo ceną energii elektrycznej na rynku hurtowym. System ten jest korzystnym rozwiązaniem dla wspierania rozwoju nowych technologii w sektorze energetycznym.

Na podstawie analizy porównawczej wskazano następujące korzyści wskazujące na wybór kontraktu różnicowego jako najbardziej efektywnego mechanizmu wsparcia:

Po pierwsze, kontrakt różnicowy **cehuje się większą efektywnością działania niż aukcje bilateralne już od początkowych etapów rozwoju gospodarki wodorowej**. Wynika to z faktu, że nie wymaga on rozwiniętej infrastruktury przesyłowej i magazynowej dla zapewnienia płynności handlowej oraz łączenia rynków wytwarzania i zbytu (choć teoretycznie może przyczynić się także do spowolnienia budowy ww. infrastruktury, gdyż nie mobilizuje on wystarczająco do jej rozwoju). Z kolei w modelu aukcji bilateralnych bariery infrastrukturalne mogą prowadzić do znacznych trudności w łączeniu podaży z popytem oraz drastycznie zmniejszać faktyczny poziom konkurencji rynkowej po stronie popytowej (co tworzy ryzyko w zakresie efektywnego wydatkowania środków publicznych). W praktyce może oznaczać to, że w systemie aukcji bilateralnych nie będzie możliwa całkowita użycie wolumenu subsydiowanego przez państwo (np. kiedy w trakcie 10-letniego kontraktu podażowego państwo nie będzie w stanie prolongować 2-letniego kontraktu z odbiorcą). Ryzyko to nie występuje w kontrakcie różnicowym.

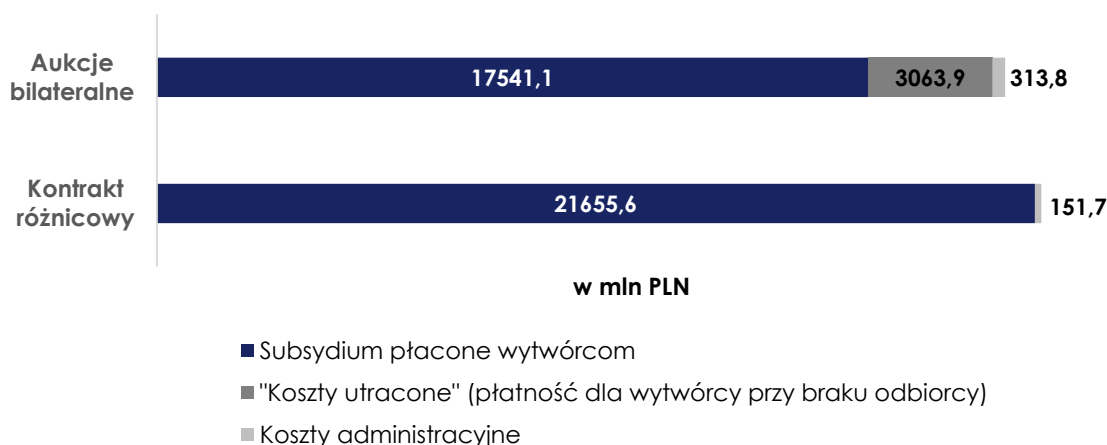
Po drugie, kontrakt różnicowy zapewnia **niski poziom ryzyka zarówno dla uczestników rynku, jak i dla państwa**. Wytwórcy wodoru posiadają gwarancję stałej ceny sprzedaży wodoru na okres 10 lat (z dodatkowym uwzględnieniem indeksacji do inflacji), natomiast odbiorcy wodoru posiadają możliwość kupna wodoru po akceptowalnej dla siebie cenie i są zabezpieczeni przed utratą konkurencyjności rynkowej dzięki mechanizmowi indeksacji do notowań referencyjnych nośników energii (gazu ziemnego lub oleju napędowego). Co przy tym kluczowe, w odróżnieniu od aukcji bilateralnych, poziom ryzyka jest szczególnie niski dla państwa jako organizatora mechanizmu. Mechanika systemu prowadzi do systematycznego ograniczenia różnicy pomiędzy minimalną ceną wytworzenia wodoru a maksymalną ceną jego zakupu, a jednocześnie państwo nie pełni funkcji dedykowanego podmiotu obrotu, tj. nie ponosi konsekwencji z tytułu np. upadku danego odbiorcy wodoru w czasie obowiązywania mechanizmu.

Po trzecie, kontrakt różnicowy **powinien być znacząco łatwiejszy do wdrożenia, niż system aukcji bilateralnych**. Organizacja podwójnych aukcji z natury rzeczy jest bardziej skomplikowana i czasochłonna niż realizacja systemu aukcyjnego rozliczanego kontraktem różnicowym, wspólnego dla strony podażowej i popytowej. Mechanizm kontraktu różnicowego nie wymaga nowego, dedykowanego podmiotu

administracyjnego oraz nie zakłada, by państwo było odpowiedzialne za zawieranie umów kupna lub sprzedaży wodoru. Ponadto, w przypadku aukcji bilateralnych konieczne jest realizowanie wielu aukcji popytowych, których liczba będzie jedynie przyrastać wraz z kolejnymi latami (w efekcie rozwoju rynku, jak i przede wszystkim – systemu 2-letnich kontraktów z odbiorcami wodoru).

Po czwarte, **kontrakt różnicowy będzie bardziej efektywny w przełożeniu średniej wysokości 10-letniego subsydium na moce wytwórcze wodoru odnawialnego lub niskoemisyjnego, które objęto efektywnym wsparciem** (tj. wódór został wytworzony i odebrany).

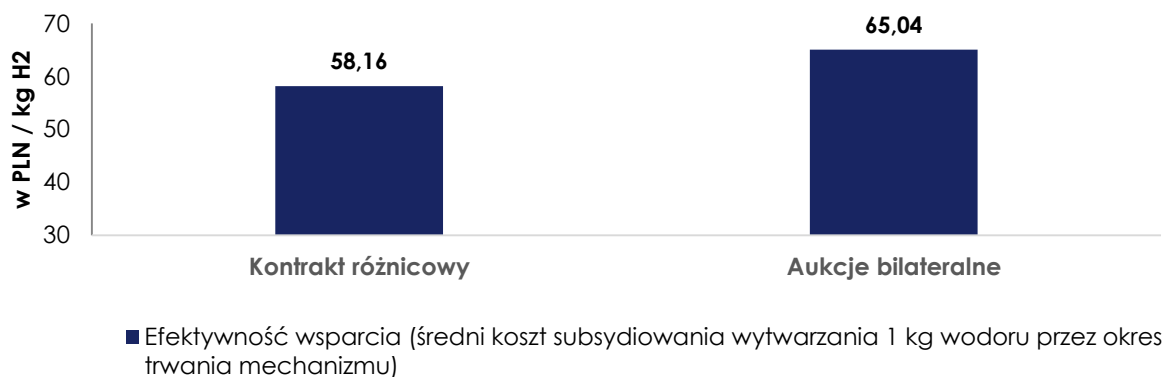
Na bazie przeprowadzonego wysokopoziomowego modelowania porównawczego (patrz szerzej punkt 4.2.) stwierdzono, że koszt wprowadzenia kontraktu różnicowego mógłby wynosić o ok. 888,5 mln PLN więcej, jednak w przypadku aukcji bilateralnych aż 3,06 mld PLN stanowiłyby „koszty utracone” (tj. subsydia przy braku odbiorcy), a wsparty wolumen wytworzonego wodoru byłby mniejszy. **Niższy koszt całkowity aukcji bilateralnych (niezależnie od ich niższej efektywności) jest pochodną niższego wolumenu podlegającego wsparciu.**



Rysunek 37. Porównanie kosztów wprowadzenia analizowanych mechanizmów (scenariusz konserwatywny)

Źródło: opracowanie własne

Zgodnie z powyższym zakłada się, że mimo nieco wyższych kosztów, efektywność mechanizmu różnicowego w ujęciu pieniężnym będzie większa, niż w przypadku aukcji bilateralnych. W szczególności zamodelowano, że przy przyjętych założeniach **średni koszt wsparcia 1 kg wodoru odnawialnego lub niskoemisyjnego, który faktycznie trafił na rynek, będzie o 6,88 PLN niższy w modelu różnicowym niż aukcji bilateralnej.**



Rysunek 38. Porównanie efektywności wsparcia w analizowanych mechanizmach (scenariusz konserwatywny)

Źródło: opracowanie własne

5.1. Uzasadnienie wyboru

Na podstawie analizy porównawczej określonych kryteriów odnoszących się do aspektów podmiotowych, przedmiotowych i funkcjonalnych **dostrzega się więcej argumentów oraz korzyści i szans wynikających z modelu kontraktu różnicowego:**

- w odniesieniu do aspektu podmiotowego analizie poddano rolę państwa oraz podmiotów biznesowych po stronie wytwórców oraz odbiorców. Określono zakres odpowiedzialności oraz wskazano potencjalne ryzyka, również po stronie finansowej dla danego podmiotu;
- w zakresie kryterium przedmiotowego porównywano model wsparcia rozwoju gospodarki wodorowej;
- z kolei w zakresie funkcjonalności porównano sposób łączenia strony podażowej i popytowej w ramach gospodarki wodorowej oraz sposób przeprowadzania aukcji.

Biorąc pod uwagę praktyczne aspekty wynikające z wniosków przeprowadzonej analizy najbardziej optymalnym rozwiązaniem jest model kontraktu różnicowego. Przede wszystkim nie wymaga on na starcie rozwiniętej infrastruktury przesyłowej i magazynowej, a także nie stwarza dużego ryzyka dla państwa jako organizatora mechanizmu. Jest on spójny z koncepcją rozproszonego rozwoju polskich dolin wodorowych, która jest zgodna z PSW. **Wdrożenie modelu kontraktu różnicowego pozwoliłoby uzyskać optymalny efekt synergii rozwoju dolin wodorowych w nadchodzących latach.**

5.2. Szanse związane z rekomendowanym mechanizmem

Wybór najbardziej efektywnego modelu wsparcia niesie za sobą szereg szans w kontekście efektywnego wsparcia rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce. Przypomnieć należy, że **łatwiejsze wdrożenie modelu kontraktu różnicowego** przyczynia się do **mniejszych kosztów administracyjnych** oraz **ograniczenia barier natury formalnej i rynkowej**, które mogą oddziaływać na uczestników mechanizmu. Ograniczenie roli

państwa na rzecz przeniesienia jej na spółki tworzące Partnerstwa powoduje, że rynek staje się efektywniejszy.

Co istotne, już sama zapowiedź tak zaprojektowanego mechanizmu będzie pobudzać rozwój rynku (**obecni i przyszli wytwórcy oraz odbiorcy będą z wyprzedzeniem szukać możliwości zawierania partnerstw** biznesowych, dodatkowo analizując możliwości przejścia na wodór odnawialny lub niskoemisyjny). W tym kontekście zwraca uwagę, że, realizacja modelu kontraktu różnicowego stanowi szansę na **wzmocnienie rozwoju dolin wodorowych** stosownie do założeń zawartych w PSW. Innymi słowy chodzi o rozwijanie rynku w modelu wyspowym, a więc **rozproszonej gospodarki wodorowej**. Biorąc pod uwagę, że poszczególne doliny wodorowe zaczynają integrować interesariuszy skupionych wokół poszczególnych obszarów, to zwiększa to możliwości współdziałania w zakresie nawiązywania Partnerstwa pomiędzy podmiotami oraz może przyczynić się do zwiększenia współpracy pomiędzy nimi.

Ponadto, kontrakt różnicowy łączący na poziomie jednej aukcji popyt i podaż, może stanowić znaczące **ułatwienie organizacyjne dla uczestników rynku, szczególnie dla podmiotów pozostających w tej samej grupie kapitałowej**. Konieczność stworzenia partnerstwa biznesowego dla podmiotów przemysłowych, energetycznych i ciepłowniczych będących potencjalnymi uczestnikami aukcji po stronie wytwórców i odbiorców będzie ułatwiona. Oznaczałoby to potencjalne korzyści niezależnie od sektora gospodarczego. Z kolei sektor transportu będący potencjalnym odbiorcą zyskałby pewność otrzymania odpowiedniej ilości wyprodukowanego wodoru po akceptowalnej dla siebie cenie, przywiązanej do węglowego substytutu w postaci oleju napędowego.

Co więcej, model kontraktu różnicowego stwarza szansę **rozwój rynku paliw pochodnych (amoniak, metanol, zrównoważone paliwa lotnicze) wskutek zmniejszenia kosztów ich produkcji**. Jest to szczególnie istotne w kontekście wymagań polityki energetyczno-klimatycznej UE odnoszącej się do konieczności ograniczenia emisji dwutlenku węgla oraz wdrażania rozwiązań zwiększających udział paliw alternatywnych.

5.3. Zagrożenia związane z rekomendowanym mechanizmem

Niezależnie od tego, że kontrakt różnicowy wydaje się najefektywniejszym możliwym mechanizmem wsparcia rynku wodoru w Polsce, to nie należy bagatelizować zagrożeń, które w dalszym ciągu pozostają obecne. **Nie wynikają one przy tym tylko z mechaniki kontraktów różnicowych, ale także z szerszej rozumianych uwarunkowań regulacyjno-rynkowych**. Poniżej zebrano najważniejsze z nich:

Po pierwsze, **istnieje ryzyko, że mechanizm zostanie wdrożony zbyt późno** względem potrzeb rynkowych, w tym w szczególności wynikających ze spodziewanych celów unijnych na rok 2030. Obecnie procedowane regulacje UE w zakresie obowiązkowego udziału RFNBO w transporcie oraz udziału wodoru odnawialnego w przemyśle wymuszają na przedstawicielach sektorów wykorzystujących wodór w procesach produkcyjnych, aby już teraz podejmowali strategiczne decyzje inwestycyjne, dotyczące przechodzenia na wodór odnawialny. Perspektywa zorganizowania pierwszych aukcji na wodór w 2027 r. (w scenariuszu konserwatywnym ten termin wydaje się najpóźniejszym realnym terminem przeprowadzenia pierwszej aukcji na wodór w ramach mechanizmu kontraktu

różnicowego) może spowodować, że inwestorzy odsuną realizację instalacji wytwórczych wodoru w czasie, czekając na przyznanie wsparcia finansowego, albo z drugiej strony - że analizowany mechanizm nie będzie wystarczającym instrumentem wsparcia finansowego dla wytwórców, a w szerszym ujęciu, polskiej gospodarki wodorowej. Dlatego rekomendowane jest rozważenie dwóch sposobów mitygacji wskazanego ryzyka – poprzez intensyfikację tempa prac nad regulacjami promującymi wytwarzanie wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego w Polsce, a także poprzez ewentualne dopuszczenie istniejących instalacji (włączając instalacje, które powstaną w okresie od przyjęcia odpowiedniej ustawy do momentu realizacji mechanizmu) do udziału w systemie wsparcia, przy spełnieniu określonych warunków prawnych.

Po drugie, **brak odpowiednich regulacji prawnych może stanowić istotną przeszkodę** w zakresie sprawnego funkcjonowania systemu wsparcia gospodarki wodorowej. Otoczenie regulacyjne powinno uwzględniać mogące pojawić się regulacje unijne w zakresie kryterium *additionality* w rozumieniu nowelizowanej Dyrektywy o Odnawialnych Źródłach Energii (RED). Chodzi przede wszystkim o umożliwienie budowy **linii bezpośredniej, rozwój rynku PPA**, a także regulacje dotyczące **magazynowania energii** w Polsce.

Po trzecie, istnieje ryzyko **zdominowania rynku wodorowego przez duże podmioty gospodarcze**, które ograniczą konkurencję rynkową (nawet mimo częściowej mitygacji, jaką jest utworzenie koszyka dla instalacji o mocy do 1 MW ekwiwalentu elektrolizy). Tworzenie partnerstw poprzez podmioty reprezentujące stronę jednocześnie podażową i popytową może być postrzegane jako działanie stwarzające ryzyko, szczególnie dla mniejszych podmiotów rynkowych. Oznacza to, że mechanizm wsparcia może wspierać **duże grupy kapitałowe**, które mogą przyczyniać się do zwiększania barier związanych z wejściem na rynek dla nowych uczestników.

Po czwarte ponadto, istnieje ryzyko, że w mechanizmie różnicowym będzie trudno uczestniczyć, chociażby ze względów biurokratyczno-formalnych, małym samorządom itp. W tym kontekście, **warto analizować możliwość uruchomienia prostego mechanizmu typu feed-in premium dla najmniejszych uczestników rynku.**

Po piąte, model kontraktu różnicowego **nie mobilizuje do rozwoju infrastruktury przesyłowej oraz magazynowej**, co może przyczynić się do spowolnienia jej rozwoju. Kwestie logistyczne realizowane są w ramach Partnerstw przez wytwórców oraz odbiorców. Z drugiej strony należy mieć świadomość, że **żaden mechanizm wsparcia, jeśli nie zostanie połączony z działaniami państwa w zakresie infrastruktury, nie będzie odpowiednim bodźcem.**

Po szóste, aby umożliwić udział w aukcji podmiotom wytwarzającym wodór niskoemisyjny z gazu ziemnego (z wykorzystaniem CCS) rekomendowano jako "mniejsze zło" indeksowanie w ich przypadku (przynajmniej w pierwszych latach) ceny podażowej do wahań ceny paliwa wsadowego (gazu ziemnego). Co do zasady może to zostać odczytane jako **nadwsparcie w kierunku bardziej emisyjnej technologii** (względem wodoru odnawialnego). Ew. skutki tego rozwiązania mogą być kontrowersyjne, jednak w praktyce nie będą miały szczególnie dużego znaczenia, jako że kształt unijnych regulacji najprawdopodobniej i tak wymusi dominację wodoru odnawialnego.

Na koniec warto zaznaczyć, że **hipotetycznie zagrożeniem mogło być określenie długości trwania kontraktu, który satysfakcjonowałby wytwórcę i odbiorcę**. Z perspektywy wytwórcy pożądane są kontrakty długoterminowe, zaś odbiorcy - krótkoterminowe, co potencjalnie mogłoby wręcz uniemożliwić faktyczne przyciągnięcie Partnerstw (niemożność pogodzenia interesów obu stron rynku). **Aby minimalizować to zagrożenie, zdecydowano się z jednej strony zachować 10-letnią długość kontraktu** (zabezpiecza interes wytwórcy), **a z drugiej – indeksować cenę odbioru do referencyjnego nośnika energii** (gazu ziemnego lub oleju napędowego) w celu zabezpieczenia pozycję odbiorcy względem konkurencji, która nie przejdzie na wodór odnawialny w tym samym czasie.

Spis rysunków

Rysunek 1. Najważniejsze akty prawa UE w zakresie polityki energetyczno-klimatycznej ...	9
Rysunek 2. Obecny i przyszły popyt na wodór na świecie (Mt)	9
Rysunek 3. Istota czynników politycznych a prawdopodobieństwo ich wystąpienia	16
Rysunek 4. Istota czynników ekonomicznych a prawdopodobieństwo ich wystąpienia ..	20
Rysunek 5. Istota czynników społecznych a prawdopodobieństwo ich wystąpienia	23
Rysunek 6. Istota czynników technologicznych a prawdopodobieństwo ich wystąpienia	28
Rysunek 7. Uproszczony schemat mechanizmu wodorowego kontraktu różnicowego	33
Rysunek 8. Wykaz informacji i dokumentów niezbędnych do złożenia wniosku na IPA	36
Rysunek 9. Koszyki aukcyjne i odpowiadające im ceny referencyjne	41
Rysunek 10. Wykorzystanie gazu ziemnego oraz oleju napędowego w poszczególnych sektorach gospodarki	43
Rysunek 11. Uproszczona symulacja aukcji wodorowej w mechanizmie kontraktu różnicowego	46
Rysunek 12. Szacunkowy przyrost zapotrzebowania na wodór odnawialny i niskoemisyjny w Polsce do 2039 r.	49
Rysunek 13. Proponowane wolumeny aukcji dla poszczególnych koszyków do 2036 r. (scenariusz konserwatywny – uruchomienie mechanizmu w 2027 r.)	51
Rysunek 14. Uproszczony schemat indeksacji dla wodoru odnawialnego w obu koszykach w mechanizmie kontraktu różnicowego	55
Rysunek 15. Uproszczony schemat indeksacji dla wodoru niskoemisyjnego w Koszyku 1 .	57
Rysunek 16. Uproszczony schemat indeksacji dla wodoru niskoemisyjnego w Koszyku 2 .	58
Rysunek 17. Uproszczony schemat mechanizmu aukcji bilateralnych	66
Rysunek 18. Wykaz informacji i dokumentów niezbędnych do złożenia wniosku na IPA ..	69
Rysunek 19. Organizacja aukcji bilateralnych po stronie podaźowej i popytowej	74
Rysunek 20. Wykorzystanie gazu ziemnego oraz oleju napędowego w poszczególnych sektorach gospodarki	76
Rysunek 21. Uproszczona symulacja aukcji podaźowej w modelu aukcji bilateralnych ...	79
Rysunek 22. Uproszczona symulacja aukcji popytowej w modelu aukcji bilateralnych	80
Rysunek 23. Szacunkowy przyrost zapotrzebowania na wodór odnawialny i niskoemisyjny w Polsce do 2039 r.	82
Rysunek 24. Prognozowany wolumen wodoru w aukcjach bilateralnych do 2036 r. (scenariusz konserwatywny)	84

Rysunek 25. Przykład indeksacji cen aukcyjnych do cen surowców po stronie podażyowej	87
Rysunek 26. Przykład indeksacji cen aukcyjnych do cen surowców po stronie popytowej	89
Rysunek 27. Założona trajektoria cen gazu ziemnego i oleju napędowego w perspektywie 2040 r.	96
Rysunek 28. Założona trajektoria cen uprawnień do emisji CO ₂ (EUA) w perspektywie 2040 r.....	97
Rysunek 29. Założona trajektoria cen wytwarzania wodoru „szarego” i odnawialnego w Polsce w perspektywie 2040 r.....	98
Rysunek 30. Popyt na wodór ogółem obecnie i w perspektywie 2025, 2030 i 2040 r.....	101
Rysunek 31. Popyt na wodór odnawialny i niskoemisyjny obecnie oraz w perspektywie 2025, 2030 i 2040 r.....	104
Rysunek 32. Struktura kosztów wprowadzenia mechanizmu kontraktu różnicowego (scenariusz konserwatywny)	107
Rysunek 33. Dystrybucja kosztów w ujęciu rocznym z tytułu wprowadzenia kontraktu różnicowego w mln PLN (scenariusz konserwatywny w perspektywie wzrostu konkurencyjności wodoru odnawialnego).....	107
Rysunek 34. Struktura kosztów wprowadzenia mechanizmu aukcji bilateralnych (scenariusz konserwatywny)	109
Rysunek 35. Dystrybucja kosztów w ujęciu rocznym z tytułu wprowadzenia aukcji bilateralnych (scenariusz konserwatywny w perspektywie wzrostu konkurencyjności wodoru odnawialnego)	110
Rysunek 36. Kalkulacja alternatywnego miernika efektywności wsparcia dla obu analizowanych mechanizmów (scenariusz konserwatywny)	111
Rysunek 38. Porównanie kosztów wprowadzenia analizowanych mechanizmów (scenariusz konserwatywny)	113
Rysunek 39. Porównanie efektywności wsparcia w analizowanych mechanizmach (scenariusz konserwatywny)	114

Bibliografia

Monografie i badania naukowe:

Antonowicz A., Antonowicz P., Pusiewicz M., Skrzyniarz P., *Integracja metodyczna PEST i SWOT w przeglądzie pakietu strategicznego na przykładzie spółki z sektora gazu ziemnego w Polsce – perspektywa strategiczna*, Zarządzanie i Finanse, Journal of Management and Finance, Tom 16, Nr 4/2/2018.

Bava F., de Eribe S.O., Carrera A., Schouten M., *CHESTER D6.1 -Detailed PESTEL and PORTER analysis of the CHEST system*, Program HORIZON 2020.

Cao X., Jiao L., Wang T., *PEM water electrolysis for hydrogen production: fundamentals, advances, and prospects*, Carb Neutrality, 2022.

Gierszewska G., Romanowska M., *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2016.

Hartmann N., Kim H., Luise R., Soylu T., Zeller M., *Comparative TCO Analysis of Battery Electric and Hydrogen Fuel Cell Buses for Public Transport System in Small to Midsize Cities*, Energies, 2021, nr 14.

Instytut Energetyki, Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowanych, Uniwersytet Warszawski, *Analiza potencjału technologii wodorowych w Polsce do roku 2030 z perspektywą do 2040 roku*, 2020.

Raporty:

ABN Amro, *ABN Amro – Oil market forecast*, 2022.

Centrum Edukacji Obywatelskiej, *Zmiana klimatu. Raport z Badania. Projekt „1Planet4All - Razem dla klimatu”*, 2020.

Deloitte, *Oil and gas price forecast - Hydrogen pathways to net-zero. Charting a new course for industry*, 2022.

Dolnośląski Instytut Studiów Energetycznych, Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, *Zielony wodór z OZE w Polsce. Wykorzystanie energetyki wiatrowej i PV do produkcji zielonego wodoru jako szansa na realizację założeń Polityki Klimatyczno-Energetycznej UE w Polsce*, 2021.

Durrant P., Kochhar K., Lyons M., *Reaching Zero with Renewables: Capturing Carbon*, International Renewable Energy Agency, 2021.

Forum Energii, *Zielone gazy. Biometan i wodór w Polsce*, 2021.

GUS, KAPE, *Energy Efficiency trends and policies in Poland*, 2021, <https://www.odysseemure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-poland.pdf>.

H2Global Stiftung, *H2Global – Idea, Instrument and Intentions. Policy Brief*, 2022.

HRK S.A., *Transformacja energetyczna w obliczu zmian geopolitycznych i luk kompetencyjnych*, 2022.

Hydrogen Europe, *Clean Hydrogen Monitor 2022*.

IEA, *Global Hydrogen Review 2022*.

IEA, *Hydrogen Supply. Subsector overview*, 2022, <https://www.iea.org/reports/hydrogen-supply>.

Instytut Projektów i Analiz, *Forecast of electricity prices in Poland in the context of the energy transformation in the EU in the 2030 horizon*, 2021.

Instytut Transportu Samochodowego, *Circumstances of the national plan for hydrogenization of road transport in Poland*, 2015.

International Renewable Energy Agency, *Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor*, 2022.

International Renewable Energy Agency, *Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal: Green Hydrogen Cost and Potential*, 2022.

International Renewable Energy Agency, *Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal*, 2020.

International Renewable Energy Agency, *Innovation Outlook: Renewable Ammonia*, 2022.

International Renewable Energy Agency, *Innovation Outlook: Renewable Methanol*, 2021.

Koziarek M., Pazderski F., Sobiesiak-Penszko P., *Co po węglu? Górnicy o klimacie, transformacji i przyszłości*, Instytut Spraw Publicznych, 2022.

Międzynarodowy Fundusz Walutowy, *World Energy Outlook. October 2022*.

Minister Klimatu i Środowiska, *Sprawozdanie z wyników monitorowania bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej za okres od dnia 1 stycznia 2019 r. do dnia 31 grudnia 2020 r.*, 2021.

Ministerstwo Klimatu i Środowiska, *Jednotematyczne badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski*, 2020.

Narodowy Bank Polski, *Projekcja inflacji i wzrostu gospodarczego Narodowego Banku Polskiego na podstawie modelu NECMOD*, 2022.

Narodowy Bank Polski, *Raport o inflacji. Listopad 2022*.

Polski Instytut Ekonomiczny, *Kierunki rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce*, 2019.

Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, *Przewodnik po polskim systemie aukcyjnym OZE 2022*.

Simon F., Dominguez T., *Ammonia and the greening of EU industry*, EURACTIV, 2021.

Stowarzyszenie PEMI, *Badanie nastrojów związanych z wykorzystaniem wodoru w Polsce*, 2022.

The International Council on Clean Transportation, *The cost of supporting alternative jet fuels in the European Union*, 2019.

Transport&Environment, *Analysis of green jet fuel production in Europe*, 2022.

WindEurope, *Wind energy in Europe 2019. Trends and statistics*, 2020.

World Bank, *Commodity Markets*, 2022, <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>.

Akty prawne:

Commission staff working document implementing the Repower EU action plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the bio-methane targets, [SWD(2022) 230 final].

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie wspólnych zasad rynków wewnętrznych gazów odnawialnych i gazu ziemnego oraz wodoru [COM(2021) 803 final].

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (przekształcenie) [PE/48/2018/REV/1].

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniająca dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001, rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 i dyrektywę

98/70/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652 [COM(2021)557].

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE ustanawiającą system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych w Unii, decyzję (UE) 2015/1814 w sprawie ustanowienia i funkcjonowania rezerwy stabilności rynkowej dla unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych i rozporządzenie (UE) 2015/757 [COM(2021) 551 final].

Dyrektywa Rady w sprawie restrukturyzacji unijnych przepisów ramowych dotyczących opodatkowania produktów energetycznych i energii elektrycznej (wersja przekształcona) [COM(2021) 563 final].

Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-społecznego i Komitetu Regionów. Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu [COM(2020) 301 final].

Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej w Europie, 2021.

Polityka Energetyczna Polski do 2040 r., załącznik do uchwały nr 22/2021 Rady Ministrów z dnia 2 lutego 2021 r., Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2021.

Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040, załącznik do uchwały nr 149 Rady Ministrów z dnia 2 listopada 2021 r. (poz. 1138).

Projekt nowelizacji Ustawy o odnawialnych źródłach energii z dnia 25 lutego 2022 r. [UC99].

Projekt rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 5 sierpnia 2022 r. w sprawie metod badania jakości wodoru przez akredytowane laboratorium, nr wykazu 917.

Projekt ustawy o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw, projekt z dnia 4 sierpnia 2022 [UD382].

Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2022/1214 z dnia 9 marca 2022 r. zmieniające rozporządzenie delegowane (UE) 2021/2139 w odniesieniu do działalności gospodarczej w niektórych sektorach energetycznych oraz rozporządzenie delegowane (UE) 2021/2178 w odniesieniu do publicznego ujawniania szczególnych informacji w odniesieniu do tych rodzajów działalności gospodarczej [C/2022/631].

Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2021/2139 z dnia 4 czerwca 2021 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 poprzez ustanowienie technicznych kryteriów kwalifikacji służących określeniu warunków, na jakich dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w łagodzenie zmian klimatu lub w adaptację do zmian klimatu, a także określeniu, czy ta działalność gospodarcza nie wyrządza poważnych szkód względem żadnego z pozostałych celów środowiskowych [C/2021/2800].

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie stosowania paliw odnawialnych i niskoemisyjnych w transporcie morskim oraz zmieniające dyrektywę 2009/16/WE [COM(2021) 562 final].

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie zapewnienia równych warunków działania dla zrównoważonego transportu lotniczego [COM(2021) 561 final].

Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii [Dz.U. 2015 poz. 478].

Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. 2016 poz. 961).

Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw (Dz.U. 2006 nr 169 poz. 1200).

Inne źródła:

Bloomberg, *The stock market could bottom in 2024: David Rosenberg*, 2022.

BloombergNEF, *Summary of proposed REPowerEU plans and expected impacts on EU ETS*, 2022, <https://kraneshares.com/krbn-eu-tests-e80-threshold-repowerEU-impact-assessment-california-carbon-for-inflation-protection/>.

Buck M., *EU hydrogen labelling: why it's crucial to ensure that 'renewable' is truly green*, EURActiv, 2022, <https://www.euractiv.com/section/energy/opinion/eu-hydrogen-labelling-why-its-crucial-to-ensure-that-renewable-is-truly-green/>.

Department for Business, Energy & Industrial Strategy, *Government response to the consultation on a Low Carbon Hydrogen Business Model*, 2021.

DNV, *Future ship fuels*, 2021, <https://www.dnv.com/maritime/hub/decarbonize-shiping/fuels/future-fuels.html>.

Furman T., *PKN Orlen inwestuje w paliwa alternatywne*, Rzeczpospolita, 2020, <https://www.rp.pl/biznes/art801131-pkn-orlen-inwestuje-w-paliwa-alternatywne>.

Grupa Azoty, *Strategia Grupy Kapitałowej na lata 2021-2030*, https://grupaazoty.com/upload/1/files/2021/Grupa_azoty_strategia_2030_prezentacja_28_10_2021.pdf.

Hydrogen Central, *Opening of The Hydrogen Production Plant in The Kubel Power Plant*, 2022, <https://hydrogen-central.com/opening-hydrogen-production-plant-kubel-power-plant/>.

IEA, *Hydrogen production costs using natural gas in selected regions*, 2018, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/hydrogen-production-costs-using-natural-gas-in-selected-regions-2018-2>.

Johnson S., *Tightening financial conditions will slow global economic growth and inflation*, S&P Global Market Intelligence, 2022, <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/mi/research-analysis/tightening-financial-conditions-slow-global-economic-growth.html>.

KGHM, *Powstała Dolnośląska Dolina Wodorowa*, 2022, <https://media.kghm.com/pl/informacje-prasowe/powstala-dolnoslaska-dolina-wodorowa>.

Komisja Europejska, *2022 State of the Union Address by President von der Leyen*, 2022.

Komisja Europejska, *State aid: Commission approves €900 million German scheme to support investments in production of renewable hydrogen*, 2021, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_7022.

LOTOS, *Archiwum cen paliw*, https://www.lotos.pl/145/type,oil_eurodiesel/dla_biznesu/hurtowe_ceny_paliw/archiwum_cen_paliw.

McKinsey&Company, *Plugging in: What electrification can do for industry*, 2020, <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/plugging-in-what-electrification-can-do-for-industry>.

Ministerstwo Aktywów Państwowych, *Umowa Społeczna dotycząca transformacji sektora górnictwa węgla kamiennego oraz wybranych procesów transformacji województwa śląskiego*, 2021. <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/umowa-spoeczna>.

ORLEN, *Budowa jednostki HVO w Zakładzie Produkcyjnym w Płocku*, 2021, <https://www.orklen.pl/pl/relacje-inwestorskie/raporty-i-publicacje/raporty-biezace/2021/03/Raport-biezacy-nr-40-2021>.

ORLEN, *Feasibility Study for Hydrogen Generation Unit modernisation / construction in PKN ORLEN S.A. in Płock – Request for Proposal*, 2022 r.

ORLEN, *Hurtowe ceny paliw*, <https://www.orken.pl/pl/dla-biznesu/hurtowe-ceny-paliw?Fuel=ONEkodiesel&Year=2019#paliwa-archive>.

ORLEN, *ORLEN Południe rozpoczyna produkcję zielonego, ekologicznego glikolu*, 2021, <https://www.orken.pl/pl/o-firmie/media/komunikaty-prasowe/2021/listopad/orken-poludnie-rozpoczyna-produkcje-zielonego-ekologicznego-glikolu>.

ORLEN, *Ruszyła pierwsza w Polsce Akademia Wodorowa dla studentów*, 2022, <https://www.orken.pl/pl/o-firmie/media/komunikaty-prasowe/2022/listopad/Ruszyła-pierwsza-w-Polsce-Akademia-Wodorowa-dla-studentow>.

Parlament Europejski, *Amendments by the European Parliament to the Commission proposal (2021/0218)*, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2022-0317_EN.html.

PGNiG, *12.05.2020 Startuje nowy program wodorowy PGNiG*, 2020, <https://pognig.pl/aktualnosci/-/news-list/id/startuje-nowy-program-wodorowy-pognig/newsGroupId/10184>.

Polenergia, *Polenergia rozpoczyna wodorowy projekt badawczo-rozwojowy*, 2022, <https://www.polenergia.pl/polenergia-rozpoczyna-wodorowy-projekt-badawczo-rozwojowy/>.

Polska Izba Przemysłu Chemicznego, *Lotos stawia na wodor*, w: *Polska Chemia*, nr 2/2018.

Rada Ministrów, *Założenia projektu budżetu państwa na rok 2023*, <https://www.gov.pl/attachment/e6f0908c-3193-4075-9503-2da0e73a439b>.

Rada Unii Europejskiej, *"Fit for 55": Council agrees on higher targets for renewables and energy efficiency*, 2022, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/06/27/fit-for-55-council-agrees-on-higher-targets-for-renewables-and-energy-efficiency/>.

Recharge News, *Construction begins on world's largest green hydrogen power plant, part of unique baseload solar project*, 2021, <https://www.rechargenews.com/energy-transition/construction-begins-on-world-s-largest-green-hydrogen-power-plant-part-of-unique-baseload-solar-project/2-1-1077815>.

Report on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652 [A9-0208/2022].

Reuters, *Analysts cut EU carbon price forecasts on weak economies, increased supply*, 2022, <https://www.reuters.com/markets/commodities/analysts-cut-eu-carbon-price-forecasts-weak-economies-increased-supply-2022-11-03/>.

Reuters, *Poland to raise \$2.75 billion with energy windfall tax, says minister*, 2022, <https://www.reuters.com/business/energy/poland-raise-275-billion-with-energy-windfall-tax-says-minister-2022-09-25/>.

Shiozawa B., *The Cost of CO₂-free Ammonia*, Ammonia Energy Association, 2020.

Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumentów, *Słowniczek pojęć*, https://uokik.gov.pl/slowniczek_pojec2.php.