



Zielony wodór - rewolucja czy przejściowa moda?

Szanse i wyzwania
dla polskiej gospodarki

Marzec 2023



The better the question. The better the answer.
The better the world works.

Słowo wstępne	6
Kluczowe wnioski	12
Dlaczego napisaliśmy ten raport?	16
1 Zielony wodór w dekarbonizacji	18
2 Wyzwania i bariery wzrostu	34
3 Czy Polska to dobre miejsce dla zielonego wodoru?	48
4 Modele rozwoju rynku	68



An aerial photograph of a lush, dense forest. The trees are a vibrant green, and a thick layer of white mist or fog rises from the canopy, creating a soft, ethereal atmosphere. The mist is more concentrated in the lower right and center-right areas, while the left side is clearer. A thin yellow horizontal line runs across the top of the image, passing behind the text.

Słowo wstępne

Szanowni Państwo,

Z przyjemnością oddajemy w Państwa ręce raport „**Zielony wodór - rewolucja czy przejściowa moda? Szanse i wyzwania dla polskiej gospodarki**” przygotowany przez ekspertów EY i Hynfra.

Ostatnio zielony wodór stał się centralnym elementem dyskusji o przyszłości polskiej i europejskiej energetyki - niemal bez przerwy słyszymy debaty ekspertów oraz zapowiedzi polityków snujących plany jego powszechnego zastosowania. Poza coraz lepiej rozumianym przez opinię publiczną potencjałem dekarbonizacyjnym zielonego wodoru, w ostatnich miesiącach znacznie większy nacisk kładzie się również na jego zalety w dziedzinie niezależności oraz bezpieczeństwa energetycznego. Inwazja Rosji na Ukrainę i związany z tym wstrząs na rynku energii podkreślił przewagi zielonego wodoru jako nośnika energii, który może być produkowany na terenie Unii Europejskiej (UE) oraz bez udziału paliw kopalnych importowanych spoza Wspólnoty.

Z drugiej strony nie brakuje sceptyków, którzy kwestionują potencjał zielonego wodoru. Mówią o „przejściowej modzie” nieuwzględniającej wyzwań technologicznych i infrastrukturalnych, wskazują na wąskie spektrum możliwych zastosowań zielonego wodoru i ostrzegają przed „pompowaniem kolejnej bańki spekulacyjnej”.

Jesteśmy przekonani, że opinia publiczna potrzebuje rzetelnej informacji nt. stanu rozwoju gospodarki wodorowej oraz jej potencjału w dającej się przewidzieć przyszłości. Mając świadomość, że przygotowany przez nas raport nie wyczerpuje wszystkich zagadnień związanych z tym złożonym tematem, wierzymy, że będzie czytelnym opisem, w którym miejscu jest dzisiaj gospodarka wodorowa i jakie są oczekiwane kierunki jej ekspansji.

Mamy nadzieję, że raport ten okaże się dla Państwa inspirującą lekturą oraz pomoże w procesach decyzyjnych stojących przed polskimi firmami, a także władzami centralnymi i samorządowymi.



Tomoho Umeda
Prezes Zarządu Hynfra P.S.A.



Jarosław Wajer
Partner EY

Kluczowe pojęcia

CCFD (Carbon Contract for Difference)	Rodzaj kontraktu różnicowego, w którym elementem referencyjnym jest cena uprawnień do emisji CO ₂ . CCFD jest jednym z możliwych mechanizmów wsparcia produkcji zielonego wodoru
CCS (Carbon Capture and Storage)	Proces wychwytywania CO ₂ oraz deponowania go w przeznaczonym do tego składowisku, by ograniczyć jego emisję do atmosfery
CCU (Carbon Capture and Utilisation)	Proces wychwytywania CO ₂ oraz konwersji na inne substancje lub produkty
DRI-EAF (Direct Reduced Iron-Electric Arc Furnace)	Technologia produkcji stali w oparciu o tzw. bezpośrednią redukcję żelaza (wodór w roli reduktora) oraz wykorzystanie elektrycznego pieca łukowego
e-amoniak/ e-metanol	Amoniak/metanol wytwarzany z wykorzystaniem zielonego wodoru (uzyskanego w procesie elektrolizy zasilanego energią z OZE)
Elektroliza alkaliczna	Elektroliza wody w ogniwie działającym z wykorzystaniem ciekłego, alkalicznego roztworu elektrolitu
Elektroliza PEM (Proton Exchange Membrane)	Elektroliza wody w ogniwie działającym z wykorzystaniem stałego elektrolitu polimerowego
Elektroliza SOEC (Solid Oxide Electrolysis Cell)	Elektroliza wody w ogniwie działającym z wykorzystaniem stałego elektrolitu tlenkowego lub ceramicznego
Hydrokraking oraz hydorafinacja	Procesy chemiczne stosowane podczas produkcji paliw z wykorzystaniem wodoru
KSE	Krajowy System Elektroenergetyczny
LCOH (Levelised Cost of Hydrogen)	Miara kosztu produkcji jednostki wodoru uwzględniająca wszystkie koszty kapitałowe i operacyjne
MAP	Ministerstwo Aktywów Państwowych
MKiŚ	Ministerstwo Klimatu i Środowiska
Neutralność klimatyczna lub net zero	Równowaga (zerowy bilans) między emitowanymi gazami cieplarnianymi a ich składowaniem lub pochłanianiem
Power-to-Gas/P2G	Technologia polegająca na zamiennym przekształcaniu energii elektrycznej w gazy odnawialne (wodór lub metan syntetyczny)
Power-to-Heat/P2H	Technologia polegająca na zamiennym przekształcaniu energii elektrycznej w energię termiczną
Power-to-X/P2X	Technologia polegająca na zamiennym przekształcaniu energii elektrycznej w substancje chemiczne lub inne formy energii
PSW	Polska Strategia Wodorowa
SOEC (Solid Oxide Electrolyzer Cell)	Ogniwo służące do produkcji wodoru w procesie elektrolizy wody z wykorzystaniem stałotlenkowego elektrolitu
Unbundling	Regulacyjne rozdzielanie działalności w obrębie przesyłu bądź dystrybucji od działalności w obrębie wytwarzania i sprzedaży energii do odbiorców końcowych. Rozwiązanie stosowane na rozwiniętych rynkach gazu ziemnego i energii elektrycznej.

Wszystkie kolory wodoru

W debatach eksperckich wyróżnia się aż 9 rodzajów wodoru różniących się pod kątem technologii wytwarzania bądź surowców, z których powstają. Niniejszy raport koncentruje się na wodorze zielonym/odnawialnym oraz jego konkurencyjnej pozycji wobec bardziej emisyjnych alternatyw: szarego oraz niebieskiego.

Wodór zielony/ wodór odnawialny

Wytwarzany w procesie elektrolizy wody z wykorzystaniem energii odnawialnej. Wodór odnawialny może być również wytwarzany w procesie reformingu biogazu/biochemicznego przekształcania biomasy.

Wodór żółty

Wytwarzany w procesie elektrolizy wody z wykorzystaniem energii słonecznej; często klasyfikowany jako jeden z podtypów wodoru zielonego.

Wodór fioletowy

Wytwarzany w procesie elektrolizy wody z wykorzystaniem energii elektrycznej produkowanej w elektrowniach atomowych.

Wodór szary

Wytwarzany w procesie reformingu gazu ziemnego lub innych węglowodorów powstałych w procesie rafinacji ropy naftowej.

Wodór niebieski

Wytwarzany w procesach wykorzystujących paliwa kopalne, uzupełnione o technologie wychwytywania, składowania lub przetwarzania CO₂.

Wodór brązowy

Wytwarzany w procesie gazyfikacji węgla brunatnego.

Wodór czarny

Wytwarzany w procesie gazyfikacji węgla kamiennego.

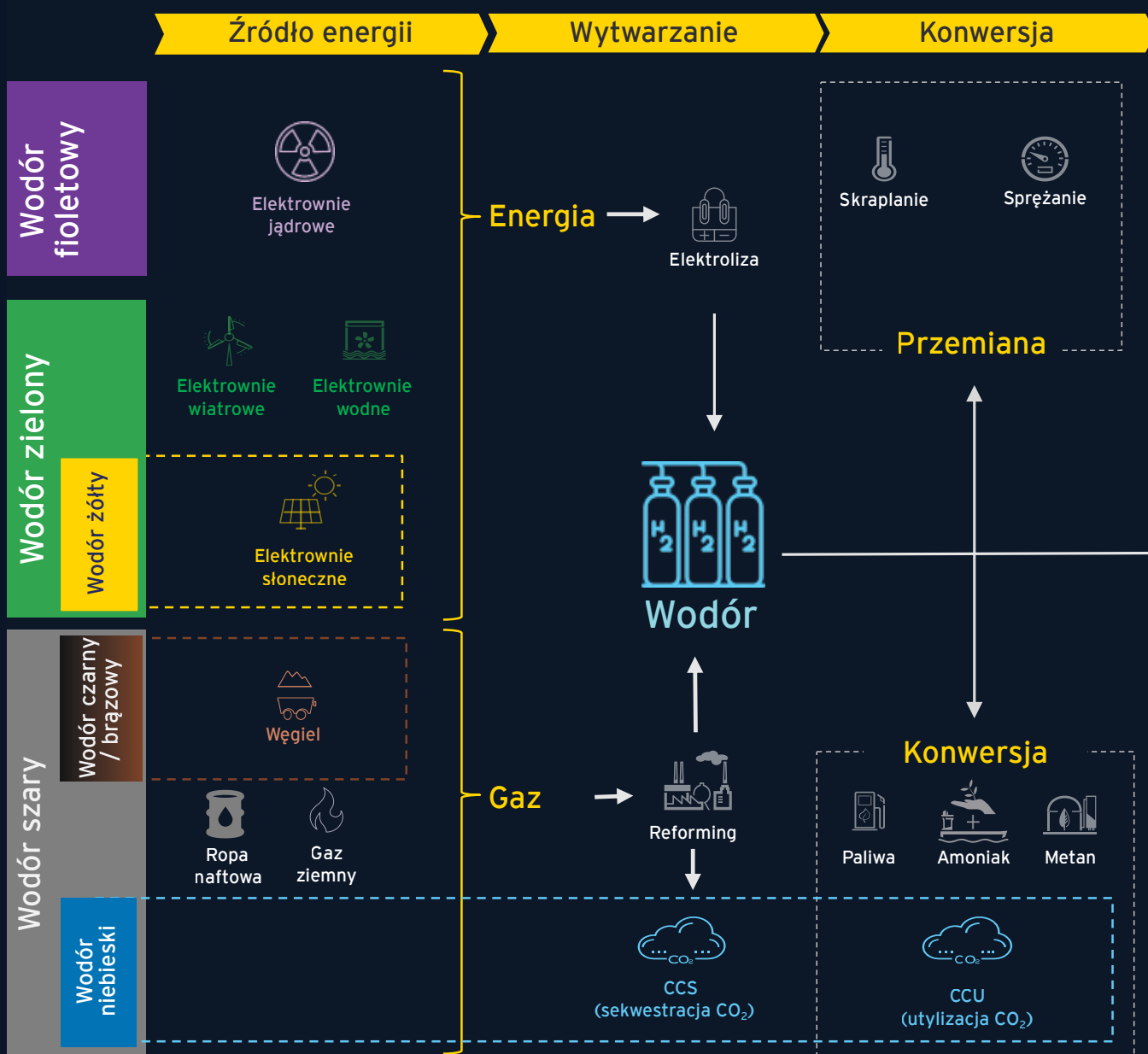
Wodór turkusowy

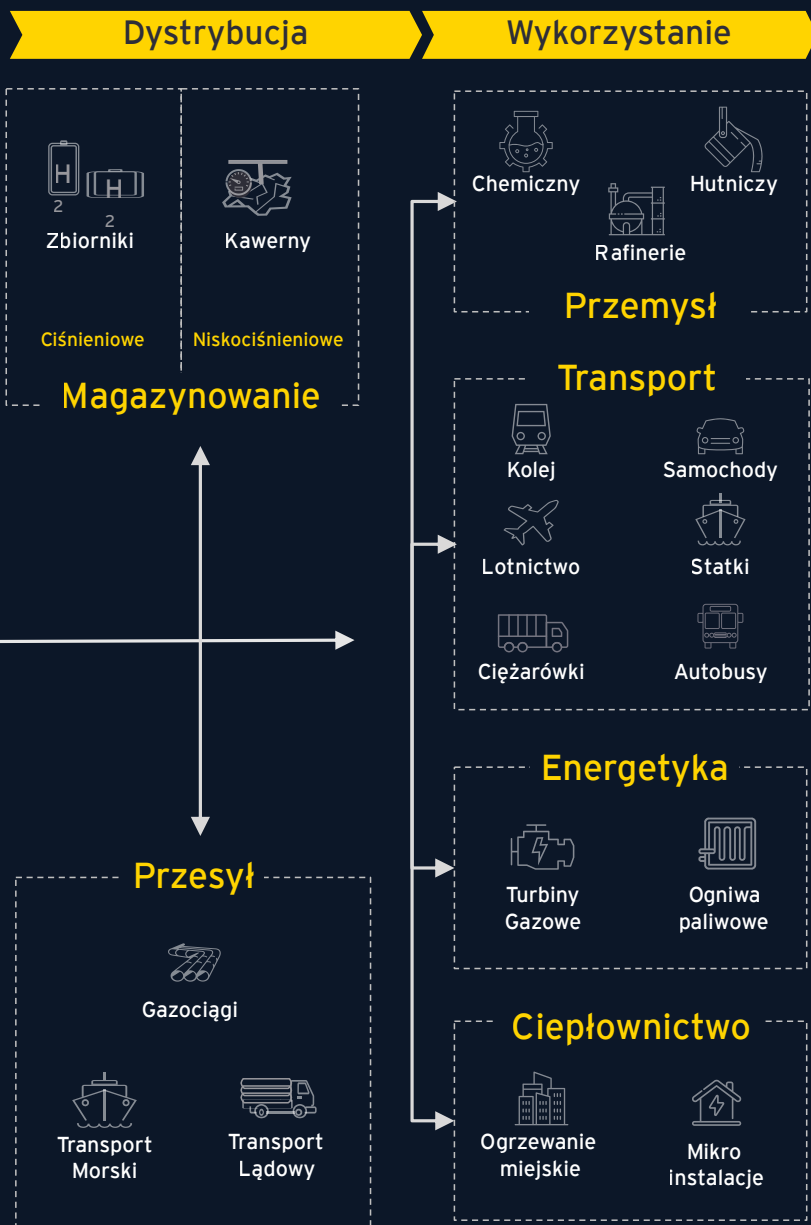
Wytwarzany w procesie pirolizy metanu lub przetwarzania odpadowych tworzyw sztucznych.

Wodór biały

Pochodzący z naturalnych źródeł geologicznych.

Łańcuch wartości w gospodarce wodorowej





Kluczowe wnioski



Przygotowując ten raport chcieliśmy dostarczyć czytelnikom rzetelną ocenę stanu zaawansowania „rewolucji wodorowej” w Unii Europejskiej, ale przede wszystkim gotowości i potencjału Polski do odegrania w tej rewolucji znaczącej roli. Celem raportu jest zbudowanie powszechniejszej świadomości, w jakim kierunku będzie następował rozwój rynku zielonego wodoru i na ile możemy ten kierunek kształtować.

W naszej ocenie kolejne 18-24 miesiące będą kluczowe dla pozycji konkurencyjnej Polski na wodorowej mapie Europy. Jeżeli uda się w tym czasie zmaksymalizować wysiłki sektora prywatnego i publicznego możemy liczyć na dołączenie do grona państw nadających ton obserwowanym zmianom regulacyjnym i rynkowym.

Poniżej podsumowujemy pięć kluczowych wniosków z raportu, które - mamy nadzieję - będą przyświecać interesariuszom polskiej branży wodorowej w decyzjach biznesowych oraz procesach tworzenia prawa.

Po pierwsze

Ostatnio obserwujemy niewątpliwe przyspieszenie na europejskim rynku wodoru. Niemal w każdym tygodniu pojawiają się doniesienia o kolejnych projektach inwestycyjnych, przyznanych grantach, zawieszanych sojuszach technologicznych itp. Jeszcze do niedawna brak końcowych rozstrzygnięć co do definicji wodoru odnawialnego czy też zasad działania europejskiego systemu wsparcia powstrzymywał część podmiotów przed przysłowiowym „wbiciem łopaty”, natomiast prace koncepcyjno-przygotowawcze były cały czas realizowane. Jest wysoce prawdopodobne, że w obliczu decyzji KE w zakresie powyższych kwestii podjętych w lutym 2023 roku już w najbliższych miesiącach będziemy obserwować całą serię decyzji inwestycyjnych skutkujących pozyskaniem kapitału, złożeniem wiążących zamówień na dostawy technologii czy kontraktacją wykonawców.

Na poziomie UE i części państw członkowskich następuje przejście z fazy planowania i teoretycznych dyskusji do fazy realnych działań wdrożeniowych. Swoista mobilizacja jest zauważalna na każdym odcinku łańcucha wartości gospodarki wodorowej. Oczywiście wiele problemów pozostaje nierozwiązanych, a zdolność UE do osiągnięcia ambitnych celów klimatycznych wyznaczonych na 2030 rok może być kwestionowana.

Wydaje się jednak, że masa krytyczna została przekroczona i liczące się w UE ośrodki decyzyjne nie będą próbowały zmienić dominującego trendu rozwojowego.

Po drugie

Inwazja Rosji na Ukrainę i związany z tym kryzys energetyczny zwiększą presję na dekarbonizację europejskiej gospodarki, w tym wykorzystanie zielonego wodoru. O ile instrumenty zarządzania kryzysowego mogą krótkoterminowo prowadzić do wzrostu znaczenia części paliw kopalnych, to w średnim i długim terminie OZE i jego pochodne będą zyskiwać na znaczeniu, nie tylko oferując najbardziej konkurencyjne koszty wytwarzania energii, ale przede wszystkim tak pożądaną niezależność energetyczną. Równocześnie, gwałtowny skok cen gazu ziemnego przekłada się na kilkukrotny wzrost kosztów wytworzenia szarego wodoru. To z kolei wzmacnia konkurencyjność kosztową zielonego wodoru i stawia pod znakiem zapytania długoterminową rentowność inwestycji w projekty niebieskiego wodoru. I chociaż w perspektywie ok. 2 lat można spodziewać się przywrócenia równowagi na rynku energii, to obserwowany obecnie wstrząs z całą pewnością wzmocni perspektywy regulacyjne i rynkowe zielonego wodoru.

Kluczowe wnioski

Po trzecie

Wszystko wskazuje na to, że w ujęciu sektorowym liderem europejskiego zwrotu ku czystemu wodorowi będzie przemysł. Do 2030 roku główny nacisk zostanie położony na dekarbonizację wybranych sektorów gospodarki: rafineryjnego, chemicznego, stalowego. Nie oznacza to marginalizacji pozostałych możliwych zastosowań w obszarze transportu, energetyki czy ciepłownictwa, ale to przemysł ma wszelkie powody, by stać się kołem zamachowym gospodarki wodorowej zarówno w Europie, jak i w innych częściach świata.

Po czwarte

Polska znajduje się w środku stawki państw członkowskich zgłaszających ambicje rozwoju rynku wodoru. Po stronie pozytywów należy wskazać dobrą pozycję startową wynikającą z bycia wiodącym producentem i konsumentem szarego wodoru, a także przygotowanie przez administrację państwową szeregu dokumentów strategicznych oraz zainicjowanie prac legislacyjnych. Dodatkowo wokół kwestii czystego wodoru zbudowano swoisty konsensus społeczny – w pracach różnego rodzaju klastrów, dolin czy zrzeszeń bierze udział szerokie grono interesariuszy, którzy dostrzegają i doceniają jego potencjał.

Z drugiej strony analizując sytuację w części państw Europy Zachodniej trudno oprzeć się wrażeniu, że wciąż robią zbyt mało i zbyt wolno. Krajowa aktywność na poziomie spotkań branżowych i debat eksperckich w niewystarczającym stopniu przekłada się na realne decyzje biznesowe oraz ponoszone nakłady inwestycyjne czy badawcze. Większość aktywności biznesowej koncentruje się na wykorzystaniu wodoru w transporcie, brakuje natomiast bardziej zdecydowanych działań w zakresie dekarbonizacji przemysłu. Do podstawowych zagrożeń w dalszym ciągu należy brak docenienia roli wodoru odnawialnego w procesie dekarbonizacji i wynikające z tego postulaty rozwoju alternatywnych do elektrolizy metod produkcji.

Po piąte

Dopiero teraz wkraczamy w najważniejszą fazę rozwoju rynku. Jeżeli – jako Polska – w perspektywie najbliższych 12-24 miesięcy zintensyfikujemy prace legislacyjne oraz zwiększymy zaangażowanie biznesu, możemy myśleć o znaczącej roli na wodorowej mapie Europy. Potrzebne są działania zarówno w modelu scentralizowanego zarządzania top-down, jak i oddolne inicjatywy w formule *bottom-up*. Konieczna jest również pilna likwidacja barier rozwojowych OZE, bez których nie będzie możliwe zasilenie dużych mocy produkcyjnych wodoru odnawialnego. Nie chodzi tylko o ograniczenia w lokowaniu mocy energetyki wiatrowej, ale także szeroko pojęte ułatwienia i preferencje w dostępie do sieci i rozwoju mocy OZE.

Wyzwania stojące przed naszym krajem nie są wyjątkowe – z wieloma z nich zmagają się większość państw unijnych. I tylko od naszej determinacji i pomysłowości zależy, czy w perspektywie 2030 znajdziemy się w gronie krajów wyznaczających tempo oraz kierunki rozwoju wodorowej rewolucji.



Dlaczego
napisaliśmy
ten raport?



Od 1989 roku polska energetyka przechodzi radykalne zmiany polegające na dostosowaniu się do realiów gospodarki kapitalistycznej. Komerccjalizacja i restrukturyzacja przedsiębiorstw państwowych, rozbudowa infrastruktury przesyłowej, dywersyfikacja kierunków dostaw kluczowych nośników energii, to realne sukcesy, które wymagały ogromnej pracy i zaangażowania tysięcy ludzi związanych z sektorem energetycznym. Dzięki temu wysiłkowi Polska jest dziś w wymiarze energetycznym pełnoprawnym członkiem Wspólnoty Europejskiej i aktywnym uczestnikiem wielu działań o wymiarze transgranicznym.

Jednocześnie ostatnie dekady nie były wyłącznie pasmem sukcesów. Przede wszystkim Polska nie była w stanie odpowiednio szybko dostrzec skali wyzwań związanych z ochroną klimatu i wynikającego z nich potencjału odnawialnych źródeł energii. Do pewnego stopnia „przegapiła” początkową fazę rewolucji OZE, w konsekwencji czego pozostaje na pozycji kraju próbującego gonić europejską czołówkę i zastanawia się, jak sfinansować i zorganizować olbrzymi wysiłek dekarbonizacji polskiej energetyki i całej gospodarki.

Wierzimy, że europejski przemysł i energetyka są u progu kolejnego przełomu, który będzie determinować konkurencyjność firm i wyznaczać kierunki działań dekarbonizacyjnych. Tym przełomem jest szerokie zastosowanie zielonego wodoru wytwarzanego z energii odnawialnej.

Bezprecedensowy wzrost zainteresowania wodorem w debacie eksperckiej, obserwowany od 2019 roku, bardzo szybko przełożył się na konkretne działania podejmowane przez kluczowych interesariuszy gospodarki wodorowej w Unii Europejskiej:

- ▶ **Komisja Europejska (KE)** oraz **władze krajowe** państw członkowskich wypracowały strategię rozwojową oraz propozycje odpowiednich regulacji
- ▶ **Instytucje UE** przeznaczyły znaczące środki publiczne na wsparcie innowacyjnych projektów wodorowych
- ▶ **Setki przedsiębiorstw** realizują projekty komercyjne lub prace badawcze we wszystkich elementach łańcucha wartości
- ▶ Dynamicznie rośnie zainteresowanie klientów instytucjonalnych – **sektory prywatny i publiczny** dostrzegają potencjał zielonego wodoru w swoich procesach dekarbonizacyjnych

Sceptycy argumentują, że wodorowa rewolucja wciąż znajduje się na wczesnym etapie rozwoju, a obecna dynamika wzrostu może okazać się krótkotrwałą modą. Jako autorzy raportu patrzymy na zielony wodór ze znacznie większym optymizmem. Jesteśmy przekonani, że **obecny przewodowy konsensus jest uzasadniony i jeszcze przed 2030 rokiem będziemy obserwować szerokie zastosowanie zielonego wodoru w wielu sektorach.**

Dla polskiej gospodarki zielony wodór to kolejna szansa rozwojowa pozwalająca zmniejszać lukę innowacyjności, pozostającą między nami a liderami w UE oraz przyspieszyć dekarbonizację. **Wierzimy, że tym razem Polska ma dostateczne zasoby i potencjał ludzki, by za 5-10 lat znaleźć się wśród europejskich liderów transformacji wodorowej.** Osiągnięcie tego celu będzie wymagać szerokiego zaangażowania, konsekwencji i wielu trafnych decyzji podejmowanych przez polskie firmy i decydentów.

I to właśnie jest celem tego raportu – budowanie świadomości, wskazywanie priorytetów oraz motywowanie do skutecznego działania.



CO₂

1

Zielony wodór
w dekarbonizacji

Bez zielonego wodoru nie będzie możliwe osiągnięcie celów klimatycznych

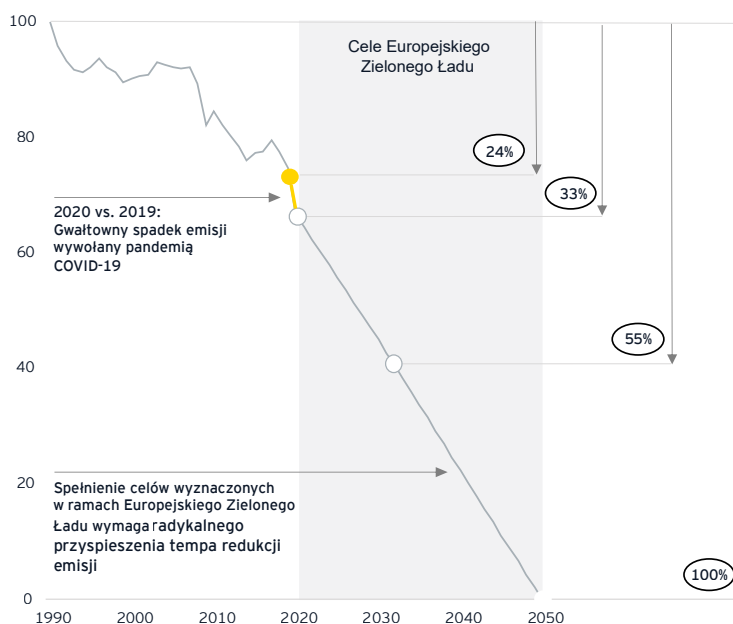
Pojęcie dekarbonizacji pozostaje w ostatnich latach w centrum debaty o polityce klimatycznej w zdecydowanej większości państw. O skali zaangażowania w redukcję emisji gazów cieplarnianych świadczy zawarte w 2016 r. Porozumienie Paryskie, w ramach którego aż 195 krajów zobowiązało się do ograniczenia wzrostu średniej temperatury na Ziemi poniżej 1,5 °C w porównaniu z epoką przedprzemysłową.

Liderem inicjatyw klimatycznych pozostaje Unia Europejska, której kraje członkowskie od blisko dwóch dekad realizują coraz ambitniejsze cele redukcji emisji. W efekcie, w okresie 1990-2019 Wspólnota zredukowała poziom emisji gazów cieplarnianych o 25%, a jej udział w emisjach globalnych spadł z 15% do 8%. Dotychczasowe wysiłki koncentrowały się przede wszystkim na dekarbonizacji mixu elektroenergetycznego - w wielu państwach prąd produkowany z węgla i częściowo gazu ziemnego jest sukcesywnie zastępowany odnawialnymi źródłami energii.

Jednocześnie pełna redukcja emisji to wyzwanie dużo szersze niż tylko zmiana struktury wytwarzania energii elektrycznej. W lipcu 2020 roku Komisja Europejska przedstawiła w ramach tzw. Europejskiego Zielonego Ładu, czyli zbioru inicjatyw politycznych, które wyznaczają kierunek transformacji energetycznej dla wszystkich krajów członkowskich UE, swoje ambicje zdecydowanego poszerzenia dotychczasowych

działań. Celem jest obniżenie emisji gazów cieplarnianych o nie mniej niż 55% do 2030 r. (w porównaniu do 1990 r.) oraz osiągnięcie neutralności klimatycznej (czyli zredukowanie emisji do zera netto) w UE do 2050 r.

Redukcja emisji gazów cieplarnianych w UE (1990=100)



Źródło: Eurostat

1

Zielony wodór w dekarbonizacji

Atrakcyjność zielonego wodoru wynika przede wszystkim z potencjału jego zastosowania w tych obszarach życia, w których dekarbonizacja stanowi największe wyzwanie i nie może zostać przeprowadzona wyłącznie w oparciu o energię elektryczną z OZE, która ze swojej natury cechuje się brakiem sterowalności.

To właśnie dlatego zielony wodór często jest postrzegany jako immanentna część Europejskiego Zielonego Ładu - element pozwalający wypełnić lukę po stopniowo zanikającym rynku ropy naftowej, gazu ziemnego oraz węgla.

Założenia Europejskiego Zielonego Ładu będą możliwe do zrealizowania jedynie w przypadku równoczesnej dekarbonizacji wszystkich sektorów europejskiej gospodarki, zwłaszcza odpowiedzialnych za największe emisje - transportu, przemysłu, energetyki, budownictwa i rolnictwa. Osiągnięcie neutralności klimatycznej będzie wymagało radykalnej zmiany sposobu produkowania, przesyłania, przechowywania i zużywania energii.

Kluczowym trendem po stronie podaży będzie maksymalna elektryfikacja, tzn. zastępowanie paliw kopalnych energią elektryczną wszędzie tam, gdzie jest to technicznie możliwe i nie generuje nieracjonalnych kosztów. Ta energia elektryczna będzie coraz mniej emisyjna, a w perspektywie 2050 roku zeroemisyjna, wytwarzana w OZE i elektrowniach jądrowych. Po stronie popytu podstawowym celem stanie się **efektywność energetyczna**, m.in. powszechna termomodernizacja budynków, energetyka prosumencka czy wyższe wymagania dotyczące sprawności maszyn i urządzeń, czyli wszystkie działania pozwalające zredukować zużycie.

O ile elektryfikacja i efektywność energetyczna bez wątpienia staną się kołem zamachowym dalszej dekarbonizacji, ich potencjał **nie wystarczy do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r.** Istnieją bowiem sektory, w których wykorzystanie energii elektrycznej jest technologicznie lub ekonomicznie nieuzasadnione i nie ma perspektyw na szybką zmianę tej sytuacji.

To właśnie w tych obszarach kluczową rolę może odegrać zielony wodór jako:

- ▶ Czynnikiem dekarbonizacji w sektorach opierających się na elektryfikacji, m.in. ciężki przemysł, transport długodystansowy i towarowy, zarówno lądowy, morski (amoniak, metanol), jak i lotniczy (SAF)
- ▶ Elementem wspierającym dalszą zmianę paradygmatu europejskiej energetyki w kierunku modelu bazującego na OZE (umożliwiający magazynowanie energii oraz jej późniejszy transfer między sektorami i lokalizacjami, z pominięciem sieci przesyłowej).

Priorytetowe zastosowanie zielonego wodoru w dekarbonizacji przemysłu



Sektor rafineryjny

Wykorzystujący wodór w procesach produkcji paliw (hydrorafinacja i hydrokraking). Rafinerie są obecnie największym sektorem konsumentem wodoru, odpowiadając za ok. 49% jego łącznego zużycia w UE.



Sektor chemiczny

Wykorzystujący wodór w procesie produkcji nawozów sztucznych (przede wszystkim amoniaku), a w dalszej kolejności również metanolu, kaprolaktamu (produkcja tworzyw sztucznych) czy alkoholi oxo (produkcja plastyfikatorów i farb). Europejska chemia jest drugim co do wielkości konsumentem wodoru w UE (45%).



Sektor stalowy

Produkcja stali opiera się na technologiach, które emitują duże ilości CO₂ i wykorzystują śladowe ilości wodoru. Możliwości dekarbonizacji upatruje się jednak we wdrożeniu nowych rozwiązań technologicznych, przede wszystkim technologii DRI (Direct Reduced Iron), bazującej na niskoemisyjnych paliwach gazowych (wodór i biometan). Zgodnie z analizami Hydrogen Europe to właśnie branża stalowa będzie odpowiadała za największą konsumpcję niskoemisyjnego wodoru w UE w 2030 r. (ok. 2 Mt).

W przypadku branży rafineryjnej oraz chemicznej - odpowiadających łącznie za ok. 94% obecnego popytu - zastąpienie szarego wodoru zielonym nie powinno powodować istotnych zmian technologicznych (choć skala ewentualnych inwestycji w same elektrolizery oraz źródła OZE pozostaje wyzwaniem kapitałowym i organizacyjnym). Tempo i skala tego zastąpienia będzie więc w dużej mierze zależne od rozwiązań regulacyjnych oraz konkurencyjności kosztowej zielonego wodoru.

W przypadku branży stalowej sytuacja jest inna - dekarbonizacja oparta na zielonym wodorze wymaga udoskonalenia i upowszechnienia technologii, która obecnie nie jest komercyjnie stosowana na dużą skalę.

Należy zaznaczyć, że zielony wodór znajdzie również zastosowanie w innych branżach wykorzystujących wysokotemperaturowe procesy produkcyjne (m.in. szklarskiej, ceramicznej, cementowej czy przetwórstwa spożywczego), natomiast skala będzie mniejsza niż w przypadku trzech głównych branż opisanych powyżej.

1 Zielony wodór w dekarbonizacji

Nowe zastosowania i nowe rynki

Potencjał rozwojowy zielonego wodoru to zdecydowanie więcej niż tylko substytucja szarego. Obejmuje szeroki zakres możliwych zastosowań w gałęziach gospodarki, które historycznie w ogóle nie wykorzystywały wodoru albo robiły to na poziomie projektów pilotażowych czy badań laboratoryjnych.

Transport



W ostatnich latach dekarbonizacja transportu przyspieszyła dzięki szerszej komercjalizacji pojazdów elektrycznych. Akumulatory bateryjne są jednak duże i ciężkie, a proces ich ładowania czasochłonny. W konsekwencji znajdują ograniczone zastosowanie w środkach transportu, których ekonomika podróży jest uzależniona od zasięgu, ładowności oraz czasu ładowania pojazdu.

Rozwiązaniem tego problemu może stać się wodór, który jest już z powodzeniem stosowany jako nośnik energii w ogniwach paliwowych w **ciężkim transporcie kołowym** (ciężarówki, autobusy) oraz kolejowym, co jest szczególnie istotne w przypadku trudnych do zelektryfikowania odcinków systemu kolejowego. O ile skala tych zastosowań wciąż pozostaje niewielka, to komercyjne wdrożenia obserwowane w ostatnich 2-3 latach, zwłaszcza na rynku niemieckim i szwajcarskim, wskazują na potencjał wzrostowy.

Dodatkowo zielony wodór może być wykorzystany do produkcji **paliw syntetycznych** oraz e-metanolu i e-amoniaku, które znajdują zastosowanie w transporcie morskim. Potencjał ten wydaje się szczególnie duży w przypadku **żeglugi morskiej, gdzie amoniak jest wskazywany przez wielu ekspertów jako najefektywniejsza droga do dekarbonizacji.**

Energetyka



Transformacja modelu energetycznego zmierzająca do przejęcia przez OZE dominującej pozycji w wytwarzaniu energii elektrycznej rodzi wyzwania związane z brakiem ciągłości i sterowalności ich produkcji, a co za tym idzie ograniczoną stabilnością i bezpieczeństwem systemu elektroenergetycznego. Konieczne jest zastosowanie technologii magazynowania, które pozwolą na gromadzenie nadwyżek produkcyjnych. Będą także zasilaty sieć, w zależności od potrzeb. O ile rozwiązania bateryjne dobrze sprawdzają się na poziomie pojedynczych instalacji oraz w trybie godzinowym, to z uwagi na wysokie koszty oraz krótki cykl życia ich użyteczność na poziomie całego systemu pozostaje niewielka.

Perspektywicznym rozwiązaniem w obszarze magazynowania jest wodór, rozumiany w tym przypadku jako nośnik energii w modelu P2G2P (ang. *power-to-gas-to-power*). Może być magazynowany w **instalacjach wielkoskalowych** (kawerny solne, wyczerpane złoża gazowe czy nawet sieć gazowa), działających w **trybie sezonowym**, pełniąc w systemie rolę porównywalną do elektrowni szczytowo-pompowych.

Wyzwaniem pozostaje efektywność energetyczna procesu P2G2P wynosząca poniżej 40%. Z tego powodu funkcja magazynowa wodoru ma uzasadnienie przede wszystkim w państwach o dużym udziale OZE w miksie energetycznym, gdzie w okresach największej produkcji generacja energii musi być administracyjnie ograniczana, a ceny energii w poszczególnych godzinach są bardzo niskie bądź nawet ujemne.



Ciepłownictwo



W ciepłownictwie wiodącym trendem dekarbonizacyjnym pozostanie prawdopodobnie elektryfikacja. Dokumenty strategiczne Komisji Europejskiej wskazują na **potencjał pomp ciepła**, które już w perspektywie 2030 r. miałyby zostać zainstalowane w ok. 40% budynków mieszkalnych i 65% budynków komercyjnych na terenie Wspólnoty. Jednocześnie proces ten będzie zachodził stopniowo, a wyzwania związane z masową instalacją pomp ciepła sprawiają, że zielony wodór może również odegrać istotną rolę w dekarbonizacji ciepłownictwa, stopniowo zastępując gaz ziemny i węgiel.

W krótkim i średnim terminie możliwe jest **mieszanie wodoru z gazem ziemnym** (ang. *blending*) i przesyłanie go istniejącą infrastrukturą do odbiorców końcowych. Rozwiązanie to ma jednak ograniczenia techniczne - analizy wskazują, że w sieciach przesyłowych większości państw UE wodór może stanowić zaledwie kilka procent transportowanej mieszaniny. W długim terminie teoretycznie możliwe jest dostosowanie sieci do przesyłu 100% wodoru lub budowa odpowiedniego systemu wodociągów, ale będzie to zadanie kosztowne i czasochłonne.

Wodór może też znaleźć zastosowanie jako **element dekarbonizacji ciepłownictwa w skali lokalnej** - jako produkowane z lokalnego OZE paliwo, spalane w:

- ▶ Ciepłowniach obsługujących odbiorców przyłączonych do sieci miejskiej lub
- ▶ Małych kotłach wodorowych/mikro instalacjach CHP zasilających pojedyncze budynki mieszkalne czy komercyjne.

W perspektywie 2030 roku rozwój gospodarki wodorowej najpewniej będzie następował w przemyśle, tj. sektorze od dawna wykorzystującym szary wodór, a którego zazielenienie wymaga relatywnie małych zmian technologicznych. Wzrost popytu oczekiwany jest również w wybranych segmentach sektora transportu: ciężkim kołowym, kolejowym, morskim.

Perspektywy zielonego wodoru w energetyce i ciepłownictwie mają charakter bardziej długoterminowy. W najbliższej dekadzie z pewnością będziemy obserwować kolejne wdrożenia i komercyjne zastosowania na poziomie lokalnym, natomiast trudno oczekiwać, aby ich skala mogła „napędzać” rynek zielonego wodoru w całej UE przed 2030 r.

1 Zielony wodór w dekarbonizacji

“

Zielony wodór może stać się siłą napędową transformacji energetycznej i światowej dekarbonizacji. Rosyjska inwazja na Ukrainę przyspieszyła ten proces, szczególnie w Europie, gdzie zielony wodór ma szansę stać się filarem bezpieczeństwa energetycznego i przyczynić się do odejścia od wykorzystania paliw kopalnianych.

W procesach dekarbonizacyjnych zielony wodór będzie miał wiele zastosowań - w przemyśle ciężkim i tzw. *hard to abate*, w produkcji stali, w sektorze chemicznym, a przede wszystkim w transporcie ciężarowym i morskim, gdzie dekarbonizacja stwarza największe problemy. Brytyjski Rolls-Royce (w testach prowadzonych razem z EasyJet) ogłosił w listopadzie udaną próbę wykorzystania wodoru w silnikach lotniczych, otwierając w ten sposób drogę do jego zastosowania w dekarbonizacji lotnictwa. Technologie czystego wodoru to również szansa na składowanie energii odnawialnej oraz jej transport z krajów, w których istnieje jej nadmiar.

Dzisiaj zastosowanie zielonego wodoru jest minimalne – to zaledwie około 1% produkcji światowej – jednak rewolucja wodorowa już się rozpoczęła. Największa instalacja zielonego wodoru (w oparciu o 4GW energii odnawialnej) jest obecnie budowana w Arabii Saudyjskiej, we współpracy z Air Products (jako część saudyjskiego programu Vision 2030), i będzie oddana do użytku już w 2026 roku. W Europie, USA, krajach bliskiego wschodu, Australii, Korei Południowej czy Chinach, a także w krajach afrykańskich - RPA czy Namibii, projekty wodorowe czekają już w kolejce do realizacji. Według Międzynarodowej Agencji Energii (IEA) 60% światowego zielonego wodoru będzie pochodzić z wymienionych wyżej krajów.

Z globalnej perspektywy może to mieć wpływ na przyszły układ sił w światowej energetyce. W tym wyścigu kraje posiadające znaczący udział energetyki odnawialnej lub mające potencjał na jej szybką ekspansję, będą na wygranych pozycjach. W krajach bliskiego wschodu może więc, paradoksalnie, rozwinąć się alternatywa dla dominującego tam sektora paliwowego, natomiast kraje afrykańskie dostaną szansę, by skutecznie budować pozycję ważnego partnera biznesowego.



Na świecie coraz więcej państw wprowadza strategie, dotyczące produkcji czystego wodoru. Wiąże się z tym konieczność stworzenia otoczenia regulacyjnego, systemu wsparcia projektów (liczonego w miliardach euro) i pomocy publicznej. W Stanach Zjednoczonych jest to istotny komponent Inflation Reduction Act (wraz z tax credit dla czystego wodoru), w Unii Europejskiej jest to IPCEI „*Important Project of Common European Interest*”, z planami importu 10 milionów ton zielonego wodoru do roku 2030, a także budowy korytarzy i infrastruktury przesyłowej.

Wyzwań jest wiele. Sama technologia produkcji czystego wodoru jest kosztowna, niezbędna jest również nowa infrastruktura transportowa. Instytucje finansowe w Europie już finansują szereg projektów opartych na zielonym wodorze (w Hiszpanii, we Francji, w Niemczech). Grupa BNP Paribas jest liderem na tym rynku. Biorąc pod uwagę wpływ czystego wodoru na dekarbonizację europejskiej gospodarki, apetyt na „bankowalne” projekty będzie w przyszłości duży, zarówno ze strony banków, inwestorów, jak i rynku kapitałowego.

Niewątpliwie jednym z kluczowych aspektów przyszłego finansowania będzie przejrzysta polityka oraz system wsparcia. Projekty produkcji zielonego wodoru są złożone z uwagi na wysokie koszty oraz potrzebę budowy odpowiedniej infrastruktury. Technologia jest nowa, więc ryzyko techniczne jest wysokie. Potrzeba również czasu, aby powstał rynek zielonego wodoru. Do tego nie jest znana przyszła konkurencyjność cenowa czystego wodoru, czy dostępność wsparcia finansowego, nie ma również odpowiednich regulacji prawnych. W tej sytuacji trudno o zapewnienie kontraktów na odbiór, nie ma też rozwiązań takich jak CFD lub CCFD. Niezbędne jest zabezpieczenie przyszłej sprzedaży w ramach kontraktów na odbiór, lub inne rozwiązania gwarantujące inwestorom zwrot z inwestycji, a bankom wystarczający *cashflow* do obsługi zadłużenia. Dużi sponsorzy z szeroko rozumianego sektora energetycznego będą mogli wesprzeć takie projekty, szczególnie w obszarach odbioru i dystrybucji wodoru, czy koniecznej infrastruktury. Aby projekty mogły być realizowane niezbędny będzie również odpowiedni potencjał energii odnawialnej, zwłaszcza nowych mocy. Potrzeba skali, czasu i wsparcia, aby projekty wodorowe stały się komercyjnie na większą skalę.

Lucyna Stańczak-Wuczyńska

Przewodnicząca Rady Nadzorczej BNP Paribas Bank Polska
(grudzień 2022)

1 Zielony wodór w dekarbonizacji

Ambitne cele Unii Europejskiej

UE jest podmiotem konsekwentnie wskazującym na priorytetową rolę zielonego wodoru w polityce klimatyczno-energetycznej. W ciągu ostatnich dwóch lat Komisja i Parlament Europejski (PE) podjęły szereg inicjatyw mających na celu umocnienie Europy na pozycji lidera wodorowej rewolucji.

Plany i strategie rozwojowe

W 2020 r. KE opublikowała Strategię Wodorową Unii Europejskiej, wskazując preferowane scenariusze rozwoju rynku na poziomie całej Wspólnoty, identyfikując działania priorytetowe, ale przede wszystkim określając ambitne cele rozwojowe w średnim i długim okresie:

Cel do 2025 roku:

> 6 GW

zainstalowanych mocy elektrolizerów oraz wolumen produkcyjny na poziomie **1 miliona ton** zielonego wodoru rocznie


Cel do 2030 roku:

40 GW

zainstalowanych mocy elektrolizerów oraz wolumen produkcyjny na poziomie **10 milionów ton** zielonego wodoru rocznie

Cel po 2030 roku:

Wsparcie **masowego zastosowania wodoru** w trudnych do zdekarbonizowania sektorach



Niespełna dwa lata później KE znacząco zwiększyła swoje ambicje środowiskowe. W reakcji na inwazję zbrojną Rosji na Ukrainę i jej konsekwencje dla bezpieczeństwa energetycznego całej Wspólnoty, w maju 2022 powstał **Plan RePowerEU**, który zakłada **podwojenie zużycia wodoru w perspektywie 2030 roku** w porównaniu z zapisami Strategii - z **10 do 20 milionów ton**. Dodatkowy wolumen (10 Mt) ma pochodzić z importu z państw trzecich, co wymusza poważne działania w zakresie budowy infrastruktury przesyłowej i magazynowej.

Jednocześnie w ramach RePowerEU zaproponowano podniesienie celu dla mocy zainstalowanej OZE do 45% w 2030 r., co będzie mieć niebagatelny wpływ zarówno w kwestii zasilenia elektrolizerów energią odnawialną, jak i konieczności bilansowania inercji systemu energetycznego z tak dużym udziałem źródeł odnawialnych.

Rosyjska inwazja na Ukrainę zdecydowanie przyspieszy transformację energetyczną UE, podkreślając jej często pomijany wymiar - bezpieczeństwo dostaw. Zielony wodór jest dziś postrzegany nie tylko jako element walki ze zmianami klimatu, ale również jedno z kluczowych narzędzi pozwalających uniezależnić państwa członkowskie od dostaw rosyjskich węglowodorów w średnim i długim terminie.

1

Zielony wodór w dekarbonizacji

Kluczowe regulacje

Cele wskazane w ramach *Strategii Wodorowej i Planu RePowerEU* stanowią wyraz ambicji Unii, ale nie mają charakteru wiążących regulacji.

Jednym z kluczowych działań mających na celu umożliwienie ich osiągnięcia była przegłosowana przez Parlament Europejski we wrześniu 2022 rewizja Dyrektywy o Odnawialnych Źródłach Energii, która ze względu na głębokość i zakres zmian zyskała kolejny numer - **Dyrektywy RED III**. Nowelizacja ustanowiła m.in. obligatoryjne poziomy wykorzystania zielonego wodoru (lub jego pochodnych) w perspektywie 2030 r. :

5,7%

łącnego zapotrzebowania na paliwa w UE, w tym:

50%


zapotrzebowania na paliwa
w przemyśle

1,2%

zapotrzebowania na paliwa
w transporcie morskim

PE zaproponował, by firmy w poszczególnych sektorach były prawnie zobligowane do wykorzystania zielonego wodoru w swoim miksie paliwowym. Według szacunków stowarzyszenia branżowego Hydrogen Europe cele wskazane w Dyrektywie RED III przełożą się na ok. **9 do 10 milionów ton popytu na zielony wodór w 2030 roku**. Oznacza to, że samo wyegzekwowanie zapisów RED III pozwoli na osiągnięcie połowy celu wyznaczonego w ramach Planu RePowerEU.

Do wdrożenia tych rozwiązań potrzebna jeszcze jest akceptacja Rady Europejskiej (RE). Biorąc pod uwagę strategiczne znaczenie wodoru zarówno na drodze do osiągnięcia kamienia milowego dekarbonizacji w 2030 roku, jak i wsparcia niezależności energetycznej UE w obliczu kryzysu energetycznego, przyjęcie tych przepisów przez RE jest wysoce prawdopodobne.



Drugim istotnym obszarem regulacyjnym jest kwestia przyszłej architektury rynku wodorowego w UE. W grudniu 2021 KE zaprezentowała długo wyczekiwane projekty zmian do tzw. III pakietu energetycznego (dyrektywa PE i Rady 2009/73/WE oraz Rozporządzenie PE i Rady nr 715/2009). Najważniejsze zmiany wynikające z dokumentu potocznie nazywanego pakietem dekarbonizacyjnym dotyczą właśnie wodoru - **KE postuluje stworzenie odrębnego systemu wodorowego, funkcjonującego „obok” systemu gazowego.** Celem jest przeciwdziałanie sytuacji, w której uprzywilejowaną pozycję będą mieli najwięksi gracze rynku gazu.

Co do meritum, propozycje te zakładają, że planowana infrastruktura wodorowa będzie działać w oparciu o zestaw kluczowych zasad rządzących dzisiaj systemem gazowym, m.in. unbundling, dostęp do sieci na zasadach TPA czy transparentne taryfy. Jednocześnie postulowany rozdział systemu gazowego od wodorowego w praktyce oznacza bardzo ograniczone możliwości funkcjonowania w systemie wodorowym obecnych operatorów systemu gazowego. Rozwiązanie to wzbudza kontrowersje, ponieważ to przedsiębiorstwa w systemie gazowym wydawały się dotychczas naturalnymi kandydatami do rozwoju infrastruktury wodorowej. Projekt pakietu dekarbonizacyjnego jest w tej chwili na etapie konsultacji z udziałem parlamentów państw członkowskich, RE i PE. Jego finalny kształt spodziewany jest w pierwszym kwartale 2023 roku.

1

Zielony wodór w dekarbonizacji

Mechanizmy finansowania

W momencie publikacji Strategii Wodorowej (lipiec 2020) KE szacowała, że realizacja aspiracji rozwojowych w perspektywie 2030 (40 GW mocy zainstalowanej) będzie wymagać bezpośrednich nakładów kapitałowych **od 24 do 42 miliardów EUR oraz dalszych kilkuset miliardów EUR** na budowę nowych źródeł OZE dostarczających energię elektryczną do elektrolizerów, a także na infrastrukturę towarzyszącą.

Wydatkowanie tak dużych środków przekracza możliwości finansowe sektora prywatnego. Chcąc wesprzeć działania inwestycyjne przedsiębiorstw włączono projekty w obszarze szeroko pojętej gospodarki wodorowej do puli projektów mogących ubiegać się o wsparcie w ramach kilkunastu programów pomocowych UE o łącznym budżecie przekraczającym bilion EUR. Środki te wspierają przede wszystkim bezpośrednie nakłady na infrastrukturę produkcyjną i dystrybucyjną (elektrolizery, sieci przesyłowe, magazyny), ale również działania badawczo-rozwojowe.

Determinacja UE do finansowego wsparcia rewolucji wodorowej znalazła potwierdzenie w szeregu działań i decyzji podejmowanych w 3 kwartale 2022 roku.

Najpierw, 15 lipca KE zatwierdziła pierwszy tzw. ważny projekt stanowiący przedmiot wspólnego europejskiego zainteresowania (ang. *Important Project of Common European Interest* - „IPCEI”), dotyczący technologii wodorowej. Program „Hy2Tech” obejmujący **41 projektów składowych realizowanych przez podmioty z 15 państw członkowskich** koncentruje się na osiągnięciu postępu technologicznego w obszarze całego łańcucha wartości wodoru: wytwarzania, przetwarzania, przesyłu oraz magazynowania, a także wykorzystania w przemyśle, transporcie, energetyce czy ciepłownictwie. Decyzja KE zezwala na **pomoc publiczną państw członkowskich dla projektów składowych Hy2Tech na łączną kwotę 5,4 mld EUR.**











Następnie, 21 września status IPCEI został przyznany programowi „Hy2Use” - obejmującemu **35 projektów składowych realizowanych przez podmioty z 13 państw członkowskich** i stawiającemu sobie za cel dekarbonizację przemysłu i transportu, przede wszystkim poprzez realizację dużych inwestycji w moce produkcyjne

oraz infrastrukturę transportową. Tym razem KE zatwierdziła pomoc publiczną państw członkowskich na poziomie 5,2 mld EUR.

Nieco wcześniej, 9 września przewodnicząca KE Ursula von der Leyen zapowiedziała utworzenie **Europejskiego Banku Wodoru.** W kolejnych miesiącach branża wodorowa szeroko spekulowała nt. zasad jego funkcjonowania. W lutym 2023 r. KE poinformowała, iż EBW będzie wspierać produkcję zielonego wodoru w modelu kontraktu różnicowego, oferując projektom rywalizującym w aukcjach stałą premię (ang. *fixed premium*) za każdy kilogram wytworzonego wodoru w okresie 10 lat. Szczegółowe zasady systemu aukcyjnego mają zostać przedstawione w czerwcu 2023, natomiast pierwsza aukcja z budżetem ok. 800 mln EUR planowana jest na czwarty kwartał 2023. Wybór systemu stałej premii wydaje się wynikać z relatywnie podobnego rozwiązania wprowadzonego jeszcze w 2022 roku w Stanach Zjednoczonych - ostatnie deklaracje KE są więc odbierane jako świadczące o determinacji Komisji do utrzymania atrakcyjności Europy, jako miejsca lokowania inwestycji wodorowych.



Fundusze celowe Unii Europejskiej uwzględniające projekty z zakresu zielonego wodoru

Program	Budżet (mld EUR)	Termin	Zakres dot. zielonego wodoru
Program LIFE	 5,45	2021-27	Projekty poprawiające ochronę środowiska i klimatu
CEF Energy	 5,84	N/A	Projekty transgranicznej infrastruktury energetycznej
Fundusz Innowacyjny	 10	2020-30	Projekty o dużym stopniu innowacyjności na etapie wdrożenia
Fundusz Modernizacyjny	 14	2021-30	Projekty w sektorze transportu i sieci dystrybucyjnej (tankowania)
Fundusz na rzecz Sprawiedliwej Transformacji	 17,5	2021-27	Projekty w sektorze przemysłu
Program InvestEU	 26,2	2021-27	Projekty o strategicznym znaczeniu dla gospodarki i podwyższonym profilu ryzyka
CEF	 33,7	N/A	Projekty w sektorze transportu i sieci dystrybucyjnej (tankowania)
Horyzont Europa	 95,5	2021-27	Projekty o dużym stopniu innowacyjności (od fazy R&D do fazy wdrożenia)
Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego i Fundusz Spójności	 234	2021-27	Projekty poprawiające ochronę środowiska i klimatu
Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (RRF)	 627,5	N/A	Projekty wodorowe w całym łańcuchu wartości
Europejski Bank Wodorowy	Fundusz celowy przeznaczony wyłącznie na projekty sektora zielonego wodoru - wartość wsparcia w ramach pierwszej aukcji planowanej na jesień 2023: 800 mln EUR		

Źródło: KE, IRENA, Analiza własna EY

Powstanie Europejskiego Banku Wodoru może okazać się przełomem dla rynku zielonego wodoru. Projektowany system wsparcia jest klarownym sygnałem determinacji KE do możliwie szybkiego uruchomienia relatywnie dużych mocy produkcyjnych zlokalizowanych na terenie państw członkowskich Unii Europejskiej.

1

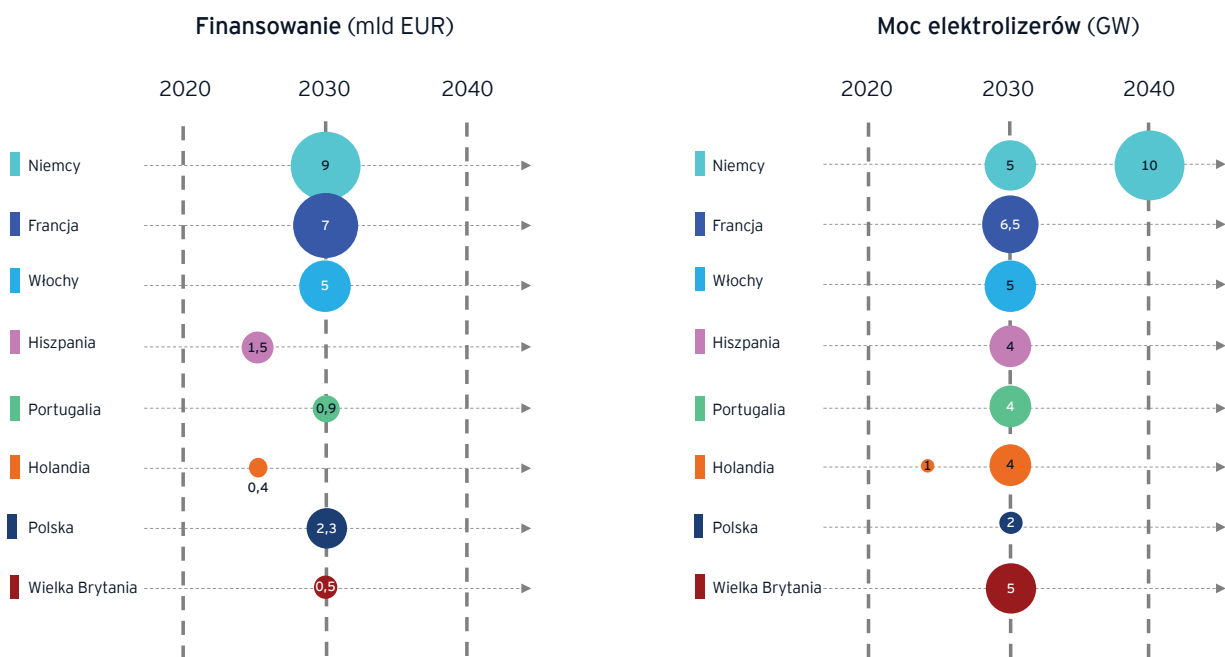
Zielony wodór w dekarbonizacji

Duże zaangażowanie państw europejskich


W przeciwieństwie do niektórych elementów polityki klimatyczno-energetycznej dotychczasowe działania KE w zakresie gospodarki wodorowej mają pełne poparcie wszystkich kluczowych krajów Wspólnoty. Także Wielka Brytania, choć nie jest już członkiem Unii Europejskiej, realizuje politykę zbieżną z działaniami podejmowanymi przez Wspólnotę.

Aż 20 państw UE opracowało albo finalizuje prace nad odpowiednimi strategiami rozwojowymi na poziomie krajowym, wskazując docelowe poziomy mocy zainstalowanej i wolumenów produkcyjnych, a także rozwiązania prawne oraz mechanizmy finansowania do wdrożenia w najbliższych latach. Wśród liderów deklarowanych inwestycji znajdują się największe europejskie gospodarki: Francja, Niemcy, Włochy, Hiszpania, ale także mniejsze państwa - Holandia i Portugalia.

Założenia strategii wodorowych wybranych państw UE i Wielkiej Brytanii



Źródło: Analiza własna EY



I chociaż cele oraz deklaracje zawarte w poszczególnych strategiach nie mają charakteru regulacji prawnych, odgrywają bardzo istotną rolę w rozwoju gospodarki wodorowej. Stanowią **jasne zobowiązanie władz państwowych do wdrożenia systemów wsparcia czy zapewnienia współfinansowania projektów**. Inwestorzy traktują je jako jednoznaczny sygnał długoterminowego wsparcia dla ich działań, co ma niebagatelne znaczenie na wczesnym etapie rozwoju branży.

Oczywiście kluczowym wyzwaniem pozostaje przejście od ambitnych strategii do fazy opracowania i wdrożenia konkretnych rozwiązań wspierających inwestorów. Z tej perspektywy następne 2-3 lata będą sprawdzianem determinacji oraz zdolności sektora publicznego i biznesu w poszczególnych państwach do stworzenia fundamentów rynku wodorowego.



2

Wyzwania
i bariery wzrostu

Kluczowe wyzwania rozwojowe dla rynku zielonego wodoru

Potencjał dekarbonizacyjny zielonego wodoru wydaje się oczywisty. Władze polityczne na poziomie UE i państw członkowskich wyznaczają ambitne cele i zapewniają finansowanie, przedsiębiorstwa dostrzegają szanse na zbudowanie przewagi konkurencyjnej, a opinia publiczna w coraz większym stopniu liczy na przełomowe zmiany w europejskiej energetyce.

Pełne wykorzystanie potencjału zielonego wodoru będzie procesem czasochłonnym oraz wymagającym przełamania wielu barier rozwojowych. W naszej opinii istnieje 6 kluczowych wyzwań, przed którymi stoi europejska gospodarka wodorowa:



Wyzwanie 1 Wyłonienie integratorów rynku

Obecnie rynek zielonego wodoru znajduje się w bardzo wczesnej fazie rozwoju - poszczególne fragmenty łańcucha wartości są niepołączonymi ze sobą elementami, a dotychczasowe wdrożenia technologii wodorowych mają charakter projektów pilotażowych. Brakuje infrastruktury fizycznej oraz instytucjonalnej, która pozwalałaby połączyć producentów z odbiorcami, a więc podaż z popytem.

Jest to klasyczny problem zupełnie nowych produktów/technologii (tzw. disruptorów) obserwowany wielokrotnie w przeszłości, np. w motoryzacji, której pełny rozkwit nie byłby możliwy bez stworzenia sieci dróg oraz stacji tankowania.

Skokowy wzrost rynku zielonego wodoru wymaga więc pojawienia się podmiotów odgrywających rolę „market makera” / integratora, tzn. biorących na siebie ciężar i ryzyko inwestycyjne w pierwszym okresie rozwoju rynku. W tym przypadku kluczową rolę do odegrania mają przede wszystkim dwie grupy interesariuszy:

- ▶ Władze centralne i samorządowe - jako dostawcy odpowiednich regulacji i kapitału, ale również właściciel/operator infrastruktury

- ▶ Duże przedsiębiorstwa (zwłaszcza działające na już istniejących rynkach surowcowych) - jako silne kapitałowo podmioty zdolne do wdrażania długoterminowych inwestycji, a także będące w stanie produkować na własne potrzeby (autokonsumpcja).

Znaczące zaangażowanie tych podmiotów pozwoli na stopniowe budowanie architektury rynku, tworzenie połączeń pomiędzy poszczególnymi uczestnikami, a docelowo masowe przyciągnięcie klientów biznesowych i detalicznych.

2 Wyzwania i bariery wzrostu



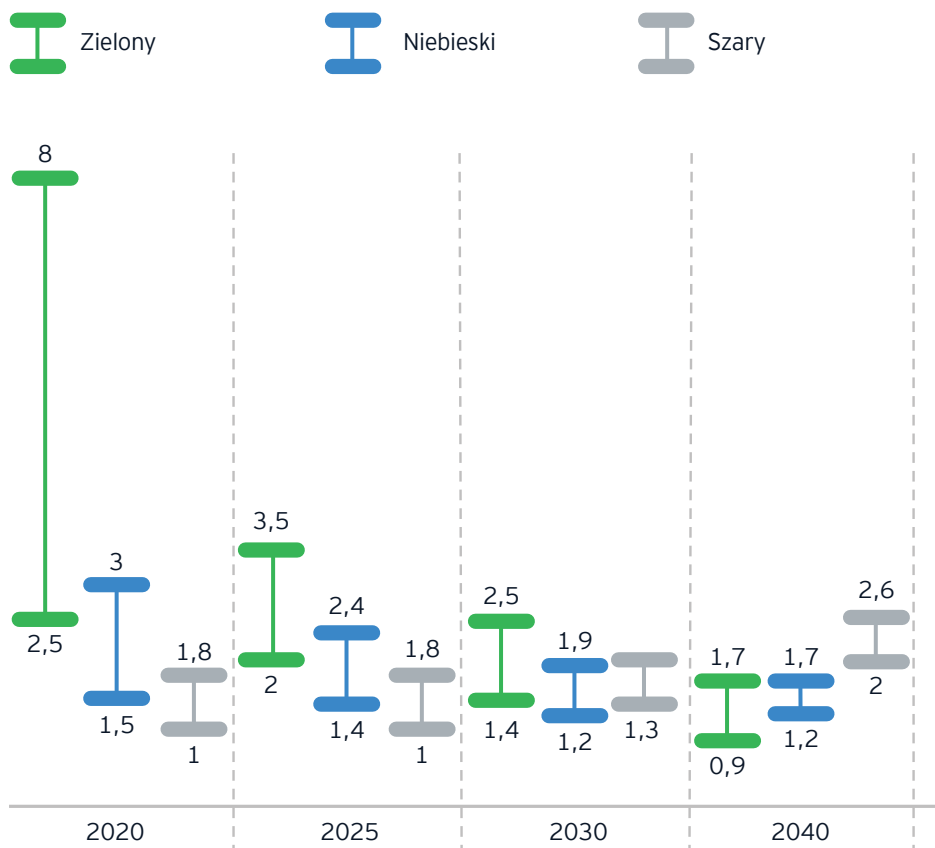
Wyzwanie 2 Redukcja kosztów produkcji zielonego wodoru

Analizy porównawcze prowadzone w okresie poprzedzającym obecny kryzys energetyczny wskazywały, że - w zależności od regionu świata - koszt produkcji 1 kg zielonego wodoru kształtował się na poziomie od 2,5 do aż 8 USD. W przypadku szarego wodoru było to od 1 do 1,8 USD, a niebieskiego od 1,4 do 2,4 USD.

Przewaga kosztowa szarego i niebieskiego wodoru była w tamtym okresie wzmocniona historycznie niskimi notowaniami gazu ziemnego stanowiącego największy komponent kosztu produkcji.

Jednocześnie te same analizy wskazywały, że już w 2030 r. koszty produkcji zielonego wodoru obniżą się o nawet 70% i osiągną poziom szarego i niebieskiego wodoru, a w kolejnych latach będą sukcesywnie spadać, przy coraz wyższych kosztach szarego wodoru wynikających z rosnących obciążeń regulacyjnych związanych z emisyjnością gazu ziemnego.

Koszty produkcji wodoru z uwzględnieniem kosztów emisji 2020-2040 (USD/kg)



Źródło: Bloomberg, IRENA, Hydrogen Council, analiza własna EY



Wpływ wojny na Ukrainie na konkurencyjność zielonego wodoru

Przedstawione szacunki kosztów produkcji szarego, niebieskiego i zielonego wodoru zostały przygotowane w oparciu m.in. o długoterminowe, uśrednione prognozy kosztów energii elektrycznej, gazu ziemnego oraz emisji CO₂.

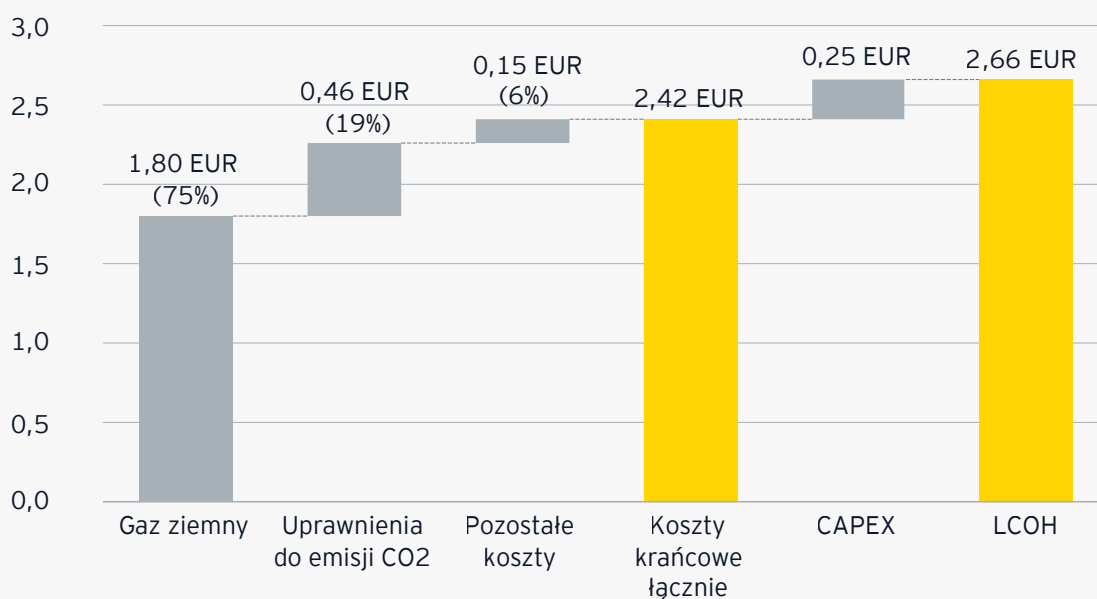
Jeśli ceny paliwa gazowego oraz uprawnień do emisji będą rosły szybciej niż przyjmuje się w większości prognoz, to zielony wodór może okazać się opłacalną alternatywą dla szarego jeszcze przed 2030 rokiem.

W wyniku kryzysu energetycznego wywołanego inwazją Rosji na Ukrainę (a także wysokimi notowaniami uprawnień do emisji CO₂) koszty produkcji szarego wodoru z gazu ziemnego już są wielokrotnie wyższe niż jeszcze w połowie 2021 roku. O skali tego wzrostu wspomina m.in. opublikowana w listopadzie 2021 analiza organizacji branżowej Hydrogen Europe. Jej analitycy obliczyli, że w 2021 średni koszt końcowy produkcji 1 kg szarego wodoru w krajach UE-27 wynosił 2,42 EUR (+109% vs. 1,16 EUR w 2020), a koszt gazu ziemnego to aż 74% wartości.

Koszt końcowy dla 2021 roku został skalkulowany przy cenie gazu ziemnego na poziomie 37,1 EUR/MWh, czyli średniej notowań instrumentów futures w 2021 r. w holenderskim hubie TTF.

2 Wyzwania i bariery wzrostu

Średni koszt produkcji szarego wodoru wytwarzanego w procesie reformingu gazu ziemnego w UE-27 w 2021 r.



Źródło: Hydrogen Europe

Dodatkowo Hydrogen Europe wyliczył koszty produkcji szarego wodoru w grudniu 2021 oraz wrześniu 2022, kiedy obserwowano skokowy wzrost cen gazu. Wg organizacji średni krańcowy koszt wytworzenia szarego wodoru w UE-27 wynosił:

4,8 EUR/kg

w grudniu 2021 przy cenie gazu na poziomie ok. 80 EUR/MWh (+98% vs średni koszt w 2021 oraz +314% vs średni koszt w 2020)

10 EUR/kg

we wrześniu 2022 przy cenie gazu na poziomie ok. 190 EUR/MWh (+313% vs średni koszt w 2021 oraz +762% vs średni koszt w 2020)

Skala wzrostów jest więc ogromna, a analizy nie uwzględniały szczytów notowań, kiedy ceny gazu okresowo przekraczały

250 EUR/MWh

Obecny kryzys energetyczny pokazał daleko idącą zależność szarego wodoru od stabilnej sytuacji na rynku gazowym. W ostatnich miesiącach po raz pierwszy w historii w większości krajów unijnych zielony wódor był tańszy niż szary. I chociaż większość inwestorów postrzega tę sytuację jako przejściową to utrzymywanie się cen gazu na wysokim poziomie przez kolejne miesiące może okazać się dodatkowym impulsem przyspieszającym proces „przejścia na zielony wódor” w wielu przedsiębiorstwach.



Coraz gorsze perspektywy niebieskiego wodoru

Wątpliwości budzi samo zastosowanie technologii CCS/CCU. Kluczową barierą dla powszechnego wdrożenia technologii wychwytywania CO₂ są wysokie koszty związane ze sprzętem oraz energią konieczną do wychwytywania i sprężania gazu. Wyzwanie stanowi także transport CO₂. Energia wymagana do chłodzenia oraz utrzymania wysokiego ciśnienia CO₂ poważnie obciąża ekonomikę procesu, a transport dużych wolumenów jest istotną barierą zwłaszcza na obszarach oddalonych od formacji geologicznych przeznaczonych do składowania CO₂. W analizach podnoszona jest również kwestia ryzyka związanego z przechowywaniem CO₂, m.in. możliwą aktywnością sejsmiczną spowodowaną podziemnym wtłaczaniem CO₂ oraz możliwymi wyciekami ze składowisk.

Wszystkie te elementy sprawiają, że technologie CCS/CCU - pomimo że szeroko dyskutowane od blisko 50 lat - znalazły dotychczas marginalne zastosowanie w staraniach o ograniczenie emisji.

Wzrost zainteresowania niskoemisyjnym wodorem miał dać „nowy impuls” i umożliwić wdrożenia na większą skalę. **W obliczu znaczącego wzrostu cen gazu ziemnego potencjał niebieskiego wodoru wydaje się poważnie zakwestionowany.** Trudno spodziewać się wiążących decyzji inwestycyjnych, gdy koszty produkcji poszybowały w górę, a zapewnienie dostaw gazu ziemnego staje się podstawowym wyzwaniem całej europejskiej energetyki w perspektywie najbliższych 2-3 lat.

I chociaż jest zbyt wcześnie, by ostatecznie „skreślić” niebieski wodór, to obecnie mogą go produkować w sposób opłacalny wyłącznie podmioty z dużymi, własnymi zasobami gazu oraz rozwiniętą technologią magazynowania CO₂, np. norweski Equinor.

Istniejący kryzys poważnie **zakwestionował także perspektywy niebieskiego wodoru.** Pierwotnie produkcja niebieskiego wodoru (z paliw kopalnych z jednoczesnym wychwytem CO₂) miała być rozwiązaniem przejściowym, zwłaszcza w okresie do 2030/2035 roku, czyli osiągnięcia pełnej konkurencyjności kosztowej zielonego wodoru. Od początku założenie to było krytykowane przez część ekspertów, którzy wskazywali na wątpliwą wartość dekarbonizacyjną niebieskiego wodoru. Nie brakowało opinii, że jego promocja wynika głównie z próby obrony swojej pozycji rynkowej przez duże podmioty branży paliwowo-gazowej.

2 Wyzwania i bariery wzrostu

Niezależnie od wyzwań stojących przed szarym i niebieskim wodorem, wzrost konkurencyjności zielonego wodoru ma wynikać przede wszystkim z **dynamicznego spadku wszystkich elementów składowych jego kosztu produkcji**. Najważniejszym ma być redukcja kosztów TOTEX elektrolizerów - wynikająca zarówno z korzyści skali na etapie produkcji, jak i poprawy efektywności i wydłużenia czasu pracy w fazie eksploatacyjnej. Dobrym przykładem oczekiwanej skali poprawy efektywności jest technologia elektrolizerów stałotlenkowych (SOEC), która w ostatnich latach zanotowała wzrost wydajności produkcji wodoru o współczynnik 2,5.

Tak znaczna poprawa była możliwa między innymi dzięki optymalizacji metod produkcji podzespołów elektrolizerów oraz modyfikacji materiałów stosowanych do produkcji ogniw. Prognozowany rozwój technologii elektrolizerów SOEC w ciągu najbliższej dekady zakłada dalszy wzrost sprawności ogniw, przy równoczesnym wydłużeniu żywotności stosów. Według niektórych szacunków czas ich działania może wzrosnąć niemal dwukrotnie. Jednocześnie stale usprawniane metody aplikacji powłok komponentów pozwalają zredukować zużycie surowców i obniżyć koszty jednostkowe.

Poza technologią elektrolizerów finalny **koszt produkcji zielonego wodoru zostanie również zmniejszony dzięki niższemu kosztowi energii z OZE**. Przewiduje się bowiem dalszy spadek uśrednionych kosztów energii odnawialnej (ang. *Levelized Cost of Energy*, LCOE) wynikający zarówno z postępu technologicznego, jak i wzrostu mocy zainstalowanej morskiej energetyki wiatrowej (offshore).

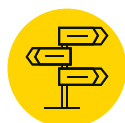




Czy łączny koszt wytworzenia zielonego wodoru może w ciągu dekady obniżyć się o aż 70%?

W naszej ocenie antycypowana i tak znacząca skala redukcji jest możliwa do osiągnięcia. W minionej dekadzie obserwowano porównywalną dynamikę w sektorze fotowoltaiki, w którym koszt produkcji 1 MWh obniżył się o 82%. Jednocześnie, podobnie jak w przypadku PV,

warunkiem takiego scenariusza kosztowego jest zapewnienie ekonomii skali oraz odpowiednio dużych nakładów na B+R. Innymi słowy, zielony wódór nie stanie się zauważalnie tańszy przed 2030, jeżeli w najbliższych latach popyt na niego nie zacznie gwałtownie rosnąć.



Wyzwanie 3

Redukcja kosztów logistyki zielonego wodoru

Wódór - jako najłżejszy pierwiastek wysoce podatny na dyfuzję - jest bardzo trudny do magazynowania i transportu. Do tej pory efektywność kosztowa decydowała o tym, że racjonalniejszym rozwiązaniem było dostarczenie i magazynowanie gazu, z którego produkuje się wódór, w miejscu jego zużycia w procesach przemysłowych.

Upowszechnienie wodoru odnawialnego nie zmieni ograniczeń fizykochemicznych samej substancji. W krótkim i średnim terminie oznacza to, że instalacje produkcyjne oraz zasilające je OZE będą lokowane w bezpośredniej bliskości

centrów popytu lub centrów dystrybucji wodoru. W konsekwencji **projektowanie rozwoju gospodarki wodorowej w skali kraju czy kontynentu musi opierać się na paradygmacie decentralizacji podaży i popytu.**

W długim terminie można oczekiwać redukcji kosztów logistyki wodoru, natomiast ich skala jest trudna do oszacowania. Prowadzone są badania rozwojowe nad opracowaniem substancji pozwalających usprawnić transport, wiążąc wódór w postaci organicznych substancji płynnych, (ang. *Liquid Organic Hydrogen Carriers*, LOHC). Technologie te nie są jeszcze

dostatecznie konkurencyjne kosztowo, a dodatkowo - z uwagi na wykorzystanie gazu ziemnego - budzą wątpliwości z punktu widzenia celów klimatycznych.

Coraz częściej mówi się o wykorzystaniu na potrzeby transportu pochodnej wodoru, czyli amoniaku. W tym przypadku amoniak - po dotarciu na miejsce - byłby poddawany procesowi krakingu, umożliwiając otrzymanie wodoru. Należy jednak podkreślić, że wysoka energochłonność procesu „odzyskiwania” wodoru z amoniaku stawia szanse na komercjalizację tego rozwiązania pod znakiem zapytania.

2 Wyzwania i bariery wzrostu



Wyzwanie 4 Budowa nowych moce OZE

Jednym z często pomijanych wyzwań stojących przed branżą wodorową jest zapewnienie odpowiedniej ilości energii odnawialnej do pracy elektrolizerów.

Przyjmuje się, że do wyprodukowania 1 kg wodoru potrzeba ok. 50 kWh energii elektrycznej, co oznacza, że realizacja unijnego celu produkcji 10 Mt zielonego wodoru w 2030 roku **będzie wymagać dostarczenia 500 TWh energii** (równoważność rocznego zużycia energii elektrycznej

we Francji!). W dodatku większość tego wolumenu powinno pochodzić z nowych źródeł OZE, aby wzrost produkcji wodoru nie odbywał się kosztem dekarbonizacji miks energetycznego.

W konsekwencji realizacja planów rozwojowych UE i państw członkowskich będzie wymagać **gigantycznych inwestycji w moce OZE liczone w setkach gigawatów**. Połączenie dalszej dekarbonizacji miks oraz skokowego rozwoju

gospodarki wodorowej musi oznaczać zwielokrotnienie dotychczasowego wysiłku w inwestycjach w odnawialną energetykę, co będzie szczególnie dużym wyzwaniem dla państw o relatywnie małym udziale OZE w obecnej strukturze *mixu*.

Konieczność tak znacznych inwestycji w moce OZE będzie sprzyjać rozwojowi rynku w modelu rozproszonym, tzn. takim, gdzie lokalny popyt będzie zaspokajany lokalną podażą/produkcją.



Wyzwanie 5 Poprawa bankowości projektów

Słaba „bankowość” projektów branży zielonego wodoru pozostaje jedną z kluczowych barier rozwojowych. Z uwagi na brak efektywnie działającego rynku wodoru, **instytucje finansowe kwalifikują projekty wodorowe jako przedsięwzięcia wysokiego ryzyka, co przekłada się na utrudniony dostęp do kapitału**. Warto zaznaczyć, że możliwości finansowania zielonych projektów są nieco lepsze na dojrzałych rynkach amoniaku czy metanolu. Sytuacja ta faworyzuje duże przedsiębiorstwa, które są w stanie finansować inwestycje ze środków własnych, a także zapewnić

odbior wodoru w ramach umów *off-take* zawieranych wewnątrz grup kapitałowych. Pozostałe podmioty zmuszone są bazować na grantach i środkach pomocowych, które - choć istotne - co do zasady powinny umożliwiać „domknięcie” finansowania, a nie stanowić jego podstawowe źródło.

Konieczne jest wprowadzenie rozwiązań regulacyjnych, które zmniejszą ryzyko inwestycyjne. Wśród najczęściej dyskutowanych mechanizmów wsparcia wskazuje się:

- ▶ Dopłaty w formule kontraktu różnicowego indeksowanego do cen CO₂ (CCfD)

- ▶ Gwarancję odbioru określonego wolumenu zielonego wodoru, np. przez podmiot zajmujący się dalszą sprzedażą wodoru na rynku
- ▶ Funkcjonowanie odpowiedniej instytucji finansowej bezpośrednio kredytującej projekty wodorowe bądź udzielającej gwarancji kredytom komercyjnym

Co do zasady konieczne jest powtórzenie schematu rozwoju OZE, gdzie warunkiem szerokiej akcji kredytowej banków było zagwarantowanie fizycznego odbioru energii oraz wprowadzenie systemu wsparcia poprawiającego rentowność projektów.



“

Wodór niewątpliwie będzie jednym z paliw przyszłości. Transformacja energetyczna będzie prawdopodobnie zawierała spory komponent wodoru. Gaz ten będzie elementem stabilnego i bezpiecznego systemu energetycznego być może już w niedalekiej przyszłości. Tyle z punktu widzenia systemowego. Zupełnie inną kwestią jest wymiar ekonomiczny projektów wodorowych, w tym możliwość ich finansowania dłużnego (np. kredytem bankowym), szczególnie w bardzo skomplikowanej, wymagającej i ryzykownej formule finansowania projektowego bez regresu.

Co do zasady, finansowanie projektów inwestycyjnych wyłącznie w oparciu o ich ryzyko jest możliwe w przypadku, gdy możemy je uznać za stabilne i sprawdzone (również w zakresie technologii), przewidywalne oraz rentowne w długiej perspektywie, bo o takim horyzoncie spłaty finansowania mówimy. Innymi słowy, kredytodawca powinien mieć przekonanie, graniczące z pewnością, że w okresie prawdopodobnie kilkunastu lat wolne przepływy gotówkowe osiągnane przez projekt pokryją z odpowiednią nadwyżką raty kapitałowo-odsetkowe kredytu. Nadwyżka powinna stanowić w pełni należne inwestorowi wynagrodzenie z tytułu zaangażowania własnego kapitału w projekt, będącego niezbędnym dopełnieniem finansowania dłużnego.

W przypadku projektów wodorowych, tak jak innych projektów inwestycyjnych, finansujący muszą mieć jasność w zakresie ram prawnych, w jakich dany projekt działa, potwierdzonej technologii, sposobu zapewnienia przewidywalnych przychodów ze sprzedaży realizowanych przez projekt, w tym dostępnych form wsparcia i wreszcie oszacowania kosztów prowadzenia projektu w długiej perspektywie. Jeśli uda się zbudować takie ramy technologiczno-prawno-ekonomiczne dla projektów wodorowych, nic nie stoi na przeszkodzie, aby powtórzyły one sukces odnawialnych źródeł energii.

Michał Mrożek

Wiceprezes Zarządu ING Banku Śląskiego S.A.
(listopad 2022)

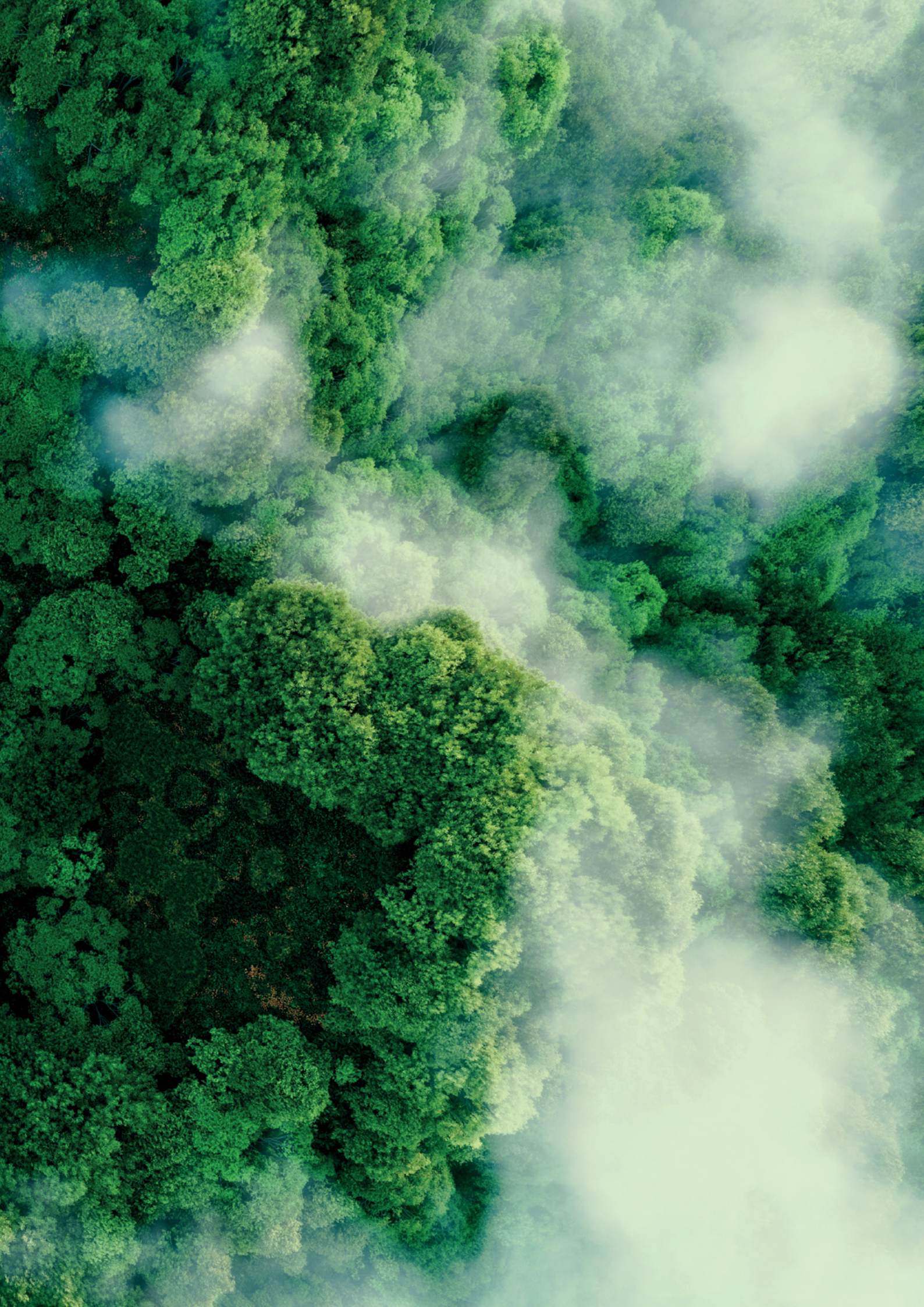
2 Wyzwania i bariery wzrostu



Wyzwanie 6 Zapewnienie dostępności elektrolizerów

Europa wciąż pozostaje jednym z głównych centrów zdolności produkcyjnych w technologii elektrolizy, a wiodący producenci posiadają zakłady na terenie Niemiec, Francji, Włoch czy Norwegii. **Istniejące moce europejskich producentów szacowane są na 1,75 GW/rok, co z nawiązką pokrywa obecne zapotrzebowanie, ale stanowi zaledwie 10% mocy koniecznych do osiągnięcia celów wyznaczonych przez UE.** Problem został dostrzeżony na poziomie sektora oraz Komisji Europejskiej. W maju 2022 przedstawiciele branży oraz Komisarz ds. rynku wewnętrznego Thierry Breton podpisali deklarację, w ramach której zobowiązali się do koordynacji działań oraz **10-krotnego zwiększenia mocy produkcyjnych do 2025 roku (do 17,5 GW/rok).**

Nie ma jednak pewności, że branża będzie w stanie rozwijać swoje zdolności produkcyjne w tempie dostosowanym do prognozowanego zapotrzebowania. Wyzwanie stanowią nakłady inwestycyjne, dostępność krytycznych surowców (platyny i irydu) niezbędnych do konstrukcji elektrolizerów PEM, ale również odpowiednia koordynacja czasowa - przyrost mocy produkcyjnych musi wyprzedzać wzrost zapotrzebowania, ale nie może następować zbyt szybko. Dodatkowo Europa musi liczyć się z konkurencją innych regionów, które będą chciały „przyciągnąć” wielu producentów na swoje rynki (przykładem jest amerykańska ustawa *Clean Hydrogen Production and Investment Tax Credit Act*, która ma za zadanie stymulować produkcję wodoru elektrolitycznego w USA).






2 Wyzwania i bariery wzrostu

Potrzeba bliskiej współpracy sektora prywatnego i publicznego

Przezwyciężenie zidentyfikowanych barier rozwojowych wymagać będzie bliskiej współpracy i koordynacji sektora publicznego oraz prywatnego. Przedsiębiorstwa w całym łańcuchu wartości są gotowe inwestować, ale główny impuls do działania musi wyjść z poziomu politycznego i regulacyjnego.

Podsumowanie kluczowych wyzwań rozwojowych rynku zielonego wodoru w Europie

Wyzwanie rozwojowe	Okres	Kluczowi aktorzy	Przykładowe działania
 Wylonienie integratorów rynku	do 2025 r.	<ul style="list-style-type: none">▶ Władze centralne i samorządowe państw członkowskich▶ Duże, silnie kapitałowo przedsiębiorstwa przemysłowe▶ Dojrzałe rynki surowcowe	<ul style="list-style-type: none">▶ Zagwarantowanie odbioru określonych wolumenów wodoru (zapewnienie popytu)▶ Realizacja pierwszych projektów w modelu konsumpcji <i>on-site</i>▶ Rozwój infrastruktury przesyłowej i magazynowej
 Redukcja kosztów produkcji	do 2030 r.	<ul style="list-style-type: none">▶ Obecni producenci/konsumenci wodoru▶ Dostawcy technologii elektrolizy▶ Komisja Europejska i władze państw członkowskich▶ Przemysł/branża energetyczna oraz użyteczności publicznej	<ul style="list-style-type: none">▶ Zagwarantowanie odbioru określonych wolumenów wodoru (zapewnienie popytu)▶ Realizacja pierwszych projektów w modelu konsumpcji <i>on-site</i>▶ Rozwój infrastruktury przesyłowej i magazynowej
 Redukcja kosztów logistyki	do 2030 r.	<ul style="list-style-type: none">▶ Dostawcy technologii transportowych▶ Instytuty badawcze/centra B+R▶ Komisja Europejska i władze państw członkowskich	<ul style="list-style-type: none">▶ Zapewnienie środków finansowych w obszarze B+R▶ Rozwiązania regulacyjne i decyzje biznesowe promujące import wodoru do UE z innych regionów świata



Wyzwanie rozwojowe	Okres	Kluczowi aktorzy	Przykładowe działania
 Budowa nowych mocy OZE	do 2030 r.	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Inwestorzy: instytucje finansowe, branża energetyczna oraz organizacje użyteczności publicznej ▸ Komisja Europejska ▸ Władze państw członkowskich ▸ Samorządy 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Implementacja założeń FIT for 55 ▸ Eliminacja barier inwestycyjnych w sektorze OZE ▸ Zapewnienie stabilnego otoczenia regulacyjnego dla inwestycji w OZE
 Poprawienie bankowości projektów	do 2025 r.	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Komisja Europejska ▸ Władze państw członkowskich ▸ Instytucje finansowe 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Wdrożenie systemów wsparcia gwarantujących wolumen i/lub cenę sprzedaży wodoru przez producenta ▸ Zapewnienie dostępu do preferencyjnego finansowania dłużnego/gwarantowanie kredytów komercyjnych ▸ Mechanizmy gwarancyjne
 Zapewnienie dostępności elektrolizerów	do 2025 r.	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Komisja Europejska ▸ Władze państw członkowskich ▸ Dostawcy technologii 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Inwestycje w rozbudowę mocy produkcyjnych ▸ Ścisła koordynacja inwestycji z zakładanym tempem rozwoju rynku ▸ Zawarcie umów długoterminowych na dostawy kluczowych materiałów

An aerial photograph of a lush green forest. A winding river flows through the center of the image. In the middle of the river, there is a row of six small, rounded trees. The water reflects the surrounding greenery and the sky.

3

Czy Polska
to dobre miejsce
dla zielonego
wodoru?

Polska stoi w obliczu olbrzymich wyzwań dekarbonizacyjnych...

Z uwagi na historyczne uwarunkowania polskiej energetyki i przemysłu **koszt transformacji w stronę neutralności klimatycznej jest dla naszego kraju wyjątkowo wysoki**. Polska konsekwentnie realizuje swoje międzynarodowe zobowiązania dotyczące redukcji emisji gazów cieplarnianych. Pierwszy wiążący cel zdefiniowany w tzw. Protokole z Kioto - redukcję emisji GHG o 6% do 2012 roku w porównaniu z 1988 rokiem - osiągnięto z dużym zapasem. Spełniono też zakładane cele unijne na 2020 rok, ograniczając całkowitą emisję GHG o ponad 20% wobec 1990 roku oraz przekraczając zakładany udział OZE w końcowym zużyciu energii wynoszący 15%.

Działania podejmowane w obszarze redukcji emisji CO₂ oraz innych szkodliwych substancji (m.in. tlenków siarki w energetyce zawodowej) kosztowały dziesiątki miliardów złotych i wymagały determinacji wielu podmiotów sektora prywatnego i publicznego.

Należy podkreślić, że tak istotna transformacja miała miejsce w warunkach znaczącego wzrostu gospodarczego i osiągnięciu ponad dziesięciokrotnie wyższej wartości PKB w 2020 roku w porównaniu z 1990 rokiem.

Jednocześnie, pomimo istotnego obniżenia emisji gazów cieplarnianych w okresie po 1990 r., **Polska nadal pozostaje jednym z największych emitentów w Unii Europejskiej**. W „covidowym” 2020 r. wyemitowała łącznie 356 mln ton CO₂ (vs 390 mln ton w 2019 r.), co na tle innych państw członkowskich czyniło z Polski:

3.

największego emitenta w ujęciu bezwzględnym (za Niemcami i Francją)

7.

największego emitenta *per capita* (za Luksemburgiem, Irlandią, Cyprzem, Czechami, Estonią i Holandią)

2.

największego emitenta w odniesieniu do PKB (na pierwszym miejscu jest Bułgaria)

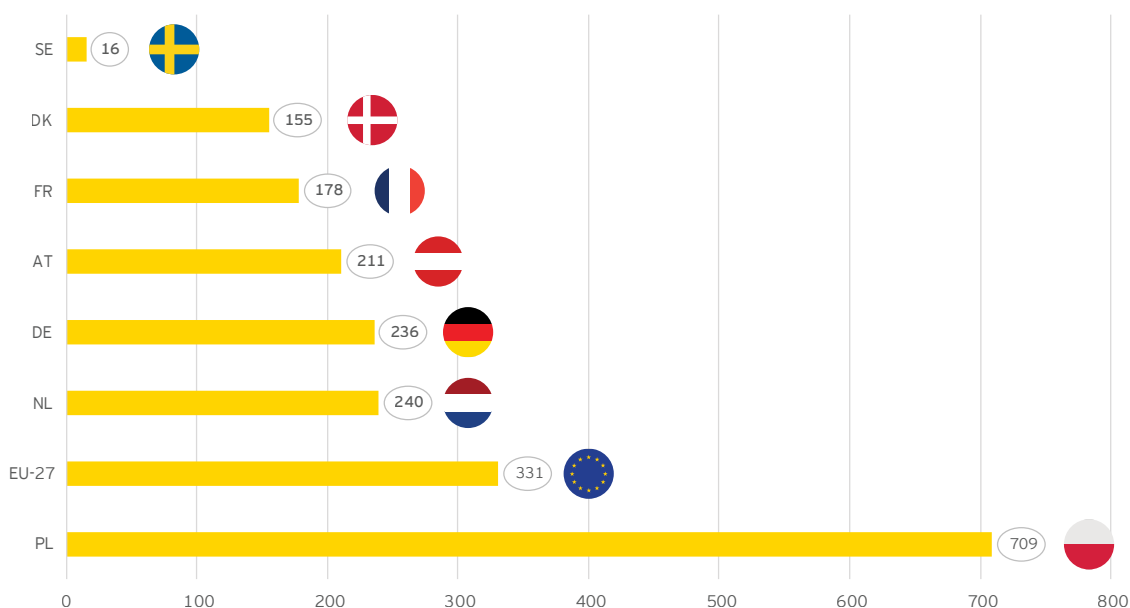
3 Czy Polska to dobre miejsce dla zielonego wodoru?

Z sektorowego punktu widzenia głównym źródłem polskich emisji pozostaje energetyka (45%), wyprzedzając transport (18%), przemysł (15%) oraz budownictwo (11%). Wysoka emisyjność energetyki wynika ze struktury

wytwarzania energii, gdzie wciąż dominuje węgiel (ponad 70% w 2021 r.), ale również w innych sektorach Polska ma jedne z najwyższych wskaźników emisyjności wśród państw UE.

Za szczególnie niepokojącą należy uznać emisyjność polskiej gospodarki w odniesieniu do PKB. Dane Eurostatu pokazują, że wypracowanie 1 EUR produktu krajowego wymaga w Polsce kilkakrotnie więcej emisji GHG niż w najbardziej innowacyjnych państwach Wspólnoty.

Emisyjność wybranych gospodarek UE (tys. ton ekwiwalentu CO₂/jednostkę PKB)



Źródło: Eurostat

Sukces polskiej transformacji gospodarczej w ostatnich 30 latach opierał się w dużej mierze na dynamicznym wzroście wartości eksportu. Polskie firmy są silnie obecne na rynkach zagranicznych, w tym przede wszystkim państw UE, często będąc częścią skomplikowanych łańcuchów dostaw i ważnym elementem wartości dodanej.

W obliczu bardzo ambitnych celów klimatycznych UE do 2030 i 2050 roku dotychczasowy poziom emisyjności polskiej gospodarki nie będzie możliwy

do utrzymania. Zachowanie konkurencyjności eksportu będzie w dużej mierze zależać od zdolności do radykalnego zmniejszenia emisji w jej głównych gałęziach i dostosowania się do standardów regulacyjnych oraz preferencji konsumenckich. Jeżeli Polska nie będzie w stanie oferować produktów i usług przy zachowaniu daleko posuniętej neutralności klimatycznej, jej eksporterom grozi stopniowa marginalizacja, nawet jeśli zachowają określone przewagi kosztowe.

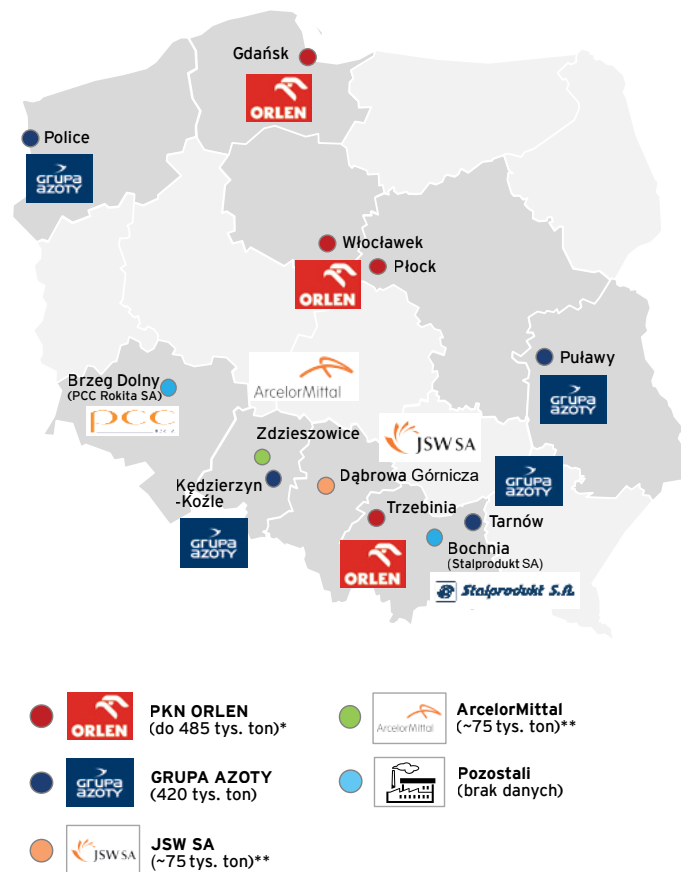


..., ale jest też europejskim potentatem rynku szarego wodoru

Polska z produkcją na poziomie ponad 1 Mt rocznie jest **piątym co do wielkości producentem wodoru na świecie i trzecim w UE**. Podobnie jak w skali globalnej, prawie cały wolumen pozyskiwany jest z gazu ziemnego w procesie reformingu parowego, bezpośrednio przez konsumentów, tj. przemysł wykorzystujący wodór głównie w procesach chemicznych i rafineryjnych.

Historycznie największym producentem wodoru w Polsce była **Grupa Azoty** (~ 420 tys. ton), wyprzedzając **PKN ORLEN** i **GK LOTOS**. Po fuzji obu koncernów paliwowych w sierpniu 2022 największym podmiotem na krajowym rynku wodoru stała się **GK ORLEN**. Obecnie rynek jest więc zdominowany przez dwa duże podmioty, które w kilku lokalizacjach same produkują i zużywają niemal cały wolumen krajowej produkcji.

Najwięksi producenci i konsumenci wodoru w Polsce



Źródło: Analiza własna EY

* Przyjęto produkcję na poziomie ~220 kt w Płocku, 145 kt w Gdańsku, 100 kt we Włocławku i 1,4 kt w Trzebini. Nie wiadomo dokładnie, gdzie produkowana jest pozostała część łącznego wolumenu deklarowanego przez Grupę ORLEN.

** Objętość wodoru w wyprodukowanym gazie koksowniczym - obecnie nieseparowany - należy traktować jako potencjał produkcyjny, a nie rzeczywistą produkcję.

3 Czy Polska to dobre miejsce dla zielonego wodoru?

Duży popyt na wodór w przemyśle to kluczowa przewaga w pierwszym okresie rozwoju branży. Wśród ekspertów panuje przekonanie, że „pierwsza fala” popytu na zielony wodór pojawi się właśnie w przemyśle, czyli tam, gdzie zastąpienie stosowanego od dziesięcioleci szarego wodoru będzie łatwiejsze niż w sektorach gospodarki, które nigdy nie korzystały z wodoru.

Z tej perspektywy **Polska jest naturalnym kandydatem do roli jednego z liderów rewolucji wodorowej w UE**. Popyt na wodór pozostanie stabilny, a przemysł - na gruncie regulacji unijnych - już wkrótce zostanie zobligowany do znaczącego zwiększenia udziału zielonego wodoru w swoim mieszkaniu zużycia paliw. Szacunki wykonane przez autorów niniejszego raportu wskazują, że w perspektywie 2030 roku zastąpienie każdego 10% zużycia szarego wodoru w sektorze rafineryjnym

i chemicznym będzie skutkowało zapotrzebowaniem na aż 96 tys. ton wodoru odnawialnego. W efekcie potencjalny popyt w przemyśle powinien stać się **kołem zamachowym krajowej gospodarki wodorowej** - m.in. stymulując budowę infrastruktury przesyłowej i magazynowej, generując inwestycje w nowe moce OZE, a także wspierając szerokie zastosowanie wodoru w innych sektorach gospodarki.

Symulacja popytu na zielony wodór w przemyśle rafineryjnym i chemicznym

	w tys. ton	Przemysł rafineryjny	Produkcja nawozów	Razem
Prognozowane zapotrzebowanie na wodór w 2030 roku		440	520	960
10% łącznego popytu zaspokojone przez zielony wodór		40	50	90
20% łącznego popytu zaspokojone przez zielony wodór		90	100	190
30% łącznego popytu zaspokojone przez zielony wodór		130	160	290

Źródło: Analiza własna EY i Hynfra



Przedstawione szacunki potencjału zastosowania zielonego wodoru w przemyśle koncentrują się na branży rafineryjnej oraz chemicznej, ale należy pamiętać, że istotny popyt może zostać wygenerowany również w innych obszarach: hutnictwie stali, szkła czy w branży cementowej. W przypadku hutnictwa zastosowanie zielonego wodoru wiąże się z modyfikacją technologii produkcji, co sprawia, że jego masowe wykorzystanie będzie prawdopodobnie wymagać znacznie dłuższego okresu przygotowawczego i inwestycyjnego po stronie biznesu (w porównaniu z potencjałem branży rafineryjnej i chemicznej).

Pozycja startowa Polski u progu rewolucji wodorowej jest co najmniej dobra. Od lat pozostaje wiodącym w Europie producentem i konsumentem szarego wodoru, wykorzystywanego niemal wyłącznie przez przemysł. Zastąpienie go zielonym wodorem będzie stanowiło wyzwanie kapitałowe i organizacyjne, ale to dużo łatwiejsze zadanie niż budowanie popytu „od zera” w sektorach, które dotychczas nie wykorzystywały wodoru.



3 Czy Polska to dobre miejsce dla zielonego wodoru?

Wodór z atomu?

Czy SMRy mogą zdekarbonizować polski przemysł?

W polskiej przestrzeni publicznej coraz częściej dyskutowane są perspektywy wykorzystania fioletowego wodoru. Jest on - podobnie jak zielony - **wodorem zeroemisyjnym, wytwarzanym w procesie elektrolizy, ale wykorzystywana do jego produkcji energia pochodzi z elektrowni jądrowych.**

Koncepcja „postawienia” na fioletowy wodór wydaje się szczególnie popularna wśród przedstawicieli polskiego przemysłu, który wiąże duże nadzieje z wdrożeniem **technologii małych, modułowych reaktorów jądrowych (ang. *Small Modular Reactors, SMR*)**. Obecnie plany wprowadzenia technologii SMR mają czołowe polskie firmy: PKN Orlen w kooperacji z Synthos Green Energy, KGHM, Enea, a także Grupa Azoty. Podstawowym celem zastosowania SMR ma być zabezpieczenie dostaw czystej i relatywnie taniej energii elektrycznej, a jako dodatkowy potencjał wskazywana jest możliwość zasilania elektrolizerów produkujących zeroemisyjny wodór.

W opinii autorów niniejszego raportu bardzo trudno ocenić perspektywę **fioletowego wodoru**. Technologia SMR zyskująca szerokie zainteresowanie opinii publicznej wciąż znajduje się na relatywnie wczesnym etapie koncepcji i testów. Najbardziej zaawansowane w pracach firmy amerykańskie przewidują pierwsze komercyjne wdrożenia dopiero pod koniec obecnej

dekady (2028 r.), a dodatkowym wyzwaniem mogą okazać się procesy legislacyjne oraz certyfikacja małych reaktorów.

Innymi słowy, nie ma jeszcze pewności czy technologia SMR spełni wszystkie pokładane w niej nadzieje oraz czy ambitne harmonogramy wdrożeniowe nie będą musiały ulec wydłużeniu. Dlatego **wydarza się, że fioletowy wodór powinien być postrzegany jako dodatkowa opcja**, która - jeśli okaże się „wdrażalna” i konkurencyjna cenowo - znacznie ułatwi procesy dekarbonizacyjne w latach 30-tych XXI wieku.

Fioletowy wodór nie powinien być postrzegany jako konkurencja zielonego. W długim terminie oba mogą stanowić ważny element miksu wodorowego. Z perspektywy polskich przedsiębiorstw najważniejsze jest, by nie przegapić obecnej fali inwestycyjnej w wodór zielony. To ten kolor będzie dominować w latach 20-tych, a inwestycje w „zielone projekty” pozwolą na pierwsze realne sukcesy dekarbonizacyjne.



Kluczowe dokumenty strategiczne

Od początku 2019 r. na poziomie administracji centralnej trwały prace nad wytyczeniem kierunków rozwoju rynku wodoru w Polsce. Zaczął być zauważany we wszystkich istotnych dokumentach strategicznych, a zwieńczeniem wysiłków była publikacja **Polskiej Strategii Wodorowej do roku 2030 z perspektywą do roku 2040**.

Kluczowe dokumenty kształtujące rozwój rynku wodoru w Polsce

2019

Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030

- Identyfikacja potencjału wodoru w energetyce, transporcie, przesyłach gazu. Zapowiedź wsparcia działalności badawczo-rozwojowej w gospodarce wodorowej

2021

Polityka Energetyczna Polski do 2040

- Identyfikacja przyszłej roli wodoru jako alternatywy wobec ropy naftowej w transporcie, narzędzia do dekarbonizacji przemysłu i sieci gazowej oraz wsparcia rozwoju OZE (magazynowanie P2X)

Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej

- Propozycje działań ukierunkowanych na budowę rynku od strony popytowej oraz rekomendacje w zakresie stworzenia optymalnego otoczenia prawno-instytucjonalnego

Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040

- Określenie szczegółowych celów rozwoju gospodarki wodorowej i kierunków działań niezbędnych do ich osiągnięcia. Wskazanie zmian prawnych i źródeł finansowania wspierających rozwój branży

2020

List intencyjny ws. budowy gospodarki wodorowej

- List intencyjny podpisali Minister Klimatu i 17 sygnatariuszy, w tym czołowe polskie firmy: PKN ORLEN, Grupa LOTOS, Gaz-System, PGNiG, Grupa Azoty, Tauron, JSW

Powołanie Pełnomocnika Rządu i Międzyresortowego Zespołu ds. gospodarki wodorowej (stanowisko to zostało później zlikwidowane)

- Zadanie opracowania mechanizmów i kierunków rozwoju wykorzystania technologii wodorowych, analiza istniejących barier oraz zapewnienie spójności dokumentów rządowych

3 Czy Polska to dobre miejsce dla zielonego wodoru?

Polska Strategia Wodorowa do 2030 roku z perspektywą do 2040 roku

W grudniu 2021 Ministerstwo Klimatu i Środowiska opublikowało ostateczną wersję Polskiej Strategii Wodorowej (PSW), kluczowego dokumentu mającego nakreślić rozwój krajowego rynku i branży wodoru.

W dokumencie określono 6 celów szczegółowych oraz aż 44 działania, które mają umożliwić ich osiągnięcie:

Cel 1

Wdrożenie technologii wodorowych w energetyce i ciepłownictwie

Cel 4

Produkcja wodoru w nowych instalacjach

PSW określa też konkretne wskaźniki rozwoju rynku, których osiągnięcie będzie miarą realizacji celów. Najważniejsze z nich to:

- ▶ Zainstalowana moc technologii do produkcji niskoemisyjnego wodoru: **50 MW** do 2025 i **2GW** do 2030
- ▶ Powstanie minimum 5 dolin wodorowych

Cel 2

Wykorzystanie wodoru jako alternatywnego paliwa w transporcie

Cel 5

Sprawny i bezpieczny przesył, dystrybucja i magazynowanie wodoru

- ▶ Liczba autobusów wodorowych: **100-250** do 2025 i **800-1000** do 2030
- ▶ Liczba stacji wodoru: minimum **32** do 2025
- ▶ Utworzenie Centrum Technologii Wodorowych (działalność B+R)

PSW jest spójna z ambitnymi celami strategicznymi określonymi na poziomie dokumentów UE, ale ma nieco inne priorytety.


Cel 3

Wsparcie dekarbonizacji przemysłu

Cel 6

Stworzenie stabilnego otoczenia regulacyjnego

O ile na poziomie wspólnotowym mówi się przede wszystkim o zielonym wodorze produkowanym z energii odnawialnej (i w mniejszym stopniu niebieskim jako technologii przejściowej), **autorzy PSW zapowiadają wsparcie wszystkich metod produkcji wodoru nisko- i zeroemisyjnego**, w tym technologie produkcji z biomasy, biogazu/biometanu, węgla i gazu.



W efekcie MKiŚ kładzie akcent na neutralność technologiczną produkcji wodoru; za to brakuje jasno określonego priorytetu dla zielonego wodoru z OZE. Wydaje się, że stanowisko to z jednej strony odzwierciedla wątpliwości dot. szybkiego przyrostu mocy OZE w Polsce, a z drugiej jest pewnym ukłonem w stronę niebieskiego wodoru i technologii wychwytywania oraz magazynowania CO₂ (CCS/CCU), o potencjale której od lat mówi część polskiego przemysłu.

Dokument zawiera również kierunkowe zapowiedzi kompleksowego uregulowania działania rynku wodorowego, które mają zostać wypracowane w ramach tzw. Prawa wodorowego.

Podsumowując - PSW postuluje dynamiczny wzrost gospodarki wodorowej w Polsce i wyznacza dość ambitne cele rozwojowe. **Kluczowym celem w krótkim i średnim terminie wydaje się wygenerowanie podaży i popytu**, natomiast sam wzrost udziału zielonego wodoru w strukturze produkcji ma raczej charakter drugorzędny. Podejście to, odzwierciedlające specyfikę polskiego miksu energetycznego, może z czasem wymagać korekty, jeżeli unijne prawodawstwo będzie dawało wyraźne preferencje zielonemu wodorowi z OZE. Dodatkowo perspektywy technologii produkcyjnych wykorzystujących gaz ziemny stają pod dużym znakiem zapytania w związku z kryzysem energetycznym wywołanym inwazją Rosji na Ukrainę.

3 Czy Polska to dobre miejsce dla zielonego wodoru?

W oczekiwaniu na Prawo Wodorowe

Dokumenty strategiczne wspierają rozwój rynku wodoru w Polsce, ale wskazane w nich cele i działania nie mają charakteru wiążącego i *de facto* pozostają jedynie wyrażeniem woli interesariuszy tego rynku. Osiągnięcie zakładanych celów wymaga wdrożenia regulacji w formie aktów prawnych, które pozwolą przejść z fazy planowania do fazy realizacji.

Od pewnego czasu w domenie publicznej funkcjonują pojęcia Prawa Wodorowego oraz Konstytucji dla wodoru, jako aktów prawnych mających uregulować działanie rynku. Należy mieć świadomość, że są to określenia umowne - w rzeczywistości wielorakość aspektów i obszarów dotyczących rozwoju gospodarki wodorowej wymusza dostosowanie szeregu ustaw i dziedzin prawa. Sygnalizuje to PSW, a do konsultacji publicznych udostępniono nowelizację Ustawy Prawo Energetyczne i zaproponowano nowelizację Ustawy Prawo Geologiczne.

W opinii autorów niniejszego raportu stworzenie skutecznego systemu regulacji wymaga implementacji przepisów unijnych w legislacji krajowej w sposób gwarantujący zarówno zbieżność ich ducha (faktyczna dekarbonizacja), jak i litery (tożsamość celów oraz narzędzi realizacji). Uważamy, że większość prac powinna koncentrować się na czterech obszarach:

1 Definicja i certyfikacja wodoru

Konieczne jest prawne zdefiniowanie poszczególnych rodzajów wodoru oraz opracowanie spójnego ze standardami UE systemu certyfikacji wodoru odnawialnego. Prawodawca powinien zwrócić uwagę na fakt, że tylko wodór odnawialny będzie spójny z celami klimatycznymi UE, a zatem gwarantował długofalową odporność regulacyjną inwestycji z nim związanych.

2 Uproszczenie procesu inwestycyjnego

Gospodarka wodorowa musi rozwijać się w sposób komplementarny z transformacją energetyczną. Dlatego jednym z postulatów KE zawartych w pakiecie RePowerEU jest uprzywilejowanie elektrolizy w dostępie do infrastruktury energetycznej i usunięcie barier obejmujących źródła odnawialne. Konieczne jest takie dostosowanie ram prawnych, by przyspieszyły cały proces inwestycyjny, zarówno w odniesieniu do instalacji produkcyjnych, jak i pozostałych elementów infrastruktury, m.in. nowych źródeł OZE czy magazynów energii.

3 Różnicowanie systemów wsparcia

Mechanizmy wsparcia będące obszarem indywidualnej odpowiedzialności krajowej powinny uwzględniać różnice rozwojowe poszczególnych elementów rynku. Przemysł czy transport będą oczekiwać innego typu wsparcia, a samorządy, które z natury nie są zobligowane do działalności komercyjnej, innego. W PSW wspomniano o węglowych kontraktach różnicowych (CCFD) jako jednym z proponowanych mechanizmów. Jest to jednak narzędzie przeznaczone dla określonej grupy instytucjonalnej, mającej wyspecjalizowane zasoby, które mogą efektywnie wykorzystać. Przejrzysty i dostosowany do potencjalnego odbiorcy i jego dojrzałości technologicznej mechanizm wsparcia jest więc jednym z najpilniejszych wyzwań legislacyjnych. Jednocześnie jest to zagadnienie na tyle skomplikowane, że konkretne propozycje wypracowane przez MKiŚ powinny zostać poddane szerokim konsultacjom sektorowym.

4 Ograniczenie ryzyka finansowego

Barierą w szerokim zastosowaniu wodoru jest utrudniony dostęp do finansowania dłużnego, wynikający z innowacyjnego charakteru technologii wodorowych. To przekłada się na zachowawcze podejście instytucji finansowych. Banki i inwestorzy oczekują czytelnych oraz wyraźnych impulsów regulacyjnych pozwalających dokładniej oszacować ryzyko inwestycyjne, a także chłonność rynku po stronie popytowej. Częściowym rozwiązaniem będzie działalność Europejskiego Banku Wodoru, który w ramach systemu wsparcia opartego o zasadę stałej premii *de facto* zapewni konkurencyjność wytwarzania zielonego wodoru przez inwestorów objętych tym mechanizmem. Należy rozważyć, czy podobne lub takie same rozwiązanie może być zastosowane na poziomie krajowym, zwiększając zaufanie w sektorze bankowym jednocześnie budując kompetencje w finansowaniu nowych projektów.



3 Czy Polska to dobre miejsce dla zielonego wodoru?

“

Polska, jako trzeci w Europie producent wodoru, ma plany dalszego rozwoju tej technologii. Zgodnie ze strategią wodorową do roku 2030 mają zostać zbudowane instalacje do produkcji wodoru odnawialnego o mocy 2 GW, zaś planowane środki na objęte strategią projekty wodorowe mają wynieść 11 mld PLN. BOŚ jest zainteresowany aktywnym uczestnictwem w realizacji tych planów, choć należy wskazać, że zanim rozwijanie w znaczącej skali zielonego wodoru będzie w Polsce możliwe, należy poradzić sobie z kilkoma wyzwaniami.

Przede wszystkim konieczne jest stworzenie krajowego otoczenia regulacyjnego, bez którego realizacja dalszych kroków jest niemożliwa. Obecnie odpowiednie przepisy są na etapie tworzenia i konsultacji, a ich wdrożenia można spodziewać się w 2023 r.

Następnie należy wykreować właściwe mechanizmy i struktury finansowania projektów inwestycyjnych, by powstał transparentny system wsparcia, który rozwine stronę podażową projektów, tak jak to miało miejsce w wypadku rynku OZE czy obecnie rynku elektromobilności.

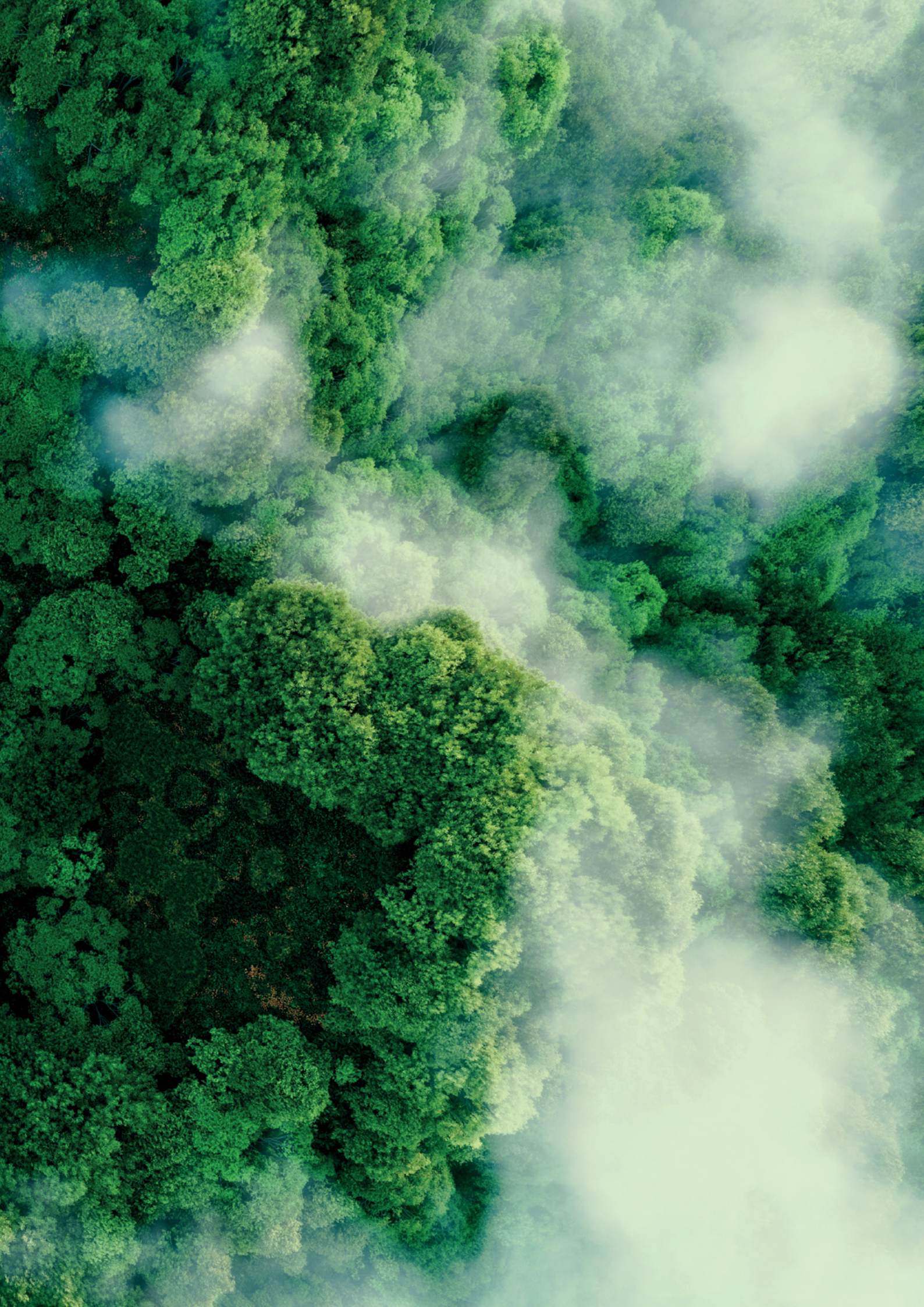
Z punktu widzenia instytucji finansowej równie istotne jest, by system pomocowy uwzględniał ceny gwarantowane, co pozwoli dokładniej oszacować ryzyko kredytowe i zachować większą realność modelu finansowego danego projektu.

Reasumując, projekty wodorowe, w strukturyzacji których uczestniczymy i którym jako Bank Ochrony Środowiska bardzo kibicujemy, najpierw muszą osiągnąć etap inwestowalności (ang. *investability*), aby potem móc dotrzeć do etapu bankowalności (ang. *bankability*).

Niemniej jestem przekonany, że stanie się to szybciej niż dzisiaj wydaje się wielu obserwatorom. W przyszłym roku, o tej porze chciałbym, abyśmy mogli mówić o co najmniej kilku projektach w pierwszej grupie i co najmniej o jednym w drugiej.

Wojciech Hann

Były Prezes Zarządu Banku Ochrony Środowiska S.A.
(listopad 2022)



3 Czy Polska to dobre miejsce dla zielonego wodoru?

Ryzyko przeregulowania rynku

Przed prawodawcą stoi zatem zadanie wdrożenia na gruncie krajowym przepisów unijnych przy równoczesnym uwzględnieniu lokalnej specyfiki rynku. Pilna potrzeba dekarbonizacji szeregu sektorów zbiega się w czasie z kryzysem energetycznym, który destabilizując rynek surowców uczynił atrakcyjniejszymi inwestycje w niezależność energetyczną, jaką dają projekty OZE i wodoru odnawialnego. Przez swój potencjał dekarbonizacyjny technologie wodorowe zasługują na to, by na gruncie regulacyjnym traktować je ze szczególną uwagą.

Stworzenie stabilnych ram otoczenia regulacyjnego nie powinno być jednak mylone z **nadmierną aktywnością prawodawcy – przeregulowaniem**. Istnieje dość powszechny konsensus, że nie powinno się odwoływać do już istniejących na rynku gazu ziemnego zasad, takich jak TPA czy unbundling, oraz nie traktować wodoru tak, jak traktowany jest dojrzały rynek gazu, funkcjonujący na zasadach koncesji. Dlatego bardzo ważne będą ostateczne zapisy udostępnionego do konsultacji projektu nowelizacji Ustawy PE (październik 2022). Zakłada on dość daleko idące koncesjonowanie działalności magazynowej i przesyłowej, a także zasady wyłączeń od obowiązku koncesyjnego faworyzujące silne kapitałowo przedsiębiorstwa, dysponujące infrastrukturą, która może zostać dostosowana do potrzeb logistyki wodoru. W trakcie powstawania raportu część branży wskazywała na istotne ryzyka wynikające z tak sformułowanych zapisów i postulowała ich modyfikację w kierunku ograniczającym bariery administracyjne.

Jeśli dynamiczny rozwój branży wodorowej rzeczywiście ma nastąpić w oparciu o zaspokojenie potrzeb rynkowych, co będzie możliwe dzięki początkowej stymulacji poprzez mechanizmy wsparcia, to powinna go cechować możliwie duża swoboda działania. Nie oznacza to, że należy pomijać np. aspekty bezpieczeństwa, ale kwestie te muszą być równoważone potrzebą **umożliwienia wdrożeń pierwszych projektów w możliwie krótkim terminie**. Od tempa wdrożeń będzie bowiem zależeć osiągnięcie kamienia milowego redukcji emisji wyznaczonego na 2030 r.



Czynniki wspierające dynamiczny rozwój rynku wodoru w Polsce

1 Konieczność dekarbonizacji przemysłu

Filary polskiego przemysłu ciężkiego, do których zaliczyć należy m.in. produkcję paliw, minerałów niemetalicznych, środków chemicznych oraz stali, generują aż 91 Mt CO₂ rocznie, czyli 22% całkowitych, krajowych emisji. W obliczu stopniowej redukcji liczby darmowych uprawnień do emisji oraz ich rosnących cen, a z drugiej strony domykającej się luki kosztów zatrudnienia pomiędzy Polską a państwami Europy Zachodniej, **dekarbonizacja może okazać się racją stanu polskiego przemysłu.** Jak wykazano w tym raporcie, zastąpienie nawet niewielkiej części zużywanego przez przemysł szarego wodoru jego zielonym odpowiednikiem będzie miało duży efekt w ujęciu wolumenowym oraz może stymulować wzrost zainteresowania wodorem w innych sektorach gospodarki.

2 Dynamiczne zmiany rynku transportu i logistyki

Prognozowany wzrost udziału nisko- i zeroemisyjnych środków transportu nie budzi zasadniczych wątpliwości. Komisja Europejska prognozuje, że w 2030 roku na drogach Wspólnoty poruszać będzie się minimum 30 mln takich pojazdów. O ile zdecydowaną większość będą stanowić elektryczne pojazdy bateryjne w segmencie aut osobowych, **perspektywy wodoru w ciężkim transporcie kołowym, kolejowym i morskim wydają się co najmniej dobre.** Na poziomie krajowym stworzeniu sieci tankowania i dystrybucji wodoru sprzyjać będzie relatywnie duże zainteresowanie samorządów (inwestycje w tabor miejski) i szerszy trend **wzmocnienia pozycji Polski jako hubu logistycznego,** opartego na zespole portowym w Gdańsku i Gdyni, terminalu intermodalnym w Małaszewiczach, a w dłuższej perspektywie na infrastrukturze towarzyszącej CPK.

W naszej ocenie Polska jest do pewnego stopnia „skazana” na rozwój gospodarki wodorowej. Tempo tego rozwoju będzie zależęć od podejmowanych decyzji, ale szereg czynników wewnętrznych i zewnętrznych predestynuje Polskę do wejścia na szybką ścieżkę rozwojową. W ramach analizy zidentyfikowaliśmy pięć kluczowych trendów.

3 Czy Polska to dobre miejsce dla zielonego wodoru?

3 Postępująca decentralizacja systemu elektroenergetycznego

Dynamiczny rozwój rozproszonego systemu wytwarzania energii z OZE będzie się wiązać z coraz większą potrzebą okresowego magazynowania. Częściowym rozwiązaniem problemu może być integracja sektorów energii (ang. *sector coupling*), ale zapewnienie stabilnego oraz elastycznego funkcjonowania KSE wymaga powstania odpowiedniej infrastruktury magazynowej.

Badania Instytutu Energetyki wskazują, że oprócz istniejących oraz stopniowo rozwijanych technologii, takich jak pompy ciepła, baterie elektrochemiczne, czy elektrownie szczytowo-pompowe, **rozwój gospodarki wodorowej może być istotnym czynnikiem umożliwiającym wzrost udziału energii odnawialnej w ogólnym bilansie zużycia energii elektrycznej.** Elektrolizery, ze względu na ich charakterystykę techniczną, są doskonałym zasobem regulacyjnym z punktu widzenia niezawodności dostaw energii i bezpieczeństwa sieci. Perspektywy wodoru w obszarze magazynowania powinny być dodatkowo wzmocnione planami rozwoju energetyki wiatrowej *off-shore* na Morzu Bałtyckim, z pierwszymi dostawami energii planowanymi na 2026 rok.

4 Konieczność dekarbonizacji ciepłownictwa

Ciepłownictwo odpowiada za ok. 1/3 zużycia energii pierwotnej oraz 1/5 krajowych emisji CO₂. Pomimo skali przez lata sektor ten był najbardziej zapomnianym obszarem energetyki w Polsce – pozostawał niedoinwestowany, przestarzały technologicznie i nierentowny. Wzrost cen uprawnień do emisji CO₂ oraz kryzys wywołany wojną w Ukrainie **postawiły polskie ciepłownictwo systemowe pod ścianą.** Obecnie właściciele aktywów ciepłowniczych, czyli przede wszystkim samorządy, nerwowo poszukują nowej koncepcji funkcjonowania przy jednoczesnej dekarbonizacji sektora. Główną osią dekarbonizacji będzie najpewniej elektryfikacja, zwłaszcza że pakiet Fit for 55 wymaga udziału ciepła z OZE w nowych budynkach na poziomie 49% już w 2030 roku. Zielony wódór może więc być istotnym uzupełnieniem na poziomie ciepłownictwa systemowego oraz indywidualnego.



Jak wodór może dekarbonizować polskie ciepłownictwo?

Wodór w sieciach gazowych



Najpowszechniejszą koncepcją dotyczącą wykorzystania wodoru w ciepłownictwie jest użycie go w roli zamiennika gazu ziemnego w indywidualnych oraz systemowych kotłach grzewczych. Daje to wysoką temperaturę spalania, ale stwarza wyzwania natury technicznej będące pochodną właściwości fizykochemicznych samego wodoru (reakcja z metalami, penetracja połączeń sieci przesyłowej, niska gęstość energii w ujęciu wolumetrycznym etc.). Jako remedium proponowany jest blending, czyli mieszanie gazu ziemnego z wodorem. Seria pilotaży takiego rozwiązania (projekt HyDeploy) jest realizowana w Wielkiej Brytanii. Ostatni z nich zakończył się w sierpniu 2022 roku w miejscowości Winlaton. Dostawa wodoru z gazem ziemnym w proporcji 20:80 była realizowana przez operatora Northern Gas Networks. W pilotażu trwającym 11 miesięcy brała udział szkoła podstawowa, kościół oraz 668 domów mieszkalnych. Mieszanina dostarczana była do klientów końcowych tak jak dostarczany był gaz ziemny - z przeznaczeniem na cele ciepłownicze oraz użytkowe.

Wodór jako paliwo dla kotłów



Wykorzystanie mieszanin z gazem, jak i wodoru jako jedynego paliwa, jest przewidziane przez producentów kotłów klasy przemysłowej (1-38 MWt). Rozwiązania te napotykają na problem braku dostępności paliwa do pracy ciągłej, więc są wyposażane w alternatywne paleniska do spalania lekkich olejów, biogazu etc. Takie urządzenia są już instalowane w Polsce, np. w Elektrociepłowni w Elblągu.

Wodór jako paliwo dla turbin



Na rynku oferowane są też turbiny zdolne do spalania wodoru w jednorodnej mieszaninie (100%). Jednym z projektów, który zakłada jej wykorzystanie, jest rozwijany przez RWE w Niemczech H2GT-Lingen. Ma wykorzystywać turbinę (Kawasaki Heavy Industries GPB300 / L30A) o mocy elektrycznej 34MWe, sprawności >40%, a więc klasy F. Wodór w poligeneracji/jako uzupełnienie elektryfikacji, a także wszystkie opisane powyżej rozwiązania, napotyka na podstawowy problem, jakim jest brak dostępnej technologii wielkoskalowego magazynowania wodoru. Zarówno kotły, jak i turbiny gazowe zużywają tak dużą ilość paliwa, że choć istnieją techniczne możliwości ich implementacji, nie są wdrażane komercyjnie.

Wodór w układach poligeneracyjnych



Ciekawą alternatywą wykorzystania wodoru w ciepłownictwie są układy poligeneracyjne, zwłaszcza w rejonach geograficznych o ograniczonej dyspozycji OZE (PV). Tam występuje konieczność przeskalowania mocy zainstalowanych ponad rzeczywiste potrzeby, aby nawet w okresie zimowym uzyskać energetyczne zaspokajanych w pierwszej kolejności przez urządzenia zasilane energią elektryczną. Jednym ze sposobów utylizacji pełnej mocy wytwórczej instalacji OZE w momentach szczytu produkcji (peak) jest wytwarzanie wodoru na potrzeby lokalnego popytu (np. w przemyśle lub transporcie). Dodatkowo elektrolizery produkujące wodór mogą być wykorzystywane jako źródło ciepłej energii odpadowej. Nie jest to zatem „użycie” wodoru na potrzeby ciepłownicze, ale raczej wykorzystanie rozwiązania systemowego, które stwarza optymalne warunki do jego wytwarzania. Projekty tego typu są już rozwijane w Polsce, a ich szersza prezentacja na forum publicznym jest oczekiwana w 2023 roku.

3 Czy Polska to dobre miejsce dla zielonego wodoru?

5 Wymogi taksonomii UE

W kwietniu 2021 r. KE opublikowała ostateczny akt delegowany w ramach szerszego pakietu UE dotyczącego zrównoważonego finansowania. Głównym celem taksonomii jest danie inwestorom narzędzi do identyfikacji zrównoważonych możliwości inwestycyjnych i skierowania finansowania na projekty zgodne z założeniami Europejskiego Zielonego Ładu. Przedsiębiorstwa prowadzące działalność w sposób przyjazny dla środowiska mogą liczyć na dodatkowe preferencje w zakresie finansowania - zarówno przez sektor prywatny, jak i publiczny.

Akt ten w sposób jednoznaczny określa działalność w obszarze gospodarki wodorowej jako spójną z celami wynikającymi z taksonomii oraz częściowo precyzuje wymagane parametry. Dla polskich przedsiębiorstw oznacza to, że zaangażowanie w rynek zielonego wodoru (w różnych fragmentach łańcucha wartości) będzie przekładać się na łatwiejszy dostęp do kapitału czy też możliwość udziału w międzynarodowych łańcuchach dostaw.





Co to jest sector coupling?

Charakterystyczną cechą (oraz wyzwaniem) systemu opartego na odnawialnych źródłach energii jest jednoczesna decentralizacja i nieregularność wytwarzania energii. Rozwiązaniem tego problemu ma być strategia łączenia sektorów (ang. *sector coupling*), czyli optymalizacja przepływów energii pomiędzy przemysłem, transportem oraz budownictwem w sposób stabilizujący pracę sieci elektroenergetycznej.

W myśl koncepcji sector coupling okresowe nadwyżki produkcji energii z OZE powinny być absorbowane przez urządzenia pozwalające na jej przechowanie i późniejsze wykorzystanie - np. przez flotę pojazdów elektrycznych stanowiących rozproszony system magazynujący energię czy w systemach chłodniczych wykorzystujących bezwładność termiczną poprzez ograniczenie zużycia prądu w okresach jego wyższych cen. Istotnym elementem ma być również system ciepłowniczy, który w miarę popularyzacji elektrycznych pomp ciepła ma stawać się coraz skuteczniejszym mechanizmem pochłaniającym okresowy nadmiar energii. Kluczem do skutecznego wdrożenia strategii łączenia sektorów będzie więc powszechna elektryfikacja końcowego zużycia energii oraz rozwój technologii magazynowania i konwersji prądu m.in. na paliwo bądź ciepło (Power-2-X).

Przyjęta przez Komisję Europejską w lipcu 2020 roku strategia na rzecz integracji systemów energetycznych wskazuje **38 działań koniecznych do pogłębienia powiązań energetycznych pomiędzy sektorami**. **Między innymi** określa wytyczne dla państw członkowskich dotyczące polityki fiskalnej i wsparcia finansowego inwestycji w obszarze efektywności energetycznej. Założenia KE przekładają się na konkretne cele, które Polska powinna osiągnąć do 2050 roku:

80% / 7%

ogrzewania indywidualnego/
systemowego w systemie
Power-to-Heat (P2H)

82%

udział samochodów
elektrycznych

85%

spadek emisji CO₂

85%

produkcji energii z OZE

42%

zapotrzebowania na gaz pokryte
przez zielony wodór



4

Modele
rozwoju rynku

Polski zielony wodór potrzebuje przyspieszenia

Pozycja startowa Polski u progu rewolucji wodorowej wydaje się dobra. Od lat pozostajemy wiodącym w Europie producentem i konsumentem szarego wodoru wykorzystywanego przez przemysł. Zastąpienie go zielonym będzie stanowiło wyzwanie kapitałowe i organizacyjne, ale to wciąż dużo łatwiejsze zadanie, niż budowanie popytu „od zera”.

Z drugiej strony polska branża wodorowa **wciąż znajduje się w fazie dyskusji nad kierunkami rozwoju** oraz oczekuje wiążących decyzji instytucji unijnych w zakresie rozwiązań regulacyjnych. Lista przedsięwzięć podejmujących realne działania inwestycyjne jest bardzo krótka i jest to głównie sektor transportowy. **Brakuje konkretnych zobowiązań w zakresie dekarbonizacji przemysłu i chemii**, a status prac nad krajowym systemem wsparcia nie jest publicznie znany. Część państw członkowskich UE już dziś wydaje się być **bardziej zaawansowana w procesie rozwoju tego rynku**. Wielu interesariuszy w Europie Zachodniej, dostrzegając dominujące trendy rozwojowe podejmuje konkretne działania i zobowiązania. Tylko w drugiej połowie 2022 roku:

- ▶ Holandia zdecydowała się wesprzeć 7 wielkoskalowych projektów wytwarzania zielonego wodoru (o łącznej mocy 1,1 GW) kwotą blisko 800 mln EUR pomocy publicznej. Projekty te posiadają status IPCEI, a wśród inwestorów znajdują się m.in. Shell, Air Liquide, Ørsted czy Engie
- ▶ BASF poinformował o zgodzie KE na pomoc publiczną rządu niemieckiego w wysokości 134 milionów EUR dla projektu instalacji wytwarzania zielonego wodoru w Ludwigshafen (56 MW)
- ▶ Uniper wybrał wykonawcę projektu FEED dla projektu H2Maasvlakte (100 MW w 2025 r. i 500 MW w 2030 r.) zlokalizowanego w porcie w Rotterdamie
- ▶ Wiodący producenci stali z aktywami zlokalizowanymi w Europie przedstawili mapy drogowe/plany dekarbonizacji procesów produkcyjnych
- ▶ Niemcy uruchomiły pierwszy w Europie system wsparcia (mechanizm H₂ Global) mający umożliwić import zielonego wodoru spoza terenu UE począwszy od 2025 roku
- ▶ Wiodący dostawcy technologii elektrolizy zapowiedzieli inwestycje w wielkoskalowe moce produkcyjne (m.in. potwierdzenie projektu „gigafabryki” Cummins i Iberdrola w Hiszpanii)

Chcąc nadążyć za europejskimi liderami Polska musi znacząco przyspieszyć wysiłki na rzecz rozwoju rynku zielonego wodoru. Wg autorów raportu polski model rozwoju powinien łączyć dwa podejścia: **top-down** (centralna rola państwa i jego organów; odgórne planowanie) oraz **bottom-up** (aktywność samorządów i MŚP, inicjatywa oddolna).

4 Modele rozwoju rynku

Model rozwoju top-down

Model ten zakłada wiodącą rolę państwa, które wdraża odpowiednie regulacje i akty normatywne, dysponuje dużymi środkami publicznymi oraz realizuje poszczególne działania poprzez kontrolowane przez siebie podmioty, przede wszystkim spółki skarbu państwa.

Podstawową zaletą modelu top-down jest możliwość działania na poziomie makro - wyznaczania kierunków rozwojowych, stymulowania całych branż oraz mobilizowanie bardzo dużych zasobów finansowo-organizacyjnych. W przypadku powstających dopiero sektorów gospodarki działania te są często niezbędne do zaktywizowania sektora prywatnego i wywołania efektu kuli śnieżnej.

Z drugiej strony model top-down obarczony jest większością wad związanych z centralnym sterowaniem, m.in. wydłużonym procesem decyzyjnym, uzależnieniem od warunków politycznych czy biurokracji, a także gorsetem prawno-administracyjnym. W efekcie zbyt duże skupienie decyzyjności w rękach centralnych ośrodków władzy paradoksalnie może spowalniać lub utrudniać rozwój branży w niektórych segmentach rynku.

Pomimo oczywistych wyzwań rozwój polskiego rynku wodoru jest jednak w dużej mierze uzależniony od działań podejmowanych w ramach tego modelu. Wymusza to wczesny etap rozwoju branży i związane z tym ryzyko oraz zapotrzebowanie na kapitał, ale również sama struktura krajowej gospodarki. Polski przemysł, który powinien stać się głównym źródłem popytu na zielony wodór w najbliższej dekadzie, jest zdominowany przez spółki kontrolowane przez skarbu państwa. Jeżeli największe spółki chemiczne i paliwowe mają podjąć olbrzymi wysiłek inwestycyjny to musi być on akceptowany i wspierany na poziomie właścicielskim.

W ramach modelu top-down wskazujemy pięć priorytetów, tj. działań możliwych do realizacji w ciągu najbliższych 12 miesięcy, które mogą pozytywnie wpłynąć na tempo rozwoju oraz długoterminowy potencjał branży wodorowej w Polsce.



Działania priorytetowe w modelu top-down

Priorytet 1

Uchwalenie Prawa Wodorowego

Wyzwanie:

Brak klarownych zasad działania dla podmiotów w całym łańcuchu wartości gospodarki wodorowej powoduje ograniczoną aktywność przedsiębiorstw oraz wstrzymanie procesów decyzyjnych.

Cel:

Prawo Wodorowe, czyli potoczna nazwa całego katalogu ustaw wymagających nowelizacji, jest pilnym wyzwaniem legislacyjnym wymagającym przyspieszenia (w tym przede wszystkim nowelizacja Ustawy Prawo Energetyczne). O ile podstawowym celem jest stworzenie dobrych i stabilnych regulacji, to równie ważne będzie efektywne procedowanie projektów i budowanie szerokiej kołacji poparcia. Ewentualne wydłużenie procesu legislacyjnego będzie skutkowało „stanem zawieszenia” w branży wodorowej, chociaż trzeba zauważyć, że tworzenia regulacji krajowych nie ułatwia równie powolny proces legislacyjny na poziomie UE.

Termin:

3/4 kwartał 2023

Interesariusze:

MKiŚ, Sejm RP, podmioty biorące udział w konsultacjach publicznych

Priorytet 2

Opracowanie krajowego systemu wsparcia produkcji wodoru

Wyzwanie:

Brak mechanizmu wsparcia finansowego ogranicza chęć inwestycji przez przedsiębiorstwa w zdolności produkcyjne, a także de facto uniemożliwia pozyskanie finansowania dłużnego na rynku komercyjnym.

Cel:

Konieczne jest przygotowanie i uzgodnienie z rynkiem projektu systemu wsparcia, który byłby klarownym sygnałem w zakresie preferowanych technologii produkcji oraz poziomu wsparcia. Ostateczne wdrożenie systemu będzie wymagało przejścia całej ścieżki legislacyjnej z notyfikacją na poziomie KE włącznie (horyzont wykraczający poza 2023 r.). Samo uzgodnienie szczegółowego projektu pozwoli na zainicjowanie procesów inwestycyjnych po stronie potencjalnych inwestorów.

Termin:

2/3 kwartał 2023

Interesariusze:

MKiŚ, Sejm RP, podmioty biorące udział w konsultacjach publicznych

4 Modele rozwoju rynku

Priorytet 3

Przygotowanie mapy drogowej zielonego wodoru w polskim przemyśle

Wyzwanie:

Brak publicznie komunikowanych planów inwestycyjnych w obszarze zielonego wodoru stawia pod znakiem zapytania proces dekarbonizacji polskiego przemysłu w perspektywie 2030 roku oraz utrudnia zabezpieczenie funduszy UE na ten cel. Stoi to w pewnej sprzeczności z aktywnością wielu firm w Europie Zachodniej i Północnej, które w ostatnim czasie mocno zintensyfikowały prace nad wykorzystaniem zielonego wodoru w swoich strategiach dekarbonizacyjnych.

Cel:

Rekomendujemy opracowanie planu dekarbonizacji trudnych do zelektryfikowania sektorów przemysłu, tj. branży rafineryjnej oraz chemicznej. Konieczna jest ocena kompetencji i zasobów, wariantowe wyznaczenie celów wolumenowych oraz zainicjowanie prac koncepcyjnych nad konkretnymi projektami. Ich ostateczna realizacja będzie warunkowana wieloma czynnikami (w tym np. systemem wsparcia), ale przemysł powinien być gotowy do szybkiego podjęcia konkretnych działań.

Termin:

2 kwartał 2023

Interesariusze:

MAP, MKIŚ, Grupa ORLEN, Grupa Azoty

Priorytet 4

Intensyfikacja prac koncepcyjnych w obszarze logistyki wodoru

Wyzwanie:

W scenariuszu szybkiego rozwoju rynku wodoru w UE już latach 20. XXI wieku może pojawić się potrzeba inwestycji w wielkoskalową infrastrukturę wodorową, w szczególności w przesył i magazynowanie.

Cel:

Należy kontynuować i intensyfikować prowadzone dotychczas przez PGNIG oraz GAZ-SYSTEM prace analityczne i koncepcyjne dotyczące możliwości przesyłania wodoru w KSP i sieciach dystrybucyjnych, a także budowy odpowiedniego systemu przesyłowego dla wodoru (również w ramach inicjatywy European Hydrogen Backbone). Konieczne jest przeprowadzenie pogłębionej analizy możliwości i zasadności wielkoskalowego magazynowania wodoru w kawernach solnych, zwłaszcza w perspektywie uruchomienia projektów offshore po 2026 r. Analogicznie do Priorytetu 3 nadrzędnym celem jest przygotowanie wariantowych koncepcji działania, które pozwolą na szybkie rozpoczęcie prac w przypadku podjęcia decyzji inwestycyjnych.

Termin:

2023

Interesariusze:

MAP, Pełnomocnik Rządu do spraw Strategicznej Infrastruktury Energetycznej, GAZ-SYSTEM, Grupa ORLEN, Gas Storage Poland, Polska Spółka Gazownictwa

Priorytet 5

Skoncentrowanie wsparcia rozwoju krajowego potencjału technologicznego

Wyzwanie:

Dotychczas polskie podmioty były nieobecne w łańcuchu wartości dostawców technologii produkcji i logistyki zielonego wodoru. Jeżeli w ciągu 2-3 lat nie pojawią się firmy zdolne do konkurowania na międzynarodowym rynku, krajowa branża wodorowa będzie wyłącznie biorcą technologii, a wkład lokalny w projekty inwestycyjne ograniczy się do prac budowlanych.

Cel:

Konieczna jest identyfikacja projektów badawczych/ inicjatyw komercyjnych o relatywnie dużym potencjale rozwojowym oraz zagwarantowanie im stabilnego wsparcia (jeżeli jest wymagane). Tego typu działania są już prowadzone, natomiast dostępne zasoby muszą koncentrować się na inicjatywach o największym potencjale wdrożeniowym.

Termin:

2023

Interesariusze:

NCBiR, Łukasiewicz IChP, Instytut Energetyki, podmioty członkowskie dolin wodorowych



4 Modele rozwoju rynku

Model rozwoju bottom-up


Model top-down - pomimo iż niezbędny we wczesnej fazie rozwoju rynku wodoru, nie jest w stanie odpowiedzieć na wszystkie identyfikowane wyzwania. W wielu przypadkach, zwłaszcza w ciepłownictwie oraz transporcie, to interesariusze na poziomie lokalnym najlepiej znają okoliczności rynkowe, które sprzyjają inwestycjom w zielony wodór.

Kluczowa rola samorządów, MŚP, organizacji lokalnych zakłada model rozwoju rynku bottom-up. Bo to lokalne podmioty rozpoczynają inwestycje i budują wokół siebie pełne ekosystemy wodorowe, potencjalnie obejmujące cały łańcuch wartości: produkcję energii z OZE, elektrolizę, magazyny energii, zagospodarowanie ciepła i pary technologicznej, produkcję i zużycie e-paliw.

Podstawową zaletą tego podejścia jest bardzo dobre dopasowanie prowadzonych działań do realnych potrzeb, bo lokalni interesariusze zazwyczaj doskonale rozumieją, z jakimi problemami się mierzą i czego oczekują od nowych rozwiązań/technologii, a także starannie planują wydatki inwestycyjne. Dodatkowo model bottom-up doskonale wpisuje się w szerszy postulat demokratyzacji energetyki, w którym poszczególni uczestnicy rynku mają równy dostęp do zasobów energetycznych.

Zgodnie z Ustawą Prawo Energetyczne obowiązkiem samorządu jest zaopatrzenie mieszkańców w ciepło oraz zapewnienie innych usług komunalnych, takich jak transport publiczny, gospodarka wodno-ściekowa czy odpadowa. Dlatego samorząd ma wyjątkowo dogodne warunki do rozwoju gospodarki wodorowej. Jednocześnie jest beneficjentem znacznej części wpływów podatkowych, co czyni go naturalnym interesariuszem, który pobudza i stymuluje rozwój gospodarczy w skali lokalnej. W związku z tym, że z jednej strony samorząd jest obciążony realizacją obowiązków wobec mieszkańców, a z drugiej kreuje rozwój gospodarczy, jako podmiot stabilny i przewidywalny jest wyjątkowo atrakcyjnym partnerem dla sektora finansowego.

W procesie transformacji energetycznej to właśnie samorząd ma dogodne warunki, aby tworząc układy poligeneracyjne (wytwarzanie w skojarzeniu energii elektrycznej, ciepła, chłodu, wodoru lub jego pochodnych) być kreatorem tzw. zielonych stref przemysłowych, terenów, na których inwestor przemysłowy ma zagwarantowany dostęp do całego zaplecza mediów zgodnych z kryteriami taksonomicznymi. Dla inwestora oznacza to długoterminową odporność regulacyjną, stabilność funkcjonowania biznesu, a przede wszystkim uwolnienie się od wahań cen energii.



Proponowany kierunek zmian jest próbą odpowiedzi na wyzwania systemowe, przed którymi już dziś stoją polskie samorzady. Ciepłownictwo, oparte niemal w całości na węglu, wymaga wymiany generacyjnej nie tylko ze względu na uwarunkowania makroekonomiczne (ceny uprawnień do emisji CO₂ czy dostępność i koszt samego surowca), ale również z powodu osiągnięcia zaplanowanego cyklu życia instalacji. Polityka klimatyczna UE wymusza oparcie ciepłownictwa na energii odnawialnej, którą tylko w ograniczonym zakresie są w stanie realizować takie technologie jak np. biomasa. Niesterowalny charakter źródeł odnawialnych w połączeniu z koniecznością ich przeskalowania wynikającą z warunków pogodowych w Polsce sprawia, że wykorzystanie instalacji wodoru odnawialnego do bilansowania systemu stanowi ciekawą alternatywę dla samorządów i pozwoli im oferować wodór po konkurencyjnych cenach np. do celów transportowych czy przemysłowych.

Działania samorządów podejmowane w obszarze gospodarki wodorowej powinny móc liczyć na wsparcie na poziomie centralnym – istotną rolę mają do odegrania różnego rodzaju mechanizmy gwarancyjne, które mogłyby redukować ryzyko ponoszone przez instytucje kredytujące projekty samorządowe.

W przypadku modelu bottom-up trudno jest sformułować konkretne priorytety wdrożeniowe w krótkoterminowej perspektywie. Efektywny rozwój rynku w tym podejściu wymaga wysokiego poziomu zaufania i kapitału społecznego, kultury innowacji czy sprawdzonych mechanizmów współpracy biznesu z samorządem. **Jego wdrożenie w ramach rynku wodoru jest więc działaniem długoterminowym wymagającym zmiany mentalnej oraz wzmocnienia wielu kompetencji na poziomie samorządu i MŚP.**

Kluczowe mogą się okazać pierwsze wdrożenia. Samorzady, które z sukcesem wdrożą strategię dekarbonizacyjną uwzględniającą produkcję i wykorzystanie zielonego wodoru z pewnością „przetną szlaki” i szybko znajdą naśladowców.

Autorzy



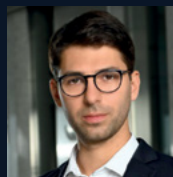
Business Consulting



Jarosław Wajer

Partner EY, Lider doradztwa dla sektora energetycznego oraz w zakresie zrównoważonego rozwoju w Polsce i w regionie CESA

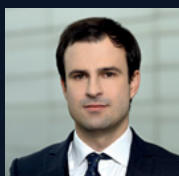
Jaroslaw.Wajer@pl.ey.com



Marcin Zięba

Menedżer EY Polska
Ekspert transformacji biznesowej i zrównoważonego rozwoju

Marcin.Zieba@pl.ey.com



Krzysztof Dzieciolowski

Menedżer EY Polska
Ekspert transformacji biznesowej i zrównoważonego rozwoju

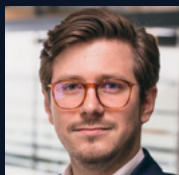
Krzysztof.Dzieciolowski@pl.ey.com



Michał Pstrokoński

Konsultant EY Polska
Ekspert ds. transformacji biznesowej i optymalizacji procesów biznesowych

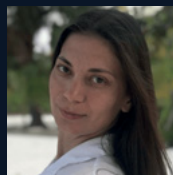
Michal.Pstrokonski@pl.ey.com



Michał Sasiad

Menedżer EY Polska
Ekspert ds. projektów infrastrukturalnych

Michal.Sasiad@pl.ey.com



Nadzeya Viktorovich

Analitik EY Knowledge Polska
Ekspert w zakresie technologii i innowacji w sektorze energetycznym

Nadzeya.Viktarovich@pl.ey.com



Tomoho Umeda

Założyciel i Prezes Zarządu spółki Hynfra
Przewodniczący Komitetu Technologii Wodorowych KIG
Członek Zarządu Stowarzyszenia Hydrogen Poland

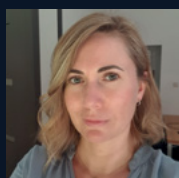
Tomoho.Umeda@hynfra.pl



Aleksander Naumann

Ekspert spółki Hynfra
Specjalista w zakresie technologii
wodorowych

Aleksander.Naumann@hynfra.pl



Sylwia Schab

Kierownik projektu w spółce Hynfra
Zarządzanie projektami inwestycyjnymi

Sylwia.Schab@hynfra.pl

O firmie EY

EY jest światowym liderem rynku usług profesjonalnych obejmujących usługi audytorskie, doradztwo podatkowe, doradztwo biznesowe i doradztwo transakcyjne. Nasza wiedza oraz świadczone przez nas najwyższej jakości usługi przyczyniają się do budowy zaufania na rynkach kapitałowych i w gospodarkach całego świata. W szeregach EY rozwijają się utalentowani liderzy zarządzający zgranymi zespołami, których celem jest spełnianie obietnic składanych przez markę EY. W ten sposób przyczyniamy się do budowy sprawniej funkcjonującego świata. Robimy to dla naszych klientów, społeczności, w których żyjemy i dla nas samych. Nazwa EY odnosi się do firm członkowskich Ernst & Young Global Limited, z których każda stanowi osobny podmiot prawny. Ernst & Young Global Limited, brytyjska spółka z odpowiedzialnością ograniczoną do wysokości gwarancji (Company limited by guarantee) nie świadczy usług na rzecz klientów. Informacje na temat sposobu gromadzenia przez EY i przetwarzania danych osobowych oraz praw przysługujących osobom fizycznym w świetle przepisów o ochronie danych osobowych są dostępne na stronie ey.com/pl/pl/home/privacy.

O firmie Hynfra

Hynfra jest integratorem technologii, pozwalających osiągnąć niezależność i efektywność energetyczną. Pośredniczy w pozyskiwaniu i projektowaniu optymalnych instalacji do produkcji i wykorzystania wodoru odnawialnego, przez generalne wykonawstwo takich projektów aż po wsparcie inwestorów w kwestiach obsługi i utrzymania procesów technologicznych na nowych instalacjach.

Misją firmy Hynfra jest dążenie do osiągnięcia neutralności klimatycznej dzięki wykorzystaniu potencjału odnawialnego wodoru oraz jego derywatów, takich jak amoniak czy metanol. Portfolio Hynfry opiera się na czterech filarach: przemysłowym, amoniakalnym, komunalnym i magazynowania energii. Swoją ofertę firma kieruje głównie do przedsiębiorstw oraz sektora samorządowego.

Hynfra oferuje wdrożenie najnowszych dostępnych rozwiązań technologicznych związanych z wytwarzaniem, magazynowaniem oraz wykorzystaniem wodoru. Współpracuje na tym polu z kilkudziesięcioma partnerami technologicznymi, zaliczonymi do światowej czołówki producentów i dostawców z całego łańcucha wartości gospodarki wodorowej.

Hynfra posiada wysoko wykwalifikowany zespół inżynierów, a także kadrę menadżerską z wieloletnim doświadczeniem w prowadzeniu największych w Polsce inwestycji w sektorach przemysłu, chemii i energetyki zawodowej. Członkowie i doradcy zarządu są autorami konsolidacji polskiego sektora chemicznego oraz brali udział w największych transakcjach na rynku kapitałowym w kraju. Ekspert Hynfry są zaangażowani w pracę wiodących europejskich stowarzyszeń branżowych oraz działania na rzecz rozwoju otoczenia regulacyjnego gospodarki wodorowej w Polsce i Europie.

Aktualnie spółka rozwija projekty obejmujące rozwój dużych instalacji wodoru i amoniaku w Polsce, Portugalii, Zjednoczonych Emiratach Arabskich, Omanie i Jordanii.

EY | Building a better working world

Celem działalności EY jest budowanie lepiej funkcjonującego świata - poprzez wspieranie klientów, pracowników i społeczeństwa w tworzeniu trwałych wartości - oraz budowanie zaufania na rynkach kapitałowych.

Wspomagane przez dane i technologię, zróżnicowane zespoły EY działające w ponad 150 krajach, zapewniają zaufanie dzięki usługom audytorskim oraz wspierają klientów w rozwoju, transformacji biznesowej i działalności operacyjnej.

Zespoły audytorskie, consultingowe, prawne, strategiczne, podatkowe i transakcyjne zadają nieoczywiste pytania, by móc znaleźć nowe odpowiedzi na złożone wyzwania, przed którymi stoi dziś świat.

Nazwa EY odnosi się do firm członkowskich Ernst & Young Global Limited, z których każda stanowi osobny podmiot prawny. Ernst & Young Global Limited, brytyjska spółka z odpowiedzialnością ograniczoną do wysokości gwarancji (company limited by guarantee) nie świadczy usług na rzecz klientów. Informacje na temat sposobu gromadzenia przez EY i przetwarzania danych osobowych oraz praw przysługujących osobom fizycznym w świetle przepisów o ochronie danych osobowych są dostępne na stronie ey.com/pl/pl/home/privacy. Firmy członkowskie EY nie prowadzą praktyki prawniczej, jeśli jest to zabronione przez prawo lokalne.

Aby uzyskać więcej informacji, wejdź na www.ey.com/pl

© 2023 EYGM Limited.

Wszelkie prawa zastrzeżone.

SCORE: 00698-162

ED None

Niniejsza publikacja została sporządzona z należytą starannością, jednak z konieczności pewne informacje zostały podane w skróconej formie. W związku z tym publikacja ma charakter wyłącznie orientacyjny, a zawarte w niej dane nie powinny zastąpić szczegółowej analizy problemu lub profesjonalnego osądu. EY nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek straty powstałe w wyniku czynności podjętych lub zaniechanych na podstawie niniejszej publikacji. Zalecamy, by wszelkie przedmiotowe kwestie były konsultowane z właściwym doradcą.

ey.com/pl