



ANALIZA POTENCJAŁU

RYNKU NIEMIECKIEGO W OBSZARZE GOSPODARKI OPARTEJ NA *WODORZE*



Przygotowano dla



URZĄD MARSZAŁKOWSKI
WOJEWÓDZTWA WIELKOPOLSKIEGO



GO GLOBAL GROUP

Mariusz Stryżko

ul. Żytnia 15a/2

01-014 Warszawa

NIP: 113-26-68-830

REGON: 146057900

Przedmowa

Istotne przemiany w funkcjonowaniu światowych gospodarek oraz wynikające z nich działania regulacyjne związane z kurczącymi się zasobami paliw kopalnych oraz wymogiem ograniczania szkodliwych emisji powodują konieczność poszukiwania alternatywnych źródeł i nośników energii. W otoczeniu krajów europejskich przemiany te są napędzane przede wszystkim restrykcjami ze strony Unii Europejskiej, która wyznacza kierunki w zakresie sprawiedliwej transformacji systemów energetycznych na całym kontynencie, prowadzącej do osiągnięcia celu w postaci zeroemisyjnej gospodarki. Kierunki działań w tym zakresie ujęte zostały m.in. w *Długoterminowej Strategii do roku 2050*. Zmiany, które mają pozwolić na osiągnięcie długoterminowych celów określonych w porozumieniu paryskim przewidują wykorzystanie wodoru jako jednego z filarów transformacji energetycznej.

Regionalne dokumenty strategiczne (Strategia Rozwoju Województwa Wielkopolskiego, Regionalna Strategia Innowacji, Strategia Promocji Województwa Wielkopolskiego) podkreślają, że duże znaczenie dla rozwoju Wielkopolski ma wzmacnianie szans na rynku globalnym.

Jednym z podstawowych warunków osiągnięcia sukcesu gospodarczego jest szerokie uczestnictwo w międzynarodowych procesach rynkowych. Zdobywanie nowych rynków zbytu, w tym poza unijnych, jest podstawą do zapewnienia rozwoju gospodarczego wielkopolskich przedsiębiorców, a w konsekwencji całego regionu.

Istotnym obszarem zainteresowania Województwa Wielkopolskiego jest konieczna transformacja energetyczna Europy, Polski i samego regionu. Władze województwa dostrzegają, analizują i planują działania związane z włączeniem odnawialnych źródeł energii do krajobrazu Wielkopolski. Wśród niskoemisyjnych źródeł energii dostrzegany jest również potencjał wodoru jako technologii przyszłości, która będzie miała istotny wpływ na transformację energetyczną światowych gospodarek.

Technologia wodorowa traktowana jest nie tylko jako możliwość w zakresie dekarbonizacji regionalnej gospodarki, ale również jako szansa na zwiększenie udziału wielkopolskich firm w wymianie międzynarodowej. Rozwój gospodarki opartej na wodorze stworzy bardzo duże szanse do wzrostu i rozszerzenia zakresu działalności wielu przedsiębiorstw, które prowadzą działalność w segmentach związanych z łańcuchem wartości¹ rynku wodoru, który ulegnie znacznej rozbudowie i rozwojowi w perspektywie najbliższych 10-20 lat.

W związku z tym, dokonano identyfikacji rynków perspektywicznych tj. Niemiec, Francji i Wielkiej Brytanii, które wykazują wspólne cechy – są globalnymi liderami w zakresie rozwoju gospodarki opartej na wodorze, a z racji ich położenia geograficznego dostęp do nich jest relatywnie łatwy.

¹ Łańcuch wartości rozumiany jest jako ciąg działań zmierzających do dostarczenia użytkownikowi finalnemu produktu, którego oczekuje oraz towarzyszących im działań zarządczych i doradczych (na potrzeby niniejszego opracowania obejmuje on łańcuch dostaw wodoru oraz różnego typu działania powiązane np. usługi doradcze, dostawy komponentów, usługi remontowe itp.).

Stanowią one istotną szansę do ekspansji zagranicznej wielkopolskich przedsiębiorców i związanych z nią zwiększenia i dywersyfikacji sprzedaży. Przed podjęciem decyzji o ekspansji konieczne jest jednak zapoznanie się z wymaganiami jakie stawiają nowe rynki.

Przygotowane opracowanie pn. „Analiza potencjału rynku niemieckiego w obszarze gospodarki opartej na wodorze” dotyczy warunków podejmowania działalności eksportowej na jednym z rynków perspektywicznych z punktu widzenia rozwoju gospodarki opartej na wodorze, którym są Niemcy. Oddana analiza ma być źródłem informacji dla mikro, małych i średnich przedsiębiorstw z wielkopolski, poszukujących nowych rynków zbytu dla swoich produktów i usług i dostrzegających potencjał w rozwijaniu swojej działalności w dziedzinie gospodarki opartej na wodorze.

Autorem niniejszego opracowania jest firma GO GLOBAL GROUP (www.goglobalgroup.pl) zajmująca się doradztwem biznesowym i wprowadzaniem przedsiębiorstw na zagraniczne rynki zbytu. Prace merytoryczne koordynował Tomasz Jasiński.

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI	4
SŁOWNIK POJEŃ	6
1. WPROWADZENIE DO WODORU	8
2. ANALIZA PODAŻY I POPYTU NA WODÓR W NIEMCZECH	11
2.1 Analiza popytu na wodór na rynku niemieckim.....	13
2.2 Analiza podaży wodoru na rynku niemieckim.....	15
3. ANALIZA ŁAŃCUCHA DOSTAW I WARTOŚCI NA RYNKU WODORU W NIEMCZECH	18
3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości na rynku wodoru	18
3.2 Krytyczne systemy dla rozwoju gospodarki opartej na wodorze	21
3.2.1 System wytwarzania wodoru.....	21
3.2.2 System magazynowania wodoru	24
3.2.3 System transportu i dystrybucji wodoru.....	25
3.3 Podmioty w łańcuchu dostaw na niemieckim rynku wodoru.....	27
3.4 Analiza SWOT w kontekście wejścia wielkopolskich MŚP na niemiecki rynek wodoru.....	32
4. KLUCZOWE CZYNNIKI ROZWOJU NIEMIECKIEGO RYNKU WODORU	35
4.1 Wiodące produkty lub usługi w niemieckiej gospodarce opartej na wodorze	35
4.1.1 Ogrzewanie budynków.....	37
4.1.2 Transport.....	41
4.1.3 Wytwarzanie energii	45
4.1.4 Magazynowanie energii	49
4.1.5 Przemysł.....	52
5. ANALIZA KONKURENCJI NA NIEMIECKIM RYNKU WODORU	55
5.1 Kluczowi konkurenci	57
5.2 Czynniki sukcesu	61
6. KIERUNKI ROZWOJU NIEMIECKIEGO RYNKU GOSPODARKI OPARTEJ NA WODORZE	65
6.1 Historia i dalsze kierunki rozwoju rynku gospodarki opartej na wodorze.....	65
6.2 Analiza stanu nauki i badań.....	67
6.3 Kluczowe projekty badawczo-rozwojowe	70
7. WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA NA NIEMIECKIM RYNKU GOSPODARKI OPARTEJ NA WODORZE	73

7.1	Analiza PESTEL rynku niemieckiego	73
7.2	Barierzy dostępu do rynku	78
7.3	Analiza stanu i otoczenia prawnego	81
7.3.1	Wytwarzanie wodoru	81
7.3.2	Magazynowanie wodoru	82
7.3.3	Transport i dystrybucja wodoru.....	82
7.4	Źródła finansowania i wsparcia projektów	83
7.5	Analiza ryzyka	88
7.6	Instytucje dedykowane wsparciu rozwoju technologii wodorowych	94

8. ZESTAWIENIE DZIAŁALNOŚCI, PRODUKTÓW I USŁUG PERSPEKTYWICZNYCH NA NIEMIECKIM RYNKU WODORU 102

9. OPINIE POLSKICH I NIEMIECKICH UCZESTNIKÓW GOSPODARKI WODOROWEJ - WYNIKI BADAŃ JAKOŚCIOWYCH 104

9.1	Wnioski- podsumowanie.....	104
-----	----------------------------	-----

SPIS RYSUNKÓW, TABEL I WYKRESÓW 107

SŁOWNIK POJĘĆ

BGK	Bank Gospodarstwa Krajowego
CAGR	Średnia roczna stopa wzrostu
CCUS	Wychwyt i utylizacja lub składowanie dwutlenku węgla
CIT	Podatek dochodowy
CO₂	Dwutlenek węgla
CPI	Inflacja konsumencka
Dyrektywa IED	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola)
Efekty skali	Obniżenie jednostkowych kosztów wytworzenia produktów lub usług związane ze zwiększaniem poziomu sprzedaży
EUR	Euro
kWh	Kilowatogodziny
Łańcuch dostaw	Wszelkie czynności związane z pozyskiwaniem surowców, transportem oraz przeróbką towarów, a także dostarczeniem produktu konsumentom (na potrzeby niniejszego opracowania obejmuje on produkcję, transport, magazynowanie oraz dystrybucję wodoru)
Łańcuch wartości	Ciąg działań zmierzających do dostarczenia użytkownikowi finalnemu produktu, którego oczekuje oraz towarzyszących im działań zarządczych i doradczych (na potrzeby niniejszego opracowania obejmuje on łańcuch dostaw wodoru oraz różnego typu działania powiązane np. usługi doradcze, dostawy komponentów, usługi remontowe itp.)
Mln	Milion
MŚP	Małe i średnie przedsiębiorstwa
MWh	Megawatogodziny

NCBiR	Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
OT	Systemy sterowania przemysłowego (operational technology)
PKB	Produkt krajowy brutto, miernik makroekonomiczny opisujący zagregowaną wartość wytworzonych dóbr i usług danego kraju w określonej jednostce czasu (najczęściej jednego roku)
PKB per capita	Produkt krajowy brutto w przeliczeniu na jednego mieszkańca
PLN	Polskie złote
Power-to-fuel	Technologia wykorzystująca energię elektryczną do produkcji paliw
Power-to-gas	Technologia wykorzystująca energię elektryczną do produkcji paliwa gazowego
Skalowanie działalności	Zwiększanie poziomu sprzedaży – zwiększanie liczny klientów, odbiorców usług
TWh	Terawatogodziny
Tys.	Tysiąc
WIPO	Światowa Organizacja Własności Intelektualnej

1. Wprowadzenie do wodoru

Wodór nie jest źródłem energii, ale chemicznym nośnikiem energii, zwanym również wektorem energii. Jako nośnik wykorzystywany jest do konwersji, magazynowania, a następnie uwalniania energii. Można go produkować między innymi przy użyciu wody i energii elektrycznej lub gazu ziemnego. Jedną z kluczowych zalet wodoru jako nośnika energii jest jego neutralny wpływ na środowisko. Wodór nie wytwarza gazów cieplarnianych, cząstek stałych, SO_x ani ozonu w warstwie przyziemnej. W przypadku zastosowania wodoru w ogniwie paliwowym nie emituje on w zasadzie nic poza wodą. Wodór można również łączyć z innymi pierwiastkami chemicznymi w celu produkcji tak zwanych „paliw wodorowych”, takich jak syntetyczny metan, amoniak, syntetyczne paliwa ciekłe i metanol.

Pomimo tego, że sam wodór jest neutralny dla środowiska, należy pamiętać o tym, że niektóre procesy wytwarzania wodoru emitują szkodliwe gazy, w tym w szczególności CO₂. Do opisu źródeł pochodzenia wodoru najczęściej stosuje się odniesienia do kolorów². Podsumowanie stosowanej nomenklatury wraz z odniesieniem do źródeł wodoru i wpływu procesu jego produkcji na środowisko zaprezentowano w poniższej tabeli.

Tabela 1 Nomenklatura stosowana do opisu źródeł pochodzenia wodoru³

Rodzaje wodoru	Sposób wytwarzania	Obecne wykorzystanie
Wodór zielony	Wytwarzany z wody w procesie elektrolizy przy użyciu odnawialnej energii elektrycznej (np. słońca, wiatru).	Na obecnym etapie stosowany głównie w projektach pilotażowych.
Wodór niebieski	Wytwarzany w procesie parowego reformingu metanu z wychwytywaniem, utylizacją i składowaniem dwutlenku węgla (CCUS), przy użyciu gazu ziemnego lub biomasy (a zatem z bardzo niską lub zerową emisją CO ₂).	Na obecnym etapie znajduje zastosowanie w licznych projektach demonstracyjnych. Technologia jest sprawdzona, ale wymaga przeskalowania do rozmiaru przemysłowego.
Wodór żółty (w niektórych źródłach: różowy)	Wytwarzany z wody w procesie elektrolizy przy użyciu energii jądrowej.	Na obecnym etapie stosowany głównie w projektach pilotażowych.

² J. Adolf et al., *Energy of the future? Shell Hydrogen Study*, Hamburg (2017), s. 6-11; Hydrogen Europe, *Hydrogen Basics*, [online], dostęp: 12.08.2020 < <https://hydrogeneurope.eu/hydrogen-basics-0> >.

³ Baker McKenzie, *Shaping tomorrow's global hydrogen market via de-risked investments*, Chicago (2020), s. 6; N. van Hulst, *The clean hydrogen future has already begun*, Międzynarodowa Agencja Energetyczna (2019), [online], dostęp: 12.08.2020 < <https://www.iea.org/commentaries/the-clean-hydrogen-future-has-already-begun> >.

Wodór szary	Produkowany w procesie parowego reformingu metanu bez wychwyty, utylizacji i składowania dwutlenku węgla (CCUS), z wykorzystaniem gazu ziemnego. Szary wodór wytwarza dużo CO ₂ .	Powszechne zastosowanie – odpowiada za większość stosowanego obecnie wodoru.
Wodór brązowy	Wytwarzany z węgla brunatnego w procesie zgazowania. Brązowy wodór wytwarza dużo CO ₂ .	Powszechnie stosowana technologia.
Wodór turkusowy	Wytwarzany w procesie pirolizy metanu.	Technologia znana lecz nie wykorzystywana powszechnie.
Wodór biały	Wytwarzany jako produkt uboczny.	Technologia stosowana powszechnie, ale w ograniczonym zakresie.

Jak wynika z powyższej tabeli wodór już dzisiaj jest powszechnie wykorzystywany w gospodarce - gospodarka wodorem tworzy już ogólnosiwiatowy rynek o wartości 100 mld USD. Wodór jest obecnie używany do produkcji paliw (50% rynku), nawozów sztucznych (43%) i w licznych procesach technologicznych (6%), takich jak produkcja szkła i stali oraz do wytwarzania różnych produktów spożywczych, jak np. margaryna. Wodór stosowany we wskazanych segmentach gospodarki pochodzi jednak z procesów mających szkodliwy wpływ na środowisko (wodór brązowy, szary)⁴.

Dopiero, gdy wodór jest wytwarzany przy użyciu energii ze źródeł odnawialnych może przyczynić się do obniżenia emisji gazów cieplarnianych, zwiększenia niezależności energetycznej i łagodzenia wyzwań związanych ze zmiennością i nieciągłością pracy systemów energii odnawialnej. Na obecnym etapie szacuje się jednak, że przekształcanie energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych w wodór, transport, przechowywanie i przetwarzanie z powrotem za pomocą ogniwa paliwowego pociąga za sobą 70% utratę pierwotnej zawartości energii⁵ (jak zawsze, podczas konwersji z jednej formy energii na inną występują straty wydajności). Oznacza to, że wodór jest wciąż istotnie droższy niż energia elektryczna lub gaz ziemny używany do jego produkcji. Już teraz istnieją jednak zastosowania, w których wodór może być w przyszłości używany z dużą wydajnością. Zielony wodór ma szansę znaleźć powszechne zastosowanie w obszarach takich jak: napędy pojazdów (samochody osobowe, autobusy, pociągi, łodzie), wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła dla celów komercyjnych i mieszkalnictwa; magazynowanie w postaci wodoru energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, lub zastąpienie gazu ziemnego wodorem w zastosowaniach przemysłowych (chemicznych, petrochemicznych oraz hutniczych) i domowych⁶. Co istotne, fakt, że może być on

⁴ *Wodór i OZE. Zastosowanie i jego wpływ na środowisko oraz gospodarkę*, Portal na rzecz czystej energii i klimatu (2020), [online], dostęp: 13.08.2020 < <https://leonardo-energy.pl/artykuly/wodor-i-oze-zastosowanie-i-jego-wplyw-na-srodowisko-oraz-gospodarke-raport/>>

⁵ Efektywność jest dużo większa (zbliżona do efektywności reformingu parowego) jeśli wodór jest wykorzystywany jako materiał (tzw. feedstock) w przemyśle chemicznym, hutniczym itp.

⁶ Ibidem.

wytwarzany bez emisji CO₂, zwiększa jego atrakcyjność ekonomiczną, gdy weźmie się pod uwagę wciąż rosnące koszty związane z obsługą emisji tego gazu. Co więcej, aktualnie dostępne prognozy przewidują, że koszty wytwarzania zielonego wodoru powinny spaść o ponad 50% w perspektywie 2030 roku, co uczyni ten nośnik energii bardzo konkurencyjnym rynkowo⁷.



Wśród przedstawicieli świata nauki, biznesu i polityki panuje coraz większa zgoda co do tego, że ścieżka dekarbonizacji oparta wyłącznie na sieciach elektroenergetycznych (elektryfikacja) jest nierealistyczna i zbyt kosztowna. Wskazuje się, że głęboka dekarbonizacja będzie wymagać wodoru, aby zaspokoić obecne zapotrzebowanie przemysłu, czy sektora transportowego. Ponadto w przypadku

wielu zastosowań, takich jak energochłonny przemysł lub ciężki transport morski, wykorzystywanie wyłącznie energii elektrycznej jest po prostu technicznie i ekonomicznie nieopłacalne. Kolejnym argumentem przemawiającym na korzyść wodoru jako nośnika energii wykorzystywanego w procesie dekarbonizacji jest to, że będzie bardzo trudne, jeśli nie niemożliwe, zbudowanie wystarczającej liczby linii elektroenergetycznych, które będą niezbędne aby zaspokoić zapotrzebowanie na energię elektryczną w modelu transformacji opartym wyłącznie na elektryfikacji. W zamian za to wodór daje możliwość wykorzystania istniejącej sieci gazowej (przy założeniu dokonania pewnych modyfikacji)⁸.

Wskazuje się, że z finansowego punktu widzenia „hybrydowy” elektryczno-wodorowy model dekarbonizacji będzie znacznie tańszy niż model oparty wyłącznie na energii elektrycznej. Szacuje się, że jego przyjęcie pozwoli Unii Europejskiej zaoszczędzić setki miliardów euro rocznie. Wreszcie, należy podkreślić, że wodór będzie miał zasadnicze znaczenie dla uzupełnienia i zrównoważenia nieciągłych odnawialnych źródeł energii, zapewniając elastyczną usługę bilansowania energii elektrycznej⁹.

Podsumowując, kierunki dalszego rozwoju wydają się być jasne. Jeżeli świat chce poradzić sobie z kryzysem klimatycznym, konieczna będzie stopniowa dekarbonizacja gospodarki, w której bardzo istotną rolę może odegrać rynek wodoru o niskiej lub zerowej emisyjności dwutlenku węgla.

⁷ Tak spadnie koszt wodoru otrzymywanego z OZE, Portal Gram w zielone (2019), [online], dostęp: 11.09.2020 <<https://gramwzielone.pl/magazynowanie-energii/101377/tak-spadnie-koszt-wodoru-otrzymywanego-z-oze>>.

⁸ Baker Mckenzie, *Shaping tomorrow's global hydrogen market via de-risked investments*, Chicago (2020), s. 5-9.

⁹ Ibidem.

2. Analiza podaży i popytu na wodór w Niemczech

Wodór jako jeden z kluczowych motorów napędowych procesów dekarbonizacji dostrzeżony został przez jedną z wiodących światowych gospodarek, którą są Niemcy. Po kilku latach badań i rozwoju oraz mniej lub bardziej skoordynowanych działań wdrożeniowych i pilotażowych, niemiecki rząd w czerwcu 2020 roku opublikował krajową strategię wodorową, która wyznacza kierunki i ramy dla rozwoju gospodarki opartej na wodorze w tym kraju. W dalszych częściach niniejszego raportu opisane zostaną kluczowe elementy kształtującego się rynku wodoru w Niemczech. Zanim jednak to nastąpi warto oszacować obecny i przewidywany rozmiar tego rynku, który powinien stanowić pewne odzwierciedlenie skali i głębokości procesów transformacji, do których powinno dojść w najbliższych latach.

W celu oszacowania wielkości rynku znajdującego się na tak wczesnym etapie rozwoju i posiadającego jednocześnie tak duży potencjał jak niemiecki rynek wodorowy konieczne jest przyjęcie szerokiej perspektywy i spojrzenie na niego przez pryzmat wszystkich czynników, które będą determinowały jego rozmiar.

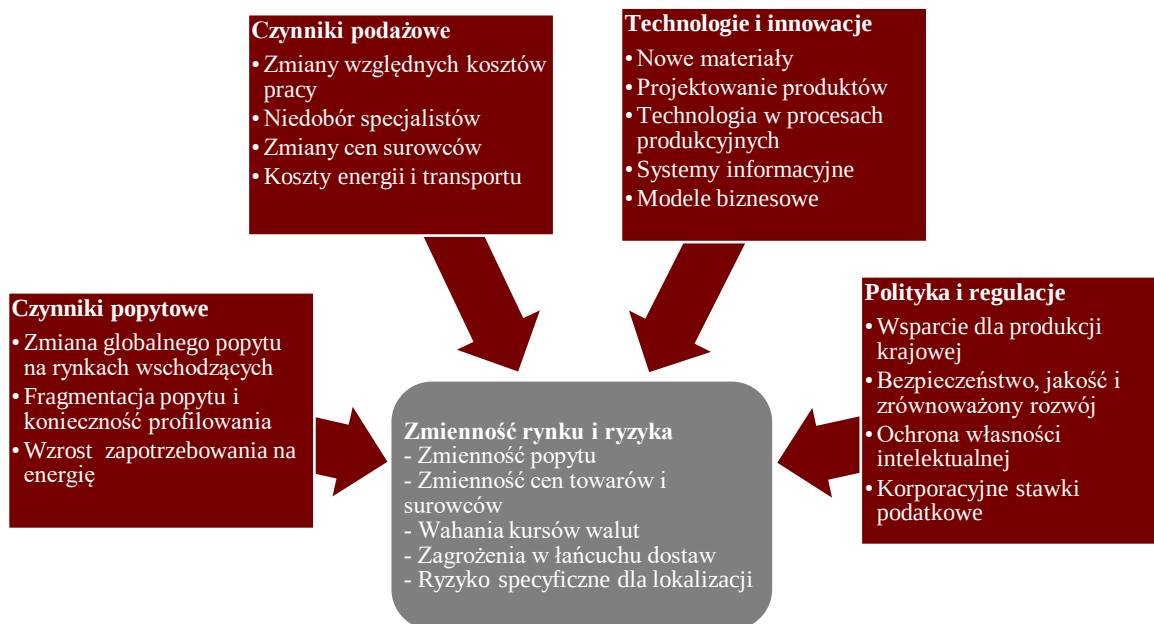
W ogólnym ujęciu, czynniki kształtujące rynek można przyporządkować do czterech głównych grup¹⁰: 1) czynniki popytu, 2) podaży, 3) innowacje oraz 4) politykę i regulacje. Czynniki należące do tych grup najsilniej wpływają na wielkość ryzyka i niepewności w produkcji oraz w zapotrzebowaniu. Każdy z wymienionych elementów obejmuje szereg zmiennych i procesów zachodzących w obrębie danej dziedziny; całościowo jednak, wszystkie one modelują końcową wielkość rynku. Do czynników kształtujących zmienność rynku i wielkość ryzyka zalicza się:

- zmienność popytu,
- zmienność cen towarów i surowców,
- wahania kursów walut,
- zagrożenia w łańcuchu dostaw,
- ryzyko specyficzne dla lokalizacji.

Podsumowanie głównych czynników kształtujących rynek zaprezentowane zostało na poniższym diagramie. Czynniki kształtujące zmienność rynku i wielkość ryzyka zamieszczone zostały w szarym polu.

¹⁰ McKinsey Global Institute, „Manufacturing the future: the next era of global growth and innovation” November 2012.

Rysunek 1 Diagram czynników kształtujących zmienność rynku i ryzyka



Źródło: McKinsey Global Institute, „Manufacturing the future: the next era of global growth and innovation”

Dla rynku gospodarki opartej na wodorze w Niemczech **siłami napędzającymi rynek** są przede wszystkim:

- świadomość społeczna konieczności transformacji energetycznej kraju w kierunku gospodarki zeroemisyjnej,
- innowacje w zakresie wytwarzania oraz wykorzystania wodoru w różnych gałęziach gospodarki,
- wsparcie polityczne dla transformacji energetycznej (strategia wodorowa),
- wsparcie finansowe w zakresie transferów bezpośrednich (np. subsydia) i pośrednich (np. ulgi podatkowe) ukierunkowanych na rozwój rynku wodorowego,
- członkostwo kraju i pochodzących z niego firm w międzynarodowych organizacjach zajmujących się rozwojem gospodarki opartej na wodorze,
- wzrost wydatków przedsiębiorstw na nowoczesne technologie energetyczne.

Z drugiej strony **siłami hamującymi** rozwój rynku gospodarki opartej na wodorze w Niemczech są:

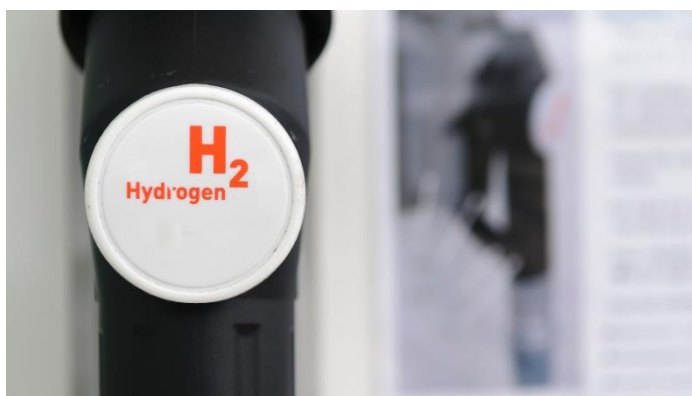
- wysokie koszty jednostkowe produkcji wodoru z energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych,
- wzrost kosztów pracy (szczególnie wynagrodzeń),
- lobbying ze strony przedstawicieli energetyki konwencjonalnej oraz bardziej rozpowszechnionych segmentów energetyki odnawialnej,
- postępujący wzrost kosztów życia w Niemczech,
- możliwe spowolnienie gospodarcze w najbliższych latach.

2.1 Analiza popytu na wodór na rynku niemieckim

Na obecnym etapie wodór już jest powszechnie wykorzystywany w niektórych procesach zachodzących w niemieckiej gospodarce. Aktualnie szacowany poziom popytu na wodór w niemieckiej gospodarce wynosi ok. 45 TWh rocznie. Największa część popytu związana jest z sektorem przemysłowym i dotyczy głównie procesów produkcji materiałów w przemysłach:

- Chemicznym (m.in. produkcja amoniaku, produkcja metanolu),
- Petrochemicznym (produkcja paliw konwencjonalnych).

Myśląc jednak o wodorze w kontekście przyszłości należy mieć na uwadze, że rozwój popytu na ten nośnik energii w gospodarce niemieckiej będzie w znacznym stopniu uzależniony od kierunków i działań realizowanych w sferze polityki klimatycznej i związanych z nią inicjatyw w zakresie dekarbonizacji gospodarki. Zgodnie z Porozumieniem Paryskim i zamierzeniami rządu niemieckiego



dotyczącymi osiągnięcia neutralności klimatycznej przed 2050 rokiem oczekuje się, że rozwój popytu na wodór w gospodarce niemieckiej może wykazywać następujące tendencje:

- Początkowy wzrost popytu na poziomie ok. 10 TWh w okresie do 2030 roku, dotyczący sektora przemysłowego (branża chemiczna, petrochemiczna i stalowa).
- Umiarkowany wzrost popytu ze strony sektora transportowego do 2030 roku i przyspieszenie tempa wzrostu popytu na wodór w tym sektorze po 2030 roku.
- Wzrost znaczenia wodoru w sektorze produkcji energii elektrycznej po 2030 roku i w perspektywie roku 2050, który jednak nie będzie miał decydującego wpływu na rozwój sektora.
- Umiarkowany rozwój zapotrzebowania na wodór w sektorze mieszkalnictwa, który może zyskać na znaczeniu w okresie 2040-2050¹¹.

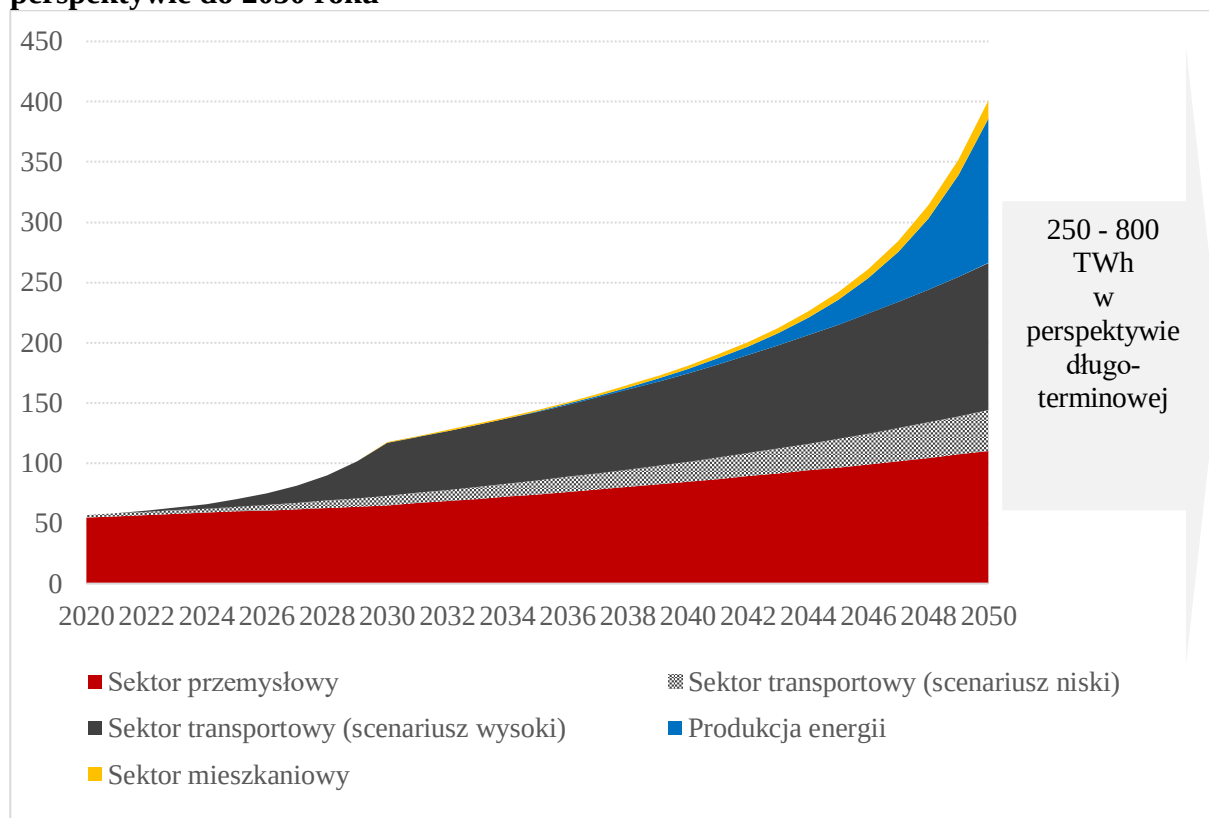
Jak wynika z dostępnych analiz, decydujący wpływ na kształt przyszłego popytu na wodór będą miały kierunki polityki klimatycznej rządu Niemiec oraz powiązany z nimi ewentualny pakiet stymulacyjny dla promowanych technologii.

Według dostępnych prognoz rozwoju zapotrzebowania na wodór w niemieckiej gospodarce, łączny popyt na ten gaz może wynieść pomiędzy 4-20 TWh w perspektywie 2030 roku, 34-156 TWh w

¹¹ M. Jensterle et al., The role of clean hydrogen in the future energy systems of Japan and Germany, adelphi consult GmbH, wrzesień 2019, s. 6.

perspektywie 2050 roku oraz nawet 250 – 800 TWh w perspektywie długoterminowej¹². Podsumowanie oczekiwanego popytu na wodór zaprezentowane zostało na poniższym wykresie.

Wykres 1 Podsumowanie prognozowanego popytu na wodór na rynku niemieckim w perspektywie do 2050 roku



Źródło: Opracowanie własne na podstawie: M. Jensterle et al., *The role of clean hydrogen in the future energy systems of Japan and Germany*, adelphi consult GmbH, wrzesień 2019; C. Hebling et al., *A Hydrogen Roadmap for Germany*, Karlsruhe i Freiburg, październik 2019; *The National Hydrogen Strategy*, Federal Ministry for Economic Affairs and Energy of Germany, czerwiec 2020.

Oczekuje się, że w docelowej strukturze zapotrzebowania na wodór, która zostanie osiągnięta ok. 2050 roku, największa część popytu generowana będzie przez sektor transportowy oraz przemysłowy. W średnioterminowej perspektywie oczekiwana jest również transformacja niemieckiego sektora energetycznego w kierunku technologii opartych na wodorze, co powinno przełożyć się na istotną dynamizację popytu na to paliwo po 2040 roku.

Strategia rozwoju niemieckiej gospodarki opartej na wodorze zakłada zaspakajanie popytu, wodorem wytwarzanym w procesach neutralnych z perspektywy środowiskowej (nie emitujących CO₂ oraz innych szkodliwych gazów). Analizując strukturę popytu z perspektywy źródeł pochodzenia wodoru, należy jednak mieć na uwadze, że istotna część popytu na wodór ze strony sektora przemysłowego nie może zostać zastąpiona tzw. zielonym wodorem, co wynika z braku opłacalności ekonomicznej takiego rozwiązania.

¹² *The National Hydrogen Strategy*, Federal Ministry for Economic Affairs and Energy of Germany, czerwiec 2020, s. 9.

2.2 Analiza podaży wodoru na rynku niemieckim

Ocena potencjału rynku w ujęciu makroekonomicznym nie może być pełna bez analizy podaży dobra, które stanowi główny przedmiot zainteresowania. W przypadku niniejszej analizy i rynku niemieckiego dobrem tym, na najwyższym poziomie ogólności, jest wódór. Należy jednak mieć na uwadze, że zarówno zwiększenie popytu na wódór, jak i jego podaży pociągnie za sobą wzrosty w innych branżach powiązanych z łańcuchem dostaw na rynku wodoru. Branże te wskazane są w rozdziale 4.1.

Zgodnie z danymi niemieckiej Narodowej Organizacji ds. Wodoru i Technologii Ogniw Paliwowych roczna produkcja wodoru w gospodarce tego kraju kształtuje się na poziomie ok. 15 mld Nm³, czyli ok. 45 TWh. Oznacza to, że na niemieckim rynku już na tym etapie rozwoju występuje nadwyżka popytu nad podażą¹³. Aktualnie prawie całość wodoru w gospodarce niemieckiej jest produkowana i wykorzystywana w sektorze petrochemicznym i chemicznym¹⁴. Istniejące zapotrzebowanie na wódór, pochodzące prawie w całości od odbiorców z sektora przemysłowego zaspakajane jest przede wszystkim przez tzw. szary wódór, do którego produkcji wykorzystywane są paliwa kopalne (konkretnie gaz ziemny). Jedynie ok 7% aktualnego zapotrzebowania (ok. 3,85 TWh) zaspakajane jest przez wódór zielony, który aktualnie produkowany jest głównie jako produkt uboczny z elektrolizy chlorków metali alkalicznych.. W analizowanym przypadku jest to wódór powstający w procesach elektrolizy. Co więcej, jak wskazują dostępne opracowania, część wodoru wykorzystywanego w niemieckiej gospodarce powstaje jako produkt uboczny innych procesów przemysłowych (np. reformowanie katalityczne). Oznacza to, że część popytu na analizowane paliwo prawdopodobnie długo nie będzie mogła być zaspokojona podażą zielonego wodoru, co wynika z faktu braku opłacalności ekonomicznej takiego rozwiązania¹⁵.

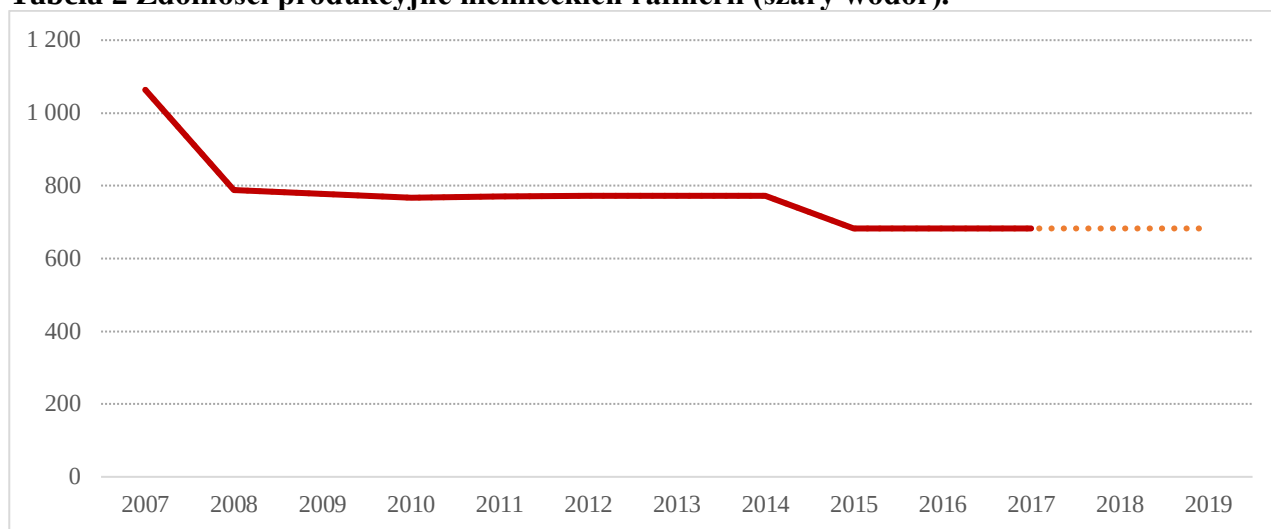
Źródła produkcji wodoru oparte na paliwach kopalnych i wiążące się z negatywnym wpływem na środowisko nie są już rozwijane w Niemczech. Analiza zdolności produkcyjnych wodoru przez niemieckie rafinerie wskazuje, że na przestrzeni ostatnich ok. 5 lat utrzymują się one na stabilnym poziomie ok. 20 mln Nm³ na dobę, czyli ok. 22 TWh rocznie (blisko połowa wodoru produkowanego w kraju). Co więcej, rozszerzenie horyzontu analizy na ostatnich 15 lat pokazuje, że moce produkcyjne w zakresie produkcji wodoru z paliw kopalnych były w Niemczech stopniowo wygaszane. Podsumowanie tego trendu zaprezentowane zostało na poniższym wykresie.

¹³ M. Jensterle et al., *The role of clean hydrogen in the future energy systems of Japan and Germany*, adelphi consult GmbH, wrzesień 2019, s. 6.

¹⁴ M. Jensterle et al., *The role of clean hydrogen in the future energy systems of Japan and Germany*, adelphi consult GmbH, wrzesień 2019, s. 6.

¹⁵ *The National Hydrogen Strategy*, Federal Ministry for Economic Affairs and Energy of Germany, czerwiec 2020, s. 9.

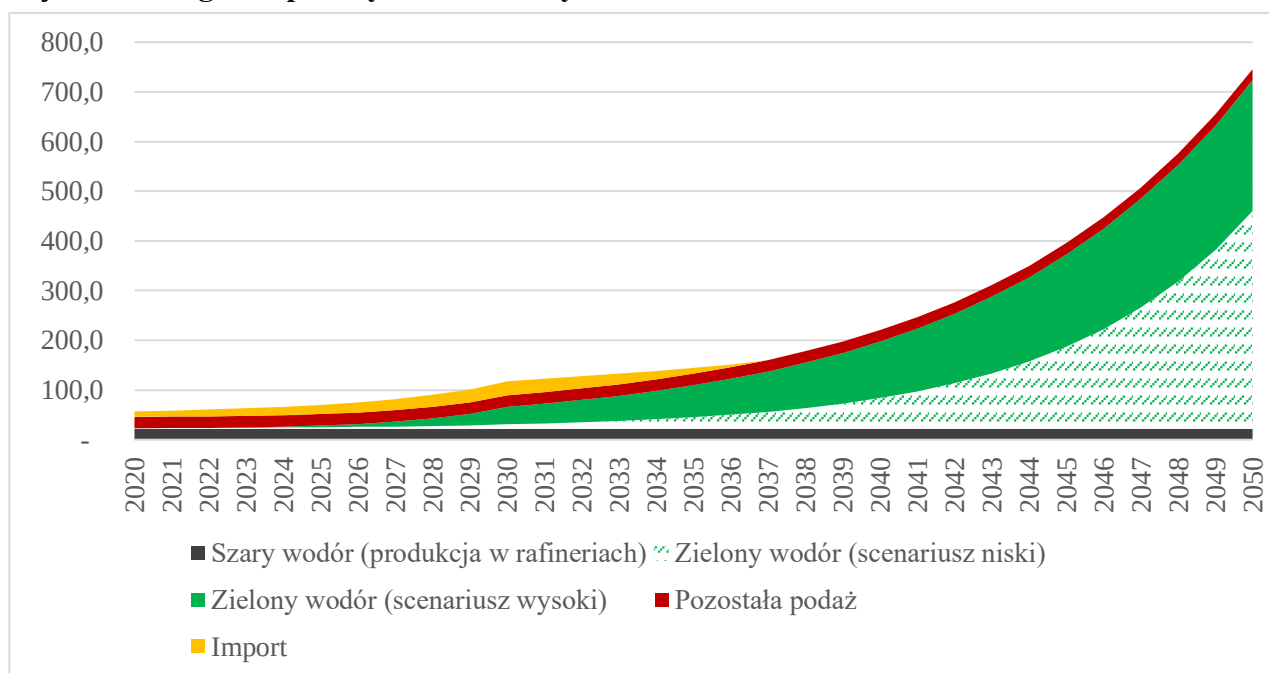
Tabela 2 Zdolności produkcyjne niemieckich rafinerii (szary wodór).



Źródło: Opracowanie własne na podstawie Hydrogen Analysis Resource Center [online, dostęp: 07.07.2020], <<https://h2tools.org/hyarc>>.

W związku z powyższym, należy oczekiwać, że przewidywane rosnące zapotrzebowanie na ten nośnik energii zaspakajane będzie przez wodór produkowany z wykorzystaniem źródeł energii odnawialnej (ok. 14-28 TWh zielonego wodoru wg. niemieckiej strategii wodorowej) na rynku wewnętrznym oraz przejściowo przez wodór pochodzący z importu (w przypadku wystąpienia okresowych niedoborów podaży paliwa). Przejściowo rozważana jest także produkcja niebieskiego wodoru. Podsumowanie prognoz w zakresie podaży wodoru na rynku niemieckim zaprezentowano na poniższym wykresie.

Wykres 2 Prognoza podaży wodoru na rynku niemieckim w latach 2020-2050



Źródło: Opracowanie własne na podstawie: M. Jensterle et al., *The role of clean hydrogen in the future energy systems of Japan and Germany*, adelphi consult GmbH, wrzesień 2019; C. Hebling et al., *A Hydrogen Roadmap for Germany*, Karlsruhe i Freiburg, październik 2019; *The National Hydrogen Strategy*, Federal Ministry for Economic Affairs and Energy of Germany, czerwiec 2020.

Zgodnie z dostępnymi prognozami, oczekuje się, że całkowita podaż wodoru wzrośnie do poziomu ok. 90-110 TWh w roku 2030 – wzrost na poziomie 7,5%-9,0% rocznie (7,5% CAGR 2020-2030). Po roku 2030 oczekiwane jest znaczne przyspieszenie tempa wzrostu podaży analizowanego paliwa, które napędzane będzie przede wszystkim przez rozwój technologii opartych na produkcji wodoru ze źródeł odnawialnych. Prognozuje się, że w 2050 roku podaż wodoru na rynku niemieckim może osiągnąć poziom nawet 745 TWh¹⁶ (niemiecka strategia wodorowa wskazuje na podaż na poziomie 110-380 TWh). Osiągnięcie tego poziomu może być poprzedzone wzrostem rynku produkcji wodoru równym nawet 10% rocznie w latach 2030-2050 (20,3% CAGR 2030-2050).

W okresie rozwoju gospodarki opartej na wodorze w Niemczech możliwe jest wystąpienie okresowych niedoborów tego paliwa – w szczególności w perspektywie do 2035 roku. Można założyć, że niedobory te zaspakajane będą importem. Zgodnie z publicznie dostępnymi danymi, Niemcy rozważają możliwość importu analizowanego paliwa z Afryki¹⁷.

Poza przejściowym uzupełnianiem niedoborów wodoru poprzez import tego nośnika energii, Niemcy chcą być w zakresie jego produkcji samowystarczalni. Oznacza to, że nie stanowią on perspektywicznego rynku dla zagranicznych producentów wodoru. Nie oznacza to jednak, że z rynkiem tym nie będą wiązały się bardzo duże możliwości rozwojowe. Jak zostanie to przedstawione w dalszej części opracowania, łańcuch dostaw i wartości dla rynku wodoru jest bardzo szeroki i obejmuje wiele segmentów gospodarki, w tym również segmenty, których wyspecjalizowane są podmioty pochodzące z rynku polskiego. Można oczekiwać, że to właśnie w segmentach powiązanych wykreowane zostaną w związku z rozwojem rynku wodoru znaczne możliwości do ekspansji zagranicznej małych i średnich przedsiębiorców z województwa wielkopolskiego.

Analiza popytu i podaży na niemieckim rynku wodoru jednoznacznie wskazuje, że potencjał rozwojowy tego rynku jest bardzo duży, zarówno od strony zapotrzebowania na wodór, jak i od strony dostaw wodoru. Dla małych i średnich przedsiębiorców z województwa wielkopolskiego oznacza to szansę na ekspansję międzynarodową i skierowanie oferty swoich produktów lub usług zarówno do niemieckich podmiotów, które odpowiadały będą za wzrost popytu na wodór, jak i do podmiotów, które ten popyt będą zaspakajwały. W kolejnym rozdziale wskazany został łańcuch dostaw na analizowanym rynku oraz opisano kluczowe jego ogniwa. Z każdym z nich związane są potencjalne szanse biznesowe dotyczące wykorzystania już istniejących oraz rozwijanych kompetencji przedsiębiorstw z województwa wielkopolskiego, które działają w branżach takich, jak m.in.: motoryzacyjna, przemysłowa, budowlana, transportowa, informatyczna, metalurgiczna, energetyczna, czy chemiczna.

¹⁶ M. Jensterle et al., The role of clean hydrogen in the future energy systems of Japan and Germany, adelphi consult GmbH, wrzesień 2019.

¹⁷ Niemcy chcą importować wodór. Mogą wykorzystać Nord Stream 2, Biznes Alert, [online, dostęp: 07.07.2020], <<https://biznesalert.pl/niemcy-import-wodor-nord-stream-2-energetyka-gaz-innowacje/>>.

3. Analiza łańcucha dostaw i wartości na rynku wodoru w Niemczech

3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości na rynku wodoru

Na łańcuch dostaw i wartości na rynku wodoru składają się cztery kluczowe obszary działania podmiotów związanych z przedmiotowym rynkiem:

- Produkcja,
- Magazynowanie,
- Transport oraz
- Dystrybucja¹⁸.

Podsumowanie tego łańcucha zaprezentowano na schemacie zamieszczonym na następnych stronach opracowania.

W aktualnym stanie rozwoju gospodarki opartej na wodorze, w zasadzie, każdy z wyżej wymienionych obszarów stanowi wyzwanie pod względem technologicznym, a co za tym idzie, również pod względem zachowania konkurencyjności kosztowej. Na obecnym etapie można uznać, że zaprezentowany na poniższej grafice łańcuch dostaw i wartości nie jest jeszcze w pełni wykształcony i rozwinięty, w szczególności w zakresie technologii wodorowych opartych na odnawialnych źródłach energii, które w gospodarce niemieckiej nie przekroczyły jeszcze progu konkurencyjności kosztowej.



Powyższe nie zmienia jednak faktu, że wdrażane kierunki zmian w strukturze niemieckiej gospodarki mają na celu modyfikację akcentów w zakresie źródeł pochodzenia energii w krajowym systemie. Związane z tym jest promowanie rozwoju technologii wodorowych opartych na odnawialnych źródłach energii.

Podobnie, jak większość wschodzących branż również i branża wodorowa, znajdująca się na

wczesnym etapie rozwoju, pociąga za sobą pewne ryzyka i generuje wyzwania dla przedsiębiorców. Niemniej jednak, stwarza ona jednocześnie bardzo duże szanse do rozwoju – podmioty, które zdecydują się na konkutowanie na tym rynku, w przypadku korzystnego rozwoju ich działalności, mogą liczyć na ponadprzeciętne korzyści, które wynikają z tzw. przewagi pierwszeństwa, umożliwiającej osiągnięcie wysokiej rentowności, związanej z przejściową możliwością dyktowania

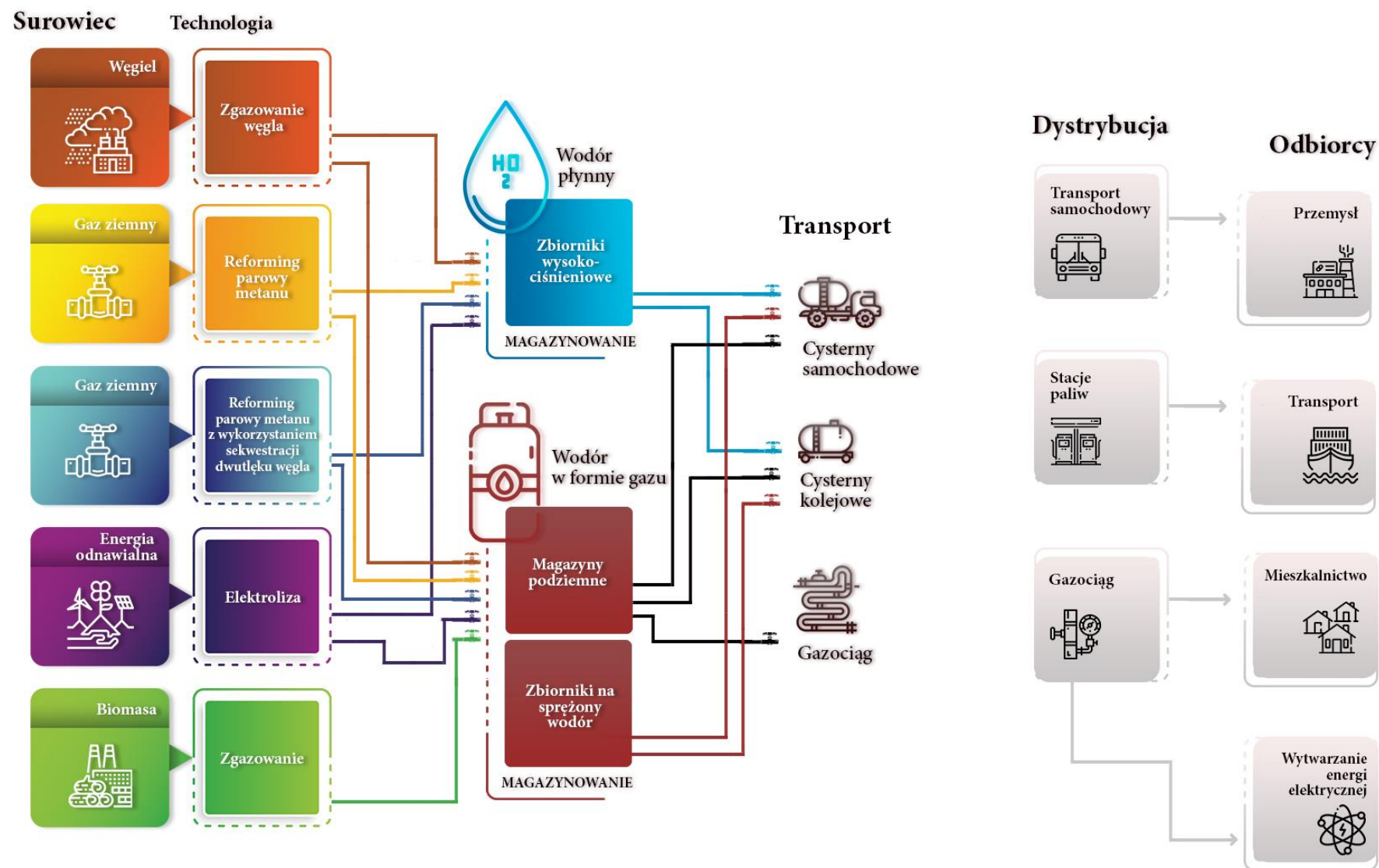
¹⁸ *The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities*, Międzynarodowa Agencja Energetyczna (2019), s. 29.

warunków na nowych rynkach. Opisanie w rozdziale 4.1 branż takie, jak np. motoryzacyjna, czy też transportowa prawdopodobnie stworzą tego typu możliwości rozwojowe.

W związku z faktem analizy rynku wodoru, przede wszystkim, z perspektywy potencjalnych możliwości rozwojowych dla przedsiębiorstw z województwa wielkopolskiego zdecydowano o prezentacji docelowego łańcucha dostaw i wartości na niemieckim rynku wodoru, który może zostać osiągnięty w związku z realizacją aktualnych kierunków strategicznych. W związku z wczesnym etapem rozwoju przyszłościowych technologii produkcji, magazynowania i dystrybucji wodoru, prezentacja aktualnego stanu łańcucha dostaw na przedmiotowym rynku ograniczałaby się do opisu powiązań występujących w łańcuchu dostaw wodoru wytwarzanego w oparciu o technologie oparte na surowcach, takich jak węgiel i gaz ziemny (z wykorzystaniem ugruntowanych rynkowo technologii). Technologie te są już w pełni dojrzałe, a związany z nimi łańcuch dostaw i wartości jest ukonstytuowany i nie generuje szczególnych możliwości do rozwoju.

Na dalszych stronach analizy przedstawiono bardziej szczegółowy opis zarówno stanu obecnego rozwoju i funkcjonowania poszczególnych ogniw łańcucha wartości wodoru, jak również zakładane kierunki rozwoju poszczególnych systemów. Z każdym z ogniw zaprezentowanego łańcucha dostaw związane są potencjalne szanse biznesowe dotyczące wykorzystania już istniejących oraz rozwijanych kompetencji przedsiębiorstw z województwa wielkopolskiego, które działają w branżach takich, jak m.in.: motoryzacyjna, przemysłowa, budowlana, transportowa, informatyczna, metalurgiczna, energetyczna, czy chemiczna. Szczegółowe produkty oraz usługi, na które popyt wygeneruje rozwój łańcucha dostaw na rynku wodoru opisane są w rozdziale 3.2, dotyczącym kierunków rozwoju poszczególnych systemów krytycznych dla rozwoju gospodarki opartej na wodorze w Niemczech. Rozwojowe produkty i usługi związane z odbiorcami końcowymi tego rynku przedstawiono w rozdziale 4.1, który przedstawia 5 wiodących produktów lub usług dla analizowanego rynku.

PRODUKCJA



3.2 Krytyczne systemy dla rozwoju gospodarki opartej na wodorze

3.2.1 System wytwarzania wodoru

Jak zostało to już opisane w rozdziale 1, wodór może być produkowany w różnego typu procesach, obejmujących m.in. takie źródła jak:

- Węgiel,
- Gaz ziemny,
- Energia odnawialna (przede wszystkim fotowoltaika i energia wiatrowa).

Na dzień dzisiejszy prawie cały wodór w Niemczech produkowany jest jednak z paliw kopalnych (węgiel, gaz ziemny), co rodzi konsekwencje obejmujące m.in. uwalnianie dwutlenku węgla do atmosfery¹⁹. W niektórych procesach produkcji wodoru w Niemczech dwutlenek węgla może być wychwytywany i składowany pod ziemią lub wykorzystywany do innych procesów, na przykład do produkcji paliw opartych na wodorze, takich jak metan syntetyczny²⁰. Dopóki jednak dwutlenek węgla wykorzystywany w innych procesach ma kopalne pochodzenie, wpływa on na klimat w momencie gdy uwalniany jest do atmosfery, co może nastąpić z różnym stopniem opóźnienia, w zależności od procesu. Niektóre obszary zastosowania takie jak produkcja materiałów budowlanych, wiążą dwutlenek węgla w perspektywie długoterminowej (stulecia). Inne, takie jak paliwa syntetyczne, tylko na tydzień lub miesiąc.

Opcją alternatywną dla niekorzystnych dla środowiska naturalnego procesów wytwarzania wodoru jest wytwarzanie tego nośnika energii za pomocą elektrolizy wodnej. W dużym uproszczeniu, dzięki wykorzystaniu procesów elektrolizy możliwy jest podział, za pomocą energii elektrycznej, cząsteczki wody na wodór i tlen²¹. Najpopularniejsze technologie elektrolizy, których możliwości wykorzystania analizowane są na rynku niemieckim to:

- elektrolizery alkaliczne (AEL),
- elektrolizery membranowe z wymianą protonów (PEMEL) lub
- elektrolizery na tlenek stały (SOEC) - mogą oferować lepszą wydajność w przyszłości, ale jak dotąd nie są dojrzałą technologią²².

¹⁹ 1st EU-wide Guarantee of Origin for Premium Hydrogen, CertifHy (2019), <http://www.certifhy.eu/images/media/files/CertifHy_folder__leaflets.pdf>, dostęp: 14.08.2020.

²⁰ Report on CO2 free Hydrogen, Mizuho Information and Research Institute Inc. (2018), [online, dostęp: 20.08.2020], <https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/data/pdf/20170307001_01.pdf>.

²¹ *The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities*, Międzynarodowa Agencja Energetyczna (2019).

²² Hydropower from Renewable Power. Technology Outlook for the Energy Transition, IRENA, International Renewable Energy Agency (2018), <https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Sep/IRENA_Hydrogen_from_renewable_power_2018.pdf>, dostęp: 20.08.2020.

Produkcja lub dostawy elektrolizerów we wskazanych powyżej technologiach oraz produkcja lub dostawy komponentów do nich stanowić będą bardzo silnie rozwijający się rynek, który będzie szansą rozwojową dla małych i średnich przedsiębiorstw z województwa wielkopolskiego.

Ekonomika produkcji wodoru przez elektrolizę zależy w dużej mierze od cen energii elektrycznej i nakładów inwestycyjnych na elektrolizer. W aktualnym stanie techniki, elektroliza jest bardzo energochłonna, a wskaźniki wydajności produkcji z wykorzystaniem tej technologii zwykle wynoszą nieco poniżej 70%. Przy obecnych poziomach cen elektroliza oparta na odnawialnej energii elektrycznej (zielony wodór) jest bardziej kosztowna niż reforming parowy lub gazyfikacja węgla bez wychwytu i utylizacji lub składowania dwutlenku węgla (CCU / CCS). Zielony wodór może stać się jednak bardziej konkurencyjny, przy założeniu tendencji spadkowej kosztów energii odnawialnej, materializacji efektów skali dla elektrolizerów, wdrożenia silnych ram politycznych obejmujących skuteczne ustalanie cen emisji CO₂ i ograniczania innych skutków oddziaływania gazu ziemnego i węgla na zdrowie (np. wycieki metanu, rtęć i inne szkodliwe emisje).

Wodór może być również wytwarzany z biomasy poprzez zastosowanie procesów termochemicznych (zgazowanie lub pirolizę biomasy stałej lub ciekłej lub reforming i częściowe utlenianie biogazu, biometanu lub bioetanolu) lub procesów biochemicznych (z wykorzystaniem mikroorganizmów). Obecnie, ilości produkcji wodoru z biomasy w Niemczech są znikome, a procesy biochemiczne nie osiągnęły jeszcze dojrzałości rynkowej. Przewiduje się jednak, że w perspektywie 2030 roku biomasa jako źródło energii zacznie zyskiwać na znaczeniu, co stanowi istotną szansę dla zlokalizowanych niedaleko granicy producentów, dystrybutorów i operatorów tego typu paliwa.

Podsumowanie obecnego, jak i docelowego (dla lat 2040-2050) stanu zaangażowanie poszczególnych źródeł wodoru w jego produkcję jako nośnika energii zaprezentowano na zamieszczonej poniżej grafice.

Tabela 3 Obecny i przewidywany (w latach 2040-2050) stan zaangażowania dostępnych źródeł produkcji wodoru



Źródło: Ocena ekspercka na podstawie analizy publicznie dostępnych danych

Rozwój rynku wytwarzania wodoru generuje możliwości rozwojowe m.in. dla przedsiębiorstw oferujących produkty i usługi z obszaru:

- produkcji elektrolizerów alkalicznych, membranowych z wymianą protonów i elektrolizerów na tlenek stały oraz komponentów i części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki),
- automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne),
- bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, wyłączniki, skanery laserowe),
- urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości),
- produkcji komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory),
- projektowania instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych,
- modernizacji i remontów instalacji fotowoltaicznych i farm wiatrowych,
- obsługi i prowadzenia ruchu w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych,
- produkcji, dystrybucji i handlu biomasą,
- projektowania i budowy instalacji przeciwpożarowych,
- inżynierii oraz projektowania i budowy maszyn,
- remontów i modernizacji dla sektora energetycznego,
- programowania (mobilne systemy wykrywania wodoru),
- szkoleń w zakresie bezpieczeństwa.

3.2.2 System magazynowania wodoru

Wytworzony wodór, niezależnie od źródła jego pochodzenia, można przechowywać i transportować w czystej postaci, mieszać z gazem ziemnym lub wiązać w większych cząsteczkach, takich jak amoniak, ciekłe nośniki wodoru organicznego (LOHC) lub wodorki chemiczne i fizyczne: Mg_2FeH_6 , $LaNi_5H_6$.

Wodór w postaci płynnej ma znacznie wyższą gęstość energii niż wodór sprężany przy umiarkowanych ciśnieniach, co czyni go bardziej odpowiednim do transportu i przechowywania. Jednak upłynnianie wodoru wymaga osiągnięcia temperatur poniżej $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ i jest bardzo energochłonne, co oczywiście wpływa na kosztowność takiego procesu. Sprężony wodór (do 700 barów) jest zwykle transportowany ciężarówkami, pociągami lub barkami.

Wodór może być również związany chemicznie i transportowany. Materiały, które to umożliwiają, obejmują wodorki metali, ciekłe nośniki wodoru organicznego (LOHC), węgiel i inne nanostruktury oraz odwracalne węglowodory. Zasadniczo technologie te są uważane za technicznie możliwe, ale nie są jeszcze gotowe do wprowadzenia na rynek i nie spełniają kryterium opłacalności finansowej²³.

Sprawne działanie wielkoskalowych łańcuchów dostaw wodoru będzie zależało od dostępności odpowiedniej infrastruktury do jego składowania. Obecnie na świecie dostępne są różne opcje magazynowania, łącznie z już funkcjonującymi podziemnymi obiektami (w tym kawernami solnymi), które mogą pomieścić dziesiątki tysięcy ton wodoru. Konieczne są dalsze badania, w celu oceny, jakie metody magazynowania będą optymalne w przyszłości (pod względem możliwej objętości składowania, czasu magazynowania, kosztów i szybkości rozładowywania)²⁴. Rozwój magazynowania wodoru w zależności od obranej ścieżki technologicznej stworzy doskonałe szanse rozwojowe dla przedsiębiorców z branży metalurgicznej (produkcja cystern, kontenerów i zbiorników metalowych), chemicznej (produkcja substancji do chemicznego magazynowania wodoru), budowlanej i inżynierskiej (budowa lub dostosowanie istniejących obiektów na potrzeby podziemnego magazynowania wodoru).

Aktualne kierunki rozwoju niemieckiej gospodarki opartej na wodorze nie wskazują jednoznacznie optymalnych i rekomendowanych metod magazynowania wodoru. Biorąc jednak pod uwagę aktualny stan badań w tym zakresie, jak i opłacalność ekonomiczną poszczególnych dostępnych rozwiązań oczekiwać można, że kluczowe magazyny analizowanego nośnika energii będą opierały się na magazynowaniu wodoru w postaci gazowej²⁵. Na tym etapie sieć magazynowania wodoru w Niemczech nie jest jeszcze rozwinięta. Pamiętać należy, że w analizowanym kraju istnieje jednak rozwinięta infrastruktura podziemna, obejmująca głównie kawerny solne. Rozważane i analizowane są możliwości jej wykorzystania na cele związane z podziemnym magazynowaniem wodoru.

²³ *The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities*, Międzynarodowa Agencja Energetyczna (2019).

²⁴ *The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities*, Międzynarodowa Agencja Energetyczna (2019).

²⁵ J. Adolf et al., *Energy of the future? Shell Hydrogen Study*, Hamburg (2017), s. 20-27; Hydrogen Europe, *Hydrogen Basics*, [online], dostęp: 12.08.2020 < <https://hydrogeneurope.eu/hydrogen-basics-0> >.

Rozwój rynku magazynowania wodoru generuje możliwości rozwojowe m.in. dla przedsiębiorstw oferujących produkty i usługi z obszaru:

- produkcji zbiorników ciśnieniowych,
- produkcji komponentów i półproduktów metalowych,
- automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne),
- bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe),
- urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości),
- projektowania i budowy instalacji przeciwpożarowych,
- inżynierii oraz projektowania i budowy maszyn,
- likwidacji infrastruktury górniczej,
- prowadzenia analiz geologicznych,
- szkoleń w zakresie bezpieczeństwa.

3.2.3 System transportu i dystrybucji wodoru

Strategia rozwoju gospodarki opartej na wodorze w Niemczech zakłada, że aby móc importować i rozwijać rynki zbytu dla tego paliwa i jego produktów pochodnych, musi istnieć odpowiednia infrastruktura transportowa i dystrybucyjna, szczególnie w odniesieniu do systemów przesyłowych.

W aktualnym stanie, Niemcy mają dobrze rozwiniętą infrastrukturę gazową, składającą się ze zwartej sieci gazu ziemnego i podłączonych do niej magazynów gazu. W przyszłości część tej infrastruktury ma być wykorzystana na potrzeby transportu wodoru. Zakładana jest również konstrukcja i rozwój sieci dedykowanych wyłącznie przesyłowi wodoru. Do transportu rurociągami wodór musi być sprężony do ciśnienia na poziomie 2–4 MPa. Istniejąca niemiecka sieć dystrybucji i przesyłu gazu może przenosić wodór w zakresie do 5 do 10% objętości bez żadnych znaczących zmian infrastrukturalnych. Według przeglądu literatury przeprowadzonego przez IRENA²⁶, przesyłanie wodoru z wykorzystaniem istniejącej sieci gazowej w Niemczech bez znaczących zmian jest obecnie ogólnie możliwe nawet w przypadku ok. 20-30% sieci. Aby osiągnąć optymalny poziom rozwoju gospodarki wodorowej udział wodoru w sieci gazowej będzie musiał przekroczyć 30% objętości.

Biorąc pod uwagę położenie geograficzne Niemiec i ich rolę jako ważnego kraju tranzytowego w Europie, procesy transformacji w kierunku gospodarki opartej na wodorze kształtowane mają być we współpracy z europejskimi sąsiadami i stowarzyszonymi krajami trzecimi.

²⁶ Hydropower from Renewable Power. Technology Outlook for the Energy Transition, IRENA, International Renewable Energy Agency (2018), [online, dostęp: 20.08.2020], <https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Sep/IRENA_Hydrogen_from_renewable_power_2018.pdf>.

W tym zakresie, przewiduje się ustanowienie spójnych norm jakości i zrównoważonego rozwoju oraz odpowiednich procedur oraz dokumentacji - nie tylko w odniesieniu do produkcji, ale także transportu wodoru i związanych z nim emisji.

Podobnie jak w innych krajach, budowa rynku wodoru w Niemczech pociąga za sobą wyzwania techniczne dla kilku elementów infrastruktury oraz dla niektórych urządzeń i instalacji używanych przez użytkowników końcowych. Dlatego niemiecka strategia rozwoju gospodarki opartej na wodorze wskazuje, że niezbędne procesy transformacji muszą zostać zainicjowane jak najwcześniej. Aby jednak uniknąć nietrafionych inwestycji, w pierwszej kolejności zakłada się ukierunkowanie procesu transformacji na popyt, który według aktualnej wiedzy pojawi się w związku z realizacją celu osiągnięcia neutralności węglowej do 2050 r.

Jak wskazują dostępne źródła, w zakresie handlu międzynarodowego rozwój infrastruktury transportowej ukierunkowany będzie na transport produktów procesów Power to Gas oraz ciekłych organicznych nośników wodoru (LOHC). Pozwalają one na łatwy i bezpieczny transport na duże odległości. W tym przypadku istnieje możliwość częściowego wykorzystania



istniejącej infrastruktury i zdolności transportowych. Planuje się również stworzenie nowych kanałów transportu (np. rurociągi, metanol i cysterny amonowe). Handel produktami Power-to-Gas na duże odległości może uzupełniać transport wodoru za pomocą systemów rurociągowych.

Rozwój rynku magazynowania wodoru generuje możliwości rozwojowe m.in. dla przedsiębiorstw oferujących produkty i usługi z obszaru:

- budowy, remontów i modernizacji gazociągów,
- produkcji tworzyw sztucznych (dostawy materiałów do modernizacji infrastruktury gazowej),
- produkcji rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych),
- produkcji urządzeń i komponentów przemysłowych (pompy, zawory, monozłącza, kształtki, rury, zasuw),
- produkcji specjalistycznych naczep (cysterny),
- produkcji zbiorników ciśnieniowych,
- produkcji materiałów polimerowych (zbiorniki z włókna węglowego pokrytego warstwą polimerową), z kompozytów włókno szklane/aramid lub włókno węglowe z wkładem metalowym,
- produkcji stali nierdzewnej wysokiej jakości,
- transportu wyspecjalizowanego (transport gazu, transport wielkogabarytowy),
- produkcji komponentów i półproduktów metalowych,
- automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne),
- bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, wyłączniki, skanery laserowe),

- urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości),
- projektowania i budowy instalacji przeciwpożarowych,
- szkoleń dla kierowców,
- szkoleń w zakresie bezpieczeństwa.

3.3 Podmioty w łańcuchu dostaw na niemieckim rynku wodoru

W aktualnym stanie rozwoju gospodarki opartej na wodorze w Niemczech, łańcuch dostaw jest zdominowany przede wszystkim przez krajowe podmioty, w tym głównie przez dużych przedsiębiorców obejmujących swoim zasięgiem obszar całego kraju oraz w mniejszym zakresie przez małe i średnie przedsiębiorstwa, prowadzące działalności w wymiarze lokalnym. Kluczowe podmioty działające na różnych etapach łańcucha dostaw niemieckiej gospodarki opartej na wodorze zaprezentowano w poniższej tabeli.



Firma	Logo	Opis	Dane	Mocne strony	Słabe strony
Produkcja					
Green H2 Systems		Spółka zależna firmy FEST działająca w obszarze produkcji elektrolizerów.	Harzburger Straße 14 38642 Goslar Niemcy Tel.: +49 5321 687-0	+ Dobre zaplecze finansowe (funkcjonowanie w ramach większej grupy kapitałowej).	- Brak znaczących wdrożeń oferowanych rozwiązań.
AREVA H ₂ Gen		Spółka oferuje generatory wodoru dedykowane do rozwiązań przemysłowych oraz elektrolizery.	Eupener Strasse 165 50933 Kolonia Niemcy Tel.: +49 2212 919073-0	+ Udana wdrożenia własnych technologii. + Dobre zaplecze badawczo-rozwojowe.	- Ograniczone zdolności produkcyjne.
Cummins Inc.		Zdywersyfikowany podmiot posiadający w ofercie generatory wodorowe i elektrolizery.	Am Wiesenbusch 2 – Halle 5 45966 Gladbeck Niemcy Tel.: +49 2043 944-133	+ Dobre zaplecze finansowe. + Szerokie portfolio produktowe.	- Korporacyjny model działalności ograniczający elastyczność decyzyjną i szybkość reagowania na zmiany w otoczeniu konkurencyjnym.

Firma	Logo	Opis	Dane	Mocne strony	Słabe strony
H-Tec Systems		Podmiot działający w obszarze energii odnawialnej i wodoru, oferujący elektrolizery do zastosowań przemysłowych.	Am Mittleren Moos 46 86167 Augsburg Niemcy Tel.: +49-821-507697-0	+ Dobre zaplecze badawczo-rozwojowe. + Ponad 20-letnia historia działalności.	- Wąskie portfolio produktowe.
Kraftanlagen Gruppe		Szwajcarska firma z ponad 20-letnią historią działalności będąca integratorem elektrolizerów PEM.	Ridlerstr. 31 c, 80339 Monachium, Niemcy, Tel.: +49-89-62370	+ Długoletnia historia działalności. + Posiadanie licznych certyfikatów w zakresie prowadzonej działalności.	- Wysokie koszty działalności – główna siedziba w Szwajcarii.
Magazynowanie					
Hy2Green		Firma oferuje oparte na wodorze rozwiązania do magazynowania zielonej energii.	Pennefeldsweg 11-15, 53177 Bonn, Niemcy	+ Funkcjonowanie w ramach większej grupy kapitałowej (dostępność finansowania), + Relatywnie dobry marketing.	- Brak istotnych wdrożeń i realizacji znaczących projektów.

Firma	Logo	Opis	Dane	Mocne strony	Słabe strony
Hexagon		Kompetencje firmy obejmują rozwój, produkcję i dystrybucję kompozytowych zbiorników wysokociśnieniowych do przechowywania i transportu sprężonych gazów, w szczególności wodoru.	Otto-Hahn-Straße 5 34123 Kassel Tel. +49 (561) 585 49 0	+ Wiodąca pozycja rynkowa w Europie.	- Niski poziom innowacyjności. - Nisko marżowe produkty.
Hydrogenious		Producent rozwiązań do magazynowania wodoru do zastosowań w transporcie, przemyśle i produkcji energii.	Weidenweg 13 91058 Erlangen Tel.: +49 (0)9131-12640-0	+ Szerokie portfolio produktów z zastosowaniem w wielu sektorach. + Dysponowanie własną technologią oraz zapleczem badawczo rozwojowym. + Wdrożenia znaczących podmiotach.	- Kilkuletnia historia działalności – brak ustabilizowanej pozycji rynkowej.

Firma	Logo	Opis	Dane	Mocne strony	Słabe strony
Microb Energy		Spółka z grupy Viessmann rozwijająca się w obszarze magazynowania gazu.	Bayernwerk 8, 92421 Schwandorf, Niemcy, Tel. +49-9431- 751-400	+ Doświadczenie w pokrewnych segmentach działalności. + Znaczne zaplecze finansowe (finansowanie z grupy kapitałowej).	- Funkcjonowanie w ramach dużej grupy kapitałowej – uzależnienie od strategii korporacyjnej i decyzji na wyższych poziomach w strukturze organizacyjnej.
Transport i dystrybucja					
Wystrach		Funkcjonująca w wymiarze europejskim firma prowadzi działalność w obszarze transportu oraz magazynowania gazu.	Industriestraße 60 D - 47652 Weeze Niemcy Tel: +49 (0) 28 37 / 91 35-0	+ Zdywersyfikowana oferta produktowo-usługowa. + Ponad 30-letnia historia działalności.	- Niski poziom innowacyjności jak na firmę, która chce rozwijać się w sektorze wodoru.

3.4 Analiza SWOT w kontekście wejścia wielkopolskich MŚP na niemiecki rynek wodoru

Analiza SWOT jest jednym z podstawowych i najbardziej rozpowszechnionych narzędzi analizy strategicznej oraz porządkowania informacji. Identyfikuje ona najistotniejsze i rozłączne względem siebie czynniki warunkujące działanie badanego obiektu lub organizacji. Tak zidentyfikowane czynniki są następnie przyporządkowywane do czterech zbiorów pn.:

- Mocne strony (Strengths- S) - w skład zbioru wchodzi pozytywne czynniki wewnętrzne;
- Słabe strony (Weaknesses- W) - stanowią przeciwwagę mocnych stron identyfikując główne wewnętrzne wady i słabości wynikające z charakterystyki badanego obiektu lub organizacji;
- Szanse (Opportunities- O) - są to obecne, bądź przewidywane pozytywne czynniki zewnętrzne, których źródłem jest otoczenie badanego obiektu lub organizacji. Odpowiednio wykorzystane mogą pozytywnie wpłynąć na pozycję/rozwój firmy lub organizacji;
- Zagrożenia (Threats- T) - negatywne czynniki zewnętrzne mogące niekorzystnie wpłynąć na badany obiekt lub organizację lub niwelować oddziaływanie Szans.

Poniższa analiza przedstawia aktualnie znane warunki determinujące perspektywy rozwoju niemieckiego rynku wodoru, a także potencjalne możliwości i zagrożenia wynikające z działań i zdarzeń, które mogą mieć miejsce głównie w otoczeniu rynkowym, regulacyjnym i politycznym gospodarki opartej na wodorze w Niemczech.

Mocne strony	Słabe strony
+ Niemiecki rynek wodoru jest strategicznym sektorem w jednej z największych i najnowocześniejszych gospodarek na świecie. + Rozwój rynku posiada aktualnie wsparcie polityczne, potwierdzone oficjalnie przyjętą strategią wodorową dla Niemiec. + Dynamiczny rozwój OZE, w szczególności w zakresie energii wiatru (wzrost mocy zainstalowanej z ok. 27 GW w 2010 do ok. 61 GW na koniec 2019) oraz słonecznej (wzrost mocy zainstalowanej z ok. 18 GW w 2010 do ok. 49 GW na koniec 2019), sprzyja rozwojowi technologii wodorowych. + Pozytywne przyjęcie strategii wodorowej przez społeczeństwo oraz przedstawicieli świata biznesu.	+ Zmniejszające się zasoby siły roboczej na niemieckim rynku pracy. + Wysokie koszty pracy na rodzimym rynku. + Nierównomierny stopień rozwinięcia gospodarczego pomiędzy wschodem i zachodem kraju może wpływać na wolniejszą dynamikę rozwoju technologii wodorowych w regionach Niemiec bliższych granicy z Polską. + Pomimo wzrostu mocy zainstalowanej w OZE, w dalszym ciągu niemiecka gospodarka jest w znacznej części zależna od technologii konwencjonalnych (węgiel kamienny, węgiel brunatny, gaz, olej opałowy, atom) – moc zainstalowana na poziomie ok. 88 GW na koniec 2019.

+ Niemieckie firmy posiadają zasoby finansowe umożliwiające przeniesienie relatywnie wysokich kosztów wdrożenia technologii do przemysłu. + Wysoka świadomość ekologiczna i dobrze rozwinięta postawa obywatelska społeczeństwa niemieckiego pozwala oczekiwać, że jest ono w stanie przejściowo ponieść wyższe koszty np. energii lub ciepła związane z wdrożeniem nowych technologii (jest to potwierdzone np. doświadczeniami z wdrażania OZE). + Współpraca nad wdrażaniem technologii wodorowych pomiędzy światem przemysłu, nauki oraz społeczeństwem (np. plany utworzenia ciała doradczego dla rządu składającego się z przedstawicieli tych obszarów). + Dobrze rozwinięte zaplecze infrastrukturalne, w szczególności w zakresie sieci przesyłu gazu stanowi dobry punkt wyjścia do rozwoju technologii wodorowych. + Niemcy jako jeden z wiodących ośrodków rozwoju branży motoryzacyjnej posiadają zdolność do inicjowania zmian w całym sektorze transportowym.	+ Umiarkowana opłacalność aktualnie dostępnych technologii fotowoltaicznych ze względu na wciąż wysokie koszty instalacji i relatywnie niską produktywność, wynikająca ze specyfiki lokalizacji geograficznej kraju.
Szanse	Zagrożenia
+ Planowane wsparcie finansowe ze strony niemieckiego rządu dla rozwoju technologii wodorowych na poziomie nawet 7 miliardów Euro. + Dodatkowe wsparcie na poziomie 2 miliardów Euro przeznaczone na promowanie współpracy międzynarodowej przy rozwoju technologii wodorowych. + Objęcie wsparciem rządowym technologii opartych na wodorze zielonym.	+ Silna konkurencja rynkowa zarówno ze strony wysoko rozwiniętych gospodarek krajów zachodnich (Szwajcaria, Austria, Francja, Holandia, Włochy) jak również ze strony nisko-kosztowych gospodarek, takich jak Chiny. + Wypieranie wodoru przez technologie alternatywne. + Wolniejsze niż zakładane tempo obniżania jednostkowych kosztów produkcji energii z OZE, przekładające się na ograniczoną

+ Planowana i deklarowana przez niemiecki rząd rozbudowa infrastruktury związanej z przesyłaniem i magazynowaniem wodoru. + Planowane subsydia dla przedsiębiorstw z sektorów takich jak przemysł ciężki, transport drogowy, przemysł stalowy, przemysł chemiczny, lotnictwo na wdrożenie technologii opartych na wodorze.	opłacalność skalowania rozwiązań wodorowych.
---	---

Podsumowując analizę łańcucha dostaw na rozwijającym się rynku wodoru w Niemczech należy stwierdzić, że nie jest on jeszcze w pełni ukształtowany i osiągnięcie jego docelowego stanu może zająć jeszcze ok. 10 lat. W szczególności, czasochłonne może być wdrożenie niezbędnej transformacji w obszarze wytwarzania oraz przesyłu tego nośnika energii. Rozbudowa niezbędnej infrastruktury do magazynowania również jest czasochłonna, jednakże możliwość wykorzystania istniejącej infrastruktury pogórnictwa może przyspieszyć ten proces. Z jednej strony jest to perspektywa odległa, jednakże z tego faktu wynikają przynajmniej dwie duże korzyści ułatwiające podjęcie decyzji dotyczącej rozwijania działalności na tym rosnącym rynku. Po pierwsze, sam jego rozwój i związana z nim rozbudowa i modernizacja infrastruktury stwarzają bardzo duże szanse na lokowanie produktów i usług wielkopolskich MŚP na niemieckim rynku. Wskazane w rozdziale 3.1 produkty i usługi o najwyższym potencjale stanowią tylko wycinek możliwości związanych ze wzrostem analizowanego rynku. Po drugie, wejście na rosnący rynek na wczesnym etapie jego rozwoju umożliwia wypracowanie istotnych przewag konkurencyjnych, a przede wszystkim skorzystanie z tzw. przewagi pierwszeństwa pozwalającej na przejściowe korzystanie z bardzo dobrych warunków współpracy, co wynika z ograniczonej podaży usług i produktów w ryzykownych segmentach rozwijającego się rynku.

Jak wynika z analizy podmiotów działających w istniejącym łańcuchu dostaw na niemieckim rynku wodoru, jest na nim jeszcze sporo przestrzeni do rozwoju, a działające na nim przedsiębiorstwa posiadają również słabe strony, które można wykorzystać do budowy przewag konkurencyjnych polskich firm na niemieckim rynku.

Ryzyka związane z działalnością na analizowanym rynku wynikają z analizy SWOT. Jak z każdym wschodzącym rynkiem, również i z rynkiem wodoru w Niemczech związana jest duża doza niepewności co do ostatecznych perspektyw i kierunków rozwoju. Z drugiej strony, z rynkiem tym związane są bardzo dobre potencjalne perspektywy wzrostu, co wynika z szans rozwojowych. Ewentualną niepewność związaną z rozwojem rynku złagodzić powinny wyniki prowadzonych badań oraz projektów pilotażowych, które przynoszą pozytywne i wymierne efekty, pozwalające przypuszczać, że rozwój rynku będzie zgodny z optymistycznymi prognozami.

4. Kluczowe czynniki rozwoju niemieckiego rynku wodoru

4.1 Wiodące produkty lub usługi w niemieckiej gospodarce opartej na wodorze

Wodór może być stosowany bezpośrednio w czystej postaci lub jako podstawa syntezy paliw płynnych lub gazowych produkowanych na bazie wodoru, takich jak syntetyczny metan lub syntetyczny olej napędowy, a także innych nośników energii, takich jak amoniak²⁷. Jak już wskazano, zdecydowana większość wodoru w Niemczech jest obecnie wykorzystywana w sektorze przemysłowym, głównie w rafineriach i do produkcji amoniaku, w mniejszym stopniu do produkcji metanolu i innych chemikaliów oraz w produkcji stali.

W perspektywie średnio- i długoterminowej potencjał wzrostu wykorzystania wodoru w zastosowaniach przemysłowych jest ograniczony. Jednakże, inne sektory mają znacznie większy potencjał²⁸.

Obecne i możliwe obszary zastosowania wodoru w różnych gałęziach gospodarki w Niemczech zostały przedstawione na poniższej grafice. Na podstawie dostępnych informacji i danych źródłowych dokonano eksperckiej oceny potencjału poszczególnych obszarów związanych ze znanymi dzisiaj możliwymi zastosowaniami analizowanej technologii. Z eksperckiej oceny wynika, które zastosowania generują najwyższy popyt w obecnym stanie techniki i rozwoju rynku. Dodatkowo wskazano również przewidywany poziom popytu w ramach obszarów perspektywicznych, które w obecnym czasie są w fazie załączkowej, jednakże bardzo dobrze rokują na przyszłość. Perspektywiczność rozwoju poszczególnych segmentu uzasadnić można:

- Dostępnymi prognozami rynkowymi (z reguły na wysokim poziomie ogólności),
- Deklaracjami rządu i agencja rządowych co do wsparcia poszczególnych obszarów,
- Działaniami i projektami pilotażowymi podejmowanymi przez podmioty, które potencjalnie są zainteresowane wejściem na dany segment rynku.

W kolejnych rozdziałach przedstawiono bardziej szczegółowy opis stanu zaawansowania wdrażania poszczególnych technologii, zastosowań i produktów dedykowanych gospodarce opartej na wodorze. Na bazie dostępnych informacji dokonano również wskazania, często bardzo ogólnego, produktów i usług, które z wysokim prawdopodobieństwem mogą zostać wprowadzone w ramach poszczególnych segmentów rynku. Biorąc pod uwagę cały łańcuch wartości w poszczególnych segmentach sprecyzowano również możliwe kategorie przedsiębiorstw, dla których rozwój analizowanego segmentu może stworzyć nowe możliwości do rozwoju działalności.

²⁷ Deutsche Energie-Agentur GmbH (2018), *Power to X: Technologien*, [online, dostęp: 10.07.2020], <https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264_Power_to_X_Technologien.pdf>.

²⁸ International Energy Agency (2019), *The Future of Hydrogen: Seizing today's opportunities*, [online, dostęp: 10.07.2020], <<https://webstore.iea.org/the-future-of-hydrogen>>.

Tabela 4 Obecne i przyszłe (w latach 2040-2050) obszary zastosowania technologii wodorowej w Niemczech.

	Obecne obszary zastosowania				Nowe obszary zastosowania			
	Sektor rafineryjny	Sektor chemiczny	Produkcja żelaza i stali	Ciepło przemysłowe	Sektor transportowy	Ogrzewanie budynków	Produkcja energii	Magazynowanie energii (Power to Gas)
Stan obecny								
Stan przewidywany								

Jak wynika z powyższej tabeli, w perspektywie najbliższych 20 lat struktura niemieckiego rynku wodoru ulegnie istotnemu przekształceniu. Wszystkie jego segmenty związane z wykorzystaniem wodoru w rozumieniu konwencjonalnym (wodór szary, brązowy) będą w fazie stagnacji. Jednakże, obszary zastosowania wodoru, które wiążą się z możliwościami wykorzystania zdekarbonizowanego wodoru (zielony, niebieski) będą w fazie dynamicznego wzrostu, który stworzy doskonałe warunki do rozwoju działalności na analizowanym rynku zagranicznym. Branże, które mają najwyższy potencjał do bycia beneficjentami tego wzrostu wskazane zostały na końcu każdego z kolejnych 5 podrozdziałów (należy pamiętać, że wskazane listy rozwojowych produktów i usług nie mają charakteru wyczerpującego).

4.1.1 Ogrzewanie budynków

[Aktualna wielkość rynku: ~5500-6000 instalacji]

**[Szacowana docelowa wielkość rynku w perspektywie 2030
r.: ~3 mln instalacji w perspektywie 2050 roku]**

Szacowana wielkość rynku wynika z dostępnych prognoz dotyczących liczby budynków, które mogą zostać wyposażone w instalacje do ogrzewania wodorem

W sektorze mieszkaniowym wodór jest najczęściej wykorzystywany w kogeneracji opartej na ogniwach paliwowych (zwanej także skojarzonym ogrzewaniem i energią elektryczną). W zakresie wiodących technologii, najczęściej stosowane są protonowe membrany elektrolityczne (PEM) i ogniwa paliwowe z tlenkiem stałym (SO). Oba typy ogniw kogeneracyjnych mogą być napędzane ciepłem lub energią i mogą być stosowane jako mini lub mikro kogeneratory ze względu na ich niewielkie rozmiary. Mogą być albo zasilane bezpośrednio wodorem, albo gazem ziemnym lub biogazem (konwersja na wodór odbywa się wewnątrz jednostki). Jeśli wytwarzane ciepło ma wystarczająco wysoką temperaturę, taki system może również zapewnić chłodzenie poprzez adsorpcję (trigenerację).

Mini- i mikro-ciepłownie oparte na wodorowych ogniwach paliwowych są już dostępne na niemieckim rynku. Jednakże, jak wynika z dostępnych opracowań ich rozwój jest zdecydowanie wolniejszy niż w innych częściach świata – np. w Japonii. Począwszy od 2018 roku, rozwój przedmiotowego segmentu rynku jest napędzany przez dedykowany program wsparcia wdrażany przez niemieckie Ministerstwo Gospodarki i Energii (BMWi). Dzięki wsparciu rządowemu w 2018 roku zainstalowano 3600 nowych tego typu instalacji, przez co udało się blisko potroić liczbę mikro-ciepłowni opartych na ogniwach wodorowych w Niemczech (na koniec 2018 roku wynosiła ona 5500 jednostek). Oczekuje się, że w roku 2019 doszło do dalszego rozwoju przedmiotowego rynku²⁹, brak jest jednak dostępnych publicznie danych na ten temat.

Podobnie, jak w przypadku innych rynków, kluczowym czynnikiem hamującym rozwój mini- i mikro-ciepłowni opartych na wodorowych ogniwach paliwowych są ceny tego typu rozwiązań. Według aktualnych danych cena jednej instalacji tego typu kształtuje się na poziomie ok. 20 tys. EUR. Biorąc pod uwagę stopień rozwoju rynku, należy oczekiwać, że koszty obsługi i ewentualnych remontów również utrzymują się na wysokim poziomie, w szczególności w relacji do innych wiodących technologii ogrzewania budynków.

²⁹ Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (2018), *KfW 433 programme: More fuel cells for household energy*, [online, dostęp: 11.07.2020], <<https://www.now-gmbh.de/en/news/press/kfw-433-programme-more-fuel-cells-for-household-energy>>.

Pomimo wczesnego etapu rozwoju przedmiotowego rynku wskazuje się, że jego potencjał jest bardzo duży. Z dostępnych prognoz wynika, że w całych Niemczech jest ok. 3 mln budynków, które mogą zostać wyposażone w mini- i mikro-ciepłownie oparte na wodorowych ogniwach paliwowych³⁰.

4.1.1.1 Opis łańcucha dostaw i wartości rynku ogrzewania budynków wodorem

Pierwsze komercyjnie wykorzystywane rozwiązania, które zostały wdrożone w 2017 roku działają w oparciu o produkcję wodoru z nadwyżek energii odnawialnej. Wyprodukowany wodór magazynowany jest w ogniwach lub spalany bezpośrednio w kotłach i wykorzystywany do ogrzewania powierzchni³¹. Biorąc pod uwagę powyższe, trzon łańcucha dostaw w aktualnym stanie rynku jest bardzo prosty i zamyka się w ramach jednej kompleksowej instalacji. Należy jednak oczekiwać, że wraz z przewidywanym upowszechnianiem się analizowanej technologii i rozwojem rynku dochodziło będzie do rozbudowywania się łańcucha dostaw, który będzie osiągał kształt zbliżony coraz bardziej do kompleksowego łańcucha zależności zaprezentowanego w rozdziale 3.

Należy oczekiwać, że ogrzewanie budynków z wykorzystaniem wodoru pochodzącego z nadwyżek produkcji energii odnawialnej nie będzie stanowiło optymalnego rozwiązania w perspektywie długoterminowej. W szczególności należy zwrócić uwagę na możliwości związane z włączeniem stałych dostaw paliwa wodorowego (np. poprzez gazociąg) do łańcucha dostaw na analizowanym rynku. Powyższe powinno przyczynić się do stabilności funkcjonowania źródeł ciepła opartych na analizowanej technologii, pozwalając tym samym na rozpowszechnienie tego rozwiązania na szeroką skalę. W perspektywie długoterminowej to właśnie instalacje oparte na wykorzystaniu stałych dostaw wodoru zaspakajął będą popyt na ciepło ze strony prognozowanych 3 mln budynków w Niemczech.

Podkreślenia wymaga również fakt, że łańcuch wartości w analizowanym przypadku jest zdecydowanie bardziej rozbudowany niż mogłoby to wynikać z analizy łańcucha dostaw w aktualnym kształcie. W szczególności, analizowany wycinek niemieckiej gospodarki opartej na wodorze stwarza doskonałe możliwości do rozwoju dla:

- Firm zajmujących się produkcją tworzyw sztucznych (dostawy materiałów do modernizacji infrastruktury gazowej),
- Firm zajmujących się produkcją rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych),
- Firm zajmujących się produkcją urządzeń i komponentów przemysłowych (pompy, zawory, monozłącza, kształtki, rury, zasuw),
- Firm działających w obszarze budownictwa przemysłowego,

³⁰ A. Herrmann, M. Andreas, C. Hildebrandt (2017), *H2-Home-Dezentrale Energieversorgung mit Wasserstoff-Brennstoffzellen*. Lipsk, 3 forum HYPOS.

³¹ IWR Online (2018), *Erste KWK-Anlage nutzt regenerativen Wasserstoff im Alltagsbetrieb*. [online, dostęp: 11.07.2020] <<https://www.iwr.de/news.php?id=35473>>.

- Firma zajmujących się produkcją urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości),
- Firm zajmujących się produkcją komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych (panele słoneczne, inwertery, akumulatory),
- Firm zajmujących się projektowaniem instalacji fotowoltaicznych,
- Firm monterskich i instalatorskich aktualnie zajmujących się instalacjami OZE,
- Firm transportowych,
- Firm remontowych i zajmujących się utrzymaniem majątku.

Biorąc pod uwagę opisane powyżej przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Niemiec, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami można oczekiwać, że największy popyt na analizowanym rynku dotyczył będzie urządzeń i komponentów przemysłowych (pompy, zawory, monozłącza, kształtki, rury, zasuw).

4.1.1.2 Analiza SWOT w kontekście działalności wielkopolskich MŚP

Mocne strony	Słabe strony
- Konkurencyjność cenowa wielkopolskich MŚP (w relacji do rynku niemieckiego), - Bliskość rynku niemieckiego (niska renta geograficzna), - Doświadczenie w zakresie działalności monterskiej związanej z przydomowymi instalacjami OZE, - Doświadczenie z względnie nowoczesnymi technologiami w sferze zasilania i ogrzewania budynków.	- Niska rozpoznawalność na rynku docelowym, - Brak doświadczenia w prowadzeniu działalności eksportowej w przypadku znacznej części przedsiębiorców, - Brak znajomości szczegółowych regulacji dotyczących rynku niemieckiego w przypadku znacznej części przedsiębiorstw, - Konieczność zaznajomienia się z procedurami związanymi z dochodzeniem praw oraz płatności na rynku niemieckim.
Szanse	Zagrożenia
- Dynamiczny rozwój segmentu mikro- oraz mini-ciepłowni opartych na wodorowych ogniach paliwowych, - Wsparcie rządu niemieckiego dla technologii opartych na wodorze, - Przewidywany spadek kosztów instalacji i obsługi, opartych na wodorze, rozwiązań do ogrzewania budynków, - Znaczna siła nabywcza konsumentów na rynku niemieckim.	- Możliwy protekcjonizm na niemieckim rynku wodoru związany z intencją promowania tamtejszych podmiotów gospodarczych, - Zdecydowanie silniejsza niż w Polsce, konkurencja rynkowa w Niemczech, - Ryzyko walutowe związane z eksportem do Niemiec, - Niesprzyjające środowisko makroekonomiczne w zakresie relacji handlowych, - Bariery formalnoprawne związane z dopuszczeniem produktów do obrotu na analizowanym rynku.

Wskazane zagrożenia dotyczące działalności na rynku niemieckim stanowią raczej standardowe ryzyka związane z internacjonalizacją, które nieodłącznie towarzyszą każdej decyzji o podjęciu współpracy zagranicznej – ryzyka walutowe, czy też bariery formalnoprawne postrzegać należy raczej w kategorii wyzwań niż zagrożeń, które mogą zadecydować o porażce internacjonalizacji. Innymi słowy, z analizowanym rynkiem nie wiążą się ponadprzeciętne ryzyka, a szanse rozwojowe są na tyle duże, że jest on bardzo interesującą opcją dla rozwoju lub dywersyfikacji działalności.

4.1.2 Transport

[Aktualna wielkość rynku: ~600 pojazdów]

[Szacowana docelowa wielkość rynku w perspektywie 2030 r.: ~40 000 pojazdów]

Szacowana wielkość rynku wynika z analizy porównawczej możliwości nasycenia gospodarki niemieckiej samochodami wodorowymi (w porównaniu do np. Francji lub Wielkiej Brytanii)

W sektorze bez emisyjnego transportu wodoru staje się szczególnie interesujący, gdy zwiększają się oczekiwane zasięgi i ładowność pojazdów, w związku z czym na pokładzie musi być zgromadzona większa ilość energii. Zastosowania, w których wodoru może z dużym prawdopodobieństwem zastąpić stosowane dotychczas paliwa to środki lokomocji, takie jak: autobusy, ciężarówki, pojazdy pasażerskie i pociągi kursujące na dużych odległościach, a także podmioty świadczące usługi transportowe.

Niemiecki sektor transportowy oferuje bardzo obiecujące możliwości rozwoju dla rozwiązań opartych na zastosowaniu wodoru. Biorąc pod uwagę aktualną strukturę tej części rynku, wskazuje się, że w celu osiągnięcia celów klimatycznych przypisanych tej części gospodarki przez niemiecki rząd, konieczne są dalsze zmiany technologiczne, wśród których wiodącą rolę powinien pełnić wodor³². Rozwiązania oparte na ogniwach wodorowych lub na technologii konwersji energii odnawialnej na wodoru wymieniane są jako alternatywna opcja dla technologii pojazdów elektrycznych, w sytuacjach, w których bezpośrednie wykorzystanie technologii elektrycznej nie jest technicznie możliwe, bądź nie jest opłacalne. Wśród segmentów rynku transportowego, które stwarzają najlepsze potencjalne możliwości zastosowania technologii opartych na wodorze wskazywane są kluczowe segmenty związane z komercyjnym, bądź profesjonalnym świadczeniem usług transportowych, takie jak m.in.:

- Transport powietrzny - przede wszystkim wodoru pochodzący z elektrolizy wykorzystującej energię odnawialną,
- Transport morski - przede wszystkim wodoru pochodzący z elektrolizy wykorzystującej energię odnawialną,
- Transport publiczny (autobusy, pociągi) – ogniwa oparte na wodorze lub wodoru pochodzący z elektrolizy wykorzystującej energię odnawialną,
- Profesjonalny transport drogowy (zasilane ogniwami paliwowymi ciągniki siodłowe),
- Pojazdy do profesjonalnych zastosowań (np. w branży budowlanej, rolnictwie lub leśnictwie) – ogniwa wodorowe,
- Branża logistyczna (np. dostawy kurierskie, wózki widłowe) – ogniwa wodorowe.

³² G. Tjarks, *The German Approach towards a Hydrogen Economy*, NOW GmbH (2020), [online, dostęp: 21.08.2020], <https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/09_GeertTjarks.pdf>.

4.1.2.1 Opis łańcucha dostaw i wartości rynku transportu opartego na wodorze

Na obecnym etapie rozwoju niemieckiego rynku gospodarki opartej na wodorze nie przewiduje się dominacji analizowanej technologii w segmencie samochodów osobowych wykorzystywanych do użytku prywatnego. W dostępnych opracowaniach podkreśla się jednak możliwość rozwoju niektórych segmentów rynku samochodów osobowych w kierunku wykorzystania technologii wodorowych (np. SUVy oraz większe samochody pasażerskie, które przeznaczone są do podróżowania na dłuższych dystansach).

Obecnie szacuje się, że na obszarze Niemiec używanych jest ok. 500 pojazdów osobowych oraz ok. 15 autobusów (dodatkowych 50 jest na etapie dopuszczania do eksploatacji) wykorzystujących technologię wodorową³³. Zgodnie z informacjami analityków, popyt na pojazdy w technologii wodorowej zdecydowanie przewyższa podaż, której nie są w stanie zapewnić niemieccy producenci.

W zakresie pozostałych segmentów sektora transportu w Niemczech należy wskazać, że w 2018 roku uruchomiony został pierwszy pociąg napędzany wodorowymi ogniwami paliwowymi poruszający się na niezelektryfikowanej linii. W segmencie morskim zastosowania technologii wodorowych ogniw paliwowych są dotychczas bardzo ograniczone – jedynym przykładem jest statek turystyczny w Hamburgu, który napędzany jest wodorowym ogniwem paliwowym. Ponadto, w eksploatacji jest jeszcze kilka jednostek wykorzystujących ogniwa wodorowe jako pomocnicze jednostki napędowe³⁴.

Dalszy rozwój technologii opartych na wodorze w transporcie wymaga zapewnienia odpowiedniej infrastruktury związanej z dostarczaniem tego paliwa. W związku z tym, wskazuje się, że konieczne jest zapewnienie rządowego wsparcia ukierunkowanego na niemiecki przemysł motoryzacyjny (w całym łańcuchu dostaw i wartości), którego dotyczy analizowana strukturalna transformacja. Na przykład, w celu zastosowania technologii ogniw paliwowych niezbędna jest optymalizacja niemieckiej produkcji w zakresie umożliwienia poprawy parametrów wydajnościowych wytwarzanych elementów związanych z gospodarką opartą na wodorze (ogniwa paliwowe, zbiorniki ciśnieniowe).

Kolejnym niezbędnym krokiem w kierunku popularyzacji rozwiązań opartych na wodorze w sektorze transportu jest rozwój infrastruktury do dystrybucji paliwa. W aktualnym stanie Niemcy posiadają bardzo dobrze rozwiniętą infrastrukturę do dystrybucji oraz magazynowania gazu ziemnego. W celu wykorzystania potencjału wodoru możliwe jest częściowe wykorzystanie tej infrastruktury przy założeniu jej odpowiedniej modernizacji w kierunku zapewnienia bezpieczeństwa dostaw. Kierunki rozwoju infrastruktury uwzględniają ponadto budowę dedykowanej infrastruktury do dystrybucji wodoru. Rząd Niemiec zadeklarował wypracowanie odpowiednich ram

³³ International Energy Agency (2019), *The Future of Hydrogen: Seizing today's opportunities*, [online, dostęp: 12.07.2020], <<https://webstore.iea.org/the-future-of-hydrogen>>.

³⁴ Tinz (2019), *Perspectives for the Use of Hydrogen as Fuel in Inland Shipping A Feasibility Study. On behalf of Institute for Combustion Engines VKA*, [online, dostęp: 12.07.2020], <http://marigreen.eu/wordpress_marigreen/wp-content/uploads/2018/11/Hydrogen-Feasibility-Study-MariGreen.pdf>.

regulacyjnych, które determinowały będą oczekiwane parametry, które będzie musiała spełniać infrastruktura dystrybucyjna.

Według danych na koniec 2018 roku, Niemcy zajmują 4 miejsce na świecie z 75 funkcjonującymi stacjami tankowania wodoru. Kolejnych 28 stacji miało zostać przekazanych do eksploatacji do końca 2019 roku³⁵. W związku z powyższym, można wnioskować, że aktualnie na terenie Niemiec funkcjonuje przynajmniej 100 tego typu obiektów.

Łańcuch dostaw i wartości analizowanego rynku stwarza doskonałe możliwości do rozwoju dla:

- Dostawców komponentów dla motoryzacji (napędy, regulatory ciśnienia, czujniki),
- Dostawców zbiorników do magazynowania wodoru,
- Firm zajmujących się budownictwem infrastrukturalnym,
- Producentów urządzeń do oczyszczania wodoru,
- Producentów ogniw paliwowych,
- Producentów komponentów do ogniw paliwowych,
- Producentów komponentów do stacji tankowania wodoru (pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki),
- Producentów dyfuzorów, membran i elektrod,
- Producentów i dostawców przetwornic, konwerterów lub kondensatorów (superkondensatorów),
- Producentów systemów testowania ogniw paliwowych,
- Producentów wózków widłowych,
- Firm transportowych.

Biorąc pod uwagę opisane powyżej przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Niemiec, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami można oczekiwać, że największy popyt na analizowanym rynku dotyczył będzie komponentów do ogniw paliwowych.

³⁵ H2.LIVE (2019), *Wassersatofftankstellen in Deutschland & Europa.*, [online, dostęp: 12.07.2020], < <https://h2.live/>>.

4.1.2.2 Analiza SWOT w kontekście działalności wielkopolskich MŚP

Mocne strony	Słabe strony
- Konkurencyjność cenowa wielkopolskich MŚP (w relacji do rynku niemieckiego), - Bliskość rynku niemieckiego (niska renta geograficzna), - Doświadczenie regionu w działalności w branży motoryzacyjnej.	- Brak doświadczenia w prowadzeniu działalności eksportowej w przypadku znacznej części przedsiębiorców, - Niska rozpoznawalność na rynku docelowym, - Konieczność kapitałochłonnych inwestycji na zmianę technologii produkcji.
Szanse	Zagrożenia
- Nadwyżka popytu na niemieckim rynku transportu opartego na technologiach wodorowych, - Wsparcie rządu niemieckiego dla technologii opartych na wodorze, - Znaczna siła nabywcza konsumentów na rynku niemieckim.	- Ryzyko walutowe związane z eksportem do Niemiec, - Niesprzyjające środowisko makroekonomiczne w zakresie relacji handlowych, - Możliwy protekcjonizm na niemieckim rynku wodoru związany z intencją promowania tamtejszych podmiotów gospodarczych, - Bariery formalnoprawne związane z dopuszczeniem produktów do obrotu na analizowanym rynku.

Kluczowy wpływ na ocenę potencjału rozwojowego na niemieckim rynku transportu wykorzystującego technologie wodorowe powinny mieć doskonale prognozy wzrostu tego rynku zestawione z wysokim potencjałem szeroko-pojętej branży motoryzacyjnej w województwie wielkopolskim. Wskazane zagrożenia dotyczące działalności na rynku niemieckim stanowią raczej standardowe ryzyka związane z internacjonalizacją, które nieodłącznie towarzyszą każdej decyzji o podjęciu współpracy zagranicznej – ryzyka walutowe, czy też bariery formalnoprawne postrzegać należy raczej w kategorii wyzwań niż zagrożeń, które mogą zadecydować o porażce internacjonalizacji. Innymi słowy, z analizowanym rynkiem nie wiążą się ponadprzeciętne ryzyka, a szanse rozwojowe są na tyle duże, że jest on bardzo interesującą opcją dla rozwoju lub dywersyfikacji działalności.

4.1.3 Wytwarzanie energii

Wodór można wykorzystać do wytwarzania energii, w którą można go przekształcić za pomocą procesu spalania lub z wykorzystaniem ogniw paliwowych. Spalanie może odbywać się w stacjonarnym silniku spalinowym (ICE) zarówno tłokowym (występującym w większości samochodów), jak i obrotowym (takim jak turbiny). Generowanie energii na bazie ogniw paliwowych jest stosowane głównie jako systemy bezprzerwowego zasilania (UPS). Można je uznać za dojrzałą technologię i są dostępne w szerokim zakresie wydajności. Ich główną funkcją jest zapewnienie zasilania rezerwowego dla krytycznej infrastruktury takiej jak szpitale, infrastruktura komunikacyjna, wielkie centra danych i podobne w przypadku awarii zasilania. Ich zalety to niezawodność, trwałość i niskie koszty utrzymania.

Dostępne dokumenty związane z kierunkami kształtowania niemieckiej polityki klimatycznej i energetycznej wskazują na wodór jako na jedno z paliw, które będzie wykorzystywane w ramach transformacji energetycznej kraju. W Niemczech są prowadzone badania nad spalaniem wodoru w turbinach gazowych. Obecne osiągnięcia firmy Siemens umożliwiają eksploatację turbin z mieszanką paliwową o zawartości wodoru do 60%. Trwające prace koncentrują się na rozwoju turbin pracujących na czystym wodorze³⁶ (turbiny takie oferuje już firma Kawasaki).

Co więcej, technologie oparte na wodorze wykorzystywane są w zakresie rozwoju tzw. systemów UPS (systemy zasilania awaryjnego – tego typu generatory wykorzystują kontrolowaną reakcję syntezy wodoru i tlenu do produkcji energii elektrycznej). Można uznać je za dojrzałą technologię, która wdrażana jest już od ok. 10 lat. W 2010 roku kluczowi interesariusze rynku wodorowego powołali organizację o nazwie Clean Power Net, której celem jest przyspieszenie wdrożenia technologii UPS do ogniw paliwowych³⁷. W latach 2010–2016 zainstalowano około 200 systemów ogniw paliwowych wykorzystywanych jako zapasowe źródło zasilania np. cyfrowej sieci radiowej kluczowych instytucji (policji i straży pożarnej itp.)³⁸. Projekty były wspierane i finansowane przez departament badań i rozwoju Federalnego Ministerstwa Transportu i Infrastruktury Cyfrowej (BMVI). Systemy muszą spełniać kryterium, zgodnie z którym powinny zapewniać możliwość pracy przez 72 godziny. Ich typowa moc wyjściowa wynosi poniżej 20 kW. W 2018 roku wsparcie rządowe pozyskało kolejne 505 systemów UPS dla cyfrowej sieci radiowej. Obecnie, są one w fazie realizacji³⁹. Istnieje również kilka innych projektów demonstracyjnych dotyczących ogniw paliwowych w różnych obszarach zastosowań, takich jak kontrola ruchu, systemy bezpieczeństwa, produkcja energii z ropy i gazu, zaopatrzenie w wodę, stacje pomiarowe.

³⁶ Hydrogen co-firing in gas turbines: The road ahead. In: Turbomachinery, TMI Staff & Contributors (2019), [online, dostęp: 13.09.2020], <<https://www.turbomachinerymag.com/hydrogen-co-firing-in-gas-turbines-the-road-ahead/>>.

³⁷ Strona internetowa Clean power net, (2019), [online, dostęp: 12.08.2020], <<https://www.hg.org/germany-business-law.asp>>.

³⁸ Strona internetowa Clean power net, (2019), [online, dostęp: 12.08.2020], <<http://www.cleanpowernet.de/anwendungen/>>.

³⁹ Sprawozdanie organizacji NOW, Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, (2018), [online, dostęp: 12.08.2020], <https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/7-now-jahresberichte/now_jahresbericht_2018.pdf>.

4.1.3.1 Opis łańcucha dostaw i wartości rynku wytwarzania energii z wodoru

Łańcuch dostaw i wartości na niemieckim rynku produkcji energii z wodoru warto na obecnym etapie wdrażania technologii rozpatrywać przede wszystkim z perspektywy systemów UPS, które są już wdrażane do użytku w niektórych gałęziach gospodarki. Urządzenia tego typu zasilane są wodorem z butli, która ze względów bezpieczeństwa umieszczana jest w odpowiedniej odległości od samego generatora (zazwyczaj na zewnątrz budynku). Odpowiednie funkcjonowanie systemu wymaga również instalacji odprowadzania wody, na wzór instalacji do odprowadzania skroplin z klimatyzatorów. Generator jest wyposażony w system wentylacji, którego celem jest zapobiegnięcie wydostawaniu się niewykorzystywanego wodoru lub pary wodnej do pomieszczeń. Ponadto, instalacja wymaga również systemu chłodzenia wodą.

Wiodącymi odbiorcami technologii są poza wspomnianymi już operatorami sieci radiowych, również firmy informatyczne, które wykorzystują rozwiązanie do zasilania posiadanych serwerowni.

Zasada funkcjonowania wiodącego na obecnym etapie produktu związanego z wykorzystaniem wodoru do produkcji energii elektrycznej powoduje znaczne rozszerzenie łańcucha wartości w tym segmencie i generuje znaczne możliwości rozwoju dla przedsiębiorstw posiadających już doświadczenie z technologiami powszechnie wykorzystywanymi od dłuższego czasu, takimi jak klimatyzacje przemysłowe, wentylacja budynków, czy konwencjonalne instalacje zasilające. Perspektywy rozwojowe rynku związane są również z produkcją oraz obsługą ogniw paliwowych o średnich mocach, które będą wykorzystywane jako podstawowe źródło zasilania w przemyśle (np. produkcyjnym lub spożywczym). Podsumowując powyższe ustalenia należy oczekiwać, że rozwój rynku niemieckiego produkcji energii z wodoru generuje możliwości rozwojowe dla przedsiębiorstw zajmujących się:

- Produkcją elektrolizerów alkalicznych, membranowych z wymianą protonów i elektrolizerów na tlenek stały oraz komponentów i części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki),
- Produkcją komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne),
- Bezpieczeństwem maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, wyłączniki, skanery laserowe),
- Produkcją urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości),
- Produkcją komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory),
- Produkcją i dystrybucją komponentów do systemów UPS (prostowniki, falowniki, baterie, przewody, akumulatory),
- Programowaniem (oprogramowanie dla operatorów infrastruktury krytycznej na styku z systemami UPS, aplikacje do monitorowania pracy systemów UPS),
- Projektowaniem instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych,

- Remontami i modernizacjami infrastruktury technicznej,
- Prowadzeniem procesów energetycznych,
- Informatyzacją procesów wytwarzania energii,
- Inżynierią kontraktów,
- Instalacji systemów klimatyzacji,
- Instalacji elektrycznych,
- Instalacji wentylacyjnych,
- Produkcji butli gazowych,
- Projektowaniem instalacji przemysłowych,
- Projektowaniem i wykonawstwem instalacji przeciwpożarowych,
- Prowadzeniem szkoleń z zakresu bezpieczeństwa.

Biorąc pod uwagę opisane powyżej przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Niemiec, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami można oczekiwać, że największy popyt na analizowanym rynku dotyczył będzie komponentów do systemów UPS (prostowniki, falowniki, baterie, przewody, akumulatory).

4.1.3.2 Analiza SWOT w kontekście działalności wielkopolskich MŚP

Mocne strony	Słabe strony
- Możliwość wykorzystania doświadczenia i wiedzy związanej z już ugruntowanymi i funkcjonującymi rozwiązaniami (klimatyzacja, wentylacja, instalacje odprowadzania wody), - Konkurencyjność cenowa wielkopolskich MŚP (w relacji do rynku niemieckiego), - Pozytywne doświadczenia rynku niemieckiego z współpracą z polskimi firmami budowlanymi i inżynierskimi, - Bliskość rynku niemieckiego (niska renta geograficzna).	- Brak po stronie większości polskich przedsiębiorstw silnej marki umożliwiającej konkurowanie z podmiotami z krajów rozwiniętych.
Szanse	Zagrożenia
- Rozwój sektora informatycznego generujący zapotrzebowanie na skalowanie infrastruktury, - Znaczna liczba i popularność różnego typu imprez branżowych (targi, konferencje) w sektorze informatycznym, dająca szerokie możliwości promowania oferowanych produktów i usług, - Wsparcie rządu niemieckiego dla technologii opartych na wodorze, - Znaczna siła nabywcza konsumentów na rynku niemieckim.	- Silna presja konkurencyjna ze strony przedsiębiorstw z krajów rozwiniętych (Niemcy, USA, Wielka Brytania, Francja), - Ryzyko walutowe związane z eksportem do Niemiec, - Możliwy protekcyjizm na niemieckim rynku wodoru związany z intencją promowania tamtejszych podmiotów gospodarczych.

Wskazane zagrożenia dotyczące działalności na rynku niemieckim stanowią raczej standardowe ryzyka związane z internacjonalizacją, które nieodłącznie towarzyszą każdej decyzji o podjęciu współpracy zagranicznej – ryzyka walutowe, czy też bariery formalnoprawne postrzegać należy raczej w kategorii wyzwań niż zagrożeń, które mogą zadecydować o porażce internacjonalizacji.

4.1.4 Magazynowanie energii

W 2019 r. w Niemczech eksploatowano (lub planowano oddać do eksploatacji) 50 elektrowni o łącznej mocy elektrycznej ponad 55 MW, które są wyposażone w elektrolizer do produkcji wodoru⁴⁰. W zdecydowanej większości sprzedają one wodór stacjom paliwowym lub klientom przemysłowym. Pierwszy projekt o mocy elektrolizera na poziomie 10 MW został oddany do eksploatacji na początku 2020 r.⁴¹ Na kolejnym etapie planowana jest budowa elektrowni Power-to-gas o większych mocach:

- Jedna z nich o mocy ok. 100 MW ma być zlokalizowana w północnych Niemczech. Plany jej budowy zostały ogłoszone przez operatora systemu przesyłowego Tennet we współpracy z dwoma operatorami systemu przesyłowego gazu, Gasunie Deutschland i Thyssengas. Projekt ma na celu wykorzystanie ogromnego potencjału wiatrowego regionu północnych Niemiec. Oczekuje się, że częściowa eksploatacja rozpocznie się w 2022 r.
- Na początku 2019 r. Amprion, inny operator systemu przesyłowego, wraz z Open Grid Europe, operatorem systemu przesyłowego gazu, ogłosił plany budowy kolejnej elektrowni power to gas o mocy 100 MW, o szacunkowej wartości inwestycji około 100 mln EUR. Projekt przewiduje wykorzystanie obecnych rurociągów wodorowych, a także dostosowanie istniejącej sieci gazowej do transportu czystego wodoru. Obydwa projekty są pierwszymi tego rodzaju w Niemczech⁴².

Kluczową zaletą wykorzystania technologii Power-to-gas jest fakt, że umożliwia ona magazynowanie zielonej energii. Jak powszechnie wiadomo, produkcja z źródeł OZE charakteryzuje się znaczną niestabilnością, która związana jest z tym, iż jest ona ściśle powiązana z nasłonecznieniem lub warunkami wietrznymi, które występują w danej chwili. Z tego powodu dochodzi to powstawania okresowych niedoborów i nadwyżek energii z OZE. Wykorzystanie wodoru jako swoistego magazynu energii ma umożliwić łagodzenie okresowych wahań w produkcji energii elektrycznej z OZE.



⁴⁰ Power-to-Gas-Anlagen in ersten kommerziellen Anwendungen, PV-Magazin, (2019), [online, dostęp: 12.09.2020], <<https://www.pv-magazine.de/unternehmensmeldungen/power-to-gas-anlagen-in-ersten-kommerziellen-anwendungen/>>

⁴¹ Weltgrößte Wasserstoff- Elektrolyse entsteht in der Rheinland Raffinerie, Shell (2019), [online, dostęp: 12.09.2020], <<https://www.shell.de/medien/shell-presseinformationen/2018/weltweit-groe%C3%9Fte-wasserstoff-elektrolyse-anlage-rheinland.html>>.

⁴² Amprion und OGE planen 100 MW Power-to-Gas-Projekt, IWR online (2019), [online, dostęp: 12.08.2020], <<https://www.iwr.de/news.php?id=35809>>.

4.1.4.1 Opis łańcucha dostaw i wartości rynku magazynowania energii z wykorzystaniem wodoru

Łańcuch wartości w sektorze magazynowania energii z wykorzystaniem wodoru w znacznej części jest tożsamy z łańcuchem wartości dla produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Do produkcji wodoru w procesie elektrolizy wykorzystywana jest z reguły energia pochodząca z instalacji fotowoltaicznych lub z elektrowni wiatrowych. W związku z tym, rozwój analizowanego obszaru gospodarki opartej na wodorze stwarza szanse dla przedsiębiorstw, które posiadają już doświadczenie i historię działalności w różnych ogniwach łańcucha wartości produkcji energii z wskazanych powyżej źródeł.

Ponadto, analizowana technologia ma bardzo szerokie zastosowanie, które obejmuje w zasadzie wszystkie typy potencjalnych odbiorców wodoru. Również w zakresie metod magazynowania, czy też transportu i dystrybucji, analizowany segment rynku wodoru wykorzystuje w zasadzie wszystkie ogniwa łańcucha wartości dla gospodarki opartej na wodorze. Biorąc pod uwagę powyższe należy uznać, że rozwój tej technologii na rynku niemieckim stwarza możliwości do rozwoju i ekspansji zagranicznej dla przedsiębiorców działających w obszarze m.in.:

- Produkcji komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory),
- Projektowania instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych,
- Modernizacji i remontów instalacji fotowoltaicznych i farm wiatrowych,
- Obsługi i prowadzenia ruchu w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych,
- Automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne),
- Bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, wyłączniki, skanery laserowe),
- Urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości),
- Transportu wyspecjalizowanego (transport gazu, transport wielkogabarytowy),
- Utrzymania ruchu i remontów sieci energetycznych,
- Produkcji i dystrybucji komponentów do systemów UPS (prostowniki, falowniki, baterie, przewody, akumulatory),
- Programowania (oprogramowanie dla operatorów infrastruktury krytycznej na styku z systemami UPS, aplikacje do monitorowania pracy systemów UPS),
- Logistyki.

Biorąc pod uwagę opisane powyżej przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Niemiec, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami można oczekiwać, że największy popyt na analizowanym rynku dotyczył będzie komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory).

4.1.4.2 Analiza SWOT w kontekście działalności wielkopolskich MŚP

Mocne strony	Słabe strony
- Możliwość wykorzystania doświadczenia i wiedzy związanej z już ugruntowanymi i funkcjonującymi rozwiązaniami (farmy fotowoltaiczne, farmy wiatrowe), - Konkurencyjność cenowa wielkopolskich MŚP (w relacji do rynku niemieckiego), - Pozytywne doświadczenia rynku niemieckiego z współpracą z polskimi firmami budowlanymi, inżynieryjnymi i transportowymi, - Bliskość rynku niemieckiego (niska renta geograficzna).	- Brak po stronie większości polskich przedsiębiorstw silnej marki umożliwiającej konkurowanie z podmiotami z krajów rozwiniętych.
Szanse	Zagrożenia
- Wsparcie rządu niemieckiego dla technologii opartych na wodorze, - Znaczna siła nabywcza konsumentów na rynku niemieckim.	- Silna presja konkurencyjna ze strony przedsiębiorstw z krajów tzw. nowej UE, - Ryzyko walutowe związane z eksportem do Niemiec, - Możliwy protekcyjizm na niemieckim rynku wodoru związany z intencją promowania tamtejszych podmiotów gospodarczych.

Podobnie, jak w przypadku innych rynków perspektywicznych, ocena potencjału rozwojowego na analizowanym rynku powinna brać pod uwagę wysoki potencjał rozwojowy oceniany przez pryzmat potencjału wielkopolskich MŚP przede wszystkim w obszarach takich jak energetyka odnawialna, informatyka, czy branża przemysłowa. Wskazane zagrożenia dotyczące działalności na rynku niemieckim stanowią raczej standardowe ryzyka związane z internacjonalizacją, które nieodłącznie towarzyszą każdej decyzji o podjęciu współpracy zagranicznej – ryzyka walutowe, czy też bariery formalnoprawne postrzegać należy raczej w kategorii wyzwań niż zagrożeń, które mogą zadecydować o porażce internacjonalizacji.

4.1.5 Przemysł

Jak zostało to już opisane, wodór już na obecnym etapie rozwoju analizowanego rynku ma bardzo ważne zastosowanie w niemieckim przemyśle. Jest on wykorzystywany na przykład w sektorze chemicznym oraz stalowym. Aktualny popyt na ten nośnik energii ze strony odbiorców z sektora przemysłowego kształtuje się na poziomie 55 TWh, z czego zdecydowana większość produkowana jest z paliw kopalnych. Aktualnie lansowane kierunki rozwoju, wynikające z celów klimatycznych Niemiec zakładają konieczność konwersji tego wolumenu paliwa na paliwo wodorowe produkowane z wykorzystaniem energii odnawialnej (w zależności od możliwości technicznych). Co więcej, kierunki polityki klimatycznej zakładają konieczność wykorzystania zielonych technologii wodorowych w innych procesach przemysłowych, takich jak np.:

- produkcja stali (szacowane zapotrzebowanie na paliwo wodorowe na poziomie ok. 80 TWh w perspektywie 2050 roku),
- przemysł rafineryjny i produkcja amoniaku (szacowane zapotrzebowanie na paliwo wodorowe na poziomie ok. 22 TWh w perspektywie 2050 roku),

Podsumowując, w niemieckim sektorze przemysłowym występuje już zapotrzebowanie na wodór i oczekuje się, że zapotrzebowanie to znacznie wzrośnie w przyszłości. Oznacza to, że sektor przemysłowy ma dobrą pozycję, aby stać się jednym z głównych czynników przyspieszających wprowadzanie wodoru na rynek i światowym pionierem w zakresie technologii wodorowej. Należy jednak mieć na uwadze, że technologie wodorowe oparte na wykorzystaniu wodoru szarego bądź brązowego nie mają przyszłości w Niemczech ze względu na wdrażanie strategii dekarbonizacji, mającą na celu osiągnięcie celu neutralności emisyjnej w 2050.

4.1.5.1 Opis łańcucha dostaw i wartości rynku wykorzystania wodoru w przemyśle

Aktualny kształt łańcucha dostaw i wartości funkcjonującego w niemieckim sektorze przemysłowym stwarza niewielkie możliwości dla przedsiębiorców z województwa wielkopolskiego. Wynika to z faktu, że w aktualnym stanie przemysł wykorzystujący wodór jako paliwo funkcjonuje w na zasadach obiegu zamkniętego (wodór wykorzystywany jest w miejscu jego produkcji, często jako produkt uboczny procesów przemysłowych – nie zachodzi potrzeba jego transportowania). Rzeczywiste możliwości rozwojowe związane są z transformacją tego sektora w kierunku jego całkowitej dekarbonizacji.

Oczekuje się, że w niektórych obszarach sektora przemysłowego trudna będzie zmiana technologii w zakresie przejścia na paliwa oparte o zielony wodór (dotyczy to w szczególności niektórych procesów przemysłowych, gdzie wodór produkowany jest jako produkt uboczny np. część sektora paliwowego). Jak wynika z aktualnie prowadzonej polityki klimatycznej, nawet jednak w tych sektorach, gazowe i płynne źródła energii muszą być stopniowo zastępowane alternatywnymi technologiami, torując drogę do wykorzystania alternatywnych zasobów lub procesów o zerowej lub bardzo niskiej emisji dwutlenku węgla. Wiele z tych procesów w perspektywie długoterminowej

umożliwi wykorzystanie wodoru i jego produktów pochodnych (głównie paliw syntetycznych opartych na wodorze). W rafineriach i częściach przemysłu chemicznego można już dziś zastąpić szary wodór zielonym wodorem bez konieczności wprowadzania jakichkolwiek modernizacji. Ponadto, istniejąca infrastruktura przemysłu chemicznego np. sieci wodorowe mogą być nadal używane i ewentualnie rozbudowane lub przystosowane do innych zastosowań, takich jak w sektorze stalowym (możliwość wykorzystania np. do opalania pieców hutniczych). Oczekuje się, że wodór wkrótce będzie wykorzystywany w projektach pilotażowych w przemyśle stalowym, gdzie może pomóc zastąpić procesy wielkopieczowe o wysokiej emisyjności. Tam, gdzie to możliwe, celem jest ukierunkowanie nadchodzących inwestycji w zakłady produkcyjne na skalę przemysłową w technologie przyjazne dla klimatu. Dlatego wodór ma odgrywać ważną długoterminową rolę w dostosowaniu niemieckiego sektora przemysłowego do wymogów polityki klimatycznej.

Nie tyle obecny, co przyszły kształt łańcucha wartości w zakresie gospodarki opartej na wodorze w niemieckim sektorze przemysłowym stwarza szanse do rozwoju dla przedsiębiorców działających w obszarze m.in.:

- Remontów i modernizacji infrastruktury technicznej,
- Automatyki przemysłowej i prowadzenia procesów przemysłowych,
- Informatyzacji procesów przemysłowych,
- Inżynierii kontraktów,
- Projektowania instalacji przemysłowych,
- Transportu paliw i substancji niebezpiecznych,
- Produkcji naczip i zbiorników do transportu paliw,
- Instalacji, utrzymania i remontów infrastruktury OZE.

Biorąc pod uwagę opisane powyżej przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Niemiec, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami można oczekiwać, że największy popyt na analizowanym rynku dotyczył będzie komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne).

4.1.5.2 Analiza SWOT w kontekście działalności wielkopolskich MŚP

Mocne strony	Słabe strony
- Obecność technologii wodorowych w niemieckim sektorze przemysłowym, umożliwiającą szybkie wejście na rynek, - Bardzo dobrze rozwinięta branża informatyczna (w szczególności programistyczna) w województwie wielkopolskim, - Silnie rozwinięte w województwie wielkopolskim sektory produkcji maszyn i urządzeń (w tym urządzeń elektrycznych) oraz produkcji pojazdów samochodowych, przyczep i naczeep, - Konkurencyjność cenowa wielkopolskich MŚP (w relacji do rynku niemieckiego), - Pozytywne doświadczenia rynku niemieckiego z współpracą z polskimi firmami budowlanymi i inżynieryjnymi, - Bliskość rynku niemieckiego (niska renta geograficzna).	- Brak doświadczenia w prowadzeniu działalności wielkoskalowych projektów przemysłowych w przypadku znacznej części przedsiębiorców, - Konieczność posiadania znacznego zaplecza finansowego w celu zapewnienia odpowiednich gwarancji i ubezpieczeń związanych z realizacją potencjalnych kontraktów.
Szanse	Zagrożenia
- Planowany program rozbudowy infrastruktury liniowej do przesyłu i dystrybucji wodoru, - Wsparcie rządu niemieckiego dla technologii opartych na wodorze, - Znaczna siła nabywcza konsumentów na rynku niemieckim.	- Silna presja konkurencyjna ze strony przedsiębiorstw z tzw. nowych krajów członkowskich UE, - Ryzyko walutowe związane z eksportem do Niemiec, - Możliwy protekcjonizm na niemieckim rynku wodoru związany z intencją promowania tamtejszych podmiotów gospodarczych.

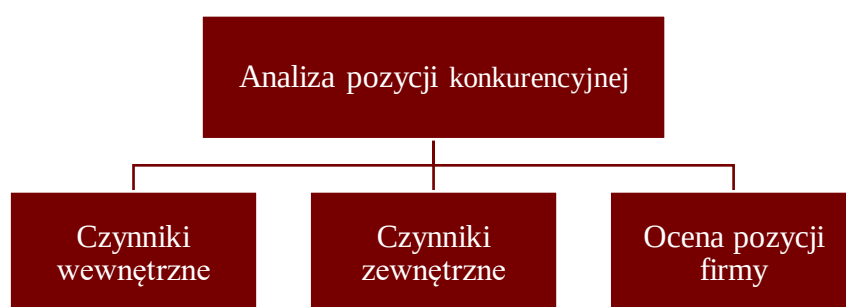
Wskazane zagrożenia dotyczące działalności na rynku niemieckim stanowią raczej standardowe ryzyka związane z internacjonalizacją, które nieodłącznie towarzyszą każdej decyzji o podjęciu współpracy zagranicznej – ryzyka walutowe, czy też bariery formalnoprawne postrzegać należy raczej w kategorii wyzwań niż zagrożeń, które mogą zadecydować o porażce internacjonalizacji. Innymi słowy, z analizowanym rynkiem nie wiążą się ponadprzeciętne ryzyka, a szanse rozwojowe są na tyle duże, że jest on bardzo interesującą opcją dla rozwoju lub dywersyfikacji działalności.

5. Analiza konkurencji na niemieckim rynku wodoru

Ocena konkurencji na rynku, który jest dopiero na etapie tworzenia nie należy do zadań łatwych. Wymaga ona przyjęcia pewnych założeń co do czynników, które będą determinowały presję konkurencyjną na rynku, jak i zdolność polskich przedsiębiorstw do radzenia sobie z tą presją. Analizy wymagają także warunki panujące w otoczeniu konkurencyjnym, które mogą sprzyjać rozwojowi lub hamować rozwój przedsiębiorstw, które chcą wejść na dany rynek.

Dlatego konkurencyjność można rozumieć, jako interdyscyplinarny zbiór cech przedsiębiorstwa, zarówno wynikających z jego wewnętrznej struktury i charakterystyki, jak i związanych z zewnętrznymi uwarunkowaniami.

Rysunek 2 Analiza pozycji konkurencyjnej



Źródło: Opracowanie własne

Konkurencyjność przedsiębiorstwa w aspekcie wewnętrznym na danym rynku odnosi się do potencjału firmy i jej działania na docelowym obszarze. Do potencjału tego zaliczane są zasoby przedsiębiorstwa, oraz przewagi nad innymi konkurentami działającymi w obrębie tego samego sektora, - a także w sytuacji dynamicznie zmieniającego się otoczenia rynkowego – zdolność firmy do elastycznego reagowania i dostosowywania się do „megatrendów” rynkowych. Czynniki wewnętrzne konkurencyjności wielkopolskich MŚP powinny zostać przeanalizowane indywidualnie w przypadku każdego z podmiotów. Można jednak wskazać pewne ogólne cechy wewnętrzne wielkopolskich MŚP, które z wysokim prawdopodobieństwem mogą wpłynąć na ich konkurencyjność na rynku niemieckim. Obejmują one przede wszystkim:

- + rozpoznawalność Polski wśród niemieckich podmiotów gospodarczych,
- + historia współpracy gospodarczej polskich przedsiębiorców z przedsiębiorcami niemieckimi,
- + dostęp do doskonałego zaplecza naukowo-badawczego, zlokalizowano przede wszystkim w stolicy województwa (np. Wielkopolskie Centrum Zaawansowanych Technologii, czy Poznański Park Naukowo-Technologiczny),

- + funkcjonowanie w ramach Unii Europejskiej zwiększające szanse na współpracę z państwami członkowskimi,
- + bliskość geograficzną rynku polskiego i niemieckiego (szczególnie w przypadku wielkopolskich MŚP),
- + konkurencyjność kosztową polskich przedsiębiorstw,
- niska rozpoznawalność marek wielkopolskich MŚP na rynku niemieckim.

Ocena pozycji konkurencyjnej wielkopolskich MŚP na niemieckim rynku gospodarki opartej na wodorze wymaga ponadto oceny czynników zewnętrznych wpływających na warunki prowadzenia działalności gospodarczej na tym rynku. W niniejszym opracowaniu uwzględniono następujące kryteria:

- Czynniki charakterystyki ogólnej rynku,
- Indeks GCI,
- Środowisko makroekonomiczne,
- Czynniki wejścia na rynek (bariery wejścia),
- Liczba procedur niezbędnych do wejścia na rynek,
- Siła lokalnych konkurentów,
- Import produktów jako procent PKB,
- Czynniki potencjałów rynku,
- Rozmiar analizowanego rynku,
- Poziom innowacyjności analizowanej gospodarki.

Szczegółowa charakterystyka czynników zewnętrznych została przedstawiona w Tabeli poniżej.

Tabela 5 Analiza pozycji konkurencyjnej wielkopolskich MŚP na analizowanym rynku z uwzględnieniem czynników charakterystyki ogólnej, wejścia na rynek gospodarki opartej na wodorze

Niemcy		
Czynniki charakterystyki ogólnej rynku	GCI (globalny indeks konkurencyjności) (0-100)	81,8
	Środowisko makroekonomiczne (0-100)	100,0
Czynniki wejścia na rynek	Liczba procedur niezbędnych do wejścia na rynek (1-7)	6,7
	Siła lokalnych konkurentów (0-100)	69,7
	Import produktów (% PKB)	40,9
Czynniki potencjałów rynku	Indeks rozmiaru krajowego rynku (0-100) / j.u.	86,0
	Innowacje (0-100) / j.u.	86,8

Z powyższej tabeli jednoznacznie wynika, że z perspektywy czynników zewnętrznych, gospodarka niemiecka jest wysoce konkurencyjna i atrakcyjna biznesowo dla firm z zagranicy. Zarówno sprzyjające środowisko makroekonomiczne, jak i bardzo wysoki poziom innowacyjności sprzyjają rozwojowi działalności gospodarczej w tym kraju. Pewne wyzwanie stanowić może relatywnie wysoki poziom biurokratyzacji otoczenia administracyjnego działalności biznesowej, wyrażony liczbą procedur niezbędnych do wejścia na rynek.

5.1 Kluczowi konkurenci

Ocena konkurencyjności w trzecim z sugerowanych wymiarów, czyli ocena pozycji konkurencyjnej wymaga odniesienia do działalności podmiotów, które już są obecne w danym segmencie. Zgodnie z tym, co zostało już wielokrotnie podkreślone, niemiecki rynek wodoru w dalszym ciągu znajduje się we wczesnej fazie rozwoju (w relacji do innych segmentów rynku paliwowo-energetycznego). Biorąc jednak pod uwagę rozwój analizowanej technologii w wymiarze międzynarodowym, Niemcy są w tym zakresie jedną z najbardziej zaawansowanych gospodarek świata. Nie zmienia to jednak faktu, że zdecydowana większość potencjalnych konkurentów na rynku niemieckim charakteryzuje się przynajmniej jedną z niżej wymienionych cech:

- Prowadzenie innego (często pokrewnego) typu działalności, jako działalności wiodącej,
- Wczesna faza rozwoju spółki – często działalność o charakterze start-up'u,
- Wysoka relacja nakładów na badania i rozwój do przychodów z działalności,
- Model działalności oparty na ścisłej współpracy z instytucjami naukowymi,
- Duża zależność w zakresie finansowania działalności od różnego typu subsydiów, funduszy rozwojowych i innych bezzwrotnych form finansowania,
- Wsparcie finansowe ze strony funduszy venture capital.

Wskazane cechy są charakterystyczne dla podmiotów działających na rynkach znajdujących się we wczesnej fazie rozwoju. W ujęciu ogólnym konkurencją dla wielkopolskich MŚP (odpowiednio do obszaru ich działalności) na niemieckim rynku wodoru będą w zasadzie wszyscy przedsiębiorcy działający na tym rynku w obszarach wskazanych jako rozwojowe, czy to na etapie analizy łańcucha dostaw, czy w analizie wiodących produktów i usług przeprowadzonej w tej analizie.

W poniższych tabelach wskazano oraz scharakteryzowano obecnych na niemieckim rynku potencjalnych konkurentów wielkopolskich MŚP działających w obszarze gospodarki opartej na wodorze. Ze względu na kompleksowy charakter prowadzonej analizy (adresujący potencjalne możliwości rozwojowe dla wszystkich wielkopolskich MŚP, które w perspektywie mogą prowadzić działalność na niemieckim rynku wodoru) odstąpiono od przedstawiania podmiotów o określonym profilu działalności na rzecz przedstawienia firm obecnych na rynku w szeroko-pojętym łańcuchu wartości związanym z kluczowymi segmentami rynku wodoru (wytworzenie, magazynowanie, transport, dystrybucja, dostawy, usługi).

Kerafol

Kerafol zajmuje się technologią ogniów paliwowych. Oprócz kluczowych komponentów, którymi są substraty elektrolitowe i ogniwa wspomagane elektrolitem, Kerafol produkuje również szklane taśmy uszczelniające do stosów.

Mocne strony (przewagi konkurencyjne)

- Bogate doświadczenie w wybranej niszy rynkowej.
- Wysoka specjalizacja.
- Nacisk na jakość produktów.
- Rozbudowana sieć partnerów dystrybucyjnych.

Słabe strony (obszary do rywalizacji)

- Produkcja zlokalizowana w Niemczech – wyższe koszty stałe i zmienne.
- Niska dywersyfikacja portfela produktów w aspekcie stosowanych technologii (ekspozycja na zmiany cen surowców).

Strategia przedsiębiorstwa

Z dużym prawdopodobieństwem przedsiębiorstwo stosuje strategię koncentracji. Zauważalna jest wysoka specjalizacja w zakresie produkcji komponentów z tworzyw ceramicznych, które stosowane są w przemyśle i sektorze nowoczesnych technologii. Podstawą strategii jest skupienie się na doskonaleniu obsługi wybranych segmentów rynku wymagających wysokiej specjalizacji, przy założeniu, że przedsiębiorcy bardziej zdywersyfikowani nie będą w stanie zapewnić porównywalnej jakości produktów.

Płaszczyzny potencjalnego konkurowania

Strategią konkurencyjną może okazać się znajdująca się na drugim biegunie strategia optymalizacji kosztów. W przyszłości wraz z popularyzacją technologii i rozwojem rynku może okazać się, że kluczowe przewagi konkurencyjne występowały będą nie w sferze jakości i zaawansowania technologicznego, ale w sferze warunków cenowych sprzedaży. Biorąc pod uwagę, że polscy przedsiębiorcy prowadzą działalność (i wykorzystują zasoby pracy oraz materiałów i towarów) na konkurencyjnym kosztowo rynku, posiadają oni znaczne możliwości wdrożenia opisywanej strategii.

Test Net

Podmiot oferuje szeroki zakres usług badawczych i inżynierskich dla projektów rozwoju wodoru i gazu ziemnego (m.in. testy wytrzymałości i bezpieczeństwa komponentów wykorzystywanych w łańcuchu dostaw wodoru). Zakres usług obejmuje fazy począwszy od koncepcyjnej przez testy walidacyjne prototypu i projektu, proces certyfikacji, aż po seryjne testy partii.

Mocne strony (przewagi konkurencyjne)

- Jeden z wiodących ośrodków testujących pod wysokim ciśnieniem na świecie.
- Doświadczenie i kompetencje w obszarze specjalizacji.
- Elastyczność w zakresie współpracy i nastawienie na długofalową współpracę z klientem.

Słabe strony (obszary do rywalizacji)

- Relatywnie krótka (7 letnia historia działalności).
- Ograniczone zaplecze finansowe.
- Słabo zarysowana strategia działalności.
- Brak znaczącej aktywności marketingowej.

Strategia przedsiębiorstwa

Podmiot działa na dużym i perspektywicznym rynku. Z analizy profilu spółki wynika jednak, że nie posiada on konkretnej i ostro zarysowanej strategii działalności oraz co za tym idzie nie pozycjonuje się istotnie w żadnym z segmentów rynku. Konsekwencją powyższego jest brak zauważalnych działań marketingowych. Rynek działalności przedsiębiorstwa jest oczywiście w znacznym stopniu niszą i znajduje się na wczesnym etapie rozwoju, niemniej jednak, brak skonkretyzowanej strategii powiązanej z (prawdopodobnie) ograniczonymi wydatkami na marketing spowalnia rozwój firmy.

Płaszczyzny potencjalnego konkurowania

Niewątpliwie, podobnie jak w przypadku większości polskich przedsiębiorców, pierwszym elementem strategii konkurowania na niemieckim rynku może być strategia optymalizacji kosztów, która umożliwi oferowanie produktów / usług po konkurencyjnej cenie. Samo konkurowanie w obszarze kosztowym może jednak okazać się niewystarczające. Na przykładzie firmy Test Net wnioskować można, że również w działalności o charakterze niszowym istotna jest dobrze skrojona strategia działania i powiązana z nią strategia marketingowa wykorzystująca optymalne kanały dotarcia do odbiorców. W przypadku analizowanego rynku są to kanały takie jak: targi branżowe, prasa branżowa (magazyny, periodyki, blogi, strony internetowe) oraz publikacje naukowe.

Prufrex

Producent elektroniki dla sektora motoryzacyjnego. Podmiot współpracuje z producentami samochodów, oferując rozwiązania pozwalające na optymalizację produkowanych komponentów i części samochodowych (m.in. w zakresie dostosowania do zastosowania technologii wodorowych w transporcie, głównie w obszarze elektroniki i sterowania systemem napędowym).

Mocne strony (przewagi konkurencyjne)

- Bardzo dobrze rozwinięte zaplecze badawczo-rozwojowe.
- Baza stałych klientów.
- Ponad 1000 znaczących wdrożeń.
- Zdywersyfikowane portfolio oferujące również urządzenia dla ogrodu i inne urządzenia wykorzystujące silniki spalinowe lub elektryczne.
- Posiadane certyfikaty jakości.

Słabe strony (obszary do rywalizacji)

- Bardzo niewielka liczba własnych produktów – działalność głównie na zasadzie podwykonawstwa.
- Ograniczone możliwości finansowe.
- Względnie wysokie ceny oferowanych produktów.
- Model biznesowy oparty na działalności projektowej.

Strategia przedsiębiorstwa

Przyjęta przez firmę strategia działania opiera się na działalności projektowej polegającej na tym, że niewielką część sprzedaży spółki stanowią zestandaryzowane produkty. Zamiast tego podmiot nawiązuje współpracę polegającą na oferowaniu unikatowych rozwiązań przygotowanych na zlecenie zamawiającego i w celu rozwiązania jego problemów. Można uznać, że strategią spółki jest w pewnym sensie wysoka koncentracja i specjalizacja polegająca na tym, że podmiot pozycjonuje się w roli eksperta / doradcy, którego celem jest poprawa funkcjonowania biznesu klienta. Może się jednak okazać, że w związku z ciągle przyspieszającym postępem technologicznym napędzanym przez duże podmioty i koncerny posiadające znaczne zaplecze finansowe, analizowana spółka nie będzie w stanie efektywnie wykorzystywać swojej dotychczasowej przewagi konkurencyjnej z uwagi na brak wystarczających środków do wdrażania znaczących innowacji w tempie takim, jak duże podmioty.

Płaszczyzny potencjalnego konkurowania

Polscy przedsiębiorcy działający w zbliżonych branżach do pewnego momentu mogą wykorzystywać strategię naśladownictwa i replikować model biznesowy firmy takich jak Prufrex. Przy wykorzystaniu przewagi konkurencyjnej w postaci efektywności kosztowej oraz bardzo dobrego zaplecza badawczo-rozwojowego bazującego na polskich instytucjach badawczych powinno to umożliwić wejście na rynek. Warto jednak mieć na uwadze, że w przypadku osiągnięcia przynajmniej jednego udanego wdrożenia / rozwinięcia konkretnego rozwiązania produktowego warto skupić się na skalowaniu rozwiniętego produktu w celu osiągnięcia i eksploatacji korzyści skali oraz zapewnienia powtarzalności przychodów, które sfinansują bazę kosztów stałych oraz mogą umożliwić dalszą ekspansję rynkową.

5.2 Czynniki sukcesu

Biorąc pod uwagę z jednej strony wczesny stan zaawansowania rozwoju niemieckiego rynku wodoru, z drugiej zaś jednoznaczną deklarację dotyczącą dekarbonizacji gospodarki tego kraju m.in. z wykorzystaniem technologii wodorowych, budowanie obecności i świadomości marki na tym rynku wymaga łączenia kilku podejść i strategii. Wnioski z analizy przykładowych strategii przedsiębiorstw obecnych na niemieckim rynku wodoru mogą wskazywać pewne obszary, które w przyszłości decydowały będą o sukcesie rynkowym firm, które zdecydują się konkurować w ramach gospodarki opartej na wodorze.

1. Strategiczne podejście do rynku

Jak wynika z analizy otoczenia konkurencyjnego na rynku niemieckim, istotnym aspektem działalności i rozwoju w sektorze wodoru jest klarowna i zdefiniowana strategia rynkowa. Niestety, nie wszystkie podmioty, które aspirują do rozwoju na tym rynku taką strategię posiadają. Powoduje to, że działania rynkowe są nieustrukturyzowane, co często prowadzi do marnotrawstwa zasobów, w tym zasobów finansowych. Niewątpliwie strategia działania powinna być ściśle powiązana ze strategią i prognozami rozwoju rynku, którą w aktualnym stanie jest niemiecka strategia wodorowa. Ponadto, z uwagi na wczesną fazę rozwoju strategia rynkowa powinna być relatywnie często weryfikowana. W przypadku rozwijających się nowych segmentów gospodarki charakterystyczną cechą jest częsta zmiana założeń i kierunków rozwoju – coś co było opłacalne wczoraj, dziś już może nie mieć racji bytu.

Istnieje sporo strategii wyboru rynku docelowego, które każdorazowo powinny być dopasowane do warunków konkretnego przedsiębiorstwa. Można jednak wymienić kilka najczęstszych typów podejść:

- **strategia selektywna**- polega na wytypowaniu kilku najatrakcyjniejszych segmentów rynku i skupieniu na nich działań przedsiębiorstwa; segmenty te mogą być ze sobą niepowiązane; zaletą tej strategii jest dywersyfikacja źródeł przychodów, zaś jako utrudnienie można postrzegać rozproszenie działań zmniejszające ich intensywność,

- **strategia produktowa**- polega na orientacji przedsiębiorstwa na dany typ produktu, który następnie może być kierowany do różnych segmentów, przez co przedsiębiorstwo osiąga znaczącą intensyfikację działań w jednym obszarze, skutkującą między innymi podniesieniem jakości; w strategii tej kluczowe jest dążenie do rozwoju oferowanych produktów, co winno być osiągnięte poprzez wdrażanie innowacyjnych rozwiązań;
- **strategia rynkowa**- polega na zorientowaniu przedsiębiorstwa na jeden typ klientów i dostarczaniu, im szerokiej palety produktowej,
- **strategia masowa** (pełnego pokrycia)- polega na próbie zaspokojenia potrzeb wszystkich aktorów danego rynku; jest ona dostępna wyłącznie dla największych przedsiębiorstw posiadających znaczące zasoby.

Biorąc pod uwagę specyfikę rynku wodoru wydaje się, że w chwili obecnej właściwym podejściem do rozwoju na rynku wodoru jest dywersyfikacja działalności polegająca na tym, że podmioty które chcą wejść na ten rynek:

1. rozwijały będą rozwiązania / usługi, które mogą zaspakajać potrzeby kilku segmentów rynku wodoru (na wypadek skurczenia się lub zaniknięcia jednego z nich) lub
2. traktowały będą produkty / usługi dla rynku wodoru jako dodatkową część swojego portfela produktów / usług, tak aby w przypadku zmiany otoczenia rynkowego i trendów rynkowych móc podtrzymać działalność z wykorzystaniem innych produktów.

W związku z powyższym, najbardziej adekwatne powinno być zastosowanie strategii selektywnej lub strategii produktowej. Obie strategie pozwalają na dywersyfikację źródeł przychodów, będąc jednocześnie dostępnymi dla przedsiębiorstw charakteryzujących się mniejszą skalą działalności (nie wymagają angażowania bardzo dużej ilości środków finansowych).

2. Marketing

Jak w przypadku każdego typu działalności biznesowej, kluczem do sukcesu jest odpowiednie zdefiniowanie grupy odbiorców produktów lub usług, a także dotarcie do nich z wykorzystaniem optymalnych kanałów.

Pierwszym krokiem w zakresie przygotowania koncepcji marketingowej i dotarcia do klientów jest segmentacja grup odbiorców. Polega ona na podziale ogólnej zbiorowości klientów tworzących rynek na mniejsze, jednorodne grupy. Podział ten może opierać się na szeregu kryteriów, takich jak wielkość, skala działalności, potrzeby, preferencje. Celem segmentacji jest podział zróżnicowanej zbiorowości na względnie homogeniczne części składowe, tak aby możliwe było lepsze dopasowanie strategii działania do potrzeb poszczególnych grup klientów. Strategia ta pozwala na zwiększenie skuteczności podejmowanych przez firmę działań (szczególnie w kontekście działań marketingowych), co prowadzi do korzyści w dziedzinie obniżenia kosztów, bądź zwiększenia generowanych przepływów pieniężnych z rynku.

3. Dobrze rozwinięte zaplecze badawczo-rozwojowe

Działalność badawczo-rozwojowa może stanowić bardzo istotne zaplecze do budowy przewag konkurencyjnych na kształtującym się rynku wodoru. Rozwinięcie i wdrożenie własnej technologii, nawet ze stosunkowo wąskim obszarem zastosowań, umożliwi wykorzystanie strategii opartej na przewadze pierwszeństwa. Polega ona na tym, że podmiot, który ją osiągnie dzięki np. rozwinięciu nowej technologii, lub zaadaptowaniu istniejącej technologii na potrzeby nowych rozwiązań przez pewien czas funkcjonuje na zasadach swoistego monopolisty. Dzięki temu może uzyskiwać bardzo wysokie marże, które finansują dalszą ekspansję rynkową.

Nie bez znaczenia jest również wizerunkowy aspekt zaawansowania technologicznego działalności firmy – pozwala on na uzyskiwanie lepszych marż na sprzedaży oferowanych produktów lub usług.

Idealnym rozwiązaniem jest połączenie własnego zaplecza badawczo-rozwojowego ze współpracą z partnerem biznesowym z rynku docelowego. Tego typu współpraca pozwala na testowanie opracowanego rozwiązania i przyspieszenie fazy jego wdrożenia.

4. Finansowanie

Nawet najlepiej opracowana strategia wymaga zapewnienia finansowania związanego z rozwojem działalności na nowym rynku. W szczególności w przypadku młodych firm zapewnienie płynności stanowi jedno z największych wyzwań. Podstawowym źródłem kapitału na funkcjonowanie i rozwój przedsiębiorstwa są zyski z bieżącej działalności, które mogą być ponownie wykorzystane w firmie. Opieranie się jednak wyłącznie na tym źródle finansowania ma przynajmniej dwie podstawowe wady:

1. hamuje dynamikę rozwoju firmy z uwagi na fakt, że strumień pieniędzy wygenerowanych na działalności z reguły nie jest w stanie zaspokoić wszystkich potrzeb firmy związanych z ekspansją rynkową (tylko nieliczne podmioty gospodarcze mogą pozwolić sobie na taki komfort),
2. w przypadku młodych przedsiębiorstw finansowanie się zyskami zatrzymanymi jest z reguły niemożliwe, ponieważ firmy te nie generują żadnej sprzedaży.

Biorąc pod uwagę powyższe, bardzo istotnym czynnikiem sukcesu, w szczególności istotnym na rozwijającym się rynku wodoru jest zapewnienie finansowania, które powinno cechować się elastycznością (co wynika ze znacznej zmienności młodego rynku wodoru) oraz niskim kosztem. Wśród podstawowych źródeł finansowania rozwoju przedsiębiorstw wskazywane są trzy główne grupy instrumentów wykorzystujących prywatny kapitał:

- i. instrumenty dłużne (kredyty, pożyczki, obligacje, gwarancje) – charakteryzują się niską elastycznością (ustalony harmonogram spłat, konieczność zabezpieczania) oraz najniższym kosztem,
- ii. instrumenty kapitałowe (sprzedaż akcji, udziałów) – charakteryzują się najwyższą elastycznością (brak ustalonego harmonogramu spłat), ale i najwyższym kosztem,

- iii. instrumenty mieszane (pożyczki podporządkowane, obligacje konwertowane na akcje, akcje/udziały uprzywilejowane) – łączą cechy instrumentów dłużnych i kapitałowych oraz charakteryzują się średnią elastycznością oraz średnim kosztem.

Finansowanie działalności możliwe jest również z wykorzystaniem środków publicznych, takich jak różnego typu dotacje i subsydia. Jednakże, należy mieć na uwadze, że to źródło finansowania jest ograniczone zarówno w zakresie możliwości pozyskania, jak i w zakresie możliwości dysponowania (przeznaczenie na konkretny określony cel). Szczegółowo, źródła finansowania i wsparcia projektów opisane zostały w rozdziale 7.4.

6. Kierunki rozwoju niemieckiego rynku gospodarki opartej na wodorze

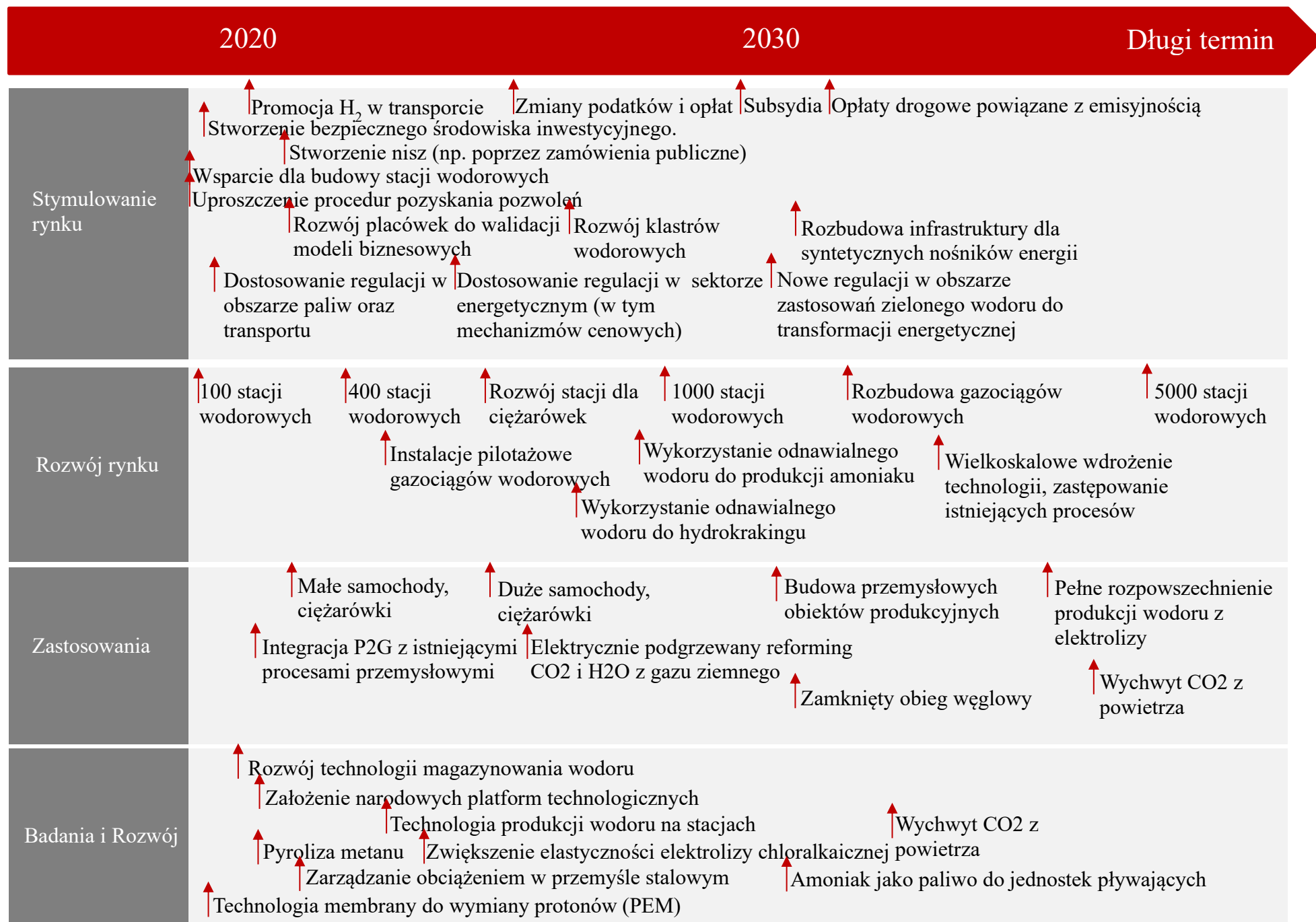
6.1 Historia i dalsze kierunki rozwoju rynku gospodarki opartej na wodorze

Niemiecki rynek nisko- i bez emisyjnego wodoru charakteryzuje relatywnie krótka historia funkcjonowania. Przez dłuższy czas analizowana technologia nie miała istotnego znaczenia w skali funkcjonowania całej gospodarki. Punkt zwrotny w podejściu do technologii wodorowych stanowią ostatnie lata, w których zyskała ona na znaczeniu jako jeden z najbardziej efektywnych środków do osiągnięcia celu w zakresie dekarbonizacji gospodarki.

Poniżej zaprezentowano najważniejsze zdarzenia (kamienie milowe) na drodze do rozwoju i popularyzacji gospodarki opartej na wodorze w Niemczech:

- **2013** - Pierwsza komercyjna instalacja wytwarzania energii elektrycznej o mocy 2 MW (P2G) w Falkenhagen w Niemczech. Instalacja posiada zdolności produkcyjne wodoru na poziomie 360 m³ na godzinę. Instalacja jest przyłączona do sieci gazu ziemnego.
- **2018** - Niemcy wprowadziły pierwszy na świecie pociąg napędzany wodorem Coradia iLint w Dolnej Saksonii.
- **2019** - Alstom ogłosił, że dostarczy 27 pociągów Coradia iLint dla niemieckiej sieci transportu publicznego Rhein-Main-Verkehrsverbund (RMV).
- **2020** - Siemens i Uniper połączyły siły, aby opracować efektywną technologię wytwarzania energii z wodoru w Niemczech.
- **2020** – Opracowanie i uchwalenie pierwszej strategii rozwoju gospodarki opartej na wodorze w Niemczech.

Na kolejnej stronie wskazano planowane działania i kierunki zarówno badań i rozwoju, jak i budowy rynku wodoru w Niemczech. Planowanemu rozwojowi towarzyszą działania, których celem jest stymulowanie działalności wodorowej w kluczowych obszarach wzrostu gospodarki opartej na wodorze w Niemczech. Dla przedsiębiorców poszukujących perspektyw do internacjonalizacji działalności na niemieckim rynku gospodarki opartej na wodorze przedmiotowe działania powinny stanowić wskazówkę w zakresie powstających obszarów wzrostu rynku, które będą szansą na rozwój działalności wielkopolskich MŚP.



6.2 Analiza stanu nauki i badań

Innowacyjność i edukacja stanowią strategiczny element polityki energetycznej i przemysłowej Niemiec. Dzięki długofalowemu podejściu i finansowaniu badań przez rząd federalny, niemieckie firmy i instytucje badawcze są pionierami w zakresie rozwoju technologii wodorowych. Jak wynika z opublikowanej niedawno strategii wodorowej, rząd niemiecki deklaruje dalszą gotowość do finansowania kolejnych badań nad kluczowymi technologiami obejmującymi cały łańcuch wartości wodoru - od wytwarzania i magazynowania, transportu i dystrybucji aż po stosowanie wodoru jako produktu końcowego tych procesów.

Deklarowane warunki prowadzonych badań obejmują m.in. przygotowanie zaplecza badawczo rozwojowego pod wdrożenie technologii takich jak:

- elektroliza,
- biologiczna produkcja wodoru,
- piroliza metanu (wodór turkusowy),
- sztuczna fotosynteza.

Kierunki prowadzonych badań obejmują również możliwości, jakie mogą się pojawić w odniesieniu do naturalnych zasobów wodoru.

Aby przyspieszyć transfer innowacji w zakresie kluczowych technologii wspomagających, w szczególności w dziedzinie wodoru, i aby pomóc tym technologiom w szybszym wprowadzeniu na rynek, ustanowiono elastyczne ramy regulacyjne dotyczące transformacji energetycznej. Krajowy Program Dekarbonizacji pomaga także przyspieszyć udostępnianie i stosowanie innowacyjnych technologii klimatycznych opartych na wodorze w całym przemyśle.

Pomimo sprzyjającej polityki rządowej, rozwinięcie i wdrożenie technologii wodorowych wymaga sporo czasu. Zdecydowana większość z nich znajduje się jeszcze na wczesnym etapie rozwoju. Obecny stan zaawansowania realizowanych i rozwijanych projektów można ocenić zgodnie z metodyką gotowości technologicznej TRL (ang. Technology Readiness Level). W metodologii tej wyróżnionych jest 9 poziomów zaawansowania prac, które różnią się w zależności od gotowości technologii do komercyjnego zastosowania.

Stopień zaawansowania prac nad większością projektów związanych z wykorzystaniem wodoru określić można na poziom 5-8 TRL. Nieliczne z nich znajdują się na poziomie 9. Zgodnie z definicją Komisji Europejskiej oznacza to, iż zdecydowana większość projektów znajduje się w fazie demonstracyjnej z perspektywą wdrożenia w ciągu najbliższych 5 – 10 lat.

Konieczne są dodatkowe działania w celu podniesienia stanu dojrzałości technologii wodorowych, zwłaszcza w zakresie obniżenia kosztów technologii oraz samego nośnika energii, jakim jest wodór, rozwoju niezbędnej infrastruktury (głównie w obszarze przesyłu i dystrybucji paliwa) oraz

dostosowania infrastruktury przemysłowej⁴³. Strategia wodorowa Niemiec przewiduje, że działania badawczo-rozwojowe w tych obszarach będą kontynuowane.

Tabela 6 Poziom gotowości technologicznej (Technology Readiness Levels- TRL)

Produkcja w warunkach rynkowych	9	Uruchomiono produkcję na skalę przemysłową
Demonstracja produktu	8	Zakończono badania i demonstrację ostatecznej formy technologii
	7	Demonstracja w warunkach operacyjnych
	6	Demonstracja w warunkach zbliżonych do rzeczywistych
	5	Koncepcja została zweryfikowana w warunkach zbliżonych do rzeczywistych
Badania technologiczne	4	Koncepcja została zweryfikowana w warunkach laboratoryjnych
	3	Koncepcja została potwierdzona analitycznie i eksperymentalnie
	2	Określono koncepcję technologii
Badania podstawowe	1	Zaobserwowano podstawowe zasady działania zjawiska

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://www.ncbir.pl/dla-mediow/trl-scheme/>

Szacowane czasookresy wdrożenia technologii wodorowej w kluczowych obszarach jej zastosowania na rynku niemieckim zaprezentowane zostały na poniższym schemacie. Jak wynika ze schematu, segmenty niemieckiej gospodarki, w których dojdzie do najszybszego zaadaptowania technologii wodorowych związane są z komercyjnym wykorzystaniem środków transportu i obejmują m.in.:

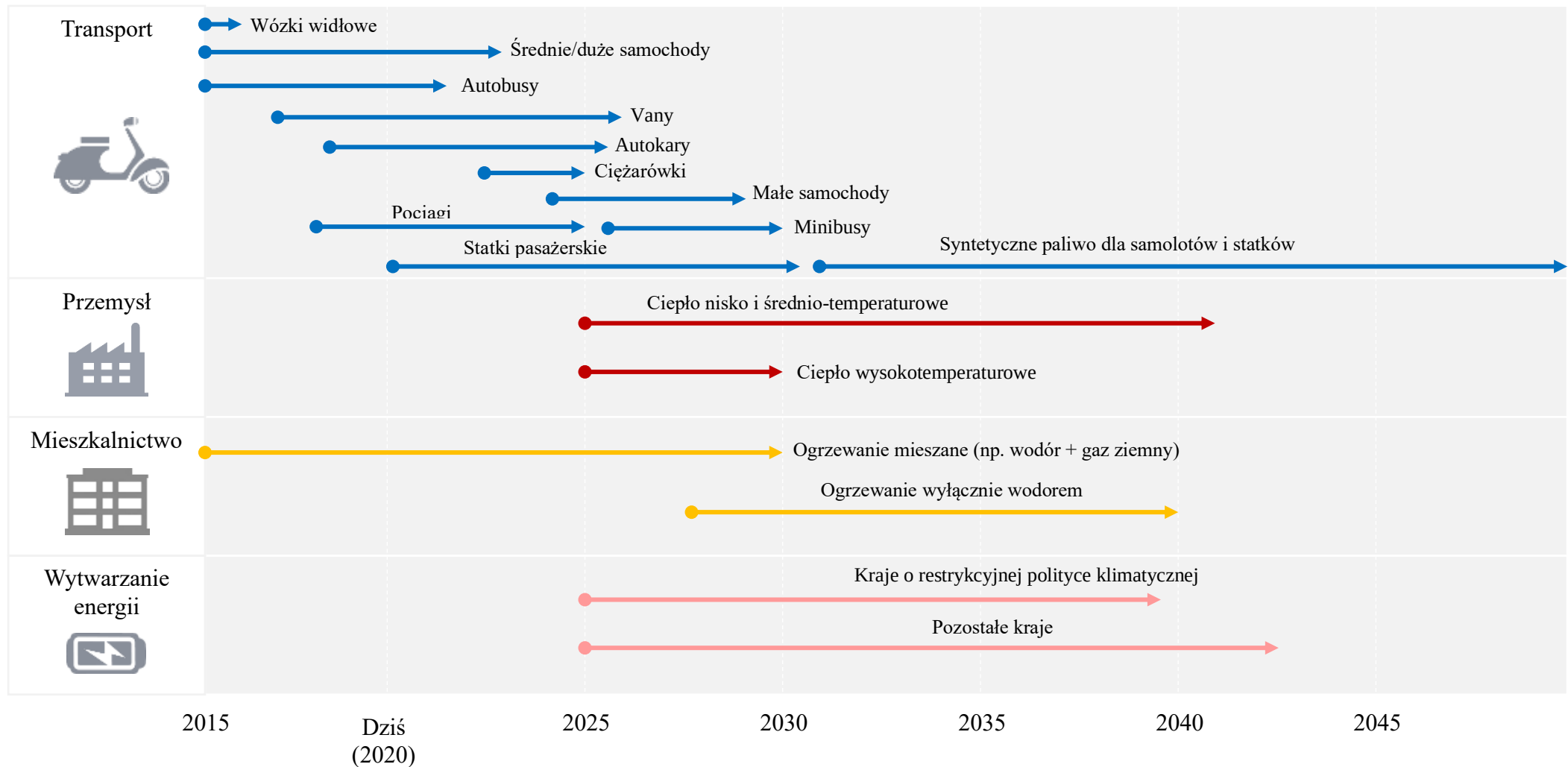
- wózki widłowe (w tym segmencie technologia wodorowa jest już wykorzystywana w ograniczonym stopniu),
- autobusy wykorzystywane w transporcie publicznym,
- średnie i duże samochody, a także vany i autokary, które wykorzystywane są w komercyjnym transporcie pasażerskim,
- ciężarówki wykorzystywane w transporcie towarów,
- pociągi⁴⁴.

Technologie wodorowe mają również szansę na relatywnie szybkie zastosowanie w ogrzewaniu budynków, jako komplementarny nośnik ciepła wykorzystywany równolegle z innym nośnikiem – np. gazem ziemnym, a także w przemyśle chemicznym, hutniczym i petrochemicznym.

⁴³ C. Hebling, M. Ragwitz et al., *A Hydrogen Roadmap for Germany*, Fraunhofer, Karlsruhe and Freiburg, październik 2019.

⁴⁴ *Hydrogen Scaling up. A sustainable pathway for the global energy transition*, Hydrogen Council (listopad 2017).

Rysunek 3 Czasookresy wdrażania poszczególnych technologii wodorowych na niemieckim rynku.



Źródło: Hydrogen Scaling up. A sustainable pathway for the global energy transition, Hydrogen Council (listopad 2017).

6.3 Kluczowe projekty badawczo-rozwojowe

Istotnym aspektem działalności badawczo-rozwojowej prowadzonej w Niemczech są projekty realizowane wspólnie z partnerami biznesowymi. W poniższych tabelach opisano kluczowe dla niemieckiej gospodarki projekty badawczo-rozwojowe w obszarze gospodarki opartej na wodorze, które stanowią potwierdzenie tego, jak istotnym obszarem strategicznym dla Niemiec i podmiotów działających w tamtejszej gospodarce jest wodór.

Nazwa projektu: CARBON2CHEM
Prowadzący projekt: Thyssenkrupp
Opis: Carbon2Chem to wielkoskalowy projekt, w którym gazy wytwarzane w procesie hutnictwa stali, w szczególności wodór oraz szkodliwy dla klimatu CO₂, nie są już spalane, lecz przekształcane w cenne surowce, takie jak metanol lub amoniak. Celem projektu jest przyczynienie się do ochrony klimatu i sukcesu transformacji energetycznej przy jednoczesnym zapewnieniu efektywności ekonomicznej tego procesu. W celu produkcji surowców chemicznych Carbon2Chem wykorzystuje tak zwane gazy metalurgiczne. Gazy te zawierają pierwiastki chemiczne, takie jak azot, wodór, a zwłaszcza CO₂, które są przetwarzane w tak zwane gazy syntezowe. Te gazy syntezowe są prekursorami metanolu, amoniaku lub polimerów, które są podstawą paliw, nawozów lub tworzyw sztucznych. Ten długoterminowy projekt został zainaugurowany 20 września 2018 r. Transfer technologii do rozwiązania przemysłowego na dużą skalę może rozpocząć się za około 15 lat. W przypadku udanego rozwinięcia technologii Carbon2Chem, około 20 milionów ton rocznej emisji CO₂ niemieckiego przemysłu stalowego będzie mogło zostać przetworzone w ekonomicznie opłacalny sposób. Co więcej, technologia jest niezwykle atrakcyjna również poza granicami Niemiec i Europy. Na całym świecie działa około 50 hut, które kwalifikują się do projektu Carbon2Chem. Oprócz przemysłu stalowego technologię tę można również przenieść na inne gałęzie przemysłu, w których występują duże emisje CO₂⁴⁵.

⁴⁵ Oficjalna strona firmy Thyssenkrupp, < <https://www.thyssenkrupp.com/en/newsroom/content-page-162.html>>, dostęp: 15.09.2020.

Nazwa projektu: KOPERNIKUS (P2X)

Prowadzący projekt: Ministerstwo Nauki i Rozwoju

Opis:

Projekty Kopernikus badają wodór od 2016 r. W szczególności projekt P2X Kopernikus dotyczy zagadnień wytwarzania, transportu i użytkowania wodoru. W drugim etapie finansowania (2019–2021) zespół projektu bada następujące kwestie:

- W jaki sposób można uzyskać zielony wodór przy użyciu energii odnawialnej w najbardziej wydajny sposób?
- Jak zielony wodór może być magazynowany i transportowany tak skutecznie, jak to możliwe?
- Jak zielony wodór może być wykorzystywany jako surowiec dla przemysłu chemicznego i kosmetycznego?
- W jaki sposób zielony wodór może być wykorzystywany do obsługi pieców przemysłowych?
- Jak mogą wyglądać opłacalne stacje tankowania wodoru?
- Jak zielony wodór może być wykorzystywany do produkcji przyjaznych dla klimatu paliw do samochodów i samolotów?

Dotychczasowe efekty:

- Naukowcom P2X udało się zmniejszyć udział irydu w elektrolizie wodoru 10-krotnie - bez uszczerbku dla wydajności. Umożliwiło to znacznie tańszą produkcję elektrolizerów wodorowych. Obecnie trwają dalsze prace nad tym sukcesem.
- W ramach projektu opracowano metodę przekształcania wody i CO₂ w gaz syntezowy w jednym kroku w temperaturze 800 ° C przy użyciu energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych (energia słoneczna, wiatr). Metoda zastosowana w tym celu jest nazywana koelektrolizą w wysokiej temperaturze. Cechą wyróżniającą instalację P2X jest to, że może ona wytwarzać gaz syntezowy o różnych proporcjach mieszania wodoru i tlenu węgla. Proporcje mieszania między 4: 1 a 1: 1 można wybrać w zależności od wybranego stosunku mieszanki wejściowej.
- P2X uruchomił pierwszą na świecie zintegrowaną instalację do produkcji paliwa z powietrza i odnawialnej energii elektrycznej w czterech etapach. Obecnie zakład produkuje około 10 litrów paliwa dziennie. W kolejnym kroku (do 2022r.) ma powstać instalacja o 20 razy większych zdolnościach produkcyjnych.
- P2X udało się opracować katalizator, który może uwalniać duże ilości związanego wodoru bez dużych ilości metali szlachetnych. Katalizator P2X jest tak skuteczny, że został już wprowadzony na rynek pod nazwą „EleMax D101”⁴⁶.

⁴⁶ Wodór można transportować tylko pod wysokim ciśnieniem lub w stanie ciekłym w ekstremalnie niskich temperaturach. Obie metody są złożone i kosztowne. Jednak mniej energochłonną opcją jest wiązanie wodoru z ciekłym nośnikiem wodoru organicznego (LOHC), a następnie transportowanie go, a na końcu oddzielenie go od cieczy w miejscu, w którym jest potrzebny. W celu uwolnienia wodoru z ciekłego nośnika potrzebne są katalizatory odwodornienia.

- Naukowcy P2X wytwarzają OME⁴⁷ z tlenku węgla, wodoru i metanolu. Do niedawna musieli jednak stosować do tego procesu drogie katalizatory pokryte rzadkimi metalami szlachetnymi. Teraz w projekcie opracowano opcje stosowania katalizatorów, które działają bez metali szlachetnych i osiągają bardziej wydajną konwersję⁴⁸.

Nazwa projektu: Windgas Falkenhagen

Prowadzący projekt: Uniper

Opis:

Projekt pilotażowy firmy Uniper, którego celem jest wytwarzanie wodoru poprzez elektrolizę wody. Rozwijana i rozbudowywana instalacja umożliwi wprowadzenie wytworzonego wodoru do sieci gazu ziemnego lub jego wykorzystanie w procesie metanizacji. Instalacja ta jest jedną z pierwszych na świecie instalacji demonstracyjnych w zakresie możliwości magazynowania energii w sieci gazu ziemnego.

Instalacja magazynuje energię elektryczną wytwarzaną przez turbiny wiatrowe. Zdolności produkcyjne instalacji to 360 Nm³ wodoru na godzinę. Wytworzony wodór jest przesyłany przez 1,6 km rurociąg do sieci gazowej obsługiwanej przez ONTRAS Gastransport GmbH. Wyprodukowana energia jest wykorzystywana do produkcji energii elektrycznej, dostarczania ogrzewania, a także w segmencie transportu i w przemyśle⁴⁹.

⁴⁷ Etery oksymetylenowe (OME) mogą być stosowane jako paliwa niskoemisyjne i do produkcji tworzyw sztucznych.

⁴⁸ Oficjalna strona projektu Kopernikus, < <https://www.kopernikus-projekte.de/>>, dostęp: 15.09.2020.

⁴⁹ Oficjalna strona Uniper, < <https://www.uniper.energy/storage/what-we-do/power-to-gas>>, dostęp: 15.09.2020.

7. Współpraca międzynarodowa na niemieckim rynku gospodarki opartej na wodorze

7.1 Analiza PESTEL rynku niemieckiego

Czynniki polityczne

Niemcy są federalną, parlamentarną republiką demokratyczną. Głową państwa niemieckiego jest prezydent. Kanclerz jest szefem rządu i sprawuje władzę wykonawczą za pośrednictwem gabinetu. System polityczny funkcjonuje w ramach systemu zwanego Grundgesetz, który został wdrożony w dokumencie konstytucyjnym z 1949 r. Partia Socjaldemokratyczna i Unia Chrześcijańsko-Demokratyczna pełnią wiodącą rolę na niemieckiej scenie politycznej od 1949 r.

Niemcy graniczą ze Zjednoczonym Królestwem i Szwecją drogą morską oraz Danią, Francją, Luksemburgiem, Holandią, Polską, Austrią, Belgią, Szwajcarią i Republiką Czeską. Oprócz bycia członkiem Unii Europejskiej, Niemcy są także członkiem NATO, OECD, G8, G20, Banku Światowego i MFW. Niemcy są największym płatnikiem do budżetu Unii Europejskiej i trzecim co do wielkości płatnikiem w ONZ.

Czynniki ekonomiczne

Niemcy są czwartą co do wielkości gospodarką na świecie z nominalnym PKB na poziomie 4,2 bln USD, zgodnie z prognozami na 2019 r.⁵⁰ Należy jednak wskazać, że produkt krajowy brutto analizowanej gospodarki (PKB) spadł o ok. 0,2% w 2018 r.⁵¹. Poważne obawy wzbudziły również spadki produkcji przemysłowej i zamówień produkcyjnych, które miały miejsce w 2019 r.

Chociaż wyrażane są obawy dotyczące kondycji wielu branż, niemiecki rynek pracy jest w bardzo dobrej kondycji, o czym świadczy stopa bezrobocia wynosząca ok. 3% (uśrednione dane dla 2019 r.). Warto również dodać, że niemieccy pracownicy korzystają z licznych benefitów związanych z zatrudnieniem, np. jedne z najdłuższych wakacji w UE, ochrona pracy i jedne z najwyższych wynagrodzeń na świecie.

Stawka podatku od osób prawnych (CIT) w Niemczech wynosi 15%. Jednak firmy muszą również płacić dopłatę solidarnościową w wysokości 5,5% CIT oraz 14–17% podatku handlowego nakładanego przez samorządy lokalne. Sumarycznie stawka podatku od osób prawnych wynosi około 30–33%. Dla osób fizycznych obowiązuje progresywna skala podatkowa, która zaczyna się od 14%. Stopa 42% podatku ma zastosowanie, jeśli czyjś roczny dochód przekracza 55 961 EUR, a 45%, jeśli

⁵⁰ Focus Economics, (2019), [online: dostęp: 14.09.2020], < <https://www.focus-economics.com/countries/germany> >.

⁵¹ Focus Economics, (2019), [online: dostęp: 14.09.2020], < <https://www.focus-economics.com/countries/germany> >.

dochód przekracza 265 327 EUR. Oprócz podatku dochodowego pracownicy muszą również płacić podatek solidarnościowy, który jest ograniczony do 5,5% ich podatku dochodowego. Kwota wolna od podatku to 9 169 EUR.

Niemcy są istotnym importerem towarów. Kluczowe towary importowe obejmują: samochody, części pojazdów, produkty rolne, chemikalia, ropę i gaz oraz farmaceutyki. Większość importu Niemiec pochodzi z USA, Francji, Chin, Włoch i Holandii. Eksport z Niemiec obejmuje przede wszystkim: samochody, części pojazdów, samoloty i helikoptery. Kluczowe kierunki eksportu to USA, Francja, Chiny, Wielka Brytania i Holandia.

Niemcy są kluczowym partnerem eksportowym Polski. Wartość polskiego eksportu do tego kraju osiągnęła w 2019 roku poziom blisko 280 mld PLN, co przekłada się na prawie 28% udział w całości eksportu Polski. Kluczowymi kategoriami produktów eksportowanych do Niemiec są: maszyny i urządzenia mechaniczne, elektryczne oraz ich części, pojazdy, samoloty, statki i inne środki transportu, metale nieszlachetne.

Zgodnie z publicznie dostępnymi informacjami, działalność na rynku niemieckim prowadzą takie polskie firmy, jak m.in.: Solaris (produkcja autobusów, również wodorowych), Wielton (produkcja naczip), Ciech (branża chemiczna), Apator (produkcja łączników), Impexmetal (branża metalurgiczna – metale kolorowe, półfabrykaty metalowe, łożyska), Mangata Holding (produkcja komponentów dla motoryzacji), OT Logistics (żegluga śródlądowa), Boryszew (produkcja komponentów plastikowych dla motoryzacji), Comarch (oprogramowanie komputerowe), Groclin (produkcja poszyc samochodowych, wiązek kablowych oraz szaf sterowniczych).

Czynniki społeczno-kulturowe

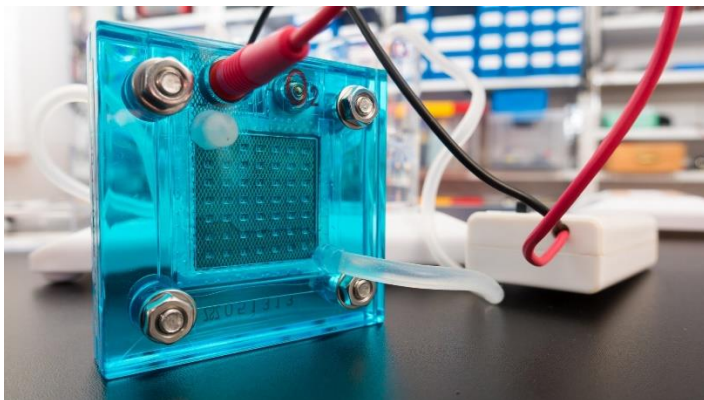
Niemcy są jednym ze światowych liderów w zakresie jakości życia przede wszystkim pod względem: zamożności, edukacji i ochrony zdrowia. Licząc ponad 82 miliony mieszkańców, jest to drugi najludniejszy kraj w Europie. Średnia długość życia mężczyzn wynosi 78 lat, a kobiet 83 lata. Wielu ekspertów podnosi jednak obawy dotyczące rosnącej liczby emerytów i ogólnego spadku liczby ludności w tym kraju. Niemcy mają jeden z najniższych wskaźników urodzeń na świecie.

Niemcy to kraj wielokulturowy - 60-70% ludności identyfikuje się jako chrześcijanie, 4,4% populacji identyfikuje się jako muzułmanie, ok. 35% ludności wyznaje religię inną niż chrześcijaństwo lub islam lub nie ma żadnego wyznania. Około 19 milionów ludzi w Niemczech to imigranci.

Podsumowując, kluczowe wyzwania społeczne, które należy wziąć pod uwagę przy analizie gospodarki Niemiec to: starzenie się społeczeństwa, niski wskaźnik urodzeń, malejąca siła nabywcza, spadające płace i kosztowny styl życia.

Czynniki technologiczne

Niemcy są piątym najbardziej zaawansowanym technologicznie krajem na świecie i posiadają bogatą historię badań i innowacji. Analizowany kraj jest liderem na wielu rynkach, takich jak np. medycyna, badania naukowe, infrastruktura, technologia wojskowa, energetyka i inżynieria.



Sektor technologii informacyjno-komunikacyjnych zatrudnia w Niemczech ponad milion osób i wyprzedza wiele innych dużych branż. Niemcy są również wiodącym krajem w dziedzinie opracowywania ekologicznych produktów, procesów i usług z udziałem w rynku światowym wynoszącym około 14%.

Wskazuje się ponadto, że rząd niemiecki przeznaczył około 3 miliardów euro na

badania i rozwój sztucznej inteligencji, które mają zostać wydane do 2025 roku. Ma to na celu zlikwidowanie luki w innowacjach programowych między Niemcami a innymi gigantami amerykańskimi i azjatyckimi.

Czynniki środowiskowe

Analizowany kraj stoi przed ogromnymi wyzwaniami środowiskowymi. Podobnie jak reszta świata, niemiecka gospodarka, stawia czoła konsekwencjom globalnego ocieplenia. Innymi wyzwaniami środowiskowymi, które doskwierają temu krajowi są m.in.: zanieczyszczenie wody, zanieczyszczenie powietrza, kwaśne deszcze, emisje związane ze spalaniem węgla, wylesianie terenu⁵². Rząd niemiecki podjął szereg inicjatyw w celu rozwiązania tych problemów. Jedną z nich jest zmiana kierunków polityki klimatycznej kraju ukierunkowana na dekarbonizację gospodarki. Częścią tej strategicznej zmiany jest rozwój i promowanie technologii opartych na wodorze.

Czynniki prawne

Wymiar sprawiedliwości jest podzielony na pięć gałęzi: sądy powszechne, pracy, administracyjne, społeczne i finansowe. Niemiecki system prawny został ukształtowany przez prawo konstytucyjne, ale również pod wpływem prawa Unii Europejskiej i prawa międzynarodowego. Prawo Republiki Federalnej Niemiec reguluje praktycznie wszystkie aspekty życia społeczno-gospodarczego. Zbiór przepisów federalnych obejmuje obecnie około 1900 ustaw i 3000 aktów wykonawczych. Prawo lokalne reguluje głównie takie aspekty życia, jak szkolnictwo (również akademickie), prasę, radio i telewizję, a także policję i samorząd⁵³.

⁵² Dane OECD, (2019), [online, dostęp: 14.09.2020] < <https://www.oecd.org/env/country-reviews/2448059.pdf> >.

⁵³ Dane portalu HG.org, (2019), [online, dostęp: 14.09.2020] < <https://www.hg.org/germany-business-law.asp> >.

Stabilność prawna przyciąga zagraniczne firmy i jest korzystna dla inwestycji i działalności przedsiębiorczej w Niemczech.

Gospodarka niemiecka oparta jest na konkurencyjnym rynku. Kontrola nieuczciwych praktyk rynkowych sprawowana jest przez Federalny Urząd Antymonopolowy w Bonn. Znaki towarowe i patenty objęte są silną ochroną. W zakresie eksportu do Niemiec należy wziąć pod uwagę obowiązujące względnie restrykcyjne normy jakości i ochrony środowiska.

W świetle prawa niemieckiego zwykle nie ma różnic między obywatelami niemieckimi, a obcokrajowcami – również w zakresie inwestycji lub zakładania spółek. Rząd niemiecki wspiera i promuje zakładanie wszelkiego rodzaju przedsiębiorstw. Podejście rządu i administracji publicznej jest bardzo otwarte, niezależnie od tego, czy w biznesie uczestniczą obywatele niemieccy czy cudzoziemcy.

Tabela 7 Podsumowanie analizy PESTEL rynku niemieckiego

P	E	S	T	E	L
Czynniki polityczne	Czynniki ekonomiczne	Czynniki społeczno – kulturowe	Czynniki technologiczne	Czynniki środowiskowe	Czynniki prawne
Stabilny politycznie, demokratyczny kraj.	Jedna z największych gospodarek na świecie.	Wysoka jakość życia społeczeństwa.	Wysoki poziom zaawansowania technologicznego gospodarki.	Wyzwania środowiskowe obejmujące m.in. zanieczyszczenie wód i powietrza.	Prawo kształtowane przez działalność legislacyjną na poziomie federalnym oraz lokalnym.
Dobre stosunki z państwami ościennymi.	Gospodarka w fazie stagnacji z elementami recesji (np. spadek produkcji przemysłowej).	Spółeczeństwo wielokulturowe.	Kluczowe obszary zaawansowania technologicznego: medycyna, infrastruktura, energetyka, inżynieria.	Rozpoczęty proces transformacji gospodarki w kierunku dekarbonizacji i zero emisyjności.	Stabilny system prawny – pewność inwestycji.
Członkostwo w kluczowych organizacjach międzynarodowych.	Dobrze rozwinięty i nasycony rynek pracy (niskie bezrobocie).	Bardzo niska dynamika wzrostu populacji (niska dzietność).	Rozwinięty sektor ICT.	Promowanie technologii OZE, w tym opartych na wodorze.	Silna ochrona patentowa.
Państwo o znamionach państwa opiekuńczego.	Rozwinięta ochrona praw pracowniczych.	Starzenie się społeczeństwa.	Trwające badania nad rozwojem sztucznej inteligencji.		Dobrze rozwinięte praktyki antymonopolowe.
	Względnie wysokie obciążenia podatkowe.	Realny spadek wynagrodzeń i wzrost kosztów życia.			Równość obywateli i cudzoziemców względem prawa.
	Dobrze funkcjonująca wymiana międzynarodowa.	Dominacja ludności wyznania chrześcijańskiego z istotnym udziałem muzułmanizmu.			

7.2 Bariery dostępu do rynku

Aktualnie prognozuje się, że niemiecki rynek wodoru będzie rósł wykładniczo w perspektywie średnio- i długoterminowej, a firmy, które dziś inwestują w wodor, będą w stanie wykorzystać ten wzrost i zostać liderami technologicznymi kształtującymi przyszłość biznesu w tym segmencie.

Nadal jednak istnieje wiele barier utrudniających przewidywany rozwój gospodarki opartej na wodorze. Każda inwestycja w tym segmencie będzie musiała stawić czoła wyzwaniom w postaci barier regulacyjnych, finansowych i ekonomicznych.

Bariery regulacyjne

Na obecnym etapie, promowanie rozwoju technologii wodorowych w Niemczech wynika głównie z rządowych deklaracji przyjętych i zakomunikowanych na poziomie ogólnokrajowej strategii rozwoju. Należy jednak mieć na uwadze, że w celu zapewnienia efektywnego rozwoju tej gałęzi gospodarki konieczne jest zainicjowanie i przeprowadzenie odpowiednich procesów związanych z dostosowaniem regulacji różnych gałęzi prawa do zakładanej ścieżki rozwoju. Tego typu działania powinny przede wszystkim ułatwiać realizację inwestycji związanych z wdrożeniem technologii wodorowych zarówno w aspekcie formalnym, jak i w aspekcie finansowym poprzez przeniesienie części wydatków lub przynajmniej ryzyka na środki publiczne. Wskazuje się, że na obecnym etapie regulacje są jeszcze na wczesnym etapie implementacji. Oczekuje się jednak, że w krajach UE, w tym w Niemczech, w najbliższym czasie dokona się w tym zakresie znaczny krok jakościowy.

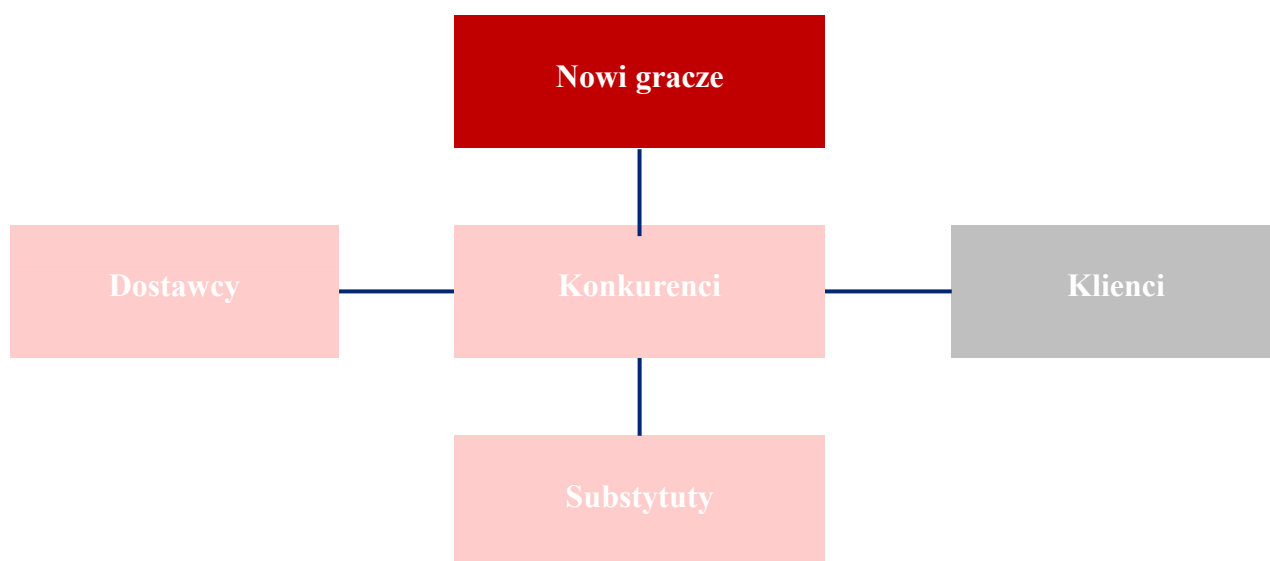
Bariery finansowe

Niewątpliwie inwestycje w sektorze wodorowym mogą okazać się bardzo zyskowne. Nie zmienia to jednak faktu, że w przeważającej części są one kosztowne (wymagają znacznych nakładów na rozwój i wdrożenie technologii) oraz wciąż jeszcze obciążone są znacznym ryzykiem. W szczególności dla firm z sektora MŚP czynniki te mogą okazać się krytyczne jeżeli chodzi o decyzję o zaangażowaniu się w działalność w tym sektorze. Można przewidywać, że w celu obniżenia ryzyka oraz przyspieszenia rozwoju sektora, niemiecki rząd będzie przeznaczał znaczne środki finansowe na wsparcie rozwoju gospodarki opartej na wodorze (jak wskazano wcześniej takie deklaracje już zostały złożone). Prawdopodobne jest jednak, że wsparcie rządowe skierowane będzie przede wszystkim do podmiotów z rodzimego rynku. Stanowić to może istotną barierę dla ekspansji polskich przedsiębiorstw, które będą miały utrudnione warunki do konkurencyjności na rynku niemieckim. Celem przełamania tej bariery polscy przedsiębiorcy powinni zabezpieczyć odpowiednie finansowanie swojego rozwoju na polskim rynku. Możliwe do podjęcia w tym zakresie działania zaprezentowano w rozdziale 7.4.

Bariery ekonomiczne

Analiza barier ekonomicznych związanych z ekspansją na niemiecki rynek wodoru sprowadza się w zasadzie do oceny otoczenia konkurencyjnego na tym rynku. Powszechnie stosowanym narzędziem do analizy konkurencyjności rynku jest analiza 5 sił Portera, która dostarcza informacji o potencjalnych barierach występujących w całym łańcuchu dostaw danej gałęzi gospodarki.

Rysunek 4 Analiza 5 sił Portera dla rynku gospodarki opartej na wodorze w Niemczech



Legenda – ocena pozycji przetargowej

	Wysoka
	Średnia
	Niska

Źródło: Opracowanie własne

Siła przetargowa dostawców – rynek dostawców jest w znacznym stopniu rozdrobniony, funkcjonują na nim przede wszystkim mniejsze i rozwijające się przedsiębiorstwa. W parze z rozdrobnieniem nie idzie jednak obecność na rynku dużej liczby podmiotów, które wzajemnie wywierają na siebie presję konkurencyjną. Przekłada się to na to, że dostawcy w przeważającej części nie konkurują ze sobą w oparciu o cenę. W związku z czym ceny usług / produktów / komponentów nie są jeszcze na tyle ustandaryzowane i zoptymalizowane. Biorąc pod uwagę powyższe czynniki, należy ocenić, że siła przetargowa dostawców jest średnia, co stanowi cechę charakterystyczną rozwijających się segmentów gospodarki.

Zagrożenie wejściem na rynek nowych graczy – prawdopodobieństwo wejścia na rynek nowych graczy jest wysokie ze względu na bardzo dobre perspektywy dla rozwoju rynku. Niemiecki rynek wodoru jest szczególnie atrakcyjny dla firm technologicznych z Szwajcarii, Austrii, Francji, czy też Holandii. Na dalszym etapie jego rozwoju może oczekiwać zainteresowania ze strony kluczowych graczy z Chin. Z drugiej jednak strony zniechęcające dla nowych graczy mogą być stosunkowo znaczne finansowe i regulacyjne bariery wejścia na rynek. Pomimo istotnych barier, zagrożenie wejściem na rynek nowych graczy jest wysokie. Na tym etapie, szybkie podjęcie decyzji o wejściu na analizowany rynek może umożliwić wypracowanie pozycji rynkowej pozwalającej na sprostanie presji konkurencyjnej ze strony nowych graczy.

Sila przetargowa klientów – w obecnym stanie rozwoju rynku klienci dysponują względnie wąskim wyborem produktów na etapie podejmowania decyzji odośnie zakupu. Mogą wybierać pomiędzy nielicznymi dostawcami reprezentującymi globalne przedsiębiorstwa oraz mniejszymi producentami / usługodawcami działającymi w skali jednego kraju. Biorąc jednak pod uwagę przewidywany wzrost popytu na wodór oraz przede wszystkim planowane finansowe stymulowanie rozwoju tego segmentu gospodarki można spodziewać się, że w niedługim czasie zapotrzebowanie na produkty i usługi w tym sektorze może znacznie przewyższyć możliwości aktualnie funkcjonujących w nim przedsiębiorstw. Wówczas pozycja negocjacyjna potencjalnych klientów będzie słaba.

Zagrożenie substytutami – w zasadzie w każdym z segmentów potencjalnych zastosowań wodoru w niemieckiej gospodarce występują produkty substytucyjne, które potencjalnie mogą wyprzeć to paliwo z rynku lub nie dopuścić do jego upowszechnienia się. Biorąc jednak pod uwagę otoczenie regulacyjne i polityczne należy uznać, że wodór jednoznacznie jest preferowanym rozwiązaniem wspierającym transformację energetyczną Niemiec.

Konkurencja – z kwartału na kwartał wzrasta liczba podmiotów decydujących się na wejście na rynek wodoru w Niemczech. Część z konkurentów posiada już ugruntowaną pozycję. Należy jednak ocenić, że rynek w dalszym ciągu jest jeszcze młody i daleki od osiągnięcia nasycenia. W związku z czym na obecnym etapie konkurencja jest co najwyżej średnia. Przede wszystkim, na rynku jest dużo miejsca do rozwoju dla małych i średnich przedsiębiorstw, które mają potencjał do zagospodarowania niszowych segmentów, wymagających z jednej strony znacznej specjalizacji, a z drugiej strony elastyczności w zakresie reagowania na trendy rynkowe i dostosowywania się do nich – elastyczność ta charakteryzuje sektor małych i średnich przedsiębiorstw.

Bariery związane z dostępem do niemieckiego rynku wodoru są charakterystyczne dla rynków opartych na rozwijających się technologiach. Dostosowanie otoczenia regulacyjnego do tempa rozwoju technologii zawsze wymaga trochę czasu, należy jednak oczekiwać, że pod presją otoczenia biznesowego (takie oczekiwania są już teraz mocno wyartykułowane) ramy regulacyjne i zachęty regulacyjne zostaną wkrótce zaimplementowane do niemieckiego porządku prawnego. Bariera finansowa dotyczy większości przedsiębiorców, którzy decydują się na rozwój działalności, czy to na rynku zagranicznym, czy na rynku rodzimym. Finansowanie ekspansji traktować trzeba w kategoriach wyzwania, któremu sprostać pomagają działające na polskim rynku instytucje wspierające innowacyjnych i pro-rozwojowych przedsiębiorców. W zakresie samej struktury rynku i panującej na nim presji konkurencyjnej należy podkreślić, że na obecnym etapie panująca na nim konkurencja nie jest jeszcze znaczna. Oczywiście należy spodziewać się zainteresowania ze strony coraz większej liczby przedsiębiorców, którzy będą dostrzegali znaczny potencjał analizowanego rynku. Jednakże, można oczekiwać, że odważne decyzje w zakresie internacjonalizacji połączone z dokładną analizą oraz precyzyjną strategią wejścia na rynek wodoru w Niemczech mogą wygenerować duże korzyści biznesowe dla polskich przedsiębiorców. W kontekście ewentualnych decyzji dotyczących wejścia na rynek niemiecki pamiętać należy, że w stosunku do podmiotów z wielu innych krajów, podmioty z Polski, w tym przede wszystkim z Wielkopolski posiadają tę przewagę konkurencyjną, że zlokalizowane są bardzo blisko rynku

docelowego, co istotnie ułatwia prowadzenie działalności na rynku zagranicznym, zarówno od strony formalnej, jak i kosztowej.

7.3 Analiza stanu i otoczenia prawnego

7.3.1 Wytwarzanie wodoru

Niemieckie dokumenty w sferze zagospodarowania przestrzennego obejmują wstępny plan zagospodarowania przestrzennego (Flächennutzungsplan) i wiążący plan zagospodarowania przestrzennego (Bebauungsplan). Na obszarze objętym wiążącym planem zagospodarowania przestrzennego budowa instalacji produkcji wodoru jest dozwolona, jeżeli nie narusza postanowień tego planu. W przypadku braku prawnie wiążącego planu zagospodarowania przestrzennego, projekt budowy musi być zgodny z planem wstępnym.

Zgodnie z federalnym rozporządzeniem w sprawie użytkowania gruntów, przemysłowe instalacje do produkcji wodoru mogą być budowane tylko na obszarach przemysłowych i komercyjnych.

Plany zagospodarowania przestrzennego są opracowywane i przyjmowane przez gminy zgodnie z przepisami ustawodawstwa krajowego. Ogólne wymagania i procedury dotyczące zagospodarowania przestrzennego i pozwoleń są określone w niemieckim kodeksie budowlanym.

Zmiana prawnie wiążącego planu zagospodarowania przestrzennego zajmuje około 9–15 miesięcy. Organami odpowiedzialnymi za wydawanie pozwoleń na budowę są organy nadzoru budowlanego. Procedura pozyskiwania pozwolenia na instalację do produkcji wodoru powinna być przeprowadzona z udziałem społeczeństwa.

Główne etapy tego procesu to:

- określenie zakresu projektu;
- złożenie wniosku o zatwierdzenie wraz z:
 - ekspertyzą upoważnionego organu kontrolnego (upoważnionymi organami inspekcyjnymi są TÜV, DEKRA itp.; opinia eksperta musi być zgodna z rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy i zwykle obejmuje opis planowanej infrastruktury i procedur operacyjnych w odniesieniu do wymagań bezpieczeństwa, ochrony przeciwpożarowej i przeciwwybuchowej).
 - dokumenty opisujące planowany obiekt, procesy, wyposażenie, środki bezpieczeństwa itp. ;
 - plan terenu, rysunki konstrukcyjne (wymagane do pozwolenia na budowę).
- publiczne ogłoszenie o zamiarze realizacji projektu;
- wydanie pozwolenia na budowę i eksploatację (po złożeniu wszystkich wymaganych dokumentów termin udzielenia zezwolenia wynosi 7 miesięcy),

- uruchomienie projektu.

Poza pozwoleniem na budowę, które opisane zostało powyżej budowa instalacji do produkcji wodoru wymaga również pozyskania oceny oddziaływania na środowisko⁵⁴.

7.3.2 Magazynowanie wodoru

W zakresie regulacji związanych z planowaniem przestrzennym, podobnie jak w przypadku instalacji do produkcji wodoru, również w przypadku magazynów wodoru ich budowa możliwa jest gdy nie jest sprzeczna z wiążącym planem zagospodarowania przestrzennego (Flächennutzungsplan) i zapewnione zostało bezpieczeństwo lokalnej infrastruktury publicznej. W przypadku braku prawnie wiążącego planu zagospodarowania przestrzennego, należy przestrzegać zapisów przygotowawczego planu zagospodarowania przestrzennego (Bebauungsplan). Procedura ewentualnej zmiany planu zagospodarowania przestrzennego jest analogiczna, jak w przypadku instalacji wytwarzania wodoru i również może zająć 9 – 15 miesięcy.

Poza pozwoleniem na budowę, budowa instalacji do magazynowania wodoru wymaga pozyskania oceny oddziaływania na środowisko oraz oceny ryzyka zgodnie z rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa i zdrowia w miejscu pracy⁵⁵.

7.3.3 Transport i dystrybucja wodoru

Nie funkcjonują szczegółowe wymagania co do konieczności transportu wodoru określonymi drogami. Transportu analizowanego paliwa dotyczą ogólne regulacje, zgodnie z którymi m.in. transport towarów niebezpiecznych lub przejazd ciężkich ciężarówek może być zabroniony w niektórych obszarach oznaczonych odpowiednimi znakami drogowymi. Szczegółowe ograniczenia dotyczą transportu samochodowego w zakresie możliwości przejazdu przez:

- **Tunele drogowe.** Tunele drogowe w Niemczech podzielone są na kategorie zgodnie z kategoryzacją towarów niebezpiecznych (ADR). Transport towarów niebezpiecznych jest dozwolony bez ograniczeń dla kategorii A. Zabroniony jest przewóz wodoru w cysternach przez tunele kategorii B, C, D i E. Wodór w butlach może być przewożony przez tunele kategorii A, B, C bez ograniczeń. Kiedy natężenie ruchu jest bardzo duże, mogą zostać nałożone dodatkowe ograniczenia (na przykład. tunel Alsterkrugchaussee w Hamburgu ma kategorię E od 6 rano do 21 wieczorem, a C przez resztę czasu)⁵⁶.

⁵⁴ Baza regulacji rynku wodoru HyLaw, <https://www.hylaw.eu/>, dostęp: 12.08.2020.

⁵⁵ Baza regulacji rynku wodoru HyLaw, <https://www.hylaw.eu/>, dostęp: 12.08.2020.

⁵⁶ Aktualne ograniczenia użytkowania tuneli drogowych w Niemczech można znaleźć na stronie internetowej Federalnego Ministerstwa Transportu i Infrastruktury Cyfrowej, <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Article/G/Gefahrgut/beschaerung-der-nutzung-von-strassentunneln-gemaess-adr.html>, dostęp: 12.08.2020.

- **Mosty i inne.** Organy transportu drogowego mogą stosować do pojazdów do transportu drogowego towarów niebezpiecznych pewne dodatkowe ograniczenia (nieujęte w przepisach dotyczących ADR), pod warunkiem że postanowienia te nie są sprzeczne z tymi przepisami. Mogą to być wymogi bezpieczeństwa lub ograniczenia dotyczące możliwości korzystania z mostów, promów lub pociągów lub z innych terminali transportowych. Regularne parkowanie pojazdów silnikowych o maksymalnej dopuszczalnej masie przekraczającej 7,5 tony i przyczep o maksymalnej dopuszczalnej masie przekraczającej 2 tony na obszarach mieszkalnych zabronione między godziną 22 i 6 rano oraz w niedziele i święta.

Firmy zajmujące się transportem towarów niebezpiecznych muszą wyznaczyć specjalistę ds. towarów niebezpiecznych. Specjalista ds. towarów niebezpiecznych musi pozyskać certyfikat szkolenia ADR (karta ADR), który jest wydawany na czas określony (pięć lat) po pomyślnym ukończeniu kursu. Kierowca musi mieć przy sobie swój certyfikat ADR, dowód tożsamości ze zdjęciem, instrukcje na piśmie oraz dokument przewozowy ADR. Przewoźnicy muszą dopilnować, aby pojazdy miały pomarańczowe tabliczki, i były oznakowane w zakresie transportu wodoru⁵⁷.

7.4 Źródła finansowania i wsparcia projektów

Dywersyfikacja źródeł finansowania ekspansji eksportowej polskich przedsiębiorstw może przyczynić się do obniżenia kosztów wejścia na zagraniczne rynki. Internacjonalizacja polskich przedsiębiorstw to kolejny etap rozwoju, który wymaga jeszcze większej sprawności organizacyjnej, również w zakresie pozyskiwania dodatkowych środków na finansowanie działań eksportowych. Istnieje wiele możliwości skutecznego finansowania i dofinansowania eksportu dla firm mających swoją siedzibę w Polsce.

Wśród kluczowych źródeł finansowania działań eksportowych na wybranych rynkach zagranicznych należy wskazać:

- Środki preferencyjne z funduszy unijnych – najbardziej rozpoznawalne narzędzie to działanie 6.1 jako element Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, który przewiduje, że wsparcie na rozwój eksportu otrzyma 2000 przedsiębiorstw rocznie. Działanie skierowane jest do przedsiębiorstw z sektora MŚP rozpoczynających działalność eksportową lub potencjalnych eksporterów mających siedzibę na terenie Rzeczypospolitej Polskiej (w przypadku osób fizycznych posiadających miejsce zamieszkania na terenie Rzeczypospolitej Polskiej.) Przedsiębiorstwo może otrzymać dofinansowanie tylko na jeden projekt, który trwa nie dłużej niż 24 miesiące. Maksymalna wysokość dofinansowania wynosi 210.000 PLN, którą można przeznaczyć na pokrycie 50% całkowitych kosztów kwalifikowalnych związanych z rozwojem działalności eksportowej (do 200.000 PLN na wdrożenie Planu Rozwoju Eksportu, do 10.000 PLN (80% wsparcia) na zakup zewnętrznej usługi doradczej opracowania Planu Rozwoju Eksportu. W ramach Działania wspierane

⁵⁷ Baza regulacji rynku wodoru HyLaw, <https://www.hylaw.eu/>, dostęp: 12.08.2020.

będzie kompleksowe wsparcie dla MŚP zainteresowanych nawiązaniem kontaktów handlowych z partnerami zagranicznymi obejmujące w szczególności doradztwo i szkolenia w zakresie promocji sprzedaży za granicą i promocji eksportu, badania rynków zagranicznych, udziału w imprezach targowo-wystawienniczych (wsparcie to nie obejmuje pomocy publicznej na działalność związaną z wywozem produktów).

- Oferta finansowania działalności eksportowej prowadzona przez Bank Gospodarstwa Krajowego i Korporację Ubezpieczeń Kredytów Eksportowych S.A. skierowana jest do:
 1. nowych innowacyjnych firm,
 2. małych i średnich przedsiębiorstw,
 3. dużych firm,
 4. przedsiębiorstw zagranicznych.

Wśród mechanizmów wsparcia w ramach tego źródła można wymienić:

1. Zapewnienie finansowania dla zagranicznego nabywcy polskich towarów i usług (akredytywy bankowe, kredyt dla banku nabywcy, wykup wierzytelności zagranicznych, dyskonto akredytywy).
 2. Zapewnienie finansowania dłużnego dla polskiego przedsiębiorcy planującego ekspansję zagraniczną (np. finansowanie zakupu podmiotu za granicą czy zwiększenia mocy produkcyjnej).
 3. Kredyty udzielane w ramach Programu Rządowego „Finansowe Wspieranie Eksportu”, które objęte są ubezpieczeniem w Korporacji Ubezpieczeń Kredytów Eksportowych S.A.
 4. W ramach oferty BGK, przedsiębiorcy mogą również skorzystać z Programu DOKE, polegającego na stabilizacji oprocentowania kredytów eksportowych, które mogą być udzielane nabywcom przez banki krajowe, banki zagraniczne lub międzynarodowe organizacje finansowe. BGK i bank udzielający kredytu eksportowego, z którym została podpisana Umowa DOKE dotycząca wspieranej transakcji, dokonują wzajemnego rozliczeniach różnic w oprocentowaniu kredytu (dopłat lub nadwyżek).
- Ze strony KUKK przedsiębiorstwa prowadzące działalność eksportową mogą liczyć na wsparcie w zakresie:
 1. Ubezpieczeń należności, w tym pakiet: na start, na rozwój, na trudne rynki i na pojedynczy kontrakt.
 2. Gwarancji ubezpieczeniowych, w tym: gwarancje kontraktowe, gwarancja spłaty kredytu krótkoterminowego.
 3. Ubezpieczenia inwestycji za granicą.
 - Fundusz kredytu technologicznego - opcja wybierana przez firmy i przedsiębiorstwa nakierowane na rozwój własnego zaplecza technologicznego. Tym samym jest to forma kredytu innowacyjnego. Firmy ubiegające się o dofinansowanie w tej formie mają z reguły w planach finansowanie danej inwestycji dzięki nowoczesnym metodom technologicznym. Kredyt technologiczny działa również w obrębie Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka.

- Faktoring międzynarodowy, którego głównym założeniem jest proces wykupowania przez eksportera (w tym przypadku polską firmę, lub przedsiębiorstwo), wierzytelności, których źródłem są transakcje międzynarodowe. Wierzytelności te wykupowane są przed terminem wymagalności. Zawieranie umowy faktoringu międzynarodowego pomiędzy eksporterem, a swoim dłużnikiem zagranicznym skutkuje przelewaniem wierzytelności od takiego dłużnika na bank, lub też każdą inną odpowiednią instytucję zajmującą się finansami. Taka opcja daje niezwykle szybką gwarancję na otrzymanie pieniędzy bezpośrednio w trakcie sprzedaży produktów.

Kredyty rządowe, które umożliwiają finansowanie różnorodnych kontraktów oraz umów handlowych na wszelkie dostawy i eksport do krajów, z którymi dana firma zamierza współpracować, i które wyrażają chęć do importowania polskich produktów.

Ponadto, w zakresie rozwijającego się rynku wodoru, wskazać należy możliwości finansowania działalności badawczo-rozwojowej, której celem może być stworzenie nowych produktów lub usług związanych z tym rynkiem lub adaptacja istniejących produktów i usług do potrzeb rynku wodoru:

1. Program Operacyjny Inteligentny Rozwój – jest to największy w Unii Europejskiej program finansowania innowacji i dotacji na badania i rozwój. W ramach programu finansowane są m.in. wspólne przedsięwzięcia badawczo-rozwojowych prowadzone przez naukowców i przedsiębiorców, których wyniki mogą znaleźć praktyczne zastosowanie w gospodarce. Wsparcie finansowania innowacji obejmuje wszystkie fazy rozwoju - od tworzenia koncepcji nowatorskich produktów, usług lub technologii, przez przygotowanie prototypów / linii pilotażowych aż po ich komercjalizację.
2. Finansowanie z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) – głównym zadaniem tej instytucji jest zarządzanie i realizacja strategicznych programów badań naukowych i prac rozwojowych, które bezpośrednio przekładają się na rozwój innowacyjności. Zadania NCBiR obejmują również komercjalizację wyników prac badawczych oraz ich transfer do gospodarki, w tym również na rynki zagraniczne. Godne uwagi programu NCBiR to m.in.:
 1. program GO_GLOBAL obejmujący wsparcie innowacyjnych firm komercjalizujących wyniki badań naukowych i prac rozwojowych na rynkach światowych,
 2. program BRIDGE umożliwiający współfinansowanie projektów badawczo-rozwojowych we wczesnych fazach rozwoju (projekty w fazie proof-of-principle lub proof-of-concept), w celu zwiększenia podaży projektów B+R atrakcyjnych dla inwestorów typu venture capital lub private equity, w perspektywie średnio-okresowej (≤ 5 lat),

program badań naukowych pn. *Zaawansowane technologie pozyskiwania energii* mający na celu opracowanie rozwiązań technologicznych, których wdrożenie przyczyni się do zmniejszenia negatywnego wpływu sektora energetyki na środowisko.

Istotnym mechanizmem finansowania rozwoju zeroemisyjnych technologii, takich jak technologia wodorowa mają być środki przeznaczone na finansowanie zielonej transformacji: plan inwestycyjny na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu i mechanizm sprawiedliwej transformacji. Do 2050 r. Unia Europejska ma stać się pierwszym na świecie blokiem państw neutralnych klimatycznie. Wymaga to

znacznych inwestycji zarówno ze strony UE. W związku z tym, przedstawiony został plan inwestycyjny na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu – plan inwestycyjny na rzecz zrównoważonej Europy, którego celem jest zmobilizowanie inwestycji publicznych i uruchomienie funduszy prywatnych przy pomocy unijnych instrumentów finansowych, w szczególności InvestEU. Łączny oczekiwany efekt inwestycyjny ma wynieść co najmniej 1 bln euro⁵⁸.

- Plan inwestycyjny na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu udostępni finansowanie unijne oraz stworzy ramy ułatwiające i pobudzające inwestycje publiczne i prywatne niezbędne do przejścia na gospodarkę neutralną dla klimatu, zieloną, konkurencyjną i sprzyjającą włączeniu społecznemu. Uzupełniając inne inicjatywy zapowiedziane w ramach zielonego ładu, plan opiera się na trzech wymiarach:
 - Finansowania: uruchomienie w kolejnych 10 latach zrównoważonych inwestycji o wartości co najmniej 1 bln EUR. Większy udział w budżecie UE wydatków przeznaczonych na działania służące klimatowi i ochronie środowisk, który ma pomóc przyciągnąć finansowanie prywatne; główną rolę w tym zakresie odgrywał będzie Europejski Bank Inwestycyjny.
 - Możliwości: oferowanie zachęt służących do uruchomienia i przekierowania inwestycji publicznych i prywatnych. UE dostarczy inwestorom narzędzi przez nadanie zrównoważonemu finansowaniu głównego znaczenia w systemie finansowym.
 - Wsparcia praktycznego: Komisja zapewni organom publicznym i promotorom projektów wsparcie w planowaniu, opracowaniu i realizacji zrównoważonych projektów⁵⁹.
- Mechanizm sprawiedliwej transformacji jest kluczowym narzędziem służącym zapewnieniu, by transformacja na rzecz gospodarki neutralnej dla klimatu przebiegała w sposób sprawiedliwy. Wszystkie regiony będą potrzebowały finansowania i w planie inwestycyjnym na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu zostało to przewidziane, mechanizm zapewnia jednak ukierunkowane wsparcie, aby w latach 2021–2027 uruchomić co najmniej 100 mld euro w regionach najbardziej dotkniętych negatywnymi społeczno-gospodarczymi skutkami transformacji i złagodzić te skutki. Mechanizm pozwoli uruchomić inwestycje niezbędne, aby udzielać wsparcia pracownikom i społecznościom, których funkcjonowanie zależy od łańcucha wartości paliw kopalnych. Za pośrednictwem wszystkich instrumentów bezpośrednio związanych z transformacją będzie on uzupełniał znaczny wkład z budżetu UE⁶⁰. Mechanizm sprawiedliwej transformacji będzie opierał się na trzech głównych źródłach finansowania:
 - Funduszu na rzecz Sprawiedliwej Transformacji, który otrzyma nowe środki UE w wysokości 7,5 mld euro, które powiększą kwotę środków przewidzianych w

⁵⁸ Informacje ze strony internetowej Komisji Europejskiej, [online, dostęp: 05.10.2020], <https://ec.europa.eu/regional_policy/pl/newsroom/news/2020/01/14-01-2020-financing-the-green-transition-the-european-green-deal-investment-plan-and-just-transition-mechanism>

⁵⁹ Ibidem.

⁶⁰ Informacje ze strony internetowej Komisji Europejskiej, [online, dostęp: 05.10.2020], <https://ec.europa.eu/regional_policy/pl/newsroom/news/2020/01/14-01-2020-financing-the-green-transition-the-european-green-deal-investment-plan-and-just-transition-mechanism>

następnym długoterminowym budżecie UE. Aby wykorzystać przynależne im środki z funduszu, państwa członkowskie, prowadząc dialog z Komisją, będą musiały wskazać kwalifikujące się obszary w tzw. terytorialnych planach sprawiedliwej transformacji. Będą musiały się także zobowiązać, że do środków z Funduszu na rzecz Sprawiedliwej Transformacji dołożą taką samą kwotę ze środków z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i Europejskiego Funduszu Społecznego Plus oraz udostępnią dodatkowe zasoby krajowe. Łącznie zapewni to finansowanie w wysokości 30–50 mld euro, co przyciągnie jeszcze więcej inwestycji. Fundusz będzie przede wszystkim służył do udzielania dotacji regionom. Będzie on na przykład wspierał pracowników w rozwijaniu umiejętności i kompetencji potrzebnych w przyszłości na rynku pracy, a także pomagał MŚP, przedsiębiorstwom typu start-up i inkubatorom przedsiębiorczości przy tworzeniu nowych możliwości gospodarczych w tych regionach; Będzie również wspierał inwestycje służące przechodzeniu na czystą energię, na przykład inwestycje w technologie wodorowe.

- Specjalnym systemie sprawiedliwej transformacji w ramach InvestEU służącym uruchomieniu inwestycji o wartości do 45 mld EUR. Jego celem będzie przyciąganie prywatnych inwestycji, m.in. w zrównoważoną infrastrukturę energetyczną i transportową, przynoszących korzyści dotkniętym regionom i pomoc tym gospodarkom w znalezieniu nowych źródeł wzrostu.
- Instrumencie pożyczkowym Europejskiego Banku Inwestycyjnego dla sektora publicznego gwarantowanym przez budżet UE, służącym uruchomieniu inwestycji o wartości 25–30 mld euro. Zostanie on wykorzystany na pożyczki dla sektora publicznego, na przykład na inwestycje w sieci ciepłownicze i renowację budynków. W marcu 2020 r. Komisja przedstawi wniosek ustawodawczy w celu ustanowienia tego instrumentu⁶¹.

Bardzo istotnym źródłem finansowania przedsiębiorstw na wczesnym etapie rozwoju są inwestorzy prywatni nazywani Aniołami Biznesu. Ich funkcjonowanie w pewnym stopniu przypomina działalność funduszy Venture Capital, jednakże istnieją zasadnicze różnice między tymi dwoma sposobami finansowania⁶². Po pierwsze bezpośrednie inwestycje Venture Capital polegają na zakupie udziałów w przedsiębiorstwie przez samych inwestorów, wykluczając udział funduszy, które zajmują się gromadzeniem kapitału i jego inwestowaniem w imieniu wszystkich kapitałodawców. Inwestorami są osoby, które często pochodzą z kręgu znajomych, czy też rodziny przedsiębiorcy starającego się o pozyskanie kapitału⁶³. Środki angażowane w inwestycje przez Aniołów Biznesu najczęściej pochodzą z własnej działalności gospodarczej, czasami są to ich oszczędności. Kolejną różnicą są kwoty przeznaczane na inwestycje. Zaangażowanie finansowe Aniołów Biznesu zaczyna się przeważnie od 50 tys. PLN i nie przekracza 5 mln PLN. Fundusze są gotowe na inwestycje w dużo większe projekty, których wartość przekracza z reguły 1 mln PLN. W przypadku funduszy

⁶¹ Ibidem.

⁶² Zob. *Finansowanie rozwoju przedsiębiorstwa :studia przypadków*, praca zbiorowa pod red. Marka Panfila, Warszawa : Centrum Doradztwa i Informacji "Difin" 2008, s. 106.

⁶³ Zob. J. Węclawski, *Venture capital :nowy instrument finansowania przedsiębiorstw*, Warszawa, Wydaw. Naukowe PWN, 1997, s. 51.

zaangażowanie finansowe w mniej wartościowe projekty jest po prostu nieopłacalne ze względu na wysokie koszty due diligence, czyli badania spółki. Kapitał przeznaczany na inwestycje przez Aniołów Biznesu jest stosunkowo niewielki, jednakże przedsięwzięcia, w które włączają się ci inwestorzy są szczególnie ryzykowne. Naturalną konsekwencją wysokiej stopy ryzyka jest ponadprzeciętna stopa zwrotu z inwestycji, której oczekują inwestorzy bezpośredni.

Charakterystyczną cechą tego typu inwestorów jest ich anonimowość. Jest to przyczyną utrudnionego dostępu do tego typu finansowania. Przedsiębiorcy poszukujący tego typu kapitału muszą często ponosić wysokie koszty, aby dotrzeć do potencjalnego Anioła Biznesu. Również sami inwestorzy muszą poświęcić dużo czasu, by odszukać interesujący projekt. Aby zapobiec tego typu trudności utworzone zostały specjalne sieci zrzeszające prywatnych inwestorów. Największą w Europie instytucją skupiającą działające w poszczególnych krajach sieci Aniołów Biznesu jest European Business Angels Network (EBAN). Do jej zadań należy pomoc w tworzeniu i realizacji krajowych programów, które mają na celu ułatwienie tworzenia i rozwój działalności Aniołów Biznesu. Niektóre kraje wdrożyły system wsparcia finansowego udzielanego przez władze lokalne, regionalne lub krajowe. Sieci są dla przedsiębiorców okazją na zaprezentowanie swojego pomysłu inwestorom, którzy poważnie potraktują ich projekt. Zapewniają one również bezpieczeństwo przedsiębiorcom, którzy mogą mieć pewność, że zawartość ich biznesplanów nie trafi w ręce osób niepożądanych⁶⁴.

7.5 Analiza ryzyka

Niewątpliwie, niemiecki rynek wodoru stanowi obiecującą perspektywę dla rozwoju polskich przedsiębiorców, w tym przedsiębiorców z województwa wielkopolskiego. Analizując ten rynek docelowy należy jednak spojrzeć na niego również z perspektywy potencjalnego ryzyka związanego z ekspansją. Pozwala to na właściwe przygotowanie wielkopolskich MŚP do wyzwań związanych z internacjonalizacją w obszarze branży wodorowej. Dla analizowanego rynku wyszczególniono 10 kluczowych wyzwań. Każde z nich zostało opisane prawdopodobieństwem wystąpienia oraz potencjalną siłą wpływu na projekt internacjonalizacji. Prawdopodobieństwo i siła wpływu na projekt zostały ocenione według skali bardzo mały (BM), mały (M), średni (Ś), duży (D), bardzo duży (BD).

⁶⁴Zob. *Finansowanie rozwoju przedsiębiorstwa :studia przypadków*, praca zbiorowa pod red. Marka Panfila, Warszawa : Centrum Doradztwa i Informacji "Difin" 2008, s. 83-88.

Tabela 8 Czynniki ryzyka na rynku Niemiec

Nr.	Czynnik	Opis ryzyka	Skutek	Prawdopo- dobieństwo	Sila
1.	Niższe niż zakładane tempo rozwoju rynku	Niemiecki rynek rozwoju jest jeszcze na tyle mało rozwinięty, że nie ma pewności co do tego, że optymistyczne perspektywy rozwoju się sprawdzą (z tym, że w różnych segmentach tempo rozwoju może być odmienne)	Wzrost sprzedaży na rynku może okazać się niższy niż pierwotnie zakładano	Ś	D
2.	Parametry użytkowe niepozwalające na wygenerowanie odpowiednich przewag konkurencyjnych nad producentami z Europy Zachodniej	Na rynku wodoru duże znaczenie ma innowacyjność i rozwój technologiczny – na obecnym etapie są to aspekty kluczowe dla podejmowania decyzji zakupowych przez potencjalnych partnerów i klientów	Wzrost sprzedaży poniżej stopy wzrostu rynku.	Ś	D
3.	Znaczna presja konkurencyjna ze strony innych producentów działających na rynku	Na rynku niemieckim, który jest rozwiniętym pod względem gospodarczym funkcjonuje duży poziom konkurencyjności. Ponadto, rynek jest interesujący dla podmiotów z innych rozwiniętych gospodarek, takich jak: Szwajcaria, Austria, Holandia, czy Francja.	Utrudnione możliwości zwiększania udziału w rynku wodoru.	D	D
4.	Dostępność substytutów.	Możliwość zaspokojenia potrzeb rynku rozwiązaniami pokrewnymi (ryzyko dotyczy w zasadzie każdego z segmentów opisanych jako wiodące dla rozwoju niemieckiego rynku wodoru).	Ograniczenie popytu.	Ś	Ś

5.	Trudność w znalezieniu partnera biznesowego / klientów.	Brak zainteresowania produktem pośród dystrybutorów, klientów ze względu na niską rozpoznawalność marki bądź inne aspekty wpływające na preferowanie innych podmiotów.	Utrudniona możliwość wejścia na rynek.	BD	BD
6.	Złe oszacowanie cyklu życia produktu	Etap przydatności rozwiązań na docelowym rynku może okazać się znacznie krótszy niż pierwotnie zakładano	Gwałtowny spadek popytu.	M	Ś
7.	Zmiana kierunków polityki klimatycznej i energetycznej.	Rozwój rynku wodoru jest w znacznym stopniu determinowany czynnikami politycznymi i systemowymi w Niemczech. Istnieje możliwość, że kierunki rozwoju rynku zostaną zmienione, w szczególności na wczesnym etapie rozwoju rynku.	Szybki spadek dynamiki rozwoju rynku.	M	BD
8.	Wyparcie z rynku przez praktyki protekcyjnistyczne.	Protekcjonizm jest ryzykiem, które należy mieć na uwadze w przypadku analizy rozwoju na tworzących się rynkach, które wymagają znacznych nakładów na technologię. Może okazać się, że po zaangażowaniu znacznych środków w rozwój technologii wodorowych, na rynku niemieckim podjęte zostaną działania, które będą miały na celu utrzymanie jak największej części korzyści w gospodarce.	Wypieranie zagranicznych podmiotów z rynku.	BM	D

9.	Nieosiągnięcie efektów skali.	W celu uzyskania niższych cen (poprzez np. optymalizację kosztów transportu lub obsługi gwarancyjnej) należy zwiększyć wolumen sprzedaży.	Niższa przewaga konkurencyj na w przypadku sprzedaży mniejszych wolumenów	M	D
10.	Zbyt wolne tempo skalowania działalności	Zbyt wolne tempo rozwoju działalności na rynku zagranicznym może doprowadzić do zbyt odległego przesunięcia w czasie etapu, w którym osiągnie ona rentowność uzasadniającą utrzymanie obecności na niemieckim rynku.	Brak środków na dalszą działalność na rynku zagraniczny m.	Ś	D

Źródło: Opracowanie własne

Na podstawie kwalifikacji ryzyka (uwzględniając prawdopodobieństwo wystąpienia i siłę oddziaływania) wymienione czynniki ryzyka zostały przyporządkowane do poszczególnych kategorii z poniższej tabeli. Na osi pionowej ujęto prawdopodobieństwo wystąpienia danego czynnika, zaś na osi poziomej siłę wpływu na projekt. Najgroźniejsze dla powodzenia ekspansji międzynarodowej są ryzyka z prawego-górnego rogu tabeli. Ryzyka te charakteryzuje duże prawdopodobieństwo wystąpienia i silny wpływ na sukces powodzenie procesu internacjonalizacji.

Tabela 9 Analiza czynników ryzyka na rynku Niemiec

Prawdopodobieństwo	Ryzyko				
Bardzo duże					5
Duże				3, 10	
Średnie			4	1, 2	
Małe			6	9	7
Bardzo małe				8	
	Bardzo mała	Mała	Średnia	Duża	Bardzo duża
	Siła oddziaływania				

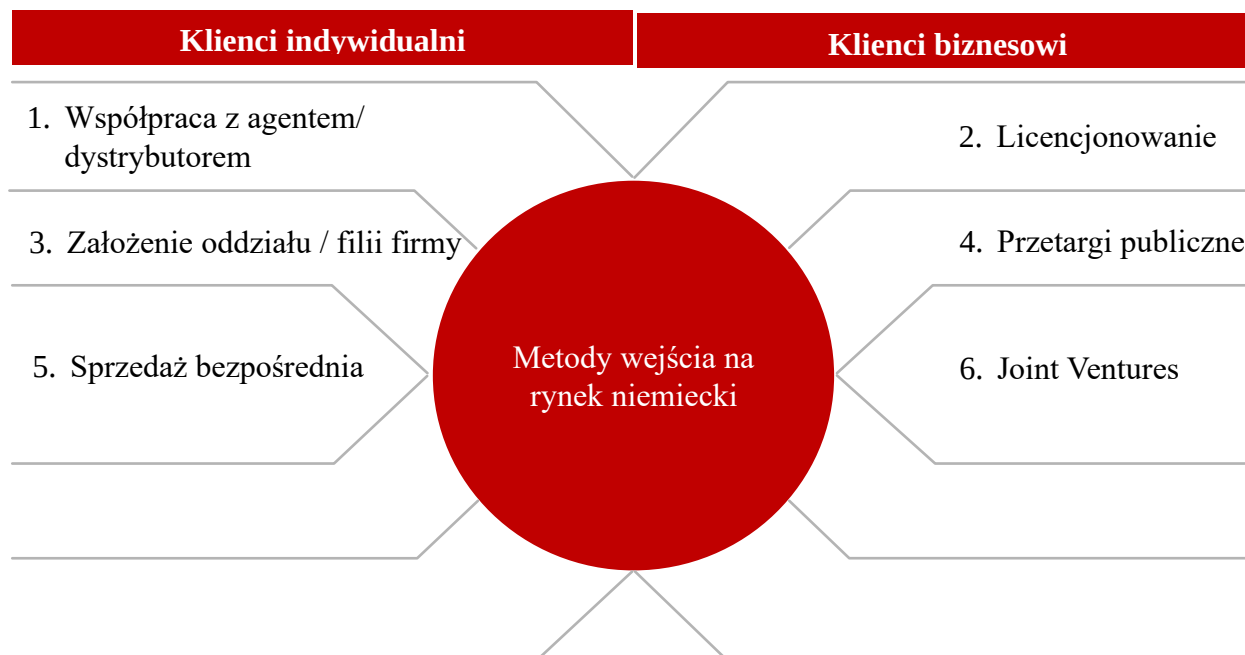
Źródło: Opracowanie własne

Największą uwagę należy poświęcić następującym czynnikom ryzyka:

- **Trudność w znalezieniu partnera biznesowego / klientów (5)** - Brak zainteresowania produktem wśród dystrybutorów ze względu na niską rozpoznawalność marki lub inne aspekty mogą przyczynić się do utrudnienia internacjonalizacji działalności wielkopolskich MŚP na niemiecki rynek wodoru. W celu zminimalizowania tego ryzyka należy poświęcić znaczące zasoby (finansowe i czasowe) na tę część procesu internacjonalizacji. Nie znalezienie odpowiednich partnerów może prowadzić do niepowodzenia procesu internacjonalizacji (na pierwszym lub dalszych etapach).
- **Zbyt wolne tempo skalowania działalności (10)** jest ryzykiem dotyczącym w szczególności małych i średnich podmiotów gospodarczych, które posiadają ograniczone zasoby finansowe na rozwój działalności. Można je zminimalizować poprzez współpracę z partnerem biznesowym, posiadającym ugruntowaną pozycję rynkową oraz stabilną sytuację płynnościową. Dodatkowym atutem jest, gdy podmiot ten posiada bazę klientów, którym można zaoferować produkty.
- **Presja konkurencyjna ze strony podmiotów z Niemiec, ale także Austrii, Szwajcarii, Holandii, czy Francji (3)** – Podmioty ze wskazanych rynków na obecnym etapie wydają się posiadać przewagę konkurencyjną w postaci zaawansowania technologicznego wynikającego z prowadzeniu już od kilku lat działalności badawczo rozwojowej w zakresie technologii wodorowych. Zaplecze badawczo-rozwojowe polskich podmiotów pozwala jednak na zbudowanie konkurencji dla podmiotów ze wskazanych krajów. Uprzemysłowione oraz posiadające wysoki potencjał naukowo-badawczy województwo wielkopolskie jest w doskonałej pozycji do tego, aby w przyszłości konkurować z podmiotami z krajów zachodniej Europy. Ważną rolę w tym kontekście odegrać mogą partnerstwa i realizacja wspólnych projektów międzynarodowych z instytucjami naukowymi, takimi jak np. Centra Badawcze Poznańskiego Parku Naukowo-Technologicznego Fundacji UAM – instytucje te oferują wiedzę, zaplecze sprzętowe i laboratoryjne, które może być z powodzeniem wykorzystane do celów komercyjnych. Dodatkową przewagą konkurencyjną polskich przedsiębiorców jest konkurencyjność cenowa, wynikająca z niższych kosztów działalności na rodzimym rynku.

Poza wskazanymi powyżej działaniami stanowiącymi odpowiedź na konkretne ryzyka, które zostały zidentyfikowane w związku z internacjonalizacją na niemiecki rynek każda z firm zainteresowanych internacjonalizacją może podjąć niezależne działania mające na celu ustrukturyzowanie podejścia do rozwoju działalności eksportowej oraz przygotowanie konkretnej strategii wejścia na rynek zagraniczny. Wymaga to przede wszystkim analizy zasobów wewnętrznych firmy w kontekście możliwych metod wejścia na rynek zagraniczny (metody te wskazano na poniższym wykresie). W prowadzonych analizach można wykorzystać kompetencje firm lub instytucji doradczych. Ich efektem powinna być jasno zdefiniowana strategia internacjonalizacji wskazująca na kanały dotarcia do odbiorców, harmonogram internacjonalizacji oraz wykorzystywane zasoby.

Rysunek 5 Metody wejścia na rynek niemiecki



7.6 Instytucje dedykowane wsparciu rozwoju technologii wodorowych

W poniższej tabeli przedstawiono działające na niemieckim rynku (a także polskim i europejskim) instytucje dedykowane wsparciu technologii wodorowych i gospodarki opartej na wodorze. Współpraca z przedmiotowymi instytucjami może być korzystna z perspektywy zwiększenia możliwości włączenia się w łańcuch dostaw i wartości gospodarki opartej na wodorze.

Lp.	Nazwa	Dane teleadresowe	Zakres działalności
1.	Krajowa Organizacja Technologii Wodoru i Ogniw Paliwowych (NOW GmbH)	Fasanenstr. 5, 10623 Berlin, Tel. +49-30-3116116-15 www.now-gmbh.de	NOW GmbH jest odpowiedzialna za koordynację i zarządzanie Krajowym Programem Innowacji Technologii Wodoru i Ogniw Paliwowych (NIP) oraz Programem Regionów Modelowych Elektromobilności Federalnego Ministerstwa Transportu i Infrastruktury Cyfrowej (BMVI). Podmiot jest jedną z kluczowych organizacji działających na niemieckim rynku wodoru oraz stanowiących kluczowy punkt kontaktowy dla podmiotów chcących rozpocząć działalność na tym rynku.
2.	hySOLUTIONS GmbH	Steinstrasse 25, 20095 Hamburg, Tel. +49-40-3288353-2 www.hysolutions-hamburg.de	Podmiot działa w obszarze zarządzania, koordynacji i realizacji projektów testowania użytkowania pojazdów elektrycznych i wodorowych. Do zadań organizacji należy zarządzanie projektami w zakresie testowania pojazdów elektrycznych i wodorowych (samochodów osobowych, lekkich

			dostawczych i autobusów), a także infrastruktury ładowania, opracowanie i wykonanie ważnych narzędzi kontrolnych. Podmiot odpowiedzialny jest także za stworzenie ogólnobranżowej sieci użytkowników tego typu pojazdów.
3.	Niemieckie Stowarzyszenie Wodoru i Ogniw Paliwowych	Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband e.V. (DWV), Moltkestr. 42, 12203 Berlin, Tel. +49-30-398209946-0 www.dwv-info.de	DWV koordynuje zintegrowaną i wydajną transformację paliw transportowych. Podstawowym zadaniem DWV jest wspieranie rozwoju technologii Power-to-Fuel. Organizacja działa przede wszystkim poprzez kształtowanie ram politycznych na poziomie krajowym i europejskim dla szybkiego wprowadzenia „zielonego wodoru”, a tym samym ugotowania drogi paliwom o minimalnej emisji gazów cieplarnianych.
4.	Hydrogen and Fuel Cell Initiative Hesse	Konradinerallee 9 65189 Wiesbaden, Germany tel.: +49 611 95017-8664, Info@H2BZ-Hessen.de	Organizacja założona w kwietniu 2002 roku jako platforma współpracy firm, uniwersytetów i instytucji z Hesji (obecnie organizacja nie ogranicza się wyłącznie do podmiotów z tego regionu). W ramach funkcjonowania organizacji tworzona jest sieć ekspertów oraz sieć biznesowa w dziedzinie technologii wodorowej i ogniw paliwowych. Inicjatywa ma na celu oraz zademonstrowanie

			możliwości stosowania i funkcjonalności technologii wodorowych i ogniwo paliwowych.
5.	Peter Sauber Agentur Messen und Kongresse GmbH (f-cell)	Haus der Wirtschaft, Willi-Bleicher- Str. 19, 70174 Stuttgart, Tel. +49-711-656960-55	Organizator corocznego wydarzenia dla ekspertów w dziedzinie wodoru i ogniwo paliwowych, które zapewnia przegląd odpowiednich nowości technologicznych i produktowych w branży. Wydarzenie stanowi idealną platformę zarówno dla ekspertów, jak i nowicjuszy w zakresie prowadzenia dyskusji oraz ustanawiania trwałych relacji biznesowych. Na f-cell składają się: konferencja, interaktywne warsztaty, panele tematyczne oraz międzynarodowe targi.
6.	Niemiecka Agencja Energetyczna (Dena)	Chausseestrasse 128a 10115 Berlin, Tel.: +49 (0)30 66 777 - 0	Dena to niemieckie centrum wiedzy specjalistycznej w zakresie efektywności energetycznej, odnawialnych źródeł energii i inteligentnych systemów energetycznych. Podmiot odpowiedzialny jest za realizację celów polityki energetycznej i klimatycznej. Organizacja współpracuje z partnerami ze świata polityki i przemysłu ze wszystkich sektorów. Dena skupia się na sektorach budownictwa, energetyki i transportu, a także na zagadnieniach związanych z wytwarzaniem, magazynowaniem, sieciowaniem i cyfryzacją energii. Organizuje projekty

			pilotażowe, a także doradza politykom, producentom i usługodawcom. Udziałowcami Dena są Republika Federalna Niemiec i Grupa KfW.
7.	Klaster Fuel Cell BW	Leuschnerstraße 45 70176 Stuttgart Te.l.: +49 711 892385-0 info@e-mobilbw.de	Klaster powstał w 2013 roku z udziałem czterech ministerstw landu Badenii-Wirtembergii oraz przedstawicieli gospodarki, nauki i różnych stowarzyszeń. Partnerzy klastra Fuel Cell BW koncentrują się na działaniach edukacyjnych, organizacji wspólnych wydarzeń oraz komunikacji i public relations skierowanych do określonych grup docelowych. Organizacja ma na celu aktywne informowanie ludzi na temat technologii wodorowej i ogniw paliwowych, celem przygotowania rynku.
8.	Clean Energy Partnership	Nina-Antonia Siebach und Katrin Born Semperstraße 26 22303 Hamburg Tel.: +49 (0)40 238 05 87 -90 cep@bepr.de	CEP to zrzeszenie firm przemysłowych działających w sektorze technologicznym, naftowym, energetycznym, producentów gazu oraz głównych producentów samochodów. Obecnie CEP zrzesza 16 partnerów: Air Liquide, Audi, BMW, Daimler, EWE, GP Joule, H2 Mobility, Honda, Hyundai, Infraserb Höchst, Linde, OMV, Shell, Total, Toyota i Westfalen Group.

9.	H2 South Tyrol	Podmiot zlokalizowany jest we Włoszech, jednak jest owocem współpracy pomiędzy Niemcami i Włochami przy znacznym zaangażowaniu strony niemieckiej. Via Enrico Mattei 1 39100 Bolzano, Tel.: +39 0471 050444 info@iit.bz.it	Inicjatywa na rzecz rozwoju technologii wodorowych w sektorze transportu w regionie Południowego Tyrolu. W ramach projektu powstało Centrum Wodorowe, które stanowi ośrodek wymiany wiedzy i doświadczeń pomiędzy światami nauki, biznesu oraz lokalną społecznością. Na terenie centrum znajduje się instalacja do produkcji wodoru o zdolnościach produkcyjnych na poziomie 180 Nm³ na godzinę oraz instalacja do magazynowania wodoru.
10.	HYPOS	c/o Europäische Metropolregion Mitteldeutschland Schillerstraße 5 04109 Lipsk Tel: +49 (0) 341 / 6 00 16-20 renno@hypos-eastgermany.de	Celem HYPOS jest stworzenie połączenia sieci chemicznej i gazu ziemnego z sieciami elektrycznymi we wschodnich Niemczech w celu osiągnięcia ekonomicznej opłacalności zielonego wodoru, a tym samym możliwości zapewnienia zrównoważonych dostaw energii. Różne projekty zainicjowane przez HYPOS są opracowywane w konsorcjach zgodnie z obszarami tematycznymi. Członkami HYPOS mogą być firmy, uniwersytety, instytuty badawcze, stowarzyszenia lub podobne instytucje.
11.	European Hydrogen Association	Rue des Fiennes 77 1070 Bruksela, Belgia, email: info@h2euro.org, tel.: + 32 2 763 25 61, +32 471	Stowarzyszenie zostało założone w 200 roku. Celem jego działania jest budowanie współpracy pomiędzy

		727 491, https://www.h2euro.org/	podmiotami z różnych krajów Europy, opartej na wykorzystaniu i propagowaniu rozwoju technologii wodorowych. Ponadto, stowarzyszenie prowadzi działalność mającą na celu wywieranie wpływu na europejskie i krajowe regulacji determinujące wykorzystanie, rozwój i konkurencyjność wodoru jako nośnika energii.
12.	Hydrogen Europe	Avenue de la Toison d' Or 56- 60 1060 Bruksela, Belgia, email: secretariat@hydrogeneurope.eu , communications@hydrogeneurope.eu tel: +32 2 54 087 75 https://hydrogeneurope.eu/	Hydrogen Europe to Europejskie Stowarzyszenie ds. Wodoru i Ogniw Paliwowych. Obecnie reprezentuje ponad 160 firm branżowych, 83 organizacje badawcze oraz 21 krajowych stowarzyszeń. Stowarzyszenie współpracuje z Komisją Europejską w innowacyjnym programie Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU). Hydrogen Europe służy dwóm głównym celom. Jako stowarzyszenie branżowe odgrywa kluczową rolę w promowaniu najlepszych praktyk, pomaganiu firmom w zwiększaniu konkurencyjności i formułowaniu skutecznej polityki publicznej. Ponadto zapewnia niezbędną wiedzę i sieć kontaktów, aby wspierać rozwój jego członków.

13.	Stowarzyszenie Polski Wodór	ul. Adama Branickiego 15 02-972 Warszawa tel. +48 502 006 900 tel. +48 501 352 243 e-mil: biuro@polskiwodor.org	Stowarzyszenie prowadzi działalność wspomagającą na rzecz ogółu społeczności oraz na rzecz jego członków, w tym w szczególności przez wsparcie rozwoju przedsiębiorczości związanej z branżą wodorową. Prowadzi ono działania na rzecz integracji europejskiej i ponadeuropejskiej oraz rozwijania kontaktów oraz współpracy między społeczeństwami. Wspiera ochronę środowiska naturalnego, w tym przy wykorzystaniu nowoczesnych paliw alternatywnych, takich jak wodór.
14.	Hydrogen Poland	ul. Bagatela 10/11 00-585 Warszawa strona internetowa: www.hydrogen-poland.org	Pierwsze w Polsce stowarzyszenie zajmujące się tematyką wodorową. Stowarzyszenie prowadzi działania na rzecz propagacji rozwoju technologii wodorowych w gospodarce. Wpiera ono również swoich członków i podmioty stowarzyszone w prowadzeniu ekspansji działalności opartej na wodorze.
15.	Polskie Stowarzyszenie Wodoru i Ogniw Paliwowych	Katedra Energetyki Wodorowej Wydział Energetyki i Paliw Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Pawilon HB3-B4, pok. 243, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, tel.: +48 12 617 25 22, email: hydrogen@agh.edu.pl	Polskie Stowarzyszenie Wodoru i Ogniw Paliwowych działa od czerwca 2004 roku, obecnie liczy 197 członków zwyczajnych (w tym 42 profesorów) i 11 członków wspierających. Stowarzyszenie współpracuje z wieloma

			instytucjami w kraju i za granicą.
16.	Polska Platforma Technologiczna Wodoru i Ogniw Paliwowych	Instytut Chemii Przemysłowej, ul. Rydygiera 8, 01-793 Warszawa, tel. +48 22 568 24 43, e-mail: andrzej.czerwinski@ichp.pl	Polską Platformę Technologiczną Wodoru i Ogniw Paliwowych tworzy 40 podmiotów. Trzynaście z nich to koncerny, zakłady przemysłowe oraz spółki. W skład Platformy wchodzi również piętnaście jednostek naukowych. Podstawowe cele Platformy obejmują m.in. włączenie się w realizację głównych działań Europejskiej Platformy Technologicznej Wodoru i Ogniw Paliwowych, podniesienie konkurencyjności polskiej gospodarki w obszarze produkcji i wykorzystania wodoru w energetyce, przemyśle chemicznym i przemyśle gazowniczym i innych z uwzględnieniem ogniw paliwowych, integracja kluczowych partnerów gospodarczych i badawczych zainteresowanych technologiami wodorowymi, zbudowanie pomostu pomiędzy przemysłem a nauką, prowadzenie współpracy międzynarodowej w regionach przygranicznych.

8. Zestawienie działalności, produktów i usług perspektywicznych na niemieckim rynku wodoru

W poniższej tabeli zestawiono wszystkie typy działalności, a także produkty i usługi, których dotyczył będzie istotny wzrost popytu związany z rozwojem gospodarki opartej na wodorze w Niemczech. Kolorem pomarańczowym zaznaczono pięć wiodących kategorii produktów lub usług, które w oparciu o analizę kierunków działań na przedmiotowym rynku mogą generować największy popyt. Wybrane produkty lub usługi zostały uznane za wiodące, uwzględniając przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Niemiec, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami, wynikające z analizy dostępnych publicznie informacji, danych oraz kompleksowych opracowań zawierających prognozy rozwoju niemieckiego rynku wodoru.

1	Budowa, remonty i modernizacje gazociągów
2	Budownictwo infrastrukturalne
3	Informatyka (mobilne systemy wykrywania wodoru)
4	Informatyzacja procesów wytwarzania energii
5	Inżynieria kontraktów
6	Inżynieria oraz projektowanie i budowa maszyn
7	Likwidacja infrastruktury górniczej
8	Logistyka
9	Modernizacje i remonty instalacji fotowoltaicznych i farm wiatrowych
10	Obsługa i prowadzenie ruchu w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych
11	Produkcja i dostawy komponentów dla motoryzacji (napędy, regulatory ciśnienia, czujniki)
12	Produkcja i dostawy przetwornic, konwerterów lub kondensatorów (superkondensatorów)
13	Produkcja i dostawy zbiorników do magazynowania wodoru
14	Produkcja i dystrybucja dyfuzorów, membran i elektrod
15	Produkcja i dystrybucja elektrolizerów alkalicznych, membranowych z wymianą protonów i elektrolizerów na tlenek stały oraz komponentów i części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki)
16	Produkcja i dystrybucja komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)
17	Produkcja i dystrybucja komponentów do ogniw paliwowych
18	Produkcja i dystrybucja komponentów do stacji tankowania wodoru (pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki)
19	Produkcja i dystrybucja komponentów do systemów UPS (prostowniki, falowniki, baterie, przewody, akumulatory)
20	Produkcja i dystrybucja komponentów w zakresie bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, wyłączniki, skanery laserowe)

21	Produkcja i dystrybucja komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)
22	Produkcja i dystrybucja ogniw paliwowych
23	Produkcja i dystrybucja systemów testowania ogniw paliwowych
24	Produkcja i dystrybucja urządzeń do oczyszczania wodoru
25	Produkcja i dystrybucja urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)
26	Produkcja i dystrybucja wózków widłowych
27	Produkcja komponentów i półproduktów metalowych
28	Produkcja komponentów i półproduktów metalowych
29	Produkcja naczeł i zbiorników do transportu paliw
30	Produkcja rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych)
31	Produkcja tworzyw sztucznych (dostawy materiałów do modernizacji infrastruktury gazowej)
32	Produkcja urządzeń i komponentów przemysłowych (pompy, zawory, monozłącza, kształtki, rury, zasuwy)
33	Produkcja zbiorników ciśnieniowych
34	Programowanie (oprogramowanie dla operatorów infrastruktury krytycznej na styku z systemami UPS, aplikacje do monitorowania pracy systemów UPS)
35	Projektowanie i budowa instalacji przeciwpożarowych
36	Projektowanie instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych
37	Projektowanie instalacji przemysłowych
38	Prowadzenie analiz geologicznych
39	Prowadzenie procesów energetycznych
40	Przewóz towarów i materiałów (transport wyspecjalizowany – transport gazu, transport materiałów niebezpiecznych, transport wielkogabarytowy)
41	Remonty i modernizacje dla sektora energetycznego,
42	Remonty i modernizacje infrastruktury technicznej
43	Szkolenia dla kierowców
44	Szkolenia w zakresie bezpieczeństwa
45	Utrzymanie ruchu i remonty sieci energetycznych

9. Opinie polskich i niemieckich uczestników gospodarki wodorowej - wyniki badań jakościowych

Aby kompleksowo opisać gospodarkę wodorową niezbędne jest poznanie opinii jej uczestników oraz podmiotów zainteresowanych wejściem do branży. W tym celu przeprowadzono serię wywiadów pogłębionych metodą ITI - Indywidualny Wywiad Telefoniczny. Badaniem objęto **15 podmiotów z rynku polskiego oraz po 5 podmiotów z rynku Niemiec, Wielkiej Brytanii oraz Francji.**

Nadrzędnym celem wykonywanych prac było przeprowadzenie bezpośrednich badań na rynku docelowym Niemiec oraz Polski. Wyselekcjonowane podmioty w Polsce, jak i zagranicą zostały wytypowane metodą desk research na podstawie stron internetowych przedsiębiorstw, które obecnie działają w branży gospodarki wodorowej oraz uczestniczą w łańcuchu dostaw. Działanie to umożliwiło poznanie preferencji i opinii uczestników rynku i podmiotów zainteresowanych udziałem w gospodarce wodorowej, a także wzbogaciło podstawy merytoryczne prac zaprezentowanych w niniejszym dokumencie. Wnioski i analizy płynące z przeprowadzonych wywiadów zostały sukcesywnie uwzględnione w poszczególnych rozdziałach raportu. Poniżej zaprezentowano wyniki badań na polskich i niemieckich respondentach.

Badania zostały wykonane w okresie sierpień-wrzesień 2020 r.

9.1 Wnioski- podsumowanie

Na podstawie odpowiedzi respondentów z rynku polskiego należy stwierdzić, iż przyszłość rynku wodorowego jest bardzo optymistyczna. Pośród przedsiębiorstw i organizacji występuje duża świadomość korzyści wynikających z technologii wodorowych, a ich przewagi w wielu obszarach są niepodważalne. Jednocześnie obszar ten wciąż jest jeszcze mało zagospodarowany i wiąże się z ogromnym potencjałem wzrostu oraz szansą dla przedsiębiorstw, które postanowią wykorzystać nadarzącą się okazję. Pośród respondentów przeważa przekonanie, iż koniecznym jest podejmowania działań już teraz, gdyż późne wejście na rynek będzie znacząco trudniejsze, zarówno w rozumieniu kraju jako całości, jak również poszczególnych firm. Obecnie kluczowymi czynnikami pobudzającymi rozwój rynku są korzystne działania legislacyjne oraz wsparcie dotacyjne. Dzięki powszechnej współpracy polskich firm z zagranicznymi partnerami oraz znaczącym strumieniem finansowania kierowanym na polski rynek prawdopodobnym jest, iż to właśnie polskie przedsiębiorstwa będą mogły walczyć o pozycję pośród liderów gospodarki wodorowej wykorzystując te sprzyjające warunki.

Badania przeprowadzone pośród niemieckich respondentów również wskazują na korzystne umiejscowienie Polski na wodorowej mapie Europy oraz otwartość w zakresie współpracy z polskimi przedsiębiorstwami. Jednocześnie można zauważyć wyższy poziom zaawansowania współpracy w obszarze wodoru podmiotów niemieckich. Oznacza to, iż już na obecnym etapie rozwoju rynku polskie firmy powinny angażować się w projekty wodorowe, aby finalnie nie zostać w tyle za zagraniczną konkurencją.

Do kluczowych wniosków wynikających z badań przeprowadzonych na Polskich podmiotach należą:

- 93% respondentów jest zaznajomionych z zagrożeniem gospodarki wodorowej i płynących z niej potencjalnych korzyści dla ich organizacji w przyszłości;
- 87% respondentów w chwili obecnej nie prowadzi jeszcze działań wpisujących się w gospodarkę wodorową jednak jest aktywnie zainteresowanych czerpaniem korzyści z rozwoju gospodarki wodorowej w przyszłości;
- 13% respondentów działa już w obszarze rynku wodoru;
- większość respondentów już działa na rynkach zagranicznych w ramach swojej podstawowej działalności- co pozytywnie wpływa na potencjał polskiej gospodarki wodorowej w zakresie jej internacjonalizacji;
- na chwilę obecną tylko 7% respondentów prowadzi współpracę z zagranicznymi jednostkami w zakresie gospodarki wodorowej;
- 47% krajowych respondentów jest zainteresowanych wykorzystaniem energii pochodzącej z wodoru w swojej działalności;
- niestety większość polskich firm nie zna żadnych projektów rozwojowych prowadzonych w kraju w zakresie gospodarki wodorowej;
- jako główne bariery i ryzyka związane z współpracą międzynarodową w obszarze rozwoju gospodarki wodorowej respondenci wskazali „*Brak możliwości jasnego określenia korzyści finansowych ze współpracy (niepewność w zakresie opłacalności projektów z obszaru wodoru)*” oraz „*Brak znajomości zachęt i wsparcia ze strony rządu lub organizacji międzynarodowych*”;
- jako główne bariery hamujące rozwój gospodarki wodorowej respondenci wskazali „*Wczesną fazę rozwoju rynku*” oraz „*Brak dofinansowania i zachęt ze strony rządu i organizacji międzynarodowych*”;
- jako główne wymagania niezbędne do podjęcia kooperacji międzynarodowej respondenci wskazywali w zakresie czynników zewnętrznych „*Zapewnienie finansowania projektu lub jego części z dotacji lub innej formy bezzwrotnego wsparcia*”, zaś w zakresie samego charakteru współpracy czynniki dotyczące jasnego podziału ról partnerów projektu oraz ich uzupełniającego się charakteru, możliwość jasnego określenia korzyści ze współpracy oraz obecność rozpoznanych klientów już na etapie uruchamiania współpracy;
- 80% respondentów jest przekonanych o zasadności nawiązywania współpracy międzynarodowej w zakresie gospodarki wodorowej;
- Polscy przedsiębiorcy jako liderów światowego rynku wodoru najczęściej wskazują Niemcy, Japonia, Stany Zjednoczone i Kanada;
- do głównych czynników pobudzających rozwój gospodarki wodorowej należą prawo unijne, dotacje oraz przewagi technologiczne procesów i rozwiązań wodorowych.

Należy zauważyć, iż niemieccy respondenci w wielu kwestiach udzielali zbliżonych odpowiedzi. Do kluczowych różnic w postrzeganiu gospodarki wodorowej należy jednak zaliczyć następujące spostrzeżenia z przeprowadzonych wywiadów:

- wszyscy badani zadeklarowali, iż prowadzą już prace w obszarze projektów wodorowych, w tym każdy z podmiotów prowadzących projekt prowadzi go we współpracy z partnerami.
- Wszyscy respondencie wskazali jednocześnie gotowość do wykorzystania wodoru jako źródła energii w ich organizacjach;

- 80% respondentów wskazało, iż prowadzą mniej lub bardziej zaawansowane prace B+R w obszarze wodoru;
- Niemcy jako jeden z głównych obszarów rozwoju technologii wodorowych w Europie wskazywali swój własny kraj, co może świadczyć o wysokiej świadomości pozycji zajmowanej na wodorowej mapie Europy oraz konieczność uwzględnienia tego czynnika w prowadzeniu negocjacji z podmiotami niemieckimi;
- jako główne bariery i ryzyka związane z współpracą międzynarodową w obszarze rozwoju gospodarki wodorowej respondenci z rynku brytyjskiego wskazali „*Długi czas realizacji projektów z obszaru wodoru*”;
- jako główne bariery hamujące rozwój gospodarki wodorowej respondenci z Niemiec wskazali wczesną fazę rozwoju rynku;
- jako główne wymagania niezbędne do podjęcia kooperacji międzynarodowej respondenci wskazywali konieczność jasnego sprecyzowania obowiązków w projekcie, identyfikację potencjalnych, finalnych interesariuszy lub klientów dla projektu oraz wysoką wiarygodność partnera;
- 100% niemieckich respondentów oceniła zasadność podejmowania współpracy międzynarodowej w obszarze wodoru jako wysoką lub bardzo wysoką.

Podsumowując rynek niemiecki należy ocenić jako gospodarkę wodorową znajdującą się w relatywnie zaawansowanym stadium początkowej fazy rozwoju- wciąż jest to jednak wstępna faza. Niemieckie podmioty są świadome wyzwań oraz korzyści związanych z gospodarką wodorową, w tym także wiodącej pozycji swojego kraju na arenie międzynarodowej. Współpraca z podmiotami niemieckimi winna być oparta na jasno sprecyzowanych zasadach oraz poprzedzona dokładnym przygotowaniem i wykonaniem estymacji co do jej przyszłych efektów. W komunikacji wskazane jest stosowanie języka korzyści oraz uwzględnienie postrzegania przez Niemców swojego kraju jako jednego z kluczowych hub'ów wodorowych na świecie. Niezaprzeczalnym jest gotowość niemieckich przedsiębiorstw do współpracy z polskimi partnerami oraz świadomość potencjalnych korzyści ze wspólnego rozwijania rynku wodoru. Bliskość gospodarcza obydwu krajów i ich różnorodna charakterystyka stwarza ponadto doskonałe warunki do partnerskiego i wzajemnie uzupełniającego rozwijania projektów wodorowych.

Spis rysunków, tabel i wykresów

Rysunek 1 Diagram czynników kształtujących zmienność rynku i ryzyka	12
Rysunek 2 Analiza pozycji konkurencyjnej	55
Rysunek 3 Czasookresy wdrażania poszczególnych technologii wodorowych na niemieckim rynku.	69
Rysunek 4 Analiza 5 sił Portera dla rynku gospodarki opartej na wodorze w Niemczech.....	79
Rysunek 5 Metody wejścia na rynek niemiecki	93
Tabela 1 Nomenklatura stosowana do opisu źródeł pochodzenia wodoru	8
Tabela 2 Zdolności produkcyjne niemieckich rafinerii (szary wodór).	16
Tabela 3 Obecny i przewidywany (w latach 2040-2050) stan zaangażowania dostępnych źródeł produkcji wodoru.....	23
Tabela 4 Obecne i przyszłe (w latach 2040-2050) obszary zastosowania technologii wodorowej w Niemczech.	36
Tabela 5 Analiza pozycji konkurencyjnej wielkopolskich MŚP na analizowanym rynku z uwzględnieniem czynników charakterystyki ogólnej, wejścia na rynek gospodarki opartej na wodorze	56
Tabela 6 Poziom gotowości technologicznej (Technology Readiness Levels- TRL)	68
Tabela 7 Podsumowanie analizy PESTEL rynku niemieckiego	77
Tabela 8 Czynniki ryzyka na rynku Niemiec	89
Tabela 9 Analiza czynników ryzyka na rynku Niemiec	91
Wykres 1 Podsumowanie prognozowanego popytu na wodór na rynku niemieckim w perspektywie do 2050 roku.....	14
Wykres 2 Prognoza podaży wodoru na rynku niemieckim w latach 2020-2050	16