

# ŚWIATOWY ŁAŃCUCH DOSTAW I WARTOŚCI GOSPODARKI WODOROWEJ

*Przygotowano dla:*



**URZĄD MARSZAŁKOWSKI  
WOJEWÓDZTWA WIELKOPOLSKIEGO**

## Przedmowa

W styczniu 2021 roku rozpoczęły się konsultacje pierwszego Projektu Polskiej Strategii Wodorowej do 2030 z perspektywą do 2040 r. Powstanie tego dokumentu podkreśla istotną rolę, jaką ten nośnik energii może pełnić w dalszym rozwoju gospodarczym Polski oraz związanym z nim procesie dekarbonizacji. Jak podkreślono w dokumencie, wodór stanowił będzie jedno z kluczowych paliw transformacji energetycznej zachodzącej w Unii Europejskiej. W związku z tym w przedmiotowym dokumencie zasygnalizowano wsparcie dla rozwoju technologii opartych na wodorze zarówno na szczeblu krajowym, jak i Unii Europejskiej.

Jak wskazano w Polskiej Strategii Wodorowej „technologie wodorowe są priorytetem dla osiągnięcia Europejskiego Zielonego Ładu i kluczowym projektem Ministerstwa Klimatu i Środowiska. Wizją i nadrzędnym celem Polskiej Strategii Wodorowej jest stworzenie polskiej gałęzi gospodarki wodorowej m.in. poprzez rozwój rodzimych patentów i technologii wodorowych oraz ich wykorzystanie na rzecz osiągnięcia neutralności klimatycznej i utrzymania konkurencyjności polskiej gospodarki”. Docelowo, zgodnie z wizją zawartą w przedmiotowej strategii, Polska może stać się dostawcą nowoczesnych technologii wodorowych. Jednakże, w związku z realizacją tego celu konieczna jest budowa całego łańcucha wartości oraz odpowiedniej infrastruktury<sup>1</sup>.

Niewątpliwie rozwój gospodarki opartej na wodorze stanowi zarówno szansę, jak i wyzwanie. Technologie związane z rozwojem tego rynku są jeszcze na względnie wczesnym etapie rozwoju, zaś jego regulacje - często fragmentaryczne. Rozwój tego rynku wymaga sprecyzowanej wizji, a także zaangażowania ze strony wszystkich jego interesariuszy, którymi poza władzami państwowymi i samorządowymi są również przedsiębiorcy oraz organizacje otoczenia biznesu.

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 potencjał wodoru również 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 zwiększenie udziału wielkopolskich firm w wymianie międzynarodowej.

W związku z tym w ramach niniejszego raportu dokonano identyfikacji kluczowych dolin wodorowych w Europie i na świecie, które w najbliższym czasie stworzą znaczne szanse biznesowe dla wielkopolskich przedsiębiorców. Projekty tego typu stanowią kolejny, po wyspowych projektach pilotażowych, etap rozwoju globalnej gospodarki na wodorze. Docelowo mają one umożliwić osiągnięcie pełnych efektów skali przez technologie wodorowe, czyniąc je konkurencyjnymi.

---

<sup>1</sup> Polska Strategia Wodorowa do Roku 2030 z perspektywą do 2040 r. – Projekt.

Przygotowane opracowanie pn. „Światowy łańcuch dostaw i wartości gospodarki wodorowej” dotyczy możliwości, szans i trendów wynikających z aktualnie rozwijanych projektów dolin wodorowych w wiodących europejskich i światowych gospodarkach. 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](http://www.goglobalgroup.pl)) zajmująca się doradztwem biznesowym i wprowadzaniem przedsiębiorstw na zagraniczne rynki zbytu. Prace merytoryczne zespołu wskazanego w Załączniku nr 6A i 6B do SIWZ koordynował Pan Mariusz Stryżko.

# SPIS TREŚCI

<b>SPIS TREŚCI.....</b>	<b>4</b>
<b>SŁOWNIK POJĘĆ .....</b>	<b>9</b>
<b>1. IDENTYFIKACJA DOLIN WODOROWYCH.....</b>	<b>11</b>
<b>2. DOLINA WODOROWA USA NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU ADVANCED CLEAN ENERGY STORAGE PROJECT.....</b>	<b>14</b>
2.1 Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem w USA .....	14
2.2 Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w USA oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze.....	17
2.3 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż .....	19
2.3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w USA .....	19
2.3.2 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej ACES.....	22
2.4 Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej ACES oraz powiązania i płaszczyzny ich współpracy .....	24
2.5 Zapotrzebowanie rynku USA na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw.....	25
2.6 Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii.....	29
2.7 Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w USA	31
2.8 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek USA .....	32
2.9 Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w USA na przykładzie doliny wodorowej Advanced Clean Energy Storage .....	35
2.9.1 Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową.....	38
<b>3. DOLINA WODOROWA JAPONIA NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU FH2R .....</b>	<b>39</b>
3.1 Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem w Japonii .....	39
3.2 Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w Japonii oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze .....	42
3.3 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż .....	44
3.3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w Japonii.....	44
3.3.2 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej FH2R .....	46

3.4	Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej FH2R oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy .....	48
3.5	Zapotrzebowanie rynku japońskiego na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw.....	50
3.6	Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii.....	53
3.7	Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w Japonii .....	54
3.8	Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek. ....	55
3.9	Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości wodoru w Japonii na przykładzie doliny wodorowej FH2R .....	57
3.9.1	Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową.....	61
<b>4. DOLINA WODOROWA NIEMCY NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU H2RIVERS 62</b>		
4.1	Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem .....	62
4.2	Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w Niemczech oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze.....	66
4.3	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż .....	68
4.3.1	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w Niemczech	68
4.3.2	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej H2RIVERS .....	72
4.4	Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej H2Rivers oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy .....	74
4.5	Zapotrzebowanie niemieckiego rynku na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw na przykładzie doliny wodorowej H2Rivers .....	77
4.6	Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii.....	80
4.7	Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w Niemczech.....	84
4.8	Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek niemiecki.....	85
4.9	Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej w Niemczech.....	87
4.9.1	Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową.....	91
<b>5. DOLINA WODOROWA NIDERLANDY NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU HEAVENN..... 93</b>		
5.1	Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem .....	93
5.2	Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w Niderlandach oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze .....	98
5.3	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż .....	99

5.3.1	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w Niderlandach	99
5.3.2	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej HEAVENN.....	102
5.4	Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej HEAVENN oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy .....	104
5.5	Zapotrzebowanie rynku niderlandzkiego na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw .....	106
5.6	Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii .....	110
5.7	Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w Niderlandach .....	111
5.8	Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek Niderlandów .....	112
5.9	Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej w Niderlandach .....	114
5.9.1	Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową.....	118
<b>6. DOLINA WODOROWA WŁOCHY NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU HYDROGEN VALLEY SOUTH TYROL .....</b>		<b>119</b>
6.1	Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem .....	119
6.2	Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych we Włoszech oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze .....	124
6.3	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż .....	126
6.3.1	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż we Włoszech.....	126
6.3.2	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej Hydrogen Valley South Tyrol .....	128
6.4	Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej Hydrogen Valley South Tyrol oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy .....	130
6.5	Zapotrzebowanie rynku włoskiego na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw na przykładzie doliny wodorowej Hydrogen Valley South Tyrol .....	132
6.6	Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii .....	135
6.7	Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej we Włoszech .....	136
6.8	Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek włoski.....	137
6.9	Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej we Włoszech .....	139
6.9.1	Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową.....	142
<b>7. DOLINA WODOROWA FRANCJA NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU ZERO EMISSION VALLEY .....</b>		<b>144</b>



7.1	Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem .....	144
7.2	Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych we Francji oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze .....	148
7.3	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż .....	149
7.3.1	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż we Francji ...	149
7.3.2	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej Zero Emission Valley .....	153
7.4	Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej Zero Emission Valley oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy .....	155
7.5	Zapotrzebowanie rynku francuskiego na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw.....	156
7.6	Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii.....	159
7.7	Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej we Francji.....	160
7.8	Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek francuski .....	161
7.9	Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej we Francji.....	163
7.9.1	Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową.....	166
<b>8. DOLINA WODOROWA DANIA NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU HYBALANCE .....</b>		<b>167</b>
8.1	Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem .....	167
8.2	Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w Danii oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze .....	171
8.3	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż .....	173
8.3.1	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w Danii .....	173
8.3.2	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej HyBalance .....	175
8.4	Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej HyBalance oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy .....	177
8.5	Zapotrzebowanie rynku duńskiego na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw na przykładzie doliny wodorowej HyBalance .....	178
8.6	Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii.....	181
8.7	Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w Danii	182
8.8	Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek duński.....	183
8.9	Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej w Danii	185

8.9.1	Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową.....	188
<b>9.</b>	<b>DOLINA WODOROWA HISZPANIA NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU GREEN CRANE.....</b>	<b>189</b>
9.1	Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem .....	189
9.2	Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w Hiszpanii oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze.....	193
9.3	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż .....	195
9.3.1	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w Hiszpanii .	195
9.3.2	Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej Green Crane.....	198
9.4	Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej Green Crane oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy .....	200
9.5	Zapotrzebowanie danego rynku na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw.....	203
9.6	Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii .....	206
9.7	Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w Hiszpanii.....	207
9.8	Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek hiszpański .....	208
9.9	Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej w Hiszpanii.....	210
9.9.1	Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową.....	213
<b>10.</b>	<b>BAZA NAJWAŻNIEJSZYCH PODMIOTÓW ZAANGAŻOWANYCH W PROCES TWORZENIA ŁAŃCUCHÓW DOSTAW I WARTOŚCI WODOROWYCH.....</b>	<b>216</b>
<b>11.</b>	<b>PRZEGLĄD NAJBARDZIEJ OBIECUJĄCYCH OBSZARÓW ŁAŃCUCHA DOSTAW I WARTOŚCI DLA WIELKOPOLSKICH PODMIOTÓW .....</b>	<b>221</b>
<b>12.</b>	<b>SCENARIUSZE ROZWOJU SEKTORA TECHNOLOGII WODOROWYCH... ..</b>	<b>224</b>
<b>13.</b>	<b>KORZYŚCI GOSPODARCZE I ŚRODOWISKOWE ZWIĄZANE Z ROZWOJEM SEKTORA TECHNOLOGII WODOROWYCH W WIELKOPOLSCE.....</b>	<b>226</b>
	<b>SPIS RYSUNKÓW, TABEL I WYKRESÓW .....</b>	<b>230</b>



## SŁOWNIK POJĘĆ

<b>AEL</b>	Elektroliza alkaliczna
<b>BGK</b>	Bank Gospodarstwa Krajowego
<b>CAGR</b>	Średnia roczna stopa wzrostu
<b>CCUS</b>	Wychwyty i utylizacja lub składowanie dwutlenku węgla
<b>CIT</b>	Podatek dochodowy
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dwutlenek węgla
<b>CPI</b>	Inflacja konsumencka
<b>Dyrektywa IED</b>	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola)
<b>Efekty skali</b>	Obniżenie jednostkowych kosztów wytworzenia produktów lub usług związane ze zwiększaniem poziomu sprzedaży
<b>EUR</b>	Euro
<b>KWh</b>	Kilowatogodziny
<b>Łańcuch dostaw</b>	Wszelkie czynności związane z pozyskiwaniem surowców, transportem oraz przeróbką towarów, a także dostarczeniem produktu konsumentom
<b>Łańcuch wartości</b>	Ciąg działań zmierzających do dostarczenia użytkownikowi finalnemu produktu, którego oczekuje oraz towarzyszących im działań zarządczych i doradczych
<b>Mln</b>	Milion
<b>MŚP</b>	Małe i średnie przedsiębiorstwa
<b>MWh</b>	Megawatogodziny
<b>NCBiR</b>	Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
<b>PEM</b>	Membrana z elektrolitu polimerowego (polimer electrolyte membranę)

<b>PEMFC</b>	Ogniwa paliwowe z membraną do wymiany protonów (proton-exchange membranę fuel cells)
<b>PKB</b>	Produkt krajowy brutto, miernik makroekonomiczny opisujący zagregowaną wartość wytworzonych dóbr i usług danego kraju w określonej jednostce czasu (najczęściej jednego roku)
<b>PKB per capita</b>	Produkt krajowy brutto w przeliczeniu na jednego mieszkańca
<b>PLN</b>	Polskie złote
<b>SOFC</b>	Ogniwo paliwowe na tlenek stały (solid oxide fuel cel)
<b>Skalowanie działalności</b>	Zwiększanie poziomu sprzedaży – zwiększanie liczny klientów, odbiorców usług
<b>TWh</b>	Terawatogodziny
<b>Tys.</b>	Tysiąc
<b>Wodór zielony</b>	Wytwarzany z wody w procesie elektrolizy przy użyciu odnawialnej energii elektrycznej (np. słońca, wiatru).
<b>Wodór niebieski</b>	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 <sub>2</sub> ).
<b>Wodór szary</b>	Produkowany w procesie parowego reformingu metanu bez wychwytu, utylizacji i składowania dwutlenku węgla (CCUS), z wykorzystaniem gazu ziemnego. Szary wodór wytwarza dużo CO <sub>2</sub> .
<b>Wodór turkusowy</b>	Wytwarzany w procesie pirolizy metanu.
<b>Wodór brązowy</b>	Wytwarzany z węgla brunatnego w procesie zgazowania. Brązowy wodór wytwarza dużo CO <sub>2</sub> .
<b>Wodór fioletowy</b>	Wytwarzany z wody w procesie elektrolizy przy użyciu energii jądrowej.

## 1. Identyfikacja dolin wodorowych

Technologie wodorowe zostały zidentyfikowane, jako jedno z kluczowych rozwiązań umożliwiających znaczną redukcję emisji gazów cieplarnianych i zużycia energii w Unii Europejskiej oraz w innych rozwiniętych światowych gospodarkach takich, jak USA czy Japonia. Wodór i ogniwa paliwowe potencjalnie mogą również odgrywać bardzo ważną rolę w integracji sektorowej. W kontekście wniesienia znaczącego wkładu w dekarbonizację obecnego systemu energetycznego, a także samego procesu wejścia na rynek technologii wodorowych, kluczowe znaczenie ma demonstracja na dużą skalę możliwości integracji sektorowej w obszarze gospodarki opartej na wodorze.

W pierwszej fazie rozwoju gospodarki opartej na wodorze, dojrzałość wykazywały głównie indywidualne projekty demonstracyjne wykorzystujące pojedyncze technologie wodorowe, takie jak FCH, FCEV, FC, czy HRS. Aktualnie, logicznym kolejnym krokiem w kierunku rozpowszechnienia technologii wodorowych jest budowa lokalnych i regionalnych łańcuchów dostaw wartości H<sub>2</sub> oraz zintegrowane wykorzystanie technologii wodorowych w różnych sektorach i zastosowaniach. Tego typu działania określa się mianem ustanawiania tzw. dolin wodorowych. Dolina wodorowa to określony obszar geograficzny, miasto, region lub obszar przemysłowy, w którym kilka zastosowań wodoru jest połączonych i zintegrowanych w ramach jednego ekosystemu wodorowego. Idealnie, jeżeli połączenie obejmuje cały łańcuch dostaw wodoru: produkcję, przechowywanie, dystrybucję i końcowe wykorzystanie. Łączenie poszczególnych projektów i rozwijanie lokalnej infrastruktury wodorowej stanowi kolejny etap rozwoju gospodarki wodorowej w perspektywie długoterminowej. Doliny wodoru są również niezwykle ważne dla zaprezentowania decydom i opinii publicznej wyjątkowej wartości, jaką wodór oferuje w szerszym kontekście systemu energetycznego.

Integracja sektorów za pomocą wodoru umożliwia wykorzystanie zielonej energii z sektora elektroenergetycznego do dekarbonizacji innych sektorów, takich jak transport, budownictwo czy przemysł, poprzez łączenie kilku różnych technologii wodorowych w jednym ekosystemie. Taka integracja pomaga zwiększyć udział OZE w lokalnym miksie energetycznym, zapewniając jednocześnie bilansowanie sieci energetycznej. Nie zawsze i nie wszędzie możliwe jest jednak zapewnienie wystarczających ilości odnawialnej energii elektrycznej po rozsądnych kosztach. W związku z tym dolina wodorowa może wymagać do pewnego stopnia wykorzystania także wodoru ze źródeł kopalnych, takich jak wodór z reformingu gazu ziemnego. W takim przypadku należy zastosować metody produkcji wodoru z kopalnych źródeł energii bez emisji CO<sub>2</sub>. Inną możliwością mogłoby być zastosowanie wodoru będącego produktem ubocznym<sup>2</sup>.

Obecnie na świecie funkcjonuje ok. 30-35 dolin wodorowych, z których przeważająca liczba zlokalizowana jest na obszarze Europy.

---

<sup>2</sup> Komisja Europejska, [online], dostęp: 01.02.2020 r., < <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/fch-03-1-2019>>

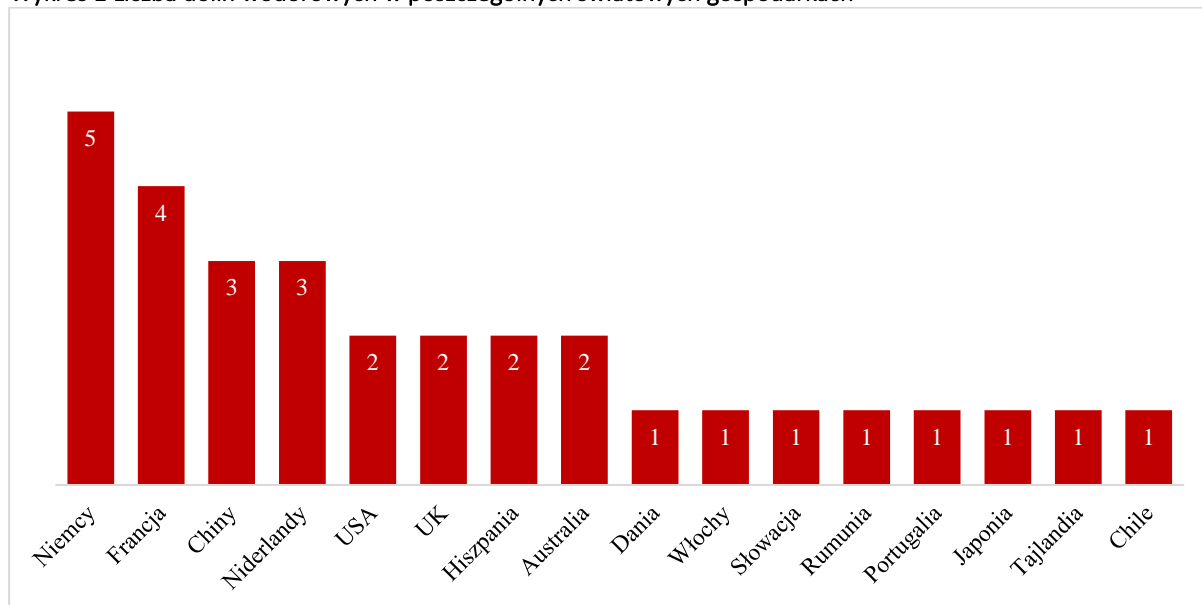
Rysunek 1 Lokalizacja wiodących dolin wodorowych na świecie (doliny, które rozpoczęły już funkcjonowanie lub są w zaawansowanym stadium planowania)



Źródło: The Hydrogen Valleys Platform, [online], [https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys?populate=&field\\_ch\\_1\\_q\\_10\\_value=Al](https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys?populate=&field_ch_1_q_10_value=Al).

Pod względem liczby funkcjonujących lub będących w zaawansowanej fazie rozwoju dolin wodorowych wiodącą rolę odgrywają 4 kraje: Niemcy, Francja, Niderlandy oraz Chiny. Biorąc pod uwagę skalę pojedynczych projektów dolin wodorowych, należy do tej grupy liczących się gospodarek wdrażających zintegrowane technologie wodorowe zaliczyć również USA oraz Japonię.

Wykres 1 Liczba dolin wodorowych w poszczególnych światowych gospodarkach



Źródło: *The Hydrogen Valleys Platform*, [online], [https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys?populate=&field\\_ch\\_1\\_q\\_10\\_value=Al](https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys?populate=&field_ch_1_q_10_value=Al).

Do dolin wodorowych, które zasługują na szczególną uwagę zaliczyć należy, przede wszystkim:

1. Advanced Clean Energy Storage Project (USA)
2. FH2R (Japonia)
3. H2RIVERS (Niemcy)
4. HEAVENN (Niderlandy)
5. Hydrogen Valley South Tyrol (Włochy)
6. Zero Emission Valley (Francja)
7. HyBalance (Dania)
8. Green Crane (Hiszpania)

## **2. Dolina wodorowa USA na przykładzie projektu Advanced Clean Energy Storage Project**

### **2.1 Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem w USA**

System energetyczny w Stanach Zjednoczonych ewoluuje. Od wytwarzania energii po transport coraz większe znaczenie mają nowe technologie. Firmy borykają się z wyzwaniami takimi, jak: dekarbonizacja, ochrona zasobów naturalnych, starzejąca się infrastruktura energetyczna, magazynowanie energii. Presję na zmianę podejścia do funkcjonowania systemu energetycznego wywiera także zmieniające się otoczenie regulacyjne i oczekiwania klientów. Kiedyś niepodważalna odporność i niezawodność amerykańskiego systemu energetycznego opartego głównie na konwencjonalnych źródłach energii budzi coraz większe obawy.

Zainteresowanie wodorem w USA rozpoczęło się w 2001 roku, kiedy odbyło się spotkanie z udziałem 53 przedstawicieli kadry zarządzającej wyższego szczebla reprezentujących przemysł energetyczny i transportowy, uniwersytety, organizacje ekologiczne, agencje rządu federalnego i stanowego oraz laboratoria krajowe, którego celem było omówienie potencjalnej roli systemów wodorowych w przyszłości energetycznej Ameryki.

Pierwotnie, rozwój gospodarki opartej na wodrze w USA, miał rozwiązać dwa główne wyzwania energetyczne tego kraju, którymi są zmniejszenie zależności gospodarki od eksportu ropy naftowej oraz redukcja zanieczyszczeń i emisji gazów cieplarnianych. Obecnie jednak wskazuje się, że wodór może odgrywać dużo ważniejszą rolę w przyszłości USA, wnosząc bardzo duże znaczenie w rozwój gospodarki tego kraju.

Wodór może znaleźć szerokie zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu w USA, w tym w transporcie, hutnictwie, produkcji amoniaku i metanolu, przemyśle rafineryjnym, a także w budynkach mieszkalnych i komercyjnych oraz w produkcji energii elektrycznej. Według dostępnych szacunków wodór może zaspokoić 14% końcowego zapotrzebowania na energię w USA w perspektywie 2050 r.<sup>3</sup>

Stany Zjednoczone są obecnie największym na świecie producentem gazu ziemnego i ropy naftowej, eksportując te produkty do ponad 35 krajów. W związku z podejmowanymi globalnie działaniami w kierunku dekarbonizacji światowych gospodarek, funkcjonowanie tego fundamentalnego dla gospodarki USA strumienia przychodów jest zagrożone. W związku z tym, kraj ten chce wykorzystać szansę by obronić, a nawet wzmocnić swoją wiodącą pozycję w dziedzinie energii poprzez m.in. rozwój gospodarki opartej na wodrze. Konkurencyjna krajowa podaż wodoru ma umożliwić eksport paliwa na inne rynki. Pozwoli to na wygenerowanie korzyści ekonomicznych i na ochronę miejsc pracy w gospodarce. Oczekuje się, że do 2030 r. gospodarka wodorowa w USA może generować ok. 140 mld USD

---

<sup>3</sup> Road Map to a US Hydrogen Economy, McKinsey, [online], dostęp: 19.12.2020 r., <<https://static1.squarespace.com/static/53ab1fee4b0bef0179a1563/t/5e7ca9d6c8fb3629d399fe0c/1585228263363/Road+Map+to+a+US+Hydrogen+Economy+Full+Report.pdf>>.



przychodów rocznie i wspierać łącznie 700 000 miejsc pracy w całym łańcuchu wartości. W perspektywie 2050 r. gospodarka wodorowa w USA może generować nawet 750 mld USD przychodów rocznie i kreować 3,4 mln miejsc pracy<sup>4</sup>.

Rozwój gospodarki opartej na wodorze ma również stanowić sposób na poprawę bezpieczeństwa energetycznego USA poprzez umożliwienie pełniejszego wykorzystania krajowych zasobów energii. Produkcja wodoru umożliwi wykorzystanie obfitych zasobów odnawialnych źródeł energii, gazu ziemnego i możliwości składowania dwutlenku węgla, a także poprawi konkurencyjność przemysłu jądrowego. Długoterminowe magazynowanie energii za pomocą wodoru zmaksymalizuje produkcję i wykorzystanie energii odnawialnej. Obfite zasoby gazu ziemnego mogą zostać wykorzystane w celu dalszego dostarczania niedrogiej energii np. przy zastosowaniu technologii wychwytywania dwutlenku węgla<sup>5</sup>.

Rysunek 2 Potencjalny obszary zastosowania wodoru w USA

Mieszkalnictwo	Transport	Przemysł
Szacuje się, że obecnie 47% domów i mieszkań w USA ogrzewane jest gazem ziemnym. Zastąpienie gazu lub zmieszanie części gazu ziemnego niskiemisyjnym wodorem obniżyłoby emisje gazów cieplarnianych z ogrzewania bez konieczności budowy nowej infrastruktury.	Transport odpowiada za ok. 30% emisji CO <sub>2</sub> w USA i bezpośrednio wpływa na jakość powietrza w miastach. Pojazdy wodorowe to jedno z rozwiązań mających na celu zmniejszenie emisji w zakresie transportu lekkiego i ciężkiego.	Przemysł odpowiada za około 20% emisji dwutlenku węgla w USA. Sektory przemysłu, które można dekarbonizować z wykorzystaniem wodoru to m.in. hutnictwo, produkcja chemiczna i rafinacja ropy naftowej.
Magazynowanie energii	System energetyczny	
Istotnym zastosowaniem wodoru w obszarze magazynowania energii jest zasilanie awaryjne dla centrów danych, szpitali i innej krytycznej infrastruktury, a także zasilanie poza siecią w bazach wojskowych i innych zdalnych obiektach.	Wykorzystanie magazynów wodoru może wesprzeć wdrażanie odnawialnych źródeł energii poprzez zapewnienie elastyczności pracy sieci. Magazyny mogą łagodzić zmienny i przerywany profil dostaw energii wiatrowej lub słonecznej.	

Źródło: Opracowanie własne

<sup>4</sup> Hydrogen Strategy, Enabling a Low-Carbon Economy, U.S. Department of Energy.

<sup>5</sup> Hydrogen Strategy, Enabling a Low-Carbon Economy, U.S. Department of Energy.

USA mają zamiar budować przewagę konkurencyjną na rynku wodoru poprzez intensywne wsparcie rozwoju tej technologii. Decydenci w tym kraju mają świadomość, że rozwój tej branży wiąże się z koniecznością poniesienia znacznych nakładów inwestycyjnych, a podjęte dzisiaj decyzje i inwestycje będą miały długofalowy wpływ. **Finansowanie przez Departament Energii Stanów Zjednoczonych dla wodoru i ogniw paliwowych waha się od około 100 mln do 280 mln USD rocznie w ciągu ostatniej dekady. Od roku 2017 utrzymuje się na poziomie powyżej 150 mln USD rocznie.**

**Do budowy fundamentalnej infrastruktury wodorowej potrzebny jest kapitał oraz odpowiednie zachęty dla firm do inwestowania w niskoemisyjne rozwiązania wodorowe. Interwencji rządu wymaga również zniesienie barier regulacyjnych, aby umożliwić komercjalizację technologii na dużą skalę i budowę solidnego, niezawodnego łańcucha dostaw.** Na obecnym etapie rozwoju konieczne jest również finansowanie większej liczby badań, rozwoju, a także demonstracji i wdrożeń technologii wodorowych w celu poprawy ich konkurencyjności i wydajności<sup>6</sup>.

Kluczowe przewagi konkurencyjne i bariery w zakresie rozwoju technologii wodorowych w USA przedstawione zostały w poniższej tabeli:

Przewagi konkurencyjne	Bariery
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obfite, niedrogie źródła odnawialnej energii pierwotnej potrzebne do produkcji niskoemisyjnego wodoru,</li> <li>- Doskonałe warunki geologiczne do budowy naturalnych magazynów wodoru (rozmieszczenie naturalnych kavern solnych na terenie USA),</li> <li>- Stany Zjednoczone są siedzibą liderów sektora przemysłowego, zdolnych do skalowania gospodarki wodorowej,</li> <li>- Dobrze rozwinięty sektor transportu towarów, potencjalnie generujący bardzo duże korzyści z wdrożenia technologii wodorowych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wciąż jeszcze niedostateczny stopień uregulowania branży wodorowej,</li> <li>- Bardzo duży rozmiar gospodarki kraju, wymagający znacznej skali inwestycji i koordynacji współpracy wielu podmiotów,</li> <li>- Konieczność obniżenia kosztów wykorzystania technologii wodorowych w całym cyklu życia.</li> </ul>

*Źródło: Opracowanie własne*

<sup>6</sup> Road Map to a US Hydrogen Economy, McKinsey, [online], dostęp: 19.12.2020 r., <<https://static1.squarespace.com/static/53ab1feee4b0bef0179a1563/t/5e7ca9d6c8fb3629d399fe0c/1585228263363/Road+Map+to+a+US+Hydrogen+Economy+Full+Report.pdf>>.

## 2.2 Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w USA oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze

Najważniejszym dokumentem wyznaczającym strategiczne kierunki rozwoju technologii wodorowych w USA jest **Strategia Wodorowa (Hydrogen Strategy. Enabling A Low-Carbon Economy)**. Dokument został opublikowany w lipcu 2020 r. przez Departament Energii USA. Celem dokumentu jest wskazanie kierunków w zakresie badań, rozwoju i wdrożenia technologii wodorowych w kraju m.in. w celu dywersyfikacji źródeł energii w kraju, a także poprawy bezpieczeństwa energetycznego USA. Kierunki rozwoju, które zostały ustanowione w tym dokumencie obejmują:

1. Produkcję wodoru z różnego typu dostępnych w kraju zasobów, takich jak m.in.: OZE, węgiel, biomasa, gaz ziemny, ropa naftowa, produkty rafinacji ropy naftowej.
2. Wykorzystanie technologii wychwytu i składowania CO<sub>2</sub> do w produkcji wodoru charakteryzującej się zerowym lub nawet negatywnym bilansem węglowym.
3. Dostępność wodoru dla przemysłu chemicznego i paliwowego.
4. Wykorzystanie neutralnego węglowo wodoru w transporcie, zasilaniu infrastruktury krytycznej, wytwarzaniu energii z wykorzystaniem dostosowanych do tego turbin gazowych.
5. Wykorzystanie istniejących oraz nowopowstałych gazowych jednostek wytwórczych w celu wytwarzania energii elektrycznej w oparciu o wodór.
6. Wsparcie stabilności i bezpieczeństwa funkcjonowania systemu energetycznego poprzez wykorzystanie wielkoskalowych magazynów energii<sup>7</sup>.

Rozwinięciem Strategii Wodorowej jest **Plan Rozwoju Gospodarki Wodorowej (Department of Energy Hydrogen Program Plan)** opracowany w listopadzie 2020 przez Departament Energii USA.

Bardzo istotnym dokumentem dotyczącym rynku wodoru w USA jest również **branżowa amerykańska mapa drogowa gospodarki opartej na wodorze (Road Map to a US Hydrogen Economy)**. Dokument został opracowany w 2020 r. przez firmę doradczą McKinsey przy współudziale 20 wiodących przedsiębiorstw zaangażowanych w rozwój gospodarki opartej na wodorze w USA, takich jak: Air Liquide, Air Products, American Honda Motor Co., Inc, Audi, Chevron, Cummins Inc., Daimler AG: Mercedes-Benz, Fuel Cell GmbH/Mercedes-Benz, Research & Development North America, Engie, Exelon Corporation, Hyundai Motor Company, Microsoft, Nikola Motors, Nel Hydrogen, Plug Power, Power Innovations, Shell, Southern California, Gas Company, Southern Company Services, Inc., Toyota, Xcel Energy. Głównym celem raportu jest przedstawienie korzyści związanych z rozwojem gospodarki opartej na wodorze w USA<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Hydrogen Strategy, Enabling a Low-Carbon Economy, U.S. Department of Energy.

<sup>8</sup> Road Map to a US Hydrogen Economy, McKinsey, [online], dostęp: 19.12.2020 r., <<https://static1.squarespace.com/static/53ab1fee4b0bef0179a1563/t/5e7ca9d6c8fb3629d399fe0c/1585228263363/Road+Map+to+a+US+Hydrogen+Economy+Full+Report.pdf>>.

W zakresie regulacji rynku wodoru, należy podkreślić, że **każdy stan w USA ma własne akty prawne odnoszące się do wodoru**. Bardziej zaawansowane pod tym względem są stany zlokalizowane na zachodnim wybrzeżu USA. Najlepszym przykładem regulacji rynku wodoru jest stan Kalifornia, w którym obowiązują następujące akty normujące tę kwestię:

## Ustawy federalne

- Ustawa o polityce energetycznej z 2005 r. („EPA”). EPA jest aktem funkcjonującym na szczeblu federalnym, który dotyczy produkcji energii w USA, w tym energii odnawialnej. Regulacje zawarte w przedmiotowym akcie prawnym nakazują m.in.:
  - o umożliwić i promować wszechstronny rozwój, demonstrację i komercjalizację technologii wodorowej i ogni w paliwowych we współpracy z przemysłem;
  - o czynić istotne inwestycje publiczne w budowanie silnych powiązań z przemysłem prywatnym, instytucjami szkolnictwa wyższego, laboratoriami krajowymi i instytucjami badawczymi w celu rozszerzenia innowacji i wzrostu przemysłowego;
  - o budować dojrzałą gospodarkę wodorową, która tworzy różnorodność paliw w całym sektorze transportu w USA;
  - o radykalnie zmniejszyć zależność Stanów Zjednoczonych od importowanej ropy, wyeliminować większość emisji z sektora transportu i znacznie zwiększyć bezpieczeństwo energetyczne USA;
  - o tworzyć, wzmocnić i chronić zrównoważoną krajową gospodarkę energetyczną.
- Ustawa o niezależności energetycznej i bezpieczeństwie energetycznym z 2007 r. („EISA”). Chociaż nie jest to konkretnie akt regulujący produkcję wodoru, EISA ma na celu wspieranie EPA poprzez zachęcanie między innymi do:
  - o zwiększonej produkcji czystych paliw odnawialnych;
  - o promowania badań i wdrażania opcji wychwytywania i składowania gazów cieplarnianych;
  - o poprawy wydajności energetycznej.

EISA określa potrzebę składania przez Sekretarza ds. Energii sprawozdania z wykorzystania energii geotermalnej do produkcji wodoru, a także wprowadza poprawki do EPA umożliwiające Sekretarzowi ds. Energii przyznawanie co dwa lata „nagród” za postęp technologiczny, w rozwoju komponentów lub systemów związanych z produkcją, przechowywaniem, dystrybucją i wykorzystywaniem wodoru<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Hydrogen Law and Regulation in US, CMS Law, [online], dostęp: 12.11.2020r., < <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/united-states-of-america> >

## Przykładowe regulacje stanu Kalifornia

**Standard portfela odnawialnego („RPS”)** w zakresie wytwarzania energii jest polityką rynkową, która wymaga od przedsiębiorstw użyteczności publicznej dostarczenia 50% produkowanej przez nie energii elektrycznej z czystych, odnawialnych źródeł do 2030 r. Od 2002 r., kiedy utworzono program RPS, w Kalifornii powstało prawie 200 projektów wykorzystujących odnawialne źródła energii.

**Ustawa Warren-Alquist ustanawiająca Kalifornijską Komisję Energetyczną.** Poprzez swój program Czysty Transport Komisja wspiera rozwój samochodów z wodorowymi ogniwami paliwowymi poprzez rozszerzanie kalifornijskiej sieci stacji tankowania wodoru. **Komisja inwestuje w sieć 100 publicznych stacji wodorowych.**

**Standard paliwa niskowęglowego** jest regulacją, zgodnie z którą ocenia się paliwa stosowane w transporcie, w tym wodór. Ma on na celu zmniejszenie intensywności emisji dwutlenku węgla w kalifornijskiej puli paliw transportowych i zapewnienie coraz większej gamy niskoemisyjnych i odnawialnych alternatyw, które zmniejszają zależność od ropy naftowej i zapewniają korzyści w zakresie poprawy jakości powietrza.

Ponadto, w Kalifornii istnieje wiele zachęt i przepisów związanych z „zerową emisją” w transporcie. Jednym z takich przykładów jest wymóg dotyczący autobusów bez-emisyjnych. Zakłada on, że do 2040 r. wszystkie przedsiębiorstwa transportu publicznego muszą przejść na floty autobusów w 100% bez-emisyjnych<sup>10</sup>.

## 2.3 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż

### 2.3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w USA

Zgodnie z raportem National Renewable Energy Laboratory (NREL) **popyt na wodór w USA może osiągnąć nawet 41-106 mln ton rocznie w perspektywie 2050 r.** Oznacza to czterokrotny wzrost rynku w porównaniu z obecnym zapotrzebowaniem na ten nośnik energii<sup>11</sup>.

#### Produkcja wodoru

**W USA produkowane jest rocznie ok. 10 mln ton wodoru.** Około 60% tego wolumenu powstaje w dedykowanych zakładach produkcyjnych. Aktualnie 99% produkcji wodoru w USA pochodzi z paliw kopalnych, z czego **ok. 95% produkowane jest z wykorzystaniem gazu ziemnego.** Obecnie jedynie 1% wodoru produkowanego w USA wykorzystuje

---

<sup>10</sup> Hydrogen Law and Regulation in US, CMS Law, [online], dostęp: 12.11.2020r., <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/united-states-of-america>>.

<sup>11</sup> Resource Assessment for Hydrogen Production, National Renewable Energy Laboratory.



technologię elektrolizy. Kluczowe technologie, na których USA mają skupić się w związku z planowanym rozwojem gospodarki opartej na wodorze to produkcja tego nośnika energii z wykorzystaniem biomasy, produkcja z wykorzystaniem elektrolizy, a także produkcja wodoru z paliw kopalnych z wykorzystaniem technologii wychwytu i składowania bądź wykorzystania dwutlenku węgla<sup>12</sup>. W krótkim i średnim terminie powyższe technologie mają stanowić główną oś rozwoju rynku wodoru. **W związku z powyższym, można oczekiwać, że w perspektywie najbliższych 10-20 lat ok. 15-20 mln ton wodoru rocznie może być produkowane z wykorzystaniem trzech wskazanych technologii.** W długim terminie planowane jest wykorzystanie również technologii zaawansowanej konwersji biologicznej.

## Transport wodoru

W celu obsługi szerokiego zakresu zastosowań, infrastruktura dostaw wodoru może obejmować wiele ścieżek technologicznych umożliwiających transport wodoru w różnych formach, w tym jako gaz w rurociągach, w formie płynnej za pośrednictwem cystern samochodowych oraz przy użyciu chemicznych nośników wodoru. Brak jest szczegółowych danych odnośnie tego, jak rozłożony zostanie wolumen produkowanego wodoru pomiędzy różnymi technologiami transportu. **Można jednak oczekiwać, że na pierwszym etapie rozwoju rynku wiodące będą technologie transportu wykorzystujące transport samochodowy. Na dalszym etapie, pod warunkiem ustabilizowania popytu, dominującą rolę powinna przejąć infrastruktura rurociągową<sup>13</sup>.**

## Magazynowanie wodoru

Obecne plany w zakresie magazynowania wodoru zakładają wykorzystanie dedykowanych, a także naturalnych zbiorników, które będą mogły stanowić rezerwuuar dla tego nośnika energii. W przypadku szeregu zastosowań transportowych oraz innych zastosowań stacjonarnych i energetycznych wodór w stanie gazowym może być przechowywany w zbiornikach ciśnieniowych, które są zwykle zbudowane z całkowicie metalowych lub owiniętych kompozytem materiałów. Wielkoskalowe składowanie geologiczne w kawernach solnych, solnych warstwach wodonośnych, zubożonych zbiornikach gazu ziemnego lub ropy naftowej oferuje możliwości długoterminowego magazynowania energii i będzie wykorzystywane w miarę rozwoju rynku.

Upowszechnienie się technologii wodorowych wygeneruje możliwości rozwojowe w wielu sektorach USA, w tym: **transportowym, mieszkaniowym, energetycznym oraz przemysłowym.**

## Transport

Wodór i ogniwa paliwowe są ważną częścią wachlarza opcji redukcji emisji związanych z transportem, ponieważ mogą być wykorzystywane w konkretnych zastosowaniach, które są trudne do dekarbonizacji, takich jak długodystansowy transport ciężki. Przemysł wózków

---

<sup>12</sup> Department of Energy Hydrogen Program Plan, U.S. Department of Energy.

<sup>13</sup> Department of Energy Hydrogen Program Plan, U.S. Department of Energy.



widłowych i transportu materiałów jest przykładem wczesnych sukcesów rynkowych wodorowych ogniw paliwowych w transporcie, gdzie wczesne inwestycje sprzed dziesięciu lat doprowadziły do **skomercjalizowania ponad 35 000 systemów przez sektor prywatny przed końcem 2020 roku**. Wodór jest już również używany w ponad 8800 pojazdach osobowych i dostawczych. W USA funkcjonuje już infrastruktura **około 45 stacji paliw wodorowych**. Zgodnie z dostępnymi szacunkami, wodór w perspektywie 2050 roku może mieć **10% udział w rynku małych samochodów osobowych, 20% udział w rynku ciężarówek, 40% udział w rynku minibusów oraz nawet 65% udział w rynku wózków widłowych<sup>14</sup>**. Pojazdy wodorowe mogą odpowiadać za **ponad jedną czwartą zużycia wodoru (29 mln ton / rok)**.

## Przemysł

Wiele procesów przemysłowych i produkcyjnych, takich jak rafinacja ropy naftowej i produkcja amoniaku, wymaga dużych ilości wodoru. Również przemysł stalowy wskazywany jest jako jeden z ośrodków potencjalnego zastosowania wodoru w USA. Zgodnie z dostępnymi szacunkami w perspektywie 2050 roku **prawie połowa potencjalnego rynku wodoru byłaby przeznaczona na procesy przemysłowe, w tym produkcję syntetycznych węglowodorów (14 mln ton / rok), rafinację metali (12 mln ton / rok), rafinację ropy (7 mln ton / rok), produkcję amoniaku (4 mln ton / rok) / rok) i produkcji biopaliw (9 mln ton / rok)<sup>15</sup>**.

## Produkcja energii elektrycznej

Wodór może być używany w szerokim zakresie stacjonarnych zastosowań związanych z wytwarzaniem energii - w tym do wytwarzania energii na dużą skalę, rozproszonej generacji energii, skojarzonej produkcji ciepła i energii (CHP) oraz do instalacji zasilania rezerwowego. Zgodnie z dostępnymi szacunkami, wodór w perspektywie 2050 roku może mieć **5-8% udział w rynku wytwarzania energii oraz 18% udział w rynku rezerwowych źródeł energii<sup>16</sup>**.

## Mieszkalnictwo

Wykorzystanie wodoru w sektorze mieszkalnictwa związane jest z zastąpieniem części lub nawet całości gazu ziemnego transportowanego gazociągami wodorem. Zgodnie z dostępnymi szacunkami wskazuje się, że popyt na wodór w sektorze mieszkalnictwa w perspektywie 2050 roku może wynieść **ok. 16 mln ton / rok** (popyt z tego sektora limitowany jest tempem dostosowania infrastruktury gazowej).

## Magazynowanie energii

Potencjał rynku magazynowania energii w USA (głównie w celach bilansowania pracy sieci energetycznej) szacowany jest na **ok. 15 mln ton / rok** w perspektywie 2050 roku.

---

<sup>14</sup> Hydrogen Strategy. Enabling A Low-Carbon Economy. Office of Fossil Energy United States Department of Energy, Washington DC 20585.

<sup>15</sup> Hydrogen Strategy. Enabling A Low-Carbon Economy. Office of Fossil Energy United States Department of Energy, Washington DC 20585.

<sup>16</sup> Hydrogen Strategy. Enabling A Low-Carbon Economy. Office of Fossil Energy United States Department of Energy, Washington DC 20585.

### 2.3.2 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej ACES



Źródło: FSC Energy Research Center

Jednym ze sztandarowych rozwijanych w USA projektów zakładających zintegrowane wykorzystanie wodoru w łańcuchu dostaw i wartości tego rynku jest projekt Advanced Clean Energy Storage.

Kluczowa wizja projektu Advanced Clean Energy Storage (ACES) zakłada, że nowe elektrownie na gaz ziemny mogą sprostać dzisiejszemu zapotrzebowaniu na dyspozycyjną i czystsza energię poprzez dostosowanie ich do zasilania wodorem, a także, że można sprostać przyszłej potrzebie magazynowania ogromnych ilości energii odnawialnej przez długi czas. Aby zrealizować tę wizję, Mitsubishi Hitachi Power Systems (MHPS) nawiązał współpracę z Magnum Development w celu wspólnego opracowania projektu Advanced Clean Energy Storage (ACES) w Delcie w stanie Utah<sup>17</sup>.

Projekt umożliwi produkcję wodoru na skalę użytkową z odnawialnych źródeł energii oraz magazynowanie wodoru w podziemnych kawernach solnych, aby zapewnić ogromny rezerwar paliwa odnawialnego do wytwarzania energii, gdy produkcja energii wiatrowej i słonecznej nie będzie wystarczająca.

Projekt ACES łączy trzy główne technologie produkcji, magazynowania i zamiany gazu na energię ze źródeł odnawialnych, które zostały sprawdzone w ciągu ostatnich 30–50 lat, aby stworzyć koncepcję o minimalnym ryzyku technologicznym.

---

<sup>17</sup> Launch Of The Global Mi Hydrogen Valley Platform, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online], dostęp: 23.01.2021 r., <<https://www.fch.europa.eu/news/launch-global-mi-hydrogen-valley-platform>>.

Kluczowe założenia doliny wodorowej ACES obejmują:

- Wykorzystanie nadwyżki energii elektrycznej z aktywów wytwórczych ze źródeł odnawialnych w zachodnim regionie Stanów Zjednoczonych do produkcji odnawialnego wodoru,
- Bezpiecznie magazynowanie zielonego wodoru,
- Zastosowanie turbin gazowych pracujących w cyklu mieszanym, zasilanych mieszanką 30% odnawialnego wodoru i 70% gazu ziemnego,
- Docelowe przekształcenie turbin gazowych na zasilanie w 100% odnawialnym wodorem,
- Transport odnawialnego paliwa wodorowego w celu dekarbonizacji innych branż, takich jak przemysł i transport<sup>18</sup>.

Podsumowanie zakresu łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru, który objęty jest założeniami funkcjonowania doliny wodorowej ACES zostało podsumowane na poniższej grafice.

Rysunek 3 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej ACES




Źródło: Opracowanie własne

<sup>18</sup> Advanced Clean Energy Storage Project, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online], dostęp: 24.01.2021 r., < <https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/advanced-clean-energy-storage-project>>.

W okresach nadwyżki energii odnawialnej ACES będzie używać elektrolizerów do produkcji wodoru z wody przy użyciu nadwyżki energii odnawialnej. **Zastosowana technologia wykorzysta wyniki badań nad opracowaniem dwóch najczęściej stosowanych technologii elektrolizy z zastosowaniem: membrany wymiany protonów (PEM) i systemów elektrolizerów alkalicznych (AEL).** ACES będzie magazynować odnawialny wodór w **dużych podziemnych komorach do przechowywania w postaci solnych kopuł.** Kopuły solne to unikalne formacje geologiczne, w których tworzy się specjalne kawerny, które mają umożliwić efektywne ekonomiczne przechowywanie dużych ilości nośnika energii<sup>19</sup>.

#### 2.4 Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej ACES oraz powiązania i płaszczyzny ich współpracy

Podmiot	Charakterystyka
	<p>Firma Mitsubishi Power działa w obszarze rozwiązań energetycznych. Firma projektuje, wytwarza i eksploatuje innowacyjne produkty i usługi, które umożliwiają dekarbonizację i zapewniają niezawodny dostęp do energii. Wśród rozwiązań oferowanych przez firmę znajduje się szeroka gama turbin gazowych, w tym turbiny gazowe zasilane wodorem, ogniwa paliwowe, systemy magazynowania energii. Mitsubishi Power jest również liderem w rozwoju cyfrowej elektrowni przyszłości dzięki pakietowi rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji. Firma Mitsubishi Power z siedzibą w Jokohamie w Japonii jest spółką zależną w całości należąca do Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., której działalność inżynierska i produkcyjna obejmuje energetykę, infrastrukturę, transport, lotnictwo i obronę.</p> <p>W ramach projektu ACES spółka pełni funkcję lidera technologicznego.</p>

<sup>19</sup> Ibidem.



Magnum Development LLC jest firmą, która zajmuje się budową magazynów służących do transportu i składowania gazu ziemnego, sprężonego powietrza, produktów rafinacji ropy naftowej, helu i wodoru w Western Energy Hub w USA. Magnum Development, LLC jest właścicielem i kontroluje jedyną znaną formację soli typu „Gulf Coast” o charakterystyce kopułowej w zachodnich Stanach Zjednoczonych.

W ramach projektu ACES spółka dostarcza infrastrukturę do magazynowania wodoru.

*Źródło: Opracowanie własne*

## **2.5 Zapotrzebowanie rynku USA na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw**

Analiza rozwijanych aktualnie projektów dolin wodorowych w USA wskazuje, że należy oczekiwać, iż zapotrzebowanie tego rynku na produkty, które potencjalnie mogą być dostarczane przez podmioty z Wielkopolski będzie miało szeroki zakres, jednakże w przeważającej części dotyczyło będzie komponentów i usług związanych z dużymi projektami infrastrukturalnymi polegającymi na budowie aktywów do przesyłania i magazynowania wodoru, a w dłuższym horyzoncie czasowym z eksportem tego nośnika energii. W poniższej tabeli zestawiono produkty i usługi, których dotyczyło będzie zapotrzebowanie pochodzące z amerykańskiego rynku wodoru.



Lp.	Rodzaj produktu / usługi	Szacunkowa wartość rynku	Natężenie konkurencyjne
1	Produkcja komponentów i półproduktów metalowych		
2	Dostawy zbiorników do magazynowania wodoru		
3	Produkcja rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych)		
4	Produkcja zbiorników ciśnieniowych		
5	Produkcja 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)		
6	Produkcja komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)		
7	Bezpieczeństwo maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe)		



8	Produkcja urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)		
9	Produkcja komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)		
10	Produkcja butli gazowych		
11	Produkcja dyfuzorów membran i elektrod		
12	Informatyzacja procesów wytwarzania energii		
13	Instalacja systemów klimatyzacji		
14	Produkcja systemów testowania ogniw paliwowych		
15	Programowanie (oprogramowanie dla operatorów infrastruktury krytycznej na styku z systemami UPS, aplikacje do monitorowania pracy systemów UPS)		
16	Projektowanie instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych		
17	Remonty i modernizacje infrastruktury technicznej		
18	Prowadzenie procesów energetycznych		
19	Inżynieria kontraktów		
20	Produkcja i montaż instalacji elektrycznych		
21	Produkcja i montaż instalacji wentylacyjnych		
22	Projektowanie instalacji przemysłowych		

23	Projektowanie i wykonawstwo instalacji przeciwpożarowych	<input type="radio"/>	
24	Prowadzenie szkoleń z zakresu bezpieczeństwa	<input type="radio"/>	
25	Inżynieria oraz projektowanie i budowa maszyn	<input type="radio"/>	
26	Prowadzenie analiz geologicznych	<input type="radio"/>	

Źródło: Opracowanie własne

Analizy zapotrzebowania na poszczególne produkty i usługi dokonano w oparciu o dwa kryteria. Kryterium pierwszym jest szacunkowy rozmiar rynku dla danej kategorii produktów i usług w perspektywie 2050 roku, który został oszacowany w oparciu o dane dotyczące rozmiaru rynku wodoru w USA w poszczególnych segmentach<sup>20</sup>. Drugim kryterium jest poziom natężenia konkurencyjnego w ramach rynków poszczególnych produktów i usług. Przyjęte kryteria oceny zostały zaprezentowane poniżej.

Wartość rynku w perspektywie 2050	
0-1 mld PLN	<input type="radio"/>
1-5 mld PLN	<input type="radio"/>
5-10 mld PLN	<input type="radio"/>
10-20 mld PLN	<input type="radio"/>
>20 mld PLN	<input type="radio"/>

Natężenie konkurencyjne	
wysokie	
średnie	
niskie	

<sup>20</sup> Forecasted hydrogen market revenue in United States in 2050, by value chain, <<https://www.statista.com/statistics/1179467/us-hydrogen-market-revenue-forecast/>>

## 2.6 Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii

W czerwcu 2020 r. Departament Energii USA ogłosił zamiar inwestycji na poziomie 100 mln USD w ciągu pięciu lat w badania i rozwój technologii wodorowych i ogniw paliwowych. Ze względu na zaawansowany przemysł rafineryjny i wytwórczy ropy naftowej w USA, który ma doświadczenie w finansowaniu i zarządzaniu kapitałochłonnymi „megaprojektami”, Stany Zjednoczone są również bardzo dobrze przygotowane do mobilizacji dużych prywatnych inwestycji w rozwój technologii wodorowych, produkcji wodoru i rozbudowę infrastruktury dystrybucyjnej.

W 2020 roku Departament Energii Stanów Zjednoczonych wybrał 18 projektów badawczych, na które przeznaczono łącznie 64 mln USD (55,9 mln EUR) finansowania w ramach rozwijania koncepcji wspierających efektywną kosztowo produkcję, magazynowanie, dystrybucję i użytkowanie wodoru. Fundusze będą wspierać kolejną rundę działań badawczo-rozwojowych i demonstracyjnych (RD&D) w ramach tzw. Koncepcji H2 @ Scale.

Uwzględniając, profil działalności potencjalnych partnerów na rynku USA szczególnie istotne metody wejścia na rynek USA obejmują współpracę z dystrybutorem, różnego typu joint ventures opierające się na outsourcingu części łańcucha produkcji oraz licencjonowanie technologii.

W zakresie działalności z wykorzystaniem pośredników, w zależności od kategorii produktów oraz od potrzeb eksportera na rynku USA wykorzystane mogą zostać usługi:

- a. Licencjonowanych agentów - podejście to wykorzystywane jest głównie przez eksporterów maszyn, urządzeń i sprzętu ciężkiego oraz materiałów produkcyjnych i oraz surowców.
- b. Agentów posiadających rozwinięte zaplecze magazynowe – rekomendowane raczej w przypadku eksportu znacznych wolumenów podobnych towarów.
- c. Dystrybutorów – bezpośrednie wykorzystanie usług dystrybutorów rekomendowane jest dla eksporterów towarów i dóbr konsumpcyjnych, ponieważ poprzez wykorzystanie posiadanej przez sieci kontaktów i współpracujących placówek możliwe jest osiągnięcie lepszych wyników sprzedaży.

Jedną z możliwych form współpracy z potencjalnym amerykańskim partnerem jest również realizacja wspólnego przedsięwzięcia biznesowego w postaci np. joint venture. Terminem tym określa się różnego typu formy współpracy pomiędzy dwoma lub większą ilością partnerów biznesowych. Na gruncie amerykańskiej praktyki gospodarczej współpraca pomiędzy partnerami biznesowymi może przyjąć zarówno jedną z form, w jakich zakładane są spółki, jak i opierać się na postanowieniach umownych pomiędzy partnerami biznesowymi.

Licencjonowanie jest jednym ze sposobów współpracy z międzynarodowymi inwestorami. Sprzedaż technologii spółki z wykorzystaniem modelu licencjonowania (np. przy jednoczesnym ograniczeniu terytorialnym zasięgu licencji) rekomendowana jest w szczególności dla przedsiębiorstw z sektorów technologicznych i około-technologicznych.

W zakresie opłat licencyjnych, globalnym standardem są opłaty w wysokości 4-5% od kwoty przychodów. Wyższe stawki (6-7%) spotykane są w segmencie dóbr luksusowych oraz specjalistycznych maszyn.

Pomiędzy licencjodawcą a licencjobiorcą zostaje zawarta długoterminowa umowa, która precyzuje:

- Przedmiot własności intelektualnej;
- Typ udzielanej licencji;
- Czas na jaki licencja zostaje udzielona;
- Region geograficzny, na terenie którego dopuszczone jest użytkowanie własności intelektualnej (ograniczony od góry przez zakres geograficznego zasięgu ochrony patentowej),
- Zakres użytkowania.

**Tabela 1 Rodzaje licencji**

Rodzaj licencji	Opis
<b>Wyłączna</b>	Licencjobiorca jest jedynym uprawnionym do korzystania z wyników prac B+R.
<b>Niewyłączna</b>	Licencjodawca może udzielić licencji także innym osobom.
<b>Pełna</b>	Uprawnienia licencjobiorcy odpowiadają co do zakresu prawom licencjodawcy.
<b>Ograniczona</b>	Licencjobiorca uzyskuje tylko część praw, które przysługują licencjodawcy.
<b>Otwarta</b>	Jest licencją pełną i niewyłączną, a opłata licencyjna nie może przekraczać 10% korzyści uzyskanych przez licencjobiorcę w każdym roku korzystania z wynalazku lub innych wytworów (po potrąceniu nakładów). Wymaga zgłoszenia do Urzędu Patentowego RP (po dokonaniu zgłoszenia, licencjodawca nie może go cofnąć).

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, *Komercjalizacja B+R dla praktyków*, Warszawa 2013.

Umowa licencyjna wskazuje na przedmiot prawa własności intelektualnej oraz wskazuje typ udzielanej licencji. Pozostawia ona stronom (licencjodawcy oraz licencjobiorcy) pełną swobodę określania warunków finansowych licencjonowania.

W przypadku licencjonowania technologii objętej patentem, licencjobiorca może z niej korzystać w sposób uregulowany w umowie licencyjnej i staje się uprawnionym do technologii z licencji. Licencjobiorca może korzystać ze wszystkich przywilejów wynikających z opatentowania technologii. Licencja podlega, na wniosek zainteresowanego, wpisowi do rejestru patentowego. Uprawniony z licencji wyłącznej wpisanej do rejestru może na równi z uprawnionym z patentu dochodzić roszczeń z powodu naruszenia patentu, chyba że umowa licencyjna stanowi inaczej. Uprawniony z licencji może udzielić dalszej licencji (sublicencja) tylko za zgodą uprawnionego z patentu; udzielenie dalszej sublicencji jest niedozwolone.

W przypadku licencjonowania patentu, opłat związanych z jego ewentualnym rozszerzaniem oraz późniejszym utrzymaniem będzie dokonywał właściciel patentu (chyba, że umowa licencyjna stanowi inaczej).

## 2.7 Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w USA

Rynek wodorowy w USA charakteryzuje się nieco inną specyfiką niż rynki europejskie, czy azjatyckie. Istotnym bodźcem do rozwoju technologii wodorowych w tym kraju jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju oraz wygenerowanie dodatkowych korzyści gospodarczych. Przekłada się to na trendy, które kierują rozwojem gospodarki opartej na wodorze. Są one w mniejszym stopniu związane z wizją gospodarki zeroemisyjnej, niż z utylitarnym podejściem do tej technologii jako szansy na wygenerowanie dodatkowego dochodu w gospodarce oraz na ograniczenie zależności gospodarki od ropy naftowej.

W związku z powyższym trendy rozwoju analizowanej gospodarki obejmują następujące zjawiska:

- Rośnie zainteresowanie projektami łączącymi konwencjonalne technologie z CCUS (wychwytem i składowaniem dwutlenku węgla). Łączenie konwencjonalnych technologii z CCUS jest nadal główną drogą do niskoemisyjnej produkcji wodoru i prawdopodobnie tak pozostanie w perspektywie krótko- i średnioterminowej, ponieważ koszty produkcji są niższe niż w przypadku innych technologii niskoemisyjnych, takich jak elektroliza.
- Zwiększa się popyt na pojazdy napędzane wodorem. Popyt dotyczy przede wszystkim samochodów poruszających się na średnich i dużych dystansach, a także autobusów. **Na przykład, stan Kalifornia planuje inwestycje na poziomie 2,5 mld USD w celu zwiększenia sprzedaży pojazdów napędzanych wodorem. Ponadto, wskazany stan zakłada wydatki na poziomie ok. 900 mln USD na zwiększenie liczby stacji wodorowych na jego terenie do 200 obiektów w perspektywie 2050 roku.**
- Przemysł rafineryjny dominuje w popycie na wodór. W rafineriach wodór jest szeroko stosowany do przetwarzania ropy naftowej na paliwa rafinowane, takie jak benzyna i olej napędowy, oraz do usuwania zanieczyszczeń, takich jak siarka, z paliw rafinowanych. W rafinerii występują różne procesy hydrowy rafinacji, w których stosuje się wodór, takie jak hydroodsieranie, hydroizomeryzacja, dearomatyzacja i hydrokraking.

## 2.8 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek USA

### Bariery wejścia na rynek USA

Rynek Stanów Zjednoczonych posiada ogromną siłę nabywczą i jest jednym z najbardziej interesujących rynków zagranicznych do inwestowania dla przedsiębiorstw z całego świata. Jednocześnie ze względu na długą historię oraz stopień dojrzałości jest najbardziej wymagającym i nasyconym rynkiem. Klienci w USA mają często dużo bardziej innowacyjne wymagania i podejście do biznesu niż konsumenci i producenci z innych części świata. Trudności w znalezieniu klientów na tym rynku wynikają często z braku lokalnych referencji oraz braku zaufania do technologii innej, niż pochodząca z USA.

Kluczowe bariery prowadzenia działalności na rynku USA:

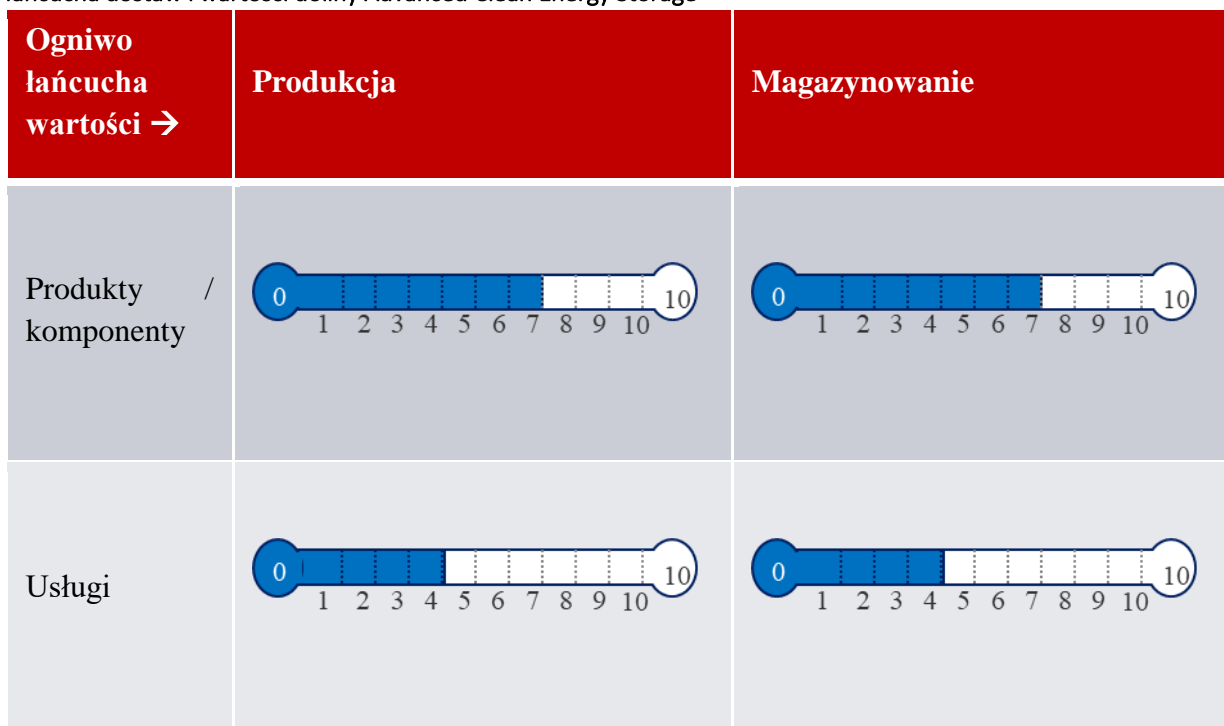
- Przepisy prawne – regulacje prawne dotyczące niektórych dziedzin życia społeczno-gospodarczego na rynku USA istotnie odbiegają od tych, które są na polskim przedsiębiorcom (w szczególności dotyczy to prawa podatkowego oraz prawa pracy). Wynika to przede wszystkim z odmiennego podejścia do kodyfikacji prawa (w USA regulacje oparte są na zasadach *common law*). W związku z powyższym możliwe, iż w przypadku internacjonalizacji działalności na rynek USA pojawi się konieczność wykorzystania specjalistycznego doradztwa prawnego.
- Regulacje i standardy – obowiązujące normy techniczne, wymagania w zakresie testowania produktów, certyfikacji, oraz potwierdzające to oznaczenia często stanowią istotne bariery dla prowadzenia działalności w USA i utrudniają polskim przedsiębiorcom lokowanie produktów na rynku amerykańskim – na stronie U.S. Small and Business Administration można znaleźć wymogi regulacyjne dla poszczególnych sektorów.
- Procedury celne - oprócz ceł, występuje szereg innych utrudnień zwiększających koszty transakcji handlowych, tj. ograniczenia ilościowe, dodatkowe opłaty celne, świadectwa pochodzenia, opłaty manipulacyjne, pozwolenia i zezwolenia, licencje, czy zakazy importu.
- Protekcjonizm / udział w przetargach publicznych – na rynku amerykańskim obowiązuje ustawa „Buy American”, która w przetargach publicznych preferuje rodzimych wykonawców i dostawców, a zagraniczni oferenci muszą mieć tzw. amerykański wkład (ponad 50% w ofercie zagranicznej).
- Różnice kulturowe - podejście amerykańskich przedsiębiorców do kontaktów z firmami międzynarodowymi obarczone jest dozą ostrożności i braku zaufania. Kontrahenci z USA preferują kontakty biznesowe z rodzimymi firmami, ze względu na bliskość kulturową.



## Kapitałochłonność związana z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości

Potencjalne włączenie się w łańcuch dostaw i wartości gospodarki opartej na wodorze w USA jest niewątpliwie bardziej kapitałochłonne niż np. w przypadku krajów europejskich. Niemniej jednak, w przypadku powodzenia internacjonalizacji może ono być bardzo dochodowe dla przedsiębiorstwa i stanowić bardzo ważny krok w jego rozwoju. Pierwszym z czynników wpływających na podniesienie kapitałochłonności inwestycji w USA jest niewątpliwie sama bariera geograficzna, która przekłada się chociażby na koszty transportu materiałów i towarów (w przypadku usług bariera geograficzna nie ma aż tak dużego znaczenia). Kolejnym aspektem, który podnosi kapitałochłonność potencjalnych przedsięwzięć na amerykańskim rynku są koszty związane z dopuszczeniem produktów do obrotu na rynku USA (certyfikaty, licencje, ekspertyzy, koszty rejestracji etc.). Niewątpliwie istotne koszty i nakłady związane będą również z budową świadomości marki i znalezieniem potencjalnych kontrahentów na rynku USA. W tym zakresie kosztem przedsiębiorców wchodzących na amerykański rynek będą działania związane z dotarciem do klientów, takie jak np. udział w targach lub udział w spotkaniach bezpośrednich z potencjalnymi kontrahentami. Wdrożenie strategii marketingowej na rynku o tak dużym rozmiarze, jak rynek USA również wiąże się z ponadprzeciętnymi nakładami.

Rysunek 4 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru USA na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny Advanced Clean Energy Storage



Źródło: Opracowanie własne

Częściowym rozwiązaniem wyzwania dotyczącego finansowania działalności na rynku USA może być zaadresowanie akcją marketingową wybranych stanów, a nawet wybranych

podmiotów działających na rynku wodoru. Ponadto ważnym mechanizmem umożliwiającym przezwyciężenie bariery finansowej w dostępie do rynku USA są dostępne, oraz planowane formy wsparcia finansowego podmiotów angażujących się w rozwój technologii wodorowych oraz szeroko pojętą internacjonalizację działalności. 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, które skierowane jest do przedsiębiorstw z sektora MŚP rozpoczynających działalność eksportową lub potencjalnych eksporterów mających siedzibę na terenie Rzeczypospolitej Polskiej. 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 są działania 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., która skierowana jest do: nowych innowacyjnych firm, małych i średnich przedsiębiorstw, dużych firm, 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).
- Wsparcie ze strony KUKE 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.

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 euro<sup>21</sup>.

## 2.9 Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w USA na przykładzie doliny wodorowej Advanced Clean Energy Storage

W poniższej tabeli zestawiono krytyczne komponenty dla łańcucha dostaw i wartości na przykładzie funkcjonowania łańcucha i wartości w dolinie wodorowej Advanced Clean Energy Storage. Ze wskazanymi w tabeli produktami związana będzie znaczna część popytu związana z rozwojem rynku wodoru w perspektywie krótko i średnioterminowej. Popyt ten dotyczył będzie już powstających lub planowanych instalacji wodorowych.

1	Mobilne systemy wykrywania wodoru
2	Zbiorniki do magazynowania wodoru
3	Komponenty automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)
4	Pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki i inne komponenty do stacji tankowania wodoru
5	Komponenty w zakresie bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe)
6	Urządzenia pomiarowe, kontrolne i nawigacyjne (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)
7	Komponenty i półprodukty metalowe

<sup>21</sup> Informacje ze strony internetowej Komisji Europejskiej, [online, dostęp: 05.11.2020], <[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](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)>

8	Komponenty przemysłowe (pompy, zawory, monołączka, kształtki, rury, zasuwy)
9	Zbiorniki ciśnieniowe
10	Instalacje przeciwpożarowe

Źródło: Opracowanie własne

Dla kluczowych ogniw łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w USA opracowano listę krytycznych komponentów wraz z oceną istotności każdego z nich.

Tabela 2 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego PEMFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory na nośniku	sub-komponenty	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły elektrod membranowych	sub-komponenty	6
Warstwy dyfuzyjne gazu	sub-komponenty	6
Stosy PEMFC	podsystem	6
Systemy PFMFC	system	6
Wsporniki membrany	materiały specjalistyczne	4
Jonomery	materiały specjalistyczne	4
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Recyrkulatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Inwertery	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 3 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego DMFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory na nośniku	sub-komponenty	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły elektrod membranowych	sub-komponenty	6
Warstwy dyfuzyjne gazu	sub-komponenty	6
Stosy DMFC	podsystem	6
Systemy DMFC	system	6
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Recyrkulatory	sub-komponenty	4
Inwertery	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 4 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Uszczelki	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5

Membrany	sub-komponenty	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Stosy AEL	podsystem	5
Systemy AEL	system	5
Anody	sub-komponenty	4
Katody	sub-komponenty	4
Dejonizatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 5 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory	materiały specjalistyczne	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły membran elektrodowych	sub-komponenty	6
Stosy PEM	podsystem	6
Jonomery	materiały specjalistyczne	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Systemy PEM	system	5
Wsporniki membran	materiały specjalistyczne	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 6 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Komórki (EEA, MEA)	sub-komponenty	6
Elektrolity ceramiczne	sub-komponenty	6
Elektrody	sub-komponenty	6
Uszczelki	sub-komponenty	6
Stosy SOEL	podsystem	6
Łączniki	sub-komponenty	5
Warstwy metali porowatych	sub-komponenty	5
Systemy SOEL	system	5
Czujniki wodoru	sub-komponenty	5
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*



### 2.9.1 Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową

Kluczowe wyzwania techniczne dla wodoru i technologii pokrewnych to koszt, trwałość, niezawodność i wydajność technologii, a także brak dostatecznie rozwiniętej infrastruktury wodorowej. Aby osiągnąć komercjalizację technologii na szeroką skalę, technologie wykorzystujące wodór muszą osiągnąć większą skalę i być w stanie konkurować z istniejącymi technologiami pod względem kosztów w całym cyklu życia, wydajności, trwałości i wpływu na środowisko. Ponadto, należy również zająć się barierami pozatechnicznymi, takimi jak opracowywanie i harmonizacja regulacji i norm, wspieranie najlepszych praktyk w zakresie bezpieczeństwa oraz rozwijanie łańcucha dostaw i wykwalifikowanej kadry pracowniczej. Należy mieć jednak na uwadze, że każdy z problemów związanych z rozwojem technologii wodorowych stanowi również szansę dla podmiotów zainteresowanych rozwojem na tym rynku. Rozwiązanie kluczowych problemów technologicznych i poza-technologicznych może okazać się ważną osią budowy przewag konkurencyjnych. Szczegółowe wyzwania dotyczące kluczowych ogniw łańcucha wartości rynku wodoru w USA zostały zaprezentowane poniżej.

#### Produkcja wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii produkcji wodoru w USA obejmują:

- Rozwój technologii tańszych, wydajniejszych i trwalszych elektrolizerów,
- Konieczność rozwoju technologii reformingu, zgazowania i pirolizy,
- Rozwój innowacyjnych metod produkcji wodoru z odnawialnych, kopalnych i jądrowych źródeł energii, w tym również stosowanie podejścia hybrydowego,
- Rozwój efektywnych kosztowo i przyjaznych dla środowiska technologii wychwytywania, utylizacji i składowania dwutlenku węgla.

#### Magazynowanie wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii magazynowania wodoru w USA obejmują:

- Obniżenie kosztów magazynowania,
- Zapewnienie większej pojemności magazynów przy jednoczesnym obniżeniu wagi i objętości,
- Rozwój magazynowania na dużą skalę, w tym w formacjach geologicznych
- Łączenie magazynów wodoru z instalacjami produkcji paliwa i docelowymi obszarami zastosowania nośnika energii.

#### Transport wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii transportu wodoru w USA obejmują:



- Rozwój tańszych i bardziej niezawodnych systemów transportu i dystrybucji wodoru,
- Rozwój zaawansowanych technologii i koncepcji dystrybucji wodoru,
- Dostosowanie regulacji drogowych oraz regulacji związanych z lokalizacją infrastruktury dystrybucyjnej w celu obniżenia ryzyka inwestycyjnego.

### **Docelowe obszary zastosowania wodoru**

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii związanych z wykorzystaniem wodoru w USA obejmują:

- Integracja, testowanie i walidacja zintegrowanych systemów wodorowych dostosowanych do specyfiki każdego z kluczowych obszarów zastosowania,
- Demonstracja docelowych zastosowań wodoru w przemyśle, w tym w produkcji stali, produkcji amoniaku oraz produkcji paliw syntetycznych z wodoru i dwutlenku węgla,
- Demonstracja projektów integracji sieci energetycznej z technologiami wodorowymi w celu walidacji technologii magazynowania energii wodorowej i usług sieciowych opartych o wodór.

## **3. Dolina wodorowa Japonia na przykładzie projektu FH2R**

### **3.1 Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem w Japonii**

Japonia jest jednym z globalnych liderów w zakresie rozwoju gospodarki opartej na wodorze oraz technologii wodorowych. W ocenie władz tego kraju rozwój łańcucha dostaw i wartości wodoru jest realnym sposobem na zwiększenie samowystarczalności energetycznej Japonii. Analizowany kraj zajmuje czwarte miejsce w światowych rankingach zużycia energii na świecie, obok Stanów Zjednoczonych, Chin i Rosji, pomimo dużych różnic w wielkości ich terytoriów i populacji. Ze względu na swoje cechy geograficzne Japonia nie ma wystarczających źródeł energii, aby zaspokoić swoje potrzeby i jest uzależniona od importowanej ropy i gazu. Według Nuclear World Association w październiku 2020 roku Japonia importowała ponad 90% zużywanej energii<sup>22</sup>. W związku z powyższym, dywersyfikacja źródeł energii w tym kraju jest jak najbardziej pożądanym kierunkiem działań.

Dodatkowe korzyści z wdrożenia gospodarki wodorowej, które z czasem mogą zyskać nawet większe znaczenie niż dywersyfikacja źródeł energii obejmują dekarbonizację gospodarki i

---

<sup>22</sup> Hydrogen market profile in Japan, East Analytics, [online, dostęp: 05.01.2021 r.], <<https://www.eastanalytics.com/en/hydrogen-market-profile-in-japan/>>.

zwiększenie konkurencyjności przemysłu. Docelowo Japonia chce pozycjonować się jako eksporter technologii ogniw paliwowych.

Japonia jest teraz w tzw. trzeciej fali rozwoju rynku wodoru. Pierwsza fala miała miejsce na początku lat 90., druga na początku 2000 r., a trzecia rozpoczęła się około 2015 r. W poszukiwaniu sposobu na uniezależnienie się od paliw kopalnych produkowanych na Bliskim Wschodzie w sytuacji ograniczonej dostępności krajowych zasobów energii, a także chęci dekarbonizacji swojego miks energetycznego, Japonia dokonała świadomego wyboru stworzenia społeczeństwa opartego na wodorze już w latach 90.

Zgodnie z wynikami badania przeprowadzonego w 2019 r., oczekuje się, że rynek wodoru w Japonii wzrośnie 56-krotnie do 408,5 mld jenów (ok. 3,5 mld EUR) w perspektywie 2030 r. Rosnące zapotrzebowanie na wodór będzie miało szczególny wpływ na segment wodorowych stacji paliw. Oczekuje się, że do 2030 r. rynek ten wzrośnie 6,5-krotnie do 37,2 mld jenów (ok. 300 mln EUR). Liczba stacji paliw wzrośnie ze 111 obecnie do 581 do 2025 r., a następnie ponad 900 w całej Japonii w perspektywie 2030 r.<sup>23</sup>.

Na obecnym etapie Japonia traktuje priorytetowo redukcję kosztów produkcji wodoru, uznając ten aspekt za kwestię kluczową dla rozwoju rynku wodoru na dużą skalę. W Japonii, gdzie zasoby naturalne są ograniczone, wodór przyciąga uwagę jako niskoemisyjna alternatywa dla paliw kopalnych. Aby promować wykorzystanie wodoru, konieczne jest jednak obniżenie kosztów jego zakupu i dostaw.

W celu zmniejszenia kosztów zaopatrzenia w wodór, aktualnie rozważane są dwa rozwiązania: jednym podejściem jest połączenie taniej niewykorzystanej energii z zagranicy z wychwytywaniem i składowaniem dwutlenku węgla („CCS”), a drugim jest pozyskanie dużej ilości wodoru z taniej energii odnawialnej z oceanu<sup>24</sup>.

Japonia poszukuje możliwości międzynarodowej współpracy w celu zbudowania łańcucha dostaw wodoru, zwiększenia skali produkcji i obniżenia kosztów. Japońskie firmy nadal aktywnie poszukują zaangażowanych partnerów międzynarodowych do realizacji projektów demonstracyjnych, które przyniosą wymierne rezultaty, co stanowi szansę dla podmiotów z Polski, w tym z województwa wielkopolskiego<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> Japan – the Hydrogen nation, Switzerland Global Enterprise, [online: dostęp: 05.01.2021 r.], <<https://www.sge.com/en/article/global-opportunities/20201-c5-japan-hydrogen-market>>.

<sup>24</sup> Basic Hydrogen Strategy, Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry, [online, dostęp: 03.01.2020r.], <[meti.go.jp](http://meti.go.jp)>.

<sup>25</sup> Hydrogen market profile in Japan, East Analytics, [online, dostęp: 05.01.2021 r.], <<https://www.eastanalytics.com/en/hydrogen-market-profile-in-japan/>>.

Rysunek 5 Potencjalne obszary zastosowania wodoru w Japonii

Mieszkalnictwo	Transport	Przemysł
Docelowo rząd Japonii planuje dostosować infrastrukturę ciepłowniczą wykorzystującą gaz ziemny tak, aby zarówno ciepło, jak i elektryczność w japońskich gospodarstwach domowych pochodziły z wodoru.	Japońscy producenci Toyota i Honda są wiodącymi podmiotami inwestującymi w rozwój technologii wodorowych. Oczekuje się, że w perspektywie 2030 r. po drogach Japonii poruszało się będzie ok. 200 tys. samochodów wodorowych. W tym samym okresie ma funkcjonować ponad 900 stacji tankowania.	Największe japońskie przedsiębiorstwa zaangażowane w rozwój rynku wodoru mają zdywersyfikowaną działalność (np. Mitsubishi) począwszy od sektora motoryzacyjnego, kończąc na przemyśle ciężkim. Można oczekiwać, że adopcja technologii w przemyśle będzie szybka.
Magazynowanie energii	Produkcja energii	
Możliwości magazynowania energii z wykorzystaniem wodoru mają być wykorzystywane w Japonii głównie do magazynowania nadwyżek energii wyprodukowanej w OZE w celu poprawy bezpieczeństwa energetycznego kraju.	Rząd Japonii szacuje, że zainstalowanie mocy wytwórczych opartych na turbinach wodorowych na poziomie ok. 15-30 GW pozwoli na osiągnięcie konkurencyjności kosztowej tego nośnika energii w zastosowaniach do generacji energii elektrycznej.	

Zródło: Opracowanie własne

W celu poprawy konkurencyjności wodoru rząd Japonii już sześć lat temu zaczął inwestować w badania i rozwój oraz zapewniać wsparcie dla taniej, bezemisyjnej produkcji wodoru, rozbudowy infrastruktury wodorowej do importu i transportu za granicę oraz działań zwiększających zużycie wodoru w różnych obszarach, takich jak mobilność, kogeneracja mocy i ciepła, a także energetyka.

Kluczowe przewagi konkurencyjne i bariery w zakresie rozwoju technologii wodorowych w Japonii przedstawione zostały w poniższej tabeli:

Przewagi konkurencyjne	Bariery
- Doskonale rozwinięty i bardzo nowoczesny sektor motoryzacyjny, z takimi gigantami motoryzacyjnymi, jak Toyota, czy Honda.	- Wysoki poziom zależności od zewnętrznych dostaw energii prowadzący np. do niewielkich nadwyżek produkcji

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wysoce zdywersyfikowana działalność kluczowych podmiotów zaangażowanych w rynek wodoru w Japonii umożliwiająca „przenikanie” technologii do innych zastosowań.</li> <li>- Wysoki poziom nakładów na badania i rozwój związane z technologiami wodorowymi.</li> <li>- Jasno wytyczona polityka rządowa zmierzająca do rozwoju technologii wodorowych oraz charakteryzująca się akceptacją społeczną dla włączenia projektów wodorowych w lokalny miks energetyczny.</li> </ul>	<p>energii w OZE, którą można przetworzyć na zielony wodór.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brak dostatecznej liczby partnerów międzynarodowych, którzy są skłonni współfinansować i rozwijać projekty wodorowe.</li> </ul>
--	--

*Źródło: Opracowanie własne*

### 3.2 Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w Japonii oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze

Japonia była pierwszym krajem, który przyjął „podstawową strategię wodoru” już w 2017 r. Strategia ta ma na celu przede wszystkim osiągnięcie parytetu kosztów wodoru z konkurencyjnymi paliwami, takimi jak benzyna w sektorze transportowym lub skroplony gaz ziemny (LNG) w sektorze produkcji energii i obejmuje całość łańcucha dostaw od produkcji do zastosowania wodoru na rynku. W marcu 2019 r. rząd Japonii opublikował już trzeci strategiczny plan działania na rzecz wodoru i ogniw paliwowych<sup>26</sup>.

Ramy czasowe na japońskiej mapie drogowej dotyczącej wodoru w celu urzeczywistnienia gospodarki wodorowej są następujące:

1. Technologiczne wykazanie możliwości magazynowania i transportu wodoru z zagranicy do 2022 roku.
2. Wdrożenie wytwarzania wodoru na pełną skalę do około 2030 r.
3. Pełne wykorzystanie wolnego od dwutlenku węgla wodoru do celów mieszkaniowych do około 2050 roku.
4. 200 000 pojazdów zasilanych wodorowymi ogniwami paliwowymi do 2025 r. i 800 000 tego typu pojazdów do 2030 r. ;
5. 320 stacji tankowania wodoru do 2025 r. i 900 do 2030 r.
6. 1200 autobusów na wodór do 2030 r.<sup>27</sup>.

<sup>26</sup> Basic Hydrogen Strategy, Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry, [online, dostęp: 03.01.2020r.], <meti.go.jp>.

<sup>27</sup> *Ibidem*.

Nie ma jeszcze żadnych przepisów dotyczących stosowania wodoru w Japonii. Obecnie wodór jest regulowany jako rodzaj gazu pod wysokim ciśnieniem. W odniesieniu do wodoru w formie gazu centralną rolę odgrywa ustawa o bezpieczeństwie gazów pod wysokim ciśnieniem. Na przykład, zgodnie z przedmiotową ustawą, aby produkować lub magazynować wodór, wymagana jest zgoda lub powiadomienie gubernatora prefektury, przy czym szczególne wymagania są oparte na wielkości produkcji lub magazynowania. Instalacja do produkcji i magazynowania wodoru podlega surowym przepisom bezpieczeństwa głównie ze względu na łatwopalny charakter wodoru. Przedmiotowa ustawa reguluje również normy techniczne związane z transportem wodoru. Jednak w tym zakresie zastosowanie mają również inne przepisy, takie jak przepisy budowlane i przepisy dotyczące ochrony środowiska. Najważniejsze regulacje omówiono poniżej.

- Ustawa o bezpieczeństwie gazów pod wysokim ciśnieniem wymaga zezwolenia od lub powiadomienia gubernatorów prefektur w zależności od zdolności przerobowych instalacji do produkcji wodoru i obiektów magazynowych. Ustawa drogowa zabrania lub ogranicza poruszanie się po podwodnych tunelach pojazdów załadowanych substancjami niebezpiecznymi o właściwościach wybuchowych lub łatwopalnych.
- Transport wodoru samochodami ciężarowymi, cysternami itp. podlega ustawie o bezpieczeństwie gazu pod wysokim ciśnieniem, ustawie o transporcie drogowym i innym przepisom, które określają normy techniczne, takie jak metody załadunku pojazdów, metody transportu i środki bezpieczeństwa dotyczące kontenerów.
- Rozporządzenie ministerialne w sprawie rozmieszczenia okręgów dla nowych obiektów biznesowych określa zasady lokalizacji instalacji do produkcji i magazynowania wodoru.
- Rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa ogólnego gazu wysokociśnieniowego zawiera przepisy techniczne zapewniające, że wodór będzie produkowany, transportowany i magazynowany w warunkach niestwających istotnych zagrożeń z perspektywy bezpieczeństwa.
- Rozporządzenie w sprawie egzekwowania ustawy o kontroli zanieczyszczenia powietrza. Ponieważ elektrolizery do produkcji wodoru i ogniwa paliwowe są uważane za generatory gazu, z ich wykorzystaniem wiąże się konieczność informowania samorządów lokalnych i okresowe pomiary sadzy, dymu i NOx.
- Ustawa o regulacji hałasu i ustawa o regulowaniu drgań, wymagają, że jeśli obiekt zainstalowany w fabryce lub miejscu pracy jest klasyfikowany jako obiekt, który generuje znaczny hałas i wibracje, należy dokonać odpowiednich uzgodnień z władzami lokalnymi<sup>28</sup>.

Jak wskazano, stacje tankowania wodoru odgrywają ważną rolę w użytkowaniu i popularyzacji pojazdów napędzanych wodorem. Przepisy dotyczące instalacji stacji wodorowych przedstawiono poniżej:

---

<sup>28</sup> Hydrogen Law and Regulation in Japan, CMS Law, [online, dostęp: 05.01.2020 r.], <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/japan>>.



- Normy techniczne dotyczące stacji tankowania wodoru są zasadniczo zgodne z normami mającymi zastosowanie do zakładów produkujących gaz pod wysokim ciśnieniem na mocy ustawy o bezpieczeństwie gazu pod wysokim ciśnieniem. Jednak uwzględniono bardziej rygorystyczne normy techniczne, aby chronić konsumentów.
- Ustawa o normach budowlanych ogranicza obszary, w których można zainstalować stacje tankowania wodoru.
- Przepisy dotyczące towarów niebezpiecznych regulują lokalizację i konstrukcję urządzeń zainstalowanych na stacjach tankowania wodoru, takich jak kompresory, akumulatory i dystrybutory.
- W przypadku instalowania stacji tankowania wodoru na stacji benzynowej należy przestrzegać środków bezpieczeństwa określonych w ustawie o straży pożarnej i ustawie o bezpieczeństwie gazów pod wysokim ciśnieniem<sup>29</sup>.

### 3.3 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż

#### 3.3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w Japonii

W Japonii, gdzie zasoby naturalne są ograniczone, wodór przyciąga uwagę jako niskoemisyjna alternatywa dla paliw kopalnych. Aby promować wykorzystanie wodoru, konieczne jest jednak obniżenie kosztów jego pozyskiwania i dostarczania<sup>30</sup>.

#### Produkcja wodoru

Zgodnie z aktualnie prowadzonymi analizami, dwie metody wytwarzania wodoru są szczególnie perspektywiczne dla Japonii. Jednym podejściem jest połączenie taniej niewykorzystanej energii z zagranicy z wychwytywaniem i składowaniem dwutlenku węgla („CCS”), a drugim jest pozyskiwanie dużej ilości wodoru z taniej energii odnawialnej z oceanu. Aby to osiągnąć, celem kraju jest zbudowanie kompleksowego międzynarodowego łańcucha dostaw w zakresie produkcji, magazynowania, transportu i wykorzystania wodoru. Japonia zamierza pozyskiwać **około 300 000 ton wodoru rocznie po cenie około 30 jenów / Nm<sup>3</sup> do około 2030 r.** W przyszłości wodór ma być pozyskiwany po jeszcze niższych kosztach wynoszących 20 jenów / Nm<sup>3</sup>.

Przewidując, że w nadchodzących latach do sieci trafi duża ilość energii odnawialnej, zwraca się uwagę na technologię power to gas („P2G”), która wykorzystuje energię elektryczną (wytwarzaną ze źródeł odnawialnych) do produkcji paliwa gazowego (wodoru). Wskazuje się,

---

<sup>29</sup> Hydrogen Law and Regulation in Japan, CMS Law, [online, dostęp: 05.01.2020 r.], <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/japan>>.

<sup>30</sup> Hydrogen Law and Regulation in Japan, CMS Law, [online, dostęp: 05.01.2020 r.], <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/japan>>.



że udoskonalenie technologii elektrolizy wody jest niezbędne do komercjalizacji technologii P2G.

### Transport wodoru

W związku z rozważanymi kierunkami rozwoju rynku wodoru w Japonii, należy oczekiwać, że rozwijały będą się technologie transportu wodoru drogą morską, w celu umożliwienia planowanego importu tego nośnika energii zza granicy. Transport wodoru w ramach kraju może być realizowany z wykorzystaniem rurociągów (transport w formie gazowej) oraz za pośrednictwem cystern samochodowych (w formie płynnej). Brak jest szczegółowych danych odnośnie tego, jak rozłożony zostanie wolumen produkowanego wodoru pomiędzy różnymi technologiami transportu. **Można jednak oczekiwać, że na pierwszym etapie rozwoju rynku wiodące będą technologie transportu wykorzystujące transport samochodowy. Na dalszym etapie, pod warunkiem ustabilizowania popytu, dominującą rolę powinna przejąć infrastruktura rurociągową.**

### Magazynowanie wodoru

Obecne plany w zakresie magazynowania wodoru w Japonii zakładają wykorzystanie zbiorników ciśnieniowych, które są zwykle zbudowane z całkowicie metalowych lub owiniętych kompozytem materiałów.

Upowszechnienie się technologii wodorowych wygeneruje możliwości rozwojowe w wielu sektorach Japonii, w tym: **transportowym, energetycznym oraz przemysłowym.**

### Transport

Japonia zamierza zwiększyć liczbę samochodów wodorowych do **200 000 pojazdów do 2025 r. oraz do 800 000 pojazdów do 2030 r.** Japonia zamierza również zwiększyć liczbę stacji wodorowych **do 320 w perspektywie 2025.** W tym celu Japonia będzie promować reformę regulacyjną, rozwój technologiczny i wspólny, strategiczny rozwój stacji wodorowych przez sektor publiczny i prywatny. Aby zapewnić optymalne lokalizacje stacji wodorowych, Japonia zamierza podjąć próbę rozwoju stacji wodorowych opartych na odnawialnych źródłach w połączeniu z rozwojem komercyjnych stacji wodorowych. Japonia zamierza zwiększyć liczbę autobusów wodorowych do **około 1200 do roku 2030.** Ponadto planowane jest zwiększenie liczby wodorowych wózków widłowych **do około 10 000 w perspektywie 2030**<sup>31</sup>.

### Przemysł

Wodór wolny od CO<sub>2</sub> może znaleźć w Japonii zastosowanie jako paliwo w obszarach energetycznych sektora przemysłowego, w których elektryfikacja jest trudna oraz zastąpić wodór wytwarzany z paliw kopalnych w procesach przemysłowych, w których jest on obecnie wykorzystywany.

---

<sup>31</sup> Basic Hydrogen Strategy, Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry, [online, dostęp: 03.01.2020r.], <meti.go.jp>.

## Produkcja energii elektrycznej

Wytwarzanie energii wodorowej może odgrywać w Japonii główną rolę jako zarówno jako główne regulowane źródło zasilania, jak i źródło zasilania rezerwowego. Wytwarzanie energii wodorowej jest przydatne z punktu widzenia zapewnienia stabilnego wykorzystania wodoru na dużą skalę, przynosząc stabilność i oszczędności na rynku. Japonia stara się skomercjalizować wytwarzanie wodoru i obniżyć jednostkowy koszt wytwarzania energii wodorowej do 17 jenów / kWh około 2030 r. Roczny popyt na wodór w związku z wytwarzaniem energii w Japonii może wynosić około **300 000 ton (co odpowiada 1 GW mocy wytwórczej)**. W dalszej przyszłości Japonia zamierza podjąć działania, które spowodują, że wytwarzanie energii wodorowej będzie tak konkurencyjne kosztowo, jak wytwarzanie energii z LNG. **W tym celu roczny popyt na wodór w tym kraju może wynosić 5–10 mln ton (co daje 15–30 GW mocy wytwórczej)**.

### 3.3.2 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej FH2R



Źródło: Toshiba Energy

Japonia aktywnie rozwija projekty wodorowe polegające na zintegrowanym zastosowaniu tego nośnika energii w całym łańcuchu dostaw i wartości. Organizacja Rozwoju Nowej Energii i Technologii Przemysłowych (NEDO), Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation (Toshiba ESS), Tohoku Electric Power Co., Inc. i Iwatani Corporation realizują wspólnie jeden z najlepiej rozwiniętych projektów polegających na wdrożeniu doliny wodorowej - projekt

Fukushima Hydrogen Energy Research Field (FH2R), który powstaje w mieście Namie w prefekturze Fukushima od 2018 roku<sup>32</sup>.

W ramach projektu została zbudowana największa na świecie jednostka produkcyjna wodoru – elektrolizer klasy 10MW zasilaną energią odnawialną. FH2R wykorzystuje instalację do wytwarzania energii słonecznej o mocy 20MW, rozmieszczoną na terenie 180 000 m<sup>2</sup>. FH2R może wyprodukować nawet 1200 Nm<sup>3</sup> wodoru na godzinę (praca znamionowa) przy użyciu energii odnawialnej. Produkcja energii odnawialnej podlega dużym wahaniom, dlatego instalacja FH2R dostosowuje się do podaży i popytu w sieci energetycznej, aby zmaksymalizować wykorzystanie tej energii, jednocześnie ustanawiając niskokosztową, ekologiczną technologię produkcji wodoru<sup>33</sup>.

Wodór produkowany w FH2R będzie również wykorzystywany do zasilania stacjonarnych systemów wodorowych ogni paliwowych oraz do zastosowań w transporcie, obejmujących zasilanie samochodów i autobusów z ogniwami paliwowymi.

Rysunek 6 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej FH2R



Źródło: Opracowanie własne

Wodór jest wytwarzany i magazynowany w instalacji F2HR w oparciu o prognozy zapotrzebowania i podaży dotyczące tego nośnika energii. Najważniejszym wyzwaniem na

<sup>32</sup> FH2R (a model of hydrogen-based society in Fukushima using Fukushima hydrogen energy research field), Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 15.01.2020 r.], < <https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/fukushima-plan-new-energy-society>>.


<sup>33</sup> FH2R (a model of hydrogen-based society in Fukushima using Fukushima hydrogen energy research field), Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 15.01.2020 r.], < <https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/fukushima-plan-new-energy-society>>.

obecnym etapie wdrożenia projektu jest optymalne wykorzystanie systemu zarządzania produkcją do uzyskania optymalnej kombinacji produkcji i magazynowania tego nośnika energii oraz sprawnego bilansowania zapotrzebowania na energię z sieci energetycznej, bez użycia dodatkowego zasilania<sup>34</sup>.

Aby sprostać temu wyzwaniu, prowadzone są testy w celu zidentyfikowania optymalnej technologii sterowania pracą instalacji, która połączy potrzeby sieci energetycznej z popytem na wodór.


Wodór produkowany w FH2R jest transportowany głównie w cysternach oraz gazociągami i dostarczany do użytkowników w prefekturze Fukushima, obszarze metropolitalnym Tokio i innych regionach Japonii.


### 3.4 Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej FH2R oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy

Podmiot	Charakterystyka
	<p>Nowa Organizacja Rozwoju Energii i Technologii Przemysłowych (NEDO) to największa japońska organizacja zarządzania publicznego promująca badania i rozwój, a także wdrażanie technologii przemysłowych, energetycznych i środowiskowych. W 2003 r. NEDO zostało zreorganizowane jako niezależna instytucja administracyjna.</p> <p>Organizacja jest patronem i koordynatorem projektu po stronie sektora publicznego.</p>

<sup>34</sup> *Ibidem.*










<p><b>TOSHIBA</b></p>	<p>Zakres działalności firmy obejmuje wielkoskalowe systemy wytwarzania energii jądrowej i ciepłej, a także systemy wytwarzania energii odnawialnej dla energetyki wodnej, geotermalnej, słonecznej i wiatrowej. Działalności powiązane firmy obejmują systemy przesyłu i dystrybucji energii, które dostarczają energię elektryczną bezpośrednio do użytkowników końcowych oraz autonomiczny system energetyczny oparty na wodorze, który realizuje „lokalną produkcję na potrzeby lokalnego zużycia”.</p> <p>Firma jest liderem technologicznym projektu FH2R.</p>
	<p>Tohoku Electric Power Co., Inc. jest przedsiębiorstwem elektrycznym, obsługującym 7,6 miliona klientów indywidualnych i korporacyjnych w sześciu prefekturach w regionie Tōhoku plus Prefektura Niigata. Tohoku Electric Power jest czwartym co do wielkości dostawcą energii elektrycznej w Japonii pod względem przychodów, po TEPCO, KEPCO i Chubu Electric Power.</p> <p>W ramach projektu, podmiot udostępnia swoją sieć energetyczną na cele demonstracji funkcjonowania technologii.</p>
<p><b>Iwatani</b></p>	<p>IWATANI CORPORATION jest firmą handlową dostarczającą gazy do użytku przemysłowego i domowego. Spółka zajmuje się również handlem paliwami, produktami konsumenckimi, materiałami przemysłowymi, minerałami, budownictwem, rolnictwem i produktami medycznymi. Iwatani produkuje ciekły wodór we współpracy z Mitsubishi Heavy Industries.</p> <p>Firma pełni rolę partnera infrastrukturalnego odpowiedzialnego za aktywa związane z przesyłem gazu.</p>

	<p>Asahi Kasei Corporation to międzynarodowa japońska firma chemiczna. Firma świadczy również usługi z zakresu materiałoznawstwa.</p> <p>W ramach projektu doliny wodorowej firma była projektantem i realizatorem inwestycji budowy elektrolizera o mocy 10MW, który produkuje wodór z wydajnością 1200 Nm<sup>3</sup> na godzinę.</p> <p>Systemy elektrolizerów oferowany przez firmę są sprzedawane na rynku pod nazwą handlową Aqualyzer<sup>TM</sup>.</p>
---	--



Źródło: Opracowanie własne








### 3.5 Zapotrzebowanie rynku japońskiego na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw

Biorąc pod uwagę szeroki zakres wdrożenia technologii wodorowych w Japonii (w zasadzie każdy element łańcucha dostaw i wartości jest prężnie rozwijany), należy oczekiwać, że zapotrzebowanie tego rynku na produkty, które potencjalnie mogą być dostarczane przez podmioty z Wielkopolski jest również bardzo rozbudowane. Popyt na analizowanym rynku dotyczył będzie zarówno produktów i usług związanych z produkcją, magazynowaniem, transportem i dystrybucją wodoru, jak i z wykorzystaniem tego nośnika energii w docelowych segmentach rynku, takich jak transport, mieszkalnictwo, czy produkcja energii elektrycznej. W poniższej tabeli zestawiono produkty i usługi, których dotyczyło będzie zapotrzebowanie pochodzące z japońskiego rynku wodoru.

Lp.	Rodzaj produktu / usługi	Szacunkowa wartość rynku	Natężenie konkurencyjne
1	Produkcja komponentów i półproduktów metalowych		
2	Dostawy zbiorników do magazynowania wodoru		
3	Produkcja zbiorników ciśnieniowych		
4	Produkcja komponentów dla motoryzacji		



5	Produkcja 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)		
6	Produkcja butli gazowych		
7	Produkcja rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych)		
8	Produkcja komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)		
9	Bezpieczeństwo maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, wyłączniki, skanery laserowe)		
10	Produkcja urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)		
11	Produkcja dyfuzorów membran i elektrod		
12	Produkcja komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)		
13	Infomatyzacja procesów wytwarzania energii		
14	Produkcja systemów testowania ogniw paliwowych		
15	Programowanie (oprogramowanie dla operatorów infrastruktury krytycznej na styku z systemami UPS, aplikacje do monitorowania pracy systemów UPS)		
16	Prowadzenie procesów energetycznych		
17	Instalacja systemów klimatyzacji		
18	Projektowanie instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych		
19	Remonty i modernizacje infrastruktury technicznej		
20	Inżynieria kontraktów		

21	Produkcja i montaż instalacji elektrycznych	<input type="radio"/>	
22	Produkcja i montaż instalacji wentylacyjnych	<input type="radio"/>	
23	Projektowanie instalacji przemysłowych	<input type="radio"/>	
24	Projektowanie i wykonawstwo instalacji przeciwpożarowych	<input type="radio"/>	
25	Prowadzenie szkoleń z zakresu bezpieczeństwa	<input type="radio"/>	
26	Inżynieria oraz projektowanie i budowa maszyn	<input type="radio"/>	
27	Prowadzenie analiz geologicznych	<input type="radio"/>	

Źródło: Opracowanie własne

Analizy zapotrzebowania na poszczególne produkty i usługi dokonano w oparciu o dwa kryteria. Kryterium pierwszym jest szacunkowy rozmiar rynku dla danej kategorii produktów i usług w perspektywie 2050 roku, który został oszacowany w oparciu o dane dotyczące rozmiaru rynku wodoru w Japonii w segmentach, dla których dane były publicznie dostępne<sup>35</sup>. Drugim kryterium jest poziom natężenia konkurencyjnego w ramach rynków poszczególnych produktów i usług. Przyjęte kryteria oceny zostały zaprezentowane poniżej.

Wartość rynku w perspektywie 2050	
0-1 mld PLN	<input type="radio"/>
1-5 mld PLN	<input type="radio"/>
5-10 mld PLN	<input type="radio"/>
10-20 mld PLN	<input type="radio"/>
>20 mld PLN	<input type="radio"/>

<sup>35</sup> Hydrogen market profile in Japan, online [dostęp: 06.03.2021], <<https://www.eastanalytics.com>>

Natężenie konkurencyjne	
wysokie	
średnie	
niskie	

### 3.6 Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii

Japonia będzie dążyć do tego, aby wodór stał się wystarczająco opłacalnym źródłem energii w perspektywie 2030 r. Aby osiągnąć ten cel, dążąc do redukcji emisji dwutlenku węgla, Japonia będzie musiała uczynić technologię, która jest obecnie na wczesnym etapie rozwoju, komercyjnie opłacalną na dużą skalę. W tym celu rząd tego kraju przeznaczy 2 biliony jenów (17 mld EUR) funduszy na wsparcie wysiłków zmierzających do poprawy opłacalności ekonomicznej wykorzystania wodoru.

Japońskie firmy, w tym Toyota Motor Corp utworzyły organizację Japan Hydrogen Association, aby promować tworzenie łańcucha dostaw wodoru w tym kraju. Jest to jeden z przejawów ogólnokrajowej tendencji, który potwierdza, że również sektor prywatny w Japonii zainteresowany jest rynkiem wodoru.

Biorąc pod uwagę profil działalności potencjalnych partnerów biznesowych, a także specyfikę rynku japońskiego, szczególnie istotne metody wejścia na ten rynek obejmują, podobnie jak w przypadku USA, współpracę z dystrybutorem, różnego typu joint ventures opierające się na outsourcingu części łańcucha produkcji oraz licencjonowanie technologii.

W zakresie działalności z wykorzystaniem pośredników, rekomendowane jest przede wszystkim wykorzystanie usług **licencjonowanych agentów** oraz **agentów posiadających rozwinięte zaplecze magazynowe**. Po pierwsze umożliwi to skorzystanie z doświadczenia rynkowego tych podmiotów, co w przypadku tak specyficznych rynków, jak rynek japoński jest bardzo istotne. Co więcej, współpraca z podmiotem posiadającym rozwinięte zaplecze magazynowe umożliwi ograniczenie kosztów związanych z transportem towarów na rynek docelowy. Jest to szczególnie istotne w przypadku kontraktów obejmujących większe wolumeny dostaw.

Możliwą formą współpracy z partnerem japońskim jest również realizacja **wspólnego przedsięwzięcia biznesowego – joint venture**. Należy jednak mieć na uwadze, że japońskie firmy działają zgodnie ze specyficznym dla Japonii podejściem do biznesu i związanymi z nim zasadami etyki biznesowej. Wiąże się z tym fakt, że nawiązanie tak zaawansowanej formy współpracy jak joint venture może zająć sporo czasu i wiązać się z koniecznością odbycia licznych spotkań z potencjalnym partnerem, zarówno w Polsce, jak i w Japonii.

Możliwym sposobem nawiązania współpracy z podmiotami z Japonii jest także **licencjonowanie**. W tym aspekcie należy mieć na uwadze, że inwestorzy japońscy preferują

model oparty na przejmowaniu licencji na wyłączność. Mało prawdopodobne jest zatem nawiązanie współpracy opartej na udzieleniu japońskiej firmie licencji, która będzie ograniczona w jakimkolwiek aspekcie.

Analizując możliwości wejścia na rynek japoński należy pamiętać, że kultura biznesowa tego kraju jest bardziej zorientowana na relacje niż kultura europejska, szczególnie jeśli chodzi o prowadzenie interesów. Japończycy chcą kogoś poznać i zaufać, zanim zrobią z nim interesy. Relacje często rozwijają się podczas nieformalnych spotkań towarzyskich. Istotnymi wartościami dla partnerów z Japonii są takie aspekty działalności, jak wiek firmy, doświadczenie, czy członkostwo w uznawanych organizacjach branżowych. Wszystkie powyższe kwestie należy umiejętnie wykorzystać w celu budowy odpowiedniego wizerunku i zaufania wśród partnerów z analizowanego kraju.

### **3.7 Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w Japonii**

Japoński rynek wodorowy jest jednym z najlepiej rozwiniętych rynków wodoru na świecie. Cechą charakterystyczną tego rynku jest niewątpliwie wysoki poziom zaawansowania technologicznego, a także zintegrowane podejście do rozwoju całych łańcuchów dostaw i wartości wodoru. Kluczowym bodźcem kierującym rozwojem technologii wodorowych w tym kraju jest na obecnym etapie obniżenie kosztów produkcji wodoru i stosowania opartych na nim technologii w celu przekroczenia progu opłacalności wdrożeń.

Przekłada się to na trendy, który wyznaczają w tym kraju kierunki rozwoju gospodarki opartej na wodorze na najbliższe lata:

- Rząd Japonii wspiera każdy rodzaj produkcji wodoru, nie tylko tzw. zielony wodór. Ponieważ Japonia dąży do obniżenia kosztów i szybkiego rozszerzenia produkcji, wspiera również inicjatywy oparte na tzw. szarym wodorze. Przykładem takich projektów jest planowany na 2020/2021 program eksportowy Kawasaki Heavy Industries do Victorii w Australii. Produkcja zielonego i niebieskiego wodoru na większą skalę planowana jest w perspektywie 2030 roku.
- Rozwój japońskiego rynku wodoru jest w znacznym stopniu oparty o współpracę międzynarodową. Japońskie firmy są już zaangażowane w międzynarodowe projekty wodorowe m.in. w Brunei, Norwegii i Arabii Saudyjskiej. Niedawno Kawasaki Heavy Industries ogłosiło również budowę instalacji skraplania, magazynu i terminalu załadunkowego na eksport wodoru do Japonii w australijskim stanie Victoria jako projekt pilotażowy na lata 2020/2021.
- Bardzo duży nacisk kładziony jest na rozwój mobilności wodorowej zarówno w aspekcie floty pojazdów, jak i infrastruktury do tankowania wodoru. Toyota, Honda, Nissan, Tokyo Gas i Iwatani Corp. wraz z 6 innymi firmami, w tym japońskimi deweloperami infrastruktury i firmami inwestycyjnymi, założyły w 2017 r. spółkę joint venture „Japan H2 Mobility (JHyM)”, aby przyspieszyć wdrażanie stacji paliw

wodorowych w całej Japonii z pomocą dotacji rządowych. We współpracy z rządem Japonii, JHyM planuje zbudować łącznie 80 nowych stacji tankowania wodoru do początku 2022 r. Spółka joint venture ma obecnie ponad 20 uczestniczących firm.

### **3.8 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek.**

#### **Barierę wejścia na rynek japoński**

Japonia jest trzecią co do wielkości gospodarką na świecie, ale zajmuje 114. miejsce pod względem łatwości prowadzenia działalności. W związku z powyższym w przypadku internacjonalizacji działalności na ten rynek rekomendowane jest skorzystanie ze wsparcia lokalnych podmiotów, które posiadają znajomość specyfiki rynku oraz panujących na nim regulacji i zwyczajów.

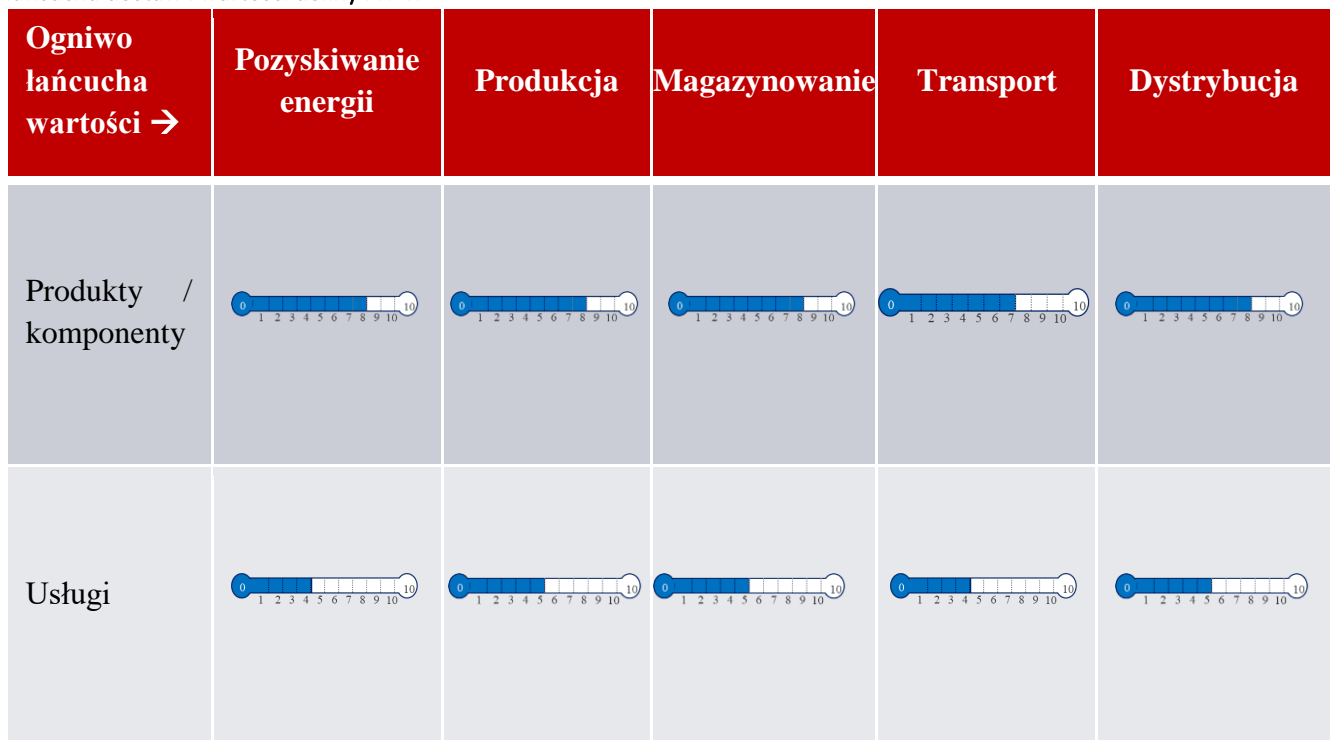
Kluczowe bariery prowadzenia działalności na rynku japońskim:

- Odległość geograficzna i rozmiar kraju - ze względu na rozmiar Japonii konieczne są znaczne inwestycje, co nierozzerwalnie łączy się z dużym ryzykiem biznesowym, ale również ze znacznymi szansami na sukces.
- Konkurencja - Japonia ma wiele bardzo silnych lokalnych firm. Japońskie firmy zazwyczaj odważnie konkurują z nowymi podmiotami. Na taką konkurencję trzeba być przygotowanym przeprowadzenie dokładnego badania rynku i opracowywanie strategii internacjonalizacji.
- Wysokie koszty prowadzenia działalności – podmioty wchodzące na japoński rynek powinny uwzględnić w swoim biznesplanie relatywnie wysokie koszty prowadzenia działalności w tym kraju, dotyczące przede wszystkim płac i podatków.
- Przepisy prawne – dla polskich przedsiębiorców planujących wejść na rynek japoński, regulacje obowiązujące w tym kraju mogą wydawać się relatywnie restrykcyjne.
- Regulacje i standardy – obowiązujące normy techniczne, wymagania w zakresie testowania produktów, certyfikacji, oraz potwierdzające to oznaczenia często stanowią istotne bariery dla prowadzenia działalności w Japonii.
- Procedury celne - oprócz ceł, występuje szereg innych utrudnień zwiększających koszty transakcji handlowych, tj. ograniczenia ilościowe, dodatkowe opłaty celne, świadectwa pochodzenia, opłaty manipulacyjne, pozwolenia i zezwolenia, licencje, czy zakazy importu.
- Różnice kulturowe – opisane już powyżej różnice kulturowe i dotyczące etykiety biznesowej w Japonii powodują, że polscy przedsiębiorcy powinni się odpowiednio przygotować to współpracy z partnerami z Japonii.

## Kapitałochłonność związana z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości

Potencjalne włączenie się w łańcuch dostaw i wartości gospodarki opartej na wodorze w Japonii jest bardziej kapitałochłonne niż w przypadku krajów europejskich. Jest ono również bardziej kapitałochłonne, w porównaniu do internacjonalizacji na rynek USA. Podobnie, jak w przypadku USA, pierwszym z czynników wpływających na podniesienie kapitałochłonności inwestycji w Japonii jest bariera geograficzna, która przekłada się na koszty transportu materiałów i towarów (w przypadku usług bariera geograficzna nie ma aż tak dużego znaczenia). Na kapitałochłonność potencjalnych przedsięwzięć na japońskim rynku wpływają również koszty związane z dopuszczeniem produktów do obrotu (certyfikaty, licencje, ekspertyzy, koszty rejestracji etc.). Niewątpliwie istotne koszty i nakłady związane będą również z budową świadomości marki i znalezieniem potencjalnych kontrahentów na rynku japońskim. W tym zakresie kosztem przedsiębiorców wchodzących na japoński rynek będą działania związane z dotarciem do klientów, takie jak np. udział w targach lub udział w spotkaniach bezpośrednich z potencjalnymi kontrahentami. Dodatkowym kosztem, który jest prawie nieodzownie powiązany z wejściem na japoński rynek jest także koszt współpracy z wyspecjalizowanym pośrednikiem lub doradcą, który wesprze firmę w przewyciężeniu barier dotyczących wejścia na japoński rynek, podejmujących m.in.: znalezienie partnerów biznesowych, konkurowanie z lokalnymi podmiotami, czy przestrzeganie lokalnych regulacji i standardów.

Rysunek 7 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru Japonii na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny FH2R



Źródło: Opracowanie własne



Internacjonalizacja działalności na rynek japoński niewątpliwie wiąże się z koniecznością poniesienia znacznych nakładów i kosztów. Wpływ na to mają przede wszystkim różnice kulturowe oraz odległość geograficzna. Jednakże w przypadku podmiotów, które chcą rozwijać się w obszarze gospodarki opartej na wodorze Japonia jest jedną z niewielu destynacji, która daje możliwość włączenia się i zdobywania doświadczenia na jednym z najlepiej rozwiniętych na świecie rynków wodoru. Japoński rynek wodoru, ze względu na stan zaawansowania tamtejszej gospodarki opartej na wodorze, rynek ten jest bardzo atrakcyjny dla polskich przedsiębiorców. Dodatkowym jego atutem jest otwartość japońskich podmiotów na współpracę zagraniczną, która w ich ocenie jest niezbędna dla zapewnienia odpowiedniej dynamiki rozwoju rynku wodoru w tym kraju.

Wsparcie finansowe dla rozwoju działalności na rynku japońskim może potencjalnie pochodzić z takich samych źródeł, jak te które zostały wskazane w przypadku rynku amerykańskiego: środki preferencyjne z funduszy unijnych, finansowanie działalności eksportowej prowadzona przez Bank Gospodarstwa Krajowego i Korporację Ubezpieczeń Kredytów Eksportowych S.A., a także środki przeznaczone na finansowanie zielonej transformacji obejmujące plan inwestycyjny na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu i mechanizm sprawiedliwej transformacji.

### **3.9 Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości wodoru w Japonii na przykładzie doliny wodorowej FH2R**

W poniższej tabeli zestawiono krytyczne komponenty dla łańcucha dostaw i wartości na przykładzie funkcjonowania łańcucha i wartości w dolinie wodorowej FH2R. Ze wskazanymi w tabeli produktami związana będzie znaczna część popytu związaną z rozwojem rynku wodoru w perspektywie krótko i średnioterminowej. Popyt ten dotyczył będzie już powstających lub planowanych instalacji wodorowych.

1	Napędy, regulatory ciśnienia, czujniki dla motoryzacji
2	Zbiorniki do magazynowania wodoru
3	Dyfuzory, membrany i elektrody do elektrolizerów
4	Elektrolizery alkaliczne, membranowe z wymianą protonów i elektrolizery na tlenek stały
5	Części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki)
6	Komponenty automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)
7	Ogniwa paliwowe i komponenty do ogniw paliwowych
8	Pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki i inne komponenty do stacji tankowania wodoru

9	Urządzenia pomiarowe, kontrolne i nawigacyjne (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)
10	Komponenty i półprodukty metalowe
11	Komponenty przemysłowe (pompy, zawory, monołączka, kształtki, rury, zasuwy)
12	Zbiorniki ciśnieniowe
13	Instalacje przeciwpożarowe
14	Komponenty wykorzystywane w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)
15	Rury w szczególności wykonane z tworzyw sztucznych)
16	Materiały polimerowe (zbiorniki z włókna węglowego pokrytego warstwą polimerową), z kompozytów włókno szklane/aramid lub włókno węglowe z wkładem metalowym
17	Systemy testowania ogniw paliwowych

Źródło: Opracowanie własne

Dla kluczowych ogniw łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w Japonii opracowano listę krytycznych komponentów wraz z oceną istotności każdego z nich. Ocena została dokonana w skali 1-6, gdzie notę 6 otrzymały komponenty krytyczne dla rozwoju danego segmentu rynku wodoru.

Tabela 7 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Reaktory	podsystem	6
Integratory procesorów paliwa	integracja	6
Katalizatory	materiały specjalistyczne	5
Katalizatory reaktora	materiały specjalistyczne	4
Katalizatory zmiany biegów	materiały specjalistyczne	4
Odsiarczacze	sub-komponenty	4
Naczynia reakcyjne	sub-komponenty	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 8 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Dozowniki / węże	komponent	6
Kompresory wodoru	podsystem	6
Sensory wodoru	podsystem	6
Integratory rozwiązań HRS	system	5
Przepływomierze	komponent	5

Chłodzenie wstępne	podsystem	4
--------------------	-----------	---

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 9 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Uszczelki	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Membrany	sub-komponenty	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Stosy AEL	podsystem	5
Systemy AEL	system	5
Anody	sub-komponenty	4
Katody	sub-komponenty	4
Dejonizatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 10 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory	materiały specjalistyczne	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły membran elektrodowych	sub-komponenty	6
Stosy PEM	podsystem	6
Jonomery	materiały specjalistyczne	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Systemy PEM	system	5
Wsporniki membran	materiały specjalistyczne	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 11 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Komórki (EEA, MEA)	sub-komponenty	6
Elektrolity ceramiczne	sub-komponenty	6
Elektrody	sub-komponenty	6
Uszczelki	sub-komponenty	6

Stosy SOEL	podsystem	6
Łączniki	sub-komponenty	5
Warstwy metali porowatych	sub-komponenty	5
Systemy SOEL	system	5
Czujniki wodoru	sub-komponenty	5
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 12 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych PEMFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory na nośniku	materiały specjalistyczne	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły elektrod membranowych	sub-komponenty	6
Warstwy dyfuzyjne gazu	sub-komponenty	6
Stosy PEMFC	podsystem	6
Systemy PEMFC	system	6
Wsporniki membrany	materiały specjalistyczne	4
Jonometry	materiały specjalistyczne	4
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Recyrkulatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Inwertery	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 13 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych SOFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Elektrolity ceramiczne	sub-komponenty	6
Elektrody	sub-komponenty	6
Uszczelki	sub-komponenty	6
Komórki (EEA, MEA)	sub-komponenty	6
Stosy SOFC	podsystem	6
Połączenia międzysystemowe	sub-komponenty	5
Warstwy porowate	sub-komponenty	5
Procesory / reformery paliwa	podsystem	5
Systemy SOFC	system	5
Inwertery	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

### 3.9.1 Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową

Podstawowe wyzwania związane z rozwojem rynku wodoru w Japonii obejmują obniżenie kosztów związanych z produkcją, transportem i dystrybucją tego nośnika energii, a także kosztów urządzeń, pojazdów i infrastruktury wykorzystującej wodór. Dostosowania wymagają również regulacje i normy rynkowe, które powinny nie tylko umożliwiać względnie łatwe skalowanie technologii wodorowych, ale również kreować bodźce do korzystania z rozwiązań (nie tylko transportowych) wykorzystujących wodór. Należy mieć jednak na uwadze, że każdy z problemów związanych z rozwojem technologii wodorowych stanowi również szansę dla podmiotów zainteresowanych rozwojem na tym rynku. Rozwiązanie kluczowych problemów technologicznych i poza-technologicznych może okazać się ważną osią budowy przewag konkurencyjnych. Szczegółowe wyzwania dotyczące kluczowych ogniw łańcucha wartości rynku wodoru w Japonii zostały zaprezentowane poniżej.

#### Produkcja wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii produkcji wodoru w Japonii obejmują:

- Rozwój technologii tańszych, wydajniejszych i trwalszych elektrolizerów,
- Konieczność rozwoju technologii power-to-gas,
- Rozwój możliwości wykorzystania taniej energii zza granicy Japonii do produkcji wodoru,
- Konieczność rozwoju technologii reformingu, zgazowania i pirolizy,
- Rozwój innowacyjnych metod produkcji wodoru z odnawialnych, kopalnych i jądrowych źródeł energii, w tym również stosowanie podejścia hybrydowego,
- Rozwój efektywnych kosztowo i przyjaznych dla środowiska technologii wychwytywania, utylizacji i składowania dwutlenku węgla.

#### Magazynowanie wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii magazynowania wodoru w Japonii obejmują:

- Obniżenie kosztów magazynowania,
- Zapewnienie większej pojemności magazynów przy jednoczesnym obniżeniu wagi i objętości,
- Łączenie magazynów wodoru z instalacjami produkcji paliwa i docelowymi obszarami zastosowania nośnika energii.

#### Transport wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii transportu wodoru w Japonii obejmują:

- Rozwój technologii transportu wodoru drogą morską,
- Rozwój tańszych i bardziej niezawodnych systemów transportu i dystrybucji wodoru,
- Rozwój zaawansowanych technologii i koncepcji dystrybucji wodoru,
- Optymalizacja technologii transportu wodoru z wykorzystaniem różnego typu nośników chemicznych i biologicznych,
- Dostosowanie regulacji drogowych oraz regulacji związanych z lokalizacją infrastruktury dystrybucyjnej w celu obniżenia ryzyka inwestycyjnego.

### **Docelowe obszary zastosowania wodoru**

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii związanych z wykorzystaniem wodoru w Japonii obejmują:

- Rozwój zintegrowanych łańcuchów wartości i dostaw wodoru wykorzystujących zasoby regionalne i lokalne,
- Integracja, testowanie i walidacja zintegrowanych systemów wodorowych dostosowanych do specyfiki każdego z kluczowych obszarów zastosowania,
- Obniżenie kosztów wodoru jako paliwa dla sektora transportowego,
- Obniżenie kosztów i efektywności produkcji samochodów wodorowych (obecnie koszty są o ok. 30% wyższe niż w przypadku samochodów hybrydowych, a zdolności produkcyjne to jedynie kilka sztuk na dobę w ramach jednej linii produkcyjnej).

## **4. Dolina wodorowa Niemcy na przykładzie projektu H2RIVERS**

### **4.1 Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem**

W porównaniu np. do Japonii, niemiecki rynek wodoru charakteryzuje relatywnie krótka historia funkcjonowania. Analizowana technologia przez dłuższy czas nie miała istotnego znaczenia w skali funkcjonowania niemieckiej gospodarki i nie była postrzegana jako dziedzina, z którą mogą wiązać się szanse biznesowe. 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. Niewątpliwie to właśnie dekarbonizacja jest kluczowym czynnikiem, który wpłynął na rozwój gospodarki wodorowej w Niemczech, co odróżnia ten kraj od USA, czy Japonii. Wodór jest kluczowym elementem niemieckiej strategii transformacji energetycznej (Energiewende). Niemcy jako pierwsza europejska gospodarka dążą do osiągnięcia neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla do 2050 r. W związku z tym, rząd tego kraju ogłosił, że zamierza



osiągnąć 5 GW zdolności produkcyjnej wodoru do 2030 r. oraz kolejne 5 GW w perspektywie 2040 r.<sup>36</sup>

W związku kluczową pobudką rozwoju gospodarki wodorowej, jaką jest dekarbonizacja kraju, główną osią rozwoju niemieckiej gospodarki opartej na wodorze ma być wodór, do którego produkcji wykorzystano odnawialne źródła energii (zielony wodór)<sup>37</sup>. Główne cele niemieckiego rządu obejmują wykorzystanie zielonego wodoru, wspieranie szybkiego wzrostu rynku i tworzenie zintegrowanych łańcuchów dostaw i wartości. Jednocześnie jednak niemiecki rząd dostrzega łączenie się łańcuchów dostaw i wartości rynku wodoru w wymiarze europejskim. Antycypuje on, że na europejskim rynku sprzedawany będzie wodór neutralny pod względem emisji CO<sub>2</sub> (np. „zielony”, „niebieski” lub „turkusowy”). Ze względu na ścisłą integrację Niemiec z europejską infrastrukturą dostaw energii, wodór ten również może odgrywać istotną, ale przejściową rolę w rozwoju niemieckiej gospodarki opartej na wodorze<sup>38</sup>.

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. 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<sup>39</sup>.

---

<sup>36</sup> A Hydrogen Roadmap for Germany, Fraunhofer.

<sup>37</sup> M. Jensterle et al., *The role of clean hydrogen in the future energy systems of Japan and Germany*, adelphi consult GmbH, wrzesień 2019.

<sup>38</sup> German hydrogen economy to spark traded market for imports: consultants, Reuters, [online, dostęp: 16.01.2021 r.], < <https://www.reuters.com/article/us-germany-hydrogen-imports-idUSKBN23T1JT>>.

<sup>39</sup> The National Hydrogen Strategy, Federal Ministry for Economic Affairs and Energy of Germany, czerwiec 2020.

Rysunek 8 Potencjalne obszary zastosowania wodoru w Niemczech

Mieszkalnictwo	Transport	Przemysł
Szacuje się, w całych Niemczech jest ok. 3 mln budynków, które mogą zostać wyposażone w mini- i mikro-ciepłownie oparte na wodorowych ogniach paliwowych. Szacowana docelowa wartość tego rynku w perspektywie 2030 r. to ok. 200-250 mld PLN	Przewiduje się dynamiczny rozwój technologii wodorowej w transporcie towarowym oraz w niektórych segmentach transportu osobowego w (np. SUVy oraz większe samochody pasażerskie, które przeznaczone są do podróżowania na dłuższych dystansach).	W niemieckim sektorze przemysłowym występuje już zapotrzebowanie na wodór i oczekuje się, że zapotrzebowanie to znacznie wzrośnie w przyszłości. Kierunki polityki klimatycznej zakładają wykorzystanie zielonych technologii wodorowych w produkcji stali i przemyśle rafineryjnym.
Magazynowanie energii	Wytwarzanie energii	
W 2019 r. w Niemczech eksploatowano (lub planowano oddać do eksploatacji) 50 elektrowni wiatrowych lub fotowoltaicznych o łącznej mocy elektrycznej ponad 55 MW, które są wyposażone w elektrolizer do produkcji wodoru.	Zastosowania wodoru w segmencie wytwarzania energii w Niemczech obejmują zarówno systemy awaryjnego zasilania (UPS), jak i prace na rozwoju turbin gazowych, które mogą być zasilane wodorem.	

Źródło: Opracowanie własne

Próba budowy przewag konkurencyjnych w niemieckiej gospodarce opiera się na dwóch zasadniczych czynnikach. Pierwszym z nich jest **pakiet inwestycyjny** ukierunkowany na **rozwój technologii i wdrożenia technologii w docelowych zastosowaniach**. Aktualna wysokość obiecanego przez niemiecki rząd pakietu inwestycyjnego to ok. 9 mld EUR<sup>40</sup>. Drugim czynnikiem, który ma umożliwić szybszy rozwój gospodarki opartej na wodorze w Niemczech jest **promowanie współpracy pomiędzy światem nauki i biznesem**, co ma umożliwić szybsze rozpowszechnianie się technologii w gospodarce.

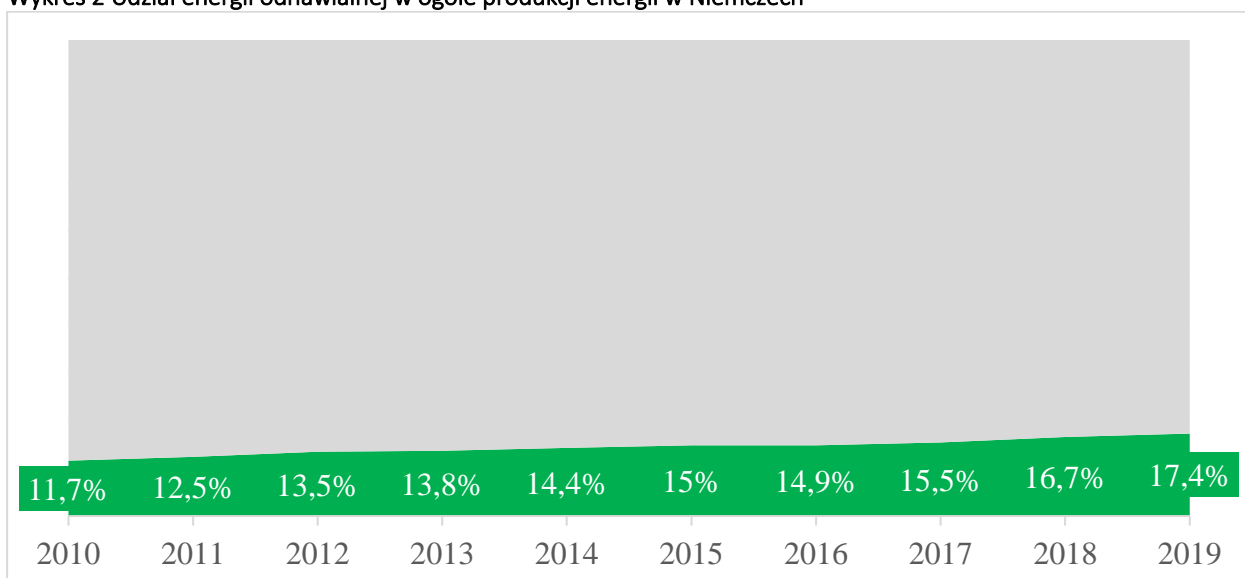
Kluczowej przewagi konkurencyjne i bariery w zakresie rozwoju technologii wodorowych w Niemczech przedstawione zostały w poniższej tabeli:

<sup>40</sup> Germany and hydrogen — €9 billion to spend as strategy is revealed, DW, czerwiec 2020, [online, dostęp: 16.01.2021 r.], <<https://www.dw.com/en/germany-and-hydrogen-9-billion-to-spend-as-strategy-is-revealed/a-53719746>>.

Przewagi konkurencyjne	Bariery
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Silnie rozwinięty przemysł oraz mocne zaplecze inżynieryjne,</li> <li>- Dobrze rozwinięty sektor produkcji energii w źródłach odnawialnych (przede wszystkim segment elektrowni wiatrowych),</li> <li>- Mocne zaplecze badawczo rozwojowe i naukowe,</li> <li>- Bardzo rozwinięty sektor motoryzacyjnych, z wiodącymi firmami motoryzacyjnymi,</li> <li>- Niemcy są jednym z największych w Europie rynków gazu ziemnego, co przekłada się na uprzywilejowaną pozycję wodoru, jako paliwa, którym można zastąpić gaz ziemny,</li> <li>- Rosnący udział energii odnawialnej w ogóle produkcji energii elektrycznej w Niemczech,</li> <li>- Posiadanie dedykowanej strategii wodorowej oraz ogłoszonego planu inwestycji w technologie oparte na wodorze.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brak wystarczających zasobów lądowych i morskich, aby wyprodukować wystarczającą ilość wolnego od węgla wodoru z energii odnawialnej, aby osiągnąć cel UE, jakim jest zmniejszenie emisji netto do zera do 2050 r.,</li> <li>- Wciąż niedostateczny poziom uregulowania rynku wodoru.</li> </ul>

Źródło: Opracowanie własne

Wykres 2 Udział energii odnawialnej w ogóle produkcji energii w Niemczech



Źródło: Eurostat

## 4.2 Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w Niemczech oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze

### Dokumenty strategiczne

Niemcy chcą **zostać światowym liderem w rozwoju technologii wodorowych**, a rząd opracował krajową strategię dotyczącą wodoru, aby spełnić te ambicje. Strategia mówi, że wodór jest uniwersalnym nośnikiem energii, który może być używany w ogniwach paliwowych do napędzania mobilności opartej na wodorze i służyć jako podstawa paliw syntetycznych, ale także jako medium do przechowywania energii odnawialnej. Zgodnie z wizją zapisaną w strategii wodór ma być zasadniczym czynnikiem umożliwiającym łączenie sektorów gospodarki. Ponadto, w obszarach, w których nie można wykorzystywać energii elektrycznej bezpośrednio z odnawialnych źródeł energii, zielony wodór i jego produkty końcowe (Power-to-X) otwierają nowe ścieżki do dekarbonizacji. Ponadto zgodnie z zapisami strategii, wodór może być również stosowany jako surowiec w procesach produkcyjnych w przemyśle wobec braku realnych alternatyw dla planowanych głębokich redukcji emisji. Przykładami gałęzi przemysłu, które mają relatywnie szybko wykorzystać wodór jako nośnik służący dekarbonizacji są sektory produkcji stali i cementu. Niemiecka strategia wodorowa kładzie nacisk na zintegrowany rozwój całego łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru poprzez inwestycje w technologie, produkcję, magazynowanie, infrastrukturę i obszary docelowego wykorzystania tego nośnika paliwa, w tym logistykę i transport. W strategii wskazane są istniejące programy rządowe wspierające technologie wodorowe. Oprócz tego uzgodniony pakiet stymulacyjny z 3 czerwca 2020 r. przewiduje udostępnienie ok. 7 mld EUR na rozwój rynku technologii wodorowych w Niemczech i dalsze 2 mld EUR na partnerstwa międzynarodowe w tym zakresie<sup>41</sup>.

Niemiecka strategia wodorowa szczególnie nacisk kładzie się na obszary, które są już bliskie osiągnięcia rentowności ekonomicznej w zakresie wykorzystania wodoru oraz takie, których nie można zdekarbonizować w żaden inny sposób niż z wykorzystaniem wodoru. Obszarami tymi są na przykład przemysł stalowy i chemiczny lub niektóre obszary transportu. Włączenie rynku ogrzewania w łańcuch wodoru traktowane jest raczej jako średnio- lub długoterminowy cel<sup>42</sup>.

Zapisy analizowanego dokumentu strategicznego wskazują, że istotne jest stworzenie rynku wewnętrznego dla technologii wodorowych w Niemczech i utworzenie drogi dla importu tego nośnika energii. Pierwszym krokiem w kierunku wprowadzenia technologii wodorowych na rynek ma być silna i zrównoważona krajowa produkcja i wykorzystanie wodoru. Silny niemiecki rynek wodorowy ma również stanowić sygnał dla rozwoju technologii wodorowych za granicą tego kraju. Dokument zakłada również wzmocnienie infrastruktury transportowej i dystrybucyjnej wodoru z wykorzystaniem istniejącej w Niemczech infrastruktury gazowej, ale

---

<sup>41</sup> The National Hydrogen Strategy, Federal Ministry for Economic Affairs and Energy of Germany, czerwiec 2020.

<sup>42</sup> *Ibidem*.

także poprzez rozbudowę dedykowanych sieci wodorowych. Niemiecki rząd przewiduje także wsparcie badań i rozwoju oraz szkolenia wykwalifikowanego personelu w celu osiągnięcia dojrzałości kluczowych technologii wodorowych w perspektywie 2030 r.

## Regulacje rynku

Budowa i eksploatacja instalacji do produkcji wodoru, takiej jak instalacja typu power-to-gas, wymaga przeprowadzenia procedury autoryzacyjnej zgodnie z federalną **ustawą o kontroli immisji**. Procedura obejmuje również audyt wstępny na podstawie **ustawy o ocenach oddziaływania na środowisko**. W zakresie budowy instalacji do produkcji wodoru muszą być również spełnione wymagania **rozporządzenia w sprawie niebezpiecznych zdarzeń**<sup>43</sup>.

Wodór wytwarzany w drodze elektrolizy spełnia definicję „gazu” według **ustawy prawo energetyczne**. Wodór wytwarzany w drodze elektrolizy mieści się również w definicji „biogazu” zawartej w ustawie o energetyce, tym samym korzystając z przywilejów dla biogazu dotyczących preferencyjnego przyłączenia do sieci, dostępu do sieci i bilansowania. Ogólnie rzecz biorąc, zakłady produkujące wodór z elektrolizy są zwolnione z opłat za dostęp do sieci na mocy ustawy prawo energetyczne.

Ponieważ wodór wytwarzany z elektrolizy jest definiowany jako gaz, rurociągi transportujące taki wodór uznawane są za sieci dostaw gazu na mocy ustawy prawo energetyczne. Dotyczy to jednak tylko sieci dystrybucyjnych, ponieważ definicja przesyłu gazu w ustawie energetycznej odnosi się wyłącznie do przesyłu gazu ziemnego, a tym samym wyklucza wodór.

Inne rodzaje wodoru, takie jak niebieski wodór, nie są w ogóle objęte zakresem przywołanych definicji. W związku z tym nie wchodzi on w zakres ustawy prawo energetyczne i związanych z nią przepisów.

Istniejące ramy regulacyjne w ogóle nie obejmują sieci przesyłowych wykorzystujących czysty wodór. Obecnie maksymalnie 10% wodoru może być wprowadzane do sieci gazu ziemnego. Według raportów Technical Gas Association udział ten może wzrosnąć nawet do 20%. W ramach strategii wodorowej rząd niemiecki ogłosił jednak zamiar całkowitej konwersji części istniejących odcinków rurociągów na wodór oraz budowy magistrali wodorowej, co wymagało będzie odpowiedniego dostosowania przepisów. Zgodnie z **rozporządzeniem o dostępie do sieci** wtłaczanie biogazu (a tym samym wodoru pochodzącego z elektrolizy) do sieci przesyłowej gazu jest bezpłatne<sup>44</sup>.

---

<sup>43</sup> Hydrogen law and regulation in Germany, CMS Law, [online, dostęp: 17.01.2021 r.], <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/germany>>.

<sup>44</sup> Hydrogen law and regulation in Germany, CMS Law, [online, dostęp: 17.01.2021 r.], <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/germany>>.



### 4.3 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż

#### 4.3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w Niemczech

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). 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 perspektywie 2050 roku oraz nawet 250 – 800 TWh w perspektywie długoterminowej**<sup>45</sup>.

#### Produkcja wodoru

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 TWh**<sup>46</sup> (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). Na dzień dzisiejszy prawie cały wodór w Niemczech produkowany jest z paliw kopalnych (węgiel, gaz ziemny), co rodzi konsekwencje obejmujące m.in. uwalnianie dwutlenku węgla do atmosfery. 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 wodrze, takich jak metan syntetyczny. Rozwijaną opcją jest wytwarzanie tego nośnika energii za pomocą elektrolizy wodnej. 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 technologią.

#### Transport wodoru

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. Istniejąca niemiecka sieć dystrybucji i przesyłu gazu może przenosić wodór w zakresie do 5 do 10% objętości bez

---

<sup>45</sup> *The National Hydrogen Strategy*, Federal Ministry for Economic Affairs and Energy of Germany, czerwiec 2020, s. 9.

<sup>46</sup> M. Jensterle et al., *The role of clean hydrogen in the future energy systems of Japan and Germany*, adelphi consult GmbH, wrzesień 2019.



żadnych znaczących zmian infrastrukturalnych. Według przeglądu literatury przeprowadzonego przez IRENA<sup>47</sup>, przesyłanie wodoru z wykorzystaniem istniejącej sieci gazowej w Niemczech bez znaczących zmian jest obecnie możliwe nawet w przypadku ok. 20-30% sieci.

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.

### Magazynowanie 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 gazowej<sup>48</sup>. 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.

Upowszechnienie się technologii wodorowych wygeneruje możliwości rozwojowe w wielu sektorach USA, w tym: **transportowym, mieszkaniowym, energetycznym oraz przemysłowym.**

### Transport

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 wodorową**<sup>49</sup>. 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

---

<sup>47</sup> 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](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Sep/IRENA_Hydrogen_from_renewable_power_2018.pdf)>.

<sup>48</sup> 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>>.

<sup>49</sup> 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>>.

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 napędowe<sup>50</sup>.

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 roku<sup>51</sup>. W związku z powyższym, można wnioskować, że aktualnie na terenie Niemiec funkcjonuje przynajmniej 100 tego typu obiektów.

## Przemysł

Kierunki polityki klimatycznej Niemiec 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)**,

## Produkcja energii elektrycznej

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 wodorze<sup>52</sup> (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 paliwowych<sup>53</sup>. 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.)<sup>54</sup>. Projekty były wspierane i finansowane przez departament badań i rozwoju Federalnego Ministerstwa Transportu i Infrastruktury Cyfrowej (BMVI).

---

<sup>50</sup> 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](http://marigreen.eu/wordpress_marigreen/wp-content/uploads/2018/11/Hydrogen-Feasibility-Study-MariGreen.pdf)>.

<sup>51</sup> H2.LIVE (2019), *Wassersatofftankstellen in Deutschland & Europa.*, [online, dostęp: 12.07.2020], <<https://h2.live/>>.

<sup>52</sup> 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/>>.

<sup>53</sup> Strona internetowa Clean power net, (2019), [online, dostęp: 12.08.2020], <<https://www.hg.org/germany-business-law.asp>>.

<sup>54</sup> Strona internetowa Clean power net, (2019), [online, dostęp: 12.08.2020], <<http://www.cleanpowernet.de/anwendungen/>>.

## Mieszkalnictwo

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). 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 paliwowych<sup>55</sup>.

## Magazynowanie energii

Technologie Power-to-Gas (P2G) odegrają fundamentalną rolę w transformacji energetycznej Niemiec. Wynika to ze zwiększonej sezonowości i geograficznej fluktuacji produkcji energii w wyniku większego udziału energii ze źródeł odnawialnych. Technologie typu power-to-gas stanowią metodę radzenia sobie z tymi fluktuacjami poprzez stabilizację częstotliwości sieci i optymalizację wykorzystania sieci. Dzięki elektrolizie nadwyżka energii ze zmiennych źródeł odnawialnych może zostać zmagazynowana w postaci wodoru. Rozbudowa obiektów P2G w całych Niemczech jest nieunikniona, ponieważ niemiecki rząd dąży do osiągnięcia swoich celów klimatycznych i zmniejszenia zapotrzebowania na energię pierwotną w sektorze transportu.

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 wodoru<sup>56</sup>. 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.<sup>57</sup> 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.

---

<sup>55</sup> A. Herrmann, M. Andreas, C. Hildebrandt (2017), *H2-Home-Dezentrale Energieversorgung mit Wasserstoff-Brennstoffzellen*. Lipsk, 3 forum HYPOS.

<sup>56</sup> *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/>>

<sup>57</sup> *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>>.



- 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 Niemczech<sup>58</sup>.

#### 4.3.2 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej H2RIVERS



Źródło: Fuel Cell Works

Aspiracje Niemiec do stania się europejskim liderem w zakresie rozwijania technologii wodorowych przejawiają się również w zaangażowaniu tego kraju w rozwój projektów dotyczących wodoru, w tym w zakładanie dolin wodorowych umożliwiających zintegrowane wykorzystanie tego nośnika energii w całym łańcuchu wartości.

W południowo-zachodnich Niemczech konsorcjum „H2 Rivers” z 18 partnerami z regionu Ren-Neckar i środkowego Neckar ma opracować infrastrukturę transportową opartą na wodorze, obejmującą m.in. instalację do produkcji wodoru, stacje paliw i flotę pojazdów wodorowych. Głównym celem konsorcjum jest stworzenie „ekosystemu wodorowego” w dziedzinie transportu i przemysłu. Koncepcja jest wspierana przez Federalne Ministerstwo, które angażuje się w projekt dotacjami inwestycyjnymi na realizację w ramach inicjatywy

<sup>58</sup> 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>>.

„HyLand - regiony wodorowe w Niemczech”. Jednym z partnerów projektu jest miasto Waiblingen w centralnym regionie Neckar, w którym powstanie instalacja produkcji wodoru ze sprzężoną stacją tankowania autobusów i samochodów<sup>59</sup>. Główne cele projektu H2Rivers obejmują:

- Demonstrację zalet wodoru w szeregu różnych przypadków zastosowań.
- Pozyskanie doświadczeń związanych z ponad dwuletnią planowaną eksploatacją infrastruktury lata w ramach projektu.
- Zapewnienie nieprzerwanego działania infrastruktury również po zakończeniu okresu demonstracyjnego.
- Prowadzenie monitoringu wydajności aktywów, zbierając i analizując dane, aby umożliwić techniczną, środowiskową oraz ekonomiczną ocenę każdego elementu i całego systemu.
- Stymulowanie wykorzystania technologii wodorowych w innych regionach poprzez opracowanie wykonalnych i powtarzalnych modeli biznesowych na rzecz wykorzystania wodoru.
- Stworzenie planu działania określającego, jak można rozszerzyć wykorzystanie wodoru, aby zaspokoić większość potrzeb energetycznych regionu do 2050 r.
- Położenie podwalin pod wdrożenie mapy drogowej dla niemieckiej gospodarki opartej na wodorze, aby w pełni wykorzystać zalety technologii wodorowych i ogniwo paliwowych, a także ich rolę w zdekarbonizowanej gospodarce<sup>60</sup>.

Rysunek 9 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej H2RIVERS



Źródło: Opracowanie własne

<sup>59</sup> H2Rivers, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 7.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/h2rivers>>.

<sup>60</sup> H2Rivers, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 7.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/h2rivers>>.

Produkcja wodoru w ramach doliny wodorowej H2Rivers planowana jest z wykorzystaniem **elektrolizerów membranowych (PEM)**. Wodór ma być magazynowany w formie skompresowanego gazu z wykorzystaniem **cylicydrycznych magazynów**, a następnie **transportowany do docelowego miejsca wykorzystania z wykorzystaniem cystern**. Dystrybucja wodoru na potrzeby mobilności odbywać się będzie poprzez **stacje tankowania wodoru o parametrach 700 i 350 bar**<sup>61</sup>.

#### 4.4 Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej H2Rivers oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy


Podmiot	Charakterystyka
 <b>Metropolregion Rhein-Neckar</b>	<p>Region w Niemczech, w kraju związkowym Badenia-Wirtembergia, w rejencji Karlsruhe. Siedzibą regionu jest miasto Mannheim. Region jest częścią regionu metropolitarne Rhein-Neckar który poza Badenią-Wirtembergią zajmuje również część Nadrenii-Palatynatu oraz Hesji.</p> <p>W ramach projektu, region pełni funkcję patrona samorządowego oraz jest beneficjentem wdrażanych technologii.</p>
	<p>thinkstep AG to firma należąca do Sphera, która dostarcza wiodące w branży oprogramowanie, dane i usługi konsultingowe w zakresie zrównoważonego rozwoju i zarządzania produkcją.</p> <p>W ramach projektu, podmiot jest doradcą technicznym konsorcjum.</p>

<sup>61</sup> H2Rivers, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 7.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/h2rivers>>.



 <p><b>■ - BASF</b> We create chemistry</p>	<p>Największe przedsiębiorstwo chemiczne na świecie z siedzibą w Niemczech. Łącznie Grupa BASF posiada spółki zależne i spółki joint venture w ponad 80 krajach oraz posiada sześć zintegrowanych zakładów produkcyjnych i 390 innych zakładów produkcyjnych w Europie, Azji, Australii, obu Amerykach i Afryce.</p> <p>W ramach projektu H2Rivers firma odpowiada za identyfikację produktów chemicznych odznaczających się wysokim potencjałem w zakresie redukcji emisji CO<sub>2</sub> z wykorzystaniem technologii wodorowych. Ponadto, zadaniem firmy jest demonstracja możliwości chemicznej produkcji zielonego wodoru.</p>
	<p>Pfalzwerke Aktiengesellschaft to działający na terenie całych Niemiec i działający na arenie międzynarodowej dostawca energii i firma usługowa w regionach Palatynat i Saarpfalz. Sprzedaż i dystrybucja energii elektrycznej to podstawowe obszary działalności firmy.</p> <p>Firma jest operatorem sieci energetycznej na obszarze realizacji projektu.</p>
	<p>Komunalna spółka użyteczności publicznej z siedzibą w Ludwigshafen am Rhein . TWL od ponad 100 lat zaopatruje miasto Ludwigshafen w energię elektryczną , gaz ziemny , chłodzenie , wodę pitną i ogrzewanie miejskie.</p> <p>Firma jest operatorem sieci energetycznej i gazociągu na obszarze realizacji projektu. W ramach projektu firma ma testować możliwości zarządzania podażą energii w oparciu o wodór a także możliwości wtłaczania wodoru do gazociągów.</p>









	<p>Przedsiębiorstwo chemiczne z główną siedzibą w Paryżu, specjalizujące się w wytwarzaniu gazów przemysłowych. W ramach projektu firma realizuje funkcję eksperta od postępowania z gazem w postaci wodoru. W szczególności odpowiada za rozwój infrastruktury do scentralizowanego włączania gazu pod ciśnieniem do cystern w celu transportu nośnika energii do zdecentralizowanego systemu stacji tankowania wodoru.</p>
	<p>H<sub>2</sub>Mobility Deutschland GmbH &amp; Co. KG odpowiada za ogólnokrajową budowę infrastruktury wodorowej w Niemczech.</p> <p>Firma koordynuje i nadzoruje projekt z perspektywy zgodności ze strategią budowy infrastruktury wodorowej w Niemczech. Wszystkie stacje tankowania wodoru, które zostaną oddane do eksploatacji pod nadzorem H<sub>2</sub>Mobility mają rozpocząć działanie przed końcem 2023 roku.</p>
	<p>Niemiecki producent samochodów osobowych z siedzibą w Ingolstadt w Niemczech, należący do koncernu Volkswagen AG.</p> <p>Firma zaangażowana jest w projekt od strony możliwości wykorzystania technologii wodorowych w transporcie osobowym. Ponadto w ramach własnych fabryk i magazynów firma zamierza zmienić technologię wykorzystywaną w pojazdach wykorzystywanych do logistyki materiałów (m.in. wózkach widłowych) na technologię opartą na ogniwach wodorowych.</p>
 <p>Ministerstwo Środowiska, Ochrony Klimatu i Sektora Energii Badenia- Wirtembergia</p>	<p>Ministerstwo realizuje zadania na rzecz transformacji energetycznej, ochrony klimatu oraz rozwoju źródeł energii odnawialnej w regionie Badenia-Wirtembergia. Ministerstwo jest instytucją finansującą projekt H2RIVERS.</p>












	<p>CleverShuttle to aplikacja ridepooling, która zapewnia niedrogi i przyjazny dla środowiska transport od drzwi do drzwi.</p> <p>W ramach projektu H2Rivers firma ma za zadanie rozwinąć swoją flotę samochodów wodorowych z poziomu ok. 10 pojazdów do ponad 100 pojazdów w 2025 r. Clever Shuttle odpowiada również za dostarczenie analiz i wniosków w zakresie porównania eksploatacji samochodów wodorowych i samochodów elektrycznych.</p>
---	---

Źródło: Opracowanie własne

#### 4.5 Zapotrzebowanie niemieckiego rynku na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw na przykładzie doliny wodorowej H2Rivers

Zapotrzebowanie rynku niemieckiego na produkty, które potencjalnie mogą być dostarczane przez podmioty z Wielkopolski jest bardzo szerokie. Biorąc pod uwagę przykład doliny wodorowej H2Rivers, popyt obejmuje takie ogniwa łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru, jak: produkcję, magazynowanie, transport oraz dystrybucję tego nośnika energii. W zakresie zastosowań końcowych wodoru, na rynku niemieckim wystąpi zapotrzebowanie na produkty i usługi związane z wykorzystaniem wodoru w transporcie, mieszkalnictwie oraz produkcji energii. Niewątpliwie, niemiecki rynek wygeneruje również popyt na usługi oraz komponenty związane z budową aktywów energetycznych do wytwarzania energii z wykorzystaniem wiatru i słońca (zakres ten nie jest objęty projektem H2Rivers). W poniższej tabeli zestawiono produkty i usługi, których dotyczyło będzie zapotrzebowanie pochodzące z niemieckiego rynku wodoru.

Lp.	Rodzaj produktu / usługi	Szacunkowa wartość rynku	Natężenie konkurencyjne
1	Produkcja komponentów dla motoryzacji		
2	Produkcja 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)		
3	Produkcja komponentów i półproduktów metalowych		
4	Dostawy zbiorników do magazynowania wodoru		

5	Produkcja zbiorników ciśnieniowych		
6	Produkcja butli gazowych		
7	Produkcja rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych)		
8	Produkcja komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)		
9	Produkcja urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)		
10	Produkcja komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)		
11	Bezpieczeństwo maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, wyłączniki, skanery laserowe)		
12	Produkcja dyfuzorów membran i elektrod		
13	Infomatyzacja procesów wytwarzania energii		
14	Produkcja systemów testowania ogniw paliwowych		
15	Programowanie (oprogramowanie dla operatorów infrastruktury krytycznej na styku z systemami UPS, aplikacje do monitorowania pracy systemów UPS)		
16	Prowadzenie procesów energetycznych		
17	Instalacja systemów klimatyzacji		
18	Projektowanie instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych		

19	Remonty i modernizacje infrastruktury technicznej		
20	Inżynieria kontraktów		
21	Produkcja i montaż instalacji elektrycznych		
22	Produkcja i montaż instalacji wentylacyjnych		
23	Projektowanie instalacji przemysłowych		
24	Projektowanie i wykonawstwo instalacji przeciwpożarowych		
25	Prowadzenie szkoleń z zakresu bezpieczeństwa		
26	Inżynieria oraz projektowanie i budowa maszyn		
27	Prowadzenie analiz geologicznych		

Źródło: Opracowanie własne

Analizy zapotrzebowania na poszczególne produkty i usługi dokonano w oparciu o dwa kryteria. Kryterium pierwszym jest szacunkowy rozmiar rynku dla danej kategorii produktów i usług w perspektywie 2050 roku, który został oszacowany w oparciu o dane dotyczące rozmiaru rynku wodoru w Niemczech w segmentach, dla których dane były publicznie dostępne<sup>62</sup>. Drugim kryterium jest poziom natężenia konkurencyjnego w ramach rynków

<sup>62</sup> Hydrogen could be a €120billion+ industry in Europe by 2050, with Germany emerging as the most favourable market for electrolyzers, online [dostęp: 06.03.2021], <<https://www.theenergyst.com>>; Forecast hydrogen market potential in the European Union 2020, by sector, , online [dostęp: 06.03.2021], <<https://www.statista.com>>.

poszczególnych produktów i usług. Przyjęte kryteria oceny zostały zaprezentowane poniżej.

Wartość rynku w perspektywie 2050	
0-1 mld PLN	
1-5 mld PLN	
5-10 mld PLN	
10-20 mld PLN	
>20 mld PLN	

Natężenie konkurencyjne	
wysokie	
średnie	
niskie	

#### 4.6 Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii

W perspektywie najbliższych 20-30 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.

Niemcy dążą do zwiększenia skali i przyspieszenia procesu innowacji. Instalacje demonstracyjne umożliwiają testowanie technologiczne w warunkach rzeczywistych - pozwalając na przyspieszenie transferu innowacji na rynek. Obecnie w całych Niemczech działa 30 projektów pilotażowych na małą skalę, które wykorzystują energię odnawialną do produkcji zielonego wodoru. Środki finansowe, takie jak Krajowy Program Innowacji Technologii Wodoru i Ogniwo Paliwowych (NIP), kontynuowany obecnie w ramach Krajowej Strategii Wodorowej, będą wspierać podobne projekty.

Na rynku niemieckim **zakupy zagranicznych usług i towarów realizowane są z wykorzystaniem wszystkich kanałów charakterystycznych dla nowoczesnych rozwiniętych gospodarek.** Zaliczyć do nich można m.in.: **zakupy od agentów i dystrybutorów dóbr, zakupy z niemieckich oddziałów zagranicznych firm, zakupy bezpośrednio od zagranicznych sprzedawców, zakupy licencji, zakupy rządowe.**



Znaczny stopień otwartości niemieckiej gospodarki oraz solidne ramy prawne chroniące zagranicznych eksporterów, pozwalają na rozważenie sprzedaży produktów wielkopolskich firm poprzez **wykorzystanie modelu sprzedaży bezpośredniej**. Realizacja tego modelu sprzedaży może odbywać się z pominięciem fizycznych punktów dystrybucji (które biorąc pod uwagę poziom rozwoju społeczeństwa Niemiec nie są koniecznością) przy wykorzystaniu **modelu sprzedaży zdalnej**.

### **Odpowiednia segmentacja klientów jako czynnik sukcesu w zakresie sprzedaży bezpośredniej**

Odpowiednie wyselekcjonowanie grupy stabilnych partnerów biznesowych i handlowych tworzy solidne fundamenty pod budowanie swojej pozycji wśród klientów i konsumentów danego rynku zagranicznego. Strategia ta prowadzi do wzrostu sprzedaży.

Segmentacja grup odbiorców polega 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. Liczba i rodzaje kryteriów podziału stanowią zbiór otwarty stąd należy dobrać takie kryteria, które w największym stopniu wpływają na działalność przedsiębiorstwa lub różnicują grupę docelową. 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), które prowadzi do korzyści w dziedzinie obniżenia kosztów, bądź zwiększenia generowanych przepływów pieniężnych z rynku.

Istnieje bardzo wiele strategii wyboru rynku docelowego, które każdorazowo winny być dopasowane do warunków konkretnego przedsiębiorstwa. Można jednak wymienić kilka najczęstszych typów strategii, które zaprezentowano poniżej:

- 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.

## **Badania online (market screening)**

Badania mają kluczowe znaczenie dla powodzenia procesu internacjonalizacji i ważne jest, aby nie zaniedbywać tej fazy. Istotne jest zachowanie ustrukturyzowanego podejścia do market screeningu, ponieważ kanał internetowy oferuje wiele możliwości dotarcia do potencjalnych partnerów. Do kluczowych możliwości zaliczyć można:

1. Organizacje branżowe
2. Listy uczestników wydarzeń branżowych (targi, konferencje)
3. Wolne wyszukiwanie z wykorzystaniem „słów kluczy”
4. Fora branżowe i grupy na portalach internetowych typu LinkedIn
5. Organizacje rządowe/prywatne łączące importerów z partnerami

Podstawowymi formami dotarcia do potencjalnych partnerów jest:

1. Mailing
2. Komunikacja za pośrednictwem LinkedIn
3. Cold calling

## **Mailing**

Direct mailing stanowi najprostszą formę pozyskiwania potencjalnych partnerów, jednakże jego optymalne wykorzystanie wiąże się z koniecznością przestrzegania kluczowych zasad, które mają na celu zapobieżenie przekierowywania wysyłanych do potencjalnych partnerów wiadomości do folderów z niechcianą korespondencją (spam). Do zasad tych zaliczyć należy:

1. Należy korzystać z identyfikowalnego adresu email (uniknąć adresów zaczynających się np. od „noreply”)
2. Korzystanie z usług wiarygodnego i uznanego dostawcy usług poczty elektronicznej
3. Pozyskanie zewnętrznego certyfikatu dla adresu mailowego (usługi takie oferuje np. firma ReturnPath)
4. Upewnienie się czy adres email nie znajduje się na tzw. czarnej liście
5. Unikanie zakupu gotowych list adresów email
6. Odpowiednie sformułowanie tytułu wiadomości (unikanie zwrotów inicjujących działanie filtrów antyspamowych – np. „free”, „money”, „discount”)
7. Unikanie załączników

## **Komunikacja za pośrednictwem LinkedIn**

Kanał komunikacji z potencjalnymi partnerami wykorzystujący portal LinkedIn jest stosunkowo popularny i istotnie skuteczniejszy niż wykorzystanie direct mailingu. Możliwość natychmiastowej weryfikacji nadawcy wiadomości buduje większą wiarygodność komunikacji, co przekłada się na znacznie skuteczniejszy współczynnik wiadomości kończących się odpowiedzią ze strony ich odbiorcy.

## **Cold calling**

Cold calling, czyli bezpośredni kontakt telefoniczny z potencjalnymi partnerami nie powinien stanowić pierwszego wyboru w zakresie kanału komunikacji inicjującego kontakt. Porównując oczekiwany współczynnik odpowiedzi na wysłane wiadomości do czasu niezbędnego na przekazanie wiadomości, lepiej sprawdzają się dwa wymienione wcześniej kanały komunikacji. Niemniej jednak, telefoniczny kanał komunikacji doskonale spisuje się na dalszych etapach pozyskiwania partnerów (np. już po wstępnej weryfikacji zainteresowania rynkowego).

## **Agencje rządowe oraz ambasada**

Zdarza się, że kontakt z lokalnymi władzami może okazać się znacznie bardziej pomocny w zakresie rozwoju działalności spółki na rynku zagranicznym niż jakakolwiek inna metoda. Często podmioty te posiadają już ugruntowane relacje i dobrą znajomość lokalnego rynku i jego potrzeb, które mogą zostać od razu wykorzystane, bez konieczności angażowania dodatkowych zasobów ze strony spółki. Niejednokrotnie podmioty te angażują się w organizację różnego typu wydarzeń dla firm importowo-eksportowych, takich jak targi tematyczne.

## **Budowa świadomości marki**

Inwestycja w budowę marki na zagranicznym rynku może istotnie przyczynić się zwiększenia skuteczności w pozyskiwaniu partnerów oraz, co za tym idzie, do poprawy wyników sprzedaży na rynku zagranicznym.

## **Działalność online**

1. W pierwszej kolejności, należy upewnić się, że strona internetowa jest przygotowana do wejścia spółki na rynek zagraniczny. W szczególności z perspektywy potencjalnej kampanii mailingowej warto upewnić się, że strona internetowa zawiera wszystkie informacje, które chcielibyśmy przekazać w załączniku do wiadomości mailowej. Pozwoli nam to na odstępnie od wykorzystania załącznika na rzecz zamieszczenia linka do strony internetowej w wiadomości mailowej. Umożliwi to poprawę współczynnika wiadomości, które dotrą do ich odbiorców (nie zostaną zatrzymane przez filtr anty-spamowy).
2. Rekomendowanym zabiegiem jest również inwestycja w odpowiednio zaprojektowaną kampanię SEO, która umożliwi dotarcie do większej liczby docelowych odbiorców za pośrednictwem treści witryny.

## Działalność bezpośrednia

Biorąc pod uwagę charakterystykę grupy docelowej dla produktów i usług na rynku wodoru uznać należy, że optymalnym sposobem budowy świadomości marki na rynku niemieckim będzie udział w różnego typu wydarzeniach branżowych, do których zaliczyć można konferencje oraz targi związane z przemysłem wodorowym. W celu budowy świadomości marki na rynku niemieckim rekomendowane jest rozważenie udziału w tego typu wydarzeniach odbywających się w regionach stanowiących lokalne doliny wodorowe.

Przypadek biznesowy działalności wielkopolskich firm na niemieckim rynku wodoru wskazuje, że zasadne jest odrzucenie w działalności sprzedażowej na tym rynku metod sprzedaży opartych na wykorzystaniu SMS, MMS, czy też mailingu bezpośredniego (w tradycyjnym rozumieniu tego terminu). Jednakże, jako skuteczną metodę inicjowania relacji handlowych w modelu zdalnym rekomenduje się mailing bezpośredni, jednakże z wykorzystaniem szczegółowego filtrowania i profilowania adresatów korespondencji, celem dotarcia do podmiotów, po których stronie pojawia się nie tylko realna potrzeba wykorzystania produktów lub usług oferowanych przez wielkopolskie firmy, ale również występuje odpowiednie zaplecze finansowe, niezbędne do zakupu tych produktów lub usług.

### 4.7 Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w Niemczech

Niemiecki rynek wodoru jest **jednym z najlepiej rozwiniętych tego typu rynków na świecie** oraz najlepiej rozwiniętym rynkiem wodoru w Europie. Pod względem zaawansowania technologicznego niemiecki rynek ustępuje jedynie Japonii, gdzie technologie wodorowe rozwijane są już od ok. 1990 r. **Charakterystyczną cechą rynku niemieckiego jest znaczny nacisk na rozwój technologii związanych z produkcją i wykorzystaniem zielonego wodoru – nadrzędnym celem dla rozwoju gospodarki opartej na wodorze jest dekarbonizacja.**

Przekłada się to na trendy, który wyznaczają w tym kraju kierunki rozwoju gospodarki opartej na wodorze na najbliższe lata:

- **Popularyzacja dolin wodorowych** jako wiodącego podejścia do wdrażania technologii wodorowych, które ma umożliwić szybsze osiągnięcie rentowności przez tę technologię. Aktualnie Niemcy posiadają największą na świecie liczbę dolin wodorowych.
- **Międzysektorowe podejście** do rozwijania technologii wodorowych. Niemcy starają się poszukiwać synergii w jednoczesnym wykorzystywaniu technologii wodorowych w różnych sektorach.
- Dopuszczenie **możliwości importu niebieskiego lub turkusowego wodoru w pierwszych fazach rozwoju gospodarki opartej na wodorze.**

- Zwiększa się **popyt na pojazdy napędzane wodorem**. Popyt dotyczy przede wszystkim samochodów poruszających się na średnich i dużych dystansach, a także autobusów.
- **Rośnie popyt na wykorzystanie wodoru w sektorze mieszkaniowym** (głównie do ogrzewania budynków). Wskazuje się, że w Niemczech segment ten ma bardzo duży potencjał.
- Poszukiwanie możliwości efektywnego ekonomicznie wdrożenia napędów wodorowych do transportu morskiego oraz transportu powietrznego.

#### **4.8 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek niemiecki**

##### **Barierzy wejścia na rynek niemiecki**

Prognozuje się, że niemiecki rynek wodoru będzie rósł wykładniczo w perspektywie średnio- i długoterminowej, a firmy, które dziś inwestują w wodór, 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 regulacyjna - 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. 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.
- Konkurencja – w Niemczech funkcjonuje wiele bardzo silnych lokalnych firm. Na taką konkurencję trzeba być przygotowanym poprzez przeprowadzenie dokładnego badania rynku i opracowywanie strategii internacjonalizacji.
- Wysokie koszty prowadzenia działalności – podmioty wchodzące na niemiecki rynek powinny uwzględnić w swoim biznesplanie wyższe niż w Polsce koszty prowadzenia działalności w tym kraju, dotyczące przede wszystkim płac i oraz usług obcych.

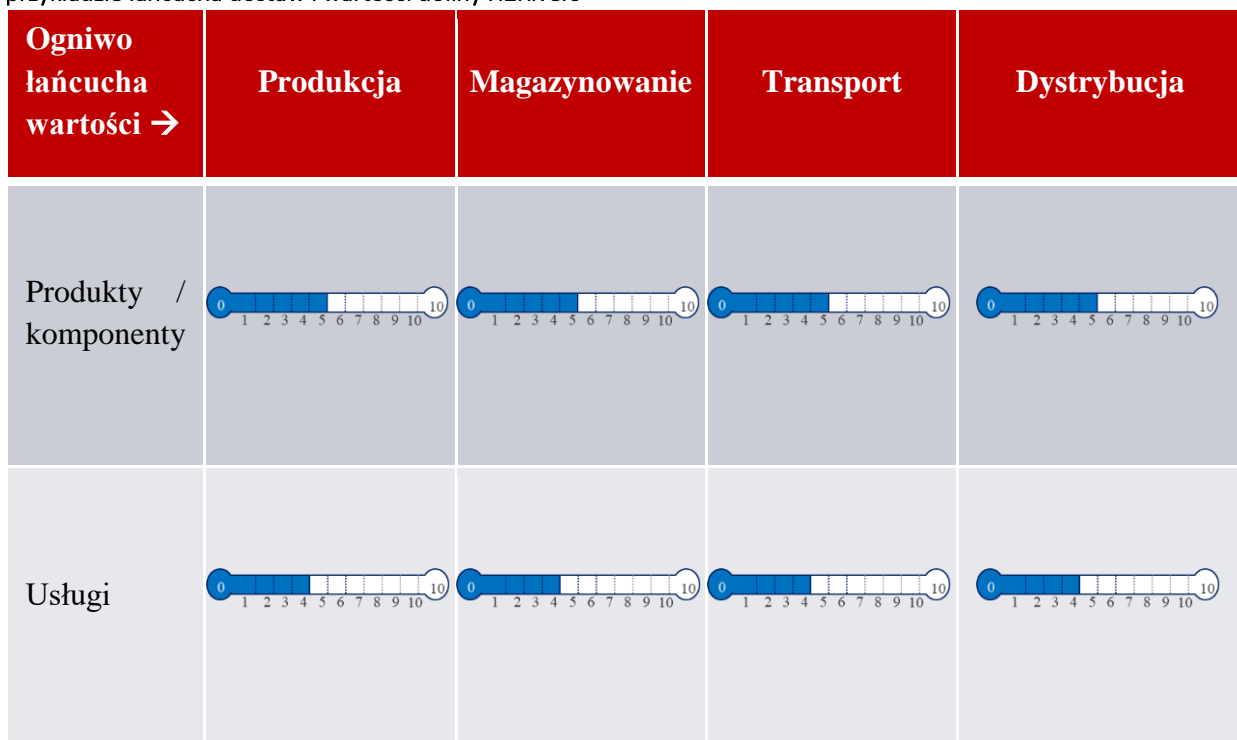
##### **Kapitałochłonność związana z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości**

Potencjalne włączenie się w łańcuch dostaw i wartości gospodarki opartej na wodorze w Niemczech nie jest tak kapitałochłonne, jak na przykład w przypadku Japonii, czy USA.



Decyduje o tym przede wszystkim bliskość geograficzna tego rynku oraz brak bariery kulturowej. Czynniki te mają korzystny wpływ na obniżenie kosztów transportu, a także obsługi gwarancyjnej produktów lokowanych na rynku niemieckim. Powodują one również, że wejście na ten rynek nie wymaga współpracy z wyspecjalizowanym agentem, bądź podmiotem doradczym znającym realia i specyfikę lokalnego rynku. Duże znaczenie ma również fakt, że Niemcy są członkiem Unii Europejskiej, co wiąże się z tym, że różnego typu regulacje, normy, czy zasady certyfikacji są zbliżone do tych, które wymagane są w Polsce. Przekłada się to na znaczne oszczędności na kosztach związanych z dopuszczeniem materiałów i towarów do obrotu jest bardziej kapitałochłonne niż w przypadku krajów europejskich. Niewątpliwie istotne koszty i nakłady związane będą z budową świadomości marki i znalezieniem potencjalnych kontrahentów na rynku niemieckich. W tym zakresie kosztem przedsiębiorców wchodzących na niemiecki rynek będą działania związane z dotarciem do klientów, takie jak np. udział w targach lub udział w spotkaniach bezpośrednich z potencjalnymi kontrahentami. Również w tym aspekcie, koszty te będą nieporównywalnie niższe niż w przypadku np. rynku USA lub Japonii.

Rysunek 10 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru w Niemczech na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny H2Rivers



Źródło: Opracowanie własne

Bliskość geograficzna rynku niemieckiego oraz fakt pozostawania tego kraju w Unii Europejskiej powodują, że pod względem kapitałochłonności internacjonalizacja działalności na tamtejszy rynek wodoru jest decyzją obciążoną względnie niskim ryzykiem biznesowym. Dużym atutem w tym aspekcie jest również fakt, że w zasadzie większość działań operacyjnych kierowanych na niemiecki rynek może być prowadzona z Polski. Należy jednak odpowiednio przygotować się do wejścia na ten rynek, w szczególności w aspekcie sprostania silnej konkurencji pochodzącej w zasadzie z wszystkich krajów Europy.

Wsparcie finansowe dla rozwoju działalności na rynku niemieckim może potencjalnie pochodzić z takich samych źródeł, jak te które zostały wskazane w przypadku rynku USA, czy japońskiego: środki preferencyjne z funduszy unijnych, finansowanie działalności eksportowej prowadzona przez Bank Gospodarstwa Krajowego i Korporację Ubezpieczeń Kredytów Eksportowych S.A., a także środki przeznaczone na finansowanie zielonej transformacji obejmujące plan inwestycyjny na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu i mechanizm sprawiedliwej transformacji.

#### 4.9 Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej w Niemczech

W poniższej tabeli zestawiono krytyczne komponenty dla łańcucha dostaw i wartości na przykładzie funkcjonowania łańcucha i wartości w dolinie wodorowej H2Rivers. Ze wskazanymi w tabeli produktami związana będzie znaczna część popytu związana z rozwojem rynku wodoru w perspektywie krótko i średnioterminowej. Popyt ten dotyczył będzie już powstających lub planowanych instalacji wodorowych.

1	Napędy, regulatory ciśnienia, czujniki dla motoryzacji
2	Zbiorniki do magazynowania wodoru
3	Dyfuzory, membrany i elektrody do elektrolizerów
4	Elektrolizery alkaliczne, membranowe z wymianą protonów i elektrolizery na tlenek stały
5	Części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki)
6	Komponenty automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)
7	Pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki i inne komponenty do stacji tankowania wodoru
8	Komponenty w zakresie bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe)
9	Urządzenia pomiarowe, kontrolne i nawigacyjne (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)
10	Komponenty i półprodukty metalowe
11	Komponenty przemysłowe (pompy, zawory, monołączka, kształtki, rury, zasuwki)
12	Zbiorniki ciśnieniowe
13	Instalacje przeciwpożarowe

14	Rury w szczególności wykonane z tworzyw sztucznych)
15	Materiały polimerowe (zbiorniki z włókna węglowego pokrytego warstwą polimerową), z kompozytów włókno szklane/aramid lub włókno węglowe z wkładem metalowym
16	Systemy testowania ogniwo paliwowych
17	Butle gazowe

Źródło: Opracowanie własne

Dla kluczowych ogniwo łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w Niemczech opracowano listę krytycznych komponentów wraz z oceną istotności każdego z nich. Ocena została dokonana w skali 1-6, gdzie notę 6 otrzymały komponenty krytyczne dla rozwoju danego segmentu rynku wodoru.

Tabela 14 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Reaktory	podsystem	6
Integratory procesorów paliwa	integracja	6
Katalizatory	materiały specjalistyczne	5
Katalizatory reaktora	materiały specjalistyczne	4
Katalizatory zmiany biegów	materiały specjalistyczne	4
Odsiarczacze	sub-komponenty	4
Naczynia reakcyjne	sub-komponenty	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 15 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Dozowniki / węże	komponent	6
Kompresory wodoru	podsystem	6
Sensory wodoru	podsystem	6
Integratory rozwiązań HRS	system	5
Przepływomierze	komponent	5
Chłodzenie wstępne	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 16 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Uszczelki	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Membrany	sub-komponenty	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Stosy AEL	podsystem	5

Systemy AEL	system	5
Anody	sub-komponenty	4
Katody	sub-komponenty	4
Dejonizatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 17 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory	materiały specjalistyczne	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły membran elektrodowych	sub-komponenty	6
Stosy PEM	podsystem	6
Jonomery	materiały specjalistyczne	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Systemy PEM	system	5
Wsporniki membran	materiały specjalistyczne	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 18 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Komórki (EEA, MEA)	sub-komponenty	6
Elektrolity ceramiczne	sub-komponenty	6
Elektrody	sub-komponenty	6
Uszczelki	sub-komponenty	6
Stosy SOEL	podsystem	6
Łączniki	sub-komponenty	5
Warstwy metali porowatych	sub-komponenty	5
Systemy SOEL	system	5
Czujniki wodoru	sub-komponenty	5
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 19 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego PEMFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory na nośniku	sub-komponenty	6

Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły elektrod membranowych	sub-komponenty	6
Warstwy dyfuzyjne gazu	sub-komponenty	6
Stosy PEMFC	podsystem	6
Systemy PFMFC	system	6
Wsporniki membrany	materiały specjalistyczne	4
Jonometry	materiały specjalistyczne	4
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Recyrkulatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Inwertery	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 20 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego DMFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory na nośniku	sub-komponenty	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły elektrod membranowych	sub-komponenty	6
Warstwy dyfuzyjne gazu	sub-komponenty	6
Stosy DMFC	podsystem	6
Systemy DMFC	system	6
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Recyrkulatory	sub-komponenty	4
Inwertery	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 21 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych PEMFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory na nośniku	materiały specjalistyczne	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły elektrod membranowych	sub-komponenty	6
Warstwy dyfuzyjne gazu	sub-komponenty	6
Stosy PEMFC	podsystem	6
Systemy PEMFC	system	6
Wsporniki membrany	materiały specjalistyczne	4
Jonometry	materiały specjalistyczne	4
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Recyrkulatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Inwertery	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*



Tabela 22 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych SOFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Elektrolity ceramiczne	sub-komponenty	6
Elektrody	sub-komponenty	6
Uszczelki	sub-komponenty	6
Komórki (EEA, MEA)	sub-komponenty	6
Stosy SOFC	podsystem	6
Połączenia międzysystemowe	sub-komponenty	5
Warstwy porowate	sub-komponenty	5
Procesory / reformery paliwa	podsystem	5
Systemy SOFC	system	5
Inwertery	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

#### 4.9.1 Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową

Aktualnie prognozuje się, że niemiecki rynek wodoru będzie rósł wykładniczo w perspektywie średnio- i długoterminowej, a firmy, które dziś inwestują w wodór, 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. Podstawowe wyzwania związane z rozwojem analizowanego rynku obejmują obniżenie kosztów związanych z produkcją, transportem i dystrybucją tego nośnika energii, a także dostosowanie regulacji i norm rynkowych, które powinny nie tylko umożliwić względnie łatwe skalowanie technologii wodorowych, ale również kreować bodźce do korzystania z rozwiązań (nie tylko transportowych) wykorzystujących wodór.

#### Produkcja wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii produkcji wodoru w Niemczech obejmują:

- Rozwój technologii tańszych, wydajniejszych i trwalszych elektrolizerów,
- Konieczność rozwoju technologii power-to-gas,
- Konieczność rozwoju technologii reformingu, zgazowania i pirolizy,
- Analiza możliwości rozwoju międzynarodowego partnerstwa w zakresie rozwoju technologii produkcji wodoru,
- Rozwój efektywnych kosztowo i przyjaznych dla środowiska technologii wychwytywania, utylizacji i składowania dwutlenku węgla.

## Magazynowanie wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii magazynowania wodoru w Niemczech obejmują:

- Obniżenie kosztów magazynowania,
- Zapewnienie większej pojemności magazynów przy jednoczesnym obniżeniu wagi i objętości,
- Łączenie magazynów wodoru z instalacjami produkcji paliwa i docelowymi obszarami zastosowania nośnika energii.

## Transport wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii transportu wodoru w Niemczech obejmują:

- Rozwój tańszych i bardziej niezawodnych systemów transportu i dystrybucji wodoru,
- Rozwój zaawansowanych technologii i koncepcji dystrybucji wodoru,
- Optymalizacja technologii transportu wodoru z wykorzystaniem różnego typu nośników chemicznych i biologicznych,
- Dostosowanie regulacji drogowych oraz regulacji związanych z lokalizacją infrastruktury dystrybucyjnej w celu obniżenia ryzyka inwestycyjnego.

## Docelowe obszary zastosowania wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii związanych z wykorzystaniem wodoru w Niemczech obejmują:

- Rozwój zintegrowanych łańcuchów wartości i dostaw wodoru wykorzystujących zasoby regionalne i lokalne,
- Integracja, testowanie i walidacja zintegrowanych systemów wodorowych dostosowanych do specyfiki każdego z kluczowych obszarów zastosowania,
- Demonstracja projektów integracji sieci energetycznej z technologiami wodorowymi w celu walidacji technologii magazynowania energii wodorowej i usług sieciowych opartych o wodór,
- Obniżenie kosztów wodoru jako paliwa dla sektora transportowego.

## 5. Dolina wodorowa Niderlandy na przykładzie projektu HEAVENN

### 5.1 Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem

Zainteresowanie wodorem w Niderlandach rozpoczęło się relatywnie niedawno. Do tej pory nie było również znaczących fuzji i przejęć ani działalności finansowej w tym sektorze. W związku z tym, **rynek wodoru w Niderlandach jest na wczesnym etapie i ma znaczące perspektywy wzrostu w nadchodzących latach**. W 2019 roku niderlandzki rząd zobowiązał się do zawarcia porozumienia klimatycznego z ambitnym celem klimatycznym redukcji emisji gazów cieplarnianych o 49-55% do 2030 roku w porównaniu z poziomami z 1990 roku. Rząd tego kraju upatruje w rozwoju gospodarki wodorowej dwóch kluczowych zalet, które stanowią fundamentalne pobudki do zaangażowania zasobów w rozwój gospodarki opartej na wodrze w analizowanym kraju.

Po pierwsze, wodór ma zasadnicze znaczenie dla transformacji energetycznej Niderlandów. Holendrzy dążą do dekarbonizacji swojego systemu energetycznego przy użyciu odnawialnej energii elektrycznej i ciepła. Już jednak na tym etapie wiadomo jest, iż zasoby zielonej energii w Niderlandach nie są wystarczające do zaspokojenia zapotrzebowania na energię w całym systemie. W związku z tym, oczekuje się, że istotny udział w miksie energetycznym Niderlandów utrzymywali będzie gaz (w formie zdekarbonizowanej). Wskazuje się, że może on stanowić 30-50% końcowego zużycia energii w 2050 r. Gaz dostarczany do systemu energetycznego ma mieć przede wszystkim formę biogazu. Jednakże według dostępnych prognoz, również i to paliwo nie występuje w Niderlandach w ilości wystarczającej do zaspokojenia zapotrzebowania energetycznego kraju. Oznacza to konieczność poszukiwania innych źródeł energii. **Kluczowym dopełnieniem miksu energetycznego Niderlandów ma być właśnie wodór (wolny od CO<sub>2</sub>)**. Wskazany nośnik energii ma być **wytwarzany z wykorzystaniem nadwyżek energii ze źródeł odnawialnych oraz z wykorzystaniem technologii wychwytu i składowania CO<sub>2</sub>**. Wodór w gospodarce Niderlandów ma być wykorzystywany przede wszystkim w sektorach, które nie będą mogły zostać zelektryfikowane ze względu na uwarunkowania techniczne, bądź ekonomiczne (sektorami tymi są np. **branża chemiczna, cementowa, przemysł stalowy, czy transport ciężki**)<sup>63</sup>.

W zakresie rozwoju gospodarki wodorowej, Niderlandy chcą wykorzystać również posiadaną przez siebie silną pozycję w łańcuchu dostaw i wartości gazu ziemnego w celu **rozwoju handlu i eksportu wodoru w skali globalnej**. Kraj ten analizuje możliwości włączenia się w globalny łańcuch dostaw i wartości wodoru w zakresie zarówno handlu paliwem wytworzonym na swoim terytorium, jak i na terytoriach innych krajów, w których koszty produkcji paliwa są istotnie niższe. Gaz mógłby być importowany z regionów, które mają potencjał do produkcji

---

<sup>63</sup> Green Hydrogen Economy in the Northern Netherlands, Noordelijke Innovation Board.

dużych ilości zielonego wodoru z elektrolizy przy użyciu energii słonecznej, takich jak Bliski Wschód, Afryka Północna, Portugalia czy Hiszpania. Z drugiej strony oczekuje się, że popyt będzie pochodził głównie ze strony sektora przemysłowego w krajach Europy Północno-Zachodniej, takich jak Niemcy. **Niderlandzkie porty, w szczególności port w Rotterdamie, są postrzegane jako strategiczny atut, umożliwiający pełnienie roli swobodnego węzła w zakresie importu, transportu i eksportu wodoru<sup>64</sup>.**

Należy również wskazać, że rozwój gospodarki opartej na wodorze umożliwi wykorzystanie posiadanych już przez Niderlandy aktywów, takich jak: **puste pola gazowe na Morzu Północnym, które można wykorzystać do składowania CO<sub>2</sub>, liczne morskie farmy wiatrowe, które mogą - w dłuższej perspektywie - produkować zielony wódór, a także rozległa infrastruktura gazowa, która przy niewielkich modyfikacjach może służyć do transportu wodoru.** Ponadto, jeśli chodzi o sprzedaż wodoru, Niderlandy mają możliwość lokowania tego nośnika energii w rozwiniętym sektorze przemysłowym, w którym działają takie firmy, jak Shell, Yara i Tata Steel.

Biorąc pod uwagę powyższe należy uznać, że pobudki dla rozwoju gospodarki opartej na wodorze w Niderlandach mają charakter zarówno środowiskowy (dekarbonizacja, poprawa jakości powietrza), jak i czysto biznesowy (dochód z handlu wodorem, nowe miejsca pracy).

---

<sup>64</sup> Government Strategy on Hydrogen, Rząd Niderlandów, kwiecień 2020.

Rysunek 11 Potencjalne obszary zastosowania wodoru w Niderlandach

Mieszkalnictwo	Transport	Przemysł
Obecnie Niderlandy są w pełni uzależnione od gazu ziemnego w zakresie ogrzewania budynków mieszkalnych. Planowane jest zupełne odejście od tego paliwa do 2050 r. Gaz ziemny ma w tym czasie zostać zastąpiony wodorem (przejściowo niebieskim, a docelowo zielonym) <sup>65</sup> .	Rynek mobilności rozwija się głównie w północnej części kraju. Zgodnie z celami klimatycznymi, w perspektywie 2025 r. w Niderlandach będzie 50 stacji paliw, 15 tys. pojazdów wodorowych i 3 tys. pojazdów ciężarowych, a w perspektywie 2030 r. kolejnych 300 tys. pojazdów wodorowych.	Dokumenty strategiczne rządu Niderlandów przewidują możliwie szybkie przejście na bezemisyjny wodór (zielony lub niebieski) w sektorach przemysłu, w których istnieje taka techniczna i ekonomiczna możliwość.
Magazynowanie energii	Wytwarzanie energii	
Magazynowanie energii z wykorzystaniem wodoru w Niderlandach będzie miało na celu przede wszystkim akumulowanie nadwyżek energii wyprodukowanych w źródłach odnawialnych – farmach wiatrowych (zarówno onshore, jak i offshore) oraz elektrowniach fotowoltaicznych.	Stosowanie wodoru o niskiej zawartości węgla w elektrowniach gazowych pomoże w dłuższej perspektywie osiągnąć redukcję emisji CO <sub>2</sub> w sektorze energii elektrycznej. Więcej szczegółów na ten temat, a konkretnie na temat Projektu Magnum, znajduje się w dalszej części tego	

Źródło: Opracowanie własne

W celu budowy przewag konkurencyjnych Niderlandów na rynku wodoru podejmowany jest szereg działań zarówno w sferze wsparcia rozwoju technologii, jak i w sferze praktycznej związanej z konkretnymi wdrożeniami jej zastosowania.

Po pierwsze na terenie kraju **uruchomiono szereg pilotażowych projektów związanych z wykorzystaniem ekologicznego wodoru do ogrzewania budynków mieszkalnych**. Projekt taki prowadzony jest na przykład w Rozenburgu, gdzie lokalny operator sieci Stedin zmierza do wykorzystania czystego wodoru do zapewnienia ciepła budynkom mieszkalnym. Ponieważ

<sup>65</sup> Od czasu odkrycia pola gazowego Groningen - największego złoża gazowego w Europie – Niderlandy były prawie całkowicie uzależniona od gazu ziemnego do ogrzewania domów i budynków komercyjnych. W marcu 2018 r. Rząd Niderlandów podjął decyzję o całkowitym zaprzestaniu wykorzystywania gazu ziemnego w przestrzeni zabudowanej do 2050 r. Ponadto rząd zdecydował o zamknięciu złoża Groningen najpóźniej do 2030 r.



w Niderlandach nie ma jeszcze dedykowanej infrastruktury do transportu wodoru, wodór jest wytwarzany lokalnie w drodze elektrolizy. Gaz jest następnie transportowany do domów mieszkalnych istniejącym rurociągiem gazowym. W ramach realizacji projektu ogrzewanych wodorem jest 40 budynków mieszkalnych. Kolejny projekt pilotażowy w tym obszarze realizowany jest przy współpracy firm Stedin, Eneco, Gasunie, Deltawind i prowincji South Holland. W ramach projektu oceniane są możliwości rozwoju miasta wodorowego. Celem projektu jest przejście na wodór w całej wiosce Stad aan 't Haringvliet (w której zlokalizowanych jest 600 budynków mieszkalnych) w perspektywie 2025 r. Wodór będzie produkowany w drodze elektrolizy z wykorzystaniem energii elektrycznej wytwarzanej przez turbiny wiatrowe. Obecnie projekt jest na etapie weryfikacji koncepcji<sup>66</sup>.

W zakresie systemowego wspierania rozwoju technologii wodorowych rozważane są **działania obejmujące na przykład wprowadzenie obowiązkowego udziału wodoru w sieciach gazowych na poziomie 2% z perspektywą zwiększenia do 10–20%**. Ponadto, Niderlandzka wizja rozwoju rynku wodoru dopuszcza również **wprowadzenie europejskiego obowiązku mieszania wodoru i innych paliw syntetycznych w lotnictwie**. Niderlandy dopuszczają możliwość wprowadzenia krajowego obowiązku doprowadzenia do 14% udziału paliw syntetycznych w lotnictwie w 2030 r. oraz nawet 100% udziału tych paliw w analizowanej branży w perspektywie 2050 r.<sup>67</sup>

Ponadto w kraju wdrażany jest **program dotacji i zachęt związanych z rozwojem technologii produkcji zielonego i niebieskiego wodoru**. Rząd Niderlandów prowadzi również działania lobbingsowe na szczeblu Unii Europejskiej zmierzające do zwiększenia wsparcia dla wodoru.

Kluczowe przewagi konkurencyjne i bariery w zakresie rozwoju technologii wodorowych w Niderlandach przedstawione zostały w poniższej tabeli:

Przewagi konkurencyjne	Bariery
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategiczna lokalizacja kraju stawiająca Niderlandy w uprzywilejowanej pozycji w zakresie rozwoju na globalnym rynku handlu i transportu wodoru,</li> <li>- Mocne wsparcie polityczny, zarówno na szczeblu centralnym i lokalnym dla rozwoju rynku wodoru,</li> <li>- Znaczna ilość projektów pilotażowych dotykających dziedziny wodoru,</li> <li>- Powszechna akceptacja społeczna dla technologii wodorowych,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niewielki rozmiar gospodarki kraju uniemożliwiający osiągnięcie pełnych efektów skali związanych z wdrożeniem gospodarki wodorowej. Niderlandy są poniekąd zmuszone do rozwoju na rynku międzynarodowym.</li> <li>- Wciąż niedostateczny poziom uregulowania rynku wodoru.</li> </ul>

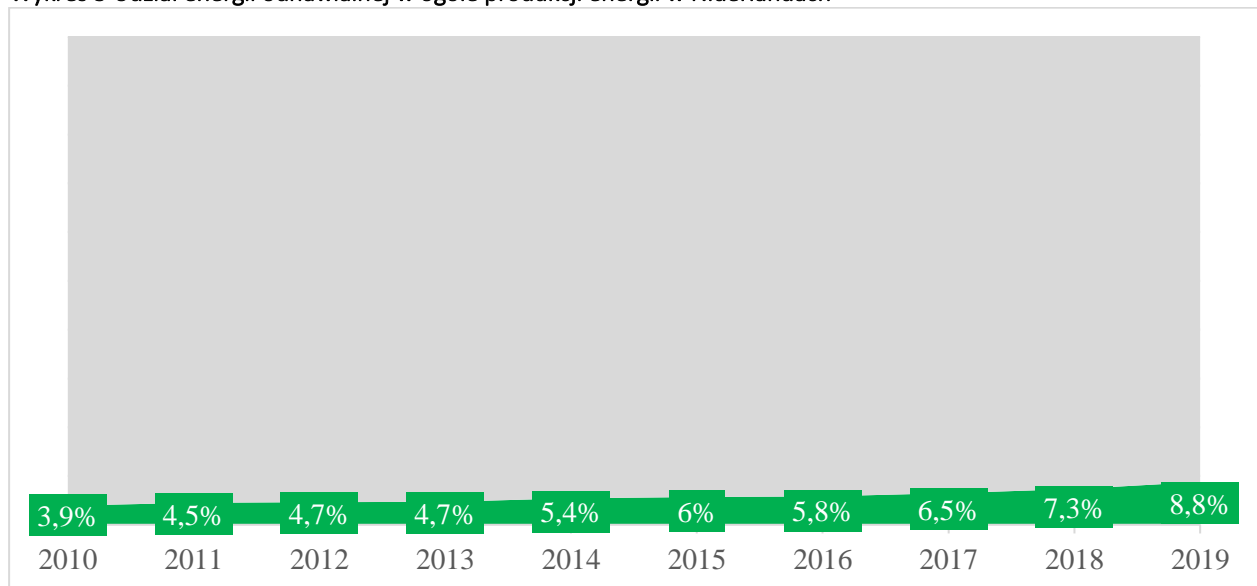
<sup>66</sup> Green Hydrogen Economy in the Northern Netherlands, Noordelijke Innovation Board.

<sup>67</sup> Government Strategy on Hydrogen, Rząd Niderlandów, kwiecień 2020.

- Dobrze rozwinięta infrastruktura do przesyłu gazu ziemnego umożliwiającą szybką adaptację do przesyłu wodoru,
- Rosnący udział energii odnawialnej w ogóle produkcji energii elektrycznej w Niderlandach,
- Posiadanie dedykowanej strategii wodorowej oraz instrumentów wspierania finansowego inwestycji w technologie wodorowe.

Źródło: Opracowanie własne

Wykres 3 Udział energii odnawialnej w ogóle produkcji energii w Niderlandach



Źródło: Eurostat

Największym wyzwaniem stojącym przed rynkiem wodoru w Niderlandach jest stworzenie i wdrożenie łańcucha dostaw i wartości bezemisyjnego wodoru. W kraju planuje się rozwijać popyt, magazynowanie, dostawy i infrastrukturę wspierającą wykorzystanie tego nośnika energii. Ma to umożliwić obniżenie kosztów ogólnych technologii. Niderlandy dążą do tego, aby stać się hubem wodorowym ze względu na swoje korzystne położenie, duże porty, rozległe sieci gazowe i elektroenergetyczne oraz możliwości magazynowania i popyt w swoich klastrach przemysłowych.

## 5.2 Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w Niderlandach oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze

### Dokumenty strategiczne

Rząd Niderlandów przedstawił krajową strategię w zakresie wodoru i odpowiadający jej program polityczny w marcu 2020 r. W dokumencie podkreślone zostało znaczenie wodoru dla osiągnięcia celów w zakresie dekarbonizacji systemu energetycznego kraju. Cele w zakresie rozwoju gospodarki opartej na wodorze wyznaczone zostały również w krajowym porozumieniu klimatycznym, zawartym pomiędzy rządem, przedstawicielami przemysłu i innymi zainteresowanymi stronami w 2019 r. W powyższych aktach strategicznych jako kluczowe wyzwania związane z rozwojem rynku wodoru wskazane zostały: zwiększanie skali, redukcja kosztów i wdrażanie innowacji<sup>68</sup>.

Kierunki wynikające z dokumentów strategicznych **kładą nacisk na konieczność skoordynowanego rozwoju sieci elektroenergetycznej i wodorowej również w wymiarze międzynarodowym**. Mając to na uwadze, niderlandzki dostawca infrastruktury gazowej, Gasunie, nawiązał współpracę z TenneT (holenderskim operatorem systemu przesyłowego) w celu opracowania wspólnej analizy możliwości rozwoju infrastruktury w Niderlandach i Niemczech. Projekt ten ma pomóc określić optymalne lokalizacje elektrolizerów na terenie kraju.

Dodatkowo, w lipcu 2020 r. 11 firm zajmujących się rozwojem infrastruktury gazowej (w tym niderlandzki Gasunie) zaproponowało stworzenie wodorowego „szkieletu” rozciągającego się od Szwecji po południową Hiszpanię i Włochy. W pierwszej fazie projektu mają zostać połączone klastry wodoru funkcjonujące w całej Europie. Zakłada się, że istnieje możliwość wykorzystania 75% istniejących rurociągów gazu ziemnego. Nowe rurociągi będą potrzebne tylko w pozostałych 25% rozwijanej infrastruktury. Przekłada się to na inwestycje na poziomie 27-64 mld EUR w perspektywie 2040 r.

### Ramy prawne

Rząd niderlandzki uznał, że solidne ramy regulacyjne mają kluczowe znaczenie dla rozwoju gospodarki wodorowej. W krajowej wizji rozwoju i transformacji energetycznej z 22 czerwca 2020 r. Minister Gospodarki i Polityki Klimatycznej wskazał, że jednym z głównych zagadnień polityki będzie transformacja infrastruktury gazowej, polegająca na przejściu od gazu ziemnego do zielonego i niskowęglowego wodoru.

**Do tej pory nie przyjęto jednak żadnych szczegółowych przepisów dotyczących wodoru, co oznacza, że istniejące przepisy dotyczące regulacji gazu oraz przepisy dotyczące**

---

<sup>68</sup> Government Strategy on Hydrogen, Rząd Niderlandów, kwiecień 2020.

sektorów energii, transportu i ciepłownictwa mają zastosowanie w kontekście projektów dotyczących wodoru<sup>69</sup>.

Niderlandzki rynek gazu jest regulowany przez niderlandzki urząd ds. Konsumentów i rynków (Autoriteit Consument & Markt („ACM")). Każdy podmiot zajmujący się dostawami gazu, przesyłem lub transportem gazu lub uczestnicząca w eksploatacji gazowych połączeń międzysystemowych lub zapewniająca inteligentne pomiary w odniesieniu do gazu musi mieć na to **zezwolenie na mocy obowiązującej ustawy**.

Jak już wskazano, jedną z opcji zwiększenia popytu na ekologiczny wodór może być wprowadzenie wodoru do sieci gazowej. Zgodnie z obowiązującym **rozporządzeniem w sprawie jakości gazu dopuszczalny poziom wodoru w gazociągach wynosi 0,5% w sieciach regionalnych i 0,2% w sieciach krajowych**. W związku z tym, regulacje dotyczące przesyłu gazu będą musiały zostać zmienione, aby umożliwić wyższy poziom mieszania wodoru. Aktualnie, **przesył mieszanki gazowej z zawartością 2% jest już technicznie osiągalny przy niewielkich modyfikacjach infrastruktury**. Rząd Niderlandów przewiduje, że poziom ten można zwiększyć do około 10-20%<sup>70</sup>.

Niderlandy zainicjowały również czteroletni program innowacji w zakresie bezpieczeństwa związanego z gospodarką opartą na wodorze. Celem programu jest identyfikacja problemów związanych z bezpieczeństwem i zaproponowanie strategii regulacyjnej rozwiązywania tych problemów. Program ma być wdrażany w formie partnerstwa publiczno-prywatnego.

### 5.3 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż

#### 5.3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w Niderlandach

Rząd Niderlandów planuje rozwój produkcji wodoru z elektrolizerów w skali **500 MW zainstalowanej mocy do 2025 r. oraz 3-4 GW do 2030 r.**

#### Produkcja wodoru

Niderlandy są największym, po Niemczech, producentem szarego wodoru w Europie. Około 10% niderlandzkiego gazu ziemnego jest wykorzystywane do produkcji wodoru, co powoduje znaczną emisję CO<sub>2</sub>. W związku z tym kraj ten ma duże doświadczenie w zakresie bezpiecznego i odpowiedzialnego obchodzenia się z wodorem. Istniejący **duży rynek przemysłowy** odbiorców wodoru może stanowić główną siłę napędową Niderlandów w zakresie przejścia na bez-emisyjny wodór. Rząd analizowanego kraju opracował wizję tego, jak powinien wyglądać łańcuch dostaw wodoru o zerowej emisji dwutlenku węgla, w oparciu o różne scenariusze. Produkcja w Niderlandach może odbywać się przy użyciu elektrolizerów

---

<sup>69</sup> Hydrogen law and regulation in Netherlands, CMS Law, [online, dostęp: 18.01.2021 r.], <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/netherlands>>.

<sup>70</sup> *Ibidem*.

lub zakładów produkcyjnych wykorzystujących technologię wychwytu i składowania lub utylizacji dwutlenku węgla, zlokalizowanych w regionach przybrzeżnych. Planowane jest również tworzenie zakładów produkcyjnych działających na mniejszą skalę.

## Transport wodoru

Zgodnie z zapisami niderlandzkiej strategii wodorowej, oczekuje się, że łańcuch dostaw wodoru prawdopodobnie rozwinie się w kierunku sektora sieciowego, takiego jak sektor energii elektrycznej i gazu ziemnego. Sieć transportu i dystrybucji wodoru będzie miała pewne cechy naturalnego monopolu. Jak wskazuje Strategia wodorowa Niderlandów, do transportu wodoru można wykorzystać część istniejącej sieci gazowej. Rząd zamierza odegrać kluczową rolę w rozwoju infrastruktury wodorowej. Zgodnie z deklaracjami zawartymi w Strategii wodorowej, rząd Niderlandów wraz z krajowymi operatorami sieci i firmami sieciowymi Gasunie i TenneT przeanalizuje, czy i na jakich warunkach część sieci gazowej może być wykorzystywana do transportu i dystrybucji wodoru<sup>71</sup>. W proces ten będą zaangażowani również regionalni operatorzy sieci i przedsiębiorstwa sieciowe. Transport międzykontynentalny najprawdopodobniej będzie odbywał się drogą morską.

## Magazynowanie wodoru

Obecne plany w zakresie magazynowania wodoru zakładają wykorzystanie dedykowanych zbiorników, które będą mogły stanowić rezerwuar dla tego nośnika energii. W przypadku szeregu zastosowań transportowych oraz innych zastosowań stacjonarnych i energetycznych wodór w stanie gazowym może być przechowywany w zbiornikach ciśnieniowych, które są zwykle zbudowane z całkowicie metalowych lub owiniętych kompozytem materiałów. Zbiorniki tego typu zlokalizowane będą prawdopodobnie w pobliżu miejsc charakteryzujących się najwyższym popytem na analizowany nośnik energii (np. zakłady przemysłowe), a także w pobliżu portów morskich w celu magazynowania wodoru pochodzącego z importu.

Upowszechnienie się technologii wodorowych wygeneruje możliwości rozwojowe w wielu sektorach Niderlandów, w tym: **transportowym, mieszkaniowym oraz przemysłowym.**

## Transport

Wodór i ogniwa paliwowe są ważną częścią wachlarza opcji redukcji emisji związanych z transportem, ponieważ mogą być wykorzystywane w konkretnych zastosowaniach, które są trudne do dekarbonizacji, takich jak długodystansowy transport ciężki. Niderlandy wyznaczyły konkretne cele w zakresie rozwoju transportu opartego na wodorze. **W perspektywie 2025 roku planowana jest budowa 50 stacji tankowania wodoru oraz eksploatacja 15 000 pojazdów wodorowych.** Oczekuje się, że **do 2030 r. po drogach Niderlandów przemieszczało się będzie 300 000 pojazdów wodorowych.** Niderlandy planują również wykorzystanie dodatków paliw syntetycznych wytworzonych za pomocą zdekarbonizowanego

---

<sup>71</sup> Gasunie & Tennet, Infrastructure Outlook 2050, a joint study on integrated energy infrastructure in The Netherlands and Germany (2019); Gasunie en TenneT, Phase II, Pathways to 2050. A joint follow-up study by Gasunie and TenneT of the Infrastructure Outlook 2050 (2020).



wodoru w lotnictwie. Zakładane jest wprowadzenie do 14% paliw syntetycznych w lotnictwie w 2030 r. i 100% w 2050 r.<sup>72</sup>

## **Przemysł**

W niderlandzkiej gospodarce występuje duży procent energochłonnych gałęzi przemysłu. Aby utrzymać tego rodzaju gałęzie przemysłu w tym kraju, ważne jest, aby zaopatrywać przedsiębiorstwa w bezemisyjne nośniki energii po konkurencyjnych cenach. Oczekuje się, że w pierwszej kolejności wodór może zastąpić wykorzystywany w sektorze przemysłowym gaz ziemny. W Niderlandach działa wiele przedsiębiorstw zajmujących się produkcją przemysłową, które mają potencjał, aby stać się kluczowymi graczami w rozwoju regionalnych i międzynarodowych łańcuchów dostaw wodoru w oparciu o swoją wiedzę z takich dziedzin, jak gazy przemysłowe, zaawansowane materiały i procesy chemiczne.

## **Produkcja energii elektrycznej**

Zastosowanie czystego wodoru w turbinach gazowych ma zapewnić Niderlandom możliwość wykorzystania zrównoważonych i elastycznych źródeł mocy. Projekt Magnum w porcie morskim Eemshaven, w ramach którego weryfikuje się, czy jedną z turbin gazowych można przełączyć na wodór, jest dobrym przykładem działań, które mają wspomóc kierunki rozwoju rynku energii. Na poziomie lokalnym i regionalnym również podejmuje się obecnie inicjatywy mające na celu połączenie lokalnego wytwarzania energii elektrycznej z produkcją, wykorzystaniem i magazynowaniem wodoru.

## **Mieszkalnictwo**

Wodór o zerowej zawartości dwutlenku węgla może w dłuższej perspektywie czasu przyczynić się do obniżenia emisyjności niderlandzkiego sektora mieszkaniowego. Pomimo tego, że potencjał zastosowania wodoru w sektorze mieszkaniowym został już stwierdzony, nadal istnieją ważne kwestie, które należy rozwiązać przed rozpoczęciem wdrażania tego rozwiązania na szeroką skalę. Dotyczą one przede wszystkim bezpieczeństwa, dostępności, trwałości i przystępności cenowej tego rozwiązania. W Niderlandach realizowany jest program, którego celem jest jasne określenie warunków wstępnych bezpiecznego stosowania wodoru w sektorze mieszkaniowym. Biorąc pod uwagę przewidywaną podaż zielonego wodoru na rynku niderlandzkim, szacuje się, że rozwiązania dla sektora mieszkaniowego będą mogły zostać wdrażane po 2030 roku.

## **Magazynowanie energii**

Aktualnie analizowane są możliwości integracji magazynów wodoru z morskimi farmami wiatrowymi w celu zapewnienia magazynowania nadwyżek energii elektrycznej z OZE oraz stabilizowania pracy sieci elektroenergetycznej na obszarze Niderlandów.

---

<sup>72</sup> Government Strategy on Hydrogen, Rząd Niderlandów, kwiecień 2020.

### 5.3.2 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej HEAVENN



Źródło: *Renews.biz*

Jednym z najważniejszych aktualnie projektów związanych z rozwojem rynku wodoru w Niderlandach jest projekt **H2 Energy Applications (in) Valley Environments (for) Northern Netherlands (HEAVENN)**. Projekt HEAVENN ma służyć jako swoisty **pilotaż i plan dla międzynarodowej transformacji energetycznej**. Celem projektu jest zdobycie doświadczeń w zakresie możliwości **wykorzystania istniejącej infrastruktury gazowej w celu rozwoju produkcji zielonego wodoru na dużą skalę**. Całkowita wartość projektu to około 90 mln EUR. **Projekt otrzymał wsparcie Komisji Europejskiej na poziomie 20 mln EUR** oraz jest współfinansowany środkami publicznymi i prywatnymi w wysokości 70 mln EUR. Zielony wodór ma być wykorzystywany do ogrzewania budynków, a także jako paliwo do pojazdów wodorowych. Zakres projektu obejmuje modernizację gazociągów w celu dostosowania do transportu wodoru, rozbudowę magazynów wodoru i stacji paliw, a także włączenie zielonego wodoru do szeregu zastosowań. Projekt skupia szereg podmiotów - od lokalnych gmin po przedsiębiorstwa energetyczne, działające w branży nieruchomości i transportowe. Liderem akademickim projektu jest Uniwersytet w Groningen<sup>73</sup>.

Jako korzyści projektu wskazywane są: **znaczne zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, przekładające się na lepszą jakość powietrza i korzyści zdrowotne dla mieszkańców północnych Niderlandów**. Badania wskazują również, że transformacja systemu energetycznego stworzy znaczną liczbę miejsc pracy związanych z likwidacją, konserwacją, instalacją, produkcją i planowaniem rozwoju infrastruktury. Wskazuje się, że północne Niderlandy mają ogromny potencjał, aby stać się krajowym i międzynarodowym hubem energetycznym, dzięki rozbudowanej infrastrukturze gazowej, magazynom, elektrowniom

<sup>73</sup> HEAVENN, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 18.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/heavenn>>.

słonecznym oraz farmom wiatrowym na lądzie i na morzu. Projekt ma pomóc uwolnić ten potencjał.

Rysunek 12 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej HEAVENN



Źródło: Opracowanie własne

W ramach analizowanej doliny wodorowej, nośnik energii produkowany jest z wykorzystaniem elektrolizerów membranowych (PEM), elektrolizerów alkaicznych (ALK), a także powstaje jako produkt uboczny innych procesów (tzw. „biały wódor”). Wytworzony nośnik energii magazynowany jest w formie skompresowanej w kawernach. Transport wodoru odbywa się z wykorzystaniem rurociągów, cystern, a także drogą morską. Do dystrybucji nośnika energii zastosowane zostały stacje dystrybucji działające pod ciśnieniem 700 i 350 bar. Wódor wykorzystywany jest w sektorze transportu, sektorze przemysłowym, a także jako zapasowe źródło energii elektrycznej<sup>74</sup>.

<sup>74</sup> HEAVENN, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 18.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/heavenn>>.

#### 5.4 Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej HEAVENN oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy

Podmiot	Charakterystyka
	<p>Niderlandzka firma zajmująca się infrastrukturą i transportem gazu ziemnego działająca w Holandii i Niemczech. Gasunie jest właścicielem niderlandzkiej sieci przesyłu gazu o łącznej długości ponad 12000 kilometrów i długości 3100 kilometrów w Niemczech.</p> <p>W ramach projektu firma odpowiada za nadzór nad infrastrukturą gazową oraz za testowanie możliwości mieszania i włączania wodoru do gazociągów.</p>
	<p>Niderlandzka firma chemiczna. Jedna z największych na świecie firm chemicznych, posiadająca ponad 400-letnią historię działalności i zatrudniająca ponad 10 tys. osób.</p> <p>Do projektu HEAVENN firma wnosi ekspertyzę w zakresie postępowania z wodorem, również od strony bezpieczeństwa.</p>
	<p>Francuska międzynarodowa firma elektroenergetyczna z siedzibą w La Défense w Courbevoie, która działa w obszarach transformacji energetycznej, wytwarzania i dystrybucji energii elektrycznej, gazu ziemnego, energii jądrowej, energii odnawialnej i ropy naftowej.</p> <p>Firma pełni rolę jednego z ekspertów technicznych projektu, szczególnie w obszarze magazynowania energii.</p>

	<p>Część Klastra Chemicznego Emmen, zlokalizowana w północno-wschodnich Niderlandach. Działania koncentrują się na innowacyjnych włóknach, kompozytach i tworzywach sztucznych pochodzących ze źródeł pierwotnych lub pochodzących z recyklingu.</p> <p>W ramach projektu firma rozwija kompetencje w zakresie wdrażania zbiorników do magazynowania wodoru.</p>
	<p>Groningen Seaports jest operatorem portów Delfzijl i Eemshaven oraz przyległych terenów przemysłowych.</p> <p>Firma zaangażowana jest w transport wodoru drogą morską.</p>
	<p>Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) to firma zajmująca się wydobyciem gazu ziemnego i ropy naftowej w Holandii i na holenderskim szelfie kontynentalnym. Połowa NAM należy do holendersko-brytyjskiego Royal Dutch Shell, a połowa do amerykańskiej firmy ExxonMobil.</p> <p>Firma zainteresowana jest wykorzystaniem wodoru na potrzeby swojej działalności przemysłowej.</p>
	<p>Qbuzz to holenderska firma transportu publicznego, która świadczy usługi w Utrechcie, Drenthe i Groningen.</p> <p>Firma jest odbiorcą wodoru na potrzeby zasilania floty autobusów.</p>
	<p>PitPoint to międzynarodowy dostawca czystych paliw. Firma należy do grupy Total. Firma projektuje, buduje, finansuje, konserwuje, obsługuje i serwisuje publiczne i prywatne stacje paliw (LNG, CNG, biometan, wodór), a także punkty ładowania elektrycznego.</p> <p>Firma wnosi do projektu doświadczenie w zakresie budowy i eksploatacji stacji tankowania wodoru.</p>



	<p>Energie Beheer Nederland B.V. jest firmą zajmującą się poszukiwaniem, produkcją, transportem i sprzedażą gazu ziemnego, należąca do rządu holenderskiego.</p> <p>W ramach projektu HEAVENN firma rozwija kompetencje w zakresie włączania wodoru pod ciśnieniem do cystern w celu transportu nośnika energii.</p>
	<p>Władze lokalne gminy Groningen.</p>
	<p>Władze lokalne miasta Hoogeveen.</p>
	<p>Władze lokalne miasta Emmen.</p>
	<p>Uniwersytet w Groningen – holenderska uczelnia publiczna z siedzibą w Groningen.</p> <p>Uniwersytet sprawuje nadzór naukowy nad projektem.</p>

*Źródło: Opracowanie własne*





### **5.5 Zapotrzebowanie rynku niderlandzkiego na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw**

Zapotrzebowanie rynku niderlandzkiego na produkty, które potencjalnie mogą być dostarczane przez podmioty z Wielkopolski jest szerokie. Sam rynek niderlandzki nie jest może szczególnie

dużą gospodarką, biorąc jednak pod uwagę międzynarodowe aspiracje tego kraju w zakresie rozwoju gospodarki opartej na wodorze, należy spodziewać się dużego zapotrzebowania na produkty i usługi związane z rozwojem rynku. Biorąc pod uwagę przykład doliny wodorowej HEAVENN, popyt obejmie także ogniwa łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru, jak: produkcja, magazynowanie, transport oraz dystrybucja tego nośnika energii. W zakresie zastosowań końcowych wodoru, na rynku niderlandzkim wystąpi zapotrzebowanie na produkty i usługi związane z wykorzystaniem wodoru w transporcie, mieszkalnictwie, przemyśle, a także rolnictwie. Niewątpliwie, niderlandzki rynek wygeneruje również popyt na usługi oraz komponenty związane z budową aktywów energetycznych do wytwarzania energii z wykorzystaniem i słońca (zakres ten nie jest objęty projektem HEAVENN). W poniższej tabeli zestawiono produkty i usługi, których dotyczyło będzie zapotrzebowanie pochodzące z niderlandzkiego rynku wodoru.

Lp.	Rodzaj produktu / usługi	Szacunkowa wartość rynku	Natężenie konkurencyjne
1	Produkcja 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)		
2	Produkcja rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych)		
3	Produkcja komponentów i półproduktów metalowych		
4	Dostawy zbiorników do magazynowania wodoru		
5	Produkcja zbiorników ciśnieniowych		
6	Produkcja komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)		
7	Produkcja butli gazowych		

8	Produkcja komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)		
9	Produkcja urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)		
10	Bezpieczeństwo maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe)		
11	Produkcja dyfuzorów membran i elektrod		
12	Produkcja komponentów dla motoryzacji		
13	Informatyzacja procesów wytwarzania energii		
14	Produkcja systemów testowania ogniw paliwowych		
15	Programowanie (oprogramowanie dla operatorów infrastruktury krytycznej na styku z systemami UPS, aplikacje do monitorowania pracy systemów UPS)		
16	Prowadzenie procesów energetycznych		
17	Projektowanie instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych		
18	Remonty i modernizacje infrastruktury technicznej		
19	Projektowanie instalacji przemysłowych		
20	Projektowanie i wykonawstwo instalacji przeciwpożarowych		
21	Instalacja systemów klimatyzacji		
22	Inżynieria kontraktów		
23	Produkcja i montaż instalacji elektrycznych		

24	Produkcja i montaż instalacji wentylacyjnych	<input type="radio"/>	
25	Prowadzenie szkoleń z zakresu bezpieczeństwa	<input type="radio"/>	
26	Inżynieria oraz projektowanie i budowa maszyn	<input type="radio"/>	
27	Prowadzenie analiz geologicznych	<input type="radio"/>	

Źródło: Opracowanie własne

Analizy zapotrzebowania na poszczególne produkty i usługi dokonano w oparciu o dwa kryteria. Kryterium pierwszym jest szacunkowy rozmiar rynku dla danej kategorii produktów i usług w perspektywie 2050 roku, który został oszacowany w oparciu o dane dotyczące rozmiaru rynku wodoru w Niderlandach w segmentach, dla których dane były publicznie dostępne<sup>75</sup>. Drugim kryterium jest poziom natężenia konkurencyjnego w ramach rynków poszczególnych produktów i usług. Przyjęte kryteria oceny zostały zaprezentowane poniżej.

Wartość rynku w perspektywie 2050	
0-1 mld PLN	<input type="radio"/>
1-5 mld PLN	<input type="radio"/>
5-10 mld PLN	<input type="radio"/>
10-20 mld PLN	<input type="radio"/>
>20 mld PLN	<input type="radio"/>

Natężenie konkurencyjne	
wysokie	
średnie	
niskie	

<sup>75</sup> Outlook for a Dutch hydrogen market. Economic conditions and scenarios, M. Mulder, P. Perey, J. L. Moraga (2020).

## 5.6 Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii

Rząd Niderlandów podkreśla znaczenie programów wsparcia ukierunkowanych na projekty badawcze i demonstracyjne, a także na proces skalowania i wdrażania technologii. Pierwsze projekty na dużą skalę mają się rozpocząć w najbliższych latach. Pod względem skali i etapu rozwoju projekty te przekroczą poziom eksperymentalnych programów pilotażowych i demonstracyjnych, jednakże nadal będą wymagały redukcji kosztów, aby móc konkurować z innymi opcjami redukcji emisji dwutlenku węgla pod względem opłacalności. W związku z tym wymagały będą one wsparcia rządowego.

Rząd Niderlandów będzie wspierał badania stosowane i rozwój produkcji wodoru w różnych programach. Innowacyjne projekty w dziedzinie wodoru będą kwalifikować się do otrzymania dotacji w wysokości 25% kosztów kwalifikowalnych. **W zależności od rodzaju firmy kwota ta może wynosić maksymalnie 15 mln EUR na projekt.**

Rząd centralny chce również stymulować współpracę między regionami. Regiony będą mogły uczyć się od siebie nawzajem i weryfikować wymagania niezbędne do utworzenia krajowego łańcucha dostaw rynku wodoru. Na szczególną uwagę zasługuje w tym zakresie rozwój sieci wodorowej oraz przestrzenna integracja instalacji do produkcji wodoru.

Podobnie, jak na rynku niemieckim, **również na rynku niderlandzkim zakupy zagranicznych usług i towarów realizowane są z wykorzystaniem wszystkich kanałów charakterystycznych dla nowoczesnych rozwiniętych gospodarek.** Zaliczyć do nich można m.in.: **zakupy od agentów i dystrybutorów dóbr, zakupy z niemieckich oddziałów zagranicznych firm, zakupy bezpośrednio od zagranicznych sprzedawców, zakupy licencji, zakupy rządowe.**

**Znaczny stopień otwartości niderlandzkiej gospodarki oraz solidne ramy prawne** chroniące zagranicznych eksporterów, pozwalają na rozważenie sprzedaży produktów wielkopolskich firm poprzez wykorzystanie **modelu sprzedaży bezpośredniej.** Realizacja tego modelu sprzedaży może odbywać się z pominięciem fizycznych punktów dystrybucji (które biorąc pod uwagę poziom rozwoju społeczeństwa Niderlandów nie są koniecznością) przy wykorzystaniu modelu sprzedaży zdalnej.

Podejście do wejścia na rynek niderlandzki powinno zostać poprzedzone działaniami dotyczącymi segmentacji rynku i budowy strategii dotarcia do grup docelowych, które są zbliżone w swojej charakterystyce do tych, które zostały opisane w przypadku rynku niemieckiego.

Również przygotowanie to wejścia na rynek niderlandzki powinno objąć działania charakterystyczne dla rozwiniętych rynków, w przypadku których nie występuje potrzeba współpracy z agentem, takie jak: badania online, mailing, komunikację za pośrednictwem LinkedIn, cold calling. Biorąc pod uwagę stopień otwartości rządu Niderlandów, również w kwestii rozwoju gospodarki opartej na wodorze, kontakt z lokalnymi władzami może być efektywnym działaniem w zakresie rozwoju działalności spółki na rynku zagranicznym.



Budowa świadomości marki na rynku Niderlandzkim powinna uwzględniać dwa podstawowe obszary działań:

1. Działalność online, obejmującą dostosowanie strony internetowej przedsiębiorcy do specyfiki lokalnego rynku oraz (opcjonalnie) zastosowanie dedykowanej strategii SEO dla rynku niderlandzkiego.
2. Działalność bezpośrednią, obejmującą udział w wydarzeniach branżowych (konferencje, targi), a także bezpośrednie spotkanie z potencjalnymi kontrahentami.

## **5.7 Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w Niderlandach**

**Niderlandzki rynek wodoru jest rynkiem stosunkowo młodym.** Już teraz jednak widać znaczną determinację zarówno rządzących tym krajem, jak i podmiotów gospodarczych oraz samorządowych w nim działających w zakresie rozwoju gospodarki w kierunku stania się globalnym liderem rynku wodorowego. Charakterystyczną cechą rynku niderlandzkiego jest **znaczący nacisk na rozwój infrastruktury technicznej związanej z transportem wodoru w wymiarze wewnętrznym** (przede wszystkim infrastruktura gazociągowa) **oraz w wymiarze międzynarodowym, ze szczególnym uwzględnieniem transportu drogą morską.** Nadrzędne cele dla rozwoju gospodarki opartej na wodorze w tym kraju obejmują zarówno kwestie związane z dekarbonizacją, jak i aspekty biznesowe.

Przekłada się to na trendy, który wyznaczają w tym kraju kierunki rozwoju gospodarki opartej na wodorze na najbliższe lata:

- **Popularyzacja dolin wodorowych** jako wiodącego podejścia do wdrażania technologii wodorowych, które ma umożliwić szybsze osiągnięcie rentowności przez tę technologię.
- **Międzynarodowe podejście do rozwijania technologii i infrastruktury wodorowej.** Niderlandy dążą do stania się inter-europejskim, a nawet międzynarodowym hubem w zakresie transportu i handlu wodorem.
- **Ścisła współpraca w zakresie rozwoju gospodarki opartej na wodorze pomiędzy podmiotami gospodarczymi i jednostkami samorządowymi.**
- **Regulacyjne pobudzenie popytu** na wykorzystanie wodoru w sektorze mieszkaniowym (głównie do ogrzewania budynków). Planuje się odpowiednie dostosowanie przepisów krajowych, umożliwiające zwiększenie poziomu wodoru w mieszance gazów transportowanych gazociągami.
- **Rośnie popyt na pojazdy napędzane wodorem.** Popyt dotyczy przede wszystkim samochodów poruszających się na średnich i dużych dystansach, a także autobusów.

## 5.8 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek Niderlandów

### Barier wejścia na rynek niderlandzki

Biorąc pod uwagę aspirację niderlandzkiego rządu oraz dobrze funkcjonującą współpracę pomiędzy władzami lokalnymi i biznesem, a także przewidywane programy finansowania rozwoju rynku wodoru można oczekiwać, że **rynek dla tego nośnika energii w analizowanym kraju będzie dynamicznie zwiększał swoją wartość**. Jak w przypadku każdego rozwijającego się rynku, również i w przypadku niderlandzkiego rynku rozwoju istnieją pewne bariery, które stanowią wyzwania w zakresie rozwoju działalności zarówno lokalnych, jak i zagranicznych podmiotów.

- Bariera regulacyjna - na obecnym etapie, regulacje dotyczące rynku wodoru nie są jeszcze optymalnie rozwinięte. Gospodarka tym nośnikiem energii jest regulowana głównie przez akty prawne dotyczące innych pokrewnych sektorów. 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. Zgodnie z zapowiedziami strony rządowej Niderlandów wdrożenie tego typu regulacji jest planowane.
- Konkurencja – w Niderlandach funkcjonuje wiele silnych lokalnych firm. Ponadto, rynek ten jest przedmiotem zainteresowania ze strony wielu europejskich graczy. Na taką konkurencję trzeba być przygotowanym poprzez przeprowadzenie dokładnego badania rynku i opracowywanie strategii internacjonalizacji.
- Wysokie koszty prowadzenia działalności – podmioty wchodzące na niderlandzki rynek powinny uwzględnić w swoim biznesplanie wyższe niż w Polsce koszty prowadzenia działalności w tym kraju, dotyczące przede wszystkim płac i oraz usług obcych.

### Kapitałochłonność związana z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości

Potencjalne włączenie się w łańcuch dostaw i wartości gospodarki opartej na wodorze w Niderlandach nie jest tak kapitałochłonne, jak na przykład w przypadku Japonii, czy USA. Decyduje o tym przede wszystkim bliskość geograficzna tego rynku oraz brak bariery kulturowej. Czynniki te mają korzystny wpływ na obniżenie kosztów transportu, a także obsługi gwarancyjnej produktów lokowanych na rynku niderlandzkim. Powodują one również, że wejście na ten rynek nie wymaga współpracy z wyspecjalizowanym agentem, bądź podmiotem doradczym znającym realia i specyfikę lokalnego rynku. Duże znaczenie ma również fakt, że Niderlandy są członkiem Unii Europejskiej, co wiąże się z tym, że różnego typu regulacje, normy, czy zasady certyfikacji są zbliżone do tych, które wymagane są w Polsce. Przekłada się to na znaczne oszczędności na kosztach związanych z dopuszczeniem materiałów i towarów do obrotu jest bardziej kapitałochłonne niż w przypadku krajów europejskich. Niewątpliwie istotne koszty i nakłady związane będą z budową świadomości marki i znalezieniem potencjalnych kontrahentów na rynku niderlandzkim. W tym zakresie kosztem

przedsiębiorców wchodzących na niderlandzki rynek będą działania związane z dotarciem do klientów, takie jak np. udział w targach lub udział w spotkaniach bezpośrednich z potencjalnymi kontrahentami. Również w tym aspekcie, koszty te będą nieporównywalnie niższe niż w przypadku np. rynku USA lub Japonii.

Rysunek 13 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru w Niderlandach na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny HEAVENN



Źródło: Opracowanie własne

Względna bliskość geograficzna rynku niderlandzkiego oraz fakt pozostawiania tego kraju w Unii Europejskiej powodują, że pod względem kapitałochłonności internacjonalizacja działalności na tamtejszy rynek wodoru jest decyzją obciążoną względnie niskim ryzykiem biznesowym. Dużym atutem w tym aspekcie jest również fakt, że w zasadzie większość działań operacyjnych kierowanych na niderlandzki rynek może być prowadzona z Polski. Należy jednak odpowiednio przygotować się do wejścia na ten rynek, w szczególności w aspekcie sprostania silnej konkurencji pochodzącej w zasadzie z wszystkich krajów Europy.

Wsparcie finansowe dla rozwoju działalności na rynku niderlandzkim może potencjalnie pochodzić z takich samych źródeł, jak te które zostały wskazane w przypadku rynku Niemieckiego: środki preferencyjne z funduszy unijnych, finansowanie działalności eksportowej prowadzona przez Bank Gospodarstwa Krajowego i Korporację Ubezpieczeń Kredytów Eksportowych S.A., a także środki przeznaczone na finansowanie zielonej transformacji obejmujące plan inwestycyjny na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu i mechanizm sprawiedliwej transformacji.

## 5.9 Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej w Niderlandach

W poniższej tabeli zestawiono krytyczne komponenty dla łańcucha dostaw i wartości na przykładzie funkcjonowania łańcucha i wartości w dolinie wodorowej HEAVENN. Ze wskazanymi w tabeli produktami związana będzie znaczna część popytu związana z rozwojem rynku wodoru w perspektywie krótko i średnioterminowej. Popyt ten dotyczył będzie już powstających lub planowanych instalacji wodorowych.

1	Napędy, regulatory ciśnienia, czujniki dla motoryzacji
2	Zbiorniki do magazynowania wodoru
3	Dyfuzory, membrany i elektrody do elektrolizerów
4	Elektrolizery alkaliczne, membranowe z wymianą protonów i elektrolizery na tlenek stały
5	Części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki)
6	Komponenty automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)
7	Ogniwa paliwowe i komponenty do ogniw paliwowych
8	Pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki i inne komponenty do stacji tankowania wodoru
9	Komponenty w zakresie bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe)
10	Urządzenia pomiarowe, kontrolne i nawigacyjne (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)
11	Komponenty i półprodukty metalowe
12	Komponenty przemysłowe (pompy, zawory, monołączka, kształtki, rury, zasuw)
13	Zbiorniki ciśnieniowe
14	Instalacje przeciwpożarowe
15	Komponenty wykorzystywane w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)
16	Rury w szczególności wykonane z tworzyw sztucznych)
17	Materiały polimerowe (zbiorniki z włókna węglowego pokrytego warstwą polimerową), z kompozytów włókno szklane/aramid lub włókno węglowe z wkładem metalowym

18	Przetwornice, konwertery lub kondensatory (superkondensatory)
19	Systemy testowania ogniw paliwowych
20	Butle gazowe

Źródło: Opracowanie własne

Dla kluczowych ogniw łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w Niderlandach opracowano listę krytycznych komponentów wraz z oceną istotności każdego z nich. Ocena została dokonana w skali 1-6, gdzie notę 6 otrzymały komponenty krytyczne dla rozwoju danego segmentu rynku wodoru.

Tabela 23 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Reaktory	podsystem	6
Integratory procesorów paliwa	integracja	6
Katalizatory	materiały specjalistyczne	5
Katalizatory reaktora	materiały specjalistyczne	4
Katalizatory zmiany biegów	materiały specjalistyczne	4
Odsiarczacze	sub-komponenty	4
Naczynia reakcyjne	sub-komponenty	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 24 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Dozowniki / węże	komponent	6
Kompresory wodoru	podsystem	6
Sensory wodoru	podsystem	6
Integratory rozwiązań HRS	system	5
Przepływomierze	komponent	5
Chłodzenie wstępne	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 25 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Uszczelki	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Membrany	sub-komponenty	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Stosy AEL	podsystem	5
Systemy AEL	system	5
Anody	sub-komponenty	4
Katody	sub-komponenty	4



Dejonizatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 26 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory	materiały specjalistyczne	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły membran elektrodowych	sub-komponenty	6
Stosy PEM	podsystem	6
Jonomery	materiały specjalistyczne	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Systemy PEM	system	5
Wsporniki membran	materiały specjalistyczne	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 27 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Komórki (EEA, MEA)	sub-komponenty	6
Elektrolity ceramiczne	sub-komponenty	6
Elektrody	sub-komponenty	6
Uszczelki	sub-komponenty	6
Stosy SOEL	podsystem	6
Łączniki	sub-komponenty	5
Warstwy metali porowatych	sub-komponenty	5
Systemy SOEL	system	5
Czujniki wodoru	sub-komponenty	5
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 28 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego PEMFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory na nośniku	sub-komponenty	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły elektrod membranowych	sub-komponenty	6
Warstwy dyfuzyjne gazu	sub-komponenty	6

Stosy PEMFC	podsystem	6
Systemy PFMFC	system	6
Wsporniki membrany	materiały specjalistyczne	4
Jonometry	materiały specjalistyczne	4
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Recyrkulatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Inwertery	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 29 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego DMFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory na nośniku	sub-komponenty	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły elektrod membranowych	sub-komponenty	6
Warstwy dyfuzyjne gazu	sub-komponenty	6
Stosy DMFC	podsystem	6
Systemy DMFC	system	6
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Recyrkulatory	sub-komponenty	4
Inwertery	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 30 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych PEMFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory na nośniku	materiały specjalistyczne	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły elektrod membranowych	sub-komponenty	6
Warstwy dyfuzyjne gazu	sub-komponenty	6
Stosy PEMFC	podsystem	6
Systemy PEMFC	system	6
Wsporniki membrany	materiały specjalistyczne	4
Jonometry	materiały specjalistyczne	4
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Recyrkulatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Inwertery	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 31 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych SOFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Elektrolity ceramiczne	sub-komponenty	6
Elektrody	sub-komponenty	6

Uszczelki	sub-komponenty	6
Komórki (EEA, MEA)	sub-komponenty	6
Stosy SOFC	podsystem	6
Połączenia międzysystemowe	sub-komponenty	5
Warstwy porowate	sub-komponenty	5
Procesory / reformery paliwa	podsystem	5
Systemy SOFC	system	5
Inwertery	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

### 5.9.1 Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową

Jak zostało to już wskazane, rozwój technologii wodorowych w Niderlandach znajduje się na razie na niekomercyjnym etapie oznaczającym brak pełnej opłacalności ekonomicznej tego typu projektów. W związku z tym, podstawowe wyzwania związane z rozwojem analizowanego rynku obejmują obniżenie kosztów związanych z produkcją, transportem i dystrybucją tego nośnika energii, a także dostosowanie regulacji i norm rynkowych, które powinny nie tylko umożliwić względnie łatwe skalowanie technologii wodorowych, ale również kreować bodźce do korzystania z rozwiązań (nie tylko transportowych) wykorzystujących wodór.

#### Produkcja wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii produkcji wodoru w Niderlandach obejmują:

- Rozwój technologii tańszych, wydajniejszych i trwalszych elektrolizerów,
- Integrację morskich farm wiatrowych z elektrolizerami i magazynami wodoru,
- Rozwój efektywnych kosztowo i przyjaznych dla środowiska technologii wychwytywania, utylizacji i składowania dwutlenku węgla.

#### Magazynowanie wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii magazynowania wodoru w Niderlandach obejmują:

- Obniżenie kosztów magazynowania,
- Zapewnienie większej pojemności magazynów przy jednoczesnym obniżeniu wagi i objętości,
- Łączenie magazynów wodoru z instalacjami produkcji paliwa i docelowymi obszarami zastosowania nośnika energii.

#### Transport wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii transportu wodoru w Niderlandach obejmują:

- Rozwój infrastruktury związanej z odbiorem importowanego wodoru (terminale portowe, przeładunek itp.),
- Rozwój tańszych i bardziej niezawodnych systemów transportu i dystrybucji wodoru,
- Rozwój zaawansowanych technologii i koncepcji dystrybucji wodoru,
- Pogłębiona analiza możliwości wykorzystania sieci gazowej do transportu wodoru,
- Optymalizacja technologii transportu wodoru z wykorzystaniem różnego typu nośników chemicznych i biologicznych.

### **Docelowe obszary zastosowania wodoru**

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii związanych z wykorzystaniem wodoru w Niderlandach obejmują:

- Rozwój zintegrowanych łańcuchów wartości i dostaw wodoru wykorzystujących zasoby regionalne i lokalne,
- Integracja, testowanie i walidacja zintegrowanych systemów wodorowych dostosowanych do specyfiki każdego z kluczowych obszarów zastosowania,
- Demonstracja projektów integracji sieci energetycznej z technologiami wodorowymi w celu walidacji technologii magazynowania energii wodorowej i usług sieciowych opartych o wodór,
- Obniżenie kosztów wodoru jako paliwa dla sektora transportowego,
- Weryfikacja możliwości zastosowania wodoru jako paliwa lotniczego.

## **6. Dolina wodorowa Włochy na przykładzie projektu Hydrogen Valley South Tyrol**

### **6.1 Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem**

Włochy zmuszone są przyspieszyć swoje wysiłki w zakresie dekarbonizacji. Emisje gazów cieplarnianych we Włoszech w ostatnich trzech dekadach spadały w tempie 0,7% rocznie, głównie z powodu połączonego efektu zwiększonej efektywności energetycznej, większego udziału odnawialnych źródeł energii w miksie wytwarzania energii oraz delokalizacji produkcji

przemysłowej. Szacuje się, że aby osiągnąć cel zero emisji netto do 2050 r., tempo dekarbonizacji gospodarki kraju musi wzrosnąć mniej więcej dziesięciokrotnie.

**Podobnie jak Niderlandy, również Włochy mają aspiracje, aby stać się hubem czystej energii wodorowej dla Europy.** W celu osiągnięcia tego celu, kraj ten przede wszystkim analizuje możliwości **importu, a następnie sprzedaży wodoru produkowanego w Afryce Północnej z energii słonecznej.** Analizowany nośnik energii produkowany w krajach Afryki Północnej jest tańszy nawet o ok. 10-15% niż wodór produkowany lokalnie w Europie. W związku z powyższym, Włochy planują stać się swoistym mostem infrastrukturalnym pomiędzy dwoma kontynentami, co ma przyczynić się do szybszego rozwoju gospodarki wodorowej na całym kontynencie europejskim. Kluczowymi atutami Włoch w zakresie rozwoju gospodarki opartej na wodorze są niewątpliwie: lokalizacja tego kraju (bliskość Afryki) oraz dobrze rozwinięta i rozległa sieć gazowej, którym jednym z kluczowych operatorów jest firma Snam.

Aktualnie tylko niewielka część produkcji wodoru pochodzi z elektrolizy. Oczekuje się jednak, że **w nadchodzących latach wzrośnie zainteresowanie ekologicznym wodorem dzięki stopniowemu obniżaniu kosztów energii odnawialnej i elektrolizerów<sup>76</sup>.**

Obecnie wodór we Włoszech wykorzystywany jest głównie w przemyśle chemicznym i metalurgicznym. Jest powszechnie wytwarzany w procesie termochemicznym zwanym „reformowaniem”, polegającym na konwersji paliw kopalnych (np. węgla i gazu ziemnego) w szary wodór. Powoduje to względnie wysokie emisje CO<sub>2</sub>, dlatego też **analizowane są możliwości wykorzystania alternatyw dla szarego wodoru w postaci zarówno wodoru niebieskiego, jak i zielonego.**

Według dostępnych analiz, szacuje się, że **wodór może stanowić 23% włoskiego zapotrzebowania na energię w perspektywie 2050 r.** Ma się to przełożyć na **zmniejszenie szkodliwych emisji o ok. 30% w porównaniu z obecnymi poziomami.** Oczekuje się ponadto, że rozwój gospodarki opartej na wodorze we Włoszech umożliwi w perspektywie kolejnych 30 lat **generowanie dodatkowego 1,5 mld EUR dochodu i stworzy nawet 540 tys. nowych miejsc pracy<sup>77</sup>.**

Włochy są jednym z wiodących krajów w Europie pod względem badań w sektorze wodoru, ze **128 projektami finansowanymi przez Komisję Europejską w latach 2008-2017**, z udziałem ponad 80 włoskich beneficjentów i ponad 90 mln EUR finansowania.

---

<sup>76</sup> Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, 2020.

<sup>77</sup> Italy Invests in Green Hydrogen, U.S. International Trade Administration, 2020, [online, dostęp: 19.01.2021 r.], < <https://www.trade.gov> >.

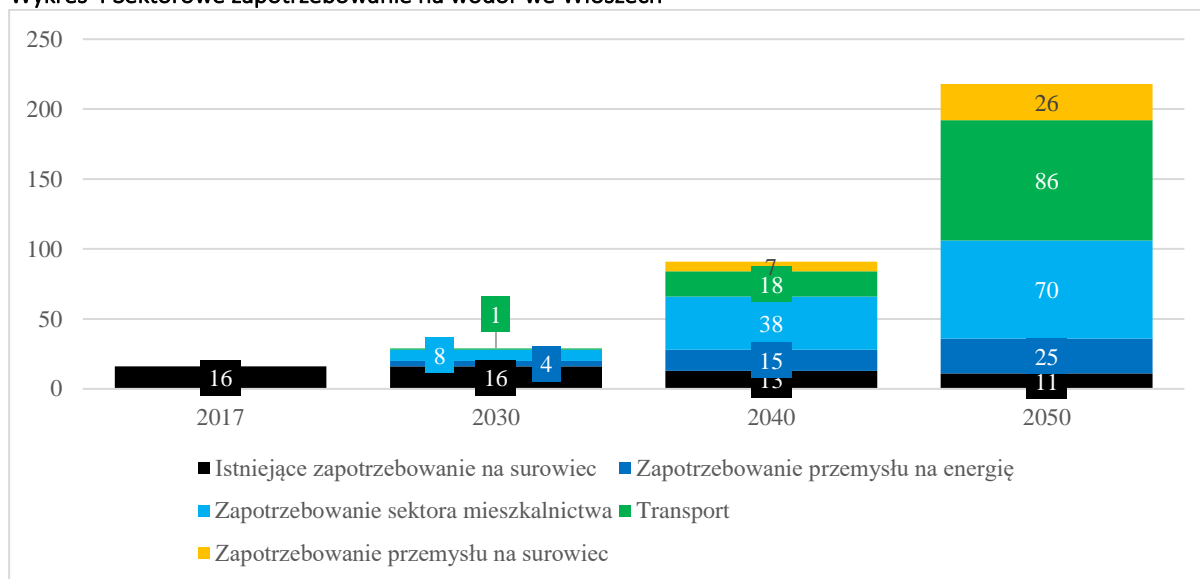


Rysunek 14 Potencjalne obszary zastosowania wodoru we Włoszech

Mieszkalnictwo	Transport	Przemysł
<p>Możliwości wykorzystania istniejącej infrastruktury gazowej do transportu wodoru powinny umożliwić względnie szybkie wykorzystanie wodoru w sektorze mieszkalnictwa, głównie do ogrzewania budynków.</p>	<p>Rynek mobilności wodorowej we Włoszech rozwija się obecnie w wybranych miejscach kraju (w szczególności na północy). Ponadto, coraz popularniejsze jest też stosowanie wodoru w segmencie transportu publicznego (autobusy i busy wodorowe).</p>	<p>Obecnie we włoskim przemyśle stosowany jest przede wszystkim wódz produkowany z paliw kopalnych. Istotnym trendem w zakresie rozwoju zastosowań wodoru w sektorze przemysłowym będzie zastąpienie wodoru szarego przez wódz niebieski i zielony.</p>
Magazynowanie energii	Wytwarzanie energii	
<p>Włochy posiadają uprzywilejowaną pod względem geograficznym pozycję w Europie jeżeli chodzi o możliwości rozwoju odnawialnych źródeł energii. Technologie oparte na wodorze mogą okazać się bardzo potrzebnym rozwiązaniem w zakresie magazynowania nadwyżek energii z OZE.</p>	<p>W porównaniu do innych gospodarek segment wytwarzania energii z wodoru we Włoszech nie jest intensywnie rozwijany. Nie zmienia to faktu, że istnieją perspektywy do zastosowania niebieskiego i zielonego wodoru (w szczególności importowanego) do produkcji energii.</p>	

Źródło: Opracowanie własne

Wykres 4 Sektorowe zapotrzebowanie na wodór we Włoszech



Źródło: IEA Team analysis EU Hydrogen roadmap

Podjęcie włoskiego rządu i przemysłu do budowy przewag konkurencyjnych na rynku wodoru obejmuje przede wszystkim **plany inwestycji w infrastrukturę gazową**. Snam - największy europejski operator gazociągów eksperymentuje już z 10% mieszanką wodoru w ramach swojej 33 000-kilometrowej sieci gazu ziemnego. Z analiz i doświadczeń tej firmy wynika, że **70% jej sieci gazu ziemnego spełnia już parametry techniczne do transportu wodoru**. W zakresie budowy przewag konkurencyjnych na rynku wodoru, rząd włoski analizuje również wdrożenia mechanizmów i zachęt, które mają umożliwić zwiększenie popytu na wodór ze strony transportu, sektora mieszkaniowego oraz przemysłu, co ma przełożyć się na obniżenie kosztów użytkowania tego nośnika energii<sup>78</sup>.

Testowane są również możliwości wykorzystania magazynów energii opartych na wodorze. W kwietniu 2019 roku Narodowa Agencja ds. Nowych Technologii, Energii i Zrównoważonego Rozwoju Gospodarczego („ENEA”) oraz Società Gasdotti Italia („SGI”), włoska firma oferująca usługę transportu gazu ziemnego, podpisały umowę ramową obejmującą projekt pilotażowy „Power to Gas”, składający się z co najmniej jednego elektrolizera podłączonego bezpośrednio do sieci elektroenergetycznej lub do systemu energii odnawialnej, przekształcającego nadprodukowaną energię elektryczną w wodór.

Kluczowe przewagi konkurencyjne i bariery w zakresie rozwoju technologii wodorowych we Włoszech przedstawione zostały w poniższej tabeli:

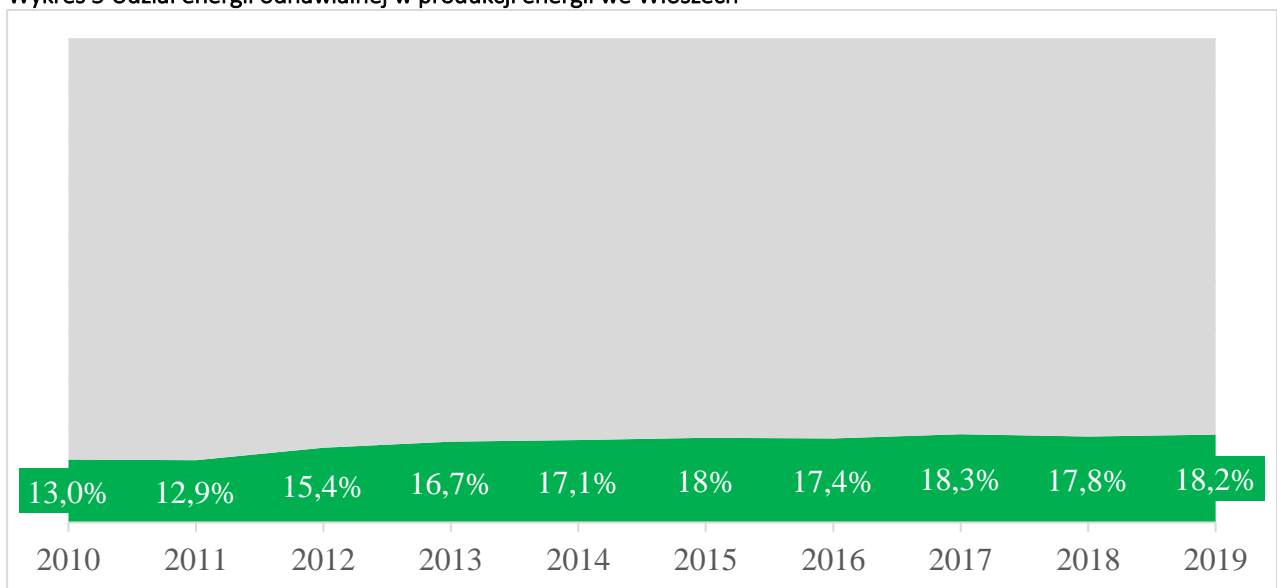
Przewagi konkurencyjne	Bariery
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wyższa dostępność odnawialnych źródeł energii niż w większości krajów europejskich,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wciąż niedostateczny poziom uregulowania rynku wodoru,</li> <li>- Zauważalne różnice w stopniu rozwoju gospodarczego Włoch pomiędzy północą</li> </ul>

<sup>78</sup> Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, 2020.

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rosnący udział energii odnawialnej w produkcji energii,</li> <li>- Lokalizacja kraju w pobliżu rynków północnej Afryki dająca dostęp do niskokosztowego wodoru,</li> <li>- Dobrze rozwinięta infrastruktura do przesyłu gazu ziemnego umożliwiającą szybką adaptację do przesyłu wodoru,</li> <li>- Istnienie kilku rurociągów łączących północną Afrykę z południowymi Włochami, które mogą służyć do importu wodoru,</li> <li>- Znaczna ilość projektów pilotażowych dotyczących dziedziny wodoru,</li> <li>- Powszechna akceptacja społeczna dla technologii wodorowych.</li> </ul>	<p>i południem ograniczają możliwości szybkiego skalowania technologii wodorowych.</p>
---	--

Źródło: Opracowanie własne

Wykres 5 Udział energii odnawialnej w produkcji energii we Włoszech



Źródło: Eurostat

W zakresie współpracy międzynarodowej Włochy np. podpisały z Hiszpanią protokół ustaleń dotyczący transformacji ekologicznej gospodarek obu krajów oraz memorandum o współpracy energetycznej z Azerbejdżanem.

## 6.2 Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych we Włoszech oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze

### Dokumenty strategiczne

Ogólne ramy strategiczne dla rozwoju rynku wodoru we Włoszech określone zostały w **Zintegrowanym Krajowym Planie na rzecz Energii i Klimatu**, opublikowanym w grudniu 2019 r. przez włoskie Ministerstwo Rozwoju wspólnie z Ministerstwem Środowiska i Ministerstwem Infrastruktury i Transportu. Zgodnie z tym dokumentem, jednym z głównych celów, do których dążą Włochy w perspektywie 2030 r. jest zmniejszenie o około 30% krajowej emisji gazów cieplarnianych. Przewiduje się, że wodór ze względu na jego unikalne właściwości chemiczne i fizyczne odegra kluczową rolę w osiągnięciu tego celu. Wpływa na to również fakt, że ten nośnik energii może być wytwarzany przez odnawialne źródła energii oraz może być przechowywany i transportowany jak gaz lub ciecz<sup>79</sup>.

W 2019 roku włoskie Ministerstwo Rozwoju zatwierdziło również „**trzyletni plan badań elektrycznych**”. Plan obejmuje lata 2019-2021 i ma na celu wspieranie badań i rozwoju nowych technologii, które mogłyby usprawnić krajowy system elektroenergetyczny. W planie uwzględniono technologie przekształcania energii odnawialnej w wodór i rozwój systemów magazynowania energii z wykorzystaniem wodoru.

Swój plan strategiczny dla rozwoju gospodarki opartej na wodorze posiada również jeden z najlepiej rozwiniętych w tym zakresie regionów Włoch, którym jest południowy Tyrol. Plan został zatwierdzony w 2020 r. i kładzie bardzo duży nacisk na rozwój mobilności opartej na wodorze<sup>80</sup>.

### Ramy prawne

Włoskie ramy prawne regulujące produkcję, przesył i dystrybucję wodoru są **dość fragmentaryczne, co często okazuje się przeszkodą w rozwoju nowych projektów**. Na przykład, chociaż **proces wydawania zezwoleń związanych z produkcją i magazynowaniem wodoru jest ustalany na poziomie krajowym, lokalne władze publiczne mogą mieć różne dodatkowe wymagania w odniesieniu do użytkowania gruntów na cele związane z produkcją lub przesyłem wodoru**<sup>81</sup>.

Włoskie organy ds. Ochrony środowiska **nie wprowadzają rozróżnienia pomiędzy produkcją wodoru w procesie reformingu oraz produkcją zielonego wodoru**. Prowadzi to do nałożenia takich samych ograniczeń w zakresie pozyskiwania pozwoleń środowiskowych na oba procesy, pomimo tego że elektroliza ma zupełnie inną charakterystykę. We Włoszech

---

<sup>79</sup> National Policy Paper – Italy, HyLaw, 2020.

<sup>80</sup> South Tyrol Hydrogen Master Plan: Sustainable Development of Mobility and Energy, FuelCellsWorks, [online, dostęp: 21.01.2021 r.], <<https://fuelcellsworks.com/news/south-tyrol-hydrogen-master-plan-sustainable-development-of-mobility-and-energy/>>.

<sup>81</sup> Hydrogen law and regulation in Italy, CMS Law, [online, dostęp: 21.01.2021 r.], <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/italy>>.

produkcja wodoru, zarówno w procesie reformingu, jak i elektrolizy, wymaga uzyskania **zintegrowanego zezwolenia środowiskowego** udzielanego przez Ministerstwo Środowiska i Ochrony Łądu i Morza. Zezwolenie to jest przyznawane w wyniku procedury administracyjnej, w ramach której zainteresowane organy badają projekt i oceniają potencjalne ryzyko dla środowiska. Ponadto zgodnie z rozporządzeniem ministerialnym z dnia 23 października 2018 r. Elementy instalacji do produkcji wodoru muszą spełniać określone normy, a producent jest zobowiązany do realizacji szczegółowych obowiązków konserwacyjnych. **Pożądane jest rozwinięcie we Włoszech prawodawstwa dotyczącego produkcji wodoru metodą elektrolizy, aby uprościć procedurę udzielania zezwoleń i zachęcić do inwestycji w tym niskoemisyjnym sektorze<sup>82</sup>.**

W dniu 23 października 2018 r. Ministerstwo Spraw Wewnętrznych wspólnie z Ministerstwem Infrastruktury i Transportu wydało rozporządzenie ministerialne w sprawie „Technicznych zasad ochrony przeciwpożarowej przy projektowaniu, budowie i eksploatacji instalacji dystrybucji wodoru do pojazdów samochodowych”, które wyznacza ramy prawne w zakresie bezpieczeństwa dla inwestycji wodorowych. W dekrete wprowadzono rozróżnienie między procesami reformingu i elektrolizy. Nie zmienia to jednak faktu, że w dalszym ciągu produkcja wodoru we Włoszech uważana jest za działalność przemysłową zarówno wtedy, gdy odbywa się poprzez reformację parową, jak i elektrolizę. Oznacza to, że środki ograniczające w zakresie użytkowania gruntów, w tym zakazy strefowe, mają zastosowanie do obu procesów. Zgodnie z przedmiotowym rozporządzeniem, wnioskodawca chcący zbudować obiekt do produkcji wodoru musi wskazać miejsce, w którym ma powstać instalacja, tak aby władze lokalne mogły ocenić zgodność inwestycji z planem zagospodarowania przestrzennego. Następnie lokalna straż pożarna dokonuje oceny pod kątem bezpieczeństwa i ochrony przeciwpożarowej. W zależności od lokalizacji proponowanego zakładu może zaistnieć potrzeba konsultacji z innymi władzami regionalnymi, np. Regionalna Agencja Ochrony Środowiska („Agenzia Regionale Protezione Ambiente” lub „ARPA”) i regionalny komitet techniczny („Comitato Tecnico Regionale” lub „CTR”).

W przypadku pozostałych obszarów regulacji rynku wodoru we Włoszech zastosowanie mają przepisy ogólne, dotyczące głównie gazu i innych paliw kopalnych. Na przykład, w odniesieniu do przyłączania elektrolizerów do krajowej sieci elektroenergetycznej (instalacje Power to Gas) nie istnieją żadne szczególne przepisy ani regulacje, które by to regulowały. W związku z tym zastosowanie mają przepisy ogólne dotyczące przyłączenia obiektów do sieci energetycznej.

---

<sup>82</sup> Hydrogen law and regulation in Italy, CMS Law, [online, dostęp: 21.01.2021 r.], <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/italy>>.



## 6.3 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż

### 6.3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż we Włoszech

Zgodnie z zapisami Strategii wodorowej, Włochy dążą do osiągnięcia 2% udziału wodoru w strukturze końcowego zapotrzebowania na energię w perspektywie 2030 roku oraz nawet 20% udziału tego nośnika energii w strukturze końcowego zapotrzebowania na energię w 2050 roku.

#### Produkcja wodoru

Wodór jest obecnie produkowany w Włoszech głównie z paliw kopalnych lub w innych procesach emitujących dwutlenek węgla, ponieważ elektroliza jest zbyt droga ze względu na ilość potrzebnej energii. Zakłada się, że w celu pokrycia szacowanego zapotrzebowania na wodór z nowych zastosowań i zastąpienia wodoru pochodzącego z paliw kopalnych, należałoby zainstalować 4,1 - 21 GW dedykowanych odnawialnych źródeł energii elektrycznej, aby produkować ekologiczny wodór w drodze elektrolizy. Do tego celu można również wykorzystać „nadwyżkę” energii elektrycznej z nadwyżek produkcji energii w źródłach odnawialnych. W dalszym ciągu jednak główna część popytu będzie musiała zostać pokryta z dedykowanych odnawialnych źródeł energii elektrycznej. Przewiduje się, że w perspektywie 2030 roku część zapotrzebowania w dalszym ciągu byłaby pokrywana wodorem pochodzącym z paliw kopalnych, wytwarzanym w drodze reformingu parowo-metanowego. Włochy szacują produkcję ponad 114 TWh energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w 2030 r. Potencjał techniczny produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych we Włoszech wydaje się jednak znacznie wyższy. Budowa dodatkowych mocy odnawialnych przeznaczonych do produkcji wodoru mogłaby zatem być wykonalnym scenariuszem. **Analizowany kraj planuje osiągnąć 5 GW mocy w zakresie produkcji wodoru z elektrolizy do 2030 r<sup>83</sup>.**

#### Transport wodoru

Włochy mogą skutecznie rozważyć wykorzystanie swojej istniejącej infrastruktury metanowej do transportu i dystrybucji wodoru, wprowadzając wodór do sieci publicznej w perspektywie krótko (2025-2030) i średnioterminowej (2030-2040) i potencjalnie przekształcając (część) swojej sieci w wodór w długim terminie (> 2040). Ponieważ rury polietylenowe są używane tylko w jednej trzeciej sieci dystrybucyjnej, ekonomiczna i techniczna wykonalność takiej konwersji należy poddać dalszej ocenie. Przekształcenie sieci w dedykowane rurociągi wodoru jest planem długoterminowym, ponieważ oczekuje się, że wolumeny produkcji wodoru będą stosunkowo niskie do 2030 r. W perspektywie krótko- i średnioterminowej wodór mógłby być zatem mieszany z metanem w istniejącej sieci, bez potrzeby dostosowania infrastruktury transportowej i dystrybucyjnej<sup>84</sup>. W krótkim terminie możliwy jest również transport tego nośnika energii cysternami.

---

<sup>83</sup> Italy Invests In Green Hydrogen, online [dostęp: 07.03.2021], <www.trade.gov>.

<sup>84</sup> Italy - Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking.

## Magazynowanie wodoru

Obecne plany w zakresie magazynowania wodoru zakładają wykorzystanie dedykowanych zbiorników, które będą mogły stanowić rezerwuar dla tego nośnika energii. W przypadku szeregu zastosowań transportowych oraz innych zastosowań stacjonarnych i energetycznych wodór w stanie gazowym może być przechowywany w zbiornikach ciśnieniowych, które są zwykle zbudowane z całkowicie metalowych lub owiniętych kompozytem materiałów. Wielkoskalowe składowanie geologiczne nie stanowi na obecnym etapie analiz opcji strategicznej dla Włoch.

Upowszechnienie się technologii wodorowych wygeneruje możliwości rozwojowe w wielu sektorach Włoch, w tym: **transportowym, mieszkaniowym, energetycznym oraz przemysłowym.**

## Transport

Wodór i ogniwa paliwowe są ważną częścią wachlarza opcji redukcji emisji związanych z transportem, ponieważ mogą być wykorzystywane w konkretnych zastosowaniach, które są trudne do dekarbonizacji, takich jak długodystansowy transport ciężki. W ciągu następnej dekady włoski rząd przewiduje zastosowanie wodoru w sektorze transportowym w zakresie 4000 długodystansowych ciężarówek. Przewidywana jest również stopniowa wymiana pociągów napędzanych olejem napędowym, które stanowią obecnie jedną trzecią włoskiej floty.

W czerwcu 2020 roku Alstom, wiodąca firma działająca w obszarze budowy pociągów i infrastruktury kolejowej, podpisała umowę ze SNAM (włoski podmiot gazowy), obejmującą dostawę pociągów napędzanych wodorem. Pociągi te będą wyposażone w ogniwa paliwowe, które będą przetwarzać wodór na energię elektryczną bez emisji gazów cieplarnianych.

W czerwcu 2019 roku ENI ogłosił rozpoczęcie nowego partnerstwa z Toyotą w zakresie planowania nowej stacji tankowania wodoru w regionie Lombardii. ENI określiło, że wodór, który będzie sprzedawany na stacji paliw, będzie całkowicie ekologiczny, ponieważ będzie wytwarzany wyłącznie w procesie elektrolizy.

## Przemysł

Włochy mają znaczny potencjał wykorzystania wodoru w przemyśle, na przykład w przemyśle nawozowym, gdzie wodór pochodzący z metanu jest już wykorzystywany do produkcji amoniaku. Ponadto wodór kopalny jest wykorzystywany we włoskich, które łącznie odpowiadają za **8% całkowitej produkcji wodoru na własny użytek w rafineriach w UE.** Gaz ziemny jest obecnie ważnym paliwem we włoskim przemyśle, więc wodór mógłby odgrywać ważną rolę w dekarbonizacji zapotrzebowania na energię w przemyśle. Inną cechą zapotrzebowania na energię w przemyśle we Włoszech jest to, że **46% zużycia energii jest wykorzystywane do wytwarzania ciepła procesowego o wysokiej temperaturze**, które można zdekarbonizować za pomocą wodoru. Oprócz tego we Włoszech funkcjonują huty stali, które potencjalnie mogłyby stanowić ważną grupę docelową w zakresie wykorzystania wodoru.

## Mieszkalnictwo

We włoskim sektorze mieszkaniowym gaz ziemny stanowi prawie **połowę końcowego zapotrzebowania na energię i ponad 70% zapotrzebowania na ogrzewanie**. Wodór mógłby zatem odegrać istotną rolę w dekarbonizacji tej części gospodarki. Włochy mają również znaczne zapotrzebowanie na chłód, odpowiadające za **5% całkowitego zapotrzebowania na energię w gospodarstwach domowych i usługach**. W perspektywie średnio- i długoterminowej technologie oparte na wodorze mogą być również wykorzystywane do zaspokojenia rosnącego zapotrzebowania na chłód.

## Magazynowanie energii

Potencjał rynku magazynowania energii we Włoszech związany jest przede wszystkim z magazynowaniem nadwyżek energii produkowanej w OZE oraz z bilansowaniem pracy sieci energetycznej. Nadmiar energii latem można przekształcić w wodór i przechowywać w miesiącach zimowych. Wodór może uzupełniać inne opcje magazynowania, takie jak akumulatory i hydroelektrownie szczytowo-pompowe, co może pomóc zrównoważyć krótko- i średniokresowe wahania w sieci.

### 6.3.2 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej Hydrogen Valley South Tyrol



Źródło: *Mission Innovation Hydrogen Valley Platform*

Bardzo istotnym projektem dla rozwoju gospodarki wodorowej we Włoszech jest projekt doliny wodorowej Hydrogen Valley South Tyrol. Zakres projektu **obejmuje bardzo szerokie spektrum łańcucha dostaw i wartości wodoru, począwszy od produkcji tego nośnika energii z wykorzystaniem odnawialnych energii, aż do dystrybucji wodoru jako paliwa służącego zasilaniu samochodów wodorowych z wykorzystaniem stacji tankowania działających pod ciśnieniem 700 i 350 bar (HRS 700 i HRS 350)**. W analizowanym projekcie produkcja wodoru z OZE będzie się odbywać z wykorzystaniem **elektrolizerów alkalicznych (AEL) oraz elektrolizerów membranowych (PEM)**. Nośnik energii będzie **magazynowany**

## i transportowany pod postacią sprężonego gazu w cylindrycznych magazynach oraz cysternach.

Rysunek 15 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej Hydrogen Valley South Tyrol



Źródło: Opracowanie własne

Plan rozwoju doliny wodorowej South Tyrol składa się z 3 etapów. Pierwszym krokiem były udane projekty pilotażowe UE „CHIC” i „HyFIVE” w dziedzinie autobusów i samochodów zasilanych wodorowymi ogniwami paliwowymi. **Obecnie projekt znajduje się w fazie 2, która zakłada rozbudowę infrastruktury do produkcji, przesyłu i dystrybucji wodoru oraz wdrożenie do eksploatacji kilku flot pojazdów bezemisyjnych w różnych sektorach, obejmujących np. lokalny transport publiczny lub turystykę<sup>85</sup>.**

Ostatnia, trzecia faza rozwoju doliny wodorowej zakłada ekspansję projektu z poziomu regionalnego na poziom ponadregionalny i międzynarodowy, co ma umożliwić pełną realizację efektów skali związanych ze zintegrowanym podejściem do tworzenia łańcuchów dostaw i wartości wodoru. W tym zakresie istotną rolę odgrywa położenie geograficzne Południowego Tyrolu. Region ten znajduje się w korytarzu Brenner łączącym Europę Środkową z Włochami i cierpiącym z powodu wysokiego natężenia ruchu. W trzecim etapie rozwoju projektu istotną rolę ma odegrać regionalny operator autostrady Brenner Motorway. Autostrada ma stać się pierwszym na świecie zielonym korytarzem transportowym<sup>86</sup>.

<sup>85</sup> Hydrogen Valley South Tyrol, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 22.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/hydrogen-valley-south-tyrol>>.

<sup>86</sup> Hydrogen Valley South Tyrol, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 22.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/hydrogen-valley-south-tyrol>>.




#### 6.4 Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej Hydrogen Valley South Tyrol oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy

Podmiot	Charakterystyka
	<p>Celem działalności centrum IIT - Institut für Innovative Technologien Bozen jest prowadzenie badań nad możliwościami przechowywania energii odnawialnej w postaci wodoru i wykorzystywania go jako paliwa do pojazdów bezemisyjnych.</p> <p>Instytut pełni rolę ośrodka naukowego koordynującego projekt.</p>
	<p>Autostrada del Brennero SpA to spółka będąca operatorem włoskiej autostrady A22. Powstała w Trydencie 20 lutego 1959 roku. Na mocy udzielonej koncesji spółka zarządza autostradą A22.</p>
	<p>Spółka SASA jest regionalnym operatorem autobusowego transportu publicznego, działającym w regionie południowego Tyrolu.</p> <p>W ramach projektu firma rozwija flotę autobusów wodorowych, aby docelowo być operatorem floty neutralnej z perspektywy emisji CO<sub>2</sub>.</p>
	<p>Firma Südtiroler Transportstrukturen AG jest regionalnym operatorem transportu publicznego zajmującym się transportem autobusowym, kolejowym oraz linowym. Firma działa w regionie południowego Tyrolu.</p> <p>W ramach projektu firma zajmuje się możliwościami wdrożenia rozwiązań wodorowych do swojej floty transportowej, w szczególności w zakresie transportu autobusowego oraz kolejowego.</p>

	<p>Lokalna spółdzielnia energetyczna zapewniająca dostawy czystej energii w regionie południowego Tyrolu.</p> <p>W projekcie Hydrogen Valley South Tyrol firma jest jednym z dostawców energii odnawialnej do produkcji zielonego wodoru.</p>
	<p>Regionalny dystrybutor energii elektrycznej w regionie południowego Tyrolu.</p> <p>W ramach projektu firma zbiera doświadczenia w zakresie możliwości, jakie oferują technologie wodorowe w obszarze bilansowania pracy sieci energetycznej.</p>
	<p>Eurac Research to prywatne centrum badawcze z siedzibą w Bolzano w Południowym Tyrolu. Centrum ma jedenaście instytutów i pięć ośrodków. Eurac Research ma ponad 800 partnerów w 56 krajach.</p> <p>Centrum dostarcza zaplecze badawczo-rozwojowe na potrzeby projektu.</p>
	<p>Producent energii odnawialnej w regionie południowego Tyrolu. Firma posiada aktywa oparte na wietrze i na energii słonecznej.</p> <p>W projekcie Hydrogen Valley South Tyrol firma jest jednym z dostawców energii odnawialnej do produkcji zielonego wodoru.</p>












	<p>Stadwerke Meran to lokalny operator infrastruktury do dostaw wody oraz infrastruktury kanalizacyjnej. Firma zarządza również infrastrukturą oświetleniową oraz świadczy usługi związane z utrzymaniem porządku.</p>
	<p>Operator infrastrukturalny działający w obszarze dostaw wody pitnej, a także posiadający infrastrukturę gazową i kanalizacyjną. Firma świadczy usługi dla mieszkańców Bolzano.</p> <p>W projekcie firma odpowiada za rozwój technologii załączania wodoru do sieci gazowej w celu przesyłu do odbiorców z sektora gospodarstw domowych.</p>

*Źródło: Opracowanie własne*

## 6.5 Zapotrzebowanie rynku włoskiego na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw na przykładzie doliny wodorowej Hydrogen Valley South Tyrol

Niewątpliwie można oczekiwać, że rynek włoski wygeneruje w przyszłości duże zapotrzebowanie na produkty i usługi, które mogą być potencjalnie dostarczane przez firmy z Wielkopolski. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę na możliwe różnice w strukturze popytu pomiędzy północnymi i południowymi regionami kraju. Biorąc pod uwagę kierunki rozwoju gospodarki wodorowej na południu Włoch można oczekiwać, że w tym regionie wystąpi zapotrzebowanie na produkty i usługi związane z rozwojem infrastruktury do przesyłu i transportu wodoru zarówno drogą lądową, jak i morską. Modelowa struktura popytu charakterystyczna dla północy kraju powinna być zbliżona do zapotrzebowania na produkty i usługi wynikającego z analizy łańcucha dostaw i wartości doliny wodorowej South Tyrol. Kładzie ona silniejszy akcent na rozwój punktów dystrybucji wodoru i mobilności opartej na tym nośniku energii. W poniższej tabeli zestawiono produkty i usługi, których dotyczyło będzie zapotrzebowanie pochodzące z włoskiego rynku wodoru.

Lp.	Rodzaj produktu / usługi	Szacunkowa wartość rynku	Natężenie konkurencyjne
1	Produkcja 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)		
2	Produkcja komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)		
3	Produkcja rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych)		
4	Dostawy zbiorników do magazynowania wodoru		
5	Produkcja zbiorników ciśnieniowych		
6	Produkcja urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)		
7	Produkcja dyfuzorów membran i elektrod		
8	Produkcja komponentów i półproduktów metalowych		
9	Produkcja butli gazowych		
10	Produkcja komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)		
11	Produkcja komponentów dla motoryzacji		
12	Produkcja systemów testowania ogniw paliwowych		

13	Projektowanie instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych		
14	Remonty i modernizacje infrastruktury technicznej		
15	Projektowanie instalacji przemysłowych		
16	Instalacja systemów klimatyzacji		
17	Produkcja i montaż instalacji elektrycznych		
18	Produkcja i montaż instalacji wentylacyjnych		
19	Bezpieczeństwo maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przełączniki, włączniki, skanery laserowe)		
20	Infomatyzacja procesów wytwarzania energii		
21	Programowanie (oprogramowanie dla operatorów infrastruktury krytycznej na styku z systemami UPS, aplikacje do monitorowania pracy systemów UPS)		
22	Prowadzenie procesów energetycznych		
23	Projektowanie i wykonawstwo instalacji przeciwpożarowych		
24	Inżynieria kontraktów		
25	Prowadzenie szkoleń z zakresu bezpieczeństwa		
26	Inżynieria oraz projektowanie i budowa maszyn		
27	Prowadzenie analiz geologicznych		

Źródło: Opracowanie własne

Analizy zapotrzebowania na poszczególne produkty i usługi dokonano w oparciu o dwa kryteria. Kryterium pierwszym jest szacunkowy rozmiar rynku dla danej kategorii produktów

i usług w perspektywie 2050 roku, który został oszacowany w oparciu o dane dotyczące rozmiaru rynku wodoru we Włoszech w segmentach, dla których dane były publicznie dostępne<sup>87</sup>. Drugim kryterium jest poziom natężenia konkurencyjnego w ramach rynków poszczególnych produktów i usług. Przyjęte kryteria oceny zostały zaprezentowane poniżej.

Wartość rynku w perspektywie 2050	
0-1 mld PLN	
1-5 mld PLN	
5-10 mld PLN	
10-20 mld PLN	
>20 mld PLN	

Natężenie konkurencyjne	
wysokie	
średnie	
niskie	

## 6.6 Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii

W porównaniu z innymi źródłami energii rynek wodoru we Włoszech jest wciąż na wczesnym etapie rozwoju. Niemniej jednak ten **nośnik energii stanowi fundament wdrażania włoskiego nowego zielonego ładu, co wynika z jego ogromnego potencjału w zakresie dekarbonizacji i wykorzystania energii odnawialnej**. W ostatnich latach włoski rząd i firmy prywatne intensywnie inwestowały w badania i innowacyjne projekty, aby przyspieszyć rozwój nowych technologii związanych z wodorem.

Włochy są jednym z wiodących krajów w Europie pod względem badań w sektorze wodoru, ze 128 projektami finansowanymi przez Komisję Europejską w latach 2008-2017, z udziałem ponad 80 włoskich beneficjentów. Wskazane projektu zmobilizowały ponad 90 mln EUR funduszy.

Według wstępnych wytycznych w perspektywie długoterminowej **Włochy powinny zainwestować od 2 do 3 mld EUR w infrastrukturę dystrybucyjną, pociągi i tory; od 5 do**

<sup>87</sup> H2 Italy 2050. A national hydrogen value chain for the growth and decarbonization of Italy, SNAM, (2020); The hydrogen challenge: The potential of hydrogen in Italy, SNAM, (2019).

**8 mld EUR w produkcji wodoru i 1 mld EUR na badania i rozwój**, co niewątpliwie wygeneruje bardzo duży i chłonny rynek, również dla podmiotów zza granicy.

Podejście do wejścia na rynek włoski powinno zostać poprzedzone działaniami dotyczącymi segmentacji rynku i budowy strategii dotarcia do grup docelowych, które są zbliżone w swojej charakterystyce do tych, które zostały opisane w przypadku rynku niemieckiego i niderlandzkiego.

Również przygotowanie to wejścia na rynek włoski powinno objąć działania charakterystyczne dla rozwiniętych rynków, w przypadku których nie występuje potrzeba współpracy z agentem, takie jak: **badania online, mailing, komunikację za pośrednictwem LinkedIn, cold calling**. Pewnym wyzwaniem może być sprawne poruszanie się we włoskim otoczeniu regulacyjnym dotyczącym rynku wodoru, które jak już wskazano jest jeszcze stosunkowo fragmentaryczne i częściowo zależne od władz lokalnych. W celu przezwyciężenia tej bariery konieczna może być współpraca z wyspecjalizowanym doradcą prawnym.

Budowa świadomości marki na rynku włoskim powinna uwzględniać dwa podstawowe obszary działań:

1. Działalność online, obejmującą dostosowanie strony internetowej przedsiębiorcy do specyfiki lokalnego rynku oraz (opcjonalnie) zastosowanie dedykowanej strategii SEO la rynku włoskiego.
2. Działalność bezpośrednią, obejmującą udział w wydarzeniach branżowych (konferencje, targi), a także bezpośrednie spotkanie z potencjalnymi kontrahentami.

## **6.7 Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej we Włoszech**

Włoski rynek wodoru, podobnie jak inne rynki europejskie jest na stosunkowo wczesnym etapie rozwoju, co wynika z **trochę innego rozłożenia akcentów jeżeli chodzi o pobudki dla rozwoju gospodarki wodorowej w tym kraju, w porównaniu do rynków np. USA lub Japonii**. Pobudki te skoncentrowane są bardziej na **dekarbonizacji kraju, a mniej na wygenerowaniu korzyści biznesowych, chociaż te drugie są również istotne**. Charakterystyczne cechy włoskiego rynku analizowanego nośnika energii obejmują **nastawienie na ścisłą współpracę z krajami północnej Afryki w zakresie dostaw taniego wodoru** oraz **wysoce prawdopodobne różnice pomiędzy kierunkami rozwoju rynku wodoru pomiędzy północą i południem kraju** (południe nastawione bardziej na rozwój infrastruktury do przesyłu i transportu, północ nastawiona przede wszystkim na dystrybucję i mobilność wodorową).

Przekłada się to na trendy, który wyznaczają w tym kraju kierunki rozwoju gospodarki opartej na wodorze na najbliższe lata:

- **Możliwy rozwój technologii służących rozwojowi transportu wodoru drogą morską.**



- Rozwój projektów mających wdrożyć **usprawnienia do procesu produkcji wodoru z wykorzystaniem elektrolizy** w celu lepszego wykorzystania uprzywilejowanej pozycji Włoch w zakresie produkcji energii ze źródeł odnawialnych.
- **Międzynarodowe podejście do rozwijania technologii i infrastruktury wodorowej.** Włochy ściśle współpracują z Niemcami i Austrią w zakresie rozwoju technologii wodorowych na północy kraju.
- **Ścisła współpraca w zakresie rozwoju gospodarki opartej na wodorze pomiędzy podmiotami gospodarczymi i przedsiębiorstwami komunalnymi.**
- **Rosnący popyt na pojazdy napędzane wodorem na północy kraju.** Popyt dotyczy przede wszystkim samochodów poruszających się na średnich i dużych dystansach, a także autobusów.

## **6.8 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek włoski**

### **Barierzy wejścia na rynek włoski**

Włoski rynek jest niewątpliwie atrakcyjny dla przedsiębiorców z Polski, na co wpływ mają przede wszystkim czynniki takie, jak jego względna bliskość geograficzna oraz niższe niż np. w Niemczech koszty związane z prowadzeniem działalności. Ogólna atrakcyjność rynku włoskiego przekłada się również na atrakcyjność rynku wodoru w tym kraju. Poza tym, że ma on bardzo dobre perspektywy wynikające z trendów branżowych oraz z polityki rządowej, to charakteryzuje się relatywnie wysoką dostępnością dla przedsiębiorców z Polski. Jednakże, jak w przypadku każdego rynku zagranicznego, istnieją w przypadku rynku włoskiego pewne bariery, które stanowią wyzwania w zakresie rozwoju działalności zarówno lokalnych, jak i zagranicznych podmiotów.

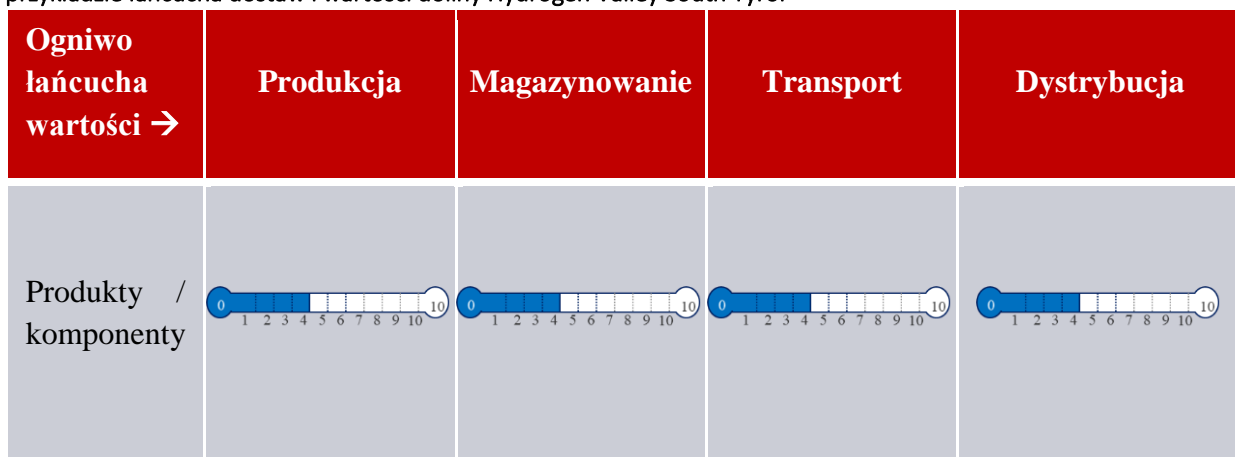
- Bariery regulacyjna - na obecnym etapie, regulacje dotyczące rynku wodoru nie są jeszcze optymalnie rozwinięte. Gospodarka tym nośnikiem energii jest regulowana głównie przez akty prawne dotyczące innych pokrewnych sektorów. Brak jest rozróżnienia w przepisach prawnych procesów wytwarzania niskoemisyjnego wodoru od procesów obciążonych znacznymi emisjami dwutlenku węgla (brak definicji prawnej zielonego wodoru). Regulacje dotyczące rynku wodoru są ponadto fragmentaryczne i znaczny wpływ na ostateczne warunki realizacji inwestycji mają działania regulacyjne lokalnych władz. Władze Włoch planują usunąć wskazane powyżej luki prawne.
- Konkurencja – bazując na przykładzie doliny wodorowej Hydrogen Valley South Tyrol można wywnioskować, że na włoskim rynku wodoru (w szczególności w północnej części kraju) ważną rolę odgrywały będą podmioty z Niemiec oraz z Austrii, stanowiące silną konkurencję dla polskich przedsiębiorców. Na taką konkurencję trzeba być

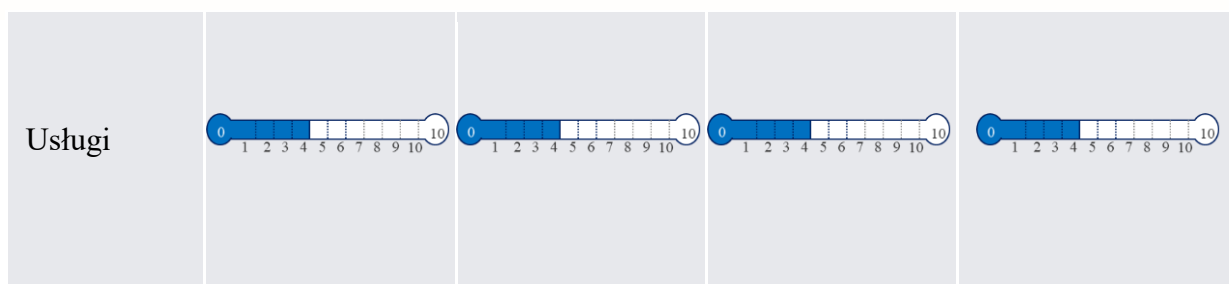
przygotowanym poprzez przeprowadzenie dokładnego badania rynku i opracowywanie strategii internacjonalizacji.

### Kapitałochłonność związana z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości

Potencjalne włączenie się w łańcuch dostaw i wartości gospodarki opartej na wodorze we Włoszech **nie jest tak kapitałochłonne, jak na przykład w przypadku Japonii, czy USA**. Ze względu na niższe koszty usług obcych, czy towarów i materiałów powinno ono być również **mniej kapitałochłonne niż w przypadku europejskich krajów takich, jak Niemcy**. Czynniki takie jak bliskość geograficzna, czy niewielkie różnice kulturowe mają korzystny wpływ na obniżenie kosztów transportu, a także obsługi gwarancyjnej produktów lokowanych na rynku włoskim. Powodują one również, że wejście na ten rynek nie wymaga współpracy z wyspecjalizowanym agentem, bądź podmiotem doradczym znającym realia i specyfikę lokalnego rynku. Współpraca z wyspecjalizowanym podmiotem może okazać się potrzebna jedynie w przypadku doradztwa w zakresie poruszania się po otoczeniu regulacyjnym rynku wodoru we Włoszech (prawdopodobnie tylko na wczesnych etapach rozwoju tego rynku). Duże znaczenie ma również fakt, że Włochy są członkiem Unii Europejskiej, co wiąże się z tym, że różnego typu regulacje, normy, czy zasady certyfikacji są zbliżone do tych, które wymagane są w Polsce. Przekłada się to na znaczne oszczędności na kosztach związanych z dopuszczeniem materiałów i towarów do obrotu. Niewątpliwie istotne koszty i nakłady związane będą z budową świadomości marki i znalezieniem potencjalnych kontrahentów na rynku włoskim. W tym zakresie kosztem przedsiębiorców wchodzących na włoski rynek będą działania związane z dotarciem do klientów, takie jak np. udział w targach lub udział w spotkaniach bezpośrednich z potencjalnymi kontrahentami. Również w tym aspekcie, koszty te będą nieporównywalnie niższe niż w przypadku np. rynku USA lub Japonii.

Rysunek 16 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru we Włoszech na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny Hydrogen Valley South Tyrol





Źródło: Opracowanie własne

Bliskość geograficzna rynku włoskiego oraz fakt pozostawania tego kraju w Unii Europejskiej powodują, że pod względem kapitałochłonności internacjonalizacja działalności na tamtejszy rynek wodoru **jest decyzją obciążoną względnie niskim ryzykiem biznesowym**. Dużym atutem w tym aspekcie jest również fakt, że w zasadzie **większość działań operacyjnych kierowanych na włoski rynek może być prowadzona z Polski**. Należy jednak odpowiednio przygotować się do wejścia na ten rynek, **w szczególności w aspekcie sprostania silnej konkurencji pochodzącej w Niemiec i Austrii**.

Wsparcie finansowe dla rozwoju działalności na rynku włoskim może potencjalnie pochodzić z takich samych źródeł, jak te które zostały wskazane w przypadku rynku Niemieckiego: środki preferencyjne z funduszy unijnych, finansowanie działalności eksportowej prowadzona przez Bank Gospodarstwa Krajowego i Korporację Ubezpieczeń Kredytów Eksportowych S.A., a także środki przeznaczone na finansowanie zielonej transformacji obejmujące plan inwestycyjny na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu i mechanizm sprawiedliwej transformacji.

## 6.9 Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej we Włoszech

W poniższej tabeli zestawiono krytyczne komponenty dla łańcucha dostaw i wartości na przykładzie funkcjonowania łańcucha i wartości w dolinie wodorowej Hydrogen Valley South Tyrol. Ze wskazanymi w tabeli produktami związana będzie znaczna część popytu związana z rozwojem rynku wodoru w perspektywie krótko i średnioterminowej. Popyt ten dotyczył będzie już powstających lub planowanych instalacji wodorowych.

1	Zbiorniki do magazynowania wodoru
2	Dyfuzory, membrany i elektrody do elektrolizerów
3	Elektrolizery alkaliczne, membranowe z wymianą protonów i elektrolizery na tlenek stały
4	Części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki)
5	Komponenty automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)

6	Ogniwa paliwowe i komponenty do ogniw paliwowych
7	Pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki i inne komponenty do stacji tankowania wodoru
8	Komponenty w zakresie bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe)
9	Urządzenia pomiarowe, kontrolne i nawigacyjne (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)
10	Komponenty i półprodukty metalowe
11	Komponenty przemysłowe (pompy, zawory, monołączka, kształtki, rury, zasuwki)
12	Zbiorniki ciśnieniowe
13	Instalacje przeciwpożarowe
14	Komponenty wykorzystywane w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)
15	Rury w szczególności wykonane z tworzyw sztucznych)
16	Materiały polimerowe (zbiorniki z włókna węglowego pokrytego warstwą polimerową), z kompozytów włókno szklane/aramid lub włókno węglowe z wkładem metalowym
17	Systemy testowania ogniw paliwowych

Źródło: Opracowanie własne

Dla kluczowych ogniw łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru we Włoszech opracowano listę krytycznych komponentów wraz z oceną istotności każdego z nich. Ocena została dokonana w skali 1-6, gdzie notę 6 otrzymały komponenty krytyczne dla rozwoju danego segmentu rynku wodoru.

Tabela 32 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Reaktory	podsystem	6
Integratory procesorów paliwa	integracja	6
Katalizatory	materiały specjalistyczne	5
Katalizatory reaktora	materiały specjalistyczne	4
Katalizatory zmiany biegów	materiały specjalistyczne	4
Odsiarczacze	sub-komponenty	4
Naczynia reakcyjne	sub-komponenty	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 33 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Dozowniki / węże	komponent	6
Kompresory wodoru	podsystem	6
Sensory wodoru	podsystem	6
Integratory rozwiązań HRS	system	5
Przepływomierze	komponent	5
Chłodzenie wstępne	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 34 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Uszczelki	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Membrany	sub-komponenty	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Stosy AEL	podsystem	5
Systemy AEL	system	5
Anody	sub-komponenty	4
Katody	sub-komponenty	4
Dejonizatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 35 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory	materiały specjalistyczne	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły membran elektrodowych	sub-komponenty	6
Stosy PEM	podsystem	6
Jonometry	materiały specjalistyczne	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Systemy PEM	system	5
Wsporniki membran	materiały specjalistyczne	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192



Tabela 36 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Komórki (EEA, MEA)	sub-komponenty	6
Elektrolity ceramiczne	sub-komponenty	6
Elektrody	sub-komponenty	6
Uszczelki	sub-komponenty	6
Stosy SOEL	podsystem	6
Łączniki	sub-komponenty	5
Warstwy metali porowatych	sub-komponenty	5
Systemy SOEL	system	5
Czujniki wodoru	sub-komponenty	5
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

### 6.9.1 Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową

Fundamentalnymi wyzwaniami w zakresie rozwoju rynku wodoru we Włoszech są brak konkurencyjności kosztowej produkcji paliwa wodorowego oraz wciąż niewystarczająca baza aktywów OZE, które mogłyby być wykorzystane do produkcji zielonego wodoru. W związku z tym, podstawowe wyzwania związane z rozwojem analizowanego rynku obejmują obniżenie kosztów związanych z produkcją, transportem i dystrybucją tego nośnika energii. Wyzwaniami niezwiązanymi z ekonomiką rynku wodoru są dostosowanie regulacji i norm rynkowych, które powinny uatrakcyjnić ten rynek w celu przyciągnięcia inwestycji zagranicznych. Pewnym problemem dotyczącym włoskiego rynku wodoru jest również bariera społeczna w postaci niskiego poziomu społecznej akceptacji wodoru.

#### Produkcja wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii produkcji wodoru we Włoszech obejmują:

- Rozwój regulacji prawnych umożliwiających odróżnienie procesów produkcji bezemisyjnego wodoru od procesów produkcji wodoru charakteryzujących się emisjami CO<sub>2</sub>,
- Rozwój technologii tańszych, wydajniejszych i trwalszych elektrolizerów,
- Rozbudowa bazy aktywów OZE, w celu zapewnienia mocy wytwórczych zielonego wodoru,
- Rozwój efektywnych kosztowo i przyjaznych dla środowiska technologii wychwytywania, utylizacji i składowania dwutlenku węgla.

## Magazynowanie wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii magazynowania wodoru we Włoszech obejmują:

- Obniżenie kosztów magazynowania,
- Zapewnienie większej pojemności magazynów przy jednoczesnym obniżeniu wagi i objętości,
- Określenie strategicznych lokalizacji magazynów w pobliżu kluczowych punktów planowanej sieci przesyłu wodoru z południa na północ kraju,
- Łączenie magazynów wodoru z instalacjami produkcji paliwa i docelowymi obszarami zastosowania nośnika energii.

## Transport wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii transportu wodoru we Włoszech obejmują:

- Rozwój infrastruktury związanej z odbiorem importowanego wodoru.
- Rozwój tańszych i bardziej niezawodnych systemów transportu i dystrybucji wodoru,
- Rozwój zaawansowanych technologii i koncepcji dystrybucji wodoru,
- Pogłębiona analiza możliwości wykorzystania sieci gazowej do transportu wodoru.

## Docelowe obszary zastosowania wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii związanych z wykorzystaniem wodoru we Włoszech obejmują:

- Rozwój zintegrowanych łańcuchów wartości i dostaw wodoru wykorzystujących zasoby regionalne i lokalne,
- Integracja, testowanie i walidacja zintegrowanych systemów wodorowych dostosowanych do specyfiki każdego z kluczowych obszarów zastosowania,
- Demonstracja projektów integracji sieci energetycznej z technologiami wodorowymi w celu walidacji technologii magazynowania energii wodorowej i usług sieciowych opartych o wodór,
- Obniżenie kosztów wodoru jako paliwa dla sektora transportowego.

## 7. Dolina wodorowa Francja na przykładzie projektu Zero Emission Valley

### 7.1 Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem

Potencjał wodoru w zakresie dekarbonizacji i ożywienia gospodarki jest dostrzegany we Francji. Zainteresowanie rozwojem tej nowej technologii wyraziły zarówno władze centralne, jak i lokalne. **Wykorzystanie wodoru jako alternatywnego paliwa dla mobilności i jako technologii magazynowania energii jest obecnie jednym z głównych obszarów badań i rozwoju we Francji.**

Francja chce odgrywać wiodącą rolę w procesie dekarbonizacji Europy i świata, co potwierdzają istniejące i planowane rygorystyczne regulacje dotyczące zanieczyszczeń w różnych sektorach gospodarki (np. zakaz sprzedaży samochodów z silnikami diesla lub benzynowymi od 2040 r. lub opracowana strategia czystej mobilności). **Francuskie miasta są również liderem w inicjatywach na rzecz ograniczenia lokalnych emisji** (np. ambicje Paryża, aby zakazać poruszania się samochodami z silnikiem diesla już od 2023 r., a samochodami benzynowymi od 2030 r.) . Osiągnięcie **tych dalekosiężnych celów wymaga zastosowania szeregu czystych technologii, w tym wodoru jako jednego z kluczowych elementów**<sup>88</sup>.

Francja należy do czołówki największych na świecie producentów i dystrybutorów wodoru. **Aktualnie największym odbiorcą wodoru są podmioty z sektora przemysłowego**, w tym w szczególności rafinerie, zakłady chemiczne, producenci nawozów oraz spółki metalurgiczne. Konsumują oni ok. 920 tys. ton tego nośnika energii w ciągu roku.

W skali globalnej odstaje jednak francuski przemysł motoryzacyjny. Francuscy producenci z tego rynku nie ogłosili jeszcze konkretnych planów komercjalizacji technologii wodorowych na dużą skalę. Niemniej jednak należy mieć na uwadze, że Francja ma silnych graczy w obszarze produkcji materiałów i komponentów do systemów ogniwo paliwowych, co oznacza, że potencjalny zwrot w tym zakresie przełoży się na duży popyt na wodór.

W zakresie sektora energetycznego, który stanowi ważne źródło popytu na wodór należy zwrócić uwagę na fakt, że Francja już dziś posiada niskoemisyjny i stosunkowo niedrogi miks energii energetyczny (emisyjność na poziomie ~50 g / kWh, w porównaniu z ~560 g / kWh w Niemczech). Stanowi to bardzo ważny atut z perspektywy możliwości szybkiego wdrożenia czystej i przystępnej cenowo produkcji wodoru poprzez elektrolizę. Wskazuje się, że już teraz produkcja zielonego wodoru z wykorzystaniem tej metody jest we Francji porównywalnie opłacalna jak produkcja wodoru z paliw kopalnych. W kontekście rozpatrywania popytu na wodór we francuskiej gospodarce nie można zapominać o dalszych ambitnych planach Francji

---

<sup>88</sup> *Plan de deployment de l'hydrogene pour la transition energetique*, Ministere de la transition ecologique et solidaire, Paryż (2020).

w zakresie rozbudowy mocy odnawialnych. Może to wygenerować dodatkowe możliwości dla technologii wodorowych w sferze absorpcji i magazynowania nadwyżek energii<sup>89</sup>.

**Sektor wodoru mógłby stworzyć około 50 000 do 150 000 miejsc pracy we Francji, koncentrując się na rozwoju wydajności elektrolizerów<sup>90</sup>.**

Technologia wodorowa we Francji wciąż znajduje się na wczesnym etapie rozwoju. Na chwilę obecną sektor mobilności jest kluczowym motorem napędowym rozwoju rynku wodoru. Zatlaczanie wodoru do sieci gazowej jest nadal na etapie badań i rozwoju.

Rysunek 17 Potencjalne obszary zastosowania wodoru we Francji

Mieszkalnictwo	Transport	Przemysł
Do 2030 roku wodór powinien stanowić ok. 10% mieszanki gazowej wykorzystywanej do ogrzewania budynków. Do 2050 roku udział ten powinien wzrosnąć do 30-35%, a wodór powinien zaspakajać ok. 12% zapotrzebowania budynków na energię.	Szacuje się, że pojazdy napędzane ogniwami wodorowymi mogą stanowić ok. 30% i więcej floty lekkich samochodów dostawczych, autobusów miejskich oraz taksówek w perspektywie 2050 roku. W przypadku ciężarówek, udział w rynku pojazdów wodorowych może wynieść ok. 20% do 2050 r.	Łączny popyt na wodór z sektora przemysłowego może osiągnąć poziom 75 TWh w perspektywie 2050 roku. Wodór będzie stanowił alternatywę dla paliw kopalnych w częściach sektora przemysłowego, gdzie są one wykorzystywane w procesach wysokotemperaturowych.
Magazynowanie energii	Wytwarzanie energii	
Wzrost produkcji energii z OZE oraz większe amplitudy zapotrzebowania na energię elektryczną mogą wymusić konieczność magazynowania w wodrze ok. 8% energii produkowanej w kraju (ok. 35 TWh energii).	Zgodnie z dostępnymi prognozami, do 2050 r. znaczna część elektrowni gazowych we Francji mogłaby być zasilana wodorem, pochodzącym z magazynów energii lub z dedykowanych rurociągów.	

Źródło: Opracowanie własne

<sup>89</sup> *Developing Hydrogen for the French Economy. A prospective study*, Association française pour l'hydrogene et les piles a combustible, Paryż (2018).

<sup>90</sup> Hydrogen: Beyond the Hype, S&P Global Platts, [online, dostęp: 21.01.2021 r.], <<https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/topics/hydrogen>>.

Francja planuje budować przewagi konkurencyjne na rynku wodoru w oparciu o **rozwój regulacji rynku, które mają stwarzać pośrednie bodźce do wykorzystania niskoemisyjnych technologii**, a także poprzez realizację intensywnego planu inwestycyjnego. **Francja planuje wydać około 7 mld EUR na wsparcie dekarbonizacji gospodarki poprzez zastosowanie wodoru**, wyznaczając cel 6,5 GW mocy zainstalowanej w elektrolizerach do 2030 roku<sup>91</sup>.

W dziedzinie energii wodorowej i ogniw paliwowych określone zostały cztery strategiczne obszary rozwoju w perspektywie średnioterminowej (konwergencja wodoru i energii odnawialnej, mobilność elektryczna nowej generacji, ogniwa paliwowe i wodór na rzecz zrównoważonego miasta, wodór i ogniwa paliwowe – nośniki międzynarodowego wzrostu). Filary odpowiadają kluczowym zastosowaniom, których wykonalność musi zostać potwierdzona w perspektywie osiągnięcia maksymalnego potencjału branży wodorowej w roku 2050. Piątym filarem, wspierającym pozostałe cztery są środki przekrojowego wsparcia dla branży wodorowej.

Od 2010 roku francuska Agencja do spraw Transformacji Energetycznej (ADEME) zarządza czterema programami w ramach inicjatywy „Future Investments”: **Energia odnawialna, niskoemisyjna i zielona chemia (1,35 mld EUR), Pojazdy przyszłości (1 mld EUR), Inteligentne sieci (250 mln EUR), Gospodarka o obiegu zamkniętym (250 mln EUR)**.

**W sektorze aktywne są również firmy prywatne.** W ostatnim czasie we Francji doszło do szeregu fuzji i przejęć. Na przykład EDF utworzył spółkę zależną Hynamics, zajmującą się przemysłem wodorowym oraz mobilnością i przejął mniejszościowy pakiet udziałów we francuskiej firmie McPhy, konstruktorze i producencie urządzeń wodorowych. Innym przykładem są firmy Michelin i Faurecia, które przejęły wspólną i równą kontrolę nad spółką Symbio - utworzonym w 2010 roku producentem wodorowych ogniw paliwowych<sup>92</sup>.

**Obecnie projekty wodorowe są finansowane głównie przez organy publiczne.** Jest jednak prawdopodobne, że inwestorzy i banki będą uczestniczyć w rozwoju rynku w najbliższej przyszłości. W zakresie budowy przewag konkurencyjnych należy również wskazać, że **Francja bierze udział w planowanym przez państwa członkowskie UE projekcie zakładającym budowę szkieletu wodorowego UE**. Dotychczas zrealizowane prace przez firmy GRTgaz i Téréga wskazują, że istniejące sieci gazowe we Francji można dostosować do transportu wodoru po przystępnych kosztach. W związku z tym **możliwe jest stworzenie sieci wodorowej o długości ok. 3800 km na terenie Francji do końca 2030 r.**

Kluczowe przewagi konkurencyjne i bariery w zakresie rozwoju technologii wodorowych we Francji przedstawione zostały w poniższej tabeli:

Przewagi konkurencyjne	Bariery
- Dobrze rozwinięta branża motoryzacyjna z producentami takimi, jak Peugeot, czy	- Wciąż niedostateczny poziom uregulowania rynku wodoru,

<sup>91</sup> *Plan de deployment de l'hydrogene pour la transition energetique*, Ministere de la transition ecologique et solidaire, Paryż (2020).

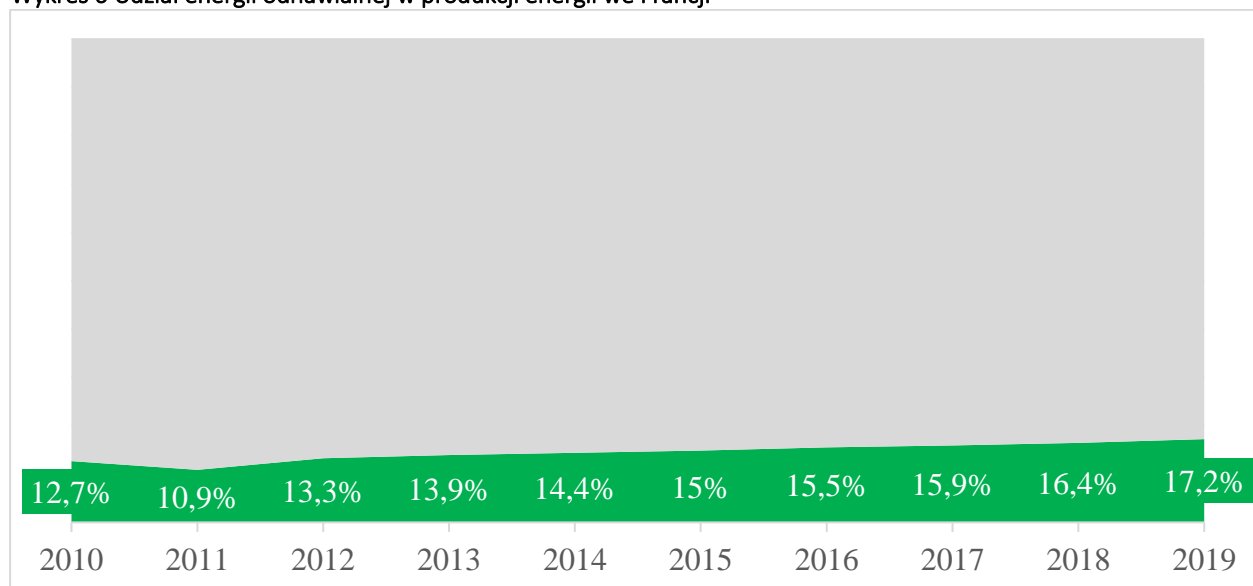
<sup>92</sup> *Developing Hydrogen for the French Economy. A prospective study*, Association francaise pour l'hydrogene et les piles a combustible, Paryż (2018).

<p>Renault, która może istotnie wpływać na przyspieszenie tempa adaptacji technologii wodorowych,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Wyznaczone restrykcje w zakresie ograniczania emisji szkodliwych gazów pośrednio wpływające na dynamizację rozwoju rynku wodoru,</li><li>- Rosnący udział energii odnawialnej w produkcji energii,</li><li>- Dobrze rozwinięta infrastruktura do przesyłu gazu ziemnego umożliwiająca szybką adaptację do przesyłu wodoru,</li><li>- Współpraca z krajami afrykańskimi umożliwiającą np. transport importowanego wodoru wyprodukowanego w korzystnych warunkach geograficznych,</li><li>- Znaczna ilość projektów pilotażowych dotyczących dziedziny wodoru,</li><li>- Powszechna akceptacja społeczna dla technologii wodorowych,</li><li>- Jedne z kluczowych globalnych podmiotów działających na rynku wodoru wywodzą się z Francji (np. AirLiquide).</li><li>- Duży popyt wewnętrzny na wodór (m.in. ze strony sektora przemysłowego) sprzyja rozwojowi rynku.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ograniczone zaangażowanie przedsiębiorstw w transformację energetyczną opartą na wodorze spowodowane niepewnością regulacyjną i koniecznością ponoszenia znaczących nakładów.</li></ul>
---	---

Źródło: Opracowanie własne



Wykres 6 Udział energii odnawialnej w produkcji energii we Francji



Źródło: Eurostat

## 7.2 Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych we Francji oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze

### Dokumenty strategiczne

Podobnie, jak w przypadku innych wschodzących rynków wodoru, również w przypadku Francji decydujący wpływ na kształt przyszłego popytu na wodór będą miały kierunki polityki klimatycznej rządu oraz powiązany z nimi ewentualny pakiet stymulacyjny dla promowanych technologii. W przypadku rynku francuskiego istotnym dodatkowym czynnikiem rozwojowym powinny być działania sektora motoryzacyjnego, które powinny być uważnie śledzone przez podmioty zainteresowane internacjonalizacją na analizowany rynek.

**8 września 2020 r. Rząd francuski opublikował plan dotyczący wodoru zatytułowany „Narodowa strategia rozwoju bezemisyjnego wodoru we Francji”, którego celem jest przyspieszenie rozwoju gospodarki wodorowej w tym kraju<sup>93</sup>.**

Celem Planu Wodorowego jest uczynienie Francji „liderem gospodarki bezemisyjnej”. W tym celu planowane są **inwestycje na poziomie min. 7,2 mld EUR ukierunkowane przede wszystkim na rozwój technologii produkcji wodoru z wykorzystaniem elektrolizy**. Kolejnym celem ujętym w planie jest **wspieranie badań i rozwoju zmierzających do podniesienia opłacalności wykorzystania technologii wodorowych**. Francuska strategia rozwoju rynku wodoru promuje również projekty wodorowe obejmujące szeroki zakres łańcucha wartości i dostaw rynku wodoru i zakładające zintegrowane wykorzystanie technologii w różnych sektorach.

<sup>93</sup> *Plan de deployment de l'hydrogene pour la transition energetique*, Ministere de la transition ecologique et solidaire, Paryż (2020).

## Ramy regulacyjne

Generalnie, we francuskich ramach prawnych nie ma dedykowanych regulacji dotyczących wodoru. W związku z tym interesariusze tego rynku muszą przestrzegać ogólnych zasad wynikających z francuskiego zbioru przepisów i regulacji dotyczących energii. Nie ma na przykład specjalnych przepisów dotyczących produkcji wodoru. Urządzenia do produkcji podlegają przepisom specyficznym dla obiektów sklasyfikowanych w zakresie ochrony środowiska.

Istniejące regulacje rynku wodoru we Francji są na różnym etapie rozwoju, w zależności od sektora. Na przykład, przepisy dotyczące stosowania wodoru w sektorze mobilności są bardziej rozbudowane niż w przypadku przesyłu wodoru z wykorzystaniem sieci gazowych. Zgodnie z francuskim prawem energetycznym zawarcie umowy o przyłączenie do publicznej sieci gazowej albo dla obiektu wytwórczego, albo miejsca odbioru jest obowiązkowe, a operator sieci dystrybucyjnej uprzednio informuje użytkownika o warunkach przyłączenia instalacji<sup>94</sup>.

## 7.3 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż

### 7.3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż we Francji

Według dostępnych prognoz rozwoju zapotrzebowania na wodór we francuskiej gospodarce, łączny popyt na ten nośnik energii może wynieść ok. **75 TWh w perspektywie 2030 roku, 110 TWh w perspektywie 2040 roku oraz nawet 220 TWh w 2050 roku**<sup>95</sup>.

### Produkcja wodoru

Przy obecnych poziomach cen elektroliza oparta na odnawialnej energii elektrycznej (zielony wodór) jest wciąż bardziej kosztowna niż reforming parowy lub gazyfikacja węgla bez wychwytu i utylizacji lub składowania dwutlenku węgla (CCU / CCS). Jednakże stopień rozwoju energetyki odnawialnej we Francji już teraz pozwala myśleć o zielonym wodorze jako o poważnej alternatywie dla produkcji tego nośnika energii z innych źródeł. Przy założeniu dalszej tendencji spadkowej kosztów energii odnawialnej, realizacji efektów skali dla elektrolizerów, wdrożenia silnych ram politycznych obejmujących skuteczne ustalenie cen emisji CO<sub>2</sub> i ograniczania innych skutków oddziaływania gazu ziemnego i węgla na zdrowie (np. wycieki metanu, rtęć i inne szkodliwe emisje), w niedalekiej perspektywie czasowej, produkcja wodoru z wykorzystaniem elektrolizy opartej na energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych będzie stanowiła we Francji wiodącą metodę pozyskiwania tego nośnika energii.

---

<sup>94</sup> Hydrogen law and regulation in France, CMS Law, [online, dostęp: 21.01.2021 r.], <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/france>>.

<sup>95</sup> *Plan de déploiement de l'hydrogene pour la transition energetique*, Ministère de la transition écologique et solidaire, Paryż (2020); *Developing Hydrogen for the French Economy. A prospective study*, Association française pour l'hydrogene et les piles a combustible, Paryż (2018).

We Francji badane są również możliwości produkcji wodoru w procesie elektrolizy wykorzystującej energię nuklearną. Spowodowane jest to tym, że ok. 75% energii elektrycznej w tym kraju wytwarzane jest z wykorzystaniem energetyki jądrowej. Celem francuskiego rządu jest obniżenie udziału elektrowni jądrowych w strukturze produkcji energii do ok. 50% w roku 2035<sup>96</sup>.

## Transport wodoru

Francuska strategia rozwoju gospodarki wodorowej wskazuje na konieczność dostosowania i rozwoju infrastruktury transportowo-dystrybucyjnej. Podobnie, jak w przypadku innych krajów w Europie wiodącym kierunkiem rozwoju infrastruktury transportowej jest poszukiwanie możliwości wykorzystania istniejącej sieci przesyłu gazu ziemnego. Ze względu na fakt, że ok. 98% gazu ziemnego wykorzystywanego we Francji pochodzi z importu, infrastruktura do jego transportu i magazynowania jest bardzo dobrze rozwinięta. Gaz importowany z lądowych połączeń międzysystemowych z krajami sąsiednimi oraz z terminali LNG wprowadzany jest do sieci przesyłowych. Instalacje do magazynowania gazu odgrywają ważną rolę w zarządzaniu sezonowymi wahaniami popytu konsumentów, zapewniając elastyczność niezbędną do zbilansowania sieci przesyłowych i zapewnienia bezpieczeństwa dostaw. Sieci dystrybucyjne prowadzą gaz z sieci przesyłowych do odbiorców końcowych, którzy nie są bezpośrednio podłączeni do sieci przesyłowych. Oczekuje się ponadto, że istotne znaczenie w rozwoju systemu transportu wodoru będzie miał również transport drogowy.

## Magazynowanie wodoru

Aktualne kierunki rozwoju francuskiej 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 składowaniu wodoru w postaci gazowej. Nie istnieje we Francji rozwinięta sieć magazynowania wodoru, można jednak spodziewać się, że główne magazyny tego nośnika energii powstawały będą w pobliżu miejsc jego produkcji, czyli w okolicach farm paneli fotowoltaicznych lub farm wiatrowych, a także przy zakładach przemysłowych, które produkowały będą niebieski wodór. Możliwe jest również, że magazyny wodoru będą powstawały w pobliżu istotnych węzłów sieci gazowniczej (przy założeniu wykorzystania tej infrastruktury do transportu wodoru) i wykorzystywane będą do dodatkowego bilansowania okresowych wahań zapotrzebowania na ten nośnik energii. Być może uda się zaadaptować na ten cel istniejące magazyny gazu ziemnego.

Upowszechnienie się technologii wodorowych wygeneruje możliwości rozwojowe w wielu sektorach Francji, w tym: **transportowym, mieszkaniowym, energetycznym oraz przemysłowym.**

---

<sup>96</sup> *Nuclear Energy in France*, World Nuclear Association (2020), [online], dostęp: 15.08.2020 < [150](https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx#:~:text=France%20derives%20about%2075%25%20of,this%20to%2050%25%20by%202035.></a></p></div><div data-bbox=)

## Transport

Zgodnie z dostępnymi analizami, szacuje się, że pojazdy napędzane ogniwami wodorowymi mogą stanowić ok. 30% i więcej floty lekkich samochodów dostawczych, autobusów miejskich oraz taksówek w perspektywie 2050 roku. W przypadku ciężarówek, perspektywiczny udział w rynku pojazdów napędzanych wodorem może wynieść ok. 20% do 2050 r. W zakresie samochodów wykorzystywanych do użytku prywatnego oczekuje się, że pojazdy wykorzystujące ogniwa wodorowe osiągną w perspektywie 2050 roku udział w rynku nieprzekraczający 20%. Wskazuje się, że znajdą one zastosowanie głównie na obszarach o małej gęstości zaludnienia.

Aktualnie po ulicach Francji przemieszcza się ok. 500 pojazdów napędzanych wodorem, w tym ok. 300-350 samochodów osobowych oraz ok. 100-150 autobusów. Na chwilę obecną wykorzystanie samochodów osobowych koncentruje się w granicach dużych miast (Paryż, Grenoble). Pomimo tego, że samochody osobowe dominują aktualnie w strukturze raczkującego rynku mobilności opartej na wodorze, nie przewiduje się dominacji technologii wodorowej w tym segmencie. Bieżąca dominacja spowodowana jest raczej projektami pilotażowymi na samochodach osobowych oraz przede wszystkim adaptacją tej technologii przez rynek przewozów osobowych. Oczekuje się, że główną dźwignią umożliwiającą rozwój mobilności opartej na wodorze będzie ciężki transport, który w przypadku adopcji technologii opartych na wodorze zapewni znaczny popyt na wodór (doprowadzając do obniżenia jednostkowego kosztu paliwa) oraz wymusi konieczność rozwoju infrastruktury stacji ładowania doprowadzając do rozwoju całego ekosystemu wodoru w transporcie.

Zgodnie z aktualnymi prognozami przewiduje się, że w zakresie zwiększania liczby samochodów wodorowych francuski rynek wodoru osiągał będzie następujące cele:

1. Wzrost liczby lekkich samochodów dostawczych w tempie ok. 140-150% rocznie (+140-150% CAGR 2020-2023) do poziomu 5000 sztuk w 2023 roku oraz wzrost w tempie ok. 32% rocznie (+32% CAGR 2023-2028) i osiągnięcie liczby 20000 pojazdów w scenariuszu pesymistycznym lub wzrost w tempie ok. 58% rocznie (+58% CAGR 2023-2028) i osiągnięcie liczby 50000 pojazdów w scenariuszu optymistycznym.
2. Wzrost liczby ciężkich samochodów w tempie ok. 10% rocznie (+10% CAGR 2020-2023) do poziomu 200 sztuk w 2023 roku oraz wzrost w tempie ok. 32% rocznie (+32% CAGR 2023-2028) i osiągnięcie liczby 800 pojazdów w scenariuszu pesymistycznym lub wzrost w tempie ok. 58% rocznie (+58% CAGR 2023-2028) i osiągnięcie liczby 2000 pojazdów w scenariuszu optymistycznym.

## Przemysł

Łączny popyt na wodór ze strony sektora przemysłowego może osiągnąć poziom **75 TWh w perspektywie 2050 roku (nowy popyt na wodór niebieski i zielony oraz konwersja istniejącego już popytu na wodór niebieski i zielony)**<sup>97</sup>.

---

<sup>97</sup> *Plan de deployment de l'hydrogene pour la transition energetique*, Ministere de la transition ecologique et solidaire, Paryż (2020).

We Francji przemysłowa produkcja wodoru wynosi **ponad 900 000 ton rocznie**. Trzy najważniejsze rynki to odsiarczanie **paliw ropopochodnych (60%)**, **synteza amoniaku głównie do nawozów (25%)** i **chemikalia (10%)**. Kwestią problematyczną z perspektywy planów dekarbonizacji gospodarki kraju jest jednak fakt, że znaczna część wodoru wykorzystywanego w sektorze przemysłowym (94%) wciąż wytwarzana jest z wykorzystaniem paliw kopalnych – w przypadku Francji głównie gazu ziemnego, ale również z węgla. W związku z powyższym, aktualne kierunki strategiczne rozwoju gospodarki Francji zakładają stopniową konwersję wodoru szarego na wodór pochodzący ze źródeł neutralnych klimatycznie (wodór zielony lub wodór niebieski). Francuska polityka zastępowania szarego wodoru różni się trochę o tej prowadzonej w innych krajach stawiających na gospodarkę opartą na wodorze tym, że przypisuje istotną rolę wodorowi niebieskiemu, którego technologia ma być rozwijana na równi z technologią potrzebną do produkcji zielonego wodoru<sup>98</sup>.

### Mieszkalnictwo

Do 2030 roku wodór powinien stanowić ok. 10% mieszanki gazowej wykorzystywanej do ogrzewania budynków. Do 2050 roku udział ten powinien wzrosnąć do 30-35%, a wodór powinien zaspakajać ok. 12% zapotrzebowania budynków na energię. Warto również dodać, że prognozy niektórych zakładów użyteczności publicznej są bardziej optymistyczne i przewidują udział wodoru w mieszance gazowej wykorzystywanej do ogrzewania budynków na poziomie 30% i 100% kolejno w 2030 i 2050 roku.

### Magazynowanie energii

Francuski rząd ma ambitne cele w zakresie produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Oczekiwane jest osiągnięcie 40% udziału energii odnawialnej w miksie energetycznym do 2030 r. przy jednoczesnym dynamicznym wzroście wykorzystania energii odnawialnej pochodzącej z tzw. źródeł zmiennych (udział na poziomie 70% całości wytworzonej energii odnawialnej). Przewiduje się, że wymusi to konieczność zmagazynowania ok. 8% całkowitej produkcji energii, co oznacza konwersję na wodór ok. 35 TWh energii. Umożliwi to pozyskanie bardzo konkurencyjnego cenowo wodoru (powstałego z nadwyżek energii, które w innym przypadku zostałyby utracone), który będzie mógł być z powrotem przetworzony na energię elektryczną lub wykorzystany do innych zastosowań – np. w transporcie.

---

<sup>98</sup> *Developing Hydrogen for the French Economy. A prospective study*, Association française pour l'hydrogene et les piles a combustible, Paryż (2018); *Plan de deployment de l'hydrogene pour la transition energetique*, Ministere de la transition ecologique et solidaire, Paryż (2020).



### 7.3.2 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej Zero Emission Valley



Źródło: Fuel Cell Works

Zero Emission Valley to zainicjowany przez Radę Regionalną Auvergne-Rhône-Alpes, pionierski projekt, który przewiduje rozmieszczenie 20 stacji wodorowych, piętnaście z których ma być zasilanych przez elektrolizery i ma na miejscu produkować wodór o zerowej emisji dwutlenku węgla. Ogólnym celem projektu jest **umożliwienie przyspieszenia rozpowszechniania wykorzystania wodoru na szeroką skalę**. Celem szczegółowym powstania Zero Emission Valley jest **wspieranie wykorzystania pojazdów elektrycznych z ogniwami paliwowymi (FCEV) we Francji**, co w znacznym stopniu przyczynia się do realizacji europejskiej strategii wdrażania paliw alternatywnych.

Równoległe z siecią stacji tankowania wodoru (HRS) ma zostać oddana do eksploatacji **flota ok. tysiąca pojazdów wodorowych**. Działalność analizowanej doliny wodorowej jest zgodna z francuskim programem „H2Mobilité” – funkcjonującym na szczeblu krajowym planem wodorowym, którego celem jest uruchomienie 600 stacji tankowania tego nośnika energii do 2030 r.<sup>99</sup>

Projekt ZEV jest odpowiedzią na wyzwania środowiskowe, przemysłowe i ekonomiczne:

- **Zwalczanie szkodliwych emisji i poprawa zdrowia publicznego**, w związku z tym, że pojazdy napędzane wodorem nie emitują do atmosfery żadnych zanieczyszczeń ani CO<sub>2</sub>.
- **Reindustrializacja terytorium** objętego projektem: rozwój i zastosowanie technologii na szerszą skalę pozwoli istotnie obniżyć koszty akwizycji, a tym samym wzmocnić

---

<sup>99</sup> ZEV – Zero Emission Valley, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 21.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/zev-zero-emission-valley>>.

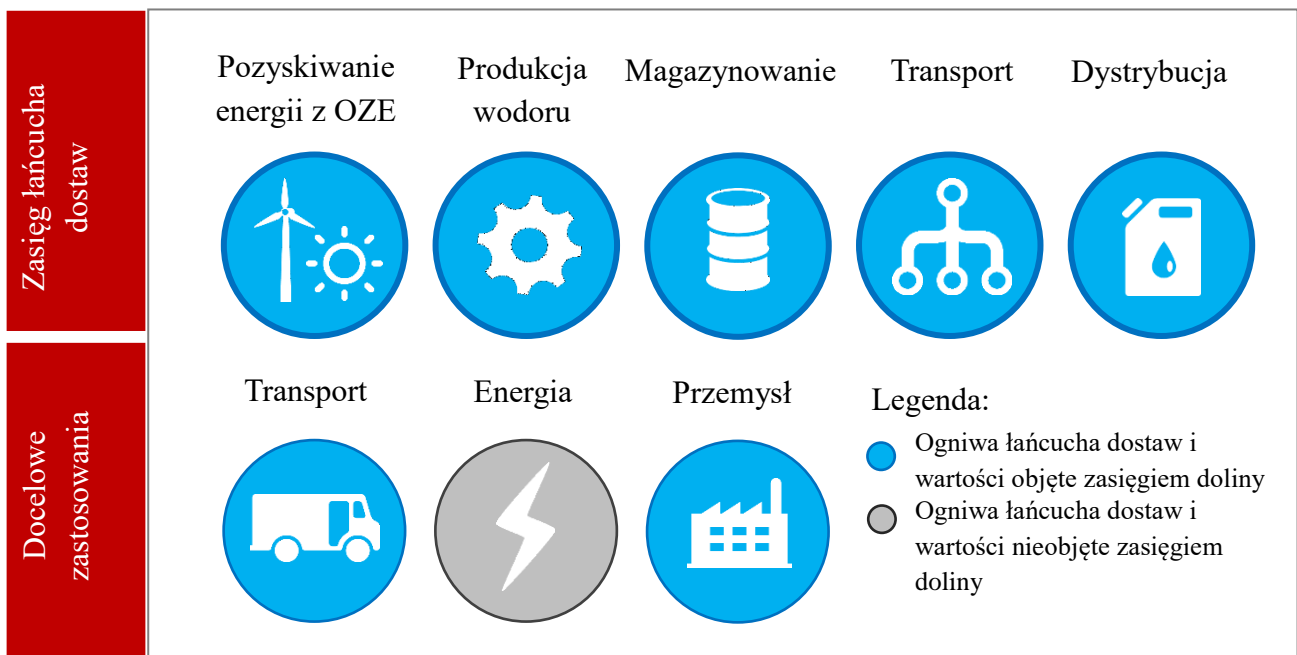


konkurencyjność czystych źródeł i nośników energii w porównaniu z paliwami kopalnymi.

- **Tworzenie miejsc pracy** dla wykwalifikowanych pracowników w dynamicznie rozwijającym się sektorze czystej mobilności<sup>100</sup>.

Projekt realizowany jest przez konsorcjum MAT, w skład którego wchodzi firmy, takie jak m.in.: McPhy, Atawey i TSM.

Rysunek 18 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej Zero Emission Valley



Źródło: Opracowanie własne

Zakres projektu **obejmuje cały łańcuch dostaw wodoru**. Pierwszym jego ogniwem jest **produkcja zielonego wodoru z wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych oraz elektrolizerów membranowych (PEM)**. Magazynowanie wodoru realizowane ma być z wykorzystaniem **cylindrycznych magazynów oraz kawern solnych**. Transport nośnika energii odbywał będzie się zarówno **przy użyciu gazociągów, jak i dedykowanych cystern**. Do dystrybucji wodoru jako paliwa wykorzystane zostaną **stacje tankowania wodoru o ciśnieniu 350 i 700 bar<sup>101</sup>**. Wśród zastosowań docelowych wodoru dostarczanego z wykorzystaniem opisanego powyżej łańcucha dostaw znajduje się sektor motoryzacyjny (**samochody, autobusy, ciężarówki, wózki widłowe, pociągi, statki morskie**) oraz sektor przemysłowy.

<sup>100</sup> ZEV – Zero Emission Valley, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 21.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/zev-zero-emission-valley>>.

<sup>101</sup> *Ibidem*.

#### 7.4 Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej Zero Emission Valley oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy

Podmiot	Charakterystyka
	<p>Firma działająca w prawie całym łańcuchu dostaw wodoru, oferująca rozwiązania w zakresie produkcji (elektrolizery), magazynowania i dystrybucji wodoru.</p> <p>Rolą firmy w projekcie jest dostarczenie technologii produkcji wodoru z wykorzystaniem elektrolizerów membranowych.</p>
	<p>Największy w Europie i jeden z największych na świecie producent opon. Jego siedziba znajduje się w Clermont-Ferrand we Francji.</p> <p>Firma jest jednym z kluczowych partnerów strategicznych projektu ZEV. Łącznie z Engie oraz Bankiem Credit Agricole, Michelin posiada 51% udziałów w projekcie.</p>
	<p>Engie SA to francuska międzynarodowa firma elektroenergetyczna z siedzibą w La Défense w Courbevoie, która działa w obszarach transformacji energetycznej, wytwarzania i dystrybucji energii elektrycznej, gazu ziemnego, energii jądrowej, energii odnawialnej i ropy naftowej.</p> <p>Firma w ramach projektu pełni rolę eksperta technologicznego w zakresie technologii produkcji i przetwarzania czystej energii, głównie ze źródeł opartych na wietrze oraz energii słonecznej.</p> <p>Ponadto, firma jest jednym z kluczowych partnerów strategicznych projektu ZEV. Łącznie z Michelin oraz Bankiem Credit Agricole, Engie posiada 51% udziałów w projekcie.</p>
	<p>Założony w 2018 roku „Banque des Territoires” jest jednym z pięciu przedsiębiorstw należących do Grupy Caisse des Dépôts, francuskiego funduszu</p>

	<p>inwestycyjnego. Bank oferuje zestaw narzędzi finansowych ukierunkowanych na rozwój terytoriów francuskich, w tym m.in.: doradztwo i finansowanie. Jego klientami są gminy, korporacje budownictwa społecznego, lokalne korporacje publiczne oraz branża prawnicza / notarialna.</p> <p>Bank razem z władzami lokalnymi regionu Auvergne-Rhône-Alpes posiadają łącznie 49% udziałów w projekcie.</p>
	<p>Grupa Crédit Agricole – francuska sieć banków spółdzielczych, która w 1990 r. przekształciła się w międzynarodową grupę bankową.</p> <p>Bank jest jednym z kluczowych partnerów strategicznych projektu ZEV. Łącznie z Michelin oraz Engie, Credit Agricole posiada 51% udziałów w projekcie.</p>
	<p>ADEME aktywnie angażuje się w realizację polityki publicznej w zakresie środowiska, energii i zrównoważonego rozwoju. ADEME zapewnia ekspertyzy i usługi doradcze dla przedsiębiorstw, władz lokalnych i społeczności, organów rządowych i ogółu społeczeństwa, aby umożliwić im ustanowienie i skonsolidowanie działań na rzecz środowiska. W ramach tej pracy agencja pomaga finansować projekty, od badań po wdrażanie, w obszarach swoich działań. Organizacja nadzoruje projekt od strony sektora publicznego.</p>

Źródło: Opracowanie własne

## 7.5 Zapotrzebowanie rynku francuskiego na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw

Struktura zapotrzebowania na potencjalne produkty i usługi wielkopolskich przedsiębiorstw na rynku francuskim obejmuje w zasadzie cały łańcuch dostaw i wartości rynku wodoru, co jest poniekąd cechą charakterystyczną dla rozwijających się rynków wodorowych w krajach europejskich. Biorąc pod uwagę kierunki realizacji działań strategicznych agencji rządowych oraz wiodących firm działających na tym rynku można spodziewać się, że dominująca część popytu dotyczyła będzie produktów i usług związanych z segmentem produkcji zielonego wodoru (wodór niebieski również stanowi rozwijający się segment gospodarki wodorowej we Francji) oraz segmentem wykorzystania wodoru w transporcie. W zakresie zarówno jednego, jak i drugiego ze zidentyfikowanych segmentów rynku wodorowego, Francja stara się rozwijać

rodzime technologie. Nie zmienia to jednak faktu, że istotne zapotrzebowanie dotyczyło będzie przynajmniej komponentów i podzespołów, które mogą być wykorzystane na tych rynkach, a także usług wspierających ich rozwój. W poniższej tabeli zestawiono produkty i usługi, których dotyczyło będzie zapotrzebowanie pochodzące z francuskiego rynku wodoru.

Lp.	Rodzaj produktu / usługi	Szacunkowa wartość rynku	Natężenie konkurencyjne
1	Produkcja 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)		
2	Produkcja komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)		
3	Produkcja zbiorników ciśnieniowych		
4	Produkcja dyfuzorów membran i elektrod		
5	Produkcja komponentów dla motoryzacji		
6	Produkcja rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych)		
7	Dostawy zbiorników do magazynowania wodoru		
8	Produkcja urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)		
9	Produkcja komponentów i półproduktów metalowych		
10	Produkcja butli gazowych		
11	Produkcja komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)		
12	Produkcja systemów testowania ogniów paliwowych		
13	Bezpieczeństwo maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe)		

14	Projektowanie instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych		
15	Remonty i modernizacje infrastruktury technicznej		
16	Projektowanie instalacji przemysłowych		
17	Instalacja systemów klimatyzacji		
18	Produkcja i montaż instalacji elektrycznych		
19	Produkcja i montaż instalacji wentylacyjnych		
20	Informatyzacja procesów wytwarzania energii		
21	Programowanie (oprogramowanie dla operatorów infrastruktury krytycznej na styku z systemami UPS, aplikacje do monitorowania pracy systemów UPS)		
22	Prowadzenie procesów energetycznych		
23	Projektowanie i wykonawstwo instalacji przeciwpożarowych		
24	Inżynieria kontraktów		
25	Prowadzenie szkoleń z zakresu bezpieczeństwa		
26	Inżynieria oraz projektowanie i budowa maszyn		
27	Prowadzenie analiz geologicznych		

Źródło: Opracowanie własne

Analizy zapotrzebowania na poszczególne produkty i usługi dokonano w oparciu o dwa kryteria. Kryterium pierwszym jest szacunkowy rozmiar rynku dla danej kategorii produktów



i usług w perspektywie 2050 roku, który został oszacowany w oparciu o dane dotyczące rozmiaru rynku wodoru we Francji w segmentach, dla których dane były publicznie dostępne<sup>102</sup>. Drugim kryterium jest poziom natężenia konkurencyjnego w ramach rynków poszczególnych produktów i usług. Przyjęte kryteria oceny zostały zaprezentowane poniżej.

Wartość rynku w perspektywie 2050	
0-1 mld PLN	
1-5 mld PLN	
5-10 mld PLN	
10-20 mld PLN	
>20 mld PLN	

Natężenie konkurencyjne	
wysokie	
średnie	
niskie	

## 7.6 Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii

Aktualnie prognozuje się, że francuski rynek wodoru będzie rósł bardzo dynamicznie w perspektywie średnio- i długoterminowej, a firmy, które dziś inwestują w wodór, 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.

Podobnie, jak w przypadku innych krajów europejskich, podejście do wejścia na rynek francuski powinno zostać poprzedzone działaniami dotyczącymi segmentacji rynku i budowy strategii dotarcia do grup docelowych, które są zbliżone w swojej charakterystyce do tych, które zostały opisane w przypadku rynku niemieckiego i niderlandzkiego, czy włoskiego.

<sup>102</sup> Developing Hydrogen for the French Economy. A prospective study, Association française pour l'hydrogene et les piles a combustible, Paryż (2018); Hydrogen could be a €120billion+ industry in Europe by 2050, with Germany emerging as the most favourable market for electrolysers, Aurora Energy Research, (2020); Green Hydrogen Market Size, Share & Trends Analysis Report By Technology (PEM Electrolyzer, Alkaline Electrolyzer), By Region (North America, Europe, APAC), And Segment Forecasts, 2020 – 2027, Grand View Research (2019).

Przygotowanie do wejścia na rynek francuski również powinno objąć działania charakterystyczne dla rozwiniętych rynków, w przypadku których nie występuje potrzeba współpracy z agentem, takie jak: badania online, mailing, komunikację za pośrednictwem LinkedIn, cold calling. **Pewnym wyzwaniem może być sprostanie lokalnej silnej konkurencji. Część z konkurentów posiada już ugruntowaną pozycję, jednakże są to głównie duże międzynarodowe grupy, które specjalizują się również w segmentach pokrewnych do rynku wodoru i aktualnie na tych segmentach koncentrują większość swojej działalności.**

Budowa świadomości marki na rynku francuskim powinna uwzględniać dwa podstawowe obszary działań:

1. Działalność online, obejmującą dostosowanie strony internetowej przedsiębiorcy do specyfiki lokalnego rynku oraz (opcjonalnie) zastosowanie dedykowanej strategii SEO dla rynku francuskiego.
2. Działalność bezpośrednią, obejmującą udział w wydarzeniach branżowych (konferencje, targi), a także bezpośrednie spotkanie z potencjalnymi kontrahentami.

### **7.7 Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej we Francji**

Podobnie jak inne rynki wodoru, również i francuski 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 jedna z technologii towarzyszących i wspierających dekarbonizację gospodarki**. Charakterystyczne cechy francuskiego rynku analizowanego nośnika energii obejmują **poszukiwanie wszechstronnego zastosowania dla wodoru w sektorze transportowym** (zarówno do zasilania samochodów, pociągów, łodzi, jak i samolotów) oraz **plany dostosowania istniejącej dobrze rozwiniętej infrastruktury do transportu gazu ziemnego na potrzeby transportu wodoru**.

Przekłada się to na trendy, który wyznaczają w tym kraju kierunki rozwoju gospodarki opartej na wodorze na najbliższe lata:

- **Współpraca pomiędzy sektorem rządowym i przedsiębiorcami** w zakresie dostosowania infrastruktury gazowej do transportu wodoru.
- **Poszukiwanie możliwości magazynowania dwutlenku węgla pochodzącego z wychwytu w procesach produkcji niebieskiego wodoru na Morzu Północnym.**
- **Rozwój technologii wykorzystania wodoru jako paliwa do samochodów oraz samolotów** we współpracy z silnymi przedsiębiorstwami francuskimi działającymi w tych branżach (Peugeot, Citroen, Renault, Airbus).
- **Rozwój projektów mających wdrożyć usprawnienia do procesu produkcji wodoru z wykorzystaniem elektrolizy.**

- Rozwój technologii umożliwiających **produkcję wodoru z wykorzystaniem energii jądrowej**.
- Ścisła współpraca w zakresie rozwoju gospodarki opartej na wodorze pomiędzy **podmiotami gospodarczymi i władzami lokalnymi**.
- **Rosnący popyt na pojazdy napędzane wodorem**. Popyt dotyczy przede wszystkim samochodów poruszających się na średnich i dużych dystansach, a także autobusów.

## 7.8 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek francuski

### Barierzy wejścia na rynek francuski

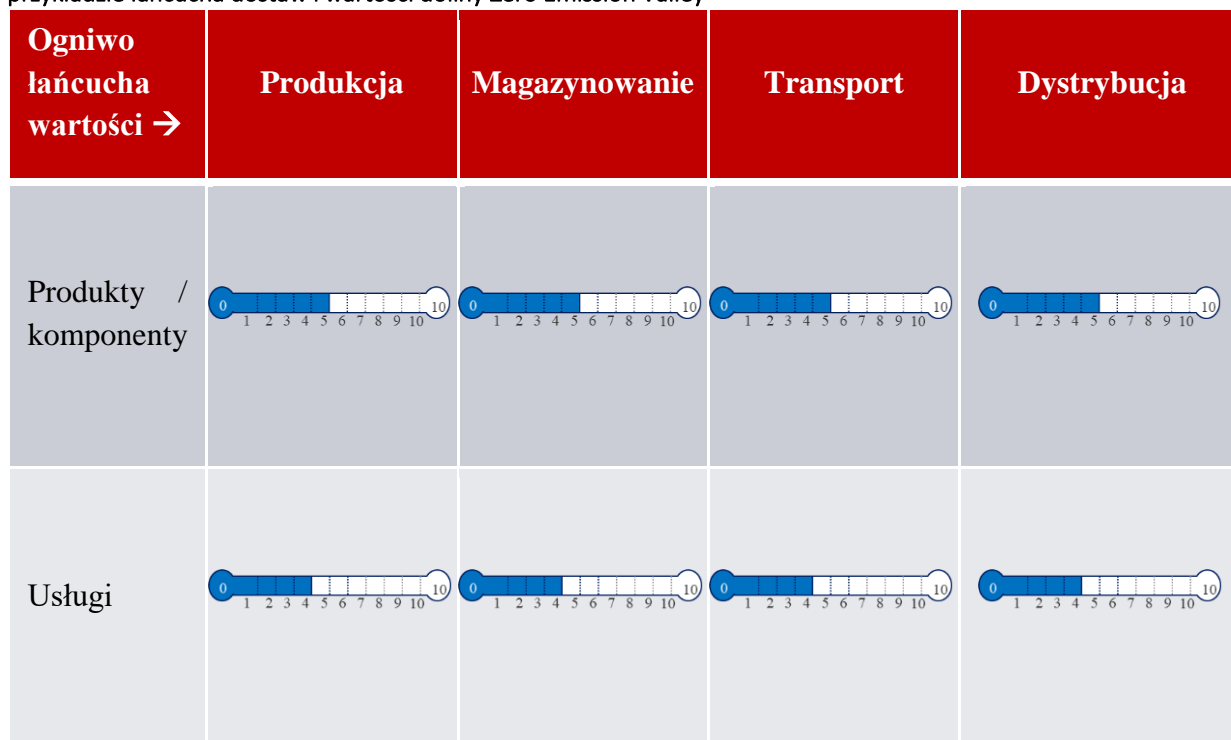
Francuski rynek wodoru stanowi obiecującą perspektywę dla rozwoju polskich przedsiębiorców, w tym przedsiębiorców z województwa wielkopolskiego. Przyczynami, które decydują o atrakcyjności francuskiego rynku dla polskich przedsiębiorców są między innymi takie czynniki, jak **jasno wytyczone kierunki strategiczne rozwoju rynku wodoru, budujące pewność inwestycji w tym sektorze, zaangażowanie rządu** (zarówno na szczeblu centralnym, jak i lokalnym) kraju w rozwój technologii wodorowych oraz **silne podmioty biznesowe działające w wymiarze międzynarodowym i poszukujące kooperantów i podwykonawców do realizacji projektów wodorowych**. Jak w przypadku każdego rynku zagranicznego, istnieją w przypadku rynku francuskiego pewne bariery, które stanowią wyzwania w zakresie rozwoju działalności zarówno lokalnych, jak i zagranicznych podmiotów.

- Bariery regulacyjna - Wskazuje się, że na obecnym etapie regulacje są jeszcze na wczesnym etapie implementacji. Oczekuje się jednak, że w krajach UE, w tym we Francji, w najbliższym czasie dokona się w tym zakresie znaczny krok jakościowy. W celu zapewnienia odpowiedniego dostosowania regulacji do regionalnych i lokalnych wymagań, a także zapewnienia, że będą one zawierały odpowiednie zapisy, które rzeczywiście będą mogły stymulować rozwój nowego rynku wodoru, we Francji powołano odpowiednie instytucje, pilotujące zmiany regulacyjne. Instytucje te funkcjonują zarówno na szczeblu krajowym, jak i regionalnym i lokalnym.
- Konkurencja – w realizację projektów wodorowych zaangażowane są przede wszystkim duże międzynarodowe francuskie firmy, które posiadają ugruntowaną pozycję na rynku. Poza tymi firmami we Francji funkcjonuje również dobrze rozwinięty sektor małych i średnich przedsiębiorstw, które cieszą się istotnym wsparciem ze strony rządu. Na taką konkurencję trzeba być przygotowanym poprzez przeprowadzenie dokładnego badania rynku i opracowywanie strategii internacjonalizacji.
- Wysokie koszty prowadzenia działalności – podmioty wchodzące na francuski rynek powinny uwzględnić w swoim biznesplanie wyższe niż w Polsce koszty prowadzenia działalności w tym kraju, dotyczące przede wszystkim płac i oraz usług obcych.

## Kapitałochłonność związana z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości

Potencjalne włączenie się w łańcuch dostaw i wartości gospodarki opartej na wodorze we Francji nie jest tak kapitałochłonne, jak na przykład w przypadku Japonii, czy USA. Poziom kapitałochłonności rozpoczęcia działalności na tym rynku zbliżony jest do rynku Niemieckiego, czy Niderlandzkiego. Czynniki takie jak bliskość geograficzna, czy niewielkie różnice kulturowe mają korzystny wpływ na obniżenie kosztów transportu, a także obsługi gwarancyjnej produktów lokowanych na rynku francuskim. Powodują one również, że wejście na ten rynek nie wymaga współpracy z wyspecjalizowanym agentem, bądź podmiotem doradczym znającym realia i specyfikę lokalnego rynku. Z drugiej strony, niektóre koszty związane z prowadzeniem działalności gospodarczej, takie jak usługi obce, czy towary i materiały będą wyższe niż np. we Włoszech i istotnie wyższe niż w Polsce. Duże znaczenie ma fakt, że Francja jest członkiem Unii Europejskiej, co wiąże się z tym, że różnego typu regulacje, normy, czy zasady certyfikacji są zbliżone do tych, które wymagane są w Polsce. Przekłada się to na znaczne **oszczędności na kosztach związanych z dopuszczeniem materiałów i towarów do obrotu**. Niewątpliwie istotne koszty i nakłady związane będą z budową świadomości marki i znalezieniem potencjalnych kontrahentów na rynku francuskim. W tym zakresie kosztem przedsiębiorców wchodzących na francuski rynek będą działania związane z dotarciem do klientów, takie jak np. udział w targach lub udział w spotkaniach bezpośrednich z potencjalnymi kontrahentami. Koszty te będą jednak nieporównywalnie niższe niż w przypadku np. rynku USA lub Japonii.

Rysunek 19 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru we Francji na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny Zero Emission Valley



Źródło: Opracowanie własne

Bliskość geograficzna rynku francuskiego oraz fakt pozostawania tego kraju w Unii Europejskiej powodują, że pod względem kapitałochłonności internacjonalizacja działalności na tamtejszy rynek wodoru **jest decyzją obarczoną względnie niskim ryzykiem biznesowym**. Należy jednak odpowiednio przygotować się do wejścia na ten rynek, w szczególności w aspekcie sprostania silnej lokalnej konkurencji pochodzącej z sektora MŚP.

Wsparcie finansowe dla rozwoju działalności na rynku francuskim może potencjalnie pochodzić z takich samych źródeł, jak te które zostały wskazane w przypadku rynku Niemieckiego: środki preferencyjne z funduszy unijnych, finansowanie działalności eksportowej prowadzona przez Bank Gospodarstwa Krajowego i Korporację Ubezpieczeń Kredytów Eksportowych S.A., a także środki przeznaczone na finansowanie zielonej transformacji obejmujące plan inwestycyjny na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu i mechanizm sprawiedliwej transformacji.

### 7.9 Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej we Francji

W poniższej tabeli zestawiono krytyczne komponenty dla łańcucha dostaw i wartości na przykładzie funkcjonowania łańcucha i wartości w dolinie wodorowej Zero Emission Valley. Ze wskazanymi w tabeli produktami związana będzie znaczna część popytu związana z rozwojem rynku wodoru w perspektywie krótko i średnioterminowej. Popyt ten dotyczył będzie już powstających lub planowanych instalacji wodorowych.

1	Mobilne systemy wykrywania wodoru
2	Napędy, regulatory ciśnienia, czujniki dla motoryzacji
3	Zbiorniki do magazynowania wodoru
4	Dyfuzory, membrany i elektrody do elektrolizerów
5	Elektrolizery alkaliczne, membranowe z wymianą protonów i elektrolizery na tlenek stały
6	Części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki)
7	Komponenty automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)
8	Ogniwa paliwowe i komponenty do ogniw paliwowych
9	Pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki i inne komponenty do stacji tankowania wodoru
10	Komponenty w zakresie bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe)



11	Urządzenia pomiarowe, kontrolne i nawigacyjne (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)
12	Komponenty i półprodukty metalowe
13	Komponenty przemysłowe (pompy, zawory, monołączka, kształtki, rury, zasuwki)
14	Zbiorniki ciśnieniowe
15	Instalacje przeciwpożarowe
16	Rury w szczególności wykonane z tworzyw sztucznych)
17	Materiały polimerowe (zbiorniki z włókna węglowego pokrytego warstwą polimerową), z kompozytów włókno szklane/aramid lub włókno węglowe z wkładem metalowym
18	Przetwornice, konwertery lub kondensatory (superkondensatory)
19	Systemy testowania ogniwo paliwowych

Źródło: Opracowanie własne

Dla kluczowych ogniwo łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru we Francji opracowano listę krytycznych komponentów wraz z oceną istotności każdego z nich. Ocena została dokonana w skali 1-6, gdzie notę 6 otrzymały komponenty krytyczne dla rozwoju danego segmentu rynku wodoru.

Tabela 37 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Reaktory	podsystem	6
Integratory procesorów paliwa	integracja	6
Katalizatory	materiały specjalistyczne	5
Katalizatory reaktora	materiały specjalistyczne	4
Katalizatory zmiany biegów	materiały specjalistyczne	4
Odsiarczacze	sub-komponenty	4
Naczynia reakcyjne	sub-komponenty	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

**Tabela 38** Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Dozowniki / węże	komponent	6
Kompresory wodoru	podsystem	6
Sensory wodoru	podsystem	6
Integratory rozwiązań HRS	system	5
Przepływomierze	komponent	5
Chłodzenie wstępne	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

**Tabela 39** Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Uszczelki	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Membrany	sub-komponenty	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Stosy AEL	podsystem	5
Systemy AEL	system	5
Anody	sub-komponenty	4
Katody	sub-komponenty	4
Dejonizatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

**Tabela 40** Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory	materiały specjalistyczne	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły membran elektrodowych	sub-komponenty	6
Stosy PEM	podsystem	6
Jonometry	materiały specjalistyczne	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Systemy PEM	system	5
Wsporniki membran	materiały specjalistyczne	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 41 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Komórki (EEA, MEA)	sub-komponenty	6
Elektrolity ceramiczne	sub-komponenty	6
Elektrody	sub-komponenty	6
Uszczelki	sub-komponenty	6
Stosy SOEL	podsystem	6
Łączniki	sub-komponenty	5
Warstwy metali porowatych	sub-komponenty	5
Systemy SOEL	system	5
Czujniki wodoru	sub-komponenty	5
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

### 7.9.1 Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową

Podobnie jak w przypadku innych gospodarek zmierzających w kierunku rozwoju rynku wodoru, również i we Francji ten nośnik energii nie jest konkurencyjny kosztowo w relacji do paliw kopalnych lub jako alternatywa dla elektryfikacji. W związku z tym niewątpliwym wyzwaniem jest obniżenie kosztów związanych z produkcją, transportem i dystrybucją tego nośnika energii. Wyzwaniami niezwiązanymi z ekonomiką rynku wodoru są dostosowanie regulacji i norm rynkowych, które powinny uatrakcyjnić ten rynek, w szczególności dotyczy to regulacji w zakresie możliwości wykorzystania gazociągów do transportu wodoru, co powinno pozytywnie wpłynąć na wygenerowanie efektów skali i obniżenie jednostkowego kosztu analizowanego nośnika energii.

#### Produkcja wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii produkcji wodoru we Francji obejmują:

- Rozwój i optymalizacja kosztowa technologii produkcji niebieskiego wodoru,
- Rozwój technologii tańszych, wydajniejszych i trwalszych elektrolizerów,
- Analiza możliwości produkcji wodoru z wykorzystaniem energii jądrowej,
- Analiza możliwości produkcji wodoru z wykorzystaniem biogazu,
- Rozwój efektywnych kosztowo i przyjaznych dla środowiska technologii wychwytywania, utylizacji i składowania dwutlenku węgla.

#### Magazynowanie wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii magazynowania wodoru we Francji obejmują:

- Obniżenie kosztów magazynowania,
- Zapewnienie większej pojemności magazynów przy jednoczesnym obniżeniu wagi i objętości,
- Określenie strategicznych lokalizacji magazynów w pobliżu kluczowych punktów planowanej istniejącej sieci gazu ziemnego,
- Łączenie magazynów wodoru z instalacjami produkcji paliwa i docelowymi obszarami zastosowania nośnika energii.

### **Transport wodoru**

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii transportu wodoru we Francji obejmują:

- Rozwój tańszych i bardziej niezawodnych systemów transportu i dystrybucji wodoru,
- Rozwój zaawansowanych technologii i koncepcji dystrybucji wodoru,
- Pogłębiona analiza możliwości wykorzystania sieci gazowej do transportu wodoru.

### **Docelowe obszary zastosowania wodoru**

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii związanych z wykorzystaniem wodoru we Francji obejmują:

- Rozwój zintegrowanych łańcuchów wartości i dostaw wodoru wykorzystujących zasoby regionalne i lokalne,
- Integracja, testowanie i walidacja zintegrowanych systemów wodorowych dostosowanych do specyfiki każdego z kluczowych obszarów zastosowania,
- Demonstracja projektów integracji sieci energetycznej z technologiami wodorowymi w celu walidacji technologii magazynowania energii wodorowej i usług sieciowych opartych o wodór,
- Obniżenie kosztów wodoru jako paliwa dla sektora transportowego.

## **8. Dolina wodorowa Dania na przykładzie projektu HyBalance**

### **8.1 Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem**

Dania ma ambicje **ograniczenia emisji gazów cieplarnianych o 70% do 2030 r.** w stosunku do poziomów z 1990 r. (dążąc jednocześnie do zerowej emisji netto do 2050 r.) . Aby osiągnąć

ten cel, konieczne będzie opracowanie nowych rozwiązań w sektorach energetycznym i gazowym, w transporcie drogowym, lotnictwie i żegludze, a także w rolnictwie. **Rynek wodorowy to jeden z obszarów, którego rozwój może przyczynić się do pełnej dekarbonizacji duńskiej gospodarki.**

Krajowe stowarzyszenie Hydrogen Denmark podkreśla, że w perspektywie najbliższych lat istotne **inwestycje ze środków prywatnych i publicznych zostaną przeznaczone na rozwój przemysłowej produkcji wodoru w Danii.** Powyższa deklaracja wyznacza początek nowej ery wykorzystania energii odnawialnej w tym kraju<sup>103</sup>.

Dania znajduje się w korzystnej pozycji wyjściowej, biorąc pod uwagę obecne duże inwestycje w badania nad wodorem oraz znaczną liczbę projektów pilotażowych i demonstracyjnych (np. stacje tankowania wodoru, infrastruktura transportowa i dostawcza, w tym m.in. projekt FutureGas, produkujący wodór z odnawialnych źródeł energii elektrycznej, umożliwiający magazynowanie odnawialnej energii elektrycznej z turbin wiatrowych). Dania jest obecnie zaangażowana w projekty Green Flamingo, Green Octopus i Silver Frog, a także była zaangażowana w projekt HyLaw, w ramach którego zidentyfikowano i oceniono główne bariery regulacyjne w celu ustalenia priorytetów działań mających na celu ich usunięcie.

Hydrogen Denmark współpracuje z sąsiednimi krajami, zachowując międzynarodową perspektywę wsparcia stosowania rozwiązań wodorowych. W ramach analiz strategicznych opracowano dwa (wysoki i niski) scenariusze zapotrzebowania na wodór w latach 2020–2030, w oparciu o różne poziomy wdrożenia technologii wodorowych.

Szacuje się, że aby pokryć szacowane zapotrzebowanie na wodór w Danii z wykorzystaniem procesów wolnych od emisji CO<sub>2</sub> i zastąpić wodór pochodzący z paliw kopalnych, **należy zainstalować od 0,3 do 1,3 GW dedykowanej nowej mocy źródeł produkcji odnawialnej energii elektrycznej, aby wytwarzać ekologiczny wodór w drodze elektrolizy**<sup>104</sup>.

Szacuje się, że w latach 2020-2030 **około 30 - 110 mln EUR rocznie może zostać zatrzymane w gospodarce duńskiej jako wartość dodana związana z wdrożeniem technologii wodorowych.** Jeśli weźmie się pod uwagę pośrednie skutki inwestycji w technologie wodorowe i ich eksploatację, **wartość tę można oszacować na poziomie nawet 65 mln EUR - 300 mln EUR.** Oczekuje się, że większość tej wartości dodanej może zostać wygenerowana poprzez budowę dedykowanych odnawialnych źródeł energii elektrycznej i elektrolizerów do produkcji wodoru oraz w przemyśle motoryzacyjnym. Szacuje się, że wydatki Danii związane z wodorem w latach 2020–2030 **wygenerują zatrudnienie na poziomie 150–400 tys. bezpośrednich miejsc pracy** (w produkcji, eksploatacji i konserwacji) oraz przyczynią się do **powstania kolejnych 400–1 000 tys. pośrednio powiązanych miejsc pracy.** Przewiduje się, że większość tych miejsc pracy powstanie w przemyśle motoryzacyjnym oraz przy budowie i eksploatacji elektrolizerów i stacji tankowania wodoru<sup>105</sup>.

---

<sup>103</sup> Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans – Denmark, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, 2020.

<sup>104</sup> Analyse af potentialerne for storskala brint og PtX i Danmark VE 2.0 Brint- og PtX-strategi, Brintbranchen Hydrogen Denmark, 2020.

<sup>105</sup> Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans – Denmark, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, 2020.



Rysunek 20 Potencjalne obszary zastosowania wodoru w Danii

Mieszkalnictwo	Transport	Przemysł
W mieszkalnictwie w perspektywie 2030 r. wodór może zastąpić część obecnego gazu ziemnego i może być przesyłany za pośrednictwem istniejących sieci gazowych w postaci domieszki do gazu ziemnego.	W perspektywie 2030 r., zakłada się znaczny wzrost zapotrzebowania na wodór w transporcie, zwłaszcza w przypadku samochodów osobowych, autobusów, ciężarówek i pociągów oraz w ograniczonym stopniu w lotnictwie (poprzez wodorowe paliwa ciekłe) i żegludze śródlądowej.	Rozwój zapotrzebowania na wodór jest zakładany w szczególności w przemyśle rafineryjnym. Przemysł ten wykorzystuje wodór pochodzący z paliw kopalnych m.in. w procesach odsiarczania, gdzie można łatwo zastąpić go wodorem wyprodukowanym w źródłach odnawialnych.
Magazynowanie energii	Wytwarzanie energii	
Wysoki poziom produkcji energii z OZE i związana z tym niestabilność systemu energetycznego w naturalny sposób powinna indukować rozwój magazynów energii, w tym magazynów energii wykorzystujących wodór jako jej nośnik.	Wysoco prawdopodobne, że Dania będzie jednym z pierwszych krajów, które wprowadzą wodór do sektora wytwarzania energii (jako źródło rezerwowe).	

Źródło: Opracowanie własne

Podobnie jak Francja, również Dania planuje budować przewagi konkurencyjne na rynku wodoru w oparciu o **rozwój regulacji rynku, które mają stwarzać pośrednie bodźce do wykorzystania niskoemisyjnych technologii, a także poprzez realizację intensywnego planu inwestycyjnego**. Przewidywane nakłady na instalacje do produkcji zielonego wodoru (w tym koszt dedykowanych odnawialnych źródeł energii elektrycznej), rozwój infrastruktury transportowej (lub adaptacji istniejącej) i wdrożenie zastosowań wodoru dla użytkowników końcowych może mogą **wynieść 90 - 340 mln EUR rocznie w perspektywie 2030 r<sup>106</sup>**. Jak już jednak wskazano, działania te będą generować wartość dodaną w gospodarce krajowej m.in.

<sup>106</sup> Analyse af potentialerne for storskala brint og PtX i Danmark VE 2.0 Brint- og PtX-strategi, Brintbranchen Hydrogen Denmark, 2020.

poprzez tworzenie miejsc pracy przy produkcji, budowie i eksploatacji technologii wodorowych oraz przyczynią się do redukcji emisji gazów cieplarnianych. Jest to szczególnie ważne w branżach trudnych do dekarbonizacji<sup>107</sup>.

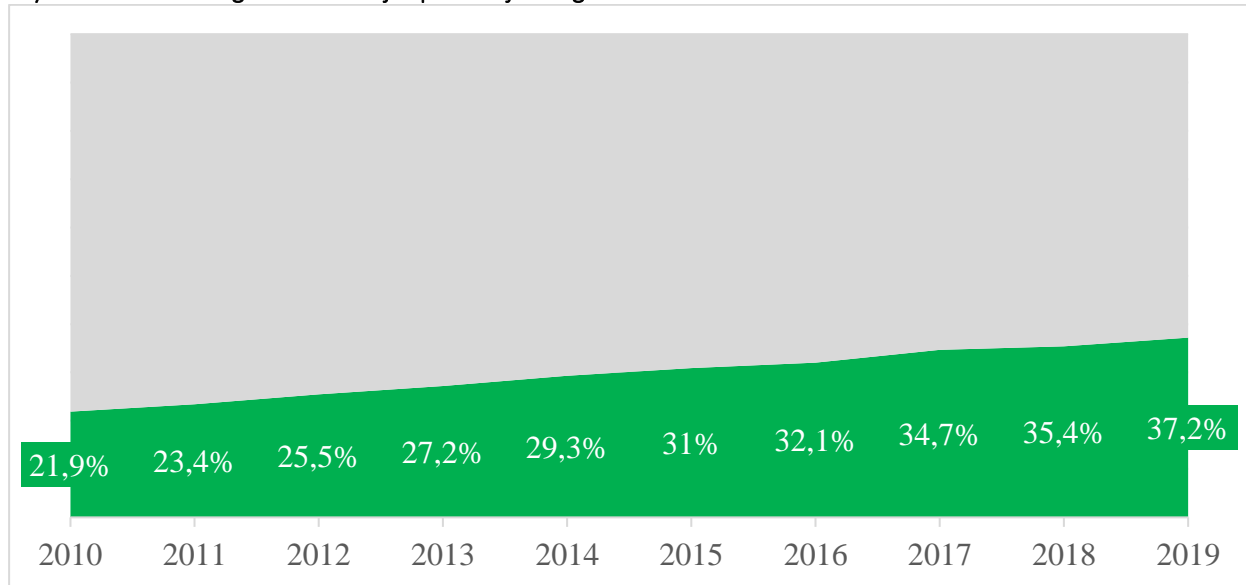
Kluczowe przewagi konkurencyjne i bariery w zakresie rozwoju technologii wodorowych w Danii przedstawione zostały w poniższej tabeli:

Przewagi konkurencyjne	Bariery
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Istnienie znacznej liczby projektów związanych z rozwojem rynku wodoru, w tym 9 funkcjonujących stacji tankowania wodoru, co stawia ten kraj w czołówce europejskich krajów rozwijających się na analizowanym rynku,</li> <li>- Istnienie krajowej strategii w zakresie rozwoju rynku wodoru,</li> <li>- Istnienie aktywnych organizacji działających na rzecz rozwoju rynku wodoru,</li> <li>- Rosnący udział energii odnawialnej w produkcji energii,</li> <li>- Istnienie krajowych zachęt podatkowych do wykorzystania technologii wodorowych (np. mechanizmy cenowe i opodatkowanie samochodów)</li> <li>- Dobrze rozwinięta infrastruktura do przesyłu gazu ziemnego umożliwiająca szybką adaptację do przesyłu wodoru,</li> <li>- Powszechna akceptacja społeczna dla technologii wodorowych,</li> <li>- Duży popyt wewnętrzny na wodór (m.in. ze strony sektora przemysłowego) sprzyja rozwojowi rynku.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wciąż niedostateczny poziom uregulowania rynku wodoru,</li> <li>- Ograniczone zaangażowanie przedsiębiorstw w transformację energetyczną opartą na wodorze spowodowane niepewnością regulacyjną i koniecznością ponoszenia znaczących nakładów.</li> </ul>

Źródło: Opracowanie własne

<sup>107</sup> Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans – Denmark, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, 2020.

Wykres 7 Udział energii odnawialnej w produkcji energii w Danii



Źródło: Eurostat

## 8.2 Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w Danii oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze

### Dokumenty strategiczne

Technologie wodorowe są wspierane na szczeblu krajowym w Danii od trzech dekad. W tym okresie wsparcie przybierało wiele form. Na początku głównym źródłem wsparcia było finansowanie badań dla uniwersytetów. Od tego czasu polityka rządu rozwinęła się w granty badawcze, specjalne programy, programy demonstracyjne i szereg innych inicjatyw politycznych wspierających rozwój lub rozpowszechnianie technologii wodorowych.

W tym samym okresie Dania zaczęła przekształcać swoje źródła energii z paliw kopalnych na bardziej ekologiczne alternatywy. Oznaczało to duże inwestycje, głównie w energię wiatrową. Duża ilość dostępnej zielonej energii przeniosła akcent działań strategicznych na temat wykorzystania wodoru. Nowy nacisk dotyczył przede wszystkim wykorzystania nowo pozyskanej zielonej energii do celów transportowych. Oznaczało to większe skupienie się na przetwarzaniu zielonej energii elektrycznej w wodór, na przykład poprzez elektrolizę.

Aktualnie Dania dysponuje względnie rozwiniętą technologią produkcji i eksploatacji ogniw paliwowych, a także możliwościami wytwarzania wodoru na skalę przemysłową. **Aktualne kierunki działań tego kraju skupiają się głównie na kwestiach takich, jak magazynowanie wodoru i połączenie sektora wodoru z innymi sektorami energii.** Wyraźnym tego przykładem jest **nowe porozumienie energetyczne w Danii z czerwca 2020 roku, w którym parlament zdecydował o opracowaniu strategii wodorowej, która jako jeden z kierunków wskazuje połączenie różnych sektorów z wykorzystaniem sieci gazowej.** Ponadto duński operator sieci dystrybucji gazu ziemnego (Energinet) opracował **raport systemowy dotyczący duńskich rozwiązań energetycznych w perspektywie 2035 r.** W dokumencie tym wskazano,

że elektroliza wodoru ma być głównym czynnikiem przyczyniającym się sektorów paliw, biogazu i ciepłownictwa<sup>108</sup>.

**W październiku 2020 r. Dania opublikowała dedykowaną strategię rozwoju rynku wodoru oraz technologii Power-to-X (VE 2.0 Brint-og PtX-strategi).** Strategia opiera się na raporcie przygotowanym przez branżę wodorową, z którego wynika, że Dania ma duży potencjał w zakresie przetwarzania energii z morskich farm wiatrowych na wodór i paliwa płynne. W strategii oszacowano się, że **wartość europejskiego rynku technologii wodorowych wyniesie od 1350 do 3525 mld DKK w 2050 r.** Strategia dostarcza konkretnych zaleceń dotyczących inwestycji, warunków ramowych i inicjatyw politycznych, które mają wzmocnić duński wysiłki klimatyczne w dziedzinie wodoru<sup>109</sup>.

### Ramy regulacyjne

Obecne regulacje prawne rynku wodoru w Danii są oceniane pozytywnie. Nie stwarzają one istotnych problemów ze skoordynowaniem inwestycji z planami zagospodarowania przestrzennego. Nie ma również poważnych przeszkód w podłączaniu elektrolizerów do sieci energetycznej. Instalacja do produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem elektrolizera jest klasyfikowana jako obiekt przemysłowy, co umożliwia ubieganie się o zwolnienie z podatku od energii elektrycznej, który płacą konsumenci. W obecnej sytuacji elektrolizery płacą również taryfę PSO (obowiązek użyteczności publicznej). Jednak rząd duński podjął decyzję o stopniowym wycofaniu tego obowiązku aż do pełnego zniesienia w 2022 roku, **co istotnie obniży koszty eksploatacji elektrolizerów<sup>110</sup>.**

Również ogólne regulacje dotyczące zastosowań wodoru w transporcie w Danii są względnie dobrze rozwinięte (np. samochody wodorowe uprawniają do ulg podatkowych oraz uprawniają do darmowego parkingu w większości miast). Jednakże, istnieją obszary, w których występuje potencjał do ulepszeń. Aktualnie, **najpilniejszą kwestią prawną są problemy z płatnościami kartami kredytowymi na stacjach tankowania wodoru.** Wiąże się one z koniecznością dostosowania urządzeń pomiarowych do specyfiki tankowania wodoru. Aktualnie, nie ma możliwości płatności kartą kredytową na żadnej stacji tankowania wodoru w Europie ze względu na brak certyfikatów dotyczących pomiaru paliwa. Ponieważ płatność kartą kredytową jest najpowszechniejszą metodą płatności w Danii, stanowi to duży problem. Wskazuje się, że w dalszym ciągu istnieje potrzeba wsparcia regulacyjnego rozwoju infrastruktury do tankowania wodoru w Danii<sup>111</sup>.

---

<sup>108</sup> Winds of change in a hydrogen perspective, PtX Strategic Action Plan, Energinet, Listopad 2019.

<sup>109</sup> Analyse af potentialerne for storskala brint og PtX i Danmark VE 2.0 Brint- og PtX-strategi, Brintbranchen Hydrogen Denmark, 2020.

<sup>110</sup> Analyse af potentialerne for storskala brint og PtX i Danmark VE 2.0 Brint- og PtX-strategi, Brintbranchen Hydrogen Denmark, 2020.

<sup>111</sup> National Policy Paper – Denmark, HyLaw, 2020.

## 8.3 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż

### 8.3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w Danii

Dania ma ambicję zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych o 70% do 2030 r. w stosunku do poziomów z 1990 r. (dążąc do zerowej emisji netto do 2050 r.). Aby osiągnąć ten cel, należy opracować nowe rozwiązania w sektorach energetycznym i gazowym, w transporcie drogowym, lotnictwie i żegludze, a także w rolnictwie. Power-to-X to jedna z technologii, która może przyczynić się do pełnej dekarbonizacji duńskiej gospodarki.

#### Produkcja wodoru

Szacuje się, że aby pokryć zapotrzebowanie na wodór dla nowych zastosowań i zastąpić wodór pochodzący z paliw kopalnych, należy zainstalować w Danii **od 0,3 do 1,3 GW dedykowanej mocy odnawialnej energii elektrycznej**, która wykorzystywana będzie do produkcji wodoru w drodze elektrolizy. Wskazuje się, że przejściowo produkcja wodoru może odbywać się z wykorzystaniem okresowych nadwyżek produkcji energii w OZE, jednakże docelowo potrzeby produkcyjne będą musiały zostać pokryte dedykowanymi źródłami. Zakłada się również, że część produkcji wodoru realizowana będzie z wykorzystaniem paliw kopalnych w drodze reformingu parowo-metanowego paliw kopalnych.

Dania szacuje moc zainstalowaną w OZE w 2030 r. na **9,67 GW w aktywach opartych na wietrze i 4,92 GW w fotowoltaice**, co przełoży się na możliwość wytworzenia ponad **44 TWh** energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w 2030 r. Potencjał techniczny w zakresie produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w Danii wydaje się jednak znacznie wyższy. W związku z powyższym produkcja zielonego wodoru w tym kraju jest realnym scenariuszem w perspektywie 2030 roku<sup>112</sup>.

#### Transport wodoru

Dania może rozważyć wykorzystanie swojej istniejącej infrastruktury przesyłowej gazu ziemnego do transportu i dystrybucji wodoru, mieszając wodór w sieci w perspektywie krótko (2025-2030) i średnioterminowej (2030-2040) oraz potencjalnie przekształcając część swojej sieci na wodór w perspektywie długoterminowej (> 2040). Ponieważ sieć dystrybucyjna składa się głównie z rur polietylenowych, można ją dostosować do transportu wodoru przy stosunkowo niskich kosztach. Konwersja sieci na dedykowane rurociągi wodorowe jest jednak planem długoterminowym, ponieważ oczekuje się, że wielkość produkcji wodoru będzie stosunkowo niska do 2030 r. W perspektywie krótko- i średnioterminowej wodór mógłby być zatem mieszany z metanem w istniejącej sieci bez konieczności fizycznego dostosowywania infrastruktury transportowej, dystrybucyjnej i końcowej<sup>113</sup>.

<sup>112</sup> Analyse af potentialerne for storskala brint og PtX i Danmark VE 2.0 Brint- og PtX-strategi, Brintbranchen Hydrogen Denmark, 2020.

<sup>113</sup> Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans – Denmark, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, 2020.



## Magazynowanie wodoru

Aktualne kierunki rozwoju duńskiej 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 składowaniu wodoru w postaci gazowej. Nie istnieje w Danii rozwinięta sieć magazynowania wodoru, można jednak spodziewać się, że główne magazyny tego nośnika energii powstawały będą w pobliżu miejsc jego produkcji, czyli w okolicach farm wiatrowych. Możliwe jest również, że magazyny wodoru będą powstawały w pobliżu istotnych węzłów sieci gazowniczej (przy założeniu wykorzystania tej infrastruktury do transportu wodoru) i wykorzystywane będą do dodatkowego bilansowania okresowych wahań zapotrzebowania na ten nośnik energii.

Upowszechnienie się technologii wodorowych wygeneruje możliwości rozwojowe w wielu sektorach w Danii, w tym: **transportowym, mieszkaniowym, energetycznym oraz przemysłowym.**

### Transport

Dania posiada duży potencjał w zakresie wykorzystania wodoru w sektorze transportu. Ponad dwie trzecie zużycia energii w duńskim sektorze kolejowym pochodzi z paliw kopalnych. Obok elektryfikacji, pociągi wodorowe i wykorzystanie paliw opartych na wodorze mogą być alternatywą dla obecnych pociągów z silnikami na paliwa konwencjonalne w zakresie zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych. Podobnie jak we wszystkich krajach, również w Danii istnieje duża możliwość wykorzystania wodoru w transporcie drogowym w celu zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych. W dłuższej perspektywie istnieje możliwość wykorzystania wodoru i paliw pochodnych do zasilania floty żeglugi międzynarodowej, a także w sektorze lotnictwa.

### Przemysł

W perspektywie krótkoterminowej możliwości wykorzystania wodoru w przemyśle w Danii są stosunkowo ograniczone ze względu na raczej niski poziom obecnego zużycia tego nośnika energii w przemyśle. Jednak w perspektywie średnio- i długoterminowej wodór stanowi interesujące rozwiązanie w zakresie dekarbonizacji dla przemysłu Danii, ponieważ około jedna trzecia zapotrzebowania na energię w przemyśle pochodzi obecnie z gazu ziemnego. Ponadto jedna czwarta duńskiego przemysłowego zapotrzebowania na energię jest wykorzystywana do wysokotemperaturowych procesów cieplnych, które są obecnie silnie uzależnione od paliw kopalnych. Wodór odnawialny lub niskoemisyjny jest jednym z nośników energii, które umożliwiają dekarbonizację tej części zapotrzebowania na energię.

### Mieszkalnictwo

W Danii tylko 12% zapotrzebowania na energię w gospodarstwach domowych i usługach jest zaspokajane dzięki bezpośredniemu wykorzystaniu gazu ziemnego. Wodór jest obok elektryfikacji i sieci ciepłowniczych (opartych na energii odnawialnej) jednym z potencjalnych

rozwiązań w zakresie obniżenia emisyjności ogrzewania, które obecnie odpowiada za trzy czwarte końcowego zapotrzebowania na energię w sektorze mieszkalnictwa w Danii. Zwłaszcza w dzielnicach, które są obecnie podłączone do sieci dystrybucji gazu, oczekuje się, że przejście z gazu ziemnego na wodór będzie jedną z najbardziej opłacalnych opcji dekarbonizacji zużycia energii do ogrzewania. Poza tym prawie jedna czwarta ciepła w duńskich sieciach ciepłowniczych nadal pochodzi z paliw kopalnych. Wodór może być jednym z rozwiązań zastępujących również wykorzystanie paliw kopalnych.

### Magazynowanie energii

Biorąc pod uwagę wysoki udział energii z OZE w miksie energetycznym Danii, a także przewidywany wzrost mocy zainstalowanej w tego typu źródłach należy oczekiwać, że na analizowanym rynku znajdzie potrzeba magazynowania energii z wykorzystaniem wodoru. Umożliwi to pozyskanie bardzo konkurencyjnego cenowo wodoru (powstałego z nadwyżek energii, które w innym przypadku zostałyby utracone), który będzie mógł być z powrotem przetworzony na energię elektryczną lub wykorzystany do innych zastosowań – np. w transporcie.

### 8.3.2 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej HyBalance



Źródło: [HyBalance.eu](https://www.hybalance.eu)

Projekt HyBalance jest **jedną z niewielu już funkcjonujących dolin wodorowych na świecie**. HyBalance to projekt, który demonstruje ideę stosowania wodoru w systemach energetycznych w celu balansowania ich pracy. Zgodnie z założeniami projektu, wodór jest wytwarzany z elektrolizy wody, co umożliwi przechowywanie taniej odnawialnej energii elektrycznej z turbin wiatrowych. Wodór wytwarzany w procesie elektrolizy jest następnie wykorzystywany w sektorze transportowym i w przemyśle.

W celu realizacji założeń doliny HyBalance, partnerzy projektu reprezentujący wszystkie ogniwa łańcucha dostaw i wartości gospodarki opartej na wodorze wdrożyli instalację

demonstracyjną Power-to-Hydrogen. Instalacja została zaprojektowana do pracy połączonej, zapewniającej zarówno usługi bilansowania sieci, jak i dostawy wodoru dla przemysłu oraz do zastosowania jako paliwo w transporcie w gminie Hobro w duńskiej prowincji Nordjylland. Celem realizacji projektu jest weryfikacja wykonalności projektów opartych o technologię Power-to-X oraz identyfikacja potencjalnych strumieni przychodów z wykorzystania tego typu technologii. Projekt ma również na celu identyfikację obecnych i przyszłych ograniczeń dla rozwoju podobnych instalacji (otoczenie regulacyjne, kluczowe technologie), przy jednoczesnym przetestowaniu najnowszych osiągnięć w zakresie dystrybucji i magazynowania wodoru<sup>114</sup>.

Projekt oparty jest na założeniu wykorzystania wodoru w miejscu jego produkcji poprzez rozwój sieci stacji tankowania wodoru, eksploatację floty autobusów wodorowych w Hobro oraz dostawy wodoru dla lokalnego przemysłu. W ramach projektu analizowane są również możliwości magazynowania analizowanego nośnika energii w kawernach solnych zlokalizowanych w Hvornum i Lille Torup.

Rysunek 21 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej HyBalance



Źródło: Opracowanie własne



Podsumowując informacje o projekcie HyBalance należy uznać, że jego zakres obejmuje cały łańcuch dostaw wodoru. Pierwszym jego ogniwem jest produkcja zielonego wodoru z wykorzystaniem **energii z farm wiatrowych** oraz **elektrolizerów membranowych (PEM)**. Magazynowanie wodoru realizowane jest z wykorzystaniem **cylindrycznych magazynów oraz kawern solnych**. Transport nośnika energii odbywa się zarówno przy użyciu **gazociągów**,

<sup>114</sup> Hybalance, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 24.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/hybalance>>.



jak i **dedykowanych cystern**. Do dystrybucji wodoru jako paliwa wykorzystane zostaną **stacje tankowania wodoru o ciśnieniu 350 i 700 bar**<sup>115</sup>.

Wśród zastosowań docelowych wodoru dostarczanego z wykorzystaniem opisanego powyżej łańcucha dostaw znajduje się **sektor motoryzacyjny** (samochody, autobusy) oraz **sektor przemysłowy**.

#### 8.4 Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej HyBalance oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy

Podmiot	Charakterystyka
	<p>Duża, globalna grupa kapitałowa, która prowadzi działalność w wielu obszarach, w tym w obszarze energetyki opartej na wodorze (również na biogazie).</p> <p>W ramach projektu firma jest głównym koordynatorem i dostawcą technologii eksploatacji instalacji gazowych, do których zaliczane są instalacje wodorowe.</p>
	<p>Hydrogenics jest producentem produktów do wytwarzania wodoru i ogniw paliwowych opartych na technologii elektrolizy wody i membranach wymiany protonów. Spółka jest podzielona na dwie jednostki biznesowe: OnSite Generation i Power Systems.</p> <p>W ramach projektu spółka dostarcza technologię produkcji wodoru z wykorzystaniem elektrolizerów.</p>

<sup>115</sup> Hybalance, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 24.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/hybalance>>.

	<p>Centrica plc to brytyjska międzynarodowa firma energetyczna i usługowa z siedzibą w Windsor, Berkshire. Jej podstawową działalnością jest dostawa energii elektrycznej i gazu do konsumentów w Wielkiej Brytanii i Irlandii. Dostarcza również rozwiązania energetyczne firmom na całym świecie.</p>
	<p>Niezależna firma doradcza działająca w obszarze energetyki oraz ochrony środowiska. Prowadząca również działalność w zakresie zarządzania dużymi projektami w obszarze energetyki odnawialnej.</p> <p>Firma świadczy wsparcie doradcze dla partnerów projektu.</p>

Źródło: Opracowanie własne

## 8.5 Zapotrzebowanie rynku duńskiego na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw na przykładzie doliny wodorowej HyBalance

Struktura zapotrzebowania na potencjalne produkty i usługi wielkopolskich przedsiębiorstw na rynku duńskim jest silnie powiązana z rozwojem odnawialnych źródeł produkcji energii oraz magazynowaniem tej energii. Aktualne kierunki prowadzonych projektów zakładają w przeważającej ilości wykorzystanie wodoru w pobliżu miejsca jego produkcji w związku z czym, można przewidywać, że przynajmniej na obecnym etapie rozwoju tego rynku nie wystąpi szczególnie wysokie zapotrzebowanie na produkty i usługi powiązane z rozbudową infrastruktury do transportu wodoru gazociągami. Z wysokim prawdopodobieństwem można również ocenić, że rynek duński wygeneruje znaczne zapotrzebowanie na produkty i usługi związane z rozwojem mobilności opartej na wodorze. Popyt ten powinien być ukierunkowany przede wszystkim na asortyment i usługi związane z segmentem samochodów osobowych oraz transportu publicznego. W poniższej tabeli zestawiono produkty i usługi, których dotyczyło będzie zapotrzebowanie pochodzące z duńskiego rynku wodoru.



Lp.	Rodzaj produktu / usługi	Szacunkowa wartość rynku	Natężenie konkurencyjne
1	Produkcja 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)		
2	Produkcja komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)		
3	Produkcja dyfuzorów membran i elektrod		
4	Produkcja zbiorników ciśnieniowych		
5	Produkcja komponentów dla motoryzacji		
6	Produkcja rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych)		
7	Dostawy zbiorników do magazynowania wodoru		
8	Produkcja urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)		
9	Bezpieczeństwo maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, wyłączniki, skanery laserowe)		
10	Programowanie (oprogramowanie dla operatorów infrastruktury krytycznej na styku z systemami UPS, aplikacje do monitorowania pracy systemów UPS)		
11	Produkcja komponentów i półproduktów metalowych		
12	Produkcja butli gazowych		
13	Produkcja komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)		
14	Produkcja systemów testowania ogniw paliwowych		
15	Projektowanie instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych		

16	Remonty i modernizacje infrastruktury technicznej		
17	Projektowanie instalacji przemysłowych		
18	Instalacja systemów klimatyzacji		
19	Produkcja i montaż instalacji elektrycznych		
20	Produkcja i montaż instalacji wentylacyjnych		
21	Informatyzacja procesów wytwarzania energii		
22	Prowadzenie procesów energetycznych		
23	Projektowanie i wykonawstwo instalacji przeciwpożarowych		
24	Inżynieria kontraktów		
25	Prowadzenie szkoleń z zakresu bezpieczeństwa		
26	Inżynieria oraz projektowanie i budowa maszyn		
27	Prowadzenie analiz geologicznych		

Źródło: Opracowanie własne

Analizy zapotrzebowania na poszczególne produkty i usługi dokonano w oparciu o dwa kryteria. Kryterium pierwszym jest szacunkowy rozmiar rynku dla danej kategorii produktów i usług w perspektywie 2050 roku, który został oszacowany w oparciu o dane dotyczące rozmiaru rynku wodoru w Danii w segmentach, dla których dane były publicznie dostępne<sup>116</sup>. Drugim kryterium jest poziom natężenia konkurencyjnego w ramach rynków poszczególnych produktów i usług. Przyjęte kryteria oceny zostały zaprezentowane poniżej.

<sup>116</sup> Analyse af potentialerne for storskala brint og PtX i Danmark VE 2.0 Brint- og PtX-strategi, Brintbranchen Hydrogen Denmark, 2020; Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans – Denmark, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, 2020.

Wartość rynku w perspektywie 2050	
0-1 mld PLN	
1-5 mld PLN	
5-10 mld PLN	
10-20 mld PLN	
>20 mld PLN	

Nateżenie konkurencyjne	
wysokie	
średnie	
niskie	

## 8.6 Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii

Łączne inwestycje w technologie wodorowe w Danii szacuje się na poziomie 0,7–2,6 mld EUR do 2030 r. Roczne wydatki na ten sektor w okresie do 2030 roku wyniosą 90–340 mln EUR. Oczekuje się jednak, że w perspektywie 2050 roku rynek ulegnie znacznemu rozwojowi osiągając znacznie większą wartość.

Pomimo tego, że duński rynek nie jest szczególnie duży, optymistyczne prognozy wzrostu gospodarki opartej na wodorze w tym kraju sprawiają, że można go ocenić jako atrakcyjny i perspektywiczny dla przedsiębiorców z Polski, w tym z województwa wielkopolskiego. Nadal jednak istnieje kilka barier utrudniających przewidywany rozwój gospodarki opartej na wodorze w tym kraju.

Internacjonalizacja działalności przedsiębiorstwa na rynek duński, powinna zostać poprzedzona działaniami dotyczącymi segmentacji rynku i budowy strategii dotarcia do grup docelowych, które są zbliżone w swojej charakterystyce do tych, które zostały opisane w przypadku pozostałych rynków europejskich.

Przygotowanie do wejścia na rynek duński również powinno objąć działania charakterystyczne dla rozwiniętych rynków, w przypadku których nie występuje potrzeba współpracy z agentem, takie jak: badania online, mailing, komunikację za pośrednictwem LinkedIn, cold calling. **Pewnym wyzwaniem związanym z internacjonalizacją działalności na duński rynek wodoru mogą być względnie wysokie koszty prowadzenia działalności w tym kraju (nawet w porównaniu do Niemiec, Niderlandów, czy też Francji). Koszty te, obejmujące głównie**

**koszty usług, takich jak doradztwo, czy marketing powinny być uwzględnione w biznesplanie internacjonalizacji działalności.**

Budowa świadomości marki na rynku duńskim powinna uwzględniać dwa podstawowe obszary działań:

1. Działalność online, obejmującą dostosowanie strony internetowej przedsiębiorcy do specyfiki lokalnego rynku oraz (opcjonalnie) zastosowanie dedykowanej strategii SEO dla rynku duńskiego.
2. Działalność bezpośrednią, obejmującą udział w wydarzeniach branżowych (konferencje, targi), a także bezpośrednie spotkanie z potencjalnymi kontrahentami.

## **8.7 Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w Danii**

Duński rynek wodoru charakteryzuje się **jednymi z najbardziej zaawansowanych projektów pilotażowych dotyczących tej technologii**. Wynika to z wysokiej dostępności energii produkowanej z OZE (w szczególności z morskich farm wiatrowych). Wskazuje się jednak, że na obecnym etapie projekty te mają w przeważającej części wyspowy charakter, co wynika z koncentracji większości ośrodków przemysłowych i technologicznych w obrębie większych miast tego kraju. Ponadto, jak wynika ze strategicznych analiz dotyczących tego rynku, pomimo rozwiniętej bazy aktywów OZE w dalszym ciągu nie jest ona wystarczająco rozbudowana aby umożliwić efektywną ekonomicznie produkcję wodoru na szeroką skalę. W związku z powyższym, charakterystyczne cechy duńskiego rynku analizowanego nośnika energii obejmują znaczny nacisk na rozwój odnawialnych źródeł energii jako bazy aktywów do produkcji zielonego wodoru oraz bardzo dobre perspektywy rozwojowe dla mobilności opartej na wodorze w segmencie samochodów osobowych oraz pojazdów wykorzystywanych w transporcie publicznym (należy podkreślić, że kraje skandynawskie należą do liderów w zakresie wdrażania samochodów elektrycznych, co przejawiało się w postaci sprzyjających ram regulacyjnych oraz znacznych ulg związanych z zakupem tego typu pojazdów).

Przekłada się to na trendy, który wyznaczają w tym kraju kierunki rozwoju gospodarki opartej na wodorze na najbliższe lata:

- **Możliwości współpracy Danii z Niemcami i Niderlandami w zakresie eksportu zielonego wodoru produkowanego w Danii**, co wymaga uprzedniej rozbudowy źródeł wytwórczych OZE (zarówno Niemcy, jak i Niderlandy wskazują na możliwą konieczność importu tego nośnika energii w przyszłości).
- Koncentracja w zakresie rozwoju mocy wytwórczych OZE **na budowie farm wiatrowych**.
- **Możliwe inwestycje w rozwój transgranicznej infrastruktury do przesyłu wodoru** pomiędzy Danią i innymi krajami Europy.

- **Współpraca pomiędzy sektorem rządowym i przedsiębiorcami** w zakresie rozwijania i wdrażania wielkoskalowych projektów dotyczących produkcji zielonego wodoru.
- **Poszukiwanie możliwości poprawy bezpieczeństwa magazynowania, przesyłu i transportu wodoru.**
- **Możliwe zachęty regulacyjne i podatkowe** ukierunkowane na stymulowanie popytu na samochody wodorowe.

## **8.8 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek duński**

### **Barier wejścia na rynek duński**

Ze względu na m.in. bardzo dobrą sytuację ekonomiczną i wysokie zarobki, duński rynek jest atrakcyjny dla przedsiębiorców z Polski. Dodatkowymi czynnikami przemawiającymi za atrakcyjnością Danii w aspekcie gospodarki wodorowej są niewątpliwie **silne i stabilne ramy regulacyjne dla rozwoju tego rynku oraz jasno wytyczone kierunki strategiczne**, które są wspierane zarówno na szczeblu rządowym, jak i samorządowym. Na analizowanym rynku wodoru działalność prowadzą już liczące się firmy, takie jak np. Air Liquide, co dodatkowo potwierdza jego walory. Rynek duński poza perspektywami wyższych niż w innych krajach przychodów oferuje również pewność inwestycji i stabilność otoczenia biznesowego. Jednakże, jak w przypadku każdego rynku zagranicznego, istnieją w przypadku rynku duńskiego pewne bariery, które stanowią wyzwania w zakresie rozwoju działalności zarówno lokalnych, jak i zagranicznych podmiotów.

- **Konkurencja** – w realizację projektów wodorowych zaangażowane są przede wszystkim duże międzynarodowe firmy, które posiadają ugruntowaną pozycję na rynku. Poza tymi firmami w Danii działa również silna lokalna konkurencja, w postaci przedsiębiorstw wyspecjalizowanych w rozwoju odnawialnych źródeł energii (np. Vestas Wind Systems). Na taką konkurencję trzeba być przygotowanym poprzez przeprowadzenie dokładnego badania rynku i opracowywanie strategii internacjonalizacji.
- **Wysokie koszty prowadzenia działalności** – podmioty wchodzące na duński rynek powinny uwzględnić w swoim biznesplanie wyższe niż w Polsce oraz wyższe niż w większości krajów Europy koszty prowadzenia działalności, dotyczące przede wszystkim płac i oraz usług obcych.

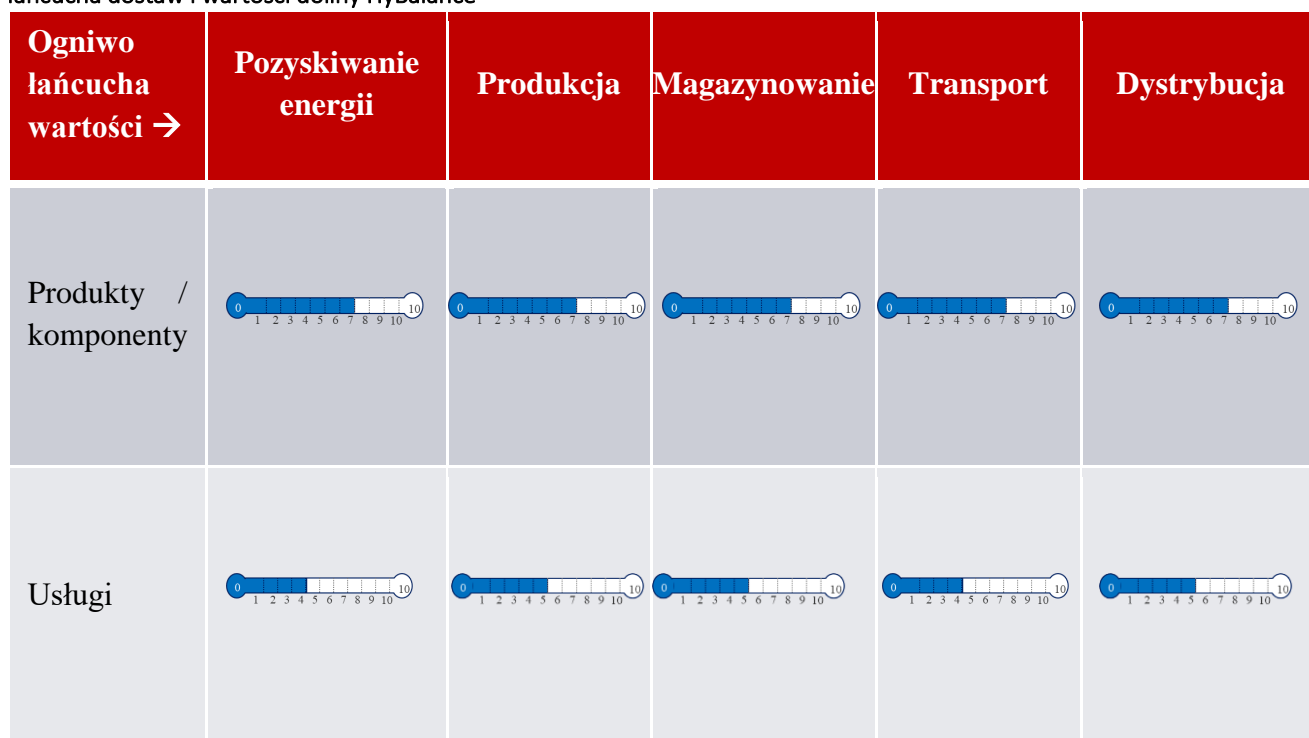
### **Kapitałochłonność związana z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości**

Potencjalne włączenie się w łańcuch dostaw i wartości gospodarki opartej na wodorze w Danii nie jest tak kapitałochłonne, jak na przykład w przypadku Japonii, czy USA. Poziom kapitałochłonności rozpoczęcia działalności na tym rynku jest jednak wyższy niż w przypadku



ryнку Niemieckiego, Francuskiego czy Niderlandzkiego. Czynniki takie jak bliskość geograficzna, czy niewielkie różnice kulturowe mają korzystny wpływ na obniżenie kosztów transportu, a także obsługi gwarancyjnej produktów lokowanych na rynku duńskim. Powodują one również, że wejście na ten rynek nie wymaga współpracy z wyspecjalizowanym agentem, bądź podmiotem doradczym znającym realia i specyfikę lokalnego rynku. Z drugiej strony, większość kosztów związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej w Danii, takich jak usługi obce, czy towary i materiały będą wyższe niż np. w Niemczech i istotnie wyższe niż w Polsce. Niewątpliwie istotne koszty i nakłady związane będą z budową świadomości marki i znalezieniem potencjalnych kontrahentów na rynku duńskim. W tym zakresie kosztem przedsiębiorców wchodzących na ten rynek będą działania związane z dotarciem do klientów, takie jak np. udział w targach lub udział w spotkaniach bezpośrednich z potencjalnymi kontrahentami. Ze względu na bliskość geograficzną tego rynku, koszty te będą jednak nieporównywalnie niższe niż w przypadku np. rynku USA lub Japonii. Dania jest członkiem Unii Europejskiej, co wiąże się z tym, że różnego typu regulacje, normy, czy zasady certyfikacji są zbliżone do tych, które wymagane są w Polsce. Przekłada się to na znaczne oszczędności na kosztach związanych z dopuszczeniem materiałów i towarów do obrotu.

Rysunek 22 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru w Danii na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny HyBalance



Źródło: Opracowanie własne

Niewątpliwie, internacjonalizacja działalności na duński rynek wodoru **wymaga odpowiedniego przygotowania, w szczególności w aspekcie sprostania zarówno międzynarodowej i lokalnej konkurencji, dotarcia do docelowych grup klientów, a także przygotowania się istotnie wyższe koszty prowadzenia działalności.** Pomimo tego, z uwagi na stabilność gospodarczą i regulacyjną, bliskość geograficzną rynku oraz fakt pozostawiania

Danii w Unii Europejskiej decyzja o wejściu na tamtejszy rynek wodoru związana jest z **akceptowalnym poziomem ryzyka biznesowego**.

Wsparcie finansowe dla rozwoju działalności na rynku duńskim może potencjalnie pochodzić z takich samych źródeł, jak te które zostały wskazane w przypadku rynku Niemieckiego: środki preferencyjne z funduszy unijnych, finansowanie działalności eksportowej prowadzona przez Bank Gospodarstwa Krajowego i Korporację Ubezpieczeń Kredytów Eksportowych S.A., a także środki przeznaczone na finansowanie zielonej transformacji obejmujące plan inwestycyjny na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu i mechanizm sprawiedliwej transformacji.

## 8.9 Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej w Danii

W poniższej tabeli zestawiono krytyczne komponenty dla łańcucha dostaw i wartości na przykładzie funkcjonowania łańcucha i wartości w dolinie wodorowej HyBalance. Ze wskazanymi w tabeli produktami związana będzie znaczna część popytu związana z rozwojem rynku wodoru w perspektywie krótko i średnioterminowej. Popyt ten dotyczył będzie już powstających lub planowanych instalacji wodorowych.

1	Mobilne systemy wykrywania wodoru
2	Zbiorniki do magazynowania wodoru
3	Dyfuzory, membrany i elektrody do elektrolizerów
4	Elektrolizery alkaliczne, membranowe z wymianą protonów i elektrolizery na tlenek stały
5	Części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki)
6	Komponenty automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)
7	Ogniwa paliwowe i komponenty do ogniw paliwowych
8	Pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki i inne komponenty do stacji tankowania wodoru
9	Urządzenia pomiarowe, kontrolne i nawigacyjne (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)
10	Komponenty i półprodukty metalowe
11	Komponenty przemysłowe (pompy, zawory, monołączka, kształtki, rury, zasuwki)
12	Zbiorniki ciśnieniowe

13	Instalacje przeciwpożarowe
14	Komponenty wykorzystywane w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)
15	Rury w szczególności wykonane z tworzyw sztucznych)
16	Materiały polimerowe (zbiorniki z włókna węglowego pokrytego warstwą polimerową), z kompozytów włókno szklane/aramid lub włókno węglowe z wkładem metalowym
17	Przetwornice, konwertery lub kondensatory (superkondensatory)
18	Systemy testowania ogniw paliwowych
19	Butle gazowe

Źródło: Opracowanie własne

Dla kluczowych ogniw łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w Danii opracowano listę krytycznych komponentów wraz z oceną istotności każdego z nich. Ocena została dokonana w skali 1-6, gdzie notę 6 otrzymały komponenty krytyczne dla rozwoju danego segmentu rynku wodoru.

Tabela 42 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Reaktory	podsystem	6
Integratory procesorów paliwa	integracja	6
Katalizatory	materiały specjalistyczne	5
Katalizatory reaktora	materiały specjalistyczne	4
Katalizatory zmiany biegów	materiały specjalistyczne	4
Odsiarczacze	sub-komponenty	4
Naczynia reakcyjne	sub-komponenty	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 43 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Dozowniki / węże	komponent	6
Kompresory wodoru	podsystem	6
Sensory wodoru	podsystem	6
Integratory rozwiązań HRS	system	5
Przepływomierze	komponent	5
Chłodzenie wstępne	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

**Tabela 44** Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Uszczelki	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Membrany	sub-komponenty	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Stosy AEL	podsystem	5
Systemy AEL	system	5
Anody	sub-komponenty	4
Katody	sub-komponenty	4
Dejonizatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

**Tabela 45** Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory	materiały specjalistyczne	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły membran elektrodowych	sub-komponenty	6
Stosy PEM	podsystem	6
Jonomery	materiały specjalistyczne	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Systemy PEM	system	5
Wsporniki membran	materiały specjalistyczne	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

**Tabela 46** Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Komórki (EEA, MEA)	sub-komponenty	6
Elektrolity ceramiczne	sub-komponenty	6
Elektrody	sub-komponenty	6
Uszczelki	sub-komponenty	6
Stosy SOEL	podsystem	6
Łączniki	sub-komponenty	5
Warstwy metali porowatych	sub-komponenty	5

Systemy SOEL	system	5
Czujniki wodoru	sub-komponenty	5
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

*Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

### 8.9.1 Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową

Dania posiada znaczne zasoby odnawialnych źródeł energii, co powoduje, że na wstępnych etapach rozwoju rynku wodoru w tym kraju możliwe będzie wykorzystanie nadwyżek energii wyprodukowanych w tych źródłach do wytwarzania wodoru. Jednakże nawet już w średnioterminowej perspektywie konieczne będzie rozwinięcie bazy aktywów odnawialnych w celu osiągnięcia optymalnego rozmiaru rynku wodoru w Danii. W przeciwnym wypadku analizowany nośnik energii może okazać się mało konkurencyjny kosztowo w relacji do elektryfikacji gospodarki analizowanego kraju. Niewątpliwie wyzwaniem dla sektora energetycznego Danii będzie obniżenie kosztów związanych z produkcją, transportem i dystrybucją tego wodoru. Dalszego rozwoju wymagają również regulacje i normy rynkowe dotyczące zarówno samego łańcucha dostaw wodoru, jak i docelowych obszarów wykorzystania tego nośnika energii.

#### Produkcja wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii produkcji wodoru w Danii obejmują:

- Rozbudowa bazy aktywów OZE (głównie elektrownie wiatrowe offshore),
- Rozwój technologii tańszych, wydajniejszych i trwalszych elektrolizerów,
- Rozwój efektywnych kosztowo i przyjaznych dla środowiska technologii wychwytywania, utylizacji i składowania dwutlenku węgla.

#### Magazynowanie wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii magazynowania wodoru w Danii obejmują:

- Obniżenie kosztów magazynowania,
- Zapewnienie większej pojemności magazynów przy jednoczesnym obniżeniu wagi i objętości,
- Łączenie magazynów wodoru z instalacjami produkcji paliwa i docelowymi obszarami zastosowania nośnika energii.

#### Transport wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii transportu wodoru w Danii obejmują:



- Rozwój tańszych i bardziej niezawodnych systemów transportu i dystrybucji wodoru,
- Rozwój zaawansowanych technologii i koncepcji dystrybucji wodoru,
- Analiza przyszłościowych możliwości transportu wodoru do innych krajów Europy.

### Docelowe obszary zastosowania wodoru

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii związanych z wykorzystaniem wodoru w Danii obejmują:

- Rozwój zintegrowanych łańcuchów wartości i dostaw wodoru wykorzystujących zasoby regionalne i lokalne,
- Integracja, testowanie i walidacja zintegrowanych systemów wodorowych dostosowanych do specyfiki każdego z kluczowych obszarów zastosowania,
- Demonstracja projektów integracji sieci energetycznej z technologiami wodorowymi w celu walidacji technologii magazynowania energii wodorowej i usług sieciowych opartych o wodór,
- Obniżenie kosztów wodoru jako paliwa dla sektora transportowego.

## 9. Dolina wodorowa Hiszpania na przykładzie projektu Green Crane

### 9.1 Geneza rozpoczęcia działalności związanej z wodorem

Wodór został uznany za nośnik energii odgrywający kluczową rolę w transformacji energetycznej Hiszpanii i **uwzględniony między innymi w ramach krajowego planu na rzecz energii i klimatu („NECP”)**. Jest on ponadto istotny z perspektywy wypełniania przez Hiszpanię zobowiązań porozumienia paryskiego poprzez zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych. Ze względu na znaczne zasoby energii odnawialnej w kraju, w szczególności energii słonecznej i wiatrowej, oraz **ambitne plany dekarbonizacji sektorów energetycznego, transportowego i przemysłowego w ciągu najbliższych 10–20 lat**, udział wodoru w tych sektorach prawdopodobnie wzrośnie.

Obecnie Hiszpania zużywa około 500 000 ton wodoru rocznie, który wykorzystywany jest prawie wyłącznie w zastosowaniach przemysłowych (70% w rafineriach i 25% w przemyśle chemicznym). Całość tego wodoru pochodzi z paliw kopalnych. Wdrożenie do gospodarki niskoemisyjnego wodoru, ma wesprzeć hiszpańską gospodarkę nie tylko w zapewnieniu elastyczności i odporności jej systemu energetycznego, ale także w osiągnięciu celów w

zakresie dekarbonizacji. W aspekcie osiągnięcia celów dotyczących dekarbonizacji kraju konieczne jest również zastosowanie analizowanego nośnika energii w sektorze transportu oraz jako medium do magazynowania energii<sup>117</sup>.

Co więcej, ambitne cele dotyczące produkcji odnawialnej energii elektrycznej w Hiszpanii mogą spozycjonować ten kraj jako **eksportera zielonej energii**. W tym zakresie wodór odgrywa również bardzo istotną rolę jako nośnik energetyczny, który można względnie łatwo przechowywać i transportować. Dzięki temu Hiszpania będzie mogła realizować dodatkowe efekty gospodarcze z tytułu rozwoju rynku wodoru.

Zgodnie z szacunkami Rady ds. Wodoru szacuje się, że roczny obrót sektora wodorowego może wynieść nawet 1,3 mld EUR w perspektywie 2030 r. **Skumulowane inwestycje w ten sektor z wykorzystaniem środków zarówno z sektora publicznego, jak i prywatnego mogą w analizowanym horyzoncie czasowym wynieść 3,56 mld EUR<sup>118</sup>.**

---

<sup>117</sup> Spain could lead the hydrogen economy in the next ten years, MAPFRE Global Risks, [online, dostęp: 24.01.2021 r.], < <https://www.mapfreglobalrisks.com/gerencia-riesgos-seguros/interviews/spain-could-lead-the-hydrogen-economy-in-the-next-ten-years/?lang=en>>.

<sup>118</sup> Spain targets 4 GW of hydrogen electrolysis in 2030 roadmap, S&P Global Market Intelligence, [online, dostęp: 24.01.2021 r.], < <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/spain-targets-4-gw-of-hydrogen-electrolysis-in-2030-roadmap-59700545>>.

Rysunek 23. Potencjalne obszary zastosowania wodoru w Hiszpanii

Mieszkalnictwo	Transport	Przemysł
<p>Podobnie, jak w innych krajach Europy perspektywy dla wykorzystania wodoru w sektorze mieszkaniowym występują w miejscach, gdzie aktualnie do ogrzewania domów i mieszkań wykorzystywany jest gaz ziemny. Potencjał tego segmentu rynku w Hiszpanii jest wysoki.</p>	<p>Aktualnie uruchamiane są mało-skalowe projekty pilotażowe obejmujące eksploatację flot pojazdów składających się z kilkunastu – kilkudziesięciu samochodów wykorzystywanych głównie w transporcie publicznym w dużych miastach (Madryt, Walencja, Barcelona).</p>	<p>Obecnie przeważająca większość wodoru wykorzystywana jest w rafineriach i przemyśle chemicznym i stanowi szary wódór. W związku z rosnącą presją dotyczącą dekarbonizacji w perspektywie krótko- i średnioterminowej, wiele podmiotów zwróci się w kierunku zielonego wodoru.</p>
Magazynowanie energii	Wytwarzanie energii	
<p>Magazynowanie energii z wykorzystaniem wodoru ma wysoki potencjał w Hiszpanii ze względu na wysoki poziom produkcji energii z OZE oraz aspiracje tego kraju do stania się eksporterem zielonej energii w perspektywie średnio-terminowej.</p>	<p>Rozwój segmentu wytwarzania energii z wodoru w Hiszpanii zależny będzie od dostępności taniego nośnika energii. Jest to wysoce prawdopodobne z uwagi na wysoką dostępność energii wytwarzanej z OZE.</p>	

Źródło: Opracowanie własne

Hiszpania planuje budować swoje przewagi konkurencyjne na rynku wodoru poprzez **finansowanie i dotowanie rozwoju technologii wodorowych**. Zgodnie z prowadzonymi w tym kraju analizami, finansowanie środkami publicznymi jest niezbędne w celu wypełnienia luki kosztowej produkcji wodoru w źródłach odnawialnych w stosunku do produkcji tego nośnika energii w źródłach konwencjonalnych. Powstające projekty demonstracyjne poszukują również finansowania na poziomie Unii Europejskiej.

Dzięki inwestycjom pochodzącym głównie ze środków publicznych, **do 2030 roku Hiszpania zamierza zainstalować elektrolizery o mocy 4 GW**. Stanowi to jedną dziesiątą unijnego celu

40 GW mocy zainstalowanej w elektrolizerach, która ma zostać osiągnięta w perspektywie najbliższych 10 lat<sup>119</sup>.

W Hiszpanii na wczesnych etapach znajdują się projekty pilotażowe na dużą skalę. Przykładem takiego projektu jest projekt Power to Green Hydrogen uruchamiany na Majorce przez firmę Enagás, operatora hiszpańskiego systemu gazowego. Projekt będzie generował ponad 300 ton wodoru rocznie przy użyciu energii słonecznej PV. Projekt ma na celu zademonstrowanie roli wodoru w zrównoważonym transporcie miejskim (wykorzystanie wodoru zostanie przetestowane w 5–10 autobusach i 10 samochodach osobowych), wykonalności jego włączania do sieci gazowej oraz komercyjnego zastosowania w hotelach i budynkach miejskich. Projekt będzie obsługiwany przez dedykowany rurociąg transportujący czysty wodór.

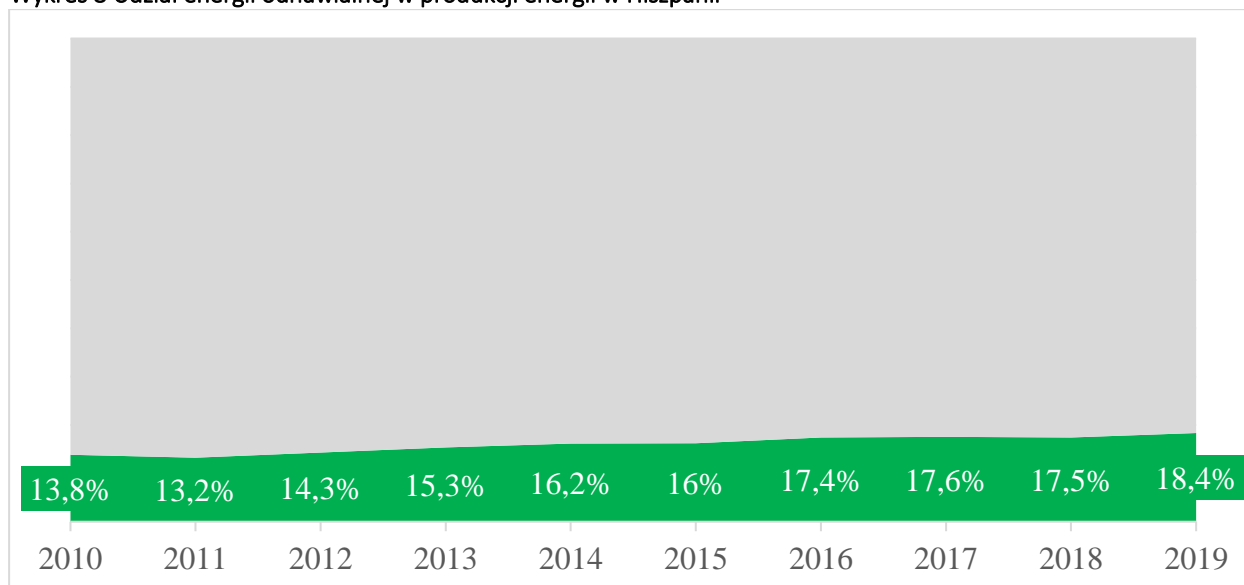
Kluczowe przewagi konkurencyjne i bariery w zakresie rozwoju technologii wodorowych w Danii przedstawione zostały w poniższej tabeli:

Przewagi konkurencyjne	Bariery
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wysoka dostępność odnawialnych źródeł energii, potencjalnie umożliwiająca optymalną kosztowo produkcję zielonego wodoru,</li> <li>- Istnienie krajowej strategii w zakresie rozwoju rynku wodoru,</li> <li>- Rosnący udział energii odnawialnej w produkcji energii,</li> <li>- Istnienie aktywnych organizacji działających na rzecz rozwoju rynku wodoru,</li> <li>- Istnienie krajowych zachęt podatkowych do wykorzystania technologii wodorowych (np. mechanizmy cenowe i opodatkowanie samochodów)</li> <li>- Duży popyt wewnętrzny na wodór (m.in. ze strony sektora przemysłowego) sprzyja rozwojowi rynku.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wciąż niedostateczny poziom uregulowania rynku wodoru,</li> <li>- Ograniczone zaangażowanie przedsiębiorstw w transformację energetyczną opartą na wodorze spowodowane niepewnością regulacyjną i koniecznością ponoszenia znaczących nakładów.</li> </ul>

Źródło: Opracowanie własne

<sup>119</sup> Spain targets 4 GW of hydrogen electrolysis in 2030 roadmap, S&P Global Market Intelligence, [online, dostęp: 24.01.2021 r.], < <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/spain-targets-4-gw-of-hydrogen-electrolysis-in-2030-roadmap-59700545>>.

Wykres 8 Udział energii odnawialnej w produkcji energii w Hiszpanii



Źródło: Eurostat

## 9.2 Najważniejsze dokumenty strategiczne określające rozwój technologii wodorowych w Hiszpanii oraz akty prawne regulujące funkcjonowanie w tym obszarze

### Dokumenty strategiczne

**Hiszpańska mapa drogowa w zakresie wodoru wyznacza cele dotyczące wolumenu produkcji wodoru na 2030 r.**, oraz przedstawia wizję hiszpańskiej gospodarki opartej na wodorze na 2050 r., kiedy to Hiszpania ma osiągnąć neutralność klimatyczną. Mapa drogowa ma również pomóc w identyfikacji niezbędnych elementów w łańcuchu wartości, które należy rozwijać, aby wspomóc rozwój krajowego przemysłu wodorowego<sup>120</sup>.

Mapa drogowa proponuje cele w zakresie promowania odnawialnego wodoru w perspektywie 2030 r. Cele są zgodne z celami wyznaczonymi przez Komisję Europejską w jej Strategii wodorowej i obejmują:

- Osiągnięcie 4GW mocy zainstalowanej z elektrolizy, co stanowi 10% celu wyznaczonego przez Komisję Europejską dla całej UE. Jako etap pośredni szacuje się, że w perspektywie 2024 roku osiągnięte zostanie 300-600MW mocy zainstalowanej w elektrolizie.

<sup>120</sup> Spain targets 4 GW of hydrogen electrolysis in 2030 roadmap, S&P Global Market Intelligence, [online, dostęp: 24.01.2021 r.], < <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/spain-targets-4-gw-of-hydrogen-electrolysis-in-2030-roadmap-59700545>>.

- Osiągnięcie 25% zużycia zielonego wodoru w przemyśle.
- Uruchomienie w perspektywie 2030 roku floty wodorowej obejmującej co najmniej 150 autobusów, 5000 lekkich i ciężkich pojazdów drogowych oraz 2 linii kolejowych.

W dokumencie zaproponowano również 60 środków służących osiągnięciu ww. celów, które pogrupowane zostały w cztery obszary działania. W pierwszej kolejności uwzględniono działania regulacyjne, które obejmują m.in.: wprowadzenie systemu gwarancji pochodzenia zapewniającego, że wodór został wyprodukowany w 100% z energii odnawialnej. Zaproponowano również środki sektorowe, zachęcające do stosowania odnawialnego wodoru i realizacji projektów w obszarach, takich jak przemysł, energetyka, czy mobilność. Mapa drogowa obejmuje również środki przekrojowe mające na celu propagowanie wiedzy na temat potencjału odnawialnego wodoru w społeczeństwie oraz promowanie badań i rozwoju w tym zakresie.

Przykładem dokumentu strategicznego o charakterze regionalnym jest „**Hydrogen Master Plan in Aragon**” opracowany przez władze Aragonii – silnie zdecentralizowanego regionu Hiszpanii. Obecny generalny plan dotyczący wodoru na lata 2016-2020 stanowi trzecią rewizję wyzwania zapoczątkowanego w 2007 r. Wodór wskazany został jako kluczowa technologia dla rozwoju przemysłu oraz umożliwiająca zmniejszenie zależności energetycznej. Plan nie jest sztywną listą projektów, ale raczej przewodnikiem podlegającym ciągłemu przeglądowi i poprawianiu.

### Ramy regulacyjne

Obecnie w Hiszpanii nie ma szczegółowych przepisów dotyczących wodoru. Pod względem produkcji, instalacja do produkcji analizowanego nośnika energii uważana za taki sam obiekt, jak każde inne aktywo do produkcji gazu nieorganicznego i podlega takim samym warunkom niezależnie od wielkości, co może utrudniać rozwój małych projektów.

W odniesieniu do przesyłania wodoru z wykorzystaniem sieci gazowej obowiązuje norma NTGS PD-01 "Pomiar, jakość i nawanianie gazu". Niniejszy dokument zawiera specyfikacje techniczne dla wtłaczanego do sieci i odwołuje się do normy europejskiej UNE-EN 16726. Obecnie nie ma żadnego konkretnego ograniczenia dotyczącego objętościowej zawartości wodoru: jest ona oceniana indywidualnie dla każdego przypadku.

Na szczeblu krajowym podstawowe regulacje dotyczące użytkowania gruntów ustanawia Ustawa o gruntach („Ley del Suelo”). Jednak 17 autonomicznych regionów administracyjnych w Hiszpanii („Comunidades Autónomas”) opracowało różne systemy użytkowania gruntów. Ponieważ zakłady produkujące wodór są uważane za obiekty do wytwarzania produktów chemicznych i gazów nieorganicznych, takich jak wodór, użytkowanie gruntów w każdym regionie administracyjnym musi zezwalać na taką działalność przemysłową. W ujęciu generalnym, nie ma zakazów wykorzystywania gruntów do produkcji wodoru, ale istnieją



zakazy przechowywania dużych ilości wodoru. Jeśli ilość składowanego wodoru przekracza 200 000 ton, wymagana jest ocena oddziaływania na środowisko<sup>121</sup>.

Za wydawanie pozwoleń na realizację projektów wodorowych z reguły odpowiedzialne są władze lokalne. W związku z tym, w przypadku planowania każdego nowego projektu należy wziąć pod uwagę lokalne przepisy dotyczące zezwoleń na budowę instalacji wodorowych. Wyspecjalizowane instalacje produkujące wodór, połączone bezpośrednio z instalacjami energii odnawialnej, będą podlegać podobnym wymogom jak aktywa OZE i wymagają oceny oddziaływania na środowisko. Ponadto instalacje do magazynowania wodoru wykorzystujące ciśnieniowe zbiorniki wodoru wymagają zezwoleń ze strony u lokalnych organów administracyjnych. Dotyczy to również stacji paliw, w których wymagane są wysokociśnieniowe zbiorniki buforowe (do 1000 MPa).

W odniesieniu do transportu drogowego wodoru w Hiszpanii zastosowanie ma Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych („ADR”)<sup>122</sup>.

### 9.3 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż

#### 9.3.1 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w Hiszpanii

Obecnie Hiszpania zużywa **około 500 000 ton wodoru rocznie**, prawie wyłącznie w zastosowaniach przemysłowych (70% w rafineriach i 25% w przemyśle chemicznym), przy czym całość pochodzi z paliw kopalnych. Zakładając, że Hiszpania może zmienić istniejące zużycie wodoru na niskoemisyjne, a także wykorzystać wodór w zakresie transportu i magazynowania energii elektrycznej, pomoże to nie tylko w zwiększeniu elastyczności i odporności jej systemu energetycznego, ale także w osiągnięciu celów dotyczących dekarbonizacji gospodarki. Ambitne cele dotyczące odnawialnej energii elektrycznej określone w Krajowym Planie na rzecz Energii i Klimatu na 2030 r. lata kolejne oznaczają, że Hiszpania może nawet zająć w perspektywie 2050 roku pozycję eksportera zielonej energii.

#### Produkcja wodoru

W celu pokrycia szacunkowego zapotrzebowania na wodór na potrzeby nowych zastosowań i zastąpienia wodoru pochodzącego z paliw kopalnych, w Hiszpanii należy zainstalować **od 2,8 do 11,5 GW mocy odnawialnej energii elektrycznej**, która zostanie wykorzystana do produkcji wodoru w drodze elektrolizy. Nadwyżka energii elektrycznej do produkcji wodoru może być dostępna w okresach wysokiej produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, jednakże jej główna część będzie musiała zostać pokryta z dedykowanych

---

<sup>121</sup> Hydrogen Law and Regulation in Spain, CMS Law, [online, dostęp: 24.02.2021 r.], <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/spain>>.

<sup>122</sup> Hydrogen Law and Regulation in Spain, CMS Law, [online, dostęp: 24.02.2021 r.], <<https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-hydrogen/spain>>.

źródeł. Wysoce prawdopodobne jest, że w perspektywie 2030 roku, część popytu na wodór nadal będzie pokryta wodorem pochodzącym z paliw kopalnych, produkowanym w drodze reformingu parowo-metanowego (z wykorzystaniem wychwytu i składowania lub utylizacji dwutlenku węgla). W Krajowym Planie na rzecz Energii i Klimatu Hiszpania oszacowała, że **na koniec 2030 roku będzie posiadać ok. 109,5 GW mocy zainstalowanej w aktywach opartych na wietrze i 65,2 GW w aktywach opartych na energii fotowoltaicznej, co umożliwi wytworzenie prawie 87 TWh energii elektrycznej**. Potencjał techniczny w zakresie produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w Hiszpanii wydaje się jednak znacznie wyższy. Zbudowanie dodatkowej mocy odnawialnej energii elektrycznej przeznaczonej do produkcji wodoru może być zatem wykonalnym scenariuszem<sup>123</sup>.

## Transport wodoru

Hiszpania może wykorzystać istniejącą infrastrukturę metanową do transportu i dystrybucji wodoru, mieszając wodór w sieci w perspektywie krótko (2025-2030) i średnioterminowej (2030-2040) i potencjalnie przekształcając (część) swojej sieci wyłącznie na potrzeby transportu wodoru w długim terminie (> 2040). Ponieważ udział rur polietylenowych w sieci dystrybucyjnej jest stosunkowo wysoki, można je dostosować na potrzeby transportu wodoru przy stosunkowo niskich kosztach. Konwersja sieci na rurociągi dedykowane do transportu wodoru rozważana jest w dłuższej perspektywie, ponieważ oczekuje się, że wielkość produkcji wodoru będzie stosunkowo niska do 2030 r. W perspektywie krótko- i średnioterminowej wodór można by zatem mieszać z metanem w istniejącej sieci, bez konieczności fizycznego dostosowywania infrastruktury transportowej i końcowej. W krótkim i średnim terminie możliwy będzie również transport wodoru z wykorzystaniem cystem samochodowych.

## Magazynowanie wodoru

Aktualne kierunki rozwoju hiszpańskiej 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 składowaniu wodoru w postaci gazowej. Nie istnieje w Hiszpanii rozwinięta sieć magazynowania wodoru, można jednak spodziewać się, że główne magazyny tego nośnika energii powstawały będą w pobliżu miejsc jego produkcji, czyli w okolicach farm wiatrowych i fotowoltaicznych. Możliwe jest również, że magazyny wodoru będą powstawały w pobliżu istotnych węzłów sieci gazowniczej (przy założeniu wykorzystania tej infrastruktury do transportu wodoru) i wykorzystywane będą do dodatkowego bilansowania okresowych wahań zapotrzebowania na ten nośnik energii.

Upowszechnienie się technologii wodorowych wygeneruje możliwości rozwojowe w wielu sektorach w Hiszpanii, w tym: **transportowym, mieszkaniowym, energetycznym oraz przemysłowym**.

---

<sup>123</sup> Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans – Spain, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, 2020.

## Transport

W Hiszpanii możliwości zastosowania odnawialnego lub niskoemisyjnego wodoru w sektorze transportu są znaczne. Podobnie jak w większości krajów UE, transport drogowy jest nadal w dużej mierze uzależniony od paliw kopalnych. Wraz z elektryfikacją wodór może przyczynić się do dekarbonizacji zużycia energii w tym sektorze, zwłaszcza w transporcie ciężkim, który odpowiada za 37% zużycia energii w transporcie drogowym w Hiszpanii. Pojazdy wodorowe są szczególnie przydatne w niektórych segmentach rynku transportowego ze względu na ich duży zasięg w porównaniu z pojazdami elektrycznymi. Sektor kolejowy w Hiszpanii jest w dużej mierze zelektryfikowany, ale pociągi z silnikiem diesla nadal odpowiadają za 20% zużycia energii. Pociągi wodorowe to jedno z rozwiązań niskoemisyjnych, które mogą zastąpić stosowanie pociągów z silnikiem Diesla. Zużycie energii w sektorze lotnictwa w Hiszpanii odpowiada 16% całkowitego krajowego zużycia energii w transporcie, a wodór i paliwa pochodne stanowią jedno z niewielu rozwiązań, które mogą zdekarbonizować ten sektor. To samo dotyczy dekarbonizacji żeglugi krajowej i międzynarodowej, która odpowiada za ok. 20% całkowitego zużycia energii w transporcie krajowym<sup>124</sup>.

## Przemysł

Hiszpania ma znaczny potencjał wykorzystania wodoru w przemyśle. Przede wszystkim w kraju działa przemysł amoniakalny i rafinerie, które obecnie wykorzystują wodór pochodzenia kopalnego. Hiszpańskie rafinerie reprezentują 11% całkowitej mocy rafineryjnej w UE, podczas gdy przemysł amoniakalny stanowi 3% całkowitej zdolności produkcyjnej UE. Zastąpienie obecnego wykorzystania wodoru pochodzącego z paliw kopalnych w tym sektorze wodorem odnawialnym lub niskoemisyjnym stanowi okazję dla tych branż do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Poza tym Hiszpania jest odpowiedzialna za 5% pierwotnej produkcji stali w UE. Produkcja stali nadal odbywa się konwencjonalnymi sposobami, opartymi na paliwach kopalnych, które można zastąpić procesami opartymi na wodrze. Oprócz tego gaz ziemny odpowiada za ponad jedną trzecią zapotrzebowania na energię w przemyśle w Hiszpanii i można go stosunkowo łatwo zastąpić wodorem odnawialnym lub niskoemisyjnym. 45% zapotrzebowania na energię w przemyśle jest wykorzystywane do wytwarzania ciepła do procesów wysokotemperaturowych. Wodór jest jednym z nielicznych niskoemisyjnych nośników energii, które dobrze się nadają do zastąpienia gazu ziemnego w tych zastosowaniach.

## Mieszkalnictwo

W Hiszpanii 56% zapotrzebowania na energię w sektorze mieszkaniowym jest wykorzystywane do celów grzewczych, a dwie trzecie tego zapotrzebowania pokryte jest poprzez wykorzystanie paliw kopalnych. Gaz ziemny stanowi prawie 40% zapotrzebowania na energię do ogrzewania, a olej ponad 25%. W perspektywie krótko- i średnioterminowej wodór jest jednym z rozwiązań, które można zastosować w celu zastąpienia obecnego zużycia gazu ziemnego. W perspektywie średnio- i długoterminowej można go również zastosować do

---

<sup>124</sup> Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans – Spain, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, 2020.

dekarbonizacji części zapotrzebowania na ciepło, które jest obecnie zaspokajane przez spalanie oleju. Znaczna ilość energii w środowisku zabudowanym w Hiszpanii jest wykorzystywana do celów chłodzenia. W dłuższej perspektywie rozwiązania oparte na wodorze mogą stanowić uzupełnienie elektrycznych układów chłodzenia.

### Magazynowanie energii

Biorąc pod uwagę wysoki udział energii z OZE w miksie energetycznym Hiszpanii, a także przewidywany wzrost mocy zainstalowanej w tego typu źródłach należy oczekiwać, że na analizowanym rynku znajdzie potrzeba magazynowania energii z wykorzystaniem wodoru. Umożliwi to pozyskanie bardzo konkurencyjnego cenowo wodoru (powstałego z nadwyżek energii, które w innym przypadku zostałyby utracone), który będzie mógł być z powrotem przetworzony na energię elektryczną lub wykorzystany do innych zastosowań – np. w transporcie.

### 9.3.2 Struktura łańcucha dostaw i wartości w obrębie kluczowych branż w dolinie wodorowej Green Crane



Źródło: World-Energy

Jedną z najszerzej zakrojonych inicjatyw, które mają uutorować drogę do rozwoju gospodarki wodorowej w Hiszpanii jest powstanie doliny wodorowej Green Crane. Inicjatywa Green Crane jest względnie nowym pomysłem zaprezentowanym przez konsorcjum firm z Hiszpanii



oraz Włoch. Ideą projektu jest **utworzenie korytarzy zielonego wodoru umożliwiających jego transport z krajów Europy Południowej (Hiszpania, Włochy) w kierunku dużego państw Europy Środkowej i Północnej**, gdzie prognozy dotyczące jego wykorzystania są bardzo optymistyczne. Transgraniczne trasy mają łączyć wspomniane kraje Europy Południowej m.in. z Niemcami, Niderlandami oraz Francją.

Zgodnie z założeniami projektu wodór produkowany m.in. w Hiszpanii **miałby powstawać w procesach wykorzystujących odnawialne źródła energii, takie jak wiatr oraz słońce**. W Hiszpanii projekt integruje 5 regionów (zdefiniowanych jako lokalne klastry gospodarcze), w których transformacja energetyczna może mieć największy wpływ na otoczenie społeczne i gospodarcze lub które ze względu na swój izolowany charakter stawiają czoła specyficznym wyzwaniom związanym z dekarbonizacją. Regiony te to Asturia, Kastylia, León i Kraj Basków, Aragonia oraz Baleary<sup>125</sup>.

**Projekt obejmuje cały łańcuch dostaw i wartości gospodarki opartej na wodorze** - od produkcji wodoru z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii, przez przesył z wykorzystaniem sieci gazowej, aż po ostateczne zużycie we wszystkich możliwych sektorach: transport, przemysł, mieszkalnictwo i handel. Zgodnie z założeniami projektu zielony wodór ma być wytwarzany z wykorzystaniem elektrolizerów membranowych (PEM) oraz alkaicznych (ALK), a także jako produkt uboczny innych procesów. Wodór ma być magazynowany z wykorzystaniem zbiorników wykonanych w technologii LOHC.

Rysunek 24 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej Green Crane




Źródło: Opracowanie własne

<sup>125</sup> Green Crane (Western Route), Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 25.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/green-crane-western-route>>.

Projekt dotyczący powstania doliny wodorowej Green Crane w Hiszpanii jest nowym projektem, który został ogłoszony 17 grudnia 2020 r. Kluczowymi podmiotami, które zaangażowane są w realizację projektu po stroni Hiszpanii są hiszpański operacora sieci gazowej – firma Enagas oraz firma energetyczna Naturgy. Trzonem projektu ma być budowa elektrowni fotowoltaicznej o mocy 400 MW wraz ze sprzężonymi elektrolizerami o mocy do 60 MW. **Projekt zakłada produkcję do 9 000 ton odnawialnego wodoru rocznie.** Odnawialny wodór produkowany w planowanej instalacji pokryje lokalne zużycie, zostanie wtłoczony do sieci gazowych i umożliwi w przyszłości eksport do północno-zachodniej Europy<sup>126</sup>.

Pomimo tego, że projekt jest na razie na etapie zaawansowanej koncepcji, należy uznać, że jest on jedną z największych i najbardziej kompleksowych inicjatyw w obrębie rozwoju gospodarki opartej na wodorze w Europie. Swoim zakresem potwierdza on również perspektywiczność analizowanego nośnika energii w skali całego kontynentu.

#### 9.4 Najważniejsze podmioty zaangażowane w proces tworzenia łańcucha dostaw i wartości technologii wodorowych w dolinie wodorowej Green Crane oraz powiązań i płaszczyzn ich współpracy

Podmiot	Charakterystyka
	<p>Enagás, S.A. to hiszpańska firma energetyczna i europejski OSP, który jest właścicielem i operatorem krajowej sieci gazowej. Firma posiada również cztery terminale regazyfikacji skroplonego gazu ziemnego w kraju, w Huelvie, Barcelonie, Kartagenie i Gijon.</p> <p>W ramach projektu firma odpowiedzialna jest za eksploatację i badania nad możliwościami dostosowania infrastruktury do przesyłu gazu ziemnego na potrzeby wodoru.</p>
	<p>Hydrogenious opracowuje technologie do łatwego, wydajnego i bezpiecznego transportu i przechowywania wodoru z wykorzystaniem organicznych nośników wodoru.</p> <p>W ramach projektu firma pełni rolę doradcy technicznego i dostawcy technologii magazynowania wodoru.</p>

<sup>126</sup> Green Crane (Western Route), Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, [online, dostęp: 25.01.2021 r.], <<https://www.h2v.eu/hydrogen-valleys/green-crane-western-route>>.




	<p>Royal Vopak to wiodąca na świecie niezależna firma zajmująca się produkcją zbiorników do magazynowania oleju, chemikaliów, a także gazu ziemnego.</p> <p>W ramach projektu firma oferuje infrastrukturę do magazynowania wodoru.</p>
	<p>Francuska firma energetyczna oraz operator sieci przesyłowej gazu ziemnego. Spółka oferuje również rozwiązania w zakresie transportu i magazynowania gazu.</p> <p>W ramach projektu firma jest zaangażowana z jednej strony poprzez analizę wykorzystania własnej infrastruktury przesyłowej do zatłaczania i transportu wodoru, a z drugiej strony działa jako jeden z dostawców technologii magazynowania tego nośnika energii.</p>
	<p>Petróleos del Norte S.A. to hiszpańska firma naftowo-gazowa z siedzibą w Muskiz w Kraju Basków. Obecnie jest własnością Repsol i Kutxabank. W ramach projektu Green Crane firma zaangażowana jest w analizę możliwości wykorzystania wodoru w procesach rafinacji w celu obniżenia ich emisyjności.</p>
	<p>ArcelorMittal – największy producent stali na świecie. W 2013 roku zatrudniał 244 890 pracowników w ponad 60 krajach. Koncern powstał w wyniku fuzji w 2006 przedsiębiorstw Arcelor oraz Mittal Steel. Siedziba koncernu mieści się w Luksemburgu. W ramach projektu firma zaangażowana jest od strony poszukiwania zastosowań dla wodoru w przemyśle stalowym w celu obniżenia jego emisyjności.</p>
	<p>Niemieckie przedsiębiorstwo z siedzibą w Gerlingen, zajmujące się produkcją techniki motoryzacyjnej i przemysłowej, dóbr użytkowych oraz technicznego wyposażenia budynków.</p> <p>W projekcie Green Crane firma działa w obszarze rozwoju własnych technologii ogniw wodorowych,</p>

	które będą mogły zostać wykorzystane w transporcie.
	<p>Francuska firma z sektora energetycznego, opracowująca rozwiązania magazynowania energii wykorzystujące wodór jako nośnik energii.</p> <p>W ramach projektu firma jest dostawcą technologii produkcji wodoru z wykorzystaniem elektrolizerów, a także technologii magazynów wodoru.</p>
	<p>Duński producent, sprzedawca, instalator i serwisant turbin wiatrowych. Jest największym wytwórcą turbin wiatrowych na świecie.</p> <p>W projekcie Green Crane spółka dostarcza technologie związane z rozbudową bazy aktywów opartych na energii wiatrowej niezbędnych do zapewnienia odpowiedniej podaży zielonej energii do produkcji wodoru.</p>
	<p>Falck Renewables S.p.A. to firma zajmująca się energią odnawialną z siedzibą w Mediolanie we Włoszech. Posiada moc zainstalowaną 1133 MW we Włoszech, Wielkiej Brytanii, Francji, Hiszpanii, USA, Norwegii i Szwecji.</p> <p>Firma jest jednym z producentów zielonej energii, którego baza aktywów będzie wykorzystywana do produkcji wodoru z nadwyżek zielonej energii.</p>
	<p>Wykonawca instalacji fotowoltaicznych w formie EPC z międzynarodową obecnością, ekspert w projektach pod klucz na skalę użyteczności publicznej. W ciągu zaledwie dziesięciu lat firma zbudowała 100 elektrowni słonecznych na całym świecie. W projekcie Green Crane spółka dostarcza technologie związane z rozbudową bazy aktywów opartych na energii słonecznej niezbędnych do zapewnienia odpowiedniej podaży zielonej energii do produkcji wodoru.</p>

*Źródło: Opracowanie własne*

## 9.5 Zapotrzebowanie danego rynku na produkty/komponenty lub usługi wielkopolskich przedsiębiorstw

Struktura zapotrzebowania na potencjalne produkty i usługi wielkopolskich przedsiębiorstw na rynku hiszpańskim jest silnie powiązana z rozwojem odnawialnych źródeł produkcji energii elektrycznej, magazynowaniem tej energii oraz jej przesyłem również w układzie transgranicznym. Aktualne kierunki prowadzonych kluczowych projektów, takich jak Green Crane **zakładają przede wszystkim wykorzystanie wodoru w handlu z krajami, w których popyt na ten nośnik energii ma przekroczyć wewnętrzne możliwości jego wytwarzania.** W związku z tym należy oczekiwać, że poza **produktami i usługami związanymi z rozbudową aktywów OZE oraz instalacji do produkcji zielonego wodoru,** w Hiszpanii wystąpi znaczne **zapotrzebowanie na komponenty związane z rozbudową bądź dostosowaniem infrastruktury gazowej do przesyłu wodoru w wymiarze krajowym, ale również w wymiarze transgranicznym.** Z wysokim prawdopodobieństwem można również ocenić, że rynek hiszpański wygeneruje znaczne zapotrzebowanie na **produkty i usługi związane z rozwojem mobilności opartej na wodorze,** która rozwijana będzie poniekąd niezależnie od infrastruktury transgranicznej do przesyłu wodoru do Europy Środkowej i Północnej. Popyt ten powinien być ukierunkowany przede wszystkim na asortyment i usługi związane z segmentem transportu publicznego. W poniższej tabeli zestawiono produkty i usługi, których dotyczyło będzie zapotrzebowanie pochodzące z hiszpańskiego rynku wodoru.

Lp.	Rodzaj produktu / usługi	Szacunkowa wartość rynku	Natężenie konkurencyjne
1	Produkcja 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)		
2	Produkcja komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)		
3	Produkcja dyfuzorów membran i elektrod		
4	Produkcja zbiorników ciśnieniowych		
5	Produkcja komponentów dla motoryzacji		
6	Produkcja rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych)		

7	Dostawy zbiorników do magazynowania wodoru		
8	Produkcja urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)		
9	Instalacja systemów klimatyzacji		
10	Produkcja i montaż instalacji wentylacyjnych		
11	Bezpieczeństwo maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe)		
12	Programowanie (oprogramowanie dla operatorów infrastruktury krytycznej na styku z systemami UPS, aplikacje do monitorowania pracy systemów UPS)		
13	Produkcja komponentów i półproduktów metalowych		
14	Produkcja butli gazowych		
15	Produkcja komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)		
16	Produkcja systemów testowania ogniw paliwowych		
17	Projektowanie instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych		
18	Produkcja i montaż instalacji elektrycznych		
19	Informatyzacja procesów wytwarzania energii		
20	Projektowanie i wykonawstwo instalacji przeciwpożarowych		
21	Prowadzenie szkoleń z zakresu bezpieczeństwa		
22	Remonty i modernizacje infrastruktury technicznej		

23	Projektowanie instalacji przemysłowych		
24	Prowadzenie procesów energetycznych		
25	Inżynieria kontraktów		
26	Inżynieria oraz projektowanie i budowa maszyn		
27	Prowadzenie analiz geologicznych		

Źródło: Opracowanie własne

Analizy zapotrzebowania na poszczególne produkty i usługi dokonano w oparciu o dwa kryteria. Kryterium pierwszym jest szacunkowy rozmiar rynku dla danej kategorii produktów i usług w perspektywie 2050 roku, który został oszacowany w oparciu o dane dotyczące rozmiaru rynku wodoru w Hiszpanii w segmentach, dla których dane były publicznie dostępne<sup>127</sup>. Drugim kryterium jest poziom natężenia konkurencyjnego w ramach rynków poszczególnych produktów i usług. Przyjęte kryteria oceny zostały zaprezentowane poniżej.

Wartość rynku w perspektywie 2050	
0-1 mld PLN	
1-5 mld PLN	
5-10 mld PLN	
10-20 mld PLN	
>20 mld PLN	

Natężenie konkurencyjne	
wysokie	
średnie	
niskie	

<sup>127</sup> Spain Sets a \$10.5 Billion Goal for Green Hydrogen, L.M. Lobrana, Bloomberg, online [dostęp: 13.03.2021], <[www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com)>; Opportunities for Hydrogen Energy Technologies Considering the National Energy & Climate Plans – Spain, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking, 2020.



## 9.6 Analiza możliwości wejścia na rynek w łańcuchu dostaw i wartości dla zidentyfikowanych technologii

Z analizy kierunków aktualnie prowadzonych i planowanych działań na rynku hiszpańskim wynika, że **kraj ten upatruje w rozwoju gospodarki opartej na wodorze istotną szansę biznesową, dzięki której będzie mógł wygenerować dodatkowe dochody w swojej gospodarce.** Zanim jednak pojawi się taka możliwość, **istnieje znaczna potrzeba związana z rozwojem infrastruktury sieciowej do przesyłu wodoru, a także związana z rozwojem infrastruktury punktowej do magazynowania tego nośnika energii.** Generuje to bardzo dobre perspektywy dla rozwoju polskich przedsiębiorstw, które dostarczają produkty lub świadczą usługi powiązane z tymi segmentami rynku wodoru.

Hiszpańskie Krajowe Stowarzyszenie ds. Wodoru szacuje roczne obroty tego sektora w wysokości 1,3 mld EUR w perspektywie 2030 r. Skumulowane inwestycje w tym sektorze pochodzące zarówno z sektora publicznego, jak i prywatnego osiągną w tym czasie ok. 3,5 mld EUR.

Internacjonalizacja działalności przedsiębiorstwa na rynek hiszpański, powinna zostać poprzedzona działaniami dotyczącymi segmentacji rynku i budowy strategii dotarcia do grup docelowych, które są zbliżone w swojej charakterystyce do tych, które zostały opisane w przypadku pozostałych rynków europejskich.

Przygotowanie do wejścia na rynek hiszpański również powinno objąć działania charakterystyczne dla rozwiniętych rynków, w przypadku których nie występuje potrzeba współpracy z agentem, takie jak: badania online, mailing, komunikację za pośrednictwem LinkedIn, cold calling. **Pewnym wyzwaniem związanym z internacjonalizacją działalności na hiszpański rynek wodoru może być lokalna i międzynarodowa konkurencja funkcjonująca na tym rynku. Jak wynika z analizy projektu Green Crane, działalnością na analizowanym rynku zainteresowane są już podmioty z Francji, Niemiec, Niderlandów, czy Włoch. W związku z powyższym, tym istotniejsza jest odpowiednio skonstruowana strategia dotarcia do klientów docelowych.**

Budowa świadomości marki na rynku hiszpańskim powinna uwzględniać dwa podstawowe obszary działań:

1. Działalność online, obejmującą dostosowanie strony internetowej przedsiębiorcy do specyfiki lokalnego rynku oraz (opcjonalnie) zastosowanie dedykowanej strategii SEO dla rynku hiszpańskiego.
2. Działalność bezpośrednią, obejmującą udział w wydarzeniach branżowych (konferencje, targi), a także bezpośrednie spotkanie z potencjalnymi kontrahentami.

## 9.7 Kluczowe trendy rozwojowe dla łańcucha dostaw i wartości gospodarki wodorowej w Hiszpanii

Hiszpański rynek charakteryzuje się wysoką dostępnością energii produkowanej z OZE (w szczególności z lądowych farm wiatrowych oraz elektrowni fotowoltaicznych). W dalszym ciągu potencjał dla rozwoju tych źródeł energii jest jednak bardzo wysoki. W szczególności ze względu na aspiracje Hiszpanii w zakresie handlu wodorem na międzynarodową skalę. Z wskazanymi już kierunkami działań dotyczącymi rozwoju hiszpańskiej gospodarki opartej na wodorze związana będzie również rozbudowa bazy infrastrukturalnej do magazynowania i przesyłu wodoru. Z wysokim prawdopodobieństwem, w pierwszej kolejności analizowane będą możliwości wykorzystania i adaptacji istniejącej infrastruktury, obejmującej gazociągi do przesyłu gazu ziemnego oraz formacje geologiczne, które potencjalnie można przekształcić na magazyny wodoru. W związku z powyższym, charakterystyczne cechy hiszpańskiego rynku analizowanego nośnika energii obejmują **znaczny nacisk na rozwój odnawialnych źródeł energii jako bazy aktywów do produkcji zielonego wodoru oraz inwestycje w zaplecze infrastrukturalne służące przesyłowi lub transportowi tego nośnika energii do innych krajów Europy w celu osiągnięcia zysków na działalności handlowej**. Przewiduje się, że w analizowanym kraju rozwijała będzie się również mobilność wodorowa, należy jednak oczekiwać, że tempo tego rozwoju nie będzie tak wysokie, jak chociażby w Niemczech. W pierwszej kolejności inwestycje w sektorze mobilności dotyczyły będą transportu publicznego oraz środków transportu wykorzystywanych w działalności gospodarczej (wózki widłowe, ciągniki siodłowe).

Przekłada się to na trendy, który wyznaczają w tym kraju kierunki rozwoju gospodarki opartej na wodorze na najbliższe lata:

- **Możliwości współpracy Hiszpanii z Francją, Włochami, Niemcami i Niderlandami w zakresie eksportu zielonego wodoru** produkowanego w Hiszpanii, co wymaga uprzedniej rozbudowy źródeł wytwórczych OZE oraz infrastruktury sieciowej do przesyłu wodoru.
- Koncentracja w zakresie rozwoju mocy wytwórczych OZE **na budowie lądowych farm wiatrowych oraz elektrowni fotowoltaicznych**.
- **Współpraca pomiędzy sektorem rządowym i przedsiębiorcami** w zakresie rozwijania i wdrażania wielkoskalowych projektów dotyczących produkcji zielonego wodoru.
- Możliwe znaczne **inwestycje w infrastrukturę do magazynowania wodoru** z wykorzystaniem istniejących struktur geologicznych.
- **Poszukiwanie możliwości poprawy bezpieczeństwa magazynowania, przesyłu i transportu wodoru**.

## 9.8 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości oraz barier wejścia na rynek hiszpański

### Barier wejścia na rynek hiszpański

Hiszpania upatruje w rozwoju gospodarki opartej na wodorze istotnej szansy biznesowej na odbudowę systemu ekonomicznego tego kraju po kryzysie spowodowanym pandemią COVID-19. W związku z powyższym należy oczekiwać, że rozwój technologii wodorowych będzie istotnym elementem strategii wychodzenia tego kraju z kryzysu. Wygeneruje to szanse biznesowe dla europejskich przedsiębiorców, w tym również przedsiębiorców z Polski. Sama gospodarka Hiszpańska jest względnie atrakcyjnym systemem gospodarczym dla polskich przedsiębiorców (pomijając oczywiście przejściowy negatywny wpływ pandemii na jej funkcjonowanie). Dodatkowymi czynnikami przemawiającymi za atrakcyjnością Hiszpanii w aspekcie gospodarki wodorowej są stabilne ramy regulacyjne dla prowadzenia działalności gospodarczej. Na analizowanym rynku wodoru działalność prowadzą już liczące się firmy, takie jak np. McPhy, co dodatkowo potwierdza jego walory. Jednakże, jak w przypadku każdego rynku zagranicznego, istnieją w przypadku rynku hiszpańskiego pewne bariery, które stanowią wyzwania w zakresie rozwoju działalności zarówno lokalnych, jak i zagranicznych podmiotów.

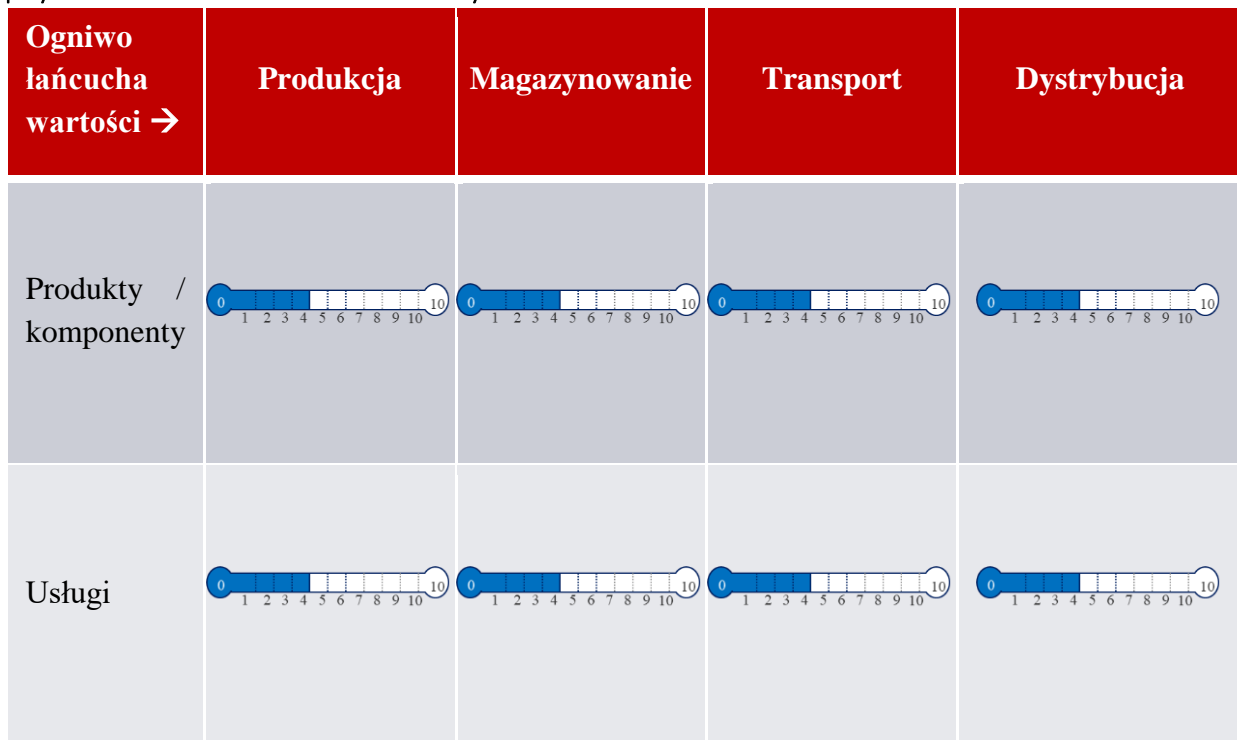
- Konkurencja – widać wysokie zainteresowanie hiszpańskim rynkiem wodoru ze strony dużych podmiotów gospodarczych z Francji, Włoch, Niemiec, Niderlandów, czy nawet Danii. Z jednej strony potwierdza to dobre perspektywy dla rynku, z drugiej jednak prowadzi do presji konkurencyjnej na rynku. Oczywiście poza międzynarodowymi firmami, w Hiszpanii funkcjonują również lokalne podmioty, które będą angażowały się w rozwój gospodarki opartej na wodorze w tym kraju. Na taką konkurencję trzeba być przygotowanym poprzez przeprowadzenie dokładnego badania rynku i opracowywanie strategii internacjonalizacji.
- Bariera regulacyjna - na obecnym etapie, regulacje dotyczące rynku wodoru nie są jeszcze optymalnie rozwinięte. Gospodarka tym nośnikiem energii jest regulowana głównie przez akty prawne dotyczące innych pokrewnych sektorów. Regulacje dotyczące rynku wodoru są ponadto fragmentaryczne i znaczny wpływ na ostateczne warunki realizacji inwestycji mają działania regulacyjne lokalnych władz. Oczekuje się, że wraz z postępami we wdrażaniu krajowej strategii wodorowej luki prawne będą usuwane.

### Kapitałochłonność związana z rozpoczęciem działalności w poszczególnych częściach łańcucha dostaw i wartości

Potencjalne włączenie się w łańcuch dostaw i wartości gospodarki opartej na wodorze w Hiszpanii nie jest tak kapitałochłonne, jak na przykład w przypadku Japonii, USA, czy bogatszych krajów Europy takich jak Niemcy, Niderlandy lub Francja. Poziom kapitałochłonności rozpoczęcia działalności na tym rynku jest porównywalny z wymaganiami rynku włoskiego. Czynnikiem, który może mieć wpływ na podniesienie kosztów związanych z

rozpoczęciem działalności na analizowanym rynku może być jego odległość geograficzna. Hiszpania jest najdalej położonym od Polski krajem europejskim, który został objęty analizą w ramach niniejszego dokumentu. Należy jednak oczekiwać, że ewentualny wzrost kosztów związany z barierą geograficzną zostanie skompensowany oszczędnościami w obszarach takich, jak chociażby koszty usług lub materiałów. Co więcej należy dodać, że wejście na ten rynek nie wymaga współpracy z wyspecjalizowanym agentem, bądź podmiotem doradczym znającym realia i specyfikę lokalnego rynku. Niewątpliwie istotne koszty i nakłady związane będą z budową świadomości marki i znalezieniem potencjalnych kontrahentów na rynku hiszpańskim. W tym zakresie kosztem przedsiębiorców wchodzących na ten rynek będą działania związane z dotarciem do klientów, takie jak np. udział w targach lub udział w spotkaniach bezpośrednich z potencjalnymi kontrahentami. Hiszpania jest członkiem Unii Europejskiej, co wiąże się z tym, że różnego typu regulacje, normy, czy zasady certyfikacji są zbliżone do tych, które wymagane są w Polsce. Przekłada się to na znaczne oszczędności na kosztach związanych z dopuszczeniem materiałów i towarów do obrotu.

Rysunek 25 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru w Hiszpanii na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny Green Crane



Źródło: Opracowanie własne

Internacjonalizacja działalności na hiszpański rynek wodoru wymaga odpowiedniego przygotowania, w szczególności w aspekcie sprostania zarówno międzynarodowej i lokalnej konkurencji, dotarcia do docelowych grup klientów, a także przygotowania się na sprostanie barierze regulacyjnej występującej na tym znajdującym się na wczesnym etapie rozwoju rynku (może się to wiązać z koniecznością zakupu specjalistycznych usług doradczych). Pomimo tego, z uwagi na ogólną stabilność gospodarczą i regulacyjną oraz bardzo dobre perspektywy

dla rozwoju rynku wodoru, decyzja o wejściu na tamtejszy rynek wodoru związana jest z akceptowalnym poziomem ryzyka biznesowego.

Wsparcie finansowe dla rozwoju działalności na rynku hiszpańskim może potencjalnie pochodzić z takich samych źródeł, jak te które zostały wskazane w przypadku rynku włoskiego: środki preferencyjne z funduszy unijnych, finansowanie działalności eksportowej prowadzona przez Bank Gospodarstwa Krajowego i Korporację Ubezpieczeń Kredytów Eksportowych S.A., a także środki przeznaczone na finansowanie zielonej transformacji obejmujące plan inwestycyjny na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu i mechanizm sprawiedliwej transformacji.

### 9.9 Lista krytycznych komponentów dla łańcucha dostaw i wartości w branży wodorowej w Hiszpanii

W poniższej tabeli zestawiono krytyczne komponenty dla łańcucha dostaw i wartości na przykładzie funkcjonowania łańcucha i wartości w dolinie wodorowej Green Crane Ze wskazanymi w tabeli produktami związana będzie znaczna część popytu związana z rozwojem rynku wodoru w perspektywie krótko i średnioterminowej. Popyt ten dotyczył będzie już powstających lub planowanych instalacji wodorowych.

1	Mobilne systemy wykrywania wodoru
2	Napędy, regulatory ciśnienia, czujniki dla motoryzacji
3	Zbiorniki do magazynowania wodoru
4	Dyfuzory, membrany i elektrody do elektrolizerów
5	Elektrolizery alkaliczne, membranowe z wymianą protonów i elektrolizery na tlenek stały
6	Części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki)
7	Komponenty automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne)
8	Ogniwa paliwowe i komponenty do ogniw paliwowych
9	Pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki i inne komponenty do stacji tankowania wodoru
10	Komponenty w zakresie bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe)
11	Urządzenia pomiarowe, kontrolne i nawigacyjne (liczniki, urządzenia pomiaru jakości)
12	Komponenty i półprodukty metalowe



13	Komponenty przemysłowe (pompy, zawory, monołączka, kształtki, rury, zasuwy)
14	Zbiorniki ciśnieniowe
15	Instalacje przeciwpożarowe
16	Komponenty wykorzystywane w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory)
17	Rury w szczególności wykonane z tworzyw sztucznych)
18	Materiały polimerowe (zbiorniki z włókna węglowego pokrytego warstwą polimerową), z kompozytów włókno szklane/aramid lub włókno węglowe z wkładem metalowym
19	Przetwornice, konwertery lub kondensatory (superkondensatory)
20	Systemy testowania ogniw paliwowych
21	Butle gazowe

Źródło: Opracowanie własne

Dla kluczowych ogniw łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w Hiszpanii opracowano listę krytycznych komponentów wraz z oceną istotności każdego z nich. Ocena została dokonana w skali 1-6, gdzie notę 6 otrzymały komponenty krytyczne dla rozwoju danego segmentu rynku wodoru.

Tabela 47 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Reaktory	podsystem	6
Integratory procesorów paliwa	integracja	6
Katalizatory	materiały specjalistyczne	5
Katalizatory reaktora	materiały specjalistyczne	4
Katalizatory zmiany biegów	materiały specjalistyczne	4
Odsiarczacze	sub-komponenty	4
Naczynia reakcyjne	sub-komponenty	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 48 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Dozowniki / węże	komponent	6
Kompresory wodoru	podsystem	6
Sensory wodoru	podsystem	6
Integratory rozwiązań HRS	system	5



Przepływomierze	komponent	5
Chłodzenie wstępne	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 49 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Uszczelki	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Membrany	sub-komponenty	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Stosy AEL	podsystem	5
Systemy AEL	system	5
Anody	sub-komponenty	4
Katody	sub-komponenty	4
Dejonizatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 50 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory	materiały specjalistyczne	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły membran elektrodowych	sub-komponenty	6
Stosy PEM	podsystem	6
Jonometry	materiały specjalistyczne	5
Porowate warstwy przewodzące	sub-komponenty	5
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Systemy PEM	system	5
Wsporniki membran	materiały specjalistyczne	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192

Tabela 51 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Komórki (EEA, MEA)	sub-komponenty	6
Elektrolity ceramiczne	sub-komponenty	6
Elektrody	sub-komponenty	6
Uszczelki	sub-komponenty	6
Stosy SOEL	podsystem	6

Łączniki	sub-komponenty	5
Warstwy metali porowatych	sub-komponenty	5
Systemy SOEL	system	5
Czujniki wodoru	sub-komponenty	5
Kondycjonowanie wodoru	podsystem	4
Zasilanie AC-DC	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 52 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego PEMFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory na nośniku	sub-komponenty	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły elektrod membranowych	sub-komponenty	6
Warstwy dyfuzyjne gazu	sub-komponenty	6
Stosy PEMFC	podsystem	6
Systemy PFMFC	system	6
Wsporniki membrany	materiały specjalistyczne	4
Jonomery	materiały specjalistyczne	4
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Recyrkulatory	sub-komponenty	4
Czujniki wodoru	sub-komponenty	4
Inwertery	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

Tabela 53 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego DMFC

Komponent	Część łańcucha dostaw	Ocena ważności
Katalizatory na nośniku	sub-komponenty	6
Membrany	sub-komponenty	6
Zespoły elektrod membranowych	sub-komponenty	6
Warstwy dyfuzyjne gazu	sub-komponenty	6
Stosy DMFC	podsystem	6
Systemy DMFC	system	6
Płytki bipolarne	sub-komponenty	5
Recyrkulatory	sub-komponenty	4
Inwertery	podsystem	4

Źródło: *Study on Value Chain and Manufacturing Competitiveness Analysis for Hydrogen and Fuel Cells Technologies FCH contract 192*

### 9.9.1 Problemy i szanse wiążące się z technologią wodorową

Hiszpania posiada wysoki potencjał w zakresie rozwoju odnawialnych źródeł energii. Biorąc pod uwagę już znaczny udział tego typu źródeł energii w miksie energetycznym analizowanego

kraju, należy oczekiwać, że w tym kraju możliwe będzie zarówno wykorzystanie okresowych nadwyżek energii elektrycznej do produkcji zielonego wodoru, jak i wykorzystanie dedykowanych źródeł OZE do produkcji tego nośnika energii. Szczególnie w zakresie dedykowanych źródeł energii konieczne będzie rozwinięcie bazy aktywów odnawialnych w celu osiągnięcia optymalnego rozmiaru rynku wodoru w Hiszpanii. W przeciwnym wypadku analizowany nośnik energii może okazać się mało konkurencyjny kosztowo w relacji do elektryfikacji gospodarki analizowanego kraju. Niewątpliwie wyzwaniem dla sektora energetycznego Hiszpanii, podobnie jak w innych krajach, będzie obniżenie kosztów związanych z produkcją, transportem i dystrybucją tego wodoru. Ze względu na obecną premię kosztową agencje publiczne muszą podjąć działania w celu usunięcia tej bariery i umożliwienia realizacji projektów wodorowych w Hiszpanii. W tym celu należy wprowadzić programy finansowania, oferujące ambitne, ale stopniowo zmniejszające się poziomy wsparcia w miarę rozwoju technologii i obniżania kosztów. Szacuje się, że w ciągu następnej dekady koszt hiszpańskiej strategii wodorowej wyniesie około 8,9 mld EUR, jednak oczekuje się, że większość tego finansowania będzie pochodzić od prywatnych inwestorów. Niemniej jednak hiszpański rząd zapowiedział, że będzie wspierał projekty wodorowe, które tworzą miejsca pracy.

Rozwoju i standaryzacji wymagają również regulacje i normy rynkowe dotyczące zarówno samego łańcucha dostaw wodoru, jak i docelowych obszarów wykorzystania tego nośnika energii.

Pomimo niedawnego wzrostu zainteresowania technologiami wodorowymi, potencjalni użytkownicy końcowi i ogólnie hiszpańska opinia publiczna są nadal w dużej mierze nieświadomi możliwości oferowanych przez tę technologię. W związku z tym, potrzebna będzie bardziej ukierunkowana komunikacja na temat korzyści płynących z wodoru.

## **Produkcja wodoru**

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii produkcji wodoru w Hiszpanii obejmują:

- Rozbudowa bazy aktywów OZE (głównie elektrownie wiatrowe oraz fotowoltaiczne),
- Rozwój technologii tańszych, wydajniejszych i trwalszych elektrolizerów,
- Rozwój efektywnych kosztowo i przyjaznych dla środowiska technologii wychwytywania, utylizacji i składowania dwutlenku węgla.

## **Magazynowanie wodoru**

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii magazynowania wodoru w Hiszpanii obejmują:

- Obniżenie kosztów magazynowania,

- Zapewnienie większej pojemności magazynów przy jednoczesnym obniżeniu wagi i objętości,
- Łączenie magazynów wodoru z instalacjami produkcji paliwa i docelowymi obszarami zastosowania nośnika energii.

### **Transport wodoru**

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii transportu wodoru w Hiszpanii obejmują:

- Analiza możliwości wykorzystania istniejącej sieci gazowej do transportu wodoru,
- Rozwój tańszych i bardziej niezawodnych systemów transportu i dystrybucji wodoru,
- Rozwój zaawansowanych technologii i koncepcji dystrybucji wodoru,
- Analiza przyszłościowych możliwości transportu wodoru do innych krajów Europy.

### **Docelowe obszary zastosowania wodoru**

Kluczowe wyzwania związane z rozwojem technologii związanych z wykorzystaniem wodoru w Hiszpanii obejmują:

- Rozwój zintegrowanych łańcuchów wartości i dostaw wodoru wykorzystujących zasoby regionalne i lokalne,
- Integracja, testowanie i walidacja zintegrowanych systemów wodorowych dostosowanych do specyfiki każdego z kluczowych obszarów zastosowania,
- Demonstracja projektów integracji sieci energetycznej z technologiami wodorowymi w celu walidacji technologii magazynowania energii wodorowej i usług sieciowych opartych o wodór,
- Obniżenie kosztów wodoru jako paliwa dla sektora transportowego.

## 10. Baza najważniejszych podmiotów zaangażowanych w proces tworzenia łańcuchów dostaw i wartości wodorowych

Podmiot	Opis	Dane kontaktowe
AirLiquide	Duża, globalna grupa kapitałowa, która prowadzi działalność w wielu obszarach, w tym w obszarze energetyki opartej na wodorze (również na biogazie).	75 Quai d'Orsay, Paris 7e, Francja, tel. +33 1 57 05 02 26
Hynamics	Spółka zależna Grupy EDF, która jest odpowiedzialna za oferowanie niskoemisyjnego wodoru dla przemysłu i mobilności.	45 Rue Kléber, 92300 Levallois-Perret, Francja tel.: 33 (0)1 40 42 22 22
HDF Energy	Podmiot działający w obszarze rozwoju wielkoskalowych i innowacyjnych rozwiązań opartych na wodorze wykorzystując swoje doświadczenie w produkcji magazynów energii i wodoru.	20 rue Jean Jaurès, 33310 Lormont. Francja, tel.: +33(0)5 56 77 11 11 contact@hdf-energy.com
McPhy	Firma działająca w prawie całym łańcuchu dostaw wodoru, oferująca rozwiązania w zakresie produkcji (elektrolizery), magazynowania i dystrybucji wodoru.	1115, route de Saint Thomas 26190 La Motte Fanjas, Francja, tel.: +33 (0)4 75 71 15 05
Terega	Francuska firma energetyczna oraz operator sieci przesyłowej gazu ziemnego.	Espace Volta 40 avenue de l'Europe, CS 20522 64010 PAU Cedex tel.: +33 (0)5 59 13 34 00 email: contact@terega.fr



AREVA H <sub>2</sub> Gen	Spółka oferuje generatory wodoru dedykowane do rozwiązań przemysłowych oraz elektrolizery.	Eupener Strasse 165 50933 Kolonia Niemcy tel.: +49 2212 919073-0
Cummins Inc.	Zdywersyfikowany podmiot posiadający w ofercie generatory wodorowe i elektrolizery.	Am Wiesenbusch 2 – Halle 5 45966 Gladbeck Niemcy tel.: +49 2043 944-133
Hydrogenious	Producent rozwiązań do magazynowania wodoru do zastosowań w transporcie, przemyśle i produkcji energii.	Weidenweg 13 91058 Erlangen tel.: +49 (0)9131-12640-0
Mitsubishi Power	Firma Mitsubishi Power działa w obszarze rozwiązań energetycznych. Firma projektuje, wytwarza i eksploatuje innowacyjne produkty i usługi, które umożliwiają dekarbonizację i zapewniają niezawodny dostęp do energii. Wśród rozwiązań oferowanych przez firmę znajduje się szeroka gama turbin gazowych, w tym turbiny gazowe zasilane wodorem, ogniwa paliwowe, systemy magazynowania energii.	3-1, Minatomirai 3-chome, Nishi-ku, Yokohama, Kanagawa, 220-8401, Japonia tel.: +81-45-200-6100 fax: 045-200-7989 email: infoboxeu@mhps.com
Magnum Development	Magnum Development LLC jest firmą, która zajmuje się budową magazynów służących do transportu i składowania gazu ziemnego, sprężonego powietrza, produktów rafinacji ropy naftowej, helu i wodoru.	3165 East Millrock Drive Suite 330 Holladay, UT 84121 USA tel.: 801-993-7001 email: info@magnumdev.com

Toshiba	Zakres działalności firmy obejmuje wielkoskalowe systemy wytwarzania energii jądrowej i ciepłej, a także systemy wytwarzania energii odnawialnej dla energetyki wodnej, geotermalnej, słonecznej i wiatrowej.	1-1, Shibaura 1-chome, Minato-ku, Tokyo 105-8001, Japan tel: +81-3-3457-4511 Kontakt za pośrednictwem formularza na stronie internetowej : <a href="https://inquiry.csc.toshiba.co.jp/">https://inquiry.csc.toshiba.co.jp/</a>
Iwatani	IWATANI CORPORATION jest firmą handlową dostarczającą gazy do użytku przemysłowego i domowego.	21-8, Nishi-shimbashi 3-chome, Minato-ku, Tokyo 105-8458, Japonia tel.: 81-3-5405-5741 tel.: 81-3-5405-5737 email: <a href="mailto:iigi@iwatani.co.id">iigi@iwatani.co.id</a>
BASF	Największe przedsiębiorstwo chemiczne na świecie z siedzibą w Niemczech.	Carl-Bosch-Straße 38 67056 Ludwigshafen am Rhein, Niemcy tel.: +49 33000 033 tel.: +49 621 60-0 email: <a href="mailto:socialmediateam@basf.com">socialmediateam@basf.com</a>
H2 Mobility	H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG odpowiada za ogólnokrajową budowę infrastruktury wodorowej w Niemczech.	EUREF-Campus 10-11 10829 Berlin Niemcy tel.: +49 30 51 30 33 32 0 email: <a href="mailto:contact@h2-mobility.de">contact@h2-mobility.de</a>
Audi	Niemiecki producent samochodów osobowych z siedzibą w Ingolstadt w Niemczech, należący do koncernu Volkswagen AG.	I/FU-23 Auto-Union-Straße 1 85045 Ingolstadt tel.: +49 841 89-0 email: <a href="mailto:ir@audi.de">ir@audi.de</a> <a href="mailto:zentrale@audi.de">zentrale@audi.de</a>
Nouryon	Niderlandzka firma chemiczna. Jedna z największych na świecie firm chemicznych, posiadająca ponad 400-letnią historię działalności i zatrudniająca ponad 10 tys. osób.	Haaksbergweg 88 De Oliphant, 1101 BZ Amsterdam, Niderlandy tel.: +31 88 984 1000 email: <a href="mailto:chemiepark@nouryon.com">chemiepark@nouryon.com</a>

Gasunie	Niderlandzka firma zajmująca się infrastrukturą i transportem gazu ziemnego działająca w Holandii i Niemczech. Gasunie jest właścicielem holenderskiej sieci przesyłu gazu o łącznej długości ponad 12 000 kilometrów i długości 3100 kilometrów w Niemczech.	Concourslaan 17 9727 KC Groningen Niderlandy tel. +31 (0)50 521 91 11 email: info@gasunie.nl
Engie	Francuska międzynarodowa firma elektroenergetyczna z siedzibą w La Défense w Courbevoie, która działa w obszarach transformacji energetycznej, wytwarzania i dystrybucji energii elektrycznej, gazu ziemnego, energii jądrowej, energii odnawialnej i ropy naftowej.	28, rue de Londres 75009 Paris, Francja tel.: +39 02 49541830 email: info@engie-eps.com
Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM)	Firma zajmująca się wydobywaniem gazu ziemnego i ropy naftowej w Holandii i na holenderskim szelfie kontynentalnym. Połowa NAM należy do holendersko-brytyjskiego Royal Dutch Shell, a połowa do amerykańskiej firmy ExxonMobil.	Schepersmaat 2 9405 TA Assen Niderlandy tel.: +31 (0)592-369 111 email: nam-communicatie@shell.com
PitPoint	Międzynarodowy dostawca czystych paliw. Firma należy do grupy Total. Firma projektuje, buduje, finansuje, konserwuje, obsługuje i serwisuje publiczne i prywatne stacje paliw (LNG, CNG, biometan, wodór), a także punkty ładowania elektrycznego.	Gelderlandhaven 4 3433 PG Nieuwegein Niderlandy tel.: +31 (0)30-410 08 00 email: info@totalgasmobility.com
Michelin	Największy w Europie i jeden z największych na świecie producent opon. Jego siedziba znajduje się w Clermont-Ferrand we Francji.	23, place des Carmes-Dechaux; 63040 Cedex 9 Clermont-Ferrand, Francja tel.: +33 (0) 4 73 30 14 85 email: michelin@michelin.com

Hydrogenics	Hydrogenics jest producentem produktów do wytwarzania wodoru i ogniw paliwowych opartych na technologii elektrolizy wody i membranach wymiany protonów. Spółka jest podzielona na dwie jednostki biznesowe: OnSite Generation i Power Systems.	5985 McLaughlin Road Mississauga Ontario, L5R 1B8 Kanada tel.: 1 (905) 361 3660
Enagas	Hiszpańska firma energetyczna i europejski OSP, który jest właścicielem i operatorem krajowej sieci gazowej. Firma posiada również cztery terminale regazyfikacji skroplonego gazu ziemnego w kraju, w Huelvie, Barcelonie, Kartagenie i Gijon.	Plaza Autoridad Puerto Huelv, 19D, 21810 Palos de la Frontera, Huelva, Hiszpania tel: +34 959 36 99 10 email: proveedores@enagas.es
Royal Vopak	Wiodąca na świecie niezależna firma zajmująca się produkcją zbiorników do magazynowania oleju, chemikaliów, a także gazu ziemnego.	Westerlaan 10 3016 CK Rotterdam Niderlandy tel: +31 (0)10 400 2911 email: investor.relations@ vopak.com
ArcelorMittal	Największy producent stali na świecie. W 2013 roku zatrudniał 244 890 pracowników w ponad 60 krajach. Koncern powstał w wyniku fuzji w 2006 przedsiębiorstw Arcelor oraz Mittal Steel. Siedziba koncernu mieści się w Luksemburgu.	24-26, Boulevard d'Avranches, Luksemburg tel: +44 207 543 1132 email: crteam@arcelormittal.com
BOSCH	Niemieckie przedsiębiorstwo z siedzibą w Gerlingen, zajmujące się produkcją techniki motoryzacyjnej i przemysłowej, dóbr użytkowych oraz technicznego wyposażenia budynków.	Robert-Bosch-Platz 1 70839 Gerlingen-Schillerhöhe Niemcy tel: +4971140040990 email: kontakt@bosch.de
Vestas	Duński producent, sprzedawca, instalator i serwisant turbin wiatrowych. Jest największym wytwórcą turbin wiatrowych na świecie.	Hedeager 42 8200 Aarhus Dania tel: +45 97 30 00 00 email: vestas- poland@vestas.com

Źródło: Opracowanie własne

## 11. Przegląd najbardziej obiecujących obszarów łańcucha dostaw i wartości dla wielkopolskich podmiotów

Województwo wielkopolskie jest jednym z najlepiej rozwiniętych gospodarczo województw w Polsce. Region posiada zdywersyfikowaną charakterystykę gospodarczą. Tereny skoncentrowane wokół stolicy województwa – Poznania dominują w sferze produkcyjnej, usługowej, instytucji otoczenia biznesu oraz nauki i kultury i stanowią swoisty biegun wzrostu gospodarczego. W południowej i południowo-wschodniej części województwa rozwinięty jest przemysł spożywczy, włókienniczy i odzieżowy, jak również elektromaszynowy. Wschodnia część województwa, z głównym ośrodkiem w Koninie, to prężny kompleks paliwowo-energetyczny z wydobyciem węgla brunatnego i produkcją energii elektrycznej i hutnictwa aluminium<sup>128</sup>.

Region jest atrakcyjny dla rodzimych i zagranicznych inwestorów, co odzwierciedlone jest w wysokim poziomie nakładów inwestycyjnych w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Kluczowymi atutami Wielkopolski są znaczny stopień uprzemysłowienia gospodarki, wysoki poziom technologiczny, wysoki potencjał kapitału ludzkiego, a także dobre połączenia komunikacyjne (zarówno drogowe, lotnicze, jak i morskie) z Europą Zachodnią oraz krajami wschodnimi.

W województwie funkcjonuje również bardzo silny sektor usługowy, w którym zatrudnione jest ok. 53% osób pracujących w Wielkopolsce. Na tle struktury przemysłu Wielkopolski wyróżniają się sektory istotne z perspektywy zaangażowania się tego regionu w rozwój gospodarki wodorowej, takie jak produkcja pojazdów samochodowych, przyczep i naczep (14% udział w strukturze przemysłu Wielkopolski) i produkcja urządzeń elektrycznych (7% udział w strukturze przemysłu Wielkopolski). Co więcej, uwagę zwraca silna na tle pozostałych regionów Polski pozycja Wielkopolski w sektorach, takich jak produkcja maszyn i urządzeń (12% udział w krajowej produkcji) i produkcja wyrobów z metali (10% udział w krajowej produkcji).

Ocena perspektywicznych obszarów łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru powinna zostać dokonana również z perspektywy sektorów wysokich szans w Wielkopolsce, które zostały ustalone przez Polską Agencję Inwestycji i Handlu przy współpracy z samorządem województwa wielkopolskiego w oparciu o obserwacje tendencji w zakresie napływu inwestycji do tego województwa. Są to sektory: motoryzacyjny, BPO, logistyczny.

Biorąc pod uwagę powyższe ustalenia należy ocenić, że z perspektywy kompetencji zgromadzonych w województwie wielkopolskim szczególnie atrakcyjne są następujące obszary łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru.

---

<sup>128</sup> Informacje Regionalnego Obserwatorium Terytorialnego.



## Produkcja wodoru

Na dzień dzisiejszy większość wodoru produkowanego na świecie wytwarzana jest z gazu ziemnego i węgla. Niezbędnym kierunkiem rozwoju segmentu wytwarzania wodoru jest przejście na technologie niskoemisyjne, które polegają na produkcji niebieskiego i zielonego wodoru. W zakresie pierwszej z tych technologii dwutlenek węgla związany z wytwarzaniem wodoru jest wychwytywany i magazynowany lub wykorzystywany do innych procesów, na przykład w przemyśle spożywczym. Opcją alternatywną jest produkcja 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 tlen. Technologia ta wiąże się z koniecznością wykorzystania elektrolizerów przetwarzających wykorzystujących energię odnawialną do procesów elektrolizy. Rozwój rynku wytwarzania wodoru generuje możliwości rozwojowe m.in. dla przedsiębiorstw, które mogą zaoferować produkty i usługi takie jak: **części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki), urządzenia automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne), komponenty bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe), urządzenia pomiarowe, kontrolne i nawigacyjne (liczniki, urządzenia pomiaru jakości), komponenty wykorzystywane w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory), modernizacje i remonty instalacji fotowoltaicznych i farm wiatrowych, szkolenia w zakresie bezpieczeństwa.**

## Magazynowanie 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 lub ciekłe nośniki wodoru organicznego (LOHC). Sprawne działanie wielkoskalowych łańcuchów wartości wodoru będzie zależało od dostępności odpowiedniej infrastruktury do jego składowania. Obecnie na świecie dostępne są różne opcje magazynowania, łącznie z już funkcjonującymi podziemnymi obiektami, które mogą pomieścić dziesiątki tysięcy ton wodoru. Z punktu widzenia perspektyw dla wielkopolskich przedsiębiorstw atrakcyjny jest jednak segment magazynowania wodoru zakładający składowanie tego nośnika energii w specjalnie do tego przeznaczonych zbiornikach. Z uwagi na strukturę przemysłu w Wielkopolsce, kompetencje do produkcji tego typu zbiorników występują w województwie. 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), produkcji urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości), inżynierii oraz projektowania i budowy maszyn.**



## Transport i dystrybucja wodoru

Koszty transportu i magazynowania będą odgrywać znaczącą rolę w konkurencyjności wodoru. Jeśli wodór można wykorzystywać w pobliżu miejsca jego wytwarzania, koszty te mogą być bliskie zeru. Jeśli jednak wodór musi przebyć długą drogę, zanim zostanie wykorzystany, koszty przesyłu i dystrybucji mogą być trzykrotnie wyższe niż koszt produkcji wodoru. Z punktu widzenia rozwoju wielkopolskich przedsiębiorstw perspektywiczny jest segment związany z rozbudową infrastruktury transportowej służącej do przesyłu dużych objętości wodoru na dalekie odległości, w związku z którą rozważana jest możliwość realizacji kapitałochłonnych inwestycji w rozbudowę dedykowanej sieci do transportu tego nośnika energii w formie gazu (choćby planowana inwestycja w rozwój europejskiej sieci do transgranicznego przesyłu wodoru). Niewątpliwie biorąc pod uwagę liczącą się pozycję Wielkopolski w krajowym sektorze produkcji przyczep i naczeł znaczne perspektywy rozwojowe związane są również z rozwojem segmentu transportu wodoru z wykorzystaniem transportu drogowego. Rozwój rynku transportu i dystrybucji 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, monołączka, kształtki, rury, zasuwy), produkcji zbiorników ciśnieniowych, produkcji komponentów i półproduktów metalowych, 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, produkcji przyczep / naczeł specjalistycznych do transportu materiałów niebezpiecznych, szkoleń dla kierowców.**

## Mobilność wodorowa

Pojazdy z wodorowymi ogniwami paliwowymi są od strony technicznej powiązane z pojazdami elektrycznymi. Zasadnicza różnica pomiędzy tymi pojazdami polega na tym, że pojazdy wodorowe wytwarzają energię elektryczną na pokładzie ze stosunkowo wysoką wydajnością, co pozwala uniknąć lub ograniczyć potrzebę magazynowania energii elektrycznej w bateriach. W związku z charakterystyką techniczną pojazdów wodorowych, w sektorze bezemisyjnego transportu wodór staje się szczególnie interesującym rodzajem paliwa, w momencie gdy zwiększają się oczekiwane zasięgi i ładowność pojazdów, w związku z czym pojawia się konieczność zgromadzenia na pokładzie pojazdu większej ilości energii. W związku z tym, zastosowania, w których wodór 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 pojazdy wchodzące w skład flot wykorzystywanych przez podmioty świadczące usługi transportowe<sup>129</sup>. Przenosząc powyższe założenia na analizę najlepiej rozwiniętych i najbardziej perspektywicznych gałęzi

---

<sup>129</sup> *Establishing a Hydrogen Economy The Future of Energy 2035*, ARUP (2019).

gospodarki w Wielkopolsce, można wywnioskować, że rozwój rynku mobilności opartej na wodorze stworzy duże szanse dla wielu przedsiębiorców z tego regionu. Łańcuch wartości analizowanego rynku stwarza doskonałe możliwości do rozwoju dla: **dostawców komponentów dla motoryzacji (napędy, regulatory ciśnienia, czujniki), dostawców zbiorników do magazynowania wodoru, 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.**

## 12. Scenariusze rozwoju sektora technologii wodorowych

Na przykładzie analiz strategicznych przeprowadzonych przez wiodące europejskie i światowe gospodarki, związanych z możliwościami adopcji technologii wodorowych można wywnioskować, że rozwój sektora technologii wodorowych możliwy jest w jednym z trzech scenariuszy, które można określić terminami: **scenariusz niski, scenariusz średni oraz scenariusz wysoki**. Co istotne, w każdym z tych scenariuszy technologia wodorowa jest rozwijana i staje się częścią gospodarki.

### Scenariusz wysoki

Scenariusz wysoki zakłada pełne przyjęcie technologii wodorowej i rozpowszechnienie jej wykorzystania we wszystkich segmentach docelowego zastosowania, obejmujących: transport (samochody osobowe, komunikację miejską, transport towarowy, transport lotniczy, transport morski), mieszkalnictwo (głównie ogrzewanie budynków), magazynowanie energii (zarówno magazynowanie energii z OZE, jak i wykorzystanie w systemach zasilania rezerwowego), przemysł (rafineryjny, chemiczny, produkcyjny), produkcję energii. Analizowany scenariusz idzie w parze z założeniem, że rozwój gospodarki wodorowej stanowi najefektywniejszą ścieżkę dekarbonizacji gospodarek.

Realizacja wysokiego scenariusza wdrożenia gospodarki opartej na wodorze wymaga znacznych nakładów inwestycyjnych na rozbudowę niezbędnej infrastruktury związanej zarówno z wytwarzaniem wodoru, jak i jego magazynowaniem i przesyłem. Przede wszystkim fundamentalnym założeniem dla możliwości realizacji scenariusza wysokiego jest przestawienie istniejących sieci gazowych na wodór oraz rozwój dodatkowej infrastruktury do przesyłu wodoru, w przypadku gdyby część sieci gazowych nie mogła zostać dostosowana. Dostosowanie infrastruktury sieciowej ma umożliwić powszechne wykorzystanie wodoru w kotłach grzewczych w gospodarstwach oraz tani transport tego nośnika energii do odbiorców ze strony sektora przemysłowego oraz na potrzeby sektora transportowego. Realizacja

analizowanego scenariusza ma w założeniu doprowadzić do znacznego obniżenia kosztów wodoru poprzez możliwie pełną realizację efektów skali.

### Scenariusz średni

Średni scenariusz rozwoju gospodarki opartej na wodorze wynika z założenia, że dekarbonizacja globalnej gospodarki wyłącznie poprzez elektryfikację kluczowych sektorów jest nieefektywna. Założenie to ma uzasadnienie w fakcie, że pełna elektryfikacja gospodarki stanowi bardzo duże obciążenie dla sieci elektro-energetycznej, co z dużym prawdopodobieństwem przełoży się na konieczność poniesienia bardzo wysokich dodatkowych nakładów inwestycyjnych na modernizację tej sieci. Nakłady te od pewnego poziomu elektryfikacji gospodarki nie będą już uzasadnione i przekroczą nakłady, które związane byłyby z częściowym rozwojem gospodarki wodorowej. Poprzez częściowy rozwój gospodarki wodorowej rozumieć należy wykorzystanie istniejącej infrastruktury gazowej i jej dostosowanie do przesyłu wodoru w zakresie, który nie wiąże się z koniecznością poniesienia wysokich nakładów inwestycyjnych (część sieci gazowej może być dostosowana do przesyłu wodoru przy niewielkich nakładach). Scenariusz średni nie wyklucza pełnego przestawienia gospodarki na wodór, jednakże zakłada, że zostanie ono znacznie odroczone w czasie. W analizowanym scenariuszu przewiduje się, że wodór jako nośnik energii wykorzystywany będzie w części segmentów docelowego zastosowania, takich jak: transport towarów na dużych dystansach, transport publiczny, ogrzewanie budynków (tam gdzie koszty dostosowania sieci gazowej są niskie), część przemysłu, której dotyczą niskie koszty dostosowania do wykorzystania wodoru. Uzasadnieniem dla scenariusza średniego jest również rozwój technologii substytucyjnych, takich jak np. pompy ciepła, co doprowadzi do krótkoterminowych redukcji emisji CO<sub>2</sub> i może spowodować, że tempo rozwoju rynku wodoru w najbliższych latach będzie niższe niż w scenariuszu pełnego przyjęcia technologii. Obniżenie zapotrzebowania na wodór umożliwi nieco późniejsze dostosowanie sieci gazowych do przesyłu oraz złagodzi wyzwania związane z produkcją wystarczającej ilości wodoru o niskiej zawartości CO<sub>2</sub>.

### Scenariusz niski

Analizowany scenariusz zakłada, że technologie wodorowe zostaną przyjęte w gospodarce w ograniczonym zakresie. Oparty jest on na przewidywaniu, że sieci gazowe nie zostaną dostosowane do przesyłu wodoru, a dekarbonizacja sektora mieszkaniowego w zakresie budynków zasilanych gazem oparta zostanie głównie na elektryfikacji z wykorzystaniem systemów pomp ciepła. Uniemożliwi to osiągnięcie pełnych efektów skali związanych z rozwojem gospodarki opartej na wodorze i doprowadzi do sytuacji, w której w przypadku części z sektorów gospodarki nie zostanie osiągnięta granica opłacalności wdrożenia technologii wodorowych. Dotyczy to w szczególności sektorów, takich jak m.in. wytwarzanie energii z wodoru – proces technologiczny w przypadku tego segmentu rynku energii zakłada konwersję energii na wodór, a następnie ponownie na energię. Każdy z tych etapów procesu wiąże się ze stratami energii, co oznacza, że aby był on efektywny wymaga dostępu do naprawdę taniego pierwotnego źródła energii oraz taniego nośnika. Pomimo tego oczekuje się,

że wodór będzie wykorzystywany w innych gałęziach gospodarki, w których ma on wysoki potencjał zastosowania, a bariery infrastrukturalne nie są aż tak wysokie. Gałęzie te obejmują przede wszystkim magazynowanie energii, transport oraz przemysł.

### 13. Korzyści gospodarcze i środowiskowe związane z rozwojem sektora technologii wodorowych w Wielkopolsce

Zarówno pod względem produktu krajowego brutto na mieszkańca, jak i dynamiki jego wzrostu województwo wielkopolskie znajduje się w ścisłej czołówce regionów w Polsce. Jak zostało to już wcześniej wskazane cechuje je zdywersyfikowany przemysł oraz dobrze rozwinięty sektor usług. Wielkopolska posiada również wysoki potencjał inwestycyjny i atrakcyjność dla podmiotów zarówno z innych regionów kraju, jak i zza granicy. Przesądzają o tym w szczególności takie czynniki, jak: dostępność komunikacyjna, obecność instytucji otoczenia biznesu, duża chłonność rynku i ponadprzeciętny poziom rozwoju przemysłu, wysoki poziom technologiczny oraz ponadprzeciętny potencjał kapitału ludzkiego oparty na obecności w stolicy województwa czołowych uczelni wyższych w Polsce.

Zgodnie z zapisami Projektu Polskiej Strategii Wodorowej do roku 2030 z perspektywą do 2040 r., analizowany nośnik energii może odegrać bardzo istotną rolę w procesie osiągnięcia neutralności klimatycznej. W tym aspekcie rozwój gospodarki wodorowej w Wielkopolsce pociąga za sobą **szereg korzyści o charakterze środowiskowym**.

1. Stosowanie wodoru znacznie zmniejsza poziom zanieczyszczeń generowanych przez różne segmenty gospodarki.
  - a. Po pierwsze wpływa on na **obniżenie emisyjności sektora transportowego**. Gdy wodór łączy się z tlenem w ogniwie paliwowym, wytwarzana jest energia w postaci energii elektrycznej. Ta energia elektryczna może być wykorzystywana do napędzania pojazdów. Zaletą stosowania wodoru jako nośnika energii jest to, że gdy łączy się on z tlenem, jedynymi produktami ubocznymi są woda i ciepło. Przy zastosowaniu wodorowych ogniw paliwowych nie powstają żadne gazy cieplarniane ani inne cząstki stałe.
  - b. W przypadku Wielkopolski jako osobny segment sektora transportowego potraktować można segment produkcji środków transportu wykorzystywanych w transporcie publicznym. Region ten posiada wieloletnią tradycję działalności w tym sektorze i ma wysoki potencjał do stania się nie tylko polskim, ale również europejskim liderem, jeżeli chodzi o tę branżę. Wysoki potencjał Wielkopolski dotyczy również innych podsegmentów sektora transportowego, takich jak np. produkcja wózków widłowych.
  - c. Co więcej, stosowany jako źródło ciepła przyczyni się **do obniżenia emisyjności sektora mieszkaniowego**. W całej Polsce z funkcjonowaniem sektora mieszkaniowego wiąże się istotny problem związany z tzw. niską



emisją, która pogarsza jakość powietrza na obszarach o wyższej gęstości zaludnienia (do takich obszarów niewątpliwie należy województwo wielkopolskie) obniżając jakość życia mieszkańców. Problemem w tym przypadku są starego typu kotły na paliwa stałe. Realizowane są różnego typu działania, których celem jest zmiana przestarzałych technologii na nowe, oparte głównie na gazie ziemnym. Należy jednak zwrócić uwagę, że gaz ziemny jako nośnik ciepła nie stanowi rozwiązania optymalnego z perspektywy środowiskowej, ponieważ z jego wykorzystaniem wiążą się emisje dwutlenku węgla. Jak wynika z analizy doświadczeń krajów Europy Zachodniej wodór może stanowić docelowe rozwiązanie w zakresie zaspokojenia potrzeb sektora mieszkaniowego zarówno na energię ciepłą, jak i elektryczną.

- d. Wykorzystanie wodoru w procesach przemysłowych, takich jak np. procesy wysokotemperaturowe lub procesy rafinacji stanowi pożądaną z perspektywy środowiskowej, ale również wykonalną technicznie ścieżkę dekarbonizacji sektora przemysłowego. Struktura sektora przemysłowego w Wielkopolsce jest zróżnicowana, jednakże wodór jako nośnik energii charakteryzuje się wysokim poziomem uniwersalności jeżeli chodzi o możliwości jego wykorzystania. W związku z powyższym na przewidywanej i nieuniknionej ścieżce dekarbonizacji sektora przemysłowego w województwie wielkopolskim niewątpliwie pojawią się technologie wodorowe. W aspekcie optymalizacji kosztów wykorzystania tych technologii istotne jest aby możliwie w jak najszerszym zakresie rozwijać rodzime kompetencje i technologie, które znajdą zastosowanie w polskim przemyśle. Również w tym aspekcie województwo posiada silne przewagi konkurencyjne z uwagi chociażby na bardzo dobre zaplecze badawczo-naukowe pozwalające na szybkie dostosowanie istniejących technologii do potrzeb rozwijającego się rynku wodoru (np. Wielkopolskie Centrum Zaawansowanych Technologii, czy Poznański Park Naukowo-Technologiczny).
2. Generalną zaletą wodoru jako nośnika energii, którego wykorzystanie może przynieść wymierne korzyści środowiskowe jest fakt, że można produkować go zarówno lokalnie z wielu rozproszonych źródeł i wykorzystywać na miejscu, jak i centralnie w połączeniu w przesyłem i dystrybucją na większych dystansach. Wodór w postaci gazowej może być wytwarzany z wielu surowców - metanu, benzyny, biomasy, węgla lub wody. Każde z tych źródeł niesie ze sobą różne ilości zanieczyszczeń, wyzwania techniczne i wymagania energetyczne. Istnieje jednak szerokie spektrum możliwości doboru optymalnych do charakterystyki regionalnej gospodarki rozwiązań i technologii.

Nie tylko korzyści środowiskowe decydują o tym, że wodór można uznać za paliwo przyszłości. Nieocenione są również korzyści płynące z wykorzystania tego nośnika energii w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju i regionu. Jak wynika z przeprowadzonej analizy wiodących światowych gospodarek nastawionych na rozwój technologii wodorowych przesłanki związane z zapewnieniem bezpieczeństwa energetycznego stanowią bardzo ważny element strategii wodorowych tych krajów. W szczególności dotyczy to państw, które są w znacznym stopniu uzależnione od paliw kopalnych, bądź od importu energii, takich jak np. USA, Japonia, czy w dalszym ciągu Niemcy. Zalety wodoru w tym kontekście przejawiają się przede wszystkim w aspekcie:

1. Zapewnienia możliwości magazynowania nadwyżek energii wyprodukowanej w odnawialnych źródłach energii. Jak powszechnie wiadomo, źródła OZE charakteryzują się znaczną niestabilnością pracy, która uzależniona jest od panujących warunków zewnętrznych. W związku z tym z ich wykorzystaniem wiąże się występowanie okresów, w których dochodzi do nadprodukcji energii elektrycznej, występujących naprzemiennie z okresami niedoborów produkcji energii elektrycznej w tych źródła. W obecnym stanie konsekwencją takiego stanu rzeczy, przy założeniu odchodzenia od źródeł energii elektrycznej wykorzystujących paliwa konwencjonalne, jest konieczność instalacji w systemie znacznych nadwyżek mocy zainstalowanej w farmach wiatrowych bądź instalacjach fotowoltaicznych w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu podaży energii w okresie niesprzyjających warunków atmosferycznych. Wiąże się to z koniecznością ponoszenia bardzo wysokich nakładów inwestycyjnych na rozwój tego typu infrastruktury. Z drugiej strony nawet przy założeniu, że możliwe będzie sfinansowanie planu inwestycyjnego obejmującego oddanie do eksploatacji odpowiedniej mocy zainstalowanej w źródłach OZE, występowanie takich rezerw mocy w systemie energetycznym jest istotnym zagrożeniem dla funkcjonowania sieci energetycznej w okresach sprzyjających warunków atmosferycznych powodujących bardzo dużą produkcję energii w OZE. Powoduje to konieczność dostosowania infrastruktury sieciowej, co wiąże się z koniecznością dalszych wysokich nakładów. Nawet jednak w takim przypadku może pojawić się problem z zadysponowaniem nadwyżek energii. Historia funkcjonowania europejskiego systemu elektroenergetycznego zna już przypadki, w których kraje o wysokich nadwyżkach energii z OZE zmuszone były sprzedawać tę energię po ujemnych cenach (czyli realnie dopłacać do jej odbiorów). Możliwość magazynowania nadwyżek produkcyjnych w magazynach opartych na wodorze powinna bardzo korzystnie wpłynąć na stabilność funkcjonowania systemu energetycznego w Wielkopolsce oraz w całym kraju. Posiadanie możliwości magazynowania energii podnosi również bezpieczeństwo energetyczne gospodarki, która uniezależnia się od zewnętrznych dostawców paliw.

W końcu, zaangażowanie się województwa wielkopolskiego w rozwój gospodarki opartej na wodorze wygeneruje liczne korzyści gospodarce dla regionu. Analiza wiodących gospodarek wodorowych na świecie jednoznacznie wskazuje, że poprzez rozwój tej technologii można osiągać korzyści biznesowe na wielu płaszczyznach.

1. **Możliwość dostarczania taniej energii na potrzeby lokalnego przemysłu.** Koszty energii stanowią istotną pozycję kosztową wielu przedsiębiorstw, w szczególności działających w sektorze przemysłowym i produkcyjnym. Możliwość optymalizacji tej pozycji kosztowej umożliwi poprawę konkurencyjności tej gałęzi gospodarki w Wielkopolsce, pozwalając przedsiębiorcom na kontynuację rozwoju. Przełoży się ona na podniesienie rentowności działalności i wygenerowanie dodatkowych oszczędności, które mogą zostać przeznaczone na inwestycje lub umożliwi przedsiębiorcom obniżenie cen oferowanych przez nie produktów, przekładając się na zwiększenie sprzedaży i otwarcie się możliwości ekspansji na nowe rynki, w tym również rynki zagraniczne.



2. **Dywersyfikacja działalności poprzez zaangażowanie się w rozwój gospodarki opartej na wodorze.** Rozwój analizowanego segmentu rynku energii generuje szanse zarówno dla już działających przedsiębiorców, jak i w zakresie powstawania nowych firm. Rozwijająca się gospodarka wodorowa rodzi zapotrzebowanie na nowe produkty lub usługi związane z wdrażaniem technologii wodorowych. Przykładowe produkty i usługi zostały wskazane w niniejszym dokumencie. Należy oczekiwać, że zapotrzebowanie na nie może pojawić się zarówno w układzie wewnętrznym – w Polsce, czy nawet w Wielkopolsce, a także w układzie międzynarodowym, w szczególności w krajach Unii Europejskiej, USA oraz Japonii. Niewątpliwie jest to szansa na wzrost dla Wielkopolskich przedsiębiorców, posiadających niezbędne kompetencje oraz zaplecze do tego aby dostosować swoje portfele usług, czy produktów do potrzeb rynku wodoru. Im wcześniej nastąpi rozwój analizowanego segmentu rynku energii w Polsce, czy też w Wielkopolsce, tym szybciej przedsiębiorcy z województwa będą mogli przetestować swoje kompetencje na lokalnym rynku, z rozwojem na którym wiążą się najniższe bariery wejścia. Oczywiście, naturalnym kolejnym krokiem powinna być internacjonalizacja działalności przedsiębiorców, którzy pozytywnie zweryfikują swój model biznesowy.
3. Możliwość nawiązania współpracy biznesowej z międzynarodowymi podmiotami o ugruntowanej pozycji rynkowej. Jak już zostało zidentyfikowane to w ramach analizy przeprowadzonej w tym dokumencie, w rozwój globalnej gospodarki opartej na wodorze zaangażowane są już liczne międzynarodowe podmioty, takie jak np. AirLiquide, McPhy, Toshiba, BASF, czy Mitsubishi. Jest to szansa dla mniejszych przedsiębiorców, którzy mogą rozwijać swoją działalność na zasadzie współpracy z tymi podmiotami opartymi o dostawy towarów, czy świadczenie usług jako podwykonawca.
4. Śladem innych krajów (w szczególności tych, które charakteryzuje dostęp do taniej energii z OZE) możliwą korzyścią biznesową dla Wielkopolski jest handel wodorem jako nośnikiem energii z takimi krajami, jak np. Niemcy, czy Niderlandy, które już dziś szacują, że w ich gospodarkach wystąpi nadwyżka zapotrzebowania na wodór nad jego podażą. Wymaga do oczywiście analizy możliwości produkcyjnych zielonego lub niebieskiego wodoru z wykorzystaniem istniejących w Wielkopolsce aktywów oraz oszacowania nakładów inwestycyjnych niezbędnych na dostosowanie istniejącej infrastruktury (np. doposażenie w elektrolizery) lub budowę nowych dedykowanych instalacji do wytwarzania niskoemisyjnego wodoru.

## Spis rysunków, tabel i wykresów

Rysunek 1 Lokalizacja wiodących dolin wodorowych na świecie (doliny, które rozpoczęły już funkcjonowanie lub są w zaawansowanym stadium planowania).....	12
Rysunek 2 Potencjalny obszary zastosowania wodoru w USA.....	15
Rysunek 3 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej ACES.....	23
Rysunek 4 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru USA na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny Advanced Clean Energy Storage.....	33
Rysunek 5 Potencjalne obszary zastosowania wodoru w Japonii.....	41
Rysunek 6 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej FH2R.....	47
Rysunek 7 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru Japonii na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny FH2R.....	56
Rysunek 8 Potencjalne obszary zastosowania wodoru w Niemczech.....	64
Rysunek 9 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej H2RIVERS.....	73
Rysunek 10 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru w Niemczech na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny H2Rivers.....	86
Rysunek 11 Potencjalne obszary zastosowania wodoru w Niderlandach.....	95
Rysunek 12 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej HEAVENN.....	103
Rysunek 13 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru w Niderlandach na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny HEAVENN.....	113
Rysunek 14 Potencjalne obszary zastosowania wodoru we Włoszech.....	121
Rysunek 15 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej Hydrogen Valley South Tyrol.....	129
Rysunek 16 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru we Włoszech na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny Hydrogen Valley South Tyrol.....	138
Rysunek 17 Potencjalne obszary zastosowania wodoru we Francji.....	145
Rysunek 18 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej Zero Emission Valley.....	154
Rysunek 19 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru we Francji na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny Zero Emission Valley.....	162
Rysunek 20 Potencjalne obszary zastosowania wodoru w Danii.....	169
Rysunek 21 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej HyBalance.....	176
Rysunek 22 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru w Danii na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny HyBalance.....	184
Rysunek 23 Potencjalne obszary zastosowania wodoru w Hiszpanii.....	191
Rysunek 24 Zasięg łańcucha dostaw i wartości rynku wodoru w dolinie wodorowej Green Crane.....	199
Rysunek 25 Ocena kapitałochłonności związanej z rozpoczęciem działalności na rynku wodoru w Hiszpanii na przykładzie łańcucha dostaw i wartości doliny Green Crane.....	209
Tabela 1 Rodzaje licencji.....	30
Tabela 2 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego PEMFC.....	36
Tabela 3 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego DMFC.....	36
Tabela 4 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL.....	36
Tabela 5 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM.....	37
Tabela 6 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały.....	37
Tabela 7 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa.....	58
Tabela 8 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru.....	58

Tabela 9 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL .....	59
Tabela 10 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM .....	59
Tabela 11 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały .....	59
Tabela 12 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych PEMFC.....	60
Tabela 13 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych SOFC.....	60
Tabela 14 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa.....	88
Tabela 15 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru .....	88
Tabela 16 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL .....	88
Tabela 17 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM .....	89
Tabela 18 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały .....	89
Tabela 19 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego PEMFC.....	89
Tabela 20 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego DMFC .....	90
Tabela 21 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych PEMFC.....	90
Tabela 22 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych SOFC.....	91
Tabela 23 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa.....	115
Tabela 24 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru .....	115
Tabela 25 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL .....	115
Tabela 26 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM .....	116
Tabela 27 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały .....	116
Tabela 28 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego PEMFC.....	116
Tabela 29 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego DMFC .....	117
Tabela 21 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych PEMFC.....	117
Tabela 22 Lista krytycznych komponentów dla instalacji elektro-ciepłowniczych SOFC.....	117
Tabela 30 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa.....	140
Tabela 31 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru .....	141
Tabela 32 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL .....	141
Tabela 33 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM .....	141
Tabela 34 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały .....	142
Tabela 35 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa.....	164
Tabela 36 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru .....	165
Tabela 37 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL .....	165
Tabela 38 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM .....	165
Tabela 39 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały .....	166
Tabela 40 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa.....	186
Tabela 41 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru .....	186
Tabela 42 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL .....	187
Tabela 43 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM .....	187
Tabela 44 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały .....	187
Tabela 45 Lista krytycznych komponentów dla procesorów paliwa.....	211
Tabela 46 Lista krytycznych komponentów dla stacji tankowania wodoru .....	211
Tabela 47 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów AEL .....	212
Tabela 48 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów PEM .....	212
Tabela 49 Lista krytycznych komponentów dla elektrolizerów na tlenek stały .....	212
Tabela 50 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego PEMFC.....	213
Tabela 51 Lista krytycznych komponentów dla instalacji zasilania awaryjnego DMFC .....	213
Wykres 1 Liczba dolin wodorowych w poszczególnych światowych gospodarkach.....	13
Wykres 2 Udział energii odnawialnej w ogóle produkcji energii w Niemczech .....	65
Wykres 3 Udział energii odnawialnej w ogóle produkcji energii w Niderlandach .....	97
Wykres 4 Sektorowe zapotrzebowanie na wodór we Włoszech .....	122



Wykres 5 Udział energii odnawialnej w produkcji energii we Włoszech.....	123
Wykres 6 Udział energii odnawialnej w produkcji energii we Francji.....	148
Wykres 7 Udział energii odnawialnej w produkcji energii w Danii .....	171
Wykres 8 Udział energii odnawialnej w produkcji energii w Hiszpanii.....	193