

PROGRAM ROZWOJU PRZEMYSŁU MORSKICH FARM WIATROWYCH

WOJEWÓDZTWO ZACHODNIOPOMORSKIE I SZCZECIN



EUROPEJSKA FABRYKA ENERGETYKI WIATROWEJ
WIND FACTORY OF EUROPE



Dokument bazowy Grudzień 2025, aktualizacja 12 luty 2026

Dokument przygotowany pod redakcją merytoryczną Macieja Mierzwińskiego i Krzysztofa Tomaszewskiego z zespołem ekspertów - Dominika Taranko, Oliwia Mróz-Malik, Piotr Czopek.

Szanowni Państwo,

Pomorze Zachodnie stoi dziś przed historyczną szansą, by stać się jednym z kluczowych centrów europejskiej transformacji energetycznej. Program „Europejska Fabryka Energetyki Wiatrowej – Wind Factory of Europe” to odpowiedź na dynamiczne zmiany zachodzące w sektorze morskiej energetyki wiatrowej oraz wyraz naszej ambicji, aby region zachodniopomorski i Szczecin odgrywały w tym procesie rolę pierwszoplanową.

Dokument ten wyznacza spójny, długofalowy kierunek rozwoju przemysłu offshore wind w perspektywie najbliższych 15 lat. Opiera się na ścisłej współpracy samorządu województwa i miasta, środowiska gospodarczego, naukowego oraz partnerów branżowych. Naszym celem jest nie tylko udział w krajowych projektach, ale budowa trwałej przewagi konkurencyjnej regionu w europejskim łańcuchu dostaw morskiej energetyki wiatrowej.

W obliczu realizowanych w Polsce projektów oraz planowanych inwestycji na Bałtyku, rola Szczecina, Świnoujścia i całego regionu zachodniopomorskiego staje się strategiczna. Dysponujemy potencjałem portowym, przemysłowym, logistycznym i akademickim, który – odpowiednio skoordynowany – może stworzyć zintegrowany ekosystem produkcji, montażu i serwisu morskich farm wiatrowych.

Wizja 2040 – Zachodniopomorskie jako „Wind Factory of Europe” – to wizja regionu nowoczesnego, innowacyjnego i silnego gospodarczo. Regionu, który nie tylko korzysta z transformacji energetycznej, ale aktywnie ją współtworzy. Wierzę, że wspólne działania samorządu, rządu, przedsiębiorców i środowisk naukowych pozwolą nam przekształcić tę wizję w trwałą rzeczywistość – dla dobra mieszkańców i przyszłych pokoleń.



Olgierd Geblewicz

Marszałek Województwa Zachodniopomorskiego

Spis Treści

Definicje i skróty.....	7
Podsumowanie.....	11
SEKCJA A. TECHNOLOGIA I POTRZEBY RYNKU ENERGII	36
1 ROZWÓJ MORSKIEJ ENERGETYKI WIATROWEJ W POLSCE I EUROPIE.....	37
1.1 MORSKA ENERGETYKA WIATROWA TO DOJRZAŁA TECHNOLOGIA Z EUROPEJSKIMI KORZENIAMI	37
1.1.1 Historia morskiej energetyki wiatrowej	37
1.1.2 Potencjał offshore wind w Europie.....	39
1.1.3 Główne kraje budujące morskie farmy wiatrowe.....	40
1.1.4 Potencjał floating offshore wind	43
1.2 KOSZTY INWESTYCYJNE ZWIĄZANE Z BUDOWĄ MORSKICH FARM WIATROWYCH.....	44
1.2.1 Sytuacja na rynku morskiej energetyki wiatrowej w 2025 roku i perspektywa krótkoterminowa	44
2 BUDOWA MORSKICH FARM WIATROWYCH W POLSCE JAKO WARUNEK DEKARBONIZACJI .	48
2.1 ZNACZENIE MORSKIEJ ENERGETYKI WIATROWEJ W POLSCE.....	48
2.2 FAZA I POLSKIEGO OFFSHORE	52
2.2.1 Opis poszczególnych projektów I fazy.....	52
2.2.2 Uwarunkowania budowy I fazy polskich morskich farm wiatrowych	55
SEKCJA B. EUROPEJSKA WIZJA ROZWOJU BRANŻY	57
3 ROLA AKTYWNEJ POLITYKI UNII EUROPEJSKIEJ W BUDOWIE WARUNKÓW DO ROZWOJU PRZEMYSŁU WOKÓŁ BUDOWY MORSKICH FARM WIATROWYCH	58
3.1 ZAŁOŻENIA POLITYKI KLIMATYCZNEJ	58
3.2 KLUCZOWE AKTY PRAWNE ZWIĄZANE Z POLITYKĄ KLIMATYCZNĄ	59
4 ANALIZA RYNKU ŁAŃCUCHA DOSTAW MORSKICH FARM WIATROWYCH W EUROPIE	65
4.1 POTENCJAŁ EUROPEJSKI W ŁAŃCUCIE DOSTAW ENERGETYKI WIATROWEJ.....	65
4.2 SZANSE I RYZYKA ZWIĄZANE Z ROZWOJEM ŁAŃCUCHA DOSTAW	69
4.2.1 Konkurencja globalna.....	71
4.2.2 Uzależnienie od surowców	72
SEKCJA C. POLSKIE DOŚWIADCZENIA	74
5 KRAJOWE OTOCZENIE REGULACYJNE	75
5.1 AKTY PRAWNE ZWIĄZANE Z BUDOWĄ MORSKICH FARM WIATROWYCH.....	75
5.2 KONTEKST ŁAŃCUCHA DOSTAW	77
6 DZIAŁANIA INWESTORÓW I FAZY OFFSHORE W POLSCE.....	78
7 INNOWACYJNOŚĆ W POLSKIM ŁAŃCUCIE DOSTAW MORSKIEJ ENERGETYKI WIATROWEJ .	80
7.1 KRAJOWE DOŚWIADCZENIA INNOWACYJNOŚCI	80
8 EDUKACJA W ŁAŃCUCIE DOSTAW	82
8.1 INICJATYWY EDUKACYJNE W POLSKIM OFFSHORE (I FAZA)	84
8.1.1 Baltic Power (oraz Orlen Neptun).....	84
8.1.2 PGE Baltica 2 i 3	84
8.1.3 MFW Bałtyk 1, 2 i 3	85

8.1.4	BC-Wind.....	86
8.1.5	FEW Baltic II	86
8.1	DZIAŁANIA EDUKACYJNE STRONY PUBLICZNEJ	87
8.2	WYZWANIA ZWIĄZANE Z EDUKACJĄ WYNIKAJĄCE Z DOŚWIADCZEŃ I FAZY	88
9	KONTRAKTACJA I FAZY, UDZIAŁ KRAJOWYCH FIRM.....	89
9.1	BARIERY ROZWOJU IDENTYFIKOWANE PRZEZ KRAJOWE FIRMY	90
10	KOLEJNE FAZY OFFSHORE WIND W POLSCE	91
11	OTOCZENIE INSTYTUCJONALNE.....	96
11.1	POZWOLENIA ADMINISTRACYJNE	100
11.1.1	Rodzaje pozwoleń na budowę w budowie polskich morskich farm wiatrowych	101
11.1.2	Postępowania administracyjne a łańcuch dostaw	101
12	FINANSOWANIE	102
12.1	SYSTEM FINANSOWANIA.....	102
12.2	WNIOSKI Z PIERWSZEJ FAZY ROZWOJU MORSKIEJ ENERGETYKI WIATROWEJ.....	106
13	PORTY I INFRASTRUKTURA	107
14	KONCEPCJA PRZEMYSŁU NET-ZERO W POLSCE.....	113
14.1	PODEJŚCIE STRATEGICZNE DLA KRAJOWEGO PRZEMYSŁU	113
14.2	OBEKNE KIERUNKI STRATEGICZNE.....	114
14.3	WYZWANIA ROZWOJOWE	116
14.4	Idea „European content”	119
14.5	Europejskie firmy wiodące (przemysłowe europejskie czempiony)	120
14.6	Regionalni liderzy	121
14.7	Zdywersyfikowane dostawy globalne z określonym nieprzekraczalnym minimum udziału europejskich zakładów	121
SEKCJA D. PROGRAM DLA REGIONU		124
15	DIAGNOZA SYTUACJI W REGIONIE	125
15.1	OBEKNE POTENCJAŁ PRZEDSIĘBIORSTW REGIONU	125
15.1.1	Kluczowa infrastruktura portowa	125
15.1.2	Kluczowe inwestycje infrastrukturalne	126
15.1.3	Kluczowe firmy dostarczające komponenty.....	127
15.1.4	Kluczowe firmy usługowe	130
15.1.5	Kluczowe nowe firmy inwestujące w regionie	131
15.1.6	Inwestycje w porty serwisowe	131
15.1.7	Firmy realizujące inwestycje budowlane	132
15.2	SILNE STRONY REGIONU	132
15.3	SŁABE STRONY REGIONU	133
15.4	SZANSE REGIONU	134
15.5	ZAGROŻENIA DLA REGIONU	135
16	WNIOSKI Z ANALIZY SWOT REGIONU	137
17	STRUKTURA PROGRAMU.....	138
18	SYSTEMOWY ROZWÓJ ŁAŃCUCHÓW DOSTAW BRANŻ PRIORYTETOWYCH.....	139
18.1	PEŁNY ŁAŃCUCH DOSTAW DLA MORSKIEJ TURBINY WIATROWEJ	140

18.1.1	Uzasadnienie wyboru segmentu dla programów priorytetowych.....	140
18.1.2	Model biznesowy.....	144
18.1.3	Opcje strategiczne dla polskiego przemysłu w łańcuchu dostaw morskiej turbiny wiatrowej	150
18.1.4	Rola Szczecina i województwa zachodniopomorskiego jako krajowego hubu programu „Turbina” – argumenty, potencjał, rekomendacje	157
18.2	MONTAŻ FUNDAMENTÓW MORSKICH FARM WIATROWYCH	159
18.2.1	Uzasadnienie wyboru segmentu dla programów priorytetowych.....	159
18.2.2	Model biznesowy.....	161
18.2.3	Monopale	163
18.2.4	Fundamenty kratownicowe typu jacket	165
18.2.5	Transition piece	167
18.2.6	Pływające fundamenty dla morskich turbin wiatrowych.....	167
18.2.7	Fundamenty grawitacyjne	168
18.2.8	Opcje strategiczne	169
18.2.9	Maksymalizacja local content poprzez dedykowane aukcje	170
18.2.10	Wykorzystanie stali w produkcji dla morskich farm wiatrowych.....	171
18.3	KABLE DLA PROJEKTÓW MORSKICH FARM WIATROWYCH	174
18.3.1	Uzasadnienie wyboru segmentu dla programów priorytetowych.....	174
18.3.2	Model biznesowy.....	175
18.3.3	Lądowe kable eksportowe	178
18.3.4	Modele biznesowe.....	178
18.3.5	Działania związane z programem wdrożeniowym.	190
18.4	INNOWACYJNE USŁUGI OBSŁUGI I SERWISU MFW	191
18.4.1	Uzasadnienie wyboru segmentu dla programów priorytetowych.....	191
18.4.2	Model biznesowy.....	192
18.4.3	Stworzenie kluczowego krajowego gracza z siedzibą w województwie zachodniopomorskim	197
18.4.4	Rozwój łańcucha dostaw i usług w ramach O&M	199
18.4.5	Budowa floty serwisowej, tzw. małe statki specjalistyczne	200
18.5	REPOWERING, DEMONTAŻ I REKONSTRUKCJE FARM DLA CIĄGŁEGO ROZWOJU BRANŻY.....	205
18.5.1	Model biznesowy.....	205
18.5.2	Integracja portów jako centrów operacyjnych dla repoweringu i recyklingu	206
18.6	PRZEMYSŁ OBRONNY WOKÓŁ BRANŻY MORSKICH FARM WIATROWYCH	206
18.7	Relacje z innymi programami wdrożeniowymi.....	207
19	REGIONALNA AGENDA INNOWACYJNOŚCI	208
19.1	Ekosystem innowacji branży w Europie	208
19.2	Przykład holenderskiego modelu rozwoju innowacji wokół offshore wind jako branży kluczowej	210
19.3	Kontekst krajowy	211
19.4	Kontekst regionalny	211
19.5	Kluczowe rekomendacje.....	212
20	FINANSOWANIE ROZWOJU I KOMPETENCJI	214

21	PAKIET EDUKACJI I PRACY	220
22	PROMOCJA REGIONU	223
23	ARCHITEKTURA WDROŻENIA	223
24	ZAŁĄCZNIKI	227
24.1	KONTRAKTACJA POSZCZEGÓLNYCH FARM WIATROWYCH W I FAZIE	227
24.1.1	Baltic Power	227
24.1.2	MFW Bałtyk 2 i 3.....	228
24.1.3	PGE Baltica 2 i 3	230
24.1.4	BC-Wind.....	231
24.1.5	FEW Baltic II	232
24.1	CHARAKTERYSTYKA ŁAŃCUCHA DOSTAW KRAJÓW EUROPEJSKICH	232
24.1.1	łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Niemczech	232
24.1.2	łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Danii.....	236
24.1.3	łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Niderlandach	237
24.1.4	łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej we Francji	239
24.1.5	łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Belgii	241
24.1.6	łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Hiszpanii	242
24.1.7	łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Wielkiej Brytanii	243
24.2	ANALIZA REGIONALNYCH HUBÓW OFFSHORE WIND W EUROPIE	244
24.2.1	Esbjerg.....	244
24.2.2	Cuxhaven	248
24.2.3	Eemshaven.....	251
24.2.4	Le Havre.....	254
24.2.5	Bilbao	256
25	O AUTORACH	260
Spis tabel 262		
Spis rysunków		262
Spis wykresów.....		264

Definicje i skróty

AI	sztuczna inteligencja (ang. <i>Artificial Intelligence</i>)
ARP	Agencja Rozwoju Przemysłu S.A.
B+R	działalność badawczo-rozwojowa
BGK	Bank Gospodarstwa Krajowego
BHP	bezpieczeństwo i higiena pracy
BIM	modelowanie informacji o budynku (ang. <i>Building Information Modeling</i>)
CAPEX	nakłady inwestycyjne, czyli koszty związane z budową, zakupem i instalacją infrastruktury oraz urządzeń w projekcie. (ang. <i>capital expenditures</i>)
CfD	kontrakt różnicowy (ang. <i>contract for difference</i>)
CO ₂	dwutlenek węgla
CLV	statek do instalacji kabli podmorskich (ang. <i>cable laying vessel</i>)
CTV	statek do transportu załogi i sprzętu (ang. <i>crew transfer vessel</i>)
DECEX	wydatki związane z demontażem i usunięciem infrastruktury po zakończeniu jej użytkowania (ang. <i>decommissioning costs</i>)
DEVEX	wydatki związane z początkową fazą rozwoju projektu; obejmują one wszystkie koszty ponoszone przed rozpoczęciem budowy (ang. <i>development expenditure</i>)
EBI	Europejski Bank Inwestycyjny
EBOiR	Europejski Bank Odbudowy i Rozwoju
EDA	Europejska Agencja Ochrony (ang. <i>European Defence Agency</i>)
EED	Dyrektywa w sprawie Efektywności Energetycznej (ang. <i>Energy Efficiency Directive</i>)
EHV	systemy kablowe ekstrawysokiego napięcia (ang. <i>extra high voltage</i>)
EOG	Europejski Obszar Gospodarczy
ETIPWind	Europejska Platforma Technologii i Innowacji w dziedzinie Energetyki Wiatrowej (ang. <i>European Technology & Innovation Platform on Wind Energy</i>)
FEED	wstępna inżynieria i planowanie projektu (ang. <i>Front End Engineering and Design</i>)
FID	ostateczna decyzja inwestycyjna (ang. <i>Final Investment Decision</i>)
GBFs	fundamenty grawitacyjne (ang. <i>gravity based foundations</i> – lub <i>gravity based structures</i> – GBS)
GIS	Systemy Informacji Geograficznej (ang. <i>Geographic Information Systems</i>)
GPB	Grupa Przemysłowa Baltic
GW	gigawat
GWO	Globalna Organizacja Wiatru (ang. <i>Global Wind Organization</i>)
HSE	Zdrowie, Bezpieczeństwo i Środowisko (ang. <i>Health, Safety and Environment</i>)

HV	systemy kablowe wysokiego napięcia (ang. <i>High Voltage</i>)
HVDC	prąd stały wysokiego napięcia (ang. <i>High Voltage Direct Current</i>)
ICT	technologie informacyjne (ang. <i>Information and Communication Technology</i>)
IPT	zintegrowane zespoły zakupowe (ang. <i>Integrated Purchasing Teams</i>)
jack-up	statek samopodnośny (ang. <i>heavy lift jack-up vessel</i>)
JV	Wspólne przedsięwzięcie (ang. <i>Joint Venture</i>)
KE	Komisja Europejska
KPEiK	Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu
KPO	Krajowy Plan Odbudowy
KSE	Krajowy System Elektroenergetyczny
kV	kilowolt
landfall	punkt wyjścia kabla eksportowego na ląd
LCOE	uśredniony koszt energii elektrycznej (ang. <i>levelized cost of electricity</i>)
LEW	Lądowa Energetyka Wiatrowa
LFW	Lądowa Farma Wiatrowa
Local content	udział przedsiębiorców z siedzibą w Polsce lub przedsiębiorców zagranicznych posiadających na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej oddział lub przedstawicielstwo i prowadzących działalność produkcyjną lub usługową na terenie Rzeczypospolitej Polskiej, tworzących łańcuch dostaw w realizacji zamówień na potrzeby budowy i eksploatacji MFW w polskiej wyłącznej strefie ekonomicznej (definicja pochodzi z „Porozumienia sektorowego na rzecz rozwoju morskiej energetyki wiatrowej w Polsce” (ang. <i>Polish Offshore Wind Sector Deal</i>) podpisanego 15 września 2021 roku.)
MEW	Morska Energetyka Wiatrowa
MFW	Morska Farma Wiatrowa
Monopile	fundament typu monopal to pojedyncze, pionowe, stalowe, cylindryczne pale wbijane w dno morza w celu podparcia generatora turbiny wiatrowej
MŚP	małe i średnie przedsiębiorstwa
MW	megawat
MWh	megawatogodzina
NATO	Sojusz Północnoatlantycki (ang. <i>North Atlantic Treaty Organization</i>)
NCBiR	Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
NFOŚiGW	Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
NZIA	Akt o przemyśle neutralnym emisyjnie (ang. <i>Net Zero Industry Act</i>)
O&M	obsługa, serwis i utrzymanie (ang. <i>operation and maintenance</i>)
OEM	producent oryginalnego wyposażenia (ang. <i>original equipment manufacturer</i>)

Offshore wind	energetyka oparta o MFW
ONS	lądowa stacja transformatorowa (ang. <i>onshore substation</i>)
Onshore wind	energetyka oparta o LFW
OPEX	wydatki operacyjne związane z codziennym funkcjonowaniem projektu po jego uruchomieniu; są to koszty związane z utrzymaniem i eksploatacją infrastruktury.
OPITO	Organizacja szkoleniowa przemysłu naftowego na morzu (ang. <i>Offshore Petroleum Industry Training Organisation</i>)
OSS	morska stacja transformatorowa (ang. <i>offshore substation</i>)
OSV	statki pomocnicze (ang. <i>offshore auxiliary vessels</i>)
OZE	Odnawialne Źródło Energii
PAIH	Polska Agencja Inwestycji i Handlu
PARP	Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości
PEP2040	Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.
PFR	Polski Fundusz Rozwoju S.A.
PGE	Polska Grupa Energetyczna S.A.
PIDP	Programu Rozwoju Infrastruktury Portowej (ang. <i>Port Infrastructure Development Program</i>)
PIMEW	Polska Izba Morskiej Energetyki Wiatrowej
Porozumienie sektorowe	“Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju morskiej energetyki wiatrowej w Polsce” z dnia 15 września 2021 r.
Pre-FEED	wstępne projektowanie inżynierskie i projektowe (ang. <i>preliminary Front-End Engineering and Design</i>)
PSEW	Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej
PSZW	pozwolenie na wznoszenie i wykorzystywanie sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń
PV	Fotowoltaika (ang. <i>photovoltaics</i>)
PZPPOM	Plan Zagospodarowania Przestrzennego Polskich Obszarów Morskich
RED	Dyrektywa w sprawie odnawialnych źródeł energii (ang. <i>Renewable Energy Directive</i>)
RP	Rzeczpospolita Polska
Secondary steel	konstrukcje stalowe elementów pomocniczych towarzyszących konstrukcji głównej <i>transition piece</i> lub <i>monopile</i>
SOV	statki obsługowe (ang. <i>service offshore vessel</i>)
SRIA	Strategiczny program badań i innowacji na lata 2025 – 2027 (ang. <i>Strategic Research and Innovation Agenda 2025 – 2027</i>)
Strategia	Polska strategia rozwoju przemysłu morskich farm wiatrowych
T&I	transport i instalacja (ang. <i>Transport and Installation</i>)

TCTF	Tymczasowe ramy kryzysowe i przejściowe (ang. <i>Temporary Crisis and Transition Framework</i>)
Tier 1, 2, ... n	dostawca kolejnego rzędu dla spółki realizującej projekt budowy farmy
Topside	stalowa platforma do morskiej stacji transformatorowej OSS
Transition piece	elementy przejściowe; tworzą wraz z monopalami fundament turbin; <i>transition piece</i> obejmuje różne funkcjonalności, takie jak dostęp do konserwacji, połączenie kablowe i zabezpieczenie antykorozyjne całego fundamentu.
UE	Unia Europejska
UOM	Ustawa z 21 marca 1991 r. o obszarach morskich RP i administracji morskiej
URE	Urząd Regulacji Energetyki
WIH	Wind Industry Hub, fundacja PSEW dedykowana wsparciu rozwoju łańcucha dostaw dla energetyki wiatrowej

Podsumowanie

EUROPEJSKA FABRYKA ENERGETYKI WIATROWEJ

WIND FACTORY OF EUROPE

Program Rozwoju Przemysłu Morskiej Energetyki Wiatrowej w Regionie Pomorza Zachodniego i Szczecina (dalej także jako "Program")

Niniejszy dokument stanowi prezentację założeń strategicznych dla rozwoju przemysłu morskich farm wiatrowych w regionie Pomorza Zachodniego i Szczecina. Założenia te wynikają z kierunków lokalnych strategii rozwoju, dotychczasowych doświadczeń, a także analiz oraz spotkań przeprowadzonych w latach 2024 – 2025 przez zespół ekspercki CEE Energy Group, Wind Industry Hub i Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej.

Program opiera się na założeniu przyjęcia wspólnego podejścia przez decydentów obu szczebli samorządu – wojewódzkiego i miejskiego – uznającego, że skuteczny rozwój przemysłu *offshore wind* wymaga zintegrowanego działania całego regionu. Rola Szczecina jako centrum portowego, przemysłowego i akademickiego jest w niej kluczowa, a współpraca Miasta z Województwem stanowi fundament budowy regionalnego ekosystemu kompetencji, inwestycji i innowacji.

Dokument przedstawia kierunek, do którego zakłada się, że region będzie zmierzał w perspektywie najbliższych 15 lat oraz rekomenduje zestaw programów operacyjnych i narzędzi wdrożeniowych, które pozwolą przekształcić potencjał Pomorza Zachodniego w długoterminową przewagę konkurencyjną na krajowej, ale przede wszystkim europejskiej mapie przemysłu *offshore wind*.

Program regionalny został opracowany w ścisłym nawiązaniu do metodyki i podejścia zastosowanego w „Strategii rozwoju przemysłu morskiej energetyki wiatrowej w Polsce”, opublikowanej 17 kwietnia 2025 r. i stanowiącej jedyną branżową i zarazem tak kompleksową analizę krajowego potencjału przemysłowego i usługowego w *offshore wind*. Oznacza to, że wykorzystano te same ramy analityczne, logikę projektowania interwencji oraz podejście oparte na identyfikacji branż priorytetowych, diagnozie potencjału regionu, ocenie luk rozwojowych oraz mapowaniu łańcuchów wartości. Zachowanie spójności metodologicznej z dokumentem krajowym pozwala nie tylko zapewnić kompatybilność działań regionalnych z proponowaną polityką centralną, lecz także umożliwia pełne włączenie regionu w ogólnopolską architekturę rozwoju sektora *offshore wind*. Dzięki temu Program Rozwoju Przemysłu w Regionie Pomorza Zachodniego i Szczecina jest nie tylko odpowiedzią na lokalne potrzeby, lecz stanowi integralny element szerszej, narodowej koncepcji rozwoju gospodarczego w regionie Bałtyku i budowy europejskiej pozycji Polski w przemyśle *offshore wind*.

Wizja 2040 | Zachodniopomorskie – Wind Factory of Europe.

Region, w którym łączą się: kultura innowacji, przemysł, edukacja i jakość życia. Region, który nie tylko uczestniczy w transformacji energetycznej Europy, ale ją buduje. Strategia województwa i miasta w obszarze *offshore wind* nie będzie już planem – stanie się **systemem zarządzania przyszłością regionu**.

Europejski Plan Rozwoju Offshore 2025 | Korekta, nie kryzys

Rynek morskiej energetyki wiatrowej znajduje się obecnie w fazie korekty. Po latach dynamicznego wzrostu i spadku kosztów mierzy się z czasowym spowolnieniem rozwoju projektów związanym ze wzrostem cen, ograniczeniami łańcuchów dostaw, rosnącym kosztem kapitału, czy też przetasowaniami na globalnym rynku

Fundamenty rozwoju sektora pozostają silne: popyt na czystą energię w Europie (z istotnym czynnikiem celu uniezależnienia się od importu paliw kopalnych) i na świecie rośnie, a technologie OZE i infrastruktura są coraz dojrzałe. *Offshore wind* to energia wielkoskalowa, z wysokim wskaźnikiem produkcji, a projekty realizowane są w relatywnie do innych projektów inwestycyjnych - przewidywalnym budżecie i czasie. Podejmowane w Europie reformy systemów wsparcia – zwłaszcza odejście od tzw. “negatywnych aukcji” (z ang. *negative bidding*) na rzecz stabilnych kontraktów różnicowych (z ang. *contract for difference* – CfD) – przywracają przewidywalność inwestycjom. *Offshore wind* wchodzi w fazę bardziej selektywnego, ale trwalszego wzrostu, opartego na solidnych podstawach przemysłowych i energetycznych. Nawet zrewidowane w dół prognozy mówią o znaczącym wzroście mocy zainstalowanej do końca 2030 roku (80 GW w Europie). Technologia *offshore wind*, zwłaszcza stałe fundamenty i większe turbiny, jest dojrzała, co przekłada się na znaczne obniżki kosztów inwestycji (48% spadek kosztów CAPEX i 62% LCOE od 2010 do 2024 r.).²

Stacked bar chart showing the projected annual installed capacity (GW) for various countries from 2025 to 2030. The Y-axis represents the annual installed capacity in GW, ranging from 0 to 14. The X-axis shows the years 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, and 2030. The legend identifies the countries contributing to the capacity: Niemcy (Germany), Polska (Poland), Francja (France), Dania (Denmark), Irlandia (Ireland), Litwa (Lithuania), Norwegia (Norway), and Inni (Others).

Rok	Niemcy	Polska	Francja	Dania	Irlandia	Litwa	Norwegia	Inni	Łączna
2025	1.8	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
2026	4.0	1.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
2027	3.8	1.0	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
2028	1.0	2.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
2029	1.0	0.5	1.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
2030	5.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.0	0.5	0.5	12.9

Polska / Branża w centrum przemysłowego renesansu Bałtyku

¹ Duże analizy branżowe szacują, że koszty projektów offshore wzrosły w ostatnich 2–3 latach o ok. 30–40% z powodu droższych materiałów, pracy, komponentów i usług EPC. Wzrost stóp procentowych podniósł koszt kapitału, obniżając marże projektów nawet o ok. 400 punktów bazowych, co przy dużym CAPEX szczególnie uderza w offshore [BCG, "Offshore Wind Industry Update," publikacja z 20 sierpnia 2025 r., analiza trendów kosztowych i finansowania branży offshore wind, IEF, "Higher interest rates pose a challenge to financing renewables," artykuł z 28 sierpnia 2024 r. omawiający wpływ wzrostu stóp procentowych na koszt kapitału w odnawialnych źródłach energii].

Strona 12 z 265

Polska ma ambicję stać się jednym z filarów europejskiego rynku *offshore wind*. Planowane poziomy mocy zainstalowanej (do 18 GW w zależności od wersji projektów KPEiK, z szacowanym potencjałem 33 GW) w morskiej energetyce wiatrowej do 2040 r. to projekt porównywalny skalą z największymi programami krajów europejskich, a jednocześnie – o znaczeniu strategicznym dla bezpieczeństwa energetycznego kraju.

Ustawa o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych (tzw. ustawa *offshore wind*). Jest to fundamentalna ustawa, przyjęta jednogłośnie, która ustanowiła w 2020 r. ramy prawne dla rozwoju sektora. Stworzyła ona zasady rynkowego funkcjonowania sektora *offshore wind*, warunki przyznawania wsparcia i określiła wymagania techniczne, jakie powinny spełniać inwestycje. W listopadzie 2025 r. weszła w życie ważna nowelizacja tej ustawy, która zwiększyła przejrzystość i doprecyzowała przepisy, w tym także przepisy aukcyjne – a przez to otworzyła drogę do pozytywnego rozstrzygnięcia pierwszej aukcji.

Sukces aukcji w 2025 roku. W dniu 17 grudnia 2025 roku rozstrzygnięta została pierwsza aukcja na budowę morskich farm wiatrowych w Polsce, stanowiąca jednocześnie formalne rozpoczęcie realizacji II fazy rozwoju morskiej energetyki wiatrowej. Aukcja (AMFW/1/2025) została przeprowadzona przez Urząd Regulacji Energetyki w formule kontraktów różnicowych (CfD) i zakończyła się zakontraktowaniem łącznej mocy 3,435 GW w trzech projektach. Wyniki aukcji pokazały, że polski rynek jest w stanie przyciągać kapitał prywatny i publiczny przy jednoczesnym zachowaniu akceptowalnego poziomu wsparcia dla odbiorców końcowych. Rozstrzygnięcie aukcji potwierdziło, że Polska weszła w fazę skalowalnej realizacji projektów *offshore wind*, w której kluczowe znaczenie mają nie tylko decyzje regulacyjne, lecz także zdolność deweloperów do optymalizacji portfeli projektowych, zarządzania ryzykiem inwestycyjnym oraz efektywnego wykorzystania krajowego i międzynarodowego łańcucha dostaw. Aukcja ta stanowi punkt odniesienia dla kolejnych rund wsparcia w II i III fazie rozwoju sektora oraz ważny sygnał dla przemysłu i instytucji publicznych planujących działania w obszarze *local content* i polityki przemysłowej.

Moc zainstalowana. Celem naszego kraju powinno być jest osiągnięcie 5,9 GW do 2030 r. i około 18 GW do 2040 r., zgodnie z założeniami KPEiK z lipca 2025 roku. Morskie farmy wiatrowe zintegrowane z Krajowym Systemem Elektroenergetycznym (KSE) mogą wyprodukować wówczas 20,6 TWh w 2030 r. i 66,9 TWh do 2040 r. Morska energia wiatrowa, obok fotowoltaiki i lądowej energii wiatrowej, będzie jedną z trzech kluczowych technologii, które przyczynią się do wzrostu udziału energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii elektrycznej w Polsce (do ponad 50% w 2030 roku i nawet do ok. 70% w 2040 r.). Cele te odzwierciedlają przejście Polski z energetyki opartej na węglu na zróżnicowany, niskoemisyjny miks energetyczny, zgodnie z celami UE w zakresie neutralności klimatycznej. Rząd zobowiązuje się do zapewnienia stabilnych i przewidywalnych warunków inwestycyjnych dla sektora morskiej energetyki wiatrowej, minimalizując ryzyko zarówno dla inwestorów krajowych, jak i międzynarodowych.

Kontrakty różnicowe (CfD) i aukcje. Główny mechanizm wsparcia opiera się na dwustronnym kontrakcie różnicowym, tzw. CfD, który kompensuje różnicę między cenami rynkowymi a kosztami wytwarzania energii, w okresie do 25 lat funkcjonowania inwestycji. Aukcje dotyczące morskiej energii wiatrowej o łącznej mocy do 12 GW zostały zaplanowane na lata 2025, 2027, 2029 i 2031. Pierwsza z nich odbyła się z sukcesem w grudniu 2025 r. nagradzając 3 projekty o łącznej mocy 3,4 GW. Przyjęty w Polsce system wsparcia ma na celu zmniejszenie ryzyka inwestycji w morskie farmy wiatrowe, stabilizację zwrotów i zapewnienie trwałego zaangażowania sektora prywatnego. Krajowe plany inwestycyjne koncentrują się na eliminacji barier administracyjnych i zapewnieniu infrastruktury niezbędnej do integracji z systemem elektroenergetycznym wielkoskalowych mocy wytwórczych z Morza Bałtyckiego. Wspomniana wyżej nowelizacja ustawy *offshore wind* implementuje do polskiego porządku prawnego europejską dyrektywę RED III w ramach wyznaczania tzw. OPRO – czyli obszarów przyspieszonego rozwoju (by umożliwić przyspieszoną realizację inwestycji OZE – głównie poprzez skrócenie procedur administracyjnych i środowiskowych).

Cele gospodarcze. Szersza strategia gospodarcza związana z rozwojem morskiej energetyki wiatrowej zakłada, że sektor MEW w sposób długoterminowy napędzać będzie polską gospodarkę. W scenariuszu wykorzystania pełnego potencjału polskich farm – 33 GW - inwestycje wokół *offshore* wind mogą sięgnąć ok. 900 miliardów złotych - to trzykrotność całego zakresu projektu CPK/Port Polska³. Celem jest uczynienie Polski kluczowym centrum europejskiego łańcucha dostaw morskiej energetyki wiatrowej. W tzw. “pierwszej fazie” projektów realizowanych w naszym kraju szacowany udział polskich firm w obszarze nakładów inwestycyjnych (CAPEX) wyniesie w zależności od projektu i metodyki kalkulacji, średnio między kilka a kilkanaście procent (natomiast oczekuje się, że osiągnie ponad 20% w całym cyklu życia projektów, w tym OPEX). Istnieje kilkaset polskich firm o potencjale udziału w MEW, ale tylko kilka z nich zdobyło dotychczas duże kontrakty.

Strategia Rozwoju Polski 2035 (dokument w przygotowaniu). Kluczowe dokumenty strategiczne Polski — w tym Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu (KPEiK) i Strategia Rozwoju Polski 2035 — wyraźnie wskazują energetykę wiatrową jako jeden z filarów krajowej transformacji energetycznej i główny motor wzrostu gospodarczego kraju. Zasięg terytorialny opisywanego w projekcie Strategii Rozwoju Polski 2035 Obszaru Strategicznej Interwencji (OSI) elektrowni jądrowej i morskiej energetyki wiatrowej uwzględnia także Szczecin i gminę Police jako obszary silnie powiązane z rozwojem energetyki wiatrowej. Takie strategiczne pozycjonowanie zapewnia stabilne ramy regulacyjne i finansowe dla inwestycji na dużą skalę w sektorze morskim i potwierdza długoterminowe zaangażowanie rządu w rozwój energii odnawialnej. Morska energetyka wiatrowa jest uznawana za kluczowy element polskiej strategii w zakresie budowy nowych źródeł energii odnawialnej ze względu na wysoką wydajność, dojrzałość technologiczną i niezawodność wytwarzania. Polityka Rządu RP promuje również głęboką integrację polskiego przemysłu z łańcuchem dostaw dla morskiej energetyki wiatrowej, kładąc nacisk na aktywny udział krajowych przedsiębiorstw w budowie, produkcji komponentów i eksploatacji MFW.

Trzy pierwsze projekty – Baltic Power, Baltica 2, Bałtyk II/III – już uzyskały FID, uruchamiając przy tym wyobraźnię o skali możliwych dalszych inwestycji przemysłowych wokół sektora. Polska nie traktuje *offshore* wind wyłącznie jako segmentu energetyki, lecz jako projekt reindustrializacyjny – napędzający rozwój przemysłu ciężkiego, logistyki, stoczni, produkcji konstrukcji stalowych, automatyki i technologii cyfrowych, jak i podwójnego zastosowania. Dzięki *offshore* wind, Polska rozwija przemysłowy potencjał Bałtyku, realizując ambicje pokoleń o tym, żeby polskie wybrzeże było rozwinięte na skalę porównywalną do portów nad Morzem Północnym. Szczecin, Świnoujście i region zachodniopomorski stają się naturalnym centrum tej transformacji – z zapleczem produkcyjnym, portowym, badawczym, akademickim i kompetencyjnym.

Projekty PGE i Orlen będą istotnym czynnikiem rozwoju krajowego łańcucha dostaw. Projekt Orlenu Baltic West zlokalizowany na Ławicy Odrzanej w ramach obszarów 14.E.1–14.E.4 o łącznym potencjale ok. 4,2 GW – ma wyjątkowe znaczenie dla rozwoju gospodarczego województwa zachodniopomorskiego. Jego położenie w bezpośrednim sąsiedztwie morskich portów Szczecin i Świnoujście przesądza o strategicznej roli regionu w drugiej fazie budowy morskich farm wiatrowych w Polsce. Koncentracja czterech obszarów w jednym klastrze umożliwia optymalizację logistyki i transportu, obniża koszty realizacji i zwiększa przewidywalność łańcucha dostaw, co otwiera drogę do znaczącego udziału firm regionalnych w zamówieniach na komponenty i usługi. Bliskość inwestycji wzmacnia także zasadność rozbudowy infrastruktury portowej – w tym terminalu instalacyjnego w Świnoujściu oraz rozwijania portu serwisowego w Kołobrzegu – czyniąc z regionu naturalną bazę

³ <https://pap-mediaram.pl/biznes-i-finance/inwestycje-wokol-offshore-moga-siegnac-ok-900-miliardow-zlotych-trzykrotnosc>

budowy, montażu i wieloletniej eksploatacji farm. Dzięki temu zachodniopomorskie staje się znacznie ważniejszym niż w początkowym okresie budowy farm w Polsce, ośrodkiem rozwoju krajowego *offshore wind* – miejscem, w którym możliwe jest powstanie pełnego, zintegrowanego ekosystemu przemysłowego obejmującego projektowanie, prefabrykację, montaż oraz usługi serwisowe. Projekty krajowych inwestorów – Orlen i PGE są więc katalizatorem budowy regionalnej doliny *offshore wind*, wzmacniając pozycję województwa jako „Wind Factory of Europe”.

Schemat. Projekty morskich farm wiatrowych w Polsce.

Projekty I fazy

Nr	Inwestor	Projekt	Moc [MW]	COD
1	Polenergia / Equinor	Baltyk II	720	2027
2	Polenergia / Equinor	Baltyk III	720	2027
3	PGE / Ørsted	Baltica 2	1498	2027
4	PGE / Ørsted	Baltica 3	1045	2030
5	RWE	FEW Baltic II	350	2032
6	PKN Orlen / NPI	Baltic Power	1140	2026
7	Ocean Winds	B&C Wind	390	2028
Suma dla fazy I			5 933	

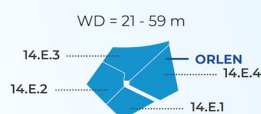
Źródło: Report „Offshore wind vessel availability until 2030: Baltic Sea and Polish perspective”, H-Blix, PWEA, 2022

Projekty II fazy, które wygrały aukcję w 2025 r.

Nr	Inwestor	Projekt	Moc [MW]	COD
1	Orlen	Baltic East	900	2032
2	PGE	Baltica 9	975	2032
3	Polenergia / Equinor	Baltyk I	1560	2032
Suma			3 435	

Następne zaplanowane aukcje dla MEW: 2027 (4 GW), 2029 (2 GW), 2031 (2 GW).

Źródło: Report „Offshore wind vessel availability until 2030: Baltic Sea and Polish perspective”, H-Blix, PWEA, 2022



Źródło: PSEW

Local content / Wzrost znaczenia repolonizacji dla rozwoju przemysłu

W ostatnich latach debata na temat morskiej energetyki wiatrowej w Polsce stała się nieodłącznym elementem szerszej dyskusji na temat suwerenności gospodarczej, odporności przemysłowej i bezpieczeństwa narodowego. W zmieniającym się krajobrazie geopolitycznym, naznaczonym globalnymi tarciami handlowymi, konfliktami zbrojnymi i rosnącym protekcjonizmem, Polska dostosowuje swoją politykę przemysłową, aby zapewnić, że inwestycje na dużą skalę wygenerują trwałą wartość w gospodarce krajowej. W centrum tego nowego podejścia znajduje się koncepcja udziału krajowych przedsiębiorstw w łańcuchach dostaw dla projektów w ramach strategicznych sektorów gospodarki (tzw. strategia rządowa „*local first*”)⁴. Kiedyś uważana głównie za nieformalną preferencję lokalnego łańcucha wartości, przekształciła się w wymóg strategiczny, łączący politykę przemysłową z szerszymi celami bezpieczeństwa i odporności. Zasada wiodąca jest jasna: środki publiczne inwestowane w infrastrukturę, w tym energetyczną, powinny wzmacniać potencjał krajowy, budować

⁴ <https://www.gov.pl/web/premier/local-first--polska-przed-wszystkim>

zrównoważone łańcuchy dostaw i przyczyniać się do długoterminowej konkurencyjności, a nie wypływać z kraju bez wygenerowania wartości dodanej dla polskiej gospodarki.

Narracja polityczna wykracza poza samą morską energetykę wiatrową. Choć dyskusję wokół zwiększania udziału komponentu krajowego w projektach strategicznych aktywowała branża morskiej energetyki wiatrowej, jest ona częścią szerszej logiki repozycjonowania przemysłowego: od obronności po hutnictwo, od farmaceutyków po rolnictwo, udział krajowych dostawców zaczyna być promowany jako naczelną zasadą zamówień publicznych i rozwoju przemysłowego. Morska energetyka wiatrowa jest jednak flagowym przykładem – zarówno ze względu na skalę inwestycji, jak i dlatego, że stanowi laboratorium do testowania w jaki sposób krajowych dostawców można zintegrować z globalnymi łańcuchami wartości.

Jednocześnie podejście to uznaje potrzebę zachowania równowagi. Oczekuje się, że krajowe przedsiębiorstwa zwiększą swoją konkurencyjność, ale rozumie się również, że mogą one potrzebować czasu, cierpliwości i początkowego wsparcia w zakresie pozyskania kapitału i kontraktów. Wizja ta nie zakłada izolacji ani samowystarczalności, ale budowę silnej, niezawodnej bazy przemysłowej, zdolnej do współpracy na równych warunkach z międzynarodowymi graczami. W tym kontekście polityka wspierania *local content* w morskiej energetyce wiatrowej nie polega wyłącznie na maksymalizacji udziału krajowych dostawców w bieżących projektach. Chodzi również o stworzenie odpornego, zorientowanego na przyszłość łańcucha dostaw, który może przyczynić się do długoterminowej transformacji energetycznej Polski, jednocześnie pozycjonując kraj jako wiarygodnego i konkurencyjnego partnera w europejskim sektorze morskiej energetyki wiatrowej⁵.

W celu wdrożenia tego podejścia, rząd powołał Zespół ds. Udziału Komponentu Krajowego w Kluczowych Procesach Inwestycyjnych – powszechnie określany Zespołem ds. *local content*⁶. Zespół wspiera priorytetowy cel rządu, jakim jest zwiększenie udziału krajowych dostawców w łańcuchach dostaw dużych projektów inwestycyjnych, zwłaszcza tych zarządzanych przez spółki z udziałem Skarbu Państwa. Do jego zadań należy opracowanie prawnej definicji „komponentu krajowego” i ustalenie spójnej metodyki pomiaru jego udziału w inwestycjach strategicznych; przegląd przepisów dotyczących ochrony interesów bezpieczeństwa narodowego i zbadanie możliwości zmian regulacyjnych wspierających udział krajowych dostawców w sektorach niezwiązanych z obronnością; porównanie najlepszych praktyk międzynarodowych z krajów europejskich w celu zidentyfikowania zgodnych z prawem mechanizmów, które wzmacniają udział przemysłu krajowego, pozostając jednocześnie zgodnymi z zasadami rynku wewnętrznego UE. Ponadto Zespół przygotowuje zestaw dobrych praktyk i wytycznych operacyjnych dla przedsiębiorstw państwowych dotyczących sposobu włączania dostawców krajowych do ich strategii biznesowych oraz monitorowania i raportowania ich wdrażania. Docelowo założone jest opracowanie pilotażowej inicjatywy mającej na celu zdefiniowanie ram wsparcia i zaproponowanie narzędzi zwiększania udziału komponentu krajowego w sektorze energii odnawialnej – najprawdopodobniej w morskiej energetyce wiatrowej – jako obszarze testowym przed szerszym wdrożeniem. W celu wdrożenia polityki

⁵ Przykład raportu w współpracy polskich i zagranicznych dostawców został szczegółowo opisany w raporcie *Linked By Offshore Wind* <https://linkedbyoffshorewind.eu/partners-in-offshore-wind-report-en/>

⁶ Zespół ds. Udziału Komponentu Krajowego w Kluczowych Procesach Inwestycyjnych został powołany Zarządzeniem Ministra Aktywów Państwowych z 8 października 2025 r. (Dz. Urz. MAP, poz. 25). <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/local-content-priorytetem-map>

„local content”, Rząd opracowuje pakiet instrumentów finansowych i regulacyjnych, które mają pomóc polskim przedsiębiorstwom w uzyskaniu dostępu do kontraktów o wysokiej wartości w strategicznych sektorach.

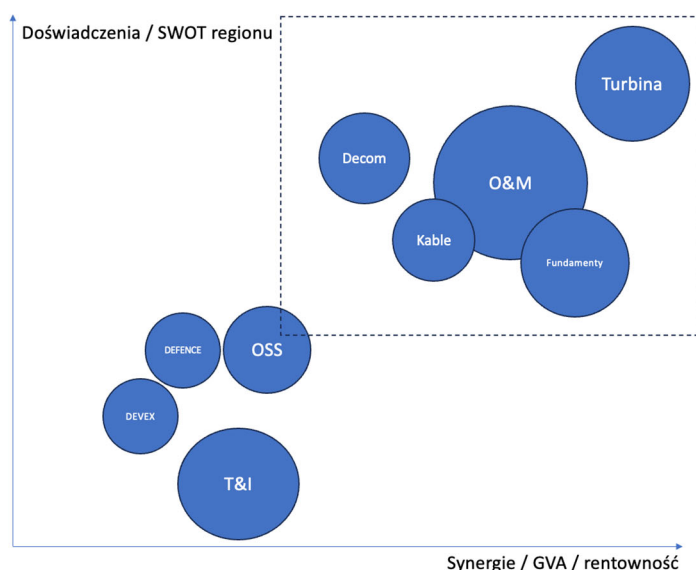
Rynek / Pięć biznesowych filarów przemysłu offshore wind w województwie zachodniopomorskim i Szczecinie

Budowa morskich farm wiatrowych to projekt multidyscyplinarny, z wieloma synergiami z innymi działami gospodarki. Kompetencje i aktywa wymagane do produkcji poszczególnych elementów farmy różnią się między sobą, co powoduje potrzebę wskazania specjalizacji⁷. Autorzy uznają, że **Program Rozwoju Przemysłu Morskiej Energetyki Wiatrowej** w Regionie Pomorza Zachodniego i Szczecina **powinien być skierowany na specjalizację**. Sektory priorytetowe dla Regionu zostały wybrane na podstawie sześciu kluczowych kryteriów.

- Po pierwsze oceniono **doświadczenie** i gotowość regionu, uwzględniając istniejące kompetencje przemysłowe, zaplecze techniczne, kadrowe i infrastrukturalne oraz realną zdolność do wdrożenia projektów w danym obszarze.
- Drugim kryterium była **rentowność i konkurencyjność**, czyli potencjał biznesowy segmentu, stabilność popytu, marżowość oraz możliwości eksportowe i technologiczne w porównaniu z innymi ośrodkami w kraju i Europie.
- Trzecim elementem były **synergie międzysektorowe**, odzwierciedlające wpływ danego działania na rozwój powiązanych branż – stoczniowej, stalowej, kablowej, elektrycznej, logistycznej, usług morskich, edukacji czy B+R – oraz jego efekt mnożnikowy dla gospodarki regionu.
- Kolejne kryterium dotyczyło **wartości dodanej** i obejmowało ocenę tworzenia wysokiej jakości miejsc pracy, wzrostu płac, podatków, inwestycji i trwałego *local content*.
- Piątym kryterium była **zgodność z mocnymi stronami i szansami regionu**, w tym jego położeniem portowym, rozwiniętą infrastrukturą, dostępem do rynków bałtyckich, współpracą międzynarodową oraz celami zielonej transformacji.
- Ostatnim czynnikiem był **poziom ryzyka i bariery wdrożeniowe**, obejmujące potencjalne ograniczenia w zakresie kadr, infrastruktury, finansowania, innowacyjności oraz koordynacji instytucjonalnej – z oceną, na ile mogą one zostać zredukowane dzięki mechanizmom wsparcia publicznego.

Schemat. Identyfikacja priorytetów branżowych dla Regionu

⁷ Udział różnych branż i kompetencji jest szeroko omawiany w wielu dokumentach analitycznych, np. Oto 5 głównych źródeł dotyczących multidyscyplinarności budowy morskich farm wiatrowych, ich synergii z innymi sektorami oraz wymagań specjalizacyjnych i kompetencyjnych: RenewableUK, "Offshore Wind Industrial Growth Plan - 2024" – raport omawiający wartości dodane, miejsca pracy i rozwój przemysłowy powiązany z offshore wind, podkreślający specjalizację w produkcji komponentów NREL, "Building the Offshore Wind Supply Chain and Workforce" – szczegółowy raport o budowie łańcucha dostaw i zasobach ludzkich w offshore wind, z uwzględnieniem różnych kompetencji, WindEurope, "Supply chain and skills" – źródło o kluczowych kompetencjach technicznych i organizacyjnych wymaganych w sektorze offshore wind.



Sześć kryteriów analizy programów priorytetowych

- **Doświadczenia i gotowość regionu.** Ocena istniejących kompetencji przemysłowych, zaplecza technicznego, kadrowego i infrastrukturalnego – na ile region faktycznie realizował podobne projekty i ma zdolność do ich wdrożenia.
- **Rentowność i konkurencyjność.** Potencjał ekonomiczny programu: marżowość, stabilność popytu, przewagi kosztowe, eksportowe i technologiczne w porównaniu do innych ośrodków w Polsce i Europie.
- **Synergie międzysektorowe.** Stopień, w jakim program wzmacnia inne branże lub korzysta z ich doświadczeń – przemysł stalowy, stoczniowy, elektryczny, logistykę, B+R, edukację i usługi morskie – tworząc efekt mnożnikowy dla gospodarki regionu.
- **Wartość dodana dla gospodarki regionu (GVA).** Realny wpływ programu na zatrudnienie, płace, podatki, eksport, rozwój kompetencji i inwestycji – z naciskiem na trwały local content i miejsca pracy wysokiej jakości.
- **Zgodność z silnymi stronami i szansami regionu (SWOT).** Dopasowanie programu do atutów WZP: położenia portowego, infrastruktury, kadry, współpracy z Niemcami/Skandynawią, projektów OSI oraz strategii zielonej transformacji.
- **Poziom ryzyka i barier wdrożeniowych.** Identyfikacja zagrożeń: brak kadr, infrastruktury, finansowania, innowacyjności czy koordynacji między instytucjami. Ocena, czy ryzyka są możliwe do ograniczenia przy wsparciu publicznym.

Źródło: analiza własna CEE Energy Group

Na podstawie szczegółowej, sześciokryterialnej analizy potencjału gospodarczego i infrastrukturalnego Regionu oraz oceny szans rynkowych w europejskim sektorze *offshore wind*, wyselekcjonowaliśmy **pięć priorytetowych kierunków produktowych i usługowych**, które w obszarze sektora wiatrowego stanowią fundament przyszłego ekosystemu przemysłowego województwa, ze szczególnym uwzględnieniem miasta Szczecin.

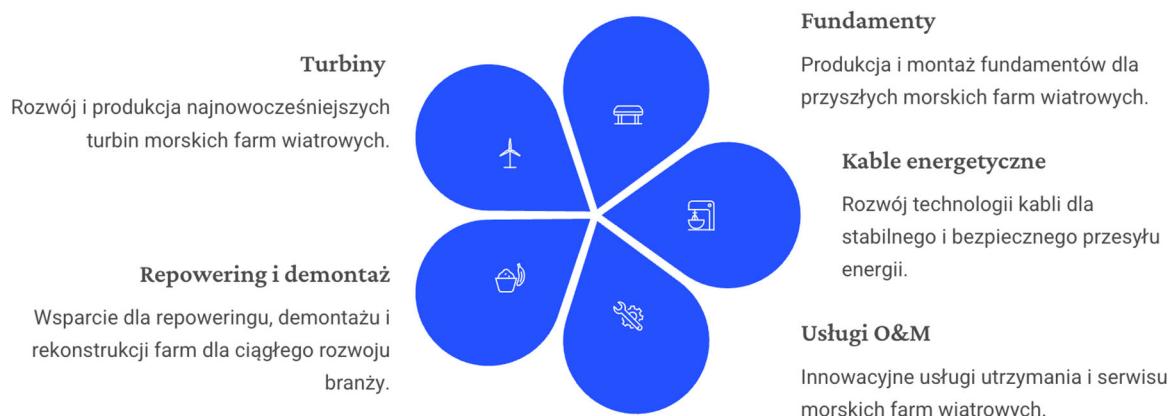
Są to:

- (1) Najnowocześniejsze turbiny morskich farm wiatrowych (gondola, łopaty, wieże).
- (2) Fundamenty przyszłości.
- (3) Kable dla stabilnego i bezpiecznego przesyłu energii.
- (4) Innowacyjne usługi O&M (utrzymanie i serwis farm morskich).
- (5) Repowering, demontaż i rekonstrukcje farm dla ciągłego rozwoju branży.

Każdy z tych segmentów opiera się też na już istniejących lub planowanych inwestycjach o strategicznym znaczeniu – takich budowa i rozbudowa terminala instalacyjnego, fabryka gondoli Vestas, zakład produkcji wież Windar, baza logistyczna TFKable czy potencjał Stoczni Szczecińskiej "Wulkan" oraz infrastruktury Portu Police. Ekosystem ten tworzy przestrzeń do rozwoju regionalnych łańcuchów dostaw, nowych miejsc pracy i innowacji technologicznych. Co więcej, ten model jest bardzo komplementarny z potencjałem innych regionów w Polsce, w szczególności województwa pomorskiego. W ten sposób Szczecin i Zachodniopomorskie staną się filarem krajowego zintegrowanego modelu rozwoju przemysłu morskiej energetyki wiatrowej, w którym wszystkie kluczowe ogniwa – od przygotowania i budowy, przez eksploatację aż po serwis i recykling – będą miały swoje zakorzenienie.

Rysunek. Pięć priorytetów branżowych dla regionu

Na podstawie szczegółowej analizy potencjału regionu i szans rynkowych, wyselekcjonowaliśmy pięć priorytetowych obszarów, które stanowią fundament przyszłego ekosystemu przemysłowego offshore wind w Województwie Zachodniopomorskim.



Źródło: analiza własna CEE Energy Group

Diagnoza / Projektowanie programów wdrożeniowych

Projektowanie programów wdrożeniowych wynika z dokładnej analizy potencjału Regionu. Na potrzeby niniejszego opracowania podsumowano dostępne analizy potencjału województwa zachodniopomorskiego w kontekście rozwoju przemysłu *offshore wind*, obejmujące zarówno mocne strony regionu, jak i jego słabości, szanse oraz zagrożenia⁸. Zachodniopomorskie dysponuje wyjątkowymi atutami: dostępem do portów morskich w Szczecinie, Świnoujściu i Policach, zasobnością terenów inwestycyjnych, rosnącą obecnością międzynarodowych inwestorów, położeniem w centrum bałtyckiego rynku *offshore wind* (w szczególności w sąsiedztwie projektów ławicy Odrzańskiej, jak również projektów niemieckich i duńskich).

Jednocześnie region zmagą się z poważnymi wyzwaniami: depopulacją, brakiem i odpływem młodych kadr, niedostosowaniem kształcenia do potrzeb gospodarki, brakiem dużych firm kotwiczących, niskim poziomem innowacyjności i fragmentacją współpracy przemysłowej. Szansą jest natomiast lokalizacja w centrum europejskiej fali reindustrializacji oraz potencjalny dostęp do funduszy unijnych.

Wyzwania i proponowane programy interwencji.

Obszar problemowy	Syntetyczny opis słabej strony	Proponowany kierunek interwencji / Program Regionalny
1. Kurczące się zasoby na rynku pracy i starzenie demograficzne	Systematyczna depopulacja, odpływ młodych i wykwalifikowanych mieszkańców, starzenie się populacji oraz deficyt technicznych i inżynierskich kadr.	Region ambitnych projektów „Wind Factory of Europe” – działania zatrzymujące młodych, zachęcające do powrotów i pracy w przemyśle. Budowa

⁸ Analizy takie są możliwe z wykorzystaniem dostępnych strategii regionalnych i raportów, m.in. Raport CIR – Potencjał województwa zachodniopomorskiego w rozwoju morskiej energetyki wiatrowej (Centrum Innowacji Regionu Zachodniopomorskiego, raport branżowy ARMS Szczecin – Inwentaryzacja potencjału Metropolii Szczecińskiej i regionu zachodniopomorskiego w sektorze MEW: raport zawiera szczegółową analizę SWOT, mapowanie firm, ocenę kompetencji kadrowych oraz rekomendacje strategiczne dla rozwoju hubu offshore.

najnowocześniejszych turbin w Europie jest wyjątkową szansą dla ludzi, aby kreować technologie przyszłości.

2. Niedopasowanie edukacji do potrzeb gospodarki	Szkolnictwo zawodowe i techniczne nie odpowiada na potrzeby sektora <i>offshore</i> i przemysłów nowoczesnych; brak systemu szkoleń praktycznych.	Kariera w <i>Offshore</i> – regionalny system rozwoju kompetencji technicznych i edukacji dualnej.
3. Brak dużych firm kotwiczących (<i>Tier 1</i>)	Gospodarka oparta głównie na MŚP o ograniczonej zdolności inwestycyjnej; brak silnych podmiotów integrujących łańcuchy dostaw.	Budowa lub wzmacnianie <i>Tier 1</i> – przyciągnięcie inwestorów strategicznych i budowa bazy przemysłowej w oparciu o duże przedsiębiorstwa, które współpracują z deweloperami, ale też budują łańcuch dostaw <i>Tier 2</i> i <i>Tier 3</i> .
4. Fragmentacja i niska kooperacja przemysłu	Słabe powiązania między przedsiębiorstwami, niski poziom integracji projektowej.	Program Kompetencji <i>Offshore</i> – rozwój sieci współpracy i regionalnych klastrów przemysłowych, budowa kompetencji firm, współpraca z instytucjami wsparcia rozwoju (ARP, KUKE, BGK, PAiH, inne) w zakresie budowy <i>local content</i> .
5. Brak zdolności produkcyjnych w sektorze <i>offshore</i> w skomplikowanych projektach	Luki w pełnym, złożonym potencjale wytwórczym <i>offshore</i> i ograniczona zdolność do realizacji projektów o dużej złożoności technicznej.	Program Kompetencji <i>Offshore</i> – rozwój sieci współpracy i regionalnych klastrów przemysłowych, budowa kompetencji firm, współpraca z ARP w zakresie budowy <i>local content</i> .
6. Niski poziom innowacyjności i projektów B+R	Niskie nakłady na B+R, mała liczba patentów, słaba współpraca nauki z biznesem i brak wyspecjalizowanych centrów technologicznych.	Regionalna Agenda Innowacyjności – rozwój innowacji i technologii w sektorach morskich i energetycznych.
7. Ograniczona digitalizacja i brak nowoczesnych branż	Niewielka obecność firm z sektorów AI, automatyki, robotyki i przemysłu 4.0; słaba absorpcja funduszy na transformację cyfrową.	Regionalna Agenda Innowacyjności – wspieranie digitalizacji i automatyzacji przedsiębiorstw. Program Kompetencji <i>Offshore</i> – rozwój sieci współpracy i regionalnych klastrów przemysłowych, budowa kompetencji firm, współpraca z ARP w zakresie budowy <i>local content</i> .
8. Konkurencja płacowa i drenaż talentów, w tym do innych krajów	Trwały odpływ kadr do lepiej płatnych miejsc pracy; trudności w zatrzymaniu specjalistów i operatorów technicznych.	Region ambitnych projektów – program wizerunkowy i motywacyjny dla kadry produkcyjnej i inżynierskiej pt. „Wind Factory of Europe” Budowa lub wzmacnianie <i>Tier 1</i> – przyciągnięcie inwestorów strategicznych i budowa bazy przemysłowej w oparciu o duże przedsiębiorstwa, które współpracują z deweloperami, ale też budują łańcuch dostaw <i>Tier 2</i> i <i>Tier 3</i> – budowa ekosystemu wspierającego wysokopłatne miejsca pracy.

9. Niska atrakcyjność inwestycyjna regionu	Brak rozpoznawalnej marki gospodarczej, ograniczona promocja potencjału przemysłowego i niewystarczająca oferta inwestycyjna.	Region ambitnych projektów – program wizerunkowy i motywacyjny dla kadry produkcyjnej i inżynierskiej pt. „Wind Factory of Europe” Budowa lub wzmacnianie <i>Tier 1</i> – przyciągnięcie inwestorów strategicznych i odbudowa bazy przemysłowej w oparciu o duże przedsiębiorstwa, które współpracują z deweloperami, ale też budują łańcuch dostaw <i>Tier 2</i> i <i>Tier 3</i> .
10. Niedostateczne wykorzystanie środków unijnych na innowacje	MŚP w regionie w niewielkim stopniu korzystają z funduszy UE na B+R, digitalizację i rozwój kompetencji.	Regionalna Agenda Innowacyjności + Program Kompetencji <i>Offshore</i> – wsparcie doradcze i finansowe dla firm.

Źródło: analiza własna CEE Energy Group

W odpowiedzi na szanse i wyzwania, określiliśmy pięć strategicznych kierunków interwencji – **programów implementacji i operacjonalizacji**:

- (1) systemowy rozwój łańcuchów dostaw branż priorytetowych
- (2) zespolenie rozwoju innowacji dla tych branż
- (3) rozwój kompetencji przedsiębiorstw w całym łańcuchu branż priorytetowych
- (4) ukierunkowanie edukacji na potrzeby branż priorytetowych
- (5) promocja Regionu dla zapewnienia długoterminowego wzrostu liczby pracowników i inwestorów.

W dokumencie tym zaprojektowano system zarządzania wdrożeniem rekomendowanych programów operacjonalizacji, który pozwoli przekształcić potencjał Zachodniopomorskiego w realną przewagę konkurencyjną na mapie europejskiego przemysłu *offshore wind*.

Program 1 | Systemowy rozwój łańcuchów dostaw branż priorytetowych

Kluczowe dla wdrażania Strategii jest ustrukturyzowane wzmocnienie regionalnego *local content* – czyli udziału przedsiębiorstw z Regionu w krajowym i europejskim łańcuchu dostaw dla *offshore wind*. Ważne jest ukierunkowanie wszystkich narzędzi na konkretne wybrane sektory. Przekrojowy Program 1 ma na celu: wsparcie rozwoju przedsiębiorstw kotwiczących - *Tier 1*, rozwój klastrów przemysłowych, identyfikację barier i propozycję działań, zapewnienie współpracy między firmami, uczelniami i instytucjami finansowymi, inicjowanie projektów pilotażowych i partnerskich.

Program 1 obejmuje 5 pakietów działań, których realizacja jest kluczowa dla zapewnienia systemowego rozwoju regionalnego łańcucha dostaw. Są to:

- Pakiet “Pełny łańcuch dostaw dla morskiej turbiny wiatrowej”
- Pakiet “Montaż fundamentów dla morskich farm wiatrowych”
- Pakiet “Kable dla projektów morskich farm wiatrowych”
- Pakiet “Innowacyjne usługi utrzymania i eksploatacji”
- Pakiet “Gospodarka cyrkularna w perspektywie demontażu, likwidacji, dostępu do surowców krytycznych”.

Pakiet „Pełny łańcuch dostaw dla morskiej turbiny wiatrowej”.

Rozwój lokalnego łańcucha dostaw dla komponentów morskich turbin wiatrowych jest kluczowy dla utrzymania niezależności Europy w tym obszarze. Region powinien być kluczowym *hubem* dla europejskich czempionów przemysłowych w tym produkcji. Celem programu jest zapewnienie, że między 50-75% komponentów (liczonych według wartości komponentów *Tier 2*) będzie mogło być produkowanych w Polsce. Obejmuje to również zapewnienie wiedzy o kluczowych surowcach oraz technologii, które są niezbędne do produkcji. Region jest już teraz miejscem produkcji (montażu) gondol najnowocześniejszych turbin wiatrowych w Europie, co stanowi ogromną przewagę konkurencyjną w stosunku do innych regionów w Europie. Dodatkowo, w trakcie realizacji jest inwestycja w wieże wiatrowe *offshore* (montaż konstrukcji). W Regionie znajdują się także inne zakłady produkujące już podzespoły dla MEW – np. systemy elektryczne, jak również istnieją podmioty o dużym potencjale rozwoju działalności w tym kierunku. Planowana inwestycja w produkcję łopat dla nowoczesnych turbin jest obecnie wstrzymana, ale nie odwołana. Kluczowymi kolejnymi inwestycjami dla zapewnienia jeszcze wyższego poziomu udziału Regionu mogą być: odlewy (płyta fundamentowa, piasta wirnika, wał główny), systemy sterowania, układy odbioru mocy elektrycznej, przekładnie, generatory, łożyska, elementy hydrauliczne. Zarządzanie pakietem „Pełnego łańcucha dostaw dla morskiej turbiny wiatrowej” w Regionie powinno być też skupione na bieżących analizach rozwoju technologii turbin, w szczególności dalszego wzrostu mocy jednostkowej.

Pakiet „Pełny łańcuch dostaw dla morskiej turbiny wiatrowej” to projekt o charakterze ogólnoeuropejskim. Produkcja morskich turbin wiatrowych to przedsięwzięcie o szczególnym znaczeniu dla Europy z kilku kluczowych powodów. Po pierwsze, Unia Europejska posiada silną pozycję w globalnym rynku produkcji turbin wiatrowych, co jest wynikiem zarówno technologicznego zaawansowania, jak i strategicznej lokalizacji wielu zakładów produkcyjnych. Europa posiada około 30% globalnych fabryk produkujących turbiny wiatrowe i posiadała ok. 48% globalnego rynku turbin *offshore* w 2024 r., dzięki skoncentrowanym łańcuchom dostaw w regionie Morza Północnego⁹. To umożliwiło Europie nie tylko zaspokojenie własnych potrzeb, ale również eksport technologii na rynki zagraniczne, w tym do Ameryki Północnej i Azji.

Europa jest liderem w produkcji, ale branża napotyka na poważne wyzwania, które mogą zaważyć na przyszłym jej rozwoju. Największym problemem jest pewność popytu - powolny proces wydawania pozwoleń na nowe instalacje wiatrowe w UE stwarza niepewność co do terminów zamówień. Ponadto, skokowy, dynamiczny wzrost liczby instalacji może doprowadzić do wąskich gardeł w łańcuchu dostaw, co z kolei może wymusić zaangażowanie produkcji spoza UE, zwłaszcza jeśli weźmie się pod uwagę ryzyko związane z dostępem do surowców krytycznych, takich jak metale ziem rzadkich, używanych w generatorach turbin. Z drugiej strony, ambitne cele UE¹⁰ i Wielkiej Brytanii na 2030 r., zakładające instalację około 100 GW nowych farm wiatrowych *offshore* do 2030 r., stwarzają ogromne możliwości dla rozwoju branży. Coroczny stabilny wzrost tempa instalacji jest niezbędny, aby sprostać tym założeniom, co z kolei może napędzać inwestycje w nowe technologie i zakłady produkcyjne.

Wzrost konkurencji ze strony Chin, które na przykład w 2021 r. zainstalowały na swoim terytorium w jednym roku tyle samo mocy w *offshore wind*, co Unia Europejska w całej swojej historii, stanowi poważne wyzwanie. Rosnący protekcjonizm gospodarczy – oznacza, że kraje dysponujące swoimi technologiami priorytetyzują zakupy

⁹ <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/offshore-wind-turbine-market>

¹⁰ https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/offshore-renewable-energy_en

właśnie tych rozwiązań dla własnych inwestycji. Dodatkowo, postęp technologiczny producentów chińskich jest bardzo znaczący. Chiny dynamicznie rozwijają swój sektor morskiej energetyki wiatrowej, choć obecnie większość eksploatowanych morskich turbin wiatrowych ma moc poniżej 10 MW. W ciągu najbliższych kilku lat starsze technologie zostaną w dużej mierze wycofane, a w latach 2025–2030 rynek zdominują instalacje turbin o mocy od 10 do 20 MW. Po 2030 r. przewiduje się wprowadzenie na szeroką skalę turbin o mocy przekraczającej 20 MW. W chińskiej mapie drogowej dla energetyki wiatrowej zapisano wzrost mocy wiatrowych (*onshore* i *offshore*) do 200 GW w 2020 r., 400 GW w 2030 r. i 1000 GW w 2050 r., a scenariusze wskazują, że sama morska energetyka wiatrowa może w Chinach sięgnąć setek gigawatów do 2050 r., co napędza wyścig technologiczny. Chińscy producenci turbin agresywnie przechodzą z jednej generacji turbin na kolejną, czasami pomijając technologie pośrednie. Takie podejście, mimo że przyspiesza rozwój technologii, niesie ryzyko nieprzewidzianych problemów z niezawodnością nowych produktów ze względu na ograniczone doświadczenia operacyjne, jak również stawia ogromne wyzwania infrastrukturze portowej, instalacyjnej i logistyczno-transportowej.

Europejscy producenci muszą zatem zwiększyć swoje wysiłki w zakresie innowacji i efektywności, aby utrzymać przewagę konkurencyjną. Produkcja turbin *offshore* w Europie jest projektem o strategicznym znaczeniu, który wymaga dalszych inwestycji w badania i rozwój, wsparcia politycznego oraz optymalizacji łańcucha dostaw. Sieć współpracy między krajami europejskimi była fundamentem rozwoju tej technologii. W obliczu rosnącej konkurencji globalnej, zwłaszcza ze strony Chin, europejski sektor wiatrowy musi kontynuować intensyfikację działań i lepszą ich koordynację, aby utrzymać swoją pozycję lidera i wspierać realizację ambitnych celów zwiększania bezpieczeństwa i odporności UE.

Pakiet „Montaż fundamentów dla morskich farm wiatrowych”.

Krajowe stocznie i porty mają bardzo duży potencjał lokowania montażu fundamentów, w szczególności elementów przejściowych (ang. *transition piece* - *TP*), fundamentów kratownicowych (ang. *jacket*), fundamentów pływających (ang. *floating*), ale też monopali (ang. *monopile*). Pomimo zależności od zewnętrznych dostaw blachy grubej, ulokowanie zakładów produkcji fundamentów w Polsce pozwoli na intensyfikację rozwoju przemysłowego portów Bałtyku.

Polska, posiadając aktywa i długoletnie tradycje w przemyśle portowym i stoczniowym oraz znaczące doświadczenie w obróbce stali, znajduje się w dogodnej pozycji do rozwoju strategicznej roli w produkcji fundamentów dla morskich farm wiatrowych. W obliczu rosnącego globalnego popytu na fundamenty, zarówno stałe, jak i pływające, kraj ma szansę stać się kluczowym dostawcą na rynkach europejskich i międzynarodowych. Aby zrealizować ten potencjał, konieczne jest jednak podjęcie kroków strategicznych, obejmujących rozwój infrastruktury, inwestycje technologiczne oraz budowę kompetencji w zakresie projektowania i produkcji, jak i zdolności do sfinansowania dużych kontraktów. Najszybszą do realizacji opcją strategiczną jest budowa regionalnych centrów logistycznych i zakładów prefabrykacji, które mogłyby wspierać zarówno polskie, jak i międzynarodowe projekty *offshore wind* w obszarze produkcji i montażu w pełni wyposażonych elementów przejściowych. Takie centra mogą integrować różne elementy produkcji fundamentów, w tym stalowe sekcje, platformy przejściowe oraz prace elektryczne, systemy ochrony antykorozyjnej, czy elementy dostępowe. Rozwój infrastruktury portowej, w tym dźwigów o dużej nośności i obszarów manewru oraz składowania, będzie kluczowy dla obsługi dużych konstrukcji oraz efektywnej logistyki. Gotowość do produkcji w pełni wyposażonych elementów przejściowych posiada w Polsce Grupa Przemysłowa Baltic zlokalizowana w województwie pomorskim, lecz znaczące aktywa zdolne do produkcji seryjnej ma również Stocznia Szczecińska „Wulkan”. Współpraca tych dwóch kluczowych w krajowym łańcuchu dostaw *offshore wind* firm stoczniowych, wydaje się najlepszym strategicznie rozwiązaniem.

Rozwój zdolności produkcyjnych monopali, które obecnie dominują w projektach morskich farm wiatrowych w regionach takich jak Morze Północne i Bałtyckie, jest analizowany przez potencjalnych inwestorów.

Produkcja tego typu fundamentów wymaga dużych wolumenów wysokiej jakości stali (której w Polsce wyprodukować nie można, gdyż jedyna w Polsce wysoko wolumenowa huta blachy grubej nie jest w stanie technologicznie wyprodukować seryjnie blach o takich rozmiarach), zaawansowanych technologii spawania oraz dużych zakładów produkcyjnych wyposażonych w linie do walcowania i montażu. Polska może wspierać rozwój takich zakładów, poprzez zachęty inwestycyjne, partnerstwa publiczno-prywatne oraz dostęp do finansowania w ramach funduszy unijnych. Województwo zachodniopomorskie ma ku temu ogromne walory lokalizacyjne z uwagi na dostępność terenów inwestycyjnych, infrastrukturę portów morskich, jak i nadwyżki zielonej energii.

W przypadku fundamentów alternatywnych, takich jak np. fundamenty grawitacyjne lub pływające, kluczowe znaczenie ma rozwój projektów pilotażowych oraz współpraca z zagranicznymi liderami branży, aby zdobywać wiedzę i doświadczenie w tej technologii¹¹. Niewątpliwie segment ten jest potencjalnie bardzo atrakcyjny, gdyż branża poszukuje możliwości uniezależnienia się od wąskich gardeł związanych np. z dostępem do blachy grubej.

Pakiet „Kable dla projektów morskich farm wiatrowych”.

Polska powinna określić i wesprzeć ambicję rozwoju europejskiego czempiona produkcji, instalacji i serwisowania kabli dla *offshore wind*. Kluczowym elementem programu będzie wsparcie budowy zdolności produkcji kabli dla morskich farm wiatrowych w Polsce, co dodatkowo wzmocni lokalny łańcuch dostaw i zmniejszy zależność od zagranicznych dostawców.

TFKable to jedyny obecnie w Polsce podmiot - z krajowym kapitałem - który odgrywa istotną rolę *Tier 1* na europejskim rynku MFW. Poprzez przejęcie w 2017 r. JDR Cables, TF Kable stała się graczem globalnym z aktywami na atrakcyjnym i rozwojowym rynku Wielkiej Brytanii. Obecna sytuacja na rynku kabli uwiadamia potrzebę realizacji strategii rozwojowych pod względem rozwoju produktów, łańcucha wartości i mocy produkcyjnych. Priorytetem strategii Polski powinno być wykorzystanie tego potencjału, aby utrzymać i rozwinąć własnego europejskiego czempiona.

Pakiet „Kable dla projektów morskich farm wiatrowych” koncentruje się na strategicznych priorytetach mających na celu wzmocnienie krajowego potencjału produkcyjnego, instalacyjnego i serwisowego kabli morskich oraz zwiększenie konkurencyjności Polski na globalnym rynku MEW. Kluczowym działaniem jest stworzenie warunków dla budowy zakładów produkcyjnych kabli HVDC, które stanowią fundament transformacji energetycznej i umożliwią realizację dużych projektów infrastrukturalnych. Uruchomienie produkcji HVDC na ląd planowane jest przez TF Kable w istniejącej fabryce w Bydgoszczy. Program zakłada również analizę zmiany modelu zakupowego kabli w kierunku rozwiązań inspirowanych europejskimi liderami, takimi jak RTE czy TenneT, co mogłoby zwiększyć efektywność zarządzania projektami i konsolidację zakupów. Istotnym kierunkiem jest rozwój kompetencji eksportowych w zakresie pływających farm wiatrowych, gdzie kablowe rozwiązania technologiczne (np. kable dynamiczne) będą kluczowym elementem. Działania te powinny być wsparte strategicznymi partnerstwami z firmami produkcyjnymi w Polsce oraz instalacyjnymi w Europie, co pozwoli na zbudowanie zintegrowanego łańcucha wartości. Program zakłada również uruchomienie celowych środków finansowych na badania i rozwój innowacyjnych kabli i metod ich instalacji, co sprzyja wdrażaniu nowoczesnych technologii, w tym kabli dynamicznych.

¹¹ Slipform to firma z siedzibą w Szczecinie, specjalizująca się w technologii form ślizgowych (betonowanie ślizgowe), oferująca projektowanie i produkcję wysokościowych konstrukcji betonowych, w tym fundamentów grawitacyjnych dla turbin wiatrowych offshore. Firma rozwija nowoczesne technologie budowlane i prowadzi badania nad właściwościami betonu, które są kluczowe dla trwałości fundamentów grawitacyjnych wykorzystywanych na morzu. Slipform jest również aktywna w budowie lokalnego łańcucha dostaw dla przemysłu offshore wind, podkreślając znaczące koszty oszczędności przy stosowaniu fundamentów grawitacyjnych w porównaniu do monopolu importowanych z Chin.

Nieodłącznym elementem strategii jest inwestycja w kapitał ludzki poprzez organizację szkoleń i programów rozwojowych, które pozwolą na podniesienie kompetencji w zakresie zaawansowanej produkcji instalacji i serwisowania. Kabli. Wdrożenie nowych standardów projektowych oraz rozwój floty instalacyjnej i serwisowej, w tym specjalistycznych jednostek CLV, dodatkowo wzmocni zdolności realizacyjne polskich firm.

Pakiet "Innowacyjne usługi utrzymania i eksploatacji".

Program ten koncentruje się na rozwoju nowoczesnych usług utrzymania i eksploatacji morskich farm wiatrowych, z wykorzystaniem najnowszych technologii, takich jak sztuczna inteligencja oraz automatyzacja. Celem programu jest też stworzenie nowoczesnych narzędzi i systemów, które pozwolą na zdalne lub bezzałogowe monitorowanie i utrzymanie farm wiatrowych, minimalizując przestoje oraz obniżając koszty konserwacji i zapewniając im bezpieczeństwo fizyczne. Wdrażanie innowacyjnych rozwiązań w obszarze O&M (obsługi i konserwacji) pozwoli na zwiększenie efektywności eksploatacji farm, co przełoży się na długoterminowe korzyści ekonomiczne i środowiskowe dla Polski, ale też pozwoli świadczyć takie usługi dla zagranicznych projektów.

Segment O&M – utrzymanie, serwis i wymiana głównych komponentów morskich farm wiatrowych – jest jednym z najbardziej perspektywicznych obszarów rozwoju dla województwa zachodniopomorskiego. Wynika to z kilku czynników: rosnącej mocy zainstalowanej na Bałtyku, przewagi lokalizacyjnej portów Szczecin i Świnoujście względem Ławicy Odrzańskiej, dynamicznego wzrostu międzynarodowych operatorów w kluczowych segmentach np. MCR (ang. *Major Component Replacement*), a także zapotrzebowania rynku na nową generację usług serwisowych opartych o automatyzację, digitalizację i AI.

Sektor O&M jest jednym z obszarów *offshore wind*, w których europejscy operatorzy mają bardzo silną i ugruntowaną pozycję. Europejskie firmy utrzymują największą w Europie Północnej flotę jednostek do MCR i planują dalej ją rozbudowywać, ponieważ turbiny 14–20 MW wymagają zupełnie nowej skali operacji serwisowych. To oznacza, że w najbliższych latach rynek będzie potrzebować nowych portów serwisowych zdolnych obsłużyć cięższe operacje, większe statki i bardziej złożone interwencje techniczne. Region zachodniopomorski – dzięki dużej dostępnej infrastrukturze portowej, dostępności terenów inwestycyjnych oraz znacznej głębokości torów wodnych – może stać się regionalnym *hubem* dla takich działań.

Najważniejszym trendem O&M – podkreślanym w strategiach operatorów – jest cyfryzacja i automatyzacja usług. Główni dostawcy usług wdrażają rozwiązania *digital twin*, automatyczne systemy planowania operacji, algorytmy predykcyjne dla MCR. To kierunek odpowiadający profilowi funkcjonujących i rozwijających się w regionie instytucji akademickich, centrów R&D oraz firm technologicznych. Połączenie infrastruktury portowej z zapleczem inżynierskim Szczecina może stworzyć podwaliny do rozwoju centrum kompetencji w zakresie „*digital O&M*” – od symulatorów operacji po zdalny monitoring i integrację systemów serwisowych.

W ujęciu finansowym segment O&M jest jednym z najbardziej stabilnych źródeł przychodów w sektorze *offshore*. W przeciwieństwie do cykliczności budowy farm, O&M generuje stałe przepływy pieniężne przez 25–30 lat życia projektu. Dla regionu oznacza to stabilne miejsca pracy, rozwój usług lokalnych i długoterminową obecność operatorów. Silne umocowanie Szczecina, Polic, Kołobrzegu i Świnoujścia w modelach logistycznych Bałtyku zwiększa szanse regionu na pozyskanie takich kontraktów. Nowe standardy bezpieczeństwa, wymagania ESG oraz uznanie instalacji *offshore* jako elementu infrastruktury krytycznej wymuszają rozwój kompetencji w zakresie inspekcji, cyberbezpieczeństwa, jakości i certyfikacji. Zachodniopomorskie – z rozwijającym się ekosystemem uczelni, instytucji badawczych, stocznii i firm inżynierskich – ma potencjał, aby te funkcje przejąć i zbudować w regionie centrum wysokospecjalistycznych usług eksperckich na potrzeby O&M, również dla farm w całym rejonie Morza Bałtyckiego.

W efekcie, Zachodniopomorskie ma realną szansę, by stać się jednym z głównych centrów O&M. Połączenie portów, kompetencji technicznych, lokalizacji przy największych projektach, rosnącego udziału globalnych operatorów oraz inwestycji w cyfryzację tworzy fundamenty nie tylko pod obsługę polskich farm, ale również pod eksport usług. Segment O&M – w odróżnieniu od kapitałochłonnych branż jak fundamente czy kable – może być rozwijany szybciej, z mniejszym nakładem inwestycyjnym i z większą liczbą lokalnych firm. Z tego powodu stanowi jeden z najbardziej naturalnych i strategicznie uzasadnionych kierunków priorytetowego programu branżowego dla Regionu.

Pakiet “Gospodarka cyrkularna w perspektywie demontażu, likwidacji, dostępu do surowców krytycznych”.

Repowering, czyli modernizacja istniejących morskich farm wiatrowych poprzez wymianę turbin lub ich kluczowych komponentów, staje się naturalnym i strategicznym etapem rozwoju europejskiego rynku *offshore*. Wraz z dojrzewaniem pierwszych generacji farm wiatrowych, pojawia się trwałe, wieloletnie zapotrzebowanie na produkcję nowych komponentów, usługi instalacyjne, serwisowe oraz rozbiórkowe. Dla Pomorza Zachodniego oznacza to powstanie zupełnie nowego, przewidywalnego strumienia popytu gospodarczego – niezależnego od cyklu inwestycyjnego nowych projektów.

Repowering obejmuje różne modele działań: od pełnej wymiany turbin i infrastruktury, przez wymianę wybranych podzespołów, takich jak rotory czy gondole, aż po modernizację i regenerację zużytych elementów. Kluczowym obszarem jest także tzw. *lifetime extension* – przedłużanie życia konstrukcji poprzez zaawansowane metody diagnostyczne, monitoring strukturalny, symulacje typu *digital twin* (cyfrowy bliźniak) oraz badania materiałowe fundamentów i wież. Każdy z tych modeli generuje znaczący popyt zarówno na wysoko wyspecjalizowane usługi inżynierskie, jak i na nowe komponenty produkcyjne. Rynek łańcucha dostaw *offshore wind* z uwzględnieniem gospodarki cyrkularnej w segmencie demontażu, likwidacji i dostępu do surowców krytycznych będzie rozwijał się również w kierunku zwiększania poziomu i zakresu recyklingu, odzysku i ponownego wykorzystania materiałów, takich jak stal, miedź, aluminium i metale ziem rzadkich. Istotne jest tu wykorzystanie materiałów wtórnych pochodzących m.in. z demontowanych turbin, co pomaga zminimalizować generację odpadów i zmniejszyć uzależnienie od importu surowców krytycznych.

Dla regionu tworzy to możliwość rozwinięcia pełnego ekosystemu usług i dostaw dla *repoweringu* – obejmującego zakłady produkujące łopaty, wieże i elementy gondoli, zaplecze inżynierskie dla projektowania i nadzoru, nowe kompetencje serwisowe oraz bazę portową dla logistyki wielkogabarytowej. Wraz z rozwojem polskich mocy *offshore*, do 2050 r. kraj zdobędzie wystarczające doświadczenie operacyjne, a region – odpowiednią infrastrukturę serwisową i przemysłową, aby być naturalnym centrum kompetencji dla tego segmentu.

Choć pierwsza fala *repoweringu* przypadnie na okres po 2050 r. (dla projektów budowanych po 2027 r.), jej skala będzie rosła stopniowo od ok. 2055 r., aż do pełnych 33 GW¹² mocy podlegających modernizacji w kolejnych dekadach (pełen potencjał Morza Bałtyckiego szacowany jest na około 90 GW). Oznacza to stały, przewidywalny strumień zamówień na dziesięciolecia – i trwałe znaczenie branży dla gospodarki Regionu. *Repowering* jest jednym z kluczowych filarów długoterminowej strategii przemysłowej dla Pomorza Zachodniego, gwarantując ciągłość działalności produkcyjnej, logistycznej i serwisowej nawet po zakończeniu głównej fazy budowy nowych farm wiatrowych.

¹² Przy założeniu realizacji do 2050 roku pełnego potencjału budowy morskich farm wiatrowych w Polsce.

Program 2 | Regionalna Agenda Innowacyjna Offshore

Branża morskich farm wiatrowych z mnogością synergii z różnymi sektorami, szeregiem wyzwań technologicznych oraz potencjałem rozwoju to pole do wzrostu ekosystemu badawczo-rozwojowego. Tak jak celem Programu 1 jest budowa silnych podmiotów kotwiczących (*Tier 1*), to równolegle należy budować segment rozwojowy, zmierzający do tego, aby to Region był dawcą idei, pomysłów, rozwiązań dla zwiększenia efektywności branży. Program 2 to budowa systemu innowacji wokół przemysłu morskiego i energetycznego, poprzez połączenie priorytetów branżowych z rozwojem regionalnych centrów technologicznych, tworzeniem konsorcjów nauka–biznes, finansowaniem i wdrożeniem projektów B+R. Docelowo Region powinien być miejscem dedykowanych laboratoriów lub centrów testowania najnowocześniejszych rozwiązań technologicznych w branży.

Rozwój systemu innowacji w województwie zachodniopomorskim wymaga podejścia etapowego, opartego na realistycznych celach i trwałej współpracy między nauką, przemysłem i samorządem. Region (tak jak i cała Polska) startuje z niskiego poziomu innowacyjności w przemyśle *offshore wind* i dysponuje ograniczonym doświadczeniem we wdrażaniu projektów B+R, dlatego priorytetem najbliższych lat jest budowa struktur, zaufania i podstaw koordynacji działań. Dopiero w kolejnych etapach możliwe będzie przejście do specjalizacji branżowej, integracji sektorowej oraz stworzenia zaawansowanego zaplecza badawczo-testowego.

Wdrażanie tego Programu podzielono na trzy etapy.

Etap I – działania krótkoterminowe (2026–2028). Pierwszy etap ma charakter organizacyjny i instytucjonalny. Jego celem jest stworzenie trwałej infrastruktury koordynacyjnej, integrującej rozproszone podmioty w spójny ekosystem współpracy. Kluczowym przedsięwzięciem będzie skoordynowanie na bazie **doświadczeń Regionalnego Centrum Innowacji i Transferu Technologii – specyficznie dla Morskiej Energetyki Wiatrowej** – struktury parasolowej łączącej działania Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, Politechniki Morskiej w Szczecinie, Politechniki Koszalińskiej oraz funkcjonujących klastrów. Centrum będzie odpowiedzialne za koordynację projektów badawczo-wdrożeniowych i planowanie wspólnych inwestycji w infrastrukturę badawczą. Równolegle opracowana zostanie **Regionalna Agenda Innowacyjna (RAI Offshore)** – dokument definiujący priorytety badawcze regionu, takie jak automatyzacja procesów prefabrykacji stali, materiały kompozytowe, systemy serwisowe, cyfrowe bliźniaki oraz technologie recyklingu. Uzupełnieniem agendy powinien być program małych wdrożeń (TRL 5–8) – mechanizm mikrograntów i voucherów (np. do 500 tys. zł, o podobnym funkcjonowaniu jak Bon na Innowacje MŚP¹³) dla przedsiębiorstw realizujących pierwsze innowacje we współpracy z uczelniami. Powstaną również koncepcje pilotażowych laboratoriów branżowych, m.in. w zakresie prefabrykacji stalowej, automatyki morskiej i serwisu O&M, które staną się platformą kontaktu nauki z przemysłem. Ważnym elementem będzie zaangażowanie firm z doświadczeniem międzynarodowym *offshore*

¹³ Bony na innowacje dla MŚP zarządzane przez PARP, który ma na celu wsparcie mikro, małych i średnich przedsiębiorstw w finansowaniu zakupu usług badawczo-rozwojowych oraz usług proinnowacyjnych świadczonych przez jednostki naukowe. Program ten składał się z dwóch etapów: pierwszy dotyczy finansowania prac B+R, a drugi - wdrożenia opracowanych innowacji w firmach. Maksymalne dofinansowanie mogło sięgać do 70% wartości projektu, a wsparcie obejmuje m.in. zakup maszyn, urządzeń, patentów czy licencji niezbędnych do wdrożenia innowacji technologicznej w działalności przedsiębiorstwa na terenie Polski.

wind jako liderów projektów wdrożeniowych i mentorów dla mniejszych przedsiębiorstw. W ciągu trzech lat należy planować uruchomienie 5–10 projektów, w tym o charakterze demonstracyjnym. Etap ten ma charakter „uczenia się współpracy” – jego celem jest zbudowanie zaufania i praktycznych mechanizmów partnerstwa, które umożliwią realizację bardziej złożonych przedsięwzięć w kolejnych latach. W tożsamy sposób należy celować w złożenie co najmniej trzech wniosków o finansowanie z programu Horyzont Europa. W tym okresie niezbędna też będzie ścisła współpraca z Polskim Funduszem Rozwoju, który rozwija ekosystem finansowania innowacyjnych startupów w oparciu o program *Innovate Poland*¹⁴. Instrument ten pośrednio może zasilać finansowo projekty nowych innowacyjnych spółek. Jednocześnie należy promować kulturę zakładania startupów powiązanych z rynkiem morskich farm wiatrowych na kluczowych uczelniach Regionu.

Etap II – wizja średnioterminowa (2029–2033). Drugi etap zakłada przejście od fazy organizacyjnej do specjalizacji sektorowej i trwałej integracji nauki z przemysłem. Dodatkowo, należy zakładać, że powinien to być okres zwiększonego finansowania innowacyjnych firm (np. z funduszy finansowanych w ramach *Innovate Poland*). W jego ramach zakłada się powstanie sieć ośrodków branżowych powiązanych z pakietami branżowymi wskazanymi w Programie nr 1, stanowiącymi fundament regionalnego systemu innowacji. Celem powinno być utworzenie co najmniej trzech centrów: technologii *offshore wind* (Szczecin–Świnoujście), inżynierii i automatyzacji (Szczecin–Stargard) oraz centrum O&M (Szczecin – Police - Świnoujście – Koszalin – Kołobrzeg). Każde z nich może uzyskać status ośrodka certyfikowanego, działającego według wspólnych standardów jakości i specjalizacji. Państwowe instytuty badawcze uzyskują status jednostek naukowo-badawczych, finansowanych z budżetu państwa, realizujących prace B+R na potrzeby gospodarki, administracji i nauki, a ich obecność w województwie zachodniopomorskim wzmocni lokalny potencjał rozwojowy oraz możliwość współpracy z przemysłem i innymi jednostkami badawczymi.

Równolegle utworzony powinien zostać **Regionalny Fundusz Innowacji Przemysłowych** z rocznym budżetem około 100 mln zł, współfinansowany przez samorząd, NCBR i partnerów prywatnych. Fundusz będzie wspierał projekty o potencjale rynkowym i eksportowym, koncentrując się na technologiach automatyzacji, cyfryzacji, sztucznej inteligencji i transferze technologii. Wsparcie będzie przyznawane w formule konkursowej, co zapewni przejrzystość i efektywność finansowania.

Integralną częścią tego etapu będzie umiędzynarodowienie działań badawczych. Region rozpocznie współpracę z uczelniami i firmami m.in. z Danii, Niemiec, Holandii i Norwegii w ramach wspólnych projektów i wymiany kadr. Dzięki temu firmy z Pomorza Zachodniego zaczną funkcjonować jako część europejskich łańcuchów wartości, a lokalne ośrodki badawcze włączą się w sieć międzynarodowych konsorcjów technologicznych. W efekcie powstaną wyspecjalizowane centra innowacji zdolne do prowadzenia badań i projektów demonstracyjnych, a region zyska rozpoznawalność jako źródło technologicznych rozwiązań dla sektora *offshore* i automatyki przemysłowej.

Etap III – wizja długoterminowa do 2040 roku: Regionalne Centrum Testowe *Offshore Wind*. Trzecia faza rozwoju systemu innowacji przewiduje stopniowe utworzenie Regionalnego Centrum Testowego *Offshore Wind* – jednostki zdolnej do prowadzenia pełnoskalowych testów turbin, fundamentów i systemów kablowych. Celem jest stworzenie zaplecza badawczo-testowego wspierającego polski przemysł *offshore*. W perspektywie 2026–

¹⁴ <https://pfr.pl/arttykul/rusza-innovate-poland-co-najmniej-4-mld-zl-na-inwestycje-w-rozwojowe-polskie-firmy> *Innovate Poland* to pilotażowa inicjatywa Polskiego Funduszu Rozwoju (PFR), pionierski projekt w Polsce, który systemowo łączy kapitał publiczny oraz prywatny na dużą skalę, aby wspierać rozwój polskich firm technologicznych. Budżet pierwszej fazy programu wynosi co najmniej 4 mld zł i pochodzi od instytucji rozwojowych, takich jak PFR, Bank Gospodarstwa Krajowego (BGK), Europejski Fundusz Inwestycyjny (EFI) oraz Powszechny Zakład Ubezpieczeń (PZU), który jest pierwszym komercyjnym partnerem.

2035 region powinien skupić się na integracji i rozbudowie laboratoriów uczelnianych oraz testów komponentowych. W latach 2030–2035 możliwe będzie uruchomienie Regionalnego Ośrodka Testów *Offshore* w Świnoujściu lub Policach, z budżetem około 250–300 mln zł. Dopiero po 2035 roku, przy odpowiednim poziomie kompetencji i skali rynku, można rozważać budowę pełnoskalowego centrum testowego o wartości 500 – 700 mln PLN. Warunkiem powodzenia projektu jest silne partnerstwo przemysłowe (Windar, Vestas, Wulkan, Tele-Fonika i inni). Projekt ten powinien być zwieńczeniem, a nie początkiem rozwoju systemu innowacji. W obecnym stanie Region nie posiada ani zaplecza technicznego, ani masy krytycznej projektów badawczych, by utrzymać takie centrum. Dopiero po konsolidacji laboratoriów, wzmocnieniu współpracy uczelni i przemysłu oraz stworzeniu trwałych mechanizmów finansowania, inwestycja w pełnoskalowy ośrodek stanie się uzasadniona i wykonalna.

Program 3 | Finansowanie kompetencji i rozwoju firm

Uczestnictwo w łańcuchu dostaw wymaga wysokiego stopnia profesjonalizacji działania firm. Wynika to z wielomiliardowej skali projektów, które – finansowane w znacznej części kapitałem dłużnym – są skoncentrowane głównie na minimalizacji ryzyka. To z kolei wiąże się z potrzebą angażowania w całym łańcuchu dostaw firm o najwyższej jakości zarządzania, produkcji, kadr i innowacji. Silna fragmentyzacja firm w Regionie, tak jak ich relatywna słabość kapitałowa, wymaga opracowania - we współpracy z jednostkami centralnymi i regionalnymi - instrumentów skierowanych do MŚP. Proponujemy – przy wykorzystaniu funduszy centralnych i regionalnych – dedykowane finansowanie dla firm modernizujących park maszynowy, realizowanie projektów szkoleniowych dla przedsiębiorstw, a także wsparcie w aplikowaniu o środki unijne. W sercu rozwoju łańcucha dostaw autorzy stawiają program rozwoju kompetencji ukierunkowany na szkolenia zakończone certyfikatem zdolności realizacyjnej dla łańcucha dostaw morskiej energetyki wiatrowej.

Finansowanie rozwoju mocy produkcyjnych łańcucha dostaw w województwie zachodniopomorskim może w najbliższych latach opierać się na rekordowym zestawie instrumentów UE, które łączą wsparcie inwestycji przemysłowych, innowacji technologicznych oraz infrastruktury krytycznej. Kluczowe znaczenie zyskuje nowy Europejski Fundusz Konkurencyjności o budżecie 450 mld EUR, zaprojektowany jako narzędzie wzmacniające strategiczne technologie i zdolności produkcyjne Europy. Dla regionu, w którym koncentrują się aktywa przemysłowe i portowe związane z energetyką wiatrową, fundusz ten otwiera możliwość finansowania inwestycji w nowe moce produkcyjne, automatyzację, niskoemisyjne procesy przemysłowe oraz rozwiązania zwiększające odporność i skalowalność lokalnego łańcucha dostaw¹⁵.

Równolegle podwojony budżet programu Horyzont Europa¹⁶ – obecnie 175 mld EUR – kieruje znaczącą część środków na badania i rozwój w obszarze energetyki wiatrowej i technologii niskoemisyjnych. Nowe mechanizmy, w tym *SET Plan Wind Joint Programme* o wartości 95 mln EUR, wspierają projekty obejmujące prototypowanie, testowanie, digitalizację i automatyzację produkcji oraz rozwój nowych materiałów. Co istotne,

¹⁵ <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/press-room/20251016IPR30950/budzet-ue-na-2026-skoncentrowany-na-konkurencyjnosc-i-obronie>. Polska – jako jeden z głównych beneficjentów – ma otrzymać ponad 100 mld euro na infrastrukturę, B+R oraz transformację energetyczną, zachowując dostęp do funduszy strukturalnych mimo rosnącego poziomu rozwoju. Fundusz stanowi istotną zmianę w podejściu do polityki rozwojowej UE, będąc nowym źródłem środków na rozwój kluczowych branż.

¹⁶ <https://www.kpk.gov.pl/energetyka-wiatrowa-w-programie-horyzont-europa-konkursy-wydarzenia>. Jeszcze w obecnej perspektywie są ogłoszone konkursy, które mogą stanowić szansę dla Regionu, Program Horyzont Europa oferuje w 2025–2026 roku szerokie możliwości finansowania projektów związanych z energetyką wiatrową, obejmujące innowacyjne technologie produkcji komponentów, poprawę niezawodności i optymalizację O&M oraz minimalizowanie wpływu morskiej energetyki wiatrowej na środowisko. Dodatkowe tematy konkursowe wspierają bezpieczeństwo energetyczne dzięki rozwojowi technologii sieciowych i magazynowania, integrację OZE w przemysłach energochłonnych oraz transformację cyfrową i przemysłową poprzez zaawansowane technologie produkcji, remanufacturing, technologie surowców krytycznych, rozwój infrastruktury kabli podmorskich i generative AI dla robotyki.

część budżetu przeznaczono na szybkie, tematyczne mini nabory umożliwiające udział firm spoza głównych konsorcjów – co ułatwia włączanie MŚP z Regionu do europejskich projektów R&I (z jęz. ang. *Research & Innovation*). Silnym uzupełnieniem jest *Innovation Fund*, który w ostatnich konkursach finansował m.in. produkcję fundamentów, turbin i elementów z materiałów niskoemisyjnych.

Komponent infrastrukturalny wzmacnia mechanizm łącząc Europę (CEF - *Connecting Europe Facility*), opiewający na 81 mld EUR i finansujący modernizację portów i infrastruktury logistycznej. Instrument daje możliwość dalszego rozwoju portów instalacyjnych oraz centrów logistycznych obsługujących budowę i serwisowanie farm *offshore*, co stanowi kluczowy element rosnącej roli Regionu w europejskim łańcuchu *offshore wind*. Z kolei instrumenty kompetencyjne, takie jak Erasmus+ (41 mld EUR), tworzą podstawę do systemowego rozwoju kadr technicznych i operatorskich – obszaru coraz bardziej krytycznego dla zdolności produkcyjnych i utrzymaniowych branży. Będzie to szansa na sfinansowanie Programu 4, Kadr dla *Offshore*.

Wreszcie, szeroki zakres inwestycji może zostać zasilony także z pozostałych funduszy Krajowego Planu Odbudowy (ang. *National Recovery Plan Fund*) – następcy dotychczasowych funduszy regionalnych – którego łączny budżet wynosi 1,062 bln EUR. Mechanizm ten może zapewnić z jednej strony uratowanie niewykorzystanych środków, a z drugiej finansowanie projektów regionalnych obejmujących infrastrukturę przemysłową i przygotowanie terenów inwestycyjnych. W kontekście województwa zachodniopomorskiego oznacza to możliwość skoordynowanego rozwoju przemysłu morskiego, stocznioowego i OZE w ramach portów Szczecin i Świnoujście oraz zaplecza produkcyjnego w mniejszych ośrodkach.

Nieodłącznym elementem rozwoju potencjału działalności firm będzie ciągły rozwój terenów portowych, ze szczególnym uwzględnieniem terenów Morskich Portów Szczecin i Świnoujście, oraz Police. Maksymalizacja wykorzystania środków unijnych na rozwój infrastruktury portów w Szczecinie, Świnoujściu, Policach i Kołobrzegu, będzie kluczowa dla efektywności ekonomicznej rozwoju łańcucha dostaw *offshore wind*¹⁷.

Program 4 | Kadry dla branży Offshore

Brak kadr to obecnie największy hamulec rozwoju regionu. Województwo zachodniopomorskie stoi przed wyzwaniem zbudowania trwałego systemu edukacji dla kluczowej branży, jaką jest *offshore wind*. Mimo rosnącej liczby inwestycji przemysłowych, region boryka się z niedoborem wykwalifikowanych pracowników i niską świadomością specyfiki i walorów zawodów w sektorze *offshore*. Kluczowe problemy obejmują: brak wiedzy o możliwościach zatrudnienia, niedobór kandydatów i odpływ kadr, deficyt techników, brak wymiany międzynarodowej zachęcającej do pracy w Regionie oraz ograniczony dostęp do praktyk zawodowych.

Transformacja systemu kształcenia technicznego w regionie odbywa się z wykorzystaniem dostępnych zasobów, jednak dotychczas nie miała charakteru ukierunkowanego na konkretne branże przyszłości. Działania podejmowane w latach 2023 – 2025 w regionie (od strony samorządu, deweloperów, organizacji branżowych i organizacji prywatnych) są świetnym załącznikiem podejścia systemowego, jednak realizowane były dotychczas jedynie punktowo. W centrum działań powinny być szkoły średnie, które poprzez regularny program edukacyjny,

¹⁷ Największy projekt - *Przylądek Pomerania* zakłada stworzenie nowego, głębokowodnego portu zewnętrznego w Świnoujściu na obszarze 186 hektarów nowego lądu, w tym około 70 hektarów dedykowanych terminalowi kontenerowemu z nabrzeżem o długości około 1300 metrów. Terminal będzie przystosowany do obsługi największych kontenerowców na Bałtyku, zdolny do jednoczesnej obsługi trzech statków: dwóch o długości 400 m i jednego 250 m. Inwestycja obejmuje budowę nowego, kilometrowego falochronu, basen portowy o głębokości 17 metrów, a także pogłębienie toru podejściowego do 17 metrów głębokości i 500 metrów szerokości na długości 70 km, aby zapewnić bezpieczne wejście statków. Do terminala będą prowadziły dwa tory kolejowe o długości ponad 3 km oraz nowy układ drogowy o długości 2 km, razem z infrastrukturą wodno-kanalizacyjną, informatyczną i obiektami dla służb granicznych, celnych i sanitarnych. [gov.pl]

zakończony corocznymi targami edukacyjnymi, będą w sposób systemowy zaznajomione z możliwościami zatrudnienia w branży. Docelowo możliwa jest budowa centrum symulacyjnego, które zwiększy oddziaływanie na wyobraźnię młodych osób. Równolegle wsparcie tworzenia i rozwoju kierunków kształcenia wyższego w branży powinno być ukierunkowane pod branże priorytetowe.

W pierwszej kolejności konieczne jest wdrożenie systemu informacji o zawodach w branży *offshore wind*, który w prosty i atrakcyjny sposób pokaże możliwe ścieżki rozwoju, wymagania kwalifikacyjne i potencjalne zarobki w branży. Towarzyszyć mu powinna kampania promocyjna i program edukacyjny oparty o coroczne wizyty we wszystkich jednostkach edukacji średniej (ze wsparciem platformy online), powiązany z wydarzeniami branżowymi – np. EduPower lub innymi wydarzeniami i targami branżowymi (podczas których realizowany będzie dodatkowy dzień edukacyjny, na wzór PowerConnect, Baltexpo). Należy też przeprowadzić dokładną analizę bilansującą dostępność i zapotrzebowanie na absolwentów. Rekomendowane w tym okresie jest uruchomienie programu „Absolwent” zakładającego przekazywanie uczniom klas 8 informacji o ścieżkach kariery przez uczniów szkół średnich, w tym nt. możliwości dalszego kształcenia w kierunkach zmierzających do zdobycia kwalifikacji w *offshore wind*.

Równolegle należy uruchomić regionalny program stypendialno-stażowy we współpracy z branżą *offshore wind*, który zapewni finansowane praktyki i stypendia dla uczniów i studentów kierunków technicznych. Warto także rozwijać sieć szkół patronackich w głównych ośrodkach regionu (Szczecin, Świnoujście, Police, Koszalin, Stargard, Kołobrzeg, Darłowo). Utworzenie regionalnego systemu praktyk branżowych opartego na stałej współpracy szkół, uczelni i firm przemysłowych jest kluczem do rozwoju kadr. Obecny poziom dostępu do praktyk jest bardzo niski – większość z nich ma charakter wybiórczy, krótkotrwały i teoretyczny, bez kontaktu z rzeczywistymi technologiami. Firmy powinny oferować corocznie liczne miejsca praktyk, finansowane częściowo z funduszy samorządowych i europejskich, natomiast szkoły techniczne i uczelnie – organizować wspólne laboratoria dydaktyczne w zakładach przemysłowych i portach. Powinno być to realizowane równolegle z ukierunkowaniem pod tym kątem kryteriów pozacenowych w aukcjach dla *offshore wind* (co jest w kompetencjach MKiŚ). Ważnym elementem kształcenia powinno być wykorzystanie programu Erasmus+, który umożliwia wymianę studentów i nauczycieli, praktyki zawodowe w firmach europejskich oraz udział w projektach badawczych i sieciach Centrów Wyznaczających Kompetencje (CoVEs)¹⁸. Dzięki temu szkoły, uczelnie i ośrodki szkoleniowe Pomorza Zachodniego mogłyby współpracować z wiodącymi ośrodkami np. w Danii, Holandii i Niemczech, adaptując ich standardy szkoleniowe i najlepsze praktyki pozyskiwania kwalifikacji.

Program 5 | Promocja regionu „Wind Factory of Europe”

Zidentyfikowano dwa trendy, które mogą skokowo zbudować siłę Regionu. Po pierwsze reindustrializacja, regionalizacja łańcuchów dostaw, wzrost zrozumienia i znaczenia hasła *“local content”*. Po drugie, mobilność zawodowa, która zarówno w Polsce, jak i w Europie rośnie, szczególnie wśród młodych pracowników i w sektorach wymagających wysokich kompetencji.

Celem Programu 5 jest budowa marki gospodarczej i społecznej Regionu. Promocja Zachodniopomorskiego jako miejsca dla przemysłu przyszłości i atrakcyjnego życia zawodowego. W ramach kampanii warto zawrzeć takie działania jak kampanie *employer branding* wśród młodych inżynierów, obecność regionu na międzynarodowych wydarzeniach, program ambasadorów „Wind Factory of Europe”. Inicjatywy te mogą przynieść znaczące efekty

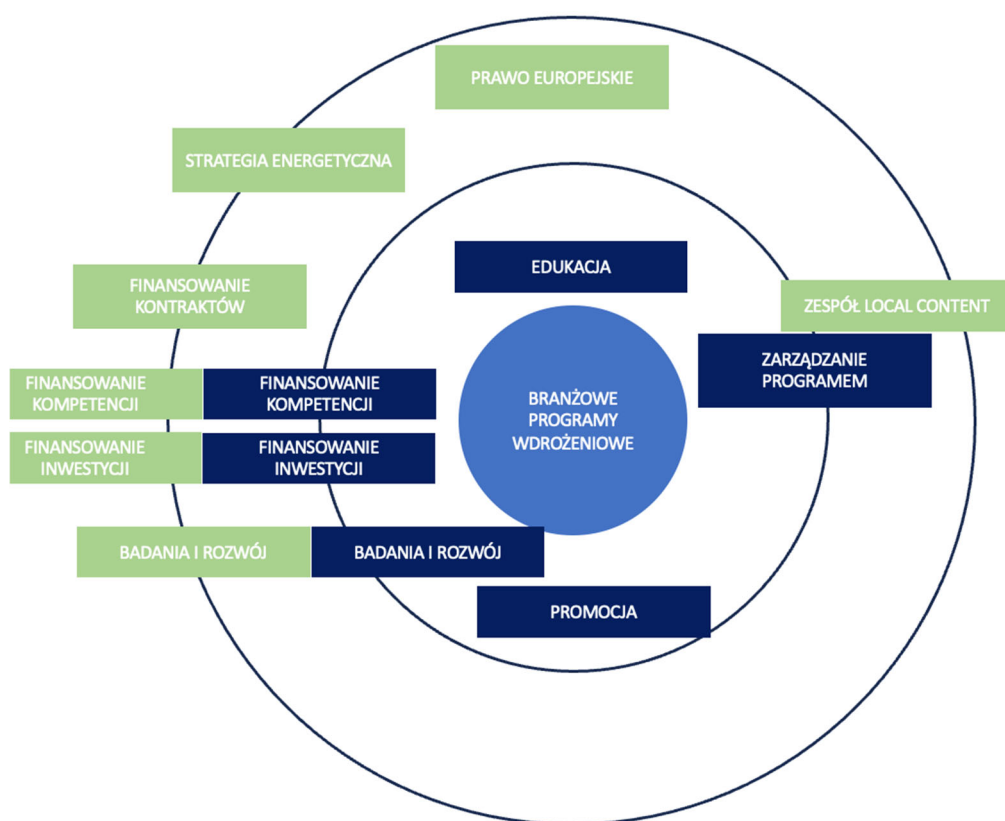
¹⁸ Instrumenty kompetencyjne w nowej perspektywie finansowania, takie jak Erasmus+ (41 mld EUR), tworzą podstawę do systemowego rozwoju kadr technicznych i operatorskich – obszaru coraz bardziej krytycznego dla zdolności produkcyjnych i utrzymaniowych branż.

we wskaźnikach inwestycji kapitałowych, jak i liczbie osób chcących przeprowadzić się do regionu w celu rozwoju zawodowego. Projekty w formie kampusów kompetencji (np. miasteczka uczniowsko-studenckiego oferującego kilkudniowe moduły kształcenia branżowego zakończone certyfikatem), połączone z organizacją spotkań młodzieży mogą przełożyć się na promocję Szczecina oraz Regionu.

System zarządzania / Koordynacja wdrożenia

Skuteczność strategii zależy nie tylko od jakości zaplanowanych działań, lecz przede wszystkim od ich konsekwentnej realizacji, opartej na jasnym podziale odpowiedzialności, koordynacji i narzędziach zarządczych. Region Pomorza Zachodniego – rozumiany jako wspólnota interesów Województwa Zachodniopomorskiego i Miasta Szczecin – potrzebuje **trwałego, profesjonalnego systemu wdrożeniowego**, który będzie zapewniał spójność działań, nadzór nad programami rozwojowymi i integrację wszystkich interesariuszy.

Schemat. Narzędzia w zakresie *local content*



Źródło: Analiza własna CEE Energy Group

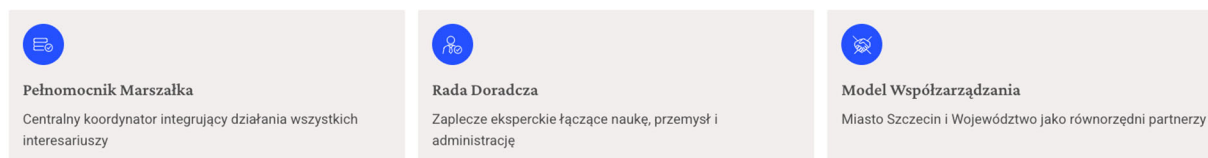
Rola Marszałka Województwa Zachodniopomorskiego - przez Pełnomocnika - jako centralnego koordynatora. Skuteczna realizacja programu rozwoju przemysłu *offshore wind* wymaga jednego, jasno umocowanego podmiotu odpowiedzialnego za koordynację i nadzór nad wszystkimi działaniami. Tę rolę pełnić może istniejący już *Pełnomocnik Marszałka Województwa ds. odnawialnych źródeł energii i rozwoju technologii wodorowych*.

Funkcja, która już dziś stanowi unikalną przewagę systemową Regionu, w perspektywie kolejnych lat powinna zostać dodatkowo wzmocniona.

Schemat. System Wdrożeniowy Programu Rozwoju Przemysłu Morskich Farm Wiatrowych

Profesjonalne zarządzanie rozwojem przemysłu morskiego w Regionie Pomorza Zachodniego

Skuteczność strategii zależy od konsekwentnej realizacji opartej na jasnym podziale odpowiedzialności, koordynacji i profesjonalnych narzędziach zarządczych.



Struktura Zarządzania

- Pełnomocnik jako architekt systemu wdrożeniowego
- Rada ds. Rozwoju Przemysłu Offshore – organ ekspercko-doradczy
- Biuro Programowe Offshore – centrum operacyjne
- Klastry przemysłowe jako operatorzy inicjatyw

Kluczowe Funkcje

- Koordynacja pięciu pakietów operacyjnych
- Monitoring postępów i ewaluacja
- Integracja publiczno-prywatna
- Nadzór nad spójnością strategiczną

Źródło: Analiza własna CEE Energy Group

Pełnomocnik będzie centralnym punktem integrującym działania Miasta Szczecin, Samorządu Województwa, instytucji publicznych, portów, przemysłu i uczelni. Jego zadaniem jest utrzymanie spójności strategicznej programów wdrożeniowych, a także moderowanie współpracy międzysektorowej, bez której rozwój regionalnego ekosystemu przemysłowego nie byłby możliwy. Pełnomocnik nie jest tu wykonawcą poszczególnych projektów, lecz koordynatorem całego systemu wdrożeniowego – osobą odpowiedzialną za planowanie, monitorowanie, rozwiązywanie problemów systemowych i kierowanie rozwojem regionalnych instrumentów wsparcia branży *offshore wind* w sposób długofalowy. Należy wskazać potrzebę Biura Programowego *Offshore*, które stanowić powinno centrum operacyjne w procesie koordynacji. Biuro Programowe *Offshore* mogłoby pełnić rolę regionalnego operatora procesu, zapewniając obsługę organizacyjną i merytoryczną, a także gwarantując koordynację przepływu informacji pomiędzy Radą ds. Rozwoju Przemysłu Offshore, Pełnomocnikiem i Marszałkiem w ramach Urzędu Marszałkowskiego Województwa Zachodniopomorskiego. Będzie też pełnić istotną rolę regionalnego punktu kontaktowego dla przedsiębiorstw i obecnych oraz przyszłych inwestorów.

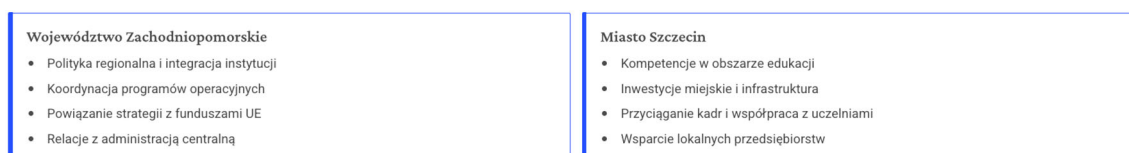
Rola Miasta Szczecin w systemie rozwoju *offshore wind*. Miasto Szczecin pełni funkcję metropolitalnego centrum rozwoju sektora morskiej energetyki wiatrowej w województwie zachodniopomorskim. Jego rola wynika z koncentracji infrastruktury portowej i zaplecza przemysłowego, instytucji naukowych i edukacyjnych, przedsiębiorstw tworzących lokalny łańcuch usług, zasobów kadrowych i szkoleniowych, kompetencji administracyjnych, oraz planistycznych i przestrzennych. W systemie regionalnym Szczecin jest głównym punktem styku między polityką regionalną a praktyką gospodarczą sektora *offshore*. Miasto odpowiada za operacyjną stronę rozwoju sektora na swoim terenie, podczas gdy Marszałek sprawuje nadzór strategiczny w skali województwa. Z uwagi na koncentrację zadań Prezydenta Miasta na wielu sektorach gospodarki, proponujemy wyodrębnienie roli Pełnomocnika Prezydenta Miasta Szczecin ds. *Offshore*. Wyodrębnienie tego stanowiska podnosi rangę sektora w strukturze Miasta i jednoznacznie wskazuje, gdzie znajduje się centrum operacyjnej odpowiedzialności. Pełnomocnik Prezydenta ds. *Offshore* może być osobą odpowiedzialną za całościową koordynację miejskiej polityki *offshore wind*, funkcjonującą bezpośrednio przy Prezydencie Miasta. łączy rolę strategiczną i operacyjną, stanowiąc reprezentanta Prezydenta w relacjach z Marszałkiem, UMWZ i

Biurem Programowym Offshore, głos Miasta w pracach Rady ds. Rozwoju Przemysłu *Offshore* oraz lidera miejskiej współpracy z branżą oraz organizacjami sektora.

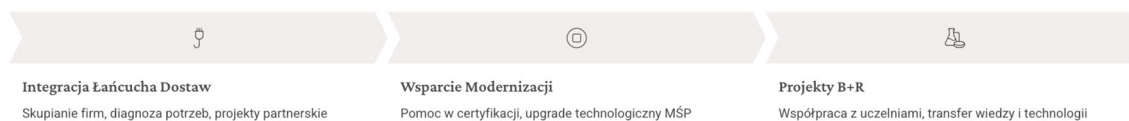
Rada ds. Rozwoju Przemysłu *Offshore* jako zaplecze eksperckie. Wspierającą rolę w systemie zarządzania będzie pełnić Rada ds. Rozwoju Przemysłu *Offshore* – ciało ekspercko-doradcze skupiające przedstawicieli świata nauki, przemysłu, portów, organizacji branżowych, instytucji finansujących inwestycje oraz ekspertów branżowych. Rada będzie zapewniać Pełnomocnikowi dostęp do wiedzy sektorowej i doświadczeń praktyków, a jednocześnie pełnić funkcję inicjującą i opiniującą. Należy zaplanować możliwość wsparcia jej działania środkami regionalnymi oraz funduszami dedykowanymi rozwojowi klastrów. Zadania Rady obejmą ocenę kierunków strategicznych, rekomendowanie zmian w programach, wspieranie tworzenia partnerstw publiczno-prywatnych, analizę trendów międzynarodowych oraz wskazywanie obszarów wymagających interwencji. Dzięki temu Rada stanie się jednym z kluczowych filarów profesjonalnego systemu *governance* dla przemysłu offshore wind w regionie. Należy również zapewnić obsługę administracyjną Rady.

Efektywne wdrażanie Strategii wymaga trwałej i jasno określonej współpracy między Miastem Szczecin a Samorządem Województwa Zachodniopomorskiego. Obie instytucje pełnią role komplementarne i razem tworzą jedno centrum odpowiedzialności za rozwój przemysłu *offshore wind*. Województwo odpowiada za politykę regionalną, integrację instytucji, koordynację programów, powiązanie Programu z funduszami unijnymi oraz relacje z administracją centralną. Miasto natomiast wnosi kompetencje w obszarze edukacji, inwestycji miejskich, promocji, przyciągania kadr, współpracy z uczelniami i lokalnymi przedsiębiorstwami. Tak zdefiniowany podział ról tworzy spójny model, w którym oba poziomy administracji działają jako równorzędni partnerzy, a jednocześnie prace koordynowane są przez Pełnomocnika Marszałka i operacyjnie – przez Biuro Programowe Offshore. Ten układ ma kluczowe znaczenie dla powodzenia projektu, ponieważ żaden element Strategii – od edukacji po rozwój infrastruktury portowej – nie może być efektywnie realizowany w oderwaniu od polityk miejskich i regionalnych.

Schemat. Współpraca jednostek operacjonalizacji



Rola Klastrow Przemysłowych



Źródło: Analiza własna CEE Energy Group

Klastry jako operacyjne zaplecze systemu wdrażania. W horyzoncie średnioterminowym kluczową rolę operacyjną w realizacji strategii odegrają regionalne klastry przemysłowe, w szczególności te działające w obszarach przemysłów morskich, metalowych, energetycznych i technologicznych. Klastry staną się naturalnym zapleczem organizacyjnym, analitycznym i eksperckim dla Pełnomocnika oraz Rady, a także głównymi operatorami inicjatyw rozwojowych przewidzianych w Programie 1 i Programie 2. To one będą skupiać firmy z łańcucha dostaw, prowadzić prace diagnostyczne, przygotowywać projekty partnerskie, pomagać przedsiębiorstwom w modernizacji i zdobywaniu certyfikacji, a także współpracować z uczelniami w projektach badawczo-rozwojowych. Klastry, dzięki swojej elastyczności, bliskości biznesu, rozumieniu jego potrzeb, będą

również pełnić funkcję platform dialogu między MŚP a dużymi firmami kotwiczącymi oraz reprezentować interesy branży w relacjach z administracją. W dłuższej perspektywie mogą przejąć część odpowiedzialności operacyjnej za realizację wybranych projektów infrastrukturalnych i edukacyjnych.

Partnerstwa publiczno-prywatne jako fundament wdrażania Programu. Cała ujęta w niniejszym dokumencie strategia opiera się na założeniu, że rozwój sektora *offshore wind* jest możliwy tylko wtedy, gdy w proces zostanie zaangażowana szeroka koalicja partnerów publicznych i prywatnych. Dotyczy to zarówno firm kotwiczących, takich jak Stocznia Szczecińska Wulkan, Vestas, Windar czy TFKable, jak i portów, uczelni, instytucji finansowych, organizacji branżowych i jednostek badawczych. Partnerstwa te będą formowane zarówno na poziomie projektowym, jak i programowym. Duże firmy odegrają rolę „klientów systemowych” wskazujących potrzeby technologiczne i jakościowe, MŚP będą beneficjentami programów modernizacyjnych, uczelnie partnerami w badaniach i rozwoju, a instytucje publiczne – gwarantami finansowania i długoterminowej stabilności. W praktyce oznacza to tworzenie konsorcjów dla projektów pilotażowych, laboratoriów branżowych, programów edukacyjnych, projektów testowych oraz inicjatyw eksportowych. Siła regionu w perspektywie 2040 roku będzie wprost zależeć od **jakości, stabilności i skali tych partnerstw** – to one pozwolą przekuć potencjał Zachodniopomorskiego w rzeczywistą przewagę konkurencyjną.

SEKCJA A. TECHNOLOGIA I POTRZEBY RYNKU ENERGII

1 ROZWÓJ MORSKIEJ ENERGETYKI WIATROWEJ W POLSCE I EUROPIE

1.1 MORSKA ENERGETYKA WIATROWA TO DOJRZAŁA TECHNOLOGIA Z EUROPEJSKIMI KORZENIAMI

Morska energetyka wiatrowa (ang. *offshore wind*) jest jedną z najbardziej przyszłościowych i dynamicznie rozwijających się gałęzi odnawialnych źródeł energii (OZE). Jej znaczenie rośnie wraz z globalnym dążeniem do redukcji emisji gazów cieplarnianych i skutków kryzysu klimatycznego. Wykorzystanie morskich wiatrów do produkcji energii elektrycznej oferuje wiele korzyści, zarówno ekologicznych, jak i ekonomicznych. Dzięki większej stabilności i sile wiatrów na otwartych wodach, farmy wiatrowe umiejscowione na morzu mogą generować znacznie większą ilość energii w porównaniu do ich lądowych odpowiedników.

1.1.1 *Historia morskiej energetyki wiatrowej*

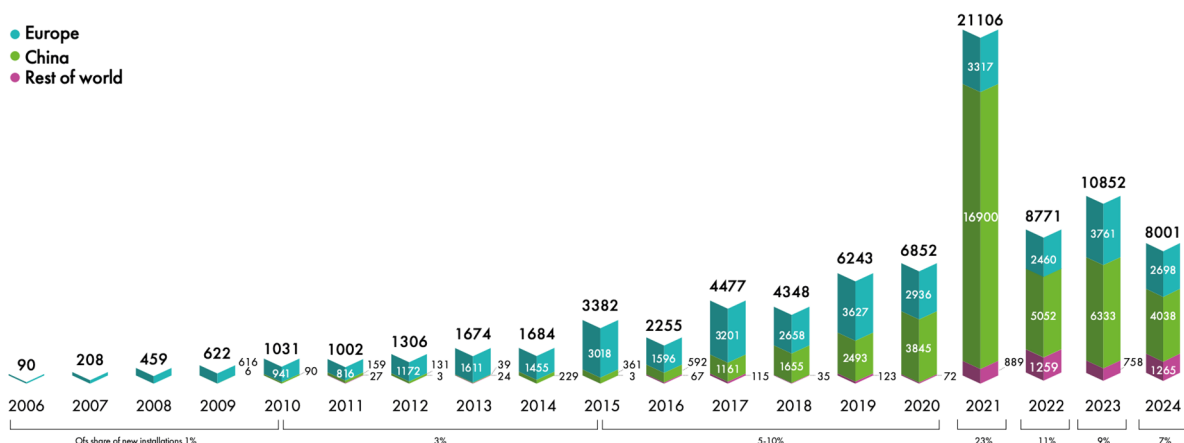
Historia morskiej energetyki wiatrowej jest stosunkowo krótka. Początki tej technologii sięgają lat 90. XX wieku, kiedy to zaczęto dostrzegać ogromny potencjał wiatru wiejącego nad morzami i oceanami. Pierwsza morska farma wiatrowa została uruchomiona w 1991 r. w Danii, w okolicach wyspy Lolland. Składała się ona z 11 turbin, każda o mocy 450 kW, co łącznie dawało moc 4,95 MW. Projekt ten, znany jako Vindeby, był przełomowy i pokazał, że instalacje wiatrowe mogą funkcjonować w trudnych warunkach morskich. Dania jest uważana za jednego z pionierów morskiej energetyki wiatrowej. W kolejnych dwóch dekadach dołączyły do niej inne kraje europejskie, takie jak Niemcy, Wielka Brytania i Niderlandy. W 2000 r. w Danii uruchomiono kolejną farmę wiatrową Horns Rev, składającą się z 80 turbin o łącznej mocy 160 MW, co stanowiło znaczący krok naprzód w skali i wydajności projektów morskich. W Wielkiej Brytanii w 2003 r. uruchomiono pierwszą komercyjną morską farmę wiatrową North Hoyle o mocy 60 MW. Brytyjski rząd, widząc korzyści płynące z tej technologii, zaczął wspierać rozwój kolejnych projektów, co przyczyniło się do szybkiego wzrostu sektora¹⁹.

Na początku XXI wieku morska energetyka wiatrowa zaczęła zdobywać popularność poza Europą. W Azji, zwłaszcza w Chinach i Japonii, rozpoczęto realizację ambitnych projektów, mających na celu wykorzystanie ogromnego potencjału morskiego wiatru. Chiny, które już wcześniej inwestowały w lądowe farmy wiatrowe, szybko stały się jednym z liderów w dziedzinie morskiej energetyki wiatrowej.

W Stanach Zjednoczonych pierwsza morska farma wiatrowa, Block Island Wind Farm, została uruchomiona dopiero w 2016 r. Składała się ona z 5 turbin o łącznej mocy 30 MW. Mimo późnego startu, rynek amerykański wykazuje ogromny potencjał wzrostu, a kolejne projekty są w fazie planowania i realizacji (pomimo, że nowo wybrana administracja prezydencka może czasowo zahamować jej rozwój). Kumulatywny wzrost do ok 68 GW na świecie zaprezentowany na rysunku poniżej zadziwia krótkim okresem intensywnego wzrostu.

¹⁹ <https://windeurope.org/about-wind/history/> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

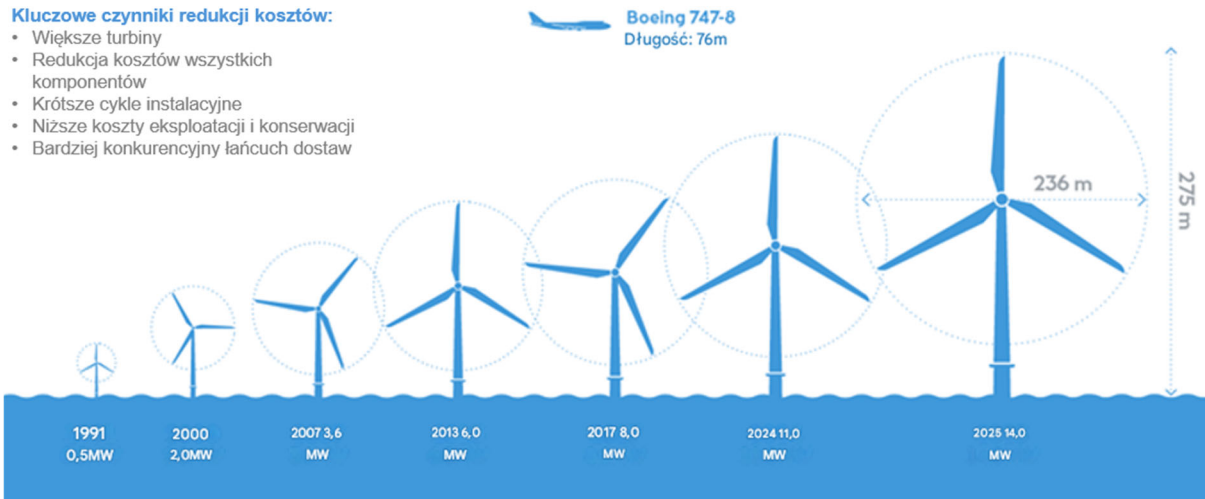
Wykres 1. Instalacje morskich farm wiatrowych na świecie w MW do 2024 r.



Źródło: <https://www.gwec.net/gwec-news/offshore-wind-installed-capacity-reaches-83-gw-as-new-report-finds-2024-a-record-year-for-construction-and-auctions>

Od pierwszych instalacji w latach 90-tych, technologia morskich turbin wiatrowych przeszła ogromne zmiany. Dzisiejsze turbiny są znacznie większe, bardziej efektywne i bardziej niezawodne niż ich wczesne odpowiedniki. Wprowadzenie turbin o mocy przekraczającej 14-15 MW, umożliwia budowę farm wiatrowych na większą skalę i z wyższą wydajnością.

Rysunek 1. Ewolucja wielkości turbin morskich farm wiatrowych.



Źródło: <https://orsted.com/en/what-we-do/renewable-energy-solutions/offshore-wind>

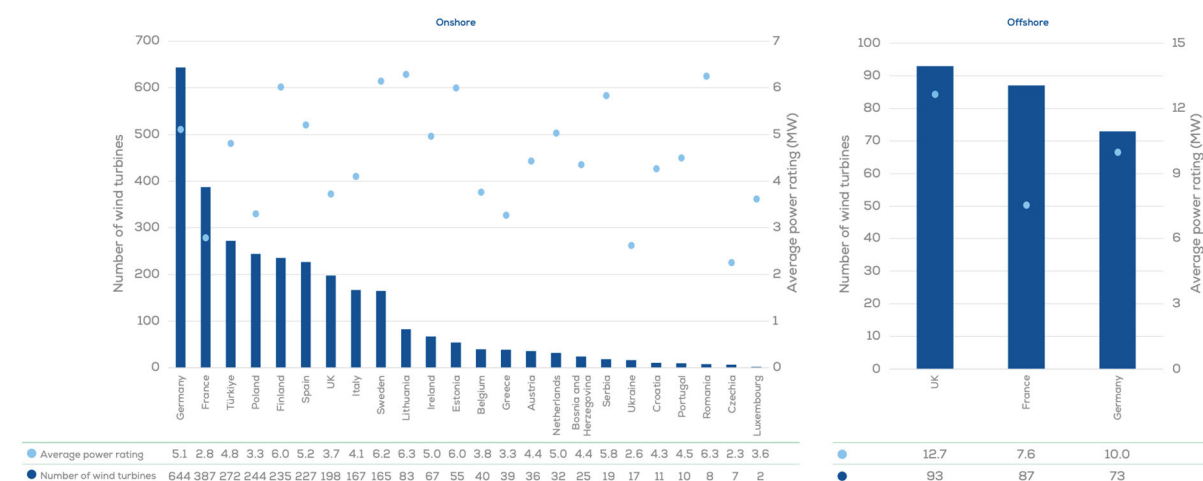
Innowacje w sektorze morskiej energetyki wiatrowej obejmują dalszy rozwój technologii. Przykładem są pływające turbiny wiatrowe (ang. *floating*), które umożliwiają instalację farm wiatrowych na głębszych wodach, niedostępnych dla tradycyjnych, posadowionych na dnie konstrukcji. Projekty demonstracyjne, takie jak Hywind Scotland, pierwsza na świecie komercyjna farma wiatrowa z pływającymi turbinami, stanowią przełom technologiczny, otwierając nowe obszary dla rozwoju morskiej energetyki wiatrowej i zwiększając dostępność lokalizacji o wysokim potencjale wiatrowym.

Dalej w łańcuchu wartości, rozwój *offshore wind* wspiera innowacyjne zastosowania w obszarze zielonego wodoru, który zyskuje na znaczeniu jako kluczowy element transformacji energetycznej i magazynowania energii. Połączenie morskich farm wiatrowych z elektrolizerami umożliwia bezpośrednią produkcję zielonego wodoru, wykorzystując energię elektryczną generowaną przez turbiny wiatrowe do przeprowadzenia procesu elektrolizy wody. Wodór wytwarzany w ten sposób jest całkowicie neutralny pod względem emisji CO₂ i może być wykorzystywany do wielu zastosowań.

Integracja produkcji wodoru z morskimi farmami wiatrowymi to odpowiedź na kluczowe wyzwania sektora, takie jak zmienność generacji energii czy brak dostępności mocy przyłączeniowych. Wodór działa jako nośnik energii, umożliwiając jej magazynowanie i wykorzystanie w okresach niskiej produkcji wiatrowej. W ten sposób staje się ważnym narzędziem stabilizacji sieci energetycznych, szczególnie w regionach, gdzie nadmiar energii elektrycznej może być trudno zagospodarowany.

W ścieżce dekarbonizacji zakłada się, że zielony wodór może być używany do dekarbonizacji sektorów trudno elektryfikowalnych, takich jak przemysł ciężki (np. produkcja stali), transport dalekobieżny (ciężarówki, statki) oraz jako paliwo dla przyszłościowych technologii, takich jak ogniwa paliwowe. W połączeniu z innowacjami w morskiej energetyce wiatrowej, wodór tworzy potencjał dla zintegrowanych rozwiązań, które mogą przyspieszyć transformację energetyczną na skalę globalną.

Rysunek 2. Turbiny podłączone do sieci w 2023 roku, porównanie onshore i offshore

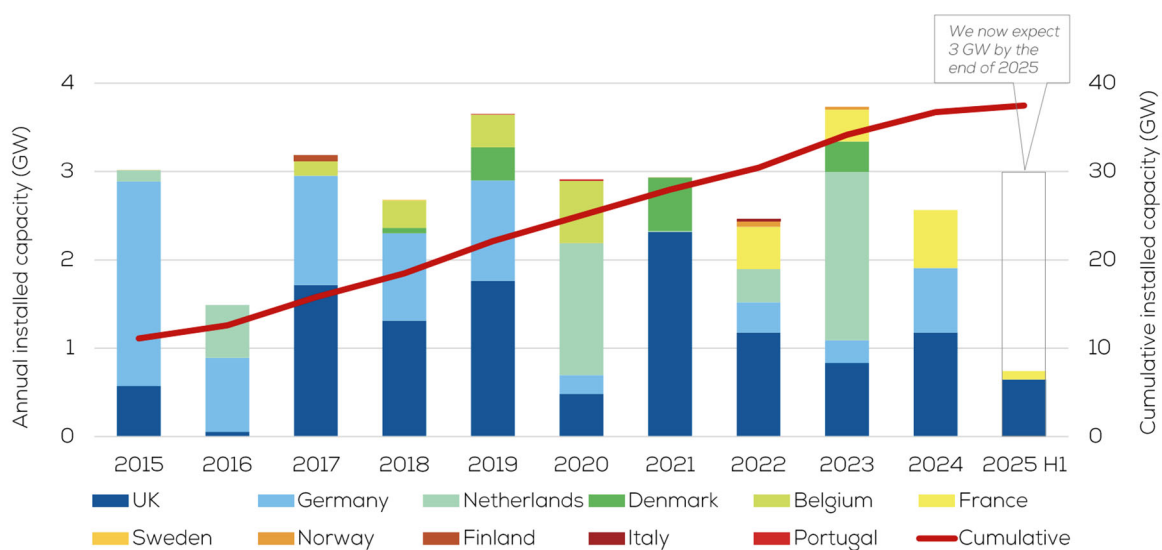


Źródło: Wind Europe, *Offshore wind in Europe - key trends and statistics 2024*

1.1.2 Potencjał offshore wind w Europie

Europa, będąca miejscem narodzin odnawialnych źródeł energii, zainwestowała znaczne środki w rozwój technologii morskich farm wiatrowych, co przyczyniło się do dynamicznego wzrostu tego rynku w ostatnich latach.

Wykres 2. Instalacje morskich farm wiatrowych w Europie w latach 2015-2025.



Źródło: Wind Europe, Offshore wind energy 2025 mid-year statistics.

1.1.3 Główne kraje budujące morskie farmy wiatrowe

Morska energetyka wiatrowa w Europie jest zdominowana przez kilka kluczowych krajów, które przodują zarówno pod względem zainstalowanej mocy, jak i liczby realizowanych projektów. Te kraje odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu rynku i wyznaczaniu trendów w branży.

Rysunek 3. Moc zainstalowana w Europie w GW, Lipiec 2025.

COUNTRY	NO. OF WIND FARMS CONNECTED	NO. OF TURBINES CONNECTED	CUMULATIVE CAPACITY (MW)
UK	47	2,921	16,577
GERMANY	33	1,639	9,121
NETHERLANDS	10	670	4,739
DENMARK	17	672	2,653
BELGIUM	11	399	2,261
FRANCE	6	229	1,596
SWEDEN	5	80	195
NORWAY	3	13	101
FINLAND	3	19	71
ITALY	1	10	30
IRELAND	1	7	25
PORTUGAL	1	3	25
SPAIN	2	2	7
Total	140	6,664	37,401 MW

Źródło: Wind Europe 2025.

Wielka Brytania jest europejskim liderem w dziedzinie morskiej energetyki wiatrowej i posiada największą moc zainstalowaną w morskich farmach wiatrowych (na świecie więcej mają tylko Chiny). Od lat 2000, kraj ten

zainwestował znaczne środki w rozwój tej technologii. Do największych projektów należą farmy wiatrowe Hornsea Project One i Two, Dogger Bank oraz London Array. Polityka rządu brytyjskiego, wspierająca rozwój odnawialnych źródeł energii oraz dostęp do korzystnych warunków wietrznych na Morzu Północnym, przyczyniła się do dynamicznego rozwoju sektora.

Niemcy są drugim co do wielkości rynkiem morskiej energetyki wiatrowej w Europie. Kraj ten rozwija swoje projekty głównie na Morzu Północnym i Morzu Bałtyckim. Niemieckie farmy wiatrowe, takie jak Merkur, Borkum Riffgrund i Arkona, należą do najbardziej zaawansowanych technologicznie na świecie. Niemiecka polityka energetyczna, znana jako *Energiewende*, kładzie duży nacisk na rozwój odnawialnych źródeł energii, co sprzyja inwestycjom w morską energetykę wiatrową.

Dania jako pionier w dziedzinie morskiej energetyki wiatrowej, kontynuuje swoją wiodącą rolę w Europie. Pierwsza na świecie morska farma wiatrowa, Vindeby, została uruchomiona właśnie w Danii. Obecnie kraj ten posiada jedne z największych farm wiatrowych, takie jak Horns Rev i Kriegers Flak. Duńskie firmy, takie jak Ørsted czy Vestas, są globalnymi liderami w branży, a rząd aktywnie wspiera rozwój sektora poprzez różnorodne programy i inicjatywy.

Niderlandy, ze względu na swoje korzystne warunki geograficzne i politykę wspierającą odnawialne źródła energii, stały się jednym z kluczowych graczy w europejskiej morskiej energetyce wiatrowej. Kraj ten rozwija swoje projekty głównie na Morzu Północnym, a do największych farm wiatrowych należą Borssele i Gemini. Niderlandzki rząd planuje dalsze rozszerzenie mocy zainstalowanej.

Belgia, choć mniejsza pod względem powierzchni, ma znaczący udział w rynku morskiej energetyki wiatrowej. Belgijskie farmy wiatrowe, takie jak Northwind i Rentel, przyczyniają się do zwiększenia zainstalowanej mocy odnawialnych źródeł energii w kraju. Rząd belgijski wspiera rozwój sektora poprzez polityki subsydiowania oraz tworzenie korzystnych warunków inwestycyjnych.

Francja, choć później rozpoczęła inwestycje w morską energetykę wiatrową w porównaniu do swoich europejskich sąsiadów - szybko nadrabia zaległości. Polityka energetyczna kraju kładzie duży nacisk na rozwój OZE, i wspiera rozwój morskich farm wiatrowych. Rządowe plany dotyczą budowy dwóch morskich farm wiatrowych (i dodatkowo trzech pływających MFW) o łącznej mocy 9,2 GW. Inicjatywa ta jest częścią strategii osiągnięcia 45 GW mocy z MEW do 2050 r.

Norwegia posiada ogromny potencjał w kontekście morskiej energetyki wiatrowej, dzięki korzystnym warunkom naturalnym, bogatym zasobom przemysłowym oraz zaawansowanym technologiom, takim jak pływające farmy wiatrowe. Na terenie kraju występują jedne z najsilniejszych i najstabilniejszych wiatrów w Europie, zwłaszcza na Morzu Północnym, co stwarza idealne warunki do budowy dużych morskich farm wiatrowych o wysokiej wydajności. Dzięki długoletniemu doświadczeniu w przemyśle *oil&gas*, związanym głównie z ropą naftową i gazem, Norwegia posiada zasoby i wiedzę techniczną, które mogą być z powodzeniem przeniesione na rozwój sektora odnawialnych źródeł energii. Jednym z kolejnych przełomowych perspektyw rozwoju norweskiej energetyki wiatrowej jest technologia pływających farm wiatrowych²⁰.

Pozostałe kraje takie jak: Włochy, Litwa, Portugalia, Hiszpania to kraje dopiero wchodzące na rynek jednak, już teraz wykazują duży potencjał i ambitne plany rozwojowe w tym sektorze. Polska jest jednym z najbardziej atrakcyjnych nowych rozwijających się rynków.

²⁰ Norwegia już zrealizowała pionierskie projekty, takie jak farma Hywind, która była pierwszą na świecie komercyjną pływającą farmą wiatrową, uruchomioną przez firmę Equinor w 2017 r.

Tabela 1. Finalne decyzje inwestycyjne dla morskich farm wiatrowych do połowy 2025 roku.

Country	WIND FARM	CAPACITY (MW)	FINAL INVESTMENT DECISION	TOTAL CAPEX (€bn)	TRANSMISSION COSTS	COMMISSIONING DATE
POLAND	Baltica 2	1,498	Q1 2025	6.5	Developer	2027
POLAND	Bałtyk II	720	Q2 2025	3.2	Developer	2028
POLAND	Bałtyk III	720	Q2 2025	3.2	Developer	2028
UK	Inch Cape	1,080	Q1 2025	4.2	Developer	2027
GERMANY*	Nordlicht 2 (N-6.6)	630	Q1 2025	2.1	TSO	2028
GERMANY*	Nordlicht 1 (N-7.2)	980	Q1 2025	2.9	TSO	2028
Total	-	5,628 MW	-	€22.1bn	-	-

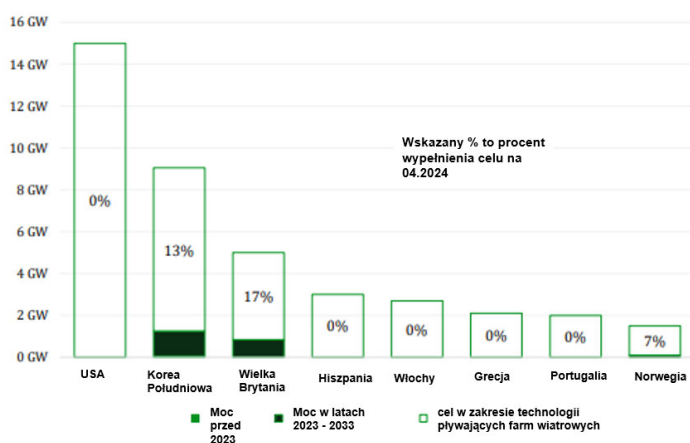
Źródło: Wind Europe, *Offshore wind in Europe - key trends and statistics mid-2025*.

Komentarz: BC Wind podjęło FID w IV kwartale 2025 roku

1.1.4 Potencjał floating offshore wind

Pływająca energetyka wiatrowa (ang. *floating offshore wind*) ma ogromny potencjał globalny, zwłaszcza w regionach o głębokich wodach, gdzie nie można zastosować tradycyjnych fundamentów. Kraje europejskie dominują tempem w instalacjach morskiej energetyki wiatrowej i rozwoju pływających instalacji. Według raportu TGS/4C *Floating Offshore Wind Report*, Wielka Brytania jest nadal najatrakcyjniejszym rynkiem dla rozwoju MEW opartym o instalacje pływające. Następne perspektywiczne rynki to Norwegia i Korea Południowa. Na kolejnych miejscach uplasowały się Stany Zjednoczone, Japonia, Francja, Hiszpania, Włochy, Portugalia²¹. Kluczowe wyzwania rozwoju to brak pewności regulacyjnej, koszty energii związane z kosztem fabrykacji fundamentów, trudności w pozyskaniu inwestycji oraz ograniczenia w łańcuchu dostaw i infrastrukturze portowej.

Wykres 3. Kraje z celami krajowymi w zakresie technologii pływających farm wiatrowych do 2030 r.



Źródło: ERM, Brinckmann, Norwegian Energy Partners, *Global supply chain study*,

<https://www.fornybarnorge.no/contentassets/c5a028ec756844889a34bc5f9fb7a292/erm-supply-chain-study-merged-.pdf>.

²¹ <https://www.gospodarkamorska.pl/morska-energetyka-wiatrowa-w-europie-lapie-wiatr-w-smigla-i-nadrabia-zaleglosci-szanse-dla-polskich-producentow-73058> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

1.2 KOSZTY INWESTYCYJNE ZWIĄZANE Z BUDOWĄ MORSKICH FARM WIAТРOWYCH

Koszty budowy morskiej farmy wiatrowej są znaczące i obejmują zarówno nakłady kapitałowe, jak i koszty związane z finansowaniem i rezerwami na ewentualne ryzyka. Przykładowo, szacunkowy całkowity budżet projektu Baltic Power²² wynosi około 4,73 mld EUR, z czego wydatki kapitałowe, w tym ubezpieczenie, stanowią około 4,05 mld EUR. Koszty te obejmują zarówno budowę infrastruktury morskiej, jak i lądowej, w tym m.in. farmę wiatrową, podstacje oraz instalację kabli przesyłowych.

Projekt Baltic Power jest finansowany w modelu Project Finance, który jest szczególnie korzystny dla inwestycji o dużych potrzebach kapitałowych i długim okresie realizacji. Wsparcie finansowe zapewnia konsorcjum składające się z 25 instytucji finansowych, zarówno polskich, jak i międzynarodowych. Wśród tych instytucji znajdują się renomowane banki komercyjne oraz agencje kredytów eksportowych, takie jak Europejski Bank Inwestycyjny, Europejski Bank Odbudowy i Rozwoju, Euler Hermes oraz Export and Investment Fund of Denmark. Całkowity poziom finansowania projektu wynosi około 80% całkowitych kosztów kapitałowych, a partnerzy projektu wnoszą pozostałe 20%.

Uśredniając więc, koszt budowy 1 GW farmy wiatrowej to przedział od 3,3 do prawie 4 miliardów EUR (między 14 a 17 miliardów PLN). Jest to koszt związany z rozwojem projektu i jego budową, bez uwzględnienia tzw. fazy OPEX, czy kosztów obsługi i serwisu, która według różnych szacunków stanowi od 30 do 40% całkowitego kosztu projektu.

Przygotowania do zamknięcia finansowego projektu są długotrwałe i obejmują szeroko zakrojone prace z wieloma interesariuszami. W ciągu pięciu i pół roku przygotowań zespół Baltic Power uzyskał siedem zezwoleń na budowę, wymagających ponad 150 zgód administracyjnych od około 40 różnych instytucji. Skala przedsięwzięcia jest widoczna w dokumentacji budowlanej liczącej ponad 10 000 stron, z czego około 320 000 dokumentów i badań zostało wygenerowanych w trakcie tego procesu²³.

Koszt wyprodukowania jednej MWh energii elektrycznej przy użyciu danej technologii, z uwzględnieniem kosztów budowy, instalacji, finansowania, eksploatacji i konserwacji, znany jako LCOE (ang. *Levelized Cost Of Electricity*), ma bezpośredni wpływ na konkurencyjność tej technologii, a w konsekwencji na jej masowe wdrażanie i zastępowanie przestarzałych technologii. Morska energetyka wiatrowa w ostatnich kilkunastu latach zredukowała LCOE o ponad 60%, dowodząc swojej efektywności kosztowej, w tym w porównaniu z innymi dostępnymi źródłami energii.

1.2.1 *Sytuacja na rynku morskiej energetyki wiatrowej w 2025 roku i perspektywa krótkoterminowa*

Rok 2025 stanowi punkt zwrotny dla globalnej morskiej energetyki wiatrowej, która po dekadzie dynamicznego wzrostu i spadku kosztów o ponad 60% znalazła się pod silną presją makroekonomiczną i regulacyjną. Sektor staje wobec rosnącej luki między ambitnymi celami polityki energetycznej a realnymi możliwościami ich wdrożenia. Przyczyną jest gwałtowny wzrost kosztów inwestycyjnych (o 30–40% w ciągu ostatnich dwóch lat),

²² <https://balticpower.pl/news/baltic-power-embarks-on-construction-of-central-europe-s-largest-green-energy-project/> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

²³ <https://www.gospodarkamorska.pl/grupa-orken-rozpoczyna-najwieksza-w-europie-srodkowej-inwestycje-w-zielona-energetyce-75550> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

inflacja nakładów CAPEX sięgająca 30–50% od 2021 r., utrzymujące się wysokie stopy procentowe oraz chroniczne wąskie gardła w globalnych łańcuchach dostaw.

Kluczowe sygnały rynkowe w 2025 roku

Zapaść aukcyjna. W całej Europie obserwuje się wyraźne ochłodzenie aktywności inwestycyjnej deweloperów, prowadzące do bezprecedensowych niepowodzeń przetargów. W sierpniu 2025 r. niemiecka aukcja na 2,5 GW zakończyła się brakiem ofert – podobnie jak wcześniejsze postępowania w Danii i brytyjska Allocation Round 5 w 2023 r. W reakcji na to rządy rewidują systemy wsparcia – m.in. Wielka Brytania i Dania wdrażają lub rozważają szersze zastosowanie dwustronnych kontraktów różnicowych (CfD) – co ma kluczowe znaczenie dla przywrócenia przewidywalności przychodów i stabilności inwestycyjnej.

Rewizje prognoz. Pomimo rekordowego poziomu finansowania w pierwszej połowie 2025 r. (decyzje inwestycyjne FID o łącznej wartości 22 mld EUR dla 5,6 GW), organizacja WindEurope zrewidowała prognozę mocy zainstalowanej w Europie do 2030 r. w dół – do 80 GW, z czego 46 GW w krajach UE-27. Równocześnie Międzynarodowa Agencja Energetyczna (IEA) obniżyła globalną prognozę wzrostu morskiej energetyki wiatrowej o 27%, wskazując na strukturalne opóźnienia projektowe i presję kosztową.

Transformacja regionalna. Chiny konsekwentnie wzmacniają swoją dominację technologiczną – spółka Ming Yang posiada 31,3% udziału w chińskiej mocy zainstalowanej offshore. Skalą swoich projektów Chiny napędzają wzrost globalnego rynku, który ma osiągnąć 37 GW rocznie do 2030 r. Jednocześnie, rynek amerykański został praktycznie zahamowany, powodując znaczące kłopoty kluczowych spółek również w Europie, takich jak Orsted.

Strategia deweloperów. W obliczu rosnących kosztów i niepewności rynkowej, deweloperzy przyjmują coraz bardziej zróżnicowane strategie. Obserwuje się przejście od agresywnego modelu minimalizacji LCOE, przez obniżania ryzyka inwestycji poprzez partnerstwa kapitałowe, po strategiczne wstrzymywanie decyzji inwestycyjnych w oczekiwaniu na stabilniejsze warunki rynkowe i regulacyjne.

Krótkoterminowa perspektywa zakłada, że ożywienie będzie stopniowe i powolne, oczekiwane po najniższym punkcie w 2025 roku. Wymaga to strukturalnych zmian, zarówno w podejściu deweloperów do zarządzania kosztami, jak i w ramieniu regulacyjnym państw.

Ambitne cele kontra rzeczywistość kosztowa

Pomimo pogłębiających się napięć gospodarczych i presji inflacyjnej, Europa utrzymuje wysokie ambicje w zakresie rozwoju morskiej energetyki wiatrowej. Unia Europejska podniosła cel mocy zainstalowanej w offshore wind do 360 GW do 2050 roku²⁴, podczas gdy obecny poziom wynosi 37 GW, z czego 21 GW przypada na kraje UE-27. Równolegle rosną jednak ograniczenia makroekonomiczne, które podważają wykonalność tych planów. Kluczowe wyzwania to:

²⁴ <https://e-magazyny.pl/aktualnosci/unia-europejska-chce-360-gw-w-offshore-do-2050-roku/>

- **Inflacja CAPEX i LCOE.** Koszty inwestycyjne w projektach offshore wzrosły o 30–40% w ciągu ostatnich dwóch lat, a ceny surowców, komponentów i robocizny o 30–50% od 2021 roku. W efekcie marże projektowe niekiedy spadły nawet o ponad 400 punktów bazowych, co znacząco obniżyło rentowność nowych inwestycji²⁵.
- **Wysokie stopy procentowe.** Trwale podwyższony koszt kapitału utrudnia finansowanie projektów, zmuszając deweloperów do intensywnego poszukiwania oszczędności w strukturze LCOE (Levelized Cost of Energy) oraz renegocjacji warunków finansowania.
- **Wąskie gardła w łańcuchu dostaw.** Producenci turbin, fundamentów i kabli zmagają się z obniżonymi marżami, ograniczoną dostępnością komponentów i brakiem stabilnych prognoz popytu. Choć ceny częściowo się stabilizują, koszty jednostkowe turbin pozostają rekordowo wysokie, a opóźnienia w realizacji przyłączy morskich hamują rozwój nowych farm.
- **Ograniczenia infrastruktury portowej.** Europejskie porty stają się krytycznym wąskim gardłem dla ekspansji offshore wind. Według szacunków, do 2030 roku potrzebne są inwestycje rzędu 6,5 mld EUR w modernizację infrastruktury — obejmujące powiększanie terenów przemysłowych, wzmocnienie nabrzeży i budowę nowych suchych doków, niezbędnych do obsługi projektów nowej generacji.
- **Niezbędny rozwój sieci w Europie.**

Reakcja rynkowa i zmiany regulacyjne w Europie

Niepowodzenia ostatnich aukcji offshore wind uwiarydomiły konieczność głębokiej rewizji mechanizmów wsparcia i przywrócenia stabilności inwestycyjnej w sektorze. Coraz więcej państw europejskich rezygnuje z ryzykownych modeli aukcyjnych, w tym szczególnie z tzw. negative bidding, które w praktyce doprowadziły do wzrostu kosztów, zastoju inwestycji i odpływu kapitału. Europa odchodzi od praktyki, w której deweloperzy płacą za prawo do budowy farm wiatrowych, ponieważ mechanizm ten prowadził do wzrostu kosztów początkowych i finansowania, które ostatecznie były przenoszone na odbiorców energii. W konsekwencji rządy kluczowych państw rozpoczęły proces reform systemów aukcyjnych.

Niemcy. W sierpniu 2025 r. przetarg na 2,5 GW (dla lokalizacji wstępnie zbadanych, bez wsparcia EEG) zakończył się brakiem ofert. W odpowiedzi federalne Ministerstwo Gospodarki zapowiedziało przejście na model dwustronnych CfD, przy jednoczesnym utrzymaniu możliwości zawierania długoterminowych umów PPA.

Dania. Po nieudanej aukcji bezdotacyjnej w 2024 r. duński rząd rozważa wprowadzenie dotacji państwowych dla nowych projektów o łącznej mocy 2–3 GW. Nowy przetarg planowany z rozstrzygnięciem w 2026 r. ma obejmować bardziej elastyczne warunki i mniejsze ryzyko finansowe dla inwestorów.

Holandia. Po wstrzymaniu budowy farmy o mocy 1 GW na Morzu Północnym z powodu braku zgłoszeń, rząd holenderski przygotowuje legislację umożliwiającą zastąpienie negatywnego bidding'u kontraktami CfD od 2027 r. Jednocześnie uruchomiono tymczasowy program wsparcia o wartości 1 mld EUR na budowę 2 GW mocy w 2026 r.

Francja. Jako jeden z bardziej stabilnych rynków, Francja już dziś oferuje indeksowane dwustronne CfD, które minimalizują ryzyko cenowe i zwiększają atrakcyjność projektów dla inwestorów instytucjonalnych.

²⁵ <https://ember-energy.org/latest-insights/european-electricity-review-2025/wind-sector-challenges-are-blowing-over/>

Wnioski z tych doświadczeń – długoterminowe, indeksowane kontrakty CfD (na 15–20 lat) oraz ochrona inwestorów przed ryzykiem wolumenowym i cenowym stanowią obecnie kluczowy warunek powrotu inwestycji do europejskiego rynku offshore wind. Aby skutecznie wykorzystać obecną dysproporcję między popytą a popytem, deweloperzy muszą podjąć działania o charakterze strukturalnym, ukierunkowane na poprawę efektywności i ograniczenie ryzyka inwestycyjnego:

Przemyślenie strategii inwestycyjnej. Niezbędna jest ponowna, krytyczna ocena atrakcyjności poszczególnych rynków, przetargów i projektów, tak aby zachować dyscyplinę kosztową, jednocześnie utrzymując długoterminową konkurencyjność.

Ograniczenie kosztów przygotowawczych. Wiele firm decyduje się na wstrzymywanie lub etapowanie nakładów na wczesnych etapach inwestycji do momentu uzyskania większej pewności co do ich opłacalności. Często oznacza to współpracę z innymi partnerami w celu podziału ryzyka.

Fuzje i przejęcia jako sposób rozwoju. Coraz większego znaczenia nabiera obserwacja rynku pod kątem możliwości przejęcia projektów, spółek lub platform, które mogą wzmocnić portfel i zapewnić dostęp do nowych mocy wytwórczych.

Dostosowanie modelu działania. Przedsiębiorstwa przechodzą na bardziej elastyczne i oszczędne modele organizacyjne, ograniczające wydatki inwestycyjne i przygotowawcze dzięki współpracy z partnerami finansowymi lub inwestorami branżowymi.

Radykalna poprawa efektywności kosztowej. Firmy wyznaczają ambitne cele redukcji kosztów energii w całym cyklu życia projektu i przekładają je na konkretne działania w poszczególnych jednostkach biznesowych, poszukując nowych źródeł wartości i innowacji.

Pozytywne sygnały korekty w 2026 roku

W 2026 roku kluczowym wydarzeniem dla europejskiego rynku morskiej energetyki wiatrowej są wyniki siódmej rundy brytyjskiego systemu Contracts for Difference – Allocation Round 7 (AR7). Po nieudanej rundzie AR5 w 2023 roku, w której z powodu zbyt niskiego administracyjnego *price cap* nie zakontraktowano żadnych nowych mocy *offshore*, oraz po częściowej korekcie parametrów w AR6, AR7²⁶ stanowi wyraźny powrót do skali i bankowalności projektów. W ramach tej rundy zakontraktowano 8,4 GW nowych mocy offshore wind (zarówno fixed-bottom, jak i floating), co oznacza największy jednorazowy wolumen w historii brytyjskiego systemu CfD dla tego segmentu.

Kluczowym elementem AR7 jest korekta poziomu *strike price*. Dla projektów *offshore fixed* ustalono go na poziomie 91 GBP/MWh (w cenach referencyjnych CfD)²⁷. Jest to poziom istotnie wyższy niż w aukcjach sprzed kryzysu inflacyjnego, ale jednocześnie nieznacznie powyżej średnich cen hurtowych energii w Wielkiej Brytanii w 2025 roku oraz znacząco poniżej szacunkowego kosztu energii z nowych bloków gazowych. W praktyce oznacza to powrót do realistycznych założeń kosztowych, uwzględniających wzrost cen turbin, stali, usług instalacyjnych i finansowania. Regulator przyznał w ten sposób, że wcześniejsze oczekiwania cenowe – szczególnie w AR5 – były

²⁶ <https://www.gov.uk/government/publications/contracts-for-difference-cfd-allocation-round-7-statutory-notice>

²⁷ <https://www.energy-uk.org.uk/publications/energy-uk-explains-allocation-round-7-offshore-wind-results/>

oderwane od realiów kosztowych i prowadziły do strukturalnego braku ofert. AR7 przywraca zatem zdolność projektów do osiągnięcia finansowego zamknięcia (FID) w warunkach wyższych stóp procentowych i podwyższonego kosztu kapitału.

Budżet przeznaczony na AR7 również został istotnie zwiększony. Dla tzw. *Pot 3 (offshore fixed)* przewidziano 900 mln GBP, a dla *Pot 4 (floating offshore wind)* 180 mln GBP, co daje łączny szacowany roczny koszt wsparcia na poziomie 1,08 mld GBP w pierwszych czterech latach po uruchomieniu projektów. W porównaniu z AR6 oznacza to zarówno wzrost alokacji budżetowej, jak i dostosowanie jej do nowych realiów kosztowych. Jednocześnie należy podkreślić, że są to wartości szacunkowe – przy zmianach cen hurtowych, stóp procentowych czy harmonogramów realizacji możliwa jest dalsza presja na parametry systemu²⁸.

Istotnym elementem AR7 są zmiany regulacyjne wykraczające poza sam poziom ceny. Złagodzone wymogi dotyczące etapu planistycznego, na którym projekty mogą ubiegać się o CfD – umożliwiając aplikowanie przed uzyskaniem ostatecznego pozwolenia, przy zachowaniu określonego okresu między osiągnięciem danego etapu a terminem aukcji. Ma to na celu przyspieszenie pipeline'u projektów i zwiększenie elastyczności systemu, choć jednocześnie podnosi znaczenie profesjonalnego zarządzania ryzykiem planistycznym. Szczególne znaczenie ma wprowadzenie *Clean Industry Bonus* – mechanizmu premiującego projekty deklarujące bardziej zrównoważone i lokalne łańcuchy dostaw. Oznacza to wyraźne przesunięcie systemu CfD w kierunku narzędzia polityki przemysłowej.

Z perspektywy strategicznej AR7 należy ocenić pozytywnie jako sygnał ciągłości i stabilizacji rynku. Łącznie z AR6 Wielka Brytania zakontraktowała w ostatnich rundach około 13,7 GW nowych mocy offshore, co potwierdza jej rolę jednego z kluczowych rynków kotwiczących dla europejskiego łańcucha dostaw.

2 BUDOWA MORSKICH FARM WIATROWYCH W POLSCE JAKO WARUNEK DEKARBONIZACJI

2.1 ZNACZENIE MORSKIEJ ENERGETYKI WIATROWEJ W POLSCE

Polska w procesie transformacji energetycznej i zwiększania udziału energii odnawialnej rozwija różne źródła energii odnawialnej, w tym energię wiatrową, energię słoneczną, biomasę, biogaz oraz hydroenergię. Każde z tych źródeł ma swoje unikalne cechy, korzyści i wyzwania, ale wszystkie są ekologiczne i przyjazne dla środowiska.

W 2019 r. pojawił się projekt polityki energetycznej Polski do 2040 r., który zawierał szczegółowy plan rozwoju odnawialnych źródeł energii (OZE). Jego celem było ograniczenie emisji w sektorze energetycznym, który nadal w dużej mierze opiera się na konwencjonalnych źródłach energii, oraz zmiana struktury produkcji energii. Aby osiągnąć założone cele, konieczne będzie zwiększenie produkcji energii z OZE oraz jej szerokie wykorzystanie we wszystkich sektorach gospodarki. Polityka energetyczna Polski do 2040 roku, przyjęta w 2021 r., zakłada, że kluczowy wpływ na rozwój OZE będą miały postępy technologiczne, zarówno w już znanych metodach pozyskiwania energii (np. zwiększenie wykorzystania energii wiatrowej w farmach wiatrowych czy energii słonecznej w panelach fotowoltaicznych), jak i w innowacyjnych technologiach produkcji i magazynowania energii. W odpowiedzi na aktualną sytuację geopolityczną, w marcu 2022 r. Rada Ministrów przyjęła założenia do aktualizacji PEP2040 – Wzmocnienie bezpieczeństwa i niezależności energetycznej, przedłożone przez

²⁸<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/68ff786649d08dd781b4836c/cfd-ar7-contract-budget-notice-accompanying-note.pdf>

Ministra Klimatu i Środowiska. Założenia te, prezentujące nowy scenariusz rozwoju sektora energetycznego, mają zostać zaimplementowane w pracach nad aktualizacją PEP2050. Nowy scenariusz zakłada, że w perspektywie 2040 r. nawet połowa produkcji energii elektrycznej będzie pochodziła z odnawialnych źródeł (planowany w nowym scenariuszu miks energetyczny przedstawiono na rysunku poniżej).

Zgodnie z proponowaną aktualizacją KPEiK, Celem jest osiągnięcie 5,9 GW do 2030 r. i około 18 GW do 2040 r. Morskie farmy wiatrowe zintegrowane z Krajowym Systemem Elektroenergetycznym (KSE) mają wyprodukować 20,6 TWh w 2030 r. i 66,9 TWh do 2040 r. Morska energia wiatrowa, obok fotowoltaiki i lądowej energii wiatrowej, jest jedną z trzech kluczowych technologii, które przyczynią się do wzrostu udziału energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii elektrycznej w Polsce (do ok. 50% w 2030 roku i nawet do ok. 70% w 2040 roku). Cele te odzwierciedlają przejście Polski z energetyki opartej na węglu na zróżnicowany, niskoemisyjny miks energetyczny, zgodnie z celami UE w zakresie neutralności klimatycznej. Rząd zobowiązuje się do zapewnienia stabilnych i przewidywalnych warunków inwestycyjnych dla sektora morskiej energetyki wiatrowej, minimalizując ryzyko zarówno dla inwestorów krajowych, jak i międzynarodowych.

Energetyka wiatrowa, a po 2040 r. w szczególności sektor *offshore wind*, będzie fundamentem dekarbonizacji gospodarek, a wielkoskalowość, dojrzałość technologii i relatywnie szybka możliwość realizacji projektów będą odgrywać tu największą rolę. Główny mechanizm wsparcia opiera się na dwustronnym systemie CfD, który kompensuje różnicę między cenami rynkowymi a kosztami wytwarzania energii morskiej, w okresie do 25 lat. Aukcje dotyczące morskiej energii wiatrowej o łącznej mocy do 12 GW są zaplanowane na lata 2025/2026 (aukcja – z sukcesem – odbyła się w grudniu 2025 roku), 2027, 2029 i 2031. Wszystkie te środki mają na celu zmniejszenie ryzyka inwestycji morskich, stabilizację zwrotów i zapewnienie trwałego zaangażowania sektora prywatnego. Krajowe działania koncentrują się na eliminacji barier administracyjnych i zapewnieniu infrastruktury niezbędnej do integracji wielkoskalowych mocy morskich z Morza Bałtyckiego z systemem elektroenergetycznym. Inwestycje w morską energetykę wiatrową są sklasyfikowane w ramach obszarów przyspieszonego rozwoju energii ze źródeł odnawialnych (OPRO), które nakładają obowiązek zorganizowania administracyjnego procesu wydania pozwolenia w ciągu 24 miesięcy.

Morska energetyka wiatrowa jest głównym motorem napędowym dla rozbudowy sieci przesyłowej. Operator systemu przesyłowego (PSE) ma za zadanie podłączyć farmy wiatrowe na Morzu Bałtyckim i zapewnić sprawny przesył energii z północy na południe kraju. W dniu 20 grudnia 2024 r. Prezes Urzędu Regulacji Energetyki (URE) zatwierdził Plan Rozwoju Sieci Przesyłowej PSE (PRSP) na lata 2025-2034. 3 4700 km nowych linii 400 kV, 28 nowych i 110 zmodernizowanych stacji elektroenergetycznych, to kluczowe elementy planów inwestycyjnych Polskich Sieci Elektroenergetycznych do 2034 r., które przewidują przyłączenie 18 GW mocy MFW do 2040 r.

Energetyka wiatrowa jest obecnie najmniej oddziałującym dostępnym źródłem wytwarzania energii. Zgodnie z Raportem IPCC, emisja CO₂ w cyklu życia wynosi: 11g CO₂ eq/KW h dla lądowej energetyki wiatrowej, 12g CO₂ eq/KW h dla morskiej energetyki wiatrowej. Porównując, w przypadku elektrowni jądrowych emisja gazów cieplarnianych w cyklu życia jest na poziomie 12g CO₂ eq/KW h, fotowoltaiki na poziomie 48g CO₂ eq/KW h, a energia wytwarzana z biomasy pozyskiwanej z dedykowanych upraw i instalacji OZE wynosi 230g CO₂ eq/KW h. Natomiast poziom emisji w cyklu życia elektrowni węglowej kształtuje się na poziomie 820 CO₂ eq/KW h.²⁹

Rysunek 4. Poziom emisji CO₂ w cyklu życia dla technologii wytwarzania energii.

²⁹ Raport PSEW „Diagnoza obecnej sytuacji i potencjału krajowego łańcucha dostaw dla lądowej energetyki wiatrowej w Polsce”, 2021.



11 g
CO₂eq/KWh

DLA LĄDOWEJ
ENERGETYKI
WIATROWEJ



12 g
CO₂eq/KWh

DLA MORSKIEJ
ENERGETYKI
WIATROWEJ



48 g
CO₂eq/KWh

DLA FARM
FOTOWOLTAICZ-
NYCH



230 g
CO₂eq/KWh

DLA BIOMASY
– DEDYKOWANE
UPRAWY I INSTALA-
CJE OZE



820 g
CO₂eq/KWh

DLA ELEKTROWNI
WĘGLOWYCH

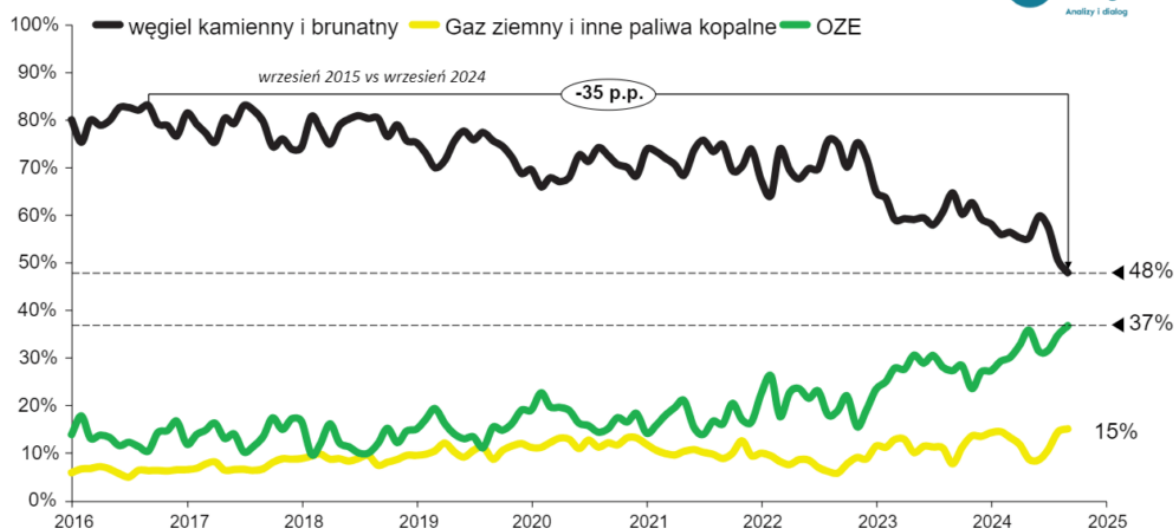
Źródło: Raport PSEW „Diagnoza obecnej sytuacji i potencjału krajowego łańcucha dostaw dla lądowej energetyki wiatrowej w Polsce”, 2021.

Polska rozpoczęła rozwój morskiej energetyki wiatrowej w odpowiedzi na rosnące potrzeby w zakresie dekarbonizacji mixu energetycznego, zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska.

W latach 2016–2024 udział węgla kamiennego i brunatnego w polskiej energetyce spadł z około 83% do 48%, co oznacza redukcję o 35 punktów procentowych. W tym czasie dynamicznie wzrósł udział OZE, z 10% do 37%, wskazując na rozwój odnawialnych źródeł energii. Udział gazu ziemnego wzrósł umiarkowanie, osiągając 15% w 2024 r., co pokazuje rosnącą, ale wciąż mniejszą rolę tego źródła w mixie energetycznym.

Wykres 4. Udziały źródeł w produkcji energii elektrycznej do 2024 r.

Udziały źródeł w produkcji energii elektrycznej



Wykres: Forum Energii
Źródło: opracowanie własne na podstawie: AR, ENTSOE, PSE

Źródło: Forum Energii.

W Polsce istnieje szerokie porozumienie ponad podziałami politycznymi dotyczące kluczowej roli morskiej energetyki wiatrowej w transformacji energetycznej kraju. Zostało to potwierdzone uchwaleniem jednomyślnie ustawy regulującej rozwój tego sektora (Ustawa z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych), która wprowadza ramy prawne oraz harmonogram dla kolejnych aukcji na projekty morskich farm wiatrowych (aukcje: 2025 r. na 4 GW, 2027 r. na 4 GW, 2029 r. na 2 GW i 2031

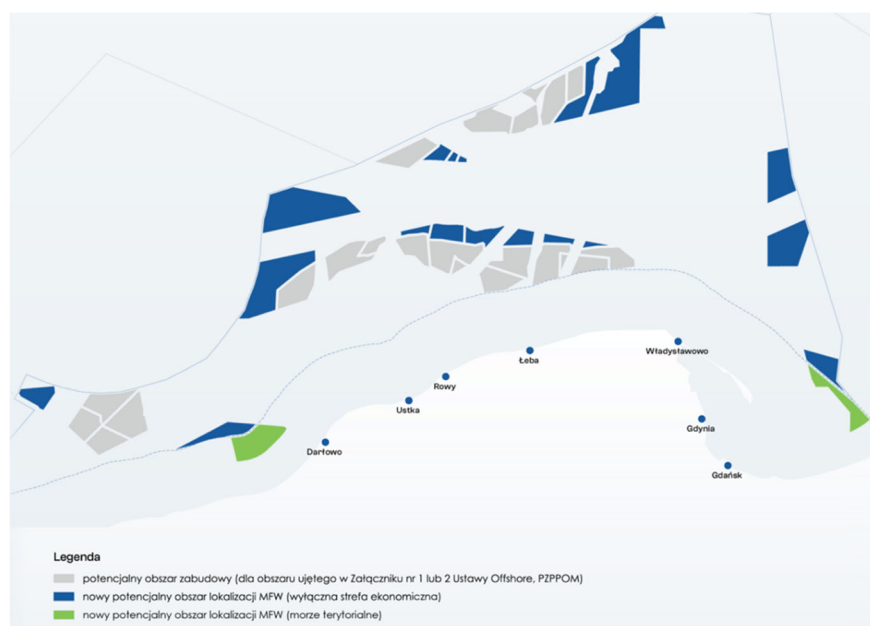
r. na 2 GW). Polska ma zdefiniowaną ścieżkę rozwoju sektora, jednak branża wskazuje na konieczność modyfikacji przepisów prawnych tak, aby przyspieszyć proces inwestycyjny w MFW w Polsce (dzisiaj jest on najdłuższy w Europie) i zapewnić, że pierwsza aukcja dla MFW w 2025 r. się odbędzie i zakończy sukcesem. Działania rządu powinny zapewniać długofalową stabilność dla rozwoju morskiej energetyki wiatrowej, co przyczyni się do wzmocnienia bezpieczeństwa energetycznego i zrównoważonego rozwoju kraju, ale też pozwoli na stworzenie pełnego łańcucha wartości nowego sektora gospodarki, jakim jest MEW.

Kluczowe dokumenty strategiczne Polski — w tym krajowa Strategia Rozwoju Polski 2035 — wyraźnie wskazują morską energetykę wiatrową jako jeden z filarów krajowej transformacji energetycznej i główny motor wzrostu gospodarczego regionów północnych kraju. Takie strategiczne pozycjonowanie zapewnia stabilne podstawy regulacyjne i finansowe dla inwestycji na dużą skalę w sektorze morskim i potwierdza długoterminowe zaangażowanie Rządu w rozwój energii odnawialnej. Morska energetyka wiatrowa jest uznawana za kluczowy element polskiej strategii w zakresie energii odnawialnej ze względu na wysoką wydajność, zaawansowany potencjał technologiczny i niezawodność wytwarzania. Strategia wyznacza ambitne cele w zakresie usprawnienia procedur inwestycyjnych, w tym przyspieszenia wydawania pozwoleń i ulepszenia systemów aukcyjnych. Krajowa strategia rozwoju promuje również głęboką integrację polskiego przemysłu z łańcuchem dostaw dla morskiej energetyki wiatrowej, kładąc nacisk na aktywny udział krajowych przedsiębiorstw w budowie, produkcji komponentów i eksploatacji MFW.

Polska rozpoczęła rozwój morskiej energetyki wiatrowej w odpowiedzi na rosnące potrzeby w zakresie dekarbonizacji mixu energetycznego, zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska. Kluczowym dokumentem regulującym tę dziedzinę jest „Polityka Energetyczna Polski do 2040 roku”, która określa cele rozwoju morskich farm wiatrowych. Rząd Polski przewiduje zainstalowanie około 5,9 GW do 2030 r. i kolejnych 12 GW do 2040 r. co daje łącznie 18 GW do roku 2040. Całkowity potencjał polskiej części Morza Bałtyckiego oszacowany przez Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej wynosi 33 GW, co stwarza perspektywę dla wyznaczania dalszych horyzontów rozwojowych po 2040 r.

Polskie projekty MFW będą rozwijane w wyłącznej strefie ekonomicznej Morza Bałtyckiego na specjalnych obszarach wyznaczonym w rejonie Ławicy Słupskiej, Ławicy Środkowej i Ławicy Odrzanej w Planie Zagospodarowania Przestrzennego Polskich Obszarów Morskich.

Rysunek 5. Obszary, na których możliwe jest lokalizowanie morskich farm wiatrowych.



Źródło: Potencjalne obszary, na których jest możliwe lokalizowanie MFW – analiza PSEW, Raport „Potencjał Morskiej Energetyki Wiatrowej w Polsce”, PSEW.

2.2 FAZA I POLSKIEGO OFFSHORE

Polski rząd, aby zachęcić inwestorów do budowy morskich farm wiatrowych, przygotował specjalny system wsparcia. Model ten przewidziany w ustawie o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych opiera się na koncepcji tzw. kontraktu różnicowego, która jest stosowana w obecnym systemie wsparcia dla pozostałych odnawialnych źródeł energii. Wytwórcy energii elektrycznej z morskich farm wiatrowych, którzy są objęci systemem wsparcia, mogą się ubiegać o prawo do pokrycia ujemnego salda. Oznacza to, że będą otrzymywać wyrównanie różnicy między rynkową ceną energii a ceną, która została wyznaczona w rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 30 marca 2021 r. w sprawie ceny maksymalnej za energię elektryczną wytworzoną w morskiej farmie wiatrowej i wprowadzoną do sieci w PLN za 1 MWh, będącej podstawą rozliczenia prawa do pokrycia ujemnego salda (I faza) lub ceną uzgodnioną w konkurencyjnej aukcji (II faza). Wysokość udzielonego wsparcia będzie obliczana jako iloczyn planowanej mocy zainstalowanej morskiej farmy wiatrowej i 100 000 godzin. Takie rozwiązanie umożliwia rozłożenie wsparcia w czasie, w którym będzie ono udzielane, czyli przez maksymalnie 25 lat (okres życia MFW).

Wdrożenie morskich farm wiatrowych zostało podzielone, co do zasady na fazy, których różnicowanie polega na dostępnym modelu wsparcia. Możliwość wejścia do fazy I warunkowało złożenie do 31 marca 2021 r. wniosków o wsparcie w formie decyzji przyznającej prawo do pokrycia ujemnego salda. Wsparcie dla morskich farm wiatrowych było przyznawane na podstawie indywidualnych decyzji administracyjnych, wydawanych przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki. W tej fazie wsparcie obejmowało maksymalnie 5,9 GW mocy z morskich farm wiatrowych (co zostało określone w przepisach) zlokalizowanych na określonych obszarach morskich wyznaczonych na podstawie współrzędnych geocentrycznych geodezyjnych zawartych w załączniku 1 do ustawy offshore. Kolejne fazy będą wspierane systemem aukcyjnym.

W I fazie powstanie 7 projektów MFW, które zostaną zrealizowane przez 5. różnych deweloperów, którzy stworzyli konsorcja, aby skutecznie realizować te skomplikowane, długoterminowe inwestycje.

2.2.1 Opis poszczególnych projektów I fazy

Tabela 2. Projekty morskich farm wiatrowych z I fazy wsparcia – PGE i Ørsted.

Nazwa	Baltica 2	Baltica 3
Deweloper	PGE Baltica (50%) / Ørsted (50%)	PGE Baltica (50%) / Ørsted(50%)
Umowa przyłączeniowa	1498 MW	1045,5 MW
Pozwolenie na wznoszenie sztucznych wysp	1500 MW	1050 MW
Decyzja środowiskowa MFW	Tak	Tak
Decyzja środowiskowa – wyprowadzenie mocy	Tak	Tak
Planowane uruchomienie	2027 r.	2030 r.

Źródło: opracowanie własne

Duńska firma Ørsted wraz z Polską Grupą Energetyczną (PGE S.A.) podpisała umowę o utworzeniu spółki Joint Venture w celu rozwoju, budowy i eksploatacji dwóch morskich projektów wiatrowych na Morzu Bałtyckim.

Najbardziej zaawansowanym projektem jest farma Baltica 2. Będzie miała ona moc ok. 1,5 GW i złożą się na nią ok. 100 wiatraków. Na sąsiadującym obszarze powstanie zaś Baltica 3 o mocy ok. 1 GW. Baltica 2 ma zostać uruchomiona w 2027 roku. MFW Baltica powstanie w polskiej części Bałtyku między Łebą a Ustką. Odległość od najbliższych turbin wiatrowych do brzegu wyniesie co najmniej 25 km. Niezbędna infrastruktura lądowa zlokalizowana zostanie w gminie Choczewo.

Tabela 3. Projekty morskich farm wiatrowych z I fazy wsparcia – Orlen i Northland Power.

Nazwa	Baltic Power
Deweloper	Orlen (51%) / Northland Power (49%)
Umowa przyłączeniowa	1200 MW
Pozwolenie na wznoszenie sztucznych wysp	1200 MW
Decyzja środowiskowa MFW	Tak
Decyzja środowiskowa – wyprowadzenie mocy	Tak
Planowane uruchomienie	2026

Źródło: opracowanie własne

Najbardziej zaawansowanym projektem w polskiej części Bałtyku jest **Baltic Power**, realizowany przez Orlen we współpracy z kanadyjską firmą Northland Power. Lokalizacja tej farmy to obszar położony około 23 km od brzegu, na wysokości Łeby i Choczewa. Moc zainstalowana ma wynosić do 1,2 GW, co pozwoli na zasilenie około miliona gospodarstw domowych. Inwestorzy podjęli finalną decyzję inwestycyjną w 2023 r. Decyzja inwestycyjna oznacza, że koncern posiada komplet pozwoleń na budowę i zabezpieczył wszystkie komponenty farm oraz finansowanie projektu. Budowa rozpoczęła się w 2024 r., a uruchomienie farmy planowane jest w 2026 r.

Tabela 4. Projekty morskich farm wiatrowych z I fazy wsparcia – Ocean Winds.

Nazwa	BC – Wind
Deweloper	Ocean Winds
Umowa przyłączeniowa	399 MW
Pozwolenie na wznoszenie sztucznych wysp	500 MW
Decyzja środowiskowa MFW	Tak
Decyzja środowiskowa – wyprowadzenie mocy	Tak
Planowane uruchomienie	2028

Źródło: opracowanie własne

Inwestycja jest pierwszym projektem firmy **Ocean Winds** w Polsce, realizowanym od 2012 r. Wówczas Spółka otrzymała decyzję lokalizacyjną dotyczącą projektu B, a w 2013 r. – części C. Farma będzie zlokalizowana około 23 kilometrów na północ od brzegu, na wysokości gmin Krokowa i Choczewo w województwie pomorskim.

Tabela 5. Projekty morskich farm wiatrowych z I fazy wsparcia – RWE.

Nazwa	FEW Baltic II
Deweloper	RWE Offshore Wind Poland
Umowa przyłączeniowa	350 MW
Pozwolenie na wznoszenie sztucznych wysp	440 MW
Decyzja środowiskowa MFW	Tak
Decyzja środowiskowa – wyprowadzenie mocy	Tak
Planowane uruchomienie	Ok. 2030 r.

Źródło: opracowanie własne

Projekt farmy wiatrowej **F.E.W. Baltic II** jest realizowany w polskiej części Morza Bałtyckiego na obszarze ok. 41 km² w odległości ok. 50 km od brzegu.

F.E.W. Baltic II osiągnęła już kilka ważnych kamieni milowych. W 2021 r. Urząd Regulacji Energetyki przyznał prawo do pokrycia salda ujemnego podlegające zatwierdzeniu przez Komisję Europejską. Pomyślnie zakończono badania dna morskiego, a zarówno badania geofizyczne jak i wstępne badania geotechniczne zostały wykonane przez polskich wykonawców.

W 2025 roku PGE podpisała z RWE warunkową umowę sprzedaży udziałów RWE Offshore Wind Poland sp. z o.o., będącej właścicielem projektu FEW Baltic II o mocy ok. 350 MW, zlokalizowanego obok Baltica 9. W ten sposób powstanie morska farma wiatrowa o łącznej mocy ok. 1,3 GW, pod roboczą nazwą Baltica 9+³⁰.

Tabela 6. Projekty morskich farm wiatrowych z I fazy wsparcia – Polenergia i Equinor.

Nazwa	MFW Bałtyk 2	MFW Bałtyk 3
Deweloper	Polenergia (50%) / Equinor (50%)	Polenergia (50%) / Equinor (50%)
Umowa przyłączeniowa	720 MW	720 MW
Pozwolenie na wnoszenie sztucznych wysp	Do 1200 MW	Do 1200 MW
Decyzja środowiskowa - MFW	Tak	Tak
Decyzja środowiskowa - wyprowadzenie mocy	Tak	Tak
Planowane uruchomienie	2027	2027

Źródło: opracowanie własne.

Polenergia wraz z norweską firmą Equinor weszła w konsorcjum tworząc spółkę joint venture (JV). Wspólnie prowadzą prace nad kilkoma morskimi farmami wiatrowymi, w tym Bałtyk 2 i Bałtyk 3. Te farmy mają być zlokalizowane w odległości około 20-30 km od Ustki i Łeby. Łączna moc tych farm ma wynosić około 1,44 GW. Obecnie firmy zbliżają się do podjęcia finalnej decyzji inwestycyjnej i rozpoczęcia budowy.

2.2.2 Uwarunkowania budowy I fazy polskich morskich farm wiatrowych

Podczas I fazy morskich farm wiatrowych w Polsce napotyka się szereg wyzwań, które wpływają na tempo i koszty inwestycji. Wskazać można kilka kluczowych aspektów, które są istotne z punktu widzenia analizy i oceny przyszłych faz projektów *offshore*. Inflacja globalna, a szczególnie wzrost cen materiałów budowlanych i energii, ma znaczący wpływ na koszty budowy farm wiatrowych. Wzrost cen surowców, takich jak stal, miedź czy cement, skutkuje wzrostem kosztów produkcji turbin, fundamentów i infrastruktury przesyłowej. Dodatkowo, rosnące koszty energii wpływają na operacyjne wydatki związane z instalacją i transportem wielkogabarytowych komponentów na miejsce budowy. Problemy z łańcuchem dostaw są jednymi z kluczowych wyzwań, jakie pojawiają się podczas realizacji I fazy. Opóźnienia w dostawach komponentów wynikają z globalnych zakłóceń związanych z m.in. ze skutkami pandemii COVID-19, wojną rosyjsko-ukraińską czy ograniczonych możliwości produkcyjnych dostawców. To powoduje opóźnienia w harmonogramach budowy i wyższe koszty związane z logistyką.

Pierwsza faza projektów *offshore* w Polsce była realizowana w trakcie tworzenia i stabilizowania ram prawnych. Choć Polska przyjęła ambitne cele w zakresie morskiej energetyki wiatrowej, to regulacje związane z pozwoleniami, finansowaniem oraz zintegrowaniem projektów z siecią energetyczną są nadal w procesie

³⁰ <https://www.gospodarkamorska.pl/znamy-kalendarium-zakupow-pge-baltica-na-2026-r-krytycznie-wazne-dane-dla-polskich-dostawcow-90580>

formowania. Stabilne, lecz nadal nowe ramy prawne skutkowały opóźnieniami w procesach inwestycyjnych oraz ograniczoną pewnością dla inwestorów. Niestabilność w harmonogramach przyszłych faz morskich farm wiatrowych również wpłynęła na efektywność synergii pomiędzy poszczególnymi inwestycjami. Jasny harmonogram transformacji energetycznej i długoterminowych zobowiązań Polski umożliwiłby lepsze zarządzanie łańcuchem dostaw i ograniczenie kosztów.

Realizacja I fazy polskich morskich farm wiatrowych dostarczyła cennych lekcji w zakresie zarządzania projektami. Uwidoczniły się jednak niedociągnięcia w obszarach regulacyjnych, łańcucha dostaw oraz stabilizacji rynkowych warunków inwestycyjnych, które są niezbędne do optymalizacji kolejnych faz, aby mogły być realizowane sprawniej i efektywniej.

W ciągu ostatnich kilku lat nastąpił znaczący wzrost zainteresowania inwestycjami w morskie farmy wiatrowe w Polsce, która dzięki swoim naturalnym zasobom i strategicznemu położeniu nad Morzem Bałtyckim ma potencjał, aby stać się jednym z kluczowych graczy w tej branży. Analiza SWOT polskiego rynku morskiej energetyki wiatrowej pozwala na kompleksową ocenę mocnych i słabych stron tego sektora, jak również na identyfikację szans i zagrożeń, które mogą wpłynąć na jego przyszłość.

Tabela 7. Analiza SWOT budowy morskich farm wiatrowych.

MOCNE STRONY	SŁABE STRONY
▪ odnawialne źródło energii ▪ sprawdzona, efektywna technologia ▪ wysoka produktywność turbin najnowszej technologii ▪ duży potencjał innowacyjny, który przekłada się na efektywność kosztową inwestycji ▪ systemowe publiczne wsparcie finansowe dla projektów ▪ rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną (elektryfikacja gospodarki) ▪ technologia nie obciążająca powierzchni lądowych (nie konkurująca z rolnictwem, mieszkalnictwem, itd)	▪ nieprzewidywalne koszty inwestycji i dodatkowo zmienne w czasie ▪ relatywna słabość lokalnego łańcucha dostaw ▪ niski poziom wykorzystania potencjału krajowych firm ▪ mnogość ośrodków decyzyjnych w procesie inwestycyjnym ▪ wyzwania demograficzne związane ze znalezieniem odpowiedniej kadry wykwalifikowanych pracowników ▪ ograniczona dostępność obszarów inwestycyjnych, o którą konkurują inne rodzaje przedsięwzięć gospodarczych
SZANSE	ZAGROŻENIA
▪ płytkie wody, piaszczyste dno oraz długa linia brzegowa Morza Bałtyckiego ▪ zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju ▪ korzystne warunki wietrzności (umiarkowanie silny i stabilny wiatr) ▪ sprzyjająca polityka UE (Zielony Ład) ▪ rozwój regionów nadmorskich ▪ rozwój przemysłu stoczniowego i stalowego ▪ nowe tzw. zielone miejsca pracy (zarówno w fazie instalacji jak i eksploatacji) ▪ niezależność energetyczna od źródeł paliw kopalnych z importu ▪ docelowo obniżenie cen energii elektrycznej w Polsce	▪ długi czas trwania procesów administracyjnych ▪ brak precyzyjnych przepisów regulacyjnych ▪ brak jasnej strategii łańcucha dostaw ze strony rządu polskiego ▪ możliwe problemy techniczne związane z budową i utrzymaniem MFW ▪ zmiany polityczne i regulacyjne mogą wpływać na stabilność oraz przewidywalność inwestycji ▪ realizacja dużych projektów morskich może spotkać się z oporem ze strony różnych interesariuszy ▪ brak osób wykwalifikowanych do pracy zarówno przy budowie, jak i obsłudze farm

Źródło: opracowanie własne

SEKCJA B. EUROPEJSKA WIZJA ROZWOJU BRANŻY

3 ROLA AKTYWNEJ POLITYKI UNII EUROPEJSKIEJ W BUDOWIE WARUNKÓW DO ROZWOJU PRZEMYSŁU WOKÓŁ BUDOWY MORSKICH FARM WIATROWYCH

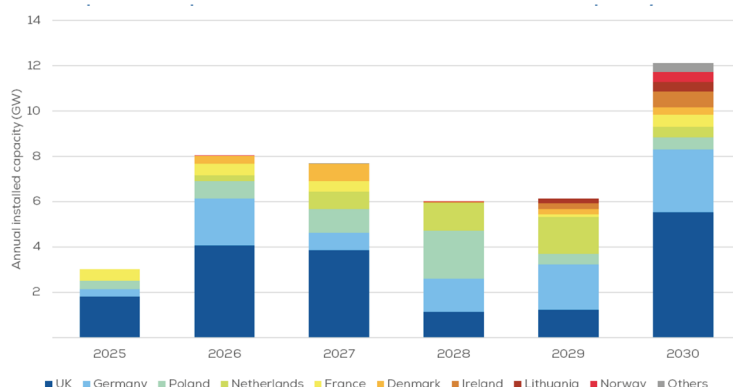
3.1 ZAŁOŻENIA POLITYKI KLIMATYCZNEJ

Polityka Unii Europejskiej ukierunkowana na dekarbonizację i uniezależnienie się od paliw kopalnych, jest konsekwentnie realizowana. Unia Europejska od początku trzeciej dekady XXI w. przyspiesza z legislacją mającą na celu nie tylko dekarbonizację, ale także zapewnienie konkurencyjności przemysłu, w tym poprzez wsparcie przemysłu zielonych technologii. Cały pakiet proklimatyczny zmierza do maksymalizacji elektryfikacji, wskazując energetykę wiatrową jako strategiczne, wielkoskalowe źródło czystej energii elektrycznej.

Unia Europejska oferuje różnorodne programy wsparcia finansowego dla przemysłu, który podejmuje działania w kierunku transformacji energetycznej i zgodności z Zielonym Ładem. Polska może skorzystać z funduszy strukturalnych, Funduszu Sprawiedliwej Transformacji czy środków z programu *Next Generation EU*, aby sfinansować modernizację przemysłu i przekształcić gospodarkę w bardziej zrównoważoną.

Obecne trendy oraz plany dotyczące projektów i aukcji wskazują, że do 2030 r. Unia Europejska osiągnie 350 GW mocy z energetyki wiatrowej: 296 GW na lądzie i 54 GW na morzu³¹. Celem UE jest jednak osiągnięcie 425 GW (wymagana wielkość, aby osiągnąć zakładane cele klimatyczne³²). Przewiduje się, że w latach 2024–2030 Europa będzie co roku dodawać (w zależności od roku) średnio 20 do 30 GW nowych farm wiatrowych, z jeszcze większym tempem rozbudowy pod koniec tej dekady.

Wykres 5. Roczne instalacje elektrowni wiatrowych w Europie w GW, prognoza 2025.



Źródło: WindEurope 2025,

Mimo wysokich kosztów początkowych, Zielony Ład otwiera również nowe możliwości. Przemysł, który zainwestuje w nowoczesne, niskoemisyjne technologie, może zyskać przewagę konkurencyjną w dłuższej perspektywie. Europa może kontynuować przyjętą od początku lat 2000-ych ścieżkę rozwoju nowych gałęzi przemysłu, takich jak produkcja komponentów dla sektora energii odnawialnej, co pozwoliło na zwiększenie

³¹ Wind Europe, najnowsze dane dotyczące energii wiatrowej w Europie: jesień 2024 r., pr

³² <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/uptake-in-permitting-and-investments-brings-2030-wind-target-within-reach/> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

eksportu i tworzenie nowych miejsc pracy. Poprzez rozwój odnawialnych źródeł energii, przemysł może uniezależnić się od importu paliw kopalnych, co zwiększy bezpieczeństwo energetyczne kontynentu. Energia z wiatru może stać się tańszym i bardziej stabilnym źródłem energii, szczególnie w obliczu rosnących cen paliw kopalnych na rynkach światowych.

Istnieje jednak szereg wyzwań, które mogą stanąć na drodze realizacji tych zamierzeń. Problemem mogącym ograniczać rozwój morskiej energetyki wiatrowej są sieci elektroenergetyczne, które nie są budowane ani rozwijane wystarczająco szybko. Wydawanie pozwoleń na budowę nowych farm wiatrowych wciąż stanowi wyzwanie w wielu krajach. Część z państw (m.in. Niemcy) robi postępy w kwestii wydawania pozwoleń i usprawniania rozwoju infrastruktury elektroenergetycznej, stawiając interes publiczny na pierwszym miejscu oraz wdrażając nowe przepisy UE dotyczące zezwoleń. Wreszcie, niewystarczająco rozwinięty łańcuch dostaw może być barierą spowalniającą rozwój branży.

Polityka energetyczna, silnie związana z klimatyczną, niesie za sobą ogromne konsekwencje dla kluczowych obszarów gospodarczych, w szczególności dla przemysłu. Polski i europejski przemysł stoją na rozdrożu. Z jednej strony, Polska jest jednym z największych producentów energii z węgla w UE, co sprawia, że koszty dostosowania się do Zielonego Ładu będą znaczące. Z drugiej strony, to właśnie te regulacje stanowią szansę na unowocześnienie polskiego sektora przemysłowego i zwiększenie jego konkurencyjności na globalnym rynku. Aby jednak to osiągnąć, kluczowe będzie efektywne wdrożenie polityki przemysłowej, która będzie wspierać transformację w sposób stopniowy i sprawiedliwy dla wszystkich uczestników rynku.

Uwarunkowania wewnętrzne w ramach wspólnoty, takie jak rosnące zapotrzebowanie na odnawialne źródła energii oraz działania krajów spoza UE, które dynamicznie rozwijają swoje sektory zielonych technologii, wywarły znaczący nacisk na Unię Europejską, aby wzmocnić wsparcie dla przemysłu czystych technologii. W odpowiedzi na globalną konkurencję (w tym działania USA i Chin) i konieczność przyspieszenia transformacji energetycznej, UE zwiększyła swoje zaangażowanie w rozwój zielonych technologii, w tym morskiej energetyki wiatrowej, poprzez polityczne deklaracje (*European Wind Power Action Plan*) i regulacje (*Net Zero Industry Act, Critical Raw Materials Act, Renewable Energy Directive III*).

3.2 KLUCZOWE AKTY PRAWNE ZWIĄZANE Z POLITYKĄ KLIMATYCZNĄ

Europejski Zielony Ład. To strategia ogłoszona przez Komisję Europejską w grudniu 2019 r., która wyznacza cele i działania zmierzające do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r. Obejmuje szeroki zakres polityk w obszarze klimatu, energii, transportu, rolnictwa i ochrony środowiska.

Europejskie Prawo Klimatyczne (Rozporządzenie (UE) 2021/1119). Prawo to zobowiązuje UE do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r. i redukcji emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 55% do 2030 r. w porównaniu z poziomami z 1990 r. Stanowi podstawę prawną dla realizacji celów Zielonego Ładu.

Pakiet "Fit for 55". To zbiór propozycji legislacyjnych przedstawionych przez Komisję Europejską w lipcu 2021 r., mających na celu dostosowanie polityk UE do celu redukcji emisji o 55% do 2030 r. Pakiet obejmuje m.in. rewizję dyrektywy o systemie handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS).

RED III. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/2413, znana jako RED III, została przyjęta 18 października 2023 r. i stanowi nowelizację wcześniejszej dyrektywy 2018/2001 (RED II)³³. RED III wprowadza również szczegółowe cele sektorowe: Transport: Zwiększenie udziału energii odnawialnej do 29% do 2030 roku.

³³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32023L2413> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

Przemysł: Coroczny wzrost wykorzystania OZE o 1,6% do 2030 r. oraz osiągnięcie 42% udziału wodoru pochodzącego z paliw odnawialnych pochodzenia niebiologicznego (RFNBO) do 2030 r. i 60% do 2035 r. Dyrektywa przewiduje uproszczenie procedur administracyjnych dla projektów OZE, w tym wyznaczenie specjalnych stref z przyspieszonymi procedurami wydawania pozwoleń, co ma na celu przyspieszenie inwestycji w odnawialne źródła energii.

Dyrektywa w sprawie Efektywności Energetycznej (EED)³⁴. Państwa członkowskie zobowiązały się, że do 2030 r. wspólnie zmniejszą zużycie energii końcowej o co najmniej 11,7% w porównaniu z przewidywaniami dotyczącymi zużycia energii na ten rok, które opracowano w 2020 r. Oznacza to, że w Unii Europejskiej zostanie wprowadzony limit zużycia energii końcowej na poziomie 763 milionów ton ekwiwalentu ropy naftowej, a w przypadku zużycia energii pierwotnej – 993 milionów ton ekwiwalentu ropy naftowej. Aby osiągnąć wyznaczone cele, konieczne będą znaczące inwestycje w technologie poprawiające efektywność energetyczną. Dotyczy to m.in. modernizacji budynków, zwiększenia wydajności w przemyśle, a także rozwoju inteligentnych sieci energetycznych.

Wspólny wysiłek redukcyjny (ESR). Znowelizowane rozporządzenie dotyczące wspólnego wysiłku redukcyjnego ustala cel dla Unii Europejskiej, aby do 2030 r. zredukować emisję gazów cieplarnianych o 40% w porównaniu do poziomu z 2005 r., obejmując sektory objęte tym przepisem. Jednocześnie zaktualizowana dyrektywa dotycząca unijnego systemu handlu emisjami (EU ETS) rozszerza system handlu emisjami na międzynarodowy transport morski oraz budynki, transport drogowy i dodatkowe sektory przemysłowe.

REPowerEU to inicjatywa Unii Europejskiej mająca na celu przyspieszenie transformacji energetycznej i uniezależnienie się od rosyjskich paliw kopalnych przed 2030 r. Plan ten koncentruje się na trzech głównych filarach: oszczędzaniu energii, dywersyfikacji dostaw oraz przyspieszeniu wdrażania odnawialnych źródeł energii³⁵. W ramach *REPowerEU* przewiduje się zwiększenie efektywności energetycznej budynków, dekarbonizację przemysłu oraz rozwój infrastruktury energetycznej, w tym sieci dystrybucyjnych na obszarach wiejskich. Finansowanie planu opiera się głównie na Instrumencie na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (RRF), z dodatkowymi środkami pochodzącymi z funduszu innowacyjnego oraz sprzedaży uprawnień w systemie handlu emisjami (ETS). Państwa członkowskie włączają rozdziały dotyczące *REPowerEU* do swoich krajowych planów odbudowy, co umożliwia finansowanie kluczowych inwestycji i reform energetycznych. Działania te mają na celu zwiększenie odporności i bezpieczeństwa dostaw energii w UE, a także przyspieszenie osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 roku.

European Wind Power Package. Strategia energetyczna *REPowerEU* zakłada osiągnięcie 425 GW mocy z energii wiatrowej do 2030 r. Europa ma obecnie 278 GW mocy wiatrowej, z czego 243 GW na lądzie i 35 GW na morzu. UE-27 ma 225 GW mocy wiatrowej. Oczekuje się, że UE zbuduje 22 GW nowych farm wiatrowych rocznie od 2024 do 2030 r., ale musi zbudować 20-40 GW rocznie, aby osiągnąć swoje cele klimatyczne i energetyczne na 2030 r.³⁶. Aby zrealizować ten ambitny cel, Europa musi zmodernizować i rozbudować swój łańcuch dostaw w sektorze energii wiatrowej. Zadaniem pakietu jest przede wszystkim wzmocnienie europejskiego łańcucha dostaw w sektorze morskiej energetyki wiatrowej. Wskazano 15 pilnych do wdrożenia działań mających na celu wzmocnienie konkurencyjności europejskiego łańcucha wartości energii wiatrowej. 21 grudnia 2023 r. 23 ministrów państw członkowskich UE oraz przedstawicieli ponad 300 firm z sektora energetyki wiatrowej

³⁴ <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/69/efektywnosc-energetyczna> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

³⁵ <https://www.consilium.europa.eu/pl/infographics/repowereu/> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

³⁶ <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/latest-wind-energy-data-for-europe-autumn-2024/> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

podpisało Europejską Kartę Wiatru. Zobowiązuje to rządy do wzmocnienia europejskiego sektora wiatrowego i wdrożenia działań określonych w Pakiecie dotyczącym energetyki wiatrowej.

Net Zero Industry Act. 25 kwietnia 2024 r. Parlament Europejski zatwierdził *Net-Zero Industry Act* (NZIA), którego celem jest wzmocnienie europejskiego potencjału produkcyjnego technologii zeroemisyjnych i zwiększenie konkurencyjności oraz odporności energetycznej UE. *Net Zero Industry Act* zakładała roczną zdolność produkcyjną na poziomie 36 GW energii wiatrowej w UE do 2030 r. NZIA wprowadza nowe standardy dotyczące zrównoważonego rozwoju i odporności, które obowiązują w zamówieniach publicznych i aukcjach, aby wspierać rozwój odnawialnych źródeł energii. Państwa członkowskie UE będą zobowiązane do wdrożenia przepisów najpóźniej do 2026 r. Dzięki NZIA uproszczone mają zostać procedury administracyjne, a także ułatwiony dostęp do rynków i informacji, co ma stworzyć korzystniejsze warunki do inwestowania w technologie "net-zero". Dodatkowo, planowane jest promowanie innowacji oraz tworzenie programów podnoszenia kwalifikacji, na przykład poprzez szkolenia w ramach Akademii Net-Zero. Platforma *Net-Zero Europe*³⁷ ma wspierać wymianę informacji, monitorować postępy w realizacji celów ustawy oraz być platformą wymiany wiedzy i dobrych praktyk w kwestii finansowania projektów związanych z czystą energią, co wzmocni europejskie łańcuchy dostaw czystej energii.

Ustawa o surowcach krytycznych (ustawa CRM). Surowce krytyczne są kluczowe dla gospodarki UE i technologii strategicznych, takich jak energia odnawialna i cyfrowa. Ustawa o surowcach krytycznych (CRM) ma zapewnić bezpieczne i zrównoważone dostawy, wspierając cele klimatyczne i cyfrowe UE do 2030 r. Surowce krytyczne są niezbędne, ale podatne na zakłócenia dostaw. Wzrost zapotrzebowania, np. na metale ziem rzadkich i lit, wymaga działań. Ustawa CRM ma zmniejszyć zależność od importu, dywersyfikować dostawy, poprawić monitoring ryzyka i wspierać zrównoważony rozwój. Kluczowe działania obejmują priorytetyzację surowców, w tym listę surowców krytycznych i strategicznych istotnych dla technologii ekologicznych i cyfrowych. Do 2030 r. planuje się osiągnąć co najmniej 10% wydobycia, 40% przetwórstwa i 25% recyklingu rocznego zużycia UE, z maksymalnie 65% pochodzących z jednego kraju.

CBAM. Mechanizm Dostosowywania Cen na Granicach z uwzględnieniem emisji CO₂ (CBAM) to instrument Unii Europejskiej mający na celu zapobieganie zjawisku ucieczki emisji, czyli przenoszeniu produkcji do krajów o mniej restrykcyjnych regulacjach klimatycznych. CBAM wyrównuje koszty emisji dwutlenku węgla między produktami wytwarzanymi w UE a importowanymi, nakładając na importerów obowiązek zakupu certyfikatów odpowiadających emisjom CO₂ związanym z produkcją importowanych towarów. Mechanizm ten obejmuje początkowo sektory o wysokiej emisji, takie jak cement, żelazo i stal, aluminium, nawozy oraz energia elektryczna. Okres przejściowy CBAM rozpoczął się 1 października 2023 r. i potrwa do końca 2025 r., w którym to czasie importerzy są zobowiązani do raportowania emisji związanych z importowanymi towarami, bez konieczności dokonywania płatności. Pełne wdrożenie mechanizmu planowane jest na 2026 r., kiedy to importerzy będą musieli nabywać certyfikaty CBAM, odzwierciedlające cenę emisji CO₂ na rynku unijnym³⁸.

Raport Draghiego. W II poł. 2024 r. Mario Draghi opublikował raport³⁹ - zamówiony przez Przewodniczącą Komisji Europejskiej, Ursulę von der Leyen - koncentrujący się na kluczowych wyzwaniach gospodarki UE, w tym

³⁷ https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act/net-zero-europe-platform_en [Dostęp z dnia 6.12.2024].

³⁸ <https://www.consilium.europa.eu/pl/infographics/fit-for-55-cbam-carbon-border-adjustment-mechanism/> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

³⁹ https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en [Dostęp z dnia 6.12.2024].

transformacji energetycznej, i wskazujący w tym względzie na kluczową korelację z polityką przemysłową. Dokument ten zawiera szczegółową analizę wyzwań związanych z sieciami energetycznymi, finansowaniem, procesami uzyskiwania zezwoleń, łańcuchami dostaw, zapewnieniem równych szans producentom europejskim oraz innowacjami. Raport podkreśla konieczność wprowadzenia nowych ram prawnych, przyspieszenia procesów decyzyjnych oraz udzielenia wsparcia finansowego na rzecz rozwoju infrastruktury energetycznej. Stanowi on punkt wyjścia do działań nowej Komisji Europejskiej (która rozpocznie kadencję z końcem 2024 r.) i szansę na przyjęcie prorozwojowego kursu, opartego między innymi na technologiach czystej energii.

Strategia UE zakłada zabezpieczenie autonomii technologicznej Europy i zmniejszenie zależności od dostawców spoza Wspólnoty - takie podejście ma również wymiar związany z zapewnieniem bezpieczeństwa energetycznego (aby uniknąć zmiany uzależnienia od surowców energetycznych na uzależnienia od komponentów na potrzeby realizacji projektów OZE). Dla wielu interesariuszy rozwiązania te wydają się jednak niewystarczające by europejski przemysł mógł utrzymać konkurencyjność. Jednocześnie zauważalne jest przyjmowanie krajowych stanowisk co do kierunków polityki przemysłowej opartej o technologie *net-zero* (np. w krajach takich jak Niemcy lub Francja).

Clean Industrial Deal. „Ustawa o czystym przemyśle” to inicjatywa zaproponowana przez przewodniczącą Komisji Europejskiej, Ursulę von der Leyen, mającą na celu przyspieszenie rozwoju i wprowadzenie technologii ekologicznych w Unii Europejskiej. *Clean Industrial Deal* ma prowadzić do wspierania konkurencyjnych branż i tworzenia nowych, wysoce jakościowych miejsc pracy poprzez uproszczenie procedur, ukierunkowanie inwestycji na energochłonne sektory i czyste technologie oraz zapewnienie dostępu do niedrogich dostaw energii i surowców. Ponadto pakiet powinien dążyć do promowania wspólnych zamówień publicznych i lepszej integracji Unii Energetycznej, jednocześnie stawiając UE na czele globalnej dyplomacji klimatycznej i handlu. *Clean Industrial Deal* zostanie przedstawiony w ciągu pierwszych 100 dni od objęcia urzędu przez nową Komisję. Po zatwierdzeniu nowej Komisji przez Parlament Europejski 27 listopada, oficjalnie rozpoczęła ona pracę 1 grudnia, co oznacza, że faktyczny termin przedstawienia *Clean Industrial Deal* przypada na 11 marca 2025 r. Komisja zaplanowała jednak jego przedstawienie na 26 lutego 2025 r.

Stanowisko branży wiatrowej, określone przez *WindEurope* w grudniu 2024 r. jest skoncentrowane na ogólnogospodarczych korzyściach, które powinny wynikać z *Clean Industrial Deal*⁴⁰. Wzmocnienie europejskiego łańcucha dostaw dla energii wiatrowej jest fundamentem strategii transformacji przemysłowej Europy w ramach Zielonego Ładu Przemysłowego. *WindEurope* podkreśla, że energia wiatrowa odgrywa centralną rolę w zapewnieniu niskich cen energii, wspieraniu wzrostu gospodarczego oraz realizacji ambitnych celów w zakresie elektryfikacji i dekarbonizacji. Aby maksymalnie wykorzystać potencjał sektora wiatrowego, konieczne jest skoncentrowanie się na kilku kluczowych obszarach jednocześnie. Pierwszym priorytetem jest optymalizacja modeli aukcyjnych, aby stworzyć stabilne warunki finansowe i zachęcić inwestorów do realizacji projektów wiatrowych. Modele takie jak kontrakty różnicowe (CfD), w połączeniu z długoterminowymi umowami zakupu energii (ang. *Power Purchase Agreements*), zapewniają przewidywalność cenową oraz odpowiedni podział ryzyka między inwestorów i państwa. Stabilność regulacyjna i przewidywalność finansowa są kluczowe dla przyciągnięcia inwestycji w rozbudowę mocy produkcyjnych i realizację projektów w sektorze wiatrowym.

Kolejnym aspektem jest wzmocnienie europejskiego Funduszu Innowacji, który powinien wspierać nie tylko rozwój nowych technologii, ale także skalowanie przemysłowe istniejących rozwiązań. Priorytetem powinno być zwiększenie zdolności produkcyjnych w kluczowych obszarach łańcucha wartości, takich jak produkcja turbin,

⁴⁰ Stanowisko Wind Europe dotyczące Clean Industrial Deal, <https://windeurope.org/policy/position-papers/windeurope-position-paper-on-the-eu-clean-industrial-deal/>

komponentów oraz infrastruktury wspierającej. *WindEurope* postuluje również o dedykowane finansowanie dla modernizacji istniejących zakładów produkcyjnych oraz budowę nowych, szczególnie w regionach o strategicznym znaczeniu dla europejskiego sektora wiatrowego.

Równolegle, należy wzmocnić wsparcie Europejskiego Banku Inwestycyjnego (EIB), który odgrywa kluczową rolę w finansowaniu infrastruktury i projektów związanych z energią odnawialną. EIB powinien nie tylko oferować gwarancje i preferencyjne finansowanie, ale także rozwijać nowe instrumenty finansowe wspierające projekty wiatrowe. Ułatwi to dostęp do kapitału dla firm na różnych etapach realizacji projektów, szczególnie w fazach wstępnych, które często wiążą się z największym ryzykiem.

Kolejnym kluczowym elementem jest rozwój partnerstw publiczno-prywatnych w obszarze badań i innowacji. Współpraca pomiędzy rządami, uniwersytetami i sektorem prywatnym powinna koncentrować się na rozwoju nowych technologii, które zwiększą efektywność oraz obniżą koszty produkcji energii wiatrowej. Jednocześnie należy wprowadzać innowacje w logistyce i instalacji turbin, co pozwoli na lepsze wykorzystanie dostępnych zasobów i zoptymalizuje procesy wdrożeniowe.

Nie mniej istotne jest zapewnienie dostępu do krytycznych surowców, takich jak metale ziem rzadkich, które są kluczowe dla produkcji komponentów turbin wiatrowych. *WindEurope* rekomenduje rozwijanie zrównoważonych partnerstw handlowych oraz wspieranie europejskiej produkcji i recyklingu materiałów strategicznych. W tym kontekście, kluczowe znaczenie ma pełne wdrożenie unijnego Aktu o Krytycznych Surowcach (ang. *Critical Raw Materials Act*), który zmniejszy zależność Europy od importu i zwiększy odporność na zakłócenia w globalnym łańcuchu dostaw.

Dodatkowo, *WindEurope* wskazuje na konieczność rozszerzenia finansowania w ramach kolejnych wieloletnich ram finansowych Unii Europejskiej. Budżet powinien uwzględniać priorytety takie jak rozbudowa sieci energetycznych, rozwój technologii wiatrowych oraz wsparcie dla regionalnych łańcuchów dostaw. Wprowadzenie dedykowanych programów finansowania pozwoli na szybkie zniwelowanie istniejących wąskich gardeł oraz na przyspieszenie rozwoju sektora. Z punktu widzenia Polski bardzo ważnym postulatem jest utworzenie Funduszu Konkurencyjności jako wspólnotowego instrumentu rozwoju mocy produkcyjnych w łańcuchu dostaw.

Ostatnim, ale niezwykle istotnym aspektem jest rozwój wykwalifikowanej siły roboczej. Rosnące zapotrzebowanie na pracowników w sektorze wiatrowym wymaga strategicznego podejścia do edukacji, szkoleń oraz przekwalifikowania pracowników z innych branż. Programy szkoleniowe powinny być dostosowane do zmieniających się potrzeb technologicznych oraz wspierać rozwój nowych kompetencji, takich jak zarządzanie instalacjami *offshore* czy obsługa zaawansowanych systemów cyfrowych.

Podsumowując, wzmocnienie europejskiego łańcucha dostaw dla energii wiatrowej wymaga skoordynowanych działań na poziomie unijnym, krajowym i lokalnym. Stabilne modele finansowe, wsparcie dla innowacji, rozwój infrastruktury oraz inwestycje w zasoby ludzkie są kluczowymi filarami, które pozwolą Europie odzyskać globalne przywództwo w sektorze energii odnawialnej oraz zrealizować ambitne cele Zielonego Ładu Przemysłowego.

Działania dostosowawcze w 2025 roku. W 2025 roku kluczowe akty prawne związane z polityką klimatyczną w UE to przede wszystkim nowelizacja europejskiego prawa klimatycznego, która wprowadza nowy, pośredni cel

redukcji emisji gazów cieplarnianych o 90% do 2040 roku w porównaniu z poziomem z 1990 roku oraz utrzymuje obowiązujące cele: redukcja emisji o 55% do 2030 roku i neutralność klimatyczna do 2050 roku⁴¹.

W 2025 roku Unia Europejska dokonała istotnej aktualizacji swojego prawa klimatycznego, zaostrażając trajektorię redukcji emisji w perspektywie do 2040 roku. Rada UE potwierdziła pośredni cel redukcji gazów cieplarnianych o 90% względem poziomu z 1990 roku, uznając go za kluczowy element strategii prowadzącej do osiągnięcia neutralności klimatycznej najpóźniej do 2050 roku. Decyzja ta stanowi punkt wyjścia do dalszych negocjacji z Parlamentem Europejskim, które przesądzą o ostatecznym kształcie znowelizowanego European Climate Law. Nowelizacja wprowadziła również mechanizmy zwiększające elastyczność procesu regulacyjnego oraz wzmocniła narzędzia monitorowania postępów redukcji emisji. Najważniejszą zmianą jest obowiązek dwuletnich przeglądów realizacji celów pośrednich, wykonywanych przez Komisję Europejską. Ma to zapewnić większą przewidywalność i reagowanie na dynamicznie zmieniające się uwarunkowania gospodarcze, technologiczne i geopolityczne. Uzupełnieniem tych rozwiązań są klauzule rewizyjne umożliwiające korektę poziomu ambicji klimatycznych w przypadku niekorzystnych zmian warunków makroekonomicznych, spadku konkurencyjności przemysłu lub istotnego wzrostu cen energii.

W 2025 roku Rada UE zatwierdziła również zaktualizowany unijny wkład NDC (Nationally Determined Contribution), który zostanie przedstawiony na COP30. Dokument ten dostosowuje dotychczasowe zobowiązania UE do nowej, bardziej rygorystycznej trajektorii redukcji emisji obejmującej zarówno sektor objęty ETS, jak i sektory non-ETS. NDC podkreśla konieczność przyspieszenia transformacji energetycznej, modernizacji infrastruktury oraz intensyfikacji działań w sektorach transportu, budownictwa i przemysłu.

Kolejnym ważnym elementem zmian regulacyjnych jest decyzja o przesunięciu wejścia w życie ETS2 – nowego systemu handlu emisjami dla transportu drogowego i budownictwa – na 2028 rok. System ten, obejmujący sprzedaż paliw i ogrzewanie budynków, będzie podlegał pełnej rewizji przygotowywanej przez Komisję Europejską. Jednocześnie przemysł obronny został wyłączony z obowiązków wynikających z systemów ETS, co związane jest z bezpieczeństwem dostaw i strategicznym znaczeniem zdolności obronnych UE.

Zmiany w prawie klimatycznym w 2025 roku wpisują się w szerszy proces integracji celów klimatycznych z polityką przemysłową UE. W centrum uwagi znalazła się modernizacja przemysłu, rozwój technologii niskoemisyjnych oraz wzmocnienie strategicznych łańcuchów dostaw w obszarach takich jak OZE, wodór, CCS, elektryfikacja procesów przemysłowych i efektywność energetyczna. Zaktualizowana regulacja podkreśla konieczność wieloletniego planowania inwestycji oraz zwiększenia odporności europejskiej gospodarki na globalne szoki surowcowe i technologiczne. Łącznie pakiet zmian z 2025 roku⁴² podnosi ambicję klimatyczną Unii, a jednocześnie wprowadza mechanizmy stabilizujące, które mają umożliwić bardziej pragmatyczną i przewidywalną realizację celów. Dla przedsiębiorstw oznacza to rosnące znaczenie dekarbonizacji, większy nacisk na raportowanie zgodne z nowymi standardami oraz konieczność dostosowania strategii inwestycyjnych do nowej trajektorii do 2040 roku.

⁴¹ <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/agenda/briefing/2025-11-12/4/prawo-klimatyczne-ue-glosowanie-nad-celem-ue-na-2040-r>

⁴² <https://www.gazetaprawna.pl/wiadomosci/kraj/artykuly/10576205,rada-unii-europejska-zaostrza-cele-klimatyczne-a-ministerstwo-klimatu.html>

4 ANALIZA RYNKU ŁAŃCUCHA DOSTAW MORSKICH FARM WIATROWYCH W EUROPIE

4.1 POTENCJAŁ EUROPEJSKI W ŁAŃCUCIE DOSTAW ENERGETYKI WIATROWEJ

Instytucje Unii Europejskiej w ramach działań przygotowawczych do przyjęcia legislacji wspierają się analizami rynków, na które nowe prawo ma oddziaływać. Sektor wiatrowy jest poddawany szerokim corocznym analizom. Raport *“Wind Energy in the European Union - Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains & Markets”* opracowywany przez *Joint Research Centre* w latach 2022-2025 wskazał analitycznie sytuację sektora, etap rozwoju i zagrożenia dla europejskich wytwórców.

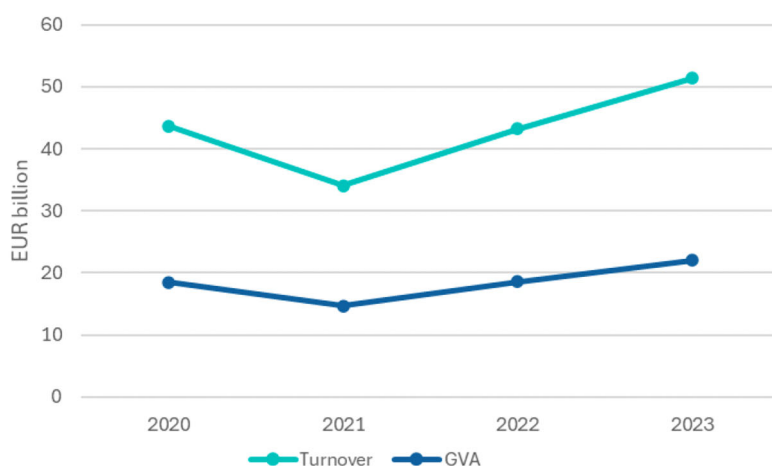
Unia Europejska dąży do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r., dlatego też udział odnawialnych źródeł energii w wytwarzaniu energii w UE powinien systematycznie wzrastać. Całkowita zainstalowana moc wiatrowa musiałaby wzrosnąć ponad dwukrotnie i osiągnąć 510 GW w 2030 r., zgodnie z zapisami *REPowerEU*. Osiągnięcie 510 GW mocy wiatrowej do 2030 r. jest ambitnym celem, ale teoretycznie realnym, jeśli spełnione zostaną określone warunki. Aby to było możliwe, konieczne jest prawie trzykrotne zwiększenie tempa instalacji nowych farm wiatrowych, z 15 GW rocznie w 2022 r. do 33-42 GW rocznie w 2030 r. Przyspieszenie wdrażania technologii wiatrowych jest możliwe, ale wymaga znacznych wysiłków w zakresie usprawnienia administracji, rozbudowy infrastruktury oraz zapewnienia stabilnych i korzystnych warunków finansowych dla inwestorów. Bazując z kolei na wygenerowanym rynku zapotrzebowania na produkty i usługi, producenci z UE muszą skonsolidować swoją przewagę konkurencyjną i utrzymać lub zwiększyć obecne udziały w rynku w ciągu najbliższej dekady.

Europa należy do światowych liderów pod względem możliwości produkcji komponentów elektrowni wiatrowych. Potencjał budowy zintegrowanego łańcucha dostaw wspiera Umowa o wolnym handlu Unii Europejskiej, ułatwiająca przepływ towarów między państwami członkowskimi. Budowa europejskich technologii – od turbin, poprzez fundamenty, kable i technologie instalacji – to dobry przykład na wykorzystanie potencjału Unii. Wśród europejskich krajów w łańcuchu dostaw energii wiatrowej znajdują się Niemcy, Hiszpania i Dania, z których wszystkie prowadzą znaczącą działalność związaną z produkcją głównych komponentów turbin wiatrowych – łopat, gondoli i wież. W ostatnich latach Francja stała się również jednym z kluczowych krajów, z nowymi zakładami produkcyjnymi łopat i gondoli. W przypadku fundamentów morskich elektrowni wiatrowych kluczowymi producentami są Niderlandy, Niemcy i Dania. Kraje te są również liderami pod względem zainstalowanej mocy dla morskich elektrowni wiatrowych w Europie.

Kluczowe elementy morskich farm wiatrowych, takie jak gondole, wieże, elementy przejściowe i fundamenty, będą potrzebne w znaczących ilościach. Szacuje się, że zapotrzebowanie na te komponenty w Europie wyniesie od 800 do 1200 jednostek rocznie. Te prognozy zakładają, że średnia moc znamionowa jednej turbiny morskiej wzrośnie z 12 MW w 2030 r. do nawet 20 MW w 2040 r.⁴³. Dodatkowo, każdego roku będzie potrzebne średnio nawet do ok. 20-30 podstacji transformatorowych, w zależności od technologii (około 30 dla średniej mocy jednej stacji 500 MW), którą wybierze się do przesyłu energii: HVAC (przemienny) lub HVDC (stały).

⁴³ Analizy własne na podstawie kilku źródeł prognostycznych wskazanych w niniejszym dokumencie

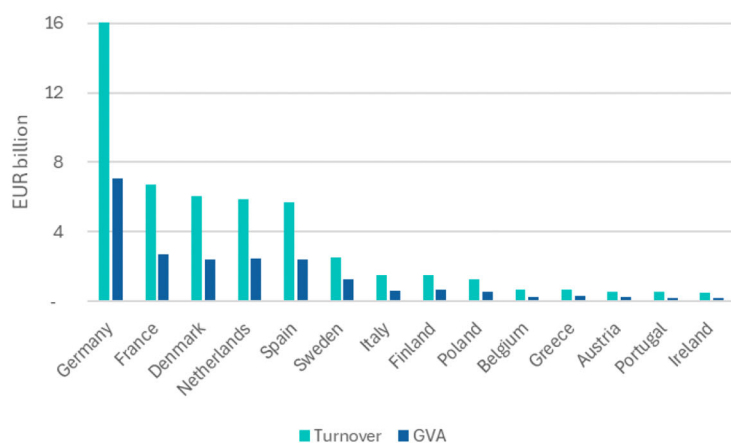
Wykres 6. Obroty europejskiej branży wiatrowej (*onshore i offshore*) w mld EUR.



Źródło: JRC 2025

Szacuje się, że obecnie producenci z UE produkują około 85% rocznego zapotrzebowania UE na komponenty energetyki wiatrowej⁴⁴, generując pomiędzy 35 a 45 miliardów EUR obrotów rocznie. NZIA przewiduje utrzymanie tych udziałów w rynku w ciągu tej dekady. Równoległe potencjał wzrostu unijnej produkcji technologii *net-zero* jest podważany przez znaczną zmienność cen materiałów i różnych kosztów, drożący transport i finansowanie oraz ciągłe wąskie gardła w łańcuchu dostaw, chociaż czynniki te wpłynęły również, w pewnym stopniu, na branżę przemysłu neutralnie emisyjnego w innych częściach świata. Dodatkowo, nasila się globalna konkurencja. Zgodnie z danymi branżowymi, łączna liczba zamówień na nowe turbiny wiatrowe od producentów z UE spadła o prawie 50% w 2022 r. w porównaniu z rokiem poprzednim.

Wykres 7. Obroty i wartość dodana producentów komponentów do sektora energetyki wiatrowej w EU 2024 [miliardy EUR].



Źródło: JRC, EurObsere'ER 2025.

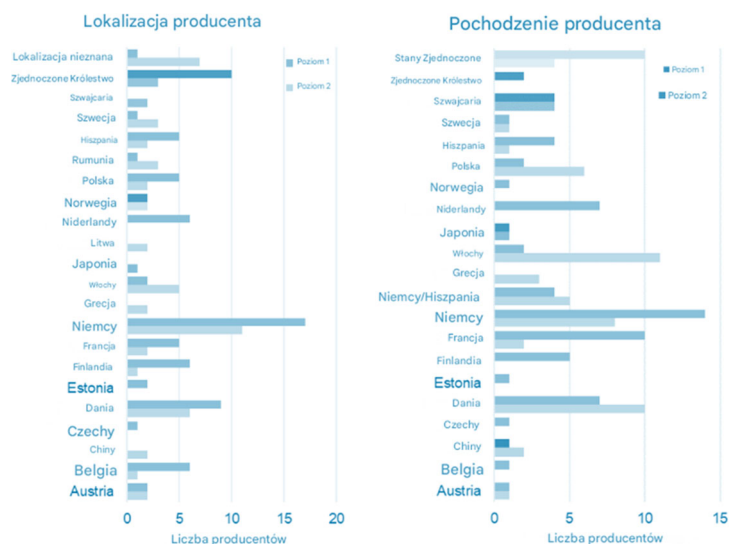
Sektor wiatrowy UE jest jednym z najsilniejszych graczy na rynkach światowych i nadal przewodzą mu firmy z Europy. Raport *“Wind energy and economic recovery in Europe”* opublikowany przez Wood Mackenzie w 2020 r.

⁴⁴ Wind Energy in the European Union status report on technology development, trends, value chains & markets 2023

identyfikuje około 800 zakładów produkujących komponenty turbin wiatrowych, z których większość działa w Chinach (45%) i Europie (31%), a następnie w Indiach (7%), Brazylii (5%) i Ameryce Północnej (4,5%). W Europie wiodące rynki, Niemcy, Hiszpania, Włochy, Dania i Francja, są siedzibą znacznej liczby producentów, generując obroty w wysokości od kilku do kilkunastu miliardów EUR rocznie (wykres powyżej). Patrząc szerzej na działania związane z sektorem wiatrowym (np. centra badawczo-rozwojowe, zakłady produkcyjne, operacje, budownictwo, usługi i porty), około 550 firm/podmiotów znajduje się w krajach europejskich.

Europejski łańcuch dostaw produkcyjnych dla morskiej energetyki wiatrowej na poziomie Tier 1 i Tier 2 opiera się głównie na firmach z państw członkowskich UE. Dostawcy Tier 1 i Tier 2 mają 138 zakładów zlokalizowanych w UE, z czego około 84% zlokalizowanych jest na terenie UE. Dostawcy pierwszego poziomu znajdują się na wiodących rynkach morskiej energetyki wiatrowej w UE, tj. wokół Morza Północnego i Morza Bałtyckiego, takich jak Niemcy, Dania, Wielka Brytania, Niderlandy i Belgia, a także w krajach, które mogą wykorzystać silny łańcuch dostaw energii wiatrowej na lądzie (Hiszpania) lub które są gospodarzami określonego komponentu tzw. Tier 1.⁴⁵

Wykres 8. Producenci europejskiego łańcucha dostaw produkcji *offshore*. Lokalizacja (po lewej) i pochodzenie (po prawej) dostawców komponentów Tier 1 i Tier 2 (o również obejmuje zakłady ze wspólną produkcją komponentów na lądzie i na morzu)



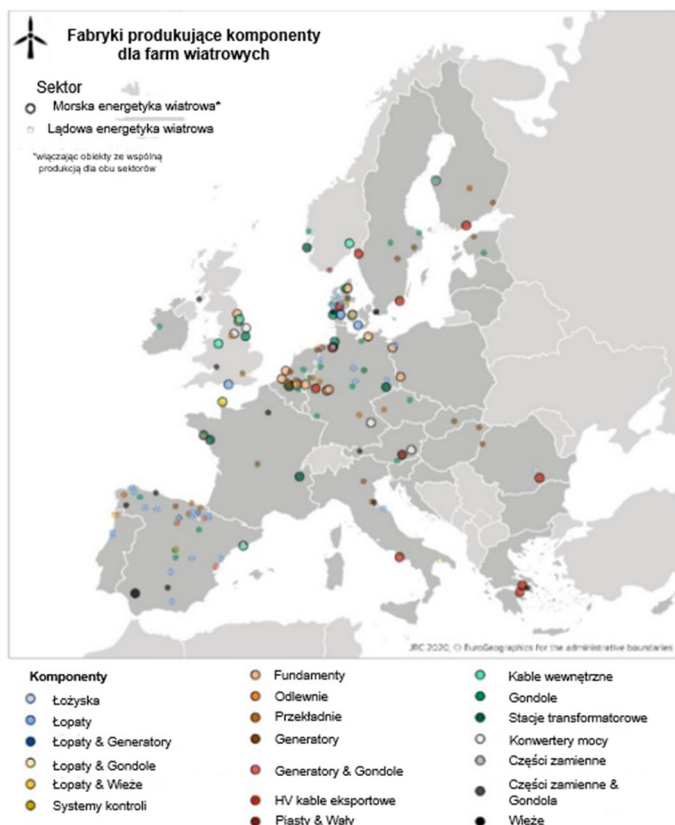
Źródło: JRC Wind Manufacturers Database, 2021

Istnieje obecnie trzech producentów turbin dla farm wiatrowych (OEM) z możliwościami produkcyjnymi i doświadczeniem dostaw na rynek UE (Siemens Gamesa – Siemens Energy, Vestas i General Electric – GE Vernova). Rynek *offshore* UE ulegał dalszej konsolidacji w ostatnich latach - po upadłości Senvion pod koniec 2019 r. i wykupieniu przez Vestas Mitsubishi Heavy Industries (MHI) z ich *joint venture offshore wind* w 2020 r.

⁴⁵ Raport "Wind energy in the European Union, Status report on technology trends, value chains and markets", Joint Research Centre, 2022).

W 2023 r. nastąpiło też wchłonięcie Siemens Gamesy do struktur Siemens Energy.⁴⁶ Obecnie trzech główni producenci OEM *offshore* mają szacunkowo 6,5-8 GW zdolności montażowej gondoli w lokalizacjach europejskich. To wystarczy, aby zaspokoić obecne potrzeby wdrożeniowe około 3 GW nowych farm wiatrowych na morzu każdego roku, jednak możliwości te będą musiały wzrosnąć do około 11 GW/rok do 2030 r., aby zaspokoić potrzeby wdrożeniowe farm wiatrowych na morzu na wodach europejskich (UE27, Norwegia i Wielka Brytania). Oczekuje się, że potrzeby wdrożeniowe farm wiatrowych na morzu w państwach członkowskich UE wzrosną do około 8-9 GW/rok do 2030 r. i do szacowanych 12-13 GW do 2050 r. (na podstawie modelowania scenariuszy Planu Celów Klimatycznych na rok 2030 (scenariusz CTP-MIX), co wymaga dodatkowych inwestycji w łańcuch dostaw farm wiatrowych na morzu⁴⁷.

Rysunek 6. Lokalizacja producentów komponentów dla energetyki wiatrowej.



Źródło: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52020DC0741>

Znaczna część obiektów produkujących elementy wielkogabarytowe znajduje się w miastach portowych, co znacząco ułatwia transport drogą morską, a drogą lądową może być znacznie utrudnione, a wręcz w niektórych przypadkach niemożliwe. Jeżeli chodzi o produkcję kabli — średniego napięcia i wysokiego napięcia — działalność

⁴⁶ <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/business/smart-energy-finances-siemens-energy-takes-full-control-of-siemens-gamesa/> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

⁴⁷ Clean Energy Technology Observatory: Wind Energy in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets.

jest dość rozproszona, a główne kraje, w których znajduje się produkcja, to Włochy, Francja, Wielka Brytania, Polska, Norwegia i Szwecja.

Tabela 8. Lokalizacja i szacowane moce produkcyjne głównych producentów turbin w Europie.

Producent offshore	Lokalizacja/port łopaty lub gondoli	Kraj	Basen morski	Szacowana zdolność produkcji gondoli offshore (GW/ rok)
Siemens Gamesa	Bremenhaven	Niemcy	Morze Północne	4
	Cuxhaven	Niemcy	Morze Północne	
	Aalborg	Dania	Morze Północne	
	Alexandra- Green port Hull	Wielka Brytania	Morze Północne	
Vestas	Port Lindø (Munkebo)	Dania	Morze Bałtyckie (Duńskie Cieśniny – Wielki Belt)	3
	Nakskov (Zelandia)	Dania	Morze Bałtyckie	
	Esbjerg (Syddjylland)	Dania	Morze Północne	
	Wyspa Wight	Wielka Brytania	Morze Północne	
	Szczecin	Polska	Morze Bałtyckie	
GE Renewable & LM Wind Power	Cherbourg	Francja	Morze Północne (Kanał La Manche)	0,5 (2)
	Saint Nazaire	Francja	Ocean Atlantycki	
	Lunderskov	Dania	Morze Bałtyckie (nie nadbrzeżne, blisko Kolding)	
	Castellón	Hiszpania	Morze Śródziemne (nie nadbrzeżne)	

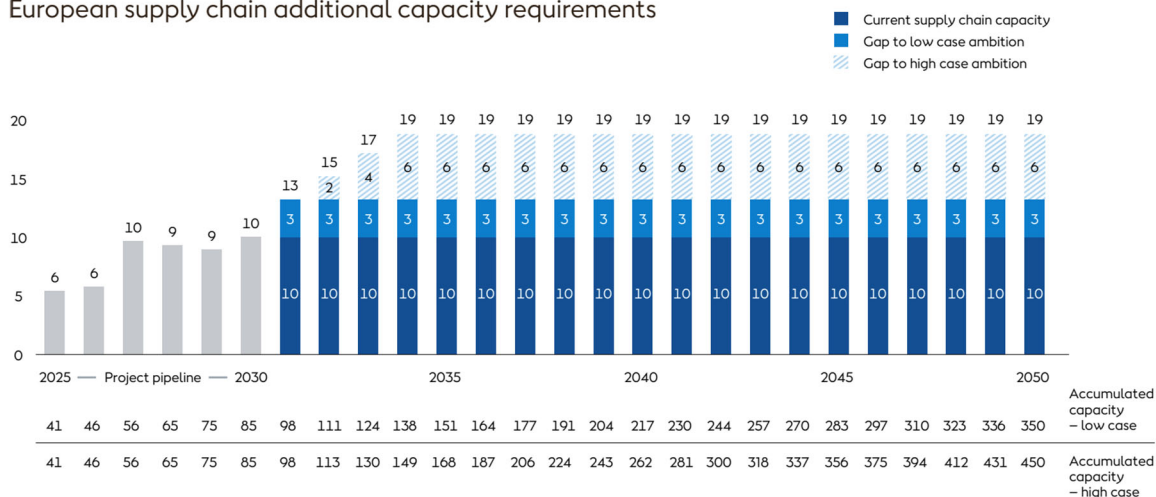
Źródło: z wykorzystaniem JRC, 2022, Wind Europe, Wood Mackenzie, 2020.

4.2 SZANSE I RYZYKA ZWIĄZANE Z ROZWOJEM ŁAŃCUCHA DOSTAW

Jak wskazują powyższe analizy, opierające się głównie o dane JRC, Wind Europe, Rystad, ERM, a także GWEC, trendy nearshoringu, de-riskingu i ochrony własnych zdolności przemysłowych, mogą doprowadzić do znaczących niedoborów mocy produkcyjnych dla niemalże wszystkich komponentów.

Tabela 9. Podsumowanie luki łańcucha dostaw w Europie w scenariuszach rozwoju rynku.

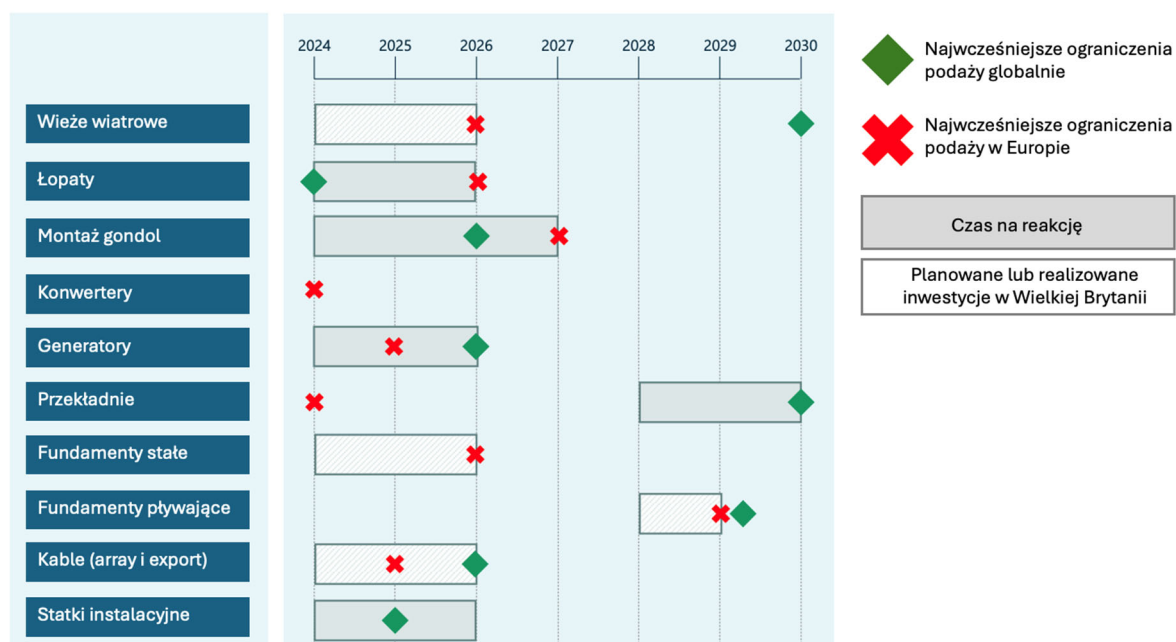
European supply chain additional capacity requirements



Źródło: Orsted, Offshore wind at a crossroads, 2025

Stan taki stanowi dla kluczowych krajów w technologii morskich farm wiatrowych ogromne ryzyko w realizacji planów zapewnienia nowych źródeł energii. Z drugiej strony, stanowi to podstawę dla rozwoju własnej bazy przemysłowej. Modelowym tego przykładem jest Wielka Brytania, która na podstawie (również powyższych) analiz, wyselekcjonowała kluczowe potrzeby dla rozwoju krajowego łańcucha dostaw.

Tabela 10. Podsumowanie wąskich gardeł produkcyjnych w dokumencie strategicznym Wielkiej Brytanii.



Źródło: na podstawie Offshore Wind Industrial Growth Plan

Dla Europy jednak te ryzyka mają jednak inny charakter – trwałej utraty własnych kompetencji. Technologie net-zero są przykładem, jakie są efekty, gdy ryzyka się materializują. UE coraz bardziej polega na imporcie, aby zaspokoić swój rosnący popyt, przez co jest dziś importermem netto czystych technologii. W przypadku turbin wiatrowych, gdzie utrzymuje nadwyżkę handlową, jej bilans handlowy pogarsza się (wartość importu UE wzrosła o ponad 5-krotnie między 2012 a 2022 r.). UE w wielu ważnych technologiach, jak fotowoltaika czy baterie polega

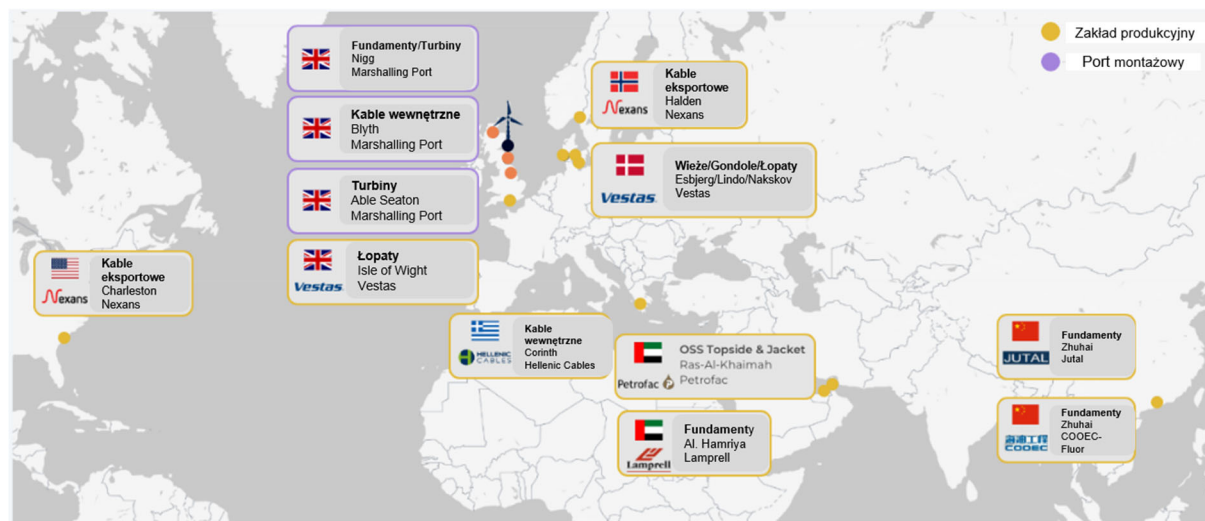
głównie na rosnącym imporcie z Azji, a w szczególności z Chin. Import Unii Europejskiej w ramach trzech nowych kategorii eksportu technologii net-zero gwałtownie wzrósł w ostatnich latach. W ciągu 2023 r. eksport Chin do UE wyniósł łącznie 23,3 mld USD w przypadku baterii litowo-jonowych, 19,1 mld USD w przypadku paneli słonecznych i 14,5 mld USD w przypadku pojazdów elektrycznych. W 2023 r. wartość importu UE z Chin wyniosła ponad 50 mld USD w tych kategoriach⁴⁸. W przypadku akumulatorów i niektórych elementów fotowoltaicznych zależność UE obejmuje również maszyny produkcyjne, co może powodować wąskie gardła w razie konieczności konserwacji i naprawy lub ograniczenia ich dostępności na rynku.

Ryzyka rozwoju morskiej energetyki wiatrowej, w kontekście łańcucha dostaw można podzielić na cztery główne grupy – obiektywny globalny wzrost konkurencji o produkty w łańcuchu dostaw, uzależnienie od surowców, nierynkowe zasady konkurencyjne, w tym wymogi *local content* w innych krajach.

4.2.1 Konkurencja globalna

Globalne wąskie gardła w poszczególnych segmentach łańcucha dostaw są istotnym ryzykiem dla sektora *offshore wind*. Braki w dostępności surowców (np. stali w Europie), opóźnienia w produkcji oraz rosnące koszty transportu (np. wynikające z kryzysów logistycznych lub inflacji) powodują, że realizacja inwestycji staje się bardziej ryzykowna. Wzrost kosztów transportu morskiego oraz problemy z dostępnością specjalistycznych statków instalacyjnych zwiększają całkowity koszt produkcji energii z farm wiatrowych. W szczególności inflacja cen surowców, takich jak stal czy komponenty elektroniczne, może zwiększać koszty projektów, co zagraża rentowności firm i podnosi LCOE budowy farm. Jak pokazuje mapa poniżej, rynek dostaw dla morskich farm wiatrowych jest rynkiem coraz mniej regionalnym, a coraz bardziej globalnym i firmy dostarczające komponenty mogą dość swobodnie wybierać najatrakcyjniejsze kierunki eksportu.

Rysunek 7. Łańcuch dostaw obejmujący trzy kontynenty. Porty produkcyjne i przeładunkowe dla Seagreen1.



Źródło: <https://www.spinergie.com/blog/supply-chain-lessons-learned-north-sea-offshore-wind-farm>.

⁴⁸ <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/energysource/without-tariffs-the-eu-faces-a-flood-of-chinese-imports-of-the-new-three/>

W kontekście konkurencji globalnej o kapitał finansujący projekty, inwestorzy często preferują pozaeuropejskie kierunki budowy farm. Wzrost regulacyjnych wymagań i administracyjne opóźnienia stanowią dodatkowe ryzyko. Procesy uzyskiwania pozwoleń w wielu krajach UE są długie i skomplikowane, co prowadzi do znacznych opóźnień w realizacji projektów.

Innym istotnym zagrożeniem dla łańcucha dostaw związane z globalną konkurencją są różnice w kosztach finansowania projektów w poszczególnych państwach członkowskich UE. Wyższe koszty kapitału w niektórych krajach, może osłabić konkurencyjność europejskich firm.

4.2.2 *Uzależnienie od surowców*

Większość materiałów nie jest krytyczna na etapach przetworzonych materiałów i komponentów. Niemniej jednak ze względu na wysokie znaczenie pierwiastków ziem rzadkich (surowce, stopy i magnesy) oraz drewna balsowego, UE wykazuje słabości w całym łańcuchu dostaw, poza ostatnim etapem związanym z produkcją turbin wiatrowych (ze wskazanym wcześniej ryzykiem po 2026 r.). Sytuacja w szczególności jest trudna w zakresie stali (co zostało opisane wcześniej), drewna balsowego i metali ziem rzadkich.

Drewno balsowe, w ponad 90% produkowane jest w Ekwadorze, co również wiąże się z dużym ryzykiem dostaw. Sytuacja ta skłoniła kraje do poszukiwania sposobów zmniejszenia niemal całkowitej zależności od jednego dostawcy. Chiny rozwijają krajową produkcję drewna balsowego, planując zaspokoić 10% swojego zapotrzebowania po 2024 r.⁴⁹.

Metale ziem rzadkich odgrywają kluczową rolę w przemyśle wiatrowym. W rzeczywistości występują one stosunkowo obficie na całym świecie, jednak ich wydobycie i przetwarzanie jest skoncentrowane głównie w Chinach. W kontekście sektora wiatrowego, są niezbędne do produkcji generatorów magnetycznych, które znajdują się w gondolach turbin. Szczególnie istotne są one w turbinach z napędem bezpośrednim, które eliminują potrzebę stosowania przekładni. Najważniejsze metale ziem rzadkich dla energetyki wiatrowej to neodym, dysproz i w mniejszych ilościach, prazeodym. Prognozy wskazują, że popyt na te surowce wzrośnie siedmiokrotnie do 2030 r., głównie za sprawą rozwoju morskich farm wiatrowych w Europie⁵⁰. Ten wzrost jest niezbędny, aby osiągnąć ambitne cele energetyczne regionu. Warto także zauważyć, że surowce te mają szerokie zastosowanie poza energetyką wiatrową – na przykład w silnikach trakcyjnych pojazdów elektrycznych, co dodatkowo zwiększa globalny popyt.

Europejski rynek metali ziem rzadkich jest niemal całkowicie zależny od Chin, które odpowiadają za 98% importu tych surowców do UE. Ta zależność stanowi istotne ryzyko dla europejskiego przemysłu, w tym sektora wiatrowego, ponieważ napięcia geopolityczne i potencjalne zakłócenia w łańcuchach dostaw mogą znacząco wpłynąć na stabilność dostaw. Chiny mają możliwość kontrolowania cen, co jeszcze bardziej uzależnia europejski rynek od polityki tego kraju. W perspektywie strategicznej, Europa stoi przed wyzwaniem dywersyfikacji źródeł metali ziem rzadkich oraz rozwijania lokalnych możliwości wydobycia i przetwarzania, aby zabezpieczyć przyszłość swoich projektów energetycznych i zminimalizować ryzyko związane z łańcuchami dostaw. W ciągu

⁴⁹ Global Offshore Wind Report 2022, BloombergNEF.

⁵⁰ A Rystad Energy report in cooperation with Wind Europe, The State of the European Wind Energy Supply Chain.

ostatnich dziesięciu lat Chiny stopniowo zmniejszały swoją monopolistyczną pozycję na wcześniejszych etapach łańcucha dostaw, jednocześnie umacniając dominację na etapach późniejszych. W 2010 r. Chiny odpowiadały za 97% globalnego wydobycia i przetwarzania pierwiastków ziem rzadkich oraz za 75% produkcji magnezów. Najnowsze dane pokazują jednak, że ich udział w wydobyciu spadł do 63%, natomiast w produkcji magnezów wzrósł do 93%⁵¹.

Przyczyny tego stanu rzeczy mają charakter środowiskowy (górnictwo ma duży wpływ na ekosystem), ekonomiczny (późniejsze etapy produkcji generują wyższą wartość dodaną) oraz strategiczny (kontrola nad całym łańcuchem dostaw daje przewagę). Ryzyko wynika z możliwości celowego wykorzystania przez Chiny ich dominacji w tych łańcuchach. Na przykład, Chiny mogą wpłynąć na konkurencyjność Europy, oferując tańsze magnez na rynku globalnym. Mogą również wprowadzić ograniczenia produkcyjne, restrykcje handlowe, a nawet zredukować eksport, co doprowadziłoby do niedoboru kluczowych materiałów i komponentów, niezbędnych dla zielonej i cyfrowej transformacji w Europie. Przykład z lat 2010–2011, kiedy Chiny ograniczyły eksport pierwiastków ziem rzadkich do mniej niż połowy, powodując dziesięciokrotny wzrost cen, stanowi ważną lekcję.

⁵¹ European Raw Materials Alliance, ERMA 2021.

SEKCJA C. POLSKIE DOŚWIADCZENIA

5 KRAJOWE OTOCZENIE REGULACYJNE

Choć Polska posiada już rozwinięty zestaw regulacji dotyczących budowy i eksploatacji morskich farm wiatrowych, legislacja dotycząca łańcucha dostaw dla MEW wymaga dostosowania. Krajowe przepisy mające na celu zapewnienie udziału polskich przedsiębiorstw wymagają doprecyzowania i stanowić muszą kompromis między potrzebą przestrzegania europejskich zasad konkurencyjności, a ambicją stworzenia krajowego ekosystemu dla rozwoju rodzimych technologii. Regulacje sektorowe, w tym przepisy odnoszące się do tzw. „planów łańcucha dostaw”, są rozwiązaniem, które wymaga dalszego rozwoju i doskonalenia.

Nowe inwestycje w zakłady produkcyjne dla MEW w Polsce cieszą, jednak realizowane są przede wszystkim z bardzo dużym udziałem kapitału zagranicznego i w oparciu o zagraniczny know-how. Ogłoszone inwestycje w łańcuch dostaw dla morskiej energetyki wiatrowej w Polsce koncentrują się głównie wokół zagranicznych koncernów. To międzynarodowi gracze wiodą prym w budowie kluczowych komponentów, takich jak turbiny czy wieże wiatrowe i w tym kontekście należy jednoznacznie pozytywnie postrzegać chęć zaangażowania ich kapitału w Polsce. Niemniej jednak istnieją również firmy krajowe, które w poszczególnych segmentach łańcucha dostaw posiadają znaczący potencjał dla rozwoju w kierunku dostawcy pierwszego poziomu (*Tier 1*), a które napotykają trudności w pozyskaniu kontraktów, finansowania i realizacji inwestycji.

5.1 AKTY PRAWNE ZWIĄZANE Z BUDOWĄ MORSKICH FARM WIATROWYCH

Podstawowym aktem prawnym dotyczącym morskich farm wiatrowych na polskich obszarach morskich *jest ustawa z 21 marca 1991 r. o obszarach morskich RP i administracji morskiej (UOM)*. Ustawa ta precyzuje, że budowa i eksploatacja MFW są dozwolone w wyłącznej strefie ekonomicznej Polski. UOM reguluje również zasady uzyskiwania pozwoleń na wznoszenie sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń (PSZW), oraz kryteria oceny wniosków o PSZW, szczególnie w przypadku konkurencyjnych wniosków dotyczących tej samej lokalizacji. Te kryteria zostały doprecyzowane w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 27 listopada 2021 r., które określa szczegółowe zasady punktacji i wykazywania spełnienia kryteriów przez inwestorów.

Każdy projekt MFW musi być zgodny z planem zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych i wyłącznej strefy ekonomicznej (PZPPOM). Ten plan określa zasady użytkowania polskich obszarów morskich, w tym dopuszczalne funkcje i warunki ich realizacji. Szczególnie istotne jest, że budowa MFW jest dozwolona wyłącznie w akwenach przeznaczonych do pozyskiwania energii odnawialnej.

PSZW może być wydane jedynie dla projektu zgodnego z PZPPOM. W przypadku postępowania rozstrzygającego, PSZW przyznawane jest podmiotowi, który spełnił minimalne wymagania i uzyskał najwyższą liczbę punktów. PSZW to pierwsza decyzja administracyjna w procesie inwestycyjnym MFW, niezbędna do uzyskania zaświadczenia o dopuszczeniu do aukcji na prawo do pokrycia ujemnego salda oraz warunków przyłączenia do sieci.

Zasady wsparcia publicznego dla energii z MFW określa w Polsce ustawa z 17 grudnia 2020 r. *o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych*. Wsparcie to, oparte na systemie wyodrębnionym dla MFW, przyznawane jest w dwóch fazach: faza I – indywidualne decyzje Prezesa URE dla zaawansowanych projektów, oraz faza II – wsparcie w systemie aukcyjnym. Załącznik nr 2 do Ustawy MFW określa obszary, w których mogą być lokalizowane MFW, a zgodność lokalizacji z tymi obszarami jest warunkiem wydania PSZW.

Rozliczenie ujemnego salda odbywa się podobnie jak w systemie aukcyjnym dla lądowych OZE, z podziałem na dwie fazy. Środki na pokrycie ujemnego salda wypłaca Zarządca Rozliczeń S.A., spółka Skarbu Państwa. Ujemne saldo to różnica między wartością sprzedaży energii a wartością obliczoną na podstawie decyzji (I faza) lub

zwycięskiej oferty (II faza). Cena jest wyrażona w PLN/MWh i corocznie waloryzowana wskaźnikiem cen towarów i usług konsumpcyjnych.

Wsparcie dla energii z MFW trwa 25 lat od pierwszego wytworzenia i wprowadzenia energii do sieci, zgodnie z udzieloną koncesją. Środki na pokrycie ujemnego salda pochodzą z opłaty OZE pobieranej od 2016 r. przez dystrybutorów energii. W I fazie wsparcie przyznawano do 30 czerwca 2021 r. poprzez wydanie 7 decyzji. Wytwórca musiał ustanowić zabezpieczenie w formie gwarancji bankowej lub kaucji w wysokości 60 PLN za każdy 1 kW mocy. Kolejność przyznania prawa do pokrycia ujemnego salda zależała od daty złożenia kompletnych wniosków z załącznikami, które musiały zawierać m.in.: moc zainstalowaną elektryczną MFW, lokalizację zgodną z załącznikiem nr 1 do Ustawy MFW, wstępne warunki przyłączenia, prawomocne PSZW, harmonogram rzeczowo-finansowy, plan łańcucha dostaw, opis efektu zachęty, potwierdzenie zabezpieczenia, schemat elektryczny oraz formularz informacji o pomocy publicznej z ostatnich 3 lat.

Wytwórca, który otrzymał wsparcie z I bądź II fazy ma 7 lat na pierwsze wytworzenie energii elektrycznej w MFW. W uzasadnionych przypadkach w przypadku, gdy zaistniały okoliczności uniemożliwiające wytwórcy realizację inwestycji w zakresie morskiej farmy wiatrowej zgodnie z harmonogramem rzeczowo-finansowym może wystąpić o wydłużenie tego terminu. Wydłużenie terminu następuje o czas niezbędny do realizacji inwestycji, nie dłuższy niż okres wskazany we wniosku oraz czas opóźnienia spowodowanego okolicznościami określonymi w ust. 1 i skutkami ich zaistnienia.

Kluczowe akty prawne określające zasady budowy i eksploatacji morskich farm wiatrowych w wyłącznej strefie ekonomicznej Polski są spójne i zrozumiałe. Regulacje w sposób jasny regulują również proces uzyskiwania pozwoleń na budowę sztucznych wysp i konstrukcji, co jest istotnym krokiem w procesie inwestycyjnym. Wsparcie publiczne dla projektów MFW jest zapewnione przez ustawę, będącą silnym konsensusem politycznym i wprowadza system wspierania wytwarzania energii elektrycznej z morskich farm wiatrowych w dwóch fazach: na podstawie indywidualnych decyzji oraz aukcji. Za uchwaleniem ustawy głosowało 409 posłów, 13 było przeciwko, a 5 wstrzymało się od głosu.

Ramy te, wspólnie z wytycznymi dotyczącymi planowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, zapewniają narzędzia prawne i administracyjne dla bezpiecznego i efektywnego rozwoju sektora energetyki morskiej w Polsce.

Doświadczenia z praktyki realizacji projektów, płynące z I fazy skłoniły branżę do zgłoszenia szeregu korekt do regulacji sektorowych. Wśród nich znalazły się: umożliwienie startu w aukcji w 2025 roku podmiotom realizującym już projekty w I fazie, z większą mocą przyłączeniową niż ta, która już jest objęta wsparciem, podział większych projektów na mniejsze, z odrębnymi wyprowadzeniami mocy, co zwiększyłoby ich opłacalność, zróżnicowanie cen dla projektów w zależności od lokalizacji, odległości od brzegu i głębokości, co lepiej odzwierciedliłoby koszty inwestycji⁵².

Podsumowując, fundamentalna ustawa, przyjęta jednogłośnie, ustanowiła w 2020 r. ramy prawne dla rozwoju sektora. Stworzyła ona harmonogram kolejnych aukcji, mających na celu przydzielenie wsparcia nowym projektom. Dnia 4 listopada 2025 r. Prezydent podpisał przygotowaną przez rząd i uchwaloną przez sejm jednogłośnie nowelizację ustawy o offshore. Nowelizacja zwiększa stabilność procesu inwestycyjnego i eksploatacji morskich farm wiatrowych m.in. przez dostosowanie zasad waloryzacji wsparcia oraz rozliczania ujemnego salda w przypadku redysponowania energii z morskich farm wiatrowych na zasadach rynkowych.

⁵² <https://www.psew.pl/psew-walczy-o-przepisy-dla-offshore-bez-nich-prad-z-polskich-wiatrakow-na-morzu-nie-poplynie-na-czas-relacja/> [Dostęp na dzień 2.12.2024].

Przewidziano także uproszczenie procedur administracyjnych, m.in. w zakresie przepisów regulujących sytuacje związane z mikroprzesunięciami fundamentów morskich turbin, wspólnym wykorzystaniem infrastruktury elektroenergetycznej przez więcej niż jedną farmę wiatrową czy etapowaniem inwestycji. Nowa ustawa doprecyzowała zasady funkcjonowania aukcyjnego systemu wsparcia dla morskich farm wiatrowych, wprowadzając m.in. warunkową prekwalifikację oraz możliwość przeprowadzenia aukcji interwencyjnej w przypadku nierozstrzygnięcia pierwszej aukcji, planowanej na 2025 r. Nowe przepisy przewidują także m.in. możliwość dzielenia morskich obszarów na dwie farmy wiatrowe, a także eliminują występujące dotychczas wątpliwości odnoszące się do procedury rozstrzygania aukcji.

5.2 KONTEKST ŁAŃCUCHA DOSTAW

Obowiązywanie ww. ustawy od 2021 r. stworzyło podwaliny dla uruchomienia pierwszych morskich elektrowni wiatrowych w Polsce i zapewnić miało warunki dalszego rozwoju wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych na zasadach konkurencyjnych w perspektywie wieloletniej. W ustawie oprócz dokładnego opisu systemu wsparcia produkcji i sprzedaży energii, znajdują się zapisy poświęcone planowi łańcucha dostaw materiałów i usług niezbędnych do budowy i późniejszej eksploatacji MFW. W praktyce biznesowej, plan łańcucha dostaw w kontekście morskiej energetyki wiatrowej to szczegółowy i strategiczny dokument lub proces, który opisuje, jak zarządzać wszystkimi aspektami łańcucha dostaw związanymi z budową, eksploatacją i konserwacją morskich farm wiatrowych. Plan ten obejmuje zarządzanie przepływem produktów, informacji i finansów oraz uwzględnia wszystkie etapy od pozyskiwania surowców, przez produkcję komponentów, transport, instalację, aż po eksploatację i serwisowanie farmy wiatrowej. Co do zasady, taki plan jest kluczowym elementem skutecznego zarządzania projektami morskich farm wiatrowych, zapewniającym ich terminową realizację, optymalizację kosztów oraz zrównoważony rozwój. Ustawa formułuje jednak plan łańcucha dostaw w węższym zakresie.

Według art. 42 rozdziału 6 wytwórca ubiegający się o prawo do pokrycia ujemnego salda sporządza plan łańcucha dostaw materiałów i usług, uwzględniając stan zaawansowania prac przy budowie morskiej farmy wiatrowej oraz urządzeń do wyprowadzenia mocy na dzień sporządzenia tego planu, który zawiera m.in.:

- Harmonogram budowy morskiej farmy wiatrowej i urządzeń do wyprowadzenia mocy.
- Opis techniczny farmy wiatrowej i urządzeń do wyprowadzenia mocy, planowana technologia budowy i eksploatacja.
- Terminy wyboru dostawców, tryb wyboru kontrahentów, warunki udziału i kryteria oceny ofert.
- Planowany dzień pierwszego wprowadzenia energii do sieci.
- Działania zapewniające konkurencyjność dostawców materiałów i usług.
- Udział nakładów inwestycyjnych przeznaczonych dla podmiotów w Polsce.
- Inicjatywy dotyczące badań, rozwoju i innowacyjności.
- Działania na rzecz rozwoju zasobów ludzkich i podnoszenia kwalifikacji.
- Wyniki dialogu z portamiorskimi dotyczącymi obsługi budowy i eksploatacji farmy.
- Opis i szacunkową liczbę miejsc pracy, jakie wytwórca lub jego dostawcy zamierzają utworzyć w Polsce na potrzeby budowy i eksploatacji farmy.

Plany działań sporządza się odrębnie dla fazy budowy i eksploatacji farmy. Wytwórca przedkłada Prezesowi URE zaktualizowany plan uwzględniający dialog z dostawcami materiałów i usług w terminie 18 miesięcy od złożenia wniosku lub oferty. Informacje uznane za tajemnicę przedsiębiorstwa muszą być wskazane i załączona musi być wersja planu bez tych informacji. Prezes URE publikuje plan w Biuletynie Informacji Publicznej w wersji bez tajemnic w terminie 45 dni od otrzymania planu.

Według Art. 43 rozdziału 6 wytwórca, który uzyskał prawo do pokrycia ujemnego salda jest zobowiązany do prowadzenia dokumentacji realizacji planu łańcucha dostaw oraz do przekazywania sprawozdań z budowy farmy Prezesowi URE co 18 miesięcy i co roku do dnia uzyskania koncesji, oraz co 6 miesięcy od uzyskania koncesji. Podczas eksploatacji farmy sprawozdania należy przekazywać co 2 lata przez 6 lat od pierwszego wyprowadzenia energii, od dnia pierwszego wprowadzenia energii elektrycznej wytworzonej w morskiej farmie wiatrowej do sieci właściwego operatora, a następnie co 5 lat, sprawozdania dotyczące realizacji planu łańcucha dostaw materiałów i usług, o którym mowa w art. 42 ust. 1 i 3, w zakresie eksploatacji morskiej farmy wiatrowej wraz z zespołem urządzeń służących do wyprowadzenia mocy, w tym przyczyn istotnych odstępstw od realizacji tego planu. Wszystkie sprawozdania bez tajemnic przedsiębiorstwa publikuje Prezes URE w terminie 45 dni od otrzymania.

Prezes URE przekazuje plan łańcucha dostaw oraz sprawozdania ministrowi właściwemu do spraw klimatu i ministrowi właściwemu do spraw aktywów państwowych. Zgodnie z zapisami ustawy wytwórca przeprowadza dialog z potencjalnymi dostawcami materiałów i usług przed przedłożeniem zaktualizowanego planu. Dialog ma być prowadzony zapewniając równe traktowanie dostawców. Wytwórca informuje o zamiarze przeprowadzenia dialogu na swojej stronie internetowej na co najmniej 30 dni przed jego przeprowadzeniem.

6 DZIAŁANIA INWESTORÓW I FAZY OFFSHORE W POLSCE

Okres przygotowania do budowy pierwszych morskich farm w Polsce został wykorzystany dla zdobycia doświadczenia przez polskie firmy w łańcuchu dostaw. Należy zakładać, że z jednej strony krajowe firmy i instytucje już w większości posiadają wiedzę, za co w projekcie jest odpowiedzialny inwestor, a za co jest odpowiedzialny dostawca *Tier 1, 2, 3*. Z drugiej strony, krajowi inwestorzy nabyli cenną wiedzę, jak odpowiednie ułożenie strategii zakupowej może pozwolić na zaangażowanie większej liczby polskich przedsiębiorstw. Podczas realizacji fazy I polskich farm wiatrowych na morzu pojawiły się kontrowersje związane z niedostatecznym uwzględnieniem krajowych firm, ale też kwestii bezpieczeństwa i kontroli nad realizacją. Niniejszy rozdział jest poświęcony działaniom, które podjęli inwestorzy w celu rozwoju krajowego łańcucha dostaw.

Plany budowy znaczących mocy MFW stwarzają duży potencjał biznesowy dla lokalnych przedsiębiorstw, zarówno tych, które już funkcjonują w sektorze MEW na świecie, jak i tych, które zamierzają dopiero wejść do tego sektora. Istotna jest tu rola inwestorów, którzy poprzez zróżnicowane działania mogą wspierać maksymalizowanie tzw. *local content*, czyli udziału krajowych przedsiębiorstw w łańcuchu dostaw dla polskich projektów poprzez wskazanie możliwości i obszarów, w których krajowe podmioty mogą skutecznie konkurować. Wysokie bariery wejścia ograniczają możliwość konkurowania małych, lokalnych dostawców z doświadczonymi, dużymi graczami, od wielu lat działającymi w sektorze MEW w Europie i na świecie, jednak – poprzez właściwie zaprojektowane strategie sektorowe oraz wpływ inwestorów na duże podmioty, wygrywające przetargi na dostawy *Tier 1 i 2* – jest możliwe zwiększanie konkurencyjności lokalnych podmiotów i stopniowe zwiększanie ich udziału w polskich projektach MFW.

Inwestorzy podejmują szereg inicjatyw, których celem jest zapewnienie konkurencyjności pomiędzy dostawcami materiałów i usług, wykorzystywanych na potrzeby budowy lub eksploatacji MFW wraz z zespołem urządzeń służących do wyprowadzenia mocy. Działania te mają na celu m.in. zwiększenie udziału lokalnych dostawców produktów i usług na potrzeby realizacji projektów MFW. Działania te skupiają się wokół kilku obszarów:

- spotkania bilateralne;
- dialog techniczny i stopniowanie postępowań zakupowych;
- informowanie o planowanych postępowaniach zakupowych i wymaganiach jakościowych stawianych potencjalnym dostawcom

- organizacja wydarzeń: spotkań i warsztatów dla potencjalnych dostawców z działami technicznymi i zakupowymi inwestora, a także wyłoniionymi dostawcami poziomu Tier 1 i 2;
- udział w konferencjach i spotkaniach branżowych zespołów zakupowych i technicznych;
- prowadzenie baz dostawców;
- angażowanie w prace grup roboczych wspólnie z przedstawicielami przemysłu.

Z punktu widzenia potencjalnego korzystnego wpływu na aktywizację polskiego łańcucha dostaw dla MEW stymulowanie konkurencji między dostawcami komponentów i usług, wykorzystywanych na potrzeby realizacji projektów MFW jest kluczowe. Zwiększenie liczby wiarygodnych dostawców jest w interesie inwestorów, a to jest szansa dla nowych uczestników rynku w Polsce. Głównym celem tych działań jest rozwój przedsiębiorstw w całym łańcuch wartości, przy jednoczesnym zapewnieniu dla projektów wysokiej jakości i optymalnych kosztowo rozwiązań o akceptowalnym poziomie ryzyka. Budowa morskich farm wiatrowych jest przedsięwzięciem ogromnym pod kątem zaangażowania środków finansowych, co naturalnie wpływa na podejście do obniżania ryzyka nowych dostawców. W tym procesie istotne jest wczesne zaangażowanie dostawców, co umożliwia pozyskanie w procesie zakupowym większej liczby ofert i zapewnia udział w postępowaniu nie tylko podmiotów o ugruntowanej pozycji na rynku, ale również podmiotów, które posiadając ogromny potencjał samodzielnie lub w konsorcjum, nie posiadają jeszcze doświadczenia lub jest ono niewielkie. Przykładem na konieczność wczesnego angażowania nowych graczy jest sytuacja z jednego z kontraktów I fazy, gdy poddawana krytyce decyzja inwestora wiązała się również z faktem, że żaden polski podmiot nie złożył na to postępowanie oferty.

Każdy z inwestorów prowadzi samodzielne badanie rynku i analizy konkurencyjności polskiego łańcucha dostaw. Inwestorzy podkreślają, że w I fazie rozwoju MEW w Polsce świadomość polskich przedsiębiorstw nt. rynku *offshore* dopiero się kształtuje, co stanowi jedną z przyczyn stosunkowo niskiego udziału polskich przedsiębiorstw w łańcuchu dostaw dla pierwszych projektów. Niemniej jednak inwestorzy sukcesywnie budowali bazy dostawców, prowadząc szereg aktywności bezpośrednich. Analiza rynku, przeprowadzona przez różnych inwestorów, pokazuje potencjał polskiego łańcucha dostaw, należy jednak podkreślić, że realna możliwość jego wykorzystania jest uzależniona od kilku czynników, w tym podziału pakietów zakupowych przyjętych w postępowaniach zakupowych inwestorów, możliwości wypełnienia przyjętych standardów jakości i bezpieczeństwa (wynikających z przepisów prawa i norm międzynarodowych), dostępności produkcyjnej dostawców, czy ostatecznych parametrów technicznych inwestycji. Dlatego należy wskazać istotną rolę dialogów technicznych i rozmów bilateralnych realizowanych przez inwestorów. W postępowaniach zakupowych inwestorzy realizują często strategię tzw. *multicontractingu*, która zakłada dzielenie postępowań na pakiety, co ma zwiększyć konkurencję w łańcuchu dostaw i zachęcać nowe podmioty do wejścia na rynek (o postępowaniach zakupowych więcej w dalszej części dokumentu).

Zrozumienie stawianych przez inwestorów wymagań jest kluczowe dla określenia przez potencjalnych dostawców własnego potencjału i możliwości, wskazanie niezbędnych do podjęcia inwestycji we własne przedsiębiorstwo i ocenę ekonomiczną ich wdrożenia, a także ewentualne zidentyfikowanie partnerów i utworzenie konsorcjum, zwiększającego szansę na zostanie dostawcą lub poddostawcą dla projektu MFW. Dlatego tak ważny jest dialog od bardzo wczesnego etapu realizacji inwestycji.

Proces zakupowy, realizowany zwłaszcza w trybie Ustawy Prawo Zamówień Publicznych czy realizowany przez zagraniczne spółki JV projektów, jest skomplikowany. Dla potencjalnych oferentów, zwłaszcza tych, którzy dopiero planują wejść do łańcucha dostaw dla projektów MFW, niezbędne jest odpowiednie wyjaśnienie przebiegu i wymagań stawianych w postępowaniu, w tym omawianie wymagań technicznych, jakościowych i wymagań bezpieczeństwa, stanowiących normę w sektorze MEW.

Inwestorzy wskazują na ograniczoną praktykę polskich przedsiębiorstw do składania ofert w konsorcjach. Wykonawcy biorący udział w postępowaniach o udzielenie zamówienia dzięki zawarciu umowy konsorcjum, mogą spełnić kryteria selekcji, warunki udziału w postępowaniu lub są w stanie zaoferować korzystniejszą

ekonomicznie ofertę. Niejasności przepisów czy brak zrozumienia praktycznego wymiaru stosowania tych przepisów mogą być przyczyną, dla której polskie przedsiębiorstwa nie korzystały z tego rozwiązania w I fazie. Przyczyną może być też brak zrozumienia wymagań stawianych przez inwestorów, dlatego dialog techniczny i spotkania warsztatowe z zespołem zakupowym i technicznym są istotne, aby zachęcać oferentów do tej formy.

Z punktu widzenia inwestorów, dla przedsiębiorstw, które nie mają potencjału, aby zostać dostawcami Tier 1 czy Tier 2, istotne są spotkania z potencjalnymi dostawcami dla projektów wyższego rzędu (czyli wydarzenia o charakterze „Meet the buyer”). Pozwalają one na zidentyfikowanie potrzeb i wymagań dostawców głównych komponentów czy usług oraz oszacowanie własnego potencjału i określenie możliwości kontraktowania u dostawców dla polskich projektów.

Zgodnie z informacją uzyskaną od inwestorów nt. organizowanych przez nich spotkań, koncepcja spotkania i zaproszenie do rozmów generalnego wykonawcy, możliwość zadania pytań, a także nawiązanie bezpośrednich relacji spotkało się bardzo dobrym przyjęciem przez poddostawców. Stanowią one skuteczny sposób nawiązywania nowych relacji biznesowych oraz identyfikacji nowych obszarów rozwoju biznesu, a także poznania obecnych oraz przyszłych potrzeb generalnego wykonawcy. Istotne jest, aby w takich spotkaniach brali udział specjaliści reprezentujący wszystkie obszary realizacji kontraktu (projektowy, inżynierski, zakupowy, handlowy, logistyczny oraz jakościowy).

Inwestorzy, realizujący zamówienia w konkurencyjnych procedurach, nie mogą zapewnić podmiotom, z którymi w są dialogu, otrzymania konkretnego zlecenia. Inwestorzy wskazują, że często potencjalni polscy dostawcy uzależniają możliwość inwestycji we własnym przedsiębiorstwie od możliwości uzyskania zamówień. Korzystanie z takich dostawców generuje wysokie ryzyko w łańcuchu dostaw.

7 INNOWACYJNOŚĆ W POLSKIM ŁAŃCUCHU DOSTAW MORSKIEJ ENERGETYKI WIATROWEJ

Przemysł energetyki wiatrowej jest silnie zakorzeniony w zachodniej Europie i ma wykształcone instrumenty wspierania innowacyjności. Polska ma wciąż zbyt mały udział wykorzystania wspólnotowych instrumentów finansowych zarówno dotacyjnych jak i pożyczkowych przeznaczonych na prace B+R (badania i rozwój). Porozumienie sektorowe na rzecz morskiej energetyki wiatrowej przy Ministerstwie Klimatu i Środowiska, miało do tej pory charakter wyłącznie ekspercki i choć wypracowywało wstępny wkład metodologiczny to nie przełożyło on się na działania wdrożeniowe. Obszar B+R w morskiej energetyce wiatrowej na poziomie krajowym wydaje się być dostrzegany, ale na razie nie skoordynowany w gronie interesariuszy. Prowadzone są zaawansowane rozmowy pomiędzy Komisją Europejską a *European Technology Innovation Platform on Wind* (ETIPWind) dotyczące utworzenia partnerstwa z celowanym finansowaniem dla MEW. Partnerstwo to ma być zawiązane wiosną i ma być związane z ogłoszeniem mapy drogowej energetyki wiatrowej dla Europy. Bez świadomego i zaplanowanego udziału w tym procesie polskiego przemysłu i koordynacji na poziomie administracji państwowej po raz kolejny możemy pozostać poza kluczowymi impulsami rozwojowymi dla europejskiego przemysłu wiatrowego.

7.1 KRAJOWE DOŚWIADCZENIA INNOWACYJNOŚCI

W Polsce w ramach Porozumienia sektorowego podjęto pierwsze inicjatywy mające na celu określenie głównych obszarów B+R. W ramach prac grupy roboczej porozumienia wyłoniono następujące obszary badawcze w ramach MEW, które powinny być w Polsce szczególnie rozwijane:

- cyfryzacja, technologie AI, VR;
- konstrukcja wirnika, w tym aerodynamika;

- produkcja komponentów turbin wiatrowych;
- materiały i technologie wytwarzania komponentów, *recycling*;
- posadowienie morskich turbin wiatrowych, w tym platformy pływające, konstrukcje wsporcze i wieże;
- integracja z siecią elektroenergetyczną, morskie stacje elektroenergetyczne i systemy wyprowadzenia mocy;
- obsługa i serwis farm wiatrowych (O&M);
- budowa i eksploatacja floty instalacyjnej i serwisowej.

Wynikiem prac grupy roboczej jest **wstępna koncepcja centrum B+R Morskiej Energetyki Wiatrowej** dostosowanej do polskich potrzeb i warunków. Jednak istotnym wyzwaniem związanym z kontynuacją pracy grupy stał się niejasno zdefiniowany system finansowania proponowanych zadań badawczych.

Dotychczasowe konkluzje prac grupy roboczej wskazują na:

- konieczność aktualizacji polskiej agendy badawczej w oparciu o nowe dokumenty (Research & Innovation Update 2023, ETIPWind, European Wind Power Package EC, European Wind Power Action Plan);
- identyfikację strumieni finansowania niezbędnych do wdrożenia zamierzeń określonych w agendzie;
- bezpośrednie konsultacje z przemysłem;
- identyfikację strategicznych i technologicznych partnerów międzynarodowych dla poszczególnych tematów wiodących;
- koordynację prac polskich przedstawicieli do IEA Wind, SET Plan ETIPWind, EERA, pod kątem spójnej polityki promowania najważniejszych i najpilniejszych tematów z punktu widzenia polskiej energetyki wiatrowej.

Należy jednak wskazać, że prace grupy roboczej ds. B+R w ramach Porozumienia Sektorowego miały charakter ekspercki, zaś inwestorzy tacy jak PGE Baltica, Baltic Power (Grupa ORLEN), Ocean Wind, RWE, Equinor i Polenergia, czy też dostawcy produktów i usług dla tych inwestorów tacy jak Vestas czy Siemens Gamesa swoje **prace badawcze na rzecz innowacji procesowych i produktowych realizują samodzielnie**, z przyjęciem indywidualnej perspektywy potrzeb i funkcji celu. Polska posiada wiele instytucji naukowych i badawczych mogących wspierać deweloperów oraz dostawców usług i komponentów, którzy mają odpowiednie zaplecze kompetencyjne by realizować celowane projekty badawcze i wdrożeniowe. W tym gronie znajdują się między innymi:

Centrum Morskiej Energetyki Wiatrowej przy Politechnice Gdańskiej, dysponujące wyspecjalizowaną bazą laboratoryjną. Centrum oferuje wsparcie naukowe w zakresie projektowania, technologii wytwarzania, eksploatacji MFW, prowadzi badania, doradza w jaki sposób rozwiązać problemy techniczne, szkoli kadrę kierowniczą i inżynierską.

Centrum Offshore Uniwersytetu Morskiego w Gdyni, współpracujące z PGE (Polską Grupą Energetyczną) powołało „Innowacyjne centrum zintegrowanych laboratoriów badawczych środowiska morskiego dla przemysłu *offshore*”), objęte patronatem honorowym Ministerstwa Edukacji i Nauki.

Rada Naukowa ds. Morskiej Energetyki Wiatrowej przy Politechnice Morskiej w Szczecinie, współpracująca z Polskim Stowarzyszeniem Energetyki Wiatrowej podejmuje rozmowy o wspólnych projektach z firmami działającym w województwie Zachodniopomorskim, takimi jak Baltic Power czy Vestas,

Konsorcjum „Nauka dla morza”, które tworzy osiem uczelni kształcących i prowadzących badania naukowe w obszarach związanych z morzem: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Politechnika Morska w Szczecinie, Uniwersytet Szczeciński, Federacja Akademii Wojskowych (Akademia Marynarki Wojennej i Lotnicza Akademia Wojskowa), Politechnika Gdańska, Politechnika Koszalińska, Uniwersytet Gdański oraz

Uniwersytet Morskiego w Gdyni. Ideą tej inicjatywy jest wspólne ubieganie się o środki krajowe i unijne, by móc składać kompleksowe oferty wykorzystujące różne kompetencje poszczególnych instytucji.

Oznacza to, że obszar B+R w morskiej energetyce wiatrowej na poziomie krajowym wydaje się dostrzegany i brany pod uwagę, jednak istnieje potrzeba koordynacji w gronie wszystkich zainteresowanych – czyli inwestorów, dostawców usług i produktów oraz ośrodków badawczych. Dodatkowo, a może przede wszystkim obszar B+R morskiej energetyki wiatrowej w ograniczonym stopniu jest ujęty w krajowych programach mogących finansować agendę badawczą dla MEW.

Z rozmów z inwestorami wynika, że ich głównym celem jest realizacja inwestycji efektywnych ekonomicznie. Dlatego też wszelkie innowacje produktowe, będące przedmiotem ich zainteresowania to te z poziomu TRL 9 (gotowość do wdrożenia) i dotyczą głównie fazy developmentu oraz budowy, czyli zastosowania np. metod badania dna morskiego, posadowienia fundamentów, itp. prac. Podobnie innowacje procesowe są kluczowe, aby efektywniej zarządzać procesem inwestycyjnym, następnie fazą budowy i operacyjną. Z wywiadów z inwestorami wynika, że najbardziej oczekiwane są rozwiązania innowacyjne dla fazy eksploatacji MFW, gdyż mogą one generować istotne oszczędności w długim okresie czasu. Związane jest to m.in. z zastosowaniem dronów, a co za tym idzie ograniczeniem zaangażowania statków typu SOV, zastosowaniem rozwiązań typu hardware i software w celu zabezpieczenia farmy (ang. *defence & security*). Natomiast dla dostawców produktów kluczowe są rozwiązania innowacyjne tj. recyklowalność poszczególnych komponentów (np. łopaty), emisyjność produkcji materiałów (np. zastosowanie blach do monopali), czy wielkość gabarytów. Obecnie europejscy producenci turbin tacy jak Vestas czy Siemens Gamesa komunikują, że nie chcą brać udziału w agresywnym wyścigu kosztowym. (np. w zakresie wielkości turbin wiatrowych).

Na obecnym etapie trudno jest wymienić dłuższą listę projektów B+R, realizowanych i wdrażanych przez inwestorów oraz dostawców produktów i usług działających na polskim rynku. Naturalnie w takie prace angażowani są eksperci zewnętrzni, ale z prowadzonych rozmów wynika, że dominuje model „do wewnątrz” tzn. taki, w którym poszczególny inwestor czy producent takie prace prowadzi samodzielnie, w ograniczony sposób korzystając z zasobów polskiego zaplecza badawczego.

8 EDUKACJA W ŁAŃCUCHU DOSTAW

Brak kadr to według badania przygotowanego na potrzeby niniejszej Strategii to jeden z kluczowych zagrożeń dla rozwoju łańcuch dostaw dla MEW. Polski system edukacji zawodowej, zwłaszcza w sektorze morskiej energetyki wiatrowej, nadal nie dorównuje standardom wypracowanym przez kraje europejskie - to istotne wyzwanie systemowe. Pomimo pozytywnego trendu, który można zauważyć w ostatnich latach tj. większym zaangażowaniem przedsiębiorstw w procesy szkoleniowe i programy praktyk, nadal brak jest długoterminowych systemów wsparcia rozwoju nauczania technicznego i wyższego dla branży wiatrowej. Przekłada się to bezpośrednio na ograniczenie zaangażowania firm łańcucha

dostaw w projekty edukacyjne np. na konkursach BCU⁵³. W ramach trzech pierwszych edycji programu Branżowych Centrów Umiejętności (BCU) w dziedzinie morskiej energetyki wiatrowej w Polsce, przyznano dofinansowanie dwóm projektom. Jednakże, jedno z nich nie podpisało umowy. Pierwsze BCU dedykowane energetyce wiatrowej w Polsce powstaje w Lęborku. Inicjatorem projektu jest Powiat Lęborski, współpracujący z partnerami. Celem centrum jest kształcenie specjalistów w zakresie energetyki wiatrowej, w odpowiedzi na rosnące zapotrzebowanie na wykwalifikowaną kadrę w tym sektorze. Budowa centrum wraz z rozpoczęciem działalności edukacyjnej planowana jest w 2025 r. BCU w Lęborku będzie jedyną w Polsce jednostką specjalizującą się w kształceniu specjalistów z zakresu energetyki wiatrowej⁵⁴. Inwestorzy I fazy chętnie rozwijają programy szerzące wiedzę o sektorze, jednak brakuje systematycznych programów praktycznego szkolenia, kierunków zamawianych i integracji z polskimi firmami, co opóźnia rozwój krajowej kadry technicznej. Działania punktowe w tym zakresie (woj. pomorskie i zachodniopomorskie) mogą też okazać się niewystarczające z punktu widzenia zapotrzebowania na kadry dla sektora.

W polskim systemie edukacji zawodowej wciąż istnieją znaczne różnice w porównaniu do bardziej zaawansowanych systemów edukacyjnych stosowanych w innych krajach, co ma istotny wpływ na przygotowanie kadr technicznych, zwłaszcza w wymagającym sektorze morskiej energetyki wiatrowej. W krajach z rozwiniętym systemem edukacji zawodowej, jak w przypadku **modelu dualnego, uczniowie łączą naukę teoretyczną z intensywnym szkoleniem praktycznym w przedsiębiorstwach, co pozwala na bezpośrednie dostosowanie ich umiejętności do wymogów rynku pracy**. Struktura ta nie tylko dostarcza praktycznej wiedzy, ale także stwarza ścisłe powiązanie między systemem edukacji a przemysłem i przyczynia się do wysokiej zatrudnialności absolwentów.

W Polsce, system edukacji zawodowej obejmuje nauczanie w technikach i szkołach branżowych, nacisk na praktyki zawodowe jest mniejszy. W efekcie uczniowie spędzają mniej czasu na zdobywaniu doświadczenia w przedsiębiorstwach, co powoduje, że po ukończeniu szkoły mogą mieć braki w praktycznym przygotowaniu do pracy. W sektorze MEW, gdzie wymagana jest wysoka specjalizacja techniczna, wiedza i umiejętności praktyczne są kluczowe. Ograniczona liczba godzin praktyk zawodowych oraz mniejsza integracja z rynkiem pracy sprawiają, że polscy uczniowie mają mniej możliwości rozwijania umiejętności w realnych warunkach zawodowych, przed rozpoczęciem pracy.

W kontekście sektora morskiej energetyki wiatrowej, który wymaga wysoko wykwalifikowanej kadry inżynierskiej i technicznej, wyzwanie to jest szczególnie widoczne. Aby sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu na specjalistów w tej branży, konieczne jest zacieśnienie współpracy między szkołami zawodowymi a firmami działającymi w sektorze *offshore wind*. Zwiększenie liczby i czasu trwania praktyk zawodowych, aby uczniowie mogli bezpośrednio uczestniczyć w skomplikowanych procesach technicznych i nabywać umiejętności, doświadczenie niezbędne do pracy w wymagających warunkach morskich farm wiatrowych to ważny element wspierający sektor

W ostatnich latach zauważalny jest pozytywny trend w Polsce, polegający na zwiększeniu zaangażowania przedsiębiorstw w proces edukacji zawodowej. Coraz więcej firm, zwłaszcza tych działających w sektorze energetycznym, wprowadza programy stażowe, praktyki zawodowe i szkolenia we współpracy ze szkołami. Jest to znaczący krok w kierunku bardziej zaawansowanego modelu, który łączy edukację teoretyczną z praktycznym

⁵³ <https://www.gov.pl/web/nauka/iii-nabor-w-konkursie-na-utworzenie-branzowych-centrow-umiejtnosci> [Dostęp z dnia 7.11.2024].

⁵⁴ https://dziennikbałtycki.pl/branzowe-centrum-umiejtnosci-w-leborku-gotowe-wyszkoli-kadry-m-in-dla-morskich-farm-wiatrowych/ar/c1p2-27082753?utm_source=chatgpt.com

doświadczeniem. Rozwój tego modelu w Polsce, szczególnie w sektorze MEW, może znacznie przyczynić się do lepszego przygotowania kadr technicznych, które będą mogły konkurować na rynkach europejskich i globalnych.

Zwiększenie roli praktycznego szkolenia i zacieśnienie współpracy między edukacją a przemysłem są kluczowymi elementami, które mogą pomóc Polsce w sprostaniu wyzwaniom związanym z transformacją energetyczną i rozwojem morskich farm wiatrowych. Odpowiednie przygotowanie kadr technicznych nie tylko przyczyni się do zwiększenia efektywności projektów *offshore wind*, ale również pomoże w osiągnięciu długoterminowych celów związanych z bezpieczeństwem energetycznym i zrównoważonym rozwojem.

8.1 INICJATYWY EDUKACYJNE W POLSKIM OFFSHORE (I FAZA)

8.1.1 *Baltic Power (oraz Orlen Neptun)*

Baltic Power i ORLEN Neptun aktywnie angażują się w działania edukacyjne wspierające rozwój morskiej energetyki wiatrowej. Główne cele to budowanie wiedzy na temat odnawialnych źródeł energii oraz przygotowanie młodej kadry technicznej do pracy w tym dynamicznie rozwijającym się sektorze.

Baltic Power współpracuje z lokalnymi społecznościami i instytucjami edukacyjnymi, realizując inicjatywy takie jak „Power of the Baltic”, który wspiera lokalne projekty w Łebie. Inwestor organizuje także spotkania informacyjne i warsztaty edukacyjne, skierowane do mieszkańców i młodzieży, aby przybliżyć korzyści płynące z morskiej energetyki wiatrowej i jej wpływ na region. Działania te obejmują m.in. prezentacje związane z projektowaniem i budową farm wiatrowych oraz ich rolę w transformacji energetycznej Polski.

ORLEN Neptun, odpowiedzialny za rozwój farm wiatrowych na Bałtyku, podejmuje współpracę z uczelniami technicznymi, takimi jak Uniwersytet Morski w Gdyni, Politechnika Gdańska i Politechnika Morska w Szczecinie. Celem tej współpracy jest tworzenie kierunków studiów związanych z morską energetyką wiatrową, które zapewniają niezbędne umiejętności do pracy w branży *offshore*. Programy te obejmują studia inżynierskie, podyplomowe oraz wspólne inicjatywy badawcze, które przygotowują specjalistów do realizacji projektów farm wiatrowych.

Deweloperzy aktywnie współpracują z polskimi uczelniami technicznymi, aby wspierać rozwój kadr dla morskiej energetyki wiatrowej:

- Baltic Power współpracuje z lokalnymi uczelniami, organizując programy edukacyjne, warsztaty oraz konferencje. W ramach projektu Baltic Power, ORLEN rozwija współpracę z lokalnymi szkołami technicznymi, oferując studentom specjalistyczne programy związane z budową i eksploatacją farm wiatrowych. Działania te są skierowane na rozwój przyszłych inżynierów i specjalistów, którzy będą pracować przy realizacji projektów energetycznych na Bałtyku.
- ORLEN Neptun zainicjował współpracę z kilkoma polskimi uczelniami, w tym z Uniwersytetem Morskim w Gdyni, Politechniką Morską w Szczecinie oraz Politechniką Gdańską. Programy te obejmują tworzenie nowych kierunków studiów inżynierskich i podyplomowych, skoncentrowanych na morskiej energetyce wiatrowej. Od roku akademickiego 2021/22, Politechnika Morska w Szczecinie uruchomiła nowy kierunek studiów inżynierskich poświęconych temu sektorowi, mających na celu kształcenie specjalistów niezbędnych do obsługi farm wiatrowych na Bałtyku.

8.1.2 *PGE Baltica 2 i 3*

PGE Baltica, realizująca projekty Baltica 2 i Baltica 3, prowadzi szereg działań edukacyjnych propagujących wiedzę o odnawialnych źródłach energii, w szczególności morskiej energetyce wiatrowej. Te działania obejmują programy edukacyjne dla dzieci i młodzieży, współpracę z uczelniami oraz programy stażowe.

Kluczowym projektem edukacyjnym jest inicjatywa skierowana do szkół. Podczas zajęć dzieci uczą się o procesach związanych z produkcją energii z wiatru. PGE organizuje także warsztaty praktyczne oraz konkursy, które zachęcają młodzież do rozwijania zainteresowań technicznych i ekologicznych.

PGE Baltica współpracuje również z uczelniami wyższymi, takimi jak Politechnika Gdańska, Uniwersytet Morski w Gdyni i Akademia Morska w Szczecinie, oferując programy naukowe i badawcze związane z morską energetyką wiatrową. Celem tej współpracy jest kształcenie przyszłych specjalistów, którzy będą pracować przy budowie i eksploatacji farm wiatrowych. W ramach tej współpracy PGE Baltica jest partnerem strategicznym studiów podyplomowych z zakresu Morskiej Energetyki Wiatrowej, które od kilku lat są prowadzone na Politechnice Gdańskiej. Program ten pozwala studentom zdobywać wiedzę o technologii morskich farm wiatrowych, rynkach energetycznych oraz o przygotowaniu i realizacji takich projektów.

PGE Baltica angażuje się także w projekty badawczo-rozwojowe z uczelniami, takie jak prace nad projektowaniem morskich systemów energetycznych w ramach kierunku oceanotechnika na Politechnice Gdańskiej. Poza studiami, firma organizuje również warsztaty, szkolenia i wizyty studyjne dla uczniów szkół średnich, mające na celu promowanie zawodów związanych z *offshore wind* wśród młodzieży.

8.1.3 MFW Bałtyk 1, 2 i 3

Deweloperzy Polenergia i Equinor podjęli szereg działań edukacyjnych, których celem jest promocja wiedzy o morskich farmach wiatrowych i odnawialnych źródłach energii. Działania te obejmują inicjatywy skierowane do społeczności lokalnych, takie jak organizowanie spotkań informacyjnych, rozwój programów edukacyjnych oraz wspieranie lokalnych przedsiębiorców. Przykłady takich działań obejmują organizację szkoleń i warsztatów dla społeczności lokalnych, które mają na celu przybliżenie korzyści wynikających z rozwoju farm wiatrowych. W ramach tych inicjatyw eksperci przekazują informacje o technologiach stosowanych w morskiej energetyce, ich wpływie na środowisko oraz możliwościach rozwoju gospodarki regionu. Dzięki interaktywnym lekcjom uczniowie dowiadują się o znaczeniu ochrony środowiska i roli, jaką odgrywają odnawialne źródła energii w przeciwdziałaniu zmianom klimatu. Jednym z przykładów jest projekt „Jedno morze, wiele korzyści. Morska energetyka wiatrowa w moim regionie”, który skierowany jest do uczniów z województwa pomorskiego. W latach 2023-2024 przeprowadzono 3 edycje projektu, które objęły swoim programem prawie 3500 uczniów i uczennic ze szkół podstawowych i ponadpodstawowych. Obie firmy uczestniczą także w targach kariery EDU OFFSHORE WIND, które promują zawody związane z morską energetyką wiatrową.

Akademia Kompetencji Morskich, będąca częścią projektu, oferuje specjalistyczne kursy i szkolenia dla osób, które chcą zdobyć wiedzę i umiejętności niezbędne do pracy w sektorze morskiej energetyki. Dzięki temu uczestnicy mają szansę na rozwój zawodowy w prężnie rozwijającej się branży. Akademia współpracuje z lokalnymi uczelniami oraz międzynarodowymi partnerami, co pozwala na wymianę doświadczeń i wprowadzanie nowoczesnych rozwiązań edukacyjnych.

Ważnym elementem działań edukacyjnych są także spotkania informacyjne z mieszkańcami regionów w sąsiedztwie których powstają morskie farmy wiatrowe. Spotkania te mają na celu prezentację korzyści oraz dialog na temat wpływu projektów na lokalne środowisko i gospodarkę. Organizowane są także konkursy dla uczniów szkół podstawowych i średnich, które promują kreatywne podejście do tematyki energii odnawialnej.

Strona internetowa⁵⁵ projektów MFW Bałtyk 1, 2 i 3 stanowi także platformę edukacyjną, na której można znaleźć artykuły oraz materiały dotyczące morskiej energetyki wiatrowej.

8.1.4 BC-Wind

Działania edukacyjne podejmowane przez Ocean Winds, obejmują m.in. międzynarodową kampanię *Wind Experts*. Program skierowany jest do dzieci w Polsce, Hiszpanii i Wielkiej Brytanii i ma na celu zwiększanie świadomości na temat zmian klimatycznych oraz roli energii wiatrowej. Uczniowie biorą udział w interaktywnych lekcjach, uczą się o energii odnawialnej oraz biorą udział w konkursach, w których tworzą modele turbin z materiałów recyklingowych.

Ocean Winds organizuje także program edukacyjny „Kariera z Wiatrem”, skierowany do uczniów szkół technicznych, który promuje zawody związane z morską energetyką wiatrową i umożliwia zdobycie praktycznej wiedzy na temat budowy farm wiatrowych. Program „Kariera z Wiatrem”, realizowany przez Ocean Winds we współpracy z Przemysłową Akademią Rozwoju, to kluczowa inicjatywa edukacyjna mająca na celu rozwój kadr dla sektora morskiej energetyki wiatrowej. Ważnym aspektem tych działań, które wyróżnia ten projekt jest ich ciągłość i systematyczność. Program rozpoczął się w 2021 r. i jest skierowany głównie do uczniów szkół zawodowych o profilach technicznych, takich jak technik odnawialnych źródeł energii, technik energetyk, technik elektryk, mechanik i logistyk. W ramach programu uczniowie biorą udział w zajęciach teoretycznych oraz praktycznych warsztatach prowadzonych przez specjalistów z branży energetyki odnawialnej. Główne tematy poruszane na zajęciach to rozwój morskich farm wiatrowych, ich wpływ na transformację energetyczną oraz analiza rynku pracy w tej dziedzinie. Program daje uczniom szansę na bezpośredni kontakt z profesjonalistami, i umożliwia im zdobycie praktycznej wiedzy oraz przygotowanie do pracy w sektorze energetycznym. Szkoły biorące udział w programie to m.in. Powiatowe Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego w Pucku, Zespół Szkół im. Stanisława Staszica w Kłaninie, a także szkoły w Gdańsku, Częstochowie i Szczecinie. Program obejmuje zarówno zajęcia stacjonarne oraz pracę na platformach e-learningowych, wspierających rozwój kompetencji uczniów w zakresie serwisowania turbin wiatrowych, produkcji komponentów oraz zarządzania projektami. Dzięki tej inicjatywie młodzież zyskuje realne możliwości rozwoju zawodowego w dynamicznie rozwijającym się sektorze *offshore wind*, co ma znaczenie nie tylko dla lokalnych społeczności, ale również dla szeroko rozumianej transformacji energetycznej w Polsce.

8.1.5 FEW Baltic II ⁵⁶

RWE realizowało szereg działań edukacyjnych, mających na celu wspieranie rozwoju morskiej energetyki wiatrowej w Polsce, zarówno poprzez współpracę ze społecznościami lokalnymi, jak i ośrodkami akademickimi.

Jednym z kluczowych projektów było partnerstwo z inicjatywą EDU OFFSHORE WIND, gdzie RWE angażowało się jako partner edukacyjny. W ramach tego projektu organizowane były m.in. targi kariery, promujące zawody związane z morską energetyką wiatrową. Przedstawiciele RWE uczestniczyli w wydarzeniach, podczas których

⁵⁵ www.baltyk123.pl [Dostęp z dnia 6.12.2024].

⁵⁶ W 2025 roku PGE podpisała z RWE warunkową umowę sprzedaży udziałów RWE Offshore Wind Poland sp. z o.o., będącej właścicielem projektu FEW Baltic II o mocy ok. 350 MW, zlokalizowanego obok Baltica 9. W ten sposób powstanie morska farma wiatrowa o łącznej mocy ok. 1,3 GW, pod roboczą nazwą Baltica 9+.

dzielić się wiedzą i doświadczeniem, aby zachęcić młodzież do podjęcia studiów oraz pracy w sektorze odnawialnych źródeł energii.

Dodatkowo, RWE wspierało edukację poprzez współpracę z uczelniami technicznymi, m.in. Politechniką Morską w Szczecinie, w ramach której wspiera konkursy i programy dydaktyczne, takie jak międzynarodowy konkurs MEWY dotyczący trendów rozwojowych morskich farm wiatrowych. Firma oferuje także program „Working Students”, umożliwiający studentom zdobycie doświadczenia zawodowego w rozwijającym się sektorze *offshore*.

RWE angażowało się również w edukację lokalnych społeczności poprzez udział w lokalnych wydarzeniach, podczas których mieszkańcy mają okazję dowiedzieć się więcej o wpływie morskich farm wiatrowych na region i korzyściach płynących z rozwoju energetyki odnawialnej.

8.1 DZIAŁANIA EDUKACYJNE STRONY PUBLICZNEJ

W Polsce podejmowanych jest wiele działań edukacyjnych mających na celu wspieranie rozwoju morskiej energetyki wiatrowej i przygotowanie młodych kadr do pracy w tym dynamicznie rozwijającym się sektorze:

EDU OFFSHORE WIND to największe targi edukacyjne w Polsce, poświęcone zielonej energetyce. Wydarzenie, które odbywa się w Gdańsku, przyciąga tysiące uczniów i studentów, oferując im możliwość uczestnictwa w warsztatach, spotkaniach z przedstawicielami branży oraz nawiązywania kontaktów z potencjalnymi pracodawcami. Organizowane są także specjalistyczne lekcje na temat energetyki wiatrowej, dostępne na platformie e-learningowej. To największe targi edukacyjne związane z zieloną energią, skierowane do uczniów szkół ponadpodstawowych oraz studentów, które odbywają się w Gdańsku. W ramach tego wydarzenia młodzież ma możliwość uczestnictwa w warsztatach, lekcjach na żywo oraz spotkaniach z ekspertami z branży *offshore wind*. W 2024 r. w programie edukacyjnym wzięło udział aż 8.000 uczniów z 150 szkół i ponad 1.500 studentów, co podkreśla rosnące zainteresowanie tą dziedziną.

Warto również wspomnieć o nowej inicjatywie o nazwie Innovaton Baltic Challenge, gdzie młodzi ludzie rozwiązują rzeczywiste wyzwania biznesowe w obszarze morskiej energetyki wiatrowej. Dodatkowo, JOB TRUCK, specjalna strefa targów, oferuje młodzieży dostęp do ofert staży, praktyk oraz możliwości networkingu z działami HR firm z branży *offshore*;

Centrum Kompetencji Morskiej Energetyki Odnawialnej to jedna z kluczowych inicjatyw. Centrum organizuje warsztaty i szkolenia, które rozwijają umiejętności potrzebne do pracy w sektorze *offshore*, zarówno dla uczniów szkół podstawowych, jak i ponadpodstawowych. Program edukacyjny obejmuje warsztaty praktyczne oraz szkolenia dotyczące m.in. obsługi morskich farm wiatrowych;

Program Kariera z Wiatrem firmy Ocean Winds oferuje uczniom praktyczne kursy i warsztaty, które mają na celu wprowadzenie młodzieży do sektora odnawialnych źródeł energii, a szczególnie morskiej energetyki wiatrowej;

EduPower 2024 to inicjatywa edukacyjna, która ma na celu rozwój kompetencji w zakresie energetyki odnawialnej, a w szczególności morskiej energetyki wiatrowej. Wydarzenie odbyło się w październiku 2024 r. w Netto Arenie w Szczecinie i zgromadziło ponad 40 wystawców z sektora energetycznego. Organizatorzy przewidzieli udział około 1500 uczniów z województw zachodniopomorskiego i lubuskiego. Wydarzenie było kontynuowane w 2025 roku. Udział wzięło blisko 40 wystawców i partnerów branżowych. Wydarzenie odwiedziło ponad 2000 uczniów z województw zachodniopomorskiego i lubuskiego.

Polskie uczelnie odgrywają kluczową rolę w rozwoju morskiej energetyki wiatrowej, realizując szereg działań edukacyjnych i badawczych mających na celu wsparcie tego dynamicznie rozwijającego się sektora. Oto przykłady działań podejmowanych przez niektóre z czołowych polskich uczelni:

Politechnika Gdańska odgrywa istotną rolę w kształceniu specjalistów dla sektora *offshore wind*. Prowadzi studia podyplomowe z zakresu morskiej energetyki wiatrowej na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa, które mają na celu przygotowanie kadry inżynierskiej do pracy przy projektach morskich farm wiatrowych. Uczelnia współpracuje z PGE Baltica, realizując wspólne projekty badawcze oraz edukacyjne, takie jak specjalności związane z projektowaniem morskich systemów energetycznych.

Uniwersytet Morski w Gdyni prowadzi specjalistyczne kierunki studiów związane z morską energetyką wiatrową, koncentrując się na kształceniu specjalistów w dziedzinie zarządzania operacyjnego i technicznego farm wiatrowych. Uczelnia oferuje także studia podyplomowe oraz kursy doszkalające, które obejmują m.in. kwestie związane z budową, utrzymaniem i zarządzaniem farmami wiatrowymi.

W ramach swojej oferty **Politechnika Morska w Szczecinie** rozwija programy edukacyjne skierowane do studentów zainteresowanych technologiami OZE, w tym morską energetyką wiatrową. Uczelnia prowadzi badania nad optymalizacją procesów logistycznych oraz technicznych, które są kluczowe dla realizacji projektów *offshore*.

Politechnika Warszawska angażuje się w badania nad nowoczesnymi technologiami dla sektora morskiej energetyki wiatrowej. W ramach projektów badawczych uczelnia współpracuje z międzynarodowymi partnerami w celu opracowywania innowacyjnych rozwiązań w zakresie turbin wiatrowych oraz infrastruktury niezbędnej do ich eksploatacji.

Politechnika Poznańska prowadzi współpracę z firmami branżowymi, oferując studentom możliwość uczestniczenia w programach stażowych i praktykach związanych z morską energetyką wiatrową. Uczelnia kładzie duży nacisk na rozwój badań w dziedzinie zarządzania energią i optymalizacji procesów technicznych w farmach wiatrowych.

8.2 WYZWANIA ZWIĄZANE Z EDUKACJĄ WYNIKAJĄCE Z DOŚWIADCZEŃ I FAZY

Deweloperzy działający w Polsce zainwestowali już w pewne inicjatywy edukacyjne, ale według szacunków ekspertów, ich działania pokrywają zaledwie 2-5% potrzeb sektora (działania praktyczne są ukierunkowane głównie na fazę przygotowawczą budowy farm, gdyż to takich pracowników zatrudniają inwestorzy). Z tego wynika, że konieczne są dalsze kroki, aby zacieśnić współpracę uczelni, szkół technicznych i firm przemysłowo-usługowych. Obecnie brak kompleksowych programów dedykowanych morskiej energetyce wiatrowej. Wprowadzenie nowych programów mogłoby znacząco zwiększyć liczebność specjalistów, jednak ich opracowanie i wdrożenie wymaga czasu, finansowania oraz zaplecza technicznego. Aktualizacja programów edukacyjnych w odpowiedzi na dynamiczne zmiany w technologii i regulacjach wymaga zwiększenia budżetu na szkolenia nawet o 30-40% w ciągu najbliższych 5 lat, co obecnie jest poza zasięgiem wielu instytucji edukacyjnych. Według dostępnych analiz rynkowych i szacunków branżowych, około 40% stanowisk w sektorze wymaga znajomości języka angielskiego (na różnych poziomach zaawansowania), podczas gdy jedynie 15-20% obecnych kandydatów spełnia te wymagania. Dane te wymagają dalszej weryfikacji w ramach szczegółowych badań. Poniżej zestawiono podstawowe wyzwania z doświadczeń I fazy *offshore wind* w Polsce:

- Niedobór wykwalifikowanej kadry. Brak dostatecznej liczby specjalistów z wiedzą techniczną, którzy mogą pracować w sektorze morskiej energetyki wiatrowej. To nowy i dynamicznie rozwijający się sektor, który wymaga specyficznych umiejętności i wiedzy.
- Potrzeba specjalistycznych programów edukacyjnych. Istnieje potrzeba opracowania i wdrożenia programów edukacyjnych dostosowanych do specyfiki morskiej energetyki wiatrowej, obejmujących zarówno aspekty techniczne, jak i zarządzanie projektami.

- Integracja edukacji z przemysłem. Wyzwanie polega na zacieśnieniu współpracy między uczelniami, szkołami technicznymi a przedsiębiorstwami działającymi w sektorze, aby programy edukacyjne były odpowiednio dostosowane do aktualnych potrzeb rynku pracy.
- Zmieniające się regulacje i technologie. Edukacja musi nadążać za szybkim rozwojem technologii oraz zmieniającymi się regulacjami prawnymi, co wymaga ciągłej aktualizacji programów nauczania.
- Bariera językowa i międzynarodowy charakter branży. W związku z międzynarodowym charakterem branży, konieczne jest kształcenie kadr, które będą w stanie pracować w wielojęzycznym i wielokulturowym środowisku.
- Koszty edukacji i szkoleń. Koszty związane z zapewnieniem odpowiedniego poziomu edukacji i szkoleń mogą być znaczące, co może stanowić barierę zarówno dla instytucji edukacyjnych, jak i dla osób indywidualnych. Niezbędne jest strategiczne długoterminowe alokowanie środków unijnych na te cele.

9 KONTRAKTACJA I FAZY, UDZIAŁ KRAJOWYCH FIRM

Mimo dużej liczby zainteresowanych firm, notowany jest niski odsetek uczestnictwa w krajowych projektach. Badanie z maja 2023 r. przeprowadzone przez Bank Gospodarstwa Krajowego⁵⁷ wskazało, że w Polsce funkcjonuje ponad 200 firm, które mogą potencjalnie brać udział w realizacji projektów związanych z morskimi farmami wiatrowymi, z czego 20 firm w chwili realizacji badania już aktywnie uczestniczyło w tej branży, a około 112 planowało swoje zaangażowanie w projektach MEW.

Analiza udziału polskich firm w tzw. Fazie I, w części CAPEX projektów (zaprezentowany w załączniku), wskazuje na szacowany udział w fazie CAPEX na poziomie od kilku do kilkunastu procent (zależnie od projektu i od gotowości największych trwających inwestycji do dostaw dla polskich projektów). Jednocześnie, uwzględniając potencjał techniczny i organizacyjny krajowych firm, należy uznać, że możliwe byłoby podpisanie przez krajowe firmy większej liczby kontraktów na komponenty lub usługi takie jak: morskie stacje transformatorowe, elementy przejściowe fundamentów (ang. *transition piece*), statki instalacyjne (jako *Tier 2*), kable. Brak polskich firm jako *Tier 1* utrudnia zbudowanie lokalnego łańcucha dostaw dla firm drugiego i trzeciego rzędu, z uwagi na fakt, że zagraniczni dostawcy z reguły angażują swój konwój technologiczny w realizację kontraktów. W ramach realizacji postanowień poszczególnych Planów Łańcucha Dostaw inwestorzy I fazy realizowali przede wszystkim działania informacyjne dotyczące postępowań zakupowych.

Przyczyny niskiego poziomu zaangażowania krajowych firm w budowę I fazy morskich farm wiatrowych w Polsce są złożone. Przede wszystkim budowa morskich farm wiatrowych w Europie przez ostatnie lata nie spowodowała wybudowania krajowych firm na poziomie *Tier 1*, co z kolei uniemożliwia zaangażowanie lub wybudowanie potencjału dostawców niższego rzędu. Krajowe firmy inżynierskie nie projektują komponentów i systemów (np. projektu morskiej stacji transformatorowej lub elementów fundamentowych), co znacząco zawęża możliwość formatowania produktów pod aktywa i kompetencje krajowych firm. Rozwój działalności w łańcuchu dostaw wymaga przekonania, że działalność ta będzie stabilna i rentowna, a podmiot będzie w stanie zapewnić odpowiednie środki, aby zainwestować i poszerzyć kompetencje i zasoby. Realizacja kontraktów wymaga bardzo wysokiego poziomu jakości we wszystkich procesach przygotowania i produkcji/usługi. Finansowanie (i

⁵⁷https://www.bgk.pl/files/public/Pliki/Analizy_ekonomiczne/Local_content_w_offshore_gotowosc_polskich_przedsiębiorców_do_rozwoju_morskiej_energetyki_wiatrowej.pdf [Dostęp z dnia 10.10.2024].

zabezpieczenie finansowe poprzez gwarancje) kontraktów jest w szczególności istotną barierą zaistnienia w europejskich łańcuchach dostaw. Polskie przedsiębiorstwa nie dysponują odpowiednią „masą” finansową lub nie mogą zaoferować pełnych gwarancji finansowych, których wymaga się od nowego dostawcy. Brak odpowiedniej skali działalności dodatkowo utrudnia wyścig o zasoby ludzkie.

Wśród polskich firm dominuje pogląd, że krajowe farmy powinny być punktem zwrotnym dla ich rozwoju. Realizacja pierwszych kontraktów na polskich farmach umożliwi pozyskanie referencji. Brak referencji, których pozyskanie wymaga inwestycji (o wysokim poziomie ryzyka) powoduje z kolei brak szansy na bardziej znaczące zaangażowanie eksportowe.

9.1 BARIERY ROZWOJU IDENTYFIKOWANE PRZECZ KRAJOWE FIRMY

Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w Polsce został zauważony przed krajowe firmy w kontekście możliwości dla rozwoju biznesu. W 2023 r. Bank Gospodarstwa Krajowego przeprowadził szerokie badanie definiujące wyzwania firm⁵⁸. Wśród 216 przedsiębiorców, którzy zostali objęci badaniem, podmioty, które są już zaangażowane w budowę morskich farm wiatrowych na Bałtyku to tylko niecałe 9% grupy. Blisko jedna trzecia (32%) to podmioty, które znają inicjatywę *local content* w *offshore* i planują się w nią zaangażować. Kolejne 21% to przedsiębiorcy, którzy co prawda nie znali dotychczas inicjatywy, ale widzą szansę na swoje zaangażowanie w przyszłości.

Badania wskazują, że aż 61% polskich firm już jest zaangażowanych, planuje zaangażowanie lub widzi możliwość uczestnictwa w łańcuchu dostaw dla morskich farm wiatrowych. Jednakże wciąż istnieje szereg barier i wyzwań, które wymagają rozwiązania, aby polskie firmy mogły w pełni wykorzystać potencjał tego sektora. W ramach badania BGK, ale też i podczas prowadzonych na potrzeby niniejszej Strategii konsultacji, polskie przedsiębiorstwa zidentyfikowały szereg przeszkód, które ograniczają ich udział w łańcuchu dostaw dla morskiej energetyki wiatrowej:

Brak zasobów ludzkich i materialnych. Około 20% firm wskazało brak odpowiednich zasobów jako kluczową barierę. Firmy te sygnalizują trudności w dostępie do wykwalifikowanej siły roboczej oraz odpowiedniego wyposażenia technicznego, co ogranicza ich zdolności produkcyjne i wykonawcze.

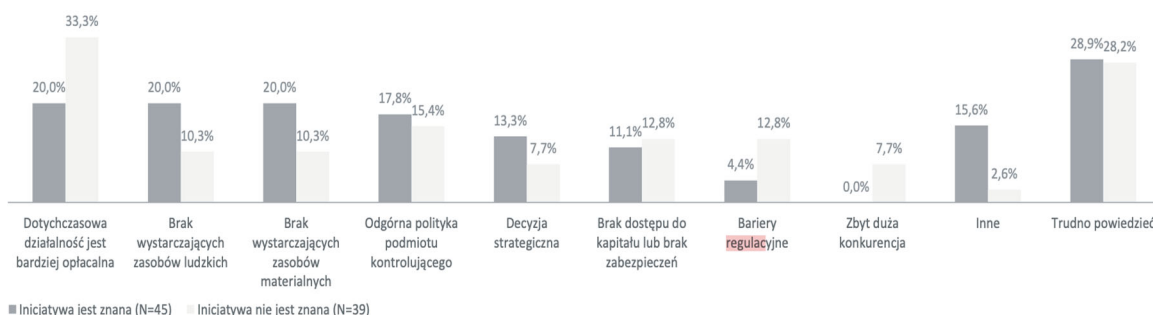
Ograniczony dostęp do finansowania. Brak kapitału oraz problem z uzyskaniem odpowiednich gwarancji finansowych to kolejne wyzwanie, zwłaszcza dla średnich i mniejszych przedsiębiorstw. Firmy często nie są w stanie spełnić rygorystycznych wymagań finansowych stawianych przez inwestorów, co wyklucza je z udziału w przetargach.

Trudności regulacyjne. Przedsiębiorstwa wskazują na bariery wynikające z niejasnych przepisów i długotrwałych procedur administracyjnych. Problem ten dotyczy zarówno procesu uzyskiwania pozwoleń, jak i braku precyzyjnych wytycznych dotyczących lokalnego zaangażowania w łańcuchu dostaw.

Dominacja bardziej opłacalnych form działalności. Wiele firm nadal koncentruje się na dotychczasowych, bardziej dochodowych obszarach działalności. Brak doświadczenia w sektorze *offshore wind* oraz związane z nim ryzyko inwestycyjne sprawiają, że przedsiębiorstwa te nie postrzegają budowy farm wiatrowych jako priorytetu.

⁵⁸ Local content w offshore – gotowość polskich przedsiębiorców do rozwoju morskiej energetyki wiatrowej, Departament Badań i Analiz, Maj 2023 r.

Wykres 9. Główne przyczyny braku zaangażowania.



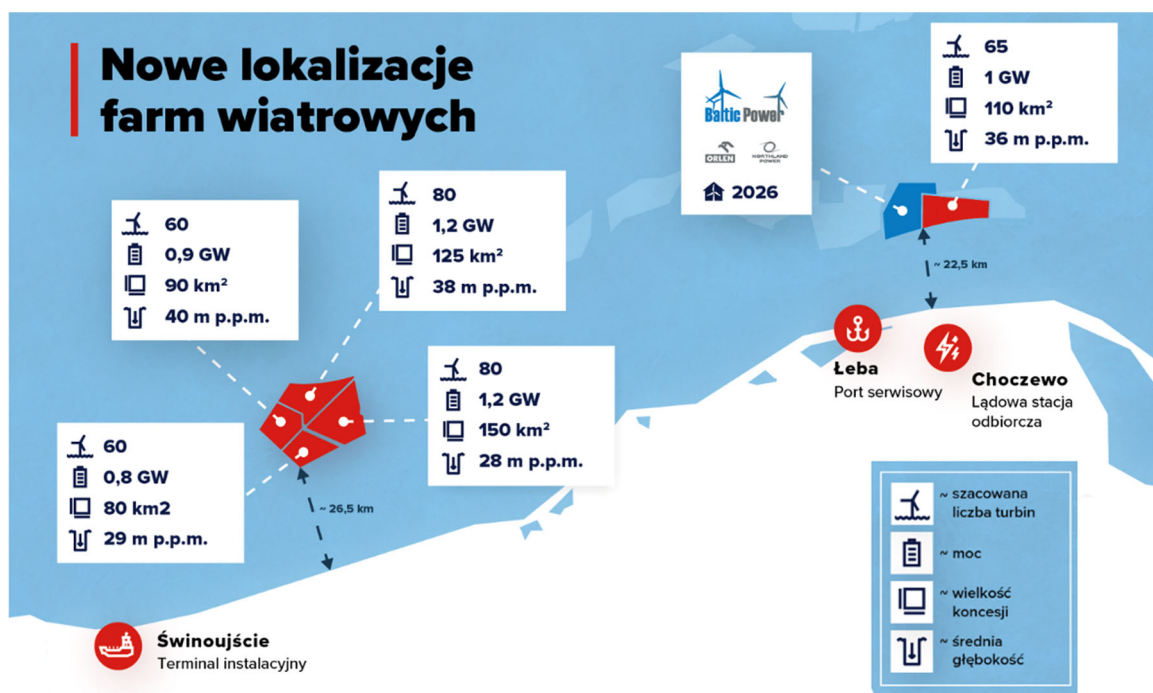
Źródło: *Local content w offshore – gotowość polskich przedsiębiorców do rozwoju morskiej energetyki wiatrowej*, Departament Badań i Analiz, Maj 2023 r.

Przedsiębiorstwa, które już uczestniczą w łańcuchu dostaw, to głównie firmy średniej wielkości. Charakteryzują się one umiarkowanymi wynikami finansowymi, przy czym ich średnie przychody oraz nakłady inwestycyjne są wyraźnie niższe w porównaniu do firm planujących swoje zaangażowanie. W tej grupie dominują podmioty niezależne, z polskim kapitałem (58%), co świadczy o ich potencjale do dalszego rozwoju w sektorze. Jednak firmy te często wskazują na ograniczenia w dostępie do zewnętrznego finansowania, co utrudnia ich rozwój i adaptację do wymagań rynku *offshore wind*.

10 KOLEJNE FAZY OFFSHORE WIND W POLSCE

Pierwsze cztery projekty – Baltic Power, Baltica 2, Bałtyk II/III, BC Wind – już uzyskały FID, uruchamiając przy tym wyobraźnię o skali możliwych dalszych inwestycji przemysłowych wokół sektora. Polska nie traktuje offshore wyłącznie jako segmentu energetyki, lecz jako projekt reindustrializacyjny – napędzający rozwój przemysłu ciężkiego, logistyki, stoczni, produkcji ze stali, automatyki i technologii cyfrowych, jak i podwójnego zastosowania. Dzięki offshore, Polska rozwija przemysłowy potencjał Bałtyku, realizując ambicje pokoleń o tym, żeby polskie wybrzeże było rozwinięte na skalę porównywalną do portów nad Morzem Północnym. Szczecin, Świnoujście, Police i szerzej region zachodniopomorski stają się naturalnym centrum tej transformacji – z zapleczem produkcyjnym, portowym, badawczym, akademickim i kompetencyjnym.

Rysunek 8. Nowe projekty offshore wind w Polsce należące do Orlen



Źródło: Orlen, Orlen Neptun

Projekty PGE i Orlen będą istotnym czynnikiem rozwoju krajowego łańcucha dostaw. Przykładowo, projekty Orlen Neptun zlokalizowane na ławicy Odrzanej – w szczególności obszary 14.E.1–14.E.4 o łącznym potencjale ok. 4,2 GW – mają wyjątkowe znaczenie dla rozwoju gospodarczego województwa zachodniopomorskiego. Ich położenie w bezpośrednim sąsiedztwie portów Szczecin–Świnoujście przesądza o strategicznej roli Regionu w drugiej fazie rozbudowy krajowej energetyki wiatrowej. Koncentracja dużych projektów w jednym klastrze umożliwia optymalizację logistyki i transportu, obniża koszty realizacji i zwiększa przewidywalność łańcucha dostaw, co otwiera drogę do znaczącego udziału firm regionalnych w zamówieniach na komponenty i usługi. Bliskość inwestycji wzmacnia także zasadność rozbudowy infrastruktury portowej – w tym portu instalacyjnego w Świnoujściu oraz rozwijanych terminali serwisowych – czyniąc z regionu naturalną bazę budowy, montażu i wieloletniej eksploatacji farm. Dzięki temu zachodniopomorskie staje się najważniejszym ośrodkiem rozwoju krajowego offshore wind w II fazie – miejscem, w którym możliwe jest powstanie pełnego, zintegrowanego ekosystemu przemysłowego obejmującego projektowanie, prefabrykację, montaż oraz usługi serwisowe. Projekty krajowych inwestorów - Orlen Neptun i PGE są więc katalizatorem budowy regionalnego klastra offshore wind, wzmacniając pozycję województwa jako „Wind Factory of Europe”.

Rysunek 9. Nowe projekty offshore wind w Polsce należące do PGE



Źródło: PGE, PGE Baltica

Baltic East. Projekt Baltic East stanowi najbardziej zaawansowaną inwestycję drugiej fazy morskiej energetyki wiatrowej rozwijanej przez ORLEN Neptun, wpisując się w strategiczne cele państwa dotyczące wzmocnienia krajowego łańcucha dostaw oraz zwiększania mocy wytwórczych offshore na Bałtyku. Projekt jest realizowany w ramach akwenu 46.E.1 na podstawie decyzji koncesyjnych Ministerstwa Infrastruktury z października 2023 r., które przyznały Grupie ORLEN pięć nowych obszarów pod farmy offshore o łącznej mocy ok. 5,2 GW. Baltic East, o planowanej mocy ok. 1 GW (966 MW według bieżących parametrów technicznych), ma potencjał dostarczania energii dla nawet 1,25 mln gospodarstw domowych. Zakłada się, że projekt weźmie udział w tegorocznej aukcji, a jego komercyjny termin oddania do eksploatacji (COD) jest planowany na 2032 r. Lokalizacja farmy – ok. 22,5 km od Choczewa – znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie budowanej farmy Baltic Power, co tworzy przestrzeń do synergii infrastrukturalnych i logistycznych, a także podnosi znaczenie Pomorza jako krajowego hubu dla rozwoju offshore. Obszar liczący ok. 110–112 km² charakteryzuje się głębokościami od 25 do 40 m, co umożliwi zastosowanie fundamentów typu monopile lub jacket. Zgodnie z założeniami projektowymi, farma będzie składać się z kilkudziesięciu turbin o jednostkowej mocy od 14 MW, posadowionych na dwóch morskich stacjach elektroenergetycznych (OSS), z których moc zostanie wyprowadzona poprzez maksymalnie cztery kable eksportowe w technologii HVAC do jednej stacji lądowej (ONS). Parametry techniczne projektu wskazują na rosnące wymagania wobec polskiego łańcucha dostaw, zarówno w zakresie komponentów, jak i usług inżynierskich. Kluczowe elementy obejmują wielkoskalowe fundamenty, turbiny najnowszej generacji, instalację infrastruktury przesyłowej oraz prowadzenie zaawansowanych badań geotechnicznych i środowiskowych. W ramach projektu przeprowadzono już szeroko zakrojone badania sejsmiczne i geotechniczne (ponad 1000 km pomiarów, liczne sondowania i wiercenia), co umożliwia przejście do kolejnych etapów projektowania i przygotowania placu budowy.

Równolegle trwa budowa łańcucha dostaw, w ramach którego projekt poszukuje usług projektowych, doradczych, geotechnicznych, środowiskowych oraz dostawców kluczowych komponentów (Tier 1). ORLEN

Neptun deklaruje dążenie do maksymalnego udziału rodzimych firm w procesie inwestycyjnym, wykorzystując doświadczenia z projektu Baltic Power oraz rozwijając mechanizmy dialogu technicznego z przedsiębiorstwami na różnych poziomach łańcucha dostaw. Tworzenie trwałych kanałów komunikacji, w tym powołanie stałych ekspertów ds. dialogu technicznego, sprzyja zwiększaniu udziału krajowych producentów i wykonawców, co odpowiada kierunkowi polskiej polityki „Local First”.

Baltic East generuje silny impuls modernizacyjny dla całego sektora – od portów serwisowych i produkcyjnych na Pomorzu, przez firmy inżynieryjne, po dostawców konstrukcji stalowych, kabli, usług badawczych i instalacyjnych. Zaawansowanie projektu oraz jego bliskość geograficzna do Baltic Power tworzą możliwość skalowania kompetencji zdobytych przy realizacji pierwszej dużej polskiej inwestycji offshore. Jednocześnie projekt ustanawia nowe standardy techniczne (np. turbiny ≥ 14 MW), które będą determinować przyszłe inwestycje oraz wymagania względem krajowych dostawców. W perspektywie krajowej polityki przemysłowej projekt Baltic East pełni funkcję kotwicy popytowej dla firm zainteresowanych wejściem lub rozszerzeniem działalności w segmencie offshore. Stabilna perspektywa zamówień na komponenty dużych rozmiarów, prace instalacyjne, badania i usługi inżynieryjne zwiększa opłacalność budowy nowych mocy produkcyjnych w Polsce oraz sprzyja konsolidacji sektora wokół rodzimych zasobów. Tym samym Baltic East jest jednym z kluczowych projektów, który wzmacnia strategiczny kierunek rozwoju polskiego łańcucha dostaw dla MEW i tworzy fundamenty dla ekspansji polskich firm na rynki międzynarodowe. Baltic East, najbardziej zaawansowany projekt drugiej fazy offshore wind w Grupie ORLEN, uzyskał decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach dla morskiej farmy wiatrowej, wydaną przez Regionalną Dyрекcję Ochrony Środowiska w Gdańsku (RDOŚ) w listopadzie 2025 roku.

Baltica 1 jest jednym z kluczowych projektów offshore rozwijanych przez Grupę PGE i stanowi element strategicznego celu osiągnięcia co najmniej 4 GW mocy zainstalowanej w morskiej energetyce wiatrowej do 2035 roku. Uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach w listopadzie 2025 r. otworzyło drogę do udziału projektu w aukcji zaplanowanej na 17 grudnia. Projekt o mocy ok. 0,9 GW jest zlokalizowany ok. 80 km na północ od polskiego wybrzeża, w rejonie ławicy Środkowej na wysokości Władysławowa, co czyni go jedną z najbardziej oddalonych od brzegu planowanych farm wiatrowych w Polsce. Posiadanie pozwolenia lokalizacyjnego oraz umowy przyłączeniowej znacząco redukuje ryzyka infrastrukturalne i przyspiesza przejście do kolejnych etapów, w tym integracji z Krajowym Systemem Elektroenergetycznym. Projekt zakłada oddanie do eksploatacji do końca 2032 r., pod warunkiem uzyskania kontraktu różnicowego. Baltica 1 dysponuje zaawansowanym pakietem badań środowiskowych i technicznych, które ograniczają ryzyko geologiczne i środowiskowe oraz podnoszą jakość planowania budowy. PGE Baltica przeprowadziła kompleksowe badania środowiska przyrodniczego obejmujące geologię dna, parametry fizykochemiczne wody oraz analizę organizmów morskich (roślin, zwierząt bentosowych, ryb, ptaków i ssaków, w tym nietoperzy). Równolegle zrealizowano badania geotechniczne i geologiczne na morzu i lądzie oraz pomiary wietrzności, prądów i zafalowania. Prace wykonane przez konsorcjum Uniwersytetu Morskiego w Gdyni i firmy MEWO wnoszą wysoko jakościowy wkład krajowych instytucji naukowych i przemysłowych w proces rozwoju projektu. Z punktu widzenia krajowego łańcucha dostaw, Baltica 1 stanowi istotny impuls popytowy, szczególnie w zakresie usług badawczych, środowiskowych i geotechnicznych, które – w przeciwieństwie do komponentów turbin – już dziś w dużym stopniu mogą być realizowane przez krajowe podmioty. Doświadczenie zdobyte przez polskie firmy w trakcie przygotowania dokumentacji środowiskowej i badań technicznych wzmacnia ich pozycję w konkurencji o kontrakty w kolejnych projektach offshore. Jednocześnie projekt sygnalizuje dojrzałość segmentu usług profesjonalnych i inżynieryjnych w Polsce, tworząc przestrzeń do dalszego skalowania potencjału, np. w obszarze morskich badań hydrologicznych, geofizycznych czy monitoringu środowiskowego. Baltica 1 wpisuje się także w szerszą strategię PGE, która do 2035 r. planuje zbudować wraz z partnerami co najmniej 4 GW mocy offshore. Projekt jest jednym z ośmiu w portfolio PGE Baltica, który łącznie przekracza 6 GW mocy w różnej fazie przygotowania.

MFW Bałtyk 1 jest trzecim projektem konsorcjum Polenergii i Equinora. Projekt obejmuje obszar ok. 128,5 km² i zakłada budowę instalacji o mocy do 1 560 MW, co plasuje go wśród największych planowanych inwestycji na

Bałtyku. Lokalizacja na granicy polskiej wyłącznej strefy ekonomicznej, w rejonie Łeby, zapewnia dobre warunki wietrzności, jednocześnie wymuszając wysokie standardy logistyczne i operacyjne ze względu na odległość ok. 81 km od lądu. Parametry techniczne projektu wskazują na zaawansowaną skalę inwestycji oraz wysokie wymagania wobec zaplecza technologicznego i portowego. Projekt zakłada instalację maksymalnie 104 turbin wiatrowych wraz z dwiema morskimi stacjami elektroenergetycznymi, a także budowę ok. 250 km kabli wewnętrznych odpowiedzialnych za integrację turbin i stacji w spójny system elektroenergetyczny. Wyprowadzenie mocy do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego zostanie zrealizowane poprzez stację przyłączeniową PSE Krzemienica, wspartą wcześniej pozyskanymi warunkami przyłączenia (2019) i umową przyłączeniową (2021). Projekt charakteryzuje się wysoką dojrzałością środowiskową i badawczą, co znacząco zmniejsza ryzyko realizacyjne w dalszych fazach. Od grudnia 2020 r. do marca 2022 r. przeprowadzono kompleksowy program badań środowiska morskiego obejmujący ocenę dna morskiego, organizmów bentosowych, ryb, ptaków oraz ssaków. Zakres badań oraz ich długość świadczą o wysokiej jakości przygotowania dokumentacji na potrzeby oceny oddziaływania na środowisko. Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska w Gdańsku zakończył postępowanie środowiskowe dla projektu morskiej farmy wiatrowej Bałtyk 1, wydając 3 grudnia 2024 roku decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach. Postępowanie trwało ponad 2,5 roku od złożenia wniosku przez inwestora w maju 2022 roku⁵⁹.

W dniu 17 grudnia 2025 roku rozstrzygnięta została pierwsza aukcja na budowę morskich farm wiatrowych w Polsce, stanowiąca jednocześnie formalne rozpoczęcie realizacji II fazy rozwoju morskiej energetyki wiatrowej. Aukcja (AMFW/1/2025) została przeprowadzona przez Urząd Regulacji Energetyki w formule kontraktów różnicowych (CfD) i zakończyła się zakontraktowaniem łącznej mocy 3,435 GW w trzech projektach offshore.

Wsparcie uzyskały następujące przedsięwzięcia:

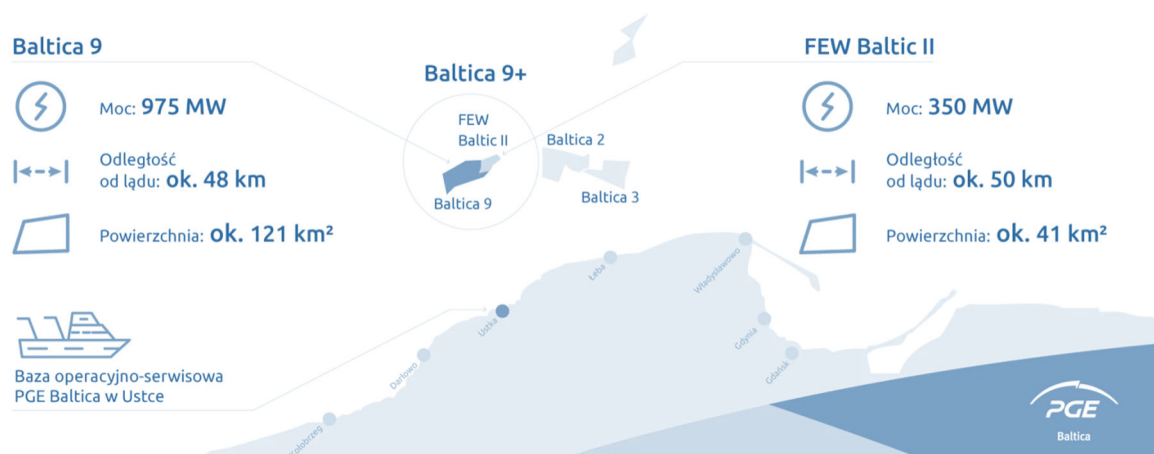
- Bałtyk I – projekt realizowany przez Polenergię i Equinor o mocy 1560 MW, z ceną referencyjną 492,32 zł/MWh,
- Baltica 9 – projekt realizowany przez PGE o mocy 975 MW, z ceną 489 zł/MWh,
- Baltic East – projekt realizowany przez Orlen o mocy 900 MW, z najniższą w aukcji ceną 476,88 zł/MWh.

Wszystkie rozstrzygnięte oferty uplasowały się poniżej poziomu 500 zł/MWh, co należy uznać za istotny sygnał dojrzałości kosztowej projektów offshore wind w Polsce oraz potwierdzenie konkurencyjności technologii w warunkach krajowego systemu wsparcia. Wyniki aukcji pokazują, że polski rynek jest w stanie przyciągać kapitał prywatny i publiczny przy jednoczesnym zachowaniu akceptowalnego poziomu wsparcia dla odbiorców końcowych. Istotnym elementem kontekstu aukcyjnego było przejęcie projektu F.E.W. Baltic II (350 MW) od RWE Offshore Wind GmbH przez PGE, ogłoszone w dniu rozstrzygnięcia aukcji. Transakcja ta umożliwiła włączenie projektu do portfela Baltica 9, wzmacniając pozycję PGE w aukcji oraz konsolidując aktywa w ramach jednego, spójnego obszaru projektowego. Rozstrzygnięcie aukcji AMFW/1/2025 potwierdziło, że Polska weszła w fazę skalowalnej realizacji projektów offshore wind, w której kluczowe znaczenie mają nie tylko decyzje regulacyjne, lecz także zdolność deweloperów do optymalizacji portfeli projektowych, zarządzania ryzykiem inwestycyjnym oraz efektywnego wykorzystania krajowego i międzynarodowego łańcucha dostaw. Aukcja ta stanowi punkt

⁵⁹ <https://offshorewindpoland.pl/rdos-wydal-decyzje-srodowiskowa-dla-mfw-baltyk-1-o-mocy-1560-mw/>

odniesienia dla kolejnych rund wsparcia w II i III fazie rozwoju sektora oraz ważny sygnał dla przemysłu i instytucji publicznych planujących działania w obszarze local content i polityki przemysłowej.

Rysunek 10. Projekty *offshore wind* w Polsce należące do PGE w kontekście aukcji i rozwoju PGE Baltica 9.



Źródło: PGE

11 OTOCZENIE INSTYTUCJONALNE

Pomimo podpisania krajowego porozumienia sektorowego na rzecz rozwoju morskiej energetyki wiatrowej, brak rządowej koordynacji tego kluczowego sektora skutkuje niepowodzeniem polityk publicznych (np. brakiem rozstrzygnięcia programu Gospostrateg) oraz osłabieniem regionalnie działających klastrów. Brak priorytetów i spójnych działań doprowadził lub może doprowadzić do utraty lub opóźnienia inwestycji w łańcuchu dostaw wartych setki milionów.

W ogólnym skomplikowanym procesie budowy morskich farm wiatrowych zaangażowanych jest kilkanaście różnych organów. Żaden z nich nie jest jednak odpowiedzialny za realizację postulatu wsparcia przemysłu wokół programu *offshore wind* w Polsce.

Minister właściwy ds. gospodarki morskiej odpowiada za wydanie pozwolenia na wznoszenie sztucznych wysp (PSZW; pozwolenie na zajęcie obszaru morskiego/lokalizacyjne), wydanie pozwolenia na układanie kabli w wyłącznej strefie ekonomicznej, w strefie buforowej PSZW (PUUK, pozwolenie na zajęcie obszaru morskiego/lokalizacyjne) i pozwolenie na likwidację. **Urząd Morski odpowiada** za wydanie pozwolenia na układanie kabli na obszarze Morza Terytorialnego (PUUK, pozwolenie na zajęcie obszaru morskiego), wydanie decyzji zezwalającej na wykorzystanie pasa technicznego, zatwierdzanie planu ratowniczego oraz planu zwalczania zagrożeń i zanieczyszczeń dla morskiej farmy wiatrowej i zespołu urządzeń, zatwierdzanie ekspertyzy nawigacyjnej w zakresie oceny wpływu morskiej farmy wiatrowej i zespołu urządzeń na bezpieczeństwo i efektywność żeglugi statków w polskich obszarach morskich, zatwierdzanie ekspertyzy technicznej w zakresie oceny wpływu morskiej farmy wiatrowej i zespołu urządzeń na polskie obszary morza A1 i A2 Morskiego Systemu Łączności w Niebezpieczeństwie i dla Zapewnienia Bezpieczeństwa oraz Systemu Łączności Operacyjnej Morskiej Służby Poszukiwania i Ratownictwa, zatwierdzanie ekspertyzy technicznej w zakresie oceny wpływu morskiej farmy wiatrowej i zespołu urządzeń na Krajowy System Bezpieczeństwa Morskiego, wydanie zarządzenia o ustanowieniu strefy ochronnej dla MFW i zespołu urządzeń. **Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska odpowiada** za wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach dla MFW (DUŚ), wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach dla przyłączy (MIP), ewentualna ponowna ocena oddziaływania na

środowisko. **Minister Klimatu i Środowiska odpowiada za** zatwierdzanie dokumentacji geologicznej i geotechnicznej, wydanie opinii do wniosku o wydanie decyzji lokalizacyjnej dla wyłącznej strefy ekonomicznej, wydanie opinii do wniosku o wydanie decyzji lokalizacyjnej dla Morza Terytorialnego, określenie ceny maksymalnej dla pierwszej aukcji, która powinna się odbyć w 2025 r. – projekt rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie maksymalnej ceny za energię elektryczną wytworzoną w morskich farmach wiatrowych i wprowadzoną do sieci, jaka może być wskazana w ofertach złożonych w aukcji przez wytwórców)⁶⁰. **Urząd Dozoru Technicznego odpowiada za** wydanie opinii specjalistycznej dotyczącej projektów budowlanych zawierających niesprawdzone rozwiązania, wydanie decyzji zezwalające na eksploatację urządzenia technicznego. **Wojewoda odpowiada za** wydanie decyzji lokalizacyjnej dla kabla eksportowego, wydanie pozwolenia na budowę dla turbin i fundamentów (PnB), wydanie pozwolenia na budowę dla kabli wewnętrznych, wydanie pozwolenia na budowę dla morskiej stacji transformatorowej, wydanie pozwolenia na budowę dla kabla eksportowego, wydanie pozwolenia na użytkowanie. **Minister Obrony Narodowej odpowiada za** opinie do wniosku o wydanie decyzji lokalizacyjnej, uzgodnienie przebiegu trasy światłowodu (w przypadku wymogu poprowadzenia w odrębnym korytarzu niż kabel eksportowy), nałożenie na inwestora obowiązku wyposażenia inwestycji w urządzenia kompensujące wpływ na wojskowe systemy łączności i systemy ochrony kraju. **Rządowe Centrum Bezpieczeństwa odpowiada za** wypracowanie minimalnych standardów ochrony dla MFW, zasady włączania morskich farm wiatrowych w zakres infrastruktury krytycznej (ustawa o zmianie ustawy o zarządzaniu kryzysowym oraz niektórych innych ustaw)⁶¹. **Operator sieci przesyłowej – PSE S.A. odpowiada za** wydawanie warunków przyłączenia, podpisanie umowy przyłączeniowej. **Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska odpowiada za** przygotowanie wytycznych do przeprowadzania badań środowiskowych dla obszarów morskich. **Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi odpowiada za** wypracowanie rozporządzenia, w którym opisana zostanie metodyka liczenia rekompensat dla środowiska rybackiego za utrudnienia związane z budową lub eksploatacją morskich farm wiatrowych.

Organy właściwe do wydania **opinii do wniosku o wydanie decyzji lokalizacyjnej dla wyłącznej strefy ekonomicznej to** Urząd Morski, Minister właściwy ds. aktywów państwowych, Minister właściwy ds. energii, Minister właściwy ds. gospodarki, Minister właściwy ds. klimatu, Minister właściwy ds. kultury i ochrony dziedzictwa narodowego, Minister właściwy ds. rybołówstwa, Minister właściwy ds. środowiska, Minister właściwy ds. geologii, Minister właściwy ds. gospodarki wodnej, Minister właściwy ds. wewnętrznych, ABW, MON.

Organy właściwe do wydania opinii do wniosku o **wydanie decyzji lokalizacyjnej dla Morza Terytorialnego:** Urząd Morski, Minister właściwy ds. aktywów państwowych, Minister właściwy ds. energii, Minister właściwy ds. gospodarki, Minister właściwy ds. klimatu, Minister właściwy ds. kultury i ochrony dziedzictwa narodowego, Minister właściwy ds. rybołówstwa, Minister właściwy ds. środowiska, Minister właściwy ds. środowiska, Minister właściwy ds. geologii, Minister właściwy ds. gospodarki wodnej, Minister właściwy ds. wewnętrznych, MON, ABW.

Ta bardzo długa lista instytucji uczestniczących w budowie morskich farm wiatrowych nie zawiera praktycznie żadnego elementu planowania i kontroli nad budową krajowego łańcucha dostaw.

Dla prawidłowego (zgodnego z oczekiwaniami) rozwoju podmiotów dostarczających komponenty i usługi na potrzeby sektora morskiej energetyki wiatrowej niezbędne jest odpowiednie zarządzanie tym procesem na poziomie administracji publicznej. Bez przyjętej i skutecznie wdrażanej stosownej polityki sektorowej nie jest możliwe osiągnięcie publicznie oczekiwanych rezultatów. W tym kontekście warto przyjrzeć się bliżej

⁶⁰ <https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12388552/katalog/13076444#13076444>

⁶¹ <https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12386961>

dotychczasowym działaniom podejmowanym na poziomie administracji centralnej, aby zbudować w Polsce silny przemysł *offshore wind*.

Struktura administracji rządowej. Rozwój morskiej energetyki wiatrowej z uwagi na skalę inwestycji oraz na zróżnicowane środowisko, w którym są one realizowane jest niezmiernie złożonym procesem, w który zaangażowane są liczne podmioty wchodzące w skład administracji publicznej (zarówno na poziomie centralnym, jak i samorządowym). Powyższe oznacza, iż wśród zdefiniowanych w ustawie z dnia 4 września 1997 r. o działach administracji rządowej obszarach funkcjonowania administracji znaczna część działów w mniejszym lub większym stopniu zaangażowana jest w proces rozwoju przemysłu dla *offshore wind* w Polsce. Do działów tych można zaliczyć przede wszystkim: aktywa państwowe, energię, finanse publiczne, gospodarkę, gospodarkę morską, klimat, oświatę i wychowanie, pracę, rozwój regionalny, szkolnictwo wyższe i naukę, transport czy środowisko.

Wielość działów administracji publicznej, a tym samym resortów za nie odpowiadających zaangażowanych w proces rozwoju przemysłu dla sektora *offshore wind*, wraz z silosowością zarządzania w administracji rządowej, powoduje liczne problemy z właściwym planowaniem i koordynowaniem realizacji zadań przypisanych do poszczególnych resortów.

Niestety, w większości przypadków, każdy z resortów koncentruje się na realizacji zadań własnych, istotnych z punktu widzenia jemu przypisanych zadań, nie dostrzegając w ten sposób całości obrazu i oddziaływania na inne, równie ważne obszary. Powyższe oznacza, iż w przypadku wielkich projektów rozwojowych, konieczna jest koncentracja kompetencji koordynacyjnych w jednych „rękach”. Obserwując dotychczasowe działania zmierzające do rozwoju w Polsce bazy przemysłowej dla sektora morskiej energetyki wiatrowej należy stwierdzić, że takiej koordynacji w jednym ośrodku decyzyjnym zabrakło, pomimo, iż **dyskusja o powołaniu Pełnomocnika Rządu ds. Morskiej Energetyki Wiatrowej** z większym lub mniejszym natężeniem była prowadzona w ostatnich pięciu – sześciu latach. Trudno wytłumaczyć przyczyny takiego stanu rzeczy poza obawą o polityczne konsekwencje tworzenia nowych bytów w administracji (odbiór społeczny), niemniej jednak wydaje się, że w przeszłości tworzono analogiczne struktury w obszarach o nieporównywalnie mniejszym znaczeniu niż *offshore wind*. Ponadto, przykład skuteczności działania Pełnomocnika Rządu do spraw Centralnego Portu Komunikacyjnego potwierdza potrzebę właściwej koordynacji w przypadku realizacji największych, wielopłaszczyznowych strategicznych inwestycji.

Narzędzia prawne. Otoczenie instytucjonalne to również jakość ram regulacyjnych, które opisano szerzej rozdziale poświęconym Planom łańcucha Dostaw. W tym zakresie dotychczasowe działania należy ocenić pozytywnie – powstała m.in. dedykowana ustawa - ustawa z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych, która określa ramy prawne dla inwestorów oraz wskazuje długoterminową wizję rozwoju sektora (ten element jest kluczowy również z punktu widzenia przewidywalności inwestycji, a tym samym możliwości tworzenia bazy przemysłowej pod przyszłe inwestycje). W ustawie wprowadzono również regulacje, których celem było wsparcie budowy krajowego łańcucha dostaw. Rozwiązanie, które zaproponowano oparte jest na łatwiejszym dostępie do informacji rynkowych odnośnie strategii zakupowych inwestorów realizujących inwestycje w MFW. Wprowadzenie obowiązków w zakresie tworzenia planów łańcucha dostaw materiałów i usług miało poprawić przepływ informacji, a tym samym umożliwić przygotowanie się podmiotów przemysłowych i usługowych do przyszłych zamówień. W tym kontekście należy zauważyć, iż przedmiotowe przepisy na etapie ich tworzenia były kontestowane przez podmioty reprezentujące przemysł *offshore* z uwagi na brak konkretnych wymogów, co do udziału *local content*. Przepisy nakazujące określony udział krajowego łańcucha dostaw nie zostały jednak wprowadzone m.in. z uwagi na ograniczenia wspólnotowe odnośnie jednolitego rynku UE.

W toku stosowania funkcjonujących przepisów dotyczących planów łańcucha dostaw materiałów i usług pojawiło się kilka wyzwań, w tym związanych z brakiem precyzyjnej definicji *local content*, co w rzeczywistości powoduje wiele problemów po stronie prawidłowości raportowania oraz wyliczania udziału *local content* w realizowanych projektach. Ten element z pewnością wymaga dalszych działań optymalizacyjnych. Ponadto, warto zauważyć, iż w istniejących przepisach zabrakło obowiązku nałożonego na odpowiednie organy administracji publicznej w

zakresie analizy przekazywanych przez inwestorów planów łańcucha dostaw materiałów i usług oraz podejmowania na tej podstawie stosownych działań w zakresie tworzenia polityk i dedykowanych narzędzi skierowanych do podmiotów przemysłowych i usługowych mających na celu wzmacnianie tego sektora gospodarki.

Porozumienie sektorowe. Podpisanie Porozumienia sektorowego pomiędzy administracją, biznesem, nauką i NGO'sami było krokiem w dobrą stronę, a przyjęte cele i założenia funkcjonowania porozumienia wydawały się prawidłowo zdefiniowane. Co istotne, przygotowane przez resort klimatu i środowiska w 2021 r. Porozumienie bazowało na dobrych doświadczeniach brytyjskich.

W trakcie wdrażania postanowień Porozumienia sektorowego pojawiło się jednak kilka problemów, które uwidoczniły ograniczenia wynikające ze współpracy w przedmiotowej formule i których właściwe zaadresowanie będzie decydować w przyszłości o tym, czy kontynuowanie współpracy w ramach tej platformy ma sens. Po pierwsze jednym z największych ograniczeń był brak zaangażowania się w prace Porozumienia sektorowego ministra właściwego ds. gospodarki morskiej, do którego, zgodnie z art. 10 ust. 1 ustawy o działach administracji rządowej, należą sprawy transportu morskiego i żeglugi morskiej, obszarów morskich, portów i przystani morskich, przemysłu stoczniowego, czy ochrony środowiska morskiego, czyli kluczowych aspektów związanych z rozwojem przemysłu dla morskiej energetyki wiatrowej. Powyższe powodowało, iż część z grup roboczych funkcjonujących w ramach Porozumienia sektorowego de facto nie mogła pracować w sposób prawidłowy, gdyż efektami tych prac nie był zainteresowany kluczowy resort odpowiedzialny za kwestie gospodarki morskiej.

Drugim istotnym ograniczeniem okazała się struktura organizacyjna Porozumienia sektorowego, w ramach którego utworzono dedykowane grupy (6) i podgrupy (21) robocze oraz brak zdefiniowanych zadań dla poszczególnych podmiotów w nich uczestniczących. Grupy te z uwagi na bardzo dużą ilość podmiotów w nich działający oraz ich relatywnie małą aktywność nie były w stanie osiągnąć spodziewanych rezultatów. Jedynie niewielka grupa podmiotów mocno angażowała się w prace grup roboczych (w dużej części byli to deweloperzy morskich farm wiatrowych) oraz pojedyncze osoby reprezentujące zarówno podmioty biznesowe, jak i administrację czy naukę. Prawdopodobnym powodem takiej sytuacji okazała się mało sformalizowana procedura uczestniczenia w pracach Porozumienia (brak wymogów formalnych – niski próg wejścia) oraz brak przypisania konkretnych zadań do realizacji dla każdego z uczestniczących podmiotów (brak odpowiedzialności). W rzeczywistości prace w poszczególnych grupach i podgrupach roboczych ograniczyły się głównie do funkcji informacyjnej, co oczywiście miało swój walor dla uczestników, ale nie zostały one powołane do tego celu.

Powyższe spowodowało, iż po początkowym optymizmie i zaangażowaniu w prace w ramach Porozumienia sektorowego, tempo oraz jakość tych prac mocno wyhamowało i obecnie resort klimatu i środowiska pracuje nad reformą tej koncepcji współpracy.

Podstawowym niedociągnięciem jest brak umocowania i finansowania tego rodzaju prac. Brak ustrukturyzowanych programów wsparcia dla rozwoju przemysłu, kadry oraz innowacji, jak np. nieudany dla branży konkurs *Gospostrateg* jest bardzo widoczny. *Gospostrateg* to program Narodowego Centrum Badań i Rozwoju stworzony, aby zwiększyć poziom wykorzystywania wyników badań społeczno-ekonomicznych w celu formowania polityk rozwojowych na poziomie krajowym i regionalnym. W konkursie, który odbył się w ramach programu mogły wziąć udział tylko konsorcja złożone z przedsiębiorstwa, jednostki naukowej i podmiotu wdrażającego. Konkurs pozostał nierozstrzygnięty. Brak jasnej decyzji co do obrania kursu strategicznego dla przemysłu *offshore wind* spowodował też, że instytucje prorozwojowe (ARP, PFR) działania wokół branży traktowały projektowo, a nie systemowo.

Local content w Polsce od 2025 roku. Polski rząd w 2025 roku nadał morskiej energetyce wiatrowej rangę projektu strategicznego, integrując ją z nową polityką przemysłową państwa i nadając priorytet zasadzie „Local First”. W praktyce oznacza to szereg konkretnych interwencji: utworzenie w Ministerstwie Aktywów Państwowych międzyresortowego Zespołu ds. Udziału Komponentu Krajowego, odpowiedzialnego za zdefiniowanie „komponentu krajowego”, opracowanie metodologii pomiaru local content, przygotowanie

rekomendacji regulacyjnych i operacyjnych dla spółek Skarbu Państwa oraz zaprojektowanie pilotażu w sektorze OZE. Równolegle rząd prowadzi prace nad pakietem narzędzi finansowych dla polskich MŚP, obejmującym modernizację parku maszynowego, wsparcie certyfikacji oraz ułatwiony dostęp do kontraktów o wysokiej wartości w projektach państwowych. Wdrażając europejską Net-Zero Industry Act (NZIA) oraz RED III, rząd przyspiesza reformę systemu pozwoleń dla projektów wiatrowych, upraszcza procedury administracyjne i przygotowuje instrumenty umożliwiające produkcję komponentów OZE w Polsce. W centrum polityki znajduje się również rozwój Funduszu Suwerenności, który ma wspierać finansowanie krajowego przemysłu czystej energii. Z perspektywy strategicznej rząd prowadzi proces „repolonizacji” łańcuchów wartości poprzez wzmacnianie roli polskich firm w inwestycjach infrastrukturalnych i energetycznych oraz wymóg, aby spółki Skarbu Państwa w swoich strategiach zakupowych aktywnie i systemowo uwzględniały dostawców krajowych. Aby wdrożyć te założenia w praktyce, państwo koordynuje działania z deweloperami morskich farm wiatrowych, którzy powołują menedżerów ds. krajowych dostawców i dostosowują polityki zakupowe do krajowych i unijnych priorytetów w zakresie odporności łańcuchów dostaw. Łącznie może stworzyć to spójny system interwencji przemysłowych, którego celem jest nie tylko zwiększenie udziału polskich firm w projektach offshore, ale też budowa trwałej, konkurencyjnej i europejsko zintegrowanej bazy przemysłowej.

Agencja Rozwoju Przemysłu pełni centralną rolę w realizacji rządowej polityki zwiększania udziału komponentu krajowego w strategicznych inwestycjach państwowych. Powołana decyzją Ministra Aktywów Państwowych jako Koordynator ds. Komponentu Krajowego, ARP odpowiada za stworzenie spójnego, jednolitego systemu zarządzania local content w całej administracji publicznej oraz w spółkach Skarbu Państwa. Jej zadaniem jest zdefiniowanie pojęcia komponentu krajowego, opracowanie metodologii pomiaru, koordynacja prac międzyresortowych oraz przygotowanie narzędzi, które pozwolą na skuteczne planowanie, raportowanie i egzekwowanie udziału polskich firm w kluczowych projektach inwestycyjnych. W ramach prac zespołu ARP prowadzi analizy obowiązujących regulacji, dobrych praktyk z wybranych krajów oraz potrzeb, jakie zgłaszają największe podmioty publiczne – od sektora energetycznego, przez infrastrukturę i przemysł obronny, po rynek finansowy. Celem jest stworzenie systemu, który umożliwi maksymalizację udziału krajowych przedsiębiorstw w inwestycjach takich jak offshore wind, energetyka jądrowa czy modernizacja infrastruktury krytycznej. ARP pełni przy tym funkcję integratora – łączy działania Ministerstwa Aktywów Państwowych, Ministerstwa Klimatu, Energii, Infrastruktury i Obrony Narodowej z potrzebami spółek Skarbu Państwa, takich jak Orlen, PGE, PZU, PKO BP czy BGK, oraz instytucji publicznych, w tym UZP, GUS czy KUKE. Kluczowym elementem roli ARP jest tworzenie warunków wzmacniających krajowy łańcuch dostaw. Obejmuje to identyfikację luk kompetencyjnych, inicjowanie projektów pilotażowych, opracowywanie standardów i matryc local content, a także przygotowanie programów rozwojowych dla polskich firm – od certyfikacji i digitalizacji procesów po wsparcie inwestycyjne i kapitałowe. ARP ma zbudować fundament trwałej zdolności polskiego przemysłu do udziału w transformacji energetycznej i projektach strategicznych, co ma zwiększyć odporność gospodarczą kraju i zmniejszyć zależność od importu krytycznych technologii. W dłuższej perspektywie ARP powinna stać się kluczowym operatorem polityki przemysłowej państwa. Jej działania wykraczają poza bieżący cykl polityczny – mają zbudować system, który będzie działał w perspektywie dekad, wzmacniając suwerenność gospodarczą, wspierając rozwój polskich dostawców i umożliwiając ekspansję krajowych firm na rynki międzynarodowe. Dzięki funkcji koordynacyjnej, analitycznej i inwestycyjnej ARP staje się instytucją centralną dla wdrażania strategii local content, stanowiącej jeden z filarów współczesnej polityki rozwoju przemysłu w Polsce.

11.1 POZWOLENIA ADMINISTRACYJNE

Budowa morskiej farmy wiatrowej jest przedsięwzięciem wymagającym kompleksowego podejścia zarówno na etapie projektowania, jak i realizacji. Kluczowym elementem tego procesu jest uzyskanie szeregu pozwoleń administracyjnych, które determinują harmonogram inwestycji, specyfikację techniczną oraz decyzje zakupowe związane z projektowaniem i budową infrastruktury.

Proces administracyjny rozpoczyna się od przeprowadzenia szczegółowych badań geotechnicznych oraz przygotowania wstępnych założeń projektowych. Wyniki tych analiz stanowią podstawę do opracowania projektu budowlanego, który musi spełniać wymogi techniczne oraz przepisy prawa budowlanego. Jednym z pierwszych kluczowych dokumentów jest decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach dla konkretnych zespołów urządzeń. Proces jej uzyskania wymaga przeprowadzenia oceny oddziaływania inwestycji na środowisko, w tym analiz hydrologicznych, ekologicznych oraz wpływu na lokalne zasoby przyrodnicze. Decyzja środowiska określa szczegółowe warunki, jakie musi spełnić inwestor w celu minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko. Równolegle wymagane jest uzyskanie np. pozwolenia wodnoprawnego, które reguluje korzystanie z zasobów wodnych oraz kwestie związane z ingerencją w środowisko morskie. Ważnym etapem jest również uzyskanie decyzji lokalizacyjnej, obejmującej uzgodnienia przestrzenne, takie jak korytarze kablowe, punkt wyjścia kabla eksportowego na ląd (ang. *landfall*) oraz rozmieszczenie elementów infrastruktury. Kolejnym etapem jest zatwierdzenie projektu budowlanego. Dokumentację muszą zostać co do zasady skonsultowana i uzgodniona z kluczowymi instytucjami, takimi jak Urząd Morski, operator systemu przesyłowego oraz odpowiednie służby związane z obronnością. Wymagane jest także przedstawienie ekspertyz i opinii technicznych potwierdzających zgodność projektu z normami i przepisami prawa.

11.1.1 Rodzaje pozwoleń na budowę w budowie polskich morskich farm wiatrowych

Pozwolenie na budowę kabli wewnętrznych farmy oraz generatorów turbin wiatrowych. Dotyczy realizacji wewnętrznej infrastruktury elektroenergetycznej farmy wiatrowej, obejmującej sieci kablowe łączące turbiny wiatrowe oraz generatory energii - turbiny. Inwestor zobowiązany jest do spełnienia wymagań związanych z nadzorem inwestorskim i zgodnością z przepisami technicznymi dotyczącymi całych systemów, np. turbiny wraz z fundamentem.

Pozwolenie na budowę morskiej stacji elektroenergetycznej. Dotyczy budowy kluczowego elementu infrastruktury przesyłowej, którego zadaniem jest transformacja napięcia oraz przesył energii z morskich turbin na ląd. Projekt stacji musi uwzględniać wymagania dotyczące bezpieczeństwa oraz warunki eksploatacji.

Pozwolenie na budowę kabla eksportowego i infrastruktury lądowej w strefie brzegowej. Obejmuje budowę kabla przesyłającego energię z farmy na ląd oraz infrastruktury w punkcie wyjścia kabla. Decyzja ta wymaga uzgodnień przestrzennych oraz zgodności np. z przepisami prawa wodnego.

Pozwolenie na budowę lądowej części infrastruktury kablowej. Dotyczy realizacji odcinka infrastruktury kablowej na lądzie, łączącej punkt *landfall* z lądową stacją elektroenergetyczną. Wymagane jest np. uwzględnienie lokalnych warunków przestrzennych.

Pozwolenie na budowę lądowej stacji elektroenergetycznej. Dotyczy realizacji stacji transformatorowej odpowiedzialnej za integrację energii z farmy z krajowym systemem elektroenergetycznym.

11.1.2 Postępowania administracyjne a łańcuch dostaw

Postępowania administracyjne wpływają bezpośrednio na harmonogramy oraz decyzje zakupowe. Opóźnienia w wydawaniu decyzji mogą powodować przesunięcia terminów realizacji inwestycji, co skutkuje koniecznością dostosowania zamówień na urządzenia i materiały. Przykładowo, decyzje środowiskowe często określają wymóg stosowania technologii minimalizujących wpływ na środowisko, co może wpływać na wybór bardziej zaawansowanych technicznie komponentów. Specyfikacja techniczna zamawianych elementów musi być zgodna z wytycznymi administracyjnymi, co może wymagać dodatkowych konsultacji z dostawcami. Podobnie, decyzje dotyczące tras kabli eksportowych wpływają na wybór dostaw osprzętu i technologii instalacyjnych.

Jednym z kluczowych wyzwań związanych z postępowaniami administracyjnymi jest konieczność dostosowania się do coraz bardziej wymagających przepisów dotyczących ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa infrastruktury. Jednak odpowiednie kształtowanie tych procedur może stworzyć szereg szans, takich jak wspieranie europejskiego łańcucha dostaw oraz promowanie lokalnych producentów.

Na przykład wprowadzenie preferencji dla dostawców spełniających wysokie standardy ekologiczne lub korzystających z konkretnych rozwiązań lub surowców może przyczynić się do wzrostu konkurencyjności europejskich firm na rynku UE. Jednak ryzykiem pozostaje potencjalne wydłużenie procedur w wyniku dodatkowych wymagań. W związku z tym kluczowe jest prowadzenie dialogu między sektorem prywatnym a administracją publiczną w celu wypracowania rozwiązań umożliwiających równoważenie interesów środowiskowych, gospodarczych i społecznych.

Rysunek 11. Schemat niezbędnych dokumentów, pozwoleń i uzgodnień dla wniosku pozwolenia na budowę



Źródło: opracowanie własne

12 FINANSOWANIE

System finansowania inwestycji i innowacji dla MEW, jako kluczowego sektora w Polsce rozwija się bardzo powoli. Choć NCBiR, NFOŚiGW i Ministerstwo Rozwoju i Technologii uruchomiły dedykowane programy, nadal wyzwaniem jest bardzo długi czas oczekiwania na decyzje i formuła często przeważająco pożyczkowa, która może nie być wystarczającym impulsem rozwojowym. Brak jest dedykowanych programów gwarancyjnych, co jest kluczowe dla firm, aby mogły zaistnieć jako dostawcy Tier 1. W ostatnim czasie Korporacja Ubezpieczeń Kredytów Eksportowych Spółka Akcyjna (KUKE S.A.) zdaje się uzupełniać w tym zakresie instrumentarium, jednak niektóre podmioty otwarcie przyznają, że widzą potrzebę dostosowania systemu instrumentów finansowych do potrzeb przemysłu, gdyż dziś w obszarach niezdefiniowanych w KPO brakuje specjalnie zaprojektowanych narzędzi wsparcia dla MEW. KPO okazało się największym rozczarowaniem dla krajowego łańcucha dostaw, ponieważ największe środki przeznaczono na inwestycję w finansowanie projektów farm, a nie w łańcuch dostaw. W Polsce dostępnych jest kilka kluczowych programów finansowych wspierających rozwój transformacji energetyki, co jednak nie jest bezpośrednio związane z finansowaniem projektów łańcucha dostaw. W kolejnych dwóch podrozdziałach wskażemy istniejące Programy oraz wnioski z doświadczenia 1 fazy.

12.1 SYSTEM FINANSOWANIA

Fundusz Transformacji Energetyki (FTE). Nowo utworzony fundusz, który ma gromadzić środki ze sprzedaży uprawnień do emisji CO₂. FTE ma na celu wspieranie transformacji energetycznej, w tym rozwój morskiej

energetyki wiatrowej. Fundusz ten dysponuje znaczącymi środkami, które mogą być przeznaczone na szeroki zakres projektów związanych z OZE. Tylko w 2023 r. do budżetu trafiło blisko 24,4 mld PLN ze sprzedaży uprawnień do emisji CO₂. Od 2025 r. co najmniej 40% tych przychodów ma trafić do Funduszu Transformacji Energetyki⁶². Na ten moment Fundusz Transformacji Energetyki (FTE), jako nowo utworzone narzędzie, jeszcze nie odegrał kluczowej roli w finansowaniu budowy morskich farm wiatrowych (MFW) w Polsce.

Fundusz Modernizacyjny. Fundusz UE, z którego Polska może uzyskać środki na modernizację sektora energetycznego, w tym na rozwój morskich farm wiatrowych. Polska otrzymuje z tego funduszu znaczącą część środków, co pozwala na finansowanie wielu projektów związanych z transformacją energetyczną. Dyrektywą 2003/87/WE ustanowiono fundusz w celu wspierania inwestycji w modernizację systemów energetycznych i poprawę efektywności energetycznej w niektórych państwach członkowskich⁶³. Fundusz Modernizacyjny odgrywa istotną rolę w polskiej transformacji energetycznej, wspierając zarówno rozwój odnawialnych źródeł energii, jak i modernizację systemów energetycznych. W kontekście morskiej energetyki wiatrowej Fundusz finansuje kluczowe inwestycje w infrastrukturę towarzyszącą, takie jak sieci przesyłowe i porty instalacyjne; pomaga integrować energię z MFW z systemem elektroenergetycznym oraz wspiera rozwój technologiczny i lokalny łańcuch dostaw. Chociaż budowa samych farm wiatrowych na morzu jest głównie finansowana z innych źródeł, Fundusz Modernizacyjny stanowi ważne uzupełnienie, umożliwiając rozwój niezbędnej infrastruktury i wzmacniając fundamenty transformacji energetycznej w Polsce.

Program FEnIKS. Program wspierający inwestycje w infrastrukturę krytyczną, z którego mogą korzystać projekty związane z morską energetyką wiatrową. Program ten jest finansowany z unijnych funduszy strukturalnych i ma na celu wsparcie rozwoju infrastruktury energetycznej w Polsce. Program Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat i Środowisko (FEnIKS), który zastąpił Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ), jest największym programem unijnym w Polsce na lata 2021–2027⁶⁴. Oferuje wsparcie w wysokości około 25 mld EUR, z czego znacząca część jest przeznaczona na transformację energetyczną i rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE), w tym morskiej energetyki wiatrowej (MEW). Program FEnIKS odgrywa kluczową rolę w umożliwieniu realizacji strategicznych inwestycji, niezbędnych dla osiągnięcia celów klimatycznych Polski.

Krajowy Plan Odbudowy. Plan, który przewiduje inwestycje w transformację energetyczną, w tym rozwój morskiej energetyki wiatrowej, finansowane z funduszy unijnych w ramach instrumentu Next Generation EU. KPO obejmuje środki na wsparcie infrastruktury i innowacji w sektorze energetycznym. W sierpniu 2024 r. uruchomiono konkurs na dofinansowanie projektów MEW ze środków KPO w ramach Funduszu na rzecz Morskiej Energetyki Wiatrowej. Pożyczki były udzielane na projekty o minimalnej mocy 300 MW, z okresem kredytowania

⁶² <https://energia.rp.pl/co2/art39869281-na-co-poszly-miliardy-z-uprawnien-do-emisji-co2-uciekaja-srodki-na-transformacje> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

⁶³ ROZPORZĄDZENIE WYKONAWCZE KOMISJI (UE) 2023/2606 z dnia 22 listopada 2023 r. zmieniające rozporządzenie wykonawcze (UE) 2020/1001 ustanawiające szczegółowe zasady stosowania dyrektywy 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do funkcjonowania funduszu modernizacyjnego wspierającego inwestycje w modernizację systemów energetycznych oraz poprawę efektywności energetycznej niektórych państw członkowskich.

⁶⁴ <https://www.feniks.gov.pl/strony/dowiedz-sie-wiecej-o-programie/program-feniks/>

do 28 lat, ale nie dłużej niż do 2053 r. Program, pomimo interwencji branży nie został rozszerzony o beneficjentów z łańcucha dostaw.

Innowacje dla Środowiska. Program priorytetowy Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) mający na celu wspieranie innowacyjnych technologii w ochronie środowiska. Skierowany do przedsiębiorców, oferuje dofinansowanie w formie pożyczek (preferencyjnych lub rynkowych) z możliwością uzyskania premii innowacyjnej oraz częściowego umorzenia po okresie trwałości. Budżet programu wynosi 2 mld PLN. W ramach beneficjentów programu znalazły się podmioty z krajowego łańcucha dostaw (m.in. Baltic Towers⁶⁵).

Granty rządowe. Przyznawane na podstawie Programu wspierania inwestycji o istotnym znaczeniu dla gospodarki polskiej na lata 2011-2030. Wsparcie udzielane jest w formie dotacji na podstawie umowy między ministrem właściwym ds. gospodarki a inwestorem. Program finansowany jest ze środków budżetu państwa i obejmuje m.in. wsparcie z tytułu kosztów tworzenia nowych miejsc pracy oraz kosztów inwestycji.

Gospostrateg. Program strategiczny Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) ukierunkowany na wspieranie badań naukowych i prac rozwojowych w obszarze gospodarki. Celem programu jest zwiększenie innowacyjności i konkurencyjności polskiej gospodarki poprzez finansowanie projektów o strategicznym znaczeniu. Program Gospostrateg dla morskich farm wiatrowych pozostał nierozstrzygnięty.

Programy Nowe Technologie Energetyczne (NTE) to strategiczna inicjatywa Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), której celem jest wsparcie rozwoju innowacyjnych technologii w sektorze energetycznym. Skupiają się one na promowaniu projektów badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych, które przyczyniają się do transformacji polskiej energetyki w kierunku zrównoważonego rozwoju i efektywności. W ramach programów NTE realizowane były dwa konkursy dedykowane różnym obszarom odnawialnych źródeł energii (OZE), a trzeci jest otwarty dla aplikacji o środki w I kwartale 2025 roku.

NTE1 – Nowe Technologie Energetyczne: Energetyka Wiatrowa. Program NTE1 był dedykowany wsparciu innowacyjnych rozwiązań w zakresie energetyki wiatrowej, obejmując zarówno lądowe, jak i morskie farmy wiatrowe. Kluczowe założenia programu obejmowały finansowanie prac badawczo-rozwojowych (B+R) oraz działań wdrożeniowych w zakresie nowoczesnych technologii produkcji energii z wiatru w tym promowanie projektów w obszarze offshore oraz onshore. Udzielanie wsparcia w formie dotacji. Priorytet dla projektów, które przyczyniają się do redukcji emisji CO₂, poprawiają efektywność energetyczną, wykorzystują potencjał odnawialnych źródeł energii (OZE). Beneficjentami mogli być przedsiębiorcy, jednostki naukowe oraz konsorcja badawczo-przemysłowe. Program NTE1 zakończył się częściowym sukcesem, przyczyniając się do rozwoju nowoczesnych technologii w obszarze wodoru. W ramach wsparcia projektów morskich farm wiatrowych – nie wybrano żadnego projektu. Program NTE2 nie zawierał obszaru dla energetyki wiatrowej. W ramach III edycji Strategicznego Programu Badań Naukowych i Prac Rozwojowych „Nowe Technologie w Zakresie Energii”, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) przeznaczył 400 mln PLN na wsparcie projektów w dwóch obszarach tematycznych: Energetyka wiatrowa (na lądzie i na morzu) – 200 mln zł. oraz energetyczne wykorzystanie ciepła geotermalnego (geotermia) – 200 mln zł. Energetyka wiatrowa na lądzie i na morzu (OBSZAR TEMATYCZNY NR T2) obejmował:

- T2.1. Energetyka wiatrowa na lądzie: inteligentna farma wiatrowa – projekty rozwijające nowoczesne technologie sterowania, monitoringu oraz optymalizacji pracy farm wiatrowych oraz rozwój technologii

⁶⁵<https://baltictowers.pl/baltic-towers-z-pozytywna-decyzja-organow-narodowego-funduszu-ochrony-srodowiska-i-gospodarki-wodnej-istotny-krok-ku-realizacji-kluczowej-inwestycji-dla-rozwoju-polskiego-przemyslu-w-obszarz/>

utylicacji lub recyklingu komponentów elektrowni wiatrowych – wsparcie innowacyjnych rozwiązań w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym;

- T2.2. Morska energetyka wiatrowa: pierwsza pływająca turbina wiatrowa na Bałtyku – rozwój technologii pływających platform dla morskich farm wiatrowych w regionie Morza Bałtyckiego oraz technologie służące budowie Morskich Farm Wiatrowych (MFW) – projekty wspierające rozwój i wdrożenie technologii związanych z budową, eksploatacją i serwisowaniem MFW.

Programy NTE1, NTE2 i NTE3 stanowią ciekawy mechanizm, umożliwiający podzielenie dużych projektów badawczo-rozwojowych i inwestycyjnych na etapy. Niestety, wyniki NTE3 stanowiły znaczące rozczarowanie dla branży, z uwagi na bardzo niski poziom projektów z sukcesem⁶⁶.

TCTF – Temporary Crisis Framework (Tymczasowe Ramy Kryzysowe) to program wsparcia wdrożony przez Komisję Europejską w odpowiedzi na sytuacje kryzysowe, takie jak skutki pandemii COVID-19, czy kryzys energetyczny wywołany wojną w Ukrainie. Ramy te umożliwiły państwom członkowskim Unii Europejskiej elastyczne udzielanie pomocy publicznej dla przedsiębiorców i sektorów kluczowych, w tym energetyki odnawialnej. TCTF to elastyczny mechanizm wsparcia dla gospodarek unijnych, który odegrał kluczową rolę w finansowaniu transformacji energetycznej. Program umożliwił realizację ważnych projektów, takich jak budowa i rozwój morskich farm wiatrowych, które są istotne dla długoterminowych celów klimatycznych i energetycznych Unii Europejskiej.

STEP. Program STEP (Platforma na rzecz Technologii Strategicznych dla Europy) jest kluczową inicjatywą Unii Europejskiej w 2025 roku, skoncentrowaną na przyspieszeniu zielonej i cyfrowej transformacji oraz budowaniu gospodarki niskoemisyjnej. STEP zapewnia bezzwrotne dofinansowanie dużym projektom inwestycyjnym, obejmującym rozwój oraz wdrażanie krytycznych technologii w kluczowych sektorach, takich jak czyste i zasobooszczędne systemy energetyczne, technologie cyfrowe, biotechnologia czy produkcja medyczna. Program wspiera przedsiębiorstwa – zarówno MŚP, jak i duże firmy – inwestujące w opracowanie lub wytwarzanie nowoczesnych technologii o strategicznym znaczeniu dla UE. Preferowane są rozwiązania redukujące emisję CO₂, wzmacniające niezależność przemysłową i strategiczną Europy oraz ograniczające zależności importowe od krajów trzecich. Finansowanie obejmuje zarówno inwestycje produkcyjne, jak i działania badawczo-rozwojowe, szkoleniowe czy doradcze, kluczowe dla budowy przewag konkurencyjnych w gospodarce niskoemisyjnej⁶⁷. Pierwsze konkursy w ramach programu STEP na projekty dotyczące czystych i zasobooszczędnych systemów energetycznych odbyły się w 2025 roku, a kolejne są przewidywane w 2026 roku.

W ramach środków dostępnych na poziomie UE, znaczącym programem jest **Innovation Fund** jako jeden z największych na świecie do finansowania innowacyjnych technologii niskoemisyjnych, zarządzany przez Komisję Europejską. Jego celem jest wspieranie projektów przyczyniających się do redukcji emisji gazów cieplarnianych, w tym w sektorze morskiej energetyki wiatrowej. Innovation Fund odgrywa kluczową rolę w finansowaniu projektów związanych z morską energetyką wiatrową, oferując wsparcie finansowe (dofinansowanie dla dużych projektów demonstracyjnych i komercyjnych, które wprowadzają innowacyjne technologie na rynek), redukcję ryzyka inwestycyjnego (zapewnienie środków na wczesnych etapach rozwoju projektów, co zwiększa ich atrakcyjność dla inwestorów (przyspieszenie wdrażania innowacji: Umożliwienie szybszego wprowadzenia nowych technologii, które mogą przyczynić się do osiągnięcia celów klimatycznych UE).

⁶⁶ <https://www.gov.pl/web/ncbr/aktualizacja-koncowej-listy-negatywnie-ocenionych-projektow>

⁶⁷ <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/platforma-technologie-strategicznch-dla-europy-step>

12.2 WNIOSKI Z PIERWSZEJ FAZY ROZWOJU MORSKIEJ ENERGETYKI WIAТРOWEJ

Brak dostosowania systemu finansowania do potrzeb sektora. Mechanizmy finansowania, takie jak Fundusz Modernizacyjny czy Fundusz Transformacji Energetyki, okazały się niedostosowane do specyficznych wymagań sektora MEW szczególnie w kontekście łańcucha dostaw.

Przewaga instrumentów pożyczkowych. Obecny system opierał się głównie na instrumentach pożyczkowych, które nie są optymalne dla wielu firm w łańcuchu dostaw MEW. Polskie przedsiębiorstwa, szczególnie z segmentu *Tier 1* i *Tier 2*, miały trudności w zapewnieniu niezbędnego kapitału na inwestycje w infrastrukturę i technologie.

Ograniczone wsparcie dla lokalnego łańcucha dostaw. Środki publiczne i unijne były skierowane głównie na realizację dużych projektów farm wiatrowych (deweloperzy, infrastruktura portowa), pozostawiając lokalny łańcuch dostaw bez wystarczającego wsparcia. Brak dedykowanych programów dla polskich firm przemysłowych spowodował, że wiele z nich nie mogło sprostać wymaganiom rynkowym, co sprzyjało dominacji zagranicznych dostawców. Dla przykładu w ramach Tymczasowych Kryzysowych i Przejściowych Ram Pomocy Państwa (TCTF) w Polsce wprowadzono kwotę 110 milionów EUR, która odnosi się do minimalnych nakładów inwestycyjnych wymaganych od przedsiębiorców planujących realizację projektów niskoemisyjnych (w innych krajach nie ma takiego ograniczenia). Taki zapis ograniczył możliwość wsparcia dla wielu małych i średnich firm.

Nieprzewidywalność ogłaszania konkursów. Zmiany w mechanizmach wsparcia i harmonogramach nie wspierały przewidywalności i możliwości przygotowania się podmiotów do ubiegania się o środki.

Bardzo czasochłonna ocena wniosków. Słabość instytucjonalna, jak i brak wiedzy o istotności tempa inwestycji powodował bardzo długie procedowanie wniosków.

Nieefektywność alokacji środków. Skupienie się na samej budowie farm wiatrowych zamiast na wsparciu lokalnego przemysłu zmniejszyło potencjalne korzyści gospodarcze wynikające z rozwoju MEW. Lokalny łańcuch dostaw pozostaje niedostatecznie rozwinięty. Najbardziej jaskrawym przykładem jest nieefektywne sformatowanie instrumenty KPO dla morskich farm wiatrowych. Krajowy Plan Odbudowy (KPO) okazał się niedostosowany do wspierania firm przemysłowych.

Brak równowagi między wsparciem publicznym a rynkowym. Dominacja pożyczek i brak instrumentów gwarancyjnych ograniczyły możliwość pozyskiwania finansowania przez lokalne firmy, co wpłynęło na ich konkurencyjność.

Niedostateczne wsparcie innowacji. Brak dedykowanych funduszy na rozwój nowych technologii sprawił, że Polska nie wykorzystała szansy na budowę przewagi technologicznej. Kluczowe wyzwania finansowe dla firm w łańcuchu dostaw.

Mały udział w aplikowaniu o środki z Innovation Fund. Mimo rosnącego potencjału w obszarze odnawialnych źródeł energii, Polska nie jest znacząco reprezentowana wśród beneficjentów Innovation Fund. Może to wynikać z kilku czynników:

- Braku doświadczenia w aplikowaniu. Polskie podmioty mogą mieć ograniczone doświadczenie w przygotowywaniu wniosków o dofinansowanie z tego konkretnego funduszu.
- Kryteriów oceny projektów. Projekty muszą spełniać rygorystyczne wymagania innowacyjności i potencjału redukcji emisji, co może stanowić wyzwanie dla niektórych polskich inicjatyw.
- Konkurencji z innych krajów. Inne państwa członkowskie UE mogą być bardziej aktywne i doświadczone w pozyskiwaniu środków z Innovation Fund.

13 PORTY I INFRASTRUKTURA

Rozwój portów instalacyjnych i infrastruktury dla morskiej energetyki wiatrowej w Polsce stanowi jedno z kluczowych wyzwań pierwszej fazy rozwoju sektora *offshore*. Mimo strategicznego znaczenia tych inwestycji, ich realizacja odbywa się z ograniczoną rezerwą czasową, co niesie ryzyko opóźnień w harmonogramach projektów. Kilka lat temu zakładano, że terminal instalacyjny w Gdyni zostanie ukończony i oddany do użytku do 2024 r. Jednak zmiana decyzji i przeniesienie tej inwestycji do Gdańska spowodowało przesunięcia w harmonogramie, co wymusiło dostosowanie planów przez inwestorów i zwiększyło presję na efektywne zarządzanie terminami.

W obliczu tych opóźnień ORLEN podjął decyzję o budowie własnego terminala w Świnoujściu, aby zabezpieczyć potrzeby instalacyjne swoich projektów *offshore*. Inwestycja, realizowana przez spółkę ORLEN Neptun, obejmuje teren o powierzchni blisko 20 hektarów w porcie w Świnoujściu. Terminal będzie odpowiedzialny za przeładunek i składowanie kluczowych komponentów morskich turbin wiatrowych, takich jak wieże, łopaty i gondole. Docelowo jego wydajność instalacyjna ma wynieść ponad 80 turbin rocznie, a zatrudnienie znajdzie tam około 100 osób.⁶⁸

Ta inicjatywa wskazuje na istotne wyzwanie związane z koordynacją działań inwestycyjnych w zakresie portów instalacyjnych. Brak spójnego planu oraz konieczność adaptacji do zmieniających się uwarunkowań opóźniają realizację kluczowych inwestycji, co może wpłynąć na konkurencyjność polskiego sektora *offshore* na tle innych krajów europejskich.

W 2022 r. Najwyższa Izba Kontroli zwróciła uwagę na istotne niedociągnięcia w planowaniu i realizacji rządowych strategii dotyczących budowy portu instalacyjnego dla morskich farm wiatrowych (MFW) w Polsce.⁶⁹ Nieprecyzyjne określenie lokalizacji tego kluczowego elementu infrastruktury w uchwale Rady Ministrów oraz opóźnienia w jego uwzględnieniu w Polityce Energetycznej Polski do 2040 r. (PEP 2040) sprawiły, że inwestorzy nie otrzymali jasnego sygnału co do zamierzeń państwa w zakresie rozwoju morskiej energetyki wiatrowej. Brak takiego jednoznacznego komunikatu utrudnia podejmowanie decyzji inwestycyjnych w tym obszarze i ogranicza możliwość realizacji projektów na czas.

Port instalacyjny jest niezbędnym elementem infrastruktury nie tylko podczas budowy farm wiatrowych, ale również w okresie ich eksploatacji, który trwa około 25 lat. Oprócz roli w dostarczaniu elementów MFW na miejsce ich montażu, port instalacyjny mógłby być także miejscem lokalizacji zakładów produkcyjnych wielkogabarytowych komponentów, takich jak fundamenty, wieże, gondole czy łopaty. Niezależnie od funkcji, port taki przyczynia się do rozwoju krajowego łańcucha dostaw i stanowi impuls rozwojowy dla polskiej gospodarki. W przeciwnym razie, brak odpowiedniej infrastruktury w Polsce spowoduje, że kluczowe procesy

⁶⁸ <https://neptun.orlen.pl/pl/o-spolce/inwestycje/terminal> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

⁶⁹ <https://www.nik.gov.pl/plik/id,26348,vp,29136.pdf> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

będą realizowane w portach zagranicznych, takich jak te w Danii czy Niemczech, co oznaczałoby odpływ potencjalnych korzyści gospodarczych do innych krajów.

Pomimo rozmów prowadzonych od 2021 r. przez Zarząd Portu Morskiego w Gdyni z potencjalnymi inwestorami i wskazania Portu Zewnętrznego jako optymalnej lokalizacji, decyzje administracyjne dotyczące wyboru terminala instalacyjnego były opóźnione. Dyskusje w tej sprawie trwały jeszcze w 2022 r., mimo że pierwsze morskie farmy wiatrowe powinny rozpocząć działalność w 2026 r., co wymagało ukończenia portu instalacyjnego najpóźniej do 2024 r. Takie opóźnienia nie sprzyjały rozwojowi polskiego sektora *offshore*.

Polski Fundusz Rozwoju zainwestował 500 mln PLN w budowę terminala instalacyjnego w porcie Baltic Hub w Gdańsku. Projekt ten uzyskał również dofinansowanie z Krajowego Planu Odbudowy (KPO) w wysokości 900 mln PLN, zatwierdzone przez Komisję Europejską⁷⁰ Terminal będzie wyposażony w nowe nabrzeże przeładunkowe o długości 800 metrów, umożliwiające montaż głównych komponentów morskich farm wiatrowych o mocy do 5 GW. Planowane zakończenie budowy to 2026 r.⁷¹.

Rysunek 12. Wizualizacja budowy terenów w obszarze Portu Gdańskiego ze wskazaniem terminalu offshore.



Źródło: <https://www.trojmiasto.pl/biznes/Istrana-zbuduje-nowy-terminal-w-Porcie-Gdansk-Palowanie-jeszcze-w-tym-roku-n190687.html>

Zarząd Morskich Portów Szczecin i Świnoujście S.A. realizuje projekt budowy zdolności przeładunkowej portu morskiego w Świnoujściu do obsługi morskiej energetyki wiatrowej. Inwestycja ta otrzymała 85% dofinansowania z Instrumentu „Łącząc Europę” (CEF 2), co stanowi około 65,9 mln EUR z całkowitego kosztu 77,5 mln EUR⁷². W ramach projektu firma PORR S.A. została wybrana na wykonawcę morskiej części terminala, z umową o wartości

⁷⁰ <https://media.pfr.pl/297448-pfr-inwestuje-500-mln-zl-w-terminal-instalacyjny-w-gdansk-kuczowy-dla-rozwoju-morskich-farm-wiatrowych-offshore> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

⁷¹ <https://inzynieria.com/budownictwo/wiadomosci/94803%2Cterminal-instalacyjny-w-gdansk-pfr-zainwestuje-500-mln-zl> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

⁷² <https://www.gospodarkamorska.pl/terminal-instalacyjny-w-swinoujsciu-z-unijnym-dofinansowaniem-71860>, [Dostęp z dnia 6.12.2024].

138 mln PLN. Prace obejmują m.in. rozbudowę nabrzeży oraz pogłębienie kanału wejściowego i basenu portowego⁷³.

W Polsce trwają też intensywne prace nad rozwojem portów serwisowych, które będą pełnić kluczową rolę w obsłudze morskich farm wiatrowych na Bałtyku. Na Pomorzu wyznaczono pięć takich lokalizacji: dwie w Łebie, dwie w Ustce oraz jedną we Władysławowie. Inwestycje te są niezbędne dla zapewnienia efektywnego funkcjonowania sektora morskiej energetyki wiatrowej, jednak ich realizacja napotyka na różne wyzwania, w tym związane z finansowaniem.

Łeba w 2025 roku staje się kluczowym portem serwisowym dla polskiego offshore wind, realizując funkcję macierzystej bazy dla pierwszej morskiej farmy wiatrowej na Bałtyku – Baltic Power. W maju 2025 roku oficjalnie otwarto pierwszą w Polsce bazę operacyjno-serwisową, zlokalizowaną na terenie o powierzchni około 1,1 hektara, która będzie obsługiwać farmę przez minimum 25 lat. Baza wyposażona jest w nowoczesne magazyny części zamiennych, warsztaty techniczne, sale treningowe oraz centrum koordynacyjne działające 24/7, które pełni rolę „wieży kontroli lotów” dla operacji na morzu, monitorując ruch jednostek, pogodę i bezpieczeństwo⁷⁴.

Baza operacyjno-serwisowa PGE Baltica w Ustce jest projektowana jako kluczowe centrum utrzymania ruchu dla morskich farm wiatrowych Baltica, z ambicją pełnienia funkcji „serca systemu” dla całego obszaru eksploatacji na Bałtyku. Zlokalizowana w zachodniej części portu, na terenie ok. 2,3 ha w miejscu dawnej przetwórnicy ryb, zostanie wyposażona w budynek administracyjno-socjalny, budynek magazynowy, plac manewrowy oraz nabrzeże dedykowane szybkim jednostkom CTV, odpowiedzialnym za transport techników i części zamiennych na farmy wiatrowe na morzu. Inwestycja zaprojektowana jest w trybie pracy ciągłej, 24/7, z centrum monitorowania i koordynacji eksploatacji turbin, co ma zapewnić wysoką dyspozycyjność aktywów oraz skrócić czas reakcji na zdarzenia operacyjne. Harmonogram zakłada ukończenie infrastruktury portowej w perspektywie około 18 miesięcy od rozpoczęcia robót, z celem operacyjnego wsparcia uruchomienia farmy planowanego na 2027 rok. Inwestycja o wartości przekraczającej 100 mln zł generuje nowe, wysoko kwalifikowane miejsca pracy, szacowane na około 100 etatów w samej bazie oraz dodatkowe zatrudnienie po stronie lokalnych usług i podwykonawców⁷⁵.

Baza serwisowa Equinor w Polsce, realizowana wspólnie z Polenergią, powstaje w Łebie i ma pełnić rolę centralnego centrum operacyjno-serwisowego dla morskich farm wiatrowych Bałtyk 2 i Bałtyk 3. Budowa bazy ruszyła w marcu 2025 roku, a jej oddanie do użytku planowane jest na połowę 2026 roku. Obiekt powstaje na zrewitalizowanym terenie dawnej stoczni, na powierzchni około 1,5 hektara, i będzie obejmować nowoczesne biura, centrum zdalnego sterowania i kontroli farm wiatrowych, magazyn części zamiennych oraz nabrzeże

⁷³ <https://porr.pl/pl/media/informacje-prasowe/przegląd/informacja-prasowa/news/porr-sa-to-build-the-offshore-part-of-the-installation-terminal-for-baltic-sea-wind-farms-in-swinoujscie>; [Dostęp z dnia 6.12.2024].

⁷⁴ <https://balticpower.pl/aktualnosci/ruszy%C5%82a-budowa-bazy-serwisowej-morskiej-farmy-wiatrowej-w-%C5%82ebie/>

⁷⁵ <https://www.gospodarkamorska.pl/tutaj-powstanie-serce-projektu-offshore-rozpoczyna-sie-budowa-bazy-serwisowej-w-ustce-85458>

umożliwiające jednocześnie cumowanie nawet czterech jednostek typu CTV do transportu personelu serwisowego⁷⁶.

Władysławowo również staje się ważnym centrum serwisowym – tu powstaje baza operacyjno-konserwacyjna dla projektu BC-Wind Ocean Winds, która obejmuje budynki biurowe, magazyny, place składowe oraz specjalistyczne nabrzeże do obsługi jednostek serwisowych. Port we Władysławowie będzie nie tylko wspierał fazę eksploatacji farmy, ale także jej budowę, umożliwiając szybki dostęp do turbin zlokalizowanych na morzu.

Darłowo w 2025 roku staje się kolejnym istotnym centrum serwisowym dla morskiej energetyki wiatrowej na Bałtyku. Miasto jest potencjalną lokalizacją terminala serwisowego, który ma wspierać rozwój offshore wind na środkowym wybrzeżu Polski, obok Ustki i Łeby. W Darłowie trwa rozbudowa i modernizacja infrastruktury portowej – w szczególności przebudowa falochronu zachodniego (ok. 367 metrów) oraz budowa nowej 100-metrowej ostrogi, co poprawi warunki żeglugowe i bezpieczeństwo statków serwisowych. Inwestycja jest finansowana ze środków Krajowego Planu Odbudowy i wynosi około 120 milionów złotych, a prace mają być zakończone w 2026 roku⁷⁷.

Kołobrzeg w 2025 roku intensywnie przygotowuje się do pełnienia roli portu serwisowego dla morskich farm wiatrowych na Bałtyku. Zarząd Portu Morskiego Kołobrzeg podpisał list intencyjny z Grupą Orlen Neptun, który zapowiada współpracę w zakresie utworzenia bazy serwisowej dla farm wiatrowych, co potwierdza gotowość portu do uczestnictwa w strategicznych projektach offshore wind. W styczniu 2025 roku miasto powiększyło swoje granice administracyjne o blisko 122 hektary, co otwiera nowe możliwości pod inwestycje związane z energetyką wiatrową – w tym potencjalne powstanie bazy serwisowej na tym terenie⁷⁸.

Inwestycje w tereny i nabrzeża dla rozwoju sektora morskiej energetyki wiatrowej

Rozwój terenów i infrastruktury portowej dla morskiej energetyki wiatrowej jest kluczowym elementem strategii wspierania krajowego łańcucha dostaw oraz przyciągania inwestorów z sektora odnawialnych źródeł energii. Ostrów Grabowski, strategicznie położony w porcie Szczecin, stanowi doskonały przykład, jak odpowiednie inwestycje w tereny portowe mogą stworzyć warunki do rozwoju kluczowych projektów przemysłowych.

Ostrów Grabowski odgrywa kluczową rolę w rozwoju infrastruktury dla łańcucha dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Polsce. Jako pierwszy krok, w październiku 2023 r. Zarząd Morskich Portów Szczecin i Świnoujście S.A. podpisał przedwstępną umowę dzierżawy 17-hektarowego terenu na Ostrowie Grabowskim z firmą Windar Polska sp. z o.o. Kontynuując te działania, na tym obszarze realizowana jest obecnie budowa nowoczesnej fabryki produkującej elementy wież wiatrowych oraz konstrukcje fundamentów dla turbin wiatrowych, zarówno na potrzeby lądowych, jak i morskich farm wiatrowych.⁷⁹ Inwestycja hiszpańskiego przedsiębiorstwa Windar, o

⁷⁶ <https://www.equinor.pl/aktualnosci/equinor-rusza-z-budowa-bazy-serwisowej-w-lebie.-uroczyste-wmurowanie-kamienia-wegielnego>

⁷⁷ <https://www.gospodarkamorska.pl/przebudowa-falochronow-w-porcie-darlowo-postepuje-widac-efekty-87490>

⁷⁸ <https://neptun.ornlen.pl/pl/dla-mediow/aktualnosci/2024/ORLEN-Neptun-podpisal-list-intencyjny-z-Portem-Morskim-Kolobrzeg0>

⁷⁹ <https://offshorwindpoland.pl/w-porcie-szczecin-powstanie-fabryka-do-produkcji-wiez-wiatrowych/> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

wartości około 70 milionów EUR, ma na celu stworzenie zakładu, który rozpocznie działalność w pierwszej połowie 2026 r. Fabryka ma zapewnić co najmniej 400 nowych miejsc pracy, co znacząco wpłynie na lokalny rynek zatrudnienia i gospodarkę regionu.⁸⁰

Ostrów Grabowski w porcie Szczecin stanowi największy obszar inwestycyjny w regionie, strategicznie położony w centrum portu, z potencjałem do pełnienia kluczowej roli w rozwoju infrastruktury morskiej energetyki wiatrowej. Jego lokalizacja, między drobnicową częścią portu a zmodernizowanym torem wodnym Szczecin-Świnoujście, oferuje ponad 3 km projektowanej linii cumowniczej, co stwarza doskonałe warunki do rozwoju terminali przeładunkowo-składowych. Dzięki planowanemu pogłębieniu toru wodnego do 12,5 m oraz modernizacji istniejących nabrzeży, Ostrów Grabowski może przyciągnąć znaczące inwestycje w obszarze offshore wind i logistyki morskiej.⁸¹ Zagospodarowanie terenu zostało zaplanowane w ramach długoterminowego projektu przewidzianego na lata 2023–2050, podzielonego na trzy główne etapy. Pierwszy etap, realizowany w latach 2022–2027, obejmuje cztery działki o łącznej powierzchni 35,2 ha w zachodniej części półwyspu, stanowiące zaplecze dla pogłębionego i poszerzonego Kanału Dębickiego. Inwestycje w tej fazie obejmują przygotowanie placów składowych, parkingów i infrastruktury kubaturowej, co ma na celu stworzenie podstaw do operacji portowych o wysokiej wydajności. Drugi etap, zaplanowany na lata 2028–2034, koncentruje się na południowo-wschodniej części półwyspu, obejmując dwie działki o powierzchni 10,31 ha oraz dodatkowe 16,6 ha przeznaczone na budowę docelowego układu komunikacyjnego. Z kolei trzeci etap, planowany na lata 2035–2041, obejmuje cztery działki w północno-wschodniej części o łącznej powierzchni 31,34 ha, wspierając dalszy rozwój infrastruktury portowej, w tym układu drogowego. Ostrów Grabowski jest przygotowywany do pełnienia funkcji przemysłowo-składowych, z możliwością prowadzenia działalności produkcyjnej i logistycznej. Na terenie portu przewidziano budowę nowoczesnych nabrzeży, takich jak nabrzeże Norweskie, o długości 300 m i głębokości 12,5 m, które będzie dostosowane do obsługi suwnic kontenerowych. Dostęp do nowoczesnej infrastruktury drogowej i kolejowej, a także istniejących mediów, takich jak energia elektryczna, woda i kanalizacja, czyni ten teren wyjątkowo atrakcyjnym dla inwestorów. Dzięki odpowiedniemu przygotowaniu terenów i modernizacji infrastruktury, Ostrów Grabowski ma szansę stać się jednym z kluczowych hubów logistycznych w Polsce, wspierając rozwój zrównoważonej energetyki i stymulując lokalny rozwój gospodarczy.

Rysunek 13. Wizualizacja budowy terenów w obszarze Ostrów Grabowski.

⁸⁰ <https://www.green-news.pl/3752-szczecin-fabryka-wiatraki-zaklad-windar-port> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

⁸¹ Tamże.



Źródło: Port Szczecin Świnoujście, <https://24kurier.pl/akcje-kuriera/kurier-portowy/atrakcyjny-teren-do-zagospodarowania-w-szczecinskim-porcie/>

Przykład Ostrowa Grabowskiego pokazuje, jak istotne jest zaangażowanie sektora publicznego w rozwój terenów portowych, aby przyciągnąć inwestorów przemysłowych. Inwestycje w infrastrukturę portową nie tylko zwiększają krajowe zdolności produkcyjne w zakresie komponentów dla morskiej energetyki wiatrowej, ale również wspierają rozwój regionalny. Modernizacja nabrzeży, budowa dróg wewnętrznych i rozwój infrastruktury magazynowej to kluczowe elementy, które decydują o atrakcyjności inwestycyjnej takich lokalizacji.

W perspektywie długoterminowej inwestycje w tereny portowe mają potencjał generowania efektu mnożnikowego w gospodarce. Stworzenie zaplecza dla produkcji elementów wież i fundamentów turbin morskich przyczyni się nie tylko do rozwoju sektora odnawialnych źródeł energii, ale również do pobudzenia innych gałęzi przemysłu, takich jak transport, logistyka czy produkcja stali. W efekcie Polska może umocnić swoją pozycję jako regionalny lider w produkcji komponentów dla sektora *offshore wind*, jednocześnie zwiększając konkurencyjność swojej gospodarki na europejskim rynku energii odnawialnej.

Przykład ten wskazuje, że sektor publiczny, inwestując w rozwój terenów i nabrzeży portowych, może stworzyć warunki dla przyciągania znaczących inwestycji przemysłowych. To podejście powinno być częścią kompleksowej strategii rozwoju infrastruktury, która umożliwi osiągnięcie celów związanych z transformacją energetyczną oraz budową silnego, zintegrowanego łańcucha dostaw dla morskiej energetyki wiatrowej.

14 KONCEPCJA PRZEMYSŁU NET-ZERO W POLSCE

14.1 PODEJŚCIE STRATEGICZNE DLA KRAJOWEGO PRZEMYSŁU

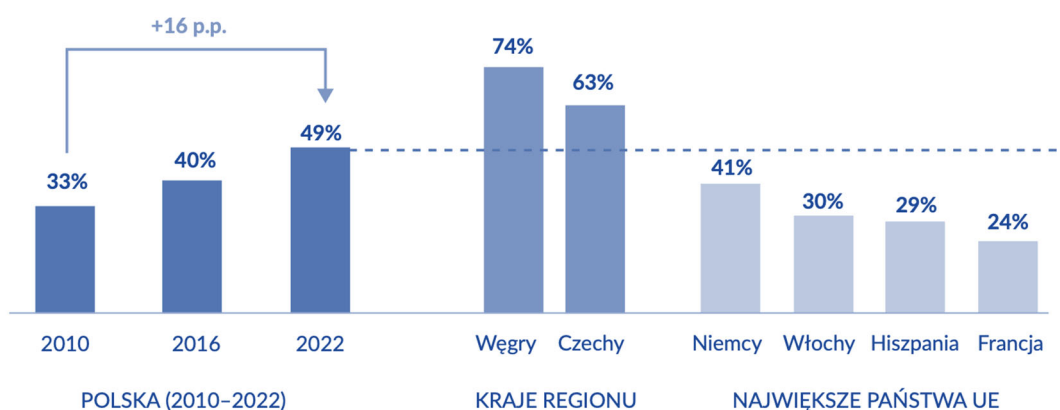
Polska jest krajem o istotnym udziale przemysłu i dyskusje nt. nowej polityki przemysłowej Unii Europejskiej stwarzają pilną potrzebę nowych strategii dla Polski. Jest to przedmiot coraz głośniejszych debat w naszym kraju.

Jak wskazano w raporcie *Forum Energii "Nowy ład przemysłowy 2024+"⁸²*, przemysł odgrywa kluczową rolę w polskiej gospodarce, stanowiąc ponad 20% krajowego PKB. Dzięki temu Polska uplasowała się na czwartym miejscu w Unii Europejskiej pod względem udziału przemysłu w tworzeniu PKB, co jest wynikiem wyższym od średniej unijnej, która wynosi 18,2%. Jest to wynik porównywalny z najbardziej uprzemysłowionymi krajami, takimi jak Niemcy. Co więcej, polski przemysł wygenerował w 2022 r. wartość dodaną na poziomie 627 miliardów PLN, co świadczy o jego znaczeniu w strukturze gospodarczej kraju. Zatrudnia on ponad 3,1 miliona osób, co stanowi aż 20% wszystkich pracujących w Polsce, co potwierdza, jak ważną rolę pełni w tworzeniu miejsc pracy.

Raport wskazuje również, że Polska, będąc jednym z liderów przemysłowych w Unii Europejskiej, odpowiada za 5,1% całkowitej produkcji przemysłowej w UE. Choć to duża wartość, udział Polski w tworzeniu wartości dodanej jest nieco niższy – wynosi 4,2%, co sugeruje, że polskie firmy często dostarczają produkty o niższej wartości w ramach europejskich łańcuchów dostaw. Niemniej jednak te wyniki podkreślają, jak mocno nasz kraj jest zintegrowany z gospodarką europejską i jak ważne jest utrzymanie konkurencyjności na tym rynku.

W kontekście eksportu, raport podkreśla, że blisko połowa polskiego PKB pochodzi z eksportu towarów, co czyni Polskę jedną z najbardziej otwartych gospodarek w Unii. Aż 68-78% polskiego eksportu trafia na rynki unijne, co czyni te rynki kluczowymi partnerami handlowymi. Wysoka zależność od eksportu, zwłaszcza w obszarze produktów przemysłowych, stanowi zarówno szansę, jak i wyzwanie, biorąc pod uwagę rosnącą konkurencję na rynkach globalnych.

Wykres 10. Relacja eksportu towarów na tle PKB w krajach UE w 2021 roku.



Źródło: Forum Energii na podstawie Eurostat.

Co istotne, struktura polskiego przemysłu cechuje się dużą różnorodnością. W raporcie podkreślono, że choć w Polsce działa ponad 226 tysięcy przedsiębiorstw przemysłowych, żadna z gałęzi nie dominuje w sposób

⁸² <https://www.forum-energii.eu/modernizacja-przemyslu> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

przytłaczający. Trzy największe sektory przetwórstwa przemysłowego odpowiadają za jedynie 37% całej produkcji i zatrudnienia. Taka dywersyfikacja sektora przemysłowego zapewnia względną stabilność, co jest szczególnie ważne w obliczu globalnych wyzwań i zmienności rynkowej.

Bazując na dostępnych, stworzonych w poprzednich latach dokumentach, takich jak Polityka Przemysłowa, Strategia Odpowiedzialnego Rozwoju, Długookresowa Strategia Kraju, Strategia Produktywności 2030, polskie kierunki rozwoju przemysłu kładą ogólny nacisk na dostosowanie się do globalnych wyzwań społecznych, środowiskowych i gospodarczych. W obliczu takich wyzwań, jak cyfryzacja, zrównoważona gospodarka, transformacja energetyczna oraz zmiany demograficzne, konieczne jest wdrożenie nowoczesnych i elastycznych strategii, które umożliwią polskim przedsiębiorstwom utrzymanie konkurencyjności na arenie międzynarodowej. Ważnym elementem jest wspieranie rozwoju kluczowych technologii oraz wzmocnienie odporności na wstrząsy gospodarcze.

Do mocnych stron polskiego przemysłu zalicza się m.in. znaczący potencjał produkcyjny, wysoka jakość produktów, rosnący eksport oraz dynamiczność małych i średnich przedsiębiorstw. Z drugiej strony, wyzwania obejmują m.in. ryzyko przerwania łańcuchów dostaw, wielkość i kondycję finansową przedsiębiorstw nie pozwalającą na istotny rozwój oraz niewystarczającą współpracę między firmami a ośrodkami badawczo-naukowymi.

14.2 OBECNE KIERUNKI STRATEGICZNE

W ostatnich latach debata na temat morskiej energetyki wiatrowej w Polsce stała się nieodłącznym elementem szerszej dyskusji na temat suwerenności gospodarczej, odporności przemysłowej i bezpieczeństwa narodowego. W zmieniającym się krajobrazie geopolitycznym, naznaczonym globalnymi tarciami handlowymi, wojnami na granicach Europy i rosnącym protekcjonizmem, Polska dostosowuje swoją politykę przemysłową, aby zapewnić, że inwestycje na dużą skalę generują trwałą wartość w gospodarce krajowej. W centrum tego nowego podejścia znajduje się koncepcja krajowego łańcuch dostaw (tzw. Strategia rządowa „Local First”). Kiedyś uważana głównie za preferencję gospodarczą, przekształciła się w wymóg strategiczny, łączący politykę przemysłową z szerszymi celami bezpieczeństwa i odporności. Zasada wiodąca jest jasna: środki publiczne inwestowane w infrastrukturę energetyczną powinny wzmacniać potencjał krajowy, budować zrównoważone łańcuchy dostaw i przyczyniać się do długoterminowej konkurencyjności, a nie wypływać z kraju bez wartości dodanej.

Orientacja ta odzwierciedla zarówno względy pragmatyczne, jak i strategiczne. Pragmatyczne, ponieważ Polska wkracza w dekadę bezprecedensowych inwestycji energetycznych, których wydatki sięgają setek miliardów euro. Strategiczne, ponieważ zdolność do budowy i utrzymania infrastruktury morskiej przy znacznym udziale firm krajowych jest obecnie postrzegana jako kwestia autonomii gospodarczej i bezpieczeństwa w świecie rosnącej niepewności. Narracja polityczna wykracza poza samą morską energetykę wiatrową. Jest ona częścią szerszego repozycjonowania przemysłowego: od obronności po hutnictwo, od farmaceutyków po rolnictwo, udział krajowych dostawców jest promowany jako naczelna zasada rozwoju przemysłowego. Morska energetyka wiatrowa jest jednak flagowym przykładem – zarówno ze względu na skalę inwestycji, jak i dlatego, że stanowi laboratorium do testowania, w jaki sposób krajowych dostawców można zintegrować z globalnymi łańcuchami wartości.

Jednocześnie podejście to uznaje potrzebę zachowania równowagi. Oczekuje się, że krajowe przedsiębiorstwa zwiększą swoją konkurencyjność, ale rozumie się również, że mogą one potrzebować czasu, cierpliwości i wsparcia w zakresie kapitału i kontraktów. Wizja ta nie zakłada izolacji ani samowystarczalności, ale budowę silnej, niezawodnej bazy przemysłowej, zdolnej do współpracy na równych warunkach z międzynarodowymi graczami. W tym kontekście polityka „local content” w energetyce morskiej nie polega wyłącznie na maksymalizacji udziału krajowych dostawców w bieżących projektach. Chodzi również o stworzenie odpornego,

zorientowanego na przyszłość łańcucha dostaw, który może przyczynić się do długoterminowej transformacji energetycznej Polski, jednocześnie pozycjonując kraj jako wiarygodnego i konkurencyjnego partnera w europejskim sektorze morskiej energetyki wiatrowej.

Wdrożenie ustawy o przemyśle zeroemisyjnym (NZIA) w Polsce jest kluczowym elementem przyspieszenia rozwoju sektora morskiej energetyki wiatrowej i innych technologii wspierających dekarbonizację gospodarki. NZIA wzmacnia zasady dyrektywy w sprawie odnawialnych źródeł energii (RED III), której celem jest uproszczenie i przyspieszenie procedur wydawania pozwoleń dla projektów dotyczących energii odnawialnej i wzmocnienie lokalnych łańcuchów dostaw w UE.

Z perspektywy Polski szczególnego znaczenia nabiera przyspieszenie procedur administracyjnych, które często stanowią jedną z głównych barier w realizacji projektów morskich farm wiatrowych. Kolejnym ważnym aspektem wdrożenia NZIA jest wsparcie dla innowacji i przedsiębiorstw krajowych poprzez promowanie produkcji komponentów i usług w UE. Jednocześnie Polska powinna być przygotowana na dostosowanie ram NZIA do realiów budżetu krajowego, m.in. poprzez utworzenie Funduszu Suwerenności, który zwiększyłby zasoby finansowe dostępne dla przemysłu czystej energii.

Koncepcja „local content” stała się jednym z filarów nowych ram polityki przemysłowej Polski. Postrzegana jest dziś nie tylko jako instrument gospodarczy, ale także jako kluczowy mechanizm budowania krajowych zdolności przemysłowych i zapewniania, że duże strategiczne inwestycje tworzą wymierną wartość w krajowej gospodarce.

W tym kontekście koncepcja wzrostu udziału krajowych dostawców jest często określana jako proces „repolonizacji” tj. ponownego zakotwiczenia tworzenia wartości w Polsce poprzez aktywny udział przedsiębiorstw krajowych w dużych projektach inwestycyjnych, zwłaszcza tych realizowanych przez przedsiębiorstwa państwowe w sektorach energetycznym i infrastrukturalnym. Nadzrędnym celem tej polityki jest stworzenie korzystnych warunków dla polskich przedsiębiorstw do włączenia się w łańcuchy dostaw flagowych inwestycji krajowych, takich jak morskie farmy wiatrowe, infrastruktura przesyłowa i modernizacja portów. Chociaż sektor morski odgrywa wiodącą rolę, podejście to ma na celu rozszerzenie się na wiele branż, tworząc systemowe ramy dla udziału kraju w strategicznych projektach. W przeszłości polskie przedsiębiorstwa miały ograniczony dostęp do dużych projektów energetycznych i przemysłowych, głównie z powodu niewystarczającej skali działalności i referencji, braku międzynarodowych certyfikatów oraz ograniczonego doświadczenia w zarządzaniu projektami zgodnie z globalnymi standardami.

W rezultacie pierwsza faza rozwoju morskiej energetyki wiatrowej w Polsce opierała się w dużej mierze na zagranicznych dostawcach usług inżynierskich i technologicznych. Obecna polityka ma na celu odwrócenie tej tendencji poprzez eliminację barier strukturalnych, finansowych, proceduralnych i regulacyjnych, które dotychczas ograniczały udział polskich dostawców. W celu wdrożenia tego podejścia, rząd powołał w ramach Ministerstwa Aktywów Państwowych, międzyresortowy Zespół do spraw Udziału Komponentu Krajowego w Kluczowych Procesach Inwestycyjnych – powołanie określonej Zespół ds. „local content”. Zespół ten wspiera priorytetowy cel rządu, jakim jest zwiększenie udziału krajowych dostawców w łańcuchach dostaw dużych projektów inwestycyjnych, zwłaszcza tych zarządzanych przez przedsiębiorstwa państwowe. Do jej zadań należy opracowanie definicji „komponentu krajowego” i ustalenie spójnej metodologii pomiaru jego udziału w inwestycjach strategicznych, przegląd przepisów dotyczących ochrony interesów bezpieczeństwa narodowego i zbadanie możliwości regulacyjnych wspierających udział krajowych dostawców w sektorach niezwiązanych z obronnością, porównanie najlepszych praktyk międzynarodowych z krajów europejskich w celu zidentyfikowania zgodnych z prawem mechanizmów, które wzmacniają udział przemysłu krajowego, pozostając jednocześnie zgodnymi z zasadami rynku wewnętrznego UE, przygotowanie zestawu dobrych praktyk i wytycznych operacyjnych dla przedsiębiorstw państwowych dotyczących sposobu włączania dostawców krajowych do ich strategii biznesowych oraz monitorowania i raportowania ich wdrażania, oraz wreszcie opracowanie pilotażowej inicjatywy mającej na celu zastosowanie ram dotyczących udziału komponentu krajowego w sektorze energii

odnawialnej – najprawdopodobniej w morskiej lub lądowej energetyce wiatrowej – jako przypadku testowego przed szerszym wdrożeniem. W celu praktycznego wdrożenia polityki „local content”, rząd opracowuje pakiet instrumentów finansowych i regulacyjnych, które mają pomóc polskim firmom w uzyskaniu dostępu do kontraktów o wysokiej wartości w strategicznych sektorach.

Polityka ta nie tylko zwiększa lokalny wpływ gospodarczy, ale również przygotowuje Polskę do realizacji europejskiego celu wzmocnienia regionalnych łańcuchów dostaw technologii czystej energii, pozycjonując morską energetykę wiatrową jako motor transformacji zarówno energetycznej, jak i przemysłowej. W ramach przygotowań do tzw. drugiej fazy projektów morskich farm wiatrowych w Polsce obserwuje się zauważalną zmianę w postrzeganiu oczekiwanego udziału krajowych łańcuchów dostaw, zarówno z perspektywy deweloperów, jak i władz publicznych. Wielu deweloperów morskiej energetyki wiatrowej w Polsce rozszerzyło ostatnio swoje zespoły ds. zamówień, wprowadzając dedykowanych menedżerów ds. krajowych dostawców, odpowiedzialnych za wspieranie rozwoju krajowych zdolności produkcyjnych i usługowych. Polskie projekty będą konstruktywnie reagować na zmieniające się priorytety polityczne UE i Polski, dostosowując swoje strategie zamówień i partnerstwa do szerszych celów Europejskiego Zielonego Ładu i ustawy o przemyśle zeroemisyjnym. Nie oznacza to sztywnych zobowiązań dotyczących „local content”, ale raczej oparte na współpracy, rynkowe podejście, które zachęca do integracji, innowacji i wzmacniania odporności łańcucha dostaw w całej Europie. Dzięki ścisłej współpracy z krajowymi dostawcami oraz międzynarodowymi partnerami deweloperzy mogą przyczynić się do tego, aby rozwój morskiej energetyki wiatrowej w Polsce generował trwałą wartość zarówno w skali krajowej, jak i w szerszym europejskim ekosystemie przemysłowym.

14.3 WYZWANIA ROZWOJOWE

Polska jako dynamicznie rozwijająca się gospodarka, stoi przed koniecznością opracowania kompleksowej strategii przemysłowej, która sprostą współczesnym i przyszłym wyzwaniom. Regionalne inicjatywy, takie jak Europejski Zielony Ład i rosnące cele unijne, wymagają od Polski zdecydowanych działań w celu utrzymania konkurencyjności na arenie międzynarodowej. **Szczególnie istotne jest opracowanie strategii dla sektorów o kluczowym znaczeniu, a także takich, które generują popyt wewnętrzny. Przykładem takiej branży jest właśnie budowa morskich farm wiatrowych** (wydatek ponad 300 miliardów PLN do 2040 r.), co stanowi nie tylko konieczność, ale także szansę na wzmocnienie krajowego przemysłu i rozwój technologiczny.

W ciągu ostatnich 35 lat Polska przeszła imponującą transformację gospodarczą. Sukces ten był napędzany przez pracowitość i przedsiębiorczość Polaków, którzy skutecznie zaadaptowali się do nowego porządku gospodarczego i wykorzystali możliwości oferowane przez integrację z globalnymi rynkami. Jednak, jak zauważają eksperci, rozwój ten opierał się w dużej mierze na zewnętrznych inwestycjach i technologiach, co określa się czasem mianem modelu rozwoju zależnego. W rezultacie, polski wzrost gospodarczy był w pewnym stopniu efektem globalnych procesów, a nie wynikiem świadomej, długoterminowej polityki przemysłowej realizowanej przez Państwo.

Obecnie, w obliczu globalnych zmian o fundamentalnym wpływie na gospodarkę, Polska stoi przed dylematem, jak na nie odpowiedzieć. Czynniki takie jak wojna za wschodnią granicą, rosnące wydatki zbrojeniowe, dynamiczne zmiany w Unii Europejskiej oraz perspektywa wyczerpywania się dotychczasowego modelu rozwojowego sprawiają, że konieczne jest zdefiniowanie nowej strategii rozwoju kraju. W tym kontekście, transformacja energetyczna staje się kluczowym elementem polityki gospodarczej. Polska, popierając Europejski Zielony Ład i pakiet „Fit for 55”, wynegocjowała znaczący udział w środkach z Funduszu Sprawiedliwej

Transformacji, którego całkowity budżet wynosi ponad 19 mld euro⁸³. Jest to jednak przykład na to, że przy braku polityki przemysłowej nie jesteśmy w stanie ocenić czy była to kwota wystarczająca.

Równolegle widać tendencje w Unii Europejskiej, które zmierzają do stworzenia wspólnotowej strategii przemysłowej, opartej o AI, przemysł obronny, dekarbonizację i jej łańcuch dostaw. Mario Draghi, były premier Włoch i prezes Europejskiego Banku Centralnego oraz autor raportu o konkurencyjności Europy, podczas swojego wystąpienia podkreślił, że dekarbonizacja stanowi zarówno wyzwanie, jak i szansę dla przemysłu Unii Europejskiej. UE pozostaje światowym liderem w technologiach czystej energii, takich jak turbiny wiatrowe, elektrolizery i paliwa niskoemisyjne, odpowiadając za ponad jedną piątą globalnych zrównoważonych technologii. Jednakże ostrzegł on, że utrzymanie tej pozycji nie jest gwarantowane w obliczu rosnącej konkurencji z państw trzecich. Przykładowo Chiny, dzięki potężnemu wsparciu w postaci subsydiów, innowacji i skali produkcji, do 2030 r. mogą dalej pomnożyć własne moce produkcyjne na panele fotowoltaiczne oraz pokryć całkowite zapotrzebowanie na ogniwa baterii. Dla Europy oznacza to konieczność wyważenia między osiągnięciem celów klimatycznych a ochroną lokalnego przemysłu i związanych z nim miejsc pracy. Wzrost zależności od pozaeuropejskich producentów może wydawać się ekonomicznie uzasadniony w perspektywie krótkoterminowej, ale zagraża europejskim przedsiębiorstwom oraz obietnicy tworzenia „zielonych miejsc pracy” w ramach transformacji energetycznej, a w dłuższym horyzoncie bezpieczeństwu gospodarczemu Europy.

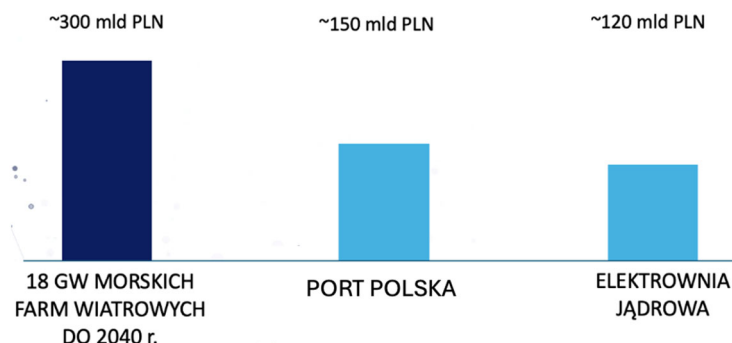
M. Draghi zaproponował zróżnicowane podejście do sektorów i technologii, unikanie rozwiązań zero-jedynkowych oraz szczegółową ocenę strategicznej wartości poszczególnych branż. W sektorach, takich jak panele słoneczne, w których konkurencja zagraniczna jest zbyt zaawansowana, UE według niego powinna skupić się na taniej instalacji czystych technologii finansowanych, de facto wykorzystując subsydia państw trzecich – relatywnie taniej wdrażając dekarbonizację. W innych branżach, takich jak baterie, Europa powinna utrzymać strategiczne know-how i nie dopuszczać do pełnej zależności technologicznej. W przypadku „młodych branż” z potencjałem innowacyjnym, takich jak nowe technologie zrównoważone, należy wspierać rozwój do momentu, aż firmy będą gotowe do międzynarodowej konkurencji. Podkreślając znaczenie międzynarodowych reguł handlu, M. Draghi zaznaczył, że priorytetem UE powinno być wyrównanie warunków konkurencji poprzez środki defensywne, a nie protekcyjizm. M. Draghi wezwał do rygorystycznej oceny sektorów strategicznych i podkreślił konieczność przestrzegania zasad Światowej Organizacji Handlu przez wszystkie strony. Zamiast ogólnych subsydiów, raport rekomenduje powrót do standardowego reżimu pomocy państwowej, z jednoczesnym uwzględnieniem wsparcia dla kluczowych projektów europejskich. Jego propozycje dążą do zrównoważenia innowacji zagranicznych, które przynoszą korzyści Europie, z ochroną przed konkurencją sponsorowaną przez państwa trzecie, która szkodzi unijnym pracownikom i przemysłowi.⁸⁴ Nowe podejście wdrażane przez Unię Europejską, stawia przed Polską szczególne wyzwania. Konieczność dostosowania się do unijnych regulacji dotyczących transformacji energetycznej, dekarbonizacji i zrównoważonego rozwoju wymaga od Polski nie tylko adaptacji technologicznej, ale także wypracowania własnego punktu widzenia i działania – strategii i planów, które pozwolą zminimalizować koszty tych zmian i jednocześnie wykorzystać je do wzmocnienia krajowego przemysłu. Jednym z kluczowych elementów tej transformacji jest rozwój sektora odnawialnych źródeł energii, w tym morskich farm wiatrowych. Budowa takich farm stwarza ogromne możliwości dla polskiego przemysłu, zarówno pod względem tworzenia nowych miejsc pracy, jak i rozwoju technologii. Jednakże, jak pokazują

⁸³https://www.academia.edu/124197487/Transformacja_energetyczna_w_Polsce_w_%C5%9Bwietle_strategiczn%C3%B3w_rz%C4%85dowych [Dostęp z dnia 6.12.2024].

⁸⁴ Address by Mr. Draghi – Presentation of the report on the Future of European competitiveness – European Parliament – Strasbourg – 17 września 2024, [Dostęp z dnia 6.12.2024].

doświadczenia innych krajów, aby w pełni wykorzystać te możliwości, konieczne jest opracowanie i wdrożenie strategii przemysłowej, która będzie wspierać rozwój krajowych firm i umożliwi im pełne uczestnictwo w tym procesie.

Wykres 11. Porównanie planowanych nakładów na strategiczne projekty w Polsce (faza inwestycyjna).



Źródło: opracowanie własne na podstawie PSEW, PIE

Wspomniany wcześniej dokument Forum Energii pod tytułem "Nowy Ład Przemysłowy 2024+. Jak rozsądnie zmodernizować polski przemysł" oferuje analizę przemysłu w Polsce, pod kątem możliwości dekarbonizacji oraz przekształcenia przemysłu w zgodzie z politykami Unii Europejskiej, takimi jak *Net-Zero Industry Act*. Autorzy raportu podkreślili, że dekarbonizacja przemysłu otwiera szerokie możliwości rozwoju niskoemisyjnych technologii, produktów i usług, z naciskiem na to, aby jak najwięcej z tych rozwiązań powstawało w Polsce. Wyniki analizy wskazują na konieczność przyjęcia aktywnej polityki przemysłowej, kiedy państwo wyraźnie komunikuje kierunki dekarbonizacji i technologie. Koncentruje wsparcie publiczne na obszarach uznanych za strategiczne, wspiera transformację wszystkich podmiotów i mobilizuje do rozwoju sektor producentów czystych technologii, prace legislacyjne na rzecz strategicznych sektorów mają priorytet, a finansowanie prywatne rośnie dzięki postrzeganiu ryzyka inwestycyjnego jako niskiego. Raport wskazuje się na kluczowe aspekty, które należy uwzględnić, aby rozwój tych technologii przyniósł korzyści krajowej gospodarce⁸⁵:

- **Kluczowe technologie dla transformacji.** Wzrost znaczenia niskoemisyjnych technologii tworzy nowy rynek, na którym państwa będą ze sobą intensywnie konkurować, dlatego warto, aby Polska skupiła się na rozwijaniu strategicznych rozwiązań w tym zakresie.
- **Dostosowanie do potrzeb krajowych konsumentów.** Rozwiązania technologiczne muszą być odpowiedzią na lokalne potrzeby, co nie tylko przyczyni się do realizacji krajowych celów środowiskowych, ale także zmniejszy zależność od importu paliw kopalnych.
- **Wykorzystanie istniejących potencjałów.** Polska powinna opierać się na doświadczeniach z sektora, w których odnosi sukcesy, aby wspierać rozwój niskoemisyjnych technologii.

Aby skutecznie rozwijać przemysł czystych technologii w Polsce, Raport sugeruje kilka kroków:

- **Identyfikacja rokowujących technologii.** W tym celu należy regularnie aktualizować mapę technologii i analizować przyczyny sukcesów i porażek wybranych gałęzi gospodarki.

⁸⁵ Forum Energii, "Nowy Ład Przemysłowy 2024+ Jak rozsądnie zmodernizować polski przemysł" [Dostęp z dnia 6.12.2024].

- **Inwestowanie w strategiczne technologie.** W obliczu ograniczonych zasobów publicznych, należy skupić się na wybranych technologiach o największym potencjale, zamiast rozpraszać zasoby na wiele projektów.
- **Znoszenie barier skalowania produkcji.** Bariery, takie jak brak wykwalifikowanych pracowników czy trudności w dostępie do taniego kapitału, należy systematycznie eliminować, aby umożliwić firmom naturalny rozwój.
- **Wykorzystanie potencjału zagranicznych firm działających w Polsce.** Mimo że celem polityki jest rozwój rodzimych firm, warto wykorzystać korzyści płynące z działalności zagranicznych przedsiębiorstw w Polsce, np. poprzez transfer technologii czy tworzenie miejsc pracy.

Podsumowując, rozwój przemysłu czystych technologii w Polsce wymaga metodycznego podejścia, inwestowania w strategiczne rozwiązania i usuwania barier rozwojowych, przy jednoczesnym wykorzystaniu lokalnych zasobów oraz międzynarodowej współpracy. Preferowany wariant zaangażowania to aktywna polityka przemysłowa.

W świetle powyższych wyzwań i przyjętej logiki postępowania, Polska musi skoncentrować się na opracowaniu strategii przemysłowych, które pozwolą na pełne wykorzystanie potencjału krajowego przemysłu. Konieczne jest zdefiniowanie kluczowych sektorów gospodarki, takich jak energetyka odnawialna, transport, nowe technologie, które będą napędzać rozwój Polski w najbliższych dekadach. Wprowadzenie mechanizmów, które wspierałyby polskie firmy w uczestnictwie w tych projektach, stworzenie warunków do rozwoju lokalnych dostawców oraz inwestowanie w badania i rozwój technologii związanych z energetyką odnawialną, to działania, które mogą przynieść wymierne korzyści w dłuższej perspektywie.

Polska, znajdując się w przełomowym momencie swojej historii gospodarczej, musi podjąć działania, które pozwolą jej skutecznie wykorzystać nadchodzące zmiany do własnego rozwoju. Opracowanie i wdrożenie strategii przemysłowych, które będą odpowiadać na wyzwania Zielonego Ładu i transformacji energetycznej, jest kluczowe dla przyszłości kraju. Polska ma potencjał, aby stać się liderem w sektorze odnawialnych źródeł energii, ale aby to osiągnąć, konieczne jest zainwestowanie w rozwój krajowych zasobów i technologii.

14.4 Idea „European content”

W celu zwiększenia udziału polskiego przemysłu w europejskim rynku morskiej energetyki wiatrowej, niezbędne jest wprowadzenie koncepcji „European content” zamiast tradycyjnego *local content*. Chodzi o to, aby polski przemysł nie tylko obsługiwał lokalne projekty, ale także pełnił istotną rolę w europejskim łańcuchu dostaw. W ramach tego podejścia, przemysł w Polsce miałby kluczowy wkład w rozwój sektora offshore w całej Europie, co zwiększyłoby jego konkurencyjność i perspektywy rozwoju. Istotne jest również zapewnienie, że strategię przemysłową państw nie będą zaburzać konkurencji wewnętrznej Unii. Ponadto, analizując trend działań Komisji, która szuka możliwości zapewnienia europejskiego wkładu w projekty net-zero, **należy założyć, że jeżeli łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej będzie „z Europy” to uwzględniając skalę popytu – niezbędne będzie jego poszerzenie o Polskę w znacznie większym stopniu niż dotychczas (por. analizy popytu i podaży poszczególnych komponentów).**

Aby osiągnąć taki cel, konieczne jest stworzenie ustrukturyzowanego, krajowego programu wsparcia dla przemysłu. W innych krajach, takich jak Niemcy czy Dania, państwo odgrywa kluczową rolę w promowaniu przemysłu *offshore*, co daje im przewagę konkurencyjną na arenie międzynarodowej. W Polsce państwowe zaangażowanie również powinno być kluczowym elementem strategii, aby krajowi producenci mogli skutecznie konkurować na rynku europejskim i światowym. Warto spojrzeć na ten projekt nie tylko z perspektywy dekarbonizacji, ale także jak na strategię prorozwojową. Sektor *offshore* wind może stać się siłą napędową polskiej gospodarki, tworząc nowe miejsca pracy, rozwijając technologie oraz promując innowacyjność. Polska

ma wyjątkową szansę na przełożenie Europejskiego Zielonego Ładu w długofalowe korzyści gospodarcze, społeczne i środowiskowe.

Idea „*European content*” jest również istotna z punktu widzenia wyzwań przemysłu, który z jednej strony stoi przed strategiczną potrzebą konsolidacji swoich zasobów i umiejętności, aby skutecznie stawić czoła wyzwaniom globalnej konkurencji oraz przyczynić się do przyspieszenia zielonej transformacji energetycznej. Ale z drugiej strony pewne aktywności gospodarcze, w szczególności związane z przemysłem morskim i logistyką zapewne jeszcze przez wiele lat będą domeną poszczególnych państw członkowskich. W poniższym rozdziale przedstawiono analizę segmentów łańcucha dostaw wraz z przyporządkowaniem poziomu integracji europejskiej oraz wskazaniem możliwych wkładów krajów członkowskich, w szczególności Polski.

Łańcuch dostaw sektora *offshore wind* w Europie można podzielić na trzy poziomy, od pełnej europejskiej integracji po bardziej zdywersyfikowane dostawy globalne z mniejszym udziałem europejskim. Każdy z tych poziomów obejmuje różne obszary działalności, w których Europa może zaznaczyć swoją obecność na arenie międzynarodowej, zapewniając bezpieczeństwo dostaw i wzmocnienie niezależności energetycznej.

14.5 Europejskie firmy wiodące (przemysłowe europejskie czempiony)

W tym segmencie znajdują się kluczowe komponenty łańcucha dostaw, które mają potencjał do pełnej integracji na poziomie europejskim, co zapewniłoby strategiczną niezależność.

- **Morska turbina wiatrowa.** Kluczowa technologia budowy turbin morskich powinna być europejska. To ogromna inwestycja, która w przemyśle europejskim została poniesiona przez podmioty takie jak Siemens Gamesa, Vestas czy GE Vernova (GE przejęło technologię pochodzącą z Europy⁸⁶). Produkcja elementów turbiny, powinna zostać skoordynowana wewnątrz UE, w ramach wspólnej europejskiej strategii, aby zminimalizować ryzyka zależności od dostawców spoza Unii.
- **Kable lądowe i morskie.** Produkcja i instalacja kabli energetycznych, zarówno na lądzie, jak i na morzu, odgrywa kluczową rolę w efektywnym przesyłaniu energii. Europa powinna dążyć do utrzymania i rozwoju własnych kompetencji w tym zakresie, wspierając rozwój europejskich liderów, takich jak Grupa TFKable, Nexans i Prysmian.
- **Statki instalacyjne oraz usługi transportu i instalacji.** Budowa i zarządzanie flotą specjalistycznych jednostek pływających do instalacji i serwisowania farm wiatrowych, to segment, w którym Europa powinna zaznaczyć swoją przewagę. W szczególności istotny jest powrót budowy statków instalacyjnych do Europy, których budowa - z uwagi na rosnące koszty - została już przeważająco przeniesiona produkcyjnie poza kontynent europejski. Europa powinna dążyć do odwrócenia trendu budowy statków instalacyjnych i serwisowych poza swoim terytorium. Trend wynikał z nie tylko rosnących kosztów produkcji, ale też z przemysłowej polityki gospodarczej Chin. Tak jak inne kraje, należy zbudować instrumenty wspierające europejski przemysł stoczniowy⁸⁷.

Jednym z kluczowych elementów budowy europejskich firm wiodących jest idea **europejskich czempionów przemysłowych**. Europejscy czempioni to przedsiębiorstwa, które dzięki wsparciu wspólnoty oraz spójnej polityce inwestycyjnej są w stanie konkurować z globalnymi gigantami. *Raport Draghiego* podkreśla (choć unika stwierdzenia „czempioni”, że zintegrowane działania na rzecz budowania silnych, europejskich liderów przemysłowych są niezbędne, aby zachować konkurencyjność na rynku światowym. W sektorze *offshore wind*,

⁸⁶ <https://maritime-executive.com/article/ge-wants-to-be-big-offshore-wind-player>

⁸⁷ <https://www.cadeler.com/news/cadeler-takes-delivery-of-state-of-the-art-installation-vessel>

wsparcie dla budowy pełnego łańcucha dostaw turbin wiatrowych i infrastruktury, jak statki instalacyjne, jest przykładem działań, które mogą wyłonić europejskich czempionów, zdolnych do zdominowania rynków międzynarodowych. Raport *Draghiego* podkreśla również potrzebę zwiększenia inwestycji w technologie, innowacje oraz rozwój infrastruktury, co jest kluczowe dla stworzenia odpowiednich warunków do budowy silnych europejskich podmiotów.

14.6 Regionalni liderzy

Segment regionalnych liderów to obszar, gdzie poszczególne kraje członkowskie, takie jak Polska, mogą wnieść istotny wkład w rozwój wspólnego europejskiego łańcucha dostaw. Postulat regionalnych liderów wynika z realistycznego podejścia, że **każdy kraj członkowski chce zachować kontrolę nad aktywnością planowania farm, jak i aktywnością ekonomiczną w portach i zakładach stoczniowych**. Ten poziom działalności obejmuje w szczególności:

- **Nowoczesne usługi planowania, projektowania i monitorowania farm wiatrowych.** Jest to segment uzależniony od lokalnych uwarunkowań, ale też kwestii bezpieczeństwa. Polska, dzięki dynamicznie rozwijającemu się sektorowi inżynieryjnemu, ma szansę stać się jednym z liderów w zakresie nowoczesnych usług projektowych dla morskich farm wiatrowych. Regionalni liderzy tych procesów z Polski mogliby również zapewniać kwestie bezpieczeństwa dla Bałtyku jako „morza NATO”.
- **Montaż fundamentów dla morskich farm wiatrowych.** Wykorzystanie potencjału lokalnych portów i stoczní, w szczególności do budowy i montażu fundamentów, które są kluczowym elementem infrastruktury, co wpłynie również na zachowanie miejsc pracy w tych strategicznych sektorach.
- **Łądowe i morskie stacje transformatorowe.** Stacje transformatorowe są kluczowym elementem służącym do przesyłu energii z farm wiatrowych do odbiorców końcowych, co czyni je infrastrukturą *de facto* krytyczną.
- **Innowacyjne usługi obsługi i serwisu oraz produkty i usługi dla bezpieczeństwa.** Regionalne firmy powinny również budować przewagi konkurencyjne poprzez rozwój innowacyjnych usług w fazie eksploatacji oraz utrzymania MFW, a w przyszłości repoweringu – z uwzględnieniem lokalnych uwarunkowań. Ponadto, fundamentalne są tu kwestie bezpieczeństwa i lokalna ekspertyza obronna, ponieważ wyzwania Morza Bałtyckiego i jego infrastruktury są zupełnie inne niż np. Morza Północnego.

Analiza kontraktów dla montażu fundamentów i budowy morskich stacji transformatorowych wskazuje na silną regionalizację łańcuchów dostaw (co ma też związek z modelem kontraktowania w Niemczech, Niderlandach i Francji, w ramach których to krajowy operator sieci zamawia np. stacje transformatorowe). Polska powinna, korzystając z tych obserwacji, zbudować pozycję regionalnego, bałtyckiego lidera w wybranych pakietach zakupowych.

Raport M. Draghiego kładzie duży nacisk na znaczenie silnych przemysłowych regionów w budowie europejskiego łańcucha dostaw. Regionalni liderzy, tacy jak Polska, mają unikalną okazję, aby wnieść swój wkład w rozwój kluczowych segmentów, wspierając budowę europejskich czempionów przemysłowych. Poprzez inwestycje w infrastrukturę, rozwój technologii oraz budowę kompetencji, kraje europejskie w tym Polska mogą przyczynić się do wzmocnienia pozycji Europy na rynku globalnym.

14.7 Zdywersyfikowane dostawy globalne z określonym nieprzekraczalnym minimum udziału europejskich zakładów

Na najniższym poziomie integracji znajdują się segmenty, które wymagają zaangażowania dostaw globalnych, jednak wciąż istotne jest zapewnienie minimalnego udziału europejskiego w celu zachowania pewnej kontroli nad łańcuchem dostaw.

Stal, odlewy, wyroby kute, półfabrykaty. Produkcja materiałów takich jak stal oraz komponenty pochodne, które stanowią bazę do budowy turbin i infrastruktury. W szczególności na przykładzie stali widać, że Europa jest w sposób niezwykle wysoki (szacuje się uzależnienie ponad 50% w imporcie slaba) jest uzależniona od importu blachy grubej do produkcji *monopali*. Doszło nawet do sytuacji, w której KE podjęła działania w celu przedłużenia kontyngentów importowych na płyty stalowe pochodzące z Rosji. Chociaż głównym celem sankcji jest ograniczenie przepływów handlowych, źródła szybko wskazały, że najnowszy pakiet ma na celu przedłużenie istniejącego zapotrzebowania kwot na rosyjskie blachy grube do roku 2028. Dodatkowo dokument UE stwierdza, że od 30 września 2024 r. do 30 września 2028 r. łącznie 10,9 mln ton półproduktów stalowych objętych kodem CN 7207 12 10 (płyty stalowe) będzie mogło zostać wprowadzonych bez ograniczeń na rynek UE. Roczne ilości mają być zmniejszane w każdym kolejnym roku. 3,185 mln ton rosyjskich płyt będzie mogło zostać wprowadzonych na rynek UE między 1 października 2024 r. a 30 września 2025 r.; 2,998 mln ton między 1 października 2025 r. a 30 września 2026 r.; 2,623 mln ton w okresie od 1 października 2026 r. do 30 września 2027 r. oraz 2,061 mln ton w okresie od 1 października 2027 r. do 30 września 2028 r., zgodnie z Dziennikiem Urzędowym UE.⁸⁸ Szacuje się też, że popyt na produkty odlewnicze – np. piasty i podstawy (*ang. bedplate*) turbin wiatrowych wzrośnie kilkukrotnie w ciągu następnej dekady, aby sprostać celom Unii w zakresie czystej energii. Każdy z tych produktów o szerokości 4-8 m⁸⁹ stanowi wyzwanie dla europejskich odlewni. Istnieją również znaczne wyzwania inwestycyjne, w tym czas i zgody wymagane do budowy nowych obiektów.

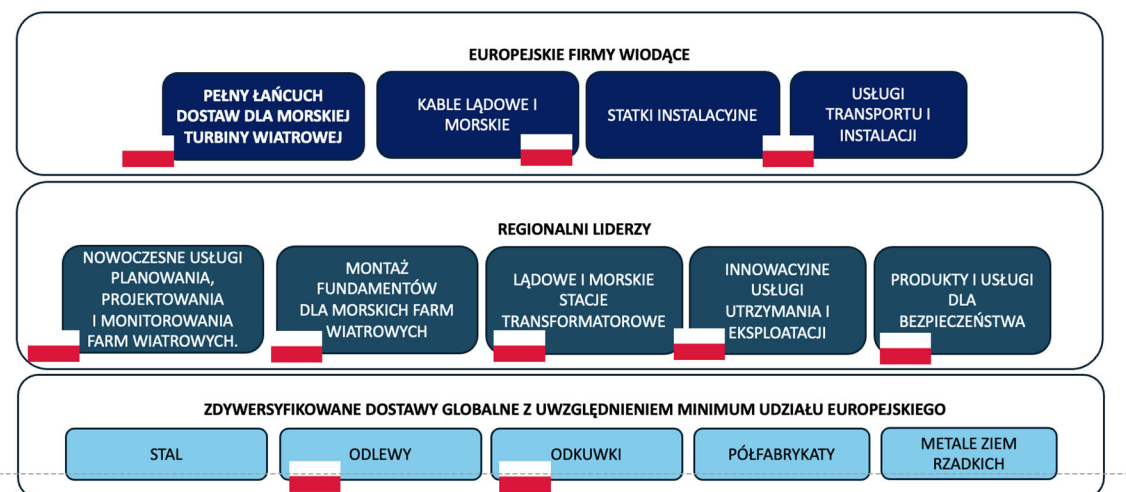
Metale ziem rzadkich. Dostawy metali ziem rzadkich są niezbędne do produkcji turbin wiatrowych. Europejski udział w tym obszarze powinien być zdywersyfikowany, ale nie marginalny (jak dzisiaj), co pozwoli zminimalizować zależności od dostaw spoza UE.

Raport M. Draghiego wskazuje, że Europa nie może pozwolić sobie na całkowite uzależnienie od globalnych dostawców, szczególnie w obszarach kluczowych dla rozwoju nowoczesnej energetyki. Dlatego ważne jest, aby w strategicznych materiałach, takich jak stal czy metale ziem rzadkich, zapewnić minimalny udział europejski, co pozwoli na większą stabilność dostaw oraz kontrolę nad kluczowymi zasobami. Polska, z dobrze rozwiniętą infrastrukturą przemysłową oraz silnym zapleczem inżynieryjnym, może odegrać ważną rolę w rozwijaniu również takich segmentów łańcucha dostaw sektora *offshore wind*.

Rysunek 14. Strategiczna wizja kluczowych branż łańcucha dostaw offshore wind w EU.

⁸⁸ <https://eurometal.net/eu-confirms-quota-extension-of-russian-slab-until-2028-but-volumes-to-be-reduced/>

⁸⁹ Large Castings for Wind Turbines, Aubryn Cooperman, National Renewable Energy Laboratory



Źródło: Opracowanie własne

Podsumowując, europejska strategia na rzecz *offshore wind* powinna kłaść nacisk na koordynację działań pomiędzy krajami członkowskimi, aby wzmocnić wspólną pozycję na rynku globalnym. Wspólna polityka, wspierająca rozwój kluczowych segmentów łańcucha dostaw i inwestowanie w infrastrukturę, stanowi fundament zwiększenia niezależności energetycznej oraz przyspieszenia zielonej transformacji. Należy jednak w tej strategii uwzględnić i rozróżnić poszczególne elementy łańcucha dostaw, jak i brać pod uwagę specyfikę regionów wdrażających dekarbonizację.

SEKCJA D. PROGRAM DLA REGIONU

15 DIAGNOZA SYTUACJI W REGIONIE

Od 2021 roku Region podejmował działania analityczne i organizacyjne wokół potencjału branży offshore wind. Raport „Potencjał Metropolii Szczecińskiej oraz regionu zachodniopomorskiego w sektorze morskiej energetyki wiatrowej – stan na koniec 2021” pełnił funkcję wstępnej inwentaryzacji potencjału regionu. Opracowanie to bazowało na działaniach realizowanych w 2021 roku w ramach projektów Szczecin_Offshore 25 oraz Zachodniopomorskie_Offshore 27, co oznacza, że zebrane dane miały charakter punktowy i wymagają uzupełnienia oraz rewizji w świetle obecnych inwestycji i zmian rynkowych.

Raport obejmował szeroki zakres tematyczny – od kryteriów przestrzennych, przez organizacyjne i funkcjonalne, po analizę ośmiu segmentów sektora MEW oraz czterech obszarów tworzenia wartości: przygotowanie projektu, budowę (w dwóch fazach), eksploatację oraz modernizację i likwidację. Jego celem była identyfikacja podstawowych zasobów i ograniczeń, a nie pełna diagnoza operacyjna branży. Z tego względu należy go traktować jako fundament do zbudowania właściwych programów wdrożeniowych, nie zaś jako finalne oszacowanie zdolności regionu.

15.1 OBECNY POTENCJAŁ PRZEDSIĘBIORSTW REGIONU

Między 2021 a 2025 rokiem nastąpiło szereg istotnych pozytywnych zmian pod względem rozwoju Regionu w łańcuchu dostaw dla offshore wind. W ostatnich latach w całej Polsce rozpoczęto realizację projektów inwestycyjnych związanych z morską energetyką wiatrową, zarówno na poziomie produkcji komponentów, jak i budowy infrastruktury wspierającej, takiej jak porty instalacyjne czy serwisowe. Polska dzięki temu już jest zauważalnym graczem na rynku dostaw komponentów dla morskich farm wiatrowych. Poniżej zaprezentowano kluczowy potencjał w Zachodniopomorskiem i Szczecinie, których aktualizacja jest dokonywana okresowo przez Wind Industry Hub⁹⁰.

15.1.1 Kluczowa infrastruktura portowa

Województwo zachodniopomorskie dysponuje jednym z najbardziej zróżnicowanych i strategicznie położonych systemów portowych w basenie Morza Bałtyckiego. Kluczowe porty regionu – Świnoujście, Szczecin, Police, a także Kołobrzeg i Darłowo – tworzą sieć o dużej przepustowości i wysokim potencjale rozwoju, wynikającym zarówno z lokalizacji, jak i z roli, jaką pełnią w europejskich korytarzach transportowych. Świnoujście i Szczecin stanowią element bazowej sieci TEN-T, funkcjonując jako węzły multimodalne w dwóch strategicznych korytarzach: Bałtyk–Adriatyk oraz Morze Północne–Bałtyk. Port w Policach, należący do sieci kompleksowej, pełni funkcję istotnego zaplecza przemysłowego i transportowego. Położenie na najkrótszej drodze pomiędzy Północną a Południową Europą wzmacnia ich rolę jako hubów logistycznych południowego Bałtyku.

Szczecin pełni funkcję głównego ośrodka portowego regionu i jednego z najważniejszych portów śródlądowo-morskich w Polsce. Położony w ujściu Odry, stanowi naturalną bramę transportową w europejskim korytarzu północ-południe, oferując rozwiniętą infrastrukturę przeładunkową i logistyczną na terenach Międzyodrza oraz lewego brzegu Odry Zachodniej. Port pełni rolę centralnego węzła integrującego żeglugę śródlądową, transport

⁹⁰ Wind Industry Hub „Polski Hub Przemysłowy Sektora Wiatrowego” Raport 2024

drogowy, kolejowy oraz operacje morskie, co stanowi fundament dla jego przyszłego rozwoju w kierunku nowoczesnego portu przemysłowo-logistycznego.

Otwierające się perspektywy rozwojowe wynikają z szeroko zakrojonych inwestycji infrastrukturalnych, które region realizuje w ostatnich latach. Najważniejsze z nich obejmują pogłębienie toru wodnego Świnoujście–Szczecin oraz modernizację kluczowych nabrzeży, co znacząco zwiększa zdolności przeładunkowe obu portów i umożliwia obsługę jednostek większej klasy. Postępuje także modernizacja dostępu kolejowego i drogowego, wzmacniając rolę portów jako węzłów intermodalnych o zasięgu europejskim. Planowana budowa nowego terminala kontenerowego w Świnoujściu oraz rozwój portu śródlądowego w Szczecinie zwiększą elastyczność i przepustowość systemu portowego, poszerzając możliwości obsługi ładunków drobnicowych, kontenerowych oraz zaplecza dla przemysłu.

Region konsekwentnie utrzymuje rezerwy terenowe pod dalszy rozwój funkcji portowych. Obejmuje to przestrzeń pod działalność spedycyjną, logistyczną, produkcyjną oraz korzystanie z żeglugi śródlądowej, która – po modernizacji Odrzańskiej Drogi Wodnej – może stać się jednym z kluczowych kanałów transportowych łączących Polskę z rynkami Europy Zachodniej. Potencjał ten wpisuje się w szerszą wizję wzmacniania transportu niskoemisyjnego i tworzenia korytarzy multimodalnych o wysokiej efektywności.

Znaczenie portów regionu zwiększa obecność strategicznej infrastruktury energetycznej, szczególnie terminalu LNG w Świnoujściu – pierwszej tego typu inwestycji w Europie Środkowo-Wschodniej. Terminal pełni kluczową rolę w dywersyfikacji źródeł energii i wzmacnia bezpieczeństwo energetyczne kraju, jednocześnie stwarzając możliwość rozwoju technologii opartych na LNG oraz nowych segmentów przemysłu, w tym budowy jednostek napędzanych paliwami niskoemisyjnymi.

Rosnąca konkurencyjność portów europejskich wymusza również intensyfikację inwestycji w cyfryzację i automatyzację procesów portowych. Region zachodniopomorski wpisuje się w te trendy, wprowadzając rozwiązania z zakresu Shipping 4.0, Internetu Rzeczy i zaawansowanej analityki wspierającej sprawne zarządzanie ruchem, logistyką i infrastrukturą.

15.1.2 Kluczowe inwestycje infrastrukturalne

Port Instalacyjny Świnoujście to strategiczna inwestycja realizowana przez Zarząd Morskich Portów Szczecin i Świnoujście SA oraz spółkę Orlen Neptun z Grupy ORLEN. Projekt obejmuje budowę terminala instalacyjnego na obszarze 20 hektarów, który będzie przeładowywać i składować kluczowe elementy morskich turbin wiatrowych, takie jak wieże, łopaty i gondole, a także morskie stacje transformatorowe o masie do 24 000 ton. Dodatkowo, na terenie terminala powstanie nowoczesna infrastruktura komunikacyjna oraz budynek administracyjno-biurowy.

Część hydrotechniczną inwestycji nadzoruje Zarząd Morskich Portów Szczecin i Świnoujście, a jej głównym zadaniem jest budowa dwóch nowych nabrzeży o długości 495 metrów oraz pogłębienie toru wodnego na odcinku od obrotnicy mielińskiej do terminala. Nowe nabrzeża będą miały parametry techniczne dostosowane do obsługi statków typu *jack-up* oraz *heavy lift vessel*, niezbędnych do transportu i instalacji turbin o mocy 14 MW i większych. W pierwszym etapie terminal umożliwi wstępny montaż około 80 turbin wiatrowych rocznie, a całość będzie gotowa do działania na początku 2025 roku.

Parametry pierwszego etapu obejmują budowę dwóch nabrzeży o długości 495 metrów, głębokości technicznej 12,5 metra oraz szerokości kanału podejściowego wynoszącej 140 metrów. Nośność nabrzeży instalacyjnych będzie wynosiła do 500 kN/m², a powierzchnie montażowe uzyskają nośność 50 t/m². Zdolność przeładunkowa terminala ma osiągnąć 80 turbin rocznie, co uczyni go jednym z najnowocześniejszych obiektów tego typu w regionie.

Drugi etap inwestycji, zaplanowany na lata 2024-2027, przewiduje budowę kolejnego stanowiska do montażu wież wiatrowych. Powierzchnia terminala zostanie powiększona o 26 hektarów, co razem z obecnie realizowanym pierwszym etapem da 46 hektarów nowoczesnej infrastruktury portowej. W ramach drugiego etapu powstaną kolejne dwa nabrzeża o długości 538 metrów z głębokością techniczną 12,5 metra, o nośności nabrzeży przeładunkowych do 50 kN/m² oraz instalacyjnych do 500 kN/m². Powierzchnie montażowe będą miały nośność 50 t/m², a dodatkowo zostanie wybudowana rampa Ro-Ro o szerokości 35 metrów i nośności 25 kN. Łączna zdolność przeładunkowa terminala w drugim etapie wyniesie +80 turbin rocznie.

Analizując potencjał portowy, w kontekście offshore wind port w Policach nie jest obecnie wyróżniany jako główny hub serwisowy lub instalacyjny dla morskich farm wiatrowych, ale istnieją plany dotyczące jego strategicznego rozwoju i potencjalnego zaangażowania w sektor energetyki odnawialnej. Grupa Azoty Police oraz kluczowe instytucje regionalne podpisały porozumienie dotyczące rozwoju obszaru Portu Morskiego w Policach, w którym wskazano na potencjał portu w zakresie obsługi nowych rodzajów ładunków, w tym energetyki offshore. Plan rozwoju portu z lipca 2024 roku wskazuje, że rozwój sektora offshore wind stwarza nowe możliwości dla portu – m.in. w zakresie obsługi komponentów i logistyki dla farm wiatrowych⁹¹.

W ramach zachodzących procesów reindustrializacji kraju, należy wyraźnie podkreślić, że województwo zachodniopomorskie jest jednym z kluczowych regionów. W 2025 roku ogłoszono i realizuje się szereg strategicznych inwestycji portowych, które mają zrewolucjonizować potencjał logistyczny i energetyczny regionu. Największym przedsięwzięciem jest budowa nowego portu zewnętrznego w Świnoujściu – tzw. Przylądek Pomerania – o wartości ponad 10 miliardów złotych, który powstanie na 186 hektarach nowego lądu stworzonego z morza. Inwestycja obejmuje głębokowodny terminal kontenerowy, nowy tor podejściowy, falochrony, nabrzeża o długości 2,9 km oraz rozbudowę infrastruktury kolejowej i drogowej. Terminal będzie obsługiwał największe kontenerowce na świecie (do 400 metrów długości) i ma zwiększyć roczną zdolność przeładunkową do 2 milionów TEU⁹².

15.1.3 Kluczowe firmy dostarczające komponenty

Grupa Tele-Fonika Kable S.A. (TFKable) to polska grupa, która stała się globalnym liderem w produkcji przewodów i systemów kablowych. Posiada liczne zakłady produkcyjne, jednostki serwisowe oraz centra badawczo-rozwojowe. Firma należy do wąskiej grupy najbardziej wyspecjalizowanych dostawców technologicznych systemów kablowych wysokiego (HV) i ekstra-wysokiego napięcia (EHV), które trafiają do odbiorców w ponad 80 krajach na świecie. **TFKable** realizuje rozbudowę zakładu produkcyjnego w Bydgoszczy. Projekt obejmuje budowę wieży CCV o wysokości 53 metrów, przeznaczonej do produkcji kabli wysokiego i ekstra-wysokiego napięcia, a także rozbudowę Centrum Badawczo-Technologicznego z nowoczesną infrastrukturą przystosowaną do produkcji długich odcinków kabli. Kluczowym elementem projektu jest odporność kabli na wpływ środowiska morskiego, co ma istotne znaczenie dla rozwoju infrastruktury elektroenergetycznej łączącej morskie farmy wiatrowe z lądem. W powiązaniu z procesami inwestycyjnymi w całej Polsce, w Szczecinie TFKable buduje nowe nabrzeże, które będzie pełnić funkcję bazy logistycznej dla projektów morskiej energetyki wiatrowej. Inwestycja obejmuje budowę obiektu o długości 180 metrów,

⁹¹ <https://offshorewindpoland.pl/port-morski-w-policach-przed-szansa-rozwojowa-kluczowe-porozumienie-o-wspolpracy-regionalnej/>

⁹² <https://polskamorska.pl/2025/09/24/186-hektarow-nowego-ladu-w-swinoujściu-powstanie-przyladek-pomerania/>

przystosowanego do magazynowania kabli oraz obsługi logistycznej i serwisowej dla morskiej infrastruktury energetycznej. Centrum logistyczne powstanie na 4-hektarowej działce w ramach większego, 16-hektarowego terenu przy ulicy Nad Odrą, który będzie jednym z najbardziej nowoczesnych ośrodków tego typu w Europie.

Vestas to globalny lider w produkcji morskich turbin wiatrowych, który inwestuje w rozwój infrastruktury w Polsce. W Szczecinie firma stworzyła nową fabrykę gondoli na potrzeby turbin wiatrowych, powstającą na bazie infrastruktury po ST3 Offshore. Vestas zakupił tę bazę w 2023 r. za kwotę 170 mln PLN, a nowy obiekt będzie wyprodukował gondole dla modelu turbiny V236-15 MW zainstalowanej na farmie Baltic Power. Produkcja w szczecińskiej fabryce będzie służyć zarówno polskim projektom, jak i rynkom zagranicznym, wspierając realizację morskich farm wiatrowych. Uruchomienie fabryki na wyspie Ostrów Brdowski zrealizowano w 2025 r., a zatrudnienie znajduje tam około 700 osób.

Rysunek 15. Montownia gondol Vestas w Szczecinie



Fot. Gospodarkamorska.pl

KK Wind Solutions to duńska firma specjalizująca się w systemach elektromechanicznych dla sektora energii odnawialnej. Posiada ponad 40 lat doświadczenia w branży. Ponad 70% morskich farm wiatrowych na świecie jest wyposażonych w ich rozwiązania. W Polsce firma działa od 2003 roku, prowadząc zakład montażowy w Szczecinie.

Jupiter Bach to duńska firma skoncentrowana na branży energetyki wiatrowej, specjalizująca się w produkcji osłon gondoli i piast turbin wiatrowych. W Polsce działa od 2014 roku, prowadząc zakład produkcyjny w Trzszczyń. W 2018 roku firma otworzyła piątą halę produkcyjną o powierzchni 6 000 m², co pozwoliło podwoić zdolności produkcyjne zakładu. Inwestycja ta była odpowiedzią na rosnące zapotrzebowanie na komponenty dla lądowej i morskiej energetyki wiatrowej.

JVP Steel to polska firma specjalizująca się w produkcji konstrukcji stalowych, w tym dla sektora energetyki wiatrowej. Firma oferuje szeroki zakres usług, w tym projektowanie, produkcję i montaż konstrukcji stalowych dla różnych branż, w tym dla sektora *offshore wind*. Firma posiada nowoczesne zaplecze produkcyjne w Polsce, co pozwala na realizację skomplikowanych projektów dla klientów krajowych i zagranicznych.

Stocznia Szczecińska WULKAN to jeden z kluczowych zakładów przemysłowych w Polsce, zlokalizowany w Szczecinie. Oferuje szeroki zakres usług dla przemysłu morskiego i *offshore*. Dzięki swojej infrastrukturze umożliwia realizację pełnego procesu technologicznego budowy statków oraz wielkogabarytowych konstrukcji stalowych na dużą skalę, obsługując sektory morskiej energetyki wiatrowej oraz *Oil & Gas*. Stocznia jest zaufanym partnerem w realizacji najbardziej wymagających wyzwań dla prywatnych podmiotów produkcyjnych działających na jej terenie, łącząc kompetencje firm z branży oraz uzupełniając moce produkcyjne. Zajmuje obszar ponad 45 ha i dysponuje atrakcyjnym majątkiem do prowadzenia działalności stoczniowej oraz produkcji gabarytowych konstrukcji morskich. Firma posiada doświadczenie i potencjał produkcyjny, zarządza projektami, współpracuje z podwykonawcami oraz buduje gotowe jednostki i inne wielkogabarytowe konstrukcje stalowe.

Głównym celem stoczni „Wulkan” jest budowa statków w całości wraz z wyposażeniem oraz produkcja konstrukcji dla branży *offshore*. W 2023 roku ogłoszono, że stocznia wybuduje platformy wewnętrzne, które będą częścią największej duńskiej farmy wiatrowej powstającej na Morzu Północnym. Kontrakt z chińską spółką Dajin Offshore był realizowany do końca 2024 roku. W jego ramach w Szczecinie powstały stalowe konstrukcje o wysokości około 10 metrów i średnicy 9 metrów, które pełnią funkcję platformy wewnętrznej (tzw. *secondary*

steel) potrzebnej przy budowie morskiej farmy wiatrowej Thor. Farma ta, o mocy 1000 MW, będzie zlokalizowana niedaleko wybrzeży Jutlandii w miejscowości Thorsminde.

Smulders to międzynarodowa firma specjalizująca się w projektowaniu, produkcji i montażu konstrukcji stalowych m.in dla sektora *offshore*. W Polsce firma działa poprzez swoje zakłady produkcyjne, które odgrywają kluczową rolę w realizacji globalnych projektów.

Stocznia Partner. Regionalna stocznia dostarczająca jednostki specjalistyczne np. CLV.

Finomar, szczecińska firma stoczniowa założona w 1994 r., ma doświadczenie w offshore wind poprzez produkcję specjalistycznych konstrukcji stalowych i aluminiowych, w tym elementów fundamentów oraz elementów typu „secondary steel” (np. klatki anodowe, platformy zewnętrzne), CTV i SOV.

GOTECH to szczeciński producent konstrukcji stalowych z doświadczeniem w offshore wind od 2010 r. Firma dostarczała elementy do farm MEW, produkując elementy fundamentów, np. platformy i secondary steel.

15.1.4 Kluczowe firmy usługowe

Vulcan Training & Consultancy to nowoczesne centrum szkoleniowe zlokalizowane w Szczecinie, które w połączeniu z Hotelem Vulcan tworzy kompleks oferujący szerokie możliwości szkoleniowe dla branży *Oil & Gas* oraz Wind Energy. Centrum zapewnia podnoszenie kompetencji i świadomości pracowników dzięki programom opartym na aktualnych standardach wyznaczanych przez międzynarodowe organizacje, takie jak OPITO i GWO. Standardy te są uznawane na całym świecie jako kluczowe w przemyśle energetycznym i *offshore*.

Vulcan T&C jest jedynym ośrodkiem w Polsce spełniającym najbardziej wymagające normy OPITO i jednym z 17 centrów na świecie spośród 200 istniejących, które wdrożyły pełen zakres kursów OPITO Rigger oraz OPITO Banksman Slinger. Centrum posiada również akredytację na prowadzenie szkoleń pożarowych oraz kursów dla członków zespołów reagowania kryzysowego na pokładach statków (HERTM) i liderów tych zespołów (HERTL). Szkolenia są zgodne z międzynarodowymi normami, a infrastruktura ośrodka umożliwia przeprowadzanie symulacji awaryjnych, takich jak ewakuacja z pokładów śmigłowców czy reagowanie na sytuacje kryzysowe na statkach.

Dodatkowo, centrum oferuje moduły szkoleniowe *GWO Basic Technical Training* oraz specjalistyczne kursy, takie jak symulowany HUET (ang. *Helicopter Underwater Escape Training*), szkolenia pożarowe i wspinaczka na ściankach wysokościowych. Obiekt dysponuje również salami konferencyjnymi, w tym największą, mogącą pomieścić 400 osób oraz bazą noclegową dla 200 gości o wysokim standardzie, z restauracją i cateringiem na miejscu.

Politechnika Morska w Szczecinie zarządza siecią specjalistycznych centrów szkoleniowych, w tym dedykowanych offshore wind. Centrum szkoleniowe wyposażone jest w Maritime Evacuation System, który jest wykorzystywany w kursach ITR, czy Ratownika (Survival Craft).

15.1.5 Kluczowe nowe firmy inwestujące w regionie

Vestas rozważa inwestycję w fabrykę łopat *offshore* w Polsce⁹³, jest to kolejnym działaniem pobudzającym inwestycje w zieloną gospodarkę oraz wpłynie na utworzenie długoterminowych miejsc pracy związanych z realizacją morskich projektów wiatrowych w Szczecinie. W 2025 roku Vestas przekazał informację o zawieszeniu inwestycji.

Windar Renovables to należący do grona światowych liderów hiszpański producent wież wiatrowych i fundamentów do turbin *offshore*. W Polsce planuje kluczową inwestycję w energetykę wiatrową, budując nowoczesną fabrykę wież i masztów wiatrowych na Ostrowie Grabowskim w szczecińskim porcie. Zakład powstanie na 17-hektarowej działce i będzie zaawansowaną technologicznie fabryką, która wesprze rozwój farm wiatrowych zarówno w Polsce, jak i całej Europie. Decyzja o pozwoleniu na budowę została wydana 3 września 2024 r., a rozpoczęcie działalności zakładu planowane jest na 2026 rok. Uzyskanie głównego pozwolenia w 50 dni jest szczególnie imponujące przy inwestycji tej skali. Fabryka będzie produkować elementy konstrukcyjne, w tym wieże oraz fundamenty turbin dla morskich i lądowych farm wiatrowych, które będą transportowane z wykorzystaniem infrastruktury portowej, w tym morskiego transportu towarowego. Inwestycja ma strategiczne znaczenie dla rozwoju polskiej infrastruktury wspierającej sektor OZE i stanie się ważnym punktem na mapie europejskiej energetyki odnawialnej. Dzierżawa terenu w szczecińskim porcie przewidziana jest na 30 lat. Fabryka będzie specjalizować się w produkcji wież wiatrowych o niestandardowych średnicach, odpowiadając na potrzeby nowoczesnych farm wiatrowych. Zakład stworzy około 400 miejsc pracy, znacząco wspierając lokalną gospodarkę i rozwój technologii w regionie.

Hiszpańska firma HINE otworzy swoją fabrykę w Stargardzie. Inwestor zajmuje się systemami hydraulicznymi i chłodzenia dla przemysłu oraz sektora energii odnawialnej. HINE wynajął dużą przestrzeń w Parku Przemysłowym Nowoczesnych Technologii. W Stargardzie uruchomiona zostanie hala produkcyjna o powierzchni 5 200 m². HINE skorzysta również z 400 m² przestrzeni socjalno-biurowej⁹⁴.

15.1.6 Inwestycje w porty serwisowe

Darłowo w 2025 roku staje się kolejnym istotnym centrum serwisowym dla morskiej energetyki wiatrowej na Bałtyku. Miasto jest potencjalną lokalizacją terminala serwisowego, który ma wspierać rozwój *offshore* wind na środkowym wybrzeżu Polski, obok Ustki i Łeby. W Darłowie trwa rozbudowa i modernizacja infrastruktury portowej – w szczególności przebudowa falochronu zachodniego (ok. 367 metrów) oraz budowa nowej 100-metrowej ostrogi, co poprawi warunki żeglugowe i bezpieczeństwo statków serwisowych. Inwestycja jest finansowana ze środków Krajowego Planu Odbudowy i wynosi około 120 milionów złotych, a prace mają być zakończone w 2026 roku⁹⁵.

⁹³ Uruchomienie fabryki na wyspie Ostrów Brdowski zaplanowano na 2025 rok, a zatrudnienie znajdzie tam około 700 osób.

⁹⁴ <https://stargard.eu/aktualnosci/pierwsza-taka-w-polsce/>

⁹⁵ <https://www.gospodarkamorska.pl/przebudowa-falochronow-w-porcie-darlowo-postepuje-widac-efekty-87490>

Kołobrzeg w 2025 roku intensywnie przygotowuje się do pełnienia roli portu serwisowego dla morskich farm wiatrowych na Bałtyku. Zarząd Portu Morskiego Kołobrzeg podpisał list intencyjny z Grupą Orlen Neptun, który zapowiada współpracę w zakresie utworzenia bazy serwisowej dla farm wiatrowych, co potwierdza gotowość portu do uczestnictwa w strategicznych projektach offshore wind. W styczniu 2025 roku miasto powiększyło swoje granice administracyjne o blisko 122 hektary, co otwiera nowe możliwości pod inwestycje związane z energetyką wiatrową – w tym potencjalne powstanie bazy serwisowej na tym terenie⁹⁶.

15.1.7 *Firmy realizujące inwestycje budowlane*

Industria Project to grupa wyspecjalizowanych spółek, skupiających specjalistów z obszarów architektury, technologii, konstrukcji, instalacji sanitarnych, elektrycznych i teletechnicznych oraz urbanistów i projektantów branży drogowej. Firma zapewnia kompletną ofertę usług projektowych oraz doradztwa budowlanego. Industria zrealizuje prace projektowe oraz przejmie nadzór inwestorski nad Fabryką Wież Wiatrowych w Szczecinie.

PORR to międzynarodowa firma budowlana, której siedziba główna znajduje się w Wiedniu, w Austrii. Firma działa w różnych segmentach budownictwa, takich jak budownictwo drogowe, kolejowe, kubaturowe, mostowe i tunelowe, oferując kompleksowe usługi projektowe i realizacyjne. W porcie morskim w Świnoujściu firma odpowiada za budowę hydrotechnicznej części terminala instalacyjnego dla farm wiatrowych na Bałtyku. Zakres prac obejmuje rozbudowę nabrzeży o łącznej długości 500 m oraz pogłębienie kanału wejściowego i basenu portowego do głębokości 12,5 m, co umożliwi obsługę specjalistycznych statków typu *jack-up*. Terminal ten będzie jednym z najnowocześniejszych w Europie, zdolnym do instalacji ponad 80 morskich turbin wiatrowych rocznie.

15.2 SILNE STRONY REGIONU

Region zachodniopomorski ze Szczecinem dysponuje szeregiem silnych stron, które tworzą solidną bazę dla rozwoju przemysłu morskiej energetyki wiatrowej oraz budowy regionalnego hubu offshore. Najważniejszym atutem jest położenie geograficzne i portowe, obejmujące dwa porty o podstawowym znaczeniu dla gospodarki narodowej – Szczecin i Świnoujście – oraz rozwinięty system śródlądowych dróg wodnych oparty na Odrze. **Lokalizacja** na styku kluczowych paneuropejskich korytarzy transportowych, w bezpośrednim sąsiedztwie Niemiec, stwarza wyjątkowe warunki logistyczne i zwiększa dostęp do europejskiego rynku offshore na Morzu Bałtyckim.

Istotną przewagą regionu jest **potencjał przemysłowy (ugruntowany, ale zatrzymany na poziomie podwykonawczym w łańcuchach dostaw)**, obejmujący kompetencje w branżach stalowych, metalowych, konstrukcji wielkogabarytowych oraz przemysłu stoczniowego, co zapewnia podstawę do rozwoju produkcji i montażu komponentów MEW. Przedsiębiorstwa regionu posiadają doświadczenie w obsłudze projektów morskich i dysponują infrastrukturą oraz zasobami pozwalającymi na świadczenie usług serwisowych, logistycznych i montażowych w ramach łańcuchów dostaw. Region wyróżnia się również stabilnością produkcji i

⁹⁶ <https://neptun.ornlen.pl/pl/dla-mediow/aktualnosci/2024/ORLEN-Neptun-podpisal-list-intencyjny-z-Portem-Morskim-Kolobrzeg0>

dostaw energii elektrycznej oraz ponadprzeciętnie wysokim udziałem mocy zainstalowanej w OZE, co jest szczególnie istotne dla inwestorów energochłonnych.

Region posiada również istotny potencjał przestrzenny i inwestycyjny. Wzdłuż Odry i w obszarach portowych znajdują się rozległe tereny przemysłowe, które mogą być wykorzystane pod projekty związane z offshore wind, w tym produkcję, prefabrykację i montaż komponentów. Specjalne strefy ekonomiczne oraz parki przemysłowe i technologiczne zapewniają zaplecze dla rozwoju inwestycji i umożliwiają przyciąganie nowych firm do regionu. Istotnym atutem jest także duży zasób terenów inwestycyjnych – ponad 8 tys. hektarów – który daje możliwość lokalizacji zakładów produkcyjnych, magazynów i centrów serwisowych.

Silną stroną Zachodniopomorskiego jest także **udowodniona sprawność we współpracy transgranicznej i integracji europejskiej.** Region funkcjonuje w bezpośrednim otoczeniu Trójkąta Bałtyckiego – Niemiec, Danii i Szwecji – które są europejskimi liderami offshore wind. Rozwój Transgranicznego Regionu Metropolitalnego Szczecina oraz rosnące powiązania gospodarcze z Meklemburgią-Pomorzem Przednim tworzą warunki do transferu technologii, wymiany doświadczeń i budowania wspólnych projektów.

Wreszcie, region dysponuje doświadczoną bazą firm i instytucji zaangażowanych w projekty morskie, w tym w obszarze remontów, serwisu i logistyki, oraz rosnącą grupą przedsiębiorstw deklarujących gotowość wejścia do łańcucha dostaw MEW. Choć to podmioty relatywnie małe, stanowią fundament dla budowy zaawansowanego ekosystemu przemysłowego, który – przy odpowiednim wsparciu instytucjonalnym i finansowym – może osiągnąć zdolność do obsługi wielkoskalowych projektów offshore i innych branż.

15.3 SŁABE STRONY REGIONU

Region zachodniopomorski mierzy się z szeregiem słabości strukturalnych, które ograniczają jego zdolność do pełnego wykorzystania potencjału wynikającego z rozwoju morskiej energetyki wiatrowej. Najbardziej widocznym wyzwaniem jest **sytuacja demograficzna**, obejmująca depopulację, starzenie się mieszkańców i stały odpływ młodych oraz wysoko wykwalifikowanych pracowników do większych ośrodków miejskich w Polsce oraz na rynek niemiecki. Niedobór kadr technicznych i inżynierskich jest szczególnie dotkliwy dla sektorów przemysłowych wymagających specjalistycznych kompetencji. Sytuację pogarsza niedostosowanie systemu edukacji zawodowej do potrzeb nowoczesnej energetyki i przemysłów morskich, co powoduje narastającą lukę kompetencyjną.

Drugim znaczącym obszarem słabości jest **struktura gospodarcza regionu, zdominowana przez sektor MŚP, które dysponują ograniczoną siłą kapitałową i inwestycyjną.** Brakuje dużych firm kotwiczących (Tier 1), zdolnych integrować łańcuchy dostaw oraz przenosić know-how i standardy operacyjne do mniejszych przedsiębiorstw. **Wysoka fragmentacja sektora oraz słabe powiązania kooperacyjne** utrudniają realizację projektów o dużej skali i złożoności technicznej. Upadek ST3 Offshore pona wiele lat głębił lukę w potencjale produkcyjnym fundamentów i konstrukcji wielkogabarytowych, pozostawiając region bez silnego podmiotu zdolnego do obsługi kluczowych komponentów MEW. Dodatkowym zauważalną cechą systemu gospodarczego jest niski poziom współpracy pomiędzy firmami państwowymi a prywatnymi.

Kolejnym istotnym wyzwaniem jest **niski poziom innowacyjności i ograniczona aktywność badawczo-rozwojowa.** Nakłady na B+R w regionie pozostają poniżej średniej krajowej, a współpraca między uczelniami a biznesem jest niewystarczająca, co utrudnia rozwój własnych technologii dla sektora *offshore*. W regionie brakuje wyspecjalizowanych centrów technologicznych dedykowanych inżynierii morskiej, automatyzacji czy robotyce, co ogranicza zdolność do budowania przewag opartych na unikalnych rozwiązaniach. Słaba absorpcja funduszy europejskich przez przedsiębiorstwa, szczególnie w obszarze digitalizacji i innowacji, dodatkowo spowalnia modernizację przemysłową.

Do słabości zalicza się także **ograniczony stopień automatyzacji i transformacji cyfrowej w przedsiębiorstwach produkcyjnych**. Brakuje szerszego wdrożenia technologii Przemysłu 4.0, zaawansowanych systemów kontroli jakości, cyfrowego zarządzania procesami czy narzędzi predykcyjnych, które stały się standardem w konkurencyjnych hubach *offshore* w Europie. W długim okresie ogranicza to efektywność operacyjną i zdolność do konkurowania z regionami o niższych kosztach pracy lub bardziej zautomatyzowanymi zakładami.

Znaczącą barierą rozwojową jest również **konkurencja płacowa ze strony Norwegii, Niemiec i Danii**, szczególnie w segmencie kadr technicznych, operatorów i specjalistów branżowych. Różnice płacowe, choć malejące, pozostają na tyle istotne, że utrudniają utrzymanie pracowników w regionie, a brak stabilnych i wysokopłatnych miejsc pracy o profilu technicznym obniża atrakcyjność regionu dla nowych inwestorów.

Słabości regionu są widoczne także w obszarze wizerunku i promocji gospodarczej. Zachodniopomorskie nie posiada wyrazistej marki gospodarczej powiązanej z energetyką morską, a oferta inwestycyjna jest wciąż słabo ustrukturyzowana i mało rozpoznawalna na rynku europejskim. Ogranicza to zdolność regionu do przyciągania inwestorów, partnerów technologicznych i specjalistów.

Dodatkowo, w regionie wciąż występują niewykorzystane zasoby infrastrukturalne, szczególnie w portach, gdzie większość potencjalnych funkcji przemysłowych związanych z *offshore* nadal znajduje się w sferze niewykorzystanych możliwości. Brak wyspecjalizowanej infrastruktury produkcyjnej i serwisowej ogranicza możliwości wejścia w bardziej zaawansowane segmenty łańcucha dostaw.

Wreszcie, region charakteryzuje się **niedostatecznym wykorzystaniem dostępnych środków unijnych przeznaczonych na rozwój firm, innowacje i modernizację przemysłu**. MŚP często nie posiadają zasobów, wiedzy ani zdolności organizacyjnych, aby skutecznie pozyskiwać fundusze, co spowalnia transformację gospodarczą i zmniejsza konkurencyjność lokalnych przedsiębiorstw.

15.4 SZANSE REGIONU

Region zachodniopomorski stoi dziś przed wyjątkowym zestawem szans rozwojowych wynikających zarówno z megatrendów globalnych, jak i z procesów zachodzących w gospodarce europejskiej i krajowej. Najważniejszą z nich jest **rosnący rynek morskiej energetyki wiatrowej na Morzu Bałtyckim, który będzie jednym z kluczowych filarów transformacji energetycznej Unii Europejskiej w perspektywie do 2050 roku**. Wieloletni i przewidywalny portfel inwestycji deweloperskich stwarza możliwość zbudowania trwałych łańcuchów dostaw oraz zakorzenienia nowych branż przemysłowych w regionie. Szczecin i Świnoujście, jako porty o strategicznym położeniu, mogą pełnić rolę centrów logistycznych, montażowych i serwisowych dla farm wiatrowych w Polsce i krajach sąsiadujących.

Istotną szansą jest także kierunek europejskiej polityki przemysłowej, w tym **rozwój regulacji takich jak Net-Zero Industry Act**, unijne mechanizmy wsparcia dla produkcji strategicznych technologii oraz finansowanie transformacji przemysłu. Europa, dążąc do skrócenia łańcuchów dostaw i zmniejszenia zależności od rynków azjatyckich, stawia na regionalizację produkcji oraz odbudowę przemysłów o znaczeniu krytycznym. Region zachodniopomorski, dysponując portami, terenami inwestycyjnymi i zapleczem przemysłowym, może stać się beneficjentem tych procesów — szczególnie w obszarach konstrukcji stalowych, logistyki morskiej, serwisu jednostek *offshore* oraz produkcji komponentów.

Kolejną istotną szansą jest **napiływ dużych inwestycji technologicznych**, takich jak zakłady produkcyjne w branży *offshore*, które mogą pełnić funkcję firm kotwiczących i generować rozwój całego ekosystemu kooperantów. Takie inwestycje zwiększają atrakcyjność regionu dla przedsiębiorstw z branż powiązanych, przyciągają kompetencje techniczne i tworzą impuls do modernizacji lokalnego przemysłu. Jednocześnie potencjał portów oraz zasoby przestrzenne umożliwiają rozwój fabryk, centrów montażowych i zakładów serwisowych bez

ograniczeń, które napotykają bardziej zabetonowane lub zurbanizowane regiony Europy. Vestas, Windar, TF Kable są doskonałymi przykładami na wykorzystywanie tych szans.

Znaczną szansę stanowi również **modernizacja i rozbudowa infrastruktury transportowej, w tym dróg ekspresowych (S3, S6, S11), pogłębionego toru wodnego Świnoujście–Szczecin** oraz terminali intermodalnych. Poprawa dostępności transportowej znacząco wzmacnia konkurencyjność regionu jako lokalizacji przemysłowej i logistycznej. Zakończone oraz planowane inwestycje tworzą warunki do przyciągnięcia nowych zakładów produkcyjnych, zwłaszcza w sektorach energochłonnych i przemysłach wymagających dużych powierzchni magazynowych oraz dostępu do portów.

Ważnym kierunkiem rozwoju są **postępujące trendy technologiczne**, obejmujące automatyzację, robotyzację, cyfryzację i wykorzystanie sztucznej inteligencji w przemyśle morskim. Region, inwestując przyszłe środki UE w edukację techniczną, infrastrukturę B+R i współpracę uczelni z biznesem, ma możliwość budowania wyróżniających się kompetencji w nowoczesnych segmentach rynku — od automatyzacji logistyki portowej po cyfrowe utrzymanie ruchu i systemy zarządzania farmami wiatrowymi. Wzrost znaczenia technologii predykcyjnych oraz dronów i robotów inspekcyjnych otwiera perspektywę tworzenia w regionie specjalistycznych centrów technologicznych.

Znaczącą szansą jest również dalszy rozwój współpracy transgranicznej. Kraje geograficznie bliskie, będące liderami technologii offshore, mogą stać się źródłem transferu wiedzy, dobrych praktyk i partnerstwa projektowego. Wspólne inicjatywy portowe, szkoleniowe i technologiczne mogą zwiększyć międzynarodową pozycję regionu i wzmocnić jego rolę w europejskim systemie *offshore wind*.

Wzrost znaczenia zielonej transformacji i dekarbonizacji przemysłu stanowi kolejną szansę. Region, w którym już dziś udział OZE w miksie energetycznym jest wysoki, może przyciągać przemysły energochłonne poszukujące lokalizacji oferujących stabilne dostawy energii ze źródeł odnawialnych. Dodatkowe możliwości wynikają z rozwoju technologii magazynowania energii i integracji offshore wind z produkcją wodoru oraz innych paliw niskoemisyjnych, co może stać się kolejnym filarem rozwoju gospodarczego.

Wreszcie, ważną szansą dla regionu jest **skala dostępnych środków europejskich**, które w obecnej perspektywie finansowej wspierają rozwój infrastruktury portowej, innowacji, transformacji przemysłowej i kształcenia technicznego. Umiejętne wykorzystanie tych instrumentów może przyspieszyć modernizację firm, zwiększyć ich konkurencyjność oraz zbudować trwałe kompetencje w sektorze offshore wind.

15.5 ZAGROŻENIA DLA REGIONU

Region zachodniopomorski stoi wobec szeregu zagrożeń zewnętrznych i systemowych, które mogą ograniczyć jego zdolność do pełnego wykorzystania szans wynikających z rozwoju morskiej energetyki wiatrowej. Najpoważniejszym z nich jest **narastająca konkurencja międzynarodowa**, szczególnie ze strony Niemiec, Danii, Holandii i Norwegii – krajów, które od lat budują pozycję w europejskim rynku offshore i dysponują silnie zinstytucjonalizowanymi hubami przemysłowymi. Konkurencja obejmuje zarówno dostęp do rynków, jak i rywalizację o inwestorów, kompetencje techniczne oraz kontrakty serwisowe i produkcyjne. Ryzyko pogłębia także konsolidacja globalnych koncernów, która sprzyja koncentracji produkcji w kilku największych portach europejskich, ograniczając zdolność nowym ośrodkom – takim jak Szczecin i Świnoujście – do pozyskiwania długoterminowych zleceń.

Istotnym zagrożeniem jest także niepewność polityki krajowej i europejskiej w obszarze energetyki i przemysłu, obejmująca zmiany w systemach wsparcia, regulacjach środowiskowych, zasadach aukcji czy preferencjach lokalizacyjnych. Zmieniające się przepisy mogą powodować opóźnienia inwestycji, a brak stabilności regulacyjnej osłabia atrakcyjność regionu dla inwestorów. Dodatkowym ryzykiem może być **koncentracja publicznych**

inwestycji na innych obszarach kraju, co może zmniejszać szanse Zachodniopomorskiego na uzyskanie finansowania infrastruktury strategicznej.

Region jest również narażony na zagrożenia wynikające z **wysokiej zmienności otoczenia geopolitycznego**. Napięcia w regionie Morza Bałtyckiego, konsekwencje wojny w Ukrainie, cyberzagrożenia czy ryzyko sabotażu infrastruktury krytycznej wpływają na koszty ubezpieczeń, bezpieczeństwo logistyczne i przewidywalność działań portowych. Dodatkowym wyzwaniem są potencjalne zakłócenia globalnych łańcuchów dostaw, obejmujące ograniczoną dostępność stali, kabli i surowców strategicznych, a także konkurencję o moce produkcyjne w globalnych stocznich.

Kolejnym obszarem zagrożeń są **zmiany klimatyczne i coraz bardziej restrykcyjne regulacje środowiskowe**. Z jednej strony rozwój MEW sprzyja transformacji niskoemisyjnej, z drugiej – budowa i eksploatacja infrastruktury portowej, logistycznej czy przemysłowej podlega coraz ostrzejszym wymogom środowiskowym, szczególnie na obszarach Natura 2000. Wzrost kosztów kompensacji środowiskowych, skomplikowane procedury ocen oddziaływania na środowisko (OOŚ) oraz ograniczenia dotyczące użytkowania terenów nadmorskich mogą opóźniać lub blokować inwestycje strategiczne.

Znaczącym ryzykiem dla regionu jest pogłębiające się **sytuacja demograficzna i konkurencja płacowa**, szczególnie ze strony Niemiec, Danii i Norwegii. Odptyw wykwalifikowanych pracowników, starzenie się społeczeństwa oraz niedobór kadr technicznych mogą prowadzić do wzrostu kosztów pracy i utraty konkurencyjności firm z sektora przemysłowego. W dłuższej perspektywie grozi to zmniejszeniem zdolności operacyjnej regionu i osłabieniem jego pozycji w łańcuchach dostaw offshore wind.

Region musi także zmierzyć się z ryzykiem **niewystarczającej modernizacji infrastruktury energetycznej, portowej i transportowej**. Opóźnienia w projektach strategicznych, takich jak rozwój terminali portowych, modernizacja linii kolejowych czy rozbudowa sieci elektroenergetycznych, mogą prowadzić do ograniczeń przepustowości i zwiększać koszty operacyjne. Brak inwestycji w infrastrukturę wspierającą – w tym magazyny energii, centra serwisowe, nabrzeża dla jednostek technicznych – ogranicza potencjał regionu w zakresie świadczenia usług o wysokiej wartości dodanej.

Zagrożeniem jest również ryzyko stagnacji technologicznej. Jeśli region nie będzie rozwijał kompetencji w zakresie automatyzacji, robotyki, technologii predykcyjnych, digital twin czy technologii pływających farm wiatrowych, może pozostać jedynie peryferyjnym podwykonawcą w globalnym łańcuchu dostaw. W miarę dojrzewania rynku offshore i spadku kosztów pracy w konkurencyjnych lokalizacjach znaczenie technologii będzie rosło, a regiony, które nie dokonają transformacji cyfrowej, staną się mniej atrakcyjne.

Wreszcie, region stoi przed ryzykiem **niewystarczającego wykorzystania dostępnych środków unijnych i utraty możliwości modernizacji przemysłu**. MŚP, które nie będą w stanie pozyskać finansowania ani wdrożyć innowacji, mogą wypaść z rynku w warunkach rosnącej konkurencji europejskiej. Dodatkowo po 2027 roku może dojść do zmniejszenia środków wspierających transformację przemysłową, co zwiększa presję na efektywne wykorzystanie obecnych instrumentów.

16 WNIOSKI Z ANALIZY SWOT REGIONU

Projektowanie programów wdrożeniowych wynika z dokładnej analizy potencjału Regionu. Podsumowaliśmy dostępne analizy potencjału województwa zachodniopomorskiego w kontekście rozwoju przemysłu offshore wind, obejmującą zarówno mocne strony regionu, jak i jego słabości, szanse oraz zagrożenia. Zachodniopomorskie dysponuje wyjątkowymi atutami: dostępem do portów morskich w Szczecinie i Świnoujściu, potencjałem terenów inwestycyjnych, rosnącą obecnością międzynarodowych inwestorów, położeniem w centrum bałtyckiego rynku offshore (w szczególności projektów Ławicy Odrzańskiej). Jednocześnie region zmagają się z poważnymi wyzwaniami: depopulacją, brakiem i odpływem młodych kadr, wyzwaniem dostosowania edukacji do potrzeb gospodarki, brakiem dużych firm kotwiczących, niskim poziomem innowacyjności i fragmentacją współpracy przemysłowej. Szansą jest natomiast lokalizacja w centrum morskiej europejskiej fali reindustrializacji oraz dostęp do funduszy unijnych.

Tabela 11. Podsumowanie kierunków interwencji strategicznej

Obszar problemowy	Syntetyczny opis słabej strony	Proponowany kierunek interwencji / Program Regionalny
1. Kurczący się rynek pracy i starzenie demograficzne	Systematyczna depopulacja, odpływ młodych i wykwalifikowanych mieszkańców, starzenie się populacji oraz deficyt technicznych i inżynierskich kadr.	Region ambitnych projektów „Wind Factory of Europe” – działania zatrzymujące młodych, zachęcające do powrotów i pracy w przemyśle. Budowa najnowocześniejszych turbin w Europie jest wyjątkową szansą dla ludzi, aby kreować technologie przyszłości.
2. Niedopasowanie edukacji do potrzeb gospodarki	Szkolnictwo zawodowe i techniczne nie odpowiada na potrzeby sektora offshore i przemysłów nowoczesnych; brak systemu szkoleń praktycznych.	Kariera w Offshore – regionalny system rozwoju kompetencji technicznych i edukacji dualnej.
3. Brak dużych firm kotwiczących (Tier 1)	Gospodarka oparta głównie na MŚP o ograniczonej zdolności inwestycyjnej; brak silnych podmiotów integrujących łańcuchy dostaw.	Budowa lub wzmacnianie Tier 1 – przyciągnięcie inwestorów strategicznych i budowa bazy przemysłowej w oparciu o duże przedsiębiorstwa, które współpracują z deweloperami, ale też budują łańcuch dostaw Tier 2 i Tier 3.
4. Fragmentacja i niska kooperacja przemysłu	Słabe powiązania między przedsiębiorstwami, niski poziom integracji projektowej.	Program Kompetencji Offshore – rozwój sieci współpracy i regionalnych klastrów przemysłowych, budowa kompetencji firm, współpraca z ARP w zakresie budowy local content.
5. Brak zdolności produkcyjnych w sektorze offshore w skomplikowanych projektach	Luki w pełnym, złożonym potencjale wytwórczym offshore i ograniczona zdolność do realizacji projektów o dużej złożoności technicznej.	Program Kompetencji Offshore – rozwój sieci współpracy i regionalnych klastrów przemysłowych, budowa kompetencji firm, współpraca z ARP w zakresie budowy local content.
6. Niski poziom innowacyjności i badań B+R	Niskie nakłady na B+R, mała liczba patentów, słaba współpraca nauki z biznesem i brak wyspecjalizowanych centrów technologicznych.	Regionalna Agenda Innowacyjności – rozwój innowacji i technologii w sektorach morskich i energetycznych.
7. Ograniczona digitalizacja i brak nowoczesnych branż	Niewielka obecność firm z sektorów AI, automatyki, robotyki i przemysłu 4.0; słaba absorpcja funduszy na transformację cyfrową.	Regionalna Agenda Innowacyjności – wspieranie digitalizacji i automatyzacji przedsiębiorstw. Program Kompetencji Offshore – rozwój sieci współpracy i regionalnych klastrów przemysłowych, budowa kompetencji firm, współpraca z ARP w zakresie budowy local content.

8. Konkurencja płacowa i drenaż talentów do Niemiec	Trwały odpływ kadr do lepiej płatnych miejsc pracy w Niemczech; trudności w zatrzymaniu specjalistów i operatorów technicznych.	Region ambitnych projektów – program wizerunkowy i motywacyjny dla kadry produkcyjnej i inżynierskiej pt. „Wind Factory of Europe” Budowa lub wzmacnianie Tier 1 – przyciągnięcie inwestorów strategicznych i budowa bazy przemysłowej w oparciu o duże przedsiębiorstwa, które współpracują z deweloperami, ale też budują łańcuch dostaw Tier 2 i Tier 3 – budowa ekosystemu wspierającego wysokopłatne miejsca pracy.
9. Niska atrakcyjność inwestycyjna regionu	Brak rozpoznawalnej marki gospodarczej, ograniczona promocja potencjału przemysłowego i niewystarczająca oferta inwestycyjna.	Region ambitnych projektów – program wizerunkowy i motywacyjny dla kadry produkcyjnej i inżynierskiej pt. „Wind Factory of Europe” Budowa lub wzmacnianie Tier 1 – przyciągnięcie inwestorów strategicznych i budowa bazy przemysłowej w oparciu o duże przedsiębiorstwa, które współpracują z deweloperami, ale też budują łańcuch dostaw Tier 2 i Tier 3.
10. Niedostateczne wykorzystanie środków unijnych na innowacje	MŚP w regionie w niewielkim stopniu korzystają z funduszy UE na B+R, digitalizację i rozwój kompetencji.	Regionalna Agenda Innowacyjności + Program Kompetencji Offshore – wsparcie doradcze i finansowe dla firm.

17 STRUKTURA PROGRAMU

W odpowiedzi na szanse i wyzwania, określiliśmy pięć strategicznych kierunków interwencji – programów operacjonalizacji:

- systemowy rozwój łańcuchów dostaw branż priorytetowych
- połączenie rozwoju innowacji dla tych branż
- rozwój kompetencji firm w całym łańcuchu branż priorytetowych
- ukierunkowanie edukacji na potrzeby branż priorytetowych
- promocja regionu dla zapewnienia długoterminowego wzrostu liczby pracowników i inwestorów.

Zaprojektowano system zarządzania ich wdrożeniem, który pozwoli przekształcić potencjał Zachodniopomorskiego w realną przewagę konkurencyjną na mapie europejskiego przemysłu offshore.

Tabela 12. Pakiety strategiczne dla przemysłu morskiej energetyki wiatrowej w Regionie

BRAK DUŻYCH FIRM KOTWICZĄCYCH	NISKI POZIOM INNOWACYJNOŚCI I BADAŃ B+R	BRAK REALIZACJI W SKOMPLIKOWANYCH PROJEKTACH	KONKURENCJA PŁACOWA I DRENAŻ TALENTÓW DO NIEMIEC	NIEDOPASOWANIE EDUKACJI DO POTRZEB GOSPODARKI
PROGRAMY BRANŻOWE Z WŁAŚCICIELAMI BIZNESOWYMI, CELAMI WSKAŹNIKOWYMI LOCAL CONTENT DO 2040 ROKU	BADANIA I ROZWÓJ DOPASOWANE DO PROGRAMÓW BRANŻOWYCH, REGIONALNA AGENDA BADAWCZA	FINANSOWANIE KOMPETENCJI DLA CAŁEGO ŁAŃCUCHA DOSTAW – SPIĘTE Z PROGRAMAMI BRANŻOWYMI	PROMOCJA REGIONU POD KĄTEM REALIZACJI AMBITNYCH PROGRAMÓW BRANŻOWYCH	KOMPLEKSOWY PROGRAM EDUKACYJNY
ZARZĄDZANIE PROGRAMEMP Pełnomocnik + Rada + Zespoły wdrożeniowe				ZESPÓŁ LOCAL CONTENT

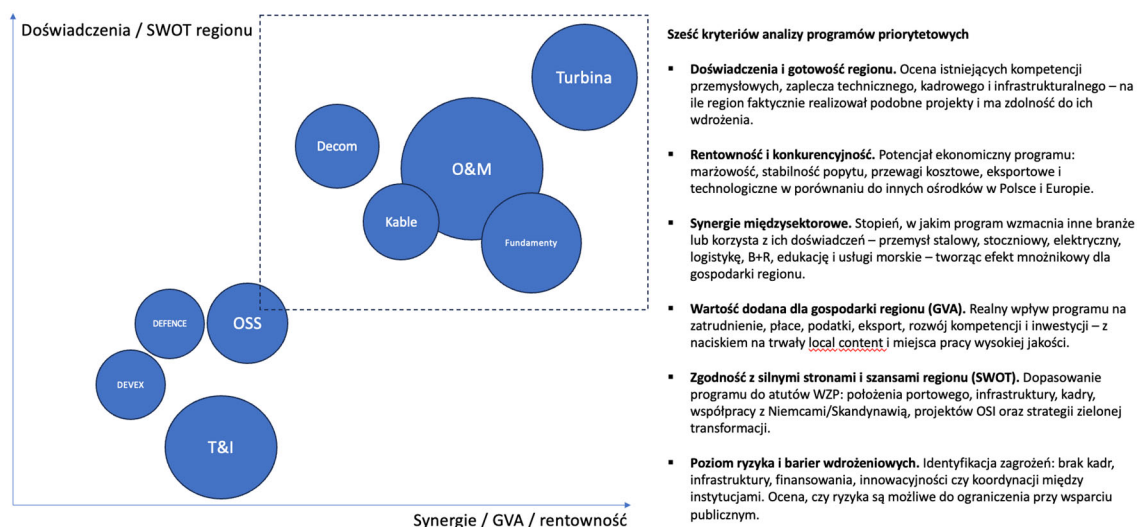
Źródło: opracowanie własne

W centralnym punkcie Programu znajdują się tzw. Pakiety Branżowe wokół kluczowych segmentów zakupowych morskich farm wiatrowych. Ich realizacja będzie budować pozycję Polski jako lidera produkcji i instalacji elementów turbin, kabli i stacji transformatorowych. Osiągnięcie takiej pozycji wymaga inwestycji zarówno w infrastrukturę produkcyjną, jak i rozwój technologiczny, a także współpracy z partnerami międzynarodowymi.

18 SYSTEMOWY ROZWÓJ ŁAŃCUCHÓW DOSTAW BRANŻ PRIORYTETOWYCH

Autorzy uznają, że program dla offshore wind powinien być skierowany na specjalizacje regionalne. Branże priorytetowe zostały wybrane na podstawie sześciu kluczowych kryteriów. Po pierwsze oceniono doświadczenia i gotowość regionu, uwzględniając istniejące kompetencje przemysłowe, zaplecze techniczne, kadrowe i infrastrukturalne oraz realną zdolność do wdrożenia projektów w danym obszarze. Drugim kryterium była rentowność i konkurencyjność, czyli potencjał biznesowy segmentu, stabilność popytu, marżowość oraz możliwości eksportowe i technologiczne w porównaniu z innymi ośrodkami w kraju i Europie. Trzecim elementem były synergie międzysektorowe, odzwierciedlające wpływ programu na rozwój powiązanych branż – stoczniowej, stalowej, kablowej, elektrycznej, logistycznej, usług morskich, edukacji czy B+R – oraz jego efekt mnożnikowy dla gospodarki regionu. Kolejne kryterium dotyczyło wartości dodanej i obejmowało ocenę tworzenia wysokiej jakości miejsc pracy, wzrostu płac, podatków, inwestycji i trwałego local content. Piątym kryterium była zgodność z mocnymi stronami i szansami regionu, w tym jego położeniem portowym, infrastrukturą, dostępem do rynków bałtyckich, współpracą międzynarodową oraz celami zielonej transformacji. Ostatnim czynnikiem był poziom ryzyka i bariery wdrożeniowe, obejmujące potencjalne ograniczenia w zakresie kadr, infrastruktury, finansowania, innowacyjności oraz koordynacji instytucjonalnej – z oceną, na ile mogą one zostać zredukowane dzięki mechanizmom wsparcia publicznego.

Rysunek 16. Identyfikacja priorytetów branżowych offshore wind dla Regionu



Źródło: Opracowanie własne

Na podstawie szczegółowej analizy potencjału gospodarczego i infrastrukturalnego regionu oraz oceny szans rynkowych w europejskim sektorze offshore wind, wyselekcjonowaliśmy pięć priorytetowych kierunków produktowych i usługowych, które stanowią fundament przyszłego ekosystemu przemysłowego województwa.

Są to:

- Najnowocześniejsze turbiny (gondola, łopaty, wieża) morskich farm wiatrowych.
- Fundamenty przyszłości.
- Kable dla stabilnego i bezpiecznego przesyłu energii.
- Innowacyjne usługi O&M (utrzymanie i serwis farm morskich).
- Repowering, demontaż i rekonstrukcje farm dla ciągłego rozwoju branży.

Każdy z tych segmentów opiera się też na już istniejących lub planowanych inwestycjach o strategicznym znaczeniu — takich jak te Zarządu Morskich Portów Szczecin-Świnoujście, fabryki gondoli Vestas, zakładu Windar, bazy logistycznej TFK czy potencjału Stoczni Szczecińskiej Wulkan lub infrastruktury Portu Police — oraz tworzy przestrzeń do rozwoju regionalnych łańcuchów dostaw, nowych miejsc pracy i innowacji technologicznych. Co więcej, ten model jest bardzo komplementarny z potencjałem innych regionów w Polsce, w szczególności województwa pomorskiego. W ten sposób Szczecin i zachodniopomorskie jest filarem krajowego zintegrowanego modelu rozwoju przemysłu morskiej energetyki wiatrowej, w którym wszystkie kluczowe ogniwa — od przygotowania, przez produkcję aż po serwis i recykling — będą miały swoje zakorzenienie.

18.1 PEŁNY ŁAŃCUCH DOSTAW DLA MORSKIEJ TURBINY WIATROWEJ

18.1.1 Uzasadnienie wyboru segmentu dla programów priorytetowych

Pakiet zakupowy „Turbina wiatrowa” to projekt o charakterze ogólnoeuropejskim. Produkcja morskich turbin wiatrowych to projekt o szczególnym znaczeniu dla Europy z kilku kluczowych powodów. Po pierwsze, Unia Europejska posiada silną pozycję w globalnym rynku produkcji turbin wiatrowych, co jest wynikiem zarówno

technologicznego zaawansowania, jak i strategicznej lokalizacji wielu zakładów produkcyjnych. W UE znajduje się około 30% globalnych fabryk produkujących turbiny wiatrowe, co sprawia, że region ten jest liderem w dziedzinie technologii wiatrowej⁹⁷. To umożliwiło Europie nie tylko zaspokojenie własnych potrzeb energetycznych, ale również eksport technologii na rynki zagraniczne, w tym do Ameryki Północnej i Azji.

Jednakże, mimo że Europa jest liderem w produkcji, branża napotyka na poważne wyzwania, które mogą zaważyć na przyszłym jej rozwoju. Największym problemem jest pewność popytu - powolny proces wydawania pozwoleń na nowe instalacje wiatrowe, co stwarza niepewność co do terminu zamówień. Ponadto, skokowy, dynamiczny wzrost liczby instalacji może doprowadzić do wąskich gardeł w łańcuchu dostaw, co z kolei może wymusić zaangażowanie produkcji spoza granic UE, zwłaszcza jeśli weźmie się pod uwagę ryzyko związane z dostępem do surowców krytycznych, takich jak metale ziem rzadkich używane w generatorach turbin. Z drugiej strony, ambitne cele UE na 2030 r., zakładające instalację ponad 100 GW nowych farm wiatrowych, stwarzają ogromne możliwości dla rozwoju branży. Coroczny stabilny wzrost tempa instalacji jest niezbędny, aby sprostać tym założeniom, co z kolei może napędzać inwestycje w nowe technologie i zakłady produkcyjne.

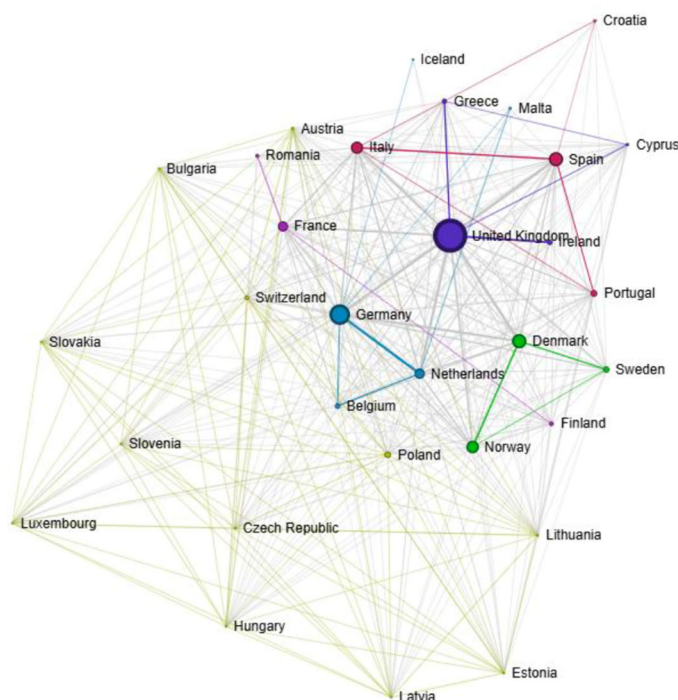
Pomimo tych wyzwań, europejscy producenci turbin wiatrowych odgrywają kluczową rolę na światowym rynku, a unijne firmy OEM zdominowały rynek europejski, dostarczając niemalże wszystkie turbiny instalowane w Europie w 2021 r. Jednakże, wzrost konkurencji ze strony Chin, które w 2021 r. zainstalowały na swoim terytorium w jednym roku tyle samo mocy w *offshore wind*, co Unia Europejska w całej swojej historii, stanowi poważne wyzwanie. Rosnący protekcjonizm gospodarczy na świecie oznacza, że kraje dysponujące swoimi technologiami, priorytetyzują zakupy właśnie tych rozwiązań dla własnych farm. Dodatkowo, postęp technologiczny producentów chińskich jest bardzo znaczący. Chiny dynamicznie rozwijają swój sektor morskiej energetyki wiatrowej, choć obecnie większość eksploatowanych morskich turbin wiatrowych ma moc poniżej 10 MW, najczęściej w przedziale 4-6 MW. W ciągu najbliższych kilku lat technologie poniżej 10 MW zostaną w dużej mierze wycofane, a w latach 2025–2030 rynek zdominują instalacje turbin o mocy od 10 do 20 MW. Po 2030 r. przewiduje się wprowadzenie na szeroką skalę turbin o mocy przekraczającej 20 MW. Po wycofaniu taryf FiT (ang. *Feed-in-Tariff*) w 2022 r. tempo wprowadzania nowych produktów w Chinach znacząco wzrosło, co przyspiesza wdrażanie turbin o większej mocy. Ambitne cele Chin zakładają osiągnięcie 50 GW mocy zainstalowanej w *offshore* do 2025 r., 200 GW do 2030 r. i aż 1000 GW do 2050 r., co dodatkowo napędza wyścig technologiczny w tym kraju. Chińscy producenci turbin agresywnie przechodzą z jednej generacji turbin na kolejną, czasami pomijając technologie pośrednie. Takie podejście, mimo że przyspiesza rozwój technologii, niesie ryzyko nieprzewidzianych problemów z niezawodnością nowych produktów ze względu na ograniczone doświadczenia operacyjne.⁹⁸

Europejscy producenci muszą zatem zwiększyć swoje wysiłki w zakresie innowacji i efektywności, aby utrzymać przewagę konkurencyjną. Produkcja turbin *offshore* w Europie jest projektem o strategicznym znaczeniu, który wymaga dalszych inwestycji w badania i rozwój, wsparcia politycznego oraz optymalizacji łańcucha dostaw. Sieć współpracy między krajami europejskimi (patrz rysunek poniżej) była fundamentem rozwoju tej technologii. W obliczu rosnącej konkurencji globalnej, zwłaszcza ze strony Chin, europejski sektor wiatrowy musi kontynuować intensyfikację działań, aby zachować swoją pozycję lidera i wspierać realizację ambitnych celów klimatycznych UE.

⁹⁷ Wind Energy in the European Union "Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains & Markets"

⁹⁸ ERM, Brinckmann, GLOBAL SUPPLYCHAIN STUDY

Rysunek 17. Energetyka wiatrowa – Sieć współpracy między krajami europejskimi na podstawie recenzowanych artykułów rocznie.



Źródło: JRC na podstawie TIM, 2025.

Segment produkcji komponentów dla turbin wiatrowych staje się również kluczowy dla rozwoju polskiego sektora energetyki wiatrowej, zarówno *onshore*, jak i *offshore*, ze względu na realizowane inwestycje oraz istniejące już firmy, które odgrywają istotną rolę na rynku międzynarodowym (wieże wiatrowe, łopaty, obudowy gondol, transformatory). Polska ma znaczący potencjał, który zaczyna być wykorzystywany, jednak istnieje jeszcze wiele możliwości na dalszy rozwój tego sektora.

Kluczowe synergie z polską gospodarką

Technologie kompozytowe i metalowe. Produkcja gondol, łopat oraz wież dla turbin *onshore* i *offshore* wymaga podobnych procesów technologicznych. Region posiada zakłady zdolne do produkcji tych elementów (i podkomponentów), a rozwój produkcji dla sektora *onshore* może zostać łatwo przeniesiony na potrzeby *offshore*, co zwiększa potencjał eksportowy kraju.

Inżynieria i automatyzacja. Polska ma silną pozycję w zakresie inżynierii systemów automatyzacji oraz rozwiązań IT, które są kluczowe zarówno dla turbin *onshore*, jak i *offshore*. Firmy takie jak ABB czy KK Wind Solutions mogą wspierać rozwój obu tych sektorów, tworząc synergie technologiczne i operacyjne.

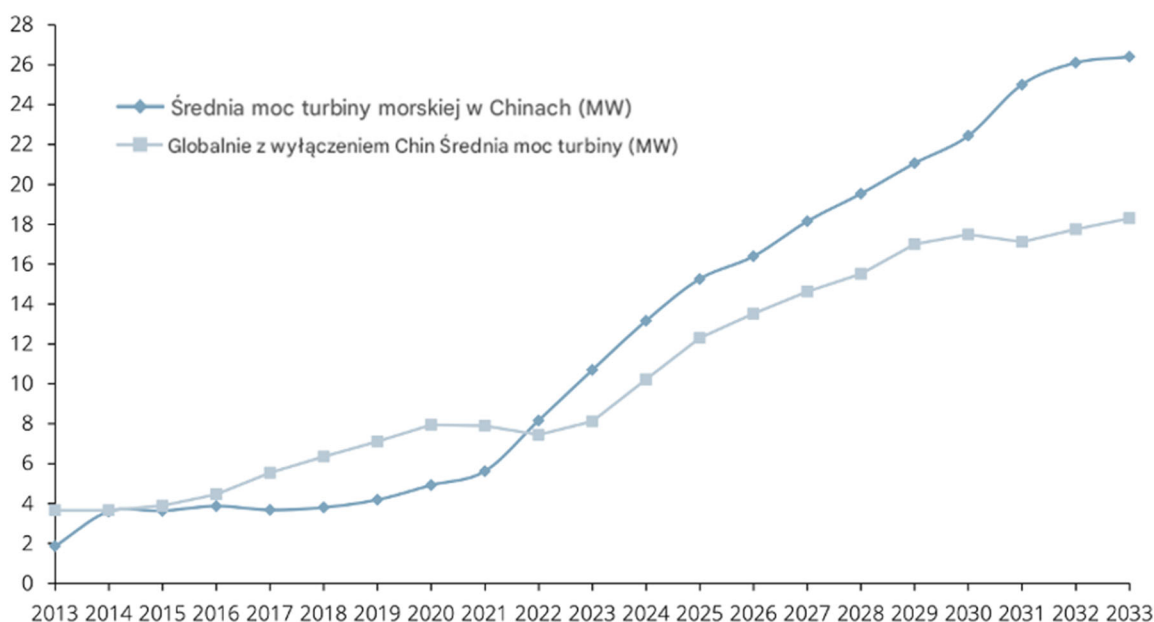
Logistyka i infrastruktura. Polska ma dostęp do portów nad Bałtykiem, które mogą służyć zarówno dla transportu turbin *onshore*, jak i *offshore*. Rozwój sektora *offshore* może przyczynić się do modernizacji polskich portów oraz rozbudowy infrastruktury logistycznej, co również korzystnie wpłynie na sektor *onshore*.

Zachodni producenci turbin koncentrują się na rozwijaniu technologii o mocy 15-20 MW oraz zwiększeniu wolumenu produkcji w ciągu najbliższych pięciu lat. Aby obniżyć koszty w rejonach o niskiej prędkości wiatru, producenci turbin historycznie stawiali na dłuższe łopaty wirników. Producenci turbin, we współpracy z dostawcami komponentów, skupiają się na rozwijaniu dłuższych łopat, generatorów o wyższej mocy nominalnej

oraz wyższych wież, co ma na celu poprawę efektywności i redukcję kosztów⁹⁹. Chińscy producenci turbin przygotowują się do masowego przejścia na technologie napędu przekładni średnioobrotowej (*Medium-Speed Gear Drive - MS GD*) oraz stosowania łopat z włókna węglowego w swoich platformach nowej generacji. Przykładowo, Goldwind porzucił swoją dotychczasową technologię bezpośredniego napędu (*DD*) na rzecz *MS GD*, podczas gdy Dongfang wprowadził zarówno technologie *DD*, jak i *MS GD* o mocy 18 MW.

Chiny stają się kluczowym graczem w globalnym rozwoju morskiej energetyki wiatrowej, a krajowi producenci turbin są przygotowani, aby budować znaczącą przewagę technologiczną. Dzięki silnemu zaangażowaniu rządu, rosnącemu rynkowi krajowemu oraz naciskowi na innowacje, chińskie firmy mają dobrą pozycję, aby dalej rozwijać technologie turbin wiatrowych dla sektora *offshore* i redukować koszty. Taka strategia wzmacnia ich konkurencyjność zarówno na rynku krajowym, jak i międzynarodowym. Od 2023 r. średnia moc turbiny morskiej zainstalowanej w Chinach jest wyższa od tych zainstalowanych w innych częściach świata (wykres poniżej).

Wykres 12. Trendy wielkości turbin do 2033 roku.



Źródło: ERM, Brinckmann

18.1.2 Model biznesowy

Projektowanie. Projektowanie morskiej turbiny wiatrowej to proces, który obejmuje aspekty od analizy kluczowych czynników środowiskowych, takich jak prędkość wiatru, głębokość akwenu oraz rodzaj podłoża morskiego. Turbina składa się z kilku podstawowych części, w tym wieży, wirnika z łopatkami oraz gondoli, w której umieszczony jest generator i inne istotne elementy. Podczas projektowania należy uwzględniać aspekty związane z konserwacją oraz wpływem na środowisko, dbając o to, aby konstrukcja była wystarczająco trwała, by wytrzymać ekstremalne warunki pogodowe i funkcjonować efektywnie przez długi okres. Kluczową rolę w

⁹⁹ ERM. Brinckmann, Supply Chain Study

procesie odgrywają kompetencje z dziedziny aerodynamiki, mechaniki, elektroniki oraz inżynierii środowiskowej. Chociaż producenci turbin wiatrowych często opracowują własne projekty, niejednokrotnie korzystają z usług zewnętrznych specjalistów, którzy wspierają ich w badaniach, projektowaniu oraz przeprowadzaniu analiz technicznych. Wykonawcą projektu są dostawcy turbin, którzy silnie chronią dostęp do własności intelektualnej.

Jedynie decyzją korporacyjną producenta turbin można umieścić w Polsce usługi inżynieryjne w tym zakresie.

Jednak, polskie firmy inżynieryjne – wokół firm dostarczających komponenty tzw. Tier 2 - mogą uczestniczyć w projektach rozwojowych, aby nabywać kompetencje w zakresie budowy turbin wiatrowych. W projekcie turbiny wiatrowej dostawcami mogą być różne podmioty, zależnie od etapu realizacji projektu i specyficznych komponentów wymaganych w procesie konstrukcyjnym.

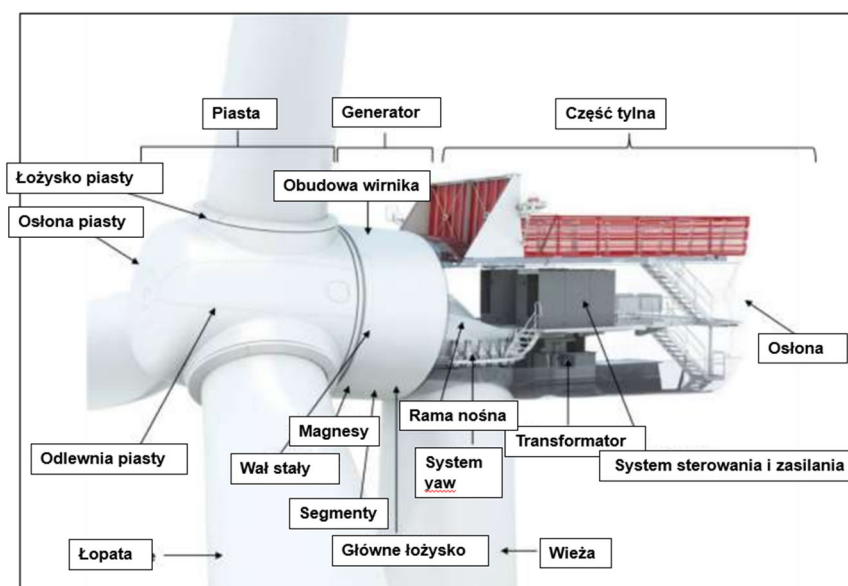
W łańcuchu dostaw dla konkretnego projektu turbiny wiatrowej wyróżniamy następujące role:

- **Dostawcy technologii.** Komponenty takie jak systemy sterowania, generatory czy przekładnie są zazwyczaj dostarczane przez globalnych graczy technologicznych z własnymi wewnętrznymi centrami rozwoju. Projektowanie turbiny to skomplikowany proces, który obejmuje aerodynamikę, mechanikę i inżynierię środowiskową. Polskie jednostki B+R mogłyby zaangażować się w projektowanie i optymalizację kluczowych komponentów turbiny we współpracy z producentami Tier 1. Dostawcy systemów elektronicznych i automatyki to potencjalne pole do współpracy: kontrola turbin i systemów monitorowania wymaga zaawansowanych rozwiązań z zakresu elektroniki i automatyki, które mogą być wykorzystywane, instalowane i testowane. Turbiny muszą spełniać rygorystyczne standardy, a proces certyfikacji i testowania jest nieodłącznym elementem każdego projektu. Polskie firmy, mogłyby odegrać kluczową rolę w certyfikacji i testach turbin, zapewniając zgodność z międzynarodowymi standardami, np. w powiązaniu z wymogami przy uzyskiwaniu pozwoleń na budowę lub użytkowanie farmy.
- **Dostawcy materiałów konstrukcyjnych:** Podstawowe komponenty turbiny, takie jak wieża, obudowa gondoli, łopaty wirnika czy elementy mechaniczne, odlewy są dostarczane przez wyspecjalizowane firmy. Firmy produkujące konstrukcje, jak choćby Baltic Towers, mogą aktywnie uczestniczyć w rozwoju tego produktu na potrzeby zarówno swoich klientów, jak i innych projektów budowy turbin.

Model biznesowy Vestas, jednego z wiodących producentów turbin wiatrowych na świecie, jest przykładem kompleksowego podejścia do rynku energetyki wiatrowej, które obejmuje wszystkie kluczowe etapy cyklu życia produktu, od projektowania po serwisowanie. Vestas skutecznie łączy innowacyjność z zrównoważonym rozwojem, co pozwala firmie nie tylko na osiągnięcie przewagi konkurencyjnej, ale również na budowanie długoterminowych relacji z klientami oraz lokalnymi partnerami. Vestas jest liderem w segmencie lądowej energetyki wiatrowej, gdzie jego działalność opiera się na ponad 40-letnim doświadczeniu.

Uzupełniając projektowania, budowę i sprzedaż turbin, ważnym elementem modelu biznesowego Vestas jest działalność serwisowa. Firma jest globalnym liderem w obszarze serwisowania turbin wiatrowych, obsługując instalacje o łącznej mocy ponad 100 GW na całym świecie. Vestas stawia na nowoczesne technologie, takie jak zaawansowane systemy monitorowania i AI, które pozwalają na optymalizację pracy turbin oraz proaktywne zarządzanie ich wydajnością. Dzięki temu klienci Vestas mogą liczyć na wysoką niezawodność i długowieczność swoich inwestycji.

Rysunek 18. Główne komponenty morskiej turbiny wiatrowej na przykładzie turbiny Siemens Gamesa (2019).



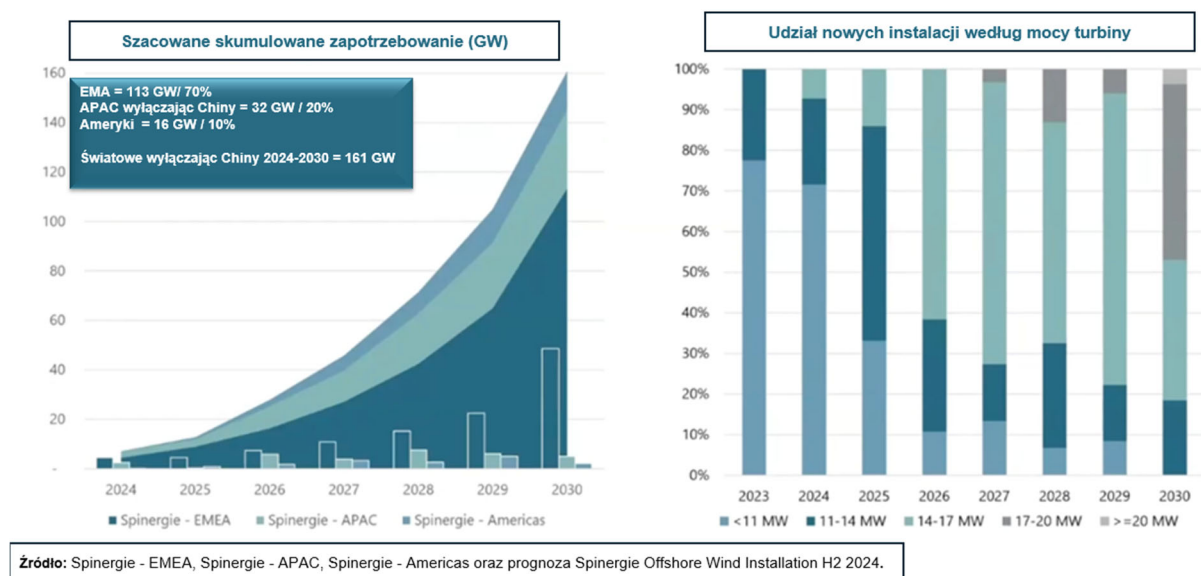
Źródło: Siemens Gamesa Renewable Energy

Polska jest już obecna na mapie dostaw w łańcuchu dostaw turbin morskich. Vestas, globalny lider w produkcji turbin wiatrowych, który ma swoją obecność również w Polsce, jest zaangażowany w rozwój farm wiatrowych na Bałtyku. Vestas odgrywa kluczową rolę jako dostawca technologii dla farm offshore i współpracuje z polskimi firmami w celu rozwinięcia lokalnych łańcuchów dostaw. Vestas jest w trakcie budowy montowni gondoli do turbin. Rozważa również ulokowanie inwestycji w produkcję łopat. Baltic Towers buduje największą w regionie fabrykę wież wiatrowych dla turbin. Windar to drugi producent wież wiatrowych, który dostarcza swoje produkty dla farm offshore, a który buduje obecnie fabrykę w Polsce. KK Wind Solution to firma specjalizująca się w dostarczaniu rozwiązań systemów elektrycznych i automatyzacji dla turbin wiatrowych, która rozwija swoje usługi także dla sektora offshore i ma swoje zakłady produkcyjne w Polsce. ABB to globalny dostawca technologii, w tym rozwiązań automatyzacji i cyfryzacji dla sektora energetycznego, który jest zaangażowany w rozwój technologii dla farm wiatrowych. ABB współpracuje z firmami na rynku polskim, dostarczając komponenty dla farm wiatrowych zarówno onshore, jak i offshore. Jupiter Bach to producent osłon gondoli dla turbin wiatrowych, który współpracuje z wieloma globalnymi graczami, w tym z firmami działającymi na rynku polskim. LM Wind Power (GE Renewable Energy) to globalny producent łopat należący do GE, który rozwija swoje projekty również w Polsce. Firma obecnie dostarcza komponenty z Polski dla projektów onshore.

HINE Group otworzyła w 2025 roku swoją pierwszą fabrykę w Polsce, lokalizowaną w parku logistycznym Fortress Logistics Park Stargard, ok. 30 km od Szczecina. Zakład o powierzchni 5 600 m² (5 200 m² produkcji + 400 m² zaplecza biurowego i socjalnego) zaprojektowano jako hub produkcyjno-serwisowy, który będzie produkował komponenty hydrauliczne i systemy chłodzenia dla morskich turbin wiatrowych oraz świadczył usługi serwisowe, konserwacyjne i szkoleniowe¹⁰⁰.

¹⁰⁰ <https://offshorewindpoland.pl/hine-group-otwiera-fabryke-w-polsce-i-stawia-na-rynek-morskiej-energetyki-wiatrowej/>

Wykres 13. Udział wielkości turbin na tle rozwoju w regionach Europy i APAC do 2030 roku.



Źródło: Cadeler

Regionalny rynek dostawców Tier 2 dla turbin energetyki wiatrowej ma duży potencjał, szczególnie w zakresie produkcji komponentów dla turbin *onshore*, który jednak nie jest w pełni wykorzystany. Polska ma długą tradycję przemysłową, która mogłaby zostać zaadaptowana na potrzeby sektora wiatrowego, tworząc synergie między produkcją komponentów dla turbin *onshore* i *offshore*. Produkcja komponentów dla turbin *onshore* może wykorzystać istniejącą infrastrukturę przemysłową, wiedzę inżynierską oraz zaplecze techniczne, które są kluczowe dla rozwoju *offshore wind*. Współpraca między firmami z tych dwóch segmentów może przyczynić się do obniżenia kosztów, zwiększenia skali produkcji oraz poprawy konkurencyjności polskiego sektora na arenie międzynarodowej.

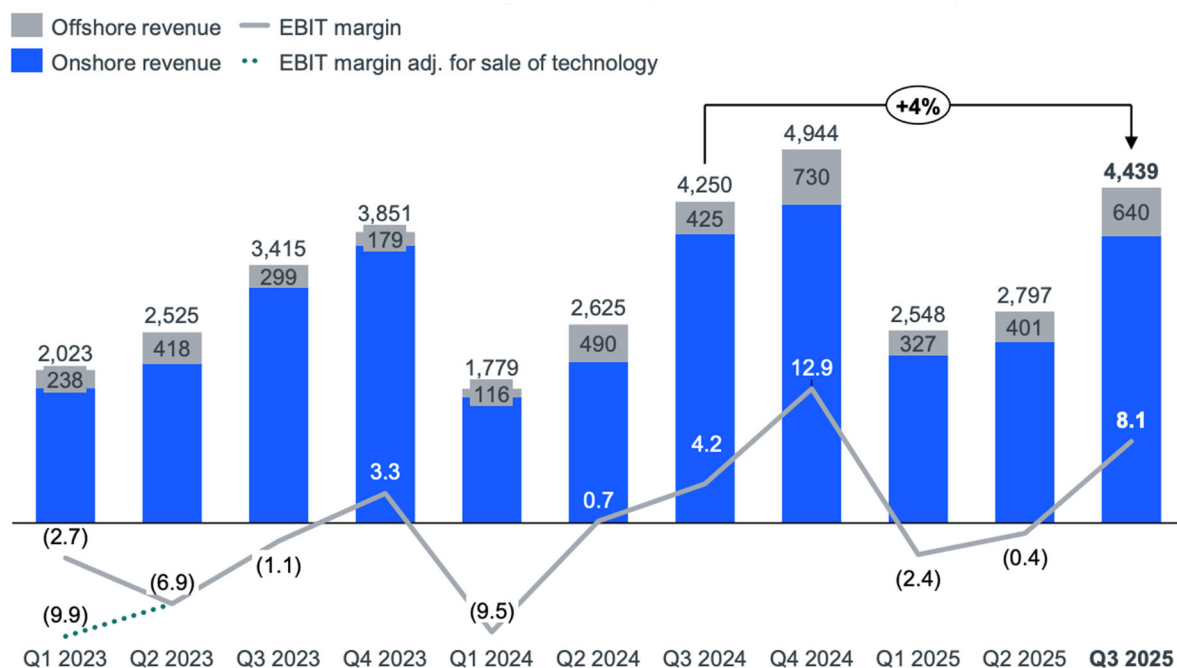
Koszty związane z produkcją turbin wiatrowych są zdominowane przez kilka kluczowych komponentów, które mają największy udział w całkowitym budżecie. Największą część kosztów stanowią łopaty (18-20%) oraz wieża, w tym blacha gruba i kołnierze (17-20%). Są to elementy wymagające znacznych nakładów surowcowych i zaawansowanych procesów technologicznych, co czyni je priorytetowymi obszarami dla optymalizacji kosztów oraz ważnych inwestycji w lokalizację produkcji. Kolejnym istotnym elementem są przekładnie (16%), które odgrywają kluczową rolę w funkcjonowaniu turbiny, oraz generator (9-11%), którego udział w kosztach wskazuje na rosnące znaczenie innowacji w zakresie efektywności energetycznej. Ważnym aspektem w konstrukcji turbin są także mechanizmy zmiennej prędkości (10-12%), które wpływają na stabilność i wydajność operacyjną.

Mniejsze, ale wciąż istotne elementy kosztów obejmują piastę (3-4%), mechanizmy i łożyska *pitch* (3-5%), oraz połączenia elektryczne (5%), które odpowiadają za precyzję działania i integrację systemów. Rama główna (4%) i kontrola wraz z systemami bezpieczeństwa (3%) stanowią ważne wsparcie konstrukcyjne i operacyjne, zapewniając stabilność i bezpieczeństwo turbiny w trudnych warunkach morskich.

Najmniejszy udział w kosztach mają osłona przednia (1%), hamulce mechaniczne (1%), oraz hydraulika i system chłodzenia (2%), co wskazuje na stosunkowo mniejsze wymagania kapitałowe dla inwestycji w tych obszarach. Zidentyfikowane proporcje wskazują na potencjalne obszary, w których polskie firmy mogą rozwijać swoje kompetencje i oferować rozwiązania. Zwiększenie lokalnego udziału w tych segmentach może przyczynić się do poprawy konkurencyjności polskiego sektora *offshore* na arenie międzynarodowej.

Ulokowanie w Szczecinie **fabryki montażowej gondoli** jest bardzo dobrym przykładem w jaki sposób taka inwestycja może spowodować zapotrzebowanie na kolejne produkty i usługi (na poziomie *Tier 2*). Montaż gondoli (ang. *nacelle*) turbiny wiatrowej składa się z kilku kluczowych etapów, które wskazują na multidyscyplinarny aspekt procesu produkcji całej turbiny. Każdy z tych etapów wymaga specyficznych materiałów i komponentów, które są niezbędne do prawidłowego montażu oraz zapewnienia wysokiej jakości i niezawodności gotowego produktu, zgodnie z opisem poniżej – na przykładzie turbiny Vestas. Montaż ramy dolnej i ramy do osiowania (ang. *yaw and bottom frame assembly*). W tym kroku montowana jest rama dolna gondoli oraz struktura umożliwiająca obracanie gondoli zgodnie z kierunkiem wiatru (ang. *yaw system*). Wymagane materiały to głównie **odlewy, stalowe profile i elementy spawane**, które muszą być precyzyjnie wykonane, aby zapewnić stabilność całej konstrukcji. Potrzebne są również **systemy łożysk** oraz **komponenty mechaniczne** do osiowania. Kolejnym etapem jest montaż układu napędowego, który przenosi energię z łopat na generator. Do tego kroku niezbędne są **wały napędowe, przekładnie, łożyska** oraz **systemy chłodzenia**. Układ napędowy musi być precyzyjnie zamocowany do ramy, co wymaga zastosowania zaawansowanych **technologii mocujących** oraz precyzyjnych narzędzi montażowych. Moduł tylny zawiera komponenty takie jak **generator** oraz **systemy kontrolne**. Do montażu tego modułu potrzebne są materiały takie jak wysokiej jakości **stopy metali, układy chłodzenia** oraz **komponenty elektroniczne**. Ważnym elementem jest również **izolacja akustyczna i wibracyjna**, aby zapewnić cichą pracę gondoli. Na kolejnym etapie montowana jest górna rama gondoli, a także instalowane są przewody oraz instalacje niezbędne do działania różnych systemów w gondoli. Potrzebne są tutaj różne materiały, w tym **stalowe profile, przewody elektryczne** o odpowiednich parametrach oraz elementy dla innych komponentów (np. układów hydraulicznych i chłodzenia).

Wykres 14. Wyniki finansowe Vestas w zakresie „Power solutions”

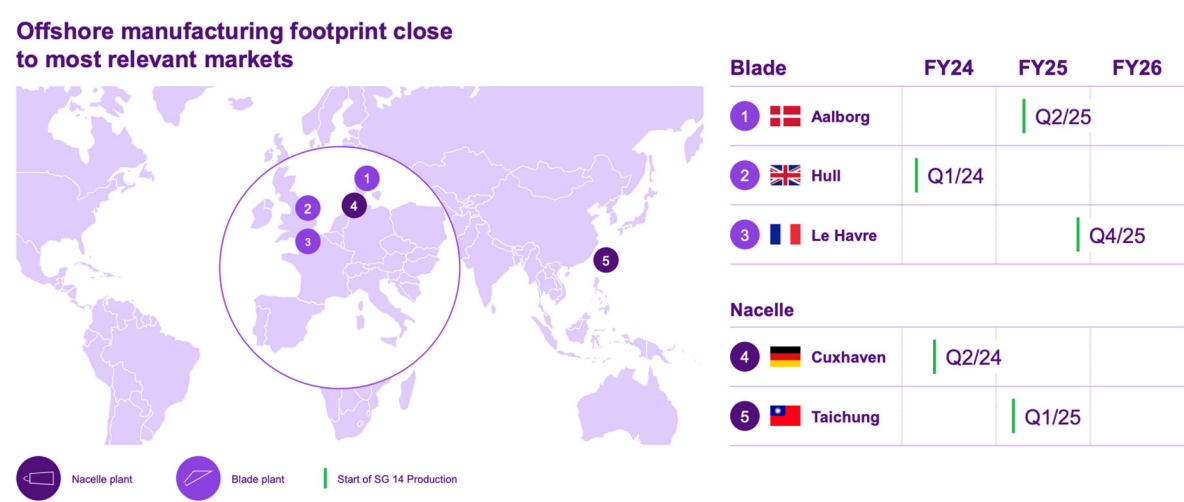


Źródło: Vestas, Q3 Earnings Call Presentation

Następnie montowana jest obudowa gondoli, która chroni wewnętrzne komponenty przed wpływem warunków atmosferycznych. Obudowa jest zwykle wykonana z **kompozytów lub stopów lekkich metali**, które są odporne na korozję i uszkodzenia mechaniczne. Montaż bocznego modułu obejmuje instalację dodatkowych systemów, takich jak systemy kontrolne, **przetwornice** oraz dodatkowe układy chłodzenia. Wymagane komponenty to

wysokiej jakości elektronika, kable oraz systemy montażowe, które umożliwiają łatwy dostęp do tych komponentów w czasie serwisu. W kolejnym kroku instalowany jest główny system chłodzenia na górze gondoli. Piasta łączy gondolę z łopatomy turbiny. Do jej montażu niezbędne są precyzyjnie wykonane elementy mechaniczne, takie jak wały, łożyska i systemy montażowe.

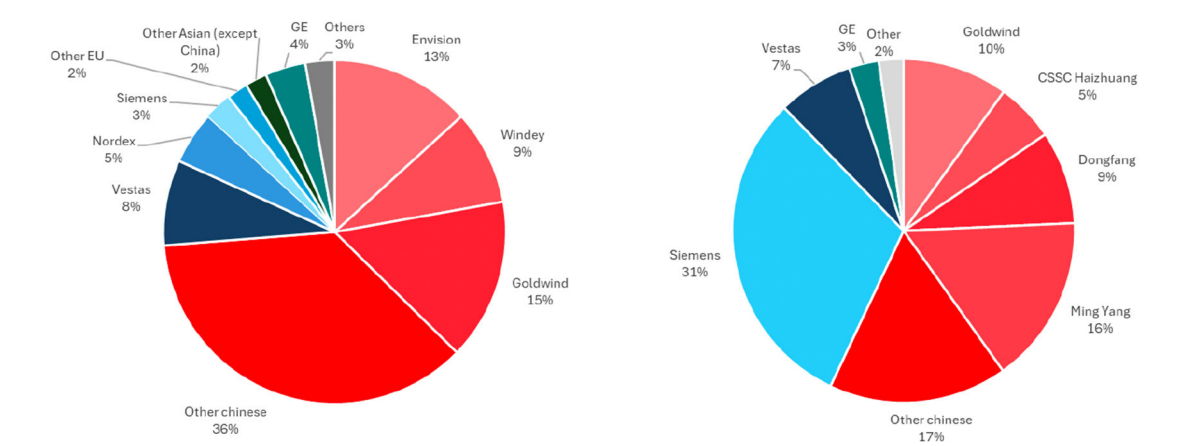
Wykres 15. Rozwój łańcucha dostaw Siemens Gamesa



Źródło: Siemens Gamesa, Capital Markets Day, sierpień 2025

Ostatnim etapem jest kompleksowe testowanie całej gondoli, aby upewnić się, że wszystkie systemy działają prawidłowo. Testy obejmują symulacje operacyjne, sprawdzanie szczelności systemów chłodzenia oraz testowanie układów elektrycznych. Wymaga to zastosowania zaawansowanej **aparatury testowej** oraz **programów diagnostycznych**.

Wykres 16. Pozycja dostawców turbin dla energetyki wiatrowej w 2024 roku (onshore i offshore).



Źródło: JRC 2025

18.1.3 Opcje strategiczne dla polskiego przemysłu w łańcuchu dostaw morskiej turbiny wiatrowej

Najlepszym krótkoterminowym strategicznym podejściem dla Regionu wydaje się być włączenie się w europejski projekt budowy turbin wiatrowych („wiatrowy Airbus”). Ta opcja, mimo ryzyka związanego z ograniczoną kontrolą nad własnością intelektualną, oferuje największe możliwości rozwoju technologicznego, wzrostu kompetencji i integracji z europejskim rynkiem technologii net-zero.

Region może wykorzystać swoje aktywa infrastrukturalne, jak i **kompetencje inżynierskie i produkcyjne**, stając się ważnym partnerem w europejskim łańcuchu dostaw, co w dłuższej perspektywie przyczyniłoby się do wzrostu gospodarczego oraz zwiększenia konkurencyjności kraju na globalnym rynku energetyki wiatrowej. Model biznesowy dla Polski jako kraju dostarczającego kluczowe komponenty do turbin wiatrowych w ramach krajowego programu priorytetowego opierać się powinien na strategicznym partnerstwie z globalnymi producentami *OEM*, - Vestas i Siemens Energy. Polska, dzięki swojej unikalnej pozycji geograficznej, rozwiniętej infrastrukturze przemysłowej i rosnącej specjalizacji technologicznej, ma potencjał, aby stać się wiodącym dostawcą komponentów dla globalnego rynku energetyki wiatrowej, bez konieczności pełnienia roli integratora całych systemów.

W ramach tego modelu, Region skoncentruje swoje wysiłki na rozwoju kompetencji w produkcji wysoce zaawansowanych technologicznie komponentów, takich jak łopaty turbin, wieże, systemy elektryczne, odlewy a także elementy systemów zarządzania energią. Kluczowym aspektem tego modelu będzie bliska współpraca z czołowymi producentami turbin, którzy będą pełnić rolę integratorów, natomiast polskie przedsiębiorstwa będą dostarczać niezbędne podzespoły na najwyższym światowym poziomie.

Taki model biznesowy zakłada inwestycje w nowoczesne linie produkcyjne, które pozwolą na masową produkcję komponentów spełniających rygorystyczne standardy jakościowe i ekologiczne. Istotnym elementem będzie także rozwój infrastruktury transportowej i portowej, która umożliwi sprawną dystrybucję gotowych produktów do stoczni, portów i bezpośrednio na miejsca montażu turbin.

Istotnym filarem tego modelu biznesowego powinna być jednocześnie współpraca z uczelniami i ośrodkami badawczo-rozwojowymi, które będą wspierać rozwój nowych technologii oraz prowadzić prace nad dalszym zwiększeniem efektywności komponentów, jak i całych turbin wiatrowych. Inwestycje w innowacje pozwolą na nieustanne doskonalenie produktów, co wzmocni pozycję Regionu jako kluczowego dostawcy komponentów dla globalnego rynku *offshore wind*.

Podsumowując, **model biznesowy dla Regionu (i jednocześnie całego kraju) jako kluczowego dostawcy komponentów do turbin wiatrowych zakłada skoncentrowanie się na produkcji zaawansowanych technologicznie elementów, rozwój lokalnych łańcuchów dostaw oraz bliską współpracę z globalnymi liderami rynku z europejskim rodowodem.** Takie podejście pozwoli Polsce na zbudowanie silnej pozycji w globalnym rynku *offshore wind*, wspierając jednocześnie rozwój krajowego sektora zaawansowanych technologii i gospodarki niskoemisyjnej. Polska jako kluczowy partner europejskiego sektora *offshore wind*, powinna dążyć do wzmocnienia swojej pozycji poprzez rozwój synergii z liderami branży oraz stworzenie sprzyjających warunków do rozwoju krajowego sektora morskiej energetyki wiatrowej. Strategia wsparcia europejskich firm produkujących turbiny *offshore wind* powinna opierać się na trzech kluczowych filarach: współpracy międzynarodowej, rozwoju lokalnych kompetencji oraz wsparciu finansowemu i regulacyjnym. W kontekście rosnącej roli energii wiatrowej w globalnym miksie energetycznym oraz znaczących postępów technologicznych i inwestycji w badania i rozwój w tej dziedzinie, Polska, poprzez rolę Regionu zachodniopomorskiego i Szczecina ma szansę stać się liderem w kluczowych komponentach dla budowy turbin wiatrowych. Aby osiągnąć tę pozycję, konieczne jest wdrożenie kompleksowej strategii, która skupi się na kilku kluczowych aspektach:

- Rozwój kluczowych komponentów.
- Promocja inwestycji zagranicznych, przyciąganie zagranicznych inwestycji poprzez tworzenie dogodnych warunków dla budowy nowych zakładów produkcyjnych.
- Dialog z polskimi dużymi firmami przemysłowymi pod kątem rozwinięcia konkretnych produktów na potrzeby sektora energetyki wiatrowej, poszukując synergii z ich dotychczasową działalnością.
- Inwestycje w badania i rozwój. Polska powinna zwiększyć inwestycje w badania i rozwój w sektorze energii wiatrowej, koncentrując się na innowacyjnych technologiach.

- Współpraca z czołowymi ośrodkami badawczymi i przemysłowymi. Polska powinna zacieśnić współpracę z wiodącymi ośrodkami badawczymi w Europie i na świecie, takimi jak Niemcy, Dania.
- Rozwój kompetencji i kadry inżynierskiej. Polska musi zainwestować w rozwój kadr inżynierskich, które będą w stanie projektować i produkować zaawansowane komponenty dla turbin wiatrowych. Kluczowe jest tworzenie programów edukacyjnych oraz szkoleń w zakresie nowoczesnych technologii energetycznych, które będą dostosowane do potrzeb dynamicznie rozwijającego się sektora turbin.
- Zwiększenie udziału w europejskich i globalnych programach finansowania. Polska powinna aktywnie uczestniczyć w europejskich programach finansowania badań i innowacji, aby uzyskać dostęp do funduszy na rozwój technologii turbin wiatrowych.

Dzięki realizacji powyższej strategii Region ma szansę stać się wiodącym producentem i dostawcą zaawansowanych komponentów do turbin wiatrowych, co przyniesie korzyści gospodarcze oraz wzmocni pozycję kraju w globalnym wyścigu technologicznym w sektorze energii odnawialnej.

Tabela 13. Udziały w kosztach poszczególnych elementów w turbinie morskiej farmy wiatrowej.

Komponent	Średni udział w kosztach (%)	Potencjał Polski
Łopaty (Blades)	18-20%	WYSOKI
Piasta (Hub)	3%-4%	WYSOKI
Mechanizmy i łożyska pitch	3–5%%	ŚREDNI
Ośłona przednia turbiny (Spinner, Nose cone)	1%	WYSOKI
Wał wolnoobrotowy (Low speed shaft)	2%	WYSOKI
Łożyska (Bearings)	2%	ŚREDNI
Przekładnia (Gearbox)	16%	ŚREDNI
Hamulce mechaniczne	1%	ŚREDNI
Generator	9-11%%	WYSOKI
Elektronika zmiennej prędkości	10%-12%	WYSOKI
Mechanizm yaw i łożyska	2%	ŚREDNI
Rama główna (Main frame)	4%	WYSOKI
Połączenia elektryczne	5%	WYSOKI
Hydraulika, system chłodzenia	2%	WYSOKI
Ośłona gondoli (Nacelle cover)	2%	WYSOKI
Kontrola, bezpieczeństwo	3%	WYSOKI
Wieża, w tym blacha gruba i kołnierze	17-20%	WYSOKI
RAZEM POTENCJAŁ (bez blachy grubej)		~65%

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując, strategia Polski wspierania europejskich firm produkujących turbiny *offshore wind* powinna opierać się na wsparciu Regionu w budowie europejskiego hubu turbin - współpracy międzynarodowej, rozwoju

lokalnych kompetencji i infrastruktury, a także zapewnieniu odpowiednich mechanizmów wsparcia finansowego i regulacyjnego.

18.1.3.1 Kluczowe kompetencje i partnerstwa

Współpraca z kluczowymi europejskimi OEM w branży turbin wiatrowych stanowi strategiczny krok dla Regionu i Polski w celu włączenia się w globalne łańcuchy dostaw i umocnienia swojej pozycji w tym sektorze. Kluczowi gracze na rynku będą oczekiwać dostarczenia wysoko wykwalifikowanej kadry, szczególnie w obszarach inżynierii, produkcji oraz badań i rozwoju. W tym kontekście **Polska powinna stać się hubem technologiczno-produkcyjnym, oferującym specjalistyczne kompetencje, które będą wsparciem dla zaawansowanych technologicznie projektów realizowanych przez OEM-ów.**

Stabilność dostaw oraz niezawodność produktów to kolejne kluczowe aspekty, na które będą zwracać uwagę firmy OEM. Polska musi zapewnić nie tylko terminowość, ale również wysoką jakość dostarczanych komponentów, co jest niezbędne do utrzymania ciągłości produkcji turbin wiatrowych na masową skalę. Firmy OEM będą również oczekiwać wsparcia w zakresie zrównoważonego rozwoju, zwłaszcza poprzez dostarczanie niskoemisyjnych materiałów, efektywniejszych technologii produkcji oraz innowacji, które obniżą koszty produkcji turbin. Polska ma możliwość wprowadzenia nowoczesnych procesów produkcyjnych, które zredukują ślad węglowy i przyczynią się do zwiększenia efektywności energetycznej całego łańcucha dostaw. Już obecnie Vestas, we współpracy z ArcelorMittal, wprowadza na rynek niskoemisyjną stal przeznaczoną do budowy turbin wiatrowych, co znacząco redukuje emisje CO₂ w całym cyklu życia wież turbin. Stal ta jest wytwarzana w 100% z przetworzonego złomu stalowego, który jest topiony w elektrycznym piecu łukowym zasilanym w 100% energią wiatrową w zakładzie ArcelorMittal Industeel Charleroi w Belgii. Następnie stalowe slaby są rolowane w ciężkie blachy wykorzystywane do produkcji wież turbin wiatrowych w walcowni ArcelorMittal w Gijón w Hiszpanii.¹⁰¹

Ważnym elementem współpracy będzie także uczestnictwo Polski w międzynarodowych konsorcjach badawczo-rozwojowych, współfinansowanych przez UE. OEM-owie mogą oczekiwać, że Polska aktywnie zaangażuje się w takie projekty, co umożliwi dostęp do polskich innowacji oraz kompetencji, a jednocześnie wzmocni pozycję Polski jako strategicznego partnera w realizacji nowoczesnych technologii w energetyce wiatrowej.

Tabela 14. Łańcuch dostaw dla turbin wiatrowych - przykłady.

Model turbiny	Halamę X-12MW	V164-9.5 MW
Producent OEM	GE Renewable Energy (US)	Vestas (DK)
Główne komponenty:	Kraj pochodzenia/produkcji	Kraj pochodzenia/produkcji
Łopata	LM Wind Power (US/FR), Rollix (FR/FR)	Vestas (DK/UK), Rollix (FR/FR)
Łożysko łopaty	brak danych	Liebherr (CH/DE)
System pitch	Liebherr Components Biberach GmbH (CH/DE)	LJM (DK/DK)
Wał	GE Renewable Energy (US/FR)	GLUAL (ES/ES)

¹⁰¹ <https://www.vestas.com/en/media/company-news/2024/vestas-introduces-low-emission-steel-offering-for-wind--c3909530>

Model turbiny	Halamę X-12MW	V164-9.5 MW
Główne łożysko	Timken (US/RO)	Timken (US/RO)
Przekładnia	brak danych	ZF (DE/DE)
System yaw - napęd i hamulec	Liebherr Components Biberach GmbH (CH/DE)	Lafert Group (Sumitomo) (JP/IT)
System yaw - łożysko	GE Renewable Energy (US/FR)	Vestas (DK/UK)
System yaw - typ przekładni	Liebherr Components Biberach GmbH (CH/DE)	Vestas (DK/UK)
Generator	GE Renewable Energy (US/FR)	The Switch (Yaskasawa) (JP/FI)
Przetwornice	ABB (CH/PL)	Vestas (DK/DK)
Transformator	ABB Oy Transformers (CH/FI)	Siemens (DE/DE-AT)
Aparatura rozdzielcza	GE Renewable Energy (US/FR)	ABB Distribution Solutions Automation (CH/NO), Siemens (DE/DE), Mitsubishi Electric (JP/JP-CN)

Źródło: JRC, IEC, 2022

Przedstawiona powyżej analiza łańcucha dostaw dla budowy turbin offshore, na przykładzie modeli Haliade X-12MW (GE Renewable Energy) i V164-9.5 MW (Vestas), ukazuje wysoką złożoność i globalny charakter produkcji kluczowych komponentów. W łańcuchu dostaw dominuje współpraca z dostawcami z krajów o zaawansowanej infrastrukturze technologicznej, takich jak Stany Zjednoczone, Niemcy, Francja, Japonia czy Dania. W przypadku Haliade X-12MW, istotną rolę odgrywają dostawcy z USA i Francji, podczas gdy Vestas opiera swój łańcuch dostaw na partnerach z Danii, Wielkiej Brytanii i innych krajów europejskich. Komponenty takie jak łopaty, systemy *pitch*, *yaw*, generatory i transformatory pochodzą od wyspecjalizowanych firm o globalnym zasięgu, co pokazuje znaczenie międzynarodowej współpracy w realizacji projektów *offshore*.¹⁰²

Trendy skalowania morskich turbin wiatrowych: Wzrost mocy jako krytyczna dźwignia dedukcji LCoE. Sektor morskiej energetyki wiatrowej jest definiowany przez stały, dynamiczny trend skalowania mocy znamionowej turbin (*upsizing*), który jest uznawany za najistotniejszy historyczny czynnik obniżania uśrednionego kosztu energii (LCoE). Branża przeszła od turbin o mocy około 2 MW w 2002 roku do średniej mocy instalowanych turbin wynoszącej 4,8 MW w 2016 roku, a następnie do aktualnych rozwiązań komercyjnych o mocy powyżej 10 MW. Turbiny o mocy 15 MW będą najprawdopodobniej wykorzystywane w projektach rozpoczynających działalność operacyjną w 2026 roku, co odzwierciedla obecne trajektorie rynkowe.

Obecnie następuje faza konsolidacji wokół platform o mocy 15 MW, zwłaszcza wśród zachodnich producentów OEM. Zarówno Vestas, jak i GE Vernova publicznie sygnalizują plany standaryzacji wokół tej wielkości, dążąc do stabilizacji łańcucha dostaw i odzyskania inwestycji. GE Vernova koncentruje się na platformie Haliade-X o mocy 15,5 MW, traktując ją jako centralny produkt biznesowy. Podobnie Vestas koncentruje się na zwiększeniu produkcji swojego modelu 15 MW, który otrzymał certyfikat pod koniec 2023 roku, z pierwszymi dostawami w 2025 roku.

¹⁰² JRC, IEC, 2022

Jednakże, podczas gdy zachodni producenci dążą do tymczasowej standaryzacji, kluczowi producenci azjatyccy wykazują wyraźną dywergencję, kontynuując agresywny wyścig w kierunku większych mocy. Na przykład Mingyang Smart Energy ogłosił plany rozwoju turbiny o mocy 22 MW, a także poinformował o produkcji komponentów dla turbin 18–20 MW. Ponadto, na rynku pojawiły się jednostki o mocy 18 MW. Ta rozbieżność w tempie wprowadzania nowych produktów jest podkreślana przez analityków, którzy ostrzegają przed potencjalnymi problemami z jakością i kosztami gwarancji związanymi ze zbyt szybkim skalowaniem technologii w Chinach.

Kalkulacja ekonomiczna i optymalizacja LCoE. Ekonomiczne uzasadnienie ciągłego skalowania jest zakorzenione w optymalizacji kosztów na poziomie farmy. Podstawowa analiza wskazuje, że zwiększenie mocy znamionowej i średnicy wirnika jest niezbędne do zminimalizowania LCoE. Chociaż zwiększanie rozmiarów turbiny, takich jak gondola (np. 15 MW gondola ma 21–25 m długości), prowadzi do wzrostu nakładów inwestycyjnych na same turbiny oraz struktury wsparcia, jest to równoważone przez znaczną redukcję kosztów operacyjnych i instalacyjnych. Większe turbiny zmniejszają całkowitą liczbę jednostek wymaganą na farmie o stałej mocy, co prowadzi do niższych kosztów fundamentów, instalacji oraz bieżącej konserwacji i obsługi (O&M), ponieważ wymagana jest mniejsza liczba wyjazdów i interwencji serwisowych. Ponadto, większe łopaty i wyższe wieże umożliwiają dostęp do wyższych prędkości wiatru, zwiększając roczną produkcję energii.

Wyzwania logistyczne i strategiczne spowolnienie. Presja na zwiększanie mocy turbin stwarza poważne wyzwania w łańcuchu dostaw. Skalowanie komponentów, takich jak łopaty wirnika, wymaga od infrastruktury produkcyjnej i portowej, w tym portów konstrukcyjnych i serwisowych, ciągłego inwestowania w modernizację. Wzrost rozmiarów i wagi komponentów stawia pod znakiem zapytania możliwości logistyczne portów i transportu (drogi, nabrzeża), ponieważ transport lądowy i kolejowy stają się niewystarczające. Logistyczne wyzwania obejmują zapewnienie wystarczającej przestrzeni składowej w hubach produkcyjnych oraz przystosowanie nabrzeży o dużej nośności.

W obliczu tych wyzwań oraz konieczności ustabilizowania łańcucha dostaw, producenci struktur wsporczych (np. Sif Netherlands B.V.) wzywają do tymczasowego wstrzymania tempa zwiększania mocy turbin. Wskazują, że stabilizacja jest potrzebna, aby umożliwić industrializację i dojrzałe wdrożenie technologii wokół obecnych dużych platform (15 MW), zanim branża przejdzie do kolejnego cyklu skalowania. Debata ta podkreśla, że równowaga między innowacją a standaryzacją jest kluczowa dla długoterminowej rentowności sektora.

Europejscy producenci turbin stoją przed dużym wyzwaniem konkurencji chińskiej, w szczególności pod względem jednostkowej wielkości turbin. Europejski łańcuch dostaw będzie musiał się dostosować do strategicznych decyzji co do kierunków technologii. W 2025 roku ZF Wind Power ogłosił rozpoczęcie pracy najbardziej zaawansowanego i najpotężniejszego stanowiska do walidacji układów napędowych turbin wiatrowych na świecie. Nowy 30-megawatowy test rig, zlokalizowany w centrum prototypowo-testowym firmy w Lommel w Belgii, umożliwi przeprowadzanie kompleksowych badań kompletnych powertrainów – od łożysk głównych, przez przekładnię, po generatory – w warunkach odwzorowujących ekstremalne obciążenia, jakim poddawane są turbiny offshore na morzu. Stanowisko pozwala testować pełne systemy w skali 1:1, z symulacją dynamicznych sił, momentów skręcających i zginających, co znacząco skraca czas weryfikacji projektów i zwiększa bezpieczeństwo technologiczne¹⁰³.

Uruchomienie tej infrastruktury ma strategiczne znaczenie dla europejskiego rynku offshore wind, który może wejść w fazę bardzo dużych jednostek – turbin o mocy 20–30 MW. Dostęp do stanowisk testowych tej klasy jest

¹⁰³ <https://www.offshorewind.biz/2025/05/01/zf-wind-power-fires-up-powertrain-test-rig-for-30-mw-turbines/>

kluczowy dla certyfikacji nowych konstrukcji oraz dla zdobycia zaufania inwestorów i ubezpieczycieli. ZF Wind Power wzmacnia w ten sposób pozycję Europy jako centrum rozwoju technologii powertrain dla największych turbin na świecie. Dla deweloperów i operatorów farm oznacza to szybsze wdrażanie innowacji, mniejsze ryzyko awarii oraz bardziej przewidywalną ścieżkę komercjalizacji nowych modeli turbin.

Jednocześnie projekt ZF wpisuje się w kontekst narastającej konkurencji globalnej, szczególnie ze strony chińskich producentów, którzy w ostatnich latach agresywnie skalują swoje portfolio turbin offshore. Firmy takie jak Mingyang, Goldwind ogłaszają prototypy i plany komercjalizacji jednostek 20+, a Chiny inwestują równolegle w nowe stanowiska testowe potrzebne do walidacji coraz większych modeli. Przewaga kosztowa oraz szybkie cykle rozwojowe chińskich graczy stanowią rosnące wyzwanie dla europejskich OEM-ów. Brak odpowiedniej infrastruktury testowej w Europie groziłby spowolnieniem certyfikacji, opóźnieniami rynkowymi i utratą konkurencyjności względem firm azjatyckich.

18.1.3.2 Potencjalni partnerzy w łańcuch dostaw Tier 2

Rozwój pełnej zdolności produkcyjno-montażowej turbin morskich wiatrowych w Polsce wymaga zbudowania ekosystemu partnerów obejmujących wszystkie kluczowe podzespoły trzech największych modułów – gondoli (nacelle), wirnika (rotor) i wieży (tower). Poniższa mapa poddostawców wskazuje pełny zestaw firm – zarówno europejskich czempionów, jak i potencjalnych inwestorów do przyciągnięcia do Szczecina i województwa zachodniopomorskiego. Lista ta obejmuje ok. 180 podmiotów, które mogą stanowić realną bazę inwestycyjną, produkcyjną, montażową lub usługową dla Programu Turbina¹⁰⁴.

Elementy główne gondoli. Montaż gondoli (OEM / Tier 1) – Vestas (już w Szczecinie), Siemens Gamesa, GE Vernova. Fasteners (elementy złączne): – Cooper & Turner, August Friedberg, Clyde Cooper & Turner, Fuchs & Sanders, Gexpro Services, Multifix, materiały polimerowe – Nylacast.

Bedplate – łożo gondoli (odlewy i konstrukcje stalowe). Odlewnie wielkogabarytowe – Fonderia Vigevanese, MeuselWitz Guss, Sakana, Siempelkamp, Silbitz, konstrukcje spawane – szeroka grupa europejskich producentów konstrukcji stalowych.

Podstawowe elementy układu przeniesienia mocy. Łożysko główne: – Liebherr, James Walker (uszczelnienia), Schaeffler, SKF, Waukesha Bearings, thyssenkrupp. Wał główny – Brück, thyssenkrupp. Skrzynia biegów – Lamond and Murray, Moventas, Renk, ZF Wind Power. Generator: – ABB, Elin, GE, GreenSpur, Ingeteam, Leroy Somer, P.P.I Engineering, VEM.

Elementy odbioru mocy. Przekształtniki: – ABB, AVK SEG, GE Power Conversion, Ingeteam, The Switch. Transformatory – ABB, CG (Pauwels), GE Power Conversion, Schneider Group, SGB, Siemens PTD. Rozdzielnice – CG (Pauwels), GE Grid Solutions, S&C, Siemens PTD. Okablowanie: – Draka (Prysmian), Nexans, Prysmian.

System sterowania, odchylenia i monitorowania. System sterowania – Bachmann, DEIF, KK-Electronic, Mita Teknik. System odchylania gondoli (yaw) – ABB, Bonfiglioli, Bosch Rexroth, VEM. Łożysko odchylania (yaw bearing) – IMO, Liebherr, R&M Bearings International, thyssenkrupp. Condition Monitoring – Brüel & Kjær Vibro, Gram & Juhl, SecondWind, SKF.

¹⁰⁴ BVGA 2025

Systemy pomocnicze gondoli. Hamulec – Siegerland, Stromag, Svendborg. Chłodzenie: – Hydac, Windsyn. Klimatyzacja/odwilżanie: – Cotes. Anemometria – FT Technologies, Gill Instruments, Kipp & Zonen, NRG Systems, Orga, Thies, Vaisala, Vector Instruments. Ochrona przeciwpożarowa: – Danfoss, Firetrace, Minimax. UPS: – AKI Power Systems. Żuraw serwisowy: Effer, Hiab, Liftra, Palfinger Marine.

Pokrycia, obudowy, elementy drobne. Osłony gondoli: – Bach Composites Industry, Eikboom, Sigmalex Małe elementy metalowe – szeroka grupa firm obróbki metali.

Dostawcy głównych elementów wirnika. Produkcja łopat / montaż – GE, Siemens, Vestas. Formy do łopat – DFS Composites. Łączniki: – Cooper & Turner. Łożyska – R&M Bearings International.

Materiały kompozytowe (konstrukcja łopaty). Włókno, żywice, rdzenie – 3A Composites, Airtech, Diab, Gurit, Hexel, Owens Corning, PPG, SGL, Zoltek.

Elementy funkcjonalne łopaty. Ochrona środowiskowa i aerodynamiki – 3M (leading edge protection), Akzo Nobel, Bergolin, Mankiewicz (powłoki). Nasada łopaty – produkowana przez producentów łopat z komponentów zewnętrznych.

Mechanizmy skoku łopat (pitch systems). Łożyska łopat – Dover Precision Components, IMO, Liebherr, Rollix, SKF, thyssenkrupp. Hydrauliczny system skoku – Bosch Rexroth, Fritz Schur, Hydratech Industries. Elektryczny system skoku – MOOG, SSB Wind Systems.

Pozostałe komponenty wirnika. Spinner (osłona piasty) – Bach Composites Industry, Eikboom. Systemy pomocnicze smarowania – Lincoln, SKF. Prefabrykaty stalowe – Gartsherrie, George McDade and Sons, Granfab, Harry Maiden, Miller Steel, Moretube Engineering.

Producenci wież. CS Wind, Gestamp Renewable Industries, Global Energy Group, Haizea Wind Group, Hutchinson, Titan Wind Energy, Welcon. Elementy złączne – Cooper & Turner. Płyty stalowe i kołnierze – Dillinger Hütte, Ilseburger, Ruukki, Salzgitter, Sieghaler, Severfield, CASC, Tata Steel, thyssenkrupp.

Wyposażenie wewnętrzne wieży. Elementy dostępne i BHP – Granfrab, Energy Integrity Services, Sedwell, JR Dynamics, Global Energy Group. Windy: Avanti, Hailo, Power Climber Wind. Systemy asekuracji: – Avanti, Latchways, Limpet Technology, Prisma Components, Uniline Safety. Oświetlenie wewnętrzne – Chalmit. Powłoki antykorozyjne – AkzoNobel, BASF, Hempel, NOF Metal Coatings Europe, PPG, Teknos.

18.1.4 Rola Szczecina i województwa zachodniopomorskiego jako krajowego hubu programu „Turbina” – argumenty, potencjał, rekomendacje

Polska, aby utrzymać tempo transformacji energetycznej i wykorzystać szansę wynikającą z europejskiego projektu reindustrializacji sektora offshore wind („wiatrowy Airbus”), potrzebuje silnego ośrodka koordynującego rozwój krajowego łańcucha dostaw dla morskich turbin wiatrowych. Taki ośrodek powinien integrować przemysł, instytucje badawcze, administrację i kapitał prywatny, zapewniając spójność działań w obszarach inwestycji, innowacji, kadr i infrastruktury. W tej roli naturalnym kandydatem jest Szczecin i województwo zachodniopomorskie – region dysponujący unikalną kombinacją zasobów przemysłowych, portowych i technologicznych, która predestynuje go do pełnienia funkcji krajowego hubu i animatora programu wdrożeniowego „Turbina”.

Program „Turbina” zakłada rozwój krajowych kompetencji w zakresie projektowania, produkcji i serwisowania komponentów morskich turbin wiatrowych, w ścisłej współpracy z europejskimi producentami OEM. Z perspektywy kraju, niezbędne jest wskazanie jednego ośrodka, który będzie pełnił rolę koordynatora wdrożeń i

integratora interesariuszy, umożliwiając efektywne wykorzystanie potencjału przemysłowego oraz środków publicznych i europejskich. Wymaga to lokalizacji o dostępie do morza, rozbudowanej infrastruktury przemysłowej, zaplecza inżynieryjnego i silnych instytucji edukacyjno-badawczych — elementów, które łączą się w sposób unikalny właśnie w Szczecinie i jego otoczeniu gospodarczym.

Województwo zachodniopomorskie posiada najsilniejsze w Polsce zaplecze przemysłowo-portowe o charakterze stoczniovym i offshore. W regionie funkcjonują zakłady o dużym potencjale produkcyjnym i doświadczeniu w konstrukcjach stalowych, prefabrykacji i montażu jednostek morskich oraz kompleksy przemysłowe w Szczecinie, Świnoujściu, Policach i regionalnych parkach przemysłowych. Region dysponuje ponadto nowoczesną infrastrukturą portową z możliwością obsługi komponentów wielkogabarytowych, co stanowi warunek niezbędny dla produkcji i montażu elementów turbin wiatrowych (wieże, łopaty, gondole). Równolegle w regionie rozwija się sieć firm inżynieryjnych i technologicznych, które mogą stanowić trzon lokalnego łańcucha dostaw Tier 2 w zakresie automatyki, projektowania, inspekcji technicznej i dokumentacji wykonawczej. Szczecińska baza przemysłowa uzupełniana jest zapleczem logistycznym i transportowym (port multimodalny, dostęp kolejowy, drogi ekspresowe S3 i S6), które łączą region z kluczowymi centrami przemysłowymi Polski i Europy Północnej.

Zachodniopomorskie wyróżnia się także potencjałem edukacyjnym i badawczym w obszarze morskiej energetyki wiatrowej. Politechnika Morska w Szczecinie, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny stanowią fundament systemu kształcenia kadr dla sektora offshore. Region dysponuje kadrą techniczną z doświadczeniem w branżach pokrewnych – automatyce przemysłowej, mechatronice, konstrukcjach stalowych i systemach sterowania – co umożliwia uzupełnienie kompetencji na potrzeby sektora turbin wiatrowych. Wysoki potencjał integracyjny tego ekosystemu edukacyjno-przemysłowego pozwala na rozwinięcie w regionie kompleksowego programu szkoleń, certyfikacji i transferu technologii dla krajowych MŚP, wspierających rozwój krajowego łańcucha dostaw.

Szczecin i Zachodniopomorskie stanowią naturalny węzeł logistyczny dla dostaw komponentów na rynki Polski, Niemiec, Danii i Szwecji. Bliskość projektów offshore w polskiej i niemieckiej strefie ekonomicznej tworzy przewagę lokalizacyjną dla organizacji montażu, testowania i serwisowania komponentów turbin. Wraz z portami w Świnoujściu i Policach, Szczecin może pełnić funkcję centralnego zaplecza operacyjnego dla logistyki, składowania i prefabrykacji elementów turbin. Region ma również unikalne położenie z punktu widzenia integracji przemysłowej Bałtyku, co czyni go idealnym miejscem na współpracującą z partnerami z Niemiec i Skandynawii w ramach wspólnego rynku offshore wind.

Region dysponuje strukturami samorządowymi zdolnymi do koordynacji inwestycji publiczno-prywatnych, a także doświadczeniem w realizacji projektów finansowanych ze środków europejskich (RPO, FENIKS, Horizon Europe).

Z perspektywy krajowej strategii przemysłowej dla sektora offshore wind, Szczecin i województwo zachodniopomorskie powinny zostać wskazane jako krajowy hub programu – centrum koordynacji wdrożeń, kompetencji i inwestycji przemysłowych dla morskich turbin wiatrowych.

Tabela 15. Tabela proponowanych działań wdrożeniowych

Lata	Działanie
2026	Analiza obecnych zdolności produkcyjnych i infrastruktury w Polsce, ocena potencjału polskich firm w łańcuchu dostaw oraz mapowanie globalnych łańcuchów dostaw.
2026-2028	Nawiązanie partnerstw z Vestas, Siemens Gamesa i GE Renewable Energy, podpisanie umów o współpracy i budowie łańcucha dostaw pod długoterminowy rynek europejski, transfer technologii, wsparcie certyfikacji komponentów przez polskie firmy.

Lata	Działanie
2026-2027	Inwestycje w nowe zakłady produkcyjne – „pierwsza fala” (łopaty, wieże, generatory, transformatory), wsparcie rozwoju lokalnych dostawców Tier 1 i Tier 2, stworzenie mechanizmów finansowych i ulg podatkowych.
2026-2030	Modernizacja portów, budowa centrów logistycznych i magazynów, rozwój infrastruktury transportowej dla elementów o dużych gabarytach.
2027-2030	Inwestycje w nowe zakłady produkcyjne – „druga fala” (odlewy, nacell cover, systemy kontroli), wsparcie rozwoju lokalnych dostawców Tier 1 i Tier 2, stworzenie mechanizmów finansowych i ulg podatkowych.
2026-2030	Udział w międzynarodowych konsorcjach badawczych w celu wypracowania wspólnych europejskich rozwiązań z wpisaną rolą krajowych firm Tier 2 (Horyzont Europa), promocja polskich kompetencji na targach, budowa partnerstw z pozaeuropejskimi producentami.

Źródło: opracowanie własne.

18.2 MONTAŻ FUNDAMENTÓW MORSKICH FARM WIATROWYCH

18.2.1 Uzasadnienie wyboru segmentu dla programów priorytetowych

Doświadczenia krajowych firm. Polskie firmy zdobyły już pewne doświadczenie w realizacji projektów związanych z montażem konstrukcji stalowych i fundamentów w sektorze *offshore wind*. Przykładem mogą być prace realizowane przez przedsiębiorstwa z sektora stocznioowego oraz podmioty specjalizujące się w usługach morskich i inżynieryjnych. Polscy wykonawcy uczestniczyli w międzynarodowych projektach, gdzie realizowali podwykonawstwo w zakresie prefabrykacji elementów stalowych, transportu oraz instalacji fundamentów lub ich komponentów, takich jak *monopile* i *jacket*.

Jednym z istotnych wyzwań, jakie napotkał krajowy i regionalny sektor w kontekście budowy fundamentów dla morskich farm wiatrowych, była historia firmy ST3 Offshore. ST3, z siedzibą w Szczecinie, miała być jednym z kluczowych graczy na europejskim rynku fundamentów dla *offshore wind*, w szczególności w produkcji *transition piece* i fundamentów typu *jacket*. Zakład dysponował nowoczesnymi halami produkcyjnymi oraz dużymi możliwościami technologicznymi, jednak problemy zarządcze, finansowe oraz brak stabilnego portfela zamówień doprowadziły firmę do zaprzestania działalności i w końcu upadłości (aktywa ST3 przejął Vestas). Historia ST3 to także przykład na to, że brak wsparcia państwa w kluczowym momencie kontraktowym może skutkować wieloletnią nieaktywnością gospodarczą nawet nowoczesnego aktywa, jakim było ST3.¹⁰⁵

Bankructwo ST3 Offshore uwidoczniało ryzyko związane z prowadzeniem działalności w segmencie wymagającym dużych nakładów inwestycyjnych i długiego cyklu realizacji projektów. Jednocześnie sytuacja ta pokazała konieczność budowy stabilnych, długoterminowych mechanizmów popytowych, wsparcia oraz współpracy z kluczowymi inwestorami i deweloperami *offshore wind*. **Analiza przypadku ST3 jest bardzo cenną lekcją dla planowania nowych inicjatyw w ramach programów priorytetowych, wskazując na potrzebę strategicznego wsparcia, które uwzględnia zarówno aspekty finansowe, jak i organizacyjne.**

¹⁰⁵ <https://www.portalmorski.pl/offshore/42018-smulders-zdobył-zlecenie-na-mfw-moray-east-bedzie-praca-dla-st-offshore>

Spółka Energomontaż-Północ Gdynia (EPG) również miała doświadczenia w produkcji *transition piece*, niemniej jednak były to pojedyncze sztuki w pełni wyposażonych konstrukcji. Polska branża stoczniowa ma także potencjał do adaptacji swoich zdolności produkcyjnych oraz specjalistycznego sprzętu na potrzeby cyklu montażu fundamentów, w szczególności w połączeniu szerokich doświadczeń w produkcji tzw. *secondary steel* (w tym we współpracy z firmami z woj. zachodniopomorskiego, np. GoTech, JW Steel Construction), jak i dostępności terenów stoczniowych dla ich montażu.

Tabela 16. Dostawcy produktów typu secondary steel w Polsce z zaznaczeniem firm z województwa zachodniopomorskiego (lub aktywnych na terenie województwa)

Podmiot	Docelowy poziom w łańcuchu dostaw bazując na ocenie potencjału
Grupa Przemysłowa Baltic	Tier 1
Go-Tech	Tier 2
Mostostal Pomorze	Tier 1
Stocznia Szczecińska Wulkan	Tier 2
JW. Steel Construction	Tier 2
Spomasz (Grupa Smulders)	Tier 1/2

Źródło: opracowanie własne

Produkcja fundamentów typu *jacket*, choć kluczowa dla rozwoju morskiej energetyki wiatrowej, wiąże się z wieloma wyzwaniami wpływającymi na rentowność zakładów. Problemy z efektywnym zarządzaniem kosztami (wysoka pracochłonność z ograniczoną automatyzacją), konkurencją cenową, złożonością technologiczną oraz zmiennością popytu doprowadziły do trudności finansowych wielu zakładów na świecie. Przypadki ST3 Offshore, BiFab i Lamprell stanowią szczególnie wyraziste przykłady tych wyzwań.

Tabela 17. Udział kosztów poszczególnych komponentów i usług w pakietach fundamentowych dla monopile.

Pakiet zakupowy	Udział w CAPEX		Udział w pakiecie	Udział w CAPEX	Szacunkowa wartość dla 1GW (mln EUR)
Fundamenty - Monopale, Jackety / FOU Monopiles, Jacket (EPC)	10,0%	Projektowanie fundamentów, inżynieria (<i>Foundations design, engineering</i>)	5%	0,5%	20
		Montaż <i>monopile</i>	20%	2,0%	80
		Montaż <i>secondary steel</i>	10%	1,0%	40
		Blacha dla <i>monopile</i>	50%	5,0%	200
		Materiał <i>secondary steel</i>	15%	1,5%	60
Fundament - sekcja łącznikowa / FOU TP (EPC), bez <i>secondary steel</i>	4,0%	Montaż <i>transition piece</i>	30%	1,2%	48
		Blacha dla <i>transition piece</i>	70%	2,8%	112

Źródło: opracowanie własne

Produkcja *secondary steel*, obejmująca elementy takie jak platformy robocze, drabiny czy systemy ochrony kabli, stoi przed istotnymi wyzwaniami rentowności, wynikającymi z presji kosztowej w łańcuchu dostaw oraz rozdrobnionych zdolności produkcyjnych w Polsce. Firmy Tier 2, czyli podwykonawcy dostarczający komponenty głównym wykonawcom, muszą działać w warunkach ciągłego nacisku na obniżanie cen. Wynika to z rosnącej konkurencji międzynarodowej i przenoszenia oczekiwań kosztowych od deweloperów farm wiatrowych na

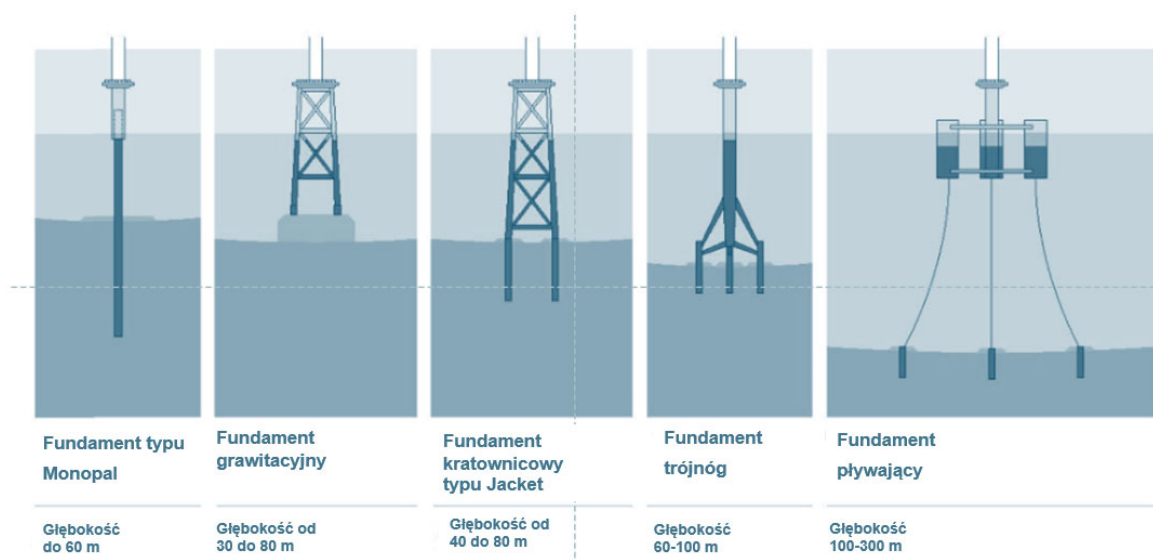
kolejne szczeble łańcucha dostaw. Dodatkowo, zmienność cen stali, będącej kluczowym surowcem w produkcji *secondary steel*, obniża stabilność finansową tych przedsiębiorstw, szczególnie tych o ograniczonych zasobach kapitałowych. Polski sektor *secondary steel* charakteryzuje się dużym rozdrobnieniem i brakiem zintegrowanych zdolności produkcyjnych, co negatywnie wpływa na jego konkurencyjność (marża netto na poziomie 1-3% na przykładzie jednej z firm z branży). Część firm to małe i średnie przedsiębiorstwa, które nie są w stanie osiągnąć efektu skali. Ponadto, ograniczone środki na modernizację technologii produkcyjnych utrudniają spełnianie coraz bardziej rygorystycznych wymagań jakościowych i ekologicznych sektora. Aby poprawić rentowność tego segmentu, konieczne są działania takie jak konsolidacja sektora i wyjście z roli *Tier 2*.

Synergie. Program priorytetowy „Montaż fundamentów” dla morskich farm wiatrowych oferuje średnie synergie z sektorami przemysłu, co może przyczynić się do dynamicznego rozwoju gospodarki w Polsce. Kluczowe obszary współpracy obejmują sektor stoczniowy, logistykę morską, przemysł dźwigowy oraz nowoczesne technologie związane z automatyzacją procesów i zarządzaniem projektami. Należy zwrócić uwagę na obecnie stosunkowo niski poziom synergii z przemysłem stalowym, z uwagi na brak zdolności do produkcji takich rozmiarów blachy w Polsce.

18.2.2 Model biznesowy

Biorąc pod uwagę stabilne cechy dna morskiego, głębokość wody i wpływ fal, przewiduje się, że wśród fundamentów morskich farm wiatrowych w Europie będą dominować *monopale* (poniższy schemat przedstawia przegląd alternatywnych fundamentów dla morskich farm wiatrowych zgodnie z materiałami SIF Group). Trwają równocześnie intensywne prace nad rozwojem technologii fundamentowych w kierunku wariantów pływających (and. *Floating*), czy też grawitacyjnych, wykonywanych w bezpośredniej bliskości instalacji (GBS).

Tabela 18. Rodzaje fundamentów morskich farm wiatrowych.



Źródło: SIF, Raport roczny 2023.

Producent fundamentów uczestniczy w 3-5-letniej fazie budowy, która obejmuje fundamenty, wieże, gondolę, łopaty, kable i powiązany transport i instalację. W tym łańcuchu dostaw producent ten odpowiada wyłącznie za

produkcję fundamentów. W przypadku typowej farmy wiatrowej z 70 do 90 turbinami czas produkcji np. *monopali* wynosi od 5 do 7 miesięcy.¹⁰⁶

Dynamiczny rozwój technologii pozwala na produkcję fundamentów o średnicy nawet 11 metrów, które są niezbędne do wsparcia nowoczesnych turbin o mocy 15 MW i więcej. Projektowanie fundamentów dla morskich turbin wiatrowych to złożony proces inżynieryjny, który wymaga precyzyjnej analizy geotechnicznych i geofizycznych warunków dna morskiego, jak i szczegółowej dokumentacji technicznej. Fundamenty muszą wytrzymać znaczne obciążenia dynamiczne, wynikające z działania wiatru, fal i prądów morskich. Rodzaj fundamentu zależy od lokalnych warunków, takich jak głębokość morza, typ gruntu oraz intensywność oddziaływania środowiskowego. Proces projektowania obejmuje zastosowanie zaawansowanych narzędzi modelowania komputerowego, które symulują obciążenia środowiskowe, oraz wsparcie badaniami terenowymi (np. geotechnicznymi sondowaniami dna). Projektanci muszą zapewnić, że fundamenty nie tylko wytrzymają obciążenia, ale również spełnią rygorystyczne normy bezpieczeństwa i wytyczne regulacyjne. Inżynierowie zajmujący się fundamentami muszą również brać pod uwagę serwisowanie i konserwację konstrukcji przez wiele lat, co wymaga solidnej dokumentacji technicznej i najwyższej jakości materiałów budowlanych.

Polskie firmy inżynieryjne, zwłaszcza te specjalizujące się w badaniach geotechnicznych oraz produkcji komponentów stalowych, mogą odegrać rosnącą rolę w łańcuchu dostaw fundamentów do morskich farm wiatrowych. Lokalne biura projektowe, korzystające z najnowszych technologii modelowania 3D i symulacji, mogą uczestniczyć w procesie projektowania i optymalizacji fundamentów, szczególnie dla farm budowanych na Bałtyku, gdzie lokalna znajomość warunków środowiskowych daje przewagę. Istotne jest, że projektem fundamentów przede wszystkim zajmują się zewnętrzne firmy inżynieryjne lub wewnętrzne działy deweloperów. Zauważalne są kroki liderów dostaw fundamentów, aby stopniowo angażować się w procesy projektowania (przykładem jest strategia SIF, dostawcy *monopali*, który wskazuje w swoich celach wykorzystanie inżynieringu dla osiągnięcia pozycji „*Total Solutions Provider*”, jak również rozwój projektu *monopali* „TP-less”¹⁰⁷.

Przykład budowy krajowych kompetencji z partnerami zagranicznymi można zilustrować współpracą Wood Thilsted i Ocean Winds przy projekcie BC-Wind, pierwszej farmy wiatrowej *offshore* tego dewelopera w Polsce. Wood Thilsted, specjalizujące się w projektowaniu fundamentów turbin wiatrowych i stacji transformatorowych *offshore*, zostało wybrane do realizacji koncepcji projektowych dla farmy BC-Wind. Firma wykorzystuje swoje doświadczenie i innowacje w zakresie obciążeń lodowych, zdobyte w podobnych projektach w Europie. Wood Thilsted otworzyło swoją polską filię w Warszawie, zatrudniło lokalny zespół i prowadzi rekrutację, wspierając rozwój krajowych umiejętności i wiedzy technicznej.¹⁰⁸

Tabela 19. Wyciąg ze strategii SIF

MOŻLIWOŚCI	PIERWSZY FILAR STRATEGII	DRUGI FILAR STRATEGII
▪ Globalny priorytet przeciwdziałania zmianom klimatycznym i presja na redukcję ich efektów. ▪ Presja wynikająca z sytuacji geopolitycznej na	▪ Wykorzystanie umiejętności inżynierskich i technologii podstawowych do rozwoju kompleksowych rozwiązań dla klientów.	▪ Wzmacnianie roli lidera poprzez rozwój inżynierii, logistyki oraz cyrkularnej produkcji. ▪ Budowanie reputacji jako pracodawcy najwyższego

¹⁰⁶ <https://sif-group.com/en/investor-relations/download/faa774e7-4833-4207-b122-4c86da37fc3e/2023sifannualreport.pdf>

¹⁰⁷ zgodnie z raportem rocznym firmy SIF.

¹⁰⁸ <https://woodthilsted.com/news/wood-thilsted-wins-design-contract-for-ocean-winds-first-offshore-wind-project-in-poland-and-opens-warsaw-office/> [Dostęp na dzień 5.09.2024].

MOŻLIWOŚCI	PIERWSZY FILAR STRATEGII	DRUGI FILAR STRATEGII
uniezależnienie się od paliw kopalnych i ich dostawców. ▪ Dojrzewający i rozwijający się rynek w Europie z ambitnymi celami dla Morza Północnego i Bałtyckiego. ▪ Rynki wschodzące. ▪ Rozszerzanie działalności o usługi pokrewne dla klientów. ▪ Promowanie cyrkularności (gospodarki obiegu zamkniętego).	▪ Użycie strategicznej lokalizacji Maasvlakte 2 w Rotterdamie do obsługi klientów nowymi produktami i usługami. ▪ Rozwijanie relacji partnerskich z BNS Decom w celu oferowania w pełni cyrkularnych produktów i usług. ▪ Analiza potencjalnych partnerstw i/lub umów licencyjnych na lokalnych rynkach w USA i Azji.	szczębla w przyszłościowej branży. ▪ Rozwój produktów: zoptymalizowany projekt monopali bez TP (<i>Skybox</i>) oraz zrównoważona utylizacja wycofanych z eksploatacji farm wiatrowych. ▪ Wspieranie pilotażowych technologii alternatywnych metod instalacji.

Źródło: SIF

Monopile dominują na rynku, wspierając dotychczas ponad 80% zainstalowanej globalnie mocy *offshore wind*. Są one szczególnie dobrze dostosowane do geologii Morza Północnego i Bałtyku oraz stosunkowo łatwe w produkcji i instalacji. Jednakże ich koszty znacząco rosną w przypadku większych turbin i większych głębokości wody. Przy głębokości powyżej 35 m bardziej konkurencyjne stają się konstrukcje kratownicowe (ang. *jackets*), które wymagają mniej stali, są bardziej sztywne, a także lepiej radzą sobie z różnorodnymi warunkami geologicznymi.

Alternatywne rozwiązania, takie jak fundamenty grawitacyjne (ang. *gravity base, GBS*), są rzadziej stosowane, głównie w płytkich wodach o spokojnych warunkach gruntowych. Charakteryzują się one niższą zmiennością cen surowców (betonu w porównaniu do stali) i lepszą dostępnością surowców w Europie, ale ich masa i koszty instalacji są znacznie wyższe. Przykładem jest projekt demonstracyjny Blyth Offshore, gdzie fundamenty grawitacyjne miały masę 15 000 ton, co ogranicza ich opłacalność. Innowacje, takie jak zastosowanie "*suction buckets*", oferują ciekawe alternatywy, które redukują hałas podwodny oraz koszty instalacji, umożliwiając jednocześnie instalację fundamentów w pełni wyposażonych w niezbędne elementy towarzyszące (*secondary*). Technologia ta znalazła zastosowanie w wybranych farmach, takich jak Borkum Riffgrund 2 w Niemczech.¹⁰⁹

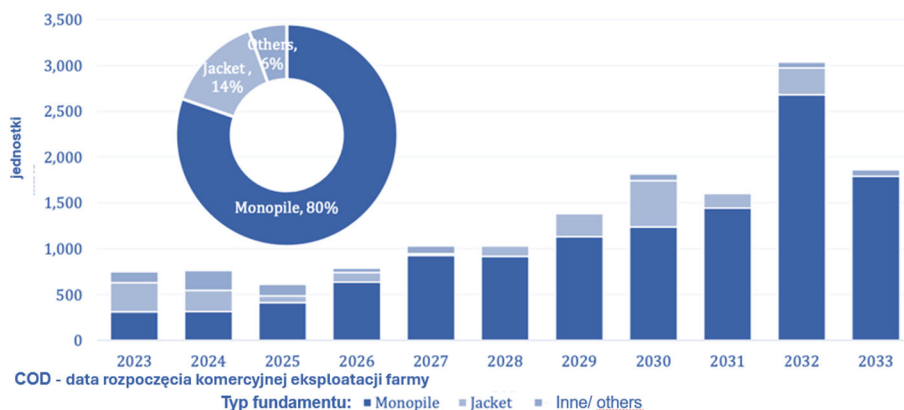
18.2.3 Monopale

Przemysł fundamentów typu *monopale* stale ewoluuje, reagując na rosnące potrzeby rynku *offshore wind*. Firma SIF, jeden z liderów branży, zainwestowała w rozbudowę zakładów w Maasvlakte 2 w Rotterdamie, zwiększając roczną zdolność produkcyjną do 500 kton. Rozwój ten jest kluczowy dla obsługi rosnącego zapotrzebowania na większe i bardziej zaawansowane fundamenty, szczególnie na rynku europejskim i amerykańskim, gdzie trudniejsze warunki środowiskowe wymagają fundamentów o jeszcze większych średnicach. Proces produkcji, oprócz zaawansowanej inżynierii, obejmuje także zastosowanie innowacyjnych rozwiązań w zakresie recyklingu materiałów i redukcji emisji. Stal wykorzystywana do produkcji pochodzi coraz częściej z niskoemisyjnych hut, a fundamenty po zakończeniu cyklu życia stają się surowcem wtórnym do produkcji nowej stali. SIF współpracuje

¹⁰⁹ <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/lifecycle#1>

również z partnerami w celu rozwoju infrastruktury recyklingowej i badań nad bardziej zrównoważonymi technologiami. Przykład ten dobrze obrazuje również w jaki sposób liderzy europejscy wpisują się w oczekiwania uwzględnione w kryteriach niecenowych aukcji (NZIA). Niemcy wprowadziły kryteria niecenowe, takie jak cyrkularność, w systemie aukcyjnym dla morskiej energetyki wiatrowej, aby promować zrównoważony rozwój i innowacje. W aukcji Hollandse Kust West VI oceniano poziom inwestycji przyczyniających się do wzrostu bioróżnorodności, co stanowiło jedno z kryteriów wyboru ofert. SIF zdecydowaną większość swojej działalności prowadzi w Niemczech.¹¹⁰

Wykres 17. Popyt na fundamenty fixed bottom, globalnie do 2033 r. [sztuki].

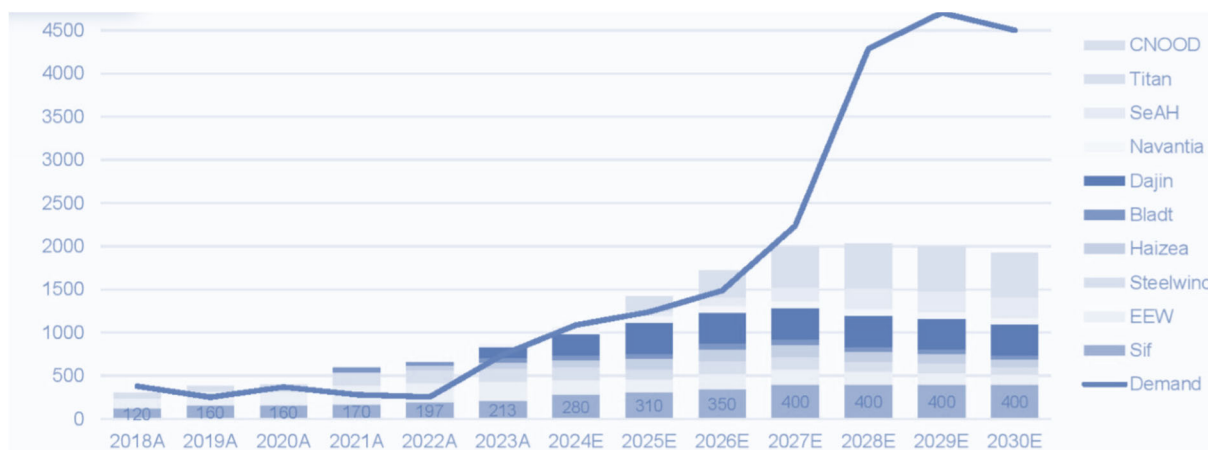


Źródło: ERM Supply Chain Study

Perspektywy rozwoju branży są znaczące, ale wiążą się z wyzwaniami logistycznymi i środowiskowymi. Transport ciężkich fundamentów wymaga specjalistycznej infrastruktury portowej, a spełnienie rosnących wymogów środowiskowych staje się priorytetem. Kluczowe szanse to rozwój automatyzacji i cyfryzacji procesów produkcyjnych oraz ekspansja na nowe rynki, szczególnie w USA. Inwestycje w zrównoważony rozwój, takie jak recykling stali i produkcja zielonej energii, będą stanowić istotny element budowania przewagi konkurencyjnej. Produkcja fundamentów typu *monopale* pozostaje fundamentem przyszłości energetyki odnawialnej, stanowiąc kluczowy element globalnej transformacji energetycznej.

Wykres 18. Podaż fundamentów typu monopale w Europie do 2030 r. [sztuki].

¹¹⁰ <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/Zrownowazony-rozwoj-a-kryteria-niecenowe-w-systemie-aukcyjnym-dla-morskiej-energetyki-wiatrowej-Ramboll-15083.html>



Źródło: SIF Annual Report Webcast

Model biznesowy typowych wykonawców fundamentów (na przykładzie SIF), opiera się na kilku kluczowych filarach, które obejmują projektowanie, produkcję, logistykę, oraz współpracę z partnerami w zakresie instalacji i serwisowania. *Monopale* stanowią podstawowy element morskich farm wiatrowych, a ich produkcja wymaga zaawansowanego zaplecza technologicznego oraz ścisłej współpracy z klientami i dostawcami.

Monopale są elementami zaprojektowanymi indywidualnie dla każdej lokalizacji farmy wiatrowej. Proces projektowania uwzględnia szczególne warunki środowiskowe, takie jak głębokość wody, rodzaj podłoża morskiego, obciążenia wiatrem i falami, a także specyfikację wybranej turbiny wiatrowej. Produkcja *monopali* wymaga zaawansowanych zakładów wyposażonych w specjalistyczne maszyny do walcowania, spawania i montażu dużych stalowych komponentów. Typowy proces obejmuje:

- Zakup wysokiej jakości stali, głównie od europejskich hut, takich jak np.: Dillinger Hütte.
- Walcowanie i spawanie sekcji stalowych w celu uzyskania odpowiedniej średnicy i długości *monopale*, które mogą sięgać nawet 11 metrów średnicy i ponad 100 metrów długości.
- Zastosowanie ochrony antykorozyjnej w postaci powłok nakładanych w zakładach malarskich.

Produkcja opiera się na skalowalnym modelu, który pozwala dostosować zdolności produkcyjne do wymagań rynku. Logistyka jest kluczowym elementem modelu biznesowego, ponieważ *monopale* muszą być transportowane z zakładów produkcyjnych do lokalizacji farm wiatrowych. Producenci tak SIF współpracują z operatorami transportu wodnego, aby przewozić sekcje *monopali* na barkach do portów instalacyjnych. W celu zmniejszenia śladu węglowego, firmy inwestują w zrównoważone technologie transportowe, takie jak napędy hybrydowe i wodorowe. Firmy produkujące fundamenty, opierają swoje strategie na ekonomii skali. Inwestują w większe moce produkcyjne i nowe technologie, takie jak automatyzacja procesów, aby obniżyć koszty jednostkowe i zwiększyć efektywność. Dodatkowo, zabezpieczają finansowanie z różnych źródeł, takich jak kredyty bankowe, wsparcie rządowe oraz zaliczki od klientów na projekty pilotażowe. Zrównoważony rozwój jest istotnym aspektem modelu biznesowego. Producenci podejmują działania na rzecz dekarbonizacji swoich operacji, np. poprzez wykorzystanie stali produkowanej w procesach niskoemisyjnych oraz rozwój technologii recyklingu stali z wycofanych fundamentów. Inwestują również w badania i rozwój, aby dostosować swoje produkty do większych turbin i trudniejszych warunków morskich, w tym głębszych wód.

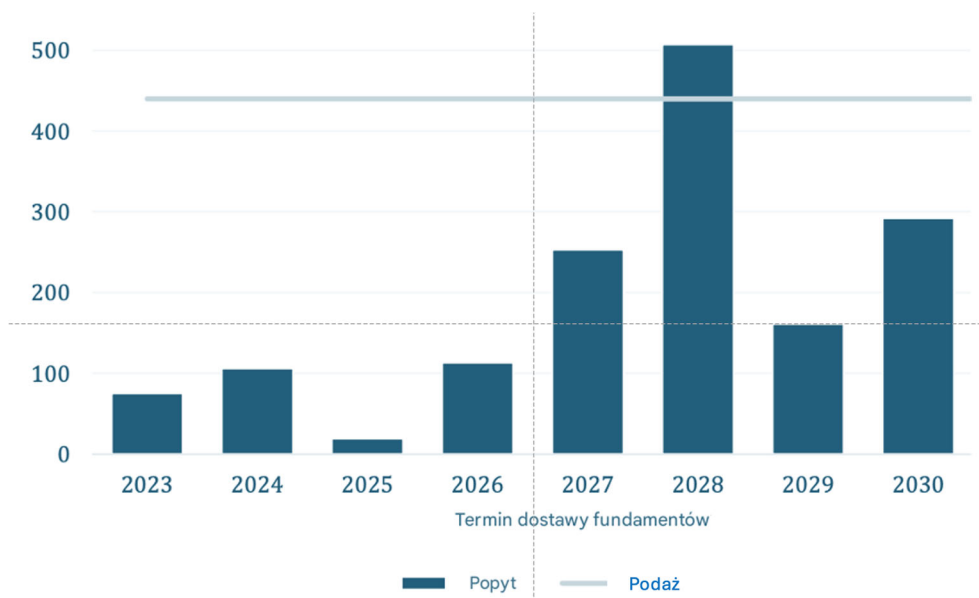
18.2.4 Fundamenty kratownicowe typu jacket

Fundamenty typu *jacket* odgrywają kluczową rolę w morskiej energetyce wiatrowej, zwłaszcza w przypadku turbin instalowanych na większych głębokościach oraz w bardziej wymagających warunkach geologicznych. Ich

podstawowym zadaniem jest przenoszenie statycznych i dynamicznych obciążeń generowanych przez turbinę wiatrową oraz zakotwiczenie konstrukcji w morskim dnie za pomocą zestawu pali kotwiących (ang. *pin piles*).

Jackety charakteryzują się kratownicową strukturą wykonaną z rur stalowych, co czyni je bardziej sztywnymi i odpornymi na obciążenia dynamiczne w porównaniu do *monopale*. W porównaniu do *monopali*, konstrukcje kratownicowe są lżejsze, a ich masa, wraz z palami kotwiącymi, wynosi około 1 450 ton dla turbiny 10 MW na głębokości 40 m – w przeciwieństwie do 1 650 ton w przypadku *monopala* na mniejszej głębokości (30 m)¹¹¹.

Wykres 19. Popyt na fundamenty typu *jacket*, globalnie do 2030 roku [sztuki], w stosunku do podaży.



Źródło: ERM Supply Chain Study

Jedną z kluczowych zalet *jacketów* jest ich uniwersalność w zastosowaniu do różnorodnych warunków geologicznych, gdzie podłoże morskie jest niekorzystne dla *monopali*. Dodatkowo *jackety* mogą być bardziej konkurencyjne kosztowo na głębokościach powyżej 35-45m, co czyni je preferowanym wyborem w projektach realizowanych w głębszych wodach.

Wyzwania związane z fundamentami typu *jacket* obejmują wyższe koszty produkcji w porównaniu do *monopale* (pracochłonność produkcji *jacketów* to nawet do 40 rbh/tonę, przy pracochłonności *monopile* 3-5 rbh/tonę) oraz bardziej skomplikowany proces instalacji, który wymaga precyzji i zaawansowanego sprzętu. Pomimo tego, rozwój technologiczny oraz rosnące zapotrzebowanie na bardziej wydajne i uniwersalne fundamenty sprawiają, że *jackety* zyskują na znaczeniu jako rozwiązanie dla projektów wymagających większej głębokości wód i wyższej mocy turbin. Istotna w przyszłości może być też podaż europejskiego przemysłu stalowego w obszarze blach grubych¹¹².

Zgodnie z analizą ERM¹¹³, globalna podaż fundamentów typu *jacket*, oparta na analizie 17 zidentyfikowanych i zbadanych zakładów, wynosi obecnie około 440 jednostek rocznie. Prognozy tej firmy wskazują, że obecne możliwości dostawców są wystarczające, aby zaspokoić globalne zapotrzebowanie na fundamenty *jacket* dla

¹¹¹ Guide to Offshore Wind Farm, <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/> [Dostęp na dzień 11.12.2024].

¹¹² Guide to Offshore Wind Farm, <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/> [Dostęp na dzień 11.12.2024].

¹¹³ ERM Supply Chain Study

projektów morskich farm wiatrowych aż do 2031 roku. Wyjątek stanowi rok 2028, kiedy to szacuje się, że zapotrzebowanie przekroczy 500 jednostek, co przewyższy aktualne możliwości produkcyjne. Wraz z globalnym rozwojem sektora morskiej energetyki wiatrowej pojawia się potrzeba budowy regionalnych centrów logistycznych we współpracy z globalnymi partnerami i lokalnymi ekspertami. Fundamenty typu *jacket* są stosunkowo łatwe do produkcji na terenach stoczniowych, co pozwala wykorzystać lokalne kompetencje i udział lokalnych podmiotów w łańcuchu dostaw. Przykłady takich działań można zaobserwować w regionie APAC, szczególnie na Tajwanie, gdzie skoncentrowana jest większość zapotrzebowania na fundamenty *jacket* w pierwszej połowie dekady. W drugiej połowie dekady, od 2027 r., wyraźnie wzrasta popyt na fundamenty typu *jacket* w regionach EMEA i AMER, przy czym w latach 2029 i 2030 region EMEA odpowiada za największy udział w zapotrzebowaniu. Obecnie żadne zakłady nie ogłosiły planów zwiększenia swoich możliwości produkcyjnych, co sugeruje, że podaż fundamentów *jacket* pozostanie stabilna w przewidywanym okresie. Sytuacja ta może jednak ulec zmianie, jeśli obecni dostawcy zdecydują się na rozszerzenie lub zmniejszenie swoich możliwości produkcyjnych lub jeśli nowi dostawcy fundamentów typu *jacket* wejdą na rynek.

18.2.5 *Transition piece*

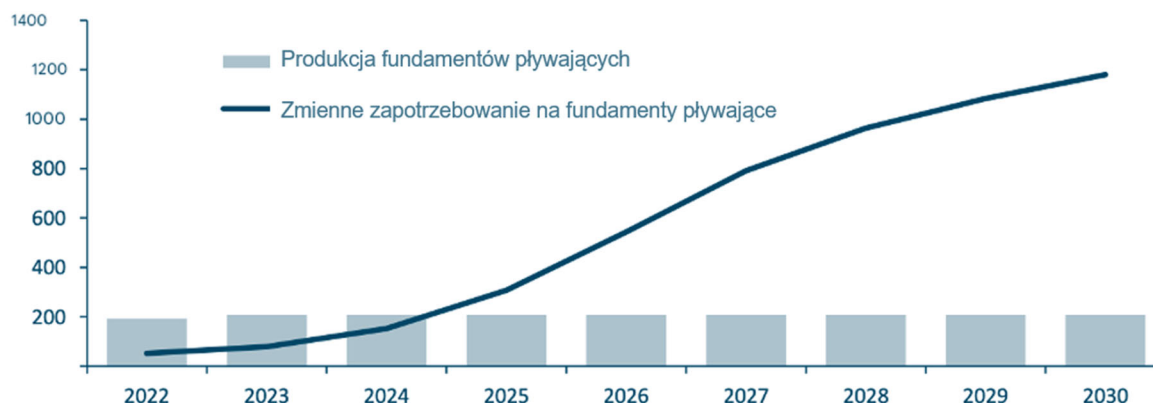
Transition piece, czyli element przejściowy, to kluczowa część fundamentów morskich farm wiatrowych, zapewniająca połączenie między fundamentem a wieżą turbiny. Wszystkie typy fundamentów posiadają taki element, jednak w przypadku *monopile* jest on zazwyczaj oddzielnym modulem (mocowanym za pomocą śrub lub złącza cementowego). W fundamentach kratownicowych (*jacket*) oraz fundamentach grawitacyjnych *transition piece* jest zintegrowany z konstrukcją. *Transition piece* jest zakończony kołnierzem, który łączy się z kołnierzem u podstawy wieży turbiny. Dla turbiny o mocy 10 MW, *transition piece* w fundamencie *monopile* waży około 500 ton i posiada górną średnicę wynoszącą około 7 metrów. *Transition piece* w fundamentach *monopile* posiada złącze u swojej podstawy: może to być złącze cementowe lub kołnierz do połączenia śrubowego. Na *transition piece* montuje się większość konstrukcji pomocniczych (tzw. *secondary steel*) za pomocą złączy spawanych lub śrubowych. Do tych elementów należą: platformy robocze wewnętrzne i zewnętrzne, systemy wejścia i wsparcia kabli, system ochrony przed korozją, platformy dostępu zewnętrznego oraz drabiny, elementy do lądowania łodzi. Powierzchnia *transition piece* wymaga ochrony antykorozyjnej (jasnożółty kolor, co zapewnia dobrą widoczność na morzu).

18.2.6 *Pływające fundamenty dla morskich turbin wiatrowych*

Fundamenty pływające stanowią jedną z najbardziej obiecujących technologii dla morskiej energetyki wiatrowej, szczególnie w obszarach o dużych głębokościach wód, gdzie tradycyjne fundamenty stałe, takie jak *monopile* czy fundamenty kratownicowe (*jackets*), są mniej efektywne lub nieopłacalne. Obecnie jednak rynek fundamentów pływających boryka się z brakiem dedykowanego łańcucha dostaw umożliwiającego seryjną produkcję. W produkcję mogą zaangażować się zakłady i stocznie posiadające doświadczenie w budowie dużych stalowych konstrukcji, takie jak producenci związani z przemysłem ropy i gazu, fundamentów *monopile* czy offshore'owych stacji transformatorowych. Jednak konieczne są znaczące inwestycje w infrastrukturę i technologie, które pozwolą na efektywne przejście na produkcję fundamentów pływających.

Zgodnie z analizami ERM, potencjał globalny produkcji fundamentów pływających szacowany jest na około 15 GW rocznie, przy odpowiednich inwestycjach i inicjatywach wspierających. Regiony takie jak Morze Północne, Europa Południowa oraz Korea Południowa posiadają już częściowo rozwinięte zdolności produkcyjne. Stocznie w rejonie Morza Północnego mogłyby dostarczyć fundamenty dla 5 GW rocznie, Europa Południowa dla 2,5 GW, a Korea Południowa blisko 7 GW. Aktualnie około 30 spośród 46 analizowanych stoczní wykazuje zainteresowanie budową fundamentów pływających, co wciąż wskazuje na ograniczoną gotowość branży do masowej produkcji.

Wykres 20. Moce produkcyjne i zapotrzebowanie w Europie na fundamenty pływające.



Źródło: Rystad, Wind Europe

Dalszy rozwój fundamentów pływających będzie wymagał stabilnego portfela projektów oraz wsparcia inwestycyjnego na poziomie krajowym i międzynarodowym. Kluczowe znaczenie będą miały również technologie redukujące koszty produkcji i instalacji, a także zbudowanie kompetentnych centrów logistycznych w regionach o dużym potencjale *offshore wind*. Pomimo wyzwań, fundamenty pływające mają potencjał, by znacząco zwiększyć dostępność terenów pod morskie farmy wiatrowe, szczególnie w głębszych wodach, przyczyniając się do globalnej transformacji energetycznej. Polska ma istotny potencjał do realizacji projektów stalowych fundamentów pływających na rynki europejskie.

18.2.7 Fundamenty grawitacyjne

Fundamenty grawitacyjne (ang. *gravity based foundations – GBFs* lub *gravity based structures – GBS*) to stale rozwijająca się i obiecująca technologia dla sektora wiatrowego. Fundamenty te są najczęściej prefabrykowanymi z betonu lub żelbetu stożkowatymi konstrukcjami o wysokości sięgającej kilkudziesięciu metrów i ważą od kilkuset do kilku tysięcy ton. W przypadku farm wiatrowych *offshore* ich prefabrykacja odbywa się najczęściej w porcie instalacyjnym. Następnie ładowane są na jednostki pływające (np. barki), którymi transportowane są do miejsca instalacji. W przeciwieństwie do większości technologii fundamentowych, nie wymuszają wbijania pali głęboko w dno. W ramach przygotowania podłoża do umiejscowienia fundamentu grawitacyjnego, należy jedynie za pomocą koparki nieco pogłębić dno (o ok. 0,5 – 10 metrów), wyrównać je i wykonać podsypkę żwirową metodą nasypową lub pneumatyczną, której wysokość wynosi ok. 2-3 metrów, z odchyleniem poziomu wynoszącym maksymalnie kilka centymetrów. Później fundament jest zatapiany na położoną podstawę, stabilizowany i wypełniany od środka balastem (żwirem lub piaskiem).

Obecnie odnotowuje się wzrost zainteresowania fundamentami grawitacyjnymi oraz ich zastosowaniem w rozwiązaniach hybrydowych przy realizacji projektów na lądzie. Jest to z pewnością dobra wiadomość w kontekście polskiego programu inwestycyjnego w farmy wiatrowe, gdyż technologia ta pozwala na zaangażowanie w wyższym stopniu krajowych dostawców, co pozytywnie wpływa na udział tzw. *local content*. Co więcej, jak wskazują eksperci, istnieje możliwość budowy fundamentów przy wykorzystaniu jedynie polskich surowców i zakontraktowaniu wyłącznie lokalnych firm. Wprawdzie obecnie to Dania jest liderem w stawianiu GBFs, jednak polscy przedsiębiorcy charakteryzują się potencjałem, zdolnościami produkcyjnymi i know-how w realizacji podobnych projektów, by w niedalekiej przyszłości móc ugruntować pozycję na rynku. Ponadto

możliwość skorzystania z omijającego ruch lądowy transportu substratów betonowych fundamentów (tj. piasek z pogłębiania dna morza, kruszywo przewożone barkami ze Skandynawii, cement z obecnie powstających w polskich portach cementowni oraz woda), wraz z ich powszechnością, zapewniają trwałość łańcucha dostaw, co jest szczególnie istotne wobec rosnących wyzwań związanych z dostępnością i cenami materiałów konkurencyjnych technologii (np. związanych ze źródłami pochodzenia blachy, z której buduje się pale wykorzystywane w fundamentach *monopalowych* czy *jacket'ach*).

Łańcuch dostaw fundamentów grawitacyjnych morskiej energetyki wiatrowej obejmuje: prace przedprojektowe (np. analizy środowiskowe, badanie dna, doradztwo inżynierskie), dostawy materiałów (np. wytwórstwo mieszanek betonowych, dostawy kruszywa oraz *secondary steel*), wykonawstwo prefabrykatów (np. budowanie konstrukcji betonowych i prace zbrojeniowe), porty (zapewnienie przygotowanej – podbudowanej – przestrzeni portowej do składowania prefabrykatów oraz nabrzeża do realizacji dostaw substratów barkami lub koleją), spedycja (transport prefabrykowanych fundamentów statkami i zanurzenie w miejscu docelowym) oraz przygotowanie dna morskiego do instalacji fundamentów. Całość prac może zostać zrealizowana w terminie 18 miesięcy.

Przykładem zakończoną z sukcesem inwestycji w wykorzystaniu fundamentów grawitacyjnych jest morska farma wiatrowa Fécamp, zlokalizowana na wysokości Normandii w północnej Francji. Realizowany w latach 2020-2022 przez firmę SAIPEM montaż fundamentów wymagał wybudowania 71 jednostek. Średnica podstawy fundamentów wyniosła 31 m, a ich wysokość – w zależności od miejsca instalacji – wahała się między 48 a 52 m. Z kolei głębokość wody w miejscu instalacji wynosi od 25 do 30 m. Przykładem mniej spektakularnego, ale równie skutecznego wykorzystania technologii fundamentów grawitacyjnych, jest zlokalizowana na szwedzkiej części Morza Bałtyckiego morska farma wiatrowa Kårehamn. Ta położona w odległości 7 km od wybrzeża Olandii, należąca do RWE farma wiatrowa została oddana do użytku w 2013 r. 16 turbin firmy Vestas o jednostkowej mocy 3 MW zainstalowano na fundamentach grawitacyjnych w akwenie, którego głębokość sięga od 8 do 21 m.

Warto zaznaczyć, że również w przypadku głębszych akwenów, fundamenty betonowe także znajdują swoje zastosowanie, gdyż mogą być częścią pływających elektrowni wiatrowych.

Innowacyjnym rozwiązaniem, znacznie przyspieszającym realizację budowy fundamentów grawitacyjnych, jest technologia szalunków ślizgowych (*slip-forming*). Zasada metody ślizgowej polega na prawie ciągłym, pionowym albo nachylonym podnoszeniu konstrukcji szalunku z jednoczesnym wykonywaniem wielu etapów. Wszystkie czynności, czyli betonowanie, zbrojenie, pielęgnowanie betonu czy aplikacja powłok ochronnych betonu są realizowane w jednym ciągu technologicznym. W Polsce jedną z firm, które świadczą usługi oferujące kompleksowe wykonanie obiektów budowlanych metodą ślizgową – od projektu do wzniesienia konstrukcji – jest szczecińska spółka SLIPFORM. Firma poszukuje obecnie możliwości opracowania w Polsce demonstratora oferowanego przez siebie fundamentu dla sektora wiatrowego.

18.2.8 Opcje strategiczne

Region, posiadając aktywa i długoletnie tradycje w przemyśle portowym i stoczniowym oraz znaczące doświadczenie w obróbce stali, znajduje się w dogodnej pozycji do rozwoju strategicznej roli w produkcji fundamentów dla morskich farm wiatrowych. W obliczu rosnącego globalnego popytu na fundamenty, zarówno stałe, jak i pływające, kraj ma szansę stać się kluczowym dostawcą na rynkach europejskich i międzynarodowych. Aby zrealizować ten potencjał, konieczne jest jednak podjęcie szeregu kroków strategicznych, obejmujących rozwój infrastruktury, inwestycje technologiczne oraz budowę kompetencji w zakresie projektowania i produkcji.

Wyposażanie konstrukcji typu *transition piece*

Najszybszą do realizacji opcją strategiczną jest budowa regionalnych centrów logistycznych i zakładów prefabrykacji, które mogłyby wspierać zarówno polskie, jak i międzynarodowe projekty *offshore wind* dla produkcji i montażu w pełni wyposażonych *transition piece*. Takie centra mogłyby integrować różne elementy produkcji fundamentów, w tym stalowe sekcje, platformy przejściowe oraz prace elektryczne, systemy ochrony antykorozyjnej czy elementy dostępu. Rozwój infrastruktury portowej, w tym dźwigów o dużej nośności i obszarów składowania, będzie kluczowy dla obsługi dużych konstrukcji oraz efektywnej logistyki. Gotowość do produkcji w pełni wyposażonych *transition piece* posiada w Polsce Grupa Przemysłowa Baltic, a aktywa zdolne do dodatkowej produkcji seryjnej ma Stocznia Szczecińska Wulkan. **Współpraca tych dwóch podmiotów jest podstawową opcją maksymalizacji local content w oparciu o duże podmioty z udziałem Skarbu Państwa.**

Wykres 21. Szacunek udziału krajowego w produkcji *transition piece*.

Komponent lub usługa	Udział w pakiecie Transition Piece	Krajowy potencjał
Materiał stalowy primary steel	50%	brak
Materiał stalowy secundary steel	15%	100%
Wyposażenie elektryczne	10%	100%
Montaż i wyposażenie secondary steel	25%	100%

Źródło: opracowanie własne

Budowa mocy produkcyjnych pełnej prefabrykacji *monopile* i *transition piece* w zakresie tzw. *primary steel*

Rozwój zdolności produkcyjnych fundamentów *monopile*, które obecnie dominują w projektach morskich farm wiatrowych w regionach takich jak Morze Północne i Bałtyckie jest analizowane przez potencjalnych inwestorów. Produkcja *monopile* wymaga dużych ilości wysokiej jakości stali (której w Polsce wyprodukować nie można), zaawansowanych technologii spawania oraz dużych zakładów produkcyjnych wyposażonych w linie do walcowania i montażu. Polska może wspierać rozwój takich zakładów, poprzez zachęty inwestycyjne, partnerstwa publiczno-prywatne oraz dostęp do finansowania w ramach funduszy unijnych. Kluczowe jednak znaczenie będzie miała współpraca z dostawcami stali oraz rozwój technologii recyklingu stali z demontowanych fundamentów, co może obniżyć koszty produkcji i zwiększyć zrównoważenie działalności.

Budowa mocy produkcyjnych produkcji fundamentów pływających

W przypadku fundamentów pływających, kluczowe znaczenie ma rozwój projektów pilotażowych oraz współpraca z zagranicznymi liderami branży, aby zdobywać wiedzę i doświadczenie w tej technologii.

18.2.9 Maksymalizacja *local content* poprzez dedykowane aukcje

Jedną z kluczowych opcji strategicznych w obszarze fundamentów jest zaprojektowanie w Polsce dedykowanych instrumentów wsparcia – w tym osobnych koszyków aukcyjnych – dla alternatywnych technologii fundamentowania (w szczególności konstrukcji pływających), wzorowanych na rozwiązaniach francuskich i brytyjskich. Doświadczenia Francji pokazują, że precyzyjnie zaprojektowana aukcja, skierowana wyłącznie do pływających farm wiatrowych, pozwala docelowo obniżyć koszty technologii i budować lokalny łańcuch dostaw. W przetargu AO5 na 250 MW farmę pływającą w południowej Bretanii osiągnięto cenę 86 EUR/MWh (nie jest to jednak wartość porównywalna do CFD z przyłączem), przy jednoczesnym silnym uwzględnieniu kryteriów

niecenowych – od stabilności finansowej, po aspekty społeczne, środowiskowe i zrównoważony rozwój¹¹⁴. Zapowiedziane kolejne rundy (AO7, AO8, AO9) systematycznie rozszerzają skalę i tworzą długoterminową ścieżkę popytu dla nowych technologii fundamentowania.

Podobny kierunek obrała Wielka Brytania, rezerwując osobny budżet (180 mln GBP) w ramach systemu CfD na projekty pływające, obok głównego koszyka dla klasycznych instalacji offshore¹¹⁵. Taka konstrukcja systemu sprawia, że technologie fundamentów pływających nie konkurują bezpośrednio z dojrzałymi monopolami w jednym koszyku cenowym, lecz rozwijają się w dedykowanym segmencie, z odpowiednio wyższym CAPEX i ryzykiem technologicznym. Jednocześnie w obu krajach rośnie znaczenie kryteriów niecenowych: premiiowane są rozwiązania wykorzystujące alternatywne typy fundamentów (pływające, grawitacyjne, tripodowe), maksymalizujące korzyści środowiskowe i lokalne, a także budujące trwały potencjał przemysłowy i kompetencyjny.

Polska może świadomie wpisać się w ten trend, wykorzystując przyszłe aukcje na MFW jako narzędzie rozwoju własnych technologii fundamentowych oraz krajowego łańcucha dostaw. W ramach Priorytetowego Programu dotyczącego fundamentów przewiduje się budowę regionalnych zdolności montażu różnych typów konstrukcji – od transition pieces i jacketów, przez monopale, po fundamenty grawitacyjne i pływające – z wykorzystaniem potencjału polskich stocznii i portów na Bałtyku. Wprowadzenie dedykowanych koszyków aukcyjnych, w których zastosowanie alternatywnych fundamentów byłoby warunkiem wejścia lub wysoko punktowanym kryterium, pozwoliłoby ukierunkować część nowych projektów na technologie, w których Polska może zbudować trwałą przewagę przemysłową (np. fundamenty grawitacyjne i konstrukcje pływające montowane w krajowych portach). Powinno to być poprzedzone współpracą z B+R i krajowymi firmami inżynieryjnymi.

Kluczowym elementem tej opcji strategicznej jest odpowiednie zaprojektowanie kryteriów niecenowych. Obok oceny ceny energii i wiarygodności finansowej oferenta, wysoką wagę powinny mieć: udział krajowego łańcucha dostaw w produkcji i montażu fundamentów, wykorzystanie infrastruktury portowej w Polsce, programy B+R nad nowymi typami fundamentów (w tym pływających), wpływ środowiskowy oraz wkład w rozwój lokalnych kompetencji (staże, szkolenia, programy współpracy z uczelniami i instytucjami badawczymi). Taki model wpisuje się w europejską politykę przemysłową (NZIA) i pozwala traktować fundamenty jako jeden z priorytetowych segmentów, w których Polska współtworzy europejskiego „czempiona” technologii offshore.

Dla krajowego sektora oznacza to odejście od roli wyłącznie wykonawcy dla zagranicznych dostawców na rzecz budowy pełnego łańcucha wartości – od projektowania, przez prefabrykację i montaż fundamentów, po integrację z turbiną i systemem przyłączeniowym. Włączenie do aukcji wyraźnego modułu technologicznego, premiującego alternatywne fundamenty, może stać się impulsem do ulokowania w Polsce nowych inwestycji przemysłowych (linie do dużych konstrukcji stalowych, zakłady prefabrykacji betonowych fundamentów grawitacyjnych, zaplecze dla jednostek instalacyjnych obsługujących konstrukcje pływające).

18.2.10 Wykorzystanie stali w produkcji dla morskich farm wiatrowych

Uzależnienie Europy od importu blachy grubej oraz surowców niezbędnych do produkcji stali, takich jak węgiel koksowy, stanowi jedno z kluczowych wyzwań stojących przed przemysłem stalowym i sektorami intensywnie

¹¹⁴<https://balticwind.eu/pl/wyniki-francuskiej-aukcji-nie-sa-nowym-punktem-odniesienia-dla-plywajacych-farm-wiatrowych-w-europie/>

¹¹⁵<https://energiapress.pl/news/5522/wielka-brytania-czy-mld-funtow-wystarczy-na-runde-aukcji-morskiej-energetyki-wiatrowej>

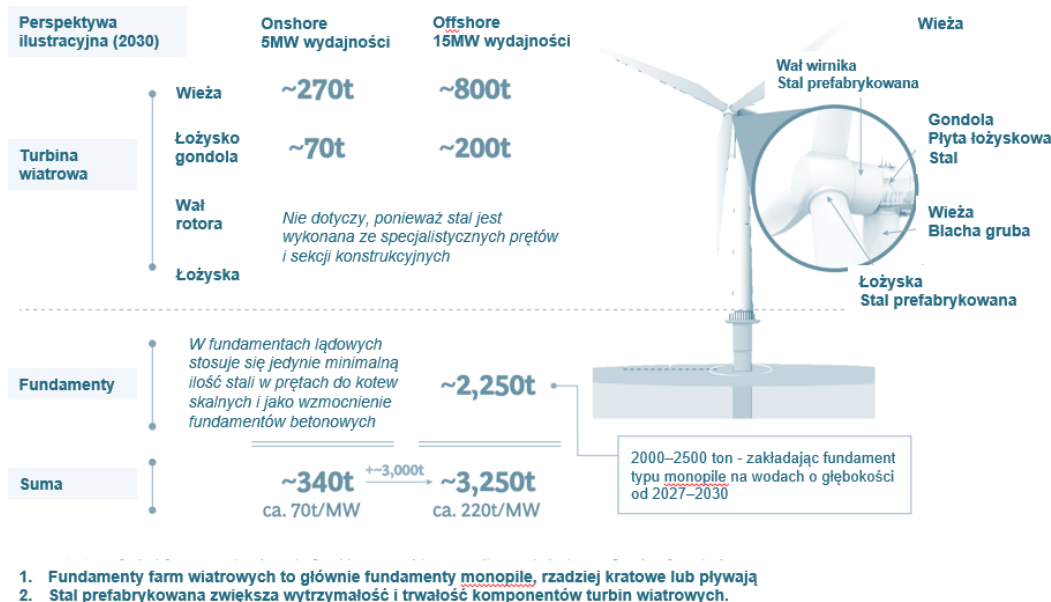
korzystającymi z tego materiału, w tym branżą *offshore wind*. Produkcja stali w Europie tradycyjnie opierała się na procesach wytopu w wielkich piecach z wykorzystaniem węgla kokсового, co generuje wysokie emisje CO₂. Strategiczna krajowa Spółka, Jastrzębska Spółka Węglowa (JSW) jest największym producentem w Europie.

Bazowym rozwiązaniem proponowanym w Steel Action Plan UE jest przejście na technologię bezpośredniej redukcji żelaza (DRI) w połączeniu z elektrycznymi piecami łukowymi (EAF), z perspektywą wykorzystania zielonego wodoru jako paliwa i reduktora. Takie podejście pozwoli na znaczące obniżenie emisji CO₂ i produkcję zielonej stali, która jest niezbędna do realizacji ambitnych celów dekarbonizacji w Europie.

Jednakże wdrożenie tej technologii wymaga znacznych inwestycji w infrastrukturę produkcyjną oraz rozwój odnawialnych źródeł energii, które zasilą cały proces. Brak lokalnych producentów blachy grubej dostosowanej do wymogów morskich farm wiatrowych, takich jak fundamenty *monopile* czy kratownicowe (ang. *jacket*), dodatkowo zwiększa presję na europejskie łańcuchy dostaw.

Dyskusja dotycząca udziału koksu JSW w łańcuchu dostaw dla energetyki odnawialnej powinna być podniesiona w kontekście budowy oferty Tier 1 pakiet fundamentowego, ponieważ w wariantie bazowym, czyli wykorzystania *monopile*, krajowi dostawcy nie mogą dostarczyć blachy grubej w wymaganych gabarytach.

Rysunek 19. Wykorzystanie stali dla budowy morskich farm wiatrowych.



Źródło: <https://media-publications.bcg.com/The-Winds-of-Change-in-Green-Steel.pdf>

Polska ma potencjał, aby odegrać znaczącą rolę w europejskim łańcuchu dostaw stali dla sektora MFW, jednak realizacja tego celu wymaga strategicznego podejścia. Budowa nowego zakładu produkcji stali to miliardowe inwestycje (w zależności od skali sięgające od 0,5 do 1,5 mld EUR. Warto przytoczyć przykład z USA, gdzie w styczniu 2023 r. firma Nucor wprowadziła Elcyon, nowy zrównoważony produkt stalowy o dużej grubości,

przeznaczony dla sektora *offshore wind* w Ameryce. Blachy produkowane są w hucie Nucor Bradenburg w stanie Kentucky, której budowa kosztowała 1,7 miliarda USD, a zakład rozpoczął działalność w grudniu 2022 r.¹¹⁶

Obecnie brak jest krajowych producentów blachy grubej przeznaczonej do zastosowań w *offshore*, co ogranicza zdolność Polski do pełnego wykorzystania rosnącego popytu w branży. Jedynie aktywa Huty Częstochowa mogą produkować blachę grubą o zbliżonych parametrach, jednak wyłącznie dla *onshore*. **Należy też wziąć pod uwagę, że produkcja stali w zakresie offshore jest dość wąską specjalizacją.** Dla zachowania strategicznego poziomu produkcji blachy grubej dla całej gospodarki (między innymi sektora zbrojeniowego, stoczniowego, ale też lądowej energetyki wiatrowej), potencjał Huty Częstochowy może być wystarczający.

Tabela 20. Proponowane działania dla realizacji celów Programu Priorytetowego

Lata	Działanie
2026	Opracowanie strategii inwestycyjnej i technologicznej dla sektora montażu fundamentów, w tym analiza globalnych i lokalnych trendów rynku.
2026-2027	Podpisanie kontraktów przez polskie przedsiębiorstwa jako Tier 1 w zakresie Transition Piece lub TP-less Secondary Steel, z opcją kontraktowania również fundamentów
2026-2027	Nawiązanie partnerstw z globalnymi liderami, takimi jak Sif, EEW, Titan Wind, Dajin dla identyfikacji zainteresowania inwestycją w fabrykę monopolali / TP w zakresie <i>primary steel</i>
2026-2027	Przygotowanie programu transferu technologii oraz certyfikacji polskich firm zgodnie z wymaganiami deweloperów farm wiatrowych dla transition piece.
2026-2028	Budowa infrastruktury produkcyjnej w polskich portach – rozwój terenów dla prefabrykacji i montażu fundamentów (monopile, jacket) i fundamentów pływających przy zachowaniu spójności i integracji działań zakładów ze Szczecina, Gdańska i Gdyni (opracowanie komplementarnej oferty).
2026-2027	Uruchomienie pilotażowego programu innowacyjnego krajowej konstrukcji wsporczej w oparciu o konkurs NCBiR Nowe Technologie dla Energetyki 3.
2026-2028	Wdrożenie mechanizmów wsparcia finansowego dla polskich przedsiębiorstw (np. dotacje, ulgi podatkowe, fundusze europejskie).
2026-2028	Rozwój centrów B+R oraz współpraca z uczelniami technicznymi w zakresie automatyzacji montażu fundamentów i <i>secondary steel</i> , a także fundamentów pływających.
2026-2029	Modernizacja polskich portów w celu umożliwienia obsługi dużych komponentów oraz rozwój logistyki morskiej i lądowej dla <i>offshore wind</i> .
2027-2028	Budowa specjalistycznych centrów logistycznych dla transportu i przechowywania fundamentów oraz innych elementów farm wiatrowych.
2027-2030	Stworzenie hubu technologicznego i centrum szkoleniowego dla montażu fundamentów i <i>secondary steel</i> z udziałem lokalnych i międzynarodowych ekspertów.
2028-2030	Udział w międzynarodowych projektach badawczo-rozwojowych dotyczących nowych technologii fundamentów (np. <i>TP-less</i> , fundamenty pływające).
2028-2032	Rozwój lokalnych kompetencji w zakresie instalacji fundamentów pływających poprzez pilotażowe projekty we współpracy z liderami rynku.
2027-2030	Rozwój infrastruktury umożliwiającej recykling komponentów fundamentów oraz wdrożenie zasad gospodarki cyrkularnej.
2029-2032	Rozszerzenie zdolności produkcyjnych polskich firm poprzez inwestycje w automatyzację i nowoczesne technologie.

¹¹⁶ <https://www.nrel.gov/docs/fy24osti/90525.pdf> [Dostęp na dzień 11.12.2024].

Lata	Działanie
2028-2035	Budowa zintegrowanej platformy współpracy dla deweloperów, dostawców oraz instytucji badawczych w celu promocji polskich rozwiązań <i>offshore</i> w zakresie <i>transition piece</i> i fundamentów pływających.

Źródło. Opracowanie własne.

18.3 KABLE DLA PROJEKTÓW MORSKICH FARM WIATROWYCH

18.3.1 Uzasadnienie wyboru segmentu dla programów priorytetowych

Doświadczenie krajowego przemysłu. Segment kabli, zarówno podmorskich, jak i lądowych, odgrywa kluczową rolę w realizacji projektów morskich farm wiatrowych, łącząc produkcję energii na morzu z lądowymi sieciami elektroenergetycznymi. Wybór tego obszaru dla programów priorytetowych wynika z kilku czynników, które wskazują na jego strategiczne znaczenie dla rozwoju sektora *offshore* wind oraz szerzej rozumianej transformacji energetycznej w Polsce. Polska posiada solidne fundamenty w zakresie produkcji kabli dzięki działalności firmy Tele-Fonika Kable (TFKable), która od lat jest jednym z największych producentów kabli w Europie. Firma ta dostarcza kable zarówno na potrzeby krajowe, jak i międzynarodowe, m.in. dla krajowych projektów *offshore*: Baltic Power, Baltica 2, Bałtyk II i Bałtyk III. Dodatkowo, TFKable dysponuje zapleczem produkcyjnym w wielu lokalizacjach, w tym w Polsce, co daje istotną przewagę w kontekście lokalizacji geograficznej oraz potencjału dostaw na rynki bałtyckie i europejskie. Połączenie krajowego doświadczenia z międzynarodową współpracą (przykładowo, Telefonika jest właścicielem JDR Cables, podmiotu przejętego przez TFK w 2017 roku) stwarza możliwość transferu wiedzy i technologii, które wzmocnią pozycję polskich firm w globalnym łańcuchu dostaw.

Produkcja kabli w Polsce generuje liczne **synergie** z innymi sektorami gospodarki, w tym z przemysłem stalowym, chemicznym, budowlanym i transportowym. Produkcja kabli wymaga zaawansowanych surowców, takich jak miedź i aluminium, które są również kluczowe dla innych gałęzi przemysłu. Ponadto, rozwój infrastruktury przesyłowej w Polsce (w ramach szerszego procesu dekarbonizacji), wspiera tworzenie nowych miejsc pracy, zarówno w produkcji, jak i w instalacji kabli nie tylko dla przemysłu *offshore*. Zaangażowanie polskich stoczní w budowę statków kablowych (CLV) może dodatkowo wzmocnić rozwój polskiego przemysłu.

Rentowność. Pomimo niepewnej sytuacji gospodarczej firmy produkujące eksportowe kable podmorskie osiągają bardzo dobre wyniki finansowe. Przykładowo, NKT i Nexans odnotowały rekordowe marże EBITDA w swoich raportach za 2023 r.¹¹⁷ Popyt na kable podmorskie ma wzrosnąć pięciokrotnie do 2030 roku, dlatego kluczowi gracze, tacy jak Prysmian, NKT i JDR, intensywnie inwestują w rozbudowę swoich zdolności produkcyjnych w Europie, regionie APAC oraz Ameryce Północnej. Działania te obejmują rozbudowę istniejących zakładów, wprowadzanie nowych technologii (np. kabli HVDC) oraz budowę nowych fabryk, takich jak zakład JDR w Cambois w Wielkiej Brytanii. Jak w innych pakietach zakupowych *offshore*, na europejski rynek wchodzi konkurencja chińska. Na przykład kable eksportowe dla projektu Baltica 2 w Polsce będą dostarczane przez chińską firmę ZTT Submarine Cable i Orient Cables.¹¹⁸

¹¹⁷ <https://www.nkt.com/news-press-releases/nkt-with-solid-financial-performance-for-q3-2024>

¹¹⁸ <https://www.spinergie.com/blog/offshore-power-cable-demand> [Dostęp na dzień 11.12.2024].

18.3.2 Model biznesowy

Projektowanie kabli do morskich farm wiatrowych jest kluczowym elementem, który wymaga zaawansowanej inżynierii, aby zapewnić efektywne przesyłanie energii elektrycznej generowanej przez turbiny wiatrowe na ląd. Projektowanie kabli *offshore* uwzględnia kilka istotnych aspektów, takich jak wybór odpowiednich materiałów, układanie kabli, trwałość w trudnych warunkach środowiskowych, a także zgodność z regulacjami i normami bezpieczeństwa.

Rodzaj kabli. W przypadku morskich farm wiatrowych stosuje się głównie dwa rodzaje kabli – kable eksportowe (przesyłające energię z farmy na ląd) oraz kable wewnętrzne międzyturbiniowe (*array cables*, łączące turbiny z morską stacją transformatorową). Kable eksportowe często są kablami wysokiego napięcia prądu zmiennego (HVAC) lub stałego (HVDC), zależnie od odległości od brzegu i skali projektu.

Projektowanie systemu kablowego. Projektowanie kabli obejmuje zarówno aspekty mechaniczne, jak i elektryczne. Uwzględniane są obciążenia mechaniczne, jak na przykład siły związane z falowaniem morza, prądy morskie oraz długoterminowa odporność kabli na uszkodzenia związane z korozją i erozją. Układanie kabli podmorskich wymaga zaawansowanych technologii, wykorzystujących specjalistyczne statki kablowe i narzędzia do instalacji kabli na dużych głębokościach. Proces ten obejmuje badania dna morskiego (geotechniczne i geofizyczne) w celu znalezienia optymalnej trasy dla kabli. Następnie stosuje się różne techniki układania kabli, a kable muszą być zaprojektowane z myślą o długim użytkowaniu – standardowy okres eksploatacji kabli podmorskich wynosi 25–30 lat. W związku z tym konieczne jest wykorzystanie wysokiej jakości materiałów, takich jak miedź lub aluminium w rdzeniu kabli oraz odpowiednie powłoki ochronne. Ważne są także procedury monitorowania i konserwacji, aby zapewnić ciągłość operacyjną farm wiatrowych.

W celu zwiększenia skuteczności projektowania i analizy wykorzystuje się najnowocześniejsze techniki automatyzacji, takie jak skrypty kontrolujące procesy analityczne na wielu platformach oprogramowania. Dla potwierdzenia dokładności modeli numerycznych producenci prowadzą szeroko zakrojone testy w swoich wewnętrznych laboratoriach. Takie podejście umożliwia dostarczanie rozwiązań spełniających najwyższe standardy jakości, niezawodności i innowacyjności¹¹⁹.

Firmy specjalizujące się w dostawie kabli, takie jak Nexans, Prysmian Group, NKT, JDR to globalni liderzy zarówno w produkcji, jak i projektowaniu kabli do morskich farm wiatrowych. Nexans dostarcza kable eksportowe dla wielu projektów na całym świecie, w tym dla farm wiatrowych Hornsea i Dogger Bank w Wielkiej Brytanii. Prysmian Group angażuje się w projekty na całym świecie, projektując i instalując zarówno kable array, jak i eksportowe. W projektowanie systemów elektrycznych angażują się również spółki badające dno morskie, takie jak Fugro.¹²⁰

Kable wewnętrzne. System kabli wewnętrznych stanowi kluczowy element infrastruktury morskich farm wiatrowych, który determinuje ich efektywność i niezawodność. Dzięki zaawansowanym technologiom, solidnym procesom projektowania oraz wysokiej jakości komponentom, możliwe jest zapewnienie długotrwałej i bezproblemowej eksploatacji farm wiatrowych na morzu. Jednocześnie, wdrażanie nowych technologii oraz innowacyjnych rozwiązań przyczynia się do dalszego rozwoju sektora *offshore* wind oraz zwiększenia jego konkurencyjności na rynku globalnym. Projektowanie układu kabli wewnętrznych (ang. *inter-array cables*) dla morskich farm wiatrowych jest kluczowym etapem, który warunkuje efektywną i bezpieczną transmisję energii elektrycznej z turbin do morskiej stacji transformatorowej. Proces ten obejmuje analizę topologii siatki kablowej

¹¹⁹ <https://www.jdrccables.com/about/analysis-design-verification/> [Dostęp na dzień 11.12.2024].

¹²⁰ Guide to Offshore Wind Farm, <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/> [Dostęp na dzień 11.12.2024].

oraz parametrów technicznych kabli, które są optymalizowane na podstawie danych dotyczących turbin wiatrowych, parametrów wietrzności, wydajności farmy, konfiguracji kabla eksportowego oraz specyfikacji generatorów turbin. Głównym celem projektowania jest minimalizacja strat przesyłowych, kosztów inwestycji oraz eksploatacji w całym cyklu życia farmy wiatrowej.

Podczas projektowania układu kabli wewnętrznych uwzględnia się również takie czynniki, jak lokalizacja morskich stacji transformatorowych, wymogi dotyczące układania kabli, ich niezawodność oraz wytrzymałość na warunki morskie. Liczba turbin połączonych w jednej grupie kabli zależy od ich mocy oraz specyficznych wymagań projektu, a szczegółowe rozmieszczenie kabli wynika z ostatecznej lokalizacji turbin oraz liczby grup połączeniowych.

Do budowy systemu kabli wewnętrznych stosuje się technologie kabli z rdzeniem miedzianym lub aluminiowym, przy czym decyzja o wyborze materiału podejmowana jest na podstawie analiz technicznych, uwzględniających aspekty takie jak obciążliwość prądowa, koszty oraz wymagania eksploatacyjne. Wraz z wprowadzaniem turbin o mocy 7 MW i większych zauważalny jest wzrost zarówno przekroju poprzecznego przewodników, jak i napięcia przesyłowego. Kable wewnętrzne, zwykle dostarczane wraz z akcesoriami, muszą być wyposażone w światłowody i zaawansowane systemy monitorowania, które zapewniają bieżącą kontrolę ich pracy.

Dla farm o zdolności przesyłowej 1440 MW, system kabli wewnętrznych składa się z około 180 km kabli, łączących fundamenty turbin wiatrowych w grupy liczące 5-6 turbin każda, z morską stacją transformatorową. Każda turbina jest połączona kablem o długości zgodnej z projektem, w zależności od jej lokalizacji i konfiguracji farmy¹²¹.

Kompleksowe podejście do realizacji projektów morskich kabli wewnętrznych obejmuje szeroki zakres działań w ramach kontraktów EPCI (ang. *Engineering, Procurement, Construction and Installation*). Kluczowe etapy prac to¹²²:

- Koncepcja wstępna i projektowanie techniczne – opracowanie szczegółowej dokumentacji projektowej uwzględniającej topologię siatki, parametry kabli oraz lokalizację turbin i stacji transformatorowych.
- Koordynacja interfejsów – integracja działań między różnymi wykonawcami oraz synchronizacja harmonogramów.
- Produkcja i testowanie kabli – zamówienie surowców, produkcja kabli i przeprowadzenie testów jakościowych.
- Transport i logistyka – załadunek, składowanie i transport kabli na miejsce instalacji, z uwzględnieniem wymaganej konserwacji.
- Instalacja kabli – układanie kabli na dnie morskim, ich ochrona przed uszkodzeniami oraz połączenie kabli na stacji transformatorowej i przy każdej turbinie.
- Prace wykończeniowe i dokumentacja końcowa – testy funkcjonalne, certyfikacja sprzętu oraz dostarczenie dokumentacji potwierdzającej zakończenie projektu.

¹²¹ Tamże.

¹²² <https://baltyk123.pl/dla-dostawcow/pakiety-zakupowe/kable-wewnetrzne/> [Dostęp na dzień 11.12.2024].

Kable eksportowe. Morskie kable eksportowe stanowią strategiczny komponent infrastruktury morskich farm wiatrowych, umożliwiając przesył energii elektrycznej wytworzonej przez turbiny na morzu do lądowych sieci elektroenergetycznych. Ich projektowanie, produkcja i instalacja wymagają zaawansowanej wiedzy inżynierskiej oraz ścisłej koordynacji między różnymi sektorami przemysłu. Kable eksportowe, o wysokim napięciu (XLPE 220 kV), są zaprojektowane do przesyłu dużych ilości energii na znaczne odległości, minimalizując straty energetyczne i zapewniając stabilność przesyłu.¹²³

Choć projekty kablowe są zależne każdorazowo od specyfiki całej farmy, a ilość kabli eksportowych zależy od ilości podstacji i mocy odprowadzonej z poszczególnych podstacji, w przykładowym projekcie farmy wiatrowej kable eksportowe obejmują instalację czterech 3-żyłowych kabli o łącznej zdolności przesyłowej 1,44 GW (po 360 MW każdy), które biegną od morskiej stacji transformatorowej do lądowych studzienek na mufy kablowe. Trasa kabli, licząca kilkadziesiąt km, uwzględnia zarówno dno morskie, jak i miejsca wyjścia na ląd, co wymaga zaawansowanych rozwiązań technologicznych, takich jak kable światłowodowe oraz systemy monitorowania kabli w czasie rzeczywistym. Te innowacje umożliwiają stały nadzór nad stanem technicznym kabli i szybkie reagowanie na ewentualne usterki.

Zakres działań w ramach kontraktów EPCI kabli eksportowych to:

- Realizacja projektów morskich kabli eksportowych odbywa się w ramach kontraktów typu EPCI (ang. *Engineering, Procurement, Construction and Installation*), które obejmują kompleksowy zakres działań, w tym:
- Koncepcja wstępna i projektowanie techniczne. Opracowanie szczegółowej dokumentacji technicznej, która uwzględnia trasę kabli, wymogi środowiskowe, specyfikacje techniczne oraz analizę ryzyka.
- Koordynacja interfejsów. Zapewnienie płynnej współpracy między różnymi podmiotami zaangażowanymi w projekt, w tym producentami kabli, operatorami sieci elektroenergetycznych oraz wykonawcami prac instalacyjnych.
- Produkcja i testowanie. Zamówienie surowców, produkcja kabli wysokiego napięcia oraz przeprowadzenie testów jakościowych, które gwarantują zgodność z najwyższymi standardami technicznymi.
- Logistyka i transport. Załadunek kabli na specjalistyczne jednostki transportowe, ich przewóz na miejsce instalacji oraz odpowiednie składowanie i konserwacja przed rozpoczęciem prac.
- Instalacja i ochrona kabli. Układanie kabli na dnie morskim z zastosowaniem technologii chroniących je przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz wpływem trudnych warunków środowiskowych. Prace obejmują również wciąganie kabli do stacji transformatorowej oraz kończenie i łączenie kabli w punktach styku na lądzie.
- Zakończenie mechaniczne i dokumentacja końcowa. Przeprowadzenie testów końcowych, certyfikacja instalacji oraz dostarczenie dokumentacji potwierdzającej ukończenie projektu zgodnie z wymaganiami kontraktu.

Efektywność działania morskich kabli eksportowych ma bezpośredni wpływ na wydajność i niezawodność całego systemu energetycznego farmy wiatrowej. Kluczowymi wyzwaniami w projektowaniu i instalacji kabli eksportowych są trudne warunki środowiskowe na morzu, takie jak duże głębokości, silne prądy oraz ryzyko uszkodzeń mechanicznych. Wymaga to zastosowania zaawansowanych technologii, w tym specjalistycznych systemów ochronnych i monitorujących.

¹²³ Guide to Offshore Wind Farm, <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/> [Dostęp na dzień 11.12.2024].

18.3.3 *Lądowe kable eksportowe*

Lądowe kable eksportowe odgrywają strategiczną rolę w przesyłaniu energii generowanej przez morskie farmy wiatrowe od punktu wyjścia na ląd (tzw. „*Landfall*”) do głównych punktów dystrybucyjnych w krajowej sieci elektroenergetycznej. Na przykładzie projektu MFW Bałtyk 2/3, odcinek lądowy korytarza infrastruktury przyłączeniowej, liczący około 14 km, przebiega przez gminy Ustka i Słupsk w województwie pomorskim. W ramach tego systemu planuje się wykorzystanie dwóch linii kablowych 220 (245) kV na odcinku pomiędzy miejscem wyjścia na ląd a lądową stacją elektroenergetyczną oraz jednej linii kablowej 400 kV na odcinku pomiędzy stacją elektroenergetyczną a punktem przyłączenia do krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE).

Produkcja lądowych kabli eksportowych to również zaawansowany proces, który wymaga wykorzystania najnowocześniejszych technologii oraz materiałów wysokiej jakości. Kable te muszą charakteryzować się wysoką przewodnością, odpornością na uszkodzenia mechaniczne i wpływy atmosferyczne. Rdzeń kabla, wykonany z miedzi lub aluminium, zapewnia wydajny przesył energii. Połwoka zewnętrzna chroni przed wpływem na środowisko i uszkodzeniami mechanicznymi. Izolacja w kablach HV pełni rolę bariery elektrycznej między żyłą i innymi elementami konstrukcyjnymi/ zewnętrznym o dużej różnicy potencjałów. Każdy etap produkcji, od doboru surowców po testy końcowe, podlega ścisłej kontroli jakości, aby spełniać rygorystyczne normy branżowe. Przed oddaniem kabli do użytku przeprowadzane są testy wytrzymałościowe, przewodności oraz izolacji, które gwarantują niezawodność i długą żywotność produktów.

Instalacja lądowych kabli eksportowych obejmuje kilka kluczowych etapów. Prace rozpoczynają się od badań terenowych i środowiskowych, które pozwalają na optymalizację trasy kabli oraz minimalizację wpływu na lokalne środowisko. W kolejnych etapach wykonywane są prace ziemne, podczas których przygotowany jest korytarz kablów obejmujący wykopy, magazyny szpul oraz drogi dojazdowe. Instalacja kabli wymaga także budowy placów montażowych, które służą do przechowywania sprzętu, parkowania pojazdów i zapewnienia zaplecza socjalnego dla pracowników.

Do kluczowych działań w trakcie prac instalacyjnych należą:

- Układanie kabli w przygotowanych wykopach na odpowiedniej głębokości, aby zabezpieczyć je przed uszkodzeniami.
- Instalacja muf kablowych w lądowych studzienkach przyłączeniowych.
- Wykorzystanie specjalistycznego sprzętu do układania i monitorowania kabli, co pozwala na precyzyjne rozmieszczenie oraz minimalizację zakłóceń w otoczeniu.
- Testy i uruchomienie. Po zakończeniu instalacji lądowych kabli eksportowych przeprowadzane są szczegółowe testy funkcjonalne, które potwierdzają poprawność połączeń oraz gotowość systemu do przesyłania energii. Ostateczne prace obejmują sporządzenie dokumentacji końcowej oraz uzyskanie niezbędnych certyfikatów ukończenia instalacji.

18.3.4 *Modele biznesowe*

Gwałtowny wzrost popytu związany z budową morskich farm wiatrowych na świecie już teraz wywiera presję na rynek kabli podmorskich. Długość przyznanych kontraktów na kable eksportowe wzrosła z 759 km w 2016 roku do niemal 2 000 km w 2022 roku. Trzej główni gracze na rynku – NKT, Nexans i Prysmian – od 2016 r. zdobyli ponad 75% tego rynku. Podobny trend obserwuje się w segmencie kabli wewnętrznych (nag. *array cables*), gdzie

roczna długość przyznawanych kontraktów podwoiła się w ciągu ostatnich sześciu lat, a firmy JDR, Prysmian i Hellenic Cables zdobyły 80% rynku¹²⁴.

Wydłużają się również czasy realizacji zamówień. Od 2018 roku okres między przyznaniem kontraktu na kabel eksportowy a rozpoczęciem jego instalacji niemal się podwoił i przewiduje się dalszy wzrost w nadchodzących latach. **Obecnie na rynku działa zaledwie dziesięciu znaczących producentów kabli, z czego cztery firmy kontrolują 85% rynku pod względem przyznanej długości kabli.** W przypadku kabli wewnętrznych czas realizacji zamówień również się wydłuża – przykładowo, dla kontraktów zawartych na początku 2023 roku przewidywana dostawa przypada na połowę 2025 r., co oznacza ponad 800 dni oczekiwania¹²⁵.

W obliczu tych wyzwań, kontrakty muszą być zawierane z coraz większym wyprzedzeniem, aby zabezpieczyć moce produkcyjne. Dodatkowo, farmy wiatrowe są lokowane coraz dalej od brzegu, co skutkuje wydłużeniem kabli eksportowych – ich średnia długość podwoiła się w ciągu sześciu lat. Warto zauważyć, że wydłużone czasy realizacji dotyczą nie tylko kabli dedykowanych energetyce wiatrowej, ale także innych projektów elektryfikacyjnych, co dodatkowo obciąża łańcuch dostaw. W kontekście instalacji kabli, od 2016 roku w projekty związane z morskimi farmami wiatrowymi zaangażowanych było 17 kontrahentów, jednak w ciągu ostatnich trzech lat sześć firm odpowiadało za 90% czasu pracy jednostek układających kable. Liderem pod względem dni operacyjnych statków układających kable eksportowe jest Boskalis, który realizował liczne projekty w Morzu Północnym i Bałtyckim. Prysmian zajmuje drugie miejsce, aktywnie wchodząc na nowe rynki, takie jak Francja czy USA. Warto również zauważyć rosnącą obecność Subsea 7, która w 2022 r. stała się liderem pod względem dni operacyjnych w segmencie kabli eksportowych.¹²⁶

W segmencie kabli wewnętrznych, w ciągu ostatnich trzech lat pięć firm dominowało na rynku, co wskazuje na wysoką koncentrację i potrzebę dalszych inwestycji w moce produkcyjne oraz zasoby instalacyjne, aby sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu sektora morskiej energetyki wiatrowej.

¹²⁴ <https://www.spinergie.com/blog/new-challenges-lay-ahead-as-demand-for-offshore-cables-increases>

¹²⁵ Tamże.

¹²⁶ Tamże.

Rysunek 20. Planowane i aktywne zakłady produkujące kable w Europie.



Źródło: <https://www.spinergie.com/blog/new-challenges-lay-ahead-as-demand-for-offshore-cables-increases>

Projekt Vineyard Wind 1, pierwsza farma wiatrowa offshore w USA, stanowi przykład wyzwań logistycznych i infrastrukturalnych związanych z instalacją kabli w regionach, gdzie lokalna infrastruktura wciąż się rozwija. Ze względu na brak wystarczającej liczby lokalnych zakładów produkcyjnych i portów obsługujących instalacje kablów, realizacja tego projektu wymagała skomplikowanych operacji logistycznych, angażujących wiele jednostek transportowych i instalacyjnych z Europy. Poniżej przedstawiono kluczowe etapy tego procesu:

- Instalacja głębokowodnej sekcji kabla. Statek kablów Cable Enterprise (Prysmian, 2001) został wysłany z Europy do USA, aby zainstalować głębokowodny odcinek kabla eksportowego. Przepłynięcie Atlantyku zajęło 27 dni (IV kwartał 2022 roku).
- Transport kabla z Finlandii do USA. Kabel wyprodukowano w fabryce Prysmian w Pikkala, Finlandia, po czym załadowano go na barkę Ulisse (Prysmian, 2011). Jednak z powodu ograniczeń barki w przepłynięciu Atlantyku, została ona przetransportowana na statku półzanurzalnym Hua Yang Long (Guangzhou Salvage, 2012). Cały proces zajmował około 27 dni.
- Instalacja sekcji kabli w płytkich wodach. Po dotarciu do USA, Ulisse została wykorzystana do instalacji kabli na płytszych wodach. Ponieważ długość kabla była zbyt duża, aby transportować go w jednej turze, do projektu zaangażowano trzeci statek kablów, NDURANCE (Boskalis, 2013), który transportował kabel z Finlandii do USA. Czas tranzytu wynosił około 32 dni.

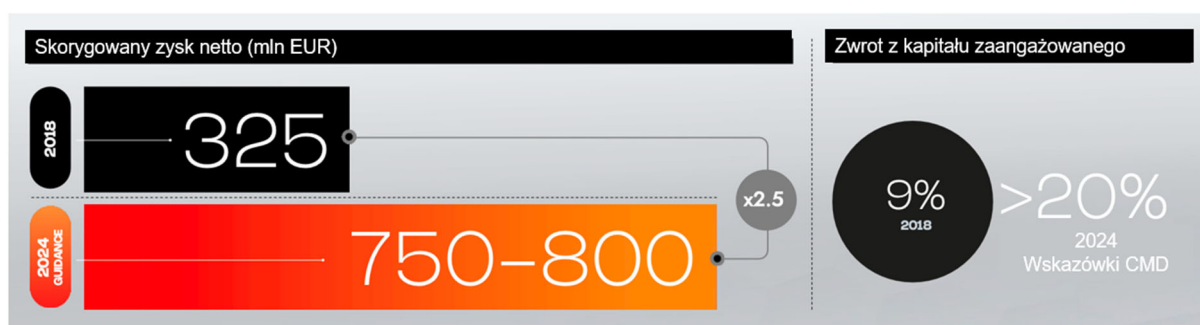
Wyzwaniem jest brak infrastruktury regionalnej w różnych częściach świata, gdzie inwestuje się w budowę morskich farm wiatrowych. Brak rozwiniętej infrastruktury portowej i zakładów produkcyjnych w USA prowadzi do konieczności realizacji skomplikowanych i kosztownych operacji logistycznych, które wydłużają czas realizacji projektu. Casus Vineyard Wind 1 podkreśla strategiczne znaczenie rozwijania lokalnych zdolności produkcyjnych, które mogłyby zminimalizować ryzyko opóźnień i zmniejszyć koszty logistyczne. Projekt wymagał ścisłej współpracy między różnymi firmami i technologiami z Europy oraz Stanów Zjednoczonych, co wskazuje na potrzebę globalnych partnerstw w sektorze offshore wind. Przykład Vineyard Wind 1 pokazuje, że dalszy rozwój morskiej energetyki wiatrowej w regionach takich jak USA będzie wymagał znaczących inwestycji w infrastrukturę, aby zwiększyć efektywność i skalę realizowanych projektów.

Kluczowe podmioty na rynku

Prysmian Group jest jednym z największych producentów kabli na świecie, z rocznymi przychodami przekraczającymi już nawet 15 miliardów EUR.¹²⁷ Kapitalizacja sięga kilkunastu miliardów EUR. Firma odnotowuje stabilną rentowność dzięki zróżnicowanemu portfelowi produktów i globalnej obecności. Prysmian posiada zakłady produkcyjne w Europie, Ameryce Północnej, Ameryce Południowej i Azji. W kontekście morskich farm wiatrowych, kluczowe są fabryki w Pikkala (Finlandia) oraz w Arco Felice (Włochy), specjalizujące się w produkcji kabli podmorskich.

Nexans generuje roczne przychody na poziomie ponad 8 miliardów euro, z kapitalizacją około 5 miliardów EUR w grudniu 2024 roku.¹²⁸ Firma koncentruje się na poprawie rentowności poprzez restrukturyzację i skupienie się na bardziej dochodowych segmentach rynku. Nexans posiada zakłady produkcyjne w Europie, Ameryce Północnej i Azji. Fabryka w Halden (Norwegia) jest kluczowa dla produkcji kabli podmorskich wykorzystywanych w morskich farmach wiatrowych

Rysunek 21. Wyniki finansowe Nexans 2018 – 2024 r.



Źródło: <https://www.nexans.com/finance/financial-information/2024-capital-markets-day/>

NKT odnotowuje roczne przychody na poziomie około 2 miliardów euro¹²⁹. Firma koncentruje się na zwiększaniu rentowności poprzez optymalizację operacyjną i inwestycje w technologie o wysokiej wartości dodanej. NKT posiada zakłady produkcyjne w Europie, w tym w Polsce (Warszawie i Knurów).

Hellenic Cables, będący częścią Cenergy Holdings, generuje roczne przychody na poziomie około miliarda EUR.¹³⁰ Firma odnotowuje stabilną rentowność dzięki specjalizacji w kablach energetycznych i telekomunikacyjnych (15% EBITDA w 2023 r.). Hellenic Cables posiada zakłady produkcyjne w Grecji, które specjalizują się w produkcji kabli podmorskich i lądowych dla sektora energetyki wiatrowej.

Tele-Fonika Kable (TFKable). TFKable jest jednym z globalnych liderów w produkcji kabli wysokiego i ekstra wysokiego napięcia (HV i EHV) dla sektora energii odnawialnej, z mocną koncentracją na sektorze energii wiatrowej, oferując systemy kabli o średnim, wysokim i ekstra wysokim napięciu. Centra badawczo-rozwojowe TFKable są wyposażone w urządzenia do testów kwalifikacyjnych, rutynowych i technologicznych, w tym testów

¹²⁷ <https://companiesmarketcap.com/eur/prysmian-group/revenue/>

¹²⁸ <https://companiesmarketcap.com/nexans/revenue/>

¹²⁹ <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/02/21/2832452/0/en/NKT-A-S-Annual-Report-2023-36-organic-growth-and-record-high-operational-EBITDA.html>

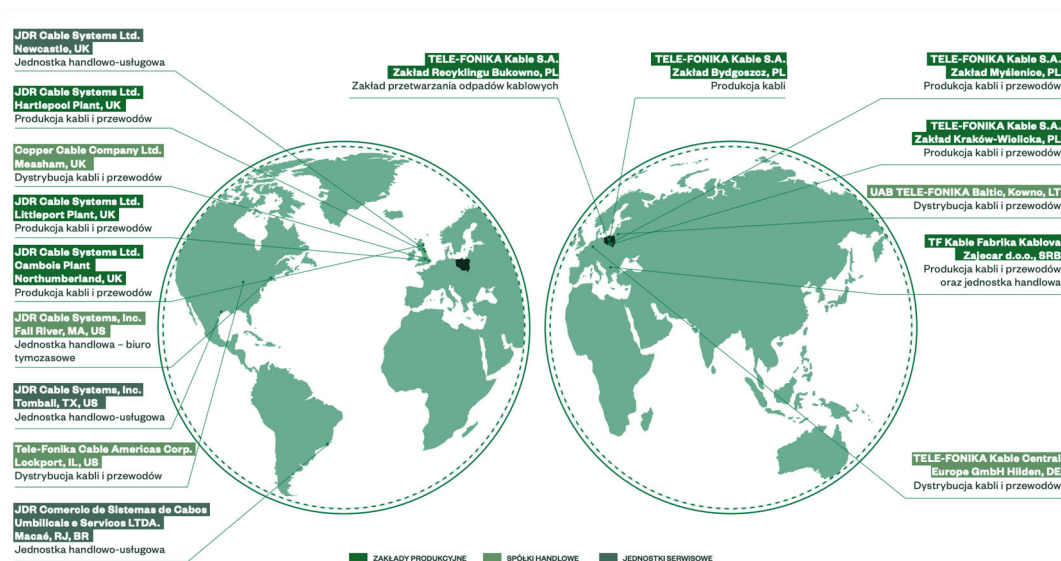
¹³⁰ https://www.hellenic-cables.com/about-us/financial_information/

ogniowych. W 2023 roku w TFKable było zatrudnionych około dwa tysiące osób. Spółka obecna jest w ponad 80 krajach, a w Polsce ma około 30% udział w rynku.

Z siedmioma zakładami na świecie¹³¹ z przychodami netto ze sprzedaży w 2021 r. wynoszącymi 3,73 miliarda PLN, co stanowi wzrost o 27% w porównaniu z rokiem poprzednim, jest jednym z liderów na rynku światowym. Zysk netto wyniósł 125,5 miliona PLN, co oznacza wzrost o 41% rok do roku. TFKable posiada zakłady produkcyjne w kilku krajach na świecie. Firma dostarcza kable dla morskich farm wiatrowych, w tym dla projektów Baltic Power, Baltica 2, Bałtyk II i Bałtyk III.

JDR Cables, spółka z Grupy TFK, ma ponad 30 lat doświadczenia i specjalizuje się w projektowaniu, produkcji, montażu oraz serwisowaniu Subsea Power Cables i Umbilical Systems. JDR jest rynkowym pionierem w zakresie Inter-Array Cables dla morskich farm wiatrowych i liderem rynku w dostawach kabli dynamicznych do farm pływających. Produkcja odbywa się w nowoczesnych zakładach w Hartlepool (Wielka Brytania), Littleport (Wielka Brytania) i Bydgoszczy (Polska).

Rysunek 22. Sieć produkcyjna i dystrybucyjna TFK (w tym JDR Cables).



Źródło: https://www.tfkable.com/files/upload/files/TFK_Raport_ESG_PL_07.08.pdf

Producenci kabli kontynuują inwestycje w nowe zakłady produkcyjne w regionie Morza Północnego, pomimo dojrzałości tamtejszego rynku wiatrowego. Celem tych działań jest skrócenie czasu realizacji zamówień oraz wzmocnienie bezpieczeństwa energetycznego.

- JDR w Cambois. Fabryka o docelowej powierzchni 69 000 m² ma rozpocząć działalność w 2025 r. Zakład będzie wyposażony w nowoczesną linię wulkanizacji ciągłej (CCV), co uczyni go jedyną placówką w Wielkiej Brytanii zdolną do pełnej produkcji kabli podmorskich wysokiego napięcia (HVAC) od początku do końca.

¹³¹ https://www.jdr-cables.com/wp-content/uploads/2023/08/TFKGroup-CSR-ENG_2022_2-08-23_no.pdf

- Japońska firma Sumitomo planuje budowę fabryki kabli w Nigg w rejonie Cromarty Firth w Szkocji. Ten projekt oznacza pierwsze wejście tego producenta na rynek europejski przy minimalnym ryzyku i inwestycjach. Nowy zakład będzie produkować kable dla morskich farm wiatrowych i połączeń sieciowych. Sumitomo posiada już bogate doświadczenie w europejskich projektach, wykorzystując swoją japońską fabrykę do realizacji kontraktów (NEMO Link między Wielką Brytanią a Belgią,¹³² Greenlink Interconnector między Wielką Brytanią a Irlandią, Gwynt y Môr Wind Farm w Wielkiej Brytanii). Sumitomo dostarcza również jeden z najwyższych napięciowych systemów kablowych na świecie – 400 kV HVDC XLPE.
- Ponadto, istniały relacje prasowe o planach rozwoju fabryki XLCC na zachodnim wybrzeżu Szkocji¹³³.

Rysunek 23. Informacje nt. inwestycji Grupy TFK w Cambios.



ZAKŁAD W CAMBOIS, NIEDALEKO BLYTH, NORTHUMBERLAND (W BUDOWIE)

W 2022 r. JDR rozpoczął budowę kolejnego zakładu produkującego podmorskie kable, zlokalizowanego w Cambois, niedaleko Blyth, Northumberland, w Wielkiej Brytanii. Projekt o wartości 150 mln GBP będzie kluczowym zakładem produkcyjnym w Wielkiej Brytanii zdolnym do kompleksowej produkcji kabli Inter-Array, kabli Subsea Power oraz kabli lądowych średniego i wysokiego napięcia. Nowe centrum produkcyjne, zlokalizowane na terenie dawnej elektrowni węglowej, to:

- kilkukrotne zwiększenie mocy produkcyjnych
- produkcja dłuższych odcinków kabli podmorskich o wysokim napięciu przeznaczonych do nowej generacji turbin wiatrowych
- produkcja kabli lądowych HV i EHV wykorzystywanych do lądowego przesyłu energii, w tym zaawansowanych połączeń sieciowych.



W zakładzie zatrudnienie znajdzie ponad 171 osób, a projekt umożliwi wdrożenie rozwiązań zgodnych z zasadami zrównoważonego rozwoju. Ograniczony zostanie m.in. transport drogowy surowców używanych do produkcji kabli poprzez znaczne wykorzystanie dostaw kolejną oraz drogą morską z portu Blyth. Dzięki podłączeniu sieci do lokalnych elektrowni słonecznych i wiatrowych obiekt produkcyjny pozyska dodatkowe zasilanie z odnawialnych źródeł energii. Planowane jest również wykorzystywanie wody deszczowej w celu zmniejszenia jej zużycia oraz magazynowanie energii odpadowej z procesu produkcji.

Inwestycja TFK.Group ma kluczowe znaczenie dla procesu transformacji energetycznej ogłoszonej w Wielkiej Brytanii i jest prowadzona przy wsparciu His Majesty's Government oraz Secretary of State w ramach programu DESNZ Offshore Wind Manufacturing Investment Support Scheme. Jednocześnie nowy zakład umożliwi rozwój i zwiększenie skali obsługi projektów w związku z rozwojem energetyki, w tym morskich farm wiatrowych – dzięki współpracy w ramach TFK.Group możliwe jest zwiększenie produkcji ośrodków kabli Inter-Array w Polsce i ich eksport do Wielkiej Brytanii. Technologia produkcji kabli w nowym zakładzie JDR pozwoli na dostarczanie podmorskich systemów kablowych, umożliwiających zwiększenie transmisji połączeń pomiędzy turbinami, mających potencjał generowania większej mocy energii, co w efekcie przyczyni się bezpośrednio do obniżenia kosztów instalacji turbin, a pośrednio – do obniżenia kosztu wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych.

W Blyth powstanie m.in. wieża CCOV i VLM o wysokości 45 metrów, która pozwoli zaspokoić rosnące zapotrzebowanie na dłuższe i napięciowo wyższe napięcie kable dla odnawialnych źródeł energii morskich. Rozbudowa zwiększy produkcję JDR i TFKable. Mapa rozwoju JDR obejmuje w przyszłości produkcję kabli 275kV z przyszłymi możliwościami dla 525kV.

Źródło: https://www.tfkable.com/files/upload/files/TFK_Raport_ESG_PL_07.08.pdf

Wyzwania rynku kabli w kontekście transformacji energetycznej

Rynek kabli wysokiego napięcia prądu stałego (HVDC) staje się jednym z kluczowych elementów infrastruktury niezbędnej do realizacji globalnej transformacji energetycznej. W miarę jak państwa intensyfikują swoje działania na rzecz przejścia na odnawialne źródła energii, zapotrzebowanie na kable rośnie w sposób bezprecedensowy.

¹³² <https://global-sei.com/company/press/2018/12/prs106.html>

¹³³ <https://xlcc.co.uk/2022/06/factory-planning-approval-north-ayrshire/>

Zapowiedziane projekty, takie jak NeuConnect, który połączy Wielką Brytanię z Niemcami za pomocą kabla o długości 700 km, ilustrują skalę i znaczenie infrastruktury kablowej w nowej erze międzynarodowego handlu energią. Rynek kabli HVDC, który jeszcze kilka lat temu notował zamówienia na poziomie 3 mld USD rocznie (2015-2020), w 2022 r. osiągnął wartość 11 mld USD. Prognozy na 2024 rok wskazują, że wartość nowych zamówień może wynieść nawet 18-20 mld USD rocznie¹³⁴.

Produkcja kabli HVDC to proces wymagający precyzji, czasochłonności i specjalistycznego sprzętu. W rezultacie wielu producentów, takich jak Prysmian czy Nexans, ma pełne portfele zamówień do 2026/2027 roku. Wysokie bariery wejścia, takie jak potrzeba ogromnych inwestycji kapitałowych, ograniczają możliwość rozwoju nowych producentów. Przykładem są inwestycje Nexans w USA czy XLCC w Szkocji, które dopiero w 2027 roku osiągną zdolność produkcyjną. Niedobory miedzi i aluminium mogą dodatkowo skomplikować sytuację rynkową. Przewiduje się, że w połowie dekady deficyt miedzi wyniesie 3-5 mln ton. Wprowadzenie kabli aluminiowych może złagodzić presję na dostawy miedzi, ale wymaga to dalszych innowacji. Projekty takie jak NeuConnect czy EuroAsia Interconnector są opóźniane przez braki w zdolnościach produkcyjnych oraz przeciążenie rynku. Dla przykładu, opóźnienia w dostawach kabli i stacji konwertorowych dla Bay of Biscay zwiększyły koszty projektu z 1,75 mld EUR do 2,85 mld EUR.¹³⁵

Producenci kabli muszą inwestować w nowe zakłady produkcyjne oraz rozbudowywać istniejące linie produkcyjne, wskazane powyżej. Państwa i inwestorzy powinni stawiać na współpracę w ramach łańcucha dostaw, aby zwiększyć dywersyfikację dostaw surowców i zapewnić dostępność zasobów. Nexans podpisał pięcioletnią umowę z chilijskim Codelco na dostawę 100 tys. ton miedzi rocznie, co pozwoli na zabezpieczenie przyszłych projektów. W lutym 2023 roku KGHM Polska Miedź S.A. podpisał z firmą Nexans kontrakt na dostawy katod miedzianych na lata 2023–2027. Umowa przewiduje roczne dostawy od blisko 22,8 tys. do ponad 27,8 tys. ton katod miedzianych.¹³⁶ Rozwój kabli aluminiowych jako alternatywy dla miedzi oraz standaryzacja procesów produkcji w celu zwiększenia skali są kluczowymi obszarami dla producentów kabli i dostawców infrastruktury. Rządy wspierają długoterminowe planowanie i strategiczne rezerwacje mocy produkcyjnych. Przykładem jest holenderski TenneT, który zakontraktował 7 000 km kabli o wartości 5,5 mld euro, zabezpieczając swoje projekty na najbliższe lata. W ramach tych kontraktów, firmy NKT, Nexans oraz konsorcjum Jan De Nul Group, LS Cable & System i Denys dostarczą łącznie około 7 000 kilometrów kabli wysokiego napięcia prądu stałego (HVDC) o napięciu 525 kV.¹³⁷ Rynek kabli HVDC staje się kluczowym elementem globalnej infrastruktury energetycznej. Ograniczenia produkcyjne, niedobory surowców oraz rosnące zapotrzebowanie wymagają skoordynowanych działań między przemysłem a rządami. Inwestycje w zdolności produkcyjne, innowacje technologiczne oraz strategiczne podejście do planowania projektów mogą złagodzić presję na rynek i przyspieszyć realizację celów klimatycznych. Bez szybkich działań ryzyko opóźnień i wzrostu kosztów może zahamować rozwój kluczowych projektów energetycznych.

¹³⁴ <https://www.ft.com/content/c88c0c6d-c4b2-4c16-9b51-7b8beed88d75>

¹³⁵ <https://www.cnmc.es/sites/default/files/4583972.pdf>

¹³⁶ <https://glowny-mechanik.pl/2023/02/13/kgmh-zdobywa-kolejny-duzy-kontrakt-dlugoterminowy-katody-miedziane-dla-nexans/>

¹³⁷ <https://renewablesnow.com/news/tennet-awards-eur-5-5bn-cable-job-for-multiple-grid-connections-822204/>

Przykłady strategicznych partnerstw z operatorami sieci przesyłowych w UE

Francuski operator systemu przesyłowego, RTE, zawarł umowy o wartości niemal 1 miliarda EUR z pięcioma europejskimi dostawcami—Prysmian, Nexans, NKT-SolidAl i Hellenic Cables—na dostawę i instalację około 5 200 kilometrów podziemnych kabli wysokiego napięcia o poziomach napięcia od 90 000 do 400 000 woltów. Realizacja tych kontraktów planowana jest do 2028 roku, a wszystkie kable będą produkowane wyłącznie w Europie, z czego jedna trzecia w zakładach we Francji. Inwestycje RTE odzwierciedlają rosnące potrzeby modernizacji i rozbudowy sieci przesyłowych w Europie, co generuje znaczący popyt na kable wysokiego napięcia¹³⁸.

Wnioski dla branży kablowej wynikające z tego podejścia są następujące:

- Zawieranie wieloletnich umów z kluczowymi dostawcami, jak w przypadku RTE, umożliwia firmom kablowym lepsze planowanie produkcji i inwestycji, zapewniając stabilność operacyjną.
- Produkcja kabli w ramach tych kontraktów będzie realizowana wyłącznie w europejskich zakładach, co podkreśla znaczenie lokalnych łańcuchów dostaw i może prowadzić do wzrostu inwestycji w europejskie moce produkcyjne.
- Produkcja jednej trzeciej kabli we Francji, w zakładach Prysmian i Nexans, rezerwuje niemal całą dostępną francuską zdolność produkcyjną do 2028 roku, co sprzyja rozwojowi lokalnego przemysłu i tworzeniu miejsc pracy. Prysmian pod te kontrakty rozbudowuje produkcję w Seine-et-Marne¹³⁹
- Polityka zakupowa RTE, oparta na standaryzacji materiałów i wydłużeniu umów ramowych z 5 do 8 lat, oferuje dostawcom większą przewidywalność i możliwość rozwoju zdolności produkcyjnych.

¹³⁸ <https://www.prysmian.com/en/media/press-releases/rte-strengthens-its-strategic-supplies-and-contributes-to-developing-french-industry>

¹³⁹ <https://www.rte-france.com/en/newsroom/rte-strengthens-its-strategic-supplies-and-contributes-developing-french-industry-through>

Budowa europejskich dużych podmiotów na rynku kabli.

Rynek kabli dla morskiej energetyki wiatrowej doświadcza bezprecedensowego wzrostu, napędzanego ambitnymi celami zwiększenia mocy *offshore wind*. Do 2028 roku prognozuje się układanie ponad 18 000 km kabli rocznie, co stanowi wzrost 9,5-krotny w porównaniu do 2020 r. Obecny popyt generowany jest zarówno przez rosnącą liczbę turbin wiatrowych, jak i międzykontynentalne połączenia energetyczne, co prowadzi do poważnych napięć w łańcuchach dostaw. Wzrost zapotrzebowania jest napędzany nie tylko przez Europę, ale również przez nowe rynki w USA i Azji, co dodatkowo komplikuje sytuację dla lokalnych dostawców w Europie.

JDR Cables jako część Grupy TFK, ma potencjał, aby stać się kluczowym europejskim graczem w branży kabli. Jednak, aby osiągnąć tę pozycję, firma musi zmierzyć się z następującymi wyzwaniami:

- Prognozowany pięciokrotny wzrost globalnego popytu na kable podmorskie do 2030 roku wywiera presję na zwiększenie zdolności produkcyjnych. JDR musi zainwestować w rozwój zakładów produkcyjnych, takich jak nowa fabryka w Cambois (UK), która będzie pierwszym zakładem w Wielkiej Brytanii zdolnym do kompleksowej produkcji kabli wysokiego napięcia. Jednak takie inwestycje są kapitałochłonne i wymagają długoterminowego wsparcia finansowego.
- Konkurencja z globalnymi graczami. Prysmian, Nexans i NKT dominują na rynku kabli eksportowych, posiadając ponad 75% udziału. Jednocześnie w grę wchodzi nowe podmioty, takie jak Sumitomo, które wykorzystują swoje doświadczenie z rynków azjatyckich, by zbudować pozycję w Europie.
- Ofensywna konkurencja producentów z Chin starających się wejść na rynek europejski za wszelką cenę,
- Logistyka i flota instalacyjna - kontrola nad łańcuchem wartości dostawy kabli. Istotnym wyzwaniem jest niedobór wyspecjalizowanych statków do układania kabli (ang. *Cable-Laying Vessels, CLV*). Choć nowe jednostki mają wejść na rynek do 2026 roku, ich liczba nie pokryje rosnącego zapotrzebowania. JDR musi opracować strategię współpracy z firmami posiadającymi flotę CLV, aby zabezpieczyć terminową realizację kontraktów.
- Dostępność surowców. Niedobory kluczowych surowców, takich jak miedź i aluminium, polietyleny wpływają na rynek kabli. Firma musi budować długoterminowe relacje z dostawcami surowców, aby uniknąć przestoju produkcyjnych.
- Ryzyko technologiczne. Dynamiczny rozwój technologii, takich jak HVDC (ang. *High Voltage Direct Current*), jak i rozwój farm pływających wymaga stałych inwestycji w badania i rozwój. Brak innowacji może skutkować utratą konkurencyjności wobec graczy z bardziej zaawansowanymi rozwiązaniami.

Kontrola łańcucha dostaw poprzez wejście w segment instalacji

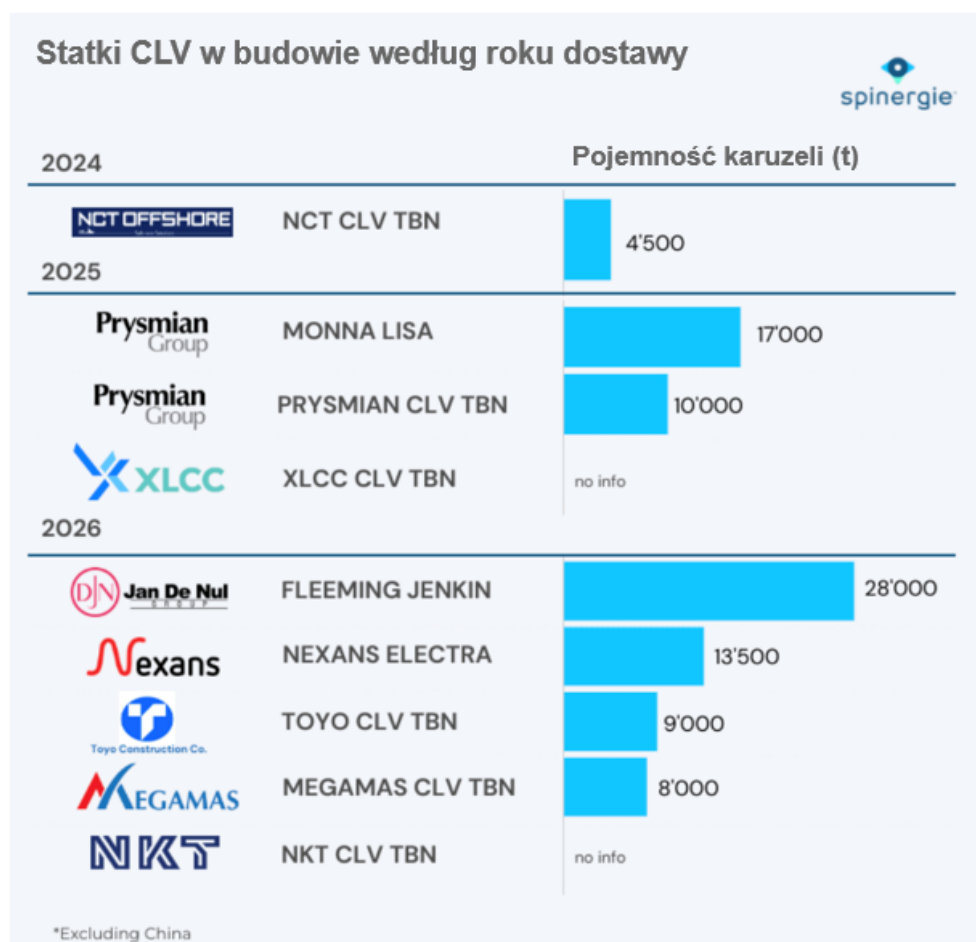
Rosnące potrzeby sektora *offshore wind* wymagają proporcjonalnego zwiększenia floty statków do układania kabli (ang. *Cable-Laying Vessels, CLV*). Główni producenci odpowiadają na to zapotrzebowania, poprzez integrację usług produkcyjnych i instalacyjnych. Nexans zapowiedział wprowadzenie nowego statku "NEXANS ELECTRA", który dołączy do rynku w 2026 r.¹⁴⁰ Łącznie dziewięć nowych jednostek CLV ma zasilić globalną flotę do końca 2026 roku, co stanowi znaczny wzrost w porównaniu z czterema jednostkami uruchomionymi do 2022 roku.

Najwięksi gracze na rynku układania kabli, tacy jak Jan de Nul, Prysmian i Nexans, zainwestowali w nowe statki CLV o rekordowych możliwościach instalacyjnych. Dwie największe jednostki – "Fleeming Jenkin" od Jan de Nul

¹⁴⁰ <https://www.nexans.com/activities/markets/power-transmission/cable-laying-vessel-nexans-electra/>

oraz "Nexans Electra" – zostaną dostarczone w 2026 roku. Te zaawansowane jednostki umożliwiają jednoczesne układanie trzech lub nawet czterech kabli, co przekłada się na znaczne korzyści operacyjne (zwiększona efektywność dzięki redukcji czasu tranzytu między farmą wiatrową a bazą logistyczną, mniejsze zużycie paliwa i optymalizacja kosztów operacyjnych, możliwość instalacji większej liczby kabli na jednym rejsie).

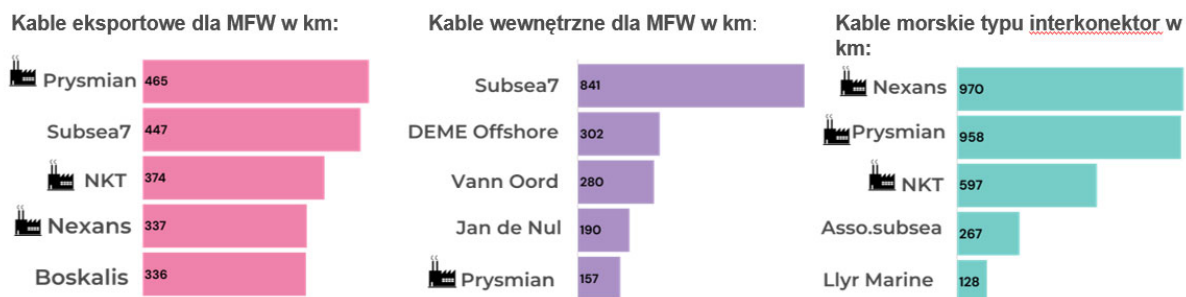
Rysunek 24. Budowa CLVna świecie w latach 2024 – 2026.



Źródło: <https://www.spinergie.com/blog/offshore-power-cable-demand>.

Obok dużych graczy, na rynku pojawiają się nowe podmioty, takie jak Toyo i Megamas, inwestujące w jednostki CLV o nieco mniejszych, ale wciąż konkurencyjnych możliwościach. Wysoka presja rynkowa umożliwia nowym graczom znalezienie miejsca na rynku, mimo że ich jednostki mają niższe specyfikacje techniczne niż najnowsze statki liderów rynku.

Rysunek 25. Główni gracze na rynku instalacji kabli morskich farm wiatrowych 2021 – 2024.



Firmy posiadające zakłady produkujące kable

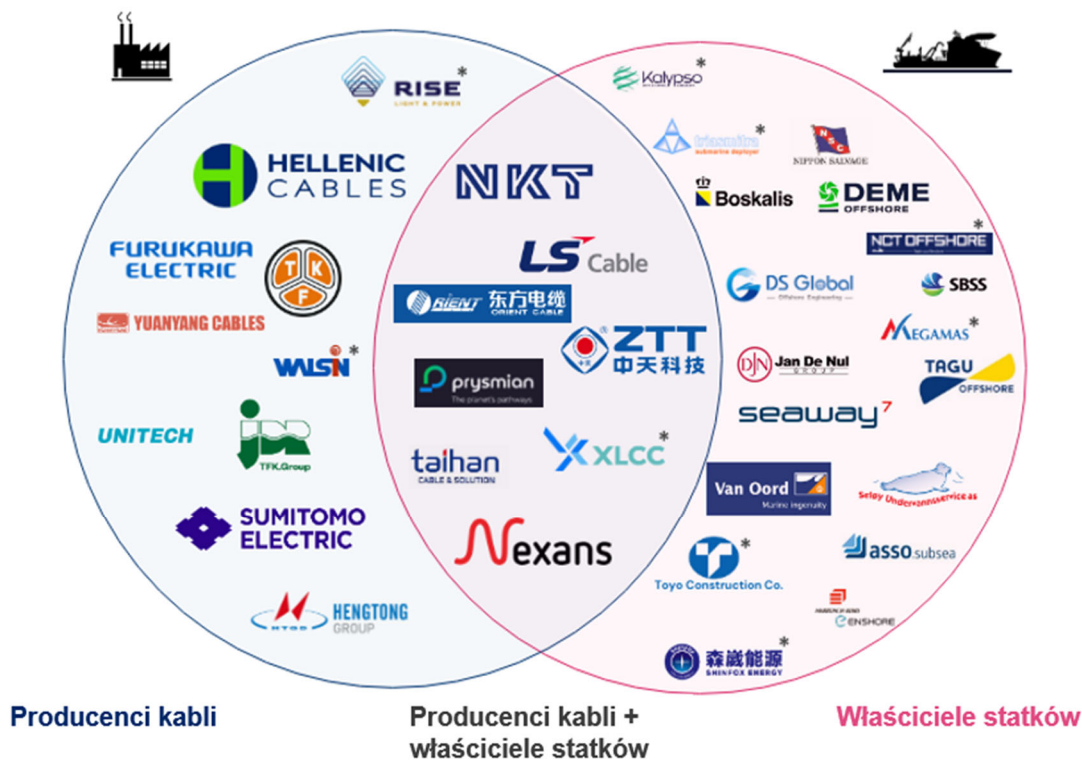
Dane: długość kabli położonych w okresie luty 2021 - luty 2024 r.



Źródło: <https://www.spinergie.com/blog/offshore-power-cable-demand>

Pomimo dynamicznego rozwoju, sektor CLV staje przed wyzwaniami związanymi z presją na dostawy. Przewiduje się, że rynek kabli energetycznych wzrośnie sześciokrotnie do 2028 r., co zapewni długoterminowe zlecenia dla instalatorów. Jednak już teraz firmy zmuszone są do podwykonawstwa niektórych kontraktów ze względu na opóźnienia w dostawach nowych jednostek.

Rysunek 26. Podział graczy rynkowych na poziom konsolidacji łańcucha wartości wg Spinergie.



Źródło: <https://www.spinergie.com/blog/offshore-power-cable-demand>

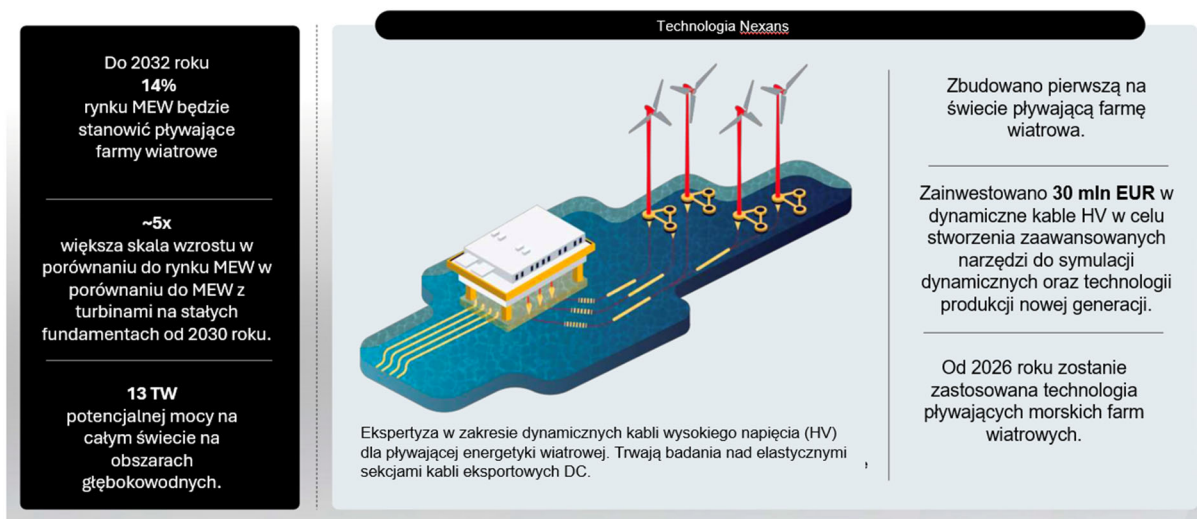
Firmy oferujące pełen zakres usług – zarówno produkcję, jak i instalację kabli – takie jak Nexans, Prysmian i LS Cable, są obecnie najlepiej pozycjonowane na rynku. Świadczą o tym ich wyniki finansowe, w tym rekordowe marże EBITDA. Niemniej jednak, presja na te przedsiębiorstwa zmusza je do zwiększania inwestycji w nowe statki oraz optymalizacji operacyjnej.

Zapotrzebowanie na kable energetyczne i odpowiednie jednostki instalacyjne gwałtownie rośnie, co wymaga skoordynowanych działań zarówno ze strony przemysłu, jak i instytucji publicznych. Konieczne są inwestycje w nowe technologie, budowa wyspecjalizowanych jednostek CLV oraz rozwój infrastruktury portowej, aby sprostać rosnącym potrzebom rynku. Sukces sektora zależy od zdolności do elastycznego dostosowania się do nowych warunków oraz współpracy z partnerami globalnymi w celu zwiększenia efektywności operacyjnej i zapewnienia terminowości realizacji projektów.

Wykorzystanie rynku pływających farm wiatrowych

Rosnące potrzeby sektora *offshore wind* wymagają instalacji na głębszych wodach. Dla kilku firm globalnych jest to szansa na pozycjonowanie się względem innych graczy, w oparciu o rynki wewnętrzne. Przykładem może być dobra pozycja strategiczna JDR na rynku brytyjskim, gdzie rosnący udział pływających farm wiatrowych jest celem strategicznym kraju.

Rysunek 27. Strategia Nexans dla budowy kompetencji w pływających farmach wiatrowych.



Źródło: Nexans, prezentacja Capital Markets Days 2024

JDR dostarczył już kable do kilku projektów pływających farm wiatrowych, w tym do 88 MW Hywind Tampen w Norwegii, obecnie największej na świecie pływającej farmy wiatrowej i pierwszej, która zasila platformy wiertnicze ropy naftowej i gazu. JDR otrzymał również zamówienia na pierwszą w Europie pływającą farmę wiatrową, WindFloat Atlantic w Portugalii oraz na francuski projekt EolMed.¹⁴¹

¹⁴¹ <https://www.offshorewind.biz/2024/08/19/jdrs-chief-strategy-officer-look-at-floating-wind/>

18.3.5 Działania związane z programem wdrożeniowym.

TFK Kable to jedyny w Polsce podmiot z krajowym kapitałem, który odgrywa rolę Tier 1 na rynku MFW. Poprzez inwestycję w 2017 roku w JDR Cables, TFK jest graczem globalnym na atrakcyjnym i rozwojowym rynku. Obecna sytuacja na rynku kabli uwiadamia potrzebę rozszerzania strategii rozwojowych pod względem produktów, łańcucha wartości, mocy produkcyjnych, a także nowych technologii informatycznych. Priorytetem strategii Polski powinno być wykorzystanie tego podmiotu, aby utrzymać i rozwinąć rolę europejskiego czempiona.

Program wdrożeniowy „Kable dla projektów morskich farm wiatrowych” koncentruje się na strategicznych priorytetach mających na celu wzmocnienie krajowego potencjału produkcyjnego i instalacyjnego kabli morskich oraz zwiększenie konkurencyjności Polski na globalnym MEW. Kluczowym działaniem jest rozpoczęcie budowy zakładów produkcyjnych kabli HVDC, które stanowią fundament transformacji energetycznej i umożliwią realizację dużych projektów infrastrukturalnych. Uruchomienie produkcji HVDC na ląd planowane jest w istniejącej fabryce w Bydgoszczy. Program zakłada również analizę zmiany modelu zakupowego kabli w kierunku rozwiązań inspirowanych europejskimi liderami, takimi jak RTE czy TenneT, co mogłoby zwiększyć efektywność zarządzania projektami i konsolidację zakupów.

Istotnym priorytetem jest rozwój kompetencji eksportowych w zakresie pływających farm wiatrowych, gdzie kablowe rozwiązania technologiczne będą kluczowym elementem. Działania te mają być wsparte strategicznymi partnerstwami z firmami produkcyjnymi w Polsce oraz instalacyjnymi w Europie, co pozwoli na zbudowanie zintegrowanego łańcucha wartości.

Program zakłada również uruchomienie celowych środków finansowych na badania i rozwój innowacyjnych kabli i metod ich instalacji, co sprzyja wdrażaniu nowoczesnych technologii, w tym rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji.

Nieodłącznym elementem strategii jest inwestycja w kapitał ludzki poprzez organizację szkoleń i programów rozwojowych, które pozwolą na podniesienie kompetencji w zakresie zaawansowanej produkcji kabli. Wdrożenie nowych standardów projektowych oraz rozwój floty instalacyjnej, w tym specjalistycznych jednostek CLV, dodatkowo wzmocni zdolności realizacyjne polskich firm.

Tabela 21. Kierunkowe działania wdrożeniowe programu „Kable dla projektów morskich farm wiatrowych”.

Lata	Działanie
2026-2027	Rozpoczęcie przygotowania i budowy nowych zakładów produkcyjnych kabli HVDC/HVAC (na HVAC jest dużo większe zapotrzebowanie na polskich projektach) i <i>inter-array</i> .
2026-2027	Rozpoczęcie analiz zmiany modelu zakupowego kabli dla krajowych MFW, potencjalnie przenosząc odpowiedzialność na PSE (według wzoru rynkowego RTE, Tennet).
2026-2027	Analiza możliwości wsparcia krajowych producentów kabli w strategicznych partnerstwach firm instalacyjnych.
2026-2028	Analiza wsparcia budowy potencjału eksportowego dla budowy pływających farm wiatrowych wokół kompetencji kablowych, w uzupełnieniu do kompetencji konstrukcji floaterów.
2026-2027	Organizacja szkoleń i programów rozwojowych dla pracowników w zakresie zaawansowanej produkcji kabli.
2026-2027	Ogłoszenie kolejnej edycji konkursu NCBiR/NTE ukierunkowanego na finansowanie floty instalacyjnej, w tym CLV, a także rozwiązań wokół AI
2027-2030	Uruchomienie nowych zakładów produkcji kabli HVDC, zwiększenie mocy produkcyjnych.
2027-2028	Wdrożenie nowych standardów projektowych dla kabli z uwzględnieniem kwestii bezpieczeństwa
2026-2028	Coroczne uruchomienie dedykowanych środków finansowania badań i rozwoju dla prototypowych kabli i metod instalacji
2026-2029	Rozwój lokalnych dostawców wspierających produkcję i instalację kabli <i>offshore</i> .

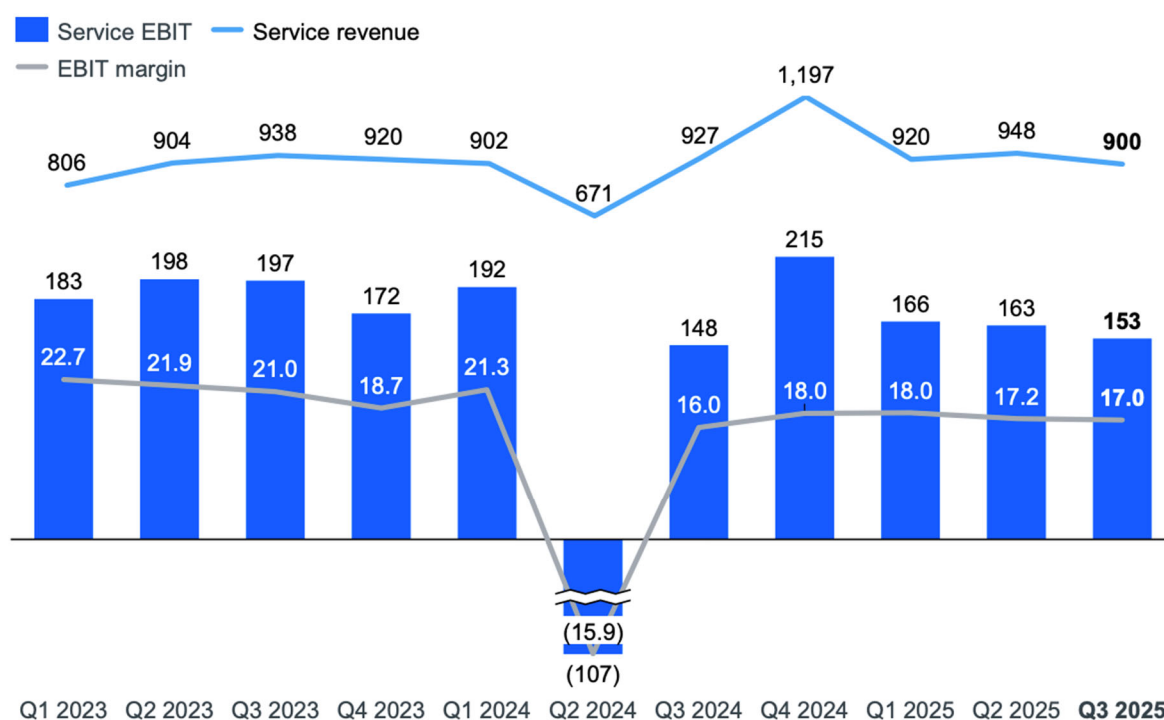
Źródło: opracowanie własne

18.4 INNOWACYJNE USŁUGI OBSŁUGI I SERWISU MFW

18.4.1 Uzasadnienie wyboru segmentu dla programów priorytetowych

Polskie firmy mają realny, rosnący potencjał w świadczeniu usług O&M dla morskich farm wiatrowych. Doświadczenia zdobyte w energetyce i sektorze infrastrukturalnym umożliwiły rozwój kompetencji w diagnostyce, serwisowaniu oraz optymalizacji prac skomplikowanych systemów energetycznych. Segment „Innowacyjne usługi obsługi i serwisu” oferuje wysoki, choć trudny do pełnego oszacowania potencjał finansowy – przychody z O&M są zwykle raportowane w ramach skonsolidowanych wyników OEM i operatorów. Można jednak posłużyć się benchmarkiem: działalność serwisowa producentów turbin, m.in. Vestas, osiąga stabilną rentowność EBIT powyżej 20%, co odzwierciedla atrakcyjność i powtarzalność tego rynku. Wysoka rentowność jest efektem długiego cyklu życia farm (ok. 25 lat) oraz stałego popytu na konserwację, diagnostykę i modernizację turbin. Inwestorzy zawierają wieloletnie kontrakty serwisowe, zapewniające stabilny strumień przychodów, a rozwój technologii – takich jak digital twins czy predykcyjne modele analiz – dodatkowo zwiększa efektywność operacyjną i obniża koszty eksploatacji. W rezultacie sektor O&M staje się jednym z najbardziej perspektywicznych obszarów dla krajowych firm w łańcuchu wartości morskiej energetyki wiatrowej.

Wykres 22. Wyniki finansowe linii serwisowej Vestas w 2025 r. (onshore i offshore, mEUR i %).



Źródło: Vestas, raport za III kwartał 2025

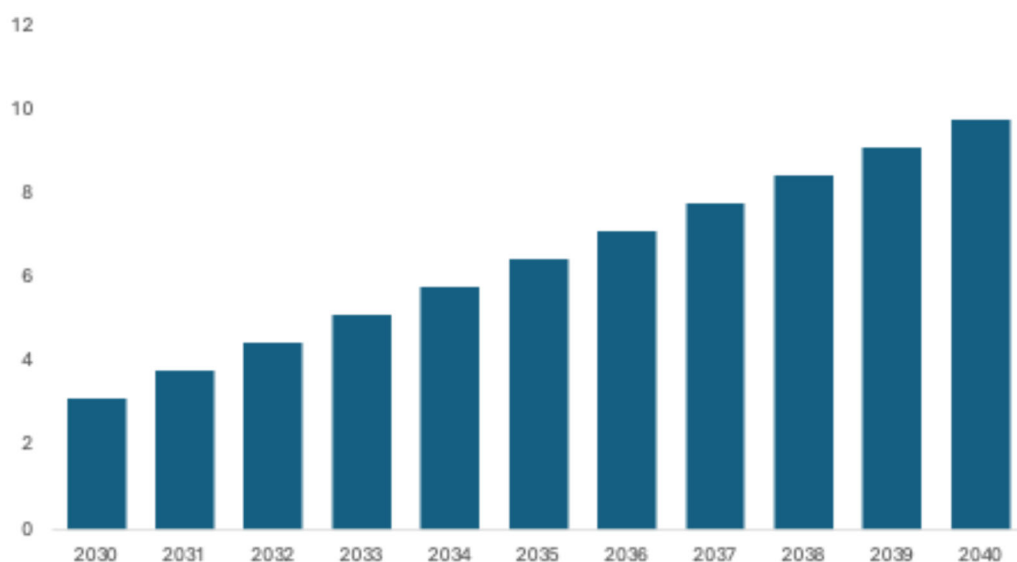
Rozwój innowacyjnych usług O&M może przyczynić się do synergii z innymi sektorami gospodarki, takimi jak IT, logistyka czy przemysł maszynowy. Firmy informatyczne mogą dostarczać oprogramowanie i systemy monitoringu w czasie rzeczywistym, podczas gdy sektor logistyczny wspiera transport specjalistycznych ekip serwisowych i komponentów. Ponadto, współpraca z producentami turbin wiatrowych i dostawcami części zamiennych będzie sprzyjać tworzeniu się lokalnych łańcuchów dostaw. Synergia z innowacyjnymi programami badawczo-rozwojowymi, takimi jak integracja AI w diagnostyce turbin, zwiększy konkurencyjność polskiego sektora *offshore wind*.

Program ten jest kluczowy z punktu widzenia bezpieczeństwa energetycznego Polski. Wysoka dostępność i niezawodność farm wiatrowych wymagają efektywnego systemu O&M. Krajowe firmy mogą zapewnić szybkie reakcje serwisowe, minimalizując ryzyko przerw w dostawach energii. Zabezpieczenie systemów monitoringu i zarządzania turbinami przed cyberatakami jest dodatkowym priorytetem, co podkreśla znaczenie lokalnych dostawców z doświadczeniem w zakresie cyberbezpieczeństwa. Centralizacja usług serwisowych w kraju zmniejsza zależność od zagranicznych dostawców i wzmacnia stabilność sektora.

18.4.2 Model biznesowy

Rozwój MFW napotyka liczne wyzwania, wynikające przede wszystkim z trudnych warunków środowiskowych, na które są narażone instalacje morskie, oraz wysokich kosztów utrzymania i konserwacji. Dodatkowym czynnikiem komplikującym eksploatację farm wiatrowych jest nieprzewidywalna natura wiatru, która wpływa na ich efektywność. Minimalizacja całkowitych kosztów eksploatacji morskich farm wiatrowych przez cały okres ich użytkowania jest kluczowa dla zwiększenia ich konkurencyjności na rynku energetycznym.

Wykres 23. Szacunkowe wydatki utrzymania i eksploatacji w Polsce (miliardy PLN).



Źródło: Analiza CEE Energy Group na podstawie danych Wind Europe

Koszty obsługi i serwisu stanowią znaczną część całkowitych kosztów produkcji energii elektrycznej (LCOE) z morskich farm wiatrowych. W rzeczywistości, koszty te stanowią około 20-30% całkowitych kosztów inwestycyjnych morskiej farmy wiatrowej (zdyskontowanych), podczas gdy dla lądowych turbin wiatrowych jest to jedynie 5%. Dlatego redukcja kosztów O&M stanowi skuteczny sposób na kontrolowanie LCOE i zwiększenie konkurencyjności MEW. W kontekście kosztów operacyjnych i utrzymania, koszty związane z O&M mają większy wpływ na LCOE niż same koszty operacyjne.

Segment Operations & Maintenance w morskiej energetyce wiatrowej funkcjonuje jak zintegrowany rynek usług technicznych, logistycznych i analitycznych, którego głównym celem jest zapewnienie wysokiej dostępności farm oraz minimalizacja kosztów przestojów. Działa on w modelu stałych, wieloletnich relacji kontraktowych pomiędzy właścicielami farm, producentami turbin, niezależnymi firmami serwisowymi, operatorami floty morskiej oraz wyspecjalizowanymi dostawcami usług inspekcyjnych. W praktyce oznacza to, że utrzymanie farmy wiatrowej o

mocy 1 GW generuje około 250- 350 mln PLN rocznego przepływu środków do wykonawców, z którego korzystają różne segmenty rynku - od OEM zabezpieczających wieloletnie umowy serwisowe, po operatorów statków CTV i SOV odpowiadających za codzienny dostęp do turbin.

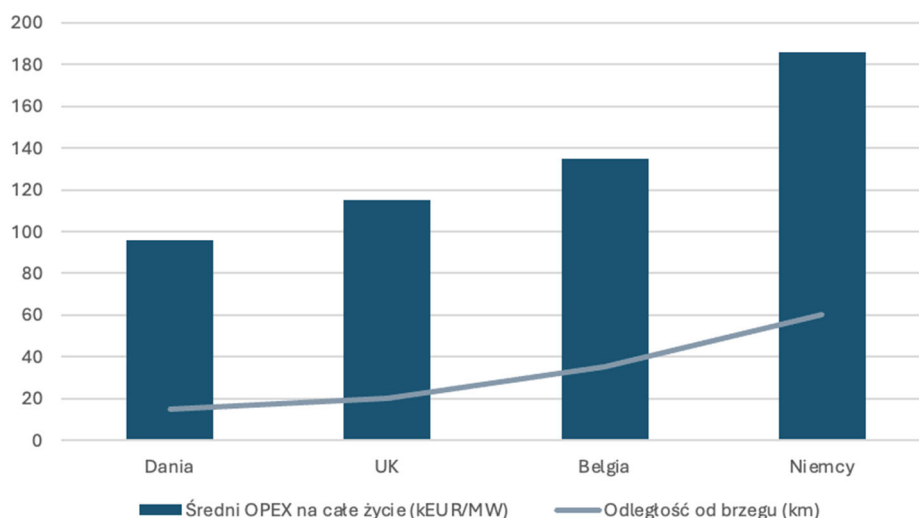
Rola właściciela farmy polega na zarządzaniu ryzykiem operacyjnym i kontraktowaniu usług, zwykle na okres 5–15 lat, często z gwarancją dostępności turbin na poziomie 95–98%. Producenci turbin starają się zabezpieczyć przychody poprzez sprzedaż długich kontraktów serwisowych obejmujących okres gwarancyjny i post-gwarancyjny, a ich model wynagradzania coraz częściej opiera się na komponentach performance-based. Po upływie okresu gwarancyjnego do gry wchodzi niezależni dostawcy serwisu, którzy przejmują część prac naprawczych i modernizacyjnych. Z kolei operatorzy floty – od CTV po SOV i mniejsze jednostki typu jack-up – bazują na modelu day-rate, w którym kluczowe są długie kontrakty ramowe i wysokie wykorzystanie statków.

Operacje O&M opierają się na stałej pracy centrum sterowania 24/7, wykorzystującego dane SCADA i systemy monitorowania stanu komponentów. Na tej podstawie analitycy planują okna serwisowe, tak aby najważniejsze naprawy realizować w okresach niskiej wietrzności, a wysoką dostępność zapewnić zimą, kiedy produkcja energii przynosi największe przychody. W zależności od odległości farmy od brzegu operatorzy budują bazę O&M w porcie lub opierają działalność o statki SOV pełniące funkcję pływającego zaplecza – z warsztatami, magazynami i zakwaterowaniem dla techników. To generuje stały popyt na infrastrukturę portową, magazynową oraz lokalne usługi logistyczne.

Najwyższe marże w sektorze koncentrują się na serwisie turbin – segmencie o wysokich barierach wejścia, wymagającym dostępu do części zamiennych, wyspecjalizowanych zespołów i know-how technicznego. Logistyka morska, choć kapitałochłonna, również oferuje stabilne przychody i przewidywalność – zwłaszcza dla operatorów SOV związanych wieloletnimi kontraktami z kilkoma farmami. Utrzymanie elementów BoP – fundamentów, kabli i morskich stacji transformatorowych – często realizowane jest w formie kampanii inspekcyjnych i naprawczych, co tworzy rynek projektowy dla firm subsea, inspekcyjnych i budowlanych.

Najwięksi gracze rynkowi budują przewagę poprzez integrację usług – OEM oferują pakiety „turbina + serwis”, operatorzy statków inwestują w nową flotę zdolną do pracy na coraz większych farmach, a porty walczą o rolę baz O&M, tworząc kompleksową ofertę obejmującą nabrzeża, magazyny, biura i zaplecze dla techników. Coraz większe znaczenie ma także wykorzystanie danych i technologii predykcyjnych, w tym dronów, ROV oraz cyfrowych bliźniaków, które pozwalają ograniczać koszty napraw, skracać czas interwencji i poprawiać planowanie operacyjne. W efekcie segment O&M staje się jednym z najbardziej stabilnych i marżowych obszarów łańcucha wartości offshore wind, opartym na długoterminowych kontraktach, wysokiej specjalizacji i rosnącej roli technologii cyfrowych.

Wykres 24. Szacunek kosztów utrzymania i eksploatacji w Europie (EUR/MW/rok).



Źródło: <https://peak-wind.com/update-2022-opex-benchmark-an-insight-into-the-operational-expenditures-of-european-offshore-wind-farms/>

Łańcuch wartości dla działalności O&M to w szczególności:

- przyjęcie, analiza i rewizje strategii obsługi i serwisu (w okresie gwarancyjnym i po okresie gwarancyjnym);
- zapewnienie i zarządzanie odpowiednią flotą statków;
- zapewnienie i zarządzanie zasobami ludzkimi;
- zapewnienie i zarządzanie portem serwisowym;
- przeprowadzenie efektywnych kosztowo działań utrzymania i eksploatacji.

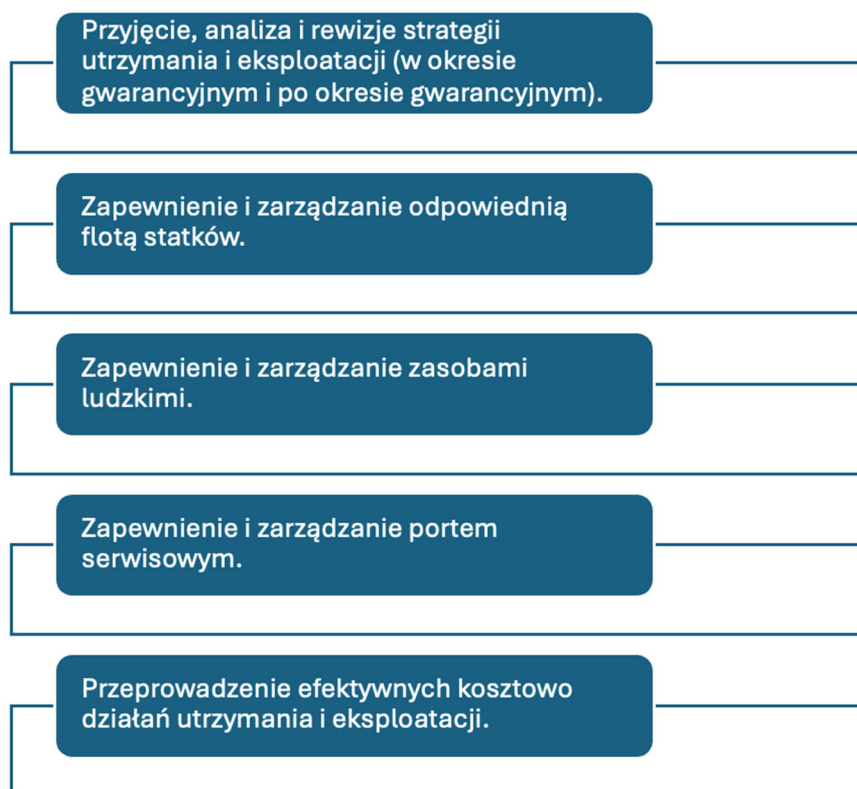
Przyjęcie, analiza i rewizje strategii obsługi i serwisu

Strategie O&M są zazwyczaj klasyfikowane na trzy kategorie: konserwację korekcyjną (reaktywną), konserwację proaktywną oraz konserwację oportunistyczną¹⁴². Podział ten zależy od momentu, w którym realizowane są działania konserwacyjne.

Konserwacja korekcyjna polega na reagowaniu na awarie po ich wystąpieniu, **konserwacja proaktywna** skupia się na zapobieganiu awariom poprzez regularne przeglądy i naprawy, a **konserwacja oportunistyczna** wykorzystuje momenty przestojów lub planowanych prac do realizacji dodatkowych czynności serwisowych. Wybór strategii zależy od specyficznych warunków operacyjnych danej farmy wiatrowej oraz dostępnych zasobów. Optymalizacja strategii utrzymania poprzez odpowiednie planowanie i wykorzystanie nowoczesnych narzędzi diagnostycznych jest kluczowym elementem zarządzania morskimi farmami wiatrowymi w sposób efektywny i rentowny.

¹⁴² https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2823196/review_v2.0.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Rysunek 28. Podstawowy zakres działań utrzymania i eksploatacji farmy.



Źródło: opracowanie własne

Morskie farmy wiatrowe, w odróżnieniu od lądowych projektów wiatrowych, charakteryzują się znacznie wyższym poziomem ryzyka technicznego i finansowego. Wynika to z surowych warunków środowiskowych, skomplikowanej logistyki oraz wyzwań związanych z lokalizacją farm wiatrowych na pełnym morzu. Polskie przedsiębiorstwa muszą zatem opracować precyzyjną strategię O&M już na etapie planowania projektu, aby zapewnić nieprzerwaną i efektywną pracę farmy wiatrowej przez cały okres jej eksploatacji, który może trwać od 25 do 35 lat.

Tabela 22. Monitorowanie i analiza komponentów turbiny wiatrowej.

Metody monitoringu i analizy	Gondola	Wieża	Łopata	Łożyska	Wał	Przekładnia	Generator
Analiza drgań	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Drgania skrętne				✓	✓	✓	
Emisja akustyczna	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Analiza oleju					✓	✓	
Pomiar odkształceń	✓		✓				
Monitorowanie za pomocą włókien optycznych			✓				
Efekty elektryczne							✓
Temperatura	✓				✓	✓	✓

Metody monitoringu i analizy	Gondola	Wieża	Łopata	Łożyska	Wał	Przekładnia	Generator
Techniki badań ultradźwiękowych			✓			✓	✓
Termografia	✓		✓		✓	✓	✓
Inspekcja wizualna	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Inspekcja radiograficzna	✓		✓				
Moc wyjściowa generatora							✓

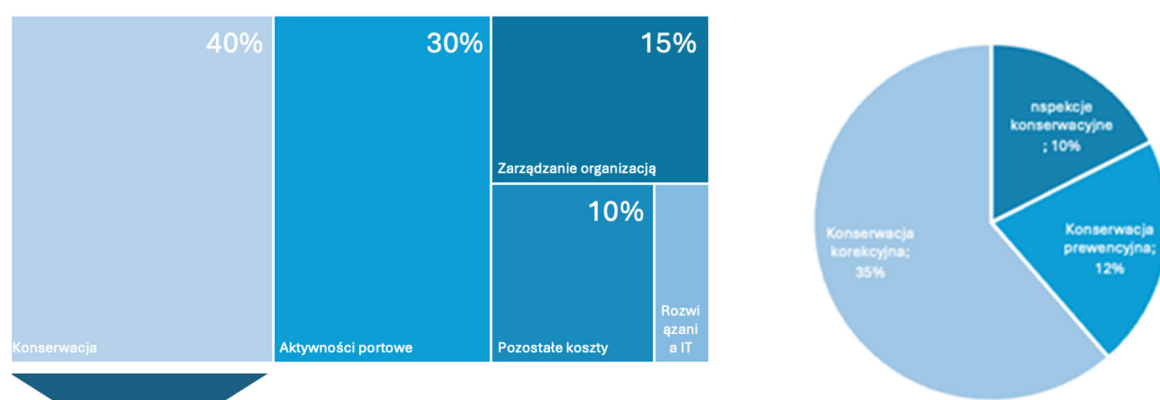
Źródło: https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2823196/review_v2.0.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Struktura odpowiedzialności i strategie O&M

Pierwszym krokiem w zarządzaniu obsługą i serwisem jest zaprojektowanie struktury odpowiedzialności. W zależności od strategii, polskie przedsiębiorstwa mogą przyjąć jedno z trzech podejść: "hands-on", "hands-off" lub hybrydowe.

Podejście "hands-on" zakłada, że właściciel lub operator bezpośrednio zarządza szerokim zakresem działań, co pozwala na większą kontrolę nad projektem, ale wymaga większych zasobów i doświadczenia. W podejściu "hands-off" właściciel opiera się na kluczowych wykonawcach lub zewnętrznym zarządcy aktywów, co może być preferowane przez instytucje finansowe, ale niesie ze sobą ryzyko mniejszej kontroli operacyjnej. Podejście hybrydowe łączy elementy obu strategii, umożliwiając właścicielowi zarządzanie wybranymi obszarami wewnątrz, z jednoczesnym wsparciem specjalistycznym od zewnętrznych dostawców.

Rysunek 29. Szacunkowa struktura kosztów utrzymania i eksploatacji farmy offshore



Źródło: opracowanie na podstawie https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2823196/review_v2.0.pdf?sequence=2&isAllowed=y, inne analizy

Potrzeby logistyczne i infrastrukturalne

Kluczowym aspektem efektywnego O&M jest zrozumienie potrzeb logistycznych związanych z utrzymaniem farmy wiatrowej. Prewencyjne i drobne naprawy mogą być realizowane przez załogi techników, korzystających z różnorodnych środków transportu, takich jak statki transferowe (CTV), statki obsługowe (SOV) czy helikoptery. Jednakże, w przypadku poważniejszych awarii, jak wymiana łopat, generatorów czy przekładni, konieczne jest wykorzystanie specjalistycznych statków z dźwigami, co wiąże się z złożoną logistyką i wysokimi kosztami. W projektach opartych na fundamentach stałych, takich jak większość obecnych projektów w Polsce, użycie statków z dźwigami jest nieodzowne. Dla projektów z turbinami pływającymi, logistyka jest nieco prostsza, ponieważ poszczególne turbiny mogą być holowane do portu na czas napraw. Niemniej jednak, rozwój alternatywnych

rozwiązań do wymiany komponentów na morzu jest obecnie w toku, co może w przyszłości wpłynąć na efektywność i koszty operacyjne.

Zarządzanie ryzykiem infrastrukturalnym

Kolejnym kluczowym elementem jest zarządzanie ryzykiem związanym z infrastrukturą morską, która obejmuje fundamenty, morskie stacje transformatorowe (OSS) oraz kable podmorskie. Awarie w tych obszarach mogą prowadzić do znaczących przestojów i znacznych strat finansowych. Inspekcje i konserwacje nadwodnych części fundamentów mogą być zarządzane przez właściciela z pomocą podwykonawców, podczas gdy inspekcje podwodne wymagają specjalistycznych kontraktorów. Szybka reakcja w przypadku awarii OSS, które stanowią krytyczny punkt całego systemu, jest niezbędna, a to z kolei wymaga umów serwisowych z wyspecjalizowanymi firmami.

Ważnym aspektem zarządzania O&M jest strategiczne rozmieszczenie części zamiennych w kluczowych lokalizacjach, aby minimalizować czas przestojów w przypadku awarii. Szczególne znaczenie mają tutaj części o długim czasie realizacji zamówienia, takie jak kable podmorskie, łopaty czy generatory. Równocześnie, systemy zdalnego monitorowania stanu technicznego farmy wiatrowej pozwalają na wczesne wykrywanie problemów i optymalizację momentu wymiany komponentów, co minimalizuje wpływ na produkcję energii i przychody.

Podsumowując, polskie przedsiębiorstwa muszą już na wczesnym etapie projektowania farm wiatrowych opracować szczegółową strategię O&M, która uwzględni specyfikę lokalnych warunków, dostępność zasobów oraz ryzyka związane z eksploatacją morskiej infrastruktury. Przy odpowiednim planowaniu i zarządzaniu, możliwe jest zapewnienie maksymalnej wydajności i trwałości MFW, co jest kluczowe dla rozwoju zrównoważonej i bezpiecznej energetyki w Polsce.

18.4.3 Stworzenie kluczowego krajowego gracza z siedzibą w województwie zachodniopomorskim

Wyzwania stojące przed rynkiem obsługi i serwisu MFW w Polsce, mogą stanowić nie tylko ryzyko inwestycyjne, ale przede wszystkim szansę na stworzenie silnego, konkurencyjnego „gracza” na rynku europejskim i globalnym. Szybki wzrost rozmiarów komponentów i turbin wiatrowych, które osiągają już moc rzędu 15-22 MW, w połączeniu z szybkim tempem wprowadzania nowych modeli na rynek, stwarza unikalną możliwość dla polskich firm na wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań w zakresie O&M. Wprowadzenie technologii, które nie są jeszcze w pełni dojrzałe, wiąże się z ryzykiem finansowym i problemami z niezawodnością, jednak te same wyzwania otwierają drzwi do stworzenia nowatorskich strategii i narzędzi zarządzania tym ryzykiem. Poprzez kwantyfikację niepewności związanej z nowymi technologiami, polskie przedsiębiorstwa mogą stać się liderami w dziedzinie wsparcia decyzji finansowych oraz operacyjnych, co pozwoli na bardziej precyzyjne i efektywne zarządzanie projektami morskiej energetyki wiatrowej. Polskie firmy mogą zyskać przewagę, oferując rozwiązania, które harmonizują interesy wszystkich stron zaangażowanych w projekt – od producentów po właścicieli farm wiatrowych. Takie podejście może obejmować długoterminowe umowy serwisowe oraz zaawansowane modele gwarancyjne, które uwzględniają pełen cykl życia turbin. Kolejną szansą jest wykorzystanie zaawansowanych technologii analizy danych. Choć obecnie brakuje standaryzacji i zaufania do modeli opartych na danych, polskie przedsiębiorstwa mogą stać się pionierami w tworzeniu i wdrażaniu takich standardów. Opracowanie i wdrożenie rekomendowanych praktyk w zakresie przetwarzania danych i analizy predykcyjnej mogłoby uczynić z Polski centrum innowacji w zakresie cyfryzacji i zarządzania danymi w branży O&M.

Wyzwania związane z obsługą i serwisem MEW w Polsce mogą stać się katalizatorem rozwoju innowacyjnych rozwiązań i strategii, które pozwolą na stworzenie silnego, konkurencyjnego gracza na europejskim i globalnym

rynku. Poprzez proaktywne podejście do tych wyzwań, Polska ma szansę na zbudowanie swojej pozycji regionalnego (Bałtyk) lidera w dziedzinie operacji i konserwacji morskich farm wiatrowych.

Postulat Programu jest rozwój krajowych podmiotów O&M ukierunkowanych na głównie rynek Morza Bałtyckiego, z potencjałem na rynki Morza Północnego.

Na polskim rynku już funkcjonują przykłady strategii O&M dla farm I fazy. Przykładowo, Vestas, obsługująca 76 turbin 15.0 MW, które zostaną zainstalowane na farmie wiatrowej Baltic Power, będącej własnością Orlenu i Northland Power, w ramach działań O&M, firma wdraża zaawansowany model logistyki morskiej, który obejmuje nie tylko serwisowanie turbin, ale również zapewnienie transportu personelu na miejsce pracy na morzu. Kluczowym elementem tego modelu jest zabezpieczenie floty jednostek CTV (ang. *Crew Transfer Vessel*), które będą odpowiedzialne za transport załóg serwisowych oraz ładunków pomiędzy lądem a farmą wiatrową. Vestas poinformował o ogłoszeniu przetargu na czarter trzech jednostek CTV, które mają spełniać konkretne wymagania techniczne i operacyjne. Przewiduje się, że jednostki te będą posiadać zdolność transportu co najmniej 24 osób oraz oferować odpowiednią powierzchnię pokładu dla dodatkowych ładunków. Ponadto, ze względu na rosnące wymagania ekologiczne, preferowane będą jednostki o zerowej emisji, w związku z ze strategią zrównoważonego rozwoju firmy Vestas oraz całego sektora morskiej energetyki wiatrowej.

W ramach modelu biznesowego O&M, jednostki CTV będą pełnić różnorodne funkcje zależnie od fazy projektu. Podczas budowy farmy wiatrowej będą one wspierać statki hotelowe, przewożąc personel serwisowy oraz narzędzia na farmę wiatrową i z powrotem. Te operacje będą trwać od 2 do 3 dni bez zawijania do portu, a załogi będą kwaterowane na statkach hotelowych. W fazie eksploatacji, statki CTV będą realizować codzienne operacje, wypływając z portów serwisowych na farmę rano i wracając wieczorem, zgodnie z przepisami dotyczącymi czasu pracy i odpoczynku. Model ten zakłada również możliwość elastycznego zarządzania operacjami w przypadku konieczności przeprowadzenia działań w cyklu 24-godzinny¹⁴³.

Przyjęcie takiego modelu biznesowego, w którym transport załóg i sprzętu jest kluczowym elementem strategii O&M, pozwala na zapewnienie efektywnego zarządzania farmą wiatrową. Działania logistyczne są kluczowe zarówno w fazie budowy, jak i eksploatacji, a ich odpowiednia organizacja przyczynia się do optymalizacji kosztów operacyjnych, minimalizacji ryzyka przestojów oraz maksymalizacji wydajności farmy wiatrowej.

Po zaplanowaniu zadań konserwacyjnych, trzy główne operacje związane z serwisem na miejscu stanowią znaczną część kosztów obsługi MFW. Te operacje to¹⁴⁴:

Transport personelu i sprzętu na farmę wiatrową. Logistyka związana z dostarczaniem techników i niezbędnego wyposażenia na MFW stanowi jeden z głównych składników kosztów O&M. Wymaga ona nie tylko odpowiednich statków serwisowych, ale także precyzyjnego harmonogramowania w celu optymalizacji czasu i zasobów.

Operacje dokowania i transferu techników. Przeładunek techników z jednostki serwisowej na turbinę wiatrową to kolejny kluczowy element, który wiąże się z kosztami. Proces ten musi być przeprowadzany bezpiecznie i efektywnie, często w trudnych warunkach pogodowych. Dokowanie i transfer to operacje wymagające specjalistycznego sprzętu oraz doświadczenia załogi.

Operacje podnoszenia ciężkich komponentów. Wymiana lub konserwacja dużych komponentów, takich jak łopaty wirnika czy generator, wymaga skomplikowanych operacji podnoszenia. Łopaty i przekładnie są jednymi z najbardziej awaryjnych elementów turbin wiatrowych, dlatego ich konserwacja musi być szczególnie

¹⁴³ <https://www.gospodarkamorska.pl/vestas-szuka-statkow-ctv-na-polska-farme-wiatrowa-bedzie-przetarg-76659>

¹⁴⁴ https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2823196/review_v2.0.pdf?sequence=2&isAllowed=y

zaplanowana. Przeprowadzanie takich operacji wiąże się z wysokimi kosztami, zwłaszcza ze względu na konieczność wynajmu specjalistycznych dźwigów oraz skoordynowanego działania zespołów serwisowych.

Z uwagi na stale rosnące koszty tradycyjnych metod serwisowych, coraz większą popularność zyskują innowacyjne technologie serwisowania zdalnego. Technologie te umożliwiają diagnozowanie i rozwiązywanie problemów zdalnie, bez potrzeby fizycznej obecności serwisantów na miejscu. Wprowadzenie takich rozwiązań może znacząco zmniejszyć koszty operacyjne, poprawić efektywność konserwacji i zminimalizować przestoje spowodowane awariami. Efektywne zarządzanie tymi trzema kluczowymi operacjami może znacząco wpłynąć na obniżenie całkowitych kosztów utrzymania morskiej farmy wiatrowej, a wprowadzenie innowacji w zakresie zdalnego serwisowania może jeszcze bardziej zwiększyć jej rentowność i konkurencyjność na rynku energetyki odnawialnej.

18.4.4 *Rozwój łańcucha dostaw i usług w ramach O&M*

Na podstawie analizy funkcjonowania segmentu O&M oraz obserwacji modeli operacyjnych stosowanych przez wiodących operatorów farm morskich, można wskazać zestaw usług, które stanowią realną szansę rozwojową dla polskich przedsiębiorstw. Są to zarówno usługi podstawowe, niezbędne w codziennej eksploatacji farm, jak i działalności specjalistyczne, które wymagają zaawansowanych kompetencji technicznych, digitalizacyjnych i logistycznych.

Usługi operacyjne i zarządzanie aktywami. Firmy krajowe mogą rozwijać kompetencje w zakresie prowadzenia naziemnych centrów sterowania 24/7, analizy danych operacyjnych oraz zarządzania parametrami dostępności turbin. Obejmuje to obsługę systemów SCADA, monitorowania stanu (CM) oraz wsparcie operacyjne obejmujące BHP, nadzór nad operacjami morskimi i administrację procesów O&M. Polska może stać się istotnym zapleczem dla specjalistycznych usług asset management – szczególnie dla farm zlokalizowanych w środkowej części Bałtyku.

Usługi szkoleniowe i certyfikacyjne (GWO i kwalifikacje techniczne). Rynek O&M generuje ciągły popyt na szkolenia z zakresu bezpieczeństwa, pracy na wysokości, elektryki, ratownictwa morskiego i specjalistycznych kompetencji serwisowych. Polskie podmioty szkoleniowe – przy odpowiednich inwestycjach w symulatory i zaplecze dydaktyczne – mogą obsługiwać zarówno krajową, jak i zagraniczną kadrę techniczną. Rozwój certyfikowanych centrów GWO jest istotnym elementem profesjonalizacji regionalnego rynku pracy.

Logistyka portowa, magazynowa i wsparcie onshore. Każda farma wymaga stałego zaplecza portowego – nabrzeży, magazynów części zamiennych, infrastruktury warsztatowej i stanowisk dla CTV. Polskie porty (Świnoujście, Kołobrzeg, Darłowo, Szczecin) mogą stać się naturalną bazą O&M, oferując usługi cumownicze, magazynowe, planistyczne i administracyjne. To obszar o dużej szansie wejścia dla operatorów logistycznych, firm magazynowych oraz przedsiębiorstw portowych.

Logistyka morska – CTV, SOV i jednostki wsparcia. Segment ten obejmuje operacje statków CTV do transportu techników oraz jednostek SOV pełniących funkcję morskiej bazy serwisowej. Flota ta jest kluczowa dla realizacji dostępu do turbin i BoP; jej operatorzy generują przychody głównie w modelu day-rate. Polskie firmy – zarówno stoczniove, jak i armatorskie – mogą rozwijać działalność w tym segmencie poprzez budowę własnych jednostek, czarterowanie statków oraz świadczenie usług operacyjnych dla deweloperów i OEM.

Konserwacja i serwis turbin – prace planowane i naprawcze. To najbardziej wolumenowy/wartościowy i zarazem technicznie wymagający obszar. Obejmuje regularne przeglądy, serwis naprawczy, wsparcie w okresie pogwarancyjnym oraz wymianę podzespołów. W szczególności, polskie firmy mogą rozwijać kompetencje w zakresie inspekcji i drobnych napraw łopat, prac elektrycznych, diagnostyki przekładni i generatorów. Rynek oczekuje rosnącej liczby wyspecjalizowanych techników oraz dostawców usług z dostępem linowym (rope access technicians).

Wymiana głównych komponentów (MCR) i remonty ciężkie. Wymiana przekładni, łopat, generatorów i transformatorów wymaga zastosowania wyspecjalizowanych jednostek typu jack-up oraz zespołów o wysokich kwalifikacjach technicznych. Segment MCR rośnie szybciej niż moc instalowana, a potrzeby remontowe intensyfikują się wraz ze starzeniem się farm. Polskie firmy stoczniowe, offshore i inżynieryjne mogą tu budować pozycję poprzez rozwój floty, udział w kampaniach serwisowych i współpracę z operatorami z doświadczeniem międzynarodowym.

Utrzymanie elementów Balance of Plant (BoP). Konserwacja fundamentów, kabli i stacji morskich OSP stanowi osobny, wyspecjalizowany rynek usług. Polskie firmy subsea mogą świadczyć inspekcje strukturalne, prace antykorozyjne, naprawy erozji (scour protection), kampanie inspekcyjne kabli oraz serwis rozdzielnic wysokiego napięcia. Przy odpowiedniej infrastrukturze i kompetencjach możliwe jest również rozwijanie usług związanych z konserwacją podstacji morskich i lądowych.

Usługi inspekcyjne – drony, ROV, AUV i inspekcje BHP. Nowoczesne technologie inspekcyjne stają się standardem branży O&M. Polskie firmy technologiczne mogą rozwijać usługi z wykorzystaniem UAV do inspekcji łopat, ROV/AUV do oceny fundamentów i kabli oraz opracowywać narzędzia analityczne do interpretacji danych. Ważnym segmentem rynku są również coroczne inspekcje BHP wymagane przepisami, obejmujące systemy ochrony przed upadkiem, dźwigi, sprzęt ratunkowy i instalacje przeciwpożarowe.

Integracja cyfrowa i usługi data-driven. Wzrost znaczenia digital twins, analityki predykcyjnej i zaawansowanych systemów monitorowania tworzy przestrzeń dla firm informatycznych i integratorów IT. Polskie przedsiębiorstwa mogą świadczyć usługi integracji danych z systemów SCADA, projektować platformy raportowe dla właścicieli farm oraz rozwijać narzędzia wspierające optymalizację dostępności i planowanie kampanii serwisowych.

18.4.5 Budowa floty serwisowej, tzw. małe statki specjalistyczne

Wybór odpowiedniej floty serwisowej odgrywa kluczową rolę w organizacji logistyki konserwacyjnej MFW, szczególnie w kontekście zapewnienia odpowiedniego dostępu przy jednoczesnej minimalizacji dodatkowych kosztów związanych z produkcją energii. W miarę rozwoju farm wiatrowych, które znajdują się coraz dalej od wybrzeża, rosną wymagania stawiane jednostkom serwisowym. Różne rodzaje transportu są wykorzystywane do różnych celów konserwacyjnych, takich jak transport załóg, przewóz dużych części zamiennych oraz operacje podnoszenia ciężkich komponentów. Odpowiednie jednostki to *Crew Transfer Vessels*, statki zaopatrzeniowe, jednostki wielozadaniowe oraz pływające dźwigi.

Krytycznym aspektem operacji konserwacyjnych są warunki środowiskowe, które okresowo ograniczają dostęp jednostek serwisowych oraz helikopterów do MFW. Prędkość wiatru i wysokość fali to kluczowe parametry, które determinują możliwość realizacji operacji. Na przykład, wspinanie się na turbinę jest zabronione, gdy prędkość wiatru przekracza 20 m/s. W przypadku helikopterów, ich wykorzystanie jest ograniczone zarówno przez prędkość wiatru, jak i widoczność. Brak terminowej konserwacji prowadzi do wydłużonych przestoju farmy wiatrowej, co wiąże się z dużymi stratami w produkcji energii, zwłaszcza w obliczu rosnącej mocy turbin wiatrowych.

Aby podejmować trafne decyzje dotyczące konserwacji, dostępność morza może być monitorowana za pomocą kilku narzędzi, takich jak boje pomiarowe, radary fal na pokładzie jednostek oraz satelity. Chociaż boje i radary mogą dostarczać informacji w czasie rzeczywistym, ich wykorzystanie wiąże się z wysokimi kosztami. Wprowadzane są również nowe podejścia, takie jak prognozy wysokości fal oraz probabilistyczne modele prognozowania, które pozwalają na bardziej precyzyjne planowanie operacji serwisowych, co zwiększa ich opłacalność.

Utrzymanie farm wiatrowych jest realizowane głównie przez jednostki typu SOV (ang. *Service Operation Vessel*) i CTV. Statki SOV są wszechstronnymi jednostkami, które mogą operować na farmie wiatrowej przez okres do

dwóch tygodni, wracając do portu jedynie w celu uzupełnienia zaopatrzenia i wymiany załogi. Zgodnie z raportem PSEW/H-Blix, na całym świecie w 2022 roku funkcjonowały 32 jednostki SOV.¹⁴⁵ Wybór typu statku do codziennych prac konserwacyjnych zależy od strategii operacyjnej właściciela farmy wiatrowej. Istotne czynniki to liczba turbin, odległość do portu, warunki meteorologiczne, sposób zarządzania konserwacją oraz ogólna strategia biznesowa. W przypadku większych farm wiatrowych, znajdujących się daleko od brzegu, bardziej efektywne staje się korzystanie z jednostek SOV. SOV mogą być używane wspólnie przez kilka sąsiednich farm należących do tego samego właściciela. Zamawianie jednostek SOV i CTV zazwyczaj odbywa się w ramach konkretnego projektu. Czas realizacji zamówienia na jednostki SOV budowane na zamówienie wynosi zazwyczaj od 2 do 3 lat, natomiast CTV często mają krótszy czas realizacji.

Rysunek 30. Czynniki związane z wyborem CTV.

Warunki środowiskowe	Charakterystyki awarii	Specyfikacja CTV	Aspekty finansowe
- Wysokość i okres fal - Prędkość wiatru - Odległość od portu	- Liczba komponentów - Konfiguracja komponentów - Wskaźniki awarii - Czas naprawy	- Rozmiar - Pojemność (paliwo, zakwaterowanie, pokład) - Prędkość - Koszt naprawy	- Koszt energii elektrycznej - Koszt paliwa - Koszt jednostki i technika - Koszt naprawy

Odległość farm wiatrowych od brzegu sukcesywnie rośnie, co oznacza, że w przyszłości coraz więcej nowych projektów *offshore* do operacji serwisowych, będzie wykorzystywać jednostki SOV. Prognozy wskazują, że do 2030 roku nawet 100 jednostek SOV będzie aktywnie wspierać MFW na całym świecie. Farmy wiatrowe na Morzu Bałtyckim wydają się być optymalnie zlokalizowane dla wykorzystywania CTV, ponieważ znajdują się stosunkowo blisko portów serwisowych. Jednak wraz z rosnącą średnią odległością farm od brzegu, SOV mogą stać się bardziej efektywnym wyborem. Porównanie efektywności operacyjnej CTV i SOV pokazuje, że dostępność operacyjna O&M z wykorzystaniem CTV wynosi około 60%, ograniczana przez maksymalną wysokość fali wynoszącą 1,5 metra. Natomiast SOV mogą operować przy wysokości fali do 2,5 metra, co daje im operacyjność na poziomie 80%. W praktyce operacje z użyciem SOV pozwalają na niemal dwukrotnie większą efektywność prac serwisowych w porównaniu do CTV.

Optymalny wybór CTV ma kluczowe znaczenie dla organizacji logistyki konserwacyjnej. Głównym celem jest maksymalizacja korzyści ekonomicznych, przy jednoczesnym zapewnieniu odpowiedniego wsparcia dla zadań serwisowych przy minimalnych kosztach. Korzyści ekonomiczne rosną wraz z pojemnością CTV, o ile jednostka nie przekracza optymalnego rozmiaru. Zbyt duże CTV mogą prowadzić do mniejszej efektywności ekonomicznej z powodu niewystarczającego wykorzystania ich zasobów. Dlatego też, przy wyborze odpowiedniej floty, należy brać pod uwagę szereg czynników, takich jak dostępność statków, warunki środowiskowe oraz wymagania dotyczące konserwacji.

¹⁴⁵ Raport H-Blix/PSEW, Offshore wind vessel availability until 2030: Baltic Sea and Polish perspective.

Zgodnie z rozwojem projektów na Morzu Bałtyckim i Północnym, przewiduje się, że mniejsze projekty znajdujące się bliżej brzegu (w odległości poniżej 50 km) będą obsługiwane głównie przez jednostki CTV. Większe projekty oraz farmy położone dalej od brzegu będą natomiast wymagały użycia SOV. Takie podejście jest zgodne z praktykami stosowanymi na innych farmach wiatrowych. Oczekuje się, że na polskim rynku *offshore* do 2033 r. będzie potrzebnych od 16 do 21 jednostek CTV oraz 6 SOV. SOV mogą również odegrać kluczową rolę podczas fazy uruchomienia farm wiatrowych, co może przyspieszyć potrzebę ich wprowadzenia o 1-2 lata wcześniej¹⁴⁶. Dzięki łagodniejszym warunkom panującym na Morzu Bałtyckim w porównaniu do Morza Północnego, konwersja istniejących jednostek OSV może być opłacalnym rozwiązaniem dla polskiego rynku, zamiast budowania nowych jednostek od podstaw.

¹⁴⁶ Raport H-Blix/PSEW, Offshore wind vessel availability until 2030: Baltic Sea and Polish perspective

Wykres 25. Liczba statków CTV i SOV które będą potrzebne do obsługi MFW w Polsce do roku 2033.

Źródło: Wind Europe, Blix

Projektowanie i budowa statków serwisowych to pole do wielu innowacji. Narzędzia optymalizacji floty umożliwiają menedżerom operacyjnym lepsze zrozumienie wpływu ich decyzji na koszty i efektywność operacji, co jest kluczowe dla utrzymania konkurencyjności morskich farm wiatrowych. Ponadto, innowacyjne podejścia, takie jak projektowanie turbin z wbudowanymi systemami do wymiany uszkodzonych komponentów, mogą znacząco zmniejszyć koszty konserwacji. Alternatywnie, specjalne platformy *jack-up* mogą być modyfikowane do realizacji działań konserwacyjnych i podnoszenia, co również optymalizuje procesy związane z utrzymaniem farm wiatrowych.

Podsumowując, optymalizacja logistyki i strategii utrzymania morskich farm wiatrowych jest kluczowa dla ich efektywnej i opłacalnej eksploatacji. Wybór odpowiednich jednostek serwisowych, dostosowanie do warunków środowiskowych oraz innowacyjne rozwiązania technologiczne mogą znacząco wpłynąć na redukcję kosztów operacyjnych i zwiększenie efektywności farm wiatrowych.

Budowa statków CTV na rynek polski i szerzej europejski jest szansą dla mniejszych wyspecjalizowanych stoczní w Polsce. Polski operator statków przeznaczonych do transferu załóg, FRS Windcat Polska Sp. z o.o., zamówił dwa statki CTV ze stoczní ALU International Ltd. z opcją dostarczenia kolejnych jednostek. Zamówione statki CTV będą bazować na projekcie stworzonym przez Windcat o nazwie MK5. Projekt powstał na zdobytym doświadczeniu z wcześniejszych serii MK3.5H2 oraz MK4. Statek będzie posiadał długość całkowitą 27 metrów i płaski pokład dziobowy o powierzchni 80m². Poprzez zoptymalizowanie kształtu kadłuba, większa szerokość oraz wolną burtę, statek zapewni większy komfort, dostęp oraz większą zdolność morską potrzebną do pracy nawet na większych i bardziej oddalonych morskich farmach wiatrowych¹⁴⁷.

Partner Stocznia ze Szczecina realizuje strategiczne zamówienie na pierwszy z dwóch statków do układania kabli podmorskich dla holenderskiej grupy N-Sea¹⁴⁸.

Przykład jednostki CTV zaprezentowanej w Breście przez francuską grupę stoczníową PIRIOU, z udziałem polskiej firmy Seatech Engineering, ukazuje zarówno rosnący potencjał rynku statków serwisowych dla morskiej energetyki wiatrowej, jak i niewykorzystane możliwości dla polskiego przemysłu stoczníowego (w kontekście stoczní wyspecjalizowanych jak ALU). Statek o długości 26,65 m, zaprojektowany do przewozu 24 techników oraz ładunków kontenerowych została zbudowany w Wietnamie, a następnie przetransportowana do Francji, co podkreśla globalny charakter łańcucha dostaw. Pomimo zaangażowania polskich projektantów, finalny proces produkcji miał miejsce poza Polską¹⁴⁹. To odzwierciedla obecne wyzwania stojące przed polskim przemysłem

¹⁴⁷ <https://www.gospodarkamorska.pl/frs-windcat-polska-zamawia-wodorowe-ctv-w-polskiej-stoczní-78538>

¹⁴⁸ <https://offshorewindpoland.pl/polska-stocznia-buduje-statek-do-ukladania-kabli-dla-n-sea/>

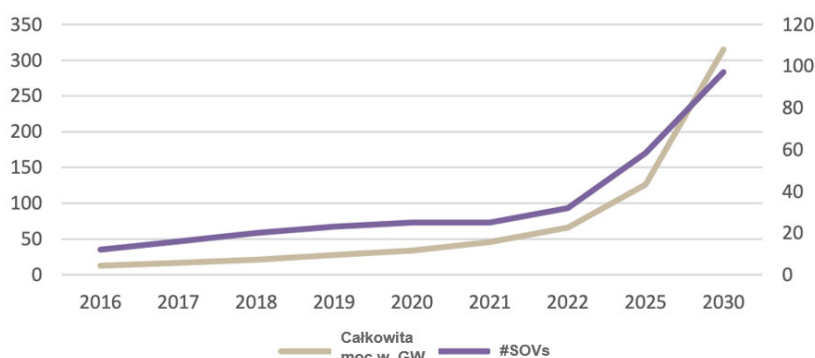
¹⁴⁹ <https://www.seatech.com.pl/presentation-of-ctv-vessel-in-brest-for-the-polish-offshore/>

stoczniowym, który posiada wysokie kompetencje projektowe, ale wciąż nie w pełni wykorzystuje potencjał produkcyjny w zakresie budowy kompletnych statków dla sektora *offshore wind*.

W listopadzie 2024 r. zainicjowano współpracę kluczowych firm z województwa zachodniopomorskiego, mającą na celu rozwój floty jednostek serwisowych CTV i SOV przeznaczonych do obsługi morskich farm wiatrowych. W przedsięwzięciu biorą udział Stocznia Szczecińska „Wulkan”, PŻB Offshore, Fundusz Rozwoju Spółek oraz Elektryka Morska, co stanowi przykład próby strategicznej synergii kompetencji produkcyjnych, logistycznych i technologicznych w polskim łańcuchu dostaw *offshore wind*. Stocznia Szczecińska „Wulkan”, z doświadczeniem w produkcji konstrukcji stalowych dla branży morskiej i *offshore*, odgrywa może odegrać rolę jako centrum budowy nowych jednostek. PŻB Offshore, jako część Polskiej Żeglugi Bałtyckiej (Polferries), chce wnieść do projektu doświadczenie w zarządzaniu flotą serwisową. Elektryka Morska, specjalizująca się w instalacjach elektrycznych na jednostkach pływających, planuje udział w projekcie poprzez zapewnienie integracji zaawansowanych technologii elektrycznych, kluczowych dla nowoczesnych jednostek CTV i SOV¹⁵⁰.

Istotne jest jednak stwierdzenie, że budowa statków CTV odbywa się często nie w krajach europejskich. Przykładem jest zamówienie przez Grupę Orlen statku CTV w singapurskiej stoczni Strategic Marine. Zamówiona jednostka jest przeznaczona do wsparcia obsługi farm wiatrowych na Morzu Bałtyckim. Jej operatorem jest Miliana Shipmanagement Limited, obsługująca m.in. platformy wydobywcze należące do Lotos Petrobaltic S.A.¹⁵¹ Większy udział europejskich (głównie norweskich) stocznii jest zauważalny w budowie SOV. Przykładem takiej stoczni jest Ulstein, który – wywodząc kompetencje z sektora Oil&Gas, jest jednym z wiodących dostawców SOV na świecie. Krajowe podmioty są częściowymi beneficjentami silnego europejskiego lidera. W stoczni Crist budowa częściowo wyposażonych statków typu SOV dla budowy nowoczesnej floty serwisowej dla morskich farm wiatrowych odbywa się od kilku lat¹⁵².

Wykres 26. Obecna i prognozowana liczba statków typu SOV na całym świecie w latach 2016-2030.



Źródło: Wind Europe, Blix, PSEW

¹⁵⁰ <https://www.gospodarkamorska.pl/flota-ctv-i-sov-dla-polskiego-offshore-81648>

¹⁵¹ <https://www.gospodarkamorska.pl/lotos-petrobaltic-otrzymuje-statek-ctv-od-strategic-marine-do-obsługi-morskich-farm-wiatrowych-81743>

¹⁵² <https://www.portalmorski.pl/stocznie-statki/52611-pierwsze-ciecie-stali-na-drugi-czesciowo-wyposazony-statek-typu-sov-projektu-sx222-budowany-w-stoczni-crist>

18.5 REPOWERING, DEMONTAŻ I REKONSTRUKCJE FARM DLA CIĄGŁEGO ROZWOJU BRANŻY.

18.5.1 Model biznesowy

Repowering i decommissioning stają się jednym z najbardziej perspektywicznych segmentów długoterminowego rozwoju morskiej energetyki wiatrowej. W Europie pierwsze duże projekty będą zbliżać się do końca cyklu życia, a w kolejnych latach rynek wtórny obejmie coraz większą liczbę aktywów. Region zachodniopomorski – z silną bazą portową, kompetencjami stoczniowymi oraz rozwijającymi się klastrami przemysłowymi – ma warunki, aby zbudować w tym obszarze trzecią nogę przemysłu offshore, obok instalacji i serwisu. Połączenie repoweringu, demontażu oraz zaawansowanego recyklingu stwarza możliwość ukształtowania specjalizacji wysokomarżowej, trudnej do zdelokalizowania i spójnej z trendami europejskiej polityki surowcowej.

Nowoczesne turbiny o mocach 15–20 MW zmieniają opłacalność projektów i wymuszają modernizację starszych generacji farm. Repowering staje się procesem, w którym demontaż i budowa nowej farmy zachodzą w ramach jednego cyklu projektowego, z możliwością wykorzystania istniejącej infrastruktury przesyłowej. Region może odegrać kluczową rolę w tym obszarze, rozwijając kompetencje inżynierskie do oceny żywotności konstrukcji morskich, przygotowania projektów modernizacyjnych oraz planowania ponownego wykorzystania aktywów – zdolności, które staną się istotnym elementem łańcucha wartości. W perspektywie dekady Szczecin i Świnoujście mogą stać się punktami bazowymi dla repoweringu nie tylko polskich, ale i niemieckich oraz duńskich projektów w strefie Morza Bałtyckiego.

Demontaż farm wiatrowych jest odwzorowaniem procesów instalacyjnych, jednak wymaga specyficznych kompetencji, doświadczenia pracy z uszkodzonymi lub skorodowanymi elementami oraz zdolności do bezpiecznego podnoszenia, cięcia i odzysku materiałów. Region dysponuje aktywami stoczniowymi, które mogą pełnić rolę centrów demontażu turbin, fundamentów oraz kabli. Wymaga to jednak zainwestowania w wyspecjalizowane urządzenia (cięcie gilotynowe, narzędzia hydrauliczne, systemy ROV), a także w dedykowane pola składowe, place rozbiórkowe oraz hale do pre-processing'u materiałów. Porty województwa – posiadając głębokowodne nabrzeża i możliwości ciężkiego przeładunku – mogą pełnić funkcję portów decommissioningowych, stanowiąc uzupełnienie funkcji instalacyjnych.

Wraz z dynamicznym rozwojem technologii recyklingu, w szczególności łopat kompozytowych, otwiera się przestrzeń do budowy specjalistycznego ekosystemu przetwarzania materiałowego. Projekty demonstracyjne pokazują, że recykling zamkniętopętlowy (closed-loop) stanie się standardem, a popyt na przetworzone włókna, żywice czy kruszywo kompozytowe będzie rosł. Region powinien przygotować politykę inwestycyjną wspierającą powstanie zakładów recyklingu łopat, odzysku stali z fundamentów oraz przetwarzania przewodników kablowych. Dzięki synergii z lokalnym przemysłem stoczniowym i metalurgicznym, Szczecin może rozwinąć kompetencje odzysku surowców strategicznych – takich jak miedź, aluminium czy magnesy trwałe – wpisując się w europejską politykę surowcową i obniżając koszty w całym łańcuchu dostaw.

Region ma potencjał, aby zapewnić kompleksową ofertę usług: od inspekcji i audytów żywotności, poprzez prace inżynieryjne, po demontaż, transport i recykling. Włączenie kompetencji projektowych, stoczniowych i logistycznych pozwoli stworzyć model usługowy z wysoką barierą wejścia i atrakcyjną marżą. Kluczowe będzie oparcie usług na danych cyfrowych, AI oraz automatyzacji – w tym zdalnych inspekcjach ROV, systemach predykcyjnych oceny zmęczenia materiałowego oraz digital twin aktywów offshore. Dzięki temu Region może obsługiwać nie tylko polskie projekty, lecz także rozwijający się rynek bałtycki w Niemczech, gdzie potrzeba modernizacji aktywów będzie narastała od połowy lat 30.

18.5.2 Integracja portów jako centrów operacyjnych dla repoweringu i recyklingu

Porty Szczecin i Świnoujście – dzięki zdolnościom heavy-lift, dostępowi do zaplecza industrialnego oraz planowanym inwestycjom w infrastrukturę – mogą pełnić funkcję centrów operacyjnych całego cyklu „end-of-life”. Dla Regionu oznacza to konieczność zaprojektowania dedykowanych korytarzy logistycznych, miejsc składowania i sortowania materiałów, a także specjalnych stref przemysłowych przeznaczonych do prac demontażowych. Zintegrowanie tych funkcji z istniejącą infrastrukturą instalacyjną pozwoli zapewnić portom ciągłość operacyjną poza sezonami instalacyjnymi, wzmacniając ich rolę jako wielofunkcyjnych hubów offshore.

Repowering i demontaż stanowią naturalne środowisko dla rozwoju badań i rozwiązań innowacyjnych. Region powinien skoncentrować część swoich centrów technologicznych – planowanych w ramach Regionalnej Agencji Innowacji – na technologiach inspekcji strukturalnej, recyklingu kompozytów, zarządzania zmęczeniem materiałowym oraz optymalizacji logistyki morskiej w procesach demontażowych. Wykorzystanie kompetencji akademickich w połączeniu z przemysłem stoczniowym tworzy podstawę do rozwoju regionalnych specjalizacji, które mogą być komercjalizowane na rynkach europejskich.

Repowering i demontaż to segment przyszłościowy, którego wartość – globalnie i w Europie – będzie rosła przez kolejne dekady. Region zachodniopomorski może zająć w nim pozycję lidera Bałtyku, stając się jednym z głównych hubów „end-of-life” dla europejskiego offshore. Rozwój tego segmentu zapewni Regionowi stabilne obciążenie portów, stoczni oraz firm inżynierskich także po zakończeniu największej fali inwestycji instalacyjnych. Wprowadzenie spójnej strategii – łączącej infrastrukturę, kompetencje, innowacje i recykling – zbuduje trwałą przewagę konkurencyjną i wpisze Region w kluczowe kierunki polityki UE dotyczące gospodarki o obiegu zamkniętym, surowców krytycznych oraz odporności łańcuchów dostaw.

18.6 PRZEMYSŁ OBRONNY WOKÓŁ BRANŻY MORSKICH FARM WIATROWYCH

Rozwój branży MFW w Polsce otwiera nowe perspektywy dla synergii między sektorem energetyki odnawialnej a przemysłem obronnym. W erze rosnących napięć geopolitycznych i zmian w europejskiej architekturze bezpieczeństwa, takie podejście umożliwia integrację kluczowych interesów państwa w obszarach energetycznym, obronnym i przemysłowym. W ramach realizacji Programu należy nawiązać ścisłą współpracę z odpowiednimi służbami, w tym wojskowymi i cywilnymi organami bezpieczeństwa, a także z instytucjami międzynarodowymi, takimi jak NATO czy Europejska Agencja Obrony. Wymaga to zachowania wysokiego poziomu poufności na etapie projektowania i wdrażania działań, a także ścisłej koordynacji międzysektorowej. Jak wskazuje raport EDA z czerwca 2023 r., integracja energetyki *offshore* i przemysłu obronnego jest kluczowa dla budowy bezpieczniejszej i bardziej zrównoważonej Europy, a Polska może odegrać w tym procesie wiodącą rolę, rozwijając innowacyjne rozwiązania w zakresie ochrony infrastruktury krytycznej

Program ma na celu rozwój zdolności obronnych wokół infrastruktury *offshore* poprzez:

- **Rozwój technologii ochrony infrastruktury morskiej.** Dotyczy to systemów monitorowania i detekcji zagrożeń, autonomicznych jednostek patrolowych oraz technologii do obsługi systemów komunikacji i kontroli odpornych na cyber zagrożenia.
- **Współpracę między sektorem obronnym a energetycznym.** Rozwój wspólnych projektów badawczo-rozwojowych w zakresie wielozadaniowych platform produktów i usług *offshore*, które mogą być wykorzystywane zarówno do produkcji energii, jak i celów obronnych.
- **Zwiększenie interoperacyjności infrastruktury.** Zapewnienie kompatybilności rozwiązań technologicznych stosowanych w sektorze energetyki *offshore* z wymaganiami obronnymi, w tym integracja z systemami radarowymi, nadzoru przestrzeni morskiej i ochrony granic.

- **Budowa kompetencji krajowego przemysłu.** Wsparcie lokalnych dostawców i producentów w opracowywaniu rozwiązań przeznaczonych zarówno dla energetyki odnawialnej i obronności, co sprzyja zwiększeniu wartości dodanej polskiego przemysłu.
- **Zapewnienie wzmocnionej fizycznej ochrony kluczowych miejsc produkcyjnych.**

Inicjatywa ta niesie za sobą szereg wyzwań. Przede wszystkim, konieczne jest zapewnienie ścisłego nadzoru nad procesem projektowania i realizacji, aby zapobiec ujawnieniu strategicznych informacji. Ponadto, kluczowym aspektem pozostaje koordynacja działań na poziomie krajowym i międzynarodowym, w tym współpraca z sojusznikami z NATO oraz UE.

Jednocześnie program stwarza ogromne możliwości dla polskiego przemysłu. Inwestycje w technologie ochrony i nadzoru infrastruktury *offshore* mogą przyczynić się do zwiększenia innowacyjności sektora obronnego, jednocześnie wspierając realizację celów klimatycznych Polski. Włączenie sektora obronnego w rozwój MEW pozwoli również na lepsze wykorzystanie zasobów finansowych i technologicznych, a także na wzmocnienie pozycji Polski w europejskim systemie bezpieczeństwa.

Program będzie realizowany etapami, począwszy od szczegółowej analizy strategicznej we współpracy z odpowiednimi służbami i instytucjami badawczymi. W dalszej kolejności planowane jest wdrożenie pilotażowych projektów w zakresie ochrony infrastruktury morskiej, w tym integracji systemów radarowych i monitorowania z farmami wiatrowymi. Długoterminowym celem programu jest stworzenie kompleksowego systemu obronnego, który będzie w stanie skutecznie odpowiadać na współczesne zagrożenia, jednocześnie promując rozwój lokalnego przemysłu. Ważną rolę w programie powinny pełnić spółki z Polskiej Grupy Zbrojeniowej.

18.7 Relacje z innymi programami wdrożeniowymi

Program „Bezpieczeństwo” odgrywa kluczową rolę w realizacji kompleksowej strategii rozwoju sektora MFW, łącząc i wzmacniając wszystkie pozostałe programy priorytetowe. Jego przekrojowy charakter wynika z konieczności zapewnienia stabilności, niezawodności i odporności na zagrożenia w całym łańcuchu dostaw oraz cyklu życia morskich farm wiatrowych. W dobie dynamicznych zmian geopolitycznych, technologicznych i klimatycznych, bezpieczeństwo musi być traktowane jako fundament każdej inicjatywy w sektorze *offshore wind*.

W programie „Pełny łańcuch dostaw dla morskiej turbiny wiatrowej” element bezpieczeństwa koncentruje się na ochronie kluczowych surowców oraz zapewnieniu ciągłości dostaw w obliczu globalnych wyzwań logistycznych. **Program „Bezpieczeństwo”** wspiera budowę krajowych rezerw strategicznych materiałów oraz rozwój lokalnych dostawców, aby zmniejszyć zależność od zewnętrznych łańcuchów dostaw w okresie wymiany, utrzymania i eksploatacji. W obliczu rosnących napięć geopolitycznych i ryzyka związanego z przerwami w dostawach, ochrona infrastruktury produkcyjnej i logistycznej staje się kluczowa dla niezawodności całego systemu. Wsparcie polskiego przemysłu obronnego europejskich czempionów aspektach cyberbezpieczeństwa pracy turbin będzie również nieodzowne.

W programie „Montaż fundamentów dla morskich farm wiatrowych” bezpieczeństwo operacyjne jest absolutnym priorytetem. Dotyczy to nie tylko kwestii kontroli nad importowanymi półproduktami konstrukcji lub stali (które częściowo będą pochodzić z krajów poza UE), ale też fizycznego zabezpieczenia miejsca montażu.

W programie „Kable” bezpieczeństwo odgrywa kluczową rolę w zabezpieczeniu strategicznej infrastruktury przesyłowej. Program „Bezpieczeństwo” koncentruje się na zapewnieniu kontraktacji kabli od europejskich dostawców, ochronie kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz na rozwoju systemów monitoringu i szybkiego reagowania w przypadku awarii. Ponadto wspiera wdrażanie innowacyjnych technologii, takich jak kable o zwiększonej odporności na przecięcia czy bezpieczne rozwiązania komunikacyjne.

W programie „Innowacyjne usługi utrzymania i eksploatacji” bezpieczeństwo jest kluczowym elementem zapewnienia niezawodności i długowieczności infrastruktury morskiej. Program „Bezpieczeństwo” wspiera rozwój systemów predykcyjnych oraz automatycznych narzędzi monitoringu, które pozwalają na wczesne wykrywanie problemów oraz minimalizowanie kosztów przestojów.

Współpraca z sektorem obronnym oraz wykorzystanie zaawansowanych technologii w ochronie infrastruktury krytycznej otwiera nowe możliwości dla polskiego przemysłu i bezpieczeństwa narodowego. Wspierając rozwój tego programu, Polska ma szansę stać się liderem w obszarze synergii między energetyką odnawialną a obronnością w regionie.

19 REGIONALNA AGENDA INNOWACYJNOŚCI

W wyścigu badawczo – rozwojowym morskiej energetyki wiatrowej bezsprzecznie ważne jest określenie miejsca dla polskich podmiotów oraz stworzenie mechanizmów je wspierających przez państwowe instytucje takie jak NCBiR, PARP oraz PFR czy inne. Sektor morskiej energetyki wiatrowej w Europie wchodzi w nową fazę rozwoju – z etapu dynamicznej ekspansji inwestycyjnej do fazy industrializacji i specjalizacji technologicznej. Kraje, które zrozumiały, że przewaga konkurencyjna w offshore wind nie wynika wyłącznie z mocy zainstalowanej, lecz z kompetencji przemysłowych i zdolności do tworzenia innowacji, zbudowały dziś pozycję liderów w skali globalnej. Jednym z nich jest Holandia, która w ciągu dekady stworzyła najbardziej zintegrowany system wsparcia innowacji w sektorze morskiej energetyki wiatrowej w Europie. Województwo zachodniopomorskie – z jego portami, bazą przemysłową i uczelniami technicznymi – ma potencjał, by w Polsce pełnić podobną rolę, jaką w Holandii odgrywają Groningen, Rotterdam i Eemshaven. Jednak, aby to osiągnąć, konieczne jest **wprowadzenie spójnego programu, który połączy sektor nauki, przemysłu i administracji w ramach wspólnego systemu innowacji**.

Takie założenie stoi u podstaw Programu Wdrożeniowego „Innowacje”, który ma na celu stworzenie regionalnej agendy innowacyjnej (RAI Offshore) oraz infrastruktury i mechanizmów umożliwiających wdrażanie technologii przyszłości w sektorze morskiej energetyki wiatrowej i sektorach komplementarnych (automatyka, stocznie, energetyka, wodór, recykling).

19.1 Ekosystem innowacji branży w Europie

Zastosowanie innowacyjnych rozwiązań w polskiej branży MEW to ważne wyzwanie, które dotychczas nie otrzymało wystarczającej uwagi ani wsparcia, w tym finansowego. Racjonalne wykorzystanie struktur i finansowania Unii Europejskiej w polskich projektach badawczo-rozwojowych jest szansą na rozwinięcie ekosystemu innowacji w *branży offshore*.

Na poziomie europejskim jednym z najistotniejszych kanałów rozwoju innowacji jest Strategiczny Program Badań i Innowacji na lata 2025 – 2027 (w skrócie SRIA¹⁵³) przygotowany przez ETIPWind¹⁵⁴, który jest wspierany przez Dyrektoriat Generalny ds. Badań i Rozwoju KE. SRIA na bieżąco aktualizuje priorytety badawczo-rozwojowe,

¹⁵³ Strategic Research and Innovation Agenda 2025 – 2027 231205-ETIPWind-SRIA.pdf [Dostęp z dnia 13.05.2024].

¹⁵⁴ European Technology and Innovation Platform on Wind Energy, czyli Europejska Platforma Technologii i Innowacji w zakresie Energii Wiatrowej powołana w 2016 roku na rzecz kształtowania i wspierania agendy badawczej na poziomach europejskim oraz krajowych w zakresie energetyki wiatrowej.

zarówno technologiczne, jak i w naukach społecznych, aby energetyka wiatrowa stała się wiodącą siłą napędową zrównoważonej transformacji energetycznej w Europie. Program badań i innowacji został przygotowany przez ponad 190 specjalistów działających w przemyśle i badaniach naukowych, jak też poddany konsultacjom społecznym.

Zakłada on 23 priorytety badawczo-rozwojowe podzielone na 5 współzależnych obszarów:

- uprzemysłowienie, zwiększenie skali i konkurencyjność (Obszar 1);
- optymalizacja i dalsza cyfryzacja zarządzania farmami (Obszar 2);
- integracja systemu energii wiatrowej (Obszar 3);
- zrównoważony rozwój i obieg zamknięty (Obszar 4);
- umiejętności i współistnienie (Obszar 5).

W każdym z nich ETIPWind zakłada konieczność:

- przyspieszania działań niezbędnych do przyrostu mocy wiatrowych w UE;
- zwiększania skali poprzez zwiększanie konkurencyjności;
- rozwoju aktywności zwiększających ilość rynków dla energetyki wiatrowej w Europie;
- wzmocnienia działań mających pozytywny wpływ na środowisko i społeczeństwo.

Pierwszy obszar dotyczy uprzemysłowienia, zwiększenia skali i konkurencyjności. Jako cel wskazano masową produkcję wspieraną przez automatyzację. W ten segment działań wpisują się projekty prototypowe i demonstracyjne dotyczące także tych największych komponentów, rozwiązania modułowe, nowoczesne materiały w tym te degradowalne, nowoczesne formy projektowania, optymalizacja transportu i wiele innych rozwiązań na różnych poziomach gotowości technologicznej, czyli od poziomu TRL 1 (badania naukowe) do TRL 8 (technologii gotowych do wdrożenia).

W obszarze drugim (Optymalizacja i dalsza cyfryzacja zarządzania farmami) wskazano między innymi rozwiązania związane ze szkoleniem serwisantów i robotyzacją ich prac, AI wykorzystywaną do przewidywania i minimalizowania awarii, prognozowania danych pogodowych, robotyzacji prac morskich i transportowych, cyfryzację w zakresie QHSE, cyberbezpieczeństwa, ale też szeroko rozumianego zarządzania projektami w okresie ich rozwoju, budowy i eksploataowania.

Trzeci obszar dotyczy większych projektów, na poziomie gotowości technologicznej (minimum TRL 3 – badanie w celu potwierdzenia koncepcji) najlepiej na poziomie weryfikacji laboratoryjnej, czy testów w rzeczywistym środowisku, a nawet gotowych do wdrożenia. Przykładowo w segment ten wpisują się rozwiązania w zakresie magazynowania energii i optymalizacji sieci, analizy warunków pracy wyspowej elektrowni wiatrowych tworzących sieć wewnętrzną w zamkniętym, wyspowym układzie wytwórczo-odbiorczym, narzędzia operacyjne do przewidywania i monitorowania stabilności systemu w czasie rzeczywistym (np. bezwładność i wytrzymałość systemu), projekty pilotażowe mające na celu przetestowanie potencjalnych usług systemowych i mechanizmów rynkowych do obsługi nowych farm, modelowanie scenariuszy tzw. black startu.

Czwarty obszar dotyczy projektów mających wpływ na obniżenie śladu węglowego, takich jak np.: demonstracja materiałów wydłużających życie komponentów i biodegradowalnych do budowy łopat turbin wiatrowych, generatorów czy kabli. Generalnie nacisk w tym obszarze położono na tzw. **4 R** (ang. *re-cycle, re-use, re-purpose, re-furbish*) oraz projekty likwidacji morskich farm wiatrowych.

Ostatni z obszarów (Umiejętności i współistnienie) ma bezpośredni wpływ na społeczeństwo. Przykładowo, w tym segmencie możliwe do wsparcia są projekty z obszaru współpracy między instytucjami naukowymi a biznesem, wzmocnienie pozycji kobiet w sektorze wiatrowym, opracowania nowych narzędzi edukacyjnych dla nauczycieli (gry biznesowe, symulacje komputerowe, gry projektowe) dostosowanych do każdego etapu edukacji. Rozwój centrów kompetencji w szkołach, integracja nauki z przemysłem i biznesem, interdyscyplinarne

programy przekwalifikowywania zawodowego obejmujące cały łańcuch wartości, w tym kompetencje cyfrowe, badania i innowacje, które pomagają ludziom szybciej wejść na wiatrowy rynek pracy (np. z branży paliwowej i węglowej), programy szkoleniowe dla władz lokalnych w celu przyspieszenia procesu wydawania pozwoleń (stosowanie rozwiązań cyfrowych itp.).

Wyżej wskazane przykłady inicjatyw wpisujących się w poszczególne obszary wskazują na bardzo szeroki zakres możliwości działań, które mogą zyskać wsparcie finansowe. Łączna wartość środków publicznych przeznaczonych na obszary i działania wskazane przez ETIPWind została określona na poziomie 1,8 mld EUR.

Dla polskich centrów badawczych to szansa na wejście w konsorcja, które są wymogiem procedur aplikacyjnych (wymagane są m.in. porozumienia podmiotów minimum z 2 krajów). Z informacji udzielonych przez Wind Europe wynika, że procedury aplikowania o środki powinny być zbliżone do zasad znanych z Programu Horyzont Europa (Horizon Europe).

19.2 Przykład holenderskiego modelu rozwoju innowacji wokół offshore wind jako branży kluczowej

Holandia jest dziś jednym z najdojrzałych rynków offshore wind w Europie, nie tylko pod względem mocy zainstalowanej, lecz przede wszystkim dzięki spójnemu ekosystemowi innowacji, który integruje przemysł, naukę i państwo. W kraju, gdzie morskie farmy wiatrowe napędzają przemysł, wykształcił się system akredytowanych ośrodków innowacji, funkcjonujących w ścisłej współpracy z rządem, uczelniami i sektorem prywatnym. Ten system obejmuje trzy wzajemnie powiązane elementy:

- Huby innowacji i testowe centra technologiczne, zapewniające infrastrukturę, laboratoria i przestrzeń dla testów przemysłowych.
- Konsorcja i programy badawczo-rozwojowe (R&D), finansowane w modelu partnerstwa publiczno-prywatnego.
- Mechanizmy koordynacji i finansowania – w tym centralną rolę państwowej agencji RVO (Netherlands Enterprise Agency).

Europejskie regionalne ekosystemy innowacji w offshore wind jest siecią wzajemnie powiązanych ośrodków, z których każdy pełni odrębną funkcję – od testowania komponentów po rozwój rozwiązań cyfrowych i cyrkularnych. Najważniejsze z nich to na przykładzie Holandii to:

- **Offshore Wind Innovation Centre (OWIC, Eemshaven)** – pierwsze w kraju centrum testowe dla offshore wind, z infrastrukturą badawczą, laboratoriami i przestrzenią biurową dla startupów. Wspiera rozwój technologii montażowych, logistyki portowej i serwisowania farm.
- **Offshore Center Rotterdam (OCR)** – ośrodek skupiony na innowacjach w obszarze fundamentów, napędów i integracji systemowej. Jego działalność obejmuje badania nad nowymi typami platform pływających, fundamentów hybrydowych oraz technologiami redukcji śladu węglowego w procesie instalacji.
- **Maasvlakte 2** – kluczowa lokalizacja testowa dla turbin nowej generacji (15–20 MW), a zarazem strefa demonstracyjna integrująca przemysł, operatorów i uczelnie.
- **Borssele Innovation Site** – teren do testów i pilotaży w warunkach rzeczywistych, gdzie prowadzi się eksperymenty w zakresie aerodynamiki turbin, zarządzania siecią i integracji z offshore hydrogen.
- **GROW (Groningen Offshore Wind)** – krajowe konsorcjum badawczo-przemysłowe, skupiające 20 firm i instytucji badawczych, które realizują wspólne projekty RD&D w całym łańcuchu wartości – od konstrukcji po recykling.

- **Amsterdam IJmuiden Offshore Ports (AYOP)** – regionalna platforma koordynująca współpracę między portami, firmami serwisowymi i przemysłem stoczniovym, zapewniająca efektywny transfer wiedzy między regionami.

Na poziomie europejskim, strategiczne działania w zakresie B+R powinny skutkować włączeniem się większej ilości podmiotów i osób w prace europejskiej Platformy *ETIP Wind*, określeniem polskich specjalizacji (przede wszystkim po to, aby skutecznie i szeroko wspierać udział krajowych podmiotów w unijnych projektach badawczych o łącznej możliwej kwocie nawet do 1,8 mld EUR), a także zwiększeniem aktywności krajowych firm w konkursach finansowania innowacyjności na poziomie europejskim (Horyzont Europa, Fundusz Innowacyjności).

19.3 Kontekst krajowy

Polski system ośrodków innowacji jest rozwijającym się elementem krajowej polityki gospodarczej. Oparty jest na modelu akredytacyjnym i finansowaniu z funduszy publicznych, a jego zadaniem jest zapewnienie przedsiębiorcom – zwłaszcza małym i średnim firmom (MŚP) – dostępu do usług wspierających rozwój innowacji, transfer technologii i wdrożenia wyników badań. System ten został zbudowany jako odpowiedź na potrzebę profesjonalizacji wsparcia innowacyjności w gospodarce – czyli stworzenia wyspecjalizowanych jednostek, które potrafią nie tylko doradzić firmom w zakresie nowych technologii, ale także zapewnić im infrastrukturę testową, pomóc w nawiązywaniu partnerstw z uczelniami, a wreszcie – wspierać w pozyskiwaniu finansowania i wdrożeniu innowacji rynkowych. Dziś w Polsce działają aktywne ośrodki innowacji i transferu technologii, z czego część posiada status akredytowanego ośrodka nadany przez Ministerstwo odpowiedzialne za rozwój gospodarczy.

Centralnym operatorem krajowego systemu jest Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP). Do jej zadań należy: prowadzenie procesów akredytacyjnych, szkolenie ekspertów i doradców innowacyjnych, organizacja konkursów grantowych i akceleryacyjnych, monitorowanie jakości świadczonych usług, wspieranie wymiany doświadczeń między ośrodkami. PARP pełni zatem rolę analogiczną do RVO w Holandii – choć w Polsce zakres działania jest szerszy, a stopień specjalizacji branżowej mniejszy. W coraz większym stopniu agencja stawia na branżową koncentrację działań (np. energetyka, biotechnologia, IT), co otwiera **przestrzeń do stworzenia w przyszłości specjalizacji offshore wind jako osobnego filaru systemu ośrodków innowacji**.

19.4 Kontekst regionalny

System wspierania innowacji w województwie zachodniopomorskim formalnie opiera się na założeniach Regionalnej Strategii Innowacji (RIS3 WZ) oraz szeregu instrumentów finansowych współfinansowanych z funduszy krajowych i europejskich. W teorii tworzy to spójny układ instytucjonalny, w praktyce jednak system ten pozostaje rozproszony, słabo zintegrowany branżowo i niewystarczająco powiązany z realnymi potrzebami przemysłu – zwłaszcza w kontekście strategicznych sektorów, takich jak morska energetyka wiatrowa, technologie offshore czy zielony przemysł. Zaktualizowana Regionalna Strategia Innowacji Województwa Zachodniopomorskiego (RIS3 WZ) trafnie identyfikuje priorytety – cyfryzację, automatyzację, rozwój B+R i kompetencji. Mechanizmy operacyjne, które określałyby, jak finansowanie, edukacja i transfer technologii mają wspólnie budować zdolności regionu w konkretnych sektorach, takich jak offshore wind, przemysł metalowy czy automatyka morska – mogą zostać dodane do kolejnych strategii – w oparciu o konkretne rekomendacje branżowe.

Region dysponuje ośrodkami i instytucjami działającymi na rzecz innowacji – m.in. Regionalnym Centrum Innowacji i Transferu Technologii ZUT, parkami naukowo-technologicznymi oraz klastrami branżowymi. Problemem nie jest więc brak instytucji, lecz brak koordynacji i wyraźnego podziału ról. Każda z jednostek realizuje własne projekty, często w podobnym zakresie (doradztwo, szkolenia, drobne projekty B+R), jednak brakuje wspólnej agendy tematycznej i systemu wymiany wiedzy, który pozwalałby na łączenie wyników badań z potrzebami przemysłu. Zachodniopomorski ekosystem innowacji jest przez to rozproszony i reaktywny – odpowiada na pojedyncze nabory dotacyjne, ale nie prowadzi spójnej polityki sektorowej. W 2025 roku w regionie funkcjonują programy wsparcia innowacji – od inwestycji w cyfryzację i robotyzację MŚP po projekty cyrkularne czy transformację Przemysłu 4.0. Większość programów ma charakter horyzontalny (ogólny), co skutkuje tym, że finansowanie trafia do firm o różnym profilu, często bez związku z kluczowymi kierunkami rozwoju regionu (energetyka, morska gospodarka, automatyzacja produkcji). Brakuje mechanizmu priorytetyzacji projektów branżowych, który pozwalałby łączyć finansowanie regionalne z krajowymi programami strategicznymi (np. FENG, Fundusz Transformacji Energetycznej, programy NCBR).

Realistyczny rozwój systemu innowacji w województwie zachodniopomorskim do 2040 roku wymaga długotrwałej pracy instytucjonalnej, selektywności i cierpliwości. **Nie należy oczekiwać skokowego wzrostu liczby innowacji – celem powinno być stworzenie kultury współpracy i trwałych mechanizmów wdrażania.**

19.5 Kluczowe rekomendacje

Rozwój systemu innowacji w województwie zachodniopomorskim wymaga podejścia etapowego, opartego na realistycznych celach i trwałej współpracy między nauką, przemysłem i samorządem. Region (tak jak i cała Polska) startuje z niskiego poziomu innowacyjności w przemyśle *offshore wind* i dysponuje ograniczonym doświadczeniem we wdrażaniu projektów B+R, dlatego priorytetem najbliższych lat jest budowa struktur, zaufania i podstaw koordynacji działań. Dopiero w kolejnych etapach możliwe będzie przejście do specjalizacji branżowej, integracji sektorowej oraz stworzenia zaawansowanego zaplecza badawczo-testowego. Wdrażanie tego Programu podzielono na trzy etapy.

Etap I – działania krótkoterminowe (2026–2028). Pierwszy etap ma charakter organizacyjny i instytucjonalny. Jego celem jest stworzenie trwałej infrastruktury koordynacyjnej, integrującej rozproszone podmioty w spójny ekosystem współpracy. Kluczowym przedsięwzięciem będzie skoordynowanie na bazie istniejącego **Regionalnego Centrum Innowacji dla Morskiej Energetyki Wiatrowej** – struktury parasolowej łączącej Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Politechnikę Morską w Szczecinie, Politechnikę Koszalińską, Regionalne Centrum Innowacji i Transferu Technologii oraz funkcjonujące klastry. Centrum będzie odpowiedzialne za koordynację projektów badawczo-wdrożeniowych i planowanie wspólnych inwestycji w infrastrukturę badawczą. Równolegle opracowana zostanie **Regionalna Agenda Innowacyjna (RAI Offshore)** – dokument definiujący priorytety badawcze regionu, takie jak automatyzacja procesów stalowych, materiały kompozytowe, systemy serwisowe, cyfrowe bliźniaki oraz technologie recyklingu. Uzupełnieniem agendy powinien być program małych wdrożeń (TRL 5–8) – mechanizm mikrograntów i voucherów (np. do 500 tys. zł, o

podobnym funkcjonowaniu jak Bon na Innowacje MŚP¹⁵⁵) dla przedsiębiorstw realizujących pierwsze innowacje we współpracy z uczelniami. Powstaną również koncepcje pilotażowych laboratoriów branżowych, m.in. w zakresie prefabrykacji stalowej, automatyki morskiej i serwisu O&M, które staną się platformą kontaktu nauki z przemysłem. Ważnym elementem będzie zaangażowanie firm z doświadczeniem międzynarodowym *offshore wind* jako liderów projektów wdrożeniowych i mentorów dla mniejszych przedsiębiorstw. W ciągu trzech lat należy planować uruchomienie 5–10 projektów, w tym o charakterze demonstracyjnym. Etap ten ma charakter „uczenia się współpracy” – jego celem jest zbudowanie zaufania i praktycznych mechanizmów partnerstwa, które umożliwią realizację bardziej złożonych przedsięwzięć w kolejnych latach. W tożsamy sposób należy celować w złożenie co najmniej trzech wniosków o finansowanie w projekcie Horyzont Europa. W tym okresie niezbędna też będzie ścisła Współpraca z Polskim Funduszem Rozwoju, który rozwija ekosystem finansowania innowacyjnych startupów w oparciu o program *Innovate Poland*¹⁵⁶. Instrument ten pośrednio może zasilać projekty nowych innowacyjnych spółek. Jednocześnie należy promować kulturę zakładania start-upów powiązanych z rynkiem morskich farm wiatrowych na kluczowych uczelniach Regionu.

Etap II – wizja średnioterminowa (2029–2033). Drugi etap zakłada przejście od fazy organizacyjnej do specjalizacji sektorowej i trwałej integracji nauki z przemysłem. Dodatkowo, należy zakładać, że powinien to być okres zwiększonego finansowania innowacyjnych firm (np. z funduszy w ramach *Innovate Poland*). W jego ramach powstanie sieć akredytowanych ośrodków branżowych powiązanych z pakietami branżowymi wskazanymi w Programie nr 1, stanowiących fundament regionalnego systemu innowacji. Celem powinno być utworzenie co najmniej trzech centrów: technologii *offshore wind* (Szczecin–Świnoujście), inżynierii i automatyzacji (Szczecin–Stargard) oraz centrum O&M (Szczecin – Świnoujście – Koszalin – Kołobrzeg). Każde z nich uzyska status ośrodka certyfikowanego, działającego według wspólnych standardów jakości i specjalizacji. Państwowe instytuty badawcze mają statut jednostek naukowo-badawczych finansowanych z budżetu państwa, realizujących prace B+R na potrzeby gospodarki, administracji i nauki, a ich obecność w województwie zachodniopomorskim wzmocni lokalny potencjał rozwojowy oraz możliwość współpracy z przemysłem i innymi jednostkami badawczymi.

Równolegle utworzony powinien zostać Regionalny Fundusz Innowacji Przemysłowych z rocznym budżetem około 100 mln zł, współfinansowany przez samorząd, NCBR i partnerów prywatnych. Fundusz będzie wspierał projekty o potencjale rynkowym i eksportowym, koncentrując się na technologiach automatyzacji, cyfryzacji, sztucznej inteligencji i transferze technologii. Wsparcie będzie przyznawane w formule konkursowej, co zapewni przejrzystość i efektywność finansowania.

Integralną częścią tego etapu będzie umiędzynarodowienie działań badawczych. Region rozpocznie współpracę z uczelniami i firmami z Danii, Niemiec, Holandii i Norwegii w ramach wspólnych projektów i wymiany kadr. Dzięki temu firmy z Pomorza Zachodniego zaczną funkcjonować jako część europejskich łańcuchów wartości, a lokalne ośrodki badawcze włączą się w sieć międzynarodowych konsorcjów technologicznych. W efekcie powstaną

¹⁵⁵ Bony na innowacje dla MŚP zarządzane przez PARP, który ma na celu wsparcie mikro, małych i średnich przedsiębiorstw w finansowaniu zakupu usług badawczo-rozwojowych oraz usług proinnowacyjnych świadczonych przez jednostki naukowe. Program ten składał się z dwóch etapów: pierwszy dotyczy finansowania prac B+R, a drugi - wdrożenia opracowanych innowacji w firmach. Maksymalne dofinansowanie mogło sięgać do 70% wartości projektu, a wsparcie obejmuje m.in. zakup maszyn, urządzeń, patentów czy licencji niezbędnych do wdrożenia innowacji technologicznej w działalności przedsiębiorstwa na terenie Polski.

¹⁵⁶ <https://pfr.pl/artykul/rusza-innovate-poland-co-najmniej-4-mld-zl-na-inwestycje-w-rozwojowe-polskie-firmy> Innovate Poland to pilotażowa inicjatywa Polskiego Funduszu Rozwoju (PFR), pionierski projekt w Polsce, który systemowo łączy kapitał publiczny oraz prywatny na dużą skalę, aby wspierać rozwój polskich firm technologicznych. Budżet pierwszej fazy programu wynosi co najmniej 4 mld zł i pochodzi od instytucji rozwojowych, takich jak PFR, Bank Gospodarstwa Krajowego (BGK), Europejski Fundusz Inwestycyjny (EFI) oraz Powszechny Zakład Ubezpieczeń (PZU), który jest pierwszym komercyjnym partnerem.

wyspecjalizowane centra innowacji zdolne do prowadzenia badań i projektów demonstracyjnych, a region zyska rozpoznawalność jako źródło technologicznych rozwiązań dla sektora offshore i automatyki przemysłowej.

Etap III – wizja długoterminowa do 2040 roku: Regionalne Centrum Testowe *Offshore Wind*. Trzecia faza rozwoju systemu innowacji przewiduje stopniowe utworzenie Regionalnego Centrum Testowego *Offshore Wind* – jednostki zdolnej do prowadzenia pełnoskalowych testów turbin, fundamentów i systemów kablowych. Celem jest stworzenie zaplecza badawczo-testowego wspierającego polski przemysł *offshore*. W perspektywie 2026–2035 region powinien skupić się na integracji i rozbudowie laboratoriów uczelnianych oraz testów komponentowych. W latach 2030–2035 możliwe będzie uruchomienie Regionalnego Ośrodka Testów *Offshore* w Świnoujściu lub Policach, z budżetem około 250–300 mln zł. Dopiero po 2035 roku, przy odpowiednim poziomie kompetencji i skali rynku, można rozważać budowę pełnoskalowego centrum testowego o wartości 150–200 mln euro, z rocznymi kosztami utrzymania rzędu 30–40 mln euro. Warunkiem powodzenia projektu jest silne partnerstwo przemysłowe (Windar, Vestas, Wulkan, Tele-Fonika). Projekt ten powinien być zwieńczeniem, a nie początkiem rozwoju systemu innowacji. W obecnym stanie region nie posiada ani zaplecza technicznego, ani masy krytycznej projektów badawczych, by utrzymać takie centrum. Dopiero po konsolidacji laboratoriów, wzmocnieniu współpracy uczelni i przemysłu oraz stworzeniu trwałych mechanizmów finansowania, inwestycja w pełnoskalowy ośrodek stanie się uzasadniona i wykonalna.

20 FINANSOWANIE ROZWOJU I KOMPETENCJI

Dynamiczny rozwój sektora morskiej energetyki wiatrowej stanowi kluczowy element strategii transformacji energetycznej Polski, a efektywne finansowanie łańcucha dostaw staje się niezbędnym warunkiem do realizacji tych ambitnych celów. Budowa infrastruktury *offshore* oraz rozwój kompetencji krajowych przedsiębiorstw wymagają nie tylko ogromnych nakładów kapitałowych, ale również dobrze zaprojektowanego i zrównoważonego modelu finansowania. **Strategia ta musi uwzględniać zróżnicowane źródła wsparcia – od programów grantowych i preferencyjnych linii kredytowych, po fundusze dedykowane i mechanizmy gwarancyjne, które razem pozwolą na minimalizację ryzyka inwestycyjnego i mobilizację prywatnego kapitału.**

Kluczowe znaczenie mają programy oparte na ścisłej współpracy sektora publicznego i prywatnego, które mogą efektywnie przyspieszyć budowę lokalnego przemysłu oraz rozwój innowacyjnych technologii. W szczególności, wykorzystanie środków unijnych, dochodów z EU ETS oraz dedykowanych funduszy inwestycyjnych pozwoli stworzyć długoterminową podbudowę finansową dla krajowego łańcucha dostaw. Jednocześnie konieczne jest zidentyfikowanie i wdrożenie mechanizmów, które umożliwią lepszą alokację środków publicznych, zapewniając ich optymalne wykorzystanie w kontekście rosnącej konkurencji międzynarodowej oraz potrzeb dekarbonizacyjnych.

Rozdział ten przedstawia kompleksowe podejście do finansowania sektora, uwzględniając zarówno istniejące programy wsparcia, jak i rekomendacje dotyczące nowych instrumentów finansowych. Proponowane rozwiązania są odpowiedzią na wyzwania związane z rosnącymi kosztami projektów *offshore wind*, potrzebą zwiększenia konkurencyjności polskich firm oraz wzmocnieniem ich zdolności do konkurowania na globalnym rynku.

Programy grantowe. Finansowanie innowacyjnych projektów zwiększających efektywność technologii *offshore wind* zwiększa atrakcyjność inwestycji i ich stopy zwrotu. Przykładowe programy to program NCBiR-NTE¹⁵⁷, NFOŚiGW „Innowacje dla Środowiska”, „Grant rządowy” TCTF. Kierunkowym celem powinno być, aby do 2035 r. NFOŚiGW będzie co roku uruchamiał program typu „Innowacje dla Środowiska – morska energetyka wiatrowa” z budżetem co najmniej 500 milionów PLN rocznie, a granty rządowe w modelu „TCTF” będą udostępniać 500 milionów PLN rocznie grantów bezpośrednich co roku.

Wykorzystanie dochodów z EU ETS powinno być skierowane na inwestycje w rozwój zdolności produkcyjnych czystych technologii. Osiągnięcie tego celu wymaga decyzji do przeznaczenia części swoich dochodów z systemu ETS na produkcję tych technologii, z określeniem konkretnego procentowego udziału wydatkowania dla łańcucha dostaw MEW.

Polska powinna minimalizować ryzyko i zmobilizować prywatne inwestycje w łańcuchach dostaw. Należy promować partnerstwa publiczno-prywatne w tym zakresie. Przykładowo, inwestorzy (też branżowi budujący farmy) powinni być zachęceni do inwestowania w produkcję czystych technologii poprzez np. tworzenie funduszy kapitałowych, zarządzanych przez PFR/BGK. Gwarancje publiczne i kontrgwarancje, realizowane przez np. EBI, powinny wspierać banki komercyjne w pokrywaniu ryzyka inwestycji związanych z produkcją czystych technologii.

Program wsparcia internacjonalizacji, wsparcie w eksporcie. Programy finansujące udział firm w międzynarodowych targach oraz wsparcie w nawiązywaniu partnerstw zagranicznych powinny być udostępnione w szybki sposób umożliwiający ich wykorzystanie, a także znacząco zwiększone. Niezbędna jest skoordynowana współpraca z Państwową Agencją Inwestycji i Handlu oraz zagranicznymi placówkami dyplomatycznymi.

Dedykowany Fundusz Inwestycyjny powinien być docelowo kluczowym elementem wsparcia dla rozwoju infrastruktury i innowacyjnych rozwiązań w sektorze morskiej energetyki wiatrowej. Docelowo, dedykowany Fundusz ten powinien zostać przeznaczony z myślą o finansowaniu projektów, które mają na celu rozwój nowoczesnej infrastruktury niezbędnej do produkcji, instalacji i serwisowania farm wiatrowych na morzu. Dzięki funduszowi, polskie firmy będą mogły uczestniczyć w wielkoskalowych projektach, przyspieszając transformację energetyczną kraju i wzmacniając swoją pozycję na europejskim rynku *offshore wind*.

Z analizy funkcjonujących w Polsce funduszy wynika, że najlepszą instytucją dedykowaną do tego rodzaju inwestycji jest ARP Zielony Fundusz. Polski Zielony Fundusz ARP (PZF ARP) ma być pierwszym, polskim, zielonym funduszem infrastrukturalnym (ang. green infra fund), który wpisuje się w dynamiczny trend z ostatnich lat, widoczny na globalnych rynkach finansowych. W ostatnich ośmiu latach pojawiło się 135 nowych zarządzających, którzy utworzyli fundusze inwestujące w Europie. Według ekspertyz i raportów KPMG Advisory Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k., wykonanych we współpracy i na rzecz Agencji Rozwoju Przemysłu S.A. w ostatnich kwartałach oraz danych Prequin, spośród funduszy, będących pierwszymi funduszami danego zarządzającego, 54 fundusze (40%) inwestują w sektor odnawialnych źródeł energii, 40 posiada dywersyfikację sektorową, a 22 lokuje środki w projekty z branży energetycznej. Ze względu na ryzyko w działaniach inwestycyjnych funduszy operujących w segmencie OZE, dominowały bezpieczne strategie Core i Core Plus (ponad 80 funduszy, a pozyskana kwota od inwestorów sięgnęła 33,3 mld USD)¹⁵⁸. Polski Zielony Fundusz ARP ma inwestować w najbardziej perspektywiczne branże: Morską Energetykę Wiatrową, OZE, Dekarbonizację

¹⁵⁷<https://www.gov.pl/web/ncbr/ncbr-oglosilo-iii-konkurs-w-ramach-strategicznego-programu-badan-naukowych-i-prac-rozwojowych-nowe-technologie-w-zakresie-energii--nte>

¹⁵⁸ <https://arp.pl/pl/aktualnosci/polski-zielony-fundusz-arp-pierwszy-zielony-fundusz-infrastrukturalny-w-polsce/>

Gospodarki Komunalnej (ze szczególnym uwzględnieniem Ciepłownictwa), Zielony Przemysł i Zieloną Chemię. Działanie PZF ARP oparte będzie na regulacjach rozporządzenia SFDR (ang. *Sustainable Finance Disclosure Regulation*), w szczególności na art. 8 i 9 tego rozporządzenia - w tym kontekście, kluczową zaletą inwestowania w tym obszarze jest realizacja celów zrównoważonego rozwoju przy jednoczesnym uzyskaniu atrakcyjnych, rynkowych stóp zwrotu przy zbalansowanym ryzyku. Jak wskazuje Agencja Rozwoju Przemysłu, atrakcyjność i konkurencyjność Polskiego Zielonego Funduszu ARP jest w znacznej mierze pochodną, z jednej strony zaplecza finansowego, merytorycznego i reputacyjnego Agencji Rozwoju Przemysłu S.A. jako wiarygodnego podmiotu typu SOE (ang. *State-Owned Enterprise*), będącego wyłącznym właścicielem przejmowanego towarzystwa funduszy inwestycyjnych (ARP TFI), z drugiej zaś faktem działania w ramach działalności ściśle regulowanej zarówno przez przepisy krajowe jak i unijne, w ramach europejskich wspólnych priorytetów i wytycznych nadzorczych określanych przez Europejski Urząd Nadzoru Giełd i Papierów Wartościowych (ESMA).

Finansowanie celowe konsorcjów przemysłowych. Zachęcanie do tworzenia konsorcjów przemysłowych, aby wspólnie realizować projekty, dzieląc ryzyko i koszty. Finansowanie celowe konsorcjów przemysłowych to kluczowy mechanizm wspierający realizację dużych, złożonych projektów, takich jak rozwój morskiej energetyki wiatrowej. Tworzenie konsorcjów przemysłowych umożliwia firmom wspólne działanie, co pozwala na efektywniejsze dzielenie ryzyka oraz kosztów związanych z realizacją projektów. Konsorcja te mogą łączyć różne przedsiębiorstwa, od dużych firm (nawet inwestorów) po MŚP, co zwiększa ich zdolność do realizacji bardziej ambitnych projektów, które mogłyby być trudne do zrealizowania przez pojedyncze firmy. Konsorcja przemysłowe, działające w oparciu o wspólne finansowanie i współpracę, mają również większe szanse na uzyskanie dostępu do publicznych źródeł finansowania, takich jak fundusze UE czy programy rządowe. Przykładem może być mechanizm Sektorowych Programów B+R Polskiego Funduszu Rozwoju i Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, który wspiera współpracę przedsiębiorstw i instytutów badawczych w ramach konsorcjów przemysłowych, oferując finansowanie na badania, rozwój i innowacje.

Z analizy dostępnych rozwiązań wydaje się, że najlepszym gotowym rozwiązaniem jest kontynuacja programów TCTF, NFOŚiGW, NCBiR Nowe Technologie w Energetyce, a także wykorzystanie ARP Zielonego Funduszu.

Program Rozwoju Infrastruktury Portowej. Długoletni program finansujący rozwój i modernizację portów będzie niezbędny, aby zachęcić inwestorów do budowy fabryk. Odpowiednie przygotowanie gruntów, dróg dojazdowych, umocnień, torów wodnych stanowi o konkurencyjności lokalizacji, na co doskonałym przykładem jest przygotowania inwestycji na Ostrowiu Grabowskim. Ważne będzie istotne rozszerzanie inwestowania w mniejsze porty, aby ich rola rosła nie tylko w fazie serwisowej, ale też jako miejsc lokowania inwestycji produkcyjnych.

Długoterminowe kontrakty z gwarancją rządową (lub poprzez podmioty kontrolowane przez Skarb Państwa). Wprowadzenie długoterminowych kontraktów na dostawy wybranych komponentów lub usług, w których ryzyko finansowe będzie zabezpieczane przez państwo, a dla których niezbędne jest zabezpieczenie popytu dla długoterminowego finansowania działalności. Przykładem są długoterminowe umowy czarterowe statków instalacyjnych, które mogą umożliwić sfinansowanie zakupu (budowy). Ørsted i Cadeler zawarły długoterminową umowę na wynajem nowoczesnego statku instalacyjnego klasy A, który będzie kluczowy dla realizacji projektów budowy morskich farm wiatrowych w latach 2027–2030. Umowa ta stanowi konkretyzację wcześniejszego ogłoszenia Cadeler z października 2022 roku i podkreśla zaangażowanie Ørsted w zabezpieczenie łańcucha dostaw oraz minimalizację ryzyka związanego z coraz bardziej złożonymi i dużymi projektami *offshore*. Strony jasno podkreśliły strategiczne znaczenie długoterminowych umów z kluczowymi dostawcami, które pozwalają zarządzać ryzykiem i zapewnić realizację programu budowy *offshore* w perspektywie do 2030 r. Partnerstwo z Cadeler wpisuje się też w strategię Ørsted jako globalnego lidera, który dzięki swojej skali i klarowności operacyjnej umożliwia dostawcom inwestowanie w nowoczesną flotę i technologie. Umowa obejmuje okres od początku 2027 roku do końca 2030 roku. Umowa taka jest zapewne istotnym aspektem zabezpieczenia spłaty

kredytów na budowę nowych jednostek. I choć Orsted jest firmą publiczną, kontrolę (ponad 50% akcji) posiada Rząd Duński.

Umowy długoterminowe, zabezpieczające budowę mocy produkcyjnych to również domena inwestorów prywatnych, co może zostać dodatkowo wsparte gwarancjami rządowymi. Iberdrola podpisała umowę ramową z konsorcjum Windar i Navantia o wartości 400 milionów EUR na produkcję 130 *monopili* XXL przeznaczonych dla przyszłych projektów morskich farm wiatrowych. Dzięki tej umowie, Iberdrola zabezpiecza dostawy kluczowych komponentów dla swoich projektów na lata 2023–2025, natomiast Windar i Navantia umacniają swoją pozycję jako strategiczni dostawcy w łańcuchu dostaw dla *offshore wind*. W ramach współpracy, konsorcjum Windar-Navantia postanowiło uruchomić nowoczesną fabrykę monopili XXL na terenie stoczni Navantia w Fene (A Coruña, Hiszpania). Fabryka będzie produkować fundamenty o długości przekraczającej 100 metrów i masie do 2,500 ton¹⁵⁹.

Współpraca z UE, w szczególności usprawnienie dostępności Funduszu Innowacyjności i stworzenie Funduszu Konkurencyjności. Współpraca z UE nad utworzeniem nowych instrumentów wsparcia dla *offshore wind*. Optymalizacja wykorzystania funduszy UE, aby Polska mogła maksymalizować wykorzystanie funduszy UE do wsparcia sektora *offshore wind*. Komisja Europejska przyznała w październiku 2024 roku 6 projektów z zakresu energetyki wiatrowej w najnowszym naborze do Funduszu Innowacji UE. Wszystkie nagrodzone projekty będą inwestować w nowe moce produkcyjne w zakresie energetyki wiatrowej, a 4 z nich będą przeznaczone na morską energię wiatrową¹⁶⁰. Jeden z nich ma być realizowany w Polsce. Dotychczasowe zwycięskie projekty Funduszu Innowacyjności to jednak głównie projekty spoza krajów CEE.

Zwiększenie zaangażowania Polski w *Innovation Fund*. Takie zaangażowanie mogłoby przyczynić się do dynamicznego rozwoju morskiej energetyki wiatrowej w Polsce, wspierając transformację energetyczną i osiągnięcie celów klimatycznych. Aby zwiększyć udział w *Innovation Fund* i skorzystać z jego możliwości w zakresie morskiej energetyki wiatrowej, Polska mogłaby:

- Zwiększyć świadomość i kompetencje: Organizować szkolenia i warsztaty dla potencjalnych beneficjentów na temat przygotowywania wniosków i spełniania kryteriów funduszu.
- Wspierać współpracę międzynarodową: Zachęcać polskie firmy i instytucje do partnerstw z doświadczonymi podmiotami z innych krajów UE.
- Promować innowacyjność: Inwestować w badania i rozwój, aby tworzyć projekty spełniające wysokie standardy innowacyjności wymagane przez fundusz.

Rozwój programów szkoleniowych i doradczych. Należy uruchomić programy szkoleniowe i doradcze, które pomogłyby firmom lepiej zarządzać ryzykiem związanym z gwarancjami wykonania oraz poprawić jakość produkcji, co zmniejszyłoby ryzyko wad i związanych z tym kosztów. Programy te mogłyby być prowadzone we współpracy z instytucjami finansowymi, które oferowałyby szkolenia w zakresie finansowania i zarządzania ryzykiem, a także doradztwo techniczne w celu podniesienia standardów produkcji. Przykładem konieczności uruchamiania takich programów jest choćby problem w pozyskiwaniu środków z Funduszu Innowacyjności. Przygotowanie dokumentacji wiąże się z co najmniej rocznym, kosztownym procesem, co jest dla polskich firm istotną barierą wejścia.

¹⁵⁹ <https://www.iberdrola.com/press-room/news/detail/Iberdrola-framework-agreement-navantia-windar-offshore-wind-farms>

¹⁶⁰ <https://windeurope.org/newsroom/news/eu-innovation-fund-awards-big-grants-to-6-innovative-wind-turbine-factories/>

Uczestnictwo w łańcuchu dostaw wymaga wysokiego stopnia profesjonalizacji działania firm. Wynika to z wielomiliardowej skali projektów, które – finansowania kapitałem dłużnym – jest skoncentrowana głównie na minimalizacji ryzyka. To z kolei wiąże się z angażowaniem w całym łańcuchu dostaw firm o najwyższym poziomie zarządzania, produkcji, jakości, kadr i innowacji. Silna fragmentyzacja firm w Regionie, tak jak ich relatywna słabość kapitałowa wymaga opracowania we współpracy z jednostkami centralnymi i regionalnymi instrumentów skierowanych do MŚP. Proponujemy – przy wykorzystaniu funduszy centralnych i regionalnych – dedykowane finansowanie dla firm modernizujących park maszynowy, realizowania projektów szkoleniowych dla przedsiębiorstw, a także wsparcie w aplikowaniu o środki unijne.

W sercu rozwoju łańcucha dostaw autorzy stawiają program rozwoju kompetencji *GotowiNaOffshore*, który – realizowany wspólnie z Agencją Rozwoju Przemysłu – powinien być ukierunkowany na szkolenia zakończone certyfikatem zdolności realizacyjnej dla łańcucha dostaw morskiej energetyki wiatrowej.

Finansowanie rozwoju mocy produkcyjnych łańcucha dostaw w województwie zachodniopomorskim może w najbliższych latach opierać się na rekordowym zestawie instrumentów UE, które łączą wsparcie inwestycji przemysłowych, innowacji technologicznych oraz infrastruktury krytycznej. Kluczowe znaczenie zyskuje nowy Europejski Fundusz Konkurencyjności o budżecie 450 mld EUR, zaprojektowany jako narzędzie wzmacniające strategiczne technologie i zdolności produkcyjne Europy. Dla regionu, w którym koncentrują się aktywa przemysłowe i portowe związane z energetyką wiatrową, fundusz ten otwiera możliwość finansowania inwestycji w nowe moce produkcyjne, automatyzację, niskoemisyjne procesy przemysłowe oraz rozwiązania zwiększające odporność i skalowalność lokalnego łańcucha dostaw¹⁶¹.

Równolegle podwojony budżet programu Horizon Europe¹⁶² – obecnie 175 mld EUR – kieruje znaczącą część środków na badania i rozwój w obszarze energetyki wiatrowej i technologii niskoemisyjnych. Nowe mechanizmy, w tym SET Plan Wind Joint Programme o wartości 95 mln EUR, wspierają projekty obejmujące prototypowanie, testowanie, digitalizację i automatyzację produkcji oraz rozwój nowych materiałów. Co istotne, część budżetu przeznaczono na szybkie, tematyczne mini-call'e umożliwiające udział firm spoza głównych konsorcjów – co ułatwia włączanie MŚP z regionu do europejskich projektów R&I. Silnym uzupełnieniem jest Innovation Fund, który w ostatnich konkursach finansował m.in. produkcję fundamentów, turbin i elementów z materiałów niskoemisyjnych.

Komponent infrastrukturalny wzmacnia Connecting Europe Facility (81 mld EUR), finansujący modernizację portów i infrastruktury logistycznej. Daje to możliwość dalszego rozwoju portów instalacyjnych oraz centrów logistycznych obsługujących budowę i serwisowanie farm offshore, co stanowi kluczowy element rosnącej roli

¹⁶¹ <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/press-room/20251016IPR30950/budzet-ue-na-2026-skoncentrowany-na-konkurencyjnosc-i-obronie>. Polska – jako jeden z głównych beneficjentów – ma otrzymać ponad 100 mld euro na infrastrukturę, B+R oraz transformację energetyczną, zachowując dostęp do funduszy strukturalnych mimo rosnącego poziomu rozwoju. Fundusz stanowi istotną zmianę w podejściu do polityki rozwojowej UE, będąc nowym źródłem środków na rozwój kluczowych branż.

¹⁶² <https://www.kpk.gov.pl/energetyka-wiatrowa-w-programie-horyzont-europa-konkursy-wydarzenia>. Jeszcze w obecnej perspektywie są ogłoszone konkursy, które mogą stanowić szansę dla Regionu, Program Horyzont Europa oferuje w 2025–2026 roku szerokie możliwości finansowania projektów związanych z energetyką wiatrową, obejmujące innowacyjne technologie produkcji komponentów, poprawę niezawodności i optymalizację O&M oraz minimalizowanie wpływu morskiej energetyki wiatrowej na środowisko. Dodatkowe tematy konkursowe wspierają bezpieczeństwo energetyczne dzięki rozwojowi technologii sieciowych i magazynowania, integrację OZE w przemyśle energochłonnych oraz transformację cyfrową i przemysłową poprzez zaawansowane technologie produkcji, remanufacturing, technologie surowców krytycznych, rozwój infrastruktury kabli podmorskich i generative AI dla robotyki.

regionu w europejskim łańcuchu offshore wind. Z kolei instrumenty kompetencyjne, takie jak Erasmus+ (41 mld EUR), tworzą podstawę do systemowego rozwoju kadr technicznych i operatorskich – obszaru coraz bardziej krytycznego dla zdolności produkcyjnych i utrzymaniowych branży. Będzie to szansa na sfinansowanie Programu 4, Kadr dla Offshore.

Wreszcie, szeroki zakres inwestycji może zostać zasilony także z nowego NRP Fund – następcy dotychczasowych funduszy regionalnych – którego łączny budżet wynosi 1,062 bln EUR. Mechanizm ten zapewni finansowanie projektów regionalnych obejmujących infrastrukturę przemysłową, tereny inwestycyjne, rozwój parków technologicznych oraz wsparcie MŚP. W kontekście województwa zachodniopomorskiego oznacza to możliwość skoordynowanego rozwoju przemysłu morskiego, stoczniowego i OZE w ramach portów Szczecin–Świnoujście oraz zaplecza produkcyjnego w mniejszych ośrodkach.

Nieodłącznym elementem rozwoju potencjału działalności firm będzie ciągły rozwój portów, ze szczególnym uwzględnieniem terenów Portu Szczecin–Świnoujście. Maksymalizacja wykorzystania środków unijnych na rozwój infrastruktury portów w Szczecinie, Świnoujściu, Policach i Kołobrzegu, będzie kluczowa dla efektywności ekonomicznej rozwoju łańcucha dostaw offshore wind¹⁶³.

Program wsparcia gwarancji. Utworzenie funduszu gwarancyjnego wspierającego firmy produkujące komponenty dla *offshore wind*, zabezpieczającego gwarancje dobrego wykonania i jakości. Nowa inicjatywa EBI¹⁶⁴ (o wartości 5 miliardów EUR) wspierająca produkcję sprzętu dla energetyki wiatrowej w UE powinna być w kraju pilnie wdrożona, aby wykorzystać ją jeszcze dla I fazy polskiego *offshore*. Celem powinno być uruchomienie preferencyjnego programu gwarancyjnego umożliwiającego ciągłe finansowanie realizacji kontraktów do kwoty 2 miliardów EUR.

Europejski Bank Inwestycyjny (EIB) w 2024 r. ogłosił udzielenie 500 milionów EUR kontrgwarancji dla Deutsche Bank, mającej na celu wsparcie europejskiego przemysłu produkcji turbin wiatrowych. Jest to pierwsza transza w ramach wartego 5 miliardów EUR programu kontrgwarancji EIB, stanowiącego kluczowy wkład Banku w realizację unijnego Wind Power Package. Mechanizm ten ma na celu poprawę dostępu do finansowania dla producentów turbin, umożliwiając im zwiększenie produkcji i wzmocnienie konkurencyjności w obliczu rosnącego popytu na rozwiązania „made in Europe”. Przyjęty w październiku 2023 r. *Wind Power Action Plan* Komisji Europejskiej przewiduje 15 działań wzmacniających konkurencyjność europejskiego sektora wiatrowego, z czego 4 skupiają się na poprawie dostępu do finansowania. W odpowiedzi na te potrzeby EIB uruchomił mechanizm kontrgwarancji, który ma aktywizować inwestycje w łańcuchy dostaw i farmy wiatrowe. Umowa z Deutsche Bankiem, o wartości 500 milionów EUR, stanowi część portfela kontrgwarancji wartego 1 miliard EUR¹⁶⁵.

Finansowanie kapitału obrotowego. Tworzenie preferencyjnych linii kredytowych dla firm, aby zabezpieczyć kapitał obrotowy na produkcję komponentów *offshore wind* przy ścisłej współpracy branży z bankami, takimi jak BGK. W przypadku zakładów produkcji komponentów dla morskiej energetyki wiatrowej, zabezpieczenie

¹⁶³ Największy projekt - *Przylądek Pomerania* zakłada stworzenie nowego, głębokowodnego portu zewnętrznego w Świnoujściu na obszarze 186 hektarów nowego lądu, w tym około 70 hektarów dedykowanych terminalowi kontenerowemu z nabrzeżem o długości około 1300 metrów. Terminal będzie przystosowany do obsługi największych kontenerowców na Bałtyku, zdolny do jednoczesnej obsługi trzech statków: dwóch o długości 400 m i jednego 250 m. Inwestycja obejmuje budowę nowego, kilometrowego falochronu, basen portowy o głębokości 17 metrów, a także pogłębienie toru podejściowego do 17 metrów głębokości i 500 metrów szerokości na długości 70 km, aby zapewnić bezpieczne wejście statków. Do terminala będą prowadziły dwa tor kolejowy o długości ponad 3 km oraz nowy układ drogowy o długości 2 km, razem z infrastrukturą wodno-kanalizacyjną, informatyczną i obiektami dla służb granicznych, celnych i sanitarnych. [gov.pl]

¹⁶⁴ <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/eib-delivers-its-bit-of-the-wind-power-package-with-counter-guarantees-for-wind-energy-manufacturing/>

¹⁶⁵ <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/eib-activates-first-tranche-of-counter-guarantee-facility/>

finansowe gwarancji dobrego wykonania oraz gwarancji jakości jest kluczowym wyzwaniem. Te gwarancje są niezbędne, aby zapewnić inwestorom, że komponenty będą działać zgodnie ze specyfikacją przez określony czas oraz że wszelkie wady, które pojawią się w okresie gwarancyjnym, zostaną naprawione. Problem ten jest szczególnie istotny w przypadku morskich farm wiatrowych, gdzie koszty napraw i serwisu są znacznie wyższe ze względu na trudniejsze warunki eksploatacji.

21 PAKIET EDUKACJI I PRACY

Brak kadr to obecnie największy hamulec rozwoju regionu. Województwo zachodniopomorskie stoi przed wyzwaniem zbudowania trwałego systemu edukacji dla kluczowej branży, jaką jest *offshore wind*. Mimo rosnącej liczby inwestycji przemysłowych, region boryka się z niedoborem wykwalifikowanych pracowników i niską świadomością specyfiki i walorów zawodów w sektorze *offshore*. Kluczowe problemy obejmują: brak wiedzy o możliwościach zatrudnienia, niedobór kandydatów i odpływ kadr, deficyt techników, brak wymiany międzynarodowej zachęcającej do pracy w Regionie oraz ograniczony dostęp do praktyk zawodowych.

Transformacja systemu kształcenia technicznego w regionie odbywa się z wykorzystaniem dostępnych zasobów, jednak dotychczas nie miała charakteru ukierunkowanego na konkretne branże przyszłości. Działania podejmowane w latach 2023 – 2025 w regionie (od strony samorządu, deweloperów, organizacji branżowych i organizacji prywatnych) są świetnym załącznikiem podejścia systemowego, jednak realizowane były dotychczas jedynie punktowo. W centrum działań powinny być szkoły średnie, które poprzez regularny program edukacyjny, zakończony corocznymi targami edukacyjnymi, będą w sposób systemowy zaznajomione z możliwościami zatrudnienia w branży. Docelowo możliwa jest budowa centrum symulacyjnego, które zwiększy oddziaływanie na wyobraźnię młodych osób. Równolegle wsparcie tworzenia i rozwoju kierunków kształcenia wyższego w branży powinno być ukierunkowane pod branże priorytetowe.

Strategiczne podejście do rozwoju kompetencji w obszarze *offshore wind* powinno obejmować działania wielopoziomowe – od edukacji szkolnej, przez kształcenie zawodowe i wyższe, po programy przekwalifikowujące dla doświadczonych specjalistów z innych branż. Niezbędne jest zintegrowanie systemu edukacyjnego z potrzebami rynku pracy oraz stworzenie mechanizmów umożliwiających szybkie reagowanie na zmiany technologiczne i operacyjne w branży. Kluczowe będzie także promowanie współpracy między sektorem publicznym, edukacyjnym i prywatnym w celu budowy nowoczesnych, elastycznych programów edukacyjnych i szkoleniowych dostosowanych do realnych wyzwań sektora morskiej energetyki wiatrowej.

Realizacja tych działań pozwoli nie tylko zapełnić istniejące luki kompetencyjne, ale także zapewnić Polsce silną pozycję jako centrum technologiczne i edukacyjne w obszarze *offshore wind*. Skuteczna strategia edukacyjna zbuduje solidny fundament dla rozwoju łańcucha dostaw, jednocześnie przyczyniając się do wzmocnienia krajowego potencjału przemysłowego i transformacji energetycznej.

Na skalę europejską, punktem odniesienia dla rozwoju edukacji wokół nowego sektora morskiej energetyki wiatrowej jest Województwo Pomorskie. Region stworzył spójny i rozpoznawalny model edukacji dla sektora morskiej energetyki wiatrowej, który integruje działania szkół, uczelni, firm i samorządu. System opiera się na koordynacji instytucjonalnej, silnym wsparciu promocyjnym oraz bezpośredniej współpracy z biznesem. Kluczowe elementy modelu to:

- Powołanie i rola instytucji koordynującej – Pomorskiej Platformy Rozwoju Morskiej Energetyki Wiatrowej na Bałtyku, działającej przy Urzędzie Marszałkowskim, która zintegrowała szkoły, uczelnie, firmy i samorząd w ramach jednej agendy działań edukacyjnych i promocyjnych. Dzięki umiejscowieniu

przy administracji regionalnej platforma dysponuje narzędziami do faktycznej koordynacji projektów edukacyjnych.

- Uruchomienie programu EDU OFFSHORE WIND – ogólnoregionalnego projektu edukacyjnego obejmującego lekcje, warsztaty, filmy edukacyjne, platformy online i coroczne targi kariery gromadzące tysiące uczniów i dziesiątki firm.
- Włączenie biznesu i uczelni technicznych – Uniwersytetu Morskiego w Gdyni i Politechniki Gdańskiej – do współpracy z przemysłem poprzez tworzenie nowych kierunków (m.in. Smart Renewable Energy Engineering, Executive Offshore Wind MBA) i zajęć praktycznych z udziałem firm takich jak PGE Baltica, Equinor czy Ocean Winds.
- Silne wsparcie promocyjne i medialne – aktywna obecność programu w mediach społecznościowych, kampanie wizerunkowe, filmy edukacyjne oraz konkursy branżowe dla uczniów, które budują rozpoznawalność sektora i motywują młodzież do wyboru kierunków technicznych.
- Stałe działania edukacyjne i wizyty studyjne – regularne zajęcia, warsztaty i wyjazdy do firm branżowych finansowane z dostępnych funduszy unijnych i krajowych, które zwiększają świadomość zawodową uczniów i pozwalają na kontakt z realnym środowiskiem pracy.
- Powiązanie edukacji z wydarzeniami branżowymi – uzupełnienie programu EDU OFFSHORE WIND cyklicznymi Dniami Edukacji, organizowanymi przy wydarzeniach takich jak PowerConnect czy Baltexpo, a także podczas Suppliers Days deweloperów, co umożliwia młodzieży kontakt z najnowszymi technologiami i liderami sektora.

Wyzwania kadrowe i kierunki odpowiedzi w rozwoju sektora offshore wind w województwie zachodniopomorskim. Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w Europie, a w szczególności w basenie Morza Bałtyckiego, stawia przed regionami przemysłowymi nowe wyzwania w zakresie przygotowania i utrzymania odpowiednich kadr technicznych, inżynierskich i menedżerskich. Zgodnie z analizami WindEurope, liczba miejsc pracy w branży wiatrowej wzrośnie z 370 000 do ponad 600 000 do 2030 roku, a tempo tego wzrostu już dziś prowadzi do rosnącej presji na dostępność kompetencji. W województwie zachodniopomorskim, równoległe do dynamicznego rozwoju inwestycji przemysłowych (Vestas, Windar, Tele-Fonika), wciąż obserwuje się deficyt wykwalifikowanych pracowników i niską świadomość zawodów związanych z offshore wind. Poniżej przedstawiono pięć kluczowych wyzwań kadrowych oraz odpowiadające im kierunki działań, które powinny zostać wdrożone w perspektywie 2026–2033.

W pierwszej kolejności konieczne jest wdrożenie systemu informacji o zawodach w branży *offshore wind*, który w prosty i atrakcyjny sposób pokaże możliwe ścieżki rozwoju, wymagania kwalifikacyjne i potencjalne zarobki w branży. Towarzyszyć mu powinna kampania promocyjna i program edukacyjny oparty o coroczne wizyty we wszystkich jednostkach edukacji średniej (ze wsparciem platformy online), powiązany z wydarzeniami branżowymi – np. EduPower lub innymi targami branżowymi (podczas których realizowany będzie dodatkowy dzień edukacyjny, na wzór PowerConnect, Baltexpo). Należy też przeprowadzić dokładną analitykę bilansującą dostępności i zapotrzebowanie na absolwentów. Możliwe w tym okresie powinno być uruchomienie programu „Absolwent” rozumianego jako przekazywanie informacji uczniom klas 7 i 8 informacji o ścieżkach kariery przez uczniów szkół średnich nt. możliwości dalszego kształcenia w kierunkach zmierzających do zdobycia kwalifikacji w *offshore wind*.

Równoległe należy uruchomić regionalny program stypendialno-stażowy dla branży offshore wind, który zapewni finansowane praktyki i stypendia dla uczniów i studentów kierunków technicznych. Warto także rozwijać sieć szkół patronackich w głównych ośrodkach regionu (Szczecin, Świnoujście, Koszalin, Stargard, Kołobrzeg, Darłowo). Utworzenie regionalnego systemu praktyk branżowych opartego na stałej współpracy szkół, uczelni i firm przemysłowych jest kluczem do rozwoju kadr. Obecny poziom dostępu do praktyk jest bardzo

niski – większość z nich ma charakter krótkotrwały i teoretyczny, bez kontaktu z rzeczywistymi technologiami. Firmy powinny oferować corocznie określone miejsca praktyk, finansowane częściowo z funduszy samorządowych i europejskich, natomiast szkoły techniczne i uczelnie – organizować wspólne laboratoria dydaktyczne w zakładach przemysłowych i portach. Powinno być to realizowane równolegle z ukierunkowaniem pod tym kątem kryteriów niecenowych w aukcjach dla *offshore wind*. Ważnym elementem kształcenia powinno być wykorzystanie programu Erasmus+, który umożliwia wymianę studentów i nauczycieli, praktyki zawodowe w firmach europejskich oraz udział w projektach badawczych i sieciach Centrów Wyznaczających Kompetencje (CoVEs)¹⁶⁶. Dzięki temu szkoły, uczelnie i ośrodki szkoleniowe Pomorza Zachodniego mogłyby współpracować z wiodącymi ośrodkami w Danii, Holandii i Niemczech, adaptując ich standardy szkoleniowe i włączając się w europejski system kwalifikacji.

Niska świadomość ścieżek kariery i możliwości zatrudnienia. Najbardziej podstawową barierą dla rozwoju rynku pracy w sektorze offshore wind jest niedostateczna wiedza o możliwościach zawodowych. Uczniowie, studenci i osoby zmieniające branżę często nie wiedzą, jakie role istnieją w sektorze, jakie kwalifikacje są wymagane, ani ile kosztuje i trwa proces uzyskania certyfikatów. Brak zrozumienia różnic pomiędzy energetyką wiatrową na morzu i na lądzie sprawia, że kandydaci nie potrafią zaplanować realnej ścieżki wejścia do zawodu. Odpowiedzią na tę lukę powinna być kompleksowa kampania informacyjno-edukacyjna oraz stworzenie jednolitego systemu informacji o karierach w branży offshore. Proponowanym narzędziem jest kompleksowy program, oparty na otwartej platformie internetowej, która gromadzi informacje o rolach zawodowych, punktach wejścia, kosztach i czasie trwania szkoleń, możliwościach awansu oraz prognozach zatrudnienia. Program powinien być powiązany z wydarzeniami branżowymi – m.in. PowerConnect, BaltexPo czy Suppliers Days i dołączony do dotychczasowych inicjatyw, takich jak EduPower. Dodatkowo, niezbędne jest wprowadzenie ustandaryzowanych opisów zawodów i ścieżek rozwoju, tak aby kandydaci mogli jasno zrozumieć, jakie kroki prowadzą od poziomu technika początkującego do ról zaawansowanych.

Brak wykwalifikowanych techników i specjalistów operacyjnych. Jednym z najpoważniejszych deficytów w branży offshore jest niedostatek techników, szczególnie w obszarach wysokiego napięcia (HV), systemów automatyki (SCADA), napraw łopat, kabli podmorskich oraz montażu i serwisu turbin. Problem ten ma charakter strukturalny – proces wyszkolenia technika jest długi i kosztowny, a rynek szkoleń nie nadąża za potrzebami rynku. W krótkim okresie (2026–2028) konieczne jest uruchomienie programów szybkiego szkolenia i przekwalifikowania, np. z branży automotive z innych regionów kraju. Kandydaci powinni mieć możliwość skorzystania z voucherów szkoleniowych i systemu „train-to-hire”, w którym koszty kursu częściowo pokrywa przyszły pracodawca w zamian za zobowiązanie do zatrudnienia na określony czas.

Brak realistycznego postrzegania pracy i jej warunków. Wielu kandydatów trafiających do branży nie jest świadomych faktycznych warunków pracy – długich godzin, pracy na wysokościach, ekspozycji na trudne warunki pogodowe czy częstych wyjazdów. W efekcie poziom rotacji w pierwszym roku zatrudnienia bywa bardzo wysoki, co zwiększa koszty rekrutacji i szkolenia. Aby temu przeciwdziałać, potrzebne jest transparentne przedstawianie realiów zawodu już na etapie rekrutacji. Uzupełnieniem powinien być poradnik porównawczy ról i wynagrodzeń, pokazujący zalety i wady pracy w sektorze offshore w odniesieniu do innych branż technicznych. Dodatkowo, dla nowych pracowników można wprowadzić pakiety wsparcia: dopłaty do noclegów, transportu, a także dostęp do programów mentoringowych i opieki psychofizycznej. Celem tych działań jest zmniejszenie rotacji w pierwszym

¹⁶⁶ Instrumenty kompetencyjne w nowej perspektywie finansowania, takie jak Erasmus+ (41 mld EUR), tworzą podstawę do systemowego rozwoju kadr technicznych i operatorskich – obszaru coraz bardziej krytycznego dla zdolności produkcyjnych i utrzymaniowych branży.

roku pracy i zwiększenie satysfakcji z zatrudnienia poprzez lepsze dopasowanie kandydatów do wymogów zawodu.

Wymiana międzynarodowa. Program Erasmus. Ważnym i wciąż niedostatecznie wykorzystywanym instrumentem wspierającym rozwój kompetencji w sektorze offshore wind jest program Erasmus+, który może odegrać znaczącą rolę w umiędzynarodowieniu kształcenia technicznego i zawodowego w województwie zachodniopomorskim. Program ten oferuje szeroki wachlarz możliwości — od wymiany studenckiej i praktyk zawodowych, przez projekty edukacyjne i wspólne programy studiów, aż po finansowanie szkoleń specjalistycznych dla kadry technicznej i naukowej. Dzięki Erasmus+ studenci kierunków związanych z morską energetyką wiatrową mogliby odbywać semestry lub praktyki w zagranicznych ośrodkach badawczych i firmach, zyskując dostęp do nowoczesnych technologii, metod pracy i międzynarodowych standardów bezpieczeństwa. Takie doświadczenia, zdobywane m.in. w krajach o dojrzałym sektorze offshore, jak Dania, Holandia czy Niemcy, pozwalają uczestnikom rozwinąć kompetencje techniczne oraz umiejętności pracy w środowisku międzynarodowym, które są coraz bardziej cenione przez pracodawców w Polsce. Równocześnie Erasmus+ umożliwia uczelniom i instytucjom szkoleniowym z Pomorza Zachodniego włączanie się w europejskie sieci Centrów Wyznaczających Kompetencje (Centres of Vocational Excellence – CoVEs). Inicjatywy tego typu wspierają tworzenie wspólnych programów kształcenia, kursów online, wymiany nauczycieli i instruktorów oraz opracowywanie standardów kwalifikacji zawodowych w branży offshore wind. Dla Politechniki Morskiej, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego czy centrów szkoleniowych, udział w takich projektach oznaczałby dostęp do partnerstw z najlepszymi ośrodkami edukacyjnymi w Europie oraz możliwość wspólnego opracowania modułów szkoleniowych uznawanych w całej Unii Europejskiej.

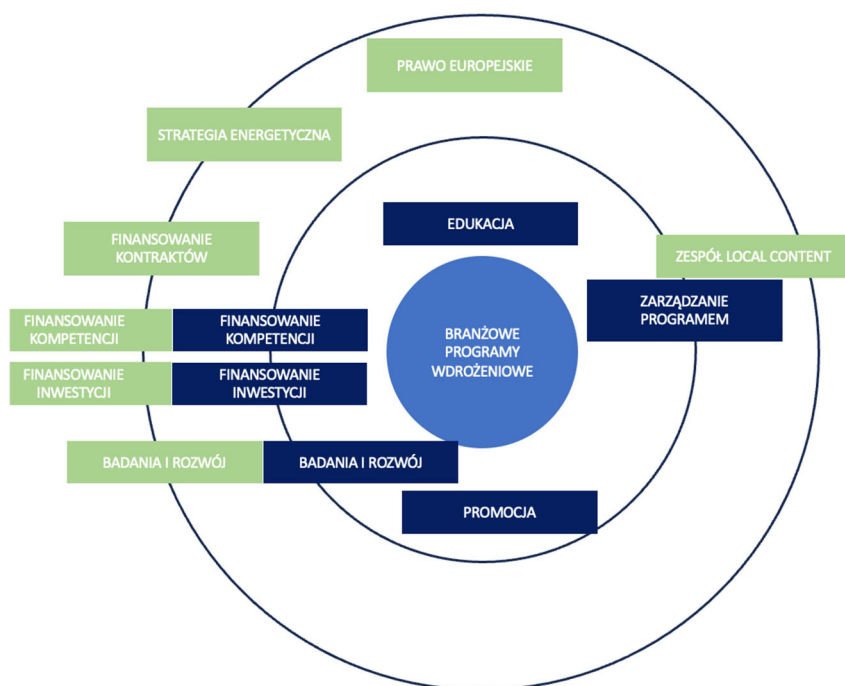
22 PROMOCJA REGIONU

Zidentyfikowano dwa trendy, które mogą skokowo zbudować siłę Regionu. Po pierwsze reindustrializacja, regionalizacja łańcuchów dostaw, wzrost zrozumienia i znaczenia hasła *local content*. Po drugie, mobilność zawodowa zarówno w Polsce, jak i w Europie rośnie, szczególnie wśród młodych pracowników i w sektorach wymagających wysokich kompetencji. Celem Programu 5 jest budowa marki gospodarczej i społecznej Regionu. Promocja Zachodniopomorskiego jako miejsca dla przemysłu przyszłości i atrakcyjnego życia zawodowego, a w ramach kampanii takie działania jak: kampanie *employer branding* wśród młodych inżynierów, obecność regionu na międzynarodowych wydarzeniach, program ambasadorów „Wind Factory of Europe” mogą przynieść znaczące efekty we wskaźnikach inwestycji kapitałowych, jak i liczbie osób chcących przeprowadzić się do regionu w celu rozwoju zawodowego. Projekty w formie kampusów kompetencji (np. miasteczka uczniowsko-studenckiego oferującego kilkudniowe moduły kształcenia branżowego zakończone certyfikatem), połączone z organizacją spotkań młodzieży mogą przełożyć się na promocję Szczecina oraz Regionu.

23 ARCHITEKTURA WDROŻENIA

Skuteczność Programu zależy nie tylko od jakości zaplanowanych działań, lecz przede wszystkim od ich konsekwentnej realizacji, opartej na jasnym podziale odpowiedzialności, koordynacji i narzędziach zarządczych. Region Pomorza Zachodniego – rozumiany jako wspólnota interesów Województwa Zachodniopomorskiego i Miasta Szczecin – potrzebuje **trwałego, profesjonalnego systemu wdrożeniowego**, który będzie zapewniał spójność działań, nadzór nad programami rozwojowymi i integrację wszystkich interesariuszy.

Rysunek 31. Powiązania instrumentów wdrażania local content w kraju [zielone] i regionie [granatowe].



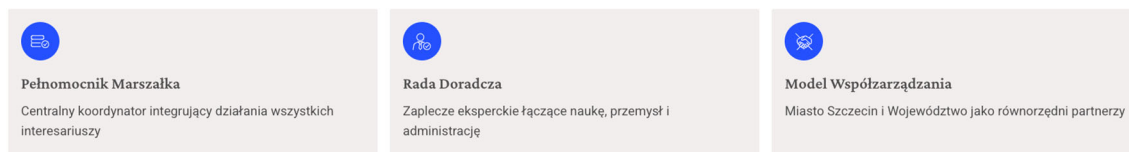
Źródło: Analiza własna CEE Energy Group

Rola Marszałka Województwa Zachodniopomorskiego - przez Pełnomocnika - jako centralnego koordynatora. Skuteczna realizacja programu rozwoju przemysłu *offshore wind* wymaga jednego, jasno umocowanego podmiotu odpowiedzialnego za koordynację i nadzór nad wszystkimi działaniami. Tę rolę pełnić może istniejący już *Pełnomocnik Marszałka Województwa ds. odnawialnych źródeł energii i rozwoju technologii wodorowych*. Funkcja, która już dziś stanowi unikalną przewagę systemową Regionu, w perspektywie kolejnych lat powinna zostać dodatkowo wzmocniona.

Rysunek 32. System wdrożeniowy Programu

Profesjonalne zarządzanie rozwojem przemysłu morskiego w Regionie Pomorza Zachodniego

Skuteczność strategii zależy od konsekwentnej realizacji opartej na jasnym podziale odpowiedzialności, koordynacji i profesjonalnych narzędzi zarządczych.



Struktura Zarządzania

- Pełnomocnik jako architekt systemu wdrożeniowego
- Rada ds. Rozwoju Przemysłu Offshore – organ ekspercko-doradczy
- Biuro Programowe Offshore – centrum operacyjne
- Klastery przemysłowe jako operatorzy inicjatyw

Kluczowe Funkcje

- Koordynacja pięciu pakietów operacyjnych
- Monitoring postępów i ewaluacja
- Integracja publiczno-prywatna
- Nadzór nad spójnością strategiczną

Źródło: Analiza własna CEE Energy Group

Pełnomocnik będzie centralnym punktem integrującym działania Miasta Szczecin, Samorządu Województwa, instytucji publicznych, portów, przemysłu i uczelni. Jego zadaniem jest utrzymanie spójności strategicznej programów wdrożeniowych, a także moderowanie współpracy międzysektorowej, bez której rozwój regionalnego ekosystemu przemysłowego nie byłby możliwy. Pełnomocnik nie jest tu wykonawcą poszczególnych projektów, lecz koordynatorem całego systemu wdrożeniowego – osobą odpowiedzialną za planowanie, monitorowanie, rozwiązywanie problemów systemowych i kierowanie rozwojem regionalnych instrumentów wsparcia branży *offshore wind* w sposób długofalowy. Należy wskazać potrzebę Biura Programowego *Offshore*, które stanowić powinno centrum operacyjne w procesie koordynacji. Biuro Programowe *Offshore* mogłoby pełnić rolę regionalnego operatora procesu, zapewniając obsługę organizacyjną i merytoryczną, a także gwarantując koordynację przepływu informacji pomiędzy Radą ds. Rozwoju Przemysłu *Offshore*, Pełnomocnikiem i Marszałkiem w ramach Urzędu Marszałkowskiego Województwa Zachodniopomorskiego. Będzie też pełnił istotną rolę regionalnego punktu kontaktowego dla przedsiębiorstw i obecnych oraz przyszłych inwestorów.

Rola Miasta Szczecin w systemie rozwoju *offshore wind*. Miasto Szczecin pełni funkcję metropolitalnego centrum rozwoju sektora morskiej energetyki wiatrowej w województwie zachodniopomorskim. Jego rola wynika z koncentracji infrastruktury portowej i zaplecza przemysłowego, instytucji naukowych i edukacyjnych, przedsiębiorstw tworzących lokalny łańcuch usług, zasobów kadrowych i szkoleniowych, kompetencji administracyjnych, oraz planistycznych i przestrzennych. W systemie regionalnym Szczecin jest głównym punktem styku między polityką regionalną a praktyką gospodarczą sektora *offshore*. Miasto odpowiada za operacyjną stronę rozwoju sektora na swoim terenie, podczas gdy Marszałek sprawuje nadzór strategiczny w skali województwa. Z uwagi na koncentrację zadań Prezydenta Miasta na wielu sektorach gospodarki, proponujemy wyodrębnienie roli Pełnomocnika Prezydenta Miasta Szczecin ds. *Offshore*. Wyodrębnienie tego stanowiska podnosi rangę sektora w strukturze Miasta i jednoznacznie wskazuje, gdzie znajduje się centrum operacyjnej odpowiedzialności. Pełnomocnik Prezydenta ds. *Offshore* może być osobą odpowiedzialną za całościową koordynację miejskiej polityki *offshore wind*, funkcjonującą bezpośrednio przy Prezydencie Miasta. Łączy rolę strategiczną i operacyjną, stanowiąc reprezentanta Prezydenta w relacjach z Marszałkiem, UMWZ i Biurem Programowym *Offshore*, głos Miasta w pracach Rady ds. Rozwoju Przemysłu *Offshore* oraz lidera miejskiej współpracy z branżą oraz organizacjami sektora.

Rada ds. Rozwoju Przemysłu *Offshore* jako zaplecze eksperckie. Wspierającą rolę w systemie zarządzania będzie pełnić Rada ds. Rozwoju Przemysłu *Offshore* – ciało ekspercko-doradcze skupiające przedstawicieli świata nauki, przemysłu, portów, organizacji branżowych, instytucji finansujących inwestycje oraz ekspertów branżowych. Rada będzie zapewniać Pełnomocnikowi dostęp do wiedzy sektorowej i doświadczeń praktyków, a jednocześnie pełnić funkcję inicjującą i opiniującą. Należy zaplanować możliwość wsparcia jej działania środkami regionalnymi oraz funduszami dedykowanymi rozwojowi klastrów. Zadania Rady obejmą ocenę kierunków strategicznych, rekomendowanie zmian w programach, wspieranie tworzenia partnerstw publiczno-prywatnych, analizę trendów międzynarodowych oraz wskazywanie obszarów wymagających interwencji. Dzięki temu Rada stanie się jednym z kluczowych filarów profesjonalnego systemu *governance* dla przemysłu *offshore wind* w regionie. Należy również zapewnić obsługę administracyjną Rady.

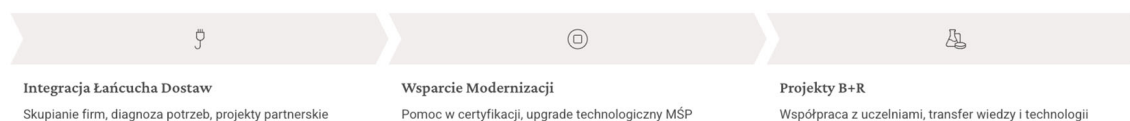
Efektywne wdrażanie Strategii wymaga trwałej i jasno określonej współpracy między Miastem Szczecin a Samorządem Województwa Zachodniopomorskiego. Obie instytucje pełnią role komplementarne i razem tworzą jedno centrum odpowiedzialności za rozwój przemysłu *offshore wind*. Województwo odpowiada za politykę regionalną, integrację instytucji, koordynację programów, powiązanie Programu z funduszami unijnymi oraz relacje z administracją centralną. Miasto natomiast wnosi kompetencje w obszarze edukacji, inwestycji miejskich, promocji, przyciągania kadr, współpracy z uczelniami i lokalnymi przedsiębiorstwami. Tak zdefiniowany podział ról tworzy spójny model, w którym oba poziomy administracji działają jako równorzędni partnerzy, a jednocześnie prace koordynowane są przez Pełnomocnika Marszałka i operacyjnie – przez Biuro Programowe

Offshore. Ten układ ma kluczowe znaczenie dla powodzenia projektu, ponieważ żaden element Strategii – od edukacji po rozwój infrastruktury portowej – nie może być efektywnie realizowany w oderwaniu od polityk miejskich i regionalnych.

Rysunek 33. Współpraca jednostek operacjonalizacji



Rola Klastrow Przemysłowych



Źródło: Analiza własna CEE Energy Group

Klastry jako operacyjne zaplecze systemu wdrażania. W horyzoncie średnioterminowym kluczową rolę operacyjną w realizacji strategii odegrają regionalne klastry przemysłowe, w szczególności te działające w obszarach przemysłów morskich, metalowych, energetycznych i technologicznych. Klastry staną się naturalnym zapleczem organizacyjnym, analitycznym i eksperckim dla Pełnomocnika oraz Rady, a także głównymi operatorami inicjatyw rozwojowych przewidzianych w Programie 1 i Programie 2. To one będą skupiać firmy z łańcucha dostaw, prowadzić prace diagnostyczne, przygotowywać projekty partnerskie, pomagać przedsiębiorstwom w modernizacji i zdobywaniu certyfikacji, a także współpracować z uczelniami w projektach badawczo-rozwojowych. Klastry, dzięki swojej elastyczności, bliskości biznesu, rozumieniu jego potrzeb, będą również pełnić funkcję platform dialogu między MŚP a dużymi firmami kotwiczącymi oraz reprezentować interesy branży w relacjach z administracją. W dłuższej perspektywie mogą przejąć część odpowiedzialności operacyjnej za realizację wybranych projektów infrastrukturalnych i edukacyjnych.

Partnerstwa publiczno-prywatne jako fundament wdrażania Programu. Cała ujęta w niniejszym dokumencie strategia opiera się na założeniu, że rozwój sektora *offshore wind* jest możliwy tylko wtedy, gdy w proces zostanie zaangażowana szeroka koalicja partnerów publicznych i prywatnych. Dotyczy to zarówno firm kotwiczących, takich jak Stocznia Szczecińska Wulkan, Vestas, Windar czy TFKable, jak i portów, uczelni, instytucji finansowych, organizacji branżowych i jednostek badawczych. Partnerstwa te będą formowane zarówno na poziomie projektowym, jak i programowym. Duże firmy odegrają rolę „klientów systemowych” wskazujących potrzeby technologiczne i jakościowe, MŚP będą beneficjentami programów modernizacyjnych, uczelnie partnerami w badaniach i rozwoju, a instytucje publiczne – gwarantami finansowania i długoterminowej stabilności. W praktyce oznacza to tworzenie konsorcjów dla projektów pilotażowych, laboratoriów branżowych, programów edukacyjnych, projektów testowych oraz inicjatyw eksportowych. Siła regionu w perspektywie 2040 roku będzie wprost zależeć od **jakości, stabilności i skali tych partnerstw** – to one pozwolą przekuć potencjał Zachodniopomorskiego w rzeczywistą przewagę konkurencyjną.

24 ZAŁĄCZNIKI

24.1 KONTRAKTACJA POSZCZEGÓLNYCH FARM WIATROWYCH W I FAZIE

Kontraktacja w procesie budowy morskich farm wiatrowych obejmuje szereg kluczowych zadań, w tym przede wszystkim wybór wykonawców, dostawców komponentów, usług oraz partnerów technologicznych. Te działania są nie tylko kluczowe dla terminowej realizacji projektów, ale także dla zapewnienia ich zgodności z najwyższymi standardami jakości i bezpieczeństwa. W kontekście rozwoju lokalnego rynku, szczególnie interesującym zagadnieniem jest udział polskich firm w tym procesie. Zaangażowanie rodzimych przedsiębiorstw w budowę morskich farm wiatrowych może przynieść wielorakie korzyści gospodarcze, w tym wzmocnienie krajowego przemysłu, tworzenie miejsc pracy oraz transfer technologii.

24.1.1 *Baltic Power*

Obecnie najbardziej zaawansowanym projektem w Polsce jest Baltic Power. Grupa Orlen we współpracy z Northland Power podjęła finalną decyzję inwestycyjną w 2023 r. Baltic Power rozpoczęła w 2025 roku instalację na morzu. Analizując łańcuch dostaw można zauważyć uczestnictwo zarówno zagranicznych jak i polskich firm.

Turbiny wiatrowe. 76 turbin o mocy 15 MW dostarczy duńska firma Vestas.

Fundamenty. Fundamenty turbin wiatrowych będą tworzyć stalowe pale o wysokości do 120 metrów i wadze do 2,4 tysiąca ton, wbite w dno morza na głębokość do 50 metrów. Nad projektem fundamentów turbin pracowała firma Jörss - Blunck - Ordemann GmbH (JBO). Produkcją fundamentów zajmie się firma Steelwind Nordenham, a firma Smulders produkuje elementy łączące fundamenty z wieżami turbin (ang. *transition piece*), część z nich powstanie w Polsce (prawdopodobnie elementy *secondary steel*). Ligum Offshore jako poddostawca dostarczy powłoki i elementy powlekane gumą, takie jak *boat landing* i *external ladder*.

Kable. Kluczowe są także umowy na projektowanie i produkcję kabli eksportowych o łącznej długości około 355km. Produkcją morskiego kabla eksportowego zajmie się firma NKT, natomiast za dostarczenie kabli wewnętrznych i lądowych odpowiada Tele-Fonika Kable we współpracy z JDR Cable Systems.

Infrastruktura systemu elektrycznego i lądowa stacja elektroenergetyczna. Projekt i budowę lądowej stacji elektroenergetycznej zrealizuje konsorcjum General Electric i Enprom. GE dostarczy projekt instalacji elektrycznej oraz komponenty wysokiego napięcia, a Enprom zajmie się całościowym projektowaniem i budową stacji.

Morska stacja elektroenergetyczna. Stacje ważące około 2,5 tysiąca ton i wznosić się 20 metrów nad wodą są projektowane, produkowane i instalowane przez konsorcjum CS Wind Offshore (dawniej Bladt Industries) i Semco Maritime. CS Wind Offshore dostarczyło komponenty, w części konstrukcji stalowej produkowane w Polsce w Grupie Przemysłowej Baltic, a Semco wbioło swoje doświadczenie EPCI.

Transport i instalacja – turbiny i fundamenty. Duńska firma Cadeler zajmuje się instalacją turbin na morzu. Transport i instalację fundamentów przeprowadzi firma Van Oord, specjalizująca się w instalacjach morskich farm wiatrowych.

Transport i instalacja – kable. Transport i instalację kabli na morzu wykonuje belgijska firma DEME.

Transport i instalacja – morska stacja elektroenergetyczna. Polska spółka Protea dostarcza dwa teleskopowe dźwigi morskie dla stacji transformatorowych. Żurawie o udźwigu 6 ton będą mogły podnosić ładunki na wysokość 28 m, wspierając transport między statkami a platformami. Dźwigi będą współpracować z jednostkami CTV i SOV i trafiają do firmy CS Wind, która odpowiada za dostawę morskiej trafostacji.

Usługi doradcze. Usługi doradcze pełni firma SeaReenergy – zajmuje się głównie nadzorem i koordynacją prac morskich. Jest to firma o zagranicznym kapitale, posiada oddział m.in. w Gdyni. Dodatkowo, gdańskie biuro projektowe Projmors wspiera Baltic Power m.in. w zakresie projektowania i uzyskiwania pozwoleń dla morskich turbin wiatrowych.

Usługi – badania. Belgijska firma G-TEC przeprowadziła niezbędne badania geofizyczne pod trasę kabla. Firma działała jako podwykonawca konsorcjum DEME Offshore, TFKable Group i NKT, wybranego do zaprojektowania, produkcji i instalacji kabli. Niemiecki Instytut Fraunhofera ds. Systemów Energii Wiatrowej (IWES) przeprowadził na zlecenie Baltic Power kampanię wykrywania głazów na Morzu Bałtyckim w miejscach planowanej instalacji turbin wiatrowych i kabli.

Baza serwisowa. Baza serwisowa farmy Baltic Power, zlokalizowana w porcie w Łebie, będzie kluczowym centrum codziennej obsługi farmy, umożliwiając szybki dojazd ekip serwisowych na teren farmy w około 40 minut. Budowa bazy, która rozpoczęła się w 2023 r., realizowana przez spółkę Erbud, która jest odpowiedzialna za przygotowanie terenu, prace hydrotechniczne oraz budowę kompleksu budynków. W bazie będą stacjonować 3-4 jednostki CTV, przewożące do 24 techników każda, a całodobowo pracować będzie do 50 osób. Erbud to firma z 30-letnim doświadczeniem, zatrudni około 100 pracowników i skorzysta z usług ponad 20 polskich firm, wspierając lokalny łańcuch wartości w sektorze *offshore wind*. Na inżyniera kontraktu dla bazy serwisowej została wybrana firma Antea Polska. Będzie ona nadzorować proces inwestycyjny, zapewniając jego terminową realizację. Firma jest częścią międzynarodowego konsorcjum specjalizującego się w nadzorze inwestycji w energetyce, infrastrukturze i gospodarce wodnej.

Tabela 23. Zestawienie udziału krajowych firm w projekcie Baltic Power

Komponent	Kategoria	Firma	Tier
Devex	Inne - Usługi doradcze	Projmors	2
Fundamenty	Elementy przejściowe (TP)	Smulders Polska	1
Kable	Kable wewnętrzne i lądowe	TFKable	1
Podstacje	Morska stacja elektroenergetyczna	GP Baltic	2
Podstacje	Lądowa stacja elektroenergetyczna	Enprom	1
Transport i instalacja	Morska stacja elektroenergetyczna - Dźwigi morskie	Protea	2
Transport i instalacja	Baza serwisowa	Erbud	1
Transport i instalacja	Baza serwisowa - Inżynier kontraktu	Antea Polska	2

Źródło: opracowanie własne.

24.1.2 MFW Bałtyk 2 i 3

Turbiny wiatrowe. Turbiny o mocy 15 MW dostarczy Siemens Gamesa Renewable Energy.

Fundamenty. Monopale dostarcza SIF Netherlands B.V. Konsorcjum Smulders Projects Belgium NV i Sif Netherlands BV w ramach zawartej umowy rezerwacyjnej odpowiedzialny jest za produkcję transition piece.

Kable wewnętrzne i eksportowe. Umowy na projektowanie, produkcję, dostawę i instalację kabli zostały zabezpieczone kontraktami z Seaway7 (kable wewnętrzne) oraz konsorcjum Jan de Nul i Hellenic Cables (kable eksportowe).

Infrastruktura systemu elektrycznego i lądowa stacja elektroenergetyczna. Za infrastrukturę systemów energetycznych odpowiadać będzie Hitachi Energy. Erbud jako podwykonawca, podpisał z Hitachi Energy Poland umowę o wartości 91,8 mln zł netto na prace budowlane związane z wyprowadzeniem mocy z morskiej farm

wiatrowych Bałtyk. Zakres prac obejmuje roboty ziemne, konstrukcje stalowe i żelbetowe, sieci wodno-kanalizacyjne, uziemienia, drogi, ogrodzenie terenu oraz ekrany akustyczne.

Morska stacja elektroenergetyczna (platforma i konstrukcja wsporcza). Zostały podpisane umowy w zakresie zaprojektowania i budowy morskich stacji transformatorowych w ramach projektów Bałtyk 2 i 3 z firmą Lemants NV z Grupy Smulders..

Transport i instalacja – fundamenty i morskie stacje elektroenergetyczne. Transportem i instalacją fundamentów oraz morskich stacji elektroenergetycznych zajmuje się holenderska firma Heerema Marine Contractors. Zainstaluje łącznie 100 *monopali*, elementy przejściowe oraz dwie stacje transformatorowe, używając jednostki Thialf z dźwigiem o dużej nośności.

Transport i instalacja – turbiny wiatrowe. Umowy zostały zawarte z firmą Cadeler A/S na statki instalacyjne i prace wstępne związane z instalacją morskich turbin wiatrowych.

Usługi – doradca techniczny. Na doradcę w procesie uzyskiwania pozwoleń dla projektów Bałtyk 2 i Bałtyk 3 wybrane zostało gdańskie biuro projektowe Projmors. W ramach umowy Projmors odpowiedzialny jest za przygotowanie projektu budowlanego i infrastruktury wyprowadzającej moc, doradztwo w zakresie pozyskiwanych i wymaganych ekspertyz oraz uzyskanie wszelkich wymaganych pozwoleń na budowę.

Usługi – badania geofizyczne i geotechniczne dna morskiego. W 2023 r. firma Geoequip Marine wykonała szczegółowe badania geofizyczne i geotechniczne dna morskiego.

Usługi – certyfikacja. DNV zajmie się certyfikacją morskich części farm wiatrowych.

Tabela 24. Zestawienie udziału krajowych firm w projektach MFV Bałtyk 2 i 3

Komponent	Kategoria	Firma	Tier
Devex	Inne - Usługi doradcze	Projmors	1
Devex	Inne - Usługi doradcze	Ramboll	1
Devex	Morskie badania środowiskowe	MEWO	1
Devex	Inne - Usługi doradcze, projektowanie HDD	ZRB Janicki	1
Podstacje	Lądowa i morska stacja elektroenergetyczna i infrastruktura przyłączeniowa	Hitachy Energy Poland	1
Podstacje	Lądowa stacja elektroenergetyczna i infrastruktura przyłączeniowa	Enprom	1
Podstacje	Lądowa stacja elektroenergetyczna i infrastruktura przyłączeniowa	„JAR” JAROSŁAW JASIUKAJĆ	2
Podstacje	Lądowa stacja elektroenergetyczna i infrastruktura przyłączeniowa	MOBILBOX POLSKA Sp. z o.o.	2
Podstacje	Lądowa stacja elektroenergetyczna i infrastruktura przyłączeniowa	Odwodnienia M. Szczygieł, A. Walkiewicz Spółka jawna	2
Podstacje	Lądowa stacja elektroenergetyczna i infrastruktura przyłączeniowa	EL-mark sp. z o.o., sp. kom.	2
Podstacje	Lądowa stacja elektroenergetyczna i infrastruktura przyłączeniowa	Firma Handlowa „MODEX” Jarosław Iwaszkiewicz	2
Podstacje	Lądowa stacja elektroenergetyczna i infrastruktura przyłączeniowa	EL-IN Sp. z o.o.	2

Kable lądowe	Fabrykacja kabli lądowych	Tele-Fonika Kable	1
Fundamenty	Prefabrykacja konstrukcji stalowych dla elementów przejściowych (TPs)	Smulders Projects Poland	2
O&M	Budowa bazy serwisowej w Łebie	Erbud	1

Źródło: Equinor

24.1.3 PGE Baltica 2 i 3

Bliźniacze projekty Baltica 2 i Baltica 3, które realizują we współpracy PGE i Ørsted są obecnie na etapie wybierania dostawców i podpisywania umów. MFW Baltica 2 jest projektem bardziej zaawansowanym i zakończenie jego budowy jest planowane do końca 2027 r., natomiast MFW Baltica 3 do 2030 roku.

Turbiny wiatrowe. 107 turbin o mocy 14 MW dostarczy firma Siemens Gamesa Renewable Energy. Dodatkowo podpisano umowę serwisową, która zapewnia usługi serwisowe, w tym przeglądy i naprawy, przez 5 lat od uruchomienia turbin.

Fundamenty. Firma Steelwind Nordenham dostarczy 34 monopale, zaś konsorcjum Navantia-Windar 77 sztuk tych konstrukcji wsporczych dla turbin.

Kable morskie. Morskie kable eksportowe zostaną dostarczone przez firmy ZTT Submarine Cable & System (Chiny) oraz Hellenic Cables. Kontrakty obejmują łącznie ok. 300 km kabli 275 kV. Morskie kable wewnętrzne 66kV o łącznej długości ok. 170 km dostarczy chińska spółka Orient Cable.

Kable lądowe. Tele-Fonika Kable dostarczy około 90 km kabli lądowych 275 kV, które zostaną wyprodukowane w Bydgoszczy w 2025 r.

Infrastruktura systemu elektrycznego i lądowa stacja elektroenergetyczna. Budowę lądowej infrastruktury przyłączeniowej w tym stacji 275/400 kV oraz linii eksportowych zajmują się firmy GE Vernova i Polimex Mostostal. Inżynierem Kontraktu przy budowie lądowej części zostało konsorcjum Energoprojekt-Katowice SA i Energopomiar Sp. z o.o. Ich rola będzie polegać na nadzorowaniu prac generalnego wykonawcy części liniowej i stacyjnej przyłącza lądowego. Przetarg na wykonawcę sterowanego przewiertu bezwykopowego HDD, który umożliwi później połączenie morskiego odcinka kabli eksportowych z ich odcinkiem lądowym wygrało konsorcjum polskich firm ROMGOS Gwiazdowscy i ZRB Janicki.

Morska stacja elektroenergetyczna. Morskie stacje transformatorowe zaprojektuje i zbuduje konsorcjum Semco i PTSC Mechanical&Construction (Wietnam).

Transport i instalacja – turbiny i fundamenty. Instalacja turbin wiatrowych dla została podzielona na dwa etapy. Pierwszą część instalacji przeprowadza norweska firma Fred. Olsen Windcarrier, a drugą część duńska firma Cadeler. Deweloperzy zawarli umowę z firmą Van Oord na wynajem statków do transportu i instalacji 111 *monopali*. 107 z nich będzie użytych jako fundamenty turbin wiatrowych, a 4 jako fundamenty pod morskie stacje elektroenergetyczne. Niemiecka firma SAL Heavy Lift została podwykonawcą na zlecenie firmy Van Oord. Odpowiadać będzie za transport i instalację fundamentów.

Transport i instalacja – morska stacja elektroenergetyczna. Firma Seaway7 zajmie się transportem i instalacją stacji na morzu. Polska firma Protea podpisała kontrakt z PTSC Mechanical & Construction Co., Ltd (Wietnam) na dostawę czterech żurawi dla stacji transformatorowej. Żurawie, o udźwigu 5 ton i promieniu 22 metrów, będą używane do transportu ładunków z statku na platformę morską oraz do wsparcia operacji wokół platformy.

Transport i instalacja – kable. Wykonawcą ułożenia kabli została firma Boskalis. Użyją kilku statków, w tym kablownca i jednostki wspomagającej, do ułożenia ok. 300 km kabli eksportowych i 170 km kabli wewnętrznych oraz przygotowania dna morskiego przez usunięcie głazów.

Usługi – badania. Przeprowadzeniem badań środowiskowych ptaków i nietoperzy zajmie się białostocka firma 3BIRD K. Gajko J. Ksepko sp. J. Umowa obejmuje prace dla stref buforowych Baltica 3 oraz dla Baltica 2+ i jest niezbędna do uzyskania decyzji środowiskowej. Wykonawcą monitoringu morświnów przed rozpoczęciem oraz w trakcie budowy została firma MEWO S.A. Zamówienie obejmuje monitoring morświnów na obszarze MFW Baltica oraz w promieniu 18-20 km od farmy, w tym na obszarze Natura 2000 Ostoja Słowińska. Oferta MEWO S.A. była najkorzystniejsza ze wszystkich czterech ofert jakie wpłynęły. Pozostałe firmy, które brały udział w przetargu to: PM Ecology Sp. z o.o, konsorcjum MAG Offshore – ELECOM – PROFESSEA, HaskoningDHV Polska. Badania dna morskiego w rejonie, gdzie powstanie stacja transformatorowa wykonała amerykańska firma Ocean Infinity.

Usługi – certyfikacja. Certyfikacją elementów zajmie się firmą DNV. Dostarczy certyfikaty zgodności projektowej. Certyfikacja obejmie turbiny, morskie stacje transformatorowe, fundamenty oraz kable, zapewniając zgodność z międzynarodowymi standardami i krajowymi przepisami.

Tabela 25. Zestawienie udziału krajowych firm w projektach Baltica 2 i 3

Komponent	Kategoria	Firma	Tier
Devex	Przygotowanie projektu - Badania środowiskowe ptaków i nietoperzy	3BIRD K. Gajko J. Ksepko sp. J	1
Devex	Przygotowanie projektu - Monitoring morświnów	MEWO S.A.	1
Devex	Inne - Usługi doradcze	Ramboll Polska	1
Kable	Kable lądowe	TFKable	1
Stacje transformatorowe lądowe i morskie	Lądowa infrastruktura przyłączeniowa	Polimex-Mostostal ROMGOS Gwiazdowscy i ZRB Janicki Protea	1
Podstacje	Inżynier Kontraktu	Energoprojekt-Katowice SA i Energopomiar Sp. z o.o	2

Źródło: opracowanie własne.

24.1.4 BC-Wind

Morska Farma Wiatrowa BC-WIND to projekt realizowany przez firmę Ocean Wind. Obecnie spółka jest na etapie kontraktowania niezbędnych komponentów do rozpoczęcia budowy morskiej farmy wiatrowej.

Usługi – badania. Do tej pory spółka przeprowadziła badania geofizyczne i geotechniczne przy użyciu Platformy Kopernik-1 należącej do Geofizyki Toruń S.A (podmiot Grupy Orlen). W marcu 2024 r. zakończyli także kampanię badań, która obejmowała m.in. batymetrię, odwierty z poborem próbek gruntu oraz badania sondą CPTu. Badania *offshore* przeprowadziła firma Gardline Limited, a prace nearshore wykonała Grupa GeoFusion Sp. z o.o. Rozpoczęto także badania gruntowe wzdłuż trasy kabla lądowego, łączącego morską MFW BC-Wind ze stacją elektroenergetyczną w Choczewie. Prace są prowadzone przez firmę Remea. Jest to przedsiębiorstwo z ponad 20-letnim doświadczeniem w badaniach środowiskowych i geologicznych.

Usługi - dokumentacja i pozwolenia. Australijska firma Sea Global Pty Ltd. Wraz z polskim PGNIG GAZOPROJEKT S.A. podejmie się przygotowania dokumentacji i uzyskania pozwolenia na budowę kabli eksportowych dla BC-Wind. Umowa obejmuje projektowanie trasy kabli 2x 220 kV od morskiej stacji elektroenergetycznej do połączenia z odcinkiem lądowym, w tym przewiert sterowany, ochronę kabla oraz analizy elektryczne i termiczne.

Polski oddział SeaReenergy Offshore Holding zajmie się opracowaniem projektu koncepcyjnego oraz dokumentacji dla morskiej stacji elektroenergetycznej. Zakres umowy obejmuje przygotowanie projektu elektrycznego i dokumentacji niezbędnej do uzyskania pozwolenia na budowę. Do dokończenia wstępnego projektu oraz opracowania szczegółowego projektu fundamentów kratownicowych (ang. *jacket*) Ocean Winds wybrał brytyjską firmę Wood Thilsted, która wcześniej prowadziła wstępne prace projektowe, dobrze zna inżynierskie wyzwania terenu, takie jak złożone warunki gruntowe, korozja i obciążenie lodowe.

Usługi – certyfikacja. Certyfikację farmy wiatrowej BC-Wind zlecono firmie Bureau Veritas Polska Sp. z o.o. Będzie ona obejmować ocenę zgodności na każdym etapie realizacji, w tym w zakresie projektowania, produkcji, instalacji, transportu oraz uruchomienia farmy.

Morska stacja transformatorowa. CRIST Offshore. Spółka podpisała kontrakt na projektowanie, budowę i uruchomienie morskiej stacji elektroenergetycznej (OSS) dla farmy BC Wind, co jest jednym z najważniejszych elementów infrastruktury offshore.

Lądowa infrastruktura. P&Q – podpisała umowę na realizację lądowej infrastruktury projektu.

Kable. Tele-Fonika Kable dostarczy około 23 km kabli wysokiego napięcia 275 kV, kabli światłowodowych oraz dedykowanego osprzętu, a także przeprowadzi kompleksowe badania powykonawcze całej linii.

Tabela 26. Zestawienie udziału krajowych firm w projektach BC Wind

Komponent	Kategoria	Firma	Tier
Devex	Przygotowanie projektu - Badania geofizyczne i geotechniczne	Geofizyka Toruń S.A	1
Devex	Przygotowanie projektu - dokumentacja i pozwolenia	PGNIG GAZOPROJEKT S.A.	1
Devex	Inne - Certyfikacja	Bureau Veritas Polska Sp. z o.o.	1
CAPEX	Morska stacja transformatorowa	Crist Offshore	1
CAPEX	Lądowa infrastruktura	P&Q	1
CAPEX	Kable	Tele-Fonika Kable	1

Źródło: opracowanie własne.

24.1.5 FEW Baltic II

FEW Baltic II jest obecnie najmniej zaawansowanym projektem I fazy. Na moment przygotowania dokumentu (styczeń 2025) zakontraktowano tylko dostawę morskiej stacji elektroenergetycznej. Zlecono to firmie Atlantique Offshore Energy, będącej częścią Chantiers de l'Atlantique. Realizacja zamówienia odbędzie się w formule EPC (zaprojektuj-wybuduj-zainstaluj).

24.1 CHARAKTERYSTYKA ŁAŃCUCHA DOSTAW KRAJÓW EUROPEJSKICH

24.1.1 Łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Niemczech

Niemcy, to jeden z pionierów w dziedzinie morskich farm wiatrowych w Europie i przykład kraju, który odgrywa znaczącą rolę w łańcuchu dostaw. Programy takie jak *Energiewende* mają na celu znaczne zwiększenie udziału

energii odnawialnej, w tym energii wiatrowej. Do 2023 r. Niemcy zainstalowały turbiny wiatrowe *offshore* o łącznej mocy 8 GW.¹⁶⁷

Na terenie Niemiec znajdują się jedne z największych fabryk i portów związanych z przemysłem energetyki wiatrowej. Wśród nich warto wymienić fabryki produkujące fundamenty, takie jak EEW Special Pipe Constructions w Rostocku oraz Steelwind w Nordenham. Ważnym ośrodkiem produkcji kabli są zakłady NKT, zlokalizowane zarówno w Nordenham, jak i w Kolonii. Fabryka gondoli Siemens Energy znajduje się w Cuxhaven (znajdują się one też w różnych częściach kraju, ale dotyczą montażu gondol *onshore* w tym Nordex Germany Gmb, Vestas w Lubece, a także Enercon w Aurich). Produkcją generatorów zajmują się Vestas w Travemünde oraz Enercon w Magdeburgu.

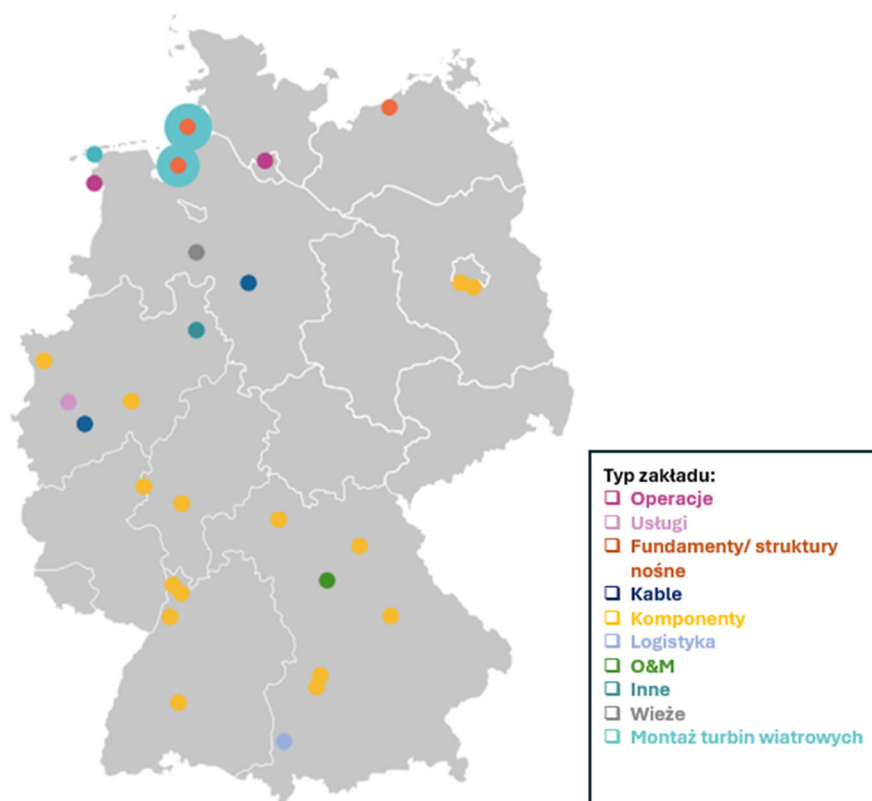
Oprócz istniejących już zakładów, w Niemczech realizowane są także nowe inwestycje. Jedną z nich jest fabryka *monopali*, budowana przez chińską spółkę Titan Group w Cuxhaven. Inwestycja o wartości 300 mln EUR ma na celu stworzenie zakładu produkującego fundamenty *monopali* XXXL o rocznej zdolności przekraczającej 500 000 ton, przy masie 3500 ton na fundament. Zakład będzie w stanie wyprodukować od 100 do 150 *monopali* rocznie.

Kolejną nowo powstającą inwestycją jest zakład w Rostocku powstający przy współpracy Smulders Netherlands z Meyer Group. Projekt obejmuje utworzenie dwóch nowych firm odpowiedzialnych za projektowanie i produkcję morskich stacji transformatorowych w Neptun Werft w Warnemünde. Hitachi Energy inwestuje 30 mln EUR w rozbudowę i modernizację fabryki transformatorów mocy w Bad Honnef, Niemcy (rozbudowa zwiększy zdolności produkcyjne zakładu, tworząc 100 nowych miejsc pracy). W Niemczech najważniejsze porty do produkcji, montażu i instalacji, a także do przeładunku i transportu morskich turbin wiatrowych i ich komponentów znajdują się w Cuxhaven, Wilhelmshaven i Bremerhaven. Magazynowanie, przeładunek i wysyłka komponentów realizowane są również przez porty w Emden, Brunsbüttel, Stade i Brake.

Ponadto obsługa i konserwacja prowadzone są w wielu mniejszych portach znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie morskich farm wiatrowych, np. na Helgolandzie i Borkum, a także w Norddeich, Büsum, Rostock i Saßnitz. W przeszłości wiele komponentów do niemieckich MFW było dostarczanych i montowanych w Eemshaven w Niderlandach lub w duńskim porcie Esbjerg, jednak zbilansowany rozwój łańcucha dostaw w kraju spowodował rozkwit tej działalności w portach niemieckich.

Rysunek 34. Zakłady produkujące komponenty dla morskiej energetyki wiatrowej w Niemczech.

¹⁶⁷ <https://bwo-offshorewind.de/pl/ausbau-offshore-windenergie-2023/> [Dostęp z dnia 6.12.2024].



Źródło: Entwurf einer industriepolitischen Strategie für erneuerbare Energien und Stromnetze, DENA 2022.

Wielu niemieckich producentów komponentów produkuje komponenty zarówno dla lądowych i morskich farm wiatrowych, dlatego obszary produkcji dla obu segmentów energetyki wiatrowej częściowo się pokrywają. W ostatnich latach jednak branża morska w Niemczech borykała się z wyzwaniami, takimi jak niski poziom ekspansji rynku, niepewność co do przyszłości regulacji oraz rosnąca presja kosztowa. Z tego powodu niektóre firmy postanowiły zmienić profil działalności, przenieść zakłady za granicę lub całkowicie zaprzestać produkcji w tym sektorze. Całkowita sprzedaż, w tym eksport, w niemieckiej branży morskiej energetyki wiatrowej znacząco spadła w ostatnich latach.

W ostatnich latach niemiecki sektor energetyki wiatrowej *offshore* zmagał się z rosnącą niepewnością rynkową, presją kosztową oraz ograniczonym tempem rozwoju nowych projektów, co wpłynęło na strategiczne decyzje wielu firm. W latach 2018–2020 całkowity przychód branży *offshore* w Niemczech, uwzględniając eksport, spadł z 9,8 miliarda EUR do 7,4 miliarda euro. W tym okresie zamknięto szereg istotnych pod względem wielkości zakładów produkcyjnych, takich jak Power Blades w Bremerhaven, Adwen Blades w Stade, Nordex w Rostocku (produkcja łopat wirnika), Ambau GmbH w Cuxhaven (wieże i fundamenty) oraz STRABAG Offshore Wind (fundamenty grawitacyjne)¹⁶⁸.

Niemiecki przemysł nie jest obecnie w stanie w pełni pokryć wszystkich obszarów łańcucha dostaw w sektorze *offshore*, szczególnie w zakresie produkcji wież i fundamentów, logistyki instalacyjnej oraz infrastruktury morskiej. Warto również zauważyć, że Niemcy nie posiadają krajowego producenta platform konwerterowych,

¹⁶⁸ Entwurf einer industriepolitischen Strategie für erneuerbare Energien und Stromnetze, DENA 2022.

co dodatkowo ogranicza możliwości wypełnienia krajowych i międzynarodowych potrzeb w tym zakresie. Inwestycja w Warnemunde (wspólna ze Smuldersem) ma zmienić tę sytuację.

Niemcy osiągnęły obrót w wysokości około 14 miliardów EUR w 2022 r. w sektorze wiatrowym. Według danych DENA, udział branży *offshore* to poziom 7-9 miliardów EUR. Większość obrotu realizuje łańcuch dostaw turbiny wiatrowej (ok. 4 miliardów EUR), a następny duży segment to fundamenty, w ramach których produkcja *monopile* wraz z możliwością produkcji blachy grubej może generować obroty ponad 2 miliardy EUR rocznie.

Tabela 27. Zestawienie obecności firm niemieckich w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych

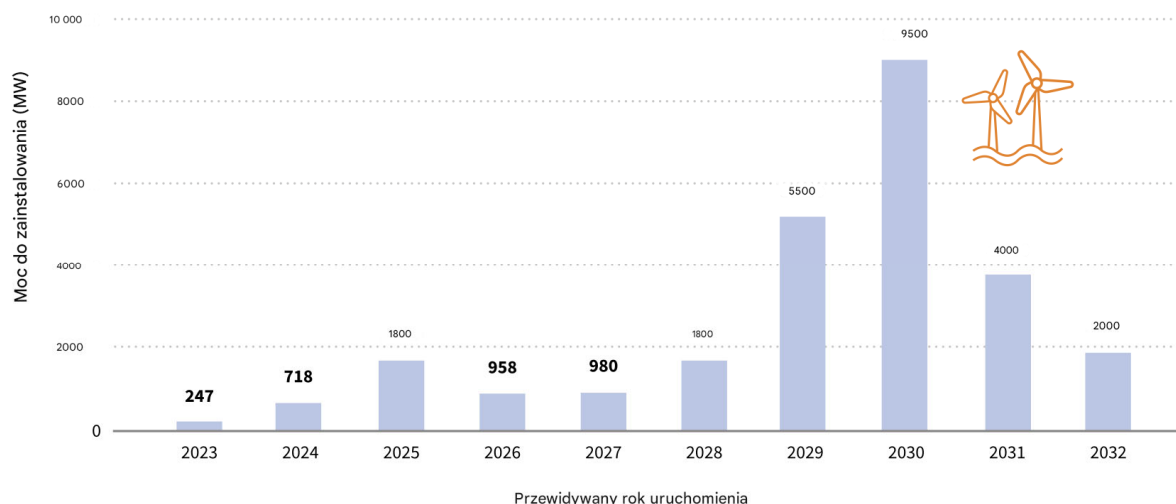
Komponent	Największe firmy	Obecność
Devex	Deutscher Wetterdienst, Fraunhofer Institute, GeoEngineering, Overdick	Średnia
Fundamenty	EEW, Steelwind, Titan Wind, Dillingen	Wysoka
Turbina	Siemens Gamesa	Wysoka
Kable	NKT	Średnia
Morska i lądowa stacja elektroenergetyczna	Smulders (inwestycja)	Niska
Transport i instalacja	Liebherr, MAN Energy Solutions, Meyer Werft, Menck	Niska
Utrzymanie i eksploatacja	Szereg portów serwisowych	Wysoka

Źródło: opracowanie własne.

Pod względem zatrudnienia, sektor energetyki wiatrowej w Niemczech w 2016 r. zatrudniał około 163 tysięcy pracowników, z czego 30 tysięcy w obszarze *offshore*. Jednak między 2018 a 2020 r. nastąpił spadek zatrudnienia również w tym segmencie, co przełożyło się na redukcję o około 3 tysiące pełnoetatowych miejsc pracy¹⁶⁹. Dzięki nowym politykom wspierającym rozwój odnawialnych źródeł energii, Niemcy planują zwiększyć moc zainstalowaną w morskich farmach wiatrowych z 8,5 GW w 2023 r. do 30 GW do 2030 r., co może przywrócić wzrost produkcji i ożywić rynek, w tym zwiększyć popyt na lokalnie produkowane komponenty.

Wykres 27. Przewidywany rozwój morskiej energetyki wiatrowej w Niemczech.

¹⁶⁹ Tamże.



Źródło: Entwurf einer industriepolitischen Strategie für erneuerbare Energien und Stromnetze, DENA 2022.

24.1.2 Łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Danii

W Danii obecnie zlokalizowanych jest łącznie ponad 500 firm działających we wszystkich obszarach przemysłu wiatrowego¹⁷⁰. Przeprowadzone analizy wskazują, że aktywnie działająca sieć biznesowa i relacje z interesariuszami z powiązanych branż odegrały ważną rolę w tworzeniu miejsc pracy w duńskim przemyśle morskiej energetyki wiatrowej, zwłaszcza na początku XXI wieku. W Danii znajduje się wiele kluczowych dla branży firm i portów, które są częścią łańcucha dostaw dla przemysłu energetyki wiatrowej.

Wśród firm zaangażowanych w prace inżynierskie należy wskazać przede wszystkim firmę Ramboll. Wśród największych zakładów produkcyjnych warto wymienić te zajmujące się wytwarzaniem fundamentów, takie jak CS Wind Offshore (były Bladt Industries) w Odense i Esbjerg. Producent kabli NKT zlokalizowany jest w Asnæs. Vestas, jeden z czołowych producentów gondoli, posiada swoje zakłady w Ringkøbing i Munkebo oraz centrum R&D i testowe w Aarhus. Produkcję łopat prowadzą Siemens Gamesa w Aalborgu i Brande, Vestas w Naksø i Lem oraz LM Wind Power (GE) w Lunderskov.

Siemens Gamesa rozbudowuje obecnie fabrykę łopat w Aalborg, aby zwiększyć zdolności produkcyjne. Plan rozbudowy ogłosił również CS Wind Offshore, który rozpoczął rozbudowę zakładu w Aalborg, aby sprostać realizacji projektów podstacji morskich elektrowni wiatrowych (OSS). Inwestycja obejmuje dodanie do obecnej powierzchni kolejne 110 000 m², z czego 60 000 m² zostanie przeznaczone na OSS, a 50 000 m² na przestrzeń magazynową i montażową dużych części¹⁷¹. Przejęcie Bladt Industries przez CS Wind zapewne będzie oznaczało jednak rewizję tych planów.

¹⁷⁰ Wind energy - driving the global market - How wind is pushing the ambitions for a renewable energy transition, November 2021.

¹⁷¹ Wind Europe

Ważnymi punktami logistycznymi są terminal przeładunkowy Bornholm Terminal oraz porty w Esbjergu i Odense. Kluczowym graczem w Danii jest firma Cadeler, właściciel największej w branży floty statków do instalacji morskich farm wiatrowych typu *jack-up* oraz *heavy lift*. W listopadzie 2024 r. Chińska firma Dajin Heavy Industry podpisała umowę rezerwacyjną¹⁷² z duńskim portem Odense na 100 000 m² powierzchni portu w celu składowania komponentów wiatrowych *offshore*, które zostaną później zainstalowane na europejskich farmach wiatrowych. Dajin to pierwszy chiński dostawca dostarczający wieże *offshore* do Europy. To także pierwszy dostawca azjatycki dostarczający XXL *monopile* do Europy.

Obroty sektora energetyki wiatrowej w Danii w 2022 r. wynosiły około 6 miliardów EUR (według danych JRC). Vestas, produkując tylko w Danii, może osiągać do 3 miliardów EUR przychodów (Vestas poziom przychodów w wysokości 2 miliardów EUR osiągnął w 2021 r., należy założyć, że głównie z fabryk w Danii, a swoje zakłady związane z produkcją turbin mają firmy Siemens Gamesa i LM, należące do GE Vernova).

Tabela 28. Zestawienie obecności firm duńskich w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych

Komponent	Największe firmy	Obecność
Devex	Ramboll, COWI	Wysoka
Fundamenty	CS Wind Offshore	Wysoka
Turbina	Vestas	Wysoka
Kable		Niska
Morska i lądowa stacja elektroenergetyczna	CS Wind Offshore, Semco Maritime	Wysoka
Transport i instalacja	Cadeler	Średnia
Utrzymanie i eksploatacja	Ziton, Szereg portów serwisowych	Wysoka

Źródło: opracowanie własne.

24.1.3 Łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Niderlandach

Niderlandy szybko zwiększają moc wiatrową na morzu, dążąc do osiągnięcia 21 GW do 2032 r. Moc zainstalowana w 2023 r. wyniosła 4,7 GW. Holenderski łańcuch dostaw dla *offshore wind* jest kompleksowy i zaawansowany technologicznie, co czyni Holandię jednym z globalnych liderów w tej branży. Firmy takie jak Fugro, HSM Offshore (w grupie Smulders), Boskalis, Van Oord, Heerema oraz Sif przyczyniają się do realizacji projektów *offshore wind* na najwyższym poziomie, wspierając globalną transformację energetyczną i zrównoważony rozwój. Dzięki swoim innowacyjnym rozwiązaniom i doświadczeniu Niderlandy pozostają kluczowym graczem w sektorze energetyki odnawialnej na morzu.

Faza przygotowania projektów *offshore wind*, obejmująca badania geotechniczne, geofizyczne oraz środowiskowe, które są kluczowe dla zrozumienia warunków miejsca budowy i minimalizacji ryzyka projektowego, są silną stroną łańcucha dostaw w Niderlandach. W tej fazie jednym z wiodących dostawców jest

¹⁷² <https://www.offshorewind.biz/2024/12/10/chinas-dajin-to-store-offshore-wind-components-in-denmark/> [Dostęp z dnia 6.12.2024].

Fugro, światowy lider w dziedzinie geodanych. Fugro dostarcza kompleksowe usługi związane z charakterystyką miejsca budowy, w tym badania geotechniczne, geofizyczne oraz zaawansowane technologie autonomiczne.

Niderlandy nie są krajem ze znaczącym łańcuchem dostaw turbin wiatrowych. Firmy takie jak TNO Wind Energy i We4Ce dostarczają innowacyjne rozwiązania w zakresie komponentów turbin, takie jak zaawansowane łopaty i systemy redukcji kosztów eksploatacji, wspierając rozwój technologii dla dużych turbin *offshore*. Konsorcjum składające się z GE Renewable Energy, LM Wind Power i TNO zbudował ośrodek testowy wirników turbin wiatrowych w Centrum Technologicznym WMC firmy LM Wind Power w Wieringerwerf¹⁷³.

Sif Netherlands BV i Smulders to kluczowi gracze europejscy w produkcji fundamentów stalowych, takich jak monopale, *transition pieces* oraz *jackety*. Smulders oferuje kompleksowe usługi od projektowania po montaż, z globalnym zasięgiem obejmującym Europę, Azję i Amerykę Północną Sif Holding zakończyło w 2024 r. rozbudowę swojej fabryki monopali w Rotterdamie. Inwestycja o wartości 328 mln EUR zwiększyła wydajność zakładu do 500 000 ton rocznie, umożliwiając produkcję 200 XXXL fundamentów monopalowych rocznie. Holenderskie firmy, takie jak SPT Offshore i GustoMSC, oferują rozwiązania dla fundamentów pływających, umożliwiające instalację turbin na głębokich wodach.

W zakresie produkcji kabli, TKF zbudowało w 2024 r. nową fabrykę kabli w Eemshaven. Zakład, zlokalizowany na terenie o powierzchni 7 hektarów, będzie produkować kable podmorskie o łącznej rocznej zdolności 1200 kilometrów. HSM Offshore (od 2025 w grupie Smulders) to lider europejski specjalizujący się w projektowaniu, budowie i instalacji stacji transformatorowych na potrzeby projektów *offshore wind*. Firma ma doświadczenie w realizacji projektów na skalę międzynarodową, takich jak stacje Borssele Alpha i Beta, które obsługują farmy wiatrowe u wybrzeży Holandii. HSM Offshore oferuje kompleksowe rozwiązania obejmujące projektowanie inżynierskie, prefabrykację i transport stacji na miejsce instalacji, blisko współpracując z IV.

Niderlandy są natomiast potęgą w zakresie transportu i instalacji morskich farm wiatrowych. Firmy takie jak Boskalis, Van Oord i Heerema Marine Contractors zapewniają kompleksowe rozwiązania, obejmujące transport i instalację turbin, fundamentów oraz kabli. Boskalis i Van Oord specjalizują się również w układaniu kabli podmorskich, a Heerema w transporcie i instalacji wielkogabarytowych konstrukcji, takich jak stacje transformatorowe i fundamenty. Istotnymi portami morskimi wspierającymi logistykę, instalację oraz serwis farm są: Port Eemshaven oraz Port Morski w Groningen.

Obroty Niderlandów w sektorze energetyki wiatrowej w 2022 r. wynosiły około 2 miliardów EUR, z czego w tym roku większość ok. 1 miliarda EUR zrealizowały firmy transportu i instalacji (ich oddziały w Niderlandach). Należy przyjąć, że wartość ta znacząco wzrosła w 2023 i 2024 r., co mogą potwierdzać informacje o tym, że ok 2 miliardów przychodów *offshore wind* osiągnął (co prawda globalnie), sam Boskalis.

Tabela 29. Zestawienie obecności firm niderlandzkich w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych.

Komponent	Największe firmy	Obecność
Devex	Fugro	Wysoka
Fundamenty	SIF	Wysoka
Turbina		Niska
Kable	NKT	Średnia

¹⁷³ <https://www.offshorewind.biz/2020/08/24/largest-wind-turbine-rotor-test-rig-under-construction-in-netherlands/>

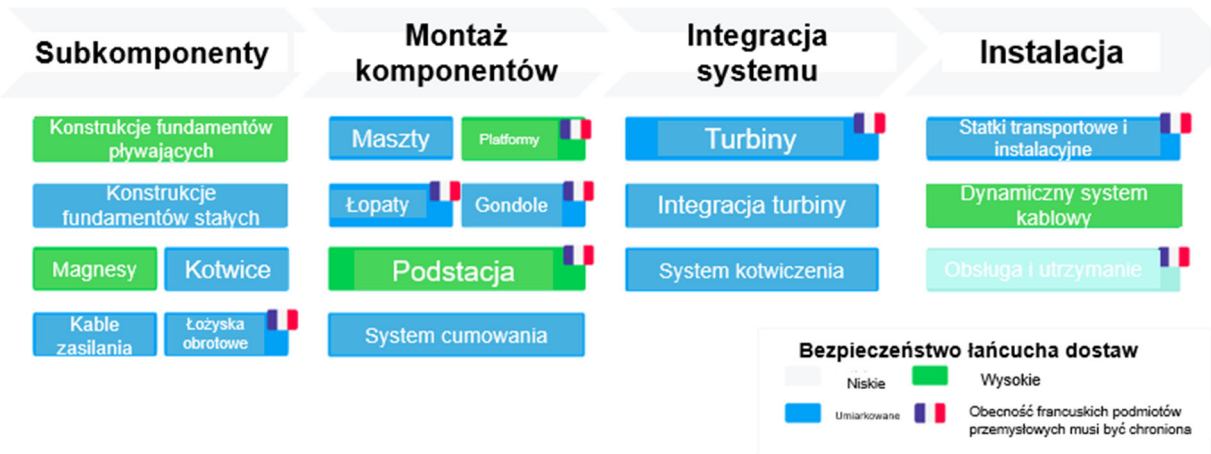
Komponent	Największe firmy	Obecność
Morska i lądowa stacja elektroenergetyczna	HSM Offshore, Smulders	Wysoka
Transport i instalacja	Boskalis, Van Oord, Heerema	Wysoka
Utrzymanie i eksploatacja	Szereg portów serwisowych	Średnia

Źródło: opracowanie własne.

24.1.4 Łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej we Francji

Francja rozwija kompleksowy łańcuch dostaw dla sektora *offshore wind*, wyróżniając się zaawansowanymi technologiami oraz strategiczną infrastrukturą przemysłową. Dzięki współpracy z globalnymi graczami i lokalnymi firmami kraj ten staje się jednym z liderów w Europie.

Rysunek 35. Łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej we Francji z podziałem na komponenty strategiczne i te, w których Francja ma możliwości produkcyjne.

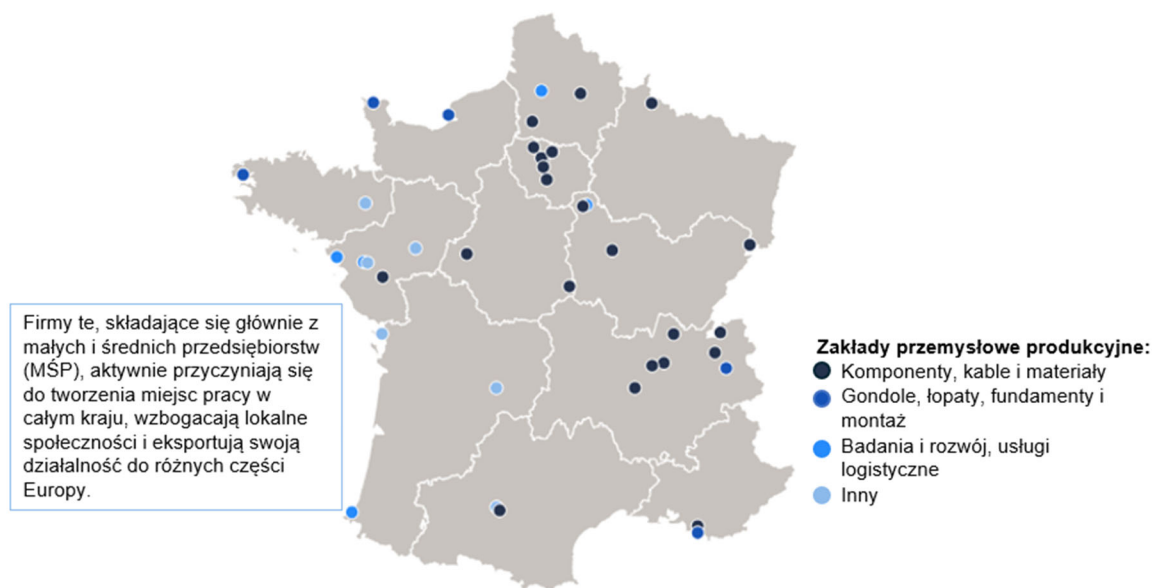


Źródło: WIND OBSERVATORY 2023 Analysis of the French wind power industry: market, jobs and challenges

Francja zauważa, że konkurencja globalna z krajami, które miały większe doświadczenia lub przewagę kosztową, może wpłynąć na jej pozycję konkurencyjną. Wprowadzenie nowej ustawy o zielonym przemyśle (*Green Industry Law*¹⁷⁴) przyspieszyła tempo realizacji nowych projektów *offshore*. Nastąpiło to jednak dopiero po tym, jak Francja zainwestowała w zbudowanie licznych fabryk zlokalizowane na swoim terytorium.

Rysunek 36. Zakłady produkujące komponenty dla morskiej energetyki wiatrowej we Francji.

¹⁷⁴ <https://www.iea.org/policies/20192-green-industry-law> [Dostęp z dnia 6.12.2024].



Źródło: WIND OBSERVATORY 2023 Analysis of the French wind power industry: market, jobs and challenges

Francuskie firmy dostarczają innowacyjne rozwiązania w zakresie fundamentów, zarówno stałych, jak i pływających. Eiffage Métal, właściciel Smuldersa, jest liderem w produkcji fundamentów stalowych, w tym *monopali* i *transition pieces*, które są kluczowe dla projektów *offshore wind*. Jednak ich główna lokalizacja to Holandia i Belgia. BW Ideol specjalizuje się w fundamentach pływających opartych na opatentowanej technologii. Ich rozwiązania znajdują zastosowanie w pilotażowych projektach *offshore* na Morzu Śródziemnym. Francja wydaje się przyjmować strategię opartą o fundamenty pływające, aby zbudować lokalny łańcuch dostaw.

Francja posiada rozwinięte zaplecze produkcyjne do wytwarzania łopat, gondoli i innych kluczowych komponentów turbin. LM Wind Power (GE Vernova) produkuje łopaty turbin wiatrowych w Cherbourg. Fabryka ta specjalizuje się w łopatach o długości 107 metrów, które są jednymi z największych na świecie i dedykowane turbinom Haliade-X. Siemens Gamesa ma zakłady w Le Havre, które produkują zarówno gondole, jak i łopaty dla turbin *offshore*. Le Havre jest jednym z pierwszych w Europie kompleksów obsługujących cały proces produkcji morskich turbin wiatrowych w jednej lokalizacji.

Chantiers de l'Atlantique, zlokalizowane w Saint-Nazaire, projektuje i buduje zaawansowane stacje transformatorowe (w tym HVDC) dla farm wiatrowych takich jak Saint-Nazaire i Fécamp. Firma dostarcza innowacyjne rozwiązania, które maksymalizują efektywność przesyłu energii na ląd. Prysmian Group, globalny lider produkujący kable ulokował produkcję w zakładach Montereau-Fault-Yonne i Gron.

Obroty Francji w sektorze energetyki wiatrowej w 2022 r. wynosiły około 4-7 miliardów EUR (istotna różnica danych JRC a Wind Observatory), z czego można przyjąć, że sektor *offshore wind* generuje ok. 2 miliardów EUR¹⁷⁵. Zdecydowaną większość przychodów może generować montaż gondol i łopat w zakładach Siemens Gamesa i GE Vernova.

Tabela 30. Zestawienie obecności firm z Francji w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych

¹⁷⁵ Wind Observatory 2023

Komponent	Największe firmy	Obecność
Devex	Technip	Niska
Fundamenty	Elffage	Średnia
Turbina	GE Vernova, Siemens Gamesa	Średnia/Wysoka (montaż turbin i łopaty)
Kable	Prysmian	Wysoka
Morska i lądowa stacja elektroenergetyczna	CDA	Wysoka (HVDC)
Transport i instalacja	Brak większych	Niska
Utrzymanie i eksploatacja	Brak większych	Niska

Źródło: opracowanie własne.

24.1.5 Łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Belgii

Ważnym państwem w łańcuchu dostaw jest Belgia. Kraj ten łączy strategiczne położenie geograficzne z rozwiniętą infrastrukturą portową i przemysłową, co zapewnia dostęp do hubów dla dystrybucji oraz technologii powiązanych z farmami wiatrowymi. Belgia jest głównie zaangażowana w rozwój, budowę oraz utrzymanie farm wiatrowych na Morzu Północnym.

W Belgii kluczową rolę w łańcuchu dostaw dla przemysłu energetyki morskiej odgrywają firmy produkujące morskie stacje transformatorowe oraz fundamenty. Smulders, z zakładami w Arendonk, Balen i Hoboken, zajmuje się produkcją stacji transformatorowych, natomiast w Hoboken firma ta wytwarza również fundamenty (*transition piece*). Głównym belgijskim podmiotem jest DEME Offshore, która powstała w 2019 roku w wyniku połączenia trzech byłych spółek *offshore* DEME: GeoSea, Tideway i A2Sea. Portfolio usług dla sektora odnawialnych źródeł energii obejmuje fundamenty, transport i instalację turbin i podstacji, układanie kabli, działania operacyjne i konserwacyjne, inżynierię, zaopatrzenie.

W zakresie elementów turbin, ZF zakończyło w 2024 r. rozbudowę zakładu w Lommel, dodając trzy linie produkcyjne do seryjnej produkcji kompletnych układów napędowych lądowych i morskich oraz skrzyń biegów SHIFT. W 2024 r. rozpoczęła się także rozbudowa fabryki kabli Nexans Charleroi. Nexans planuje zainwestować 90 mln EUR w celu wsparcia rozwoju morskiej energetyki wiatrowej w Europie, w tym budowę nowej 53-metrowej wieży do izolacji kabli lądowych. Inwestycja ma być ukończona w roku 2026¹⁷⁶. Ważnym punktem logistycznym dla tego sektora jest port Oostende.

Obroty Belgii w sektorze energetyki wiatrowej w 2022 r. wynosiły około 1 miliarda EUR, co praktycznie w całości przypada na morską energetykę wiatrową.

Tabela 31. Zestawienie obecności firm z Belgii w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych.

Komponent	Największe firmy	Obecność
Devex	Brak większych	Niska
Fundamenty	Smulders	Średnia
Turbina	ZF	Niska
Kable	Nexans	Średnia

¹⁷⁶ October 2024 Investment in manufacturing facilities in Europe, WindEurope Market Intelligence.

Komponent	Największe firmy	Obecność
Morska i lądowa stacja elektroenergetyczna	Smulders	Średnia
Transport i instalacja	DEME	Wysoka
Utrzymanie i eksploatacja	Brak większych	Niska

Źródło: opracowanie własne.

24.1.6 Łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Hiszpanii

Hiszpania posiada duży potencjał w zakresie rozwoju energetyki wiatrowej *offshore*, szczególnie z uwzględnieniem technologii farm wiatrowych na morzu z platformami pływającymi, która ma tu kluczowe znaczenie ze względu na głębokość wód otaczających kraj. Hiszpański rząd wyznaczył cel osiągnięcia 3 GW mocy z energii wiatrowej *offshore* do 2030 r., co stanowi ważny element strategii dekarbonizacji kraju. Hiszpania jest ważnym ośrodkiem produkcyjnym dla energetyki wiatrowej z silnymi korzeniami łańcucha dostaw dla *onshore*.

Choć brak jest w Hiszpanii zakładów montujących gondole *offshore*, hiszpańskie firmy dostarczają kluczowe komponenty turbin wiatrowych, takie jak łopaty, elementy mechaniczne i systemy kontrolne. LM Wind Power, należąca do GE Vernova, jest jednym z największych producentów łopat do turbin wiatrowych na świecie, choć w Hiszpanii ma zakład dostosowany do mniejszych (do 6 MW) turbin *offshore*. Sakana Coop specjalizuje się w produkcji elementów dla turbin - odlewów o wysokiej wytrzymałości i odporności na trudne warunki środowiskowe. Bosch Rexroth wspiera segment *offshore* dostarczając hydrauliczne systemy sterowania *pitch* i *yaw*, a także systemy chłodzenia i filtracji, które zwiększają efektywność i trwałość turbin.

Produkcja stalowych struktur fundamentowych i elementów wspierających rozwój farm wiatrowych *offshore* to strategiczna domena hiszpańskich firm. Haizea Wind Group jest liderem w produkcji wież turbin oraz fundamentów, takich jak *monopile* i *transition pieces*, dostarczając kluczowe komponenty dla projektów realizowanych w Europie i poza nią. Nervion Naval Offshore, działająca w ramach Grupy Amper, produkuje stalowe struktury dla farm *offshore*, zarówno stałe (*jacket*), jak i pływające. Firma ta ma doświadczenie w dostarczaniu setek konstrukcji dla projektów w Europie i Azji. Znana w Polsce z *joint venture* z ARP i projektu Baltic Towers firma GRI wywodzi się z Hiszpanii. Również znany z budowy fabryki w Polsce Windar w 2024 r. rozpoczął budowę fabryki *monopali*, zlokalizowanej w Avilés w Hiszpanii. Przewidywany termin ukończenia budowy wyznaczony jest na 2027 r.. Zakład będzie miał zdolność produkcyjną 100-120 *monopali* rocznie, przy czym każdy *monopal* będzie ważył do 3500 ton i będzie miał do 130 metrów długości.

Hiszpania rozpoczęła w 2024 r. rozbudowę fabryki na terenie Portu Haizea w Bilbao - inwestycja ma być gotowa w 2029 r.¹⁷⁷. Haizea Bilbao podwaja powierzchnię swojej fabryki w porcie Bilbao, powiększając zakład o 48 800 m² do ponad 100 000 metrów kwadratowych. Ta rozbudowa wygeneruje 350 nowych miejsc pracy i może zapewnić dodatkowe ponad 700 mln EUR przychodów w ciągu najbliższych czterech lat. Pełna inwestycja jest podzielona między różne projekty – z czego 150 mln EUR przypada na ten zakład.

Kolejną inwestycją rozpoczętą jest rozbudowa Dragados Offshore Cabezuela, fabryki produkującej podstacje, zlokalizowanej w Bajo de la Cabezuela, Puerto Real, Kadyks. Termin ukończenia prac szacowany jest na 2026 r. Dragados Offshore rozszerza swoje obiekty w Bajo de la Cabezuela, inwestując 175 mln EUR. Rozszerzenie wygeneruje 93 dodatkowe bezpośrednie miejsca pracy i utrzyma 481 istniejących miejsc pracy. Projekt obejmuje dodatkowe 85 000 m² w porcie La Cabezuela. Kolejną inwestycją tej firmy jest rozbudowa zakładu produkującego

¹⁷⁷ Tamże.

podstacie w mieście Algeciras. Termin ukończenia prac szacowany jest także na 2026 r. Szacowany koszt inwestycji wyniesie 16 mln EUR. Władze portu w Algeciras w Hiszpanii zatwierdziły koncesję dla Dragados Offshore na rozbudowę swoich obiektów w Campamento w San Roque w celu produkcji platform konwerterów *offshore*. Powierzchnia koncesjonowana wynosi około 400 000 m² i obejmuje tzw. Nabrzeże Zewnętrzne o długości 263 metrów, które umożliwi załadunek i rozładunek elementów. Rozwój Dragados Offshore jest ściśle związany z pozycją lidera tej firmy na rynku dostaw stacji HVDC.

Inną inwestycją, która jest w trakcie realizacji na terenie Hiszpanii, jest ekspansja fabryki transformatorów Hitachi Energy, zlokalizowanej w Kordobie. Budżet przewiduje 80 mln EUR, a inwestycja ma być ukończona w 2027 r.¹⁷⁸

Tabela 32. Zestawienie obecności firm z Belgii w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych.

Komponent	Największe firmy	Obecność
Devex	Brak większych	Niska
Fundamenty	Windar, Haizea, Nervion, Navantia	Wysoka
Turbina	GRI, Sakana, LM Wind Power	Średnia/Wysoka
Kable	brak	Niska
Morska i lądowa stacja elektroenergetyczna	Dragados	Średnia/Wysoka
Transport i instalacja	brak	Niska
Utrzymanie i eksploatacja	Brak większych	Niska

Źródło: opracowanie własne.

24.1.7 Łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej w Wielkiej Brytanii

Wielka Brytania to jeden z liderów w dziedzinie MFW na świecie. Brytyjskie doświadczenie w sektorze wydobywania ropy i gazu, zdobywane przez lata, jest kluczowym czynnikiem wspierającym rozwój morskiej energetyki wiatrowej u wybrzeży Wysp Brytyjskich. Procedury opracowane i udoskonalane przez lata w branży *oil&gas* również odgrywają tu istotną rolę. Warto podkreślić, że projekty wiatrowe na morzu opierają się na regulacjach i praktykach pierwotnie stworzonych dla przemysłu naftowego, który na Morzu Północnym rozwija się od dziesięcioleci. Z tego względu Wielka Brytania może służyć jako przykład dla innych państw na świecie. Kraj ten zainwestował w szereg bardzo dużych innowacyjnych projektów, takich jak Hornsea Project 1, czy też Hornsea 2, który z kolei jest największą morską farmą wiatrową na świecie. Wielka Brytania ma na celu osiągnięcie nawet 40 GW mocy zainstalowanej w morskich farmach wiatrowych do 2030 r., co stanowi znaczny krok w kierunku dekarbonizacji sektora energetycznego w tym kraju.

Wielka Brytania ma doświadczony łańcuch dostaw dla morskiej energetyki wiatrowej i jest szczególnie silna w zakresie działań rozwojowych i projektowych. Większość głównych europejskich firm inżynierskich zajmujących się projektowaniem morskich farm wiatrowych ma swoje rozbudowane biura w Wielkiej Brytanii (Atkins, COWI).

¹⁷⁸ October 2024 Investment in manufacturing facilities in Europe, WindEurope Market Intelligence.

W produkcyjnym łańcuchu dostaw przemysłu energetyki wiatrowej w Wielkiej Brytanii kluczowe znaczenie mają zarówno firmy produkcyjne, jak i porty. Produkcją łopat zajmuje się LM Wind Power (GE Vernova) w Hampshire, natomiast Smulders w Newcastle odpowiada za wytwarzanie fundamentów oraz morskich stacji transformatorowych. Do wdrożenia (po wyjściu z UE) zachęt inwestycyjnych, znacząco przybyło projektów inwestycyjnych. W 2022 r. rozpoczęto prace budowlane nad nową fabryką fundamentów morskich turbin wiatrowych SeAH Wind o wartości 400 mln GBP w Teesside¹⁷⁹. Zakład będzie produkował fundamenty morskich turbin i ma zostać uruchomiony w 2026 r. W 2024 r. rozpoczęto rozbudowę fabryki transformatorów, zlokalizowanej w Lichfield. GE Vernova przewiduje ukończenie rozbudowy zakładu na 2026 r. Zdecydowanie zwiększy to ich wydajność i poprawi możliwości produkcji transformatorów HVDC. Ponadto GE Vernova rozszerza od 2024 r. swoje istniejące zakłady produkcyjne HVDC w Stafford w Wielkiej Brytanii.

W sektorze produkcji kabli wyróżniają się zakłady NKT w Cheshire oraz JDR Cable Systems w Cambois. JDR Cable Systems, należąca do polskiej grupy TF Kable, zbudowało nowy, najnowocześniejszy zakład produkcji kabli podmorskich w Cambois, Northumberland w 2024 r. Zakład będzie produkował kable wysokiego i bardzo wysokiego napięcia (132 kV i wyższe). Sumitomo Electric Ltd. buduje nowy zakład produkcyjny kabli o offshore wartości 410 mln EUR w mieście Port of Nigg, przewiduje zakończenie budowy na 2026 r. LS Eco Advanced Cables negocjuje długoterminową dzierżawę fabryki wysokiego napięcia prądu stałego (HVDC) na terenie Tyne Renewables Quay. Brytyjski Bank Infrastruktury zainwestował początkowo 20 mln GBP, z opcją na kolejne 67 mln GBP. Fabryka będzie produkować kable HVDC i stworzy około 900 stałych miejsc pracy, w tym ponad 200 miejsc pracy dla praktykantów¹⁸⁰. Ważnymi punktami logistycznymi są porty: Port of Hull, Port of Grimsby oraz Port of Immingham.

24.2 ANALIZA REGIONALNYCH HUBÓW OFFSHORE WIND W EUROPIE

24.2.1 *Esbjerg*¹⁸¹

Esbjerg jest jednym z najciekawszych przykładów w Europie, gdzie nowoczesny port i całe miasto powstały nie w wyniku naturalnego, wielowiekowego rozwoju, lecz jako świadomy projekt państwowy. Jego historia zaczyna się

¹⁷⁹ October 2024 Investment in manufacturing facilities in Europe, WindEurope Market Intelligence.

¹⁸⁰ Tamże.

¹⁸¹ * Port of Esbjerg. (2022). Offshore Wind Port Declaration. [online] Dostępne na: <https://portesbjerg.dk>

* Port of Esbjerg. (2023). Port Expansion – Esbjerg Havn. [online] Dostępne na: <https://portesbjerg.dk>

* BalticWind.eu. (2025). Siemens Gamesa Pauses Esbjerg Offshore Wind Factory Plans. [online] Dostępne na: <https://balticwind.eu>

* OffshoreWind.biz. (2025). Esbjerg | Offshore Wind. [online] Dostępne na: <https://offshorewind.biz>

* Port Alliance. (2024). Port Esbjerg. [online] Dostępne na: <https://port-alliance.eu>

* RWE. (2025). RWE installs first foundation at Thor offshore wind farm. [online] Dostępne na: <https://rwe.com>

w 1864 roku, gdy Dania, po przegranej wojnie o Szlezwik, utraciła dostęp do dotychczasowych najważniejszych portów na południu kraju. Konsekwencją utraty Altony i Flensburga było odcięcie duńskiej gospodarki od możliwości eksportu żywności – podstawy ówczesnego dobrobytu kraju. W odpowiedzi rząd podjął decyzję o budowie nowego, strategicznego portu na zachodnim wybrzeżu Jutlandii, który miał zastąpić utracone ośrodki handlowe. Tak narodził się Esbjerg – projekt polityczny i gospodarczy, który od początku miał pełnić funkcję nowej „bramy Danii na świat”.

W 1868 roku parlament formalnie powołał port, a już w 1874 roku otwarto pierwsze nabrzeże wraz z linią kolejową łączącą Esbjerg z resztą kraju. Szybkie zapewnienie dostępu kolejowego było jednym z kluczowych czynników późniejszego sukcesu. Esbjerg nigdy nie funkcjonował jako pojedynczy ośrodek portowy – od pierwszego dnia był elementem zaprojektowanego systemu logistycznego, który integrował działalność portu z produkcją rolno-spożywczą i siecią transportową całej Danii.

Na przełomie XIX i XX wieku Esbjerg stał się głównym portem eksportowym kraju, szczególnie w sektorze żywności. To stąd wysyłano do Wielkiej Brytanii masło, jaja, mięso i produkty mleczne, budując pozycję duńskiego sektora rolnego na rynkach europejskich. Równolegle rozwijał się intensywny sektor rybacki i przetwórstwa, dzięki czemu miasto przez dziesięciolecia było największym portem rybackim Danii. W kolejnych dekadach wokół portu powstawały stocznie, magazyny, zakłady techniczne i infrastruktura wspierająca dynamiczny rozwój zachodniego wybrzeża.

Przełom nastąpił w latach 70. XX wieku, wraz z rozwojem wydobycia ropy i gazu na Morzu Północnym. Esbjerg stał się główną bazą logistyczną dla platform wiertniczych, operatorów energetycznych i flot serwisowych. W tym okresie miasto zdobyło unikalne kompetencje w obsłudze projektów offshore: od logistyki, przez utrzymanie techniczne, po magazynowanie i serwis sprzętu. Ten etap rozwoju okazał się kluczowy dla przyszłej roli Esbjerg jako centrum morskiej energetyki wiatrowej – budował kompetencje, infrastrukturę i kulturę przemysłową, którą później łatwo było przenieść na sektor OZE.

Prawdziwa transformacja rozpoczęła się po 2000 roku, kiedy port został wskazany jako główny duński hub dla morskiej energetyki wiatrowej. W kolejnych latach Esbjerg obsługiwał logistykę komponentów do większości farm budowanych na Morzu Północnym. Do 2020 roku przez port przeszło ponad połowę wszystkich europejskich turbin offshore, a nabrzeża i place składowe zostały dostosowane do obsługi elementów o ogromnych gabarytach i masie. Port stał się jednym z najważniejszych punktów instalacyjnych w Europie, rozwijając jednocześnie lokalny ekosystem firm, od globalnych graczy po wyspecjalizowane MŚP.

* State of Green. (2025). From fishing hub to the world's largest offshore wind port. [online] Dostępne na: <https://stateofgreen.com>

* State of Green. (2022). Port of Esbjerg: World's largest base port for offshore wind activities. [online] Dostępne na: <https://stateofgreen.com>

* European Investment Bank. (2024). Esbjerg Port Expansion. [online] Dostępne na: <https://eib.org>

* OEDigital. (2025). Siemens Gamesa Halts Port of Esbjerg Offshore Wind. [online] Dostępne na: <https://oedigital.com>

* EnergyMarketPrice.com. (2025). Siemens Gamesa puts the Esbjerg offshore wind turbine nacelle factory on hold. [online] Dostępne na: <https://energymarketprice.com>

* GramWzielone.pl. (2025). Siemens Gamesa dostarczy turbiny na największą morską farmę wiatrową. [online] Dostępne na: <https://gramwzielone.pl>

* Siemens Gamesa. (2025). Offshore. [online] Dostępne na: <https://siemensgamesa.com>

Dziś Esbjerg jest określany jako „europejska stolica offshore wind”, a jego rozwój traktuje się jako wzorcowy przykład transformacji przemysłowej. Port dysponuje ciężkimi nabrzeżami, dużymi powierzchniami składowymi, głęboką infrastrukturą i dojrzałym otoczeniem serwisowym, a miasto – silnym zapleczem edukacyjnym i badawczym. Władze lokalne konsekwentnie rozwijają projekty związane z zieloną energią, wodorem i digitalizacją usług portowych, budując pozycję regionu jako kluczowego centrum energii morskiej w Europie.

Historia Esbjerg pokazuje, że port i miasto mogą stać się motorem rozwoju gospodarczego nie dzięki przypadkowi, lecz dzięki długofalowej strategii państwa, wyprzedzającym inwestycjom infrastrukturalnym i umiejętności adaptacji do kolejnych etapów rozwoju gospodarki morskiej. Transformacje, które przeszło miasto – od eksportu rolnego, przez rybołówstwo, offshore oil & gas, aż po sektor morskich farm wiatrowych – są ilustracją tego, jak konsekwentnie budowana infrastruktura i kompetencje mogą przygotować region na kolejne fale rozwoju technologicznego.

W Esbjerg od kilku lat obserwuje się intensywny rozwój inwestycji związanych z sektorem offshore wind, obejmujących zarówno infrastrukturę portową, jak i lokalny łańcuch dostaw oraz produkcję komponentów. Miasto i port stały się jednym z najważniejszych punktów koncentracji branży w Europie, a skala realizowanych projektów potwierdza rosnącą rolę Esbjerg jako centrum logistycznego całego regionu Morza Północnego.

Port Esbjerg jest obecnie jednym z największych europejskich hubów offshore wind, obsługując ponad 60 projektów morskich farm wiatrowych o łącznej mocy przekraczającej 24 GW. W ramach długoterminowej strategii rozwoju portu realizowana jest szeroka ekspansja infrastrukturalna, obejmująca m.in. pogłębienie kanału żeglugowego oraz budowę nowego terminala o powierzchni 57 hektarów, dedykowanego obsłudze elementów turbin i fundamentów. Zgodnie z planami, od 2025 roku port będzie dysponować zdolnością wyładunku około 300 turbin rocznie, co odpowiada ok. 4,5 GW mocy zainstalowanej. Skala ta potwierdza, że Esbjerg umacnia swoją pozycję jako kluczowe centrum logistyczne europejskiego sektora offshore wind.

Równolegle port rozwija zaplecze produkcyjne i magazynowe. W 2022 roku Siemens Gamesa uruchomił w Esbjerg nowy magazyn o wysokości 35 metrów, przystosowany do obsługi komponentów o największych gabarytach, takich jak łopaty, gondole i generatory. W 2025 roku firma zawiesiła jednak plany budowy fabryki gondoli turbin ze względu na niestabilność globalnego rynku, jednocześnie podkreślając, że Esbjerg pozostaje strategiczną lokalizacją dla jej operacji morskich. W tym samym roku port obsługiwał rekordową liczbę instalacyjnych statków typu jack-up, co odzwierciedla rosnące tempo prac montażowych w regionie.

Kluczową częścią rozwoju Esbjerg są także inwestycje finansowe i partnerstwa międzynarodowe. Port Esbjerg i norweski WindPort zawarły strategiczne partnerstwo obejmujące rozwój infrastruktury i logistyki dla projektu Sørlige Nordsjø II oraz współpracę technologiczną. Na kolejne lata zaplanowano znaczące inwestycje w rozwój produkcji komponentów offshore wind, których łączna wartość do 2027 roku ma sięgnąć około 780 mln euro. Ważnym sygnałem zaufania inwestorów instytucjonalnych jest deklaracja PensionDanmark dotycząca inwestycji do 7 mld DKK, czyli około 1 mld USD, w nowe obiekty produkcyjne w Esbjerg.

Rozwój sektora offshore wind generuje także wyraźne efekty ekonomiczne w regionie. Powstają tysiące nowych miejsc pracy, a do miasta napływają setki firm z branży offshore wind, oil & gas oraz usług technicznych. Port i lokalne władze rozwijają również nowe obszary działalności, takie jak projekty power-to-X czy inicjatywy badawcze i edukacyjne, które wzmacniają długoterminowy potencjał gospodarczy Esbjerg.

W latach 2025–2027 port pozostanie kluczowym hubem logistycznym dla największych projektów realizowanych na Morzu Północnym. Esbjerg będzie obsługiwać m.in. instalację projektu Thor (1,1 GW), której rozpoczęcie zaplanowano na 2026 rok. W 2025 roku rząd duński ogłosił także nowy przetarg na budowę farm o mocy 2–3 GW, których obsługa logistyczna również będzie oparta na potencjale portu.

Esbjerg umacnia w ten sposób swoją pozycję jako jedno z najważniejszych centrów offshore wind w Europie – dzięki rosnącej liczbie inwestycji, silnym partnerstwom i nowym projektom, które wspierają zieloną transformację i wzmacniają pozycję regionu w europejskiej gospodarce morskiej.

Esbjerg jest jednym z najbardziej kompletnych ekosystemów offshore wind w Europie, integrując w jednym miejscu przemysł, zaplecze badawczo-rozwojowe, klastry sektorowe, wyspecjalizowaną edukację oraz aktywną promocję regionu. Model działania portu opiera się na połączeniu nowoczesnej infrastruktury, zaawansowanych usług logistycznych oraz bliskiej współpracy między firmami, uczelniami i władzami lokalnymi. Dzięki temu Esbjerg pełni funkcję nie tylko portu instalacyjnego, ale również centrum technologii, innowacji i kompetencji dla europejskiego sektora offshore wind.

Trzon ekosystemu stanowi silny przemysł i infrastruktura portowa. W Esbjerg działa ponad 200 przedsiębiorstw związanych z offshore wind, oil & gas oraz usługami wsparcia technicznego, a wokół portu skupiają się fabryki, centra logistyczne, magazyny oraz specjalistyczne terminale dedykowane obsłudze największych komponentów turbin. Jednym z kluczowych elementów jest obecność zakładów Siemens Gamesa oraz firm świadczących usługi montażu, instalacji, serwisu i dostaw kadry technicznej. Port oferuje pełne spektrum usług niezbędnych w cyklu życia farmy morskiej – od przygotowania projektu i logistyki, po utrzymanie ruchu i operacje serwisowe.

Drugim filarem jest zaplecze badawczo-rozwojowe i innowacyjne. Aalborg University w Esbjerg prowadzi badania w zakresie technologii offshore wind, w tym systemów sterowania, modelowania produkcji, automatyki, robotyki podwodnej oraz nowych koncepcji energetycznych. W mieście działa także Energy Cluster Denmark, który pełni rolę krajowego konsorcjum wspierającego współpracę między firmami, uczelniami i instytucjami badawczymi. Port stworzył również własny hub innowacji, który umożliwia rozwijanie oraz testowanie nowych technologii we współpracy z przemysłem, w tym rozwiązań związanych z energią wyspową, digitalizacją i zielonym wodorem. Współpraca z europejskimi uczelniami i instytucjami badawczymi, takimi jak DTU czy europejskie ośrodki energii morskiej, dodatkowo wzmacnia zdolność regionu do tworzenia i wdrażania nowych technologii.

Istotnym elementem ekosystemu są regionalne klastry i struktury współpracy. W Esbjerg działają wyspecjalizowane klastry branżowe, które integrują przedsiębiorstwa, instytucje naukowe oraz samorząd w działaniach na rzecz rozwoju offshore wind. Miasto uczestniczy również w inicjatywach międzynarodowych, takich jak C2Lab, stworzonych w celu wymiany wiedzy, rozwoju projektów transgranicznych oraz budowy wspólnych kompetencji w sektorze. Dzięki silnym strukturom klastrowym Esbjerg potrafi szybko reagować na potrzeby inwestorów, a jednocześnie zapewnia firmom dostęp do know-how i partnerów technologicznych.

Kolejną warstwą ekosystemu to edukacja i szkolenia. Esbjerg posiada wyspecjalizowane centra szkoleniowe, takie jak Maersk Training, oferujące kursy bezpieczeństwa, szkolenia techniczne oraz programy rozwoju kompetencji operatorskich dla branży offshore. Port współpracuje również z uczelniami, m.in. Harvard Business School i Aalborg University, prowadząc programy edukacyjne i inicjatywy wymiany wiedzy. Szkolenia obejmują zarówno zagadnienia inżynierskie i operacyjne, jak i zarządzanie projektami oraz kompetencje miękkie potrzebne w międzynarodowych zespołach offshore.

Ostatnim elementem ekosystemu jest aktywna promocja i współpraca międzynarodowa. Esbjerg uczestniczy w najważniejszych inicjatywach politycznych dotyczących rozwoju sektora, w tym w Esbjerg Declaration, która zdefiniowała ambitne cele dla europejskiej energetyki morskiej i zielonego wodoru. Port oraz lokalne instytucje regularnie organizują konferencje, wizyty studyjne i spotkania dla delegacji międzynarodowych, pełniąc funkcję bramy wejścia dla inwestorów i firm zagranicznych. Dzięki konsekwentnej promocji regionu, Esbjerg jest postrzegany jako jedno z najbardziej dojrzałych i kompletnych centrów offshore wind na świecie.

Całość tych elementów tworzy zintegrowany ekosystem, w którym przemysł, nauka, edukacja, innowacje i promocja wzajemnie się wzmacniają. To właśnie ta synergia sprawiła, że Esbjerg stał się jednym z najważniejszych

hubów offshore wind w Europie i jednym z najlepiej funkcjonujących modeli rozwoju regionalnego opartego na energetyce morskiej.

24.2.2 Cuxhaven¹⁸²

Cuxhaven, położony u ujścia Łaby do Morza Północnego, od początku swojej historii pełnił rolę punktu kontaktowego między Hamburgiem a otwartym morzem. Jego znaczenie zaczęło rosnąć już w XVII i XVIII wieku, kiedy stał się miejscem przeładunku towarów oraz stacją pilotową dla statków wpływających do Hamburga. Miasto rozwijało się głównie jako port rybacki i handlowy, a dzięki strategicznemu położeniu na szlaku żegludowym prowadzącym do jednego z najważniejszych portów Europy, odgrywało istotną rolę w obsłudze ruchu morskiego.

Dynamiczny rozwój Cuxhaven nastąpił w XIX i XX wieku, kiedy port został zmodernizowany i przystosowany do obsługi coraz większych statków. Z Cuxhaven przez wiele dekad wypływały statki pasażerskie do Ameryki Północnej, a miasto stało się ważnym węzłem emigracyjnym dla Europy Środkowo-Wschodniej. Równolegle rosnęło znaczenie połowów i przetwórstwa rybnego, które stały się jednym z filarów lokalnej gospodarki. W tym okresie port rozbudowano o nowe nabrzeża, zaplecze magazynowe i infrastrukturę techniczną, co stworzyło solidne podstawy pod kolejne transformacje.

¹⁸² * Deutsches Offshore-Basis-Cuxhaven. (2022). The German Offshore-Industry-Centre Cuxhaven. [online] Dostępne na: <https://en.offshore-basis.de>

* Siemens Gamesa. (2025). Offshore Wind Power in Cuxhaven. [online] Dostępne na: <https://siemensgamesa.com>

* BSSC.pl. (2023). 106 largest wind turbines on Cuxhaven production lines for German offshore wind farms. [online] Dostępne na: <https://bssc.pl>

* Port of Hamburg. (2023). Cuxhaven focuses on energy transition. [online] Dostępne na: <https://hafen-hamburg.de>

* PORR. (2016). Factory for offshore wind turbines, Cuxhaven. [online] Dostępne na: <https://porr.de>

* Breakbulk News. (2024). Cuxhaven Expands Port Infrastructure to Power Germany's Energy Transition. [online] Dostępne na: <https://breakbulk.news>

* Baird Maritime. (2024). DEMA to build offshore wind terminal at Germany's Cuxhaven. [online] Dostępne na: <https://bairdmaritime.com>

* Titan Wind Energy. (2025). Titan Wind Energy acquires production facilities in Cuxhaven. [online] Dostępne na: <https://titan-wind.com>

* DEMA Group. (2024). DEMA awarded contract for construction of offshore wind terminal in Cuxhaven. [online] Dostępne na: <https://deme-group.com>

* Cuxport. (2025). Logistics for offshore and onshore wind power – Cuxhaven. [online] Dostępne na: <https://cuxport.de>

* OffshoreWind.biz. (2025). Titan Wind to Build XXXL Monopile Production Facility in Cuxhaven. [online] Dostępne na: <https://offshorewind.biz>

* PNE Group. (2025). Quarterly results: PNE AG starts 2025 with a high level of offshore wind activity. [online] Dostępne na: <https://pnegroup.com>

* AFW Cuxhaven. (2014). German Offshore Base in Cuxhaven. [online] Dostępne na: <https://afw-cuxhaven.de>

* OffshoreWind.biz. (2024). DEMA Bags Contract for Offshore Wind Terminal in Cuxhaven. [online] Dostępne na: <https://offshorewind.biz>

Zmiana kierunku rozwoju nastąpiła pod koniec XX wieku, kiedy Cuxhaven zaczął stopniowo tracić pozycję jako tradycyjny port rybacki i pasażerski. Władze regionu i portu dostrzegły jednak szansę związaną z powstającym sektorem offshore wind, wpisując ją w długofalową strategię rozwoju. Dzięki temu od początku lat 2000 port został przekształcony w nowoczesne centrum dla branży energetyki morskiej, ze szczególnym naciskiem na produkcję i logistykę komponentów turbin wiatrowych.

Kluczowym momentem było ulokowanie w Cuxhaven zakładów produkcyjnych przez Siemens Gamesa, który stworzył jedną z najbardziej zaawansowanych europejskich fabryk gondoli turbin offshore. Wraz z rozbudową specjalistycznych terminali heavy-lift, port stał się jednym z głównych niemieckich ośrodków obsługi morskich farm wiatrowych. Dziś Cuxhaven pełni rolę strategicznego hubu instalacyjnego, produkcyjnego i logistycznego, który łączy tradycje portowego miasta z nowoczesnym przemysłem zielonej energii.

W Cuxhaven realizowany jest szeroki zakres inwestycji związanych z sektorem offshore wind, obejmujących rozwój infrastruktury portowej, produkcję komponentów oraz logistykę dla morskich farm wiatrowych. Miasto i port, które od początku XXI wieku ukierunkowały swój rozwój na energetykę morską, stały się jednym z kluczowych centrów niemieckiego łańcucha dostaw w tej branży.

Od 2006 roku w Cuxhaven zainwestowano ponad 600 mln euro w infrastrukturę portową i przemysłową, obejmującą zarówno środki publiczne, jak i prywatne. Jednym z najważniejszych projektów było uruchomienie w 2018 roku fabryki gondoli turbin offshore przez Siemens Gamesa. Inwestycja o wartości około 200 mln euro stworzyła około 1000 miejsc pracy i stała się jednym z filarów lokalnego ekosystemu przemysłowego. W kolejnych latach port konsekwentnie poszerzał swoje możliwości, m.in. poprzez obsługę logistyki dla największych niemieckich projektów offshore, takich jak Gode Wind 3 (242 MW) oraz Borkum Riffgrund 3 (900 MW), obejmujących dostawę 106 turbin o mocy 11 MW każda.

W 2025 roku rozpoczęto kolejną fazę rozbudowy portu, obejmującą budowę trzech nowych nabrzeży (berth 5–7) o łącznej długości 1250 metrów, dedykowanych logistyce offshore wind. Zakończenie inwestycji planowane jest na 2028 rok. Równolegle rozwija się segment produkcyjny: Titan Wind Energy przejął fabrykę Ambau i planuje dalszą rozbudowę możliwości produkcyjnych w zakresie monopali offshore, co istotnie zwiększy potencjał regionu w zakresie dostaw fundamentów dla największych projektów wiatrowych.

Port Cuxhaven stopniowo wzmacnia również swoje kompetencje w obszarze nowych technologii energetycznych, takich jak produkcja wodoru i rozwiązania power-to-X, które stają się coraz ważniejszą częścią transformacji energetycznej w północnych Niemczech. Dzięki temu port rozwija się nie tylko jako centrum logistyki offshore wind, lecz także jako ośrodek innowacji i zielonych technologii. Inwestycje w sektor wiatrowy przyniosły znaczące efekty gospodarcze dla regionu: powstały setki nowych miejsc pracy, a do Cuxhaven napływały liczne firmy z branży wiatrowej, logistycznej, produkcyjnej i usług technicznych. W perspektywie do 2030 roku, kiedy moc zainstalowana offshore wind w Niemczech ma wzrosnąć do 30 GW, port pozostanie jednym z najważniejszych ośrodków logistycznych dla tego sektora.

W latach 2025–2028 Cuxhaven koncentruje się na realizacji kilku kluczowych projektów: budowie nowego terminala offshore wind z trzema nabrzeżami i 38-hektarową strefą magazynową, rozbudowie i pogłębieniu infrastruktury portowej dostosowanej do obsługi coraz większych komponentów turbin, a także rozwoju produkcji monopali i gondoli turbin przez Titan Wind Energy i Siemens Gamesa. Dzięki temu port utrzymuje swoją pozycję jako jedno z najważniejszych europejskich centrów offshore wind, z rozbudowanym łańcuchem dostaw i rosnącym znaczeniem w transformacji energetycznej regionu.

Cuxhaven wykształcił kompleksowy ekosystem offshore wind, oparty na silnym przemyśle, rozwijającym się zapleczu badawczo-rozwojowym, aktywnych klastrach branżowych, wyspecjalizowanej edukacji oraz intensywnej promocji regionu w Europie. Dzięki połączeniu portu o dużej nośności, obecności producentów

komponentów oraz nowoczesnych struktur współpracy, Cuxhaven stał się jednym z najważniejszych hubów offshore wind w Niemczech i jednym z najdynamiczniej rozwijających się centrów energetyki morskiej na Morzu Północnym.

Fundamentem ekosystemu jest przemysł i infrastruktura portowa. Od 2006 roku w Cuxhaven zainwestowano ponad 600 mln euro w infrastrukturę portową i przemysłową, co pozwoliło stworzyć nowoczesne zaplecze dla produkcji i montażu komponentów offshore wind. W mieście działają kluczowi producenci sektora, w tym Siemens Gamesa, która prowadzi fabrykę gondoli turbin, oraz Titan Wind Energy, rozwijający zdolności produkcyjne monopolu. Port pełni równocześnie rolę centrum logistycznego dla największych niemieckich farm wiatrowych, umożliwiając transport, montaż i składowanie dużych komponentów, a równolegle rozwija funkcje związane z zielonym wodorem i integracją offshore wind z nowymi technologiami energetycznymi.

Drugą warstwę ekosystemu stanowią centra B+R i inicjatywy innowacyjne. W Cuxhaven działa Fraunhofer IFAM, prowadzący badania w zakresie komponentów offshore, automatyzacji i technologii serwisowych, m.in. w ramach Offshore Drone Campus Cuxhaven – unikalnego ośrodka badającego wykorzystanie dronów i robotyki w sektorze offshore. W regionie funkcjonuje także ForWind, konsorcjum badawcze łączące uniwersytety w Oldenburgu, Hanowerze i Bremie. Centra te realizują projekty dotyczące fundamentów morskich, aerodynamiki, meteorologii wiatru, ekologii środowiskowej oraz automatyzacji operacji offshore. Dzięki silnemu zapleczu badawczemu Cuxhaven staje się miejscem rozwoju technologii przyszłości w sektorze MFW.

Ekosystem wspiera również wysoka aktywność regionalnych klastrów i struktur współpracy. Najważniejszym z nich jest Deutsches Offshore-Industrie-Zentrum (DOI), które integruje firmy, instytucje badawcze i władze lokalne. DOI koordynuje wspólne projekty, inicjuje wymianę wiedzy oraz wspiera rozwój infrastruktury portowej i przemysłowej, pełniąc funkcję „łącznika” pomiędzy przemysłem, nauką i samorządem. Współpraca obejmuje także partnerstwa międzynarodowe i udział w sieciach europejskich, które wzmacniają pozycję Cuxhaven jako centrum wiedzy i kompetencji w offshore wind.

Ważną częścią ekosystemu są edukacja i szkolenia. W regionie rozwijane są specjalistyczne programy kształcenia dla techników, inżynierów i operatorów offshore, obejmujące zarówno szkolenia zawodowe, jak i kierunki akademickie. Uczelnie techniczne, takie jak Jade Hochschule, oferują dedykowane programy związane z energetyką wiatrową, technologiami morskimi oraz zarządzaniem projektami offshore. Szkolenia obejmują zarówno kompetencje techniczne, jak i umiejętności niezbędne do prowadzenia projektów w środowisku międzynarodowym, co wspiera rozwój kadr dla branży.

Silnym elementem ekosystemu jest też promocja i rozwój międzynarodowy. Cuxhaven aktywnie przedstawia się jako centrum offshore wind, organizując wydarzenia branżowe, konferencje, wizyty studyjne oraz prezentując dobre praktyki związane z rozwojem portów i produkcji komponentów. Port i miasto pełnią rolę punktu wejścia dla inwestorów zagranicznych oraz firm, które chcą rozwijać działalność w sektorze offshore wind na rynku niemieckim. Region konsekwentnie promuje integrację offshore wind z innymi technologiami, w tym wodorem zielonym, energetyką portową i projektami storage, wzmacniając swoją pozycję w transformacji energetycznej Niemiec.

Synergia tych elementów sprawia, że Cuxhaven tworzy kompletny i szybko rosnący ekosystem offshore wind, w którym współdziałają przemysł, nauka, edukacja i lokalne instytucje. Dzięki temu port odgrywa kluczową rolę w niemieckim programie rozwoju morskiej energetyki wiatrowej i stanowi jeden z najbardziej dojrzałych przykładów regionalnego modelu wzrostu opartego na energetyce morskiej w Europie.

24.2.3 Eemshaven¹⁸³

Eemshaven jest jednym z najmłodszych portów morskich w Europie, a jego powstanie było rezultatem świadomej decyzji strategicznej rządu Holandii, podjętej w celu wzmocnienia gospodarki północnego regionu Groningen. Port został oficjalnie otwarty w 1973 roku i od początku miał pełnić funkcję nowoczesnego ośrodka przemysłowo-logistycznego, który miały napędzać duże inwestycje energetyczne i infrastrukturalne. Jego lokalizacja w pobliżu otwartego Morza Północnego, a jednocześnie na styku żeglugi morskiej i śródlądowej, stworzyła warunki do budowy portu o szerokim potencjale rozwojowym.

Przez pierwsze dekady Eemshaven rozwijał się stopniowo jako port handlowy i przemysłowy. W latach 80. i 90. kluczową rolę zaczęły odgrywać inwestycje w sektorze energetycznym – w szczególności elektrownie konwencjonalne i gazowe. Region Groningen, w którym port jest położony, był jednym z najważniejszych obszarów wydobywania gazu w Europie, co silnie wpłynęło na kierunek jego rozwoju. Port stał się punktem koncentracji infrastruktury energetycznej oraz miejscem lokalizacji dużych zakładów przemysłowych, magazynów, centrów logistycznych i terminali paliwowych.

Przełom nastąpił wraz z rozwojem sektora morskiej energetyki wiatrowej na Morzu Północnym. Od początku lat 2010 Eemshaven zaczął pełnić coraz ważniejszą rolę jako port instalacyjny dla offshore wind, dzięki swojemu położeniu, głębokości basenów, dużym powierzchniom składowym i możliwości obsługi statków instalacyjnych. Port szybko przyciągnął inwestycje związane z budową i serwisem farm wiatrowych, a międzynarodowe koncerny – w tym Siemens Gamesa, Vestas, Equinor i Ørsted – zaczęły wykorzystywać go jako kluczową bazę operacyjną.

W kolejnych latach Eemshaven stał się jednym z najważniejszych portów offshore wind w Europie, pełniąc funkcję centrum instalacyjnego i logistycznego dla wielu dużych projektów, takich jak Gemini, Merkur Offshore, Hornsea

¹⁸³ * RWE. (2025). Nordseecluster: First foundations for German offshore wind project. [online] Dostępne na: <https://rwe.com>

* OffshoreWind.biz. (2025). Vattenfall Secures Eemshaven O&M Site for New German Offshore Wind Project. [online] Dostępne na: <https://offshorewind.biz>

* Clarksons. (2025). Construction Begins on Nordseecluster Offshore Wind Farm. [online] Dostępne na: <https://clarksons.com>

* RVO.nl. (2025). Development Framework Offshore Wind Energy – May 2025. [online] Dostępne na: <https://english.rvo.nl>

* WindPowerNL. (2025). Dutch Government publishes Eemshaven Offshore Wind Energy Plans. [online] Dostępne na: <https://windpowernl.com>

* WaddenSeaPorts. (2025). Offshore wind Eemshaven. [online] Dostępne na: <https://waddenseaports.com>

* Renewable Energy Industry. (2025). Vattenfall Expands Germany's Largest Offshore Wind Farm Nordlicht. [online] Dostępne na: <https://renewable-energy-industry.com>

* Groningen Seaports. (2025). EEMSHAVEN: MAIN HUB IN OFFSHORE WIND INDUSTRY. [online] Dostępne na: <https:// groningen-seaports.com>

* WindPowerNL. (2025). Multi-Million-Euro Investment Boosts Buss Terminal Eemshaven's Offshore Wind Capabilities. [online] Dostępne na: <https://windpowernl.com>

* Buss Ports. (2025). Windquay - Buss Ports. [online] Dostępne na: <https://buss-ports.de>

* Strategic Energy. (2025). Ports Demand Major Investments to Keep Europe's Offshore Wind Sector Competitive. [online] Dostępne na: <https://strategicenergy.eu>

* LinkedbyOffshoreWind. (2025). Eemshaven. [online] Dostępne na: <https://linkedbyoffshorewind.eu>

* RVO.nl. (2025). Landfall of offshore wind energy: from sea to land. [online] Dostępne na: <https://english.rvo.nl>

* RVO.nl. (2025). Dutch Offshore Wind Innovation Guide 2025. [online] Dostępne na: <https://english.rvo.nl>

Project One czy Hollandse Kust Noord i Zuid. Port budował swoją pozycję dzięki konsekwentnej rozbudowie infrastruktury ciężkiej, elastycznym politykom inwestycyjnym oraz aktywnemu wspieraniu rozwoju przemysłu przez lokalne władze prowincji Groningen Seaports.

Dziś Eemshaven jest nowoczesnym hubem energetycznym, w którym współistnieją infrastruktura OZE, terminale LNG, elektrownie, centra dystrybucji energii i zaplecze serwisowe offshore wind. Port stał się również jednym z głównych punktów wejścia gazu i energii do holenderskiego systemu, a jego rola wzrosła dodatkowo w czasie kryzysu energetycznego po 2022 roku, m.in. dzięki szybkiemu uruchomieniu terminala FSRU. Dzięki kombinacji infrastruktury przemysłowej i energetycznej, Eemshaven jest jednym z najważniejszych portów transformacji energetycznej w Europie Północnej.

Port Eemshaven jest dziś jednym z kluczowych hubów offshore wind w Europie Północnej. Jego pozycja wynika z roli, jaką odgrywa w logistyce, montażu i obsłudze dużych projektów wiatrowych realizowanych na Morzu Północnym, zarówno po stronie holenderskiej, jak i niemieckiej oraz duńskiej. Dzięki strategicznemu położeniu oraz konsekwentnym inwestycjom w infrastrukturę ciężką, Eemshaven stał się głównym portem marshallingowym dla wielu projektów, w ramach których odbywa się montaż, magazynowanie i transport największych komponentów turbin – od monopali, przez gondole, po łopaty. Port pełni także rolę centrum operacyjnego i serwisowego dla kluczowych graczy branży, takich jak RWE, Vattenfall czy EnBW, prowadzących stąd obsługę swoich morskich farm wiatrowych.

Znaczenie Eemshaven potwierdzają projekty, które wykorzystują port jako bazę instalacyjną. W 2025 roku jest on jednym z głównych punktów logistycznych w projekcie Nordseecluster o łącznej mocy 1,6 GW. Realizacja przebiega w dwóch fazach: Nordseecluster A o mocy 660 MW, planowanym uruchomieniu w 2027 roku, oraz Nordseecluster B o mocy 900 MW, który ma zacząć działać w 2029 roku. Równocześnie port obsługuje projekt OranjeWind o mocy 795 MW, którego montaż odbywa się z Buss Terminal Eemshaven, a uruchomienie przewidziano na koniec 2027 roku. Eemshaven odgrywa także rolę zaplecza logistycznego dla projektu Thor w Danii, którego łączna moc przekroczy 1 GW.

Aby sprostać rosnącemu wolumenowi i gabarytom komponentów, port prowadzi intensywną rozbudowę infrastruktury. W 2025 roku rozpoczęto modernizację nabrzeży, pogłębienie dna portowego oraz zwiększanie nośności placów składowych, co ma umożliwić obsługę jeszcze większych ilości elementów offshore wind w nadchodzących latach. Równolegle Eemshaven rozwija projekty związane z produkcją zielonego wodoru. W planach znajdują się duże instalacje elektrolizy, które będą wykorzystywać energię pochodzącą z farm wiatrowych przyłączonych do tego portu. Eemshaven jest również jednym z głównych punktów wejścia energii z morskich farm do holenderskiego systemu, a jego znaczenie wzrasta dzięki inwestycjom w infrastrukturę sieciową i magazynową wspierającą transformację energetyczną.

W perspektywie kolejnych lat port utrzyma swoją pozycję jednego z najważniejszych europejskich centrów offshore wind. Eemshaven ma zaplanowaną obsługę kolejnych dużych projektów, a jego rola będzie rosła wraz z realizacją europejskich celów dekarbonizacji oraz rozwojem gospodarki wodorowej. Połączenie rozbudowy infrastruktury logistycznej, roli w integracji energii odnawialnej z systemem oraz powstawania nowych inwestycji przemysłowych sprawia, że port pozostaje strategicznym elementem europejskiego łańcucha dostaw offshore wind i jednym z najważniejszych ośrodków transformacji energetycznej w regionie Morza Północnego.

Eemshaven wykształcił jeden z najbardziej dynamicznych i kompletnych ekosystemów offshore wind w Europie Północnej. Jego rozwój opiera się na synergii między przemysłem, zapleczem badawczo-rozwojowym, klastrami branżowymi, wyspecjalizowaną edukacją oraz aktywną promocją regionu jako hubu dla energetyki morskiej. Dzięki strategicznej lokalizacji i konsekwentnym inwestycjom port pełni dziś rolę kluczowego ośrodka instalacyjnego, serwisowego i logistycznego dla projektów na Morzu Północnym.

Trzon ekosystemu stanowi przemysł i infrastruktura portowa. Eemshaven jest jednym z najważniejszych europejskich hubów offshore wind, obsługując montaż, logistykę i serwis największych projektów w regionie, takich jak Gemini, Merkur Offshore, Hornsea Project One czy projekty Hollandse Kust Noord i Zuid. Port utrzymuje bliską współpracę z globalnymi koncernami – Siemens Gamesa, Vestas, Equinor, Ørsted, RWE i EnBW – które wykorzystują go jako bazę instalacyjną lub operacyjną. Jednocześnie Eemshaven rozwija funkcje związane z produkcją zielonego wodoru, wykorzystując potencjał dużych mocy offshore wind przyłączonych do portu i rosnącą rolę regionu w transformacji energetycznej Holandii.

Silnym filarem jest zaplecze badawczo-rozwojowe i innowacyjne. W Eemshaven działa Offshore Wind Innovation Centre (OWIC) – centrum integrujące firmy, instytucje badawcze i administrację regionalną w celu wspierania innowacji i rozwoju nowych technologii. OWIC dostarcza platformę do testowania rozwiązań technicznych, organizuje szkolenia oraz wspiera projekty dotyczące serwisu, automatyzacji, technologii O&M i komponentów offshore. W regionie prowadzone są również badania nad ekologią, bezpieczeństwem operacji morskich, meteorologią, a także nad infrastrukturą dla wodoru zielonego i integracją systemów energetycznych z dużą liczbą farm wiatrowych.

Eemshaven wyróżnia się również silnymi klastrami regionalnymi i inicjatywami współpracy. Lokalnie działają struktury łączące przedsiębiorstwa, uczelnie i instytuty badawcze, które wspierają rozwój sektora poprzez wymianę wiedzy, wspólne projekty i koordynację inwestycji infrastrukturalnych. Klastry te wzmacniają relacje między biznesem a nauką, ułatwiają firmom dostęp do innowacji i budują zdolności regionu do obsługi dużych, wieloletnich programów offshore wind.

Kolejnym elementem ekosystemu jest edukacja i rozwój kompetencji. W Eemshaven działają wyspecjalizowane ośrodki szkoleniowe – m.in. RelyOn Nutec – oferujące zaawansowane szkolenia bezpieczeństwa, kursy techniczne oraz programy rozwoju kompetencji dla kadry pracującej na morzu i w portach. Uczelnie regionalne, takie jak NHL Stenden, Saxion i Uniwersytet Groningen, realizują kierunki studiów, szkolenia oraz projekty badawcze związane z energetyką morską, robotyką, mechatroniką i zarządzaniem projektami. Dzięki temu region buduje pełny pipeline kompetencji – od techników po zaawansowane kadry inżynieryjne i menedżerskie.

Ostatnią warstwę ekosystemu stanowi promocja i rozwój międzynarodowy. Eemshaven aktywnie prezentuje się jako wiodące centrum offshore wind, organizując konferencje, wydarzenia branżowe i wizyty studyjne, a port i miasto są naturalnym punktem wejścia dla inwestorów zagranicznych. Region wspiera rozwój klastrów energetycznych i promuje integrację offshore wind z innymi technologiami, w tym produkcją zielonego wodoru, digitalizacją portów i rozwojem infrastruktury energetycznej. Dzięki spójnemu modelowi współpracy i konsekwentnej polityce inwestycyjnej Eemshaven zyskał pozycję jednego z najważniejszych europejskich ośrodków transformacji energetycznej.

Synergia wszystkich tych elementów sprawia, że Eemshaven tworzy kompletny i szybko rozwijający się ekosystem offshore wind, który wzajemnie wzmacnia przemysł, naukę, innowacje i rozwój kompetencji. Port jest dziś jednym z kluczowych węzłów europejskiego łańcucha dostaw i ważnym punktem odniesienia dla innych regionów planujących budowę lub rozbudowę infrastruktury dla morskiej energetyki wiatrowej.

24.2.4 *Le Havre*¹⁸⁴

Le Havre, założone w 1517 roku na polecenie króla Franciszka I, powstało jako strategiczny port morski Francji na wybrzeżu Atlantyku. Jego lokalizacja u ujścia Sekwany czyniła z niego naturalne zaplecze logistyczne i handlowe dla Paryża, a w kolejnych stuleciach port stał się jednym z najważniejszych ośrodków żeglugi i handlu w Europie. W XIX wieku Le Havre dynamicznie się rozwijało jako port pasażerski i towarowy, obsługując połączenia transatlantyckie i pełniąc funkcję bramy Francji do Ameryki Północnej.

W czasie II wojny światowej miasto i port zostały poważnie zniszczone wskutek alianckich bombardowań. Po wojnie Le Havre odbudowano według nowoczesnej koncepcji urbanistycznej autorstwa Auguste'a Perreta, a port rozbudowano, przekształcając go w jeden z największych portów kontenerowych Europy. Od drugiej połowy XX wieku Le Havre pełni kluczową rolę w obsłudze francuskiego handlu międzynarodowego, zwłaszcza kontenerowego, energetycznego i przemysłowego.

W XXI wieku port został dodatkowo przekształcony w kierunku energetyki odnawialnej. Le Havre stał się centralnym elementem francuskiej strategii offshore wind, dzięki budowie dużych terminali ciężkich, zaplecza logistycznego oraz jednej z największych w Europie fabryk turbin i łopat Siemens Gamesa. Połączenie przemysłu, zaplecza portowego i nowej infrastruktury offshore wind sprawiło, że Le Havre stało się najważniejszym francuskim hubem przemysłowym dla morskiej energetyki wiatrowej.

Port Le Havre stał się kluczowym centrum rozwoju offshore wind we Francji, a jego rola rośnie wraz z konsekwentną rozbudową infrastruktury, lokalną produkcją komponentów oraz szerokim wsparciem rządowym. Region wokół portu przekształcił się w strategiczny ośrodek przemysłowy dla europejskiego sektora morskiej

¹⁸⁴ * OffshoreWind.biz. (2025). Siemens Gamesa to Expand French Blade Manufacturing in Le Havre. [online] Dostępne na: <https://offshorewind.biz>

* Siemens Gamesa. (2024). Powering France's Offshore Wind Future. [online] Dostępne na: <https://siemensgamesa.com>

* Haropa Port. (2021). The offshore wind energy industry anchors in Le Havre. [online] Dostępne na: <https://haropaport.com>

* Ocean Winds. (2025). Ocean Winds celebrates the successful installation of the first turbine at Îles d'Yeu et de Noirmoutier. [online] Dostępne na: <https://oceanwinds.com>

* Review Energy. (2025). Ocean Winds begins construction of 500 MW offshore wind farm. [online] Dostępne na: <https://review-energy.com>

* EnergieRecrute. (2025). Expansion of the Offshore Wind Turbine Factory in Le Havre. [online] Dostępne na: <https://energierecrute.com>

* Ocean Winds. (2025). Yeu-Noirmoutier - Ocean Winds. [online] Dostępne na: <https://oceanwinds.com>

* Skyborn Renewables. (2023). Skyborn France. [online] Dostępne na: <https://skybornrenewables.com>

* Artelia Group. (2024). Siemens Gamesa offshore wind turbine plant. [online] Dostępne na: <https://arteliagroup.com>

* EDF Renouvelables. (2024). Offshore wind. [online] Dostępne na: <https://france.edf-powersolutions.com>

* OffshoreWind.biz. (2025). Le Havre Port Embarks on EUR 12 Million Offshore Wind Upgrade. [online] Dostępne na: <https://offshorewind.biz>

* AA.com.tr. (2019). Siemens Gamesa to supply two French offshore wind projects. [online] Dostępne na: <https://aa.com.tr>

* HeavyLift PFI. (2025). Le Havre sees growth with Siemens Gamesa expansion and offshore wind projects. [online] Dostępne na: <https://heavyliftpfi.com>

* WindEurope. (2025). Europe's wind supply chain continues ramp up. [online] Dostępne na: <https://windeurope.org>

* Normandie.fr. (2025). Normandy, driving force of marine energy. [online] Dostępne na: <https://normandie.fr>

energetyki wiatrowej, a inwestycje realizowane od kilku lat pozycjonują go jako jedno z najważniejszych miejsc dla produkcji, logistyki i montażu turbin offshore.

Centralnym elementem transformacji jest rozbudowa infrastruktury przemysłowej, w tym przede wszystkim kompleksu produkcyjnego Siemens Gamesa. Firma realizuje inwestycję o wartości około 200 mln EUR, obejmującą rozwój fabryki łopat i gondoli turbin o powierzchni 36 hektarów. Zakład umożliwia produkcję łopat o długości do 115 metrów, dedykowanych największym turbinom offshore o mocy 14 MW. Fabryka dysponuje również dwoma 200-metrowymi nabrzeżami do obsługi ciężkich komponentów oraz 30-hektarową strefą portową przeznaczoną na składowanie i logistykę elementów turbin. Takie zaplecze czyni Le Havre jednym z najlepiej przygotowanych portów do obsługi dużych projektów offshore wind w Europie.

Rzeczony przemysł wspierany jest znaczącymi środkami publicznymi. Inwestycja Siemens Gamesa została objęta pakietem wsparcia o wartości około 170 mln EUR, obejmującym fundusze europejskie, lokalne środki publiczne oraz ulgi podatkowe. Wsparcie wpisuje się w rządową strategię transformacji energetycznej, zgodnie z którą Francja zakłada osiągnięcie 18 GW mocy zainstalowanej offshore wind do 2035 roku oraz 45 GW do 2050 roku. Konsekwentny program przetargów i rozwój lokalnych łańcuchów dostaw mają stanowić fundamenty tego planu.

Port Le Havre pełni funkcję głównej bazy produkcyjnej i logistycznej dla większości francuskich projektów offshore wind. Komponenty wytwarzane w fabryce Siemens Gamesa trafiają m.in. do projektów Fécamp, Saint-Brieuc, Courseulles-sur-Mer, Yeu-Noirmoutier oraz Dieppe-Le Tréport. W 2025 roku szczególne znaczenie ma realizacja projektu Îles d'Yeu et de Noirmoutier (EMYN), w ramach którego zainstalowanych zostanie 61 turbin Siemens Gamesa produkowanych w Le Havre. Jednocześnie Francja planuje na lata 2025–2026 nowe przetargi o łącznej mocy ponad 13 GW, co będzie generowało kolejne fale zamówień na komponenty.

Rzeczony sektora offshore wind w Le Havre przynosi istotne efekty gospodarcze. Fabryka Siemens Gamesa zatrudnia około tysiąca osób w okresach intensywnej produkcji, a port stymuluje rozwój lokalnego łańcucha dostaw, tworząc miejsca pracy pośrednie w sektorach produkcji, logistyki, inżynierii i serwisu. Władze regionalne wspierają także rozwój małych i średnich przedsiębiorstw, wzmacniając lokalne kompetencje i przyciągając zagranicznych inwestorów.

W perspektywie kolejnych lat Le Havre będzie rozwijać swoją pozycję jako jeden z głównych europejskich hubów offshore wind. Rozbudowa infrastruktury, rosnąca liczba przetargów oraz preferencje dla lokalnej produkcji w europejskich i francuskich kryteriach aukcyjnych tworzą warunki do dalszego wzrostu sektora. Port stanowi dziś kluczowy element francuskiej strategii energetycznej, wspierając rozwój przemysłu, wprowadzanie innowacji oraz realizację ambitnych celów klimatycznych.

Le Havre stworzyło jeden z najbardziej kompletnych francuskich ekosystemów offshore wind, który opiera się na silnym przemyśle, rozwiniętym zapleczu badawczo-rozwojowym, aktywnych klastrach regionalnych, programach edukacyjnych oraz intensywnej promocji sektora. Dzięki połączeniu dużej bazy przemysłowej z nowoczesną infrastrukturą portową i wsparciem ze strony władz krajowych i lokalnych, region stał się głównym ośrodkiem produkcji i logistyki morskiej energetyki wiatrowej we Francji. Centralną rolę w ekosystemie pełni przemysł i infrastruktura portowa. W Le Havre działa największa w Europie fabryka łopat i gondoli turbin offshore, należąca do Siemens Gamesa, która stanowi kluczowy filar lokalnego łańcucha dostaw. Zakład jest zintegrowany z rozbudowaną infrastrukturą portową, umożliwiającą logistykę największych komponentów i obsługę projektów realizowanych na Atlantyku. Port oferuje firmom przestrzeń, zaplecze techniczne i wsparcie operacyjne, co sprzyja rozwojowi małych i średnich przedsiębiorstw działających w sektorze oraz przyciąga nowych inwestorów.

Silne zaplecze badawczo-rozwojowe wspiera rozwój technologii i innowacji. W Le Havre działa France Energies Marines – krajowy instytut dedykowany energetyce morskiej, prowadzący badania nad technologiami offshore wind, optymalizacją kosztów, integracją z ekosystemem morskim oraz rozwojem projektów pilotażowych i komercyjnych. Instytut współpracuje z uczelniami, firmami i podmiotami publicznymi, budując platformę

współpracy i transferu wiedzy, która wspiera rozwój technologiczny regionu. Istotnym elementem ekosystemu są klastry i struktury współpracy regionalnej. W Normandii działa konsorcjum Normandie Energies, integrujące przedsiębiorstwa, instytucje badawcze i administrację w działaniach na rzecz rozwoju offshore wind. Klaster koordynuje wymianę wiedzy, wspólne projekty badawcze oraz inicjatywy związane z rozwojem infrastruktury przemysłowej, wzmacniając zdolności regionu do obsługi dużych inwestycji energetycznych.

Rozwój kadr wspierają lokalne uczelnie i centra szkoleniowe. Université Le Havre Normandie oraz partnerujące instytucje prowadzą programy edukacyjne i badawcze koncentrujące się na technologiach morskiej energetyki wiatrowej, zarządzaniu projektami i kompetencjach operacyjnych. Programy te wspierają rozwój lokalnych talentów i zwiększają dostępność wyspecjalizowanej kadry dla sektora offshore wind.

Ostatnim filarem ekosystemu jest aktywna promocja i międzynarodowa współpraca. Le Havre konsekwentnie buduje swoją pozycję jako wiodące centrum offshore wind, organizując konferencje, wizyty studyjne oraz wydarzenia dla delegacji krajowych i zagranicznych. Port i miasto pełnią funkcję bramy wejścia dla inwestorów zainteresowanych rozwojem działalności we francuskim sektorze MFW, a region wspiera rozwój klastrów energetycznych oraz integrację offshore wind z innymi technologiami, takimi jak zielony wodór.

24.2.5 Bilbao¹⁸⁵

Port Bilbao, położony przy ujściu rzeki Nervión, od stuleci stanowi kluczowe centrum handlowe i przemysłowe północnej Hiszpanii. Jego rozwój rozpoczął się już w średniowieczu, kiedy Bilbao pełniło funkcję portu

¹⁸⁵ * ECORES WIND. (2024). ECORES WIND Launches in Bilbao. [online] Dostępne na: <https://ecoreswind.eu>

* ICTP-CSIC. (2024). Official Launch of ECORES WIND Project in Bilbao. [online] Dostępne na: <https://ictp.csic.es>

* Master REM+. (2025). Associate centres and partners. [online] Dostępne na: <https://master-remplus.eu>

* Bilbao Port. (2024). The Port of Bilbao showcases at WindEurope its proposal for the offshore wind industry. [online] Dostępne na: <https://bilbaoport.eus>

* Iberdrola. (2024). Iberdrola brings the most innovative wind power generation to Bilbao. [online] Dostępne na: <https://iberdrola.com>

* Bilbao Port. (2022). The Port of Bilbao wind industry hub... in the WindEurope Annual Event. [online] Dostępne na: <https://bilbaoport.eus>

* EVE. (2025). Wind power. [online] Dostępne na: <https://eve.eus>

* WindEurope. (2024). WindEurope Annual Event 2024 in Bilbao. [online] Dostępne na: <https://windeurope.org>

* WindEurope. (2025). From school benches to wind farm professionals: students explore offshore wind. [online] Dostępne na: <https://windeurope.org>

* DNV. (2024). DNV stresses need for offshore wind standardization at WindEurope. [online] Dostępne na: <https://dnv.com>

* Joint Research Laboratory on Offshore Renewable Energy. (2022). JRL-ORE. [online] Dostępne na: <https://jrl-ore.com>

* Blue Maritime Cluster. (2024). WindEurope Annual Event 2024 in Bilbao. [online] Dostępne na: <https://bluemaritimecluster.no>

* BBVA CIB. (2025). BBVA boosts offshore wind energy in Asia. [online] Dostępne na: <https://bbvacib.com>

eksportowego dla żelaza produkowanego w Kraju Basków. W XVI i XVII wieku miasto stało się jednym z głównych ośrodków handlowych regionu, nawiązując intensywne kontakty handlowe z Anglią, Holandią i Francją.

Gwałtowny wzrost Bilbao rozpoczął się w XIX wieku wraz z rozwojem górnictwa, hutnictwa i przemysłu stocznioowego. Port przeszedł wtedy liczne modernizacje, przekształcając się w jedno z najważniejszych centrów industrializacji Hiszpanii. Powstały nowe nabrzeża, infrastruktura kolejowa i zakłady przemysłowe, co umożliwiło intensywny eksport surowców i rozwój przemysłu ciężkiego. W XX wieku port stał się kluczowym elementem hiszpańskiego sektora metalurgicznego i stocznioowego, a Bilbao było jednym z głównych ośrodków gospodarczych Półwyspu Iberyjskiego.

Drugą wielką transformację port przeszedł pod koniec XX wieku. W wyniku restrukturyzacji przemysłu ciężkiego oraz przeniesienia działalności do nowego, głębokowodnego portu w Abra Exterior, Bilbao odcięło funkcje portowe od centrum miasta. Umożliwiło to rewitalizację urbanistyczną, która przyniosła spektakularne efekty – z budową ikonicznego Muzeum Guggenheima jako symbolem nowoczesnej, kreatywnej tożsamości miasta.

W XXI wieku port Bilbao rozwija się jako nowoczesny hub logistyczny oraz ośrodek przemysłowy ukierunkowany na energetykę morską. Region Basków jest jednym z liderów transformacji energetycznej w Hiszpanii, a port wspiera rozwój morskiej energetyki wiatrowej (szczególnie turbin pływających), infrastruktury badawczo-rozwojowej oraz produkcji fundamentów offshore. Port zyskał strategiczne znaczenie dzięki inwestycjom w strefy przemysłowe, terminale ciężkie oraz współpracy z instytutami badawczymi i klastrami energetycznymi. Dziś Bilbao stanowi kluczowy element hiszpańskiego łańcucha dostaw offshore wind, szczególnie w segmencie fundamentów pływających (floating), testowania technologii morskich oraz produkcji wielkogabarytowych komponentów. Port konsekwentnie umacnia swoją pozycję jako centrum innowacji i przemysłu dla sektora MFW w Europie Południowej. Port Bilbao jest dziś jednym z najważniejszych hubów offshore wind w południowej Europie, a jego rola rośnie dzięki konsekwentnym inwestycjom w infrastrukturę, produkcję komponentów oraz rozwój lokalnego łańcucha dostaw. Region Kraju Basków, w którym funkcjonuje port, od lat prowadzi politykę industrializacji energetyki morskiej, co uczyniło Bilbao kluczowym zapleczem produkcyjnym dla projektów offshore w Hiszpanii, Portugalii, Wielkiej Brytanii i Francji.

Sercem przemysłowego zaplecza portu jest Haizea Bilbao – jeden z największych w Europie producentów wież i fundamentów offshore wind. Firma uzyskała zgodę na rozbudowę koncesji o dodatkowe 128 tys. m² terenów portowych, co umożliwi podwojenie mocy produkcyjnych oraz stworzenie około 350 nowych miejsc pracy. Planowana ekspansja obejmuje zwiększenie zdolności produkcji fundamentów (w tym dla pływających MFW)

* Master REM. (2025). Associate centres and partners. [online] Dostępne na: <https://master-rem.eu>

* WindEurope. (2022). WindTalks for Innovation - WindEurope Annual Event 2022 in Bilbao. [online] Dostępne na: <https://windeurope.org>

* Maritime CleanTech. (2025). Trade Mission: Offshore Wind Vessels Spain. [online] Dostępne na: <https://maritimecleantech.no>

* Saitec Offshore Technologies. (2024). WindEurope Bilbao 2024. [online] Dostępne na: <https://saitec-offshore.com>

* BalticWind.eu. (2025). WindEurope will help students explore career opportunities in the offshore wind industry. [online] Dostępne na: <https://balticwind.eu>

* BalticWind.eu. (2025). Save the date! The wind industry will meet in Bilbao. [online] Dostępne na: <https://balticwind.eu>

* AFRY. (2024). Visit AFRY at WindEurope 2024 in Bilbao, Spain. [online] Dostępne na: <https://afry.com>

oraz dalsze zintegrowanie procesów fabrycznych z portowym zapleczem heavy-lift. Dzięki temu Bilbao umacnia swoją pozycję jako centrum produkcji wielkogabarytowych komponentów na rynek europejski.

Znaczące wsparcie otrzymują także inicjatywy portowe. Port Bilbao inwestuje 71 mln EUR w projekt BilbaoPort WINDHUB, obejmujący modernizację i rozbudowę infrastruktury ciężkiej, rozwój zielonego hubu energetycznego o mocy 11 MW oraz odzyskanie 31 hektarów terenów przemysłowych dla potrzeb offshore wind. W ramach projektu tworzony jest również otwarty ekosystem innowacji BilbaoPortLab, którego zadaniem jest wspieranie startupów, firm technologicznych i partnerów przemysłowych w rozwijaniu nowych rozwiązań dla sektora energetyki morskiej.

Bilbao odgrywa także ważną rolę jako centrum logistyczne i montażowe dla projektów offshore. Port uczestniczył m.in. w realizacji projektu East Anglia ONE oraz szeregu projektów floating offshore wind, w tym demonstratora DemoSATH – jednej z najważniejszych europejskich inicjatyw pilotażowych w segmencie pływających turbin. Dzięki specjalistycznym nabrzeżom, przestrzeni magazynowej i zapleczu konstrukcyjnemu Bilbao jest przygotowane do obsługi kolejnych dużych projektów na Atlantyku.

Rozwój sektora offshore wind w Bilbao generuje znaczące efekty lokalne. Port i przemysł tworzą setki miejsc pracy bezpośrednich i pośrednich, a MŚP regionu Basków intensywnie rozwijają kompetencje w obszarze metalurgii, konstrukcji stalowych, logistyki morskiej i nowych technologii energetycznych. Lokalne władze wspierają te procesy, wspierając współpracę przemysłu z sektorem badawczo-rozwojowym oraz uczestnicząc w międzynarodowych koalicjach portów offshore wind. W perspektywie kolejnych lat Bilbao ma szansę stać się jednym z głównych hubów produkcji i logistyki offshore wind w południowej Europie. Rosnąca liczba europejskich przetargów, preferencje dla lokalnej produkcji oraz szybki rozwój segmentu floating offshore wind sprzyjają dalszemu wzmocnieniu pozycji portu. Dzięki inwestycjom w infrastrukturę, innowacje i łańcuch dostaw Bilbao odgrywa strategiczną rolę w realizacji celów energetycznych Hiszpanii i regionu Atlantyku.

Bilbao stworzyło dojrzały i szybko rozwijający się ekosystem offshore wind, oparty na silnym przemyśle stalowym i portowym, rozwiniętym zapleczu badawczo-rozwojowym, aktywnych klastrach energetycznych, specjalistycznej edukacji oraz intensywnej promocji międzynarodowej. Region Kraju Basków od lat inwestuje w technologie morskiej energetyki wiatrowej, dzięki czemu Bilbao stało się jednym z najważniejszych hubów offshore wind w południowej Europie, szczególnie w segmencie fundamentów, pływających konstrukcji i komponentów stalowych.

Fundamentem lokalnego ekosystemu jest silny przemysł oraz portowa infrastruktura ciężka. W Bilbao działa Haizea Wind, jeden z globalnych liderów w produkcji wież i fundamentów offshore, oraz zaplecze eksportowe Siemens Gamesa Renewable Energy. Port pełni funkcję centrum logistycznego, montażowego i eksportowego dla dużych projektów offshore wind na Atlantyku, a równocześnie rozwija kompetencje związane z wodorem zielonym i infrastrukturą energetyczną. W regionie funkcjonuje szeroka sieć firm zajmujących się produkcją komponentów, usługami serwisowymi, logistyką oraz operacjami portowymi, co wzmocnia lokalny łańcuch dostaw.

Silnym elementem ekosystemu jest infrastruktura badawczo-rozwojowa. W Bilbao działa Joint Research Laboratory on Offshore Renewable Energy – konsorcjum tworzone przez TECNALIA, BCAM oraz UPV/EHU. Ośrodek prowadzi prace nad technologiami pływających turbin wiatrowych, systemami kotwiczenia, materiałami kompozytowymi oraz modelowaniem i cyfryzacją procesów offshore. Region uczestniczy również w projektach europejskich, takich jak ECORES WIND finansowany w ramach Horizon Europe, którego celem jest rozwój recyklingowalnych materiałów i nowych technologii produkcji komponentów. Badania dotyczą zarówno technologii, jak i optymalizacji kosztów oraz działań środowiskowych, co wzmocnia innowacyjność lokalnego sektora.

Częścią ekosystemu są także klastry branżowe wspierające współpracę między firmami, nauką i administracją. Basque Energy Cluster pełni funkcję głównej platformy współpracy, integrując przedsiębiorstwa i instytucje badawcze oraz inicjując projekty rozwojowe w obszarze offshore wind, hydrogen i energetyki morskiej. Dzięki temu region posiada spójny mechanizm koordynacji inwestycji, transferu wiedzy i wspierania innowacji.

Ważnym filarem ekosystemu pozostaje edukacja i rozwój kompetencji. Uczelnie, takie jak UPV/EHU, prowadzą kierunki studiów i projekty badawcze obejmujące technologie offshore, energetykę morską, inżynierię materiałową i zarządzanie projektami. Szkolenia realizowane są również w ramach inicjatyw europejskich i wydarzeń branżowych, m.in. podczas WindEurope Annual Event w Bilbao, które stanowi platformę dla studentów i młodych specjalistów do zdobywania wiedzy i kontaktów w branży offshore wind.

Bilbao intensywnie promuje swoje kompetencje w energetyce morskiej na arenie międzynarodowej. Port i miasto organizują konferencje, prezentacje projektów i wizyty zagranicznych delegacji, przyciągając inwestorów oraz nowych partnerów przemysłowych. Region akcentuje także integrację offshore wind z innymi technologiami strategicznymi, w tym zielonym wodorem, cyfryzacją i infrastrukturą energetyczną.

25 O AUTORACH

Dokument przygotowany pod redakcją merytoryczną Macieja Mierzwińskiego i Krzysztofa Tomaszewskiego z zespołem ekspertów - Dominika Taranko, Oliwia Mróz-Malik, Piotr Czopek.

Zespół analityczny CEE Energy Group: Ewa Małek-Laska, Wiktoria Aszyk, Paulina Kordas i Kamil Kamiński.

Maciej Mierzwiński



Ekspert rynkowy, zarządzania przedsiębiorstwami i finansów. Od 2003 roku zaangażowany w projekty łańcucha dostaw dla sektorów energetycznych (głównie dla energetyki wiatrowej), wdrażając nowe produkty i usługi w przemyśle. Ekspert opracowań i strategii krajowych dla interesariuszy rynku – na poziomie regionalnym, centralnym i europejskim. Obszar kompetencyjny - zarządzanie rozwojem, restrukturyzacją i finansami przedsiębiorstw, strategię przemysłową, rozwój zasobów ludzkich, z doświadczeniem jako konsultant doradztwie międzynarodowym. Prezes Zarządu i współwłaściciel CEE Energy Group, polskiej spółki doradczej specjalizującej się w rozwoju firm w łańcuchu dostaw dla energetyki odnawialnej. Współtwórca *Przemysłowej Akademii Rozwoju*, której działalność od 2017 roku jest ukierunkowana na rozwój kadr dla przemysłu w Polsce, w szczególności kadr dla łańcucha dostaw OZE. Ekonomista, absolwent i współpracownik Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie oraz Uniwersytetu w Kolonii.

Krzysztof Tomaszewski



Ekspert z ponad 25-letnim doświadczeniem w obszarze finansów przedsiębiorstw, restrukturyzacji, inwestycji, zarządzania projektami oraz budowania kompetencji i rekrutacji. Specjalizuje się w realizacji projektów głównie w sektorze przemysłowym, pełniąc kluczowe funkcje w działach strategii, rozwoju oraz finansowych na różnych poziomach korporacyjnych. Doświadczony koordynator projektów z zakresu zarządzania i nadzoru nad realizacją inicjatyw obejmujących edukację, współpracę z biznesem, aktywizację społeczną i obywatelską, budowanie relacji i koordynacji współpracy z interesariuszami z sektora biznesu i usług. Ekspert w tworzeniu opracowań i raportów na potrzeby interesariuszy na poziomie regionalnym i centralnym. Wielokrotny prelegent i trener na konferencjach oraz spotkaniach branżowych. Główne doświadczenie zawodowe obejmuje przemysł ciężki, konstrukcje stalowe, przemysł stoczniowy oraz sektor usług przemysłowych. Aktualnie pełni funkcję Prezesa Zarządu Przemysłowej Akademii Rozwoju – spółki dedykowanej rozwojowi kadr dla polskiego przemysłu, ze szczególnym uwzględnieniem łańcucha dostaw w sektorze odnawialnych źródeł energii (OZE). Równocześnie jest Członkiem Zarządu i współwłaścicielem CEE Energy Group.

Dominika Taranko

Dyrektor Zarządzająca i Wiceprezes Fundacji Wind Industry Hub, założonej przez istniejące od 1999 roku Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, największą organizację branżową w Polsce i członka WindEurope. Misją Wind Industry Hub jest rozwój silnego łańcucha dostaw dla sektora wiatrowego oraz wspieranie zaangażowania krajowego przemysłu w polskie i europejskie inwestycje wiatrowe. Dominika Taranko jest związana z rynkiem energii od 15 lat. W przeszłości pracowała w strukturach grupy kapitałowej ORLEN S.A., gdzie koncentrowała się na segmencie poszukiwania, rozpoznawania i wydobycia złóż węglowodorów. Następnie związana



była z operatorem terminalu importowego LNG w Świnoujściu – spółką Polskie LNG, a także Operatorem Gazociągów Przesyłowych Gaz-System oraz fińską Grupą Fortum. Pełniła także funkcję Dyrektora Forum Energii i Klimatu w Związku Przedsiębiorców i Pracodawców, jednej z trzech największych organizacji biznesowych w Polsce. Absolwentka trzech wydziałów Uniwersytetu Warszawskiego i Uczelni Łazarskiego, w tym kierunku MBA Energetyka.

dr inż. Oliwia Mróz-Malik



Manager ds. morskiej energetyki wiatrowej, inwestycji i rozwoju w PSEW. Zajmuje się przede wszystkim kwestiami regulacyjnymi związanymi z morską energetyką wiatrową. Wcześniej pracownik Enea Operator. Związana z branżą energetyczną od 15 lat. Doktor w dziedzinie nauk społecznych, w dyscyplinie ekonomii, autorka publikacji naukowych z zakresu energetyki, w tym przede wszystkim odnawialnych źródeł energii z naciskiem na morską energetykę wiatrową. Członek Rady Naukowej ds. Morskiej Energetyki Wiatrowej Politechniki Morskiej w Szczecinie.

Piotr Czopek



Absolwent politologii w zakresie studiów europejskich na Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach oraz studiów podyplomowych na Uniwersytecie Warszawskim oraz Collegium Civitas w zakresie Globalizacji oraz Bezpieczeństwa Energetycznego. Od 2008 r. pracownik Ministerstwa Gospodarki, następnie Ministerstwa Energii, gdzie w Departamencie Energetyki, a następnie Departamencie Energii Odnawialnej i Rozproszonej zajmował się zagadnieniami związanymi z rozwojem OZE oraz energetyką rozproszoną, prosumencką. Od 2019 r. jako dyrektor Departamentu Energii Odnawialnej (Departamentu Odnawialnych Źródeł Energii) w Ministerstwie Energii, a następnie w Ministerstwie Aktywów Państwowych i Ministerstwie Klimatu i Środowiska wdrażał koncepcję klastrów energii oraz tworzył regulacje wspierające rozwój energetyki rozproszonej. Ponadto, nadzorował prace związane z planowaniem rozwoju odnawialnych źródeł energii oraz tworzeniem warunków prawnych dla ich dalszego funkcjonowania, w tym w obszarze morskiej energetyki wiatrowej. Od stycznia 2021 r. jako dyrektor ds. regulacji, a obecnie jako wiceprezes Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej zajmuje się kwestiami związanymi z promowaniem rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce, w tym realizacji polskich projektów morskich farm wiatrowych. Od 2022 r. współpracuje z Fundacją RE-Source Poland Hub promując wykorzystanie kontraktów cPPA w kontekście rozwoju projektów OZE oraz wykorzystania zielonej energii w przedsiębiorstwach. Od 2023 pełni również funkcję Wiceprezesa Fundacji Wind Industry Hub.

Spis tabel

Tabela 1. Finalne decyzje inwestycyjne dla morskich farm wiatrowych do połowy 2025 roku.	43
Tabela 2. Projekty morskich farm wiatrowych z I fazy wsparcia – PGE i Ørsted.	52
Tabela 3. Projekty morskich farm wiatrowych z I fazy wsparcia – Orlen i Northland Power.....	54
Tabela 4. Projekty morskich farm wiatrowych z I fazy wsparcia – Ocean Winds.	54
Tabela 5. Projekty morskich farm wiatrowych z I fazy wsparcia – RWE.	54
Tabela 6. Projekty morskich farm wiatrowych z I fazy wsparcia – Polenergia i Equinor.	55
Tabela 7. Analiza SWOT budowy morskich farm wiatrowych.....	56
Tabela 8. Lokalizacja i szacowane moce produkcyjne głównych producentów turbin w Europie.	69
Tabela 9. Podsumowanie luki łańcucha dostaw w Europie w scenariuszach rozwoju rynku.	69
Tabela 10. Podsumowanie wąskich gardeł produkcyjnych w dokumencie strategicznym Wielkiej Brytanii.	70
Tabela 11. Podsumowanie kierunków interwencji strategicznej.....	137
Tabela 12. Pakiety strategiczne dla przemysłu morskiej energetyki wiatrowej w Regionie.....	139
Tabela 13. Udziały w kosztach poszczególnych elementów w turbinie morskiej farmy wiatrowej.	152
Tabela 14. Łańcuch dostaw dla turbin wiatrowych - przykłady.	153
Tabela 15. Tabela proponowanych działań wdrożeniowych.....	158
Tabela 16. Dostawcy produktów typu secondary steel w Polsce z zaznaczeniem firm z województwa zachodniopomorskiego (lub aktywnych na terenie województwa)	160
Tabela 17. Udział kosztów poszczególnych komponentów i usług w pakietach fundamentowych dla monopile.	160
Tabela 18. Rodzaje fundamentów morskich farm wiatrowych.....	161
Tabela 19. Wyciąg ze strategii SIF	162
Tabela 20. Proponowane działania dla realizacji celów Programu Priorytetowego.....	173
Tabela 21. Kierunkowe działania wdrożeniowe programu „Kable dla projektów morskich farm wiatrowych”.....	190
Tabela 22. Monitorowanie i analiza komponentów turbiny wiatrowej.....	195
Tabela 23. Zestawienie udziału krajowych firm w projekcie Baltic Power	228
Tabela 24. Zestawienie udziału krajowych firm w projektach MFW Bałtyk 2 i 3	229
Tabela 25. Zestawienie udziału krajowych firm w projektach Baltica 2 i 3	231
Tabela 26. Zestawienie udziału krajowych firm w projektach BC Wind.....	232
Tabela 27. Zestawienie obecności firm niemieckich w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych	235
Tabela 28. Zestawienie obecności firm duńskich w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych.....	237
Tabela 29. Zestawienie obecności firm niderlandzkich w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych.	238
Tabela 30. Zestawienie obecności firm z Francji w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych.....	240
Tabela 31. Zestawienie obecności firm z Belgii w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych.....	241
Tabela 32. Zestawienie obecności firm z Belgii w łańcuchu dostaw morskich farm wiatrowych.....	243

Spis rysunków

Rysunek 1. Ewolucja wielkości turbin morskich farm wiatrowych.	38
---	----

Rysunek 2. Turbiny podłączone do sieci w 2023 roku, porównanie onshore i offshore	39
Rysunek 3. Moc zainstalowana w Europie w GW, Lipiec 2025.	40
Rysunek 5. Poziom emisji CO2 w cyklu życia dla technologii wytwarzania energii.	49
Rysunek 6. Obszary, na których możliwe jest lokalizowanie morskich farm wiatrowych.	51
Rysunek 7. Lokalizacja producentów komponentów dla energetyki wiatrowej.	68
Rysunek 8. Łańcuch dostaw obejmujący trzy kontynenty. Porty produkcyjne i przeładunkowe dla Seagreen1.....	71
Rysunek 9. Nowe projekty offshore wind w Polsce należące do Orlen	91
Rysunek 10. Nowe projekty offshore wind w Polsce należące do PGE.....	93
Rysunek 10. Projekty <i>offshore wind</i> w Polsce należące do PGE w kontekście aukcji i rozwoju PGE Baltica 9.	96
Rysunek 11. Schemat niezbędnych dokumentów, pozwoleń i uzgodnień dla wniosku pozwolenia na budowę	102
Rysunek 12. Wizualizacja budowy terenów w obszarze Portu Gdańskiego ze wskazaniem terminalu offshore.....	108
Rysunek 13. Wizualizacja budowy terenów w obszarze Ostrów Grabowski.	111
Rysunek 14. Strategiczna wizja kluczowych branż łańcucha dostaw offshore wind w EU.	122
Rysunek 15. Montownia gondol Vestas w Szczecinie	129
Rysunek 16. Identyfikacja priorytetów branżowych offshore wind dla Regionu	140
Rysunek 17. Energetyka wiatrowa – Sieć współpracy między krajami europejskimi na podstawie recenzowanych artykułów rocznie.	143
Rysunek 18. Główne komponenty morskiej turbiny wiatrowej na przykładzie turbiny Siemens Gamesa (2019).....	146
Rysunek 19. Wykorzystanie stali dla budowy morskich farm wiatrowych.....	172
Rysunek 20. Planowane i aktywne zakłady produkujące kable w Europie.....	180
Rysunek 21. Wyniki finansowe Nexans 2018 – 2024 r.....	181
Rysunek 22. Sieć produkcyjna i dystrybucyjna TFK (w tym JDR Cables).....	182
Rysunek 23. Informacje nt. inwestycji Grupy TFK w Cambios.	183
Rysunek 24. Budowa CLVna świecie w latach 2024 – 2026.....	187
Rysunek 25. Główni gracze na rynku instalacji kabli morskich farm wiatrowych 2021 – 2024.....	188
Rysunek 26. Podział graczy rynkowych na poziom konsolidacji łańcucha wartości wg Spinergie.....	188
Rysunek 27. Strategia Nexans dla budowy kompetencji w pływających farmach wiatrowych.	189
Rysunek 28. Podstawowy zakres działań utrzymania i eksploatacji farmy.....	195
Rysunek 29. Szacunkowa struktura kosztów utrzymania i eksploatacji farmy <i>offshore</i>	196
Rysunek 30. Czynniki związane z wyborem CTV.....	201
Rysunek 31. Powiązania instrumentów wdrażania local content w kraju [zielone] i regionie [granatowe].	224
Rysunek 32. System wdrożeniowy Programu.....	224
Rysunek 33. Współpraca jednostek operacjonalizacji	226
Rysunek 34. Zakłady produkujące komponenty dla morskiej energetyki wiatrowej w Niemczech.	233
Rysunek 35. Łańcuch dostaw morskiej energetyki wiatrowej we Francji z podziałem na komponenty strategiczne i te, w których Francja ma możliwości produkcyjne.....	239

Rysunek 36. Zakłady produkujące komponenty dla morskiej energetyki wiatrowej we Francji.....	239
--	-----

Spis wykresów

Wykres 1. Instalacje morskich farm wiatrowych na świecie w MW do 2024 r.	38
Wykres 2. Instalacje morskich farm wiatrowych w Europie w latach 2015-2025.	40
Wykres 3. Kraje z celami krajowymi w zakresie technologii pływających farm wiatrowych do 2030 r. ...	43
Wykres 4. Udziały źródeł w produkcji energii elektrycznej do 2024 r.	50
Wykres 5. Roczne instalacje elektrowni wiatrowych w Europie w GW, prognoza 2025.....	58
Wykres 6. Obroty europejskiej branży wiatrowej (<i>onshore i offshore</i>) w mld EUR.....	66
Wykres 7. Obroty i wartość dodana producentów komponentów do sektora energetyki wiatrowej w EU 2024 [miliardy EUR].	66
Wykres 8. Producenci europejskiego łańcucha dostaw produkcji <i>offshore</i> . Lokalizacja (po lewej) i pochodzenie (po prawej) dostawców komponentów Tier 1 i Tier 2 (o również obejmuje zakłady ze wspólną produkcją komponentów na lądzie i na morzu).....	67
Wykres 9. Główne przyczyny braku zaangażowania.....	91
Wykres 10. Relacja eksportu towarów na tle PKB w krajach UE w 2021 roku.	113
Wykres 11. Porównanie planowanych nakładów na strategiczne projekty w Polsce.....	118
Wykres 12. Trendy wielkości turbin do 2033 roku.	144
Wykres 13. Udział wielkości turbin na tle rozwoju w regionach Europy i APAC do 2030 roku.	147
Wykres 14. Wyniki finansowe Vestas w zakresie „Power solutions”.....	148
Wykres 15. Rozwój łańcucha dostaw Siemens Gamesa.....	150
Wykres 16. Pozycja dostawców turbin dla energetyki wiatrowej w 2024 roku (<i>onshore i offshore</i>).	150
Wykres 17. Popyt na fundamenty fixed bottom, globalnie do 2033 r. [sztuki].....	164
Wykres 18. Podaż fundamentów typu monopale w Europie do 2030 r. [sztuki].	164
Wykres 19. Popyt na fundamenty typu <i>jacket</i> , globalnie do 2030 roku [sztuki], w stosunku do podaży.	166
Wykres 20. Moce produkcyjne i zapotrzebowanie w Europie na fundamenty pływające.	168
Wykres 21. Szacunek udziału krajowego w produkcji <i>transition piece</i>	170
Wykres 22. Wyniki finansowe linii serwisowej Vestas w 2025 r. (<i>onshore i offshore</i> , mEUR i %).	191
Wykres 23. Szacunkowe wydatki utrzymania i eksploatacji w Polsce (miliardy PLN).	192
Wykres 24. Szacunek kosztów utrzymania i eksploatacji w Europie (EUR/MW/rok).	194
Wykres 25. Liczba statków CTV i SOV które będą potrzebne do obsługi MFW w Polsce do roku 2033..	203
Wykres 26. Obecna i prognozowana liczba statków typu SOV na całym świecie w latach 2016-2030...	204
Wykres 27. Przewidywany rozwój morskiej energetyki wiatrowej w Niemczech.....	235
