

Potencjał Morskiej Energetyki Wiatrowej w Polsce

Kompleksowa analiza możliwości rozwoju morskiej energetyki wiatrowej w polskich obszarach morskich

Skrócona wersja raportu



Bright ideas.
Sustainable change



Partner



Potencjał Morskiej Energetyki Wiatrowej w Polsce

© Copyright by Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej

Warszawa, Listopad 2022

Autorzy Raportu:

Kierownik Projektu oraz analizy LCOE: KP Consulting

Karol Pogorzelski

Analizy produktywności oraz mocy zainstalowanej: KP Consulting

Karol Mitraszewski

Analizy planistyczno-środowiskowe: Instytut Morski Uniwersytetu Morskiego w Gdyni

Magdalena Matczak, Joanna Pardus, Łukasz Szydłowski, Jacek Zaucha

Analizy Kosztowe: Ramboll

Jacob Fisker Jensen, Maksim Brezgin, Ron Scheffler, Maximilian Foy, Marie-Antoinette Schwarzkopf, Joanna Przychodzen, Janina Kamman, Mariusz Wójcik, Patryk Wodecki

Procedura rewizji PZPPOM:

dr Karol Lasocki z zespołem kancelarii prawnej DWF

Podziękowania:

Podziękowania dla firmy DNV, która udostępniła czasową licencję na oprogramowanie WindFarmer: Analyst na preferencyjnych, akademickich warunkach. Dzięki temu w pracy nad Raportem możliwe było zastosowanie zwalidowanych modeli fizycznych i dobrych praktyk w analizie danych wiatrowych, modelowaniu aerodynamiki farm oraz w obliczeniach produktywności.

Opracowanie Graficzne:

Kinga Longa

Redakcja tekstu:

Joanna Markowska Ceriń,
Oliwia Mróz-Malik - PSEW

Korekta tekstu:

Sara Marciniak



Niniejszy raport był wspierany przez European Climate Foundation. Odpowiedzialność za informacje i poglądy przedstawione w niniejszym raporcie spoczywa na autorach. European Climate Foundation nie ponosi odpowiedzialności za wykorzystanie jakichkolwiek zawartych lub wyrażonych w nim treści.

Spis treści

Słowo Wstępne	4
Wykaz skrótów	6
Kluczowe wnioski i rekomendacje	10
1. Dlaczego Morska Energetyka Wiatrowa?	12
2. Trendy, sytuacja geopolityczna i współpraca regionalna	15
3. Cel Raportu	16
4. Zakres Raportu	16
5. Metodyka i wyniki prac analitycznych	17
Szacowanie obszaru zabudowy dla obecnych akwenów przeznaczonych pod rozwój MEW (Faza I i II)	17
Analiza planistyczno-środowiskowa – metodyka wyznaczania potencjalnych nowych akwenów dedykowanych MEW	19
Charakterystyka nowych obszarów Fazy III	21
Ocena potencjału mocy zainstalowanej i produkcji energii elektrycznej obszarów Fazy I, II i III	23
Analiza kosztowa i LCOE	30
6. Jak wykorzystać pełen potencjał MEW w Polsce	37
7. Korzyści wynikające z wykorzystania rzeczywistego potencjału MEW w Polsce	41
8. Uwaga końcowa dotycząca części analitycznej	43
Podsumowanie	44
Spis rysunków	46
Spis tabel	46
Załącznik 1: Procedura rewizji PZPPOM	47

Słowo Wstępne

Szanowni Państwo,

w Wasze ręce oddajemy publikację „Potencjał Morskiej Energetyki Wiatrowej w Polsce”, która wskazuje możliwości drzemiące w polskiej części Morza Bałtyckiego oraz nowe, potencjalne obszary pod inwestycje w MEW. Ta niezwykle wyczekiwana publikacja na rynku energetycznym może śmiało zostać kierunkowskazem dla inwestorów, ale także administracji rządowej, by dokładnie przyjrzeć się, jak ogromne możliwości w sektorze energii odnawialnej mamy na wyciągnięcie ręki.

Energia elektryczna z pierwszej polskiej farmy wiatrowej na Bałtyku popływie już w 2026 r. Tak dynamicznie rozwijającej się technologii odnawialnych źródeł energii w Polsce, a nawet na świecie, jeszcze nie było. W polskiej części Morza Bałtyckiego obecnie trwają prace przygotowawcze do budowy pierwszych farm wiatrowych, trwają również procedury administracyjne, w wyniku których zostaną przyznane kolejne pozwolenia na realizację projektów dla tzw. II Fazy rozwoju. Duże zainteresowanie tym sektorem jasno wskazuje, że morska energetyka wiatrowa może stać się strategicznym elementem budowy bezpieczeństwa i niezależności energetycznej Polski. Rozwój MEW to też wzmocnienie polskiej gospodarki, m.in. poprzez budowę nowoczesnego i silnego łańcucha dostaw.



Na wodach Morza Bałtyckiego panują jedne z najlepszych warunków do rozwoju inwestycji w farmy wiatrowe. Mamy bardzo dobre warunki wietrzne i lokalizacyjne, a do tego stosunkowo płytkie wody (Bałtyk jest najpłytszym morzem na świecie, jego średnia głębokość to około 55 m). Potencjał morskiej energetyki wiatrowej na Bałtyku szacowany jest na poziomie 93 GW. Polska, dzięki swojemu ogromnemu potencjałowi, ma szansę stać się liderem sektora morskiej energetyki wiatrowej w Regionie Morza Bałtyckiego.

Polityka Energetyczna Polski 2040 wskazuje na potrzebę dynamicznego rozwoju sektora MEW, gdyż w przyszłości ma się on stać jednym z filarów systemu energetycznego naszego kraju. Zgodnie z założeniami PEP2040, moc zainstalowana w morskich farmach wiatrowych ma sięgnąć 11 GW do 2040 r. Jednak według ekspertów, przy odpowiednim planowaniu i wsparciu państwa, możemy osiągnąć zdecydowanie lepsze wyniki, dlatego w ramach niniejszego Raportu potencjał mocy zainstalowanej został oceniony na nowo.

Raport „Potencjał Morskiej Energetyki Wiatrowej w Polsce”, przygotowany na zlecenie Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej przez konsorcjum: KP Consulting, Instytut Morski UMG i Ramboll, skupia się na oszacowaniu realnego potencjału w zakresie mocy zainstalowanej oraz produkcji energii obecnych obszarów umożliwiających realizację morskich farm wiatrowych na polskiej części Bałtyku (tj. obszarów wskazanych w PZPPOM i załącznikach do Ustawy Offshore). Opracowanie wskazuje również nowe obszary dla potencjalnych przyszłych inwestycji.

Doświadczenia takich krajów jak Wielka Brytania czy Holandia, które od lat zwiększają i realizują swoje cele w zakresie MEW, pokazują, że rozwój morskiej energetyki wiatrowej może być kluczowym bodźcem rozwoju dla naszej gospodarki, jednocześnie budując niezależność i bezpieczeństwo energetyczne Polski. Jest to niezwykle istotne zwłaszcza dzisiaj, w obliczu wojny w Ukrainie i rosyjskiego szantażu energetycznego. Przemysł wiatrowy osiąga obroty bliskie 60 mld euro rocznie, z czego 65% zasila gospodarkę UE. Oznacza to, że na każde 1000 euro przychodów 650 euro pozostaje w UE i przyczynia się do wzrostu PKB. Do 2030 r. w energetyce wiatrowej może powstać ok. 450 tys. nowych miejsc pracy, z czego 250 tys. w sektorze lądowej energetyki wiatrowej, a ok. 200 tys. w sektorze morskiej energetyki wiatrowej. Polska w dużym stopniu mogłaby partycypować w tych korzyściach.

Ogromną wartością przy realizacji projektów MFW w Polsce będzie współpraca polskich firm z międzynarodowymi koncernami. Posiadają one wiedzę i doświadczenie w realizacji morskich farm wiatrowych na całym świecie i mogą pomóc polskim inwestorom w wykorzystaniu potencjału, który drzemie w Bałtyku. Dodatkowo taka współpraca jest szansą na obniżanie CAPEX-u nowych projektów w Polsce. Tworzenie efektywnych sojuszy z doświadczonymi partnerami zagranicznymi pomoże budować silny sektor morskiej energetyki wiatrowej w Polsce, w sposób optymalny kosztowo i wspierając rodzimy przemysł.

Morska energetyka wiatrowa to bezsprzecznie szansa, przed którą stoimy. Od warunków legislacyjnych, jakie zostaną stworzone oraz zaangażowania interesariuszy zależy czy ambitne plany i ogromny potencjał Bałtyku zostanie właściwie wykorzystany.



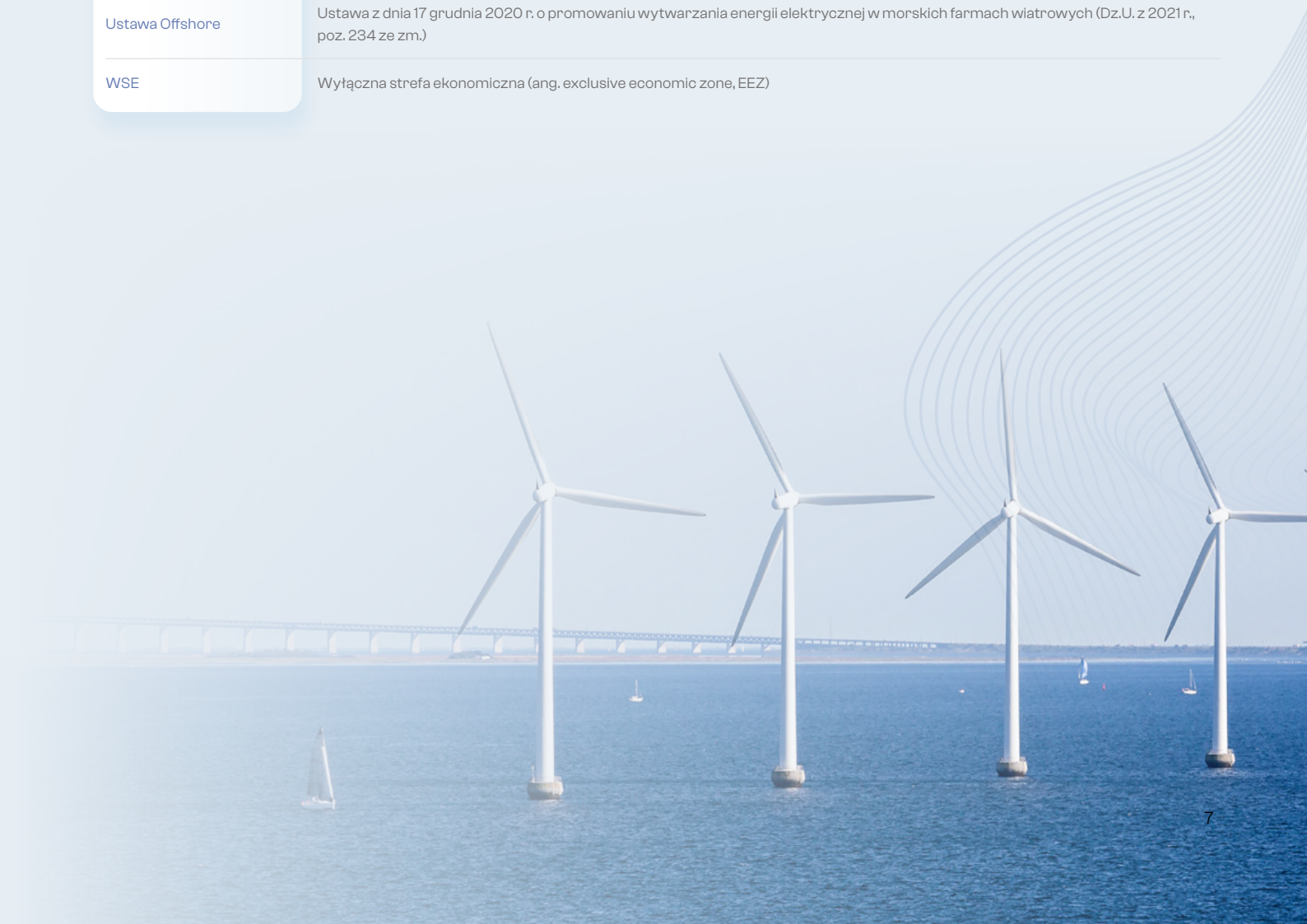
Janusz Gajowiecki

Prezes Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej

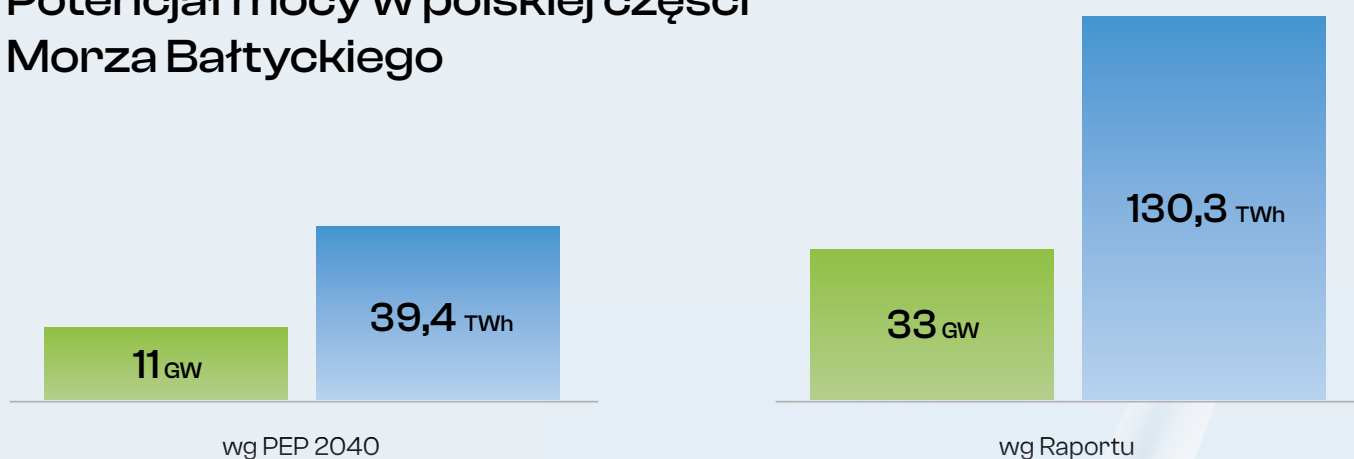
Wykaz skrótów

CAPEX	Wydatki inwestycyjne (ang. capital expenditures)
CO ₂	Dwutlenek węgla
DTU	Duński Uniwersytet Techniczny (duń. Danmarks Tekniske Universitet)
Faza I rozwoju MEW	Planowane MFW, o których mowa w Załączniku 1 do Ustawy Offshore
Faza II rozwoju MEW	Planowane MFW, o których mowa w Załączniku 2 do Ustawy Offshore
Faza III rozwoju MEW	Planowane MFW na nowych obszarach POM wytyczonych na podstawie analiz w niniejszym Raporcie
GW	Gigawat (jednostka mocy)
GWEC	Globalna Rada Energetyki Wiatrowej (ang. Global Wind Energy Council)
HVAC	Linia wysokiego napięcia prądu przemiennego (ang. High-Voltage Alternative Current)
IEA	Międzynarodowa Agencja Energetyczna (ang. International Energy Agency)
KE	Komisja Europejska
KPEIK	Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030
LCOE	Uśredniony koszt energii elektrycznej (ang. levelized cost of energy)
MEW	Morska energetyka wiatrowa
MFW	Morska farma wiatrowa
MW	Megawat (jednostka mocy)
MW RP	Marynarka Wojenna Rzeczypospolitej Polskiej
MWh	Megawatogodzina (jednostka energii)
NATO	Organizacja Traktatu Północnoatlantyckiego (ang. North Atlantic Treaty Organization)
Natura 2000	Obszar Natura 2000 – specjalny obszar ochrony siedlisk (ang. Special Areas of Conservation) lub obszar specjalnej ochrony ptaków (ang. Special Protection Areas)
NEWA	Nowy europejski atlas wietrzności (ang. The New European Wind Atlas)
OOŚ	Ocena oddziaływania na środowisko
OPEX	Wydatki operacyjne (ang. operating expenditures)
OZE	Odnawialne źródła energii
PEP 2040	Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.
POM	Polskie obszary morskie w rozumieniu ustawy z dnia 21 marca 1991 r. o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej (Dz.U. 1991 Nr 32, poz. 131 ze zm.)

PSE	Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.
PSEW	Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej
PSZW	Pozwolenie na wznoszenie i wykorzystywanie sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń w polskich obszarach morskich, w rozumieniu ustawy z dnia 21 marca 1991 r. o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej (Dz.U. 1991 Nr 32, poz. 131 ze zm.)
PZPPOM	Plan zagospodarowania przestrzennego polskich obszarów morskich w skali 1:200000 (przyjęty rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 14 kwietnia 2021 r. w sprawie przyjęcia planu zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej w skali 1:200 000 (Dz.U. z 2021 r. poz. 935)
Raport	Niniejsze opracowanie „Potencjał Morskiej Energetyki Wiatrowej w Polsce”
ROOŚ	Raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko
TWh	Terawatogodzina (jednostka energii)
UE	Unia Europejska
UOM	Ustawa z dnia 21 marca 1991 r. o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej (tekst jednolity: Dz. U. z 2020 r. poz. 2135 ze zm.)
Ustawa Offshore	Ustawa z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych (Dz.U. z 2021 r., poz. 234 ze zm.)
WSE	Wyłączna strefa ekonomiczna (ang. exclusive economic zone, EEZ)



Potencjał mocy w polskiej części Morza Bałtyckiego



Obecne obszary – Faza I i II

15,3 GW 60,6 TWh

(5,9 GW, 22,7 TWh – FAZA I) (9,4 GW 38 TWh – FAZA II)

Nowe obszary – Faza III

17,7 GW 70,7 TWh

Co jest potrzebne, aby wykorzystać potencjał MEW?

-  Aktualizacja strategii energetycznej i PZPPOM
-  Wsparcie legislacyjne
-  Przyłączenia
-  Rozwijanie lokalnego łańcucha dostaw w celu obniżenia kosztów oraz terminowej realizacji projektów
-  Współpraca krajów basenu Morza Bałtyckiego
-  Statki do instalacji i obsługi MFW
-  Porty instalacyjne i porty serwisowe
-  Lokalny łańcuch dostaw
-  Uproszczenia administracyjne

Nowe obszary do wykorzystania pod rozwój MEW

20

18 wyłączna strefa ekonomiczna
2 morze terytorialne

2 171,5 km²

łącznie obszar zabudowy
nowych lokalizacji pod MFW



Legenda

- potencjalny obszar zabudowy (dla obszaru ujętego w Załączniku nr 1 lub 2 Ustawy Offshore, PZPPOM)
- nowy potencjalny obszar lokalizacji MFW (wyłączna strefa ekonomiczna)
- nowy potencjalny obszar lokalizacji MFW (morze terytorialne)

Kluczowe wnioski i rekomendacje

Po co nam MEW?

- MEW jest obecnie trendem światowym, wpływa pozytywnie na rozwój lokalnego łańcucha dostaw.
- MFW posiadają istotne zalety wyróżniające je spośród pozostałych źródeł OZE, dlatego realizacja potencjału I i II Fazy powinna być traktowana jako punkt startowy dla ich dalszego rozwoju w Polsce po 2030 r.
- Inwestycje w MFW o mocy 33 GW szacunkowo wygenerują ponad 100 tysięcy miejsc pracy oraz 178 mld PLN wartości dodanej brutto w fazie rozwoju i 46 mld PLN rocznie w fazie operacyjnej (na podstawie EY dla PSEW, 2019).
- Biorąc pod uwagę skalę planowanych inwestycji w MFW, Polska ma szansę stać się jednym z największych centrów MEW w Europie – z planowanych w Polsce inwestycji warto wspomnieć, chociażby, plany Grupy Orlen, która zbuduje port instalacyjny w Świnoujściu, czy duńskiej firmy Vestas, która otworzy fabrykę elementów turbin w Szczecinie.
- MFW są najlepszą dostępną wielkoskalową technologią OZE, która pozwoli na redukcję emisji i spełnienie przez Polskę europejskich celów klimatycznych – przy założeniu rocznej produkcji 130 TWh spadek emisji CO₂ mógłby wynieść nawet ok. 102 mln t rocznie.
- MFW mogą być częścią zrównoważonego miksu energetycznego w Polsce w celu wsparcia procesu dekarbonizacji oraz ograniczenia zależności od dostaw paliw kopalnych.
- Bez MEW Polska nie rozwinie projektów wodorowych – morska energetyka wiatrowa jest efektywną i optymalną technologią dla produkcji zielonego wodoru.

Całkowity potencjał MEW polskiej części Morza Bałtyckiego jest szacowany na **33 GW**, przy oczekiwanej średniej rocznej produkcji energii na poziomie **130 TWh**.

Potencjał MFW na obszarach obecnie przeznaczonych w PZPPOM pod rozwój MFW szacowany jest na poziomie

15,3 GW

(Faza I – 5,9 GW, Faza II – 9,4 GW)

i średniej rocznej produkcji energii około

60,6 TWh

(Faza I – 22,7 TWh, Faza II – 38 TWh),

co znacznie przekracza obecne założenia PEP2040 oraz Ustawy Offshore.

W celu wykorzystania pełnego potencjału obszarów PZPPOM udostępnionych dla Fazy I i II rozwoju MEW, konieczna jest aktualizacja obecnej PEP2040 i Ustawy Offshore:

- Aktualizacja PEP2040 w zakresie wzrostu ambicji i prognozowanego potencjału MEW;
- Nowelizacja Ustawy Offshore w zakresie dodatkowych wolumenów aukcyjnych z obecnie przewidzianych około 11 GW do prognozowanych 15,3 GW.

Co jest potrzebne, aby wykorzystać potencjał MEW?

- Aktualizacja strategii energetycznej i PZPPOM.
- Dostosowanie otoczenia legislacyjnego dla umożliwienia realizacji projektów I i II Fazy.
- Zapewnienie możliwości przyłączeniowych dla przyszłych projektów.
- Uproszczenie procedur administracyjnych, przede wszystkim w zakresie wydawanych pozwoleń.
- Budowa w Polsce co najmniej jednego portu instalacyjnego i portów serwisowych.
- Zapewnienie dostępności statków do instalacji i obsługi MFW.
- Rozwijanie lokalnego łańcucha dostaw w celu obniżenia kosztów oraz terminowej realizacji projektów.
- Współpraca krajów basenu Morza Bałtyckiego w celu dynamicznego rozwoju MEW.

W Raporcie zidentyfikowano **20 nowych obszarów** (w tym 18 w wyłącznej strefie ekonomicznej i 2 na morzu terytorialnym), na których jest możliwy rozwój MFW.

Potencjał tych obszarów wynosi

17,7 GW,

przy zakładanej produkcji energii na poziomie

70,7 TWh.

Aby wykorzystać potencjał tych obszarów, konieczne jest:

- Przeprowadzenie zmiany przyjętego w 2021 r. Planu zagospodarowania przestrzennego polskich obszarów morskich w skali 1:200 000.
- Zmiany ustawy o obszarach morskich RP i administracji morskiej, w zakresie umożliwiającym realizację projektów MFW na obszarach morza terytorialnego.
- Zmiany Ustawy Offshore w zakresie dodatkowych wolumenów aukcyjnych.

1. Dlaczego Morska Energetyka Wiatrowa?

Zapewnienie stabilności i bezpieczeństwa dostaw energii w Polsce w średnim okresie nie jest możliwe bez budowy nowych jednostek wytwórczych.

W perspektywie 2040 r. technologia MEW ma szansę stać się dominującym źródłem energii odnawialnej w miksie energetycznym Polski. W przypadku, w którym wykorzystany zostałaby jej całkowity szacowany w Raporcie potencjał, do 2040 r.

MEW mogłaby zaspokajać nawet 57% całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce

(Tabela 1).

Analizy prognostyczne, przeprowadzone na potrzeby PEP2040 wskazują, że krajowe zużycie energii elektrycznej w latach 2015–2030 wzrośnie o 22% oraz 37% w latach 2015–2040, a krajowe zapotrzebowanie na energię elektryczną netto wyniesie ponad 181 TWh w 2030 r. i ponad 204 TWh w 2040 r.

Zużycie energii elektrycznej w 2021 r. wyniosło ponad 174 TWh, co oznacza, że rządowe prognozy na 2030 r. zostały osiągnięte w 96% w połowie zakładanego okresu. Jednocześnie PSE S.A. szacuje, że wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną netto bazowo może wynosić 1,7% średniorocznie, a wzrost zapotrzebowania na moc szczytową - 2,5%¹.

Niezbędne jest zatem przeprowadzenie dalszych analiz i aktualizacja polityki energetycznej do rosnącego zapotrzebowania na energię oraz uwzględnienie w niej utrwalonych trendów w rozwoju sektora energetycznego.

	2030	2035	2040
Zapotrzebowanie na energię w Polsce – TWh ²	~190	~210	~230
Raport - szacowana produkcja energii elektrycznej przez MFV - TWh	22,7 TWh	60,6 TWh	130,3 TWh
Potencjalny udział MEW w produkcji energii elektrycznej - %	12 %	29 %	57 %

Tabela 1. Potencjalny udział MEW w produkcji energii elektrycznej do 2040 r. (Źródło: opracowanie własne na podstawie „Planu rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2023-2032, PSE S.A.”)

1 Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2023-2032, PSE S.A.

2 PSE, Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2023-2032; Dokument główny kierowany do konsultacji z zainteresowanymi stronami Marzec 2022 r. (Wariant znaczącego wzrostu zapotrzebowania na energię str. 51)

Sektor elektroenergetyczny w Polsce jest aktualnie oparty w ponad 80% na konwencjonalnych jednostkach wytwórczych dysponowanych centralnie, wytwarzających energię elektryczną głównie z węgla. W 2021 r. wyłączono ok. 270 MW mocy zainstalowanej w elektrowniach ciepłych konwencjonalnych. URE prognozuje, że do 2034 r. nastąpi wycofanie z eksploatacji jednostek o łącznej mocy 18,8 GW opartych głównie na węglu kamiennym (12,8 GW) i brunatnym (5,3 GW)³.

Tylko około 17% energii elektrycznej w Polsce pochodzi z OZE, co jest wartością należącą do najniższych w UE i ustępującą jedynie znacznie mniejszym krajom Europy Środkowo-Wschodniej. Na koniec 2021 r. w Polsce moc zainstalowana wszystkich źródeł wytwórczych w systemie elektroenergetycznym wyniosła ok. 56 GW, z czego ok. 30% stanowiły źródła odnawialne. W 2021 r. zainstalowano 4,2 GW nowych mocy, z czego 3,7 GW stanowiły źródła fotowoltaiczne.

Polski system energetyczny należy do najbardziej emisyjnych w Europie. Polska i Niemcy odpowiadają za ok. 53% wszystkich emisji z sektora energetycznego w UE. Wśród 10 największych zakładów zanieczyszczających w UE (w sektorze EU-ETS) znalazły się aż trzy polskie elektrownie (na 1, 4 i 10 miejscu). Emisyjność produkcji energii elektrycznej w 2020 r. w Polsce wyniosła ok. 710 kg CO₂/MWh i była jedną z najwyższych w UE. Tak wysoka emisyjność wpływa na obniżenie konkurencyjności przemysłu, m.in. ze względu na rosnącą wagę śladu węglowego w produkcji i wysoką wrażliwość cen energii elektrycznej na ceny uprawnień do emisji CO₂.

Biorąc pod uwagę sytuację geopolityczną, specyfikę polskiego systemu energetycznego i rosnące zapotrzebowanie na energię, Polski Rząd dostrzegł potrzebę aktualizacji polityki energetycznej i w maju 2022 r. opublikował „Założenia do aktualizacji Polityki energetycznej Polski do 2040 r.”, w których deklaruje dążenie do osiągnięcia ok. 50% udziału OZE w produkcji energii elektrycznej. Osiągnięcie tego celu może okazać się dużym wyzwaniem, z uwagi na ograniczenia infrastrukturalne i konieczność przygotowania sieci elektroenergetycznej do przyłączenia nowych źródeł odnawialnych.

Dodatkowym wyzwaniem będzie transformacja systemu energetycznego w kierunku niskoemisyjnym, zwłaszcza w kontekście konieczności zapewnienia sprawiedliwej transformacji regionom węglowym. Czynniki te powodują, że skala wyzwań w Polsce jest znacznie większa niż w pozostałych krajach UE.

Morska energetyka wiatrowa jest technologią, która może zapewnić znaczący wolumen mocy wytwórczych przy dobrych parametrach związanych ze stabilnością produkcji energii.

Raport jest wkładem branży Morskiej Energetyki Wiatrowej w dyskusję o możliwości wsparcia przez tę technologię realizacji strategii energetycznej Polski i Europy.

3 URE, Informacja na temat planów inwestycyjnych w nowe moce wytwórcze w latach 2020-2034

Według stanu na dzień publikacji Raportu w polskich obszarach morskich rozwijane są projekty MFW o łącznej mocy ok. 8,4 GW, w tym:

- projekty tzw. Fazy I rozwoju o łącznej mocy 5,9 GW (dla których przyznano prawo do pokrycia ujemnego salda decyzją URE i dla których daty uruchomienia są wskazywane przez inwestorów na 2025-2027 r.),
- projekty tzw. Fazy II rozwoju o łącznej mocy 2,5 GW (które będą mogły ubiegać się o prawo do pokrycia ujemnego salda w ramach aukcji zaplanowanych wg ustawy na 2025 i 2027 r.).

Trwają także procedury administracyjne, w wyniku których zostaną przyznane pozwolenia lokalizacyjne dla kolejnych 11 obszarów wyznaczonych w PZPPOM i wskazanych w Załączniku II do Ustawy Offshore.

Głównym celem części analitycznej Raportu jest oszacowanie rzeczywistego potencjału MEW na polskich obszarach morskich oraz ocena atrakcyjności poszczególnych lokalizacji. W opinii Autorów szacunki możliwego do osiągnięcia poziomu mocy zainstalowanej i wielkości produkcji energii z morza, wykonane na podstawie szczegółowej analizy dostępnych danych, powinny być punktem wyjścia do modelowania roli MEW w systemie energetycznym i długoterminowego planowania rozwoju tego systemu w Polsce.

Prezentowane w Raporcie dane są również istotne dla maksymalizacji korzyści społecznych i gospodarczych związanych z rozwojem polskiego łańcucha dostaw dla projektów MFW realizowanych w kraju.

W drugiej części Raportu zostały przedstawione czynniki postrzegane przez inwestorów jako bariery sprawnego przygotowania, realizacji i eksploatacji MFW. Zostały także sformułowane rekomendacje odpowiadające na główne wyzwania sektora.

Raport kończy syntetyczne podsumowanie korzyści z rozwoju Morskiej Energetyki Wiatrowej w polskich obszarach morskich w wymiarze gospodarczym i społeczno-ekonomicznym.

2. Trendy, sytuacja geopolityczna i współpraca regionalna

Morska energetyka wiatrowa stała się światowym trendem – poza Chinami i Europą, projekty rozwijane są w Japonii, na Tajwanie, w Wietnamie, w Korei Południowej, czy w USA. Ambitne plany w tym zakresie mają także inne kraje, w tym Indie, Brazylia, Kolumbia, Australia, Nowa Zelandia, Kanada czy Filipiny.

Zgodnie z danymi GWEC, w 2021 r. moc zainstalowana w MFW na świecie sięgnęła 57 GW (dla porównania - w tym samym roku moc zainstalowana wszystkich źródeł wytwórczych w Polsce wyniosła ok. 56 GW). Jednocześnie, w tym samym roku zainstalowano 21,1 GW nowych mocy, z czego zdecydowaną większość w Chinach (17,4 GW).

W 2022 r. w związku z wojną wywołaną przez Rosję w Ukrainie i koniecznością wzmocnienia bezpieczeństwa energetycznego na skutek pogłębiającego się rosyjskiego szantażu energetycznego wiele krajów deklaruje rezygnację z wykorzystania surowców energetycznych pochodzących z Rosji. Rezultatem tej polityki jest zwiększanie celów w zakresie MEW oraz podejmowanie działań w celu przyspieszenia jej rozwoju np. poprzez upraszczanie procesów administracyjnych.

Trend ten jest szczególnie widoczny w Europie, której gospodarka jest silnie uzależniona od dostaw rosyjskich surowców. UE jest największym na świecie importerem surowców energetycznych⁴. Spoza Wspólnoty pochodzi ok. 23% zużywanych przez UE paliw kopalnych stałych⁵, 90% zużywanego gazu ziemnego⁶ i 85% zużywanej ropy naftowej i jej pochodnych⁷. W 2020 r. UE importowała z Rosji ok. 46% stałych paliw kopalnych, 23% ropy naftowej i produktów naftowych oraz 38% gazu ziemnego. 13 z 27 państw członkowskich UE pozyskuje z tego kierunku ponad 50% stałych paliw kopalnych. W obliczu wojny w Ukrainie oraz sankcji gospodarczych nakładanych na Rosję kwestia niezależności od dostaw

szczególnie z tego kraju stała się bardziej pilna niż kiedykolwiek.

W odpowiedzi na te wyzwania i zakłócenia na światowym rynku energii, KE w maju 2022 r. przedstawiła plan REPowerEU, w którym proponuje dodatkowe podwyższenie docelowego udziału OZE w zużyciu energii finalnej brutto do 45% w 2030 r. (jest to cel o 5 punktów procentowych wyższy w porównaniu z pierwotnymi propozycjami zawartymi w „Fit for 55”). Celem REPowerEU jest szybsze przechodzenie na czystą, odnawialną energię i zwiększanie niezależności energetycznej Europy. Źródła odnawialne jako najtańsze i najczystsze źródło energii mają stanowić filar bezpieczeństwa energetycznego Europy oraz przyspieszać transformację energetyczną. Wiodącą rolę w tym procesie może odegrać MEW.

KE szacuje, że potencjał MEW w regionie Morza Bałtyckiego wynosi 93 GW do 2050 r⁸. Biorąc pod uwagę wyniki Raportu, znacząca część tego wolumenu może być zrealizowana w polskiej części Bałtyku. Osiągnięcie tak ambitnych celów w zakresie rozwoju MEW na Morzu Bałtyckim będzie wymagała bliskiej współpracy w zakresie rozdystrybuowania potencjalnych mocy, rozwoju zintegrowanej infrastruktury technicznej, wypracowania dobrych praktyk czy optymalnych rozwiązań w zakresie monitorowania oraz oceny wpływu skumulowanego tych inwestycji na środowisko oraz uproszczenia procedur wydawania decyzji i pozwoleń. Wagę i konieczność takiej współpracy podkreślają państwa członkowskie UE regionu Morza Bałtyckiego, czego wyrazem jest podpisana w Szczecinie 30 września 2020 przez Komisję Europejską i ministrów ds. energii z Polski, Danii, Estonii, Finlandii, Litwy, Łotwy, Niemiec i Szwecji „Deklaracja Bałtycka na rzecz Morskiej Energetyki Wiatrowej” oraz podpisana przez te same kraje 30 sierpnia 2022 r. Deklaracja Marienborska. Nadrzędnym celem sygnatariuszy jest zacieśnienie współpracy międzynarodowej i podjęcie wspólnych działań zmierzających do budowy do 2030 r. MFW o łącznej mocy 19,6 GW, czyli około siedmiokrotnego zwiększenia mocy zainstalowanej w porównaniu z obecnymi 2,8 GW.

4 Kucharska A., Transformacja energetyczna. Wyzwania dla Polski wobec doświadczeń krajów Europy Zachodniej, PWN, Warszawa 2021

5 Eurostat

6 Komunikat Komisji Do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-społecznego i Komitetu Regionów REPowerEU: Wspólne europejskie działania w kierunku bezpiecznej i zrównoważonej energii po przystępnej cenie, Strasburg 8 marca 2022 r. resource.html (europa.eu)

7 Eurostat

8 Study on Baltic offshore wind energy cooperation under BEMIP, BEMIP Renewable Energy Working Group

3. Cel Raportu

Celem Raportu jest oszacowanie realnego potencjału mocy zainstalowanej morskiej energetyki wiatrowej w Polsce poprzez:

- oszacowanie potencjalnej powierzchni zabudowy obszarów, wyznaczonych w załączniku I i II do Ustawy Offshore i w PZPPOM,
- zaproponowanie nowych obszarów, na których możliwy jest rozwój MFW.

Raport przedstawia nowe obszary, na których możliwy jest rozwój morskiej energetyki wiatrowej w sposób równoważący różne sposoby gospodarowania zasobami morza, mając na celu przyszły harmonijny rozwój całej gospodarki.

Dodatkowo Raport szacuje potencjał w zakresie produkcji energii oraz zawiera ranking obszarów pod kątem efektywności kosztowej.

4. Zakres Raportu

W części analitycznej Raportu:

1. Przeanalizowano ograniczenia planistyczno-środowiskowe, warunkujące wykorzystanie akwenów⁹ przeznaczonych w PZPPOM, na lokalizację obiektów do pozyskiwania i gromadzenia energii odnawialnej (Faza I i II).
2. Biorąc pod uwagę istniejące i planowane wykorzystanie POM przez innych użytkowników morza, bazując na istniejącym PZPPOM wskazano dodatkowe obszary, na których potencjalnie istnieje możliwość realizacji MFW (tzw. Faza III rozwoju).
3. Oszacowano potencjał mocy zainstalowanej oraz produkcji energii (w TWh rocznie) poszczególnych obszarów, a wyniki przedstawiono w sposób zagregowany do klastrów.
4. Przeprowadzono ocenę atrakcyjności potencjalnych nowych obszarów pod względem techniczno-ekonomicznym, z uwzględnieniem uwarunkowań środowiskowych, tj. wietrzności, głębokości, nachylenia podłoża, czy warunków geotechnicznych, potencjału wykorzystania technologii fundamentów zagłębionych w dno oraz fundamentów pływających oraz analiz technicznych wskazujących kierunkowo proponowane typy i wielkości fundamentów, technologie przesyłu energii, liczbę morskich stacji transformatorowych, liczbę kabli eksportowych oraz podejście do obsługi i eksploatacji.
5. Wstępnie oszacowano całkowite nakłady inwestycyjne oraz LCOE dla rozważanych obszarów, uwzględniające szacunkowe wartości CAPEX-u i OPEX-u, a także przygotowano porównanie ich atrakcyjności w postaci graficznej (mapy kosztów).

⁹ Odnosząc się do PZPPOM termin „Akwen” oznacza wydzielony obszar planu o danej funkcji podstawowej natomiast „Podakwen” oznacza część akwenu wydzieloną pod daną funkcję dopuszczalną. W pozostałych częściach raportu używane są zamiennie terminy „Obszar” i „Akwen” oznaczając po prostu obszar morski.

5. Metodyka i wyniki plac analitycznych

Szacowanie obszaru zabudowy dla obecnych akwenów przeznaczonych pod rozwój MEW (Faza I i II)

W PZPPOM wydzielono 7 akwenów, na których możliwa jest realizacja funkcji związanej z pozyskiwaniem energii z OZE, w ramach których w Ustawie Offshore wydzielono 21 obszarów dla MFW (8 w załączniku nr 1 do Ustawy Offshore – obszary dla tzw. I Fazy, 13 w załączniku nr 2 do Ustawy Offshore – obszary dla tzw. II Fazy).

Łączna całkowita powierzchnia tych obszarów wynosi 2310,81 tys. km², jednak niecały obszar wytyczony współrzędnymi geograficznymi (wielkość brutto) będzie mógł zostać wykorzystany do posadowienia turbin. Raport zawiera szacunki dotyczące faktycznego obszaru ich zabudowy (wielkość netto). Zostały one przeprowadzone na podstawie wielowymiarowej analizy.

Przy szacowaniu obszarów zabudowy akwenów dedykowanych w PZPPOM pozyskiwaniu energii odnawialnej uwzględniono następujące czynniki:

- postanowienia PZPPOM dotyczące przestrzennych ograniczeń zabudowy (np. zapewnienie odległości od szwedzkiego obszaru Natura 2000),
- ograniczenia wynikające z uwarunkowań środowiskowych (m.in. z postanowień prognozy oddziaływania na środowisko wykonanej dla Planu, decyzji środowiskowych dla przygotowywanych aktualnie projektów Fazy I, w związku z istniejącymi obszarowymi formami ochrony przyrody oraz cennymi siedliskami przyrodniczymi),
- ograniczenia wynikające z innych form użytkowania morza, w tym: transportu, rybołówstwa, obronności, wydobywania kopaliny ze złóż,
- ograniczenia wynikające z przepisów odrębnych.

Najwięcej ograniczeń zidentyfikowano na obszarach położonych przy Ławicy Słupskiej, które posiadały pozwolenia lokalizacyjne wydane przed rozpoczęciem prac nad PZPPOM i w przypadku których największym problemem było położenie na trasach migracji awifauny oraz bliskość cennych siedlisk przyrodniczych.

Wyniki analiz dla obszarów Fazy I i II zostały przedstawione w podziale na trzy rejony geograficzne o potencjalnej powierzchni zabudowy wynoszącej odpowiednio:

- Obszar Zachodni (okolice Zatoki Pomorskiej): **401,88 km²,**
- Obszar Centralny (okolice Ławicy Słupskiej): **936,54 km²,**
- Obszar Północny (okolice Południowej Ławicy Środkowej): **469,84 km².**

Łącznie szacowana powierzchnia potencjalnych obszarów zabudowy wskazanych w PZPPOM wynosi 1808,26 km², czyli 78% całkowitej powierzchni.

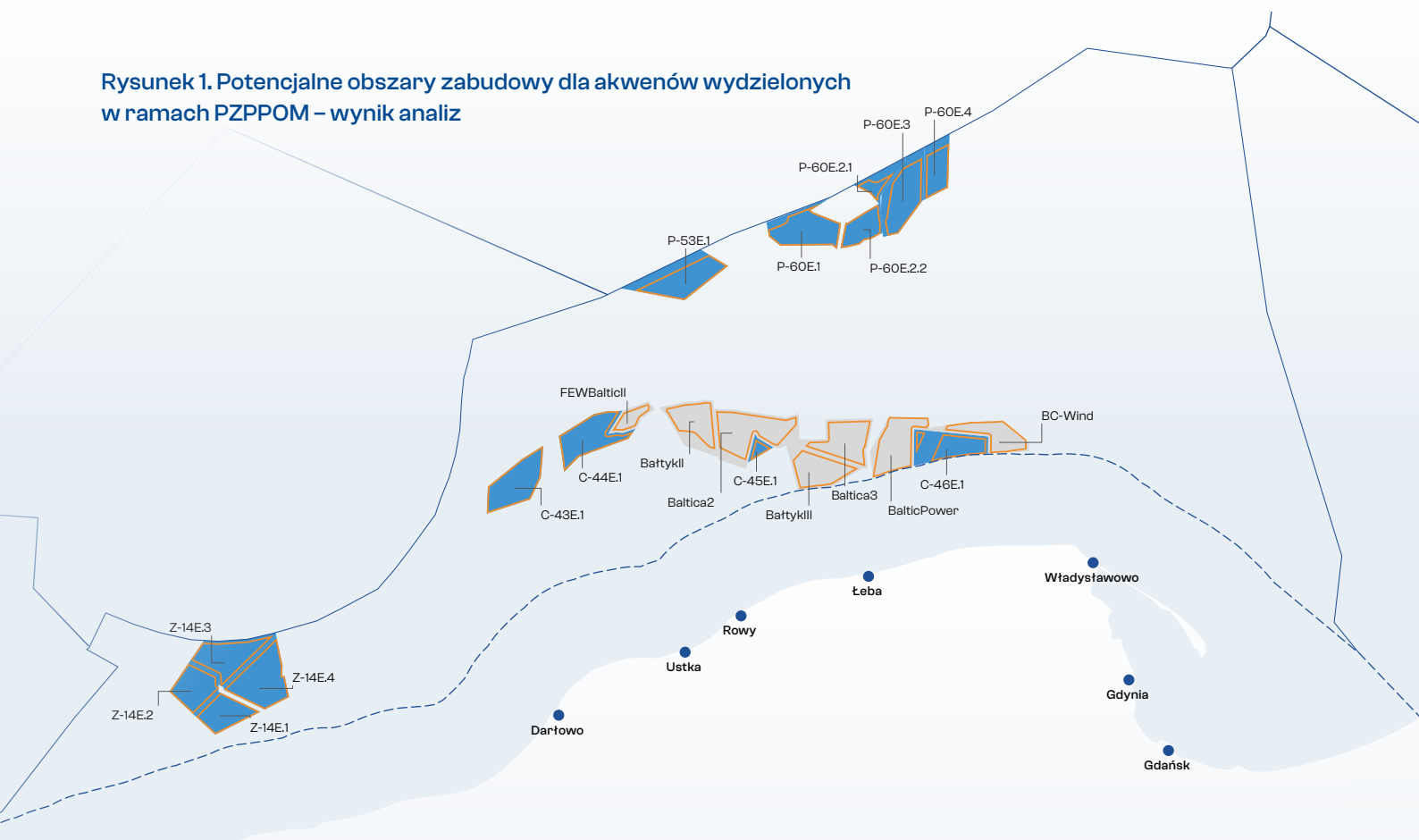
W wyniku analiz określono prawdopodobny obszar zabudowy każdego z akwenów oraz oszacowano realny potencjał każdego z nich. Dla już wyznaczonych obszarów Fazy I i II zidentyfikowano niewiele ograniczeń, ponieważ zostały one wyznaczone po trwających kilka lat analizach planistycznych, przeprowadzonych w oparciu o najlepsze dostępne ówczesnie dane i rozbudowane analizy sektorowe. Na etapie przygotowywania PZPPOM uwzględniono również analizy konfliktów pomiędzy interesariuszami, a dokument poddano konsultacjom społecznym i uzgodniono z licznymi organami administracji.

Wyznaczone w PZPPOM akweny cechuje najniższe zidentyfikowane ryzyko występowania konfliktów przestrzennych.

Wizualizacja wyników analiz prawdopodobnych obszarów zabudowy została przedstawiona niżej (Rysunek 1).

Należy jednak zwrócić uwagę, że ostateczna wielkość obszaru zabudowy będzie wynikała w znacznej mierze z postanowień decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach dla poszczególnych przedsięwzięć. Dodatkowe i aktualnie trudne do skwantyfikowania ryzyko dalszych ograniczeń wynika również z niepełnej dostępności danych o przeznaczeniu bądź wykorzystaniu obszarów morskich na cele związane z obronnością.

Rysunek 1. Potencjalne obszary zabudowy dla akwenów wydzielonych w ramach PZPPOM – wynik analiz



Legenda

- potencjalny obszar zabudowy (dla obszaru ujętego w Załączniku nr 1 lub 2 Ustawy Offshore, PZPPOM)
- obszar ujęty w Załączniku nr 1 Ustawy Offshore (Faza I)
- obszar ujęty w Załączniku nr 2 Ustawy Offshore (Faza II)

Analiza planistyczno-środowiskowa – metodyka wyznaczania potencjalnych nowych akwenów dedykowanych MEW

W celu oszacowania całkowitego potencjału MEW w Polsce przeprowadzono przestrzenne analizy aktualnych sposobów użytkowania i uwarunkowań środowiskowych, obejmujące całość POM. W efekcie zidentyfikowano i **zaproponowano nowe obszary, które mogłyby zostać przeznaczone pod rozwój OZE, z podziałem na obszary zlokalizowane w granicach morza terytorialnego (obecnie wyłączone z możliwości rozwoju MEW na podstawie przepisów UOM) oraz obszary zlokalizowane w wyłącznej strefie ekonomicznej.**

Podstawą analizy były postanowienia PZPPOM, ogólnodostępne dane środowiskowe oraz materiały dotyczące obecnego i planowanego wykorzystania przestrzeni morskiej¹⁰.

Przyjęta metodyka wyznaczania nowych obszarów w ramach PZPPOM uwzględniała m.in.:

- wyłączenie obszarów o najwyższej cenie przyrodniczej i środowiskowej, obszaru Rynny Słupskiej, stanowiącej obszar o znaczeniu dla całego Morza Bałtyckiego oraz obszarów objętych ochroną w ramach sieci Natura 2000,
- wyłączenie akwenów wyznaczonych w PZPPOM jako priorytetowe dla transportu wraz z zalecanym 2 Mm buforem bezpieczeństwa, poligonów Marynarki Wojennej RP mających status stref zamykanych na stałe lub czasowo i wyłączenie obszarów górniczych,
- zastosowanie buforu 13 km od linii brzegowej w celu zmniejszenia wpływu MFW na nadmorski krajobraz.

¹⁰ Analizy przestrzenne nie obejmowały parametrów fizycznych czy oceanograficznych, takich jak wietrzność, głębokość, prądy czy falowanie, gdyż parametry te były już analizowane m.in. podczas procesu sporządzania PZPPOM



W ramach prac nad Raportem zidentyfikowano 20 nowych obszarów (w tym 18 w wyłączonej strefie ekonomicznej i 2 na morzu terytorialnym), które mają potencjał do wykorzystania pod rozwój MEW (Rysunek 2). Wyniki prac zagregowano do poziomu wydzielonych obszarów geograficznych oraz określono powierzchnię zabudowy rekomendowanych nowych obszarów:

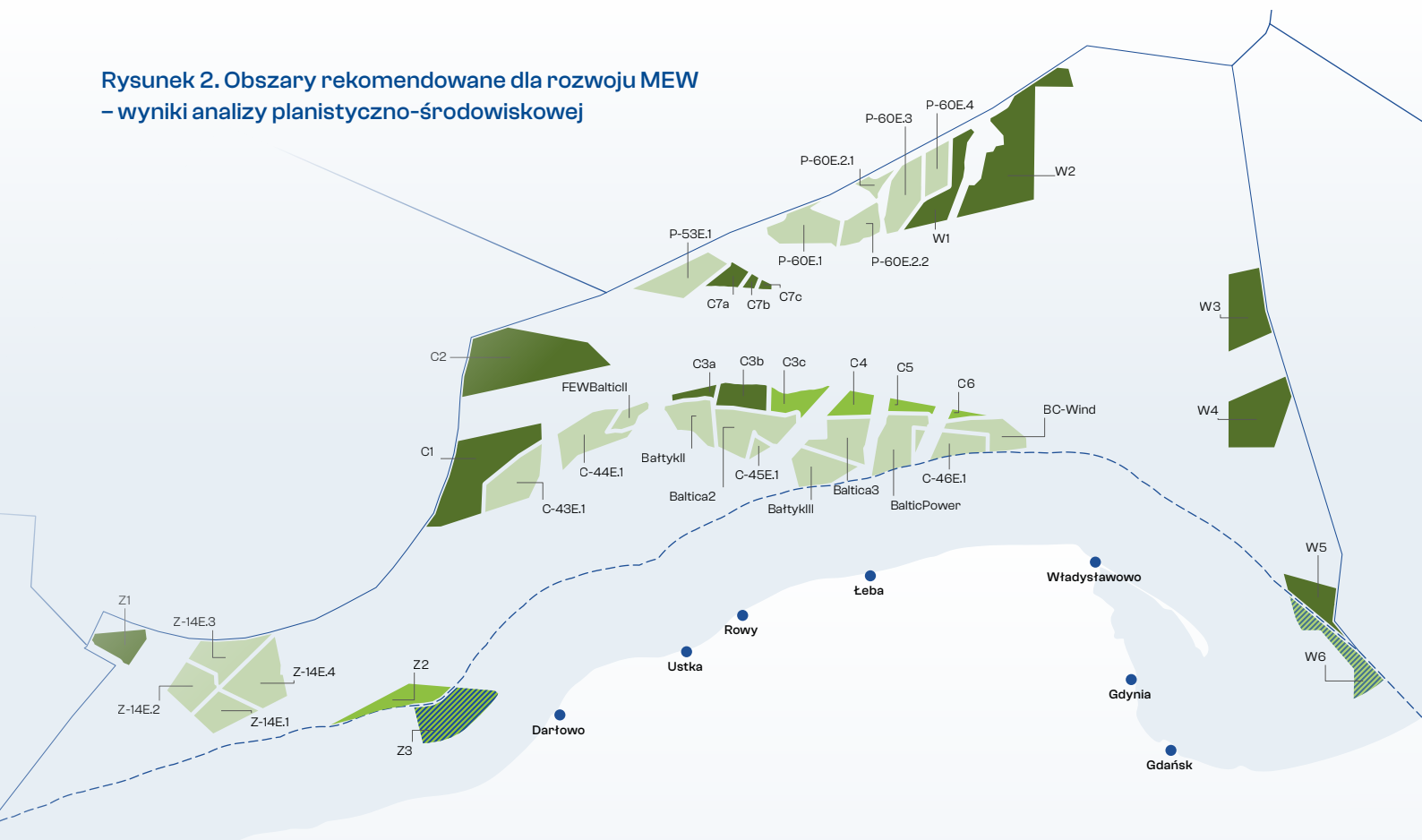
Obszar Zachodni: **305,2 km²**, Obszar Centralny: **900,9 km²**, Obszar Wschodni: **965,4 km²**.

Łączny obszar zabudowy pod MFW nowych lokalizacji wskazanych w Raporcie wynosi **2171,5 km²**.

Należy podkreślić, że zidentyfikowane nowe potencjalne obszary są rezultatem wyboru eksperckiego, który bazował na opisanych powyżej założeniach oraz na ogólnodostępnych danych i literaturze.

Przygotowanie Raportu nie obejmowało również konsultacji z interesariuszami ani konsultacji lub uzgodnień z organami publicznymi.

Rysunek 2. Obszary rekomendowane dla rozwoju MEW – wyniki analizy planistyczno-środowiskowej



Legenda

- potencjalny obszar zabudowy (dla obszaru ujętego w Załączniku nr 1 lub 2 Ustawy Offshore, PZPPOM)
- nowy potencjalny obszar lokalizacji MFW (wyłączna strefa ekonomiczna)
- nowy potencjalny obszar lokalizacji MFW (morze terytorialne)
- nowy potencjalny obszar lokalizacji MFW uwzględniający działalność wojskową (poligony MW)

Charakterystyka nowych obszarów Fazy III

Obszar Zachodni

W zachodniej części POM zidentyfikowano 3 potencjalne obszary, w tym jeden na morzu terytorialnym:

1. Zaletą tych obszarów jest korzystne położenie na stosunkowo małych głębokościach (do 60 m), w stosunkowo niedużej odległości od brzegu, zwłaszcza obszary Z2 i Z3.
2. Obszar Z1 zlokalizowany jest w niewielkiej odległości od granicy wyłącznej strefy ekonomicznej Niemiec i Danii, w odległości ok. 2 km od położonego po stronie niemieckiej obszaru Natura 2000.
3. Dodatkowo należy wskazać, iż duński plan zagospodarowania przewiduje objęcie części akwenu w pobliżu granicy formą ochrony przyrody, jednak na tym etapie nie jest jeszcze znana jego dokładna lokalizacja ani ograniczenia, które będą w nim obowiązywały, dlatego nie został on uwzględniony w analizach przestrzennych.
4. Obszary Z1 i Z3 położone są na obrzeżach łowiska kołobrzESCO-bornholmskiego, które zostało zidentyfikowane na etapie prac nad PZPPOM jako jedno z łowisk o wysokich wynikach ekonomicznych, zatem ma znaczenie dla rybołówstwa. Ponadto akwenty te są wykorzystywane na potrzeby rybołówstwa przybrzeżnego, stąd wykorzystanie tych obszarów będzie wymagało konsultacji z sektorem rybołówstwa w zakresie zasad ich współużytkowania.

5. Obszar Z3 jest jednym z dwóch obszarów zaproponowanych w granicach morza terytorialnego. Oprócz postanowień UOM (zakazujących wznoszenia MFW na morzu terytorialnym) należy wskazać potencjalne dodatkowe utrudnienia w ich wykorzystaniu dla MFW, do których należą: mała odległość od brzegu (13 km), co może powodować zaburzenie krajobrazu, bezpośrednie sąsiedztwo poligonu Marynarki Wojennej RP oraz obszaru Natura 2000 Zatoka Pomorska¹¹.

Obszar Centralny

W centralnej części polskich obszarów morskich zidentyfikowano 11 nowych akwenów, zróżnicowanych powierzchniowo.

1. Pięć mniejszych obszarów (C3a i C3b oraz C7a-c) powstało w wyniku przecięcia większych akwenów wydanymi decyzjami na układanie infrastruktury przyłączeniowej inwestycji zlokalizowanych przy Ławicy Środkowej.
2. Wyznaczając obszary C4, C5 i C6 (również cechujące się niewielką powierzchnią) uwzględniono:
 - warunki zawarte w decyzjach o środowiskowych uwarunkowaniach wydanych dla projektów Fazy I, tj. utrzymano zarówno kierunek przebiegu, jak i szerokość korytarzy migracyjnych dla awifauny,
 - znaczenie Rynny Słupskiej, jako istotnego łowiska i obszaru cennego przyrodniczo,
 - lokalizację akwenów przeznaczonych w PZPPOM na cele transportowe wraz z zalecanym buforem,
 - lokalizację akwenów przeznaczonych w PZPPOM na cele obronności (poligonu Marynarki Wojennej RP).

¹¹ Przy wyznaczaniu tego obszaru nie zastosowano buforu 2 km od obszaru Natura 2000, zakładając, iż w tym przypadku wytyczną jest utrzymanie stałej odległości od linii brzegowej.

3. W przypadku czterech obszarów (C3c, C4, C5 oraz C6) świadomie odstąpiono od zasady unikania poligonów (obszary te są częściowo lub w pełni położone w granicach poligonów Marynarki Wojennej P-18 i P-19 - na ich południowych obrzeżach), ponieważ są one atrakcyjne jako obszary rozwoju MEW z uwagi na kwestie techniczne i ekonomikę. Autorzy Raportu przyjęli wstępne założenie, że możliwe jest wypracowanie zasad współużytkowania lub modyfikacji akwenów przeznaczonych na cele wojskowe tak, by wykorzystać ich potencjał energetyczny. Bliskość obszarów Fazy I i II jest z jednej strony zaletą (np. synergia wykorzystania korytarzy infrastruktury przesyłowej), z drugiej zaś strony może być źródłem ograniczeń - zwłaszcza wynikających z potencjalnej kumulacji negatywnych oddziaływań na środowisko, a także wpływu na innych użytkowników. Kwestie te powinny być poddane dalszej szczegółowej analizie.
4. W części centralnej wyznaczono również dwa obszary o dużych powierzchniach (C1 i C2) położone przy granicy z duńską wyłączną strefą ekonomiczną, które w zasadzie są wolne od znaczących konfliktów. Są to jednak obszary głębokowodne, co może wpłynąć na efektywność ekonomiczną inwestycji. Z drugiej strony lokalizacja MFW na tych obszarach może mieć mniejszy wpływ na środowisko przyrodnicze. Należy zasignalizować jednak, że oba obszary są w pewnym stopniu wykorzystywane do ćwiczeń wojskowych NATO, zatem w tym przypadku również konieczne są pogłębione analizy.

Obszar Wschodni

We wschodniej i północnej części polskich obszarów morskich zaproponowano 6 potencjalnych akwenów, które cechują relatywnie większe powierzchnie i głębokości. Są to obszary położone na stoku Ławicy Środkowej lub w Basenie Gdańskim. Obszary w Basenie Gdańskim znajdują się bezpośrednio przy granicy z rosyjskimi obszarami morskimi. W obecnej sytuacji geopolitycznej może stanowić to ryzyko i wpływać wykluczająco na taką lokalizację inwestycji energetycznych, jednakże – zakładając strategiczny i przyszłościowy charakter raportu, nie przypisano temu parametrowi wartości krytycznej. Akweny te są położone poza poligonami, w obszarze, który ma potencjalnie małe znaczenie dla migracji awifauny, w stosunkowo niedużej odległości od brzegu czy potencjalnych portów instalacyjnych i serwisowych na Zatoce Gdańskiej. Lokalizacje znajdują się na obrzeżach łowiska Basenu Gdańskiego, które zostało zidentyfikowane na etapie prac nad PZPPOM jako jedno z łowisk o wysokich wynikach ekonomicznych, ważne dla gospodarki. Autorzy Raportu przyjęli wstępne założenie, że jest możliwe wypracowanie zasad współużytkowania tych obszarów z sektorem rybołówstwa.

Ocena potencjału mocy zainstalowanej i produkcji energii elektrycznej obszarów Fazy I, II i III

Metodyka oceny potencjału

Celem Raportu nie jest ocena indywidualnych lokalizacji dla MFW, a oszacowanie potencjału tej technologii w polskich obszarach morskich. Dla każdego z obszarów przeznaczonych w PZPPOM na pozyskiwanie energii odnawialnej wykonano referencyjny projekt MFW i oszacowano jego średnią roczną produktywność. Wyniki prac zagregowano do poziomu klastrów (grup farm). Wyniki dla obszarów z PZPPOM zostały przedstawione tak, by nie było możliwe wyciągnięcie na ich podstawie dokładnych (ilościowych) wniosków dotyczących pojedynczych obszarów, a jedynie konkluzje zbiorcze dla poszczególnych grup farm. Przyjęto uogólnione założenia wynikające z wiedzy i doświadczenia Autorów, które mogą się różnić od założeń technicznych, jakie zostały lub zostaną przyjęte przy realizacji poszczególnych inwestycji.

Szacowanie zasobów wiatrowych

Kluczowym aspektem w prognozowaniu produktywności MFW i w procesie ich projektowania jest oszacowanie zasobów wiatrowych. W Raporcie, z uwagi na brak możliwości wykonania precyzyjnych pomiarów wietrzności w każdej z lokalizacji, ograniczono się do wysokiej jakości numerycznych danych pogodowych z The New European Wind Atlas (NEWA) pełniących funkcję „wirtualnych punktów pomiarowych” w lokalizacji przyszłych farm.

W ramach analizy porównano wyniki NEWA z jedynymi wysokiej jakości, publicznie dostępnymi wynikami pomiarów wiatru w sąsiedztwie polskich obszarów morskich – masztem pomiarowym FINO2 znajdującym

się w niemieckiej strefie Morza Bałtyckiego. Efektem tego porównania (walidacji) była poprawka urealnijająca wyniki modelu NEWA w strefie południowego Bałtyku. Na potrzeby Raportu skorzystano z mapy średnich wieloletnich prędkości wiatru na wys. 150 m n.p.m. (warstwa: mesoscale climate mean) oraz z serii pomiarowych o rozdzielczości 30 min. w wybranych punktach znajdujących się w pobliżu klastrów¹².

Referencyjny model turbiny

Na potrzeby Raportu przyjęto tzw. model referencyjny morskiej turbiny wiatrowej o mocy 15 MW, opracowany w 2020 r. przez naukowców z NREL i DTU na zlecenie IEA. Turbina ta została użyta jako bazowy model dla wszystkich obszarów Fazy I i II, czyli obszarów wyznaczonych w PZPPOM. Zastosowanie modelu referencyjnego turbiny pozwala na uzyskanie miarodajnych wyników, które – z uwagi na duże podobieństwo do komercyjnie dostępnych modeli – są reprezentatywne dla branży, bez faworyzowania któregośkolwiek z producentów.

Na potrzeby szacowania produktywności nowych obszarów, zidentyfikowanych w Raporcie, przygotowano przybliżone charakterystyki większych turbin na podstawie ekstrapolacji charakterystyki turbiny NREL 15 MW do mocy znamionowej 20 MW, z zachowaniem jej podstawowych parametrów takich jak: doskonałość aerodynamiczna, trójłopatowy wirnik o poziomej osi obrotu, itd.

¹² Dla każdego z tych punktów pobrano sygnał prędkości i kierunku wiatru, temperatury, gęstości powietrza i parametru charakteryzującego stabilność atmosferycznej warstwy przyściennej. Walidację modelu NEWA względem pomiarów na maszcie FINO-2 polegała na porównaniu ze sobą, przy zastosowaniu metody kierunkowej korelacji liniowej, współbieżnych serii prędkości i kierunku wiatru: modelowej na poziomie 100 m n.p.m. (NEWA) i pomiarowej z najwyższego poziomu pomiarowego na maszcie FINO2 (101 m n.p.m.). Aby uczynić tę walidację miarodajną, ujednolicono okresy próbkowania obydwu serii (30 min.), a także wyodrębniono zakres danych FINO2 odpowiadający pomiarom sprzed budowy w okolicy masztu morskich farm wiatrowych. Dzięki temu w pomiarach brak jest zaburzeń związanych ze śladami aerodynamicznymi turbin.

Metoda szacowania potencjału mocy zainstalowanej i produktywności

Jako krok niezbędny do wyznaczenia potencjału każdego z analizowanych obszarów przygotowano referencyjne rozmieszczenia turbin, korzystając z pakietów oprogramowania QGIS oraz DNV WindFarmer: Analyst.

Punktem wyjścia do dalszej analizy był obszar zabudowy danego akwenu wyznaczony w toku analizy planistyczno-środowiskowej oraz charakterystyka przyjętej do analizy turbiny. Następnie, zastosowano referencyjne rozmieszczenie turbin, spełniające ograniczenia planistyczne, techniczne i środowiskowe. Na potrzeby Raportu przyjęto założenie regularnej topologii rozmieszczenia turbin dla wszystkich obszarów (ang. gridded layout). Dobierając parametry siatki turbin¹³ dla każdego obszaru z osobna, wzięto pod uwagę dominujący kierunek wiatru w danej lokalizacji oraz kształt obszaru zabudowy. Dla każdego z obszarów dopasowano geometrię rozmieszczenia turbin tak, by ich liczba była możliwie duża z jednoczesnym uwzględnieniem innych ograniczeń, takich jak poziomy turbulencji czy względnie atrakcyjny poziom wykorzystania mocy (gwarantujący dobrą ekonomikę inwestycji).

W odniesieniu do gęstości rozmieszczenia turbin (będącej pochodną dystansów między turbinami) dla wszystkich obszarów Fazy II przyjęto minimalne dystanse między turbinami wynoszące $8 \times 5D$, czyli odpowiednio:

- ok. $7,5 \text{ MW/km}^2$ dla całkowitej powierzchni obszaru wyznaczonego w PZPPOM
- ok. $8,4 \text{ MW/km}^2$ dla oszacowanego obszaru zabudowy¹⁴.

Podobne założenia dot. gęstości przyjęto dla większości nowych obszarów, wyłączając te o niedużej powierzchni lub szczególnym kształcie lub zorientowaniu względem dominującego kierunku wiatru.

Dla Fazy I zdecydowano się przyjąć różne założenia w zależności od obszaru (wartości mieszczą się w przedziale $5-12 \times 5D$), w taki sposób, by wynikowa moc zainstalowana pokrywała się z dostępnymi publicznymi deklaracjami poszczególnych inwestorów (zawartymi w umowach przyłączeniowych, decyzjach środowiskowych itp.).

Metoda szacowania produktywności

Dla referencyjnych farm wiatrowych zaprojektowanych na każdym obszarze indywidualnie, wyznaczono spodziewany średni, wieloletni poziom produktywności, uwzględniając w analizie szereg czynników, z których najistotniejszym są straty aerodynamiczne (ang: wake losses). Obliczenia prowadzono w dwóch wariantach:

1. tylko obecne obszary przeznaczone w PZPPOM pod rozwój MEW Fazy I oraz Fazy II oraz
2. wszystkie obecne, jak i proponowane nowe obszary.

Punktem wyjścia do analizy produktywności referencyjnych farm były wieloletnie statystyki wiatrowe, charakterystyki turbin i ich rozmieszczenie na każdym obszarze¹⁵.

Obliczenia przeprowadzono w stopniu możliwie jak najbardziej szczegółowym, zgodnie z dobrymi praktykami w branży, indywidualnie dla każdej z lokalizacji. W celu uproszczenia prezentowanych szacunków oraz w związku z obecnie trwającymi procedurami przyznawania pozwoleń lokalizacyjnych, zdecydowano się nie przedstawiać cząstkowych wyników dla poszczególnych projektów Fazy I

¹³ Kąt między osiami siatki, dystanse między turbinami, początek siatki.

¹⁴ Założenie przyjęto po przeprowadzeniu studium wrażliwości parametrów, takich jak: intensywność turbulencji i współczynnik wykorzystania mocy na gęstość rozmieszczenia, w ramach którego zaprojektowano 7 wariantów rozmieszczenia turbin na każdym z czterech podobszarów farm przewidzianych w Zatoce Pomorskiej.

¹⁵ Dla lądowych farm wiatrowych w Polsce wartość ta zawiera się w przedziale między ok. 25% (farmy starszego typu) a ok. 35% (farmy nowsze).

oraz Fazy II, a jedynie produktywność netto farm zagregowaną do poszczególnych obszarów stanowiących grupy kilku MFW. Natomiast dla nowo zidentyfikowanych obszarów Fazy III zostały również zaprezentowane wartości dla każdej MFW z osobna.

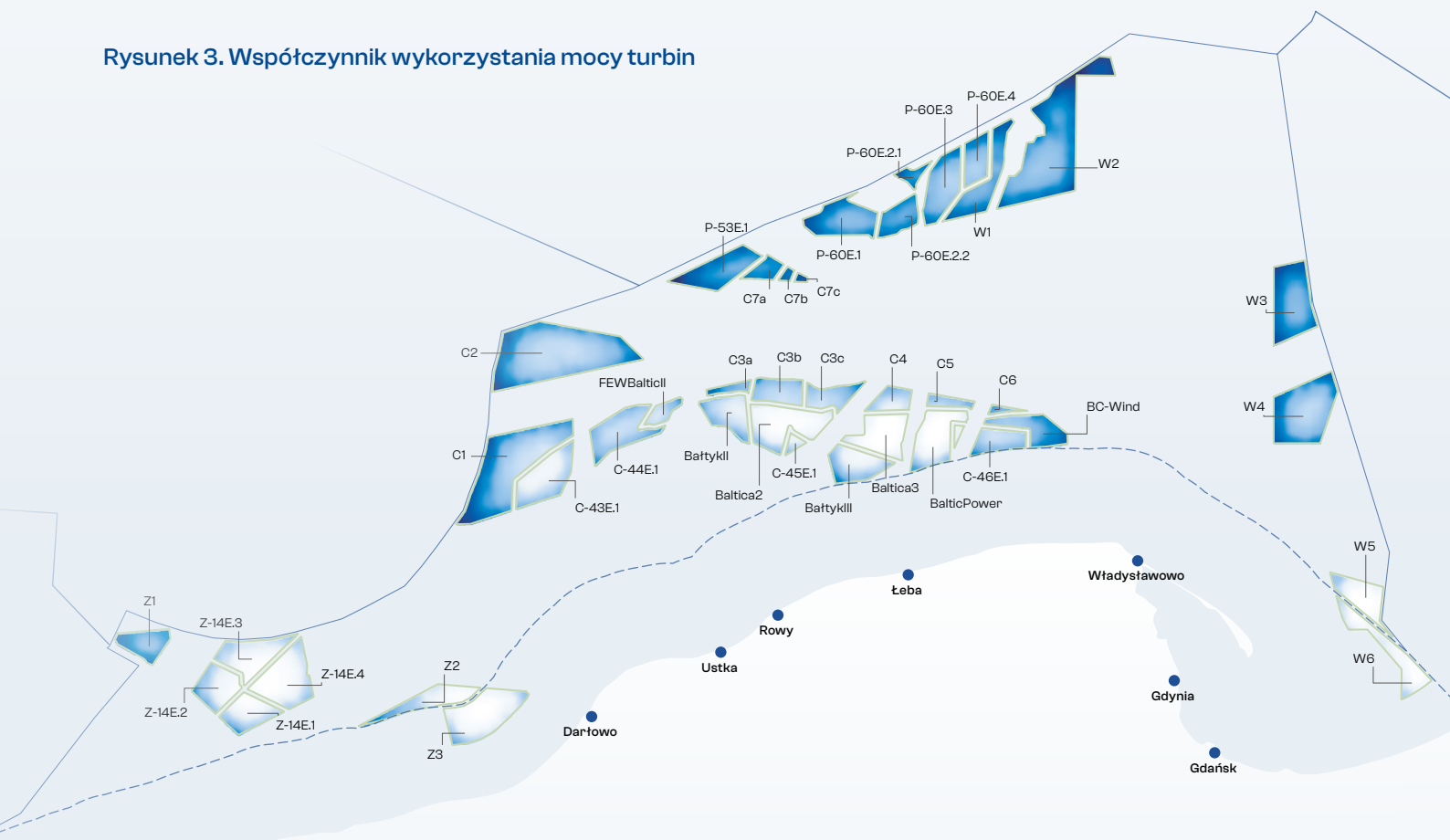
Współczynnik wykorzystania mocy

Popularną w energetyce miarą produktywności jest współczynnik wykorzystania mocy. Oblicza się go, odnosząc produktywność roczną uzyskaną przez daną instalację do sytuacji idealnej, w której dane źródło pracowałoby cały czas z mocą znamionową. Turbiny nawietrzne (znajdujące się bliżej zewnętrznych granic obszarów, od strony dominującego –

zachodniego – kierunku wiatru) charakteryzuje lepsza produktywność. Widać także efekt zacienienia (ang. wake loss) przez farmy sąsiadujące oraz wpływ zmieniającej się wietrzności, różnych gęstości rozmieszczenia i typów turbin.

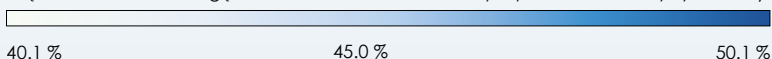
Współczynnik wykorzystania mocy dla obecnych obszarów przeznaczonych w PZPPOM pod rozwój MFW waha się pomiędzy 42,7% a 47,4%, natomiast dla nowych obszarów wynosi między 42,5% a 48,9%, w zależności od kształtu i otoczenia obszaru, wietrzności itd. (Rysunek 3). Korzystniejsze warunki wiatrowe w północnej części WSE umożliwiają bardzo dobre wykorzystanie mocy planowanych tam MFW.

Rysunek 3. Współczynnik wykorzystania mocy turbin



Legenda

średni wieloletni współczynnik wykorzystania mocy turbin [%] (wypadkowa: zasobów wiatrowych, kształtu i sąsiedztwa obszarów, gęstości rozmieszczenia na danym polu, i charakterystyki turbin)



40.1 %

45.0 %

50.1 %

Wyniki analizy – potencjał mocy zainstalowanej i produktywności obszarów Fazy I i II

W wyniku analizy oszacowano, że potencjał mocy zainstalowanej obszarów Fazy I i II, znajdujących się w załączniku nr 1 i 2 do Ustawy Offshore i ujętych w PZPPOM, wynosi 15,3 GW (Tabela 2), przy czym produktywność MFW (Tabela 2, Rysunek 4) jest różna dla poszczególnych obszarów¹⁶.

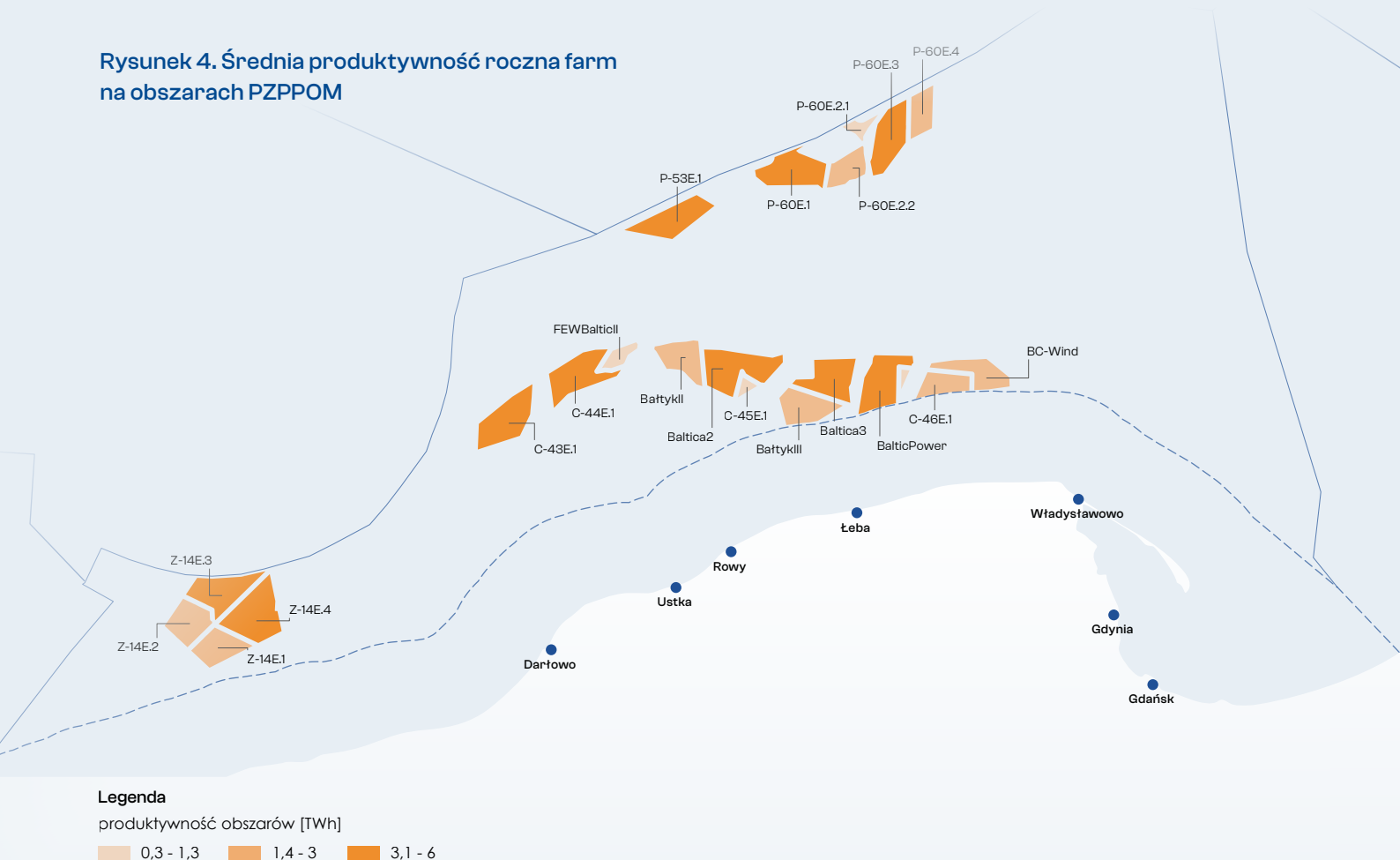
Wszystkie wyznaczone w PZPPOM obszary, o ile zostaną zagospodarowane w sposób zbliżony do zaproponowanego w Raporcie, mają szansę zaspokoić zapotrzebowanie na energię elektryczną na poziomie ok. 60,6 TWh/rok. Stanowi to ok. 1/3 zapotrzebowania z 2021 r., które wyniosło 180,3 TWh. Na tej podstawie można stwierdzić, iż **morska energetyka wiatrowa ma szansę stać się jednym z filarów transformacji energetycznej Polski.**

Faza rynku	Grupa MFW	Potencjał mocy zainstalowanej [GW]	Średnia produktywność roczna [TWh/rok]	Łączna powierzchnia zabudowy [km ²]
Faza I	FEW Baltic II, Bałtyk II, Baltica2, Bałtyk III, Baltica3, Baltic Power, BC-Wind	5,9	22,7	310,1
Faza II	Obszar Centralny (C) – Ławica Słupska: C-43.E.1, C-44.E.1, C-45.E.1, C-46.E.1	2,5	10,2	626,5
	Obszar Północny (P) – Południowa Ławica Środkowa: P-53.E.1, P-60.E.1, P-60.E.2, P-60.E.3, P-60.E.4	3,7	15,4	469,8
	Obszar Zachodni (Z) – Zatoka Pomorska: Z-14.E.1, Z-14.E.2, Z-14.E.3, Z-14.E.4	3,2	12,4	401,9
Suma		15,3	60,6	1808,3

Tabela 2. Potencjał mocy zainstalowanej poszczególnych grup farm (Źródło: opracowanie własne)

¹⁶ Na wynikową produktywność wptywa szereg czynników, w tym: zasoby wiatrowe, technologia turbin, kształt i powierzchnia obszaru zabudowy oraz jego zorientowanie względem dominujących kierunków wiatru, sąsiedztwo innych farm oraz gęstość rozmieszczenia turbin na danym obszarze.

Rysunek 4. Średnia produktywność roczna farm na obszarach PZPPOM



Wyniki analizy – potencjał mocy zainstalowanej i produktywność obszarów Fazy III

Potencjał mocy zainstalowanej obszarów III Fazy, czyli nowych zidentyfikowanych w Raplocie obszarów, nieujętych w PZPPOM, oszacowano na **17,7 GW**. (Tabela 3).

Obszar	Potencjał mocy zainstalowanej [GW]	Średnia produktywność roczna [TWh]	Powierzchnia [km ²]
C1	2,1	8,6	276,1
C2	2,7	10,9	360,2
C3a	0,2	0,7	19,5
C3b	0,5	2,0	65,6
C3c	0,5	1,8	56,8
C4	0,4	1,7	45,3
C5	0,3	1,0	25,1
C6	0,1	0,6	9,2
C7a	0,4	1,5	31,1
C7b	0,1	0,4	7,2
C7c	0,1	0,3	4,8
W1	0,8	3,2	101,3
W2	2,6	10,6	343,1
W3	1,2	5,0	153,6
W4	1,5	6,0	190,4
W5	0,7	2,5	78,0
W6	1,0	3,8	99,0
Z1	0,6	2,6	67,1
Z2	0,7	2,8	82,4
Z3	1,2	4,7	155,7
Suma	17,7	70,7	2171,5

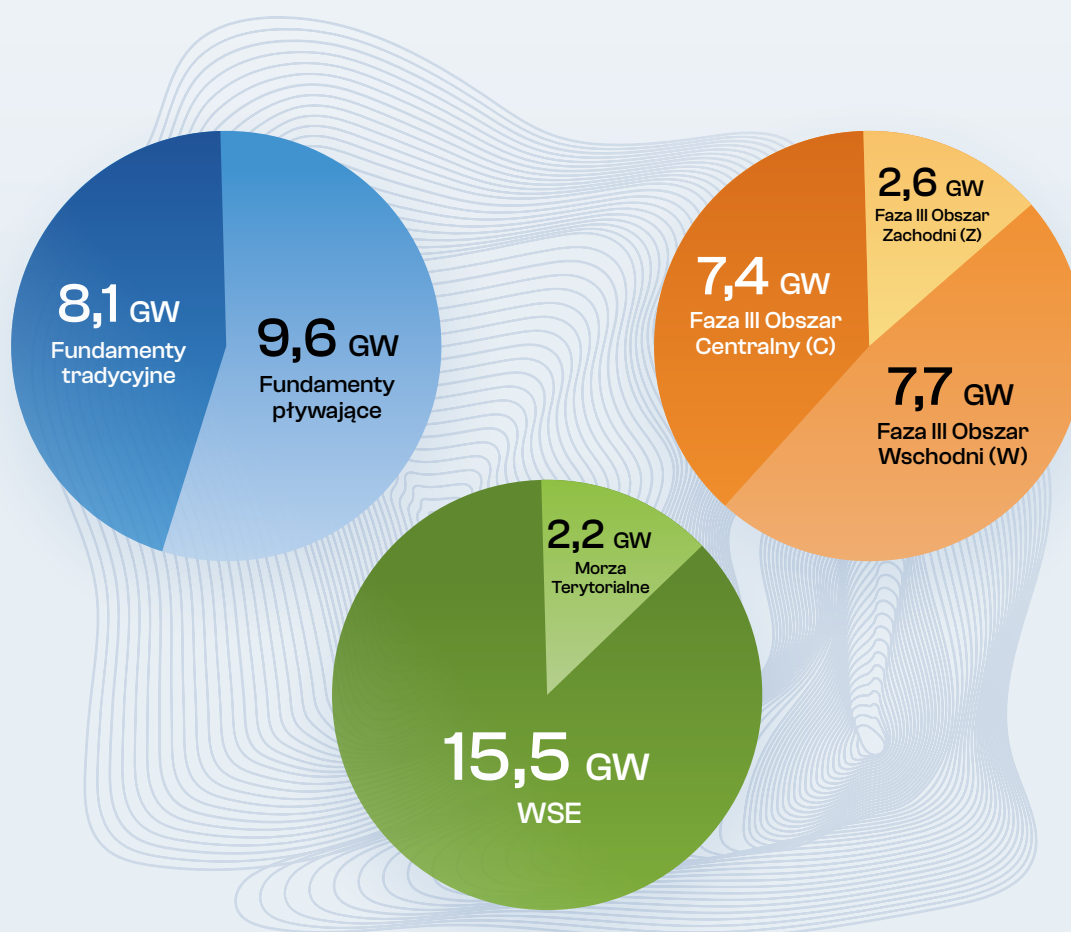
Tabela 3. Potencjał mocy zainstalowanej, średnia produktywność i powierzchnia obszarów III Fazy (Źródło: opracowanie własne)

Moc nowych obszarów

Potencjał nowych obszarów zidentyfikowanych w Raporcie jest większy niż łączny potencjał obszarów Fazy I oraz Fazy II i wynosi 17,7 GW. Akwenuy w Obszarze Wschodnim dysponują potencjalną mocą 7,7 GW. Moc możliwa do uzyskania z akwenów w Obszarze Centralnym jest szacowana na 7,4 GW. Potencjał projektów w Obszarze Zachodnim jest oceniany na 2,6 GW (Rysunek 5).

Dwa spośród nowych obszarów o łącznej mocy 2,2 GW znajdują się na obszarze morza terytorialnego, natomiast pozostałe 15,5 GW – na obszarze wyłącznej strefy ekonomicznej. Z uwagi na głębokość akwenu, dla 6 lokalizacji¹⁷ założono wykorzystanie fundamentów pływających, dla pozostałych 13 lokalizacji – fundamentów tradycyjnych¹⁸.

Rysunek 5. Potencjał mocy zainstalowanej zaproponowanych nowych obszarów



¹⁷ W2, W3, W4, W5, W6, C2

¹⁸ Monopale: Z1, Z2, Z3, C3a+C3b, C3c, C4, C5 i C6, kratownicowe: W1, C7a+C7b+C7c, C1.

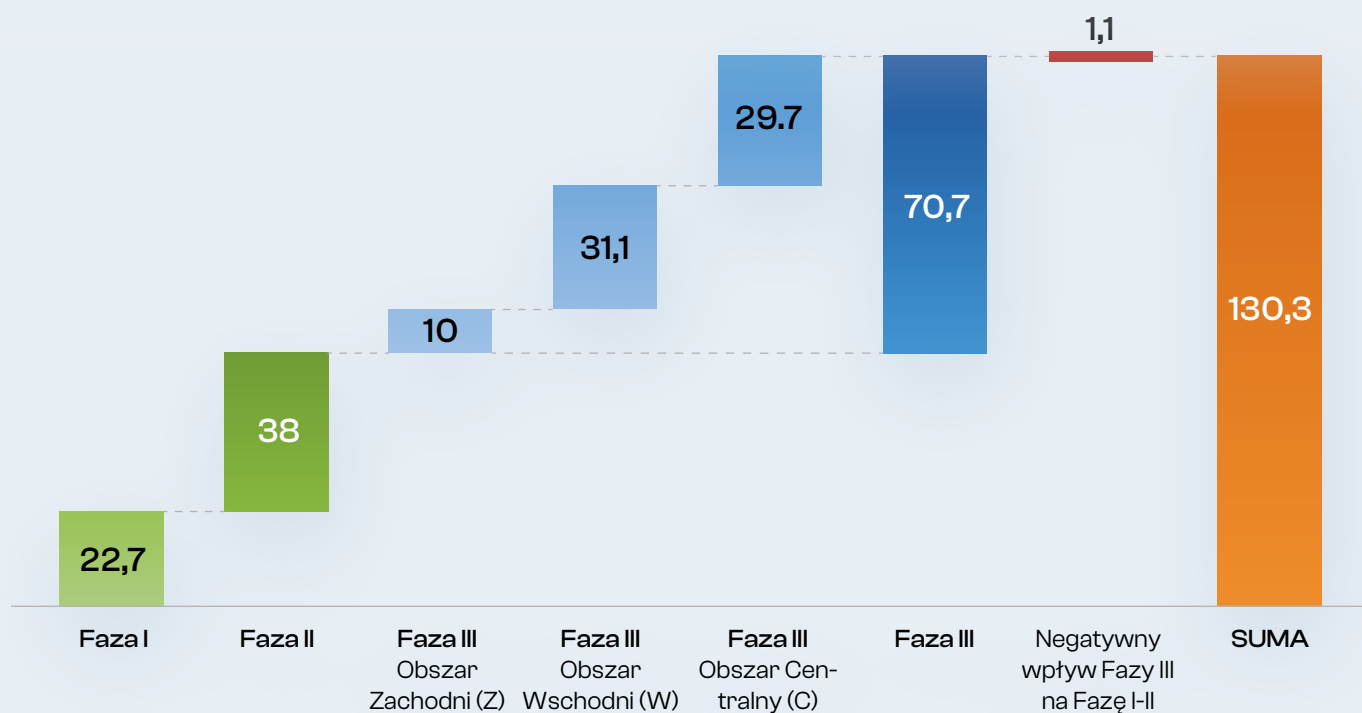
Produktywność nowych obszarów

Produktywność obszarów proponowanych pod przyszły rozwój MEW szacowana jest na 70,7 TWh/rok. Szacowana łącznie produktywność wszystkich obszarów wynosi 130,3 TWh/rok, co stanowi ok. 70% krajowego rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną wg zużycia w 2021 r. (Rysunek 6).

Sumaryczny szacunkowy potencjał morskiej energetyki wiatrowej w Polsce, z uwzględnieniem obszarów Fazy I i II, jak i nowych zidentyfikowanych obszarów (Faza III), **wynosi 33 GW**.

Łączna średnia produktywność jest szacowana na **130,3 TWh**

Rysunek 6. Łączna produktywność projektów Fazy I – III



Analiza kosztowa i LCOE

Założenia

Obok problemów z dostępnością energii, których rozwiązaniem może być rozwój MEW, z perspektywy odbiorcy końcowego bardzo ważne pozostaje pytanie o koszt energii wytwarzanej z MFW. Próbą odpowiedzi na pytanie o koszt jest oszacowanie LCOE (ang. levelised cost of energy), czyli średniego jednostkowego kosztu wytwarzania energii elektrycznej mierzonego jako wartość megawatogodziny (MWh). LCOE uwzględnia nakłady ponoszone na przygotowanie i budowę oraz koszty eksploatacji, utrzymania oraz likwidacji MFW (CAPEX i OPEX).

Poziomy LCOE zostały oszacowane indywidualnie dla każdej lokalizacji. Głównym celem szacowania LCOE jest porównanie atrakcyjności poszczególnych lokalizacji między sobą. Poziomy LCOE w Raporcie ma charakter uproszczony – w kalkulacjach zastosowano szereg uproszczeń w celu zapewnienia przejrzystości i porównywalności otrzymanych wyników¹⁹. W celu zapewnienia przejrzystości w szacunkach nie zostały uwzględnione kwestie podatkowe, a wartość została oszacowana w cenach realnych na 2022 r.

Należy podkreślić, że celem Raportu nie jest wskazanie dokładnych wartości CAPEX, OPEX i LCOE dla poszczególnych lokalizacji Fazy I, II i III. Oszacowanie LCOE ma służyć wstępnemu porównaniu atrakcyjności obszarów, co może być przydatne na etapie dyskusji o ewentualnym uwzględnieniu tych obszarów w aktualizacji PZPPOM, czy też w procesie przygotowywania aukcji dla tych lokalizacji.

Oszacowane wartości obarczone są dużą niepewnością, wynikającą z obecnej sytuacji geopolitycznej i gospodarczej (kryzys energetyczny, przekładający się na ceny surowców i materiałów, brak dostępności niektórych surowców i materiałów, problemy z łańcuchami dostaw, sytuacja na rynkach walutowych itd.). Rzeczywista wartość LCOE powinna brać pod uwagę także szczegółową analizę poszczególnych lokalizacji, przeprowadzoną na podstawie szczegółowych badań środowiskowych, geologicznych itd.

¹⁹ W kalkulacji zastosowano szereg założeń upraszczających, szacunek produkcji na podstawie analizy potencjału i szacunki CAPEX i OPEX. W przypadku OPEX uwzględniono dodatkowy koszt ubezpieczenia oraz rezerwę budżetową.

LCOE dla MFW Fazy I i II

Obszary MEW obecnie wyznaczone w PZPPOM charakteryzują się dość dobrymi parametrami lokalizacyjnymi, tj. lokalizacją na względnie płytkich wodach, w niedużej odległości od brzegu, o dobrych warunkach wietrznych. W rezultacie w większości przypadków możliwe jest zastosowanie najbardziej sprawdzonych i dostępnych technologii obecnie stosowanych w sektorze MEW, tj. wykorzystanie najbardziej wydajnych turbin wiatrowych, technologii przyłącza elektroenergetycznego typu HVAC (prądu zmiennego) oraz posadowienia turbin na fundamentach typu monopali, które aktualnie są optymalne od strony kosztowej.

Charakterystyka LCOE projektów na aktualnych obszarach MEW:

- obszary z Fazy I systemu wsparcia wyróżniają się oczekiwanym najniższym średnim LCOE w związku z lokalizacją tych projektów stosunkowo blisko brzegu (30-50 km), na płytkich wodach (30-50 m) pozwalających na zastosowanie optymalnych kosztowo i sprawdzonych rozwiązań technologicznych,
- obszary Fazy II systemu wsparcia charakteryzują się nieznacznie wyższym średnim LCOE w przypadku projektów zlokalizowanych przy północnej granicy WSE (na Ławicy Środkowej) w związku z wyższymi kosztami przyłącza elektroenergetycznego ze względu na oddalenie tych projektów od brzegu na ok. 80-90 km oraz w przypadku obszarów P-53.E.1 i P-60.E.4 ze względu na ich lokalizację na znacznie większych średnich głębokościach (40-60 m).

LCOE dla MFW Fazy III

Nowe obszary proponowane pod rozwój MFW charakteryzują się dużo bardziej zróżnicowanymi i złożonymi warunkami lokalizacyjnymi niż obszary już wyznaczone w PZPPOM, w tym większą rozpiętością głębokości. Z tego względu w Raporcie zaproponowano zastosowanie fundamentów pływakowych dla projektów zlokalizowanych we wschodniej lub północno-wschodniej części polskich obszarów morskich, fundamentów kratownicowych dla projektów w północnej części WSE (C1 i W1) oraz monopali, głównie w Obszarze Zachodnim i Centralnym.

Najniższy LCOE został oszacowany dla obszarów zlokalizowanych w Obszarze Zachodnim (Z1, Z2 oraz Z3). Obszary te charakteryzują się najkorzystniejszymi warunkami, ze względu na położenie blisko brzegu, na płytkich wodach.

Poziom LCOE dla obszarów w centralnej części POM, tj. C3, C5, C6 i C7 został oszacowany przy założeniu grupowania poszczególnych lokalizacji w związku z tym, iż lokalizacje te są nieduże w porównaniu do obszarów sąsiadujących, wyznaczonych w PZPPOM. Akwenty o tak małych mocach analizowane samodzielnie nie miałyby uzasadnienia ekonomicznego. Zostały one pogrupowane na podstawie bliskości geograficznej, przy założeniu minimalnej mocy projektu 400 MW, w następujący sposób:

Obszar C3a (180 MW) + C3b (520 MW) o sumarycznej mocy **700 MW**,

Obszar C5 (260 MW) + C6 (140 MW) o sumarycznej mocy **400 MW**,

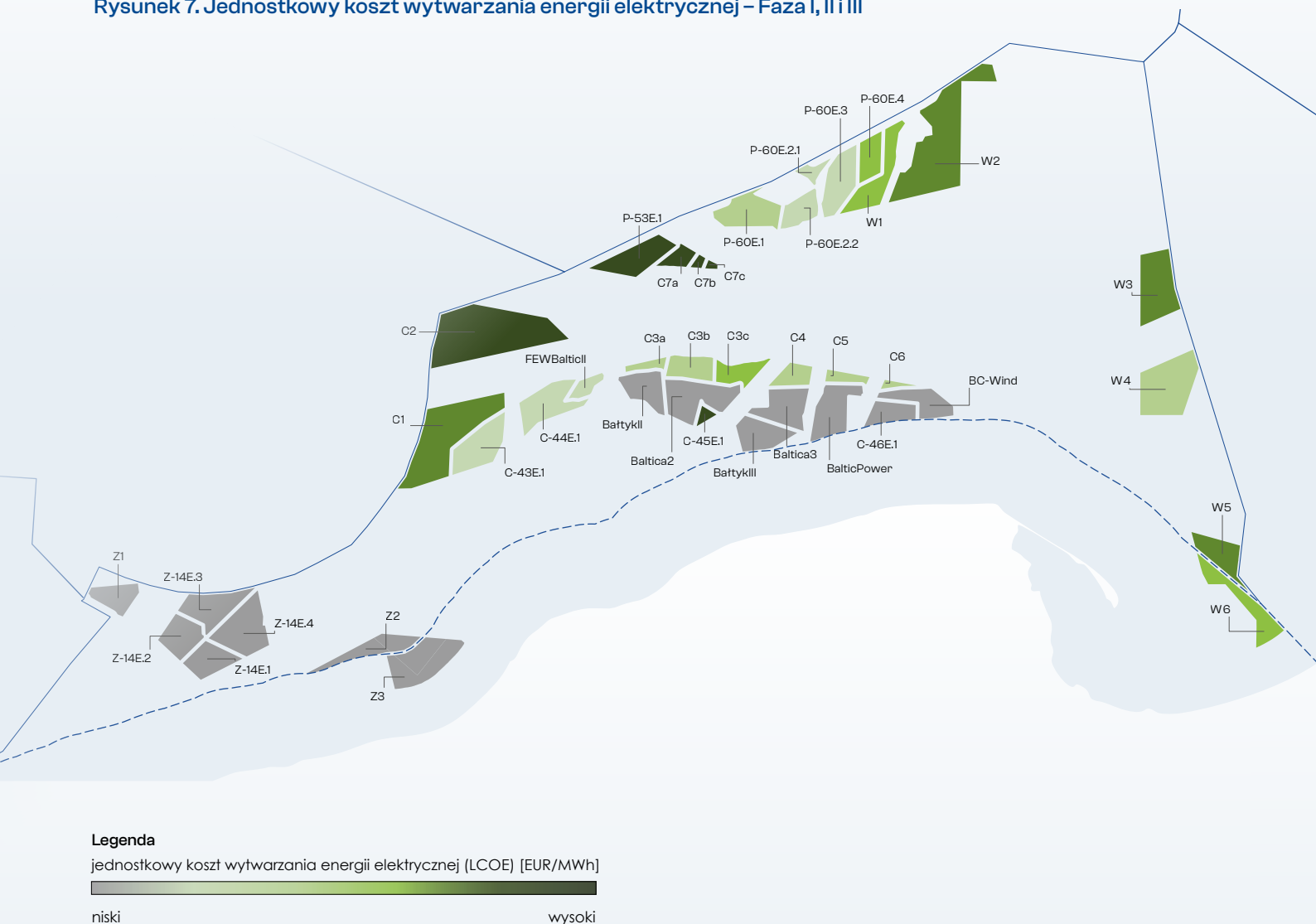
Obszar C7a (360 MW) + C7b (100 MW) + C7c (80 MW) o sumarycznej mocy **540 MW**.

Szacowany poziom LCOE obszarów, dla których proponowane zastosowanie fundamentów pływających (C2, W2, W3, W4, W5, W6), jest relatywnie wysoki. Trzeba jednak podkreślić, iż szacunki te obciążone są większym poziomem niepewności i są mniej reprezentatywne niż w przypadku projektów z zastosowaniem bardziej rozpowszechnionej (i aktualnie tańszej) technologii monopali.

Oczekuje się, że rozwój technologii fundamentów pływających w najbliższym czasie spowoduje uruchomienie ich seryjnej produkcji oraz znaczący spadek ich kosztów.

Jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej oszacowany dla obszarów Fazy I, II i III (Rysunek 7).

Rysunek 7. Jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej – Faza I, II i III



Ocena atrakcyjności nowych obszarów zidentyfikowanych w Raporcie (Faza III)

Tabela 4 przedstawia ekspercką, syntetyczną ocenę atrakcyjności zidentyfikowanych w Raporcie nowych obszarów. Oceniane parametry kwantyfikowano, uwzględniając:

- **uwarunkowania planistyczno-regulacyjne:** wskazano stosunkowo najmniejsze natężenie konfliktów oraz największe problemy, np. konieczność zmiany ustaw, położenie w granicach poligonu Marynarki Wojennej RP, możliwe interakcje pomiędzy użytkownikami morza,
- **uwarunkowania środowiskowe:** mając świadomość cenneści obszarów morskich, wskazano największe zagrożenia np. wysokie prawdopodobieństwo migracji awifauny w danej przestrzeni, czy trudne w ocenie skumulowane oddziaływanie w przypadku obszarów położonych blisko siebie,
- **uwarunkowania techniczno-lokalizacyjne:** pod uwagę wzięto przede wszystkim głębokość akwenu wymuszającą zastosowanie konkretnych technologii oraz odległość od lądu, przekładającej się na długość, a zatem i koszty przyłącza,
- **wartość LCOE:** szacowane wartości LCOE poszczególnych obszarów zostały pogrupowane na trzy poziomy: niski, średni oraz wysoki.



Obszar	Moc Produktywność	Uwarunkowania planistyczno-regulacyjne (główne ograniczenia)	Uwarunkowania środowiskowo- krajobrazowe (główne ograniczenie)	Uwarunkowania techniczno- lokalizacyjne (główne parametry) 20,21	LCOE	Atrakcyjność obszaru (suma punktacji parametrów)
Z2	720 MW 2,8 TWh/rok	Rybołówstwo	Brak znaczących oddziaływań, choć możliwe migracje awifauny	Monopali (śr. 44 m) HVAC - 31 km	Niskie	11
Z1	620 MW 2,6 TWh/rok	Brak znaczących ograniczeń	Bliskość obszarów N2000, potencjalne migracje awifauny	Monopali (śr. 31 m) HVAC > 117 m	Niskie	10
Z3	1240 MW 4,7 TWh/rok	UOM, Rybołówstwo	Niekorzystne oddziaływania na krajobraz nadmorski, bliskość N2000, możliwe potencjalne migracje awifauny	Monopali (śr. 28 m) HVAC - 31 km	Niskie	9
C3a + C3b	700 MW 2,8 TWh/rok	Brak znaczących ograniczeń	Sąsiedztwo Fazy I =kumulacja oddziaływań, Migracje awifauny	Monopali (śr. 44 m) HVAC - 102 km	Średnie	8
W1	780 MW 3,2 TWh/rok	Brak znaczących ograniczeń	Sąsiedztwo Fazy I =kumulacja oddziaływań, Skłony ławicy, morszwini, Migracje awifauny	Kratownica (61 m) HVAC - 109 km	Średnie	8
W3	1200 MW 5,0 TWh/rok	Rybołówstwo, granica PL/RUS	Brak znaczących ograniczeń	Pływający (śr. 85 m) HVAC - 101 km	Średnie	8
W4	1480 MW 6,0 TWh/rok	Rybołówstwo, granica PL/RUS	Brak znaczących ograniczeń	Pływający (śr. 92 m) HVAC - 86 km	Średnie	8
C4	440 MW 1,7 TWh/rok	Poligon MW	Sąsiedztwo Fazy I =kumulacja oddziaływań, migracje awifauny	Monopali (śr. 45 m) HVAC - 63 km	Średnie	7
C5 + C6	400 MW 1,6 TWh/rok	Poligon MW	Sąsiedztwo Fazy I =kumulacja oddziaływań, migracje awifauny	Monopali (śr. 43 m) HVAC - 62 km	Średnie	7
C3c	460 MW 1,8 TWh/rok	Poligon MW	Sąsiedztwo Fazy I =kumulacja oddziaływań, migracje awifauny	Monopali (śr. 55 m) HVAC - 95 km	Średnie	7
C7a + C7b + C7c	540 MW 2,3 TWh/rok	Potencjalnie ważny dla NATO	Potencjalna obecność morszwina	Kratownica (śr. 59 m) HVAC - 181 km	Wysokie	7
C1	2140 MW 8,6 TWh	Rybołówstwo potencjalnie ważny dla NATO, Sąsiedztwo poligonu MW	Sąsiedztwo fazy I =kumulacja oddziaływań, tarlisko dorsza	Kratownica (śr. 68 m) HVDC - 127 km	Wysokie	7
C2	2700 MW 10,9 TWh	Potencjalnie ważny dla NATO	Tarlisko dorsza	Pływający (śr. 72 m) HVDC - 115 km	Wysokie	7
W5	680 MW 2,5 TWh/rok	Rybołówstwo, granica PL/RUS, sąsiedztwo poligonu	Brak znaczących ograniczeń	Pływający (śr. 97 m) HVAC - 51 km	Wysokie	7
W2	2580 MW 10,6 TWh/rok	Sąsiedztwo poligonu	Sąsiedztwo Fazy I =kumulacja oddziaływań, skłony ławicy, morszwini, migracje awifauny	Pływający (śr. 69 m) HVDC - 124 km	Wysokie	6
W6	1000 MW 3,8 TWh/rok	UOM, rybołówstwo, sąsiedztwo poligonu	Krajobraz	Pływający (śr. 85 m) HVAC - 51 km	Wysokie	5

Tabela 4. Podsumowanie – ocena atrakcyjności zidentyfikowanych nowych obszarów dla MEW (Źródło: opracowanie własne)

- uwarunkowania najbardziej korzystne – 3pkt
- pomarańczowy – 2 pkt
- czerwony – 1 pkt

20 Wartość śr. – odnosi się do średniej głębokości danego akwenu

21 HVAC, HVDC – wartości odnoszą się do całkowitej długości przyłącza elektroenergetycznego w części morskiej oraz lądowej

Obszary o największej atrakcyjności

Na podstawie opisanych w Raporcie analiz jako najbardziej atrakcyjne można wskazać akweny położone na Obszarze Zachodnim w okolicach Zatoki Pomorskiej, które charakteryzują się:

- stosunkowo niedużą głębokością i odległością od brzegu (szczególnie Z2 i Z3),
- stosunkowo niskim ryzykiem występowania ograniczeń środowiskowych i planistyczno-regulacyjnych (oprócz Z3),
- niskim LCOE,
- w przypadku Z3 – problemy regulacyjno-planistyczne (konieczność zmiany UOM i interakcja z rybołówstwem) równoważone są przez bardzo dobre uwarunkowania techniczne i niskie LCOE.

Obszarami o znacznej atrakcyjności są obszary położone na północ od Ławicy Słupskiej (C3a i 3b) oraz obszar W1 przy Południowej Ławicy Środkowej, gdzie dość problematyczne uwarunkowania środowiskowe są równoważone przez brak konfliktów przestrzennych z innymi użytkownikami oraz przez dobre uwarunkowania techniczne.

Wyższą ocenę mają także akweny we wschodniej części – W3 i W4 – gdzie prawdopodobnie uwarunkowania regulacyjne, planistyczne czy środowiskowe są mniej istotne i nie stwarzają barier, jednakże warunki techniczne i jednakże warunki techniczne i dość wysokie LCOE nieznacznie obniżają ich atrakcyjność.

Obszary o średniej atrakcyjności

Do obszarów o średniej atrakcyjności należą pozostałe lokalizacje w Obszarze Centralnym, w przypadku których każdy z badanych parametrów jest na poziomie średnim lub niższym. Charakteryzują się one znacznymi wyzwaniami planistycznymi (np. sąsiedztwo poligonów MW RP), środowiskowymi albo technologicznymi (znaczące głębokości w niektórych lokalizacjach). Wykazują się również dość wysokimi kosztami LCOE w niektórych przypadkach, które wynikają głównie z małej powierzchni obszarów.

Na podobną ocenę zasługuje także obszar we wschodniej części W5 – który, choć nie charakteryzuje się konfliktami z innymi użytkownikami (głównie z rybołówstwem), to duże głębokości i wysokie LCOE wpływają na gorszy odbiór atrakcyjności tego akwenu.

Obszary o najmniejszej atrakcyjności

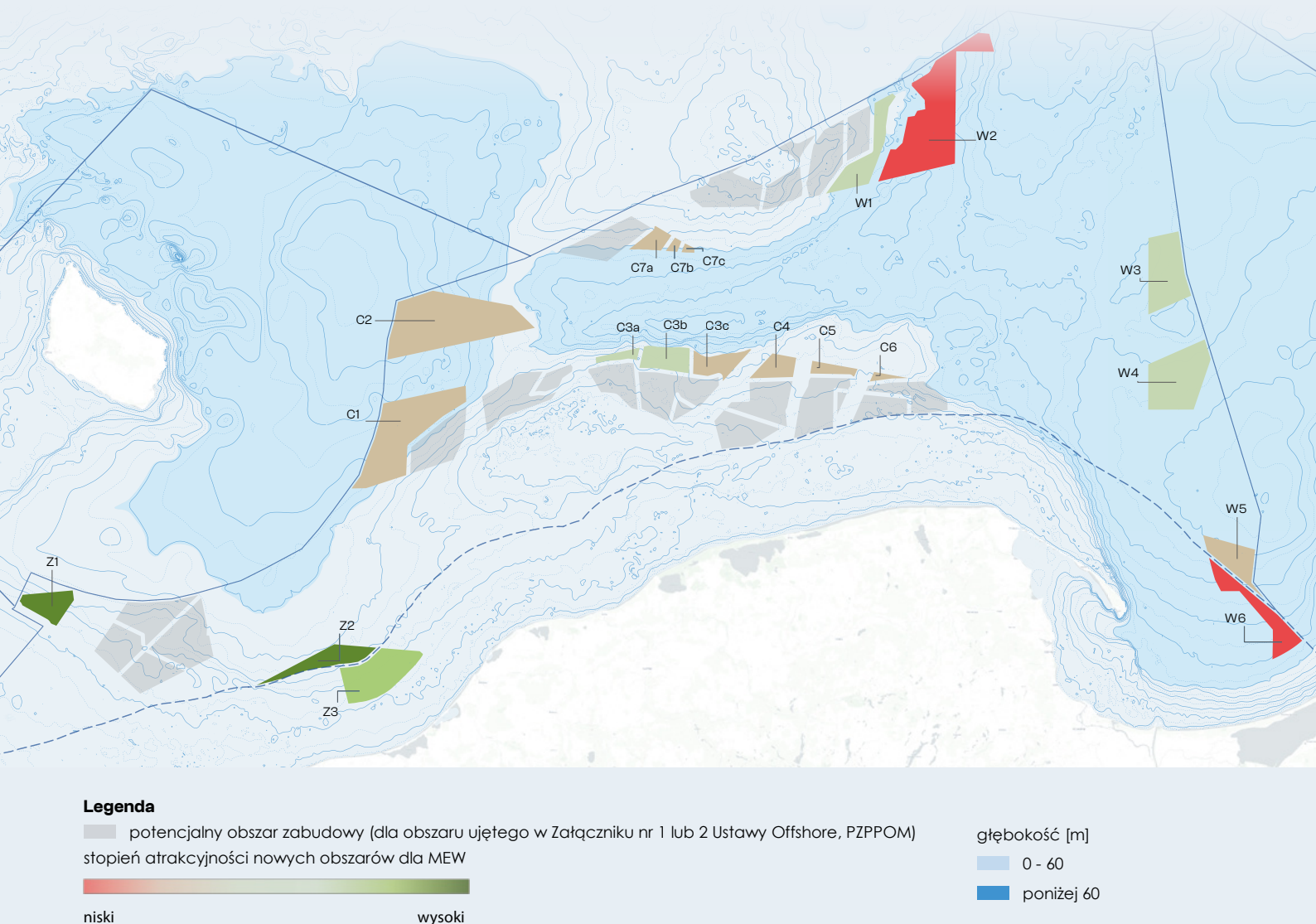
Najmniej atrakcyjnymi akwenami w ocenie Autorów Raportu są dwa obszary:

- W2 – gdzie na ocenę wpływają zarówno uwarunkowania techniczne, środowiskowe, jak i ekonomiczne, oraz
- W6 – drugi z obszarów zidentyfikowanych na morzu terytorialnym cechujący się niską atrakcyjnością regulacyjno-planistyczną oraz dużymi głębokościami, co znacznie obniża atrakcyjność techniczną.

Należy również zaznaczyć, iż obszary C2, W2, W3, W4, W5 oraz W6, dla których proponowana jest technologia fundamentów pływających, mają największy potencjał wzrostu atrakcyjności wraz ze spodziewanym w niedalekiej przyszłości spadkiem kosztów oraz redukcją ryzyka technologicznego.

Na podstawie przeprowadzonych prac i analiz sporządzona została mapa wynikowa (Rysunek 8).

Rysunek 8. Atrakcyjność nowych obszarów dla morskiej energetyki wiatrowej rekomendowanych w Raporcie



6. Jak wykorzystać pełen potencjał MEW w Polsce

Oszacowany w Raporcie potencjał MEW umożliwia dostarczenie polskiej gospodarce znacząco większej ilości zeroemisyjnej energii, niż jest to przewidywane w PEP2040 (130,3 TWh oszacowanych wobec 39,4TWh przewidzianych w PEP2040). Aby w pełni wykorzystać istniejący potencjał MEW, w opinii Autorów Raportu konieczne są działania w trzech kluczowych obszarach:

- zmiany regulacyjne, legislacyjne i usprawnienia administracyjne oraz wsparcie lokalnego łańcucha dostaw,
- usunięcie infrastrukturalnych barier rozwoju MEW,
- współpraca międzynarodowa krajów basenu Morza Bałtyckiego.

Aktualizacja otoczenia strategicznego, nowe regulacje i usprawnienia administracyjne

Przyspieszenie i dalszy rozwój MEW w Polsce będzie zależał od zmiany regulacji i strategicznych dokumentów definiujących główne cele i możliwości rozwoju MEW w Polsce, w szczególności:

- PEP2040,
- Ustawy Offshore i Ustawy o obszarach morskich,
- PZPPOM.

Konieczne jest także usunięcie istniejących luk legislacyjnych w przepisach istotnych dla rozwoju projektów I i II Fazy (głównie przepisów wykonawczych). Nieodzowne jest dalsze usprawnianie procesów administracyjnych (digitalizacja i wzmacnianie kompetencji).

Aktualizacja PEP2040

Aktualizacja obecnej PEP2040, jak również zwiększenie udziału OZE w polskim KPEiK wydają się być nieuniknione. W związku z realizacją polityki Zielonego Ładu UE, tzw. pakietu „Fit for 55” i planu REPowerEU, prognozuje się, że udział OZE w bilansie zużycia energii finalnej, jak również w produkcji energii elektrycznej będzie musiał znacząco wzrosnąć w porównaniu do obecnych poziomów określonych w PEP2040 oraz KPEiK. Pomimo braku wiążących celów udziału OZE na poziomie poszczególnych krajów, zgodnie z zapowiedziami Komisji Europejskiej wszystkie kraje członkowskie będą musiały zwiększyć swoje kontrybucje do realizacji unijnego celu na 2030 r.

	PEP2040	KPEiK	Fit for 55 + REPowerEU ²²
Redukcja gazów cieplarnianych względem 1990 r.	około 30%	-	55%
Udział OZE w końcowym zużyciu energii brutto	23%	21-23%	40-45%
Elektroenergetyka	32%	32%	65%

Tabela 5. Zestawienie celów redukcji gazów cieplarnianych oraz udziału OZE w PEP2040, KPEiK oraz propozycji regulacji Unii Europejskiej w 2030 r. (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z PEP2040, KPEiK, Dyrektywy OZE)

Aktualizacja PEP2040 została zapowiedziana przez polski rząd, który pod koniec marca 2022 r. przyjął jej założenia. W obszarze OZE Założenia aktualizacji PEP określają m.in.:

- przyśpieszenie rozwoju OZE we wszystkich sektorach, zapewniającego poprawę bezpieczeństwa i niezależności energetycznej kraju,
- podwyższenie udziału OZE w całkowitej produkcji energii elektrycznej w Polsce do 50% w 2040 r. z zakładanym w obecnym PEP2040 ok. 40%,
- zwiększenie dywersyfikacji technologicznej i rozbudowę mocy opartej o źródła krajowe,
- rozwój sieci i technologii magazynowania energii; perspektywicznie szczególną rolę w magazynowaniu energii będzie pełnić wodór, zwłaszcza ten produkowany w oparciu o energię elektryczną z OZE oraz zapewniający zagospodarowanie nadmiarowej generacji z OZE,
- zwiększone zostanie wsparcie finansowe w instrumentach wspierających samowystarczalność energetyczną gospodarstw domowych.

Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. jest dokumentem strategicznym. Jej aktualizacja jest pierwszym i niezbędnym elementem umożliwiającym lub niekiedy nawet warunkującym rozpoczęcie szeregu działań zmierzających w kierunku pełnego wykorzystania potencjału MEW w Polsce. Aktualizacja PEP2040 będzie stanowiła fundament, uzasadniający możliwość lub/i konieczność zmian legislacyjnych, a także zmian w politykach lub programach mających istotne znaczenie dla procesów inwestycyjnych m.in. dla sektora MEW tj. zmiany PZPPOM, zmiany Ustawy Offshore czy aktualizacji Planu Rozwoju Sieci Przesyłowej.

Zmiana PZPPOM

W ramach prac nad Raportem zidentyfikowano w POM akweny charakteryzujące się relatywnie niskim poziomem konfliktowości, a tym samym największym potencjałem optymalnego wykorzystania dostępnych

zasobów morza. Aby wykorzystać potencjał tych obszarów dla MEW, konieczne jest przeprowadzenie zmiany przyjętego w 2021 r. Planu zagospodarowania przestrzennego polskich obszarów morskich w skali 1:200 000.

Zgodnie z UOM, PZPPOM powinien zostać poddany rewizji co najmniej raz na 10 lat. Przepis art.37i ustawy przewiduje w tym procesie aktywną rolę dyrektora urzędu morskiego (m.in. przygotowanie raportu na temat zagospodarowania przestrzennego obszarów morskich na podstawie informacji przekazanych przez organy uczestniczące w opracowaniu planu z uwzględnieniem pozwoleń lokalizacyjnych) i decydującą rolę ministra właściwego do spraw gospodarki morskiej (m.in. określenie zakresu zmian).

Natomiast art. 37i ust 5 UOM stanowi, że jeżeli w wyniku zmiany przepisów prawa wystąpi konieczność dokonania zmiany planu – wtedy należy przystąpić niezwłocznie do jego rewizji – proces powinien zostać rozpoczęty do 6 miesięcy od wprowadzenia zmiany.

Plan powinien zostać zmieniony, w trybie w jakim nastąpiło jego przyjęcie, czyli projekt zmiany planu będzie m.in. przedmiotem uzgodnień, opiniowania, strategicznej oceny oddziaływania na środowisko i konsultacji społecznych, a także przejdzie ścieżkę legislacyjną określoną dla rozporządzenia rady ministrów.

Powołując się na dyskusje prowadzone w trakcie konsultacji pierwszego PZPPOM, można domniemywać, iż w momencie, kiedy zidentyfikowana zmiana w zagospodarowaniu będzie o charakterze lokalnym (obejmująca jeden/kilka akwenów) wtedy będzie można przystąpić do zmiany planu tylko w zakresie danej aktywności/akwenu. Należy jednak założyć, iż zmiana w priorytetach strategicznych państwa i konieczność wskazania w planie nowych obszarów pod energetykę wiatrową wymaga przeprowadzenia zmiany całego PZPPOM (Opis procedury rewizji PZPPOM stanowi załącznik nr 1 do niniejszego Raportu).

Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej wyraża nadzieję, że niniejszy Raport przyczyni się do dyskusji nad rozpoczęciem aktualizacji PZPPOM i sposobie jej przeprowadzenia. Być może rozwiązaniem, które można rozpatrywać, jest zastosowanie trybu wskazanego w art. 37i UOM.

Zmiana Ustawy Offshore

Ustawa Offshore reguluje ramy prawne rozwoju MFW na polskich obszarach morskich i ma umożliwić realizację projektów o łącznej mocy zainstalowanej ok. 11 GW. Model systemu wsparcia przewidziany w Ustawie Offshore opiera się na dwustronnym kontrakcie różnicowym, z podziałem na dwie fazy.

Bazując na rezultatach analiz prezentowanych w Raporcie, zasadnym krokiem wydaje się zwiększenie wolumenów planowanych na lata 2025 i 2027 aukcji z 5 GW do co najmniej 8 - 9 GW dla obszarów przeznaczonych dla morskiej energetyki wiatrowej w PZPPOM.

Dążenie do wykorzystania całkowitego potencjału MEW prezentowanego w Raporcie wymaga dyskusji nad kształtem przyszłego systemu wsparcia oraz sposobu przyznawania pozwoleń lokalizacyjnych dla nowo wyznaczonych obszarów po aktualizacji PZPPOM.

Brakująca legislacja

Konieczne jest ukończenie prac nad aktami prawnymi, które zapewniają transparentność całego procesu inwestycyjnego i stworzenie regulacji dotyczących fazy eksploatacji farm. Nieodzowne jest również zapewnienie możliwości dostosowania istniejących przepisów prawnych do specyfiki projektów MFW.

Usprawnienie procesów administracyjnych i uzgodnień

Obecnie szacuje się, że średni czas rozwoju projektu MFW to nawet 10 lat i więcej. W Polsce po znaczącym przyspieszeniu legislacyjnym w 2021 r., od listopada 2021 r. trwa proces zmierzający do wydania decyzji lokalizacyjnych dla 11 obszarów MEW II Fazy wsparcia. Pierwsze wnioski o wydanie decyzji zostały złożone przez inwestorów w listopadzie i grudniu 2021 r. Proces ich rozpatrywania trwa już blisko 12 miesięcy. Wg szacunków wnioskodawców, uzyskanie prawomocnych decyzji będzie trwało kolejne kilka miesięcy i może zakończyć się w III kwartale 2022 r. Brak decyzji zagraża możliwości przygotowania się przez inwestorów do aukcji wyznaczonej na 2025 r.

Usprawnianie procesów administracyjnych dla MEW jest nieodzowne, by realizować coraz bardziej ambitne cele w zakresie rozwoju OZE, jakie wyznacza sobie Polska, a także UE, m.in. w planie REPowerEU. W usprawnieniu obsługi wnioskowania i uzgodnień może pomóc dalszy rozwój Systemu Informacji Przestrzennej SIPAM, który obejmie dalszą digitalizację procesów i usług.

Konieczne jest także integrowanie kompetencji administracji w kierunku modelu one-stop-shop. Dotyczy to również wskazania organu administracji wyposażonego w kompetencje w zakresie rozwiązywania kolizji interesariuszy w zakresie współużytkowania morza, poprzez określanie priorytetów uwzględniających strategiczne interesy państwa i korzyści społeczno-ekonomiczne w skali makro.

Lokalny łańcuch dostaw

Dla wykorzystania w pełni potencjału MEW przy jak najwyższym udziale tzw. local content i przy założeniu jak najniższych cen energii elektrycznej dla odbiorców, kluczowy będzie rozwój krajowego łańcucha dostaw. Aby zrealizować ten cel, ze strony administracji niezbędne jest zapewnienie długoterminowej perspektywy, stabilnej legislacji i klarownych celów zarówno w krótkim, jak i długim terminie. Jednym z elementów zapewniających długoterminową, stabilną perspektywę dla polskich przedsiębiorstw rozważających rozwój w obszarze obsługi inwestycji MFW jest przedstawienie wiarygodnego długoterminowego planu budowy kolejnych MFW, poza tymi objętymi Fazą I.

Infrastrukturalne bariery wykorzystania potencjału MEW w Polsce

Dysponując potencjałem mocy zainstalowanej na poziomie 33 GW, Polska może stać się liderem MEW na Bałtyku. Aby w pełni wykorzystać ten potencjał, niezbędne jest usunięcie głównych barier infrastrukturalnych, które mogą okazać się krytyczne dla procesów inwestycyjnych.

1. Brak mocy przyłączeniowych – konieczne są znaczące inwestycje w infrastrukturę przesyłową, niezbędną dla przyłączania MFW – zarówno w bliższej, jak i w dalszej perspektywie. Brak punktów przyłączeniowych i sieci o przepustowości odpowiadającej zapotrzebowaniu inwestorów przygotowujących projekty do aukcji wyznaczonych w Ustawie Offshore może sparaliżować proces transformacji energetycznej z wykorzystaniem MEW. Polska potrzebuje również wzmocnienia przepustowości połączeń wzajemnych we współpracy z krajami Morza Bałtyckiego.
2. Brak inwestycji infrastrukturalnych na potrzeby co najmniej jednego portu instalacyjnego i portów serwisowych – możliwość wykorzystania w procesie inwestycyjnym krajowych portów instalacyjnych i serwisowych przysłuży się obniżaniu kosztów realizacji projektów, a co za tym idzie – kosztów energii elektrycznej dla konsumentów. Dodatkowo realizacja tych inwestycji będzie katalizatorem dynamicznego i stabilnego rozwoju krajowego łańcucha dostaw dla sektora MEW o pozycji dominującej w Regionie Morza Bałtyckiego oraz bardzo silnej pozycji w skali europejskiej. Oprócz zapowiadanych i rozpoczynających się już inwestycji w terminale instalacyjne i serwisowe, należy podkreślić konieczność inwestycji w transportową infrastrukturę dostępową od strony lądu.
3. Ryzyko ograniczonej dostępności floty do budowy MFW – jak wskazuje PSEW, niewystarczająca liczba statków do instalacji i serwisowania MFW może stać się „wąskim gardłem” w rozwoju MEW w Polsce.

7. Korzyści wynikające z wykorzystania rzeczywistego potencjału MEW w Polsce

Niniejszy Raport nie szacuje korzyści, jakie mogą towarzyszyć wykorzystaniu rzeczywistego potencjału MEW w Polsce. Niemniej jednak celowym wydaje się na ich wskazanie (bez określania ich poziomu) z uwagi na ogromny potencjał MEW w zakresie ich generowania.

Bezpieczeństwo energetyczne i poprawa konkurencyjności polskiej gospodarki

Wykorzystanie oszacowanego w Raporcie potencjału MEW w Polsce wzmocni bezpieczeństwo energetyczne kraju i będzie wspierać rozwój gospodarczy dzięki poprawie konkurencyjności gospodarki i dzięki niskim cenom energii elektrycznej wyprodukowanej w MFW. Jednocześnie dynamiczny rozwój MEW jest szansą na stworzenie budowę w Polsce nowych gałęzi nowoczesnej gospodarki, dających tysiące innowacyjnych, dobrze płatnych miejsc pracy.

Dekarbonizacja polskiej gospodarki

MEW może stać się kluczowym elementem dekarbonizacji krajowej gospodarki, wspierając jednocześnie rozwój jej przyszłościowych sektorów przemysłu. Wykorzystując potencjał MEW, Polska będzie mogła rozwijać elektryfikację niektórych gałęzi gospodarki, takich jak na przykład transport. Kluczowe wydaje się również wykorzystanie ewentualnych jej nadwyżek do rozwoju nowoczesnych technologii magazynowania energii.

Innowacyjność

Rozwój MEW gwarantuje wykorzystanie w Polsce potencjału wodoru. Wykorzystaniu na szeroką skalę „zielonego wodoru” w energetyce, transporcie i przemyśle będzie w Polsce możliwe przede wszystkim przy założeniu wykorzystania do produkcji wodoru OZE, w tym głównie MEW z uwagi na jej ogromny potencjał i możliwości technologicznej łączenia tych sektorów. Zatem warunkiem nadrzędnym umożliwiającym rozwój gospodarki opartej o zielony wódór jest dostęp do odpowiednich mocy zainstalowanych w OZE.

Rozwój lokalnego łańcucha dostaw

Przyjęcie długoterminowej wizji rozwoju sektora MEW w Polsce wpłynie na dalszy rozwój lokalnego łańcucha dostaw, który – dzięki doświadczeniu zdobytemu na rodzimym rynku, będzie w jeszcze bardziej efektywny sposób umacniał swoją pozycję konkurencyjną w skali globalnej. Jak wynika z przeprowadzonej w Raporcie analizy, łańcuch dostaw będzie oparty zarówno na technologii fundamentów trwale przytwierdzonych do podłoża, jak i fundamentów pływających. W technologii fundamentów trwale przytwierdzonych do podłoża realizowane będą wszystkie projekty MEW w Fazie I oraz Fazie II. W przypadku Fazy III należy spodziewać się już pewnego zróżnicowania technologicznego rozwijanych projektów, z możliwością znacznego wykorzystania technologii fundamentów pływających.

Branża floating wind wchodzi obecnie w fazę dynamicznego rozwoju. Należy podkreślić, że w przypadku tej technologii istnieje możliwość wykorzystania istniejącego w polskich portach i przedsiębiorstwach know-how, z uwagi na zbliżony charakter do technologii związanej z budową statków, w której Polska posiada tradycje i ogromny potencjał. Istnieją duże perspektywy przyciągnięcia do kraju związanych z nią inwestycji zagranicznych i wzmocnienie potencjału firm w Polsce. Dzięki nowym zakładom produkcyjnym, dostarczającym podzespoły dla pływających farm wiatrowych, MEW będzie stwarzać dodatkowy impuls dla rozwoju gospodarczego. Zważywszy na realny i sprawdzony potencjał polskiego łańcucha dostaw przypadku tej technologii, polski przemysł w niedługim czasie może osiągnąć pozycję lidera dostaw tego typu konstrukcji co najmniej w skali regionu Morza Bałtyckiego, a także poza nim.

8. Uwaga końcowa dotycząca części analitycznej

Wyniki analiz zaprezentowanych w Raporcie obarczone są niepewnością, wynikającą z przyjętych założeń. Należy pamiętać, że założenia te zostały przyjęte zgodnie z najlepszą wiedzą i doświadczeniem Autorów, jednak nie są one wynikiem szczegółowych badań środowiskowych, geologicznych, wiatrowych itd. przeprowadzonych dla poszczególnych akwenów. Ich podstawą była wiedza rynkowa i ekspercka Autorów i ogólnodostępne źródła (jak wydane PSZW, raporty OOŚ, atlas wietrzności NEWA itd.).

W części analitycznej Raportu szczegółowo opisano przyjęte założenia, a poziom szczegółowości wyliczeń jest ściśle powiązany z poziomem szczegółowości założeń technicznych, które miały na celu umożliwienie porównywania i dalszego analizowania danych.

Ze względu na wczesny etap rozwoju analizowanych projektów (lub – w przypadku nowych, wyznaczonych obszarów – brak jakichkolwiek danych pomiarowych), szczegółowe koszty dla poszczególnych akwenów

nie są dostępne. Wyniki CAPEX mają umożliwić porównywanie różnych obszarów, nie mają jednak służyć wyborowi koncepcji technicznej dla konkretnych projektów. Aby utrzymać liczbę scenariuszy na możliwym do zarządzania poziomie, dla każdego obszaru założono na podstawie dostępnych danych i wiedzy eksperckiej jeden uogólniony scenariusz techniczny. W odniesieniu do LCOE, bezwzględne wskazanie LCOE wymagałoby bardziej dogłębnych badań, a celem modelowania w niniejszym raporcie było pokazanie rankingu atrakcyjności poszczególnych obszarów, co może mieć znaczenie w procesie ewentualnej aktualizacji PEP2040 czy PZPPOM.

Autorzy podkreślają, że zarówno na wartość CAPEX, OPEX, jak i LCOE wpływa szereg czynników, których idealne zamodelowanie na tym poziomie szczegółowości analizy nie jest możliwe. Autorzy przypominają również, że podstawowym celem niniejszego Raportu jest wskazanie realnego potencjału morskiej energetyki wiatrowej w Polsce, a rzeczywiste możliwości wykorzystania tych obszarów, zarówno w kontekście potencjału mocy zainstalowanej i produktywności, a także kosztów, będą możliwe do jednoznacznego określenia po przeprowadzeniu szczegółowych badań dla poszczególnych lokalizacji.

Podsumowanie

Wykorzystanie potencjału MEW jako wielkoskalowego odnawialnego źródła energii przyczyni się nie tylko do zwiększenia niezależności i bezpieczeństwa energetycznego Polski, ale także do dekarbonizacji poszczególnych sektorów gospodarki czy wykorzystania zielonego wodoru w przemyśle.

Dodatkowo, efektywne planowanie obszarów morskich oraz pełne wykorzystanie produktywności polskich usługodawców oznaczać będzie, że lokalny łańcuch dostaw dla morskich farm może osiągnąć nawet 65 proc., co bez wątpienia jest szansą dla polskiej gospodarki.

Na polskich obszarach morskich rozwijane są obecnie projekty o łącznej mocy ok. 8,4 GW, w tym 5,9 GW z projektów tzw. Fazy I rozwoju oraz 2,5 GW z projektów tzw. Fazy II rozwoju. Tymczasem szczegółowa analiza wartości określających możliwości do osiągnięcia poziom mocy zainstalowanej i produkcji energii w Polsce wskazuje, że Polska posiada potencjał MEW na poziomie 33 GW, przy oczekiwanej średniej rocznej produkcji energii na poziomie 130 TWh.

Raport szacuje także moc możliwą do pozyskania z 21 obszarów o łącznej powierzchni ok. 1808,26 km², wyszczególnionych w PZPPOM oraz Ustawie Offshore, na których jest przewidziana realizacja farm wiatrowych. Analiza tych obszarów z uwzględnieniem istniejących i potencjalnych ograniczeń planistyczno-środowiskowych, pozwala oszacować potencjał mocy zainstalowanej na 15,3 GW - co znacznie przekracza obecne założenia PEP2040 i Ustawy Offshore. O ile zostaną one zagospodarowane w sposób zbliżony do zaproponowanego w raporcie, mają szansę zaspokoić zapotrzebowanie na energię elektryczną na poziomie ok. 60,6 TWh/rok. Stanowi to ok. 1/3 zapotrzebowania Polski z 2021 r., które wyniosło 180,3 TWh.

W ramach prac nad Raportem zidentyfikowano 20 nowych obszarów o łącznej powierzchni 2171,5 km² (w tym 18 w wyłącznej strefie ekonomicznej i 2 na morzu terytorialnym), które mają potencjał do wykorzystania pod rozwój MEW. Ich łączna moc wynosi 17,7 GW, ze średnią produktywnością 70,7 TWh/rok. Na tej podstawie można śmiało stwierdzić, że morska energetyka wiatrowa ma szansę stać się jednym z filarów transformacji energetycznej Polski.

Rozwój MEW stanowi szansę rozwoju lokalnego łańcucha dostaw oraz budowy nowego, innowacyjnego sektora gospodarki. Jak wynika z analizy eksperckiej, tzw. local content należy oprzeć przede wszystkim na technologii fundamentów trwale przytwierdzonych do podłoża. W tej technologii będą realizowane wszystkie projekty morskich farm wiatrowych Fazy I oraz II, oraz część inwestycji Fazy III. Łączna, szacowana moc projektów z tego typu fundamentami wynosi 23 GW. Z kolei branża floating wind wchodzi w fazę dynamicznego rozwoju i należy przewidywać, że będzie miała zastosowanie przy części obszarów Fazy III. W raporcie wskazano, że w Fazie III w tej technologii mogą powstać farmy wiatrowe o łącznej mocy ok. 10 GW. Istnieją duże perspektywy przyciągnięcia do Polski inwestycji zagranicznych związanych z budową fundamentów pływających, dla których centrum produkcyjnym mogą zostać polskie przedsiębiorstwa. Realizacja szacowanego potencjału MEW pozwoli na powstanie i utrzymanie tysięcy innowacyjnych, dobrze płatnych miejsc pracy oraz zapewni w długoterminowej perspektywie rozwój lokalnego łańcucha dostaw, który bezsprzecznie da impuls dla rozwoju gospodarczego Polski. Należy wspomnieć także, że rozwijanie offshore wind wpływa na poprawę konkurencyjności przemysłu oraz na niższe ceny energii elektrycznej, dbając jednocześnie o klimat, dzięki zeroemisyjności.

W celu wykorzystania pełnego potencjału MEW w polskiej części Bałtyku konieczne są zmiany legislacyjne w obszarze PEP2040, Ustawy Offshore oraz PZPPOM. Dokumenty regulują zakres i dynamikę rozwoju offshore w nadchodzących dekadach, jednak dzisiaj nie uwzględniają pełnego potencjału, który jest potencjalnie możliwy do wykorzystania w zakresie produkcji energii na Bałtyku. Wdrożenie do PZPPOM wskazanych w Raporcie obszarów (Faza III) będzie wymagało dyskusji nad kształtem obecnej legislacji i możliwie szybkiej weryfikacji obecnych dokumentów strategicznych. Niezbędna będzie aktualizacja PEP2040, nowelizacja Ustawy Offshore w zakresie dodatkowych wolumenów aukcyjnych oraz zmiana przyjętego w 2021 r. planu zagospodarowania przestrzennego polskich obszarów morskich.

Poza zmianą regulacji istotną kwestią w celu dynamicznego rozwoju MEW jest usunięcie szeregu barier infrastrukturalnych i administracyjnych. Głównym wyzwaniem jest budowa i modernizacja infrastruktury przesyłowej, niezbędnej do przyłączenia farm wiatrowych na Bałtyku. Polska potrzebuje także wzmocnienia przepustowości połączeń wzajemnych z krajami Morza Bałtyckiego. Kolejną barierą są długotrwałe i skomplikowane procedury przyznawania decyzji i pozwoleń na wznoszenie instalacji. Brak inwestycji infrastrukturalnych na potrzeby budowy portu instalacyjnego i portów serwisowych generuje dodatkowe koszty realizacji projektów. Istnieje ryzyko ograniczonej dostępności floty do budowy MEW – niewystarczająca ilość statków może stać się „wąskim gardłem” w rozwoju morskich farm wiatrowych w Polsce.

Pomimo wielu wyzwań, inwestycje offshore w Polsce są dziś racją stanu w kontekście zapewnienia Polsce bezpieczeństwa i niezależności energetycznej. Zdobyte w ostatnim roku doświadczenia przy realizacji tak dużych i skomplikowanych projektów inwestycyjnych pokazały, że istnieją obszary, które wymagają optymalizacji, aby pierwsze polskie farmy wiatrowe na Bałtyku mogły być sprawnie i efektywnie zbudowane. Dynamika zmian na rynkach pokazuje, że pilne zmiany są potrzebne. Branża wiatrowa mądrzejsza o praktykę wynikającą z dotychczas przeprowadzonych inwestycji dostrzega potrzebę modyfikacji w obszarze regulacji prawnych i permittingu, które pozytywnie wpłyną na skrócenie czasu realizacji inwestycji offshore, a tym samym wpiszą się w działania zmierzające do dywersyfikacji źródeł energii w Polsce. Dzięki temu morska energetyka wiatrowa stanie się jednym z kluczowych filarów polskiego sektora energetycznego, a Polska może stać się liderem rozwoju offshore w regionie Morza Bałtyckiego i w Europie – należy tylko odpowiednio wykorzystać ten olbrzymi potencjał.



Spis rysunków

Rysunek 1. Potencjalne obszar zabudowy dla akwenów wydzielonych w ramach PZPPOM – wynik analiz	18
Rysunek 2. Obszary rekomendowane dla rozwoju MEW – wyniki analizy planistyczno-środowiskowej	20
Rysunek 3. Współczynnik wykorzystania mocy turbin	25
Rysunek 4. Średnia produktywność roczna farm na obszarach PZPPOM	26
Rysunek 5. Potencjał mocy zainstalowanej zaproponowanych nowych obszarów	28
Rysunek 6. Łączna produktywność projektów Fazy I – III	29
Rysunek 7. Jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej – Faza I, II i III	32
Rysunek 8. Atrakcyjność nowych obszarów dla morskiej energetyki wiatrowej rekomendowanych w Raporcie	37

Spis tabel

Tabela 1. Potencjalny udział MEW w produkcji energii elektrycznej do 2040 r. (Źródło: opracowanie własne na podstawie „Planu rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2023-2032, PSE S.A.”)	12
Tabela 2. Potencjał mocy zainstalowanej poszczególnych grup farm (Źródło: opracowanie własne)	26
Tabela 3. Potencjał mocy zainstalowanej, średnia produktywność i powierzchnia obszarów III Fazy (Źródło: opracowanie własne)	27
Tabela 4. Podsumowanie – ocena atrakcyjności zidentyfikowanych nowych obszarów dla MEW (Źródło: opracowanie własne)	34
Tabela 5. Zestawienie celów redukcji gazów cieplarnianych oraz udziału OZE w PEP2040, KPEiK oraz propozycji regulacji Unii Europejskiej w 2030 r. (Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z PEP2040, KPEiK, Dyrektywy OZE)	37

Załącznik 1: Procedura rewizji PZPPOM

Obecnie obowiązujący plan zagospodarowania przestrzennego polskich obszarów morskich przyjęty został rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 14 kwietnia 2021 r. w sprawie przyjęcia planu zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej w skali 1:200 000 (Dz.U. z 2021 r. poz. 935; „PZPPOM”). PZPPOM stanowi, iż wznoszenie morskich elektrowni wiatrowych jest dopuszczone wyłącznie w akwenach o funkcji podstawowej pozyskiwanie energii odnawialnej (zob. § 6 ust. 1 Załącznika nr 1 do PZPPOM pt. część tekstowa planu w zakresie ustaleń ogólnych zawierających wskazanie rozstrzygnięć obowiązujących na części lub całym obszarze objętym planem, rozstrzygnięć dotyczących rozmieszczenia inwestycji celu publicznego oraz kierunków rozwoju transportu i infrastruktury technicznej). Na potrzeby pozyskiwania energii odnawialnej w planie wyznaczono wyłącznie siedem akwenów o łącznej powierzchni 2,3 tys.km², co stanowi ok. 8% obszaru objętego planem (wynoszącego 29,9 tys.km²)¹.

Rządowe dokumenty strategiczne dot. morskiej energetyki wiatrowej („MEW”), to. m.in. Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030 zakładający zainstalowanie ok. 3,8 GW mocy w MEW do 2030 r., a do 2040 r. ok. 8 GW oraz PEP 2040 mówiący o potencjale 11 GW mocy zainstalowanej w morskich farmach wiatrowych do 2040 r. w polskiej wyłącznej strefie ekonomicznej. Założenia te znacznie odbiegają od potencjalnych, identyfikowanych przez branżę energetyki wiatrowej możliwości polskich obszarów morskich szacowanych na 28 GW². Odblokowanie dostrzeganego potencjału mocy zainstalowanej w elektrowniach morskich zlokalizowanych na Bałtyku wymagać będzie przyjęcia odpowiedniej rewizji obowiązującego PZPPOM i utworzenia nowych obszarów dedykowanych MEW.

Tryb sporządzania, rewizji i zmiany planów zagospodarowania przestrzennego dla obszarów morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej regulują przepisy ustawy z dnia 21 marca 1991 r. o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej (t.j. Dz.U. z 2022 poz. 457; „UOM”).

Projekt planu sporządzany jest przez właściwego terytorialnie dyrektora urzędu morskiego (art. 37b ust. 1 UOM).

W przypadku obecnie obowiązującego PZPPOM przed przystąpieniem do sporządzenia projektu planu podjęto decyzję o opracowaniu jednego wspólnego dokumentu dla kluczowej części polskich obszarów morskich będących w granicach kompetencji trzech dyrektorów urzędów morskich, celem zapewnienia spójności postanowień planistycznych na całym obszarze objętym planem, który stanowi ponad 97% polskich obszarów morskich.

Liderem projektu wyznaczono Dyrektora Urzędu Morskiego w Gdyni na podstawie umowy partnerskiej z dnia 20 maja 2015 r. pomiędzy dyrektorami Urzędów Morskich w Gdyni, Szczecinie i Słupsku.

Jak stanowi UOM, zmiana postanowień planu odbywa się w tym samym trybie, w jakim plan został przyjęty. Przyjęty plan podlega obowiązkowej okresowej ocenie w terminie co najmniej raz na 10 lat (art. 37i ust. 1 UOM). Jak podniesione zostało w raporcie Najwyższej Izby Kontroli („NIK”) dot. rozwoju MEW³, nieuwzględnienie w wystarczającym stopniu postulatu rozszerzenia obszarów dostępnych pod MEW w PZPPOM identyfikuje się jako jedną z głównych barier dla rozwoju MFW w zakresie otoczenia systemowego. Tym samym, jak zakłada NIK, prowadzi to do koniecznej rewizji PZPPOM za 2–3 lata i co do zasady przyjęcie rewizji planu co 5 lat, a nie jak przewiduje UOM – co 10 lat.

1 Zob. Najwyższa Izba Kontroli - Delegatura w Gdańsku, Informacja o wynikach kontroli - Rozwój morskiej energetyki wiatrowej, LGD.430.001.2022, nr ewid. 13/2022/P/21/O65/LGD, str. 110.

2 Zob. Wind Europe, Our energy, our future. How offshore wind will help Europe go carbon-neutral, listopad 2019, str. 6, 63.

3 Zob. Najwyższa Izba Kontroli - Delegatura w Gdańsku, Informacja o wynikach kontroli..., op. cit., str. 142.

Ocena aktualności ZPPOM dokonywana jest przez dyrektora urzędu morskiego, po uzyskaniu informacji od organów opiniujących i uzgadniających w zakresie zmian w zagospodarowaniu przestrzennym obszaru objętego planem i dokonaniu analizy wydanych pozwoleń na wznoszenie sztucznych wysp, urządzeń i konstrukcji, jak i pozwoleń/uzgodnień dot. układania kabli w obszarach morskich (art. 37i ust. 2 i 3 UOM). Owoce tych analiz jest opracowanie raportu o stanie zagospodarowania obszarów morskich, który wraz z oceną aktualności obowiązującego planu przekazywany jest przez dyrektora urzędu morskiego ministrom właściwym do spraw: gospodarki morskiej, gospodarki wodnej, rozwoju regionalnego, budownictwa, planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa. Na podstawie raportu minister właściwy do spraw gospodarki morskiej podejmuje decyzję o przystąpieniu do zmiany planu oraz zakresie niezbędnych zmian, co uruchamia ponowne przeprowadzenie procedury przyjęcia zmiany planu, zgodnie z trybem przyjmowania planu wskazanym w art. 37e UOM. W przypadku zaś, jeżeli konieczność dokonania zmiany planu zachodzi w wyniku zmiany przepisów prawa, czynności, o których mowa w art. 37e UOM, wykonuje się odpowiednio w zakresie niezbędnym do dokonania tych zmian, a przystąpienie do zmiany planu powinno nastąpić nie później niż w terminie 6 miesięcy od dnia wejścia w życie zmienionego przepisu prawa.

Szczegółową procedurę sporządzenia planu określa art. 37e UOM. W jego myśl, procedurę tę rozpoczyna podanie do publicznej wiadomości przez właściwego terytorialnie dyrektora urzędu morskiego informacji o przystąpieniu do sporządzania projektu planu (zmiany planu) oraz o możliwości składania uwag i wniosków do projektu, wraz z określeniem formy, miejsca i terminu (nie krótszego niż 60 dni) ich składania. Informację o przystąpieniu do prac przekazuje się także do instytucji i organów właściwych do uzgadniania i opiniowania projektu planu.

Organ zobowiązany jest rozpatrzyć złożone uwagi i wnioski, rozstrzygając o sposobie ich uwzględnienia w projekcie. Ponadto, sporządza wykaz uwag i wniosków złożonych do projektu planu, a kolejno wyklada ten wykaz do publicznego wglądu. Występuje on także do właściwych organów o uzgodnienie zakresu i stopnia szczególności informacji wymaganych w prognozie oddziaływania na środowisko mającej być sporządzonej dla planu. Kolejno – sporządza projekt planu, uwzględniający w szczególności alternatywne rozmieszczenie wybranych przedsięwzięć wraz z uzasadnieniem ich rozmieszczenia oraz prognozę oddziaływania na środowisko dla tego projektu. Przygotowany projekt planu (zmiany planu) podlega opiniowaniu szeregu organów, w tym: wojewódzkiego konserwatora zabytków, dyrektora regionalnego zarządu gospodarki wodnej Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody, ministra właściwego do spraw zdrowia, organów właściwych w zakresie strategicznej oceny oddziaływania na środowisko. Organ we właściwych zakresach kompetencji i wpływu ustaleń projektu planu uzgadnia projekt z wójtami (burmistrzami albo prezydentami) miast położonych w bezpośrednim sąsiedztwie obszaru objętego projektem, regionalnymi dyrektorami ochrony środowiska, Ministrem Obrony Narodowej oraz ministrami właściwymi do spraw: gospodarki, klimatu, energii, rybołówstwa, środowiska, gospodarki wodnej, wewnętrznych, turystyki, łączności, transportu, kultury i ochrony dziedzictwa narodowego, marszałkami województwa, dyrektorami parków narodowych oraz podmiotami zarządzającymi portami morskimi o podstawowym znaczeniu dla gospodarki narodowej. Opinie i uzgodnienia powinny być przedstawione w terminie nie dłuższym niż 45 dni od dnia udostępnienia projektu planu.

Kolejno projekt planu (zmiany planu) wraz z prognozą oddziaływania na środowisko podlegają ponownej procedurze składania wniosków i opinii w drodze konsultacji publicznych. Organ wprowadza poprawki wynikające z rozpatrzonych uwag i wniosków, uzyskanych opinii i uzgodnień oraz prognozy oddziaływania na środowisko, następnie ponawia uzgodnienia z właściwymi organami.

W przypadku możliwego transgranicznego oddziaływania na środowisko – z którym mamy do czynienia w przypadku obowiązującego PZPPOM – organ informuje o tym oddziaływaniu Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska, przekazując mu projekt planu wraz z prognozą oddziaływania na środowisko. Postępowanie w sprawie transgranicznego oddziaływania planu na środowisko odbywa się zgodnie z przepisami działu VI rozdziału 3 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2022 r., poz. 1029), a jego elementem jest prowadzenie konsultacji z państwami trzecimi, na których terytorium może oddziaływać wdrożenie dokumentu. W postępowaniu tym uczestniczy dyrektor urzędu morskiego. W przypadku zmian wprowadzonych do procedowanego projektu planu wskutek tegoż postępowania organ może ponownie wystąpić w odpowiednim zakresie o opinie i uzgodnienia do organów opiniujących.

Projekt planu przedstawiany jest także ministrowi właściwemu do spraw rozwoju regionalnego w celu stwierdzenia jego zgodności ze średniookresową strategią rozwoju kraju.

Następnie projekt planu (zmiany planu) wraz z towarzyszącą mu dokumentacją przekazywany jest ministrowi właściwemu do spraw gospodarki morskiej w celu jego przyjęcia. Plan przyjmowany jest przez Radę Ministrów w drodze rozporządzenia (art. 37a ust. 1 UOM). W przypadku dokonania zmian w projekcie przed jego przyjęciem, minister właściwy do spraw gospodarki morskiej, po rozpatrzeniu zgłoszonych uwag i wniosków, może przekazać projekt planu ponownie do dyrektora urzędu morskiego w celu ponowienia procedury sporządzenia planu w zakresie niezbędnym do dokonania tych zmian (art. 37e ust. 2 UOM).

Zauważyć należy także, iż zasady lokalizacji MFW obecnie determinowane są nie tylko postanowieniami PZPPOM, ale także przepisami UOM. Zgodnie z nimi, lokalizacja wskazana we wniosku o wydanie PSZW dla MFW musi odpowiadać obszarom określonym w załączniku nr 2 do ustawy z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych (Dz.U. z 2022 r. poz. 1050, „Ustawa Offshore”). Obszary te zasadniczo wpisują się w akweny przeznaczone w PZPPOM na pozyskiwanie energii odnawialnej. Przewidziano trzynaście takich obszarów. Przyjęcie odpowiedniej zmiany PZPPOM tworzącej nowe akweny przeznaczone pod MEW w trybie przepisany UOM będzie zatem musiało być połączone z odpowiednią nowelizacją ustawy offshore w trybie właściwym ustawie.



POLSKIE STOWARZYSZENIE
ENERGETYKI WIATROWEJ





Potencjał Morskiej Energetyki Wiatrowej w Polsce

Kompleksowa analiza możliwości rozwoju morskiej energetyki wiatrowej
w polskich obszarach morskich

Skrócona wersja raportu

Warszawa, Listopad 2022