

Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego. Część druga: morskie farmy wiatrowe wraz z zespołem urządzeń służących do wyprowadzenia mocy

Monika Szablowska¹, Edyta Majer¹, Marta Sokołowska¹



M. Szablowska



E. Majer



M. Sokołowska

Guidelines for geological and engineering documentation of conditions for the foundation of marine construction facilities and seashore protection. Part two: offshore wind farms with a set of devices for power evacuation. Prz. Geol., 73: 1122–1130; doi: 10.7306/2025.119

Redaktor prowadzący: Tomasz Godlewski

A b s t r a c t. The ongoing first offshore wind farm projects in Poland are part of the energy transition towards low-emission technologies. The geological work plans and geological and engineering documentations developed so far have shown that not all provisions of the regulation on hydrogeological and geological and engineering documentation (Regulation, 2016) are applicable to offshore geological research. Some of them require commentary or explanation. Therefore, in response to the needs of investors and contractors involved in geological work plans and documentations, as well as representatives of the administration approving these documents, a guide was created, entitled: Guidelines for geological and engineering documentation of conditions for the foundation of marine construction facilities and seashore protection. Part two: offshore wind farms with a set of devices for power evacuation. Its aim was to develop guidelines for designing seabed surveys and documenting geological and engineering conditions for the foundation of offshore wind farms (OWF) and a set of devices for power evacuation. These were based on foreign experience, consistent with national law and adjusted to the geological conditions of the Southern Baltic Sea and coastal zone. The guide adds to and updates the information on offshore wind farms, provided in the Guidelines for geological and engineering documentation of conditions for the foundation of marine construction facilities and seashore protection from 2009 (Frankowski et al., 2009). This guide was created as part of a project carried out by the Polish Geological Survey, financed by the National Fund for Environmental Protection and Water Management. It was developed in 2023–2024 by staff from the Polish Geological Institute – National Research Institute, and is available on the website <https://www.pgi.gov.pl/inzynierska.html> in the Knowledge Base, Guides and Methodologies tab.

tion, 2016) are applicable to offshore geological research. Some of them require commentary or explanation. Therefore, in response to the needs of investors and contractors involved in geological work plans and documentations, as well as representatives of the administration approving these documents, a guide was created, entitled: Guidelines for geological and engineering documentation of conditions for the foundation of marine construction facilities and seashore protection. Part two: offshore wind farms with a set of devices for power evacuation. Its aim was to develop guidelines for designing seabed surveys and documenting geological and engineering conditions for the foundation of offshore wind farms (OWF) and a set of devices for power evacuation. These were based on foreign experience, consistent with national law and adjusted to the geological conditions of the Southern Baltic Sea and coastal zone. The guide adds to and updates the information on offshore wind farms, provided in the Guidelines for geological and engineering documentation of conditions for the foundation of marine construction facilities and seashore protection from 2009 (Frankowski et al., 2009). This guide was created as part of a project carried out by the Polish Geological Survey, financed by the National Fund for Environmental Protection and Water Management. It was developed in 2023–2024 by staff from the Polish Geological Institute – National Research Institute, and is available on the website <https://www.pgi.gov.pl/inzynierska.html> in the Knowledge Base, Guides and Methodologies tab.

Keywords: offshore wind farm, engineering-geological conditions, engineering-geological documentation, Baltic Sea

W Polsce trwają prace nad budową morskich farm wiatrowych, które są istotnym elementem transformacji energetycznej. Składają się one z wielu zintegrowanych komponentów, z których każdy wymaga indywidualnego podejścia w zakresie badań geologicznych i dokumentowania geologiczno-inżynierskiego. Położenie farm w wymagających warunkach środowiskowych oraz interakcje z naturalnymi i antropogenicznymi czynnikami powodują, że opracowanie dokumentacji geologiczno-inżynierskich ma zasadnicze znaczenie dla zaprojektowania bezpiecznych i trwałych konstrukcji. W związku z realizacją pierwszych tego typu inwestycji w Polsce do administracji geologicznej zaczęły napływać projekty i dokumentacje geologiczno-inżynierskie związane z ich wykonaniem na polskich obszarach morskich. Początkowe podejście inwestorów do opracowania dokumentów wymaganych prawem było bardzo różne i nie zawsze zgodne ze wskazaniem aktów prawnych (Ustawa, 2011; Rozporządzenie, 2011, 2016), co w konsekwencji powodowało wydłużenie procesu zatwierdzania ww. dokumentów z powodu konieczności spełnienia przepisów krajowych. Współpraca przedstawicieli administracji geologicznej i wykonawców projektów oraz dokumenta-

cji pozwoliła na wypracowanie dobrych praktyk w procesie przygotowywania projektów i dokumentacji geologiczno-inżynierskich na potrzeby budowy i funkcjonowania morskich farm wiatrowych.

Wieloletnie doświadczenia zagranicznych firm (Majer i in., 2024) są przykładem, jak ważne jest elastyczne podejście do projektowania i wykonywania badań na obszarach morskich. Badania na morzu są bardzo kosztowne i wymagają planowania z odpowiednio dużym wyprzedzeniem. Dlatego inwestorzy chcą w maksymalny sposób wykorzystać czas pracy statku badawczego i pozyskać jak najwięcej informacji o podłożu. Jednak nie zawsze udaje się zrealizować badania w zaprojektowanym zakresie. Istotne jest, aby w projekcie robót geologicznych były opisane ewentualne odstępstwa spowodowane brakiem możliwości wykonania badań lub zmianami wprowadzonymi przez projektanta inwestycji.

Obecnie przepisy krajowe nie uwzględniają różnic w projektowaniu, wykonywaniu i przedstawianiu wyników prac i robót geologicznych przeprowadzanych na morzu i na lądzie. Wiąże się to z polemiką między inwestorami i wykonawcami a administracją geologiczną zatwier-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; monika.szablowska@pgi.gov.pl; edyta.majer@pgi.gov.pl; marta.sokolowska@pgi.gov.pl; ORCID ID: M. Szablowska – 0000-0003-0199-6543, E. Majer – 0000-0001-8489-2357, M. Sokołowska – 0000-0002-5262-1031

dzającą opracowane dokumenty w zakresie interpretacji przepisów prawa, a tym samym odpowiednie opracowanie wyników badań w formie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Jest to tym trudniejsze, że z uwagi na niewielkie doświadczenia w Polsce w projektowaniu tego typu obiektów morskie farmy wiatrowe projektują firmy zagraniczne, dla których dostosowanie się do obowiązujących w kraju przepisów jest dużym wyzwaniem.

W związku z powyższym, w latach 2023–2024, w ramach realizacji zadań państwa w zakresie geologii przez państwową służbę geologiczną (PSG), podjęto się opracowania poradnika pt. *Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego. Część druga: morskie farmy wiatrowe wraz z zespołem urządzeń służących do wyprowadzenia mocy* (Majer i in., 2024). Poradnik jest w całości poświęcony tematyce morskich farm wiatrowych i zagadnieniom geologiczno-inżynierskim związanym z ich projektowaniem, budową i eksploatacją w kontekście dobrych praktyk, zaleceń międzynarodowych oraz przepisów prawa krajowego. Zawiera syntezę doświadczeń wynikających z dynamicznego rozwoju morskiej energetyki wiatrowej, zgodnie z celami polityki energetycznej państwa do 2040 r. (Obwieszczenie, 2021).

Poradnik stanowi kompendium wiedzy o dokumentowaniu warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby morskich farm wiatrowych (MFW), morskich turbin wiatrowych (MTW) oraz zespołu urządzeń służących do wyprowadzenia mocy (ZU). Do obiektów morskiej energetyki wiatrowej zalicza się inwestycje składające się z nieliniowych (MFW, MTW) i liniowych obiektów budowlanych (ZU), posadawianych na różnych głębokościach. Każdy z tych elementów wymaga indywidualnego podejścia w zakresie badań geologiczno-inżynierskich.

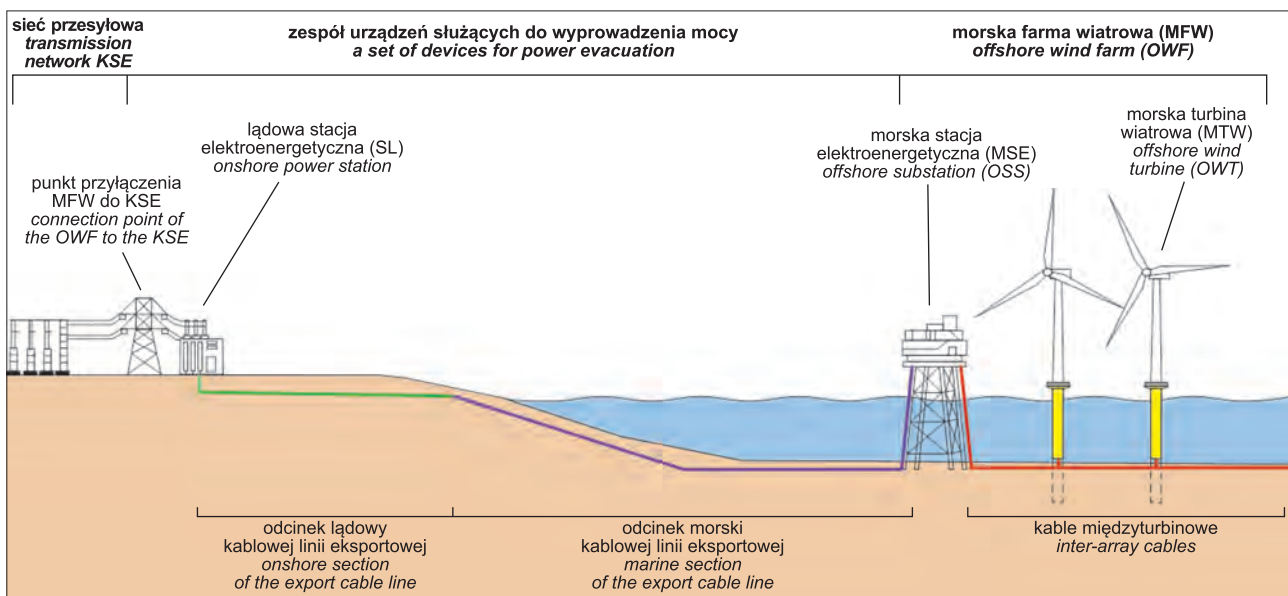
Celem poradnika jest wsparcie procesu inwestycyjnego przez opracowanie i upowszechnianie zaleceń i dobrych praktyk do projektowania badań oraz dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadowienia MFW, MTW i zespołu urządzeń służących do wyprowadzenia mocy. Poradnik jest skierowany do geo-

logów, którzy opracowują projekty i dokumentacje geologiczne dla morskich farm wiatrowych, do inwestorów, projektantów i inżynierów biorących udział w procesie budowy morskich farm wiatrowych, a także do przedstawicieli administracji geologicznej, wydających decyzje zatwierdzające projekty i dokumentacje.

ZAWARTOŚĆ PORADNIKA

Poradnik składa się z 11 głównych rozdziałów, w których w sposób syntetyczny przedstawiono następujące zagadnienia:

- ❑ rodzaje podstawowych obiektów budowlanych służących do wytwarzania i przesyłania energii elektrycznej z obszarów morskich na ląd, sposoby przygotowania i wzmacniania dna morskiego, sposoby posadawiania i instalacji obiektów budowlanych oraz możliwości zabezpieczania fundamentów i konstrukcji;
- ❑ istotne założenia dotyczące zagospodarowania obszarów morskich Rzeczypospolitej Polskiej mające znaczenie do budowy morskich farm wiatrowych;
- ❑ podział obszarów morskich na strefy pod kątem możliwości wykonywania badań dna morskiego;
- ❑ opis budowy geologicznej obszarów morskich Rzeczypospolitej Polskiej, a w szczególności: opis rzeźby dna morskiego; warunki geologiczne; warunki hydrogeologiczne; niekorzystne procesy i zjawiska geologiczne, geologiczno-inżynierskie oraz antropogeniczne; warunki geologiczno-inżynierskie;
- ❑ szczegółową charakterystykę procesu dokumentowania geologiczno-inżynierskiego na potrzeby inwestycji w zakresie morskiej energetyki wiatrowej;
- ❑ podstawy formalno-prawne prowadzenia inwestycji w zakresie morskiej energetyki wiatrowej;
- ❑ krajowe doświadczenia w sporządzaniu dokumentacji geologiczno-inżynierskich oraz projektów robót geologicznych na potrzeby posadawiania morskich farm wiatrowych oraz zespołu urządzeń służących do wyprowadzenia mocy;



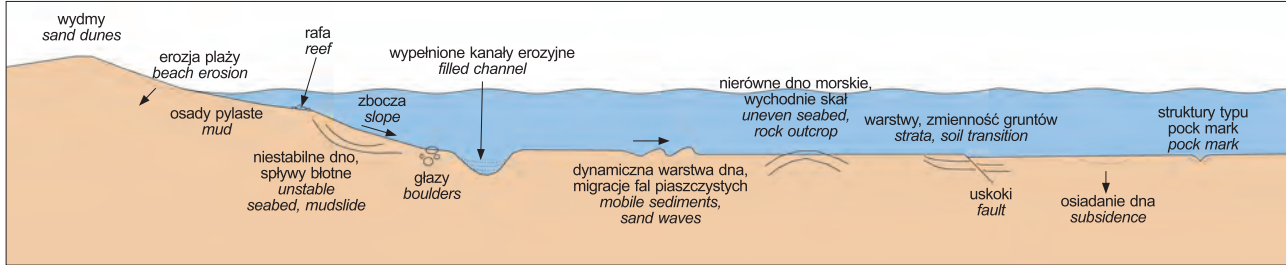
Ryc. 1. Schemat morskiej farmy wiatrowej oraz zespołu urządzeń służących do wyprowadzenia mocy (Figura, 2022, zmienione; Majer i in., 2024)

Fig. 1. Diagram of an offshore wind farm and a set of devices for power output (Figura, 2022, modified; Majer et al., 2024)

- ❑ kierunki rozwoju morskiej energetyki wiatrowej i przykłady funkcjonujących oraz planowanych do realizacji morskich farm wiatrowych na świecie;
- ❑ terminologię istotną w procesie dokumentowania geologiczno-inżynierskiego na potrzeby inwestycji w zakresie morskiej energetyki wiatrowej.

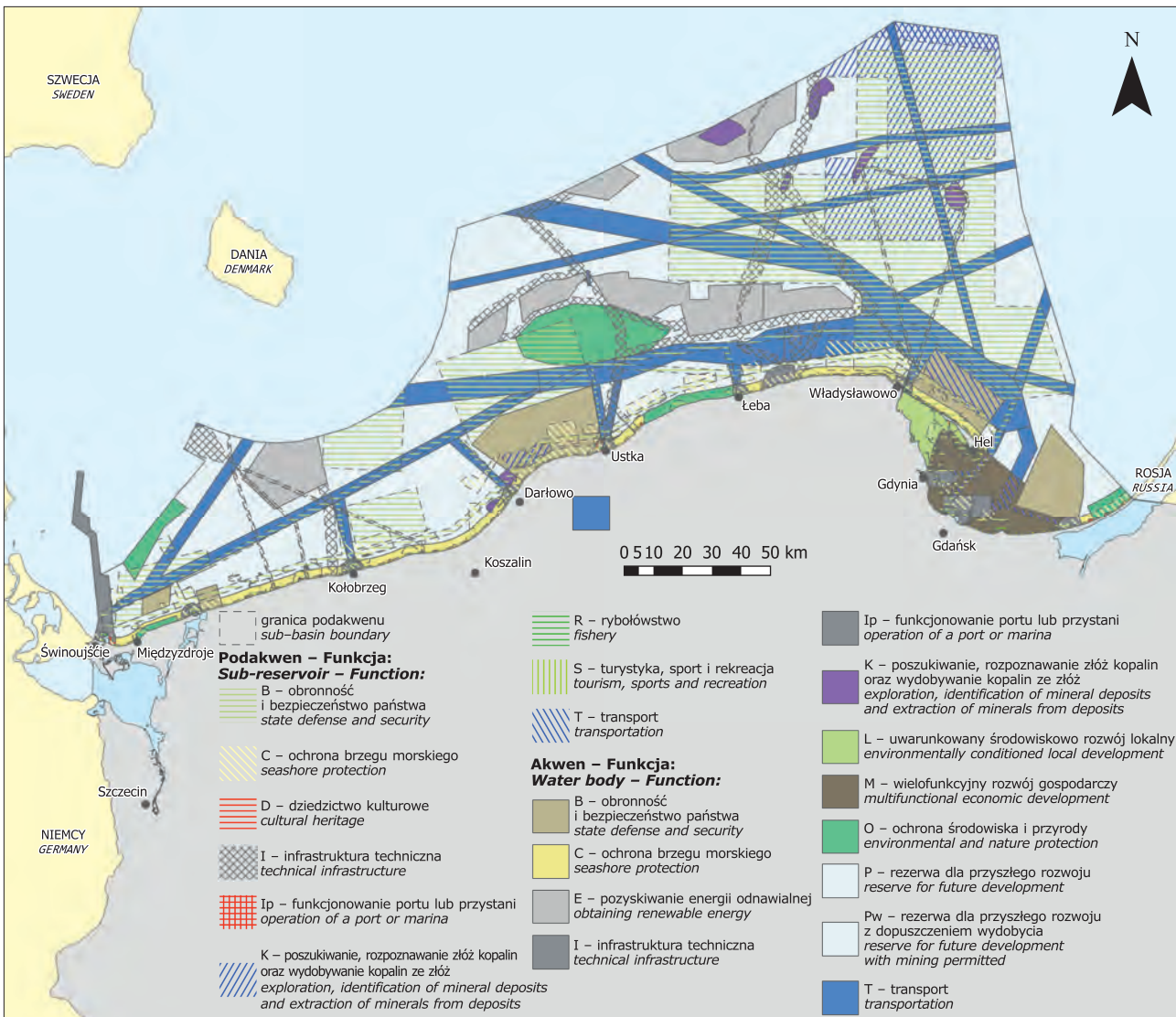
INFORMACJE OGÓLNE O MORSKICH FARMACH WIATROWYCH

Budowę, eksploatację i likwidację morskich farm wiatrowych na polskich obszarach morskich reguluje Ustawa z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych (Ustawa,



Ryc. 2. Zagrożenia geologiczne mogące występować wzdłuż trasy kabla eksportowego oraz kabli międzyturbinowych (DNV-RP-0360, przetłumaczono; Majer i in., 2024)

Fig. 2. Geological hazards that may occur along the route of the export cable and inter-turbine cables (DNV-RP-0360, translated; Majer et al., 2024)



Ryc. 3. Plan zagospodarowania polskich obszarów morskich opracowany na podstawie danych z portalu SIPAM (<https://sipam.gov.pl/geoport>, stan na 30.06.2024 r.; Majer i in., 2024)

Fig. 3. Development plan for Polish maritime areas based on data from the SIPAM website (<https://sipam.gov.pl/geoport>, as of June 30, 2024; Majer et al., 2024)

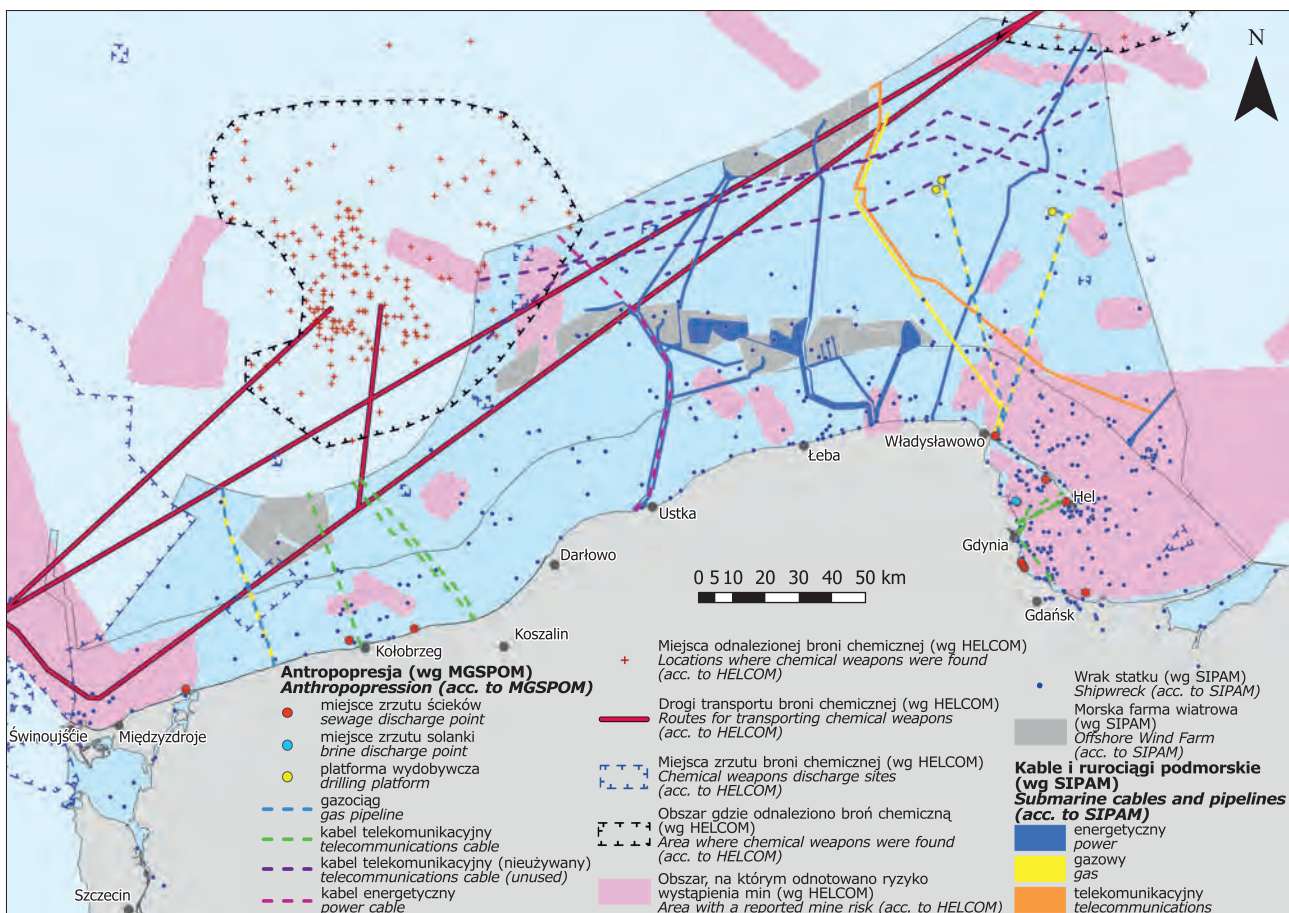
2020). Określa ona m.in. zasady i warunki udzielania wsparcia dla energii elektrycznej wytwarzanej w morskich farmach wiatrowych, warunki realizacji inwestycji oraz gospodarowania infrastrukturą służącą wyprowadzeniu mocy. Ustawa reguluje przede wszystkim takie zagadnienia jak: lokalny łańcuch dostaw, przyłączanie do sieci krajowej i możliwości ubiegania się przedsiębiorców o przyznanie tzw. prawa do pokrycia ujemnego salda. Wprowadzone przepisy umożliwiają przyspieszenie realizacji inwestycji dzięki usprawnieniom w zakresie postępowań administracyjnych w celu przyspieszenia realizacji inwestycji.

Do podstawowych obiektów budowlanych wchodzących w skład instalacji służących do wytwarzania energii elektrycznej na morzu należą:

- morska farma wiatrowa (MFW) w tym:
 - morskie turbiny wiatrowe (MTW),
 - morskie stacje elektroenergetyczne (MSE),
 - sieć średniego napięcia (SSN),
- zespół urządzeń służących do wyprowadzenia mocy (ZU, zespół urządzeń, przyłączy) w tym:
 - kablowa linia eksportowa (KLE),
 - lądowa stacja elektroenergetyczna (LSE).

Ogólny schemat morskiej farmy wiatrowej, zespołu urządzeń służących do wyprowadzenia mocy oraz miejsca przyłączenia MFW do sieci przesyłowej Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) przedstawiono na rycinie 1. Obiekty te są zlokalizowane na morzu i w strefie brzegowej, w warunkach oddziaływania dynamicznych spowodowanych wiatrem, falowaniem i transportem osadów dennych. Prawidłowe udokumentowanie warunków geologiczno-inżynierskich jest kluczowe dla ich bezpiecznej eksploatacji.

W poradniku dokonano przeglądu rozwiązań konstrukcyjnych MFW i scharakteryzowano najczęściej stosowane typy fundamentów. Przeanalizowano również wymagania dotyczące instalacji fundamentów i kabli energetycznych, opisano metody przygotowania i wzmacniania podłoża gruntowego oraz stosowane zabezpieczenia chroniące fundamenty i kable przed erozją, korozją czy uszkodzeniami mechanicznymi. Szczególnie skupiono się na kwestiach istotnych z punktu widzenia projektowania badań geologicznych i prac analitycznych.



Ryc. 4. Wybrane zjawiska i procesy antropogeniczne (zagrożenia antropogeniczne) w polskich obszarach morskich (na podstawie: HELCOM², SIPAM, Kramarska, 2019a, b; stan na 30.06.2024; Majer i in., 2024)

Fig. 4. Selected anthropogenic phenomena and processes (anthropogenic hazards) in Polish maritime areas (based on: HELCOM², SIPAM, Kramarska, 2019a, b; as of June 30, 2024; Majer et al., 2024)

² Komisja Ochrony Środowiska Morskiego Bałtyku – znana również jako Komisja Helsińska / Baltic Marine Environment Protection Commission – also known as the Helsinki Commission.

CZYNNIKI MOGĄCE MIEĆ WPLYW NA LOKALIZACJĘ, BUDOWĘ I EKSPLOATACJĘ MFW

Podczas projektowania inwestycji na morzu bardzo ważne jest uwzględnienie zmiennych i wymagających warunków środowiskowych typowych dla obszarów morskich oraz wpływu zagrożeń naturalnych lub powodowanych przez człowieka na obiekt budowlany i jego stateczność. W związku z tym, że kable energetyczne wyprowadzające moc z farmy wiatrowej na morzu przebiegają od wyłącznej strefy ekonomicznej aż do stacji elektroenergetycznej na lądzie, w poradniku przedstawiono zagrożenia geologiczne, które wynikają z dynamiki środowiska morskiego w różnych częściach akwenu i mogą wystąpić na różnych etapach procesu inwestycyjnego (ryc. 2). Mając na uwadze planowaną wieloletnią eksploatację elektrowni wiatrowej oraz bezpieczeństwo inwestycji, opisano także zalecenia do monitoringu MFW. Najczęściej stosowane są systemy zdalnego nadzoru, które zapewniają szybki dostęp do danych i umożliwiają bieżące podejmowanie decyzji w sprawie niezbędnych działań.

Kolejnym ważnym zagadnieniem, które wpływa na budowę MFW jest istniejąca i planowana infrastruktura na obszarach morskich. W poradniku, na podstawie dostępnych map, publikacji i baz danych, w sposób syntetyczny przedstawiono charakterystykę polskich obszarów morskich, która uwzględnia m.in. obecne i planowane zagospodarowanie tych obszarów (ryc. 3), istniejącą infrastrukturę technicz-

ną, złoża surowców mineralnych, obszary chronione (ryc. 4). Są to zagadnienia szczególnie istotne podczas planowania przebiegu zespołu urządzeń służących do wyprowadzenia mocy z MFW.

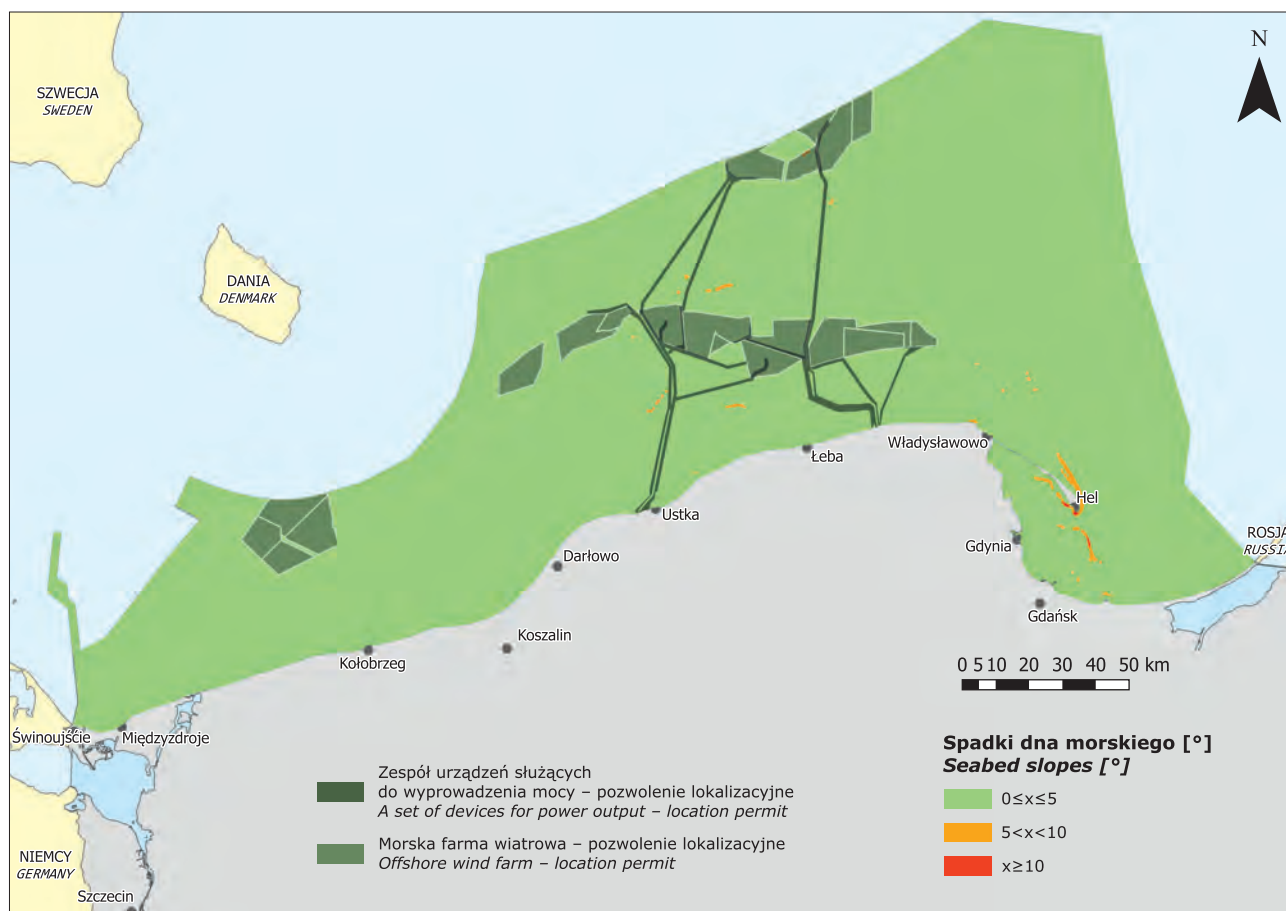
Wymienione zagadnienia są analizowane już na etapie planowania inwestycji, jednak nie należy ich pomijać w procesie dokumentowania geologiczno-inżynierskiego.

BUDOWA GEOLOGICZNA POLSKICH OBSZARÓW MORSKICH

Z punktu widzenia sposobów posadowienia obiektów wchodzących w skład morskich farm wiatrowych duże znaczenia ma budowa geologiczna Bałtyku. Autorzy książki powołując się na dostępną literaturę i materiały archiwalne, opisali budowę geologiczną polskiej części Morza Bałtyckiego, w tym: rzeźbę dna, tektonikę, stratygrafię, genezę i litologię skał i gruntów, warunki hydrogeologiczne; warunki geologiczno-inżynierskie oraz niekorzystne zjawiska i procesy geologiczne i antropogeniczne występujące na polskich obszarach morskich, które mogą mieć wpływ na realizację inwestycji (ryc. 5, 6).

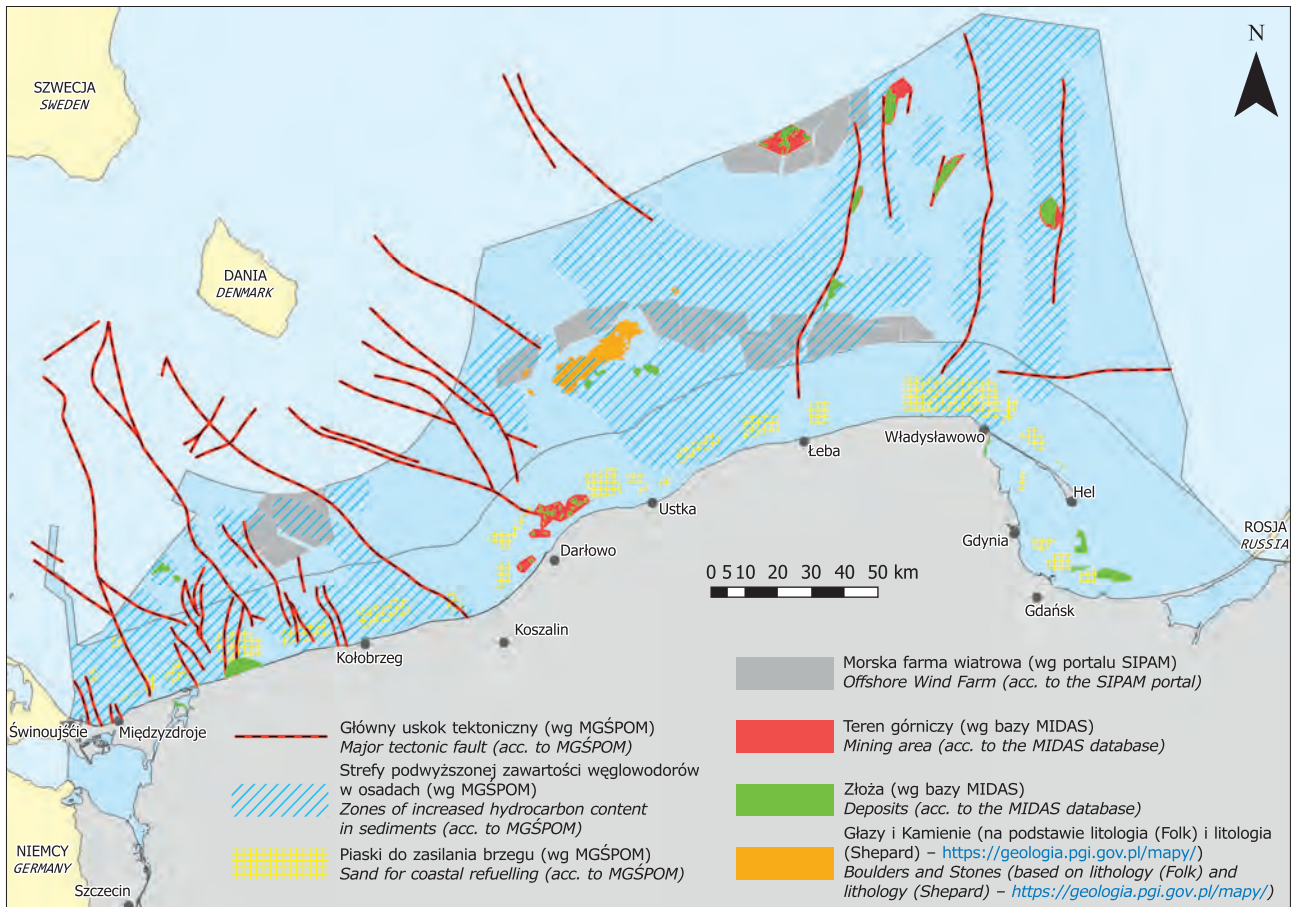
PROCES DOKUMENTOWANIA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO

Poradnik szczegółowo omawia cały proces dokumentowania geologiczno-inżynierskiego (ryc. 7), który zdefiniowano jako sposób postępowania prowadzony w określonym



Ryc. 5. Spadki dna morskiego wygenerowane na podstawie cyfrowej batymetrii dostępnej w bazie danych EMODnet (<https://emodnet.ec.europa.eu/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/380e0238-0b93-46fa-a99e-3f38152de172>; Majer i in., 2024)

Fig. 5. Seabed slopes generated from the digital bathymetry available in the EMODnet database (<https://emodnet.ec.europa.eu/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/380e0238-0b93-46fa-a99e-3f38152de172>; Majer et al., 2024)



Ryc. 6. Wybrane zjawiska i procesy geologiczne występujące w polskich obszarach morskich (na podstawie: Mojski, 1989–1995; Jegliński i in., 2012; Kramarska, 2019a, b; MIDAS³; SIPAM⁴, stan na 30.06.2024; Majer i in., 2024)

Fig. 6. Selected geological phenomena and processes (geological hazards) occurring in Polish maritime areas (based on: Mojski, 1989–1995; Jegliński et al., 2012; Kramarska, 2019a, b; MIDAS³; SIPAM⁴, as of 30/06/2024; Majer et al., 2024)

celu, na podstawie przepisów prawa, norm, dokumentów kontraktowych i doświadczenia, polegający na (Majer i in., 2024):

- zbieraniu i analizie materiałów archiwalnych,
- projektowaniu badań,
- wykonywaniu badań terenowych i polowych,
- przetwarzaniu, analizie, ocenie, interpretowaniu, modelowaniu wyników badań,
- integracji danych w efekcie czego powstaje model podłoża w szczególności model geologiczno-inżynierski,
- ustalaniu i ocenie warunków geologiczno-inżynierskich,
- ocenie przydatności obszaru do realizacji inwestycji,
- przedstawianiu wyników badań w określonej formie,
- gromadzeniu i archiwizowaniu wyników badań.

W procesie dokumentowania model podłoża oraz warunki geologiczno-inżynierskie ustala się na podstawie zintegrowanych danych geofizycznych, geologicznych, geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych oraz środowiskowych.

Dobre rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich, właściwe wykonanie badań geologiczno-inżynierskich, geofizycznych i środowiskowych oraz określenie

parametrów niezbędnych do zaprojektowania obiektów wchodzących w skład MFV umożliwia optymalne zaprojektowanie fundamentów, wzmocnień i zabezpieczeń, co wiąże się z obniżeniem kosztów przeznaczonych na budowę oraz obniżenie ryzyka uszkodzeń i zniszczeń tych obiektów (Velenturf i in., 2021).

Dużą uwagę poświęcono problematyce projektowania badań geologiczno-inżynierskich w zależności od rodzaju obiektu i etapu inwestycji. Poradnik zawiera minimalne zalecenia do projektowania badań, w tym pomiarów geodezyjnych, badań geofizycznych, wierceń, sondowań parametrycznych, badań specjalistycznych a także do projektowania zakresu opróbowania otworów wiertniczych oraz badań laboratoryjnych. Zalecenia do projektowania opisano osobno dla obszaru MFV, dla poszczególnych rozwiązań fundamentowych oraz obiektów służących do wyprowadzenia mocy (kablów i stacji elektroenergetycznych) zarówno w części lądowej, jak i morskiej.

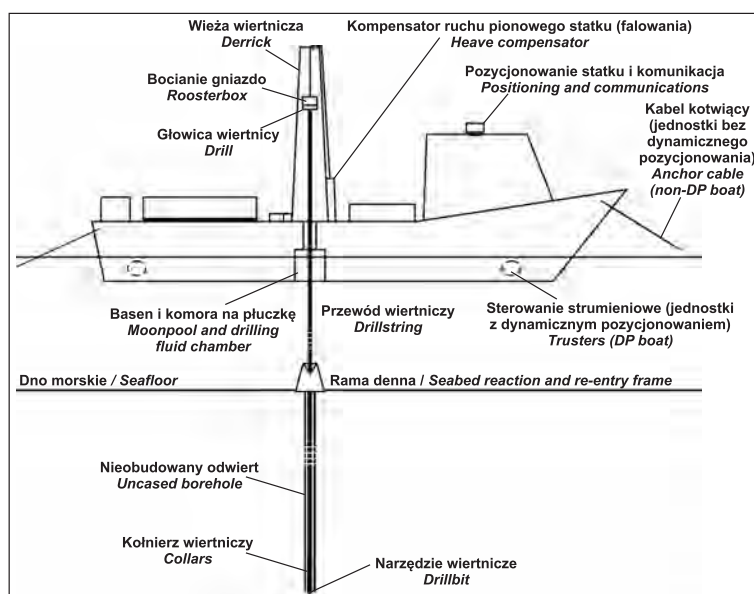
W poradniku wskazano obowiązujące normy krajowe i międzynarodowe oraz zalecenia dotyczące badań podłoża na morzu oraz projektowania i realizacji morskich farm wiatrowych, metody badań terenowych i laboratoryjnych. Przedstawiono różne rodzaje badań i pomiarów oraz opisano

³ System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych Polski / *The System of Management and Protection of Mineral Resources in Poland.*

⁴ System Informacji Przestrzennej Administracji Morskiej / *Spatial Information System of the Maritime Administration* (sipam.gov.pl).



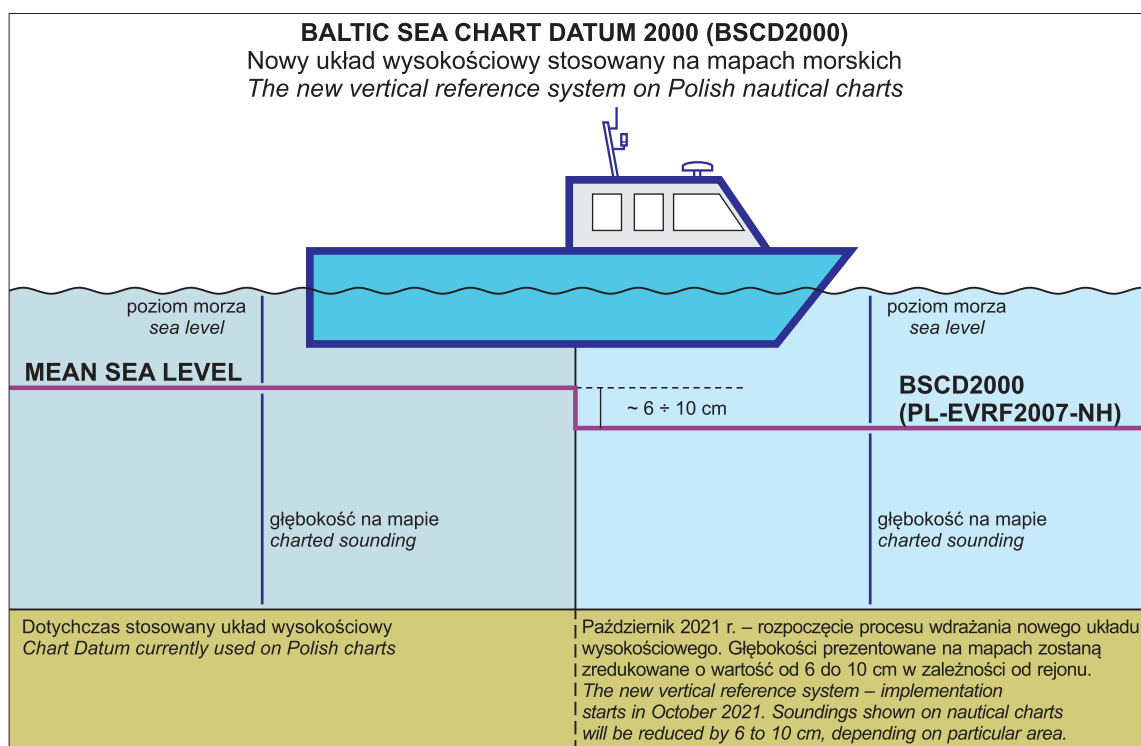
Ryc. 7. Proces dokumentowania geologiczno-inżynierskiego na obszarach morskich (Majer i in., 2024)
 Fig. 7. The process of geological and engineering documentation in marine areas (Majer et al., 2024)



Ryc. 8. Wiercenie ze statku (Dean, 2010; Majer i in., 2024)
 Fig. 8. Drilling from a ship (Dean, 2010; Majer et al., 2024)

specyfikę ich wykonania w warunkach morskich. Uwzględniono badania morskiej geofizyki inżynierskiej, wiercenia w podziale na różne systemy (ryc. 8), sondowania w podziale na różne rodzaje w tym wykorzystujące moduły sejsmiczne, pomiary geodezyjne na morzu (ryc. 9), teledetekcję morską oraz badania laboratoryjne standardowe

m.in. badania termiczne (ryc. 10) i zaawansowane w szczególności badania cykliczne (ryc. 11). Opisano, jakie dane powinny zostać zebrane, jak je przetwarzać i prezentować w dokumentacjach geologiczno-inżynierskich dla obiektów liniowych i nieliniowych. W poradniku podkreślono znaczenie standaryzacji formatów danych, szczególnie



Ryc. 9. Schemat zastąpienia układu MSL na układ BSCD2000 (<https://bhmw.gov.pl/pl/>)

Fig. 9. Schematic diagram of replacing the MSL system with the BSCD2000 system (<https://bhmw.gov.pl/pl/>)

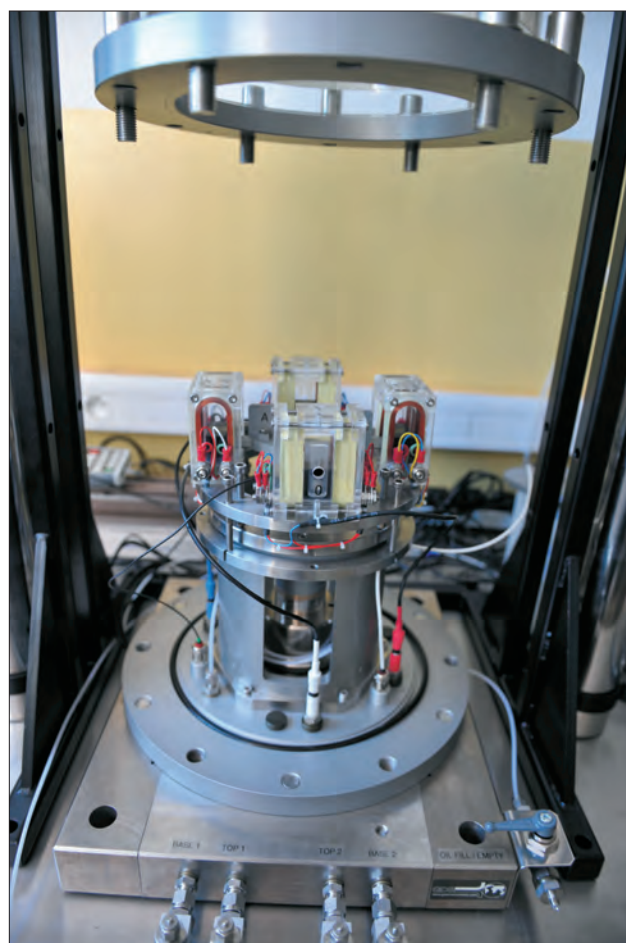


Ryc. 10. Badanie termiczne próbki gruntu za pomocą igły termicznej

Fig. 10. Thermal testing of a soil sample using a thermal needle

formatu AGS (*Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists*) oraz ich późniejszego wykorzystania w projektowaniu i zarządzaniu inwestycjami, np. w środowisku BIM (*Building Information Modeling*).

Istotną część poradnika stanowią wskazówki i rekomendacje pomocne przy opracowywaniu projektów robót geologicznych, dokumentacji geologiczno-inżynierskich oraz dokumentacji geologicznej innej, wykonywaniu badań na morzu oraz w laboratoriach na statkach i na lądzie. W oparciu o dane literaturowe, doświadczenia krajowe (przegląd projektów robót i dokumentacji geologicznych opracowanych na potrzeby inwestycji realizowanych na polskich obszarach morskich), doświadczenia zdobyte przez zespół autorski, a także informacje pozyskane w trakcie konsultacji z branżą opracowano zestaw dobrych



Ryc. 11. Przygotowanie kolumny rezonansowej do badań. Ryc. 10, 11 – fot. z arch. PIG-PIB

Fig. 11. Preparing the resonance column for testing. Figs. 10,11 – photos from the PGI-NRI Archives

praktyk dotyczący zawartości projektów robót geologicznych oraz dokumentacji geologicznych.

PODSTAWY FORMALNO-PRAWNE PROWADZENIA INWESTYCJI W ZAKRESIE MORSKICH FARM WIATROWYCH I ZESPOŁU URZĄDZEŃ SŁUŻĄCYCH DO WYPROWADZENIA MOCY

Ważnym aspektem poruszonym w poradniku są również podstawy formalno-prawne prowadzenia inwestycji, ponieważ proces inwestycyjny związany z przygotowaniem, budową, eksploatacją i likwidacją morskich farm wiatrowych jest bardzo skomplikowany. Odnosi się do wielu ustaw i aktów wykonawczych, które nakładają na inwestora obowiązek uzyskania licznych decyzji, pozwoleń i dokumentów. Poradnik w sposób ogólny przedstawia ścieżkę postępowania w zakresie konieczności uzyskania wybranych (istotnych) zezwoleń i decyzji administracyjnych, w tym pozwolenie na wznoszenie lub wykorzystywanie sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń, które jest kluczową decyzją administracyjną na wczesnym etapie procesu inwestycyjnego. Decyzja ta określa granice obszaru morskiego, który może być wykorzystany do budowy i eksploatacji morskiej farmy wiatrowej.

Z uwagi na fakt, że w Polsce nie funkcjonuje jeszcze żadna morska farma wiatrowa, zaś w 2025 r. wybudowano pierwsze morskie turbiny wiatrowe, do przygotowania poradnika wykorzystano dostępne materiały o MFW zrealizowanych na świecie, w tym przykłady morskich farm wiatrowych z Danii, Belgii, Tajwanu czy Wielkiej Brytanii oraz o pierwszej zlikwidowanej morskiej farmie wiatrowej.

Całość poradnika opiera się na aktualnym stanie wiedzy naukowej, normatywnej i praktycznej. Autorzy wskazują, że w obliczu dynamicznego wzrostu inwestycji w sektorze *offshore*, potrzebna jest spójna i szczegółowa metodyka badań i dokumentowania, która zapewni bezpieczeństwo, efektywność i trwałość inwestycji.

PODSUMOWANIE

Poradnik stanowi opracowanie dedykowane specjalistom z zakresu geologii inżynierskiej, geotechniki, planowania przestrzennego oraz projektowania MFW, MTW oraz ZU. Jego celem jest zapewnienie standaryzacji zasad dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich oraz optymalizacji kosztów i ryzyka w zakresie badań na morzu związanych z inwestycjami morskiej energetyki wiatrowej.

Publikacja powstała w ramach zadań państwowej służby geologicznej i została sfinansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) na podstawie umowy nr 213/2023/Wn-07/FG- GO-DN/D. Poradnik został przygotowany we współpracy ekspertów z Zakładu Geologii Inżynierskiej i Geotermii Płytkiej w Warszawie oraz z Oddziału Geologii Morza w Gdańsku, pod redakcją merytoryczną dr Edyty Majer, dr Marty Sokołowskiej i mgr Moniki Szablowskiej. Autorami publikacji są: Edyta Majer, Marta Sokołowska, Monika Szablowska (red.), Adam Popławski, Adam Roguski, Szymon Ostrowski, Michał Jaros, Arkadiusz Piechota, Krzysztof Majer, Jakub Kobiela, Izabela Samel, Grzegorz Uścińowicz, Dorota Kaulbarsz, Lesław Mil, Urszula Pączek, Anna Stawicka, Krzysztof Truchan, Kamil Wasilewski. Konsultacji przy opracowaniu poradnika udzielali: Grzegorz Pacanowski, Alicja Grabowska, Paula Stefańska. Poradnik zaopiniował dr Zbigniew Frankowski oraz Komisja Dokumentacji Geologiczno-Inżynierskich. Autorzy serdecznie dziękują Recenzentom za poświęcony czas i cenne uwagi, które przyczyniły się do poprawy jego jakości.

Składamy podziękowania Redakcji *Przeglądu Geologicznego* i Recenzentom za pomoc w przygotowaniu ostatecznej wersji tekstu oraz całemu zespołowi biorącemu udział w realizacji zadania PSG pn. *Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego. Część druga: morskie farmy wiatrowe wraz z zespołem urządzeń służących do wyprowadzenia mocy*. Zadanie zostało zrealizowane przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w latach 2023–2024 i sfinansowane przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na podstawie umowy nr 213/2023/Wn-07/FG-GO-DN/D dnia 13.04.2023 r.

LITERATURA

- DEAN E.T.R. 2010 – Offshore geotechnical engineering: principles and practice. Wydaw. London: Thomas Telford.
DNV-RP-0360 Subsea power cables in shallow water, 2021 (<https://www.dnv.com/>)
FIGURA M. 2022 – Wytyczne PSE S.A. Proces weryfikacji dostępności projektowej zespołu urządzeń służących do wyprowadzenia mocy z MFW. Wytyczne PSE na potrzeby opiniowania dokumentacji projektowej przedkładanej przez Inwestorów. PSE, Konstancin-Jeziorna.
FRANKOWSKI Z., GRANICZNY M., JUSZKIEWICZ-BEDNARCZYK B., KRAMARSKA R., PRUSZAK Z., PRZEZDZIECKI P., SZMYTKIEWICZ M., WERNO M., ZACHOWICZ J. 2009 – Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
<https://bhmw.gov.pl/pl/>
<https://emodnet.ec.europa.eu/en>
<https://geologia.pgi.gov.pl/mapy/>
<https://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/midas>
<https://helcom.fi/>
<https://sipam.gov.pl/>
JEGLIŃSKI W., UŚCINOWICZ S., KRAMARSKA R., PRZEZIECKI P. 2012 – Mapa geologiczna polskich obszarów morskich na potrzeby tzw. Dodatkowych Warstw Wojskowych. Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, nr inw. 4019/2012.
KRAMARSKA R. (red.) 2019a – Mapa geośrodowiskowa polskich obszarów morskich 1 : 250 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Gdańsk-Warszawa.
KRAMARSKA R. (red.) 2019b – Objąsnienia do Mapy geośrodowiskowej polskich obszarów morskich 1 : 250 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Gdańsk-Warszawa.
MAJER E., SOKOŁOWSKA M. SZABLÓWSKA M. (red.), POPŁAWSKI A., ROGUSKI A., OSTROWSKI SZ., JAROS M., PIECHOTA A., MAJER K., KOBIELA J., SAMEL I., UŚCINOWICZ G., KAULBARSZ D., MIL L., PĄCZEK U., STAWICKA A., TRUCHAN K., WASILEWSKI K. 2024 – Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego. Część druga: morskie farmy wiatrowe wraz z zespołem urządzeń służących do wyprowadzenia mocy. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
MOJSKI J. E. (red.) 1989–1995 – Mapa geologiczna dna Bałtyku w skali 1 : 200 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
OBWIESZCZENIE, 2021 – Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 2 marca 2021 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2040 r. M.P. z 2021 r. poz. 264.
ROZPORZĄDZENIE, 2011 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji. Dz.U. z 2023 r. poz. 155.
ROZPORZĄDZENIE, 2016 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dz.U. z 2016 r. poz. 2033.
USTAWA, 2011 – Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze. Dz.U. z 2023 r. poz. 633 z późn. zm., t.j.
USTAWA, 2020 – USTAWA z dnia 17 grudnia 2020 r. o promowaniu wytwarzania energii elektrycznej w morskich farmach wiatrowych. Dz.U. z 2024 r. poz. 182., t.j.
VELENTURF A.P.M., EMERY A.R., HODGSON D.M., BARLOW N.L.M., MOHTAJ KHORASANI A.M., Van ALSTINE J., PETERSON E.L., PIAZOLO S., THORP M. 2021 – Geoscience Solutions for Sustainable Offshore Wind Development. Earth Science, Systems and Society, 1, 10042; <https://doi.org/10.3389/esss.2021.10042>
- Praca wpłynęła do redakcji 21.10.2025 r.
Akceptowano do druku 27.11.2025 r.