
KSIĄŻKA ABSTRAKTÓW

MAPOWANIE SIEDLISK DENNYCH POLSKICH OBSZARÓW MORSKICH Z WYKORZYSTANIEM METODY MOZAIKOWEGO SONAROWANIA DNA W LATACH 2021–2023

**BENTHIC HABITAT MAPPING OF POLISH SEA AREAS
USING SONAR MOSAICING IN 2021–2023**

KONFERENCJA ZORGANIZOWANA PRZEZ:



**Główny Inspektorat
Ochrony Środowiska**



MEWO
SUBSEA SOLUTIONS

**CENTRUM OFFSHORE
UNIWERSYTETU MORSKIEGO W GDYNI,
ul. ROBERTA de PLELO 20, GDAŃSK
19 KWIETNIA 2024 r.**

Organizatorzy konferencji:

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska



**Główny Inspektorat
Ochrony Środowiska**

Uniwersytet Morski w Gdyni



Instytut Morski
Uniwersytetu Morskiego w Gdyni



MEWO S.A.



Centrum Offshore Uniwersytetu Morskiego w Gdyni

ul. Roberta de Plelo 20, 80-548 Gdańsk

Tel.: (+58) 66 93 700

Gdańsk 2024

Komitety organizacyjny

Maria Kubacka

Alicja Zapolska

Tłumaczenie

Dominika Górnowicz

Karolina Rogóż-Badzińska

Opracowanie redakcyjne

Teresa Moroz-Kunicka

Mateusz Kunicki

Opracowanie graficzne

Dominika Górnowicz

Paweł Janowski

Grafika na okładce

Dane batymetryczne z rejonu Ławicy Odrzanej, opracowanie MEWO S.A.

ISBN 978-83-67428-41-5

e-ISBN 978-83-67428-42-2

DOI 10.26408/GIOS2024

O projekcie

Przedsięwzięcie pn.: „Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich (POM) z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023” realizowane było w latach 2022–2023 na podstawie Umowy nr GIOS/ZP/108/2022/DMS/B zawartej w dniu 10 czerwca 2022 r. pomiędzy Skarbem Państwa – Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a konsorcjum: Uniwersytet Morski w Gdyni (Lider konsorcjum) oraz MEWO Spółka Akcyjna.

Przedsięwzięcie swym zasięgiem obejmowało denne morskie siedliska przyrodnicze związane z obszarami morskimi, które nie zostały objęte dotychczas monitoringiem Państwowego Monitoringu Środowiska, a monitorowanie których jest wymagane do wyznaczenia ich zasięgu w celu określenia stopnia utraty siedliska dennego wyrażonego w procentach lub kilometrach kwadratowych.

Badania objęły obszar wskazany w Planie Zagospodarowania Przestrzennego Polskich Obszarów Morskich w skali 1:200 000 z wyłączeniem obszarów w bezpośredniej bliskości brzegu do izobaty 5 m, obszarów o głębokości powyżej 60 m, obszarów o przeznaczeniu militarnym, obszarów o przeznaczeniu pod morską energetykę wiatrową, dla których prowadzono badania i pozyskano dane od Inwestorów, oraz obszarów martwych dla życia biologicznego, tzw. stref azoicznych.

W ramach badań wykonano pomiary geofizyczne dna morskiego za pomocą echosondy wielowiązkowej oraz sonaru bocznego, pobrano próbki makrozoobentosu i makrofitobentosu, a także pobrano próbki osadów dennych i wykonano przegląd wizyjny dna morskiego.

W wyniku przeprowadzonych badań na przebadanym obszarze przeprowadzono delimitację siedlisk dennych na poziomie 5. europejskiej klasyfikacji siedlisk dennych EUNIS.

About the Project

The project entitled: “Benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) using sonar mosaicing in 2021–2023” was implemented in 2022–2023 under Contract No. GIOS/ZP/108/2022/DMS/B concluded on 10 June 2022 between the Polish State Treasury – the Chief Inspectorate of Environmental Protection and the consortium of the Gdynia Maritime University (Consortium Leader) and MEWO S.A. company.

The scope of the project included natural benthic habitats in the sea areas that have not yet been covered by monitoring by the State Environmental Monitoring program, the monitoring of which is required to determine their range and thus, the degree of loss of the benthic habitat expressed in percentage or square kilometres.

The surveys covered the area indicated in the Spatial Development Plan of the Polish Sea Areas at a scale of 1:200,000, excluding areas directly by the shore to the 5-m isobath, areas with a depth exceeding 60 m, areas used for military purposes, areas intended for offshore wind energy for which surveys have been conducted and data have been obtained from the investors, as well as dead zones of the sea deprived of biological life, the so-called hypoxic zones.

The research included geophysical measurements of the seabed using a multi-beam echosounder and side-scan sonar, sampling of macrozoobenthos, macrophytobenthos, as well as seabed sediments, and a visual survey of the seabed. As a result of the surveys conducted in the area of interest, the benthic habitats were delineated at EUNIS level 5 (the European classification of benthic habitats of the European Information System).

Abstrakty

Spis treści

Małgorzata Marciniwicz-Mykieta, Decyzja Komisji 2017/848 – nowe wymagania dotyczące monitorowania i oceny stanu siedlisk bentosowych.....	9
Maria Kubacka, Natalia Kaczmarek, Paweł Janowski, Jarosław Nowak, Agnieszka Józwik, Badania środowiska morskiego – aspekt ryzyka pogodowego.....	12
Karolina Rogowska, Przetwarzanie danych MBES i SSS – wyzwania obróbki wielkopowierzchniowej.....	16
Lucjan Gajewski, Radosław Wróblewski, Różnorodność form rzeźby dna południowego Bałtyku	18
Diana Dziaduch, Anna Barańska, Badania bentosu w mapowaniu siedlisk dennych	21
Łukasz Janowski, Zaawansowane techniki analizy danych w predykcyjnym mapowaniu siedlisk dennych: integracja hydroakustyki i analizy obiektowej obrazów	25
Aleksandra Bojke, Agnieszka Flasińska, Aleksandra Dzendrowska, Katarzyna Galer-Tatarowicz, Mapowanie morskich siedlisk dennych – badanie elementów abiotycznych.....	28
Radosław Wróblewski, Ślady gór lodowych w rzeźbie dna południowego Bałtyku	31
Elżbieta Maszloch, Osady środowisk lądowych na dnie południowego Bałtyku	34
Radosław Wróblewski, Fale piaszczyste Ławicy Stilo	36
Piotr Kozłowski, Aktualizacja bazy danych obiektów podwodnych BHMW na podstawie pomiarów hydrograficznych zrealizowanych w ramach projektu GIOŚ.....	38
Wojciech Jegliński, Dorota Kaulbarsz, Wykorzystanie wyników mapowania siedlisk dennych POM w realizacji zadań Państwowej Służby Geologicznej	40

Decyzja Komisji 2017/848 – nowe wymagania dotyczące monitorowania i oceny stanu siedlisk bentosowych

The Commission Decision (EU) 2017/848 laying down the new requirements for monitoring and assessing the state of benthic habitats

Małgorzata Marciniewicz-Mykieta

Departament Monitoringu Środowiska, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Al. Jerozolimskie 92, 00-807 Warszawa

Chief Inspectorate of Environmental Protection, the Department of Environmental Monitoring, Al. Jerozolimskie 92, 00-807 Warsaw

Ocena Komisji (UE) pierwszej fazy wdrożenia dyrektywy 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. ustanawiającej ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego (dyrektywa ramowa w sprawie strategii morskiej) skutkowałą przeglądem i zmianą dyrektywy 2008/56/WE oraz decyzji 2010/477/UE z dnia 1 września 2010 r. w sprawie kryteriów i standardów metodologicznych dotyczących dobrego stanu środowiska wód morskich. Dyrektywą Komisji (UE) 2017/845 z dnia 17 maja 2017 r. zmieniono dyrektywę 2008/56/WE w odniesieniu do przykładowych wykazów elementów branych pod uwagę przy opracowaniu strategii morskich, natomiast decyzją Komisji (UE) 2017/848 z dnia 17 maja 2017 r. uchylono decyzję 2010/477/UE i ustanowiono zaktu-

The EU Commission's assessment of the first phase of implementation of Directive 2008/56/EC of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive) resulted in a review and amendment of Directive 2008/56/EC and Decision 2010/477/EU of 1 September 2010 on criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters. Commission Directive (EU) 2017/845 of 17 May 2017 amended Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council as regards the indicative lists of elements to be taken into account for the preparation of marine strategies, while Commission Decision (EU) 2017/848 of 17 May 2017 repealed Decision 2010/477/EU and laid down updated

Benthic habitat mapping of Polish Sea Areas using sonar mosaicing in 2021–2023

19 April 2024, Gdańsk

alizowane kryteria i standardy metodologiczne dotyczące dobrego stanu środowiska wód morskich oraz specyfikacje i ujednolicone metody monitorowania i oceny.

Przepisy dyrektywy zostały przetransponowane do polskiego porządku prawnego ustawą z dnia 11 września 2019 r. o zmianie ustawy – Prawo wodne oraz niektórych innych ustaw. Zmianą ustawy – Prawo wodne wprowadzono m.in. szczegółową charakterystykę poszczególnych elementów ekosystemu zgodnie z tabelą nr 1 załącznika III dyrektywy 2017/845.

Zgodnie z nowym brzmieniem art. 150 ustawy – Prawo wodne ocena stanu środowiska wód morskich zawiera m.in. analizę podstawowych cech i właściwości wód morskich oraz obecnego stanu środowiska wód morskich, obejmującą w szczególności charakterystykę wszystkich typów siedlisk w zakresie rozmieszczenia i zasięgu siedliska. Kryteria, standardy metodologiczne, specyfikacje, ujednolicone metody monitorowania oraz oceny zostały szczegółowo określone w decyzji 2017/848.

W odniesieniu do kryterium D6C4 – zakres utraty typu siedliska sformułowano wymóg określenia zakresu każdego utraconego siedliska w kilometrach kwadratowych (km²) lub jako odsetek (%) całkowitego zasięgu typu siedliska. Zmiany w ustawie – Prawo wodne oraz przepisy decyzji 2017/848 stały się formalną podstawą do rozpo-

criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardised methods for monitoring and assessment.

The provisions of the directive were transposed into the Polish legal system by the Act of 11 September 2019 amending the Water Law Act and certain other acts. The amendment to the Water Law Act introduced, among other things, detailed characteristics of individual ecosystem elements in accordance with Table no. 1 of Annex III to Directive 2017/845.

In accordance with the new wording of Art. 150 of the Water Law Act, the assessment of the environmental status of marine waters includes e.g. analysis of the basic features and properties of sea waters and the current state of the seawater environment, including especially the characteristics of all sorts of habitats in terms of their range and distribution. The criteria, methodological standards, specifications, uniform monitoring and evaluation methods are all detailed in Decision 2017/848.

Concerning criterion D6C4 – the extent of loss of the habitat type – a special requirement was formed to specify the extent of each habitat lost in square kilometres (km²) or as a percentage (%) of the total extent of that habitat type. These changes to the Water Law Act and the provisions of Decision 2017/848 gave a formal basis for initiating monitoring of benthic habitats in

Mapowanie siedlisk dennyh polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023

19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

częcia monitoringu siedlisk dennyh zgodnie z nowymi wymaganiami. Badania siedlisk dennyh uwzględniające nowe regulacje dotyczące monitorowania i oceny stanu tych siedlisk rozpoczęły się w ramach zadania pn. „Mapowanie siedlisk dennyh polskich obszarów morskich (POM) z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023”.

compliance with the new requirements. The benthic habitat surveys integrating the new regulations regarding monitoring and assessing the state of these habitats have been initiated as part of the task entitled: “Benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) using sonar mosaicing in 2021–2023”.

Literatura:

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. ustanawiająca ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego.
2. Dyrektywa Komisji (UE) 2017/845 z dnia 17 maja 2017 r. zmieniająca dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE w odniesieniu do przykładowych wykazów elementów branych pod uwagę przy opracowaniu strategii morskich.
3. Decyzja Komisji (UE) 2017/848 z dnia 17 maja 2017 r. ustanawiająca kryteria i standardy metodologiczne dotyczące dobrego stanu środowiska wód morskich oraz specyfikacje i ujednolicone metody monitorowania i oceny, oraz uchylająca decyzję 2010/477/UE.

References:

1. European Parliament and Council Directive 2008/56/WE of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy.
2. Commission Directive (EU) 2017/845 of 17 May 2017 amending Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council as regards the indicative lists of elements to be taken into account for the preparation of marine strategies.
3. Commission Decision (EU) 2017/848 of 17 May 2017 laying down criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardised methods for monitoring and assessment, and repealing Decision 2010/477/EU.

Badania środowiska morskiego – aspekt ryzyka pogodowego

Marine environmental surveys – the weather risk

Maria Kubacka¹, Natalia Kaczmarek¹, Paweł Janowski¹, Jarosław Nowak², Agnieszka Józwik²

¹Zakład Oceanografii Operacyjnej, Instytut Morski, Uniwersytet Morski w Gdyni, ul. Roberta de Plelo 20, 80-548 Gdańsk

²MEWO S.A., ul. Starogardzka 16A, 83-010 Straszyn

¹Operational Oceanography Department, Maritime Institute, Gdynia Maritime University, ul. Roberta de Plelo 20, 80-548 Gdańsk

²MEWO S.A., ul. Starogardzka 16A, 83-010 Straszyn

Jednym z głównych wyzwań w realizacji projektów związanych z badaniami środowiska morskiego jest odpowiednie zaplanowanie czasu potrzebnego na przeprowadzenie kampanii pomiarowych. Jest to szczególnie trudne ze względu na nieprzewidywalność warunków atmosferycznych, które mają kluczowe znaczenie dla sukcesu lub niepowodzenia działań na morzu. Z uwagi na brak możliwości precyzyjnego przewidzenia pogody, tworzenie realistycznych harmonogramów prac w ramach długoterminowych projektów badawczych staje się poważnym wyzwaniem. Niesprzyjające warunki atmosferyczne wpływają na kołysanie statku oraz urządzeń pomiarowych, co może skutkować powstaniem błędów pomiarowych. Dodatkowo fale morskie mogą utrudniać lub nawet unie-

One of the main challenges faced when implementing projects related to marine environmental surveys is appropriate planning of the time needed to conduct measurement campaigns. This is particularly difficult because of the unpredictability of weather conditions, which are of key importance for the successful performance or failure of operations at sea. Since it is not possible to accurately forecast the weather, creating realistic work schedules under long-term research projects poses a serious challenge. Adverse weather conditions cause ships and measurement instruments to roll, which may entail measurement errors. Additionally, waves may hinder or even prevent the performance of certain works and deteriorate the quality of the collected data. Strong winds often result in storms,

Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023

19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

możliwić przeprowadzenie niektórych prac, a także negatywnie wpływać na jakość zebranych danych. Silne wiatry często prowadzą do warunków sztormowych, które nie tylko utrudniają pomiary, ale stanowią także poważne zagrożenie dla załogi jednostki badawczej.

Wybór odpowiedniego statku do przeprowadzenia pomiarów morskich zależy nie tylko od rodzaju planowanych badań, ale również od ich lokalizacji, włącznie z odległością od miejsca schronienia i głębokością akwenu. Ponadto jednostki pływające mają określone limity pogodowe dla bezpiecznej żeglugi, które są uregulowane przepisami i opisane w odpowiednich dokumentach. W związku z powyższym bardzo ważne jest uwzględnienie warunków atmosferycznych podczas planowania i realizacji projektów badawczych na morzu.

Decyzje dotyczące bieżących działań operacyjnych są podejmowane na podstawie aktualnych informacji o stanie morza oraz dokładnej prognozy krótkoterminowej dostarczanej przez różne portale pogodowe. Informacje o warunkach pogodowych w obszarze przyszłych badań można uzyskać, na przykład, korzystając z archiwalnych danych pomiarowych i/lub modelowych, co umożliwi sprawdzenie typowych warunków pogodowych w określonej lokalizacji w wybranym okresie roku. Taka wiedza jest istotna dla podejmowania decyzji o optymalnym terminie rozpoczęcia działań na morzu w ra-

which, apart from impeding the surveys, pose a serious threat to survey vessel crews.

The choice of a suitable vessel for the conduct of measurements at sea depends not only on the type of surveys planned but also on their location, including the distance from the place of shelter and the depth of the sea area. Moreover, specific weather limits apply to vessels for the safety of navigation, which are governed by legal regulations and described in relevant documents. Therefore, it is of particular importance to take account of weather conditions when planning and implementing research projects at sea.

Decisions on ongoing operations are made based on up-to-date information about the sea state and accurate short-term forecasts provided by different weather forecast services. Weather information for future survey areas can be obtained, for example, by using archival measurement and/or model data, which allows for checking typical weather conditions for a specific location at a selected time of the year. This information is important to decide on the optimal date of commencing operations at sea as part of long-term surveys and appropriate weather risk management.

The marine environmental surveys under the project entitled “Benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) using sonar mosaicing in 2021–2023” were carried out from aboard eleven

Benthic habitat mapping of Polish Sea Areas using sonar mosaicing in 2021–2023

19 April 2024, Gdańsk

mach badań długoterminowych oraz odpowiednim zarządzaniu ryzykiem pogodowym.

Badania środowiska morskiego na potrzeby realizacji projektu pod tytułem: „Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich (POM) z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023” zostały wykonane z pokładu 11 różnych jednostek pływających. W ramach projektu zaplanowano badania geofizyczne z wykorzystaniem echosondy wielowiązkowej i sonaru bocznego, łącznie w obszarze obejmującym 7300 km² powierzchni dna morskiego polskiej wyłącznej strefy ekonomicznej. W zakresie badań biologicznych pobrano próbki makrozoobentosu i makrofitobentosu. Pobieranie próbek makrozoobentosu zaplanowano w 161 lokalizacjach przy użyciu czerpaka van Veena. Natomiast w zakresie makrofitobentosu wykonano filmowanie dna morskiego pojazdem podwodnym ROV na 18 transektach o długości co najmniej 100 m i na jego podstawie pobrano próbki w ośmiu lokalizacjach. Ponadto na każdej stacji wykonano pomiary parametrów fizykochemicznych wody sondą STD/CTD oraz pobrano próbki osadów dennych. W celu pozyskania dodatkowego źródła informacji o siedliskach dennych wykonano filmowanie dna wzdłuż 51 transektów o długości co najmniej 500 m.

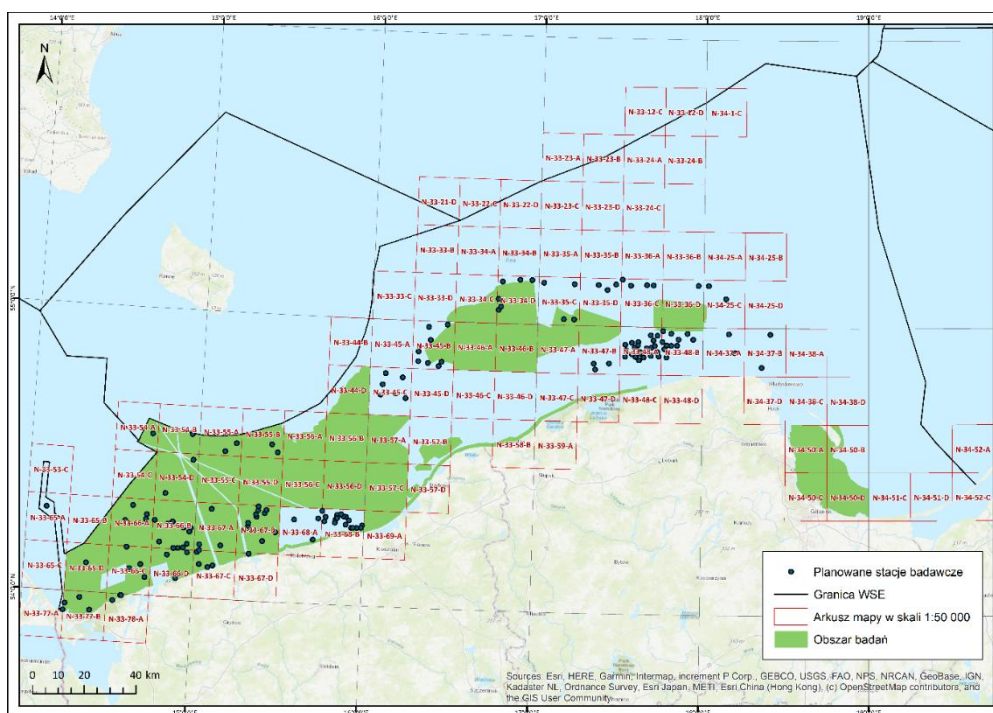
Liczba i zróżnicowanie zaplanowanych badań stanowiły poważne wyzwanie przy tworzeniu harmonogramu

different vessels. The project involved geophysical surveys using a multibeam echosounder and a side-scan sonar carried out in a total seabed area of 7300 km² in the Polish Exclusive Economic Zone. As for biological surveys, macrozoobenthos and macrophytobenthos were sampled. Macrozoobenthos was sampled at a total of 161 sites using a Van Veen grab. As for macrophytobenthos, the seabed was filmed with an ROV along 18 transects with a length of at least 100 m, and on that basis, samples were taken at eight sites. Moreover, the physicochemical parameters of water were measured at each station using an STD/CTD probe and seabed sediments were sampled. To obtain an additional source of information about benthic habitats, the seabed was filmed along 51 transects with a length of at least 500 m.

The number and variety of the planned surveys posed a serious challenge when developing the work schedule. Nevertheless, the project implementation confirmed that the weather conditions in the survey area are of basic importance for risk assessment and planning of measurements at sea.

Mapowanie siedlisk dennyh polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023 19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

prac. Realizacja projektu potwierdziła natomiast, że warunki meteorologiczne w obszarze planowanych badań mają fundamentalne znaczenie dla oceny ryzyka i planowania pomiarów na morzu.



Lokalizacja zaplanowanych badań w ramach projektu „Mapowanie siedlisk dennyh polskich obszarów morskich (POM) z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023”
The locations of the surveys planned under the project “Benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) using sonar mosaicing in 2021–2023”

Przetwarzanie danych MBES i SSS – wyzwania obróbki wielkopowierzchniowej

MBES and SSS data processing – the challenges of large-scale processing

Karolina Rogowska

MEWO S.A., ul. Starogardzka 16A, 83-010 Straszyn

Przetwarzanie wysokiej rozdzielczości danych batymetrycznych i danych sonarowych, zebranych na dużych powierzchniach dna południowego Bałtyku, wiąże się z licznymi wyzwaniami. Podczas realizacji projektu „Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich (POM) z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023” pomiary prowadzono w różnych porach roku, na obszarach o zróżnicowanej rzeźbie dna, znajdującego się na różnych głębokościach. Stwarzało to szereg wyzwań podczas obróbki danych, aby finalne produkty, jakimi są mapa batymetryczna i mozaika sonarowa, były spójne dla całego analizowanego obszaru.

Elementami, które wymagały szczególnej uwagi podczas opracowywania danych, były: analiza ilościowa oraz jakościowa zebranych danych (wymagania projektu oraz wymagania IHO); podział poszczególnych godeł na

The processing of high-resolution bathymetric and sonar data collected in large seabed areas of the southern Baltic Sea entails numerous challenges. During the implementation of the project entitled “Benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) using sonar mosaicing in 2021–2023”, measurements were taken in different seasons of the year and in areas representing different relief features of the seabed, which was at different depth levels. This involved a number of challenges when processing the data to ensure that the final products, i.e. the bathymetric map and sonar mosaic, are consistent for the entire area analysed.

The elements that required special attention during data processing included the quantitative and qualitative analysis of the collected data (the project and IHO requirements); breaking down sheets with individual identification numbers into smaller sheets so that the software was able to handle the volume

Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023

19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

mniejsze arkusze, tak by oprogramowanie było w stanie poradzić sobie z ilością danych; analiza danych batymetrycznych i sonarowych pod kątem występowania refrakcji i poważnych błędów akwizycyjnych; połączenie wszystkich opracowanych danych z danymi archiwalnymi oraz danymi pozyskanymi przez zewnętrznych dostawców.

of data; the analysis of bathymetric and sonar data for refraction and major acquisition errors; and combining all the processed data with archive data and data acquired by third party providers.

Różnorodność form rzeźby dna południowego Bałtyku

The variety of seabed relief forms in the southern Baltic Sea

Lucjan Gajewski, Radosław Wróblewski

MEWO S.A., ul. Starogardzka 16A, 83-010 Straszyn

Bałtyk jest morzem młodym. Jego rozwój związany jest z plejstocенską działalnością lądolodu skandynawskiego, który przynajmniej kilkakrotnie nasunął się na obszar obecnej niecki Bałtyku, przemodelowując ją, pogłębiając i pozostawiając ogromne ilości różnorodnego materiału skalnego przywleczonego ze Skandynawii. Wraz z zaniemnięciem lądolodu na dnie młodego akwenu odsłonięte zostały różnorodne formy rzeźby dna. Różnorodność i mnogość form glacialnych jest zadziwiająca. Przetrwały one w dobrym stanie mimo burzliwej, przeważnie transgresyjnej, historii Bałtyku, a znaczna część z nich nie została przykryta współczesnymi osadami morskimi. Wśród najwyraźniejszych, a jednocześnie najciekawszych pod względem kształtu i wzajemnego układu są różnego rodzaju wzniesienia morenowe. Zadziwiająca jest także różnorodność form akumulacji szczelinowej, reprezentowanych szczególnie spektakularnie przez długie wały ozów. Natrafic

The Baltic is considered a young sea. Its development is related to the Pleistocene activity of the Scandinavian Ice Sheet, which advanced into the area of the current Baltic Sea basin at least several times, remodelling and deepening it alternatively with leaving huge amounts of various rock material brought from Scandinavia. With the disappearance of the ice sheet, various forms of seabed relief were exposed at the bottom of the young sea basin. The diversity and multitude of glacial forms are astonishing. Even more striking is that they have remained in good condition despite the turbulent, mostly transgressive history of the Baltic Sea, and a significant part of them have not been covered by modern marine sediments. Among the most defined and at the same time most interesting in terms of shape and mutual arrangement are various types of moraine hills. The variety of forms of crevasse accumulation is also astonishing, represented particularly spectacularly by long esker

Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023

19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

można ponadto na serie drumlinów w zgodnym co do kierunku układzie. W rzeźbie głębszych partii dna widoczne są z kolei ślady z wczesnego stadium rozwoju Morza Bałtyckiego, w postaci licznych śladów po górach lodowych, o chaotycznym układzie. Miejscami, wśród mozaiki form glacialnych i fluvioglacialnych, widoczne są elementy architektury głębszej budowy geologicznej podłoża przedczwartorzędowego.

Rzeźba glacialna to nie wszystko, co można zobaczyć na dnie Bałtyku. Wraz z rozwojem akwenu w holocenie i wkraczaniem wód młodego morza na obszary lądu dochodziło do przemodelowania rzeźby. Świadectwem tamtych wydarzeń, ale również zachodzących późniejszych procesów na dnie morza, są różnej generacji i wielkości fale piaszczyste, obecne w rzeźbie dna Ławicy Słupskiej i Ławicy Stilo. Młode morze stopniowo wkraczało na obszary, które przez kilka tysięcy lat po ustąpieniu lądolodu rozwijały się w warunkach lądowych. Ślady rozwoju krajobrazu w takich warunkach są również widoczne w rzeźbie dna. Są to wychodnie torfów i osadów jeziornych rozpoznane w najpłytszych partiach dna południowego Bałtyku.

Ta różnorodność, przeplatanie i współwystępowanie form różnej genezy w rzeźbie dna Morza Bałtyckiego czyni krajobraz tego obszaru niezwykle ciekawym i atrakcyjnym nie tylko z geomorfologicznego punktu widzenia. Jest to również niezwykle różno-

ridges. A series of drumlins are also found arranged in the same direction. In the relief of the deeper parts of the seabed, traces from an early stage of development of the Baltic Sea are still visible, in the form of numerous remains of iceberg ploughmarks in a chaotic arrangement. In places, among a mosaic of glacial and fluvioglacial forms, architectural elements of the deeper geological structure of the pre-Quaternary substrate are visible.

Glacial relief is not all that can be seen at the bottom of the Baltic Sea. With the development of the sea basin in the Holocene and the waters of the young sea entering the land, the relief was being remodelled. The evidence of those events, but also subsequent processes taking place on the seabed, are sand waves of varied genesis and size, which are found in the seabed relief of the Słupsk Bank and Stilo Bank. The young sea gradually entered areas that had developed on the land for several thousand years after the retreat of the ice sheet. The traces of landscape development processes in such conditions are also visible in the seabed relief. These are the outcrops of peat and lake sediments identified in the shallowest parts of the seabed in the southern Baltic Sea.

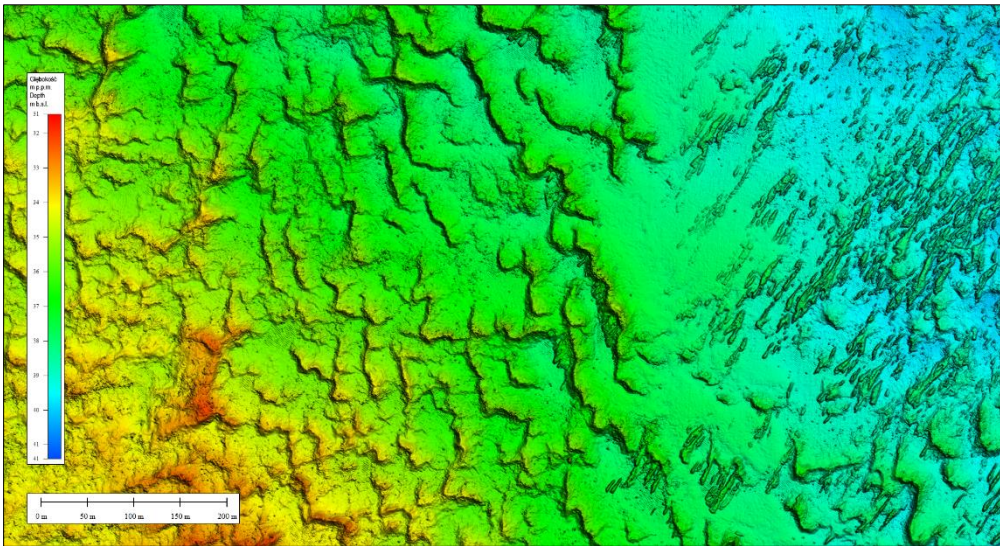
This diversity, interweaving, and co-occurrence of forms of different origins in the relief of the Baltic seabed make the landscape of this area extremely interesting and attractive, not only from the geomorphological point of view. It

Benthic habitat mapping of Polish Sea Areas using sonar mosaicing in 2021–2023

19 April 2024, Gdańsk

rodna mozaika siedlisk. Wykorzystanie wysokiej rozdzielczości danych batymetrycznych i danych sonarowych umożliwia rozpoznanie z dużą dokładnością i trafnością elementów rzeźby oraz poprawne interpretowanie warunków środowiska.

is also an extremely diverse mosaic of habitats. The use of high-resolution bathymetric and sonar data enables the recognition of relief elements with high precision and accuracy and the correct interpretation of environmental conditions.



Rzeźba glacialna, Ławica Odrzana
Glacial relief, Odra Bank

Badania bentosu w mapowaniu siedlisk dennych

Benthos surveys in seabed habitat mapping

Diana Dziaduch, Anna Barańska

Zakład Ekologii Wód, Instytut Morski, Uniwersytet Morski w Gdyni, ul. Roberta de Plelo 20, 80-548 Gdańsk

Water Ecology Department, Maritime Institute, Gdynia Maritime University, ul. Roberta de Plelo 20, 80-548 Gdańsk

Obecnie w regionie Morza Bałtyckiego trwają prace państw członkowskich Komisji Helsińskiej nad wdrożeniem m.in. spójnej metodyki oceny siedlisk bentosowych czy programu ich monitoringu zgodnie z prawodawstwem unijnym, głównie Dyrektywy Komisji (UE) 2017/845 poprzez znowelizowany Załącznik III do dyrektywy ramowej w sprawie strategii morskiej (Dyrektywa RDSM 2008/56/WE) i akt wykonawczy, czyli Decyzję Komisji (UE) 2017/848. Siedliska bentosowe są jednym z elementów ekosystemu poddawanych w cyklu 6-letnim ocenie, wynikającej z obowiązku krajowego i regionalnego celem uzyskania informacji o aktualnym stanie środowiska morskiego i zachowaniu integralności dna morskiego pomimo presji antropogenicznej. Zgodnie z RDSM oraz art. 150 ust. 1 ustawy – Prawo wodne aktualizacja oceny stanu środowiska wód morskich w ramach ogólnych typów siedlisk (BHT, *broad habitat types*) na

Currently, in the Baltic Sea region, the member states of the Helsinki Commission continue to work to implement, among other things, a coherent methodology for the assessment of benthic habitats or their monitoring programme under EU legislation, mainly Commission Directive (EU) 2017/845 through the amended Annex III to the Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC, (MSFD), and the implementing act, i.e., the Commission Decision (EU) 2017/848. Benthic habitats are one of the elements of the ecosystem assessed every six years, resulting from the national and regional obligation to obtain information on the current state of the marine environment and maintain the integrity of the seabed despite anthropogenic pressure. Under the MSFD and Art. 150 section 1 of the Water Law Act, the update of the environmental status assessment of marine waters within broad habitat types (BHT) occurring on the

Benthic habitat mapping of Polish Sea Areas using sonar mosaicing in 2021–2023

19 April 2024, Gdańsk

dnie morskim powinna zawierać informację o rozmieszczeniu siedliska i jego zasięgu oraz kontrolować dopuszczalne zmiany naturalnego zasięgu siedlisk na skutek niekorzystnego wpływu fizycznych zaburzeń dna morskiego. Z uwagi na brak w polskich obszarach morskich (POM) dobrej jakości map BHT, aspekt ten do tej pory był czynnikiem ograniczającym jak najlepszą ocenę stanu różnorodności biologicznej.

W ramach projektu „Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich (POM) z wykorzystaniem mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023” badania dna morskiego pod kątem zasiedlających je zbiorowisk makrofitobentosowych i makrozoobentosowych dostarczyły niezbędnych danych biologicznych do przeprowadzenia delimitacji siedlisk dennych. Ponadto zaktualizowano BHT zgodnie z klasyfikacją EUNIS (*European Union Nature Information System*), wyznaczono rzeczywiste wartości ich powierzchni i zasięgu. W klasyfikacji EUNIS typy siedlisk są ujęte w systemie hierarchicznym, z przypisanymi kodami alfanumerycznymi. Siedliska mogą być wydzielone na 3. poziomie klasyfikacji, dostarczając charakterystykę abiotyczną środowiska, oraz na 5. poziomie, uzupełniając ją o dane biologiczne w oparciu o gatunki dominujące bentosu.

Badania makrofitobentosu (roślinności podwodnej) wykonano we wrześniu 2022 r. Filmowanie dna kamienistego

seabed should include information on the distribution of each habitat and its range. It should also regulate the permitted changes in the natural ranges of habitats as a result of the adverse impact of physical disturbances of the seabed. Since no good quality BHT maps of Polish sea areas (PSA) are available, this aspect has been a factor limiting the best possible assessment of the biodiversity status so far.

The seabed surveys conducted under the project entitled “Benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) using sonar mosaicing in 2021–2023” for the microphytobenthos and macrozoobenthos communities that inhabit the seafloor provided the biological data necessary to delimit the seabed habitats. Furthermore, the BHTs were updated in accordance with the EUNIS (European Union Nature Information System), and the actual values of their areas and ranges were determined. In the EUNIS classification, habitat types are classified in a hierarchical system with alphanumeric codes assigned. Habitats can be defined at level 3 of this classification, providing abiotic characteristics of the environment, and at level 5, by adding biological data based on the dominant benthos species.

The macrophytobenthos (underwater vegetation) surveys were carried out in September 2022. The video recording of a rocky seabed to a depth of approx. 20 m was conducted by a remotely operated vehicle (ROV). Along the Polish central coast, eighteen transects of at

Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023

19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

do głębokości ok. 20 m wykonano za pomocą zdalnie sterowanego pojazdu ROV. Sfilmowano 18 transektów o długości co najmniej 100 m rozmieszczonych wzdłuż środkowego wybrzeża. Próbkę fitobentosu zebrano na stacjach wytypowanych na podstawie największego pokrycia dna roślinami na transektach. Analizy wykazały obecność 10 gatunków makroglonów, w tym trzech gatunków chronionych.

Badania makrozoobentosu przeprowadzono w okresie od września 2022 r. do listopada 2023 r., w otwartych wodach Basenu Bornholmskiego oraz Wschodniego Basenu Gotlandzkiego. Badania objęły zarówno pobieranie próbek z substratów miękkich na 165 stacjach (osady piaszczyste, żwirowe) za pomocą czerpaka van Veen, jak i wykonanie przeglądu wizyjnego dna morskiego na 51 transektach o długości co najmniej 500 m oraz pobranie siedmiu próbek fauny poroślowej i towarzyszącej z dna twardego (powierzchni kamieni, głazów) za pomocą pojazdu ROV. Stacje i transekty zostały wyznaczone w oparciu o dotychczas obowiązującą mapę EUSeaMap (<https://www.emodnet-seabedhabitats.eu/>), jak również na podstawie analizy batymetrycznej i sonarowej dna morskiego w zakresie strefy infralitoralnej i circalitoralnej. Na podstawie analiz laboratoryjnych próbek, także z wykorzystaniem wyników makrozoobentosu pozyskanych z innych projektów zrealizowanych od 2008 r., określono strukturę jakościowo-ilościową zespołów makrozoobentosu oraz scharak-

least 100 m in length were filmed. Phytobenthos samples were collected at stations selected for the greatest seabed vegetation cover on transects. The analyses indicated the presence of ten macroalgae species, including three protected species.

Macrozoobenthos surveys were carried out from September 2022 to November 2023, in the open waters of the Bornholm Basin and the Eastern Gotland Basin. The survey included soft substrate sampling conducted at 165 stations (sandy and gravel sediments) with the use of a van Veen grab, as well as a visual survey of the seabed along 51 transects of at least 500 m in length, and collecting seven samples of periphyton and associated fauna from the hard seabed (stone and boulder surface) using an ROV. Stations and transects have been designated based on the currently applicable EUSeaMap (<https://www.emodnet-seabedhabitats.eu/>), and in regard to bathymetric and sonar analysis of the seabed in the infralittoral and circalittoral zones. Based on laboratory analyses of samples and also using macrozoobenthos test results obtained from other projects implemented since 2008, the qualitative and quantitative structure of macrozoobenthos communities was determined and its habitats were characterised based on the dominant taxa dominant in terms of biomass. The key element for the predictive model of seabed habitats in the PSA, also for mixed substrate habitats, was deve-

Benthic habitat mapping of Polish Sea Areas using sonar mosaicing in 2021–2023

19 April 2024, Gdańsk

teryzowano siedliska na podstawie taksonów dominujących pod względem biomasy. Dostarczono niezbędny element do modelu predykcyjnego siedlisk dennych w POM, również na podłożu mieszanym – w oparciu o przeanalizowany materiał filmowy i fotograficzny (485 stop-klatek). W Basenie Bornholmskim zaproponowano BHT wraz z lokalizacją siedmiu nowych stacji zoobentosowych wyznaczonych wstępnie do monitoringu integralności dna morskiego w następnym cyklu ocenowym w programie monitoringu siedlisk bentosowych, dodatkowo do obecnie obowiązujących 16 stacji.

loped based on the recordings and photographic material analysed (485 freeze frames). In the Bornholm Basin, a BHT was proposed with the location of seven new zoobenthic stations initially designated for monitoring seabed integrity in the next assessment cycle of the benthic habitat monitoring program, in addition to the already existing 16 stations.

Zaawansowane techniki analizy danych w predykcyjnym mapowaniu siedlisk dennych: integracja hydroakustyki i analizy obiektowej obrazów

Advanced data analysis techniques in predictive benthic habitat mapping: integration of hydroacoustics and object-based image analysis

Łukasz Janowski

Zakład Oceanografii Operacyjnej, Instytut Morski, Uniwersytet Morski w Gdyni, ul. Roberta de Plelo 20, 80-548 Gdańsk

Operational Oceanography Department, Maritime Institute, Gdynia Maritime University, ul. Roberta de Plelo 20, 80-548 Gdańsk

Predykcyjne mapowanie siedlisk dennych jest obecnie dynamicznie rozwijającą się gałęzią nauk o Ziemi i środowisku. Podejście to ma na celu precyzyjne określenie zasięgu czynników środowiskowych warunkujących występowanie określonych organizmów bentosowych w zbiornikach morskich. Ponieważ cyfrowe dane przestrzenne zbierane podczas badań terenowych mają różny charakter, integracja danych teledetekcyjnych, parametrów rzeźby terenu i bezpośrednich obserwacji *in situ* jest obecnie wykonywana z wykorzystaniem zaawansowanych technik analizy danych, takich jak uczenie maszynowe, klasyfikatory nie nadzorowane i nadzorowane, metody sieci neuronowych i sztuczna inteligencja. Dodatkowo, ze względu na

Predictive benthic habitat mapping is currently a rapidly growing branch of Earth and environmental sciences. This approach is aimed at precisely defining the ranges of environmental factors, which determine the occurrence of specific benthic organisms in seas. Since the digital spatial data collected during site investigations are different in nature, remote sensing data, relief parameters and direct *in situ* observations are currently integrated using advanced data analysis techniques, including machine learning, supervised and unsupervised classifiers, neural network methods and artificial intelligence. Moreover, as the collected data are highly accurate, benthic habitats are increasingly often delimited using object-based image analysis (OBIA),

Benthic habitat mapping of Polish Sea Areas using sonar mosaicing in 2021–2023

19 April 2024, Gdańsk

dużą precyzję zbieranych danych, w delimitacji siedlisk dennyh coraz częściej korzysta się z analizy obiektowej obrazów (OBIA, *Object-Based Image Analysis*), polegającej na zmianie podstawowej jednostki przetwarzania danych z obserwacji punktowych na homogeniczne obszary zwane segmentami. Jednocześnie, ze względu na wysoką rozdzielczość, znaczne rozmiary przestrzenne danych geofizycznych oraz ograniczoną moc obliczeniową stacji roboczych, precyzyjne mapowanie siedlisk dennyh stwarza wyzwanie w zakresie efektywnego zarządzania i analizy cyfrowych danych teledetekcyjnych.

Delimitacja siedlisk dennyh w projekcie GIOŚ pod tytułem: „Mapowanie siedlisk dennyh polskich obszarów morskich (POM) z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023” została wykonana z wykorzystaniem wszelkich dostępnych materiałów źródłowych, takich jak wysokorozdzielcze dane hydroakustyczne i obserwacje bentosu *in situ*. Mapy siedlisk bentosowych wykonano, adaptując najbardziej obiecujące metody analizy danych stosowane obecnie, takie jak analiza obiektowa obrazu i segmentacja obrazu typu *multiresolution*. Opracowane mapy umożliwiły szczegółową delimitację siedlisk dennyh znajdujących się w polskich obszarach morskich, dając podstawę do precyzyjnego określenia powierzchni zajmowanej przez dane biotopy oraz rekomendacji obszarów wymagających

which consists of changing the basic data processing unit from point observations into homogenous regions known as segments. Simultaneously, because of the high resolution, large spatial dimensions of geophysical data and limited computing power of workstations, precise benthic habitat mapping poses a challenge as regards effective management and analysis of digital remote sensing data.

Benthic habitat delimitation under a project of the Chief Inspectorate for Environmental Protection (GIOŚ) entitled “Benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) using sonar mosaicing in 2021–2023” was carried out with the use of any source materials available, including high-resolution hydroacoustic data and *in situ* observations of benthos. Benthic habitat maps were produced by way of adapting the most promising methods of data analysis that are applied today, such as object-based image analysis and multi-resolution image segmentation. The developed maps allowed for detailed delimitation of benthic habitats in Polish sea areas, thus providing grounds for accurate determination of the area occupied by specific biotopes and recommendation of areas for special monitoring. Furthermore, these maps make a significant contribution to the assessment of seabed integrity, which is covered by Descriptor 6 of the Marine Strategy Framework Directive (2008/56/EC of 17 June 2008).

Mapowanie siedlisk dennyh polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023

19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

specjalnego monitoringu. Ponadto opracowane mapy stanowią istotny wkład do oceny integralności dna morskiego wchodzącej w skład deskryptora 6 Ramowej Dyrektywy w sprawie strategii morskiej (2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r.).

Opracowanie precyzyjnych map siedlisk dennyh znajduje się obecnie w centrum zainteresowania m.in. agencji rządowych, instytutów naukowych i organizacji środowiskowych. Wspomniane mapy są niezbędne do monitorowania i ochrony ekosystemów morskich, planowania przestrzennego i zarządzania zasobami morskimi. Wyniki tego projektu mogą przyczynić się do zrównoważonego rozwoju polskich obszarów morskich i opracowania odpowiednich planów ochrony wspólnego dziedzictwa naturalnego.

Development of accurate benthic habitat maps is the current focus of, inter alia, government agencies, scientific institutes and environmental organisations. The above-mentioned maps are essential for the monitoring and protection of marine ecosystems, spatial planning and marine resource management. The findings of this project may contribute to the sustainable development of Polish sea areas and the development of relevant conservation programs for common natural heritage.

Mapowanie morskich siedlisk dennych – badanie elementów abiotycznych

Marine benthic habitat mapping – abiotic factor analysis

Aleksandra Bojke, Agnieszka Flasińska, Aleksandra Dzendrowska, Katarzyna Galer-Tatarowicz

Zakład Ochrony Środowiska, Instytut Morski, Uniwersytet Morski w Gdyni, ul. Roberta de Plelo 20, 80-548 Gdańsk

Environmental Protection Department, Maritime Institute, Gdynia Maritime University, ul. Roberta de Plelo 20, 80-548 Gdańsk

Ekosystem składa się z wielu ściśle ze sobą powiązanych elementów, a każdy z nich odgrywa ważną rolę w utrzymaniu różnorodności biologicznej oraz dobrostanu świata roślin, zwierząt i człowieka. Jednym z elementów ekosystemu są czynniki abiotyczne, które bezpośrednio wpływają na czynniki biotyczne, a ich zmiany mogą spowodować reakcję łańcuchową zagrażającą całemu ekosystemowi. Dlatego tak ważne jest równoległe prowadzenie monitoringu parametrów chemicznych podczas prowadzenia badań biologicznych w środowisku.

W ramach projektu „Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich (POM) z wykorzystaniem mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023” w celu uzupełnienia badań fitobentosu i makrozoobentosu przeprowadzono równoległe badania wyb-

An ecosystem consists of many closely related components, with each of them playing an important role in maintaining biodiversity and the welfare of plants, animals and humans. The ecosystem components include abiotic factors, which have a direct impact on biotic factors, and any changes in them may trigger a chain reaction threatening the entire ecosystem. Therefore, it is of particular importance to monitor chemical parameters along with conducting biological surveys of the environment.

Under the project entitled “Benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) using sonar mosaicing in 2021–2023”, selected abiotic components of the marine environment important from a biological point of view were parallelly analysed to complement phytobenthos and macrozoobenthos surveys. At the

Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023

19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

ranych elementów abiotycznych środowiska morskiego istotnych z punktu widzenia biologii. Na stacjach wyznaczonych dla fitobentosu i makrozoobentosu zmierzono w próbkach wody przy użyciu sondy CTD takie parametry jak: temperatura, zasolenie, stężenie tlenu rozpuszczonego, a także przezroczystość (widzialność krążka Secchiego) oraz dodatkowo pH tylko na stacjach makrozoobentosu. Ponadto na stacjach wyznaczonych dla makrozoobentosu równoległe pobierano próbki osadów dennych, dla których wykonano następujące oznaczenia: potencjał Eh, zawartość węgla (TOC), materii organicznej (LOI), arsenu (As) oraz wybranych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), takich jak fluoranten, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, benzo(g,h,i)perylene, indeno(1,2,3-c,d)piren.

W wyniku przeprowadzonych badań nie zaobserwowano nieprawidłowości w zakresie oznaczonych parametrów fizykochemicznych wody. Wykazywały one charakterystyczną zależność związaną z głębokością pobrania próbki. Na najgłębszych stacjach pomiarowych odnotowano najniższe stężenia tlenu rozpuszczonego, jednak w żadnym punkcie nie wyniosło ono poniżej $0,7 \text{ mg/dm}^3$. W przypadku osadów dennych najwyższe stężenia WWA odnotowano na stacji o największej głębokości. Próbki ilaste charakteryzowały się najwyższymi zawartościami węgla oraz materii organicznej. Jednak na badanym obszarze prze-

phytobenthos and macrozoobenthos stations, a CTD probe was applied to measure the following parameters of water samples: temperature, salinity, dissolved oxygen concentration, transparency (Secchi disk visibility), and, additionally, pH levels at macrozoobenthos stations only. Moreover, at the macrozoobenthos stations, seabed sediments were sampled, for which the following was determined: redox potential (Eh), carbon content (TOC), organic matter content (LOI), arsenic content (As) and selected polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) contents, including fluoranthene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, benzo(ghi)perylene, and indeno(1,2,3-cd)pyrene.

The conducted surveys resulted in finding no irregularities as regards the physicochemical parameters of water. These parameters showed the typical dependence related to the depth of sampling. At the deepest survey stations, the lowest dissolved oxygen concentrations were recorded, however, they were never below 0.7 mg/dm^3 . As for seabed sediments, the highest PAH concentrations were recorded at the station located at the greatest depth level. Clay samples were characterised by the highest carbon and organic matter contents. Nevertheless, sandy samples prevailed in the survey area, and they were characterised by low contents of these parameters. No increased arsenic concentrations were observed in the seabed sediment samples taken,

Benthic habitat mapping of Polish Sea Areas using sonar mosaicing in 2021–2023

19 April 2024, Gdańsk

ważały próbki piaszczyste charakteryzujące się niską zawartością tych parametrów. W pobranych próbkach osadów dennych nie odnotowano podwyższonych stężeń arsenu, co wskazuje na niskie prawdopodobieństwo występowania na badanym obszarze bojowych środków trujących (BŚT) zawierających arsen.

Na podstawie uzyskanych wyników badań przeprowadzonych na potrzeby projektu „Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich (POM) z wykorzystaniem mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023” zaobserwowano, że parametry fizykochemiczne wody i osadów dennych nie odbiegają od dostępnych wyników opublikowanych w ramach monitoringu oraz badań naukowych dotyczących badanego obszaru.

which indicates a low occurrence probability of arsenic-containing toxic warfare agents (TWA) in the survey area.

Based on the results of the surveys conducted under the project “Benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) using sonar mosaicing in 2021–2023”, it was observed that the physicochemical parameters of water and seabed sediments do not differ from the available findings published as part of the monitoring and research programs covering the survey area.

Ślady gór lodowych w rzeźbie dna południowego Bałtyku

The iceberg ploughmarks in the seabed relief of the southern Baltic Sea

Radosław Wróblewski

MEWO S.A., ul. Starogardzka 16A, 83-010 Straszyn

Obok licznych form glacialnych rozpoznanych w rzeźbie dna południowego Bałtyku rozpoznano ślady po górach lodowych. Ich chaotyczny, mozaikowy układ czyni te formy niezwykle atrakcyjnymi wizualnie, ale również interesującymi w odniesieniu do historii Morza Bałtyckiego. Widoczne są w rzeźbie dna na głębokości większej niż 45 m. Tworzą mozaikę wydłużonych, wzajemnie przecinających się zagłębień i bruzd, często o falistym, a wręcz krętym przebiegu, o długości do kilku kilometrów, szerokości do 300 m i głębokości do 5 m. Rozpoznane zostały w obrębie Rynny Słupskiej, ale również w rejonach Basenu Gdańskiego i Basenu Bornholmskiego. Są w różnym stanie zachowania i w różnym stopniu widoczne w rzeźbie dna. Inaczej wyglądają na północnych stokach Ławicy Słupskiej, gdzie zachowały się jako wyraźne elementy rzeźby dna, a inaczej po drugiej stronie Rynny Słupskiej, na stokach Południowej

Among numerous glacial forms recognised in the relief of the southern Baltic Sea, iceberg ploughmarks have been identified. Their chaotic, mosaic-like arrangement makes these forms extremely visually attractive, but they are interesting also concerning the history of the Baltic Sea. The iceberg ploughmarks are visible in the seabed relief at a depth of over 45 m. They form a mosaic of elongated, intersecting depressions and furrows, often with a wavy or even winding course, of up to several kilometres in length, 300 m in width, and 5 m in depth. They have been identified within the Słupsk Furrow, but also in the areas of the Gdańsk Basin and the Bornholm Basin. Their states of preservation and the extent to which they are visible in the seabed relief are much varied. They look different on the northern slopes of the Słupsk Bank, where they have remained preserved as clear elements of the seabed relief, and different on the other side of the Słupsk

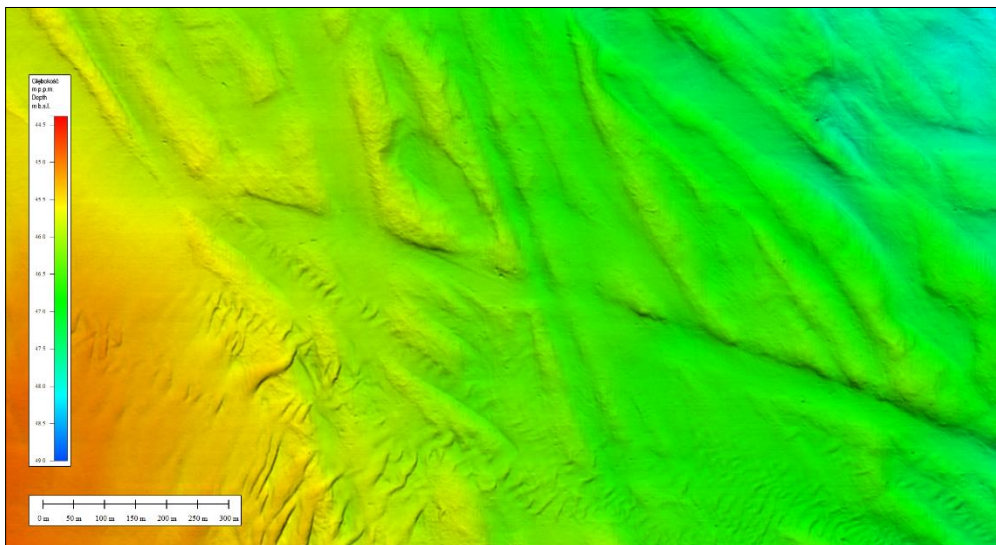
Benthic habitat mapping of Polish Sea Areas using sonar mosaicing in 2021–2023

19 April 2024, Gdańsk

Ławicy Środkowej, gdzie wraz z prowadzeniem obserwacji w górę stoków Ławicy ślady po górach lodowych znikają pod młodszymi osadami. Rozpoznano również obszary dna, w obrębie których zachowały się tylko szczątkowe ślady po górach lodowych, w miejscach, gdzie ich wypełnienie dłużej opierało się procesom erozyjnym niż osady, w których zostały wyegzarowane. Są widoczne w wielu rejonach głębszych partii dna południowego Bałtyku, a z analizy archiwalnych danych sejsmoakustycznych wynika, że widoczne są również w rzeźbie stropu osadów glacialnych i subakwalnych, pod współczesnymi osadami morskimi, które przykryły je, łagodząc rzeźbę dna. Czas ich powstania wiązany jest z okresem funkcjonowania Bałtyckiego Jeziora Lodowego. W większości utworzone są w osadach glacialnych. Część z nich jest wypełniona młodszymi osadami morskimi. Swoim układem wpisują się w proponowany w literaturze zasięg Bałtyckiego Jeziora Lodowego.

Furrow, on the slopes of the Southern Middle Bank, where iceberg ploughmarks disappear under younger sediments up the slopes of the bank. Areas of the seabed were also identified where only residual iceberg ploughmarks remained preserved, in places where their filling resisted erosion processes longer than the sediments in which they had been exarated. They are visible in many regions of the deeper parts of the seabed in the southern Baltic Sea, and the analysis of archive seismo-acoustic data shows that they can be found also in the relief of the top layer of glacial and subaqueous sediments, under modern marine sediments that have covered them, softening the seabed relief. The time of their creation is the period of the Baltic Ice Lake. Most of them are formed in glacial deposits and some of them are filled with younger marine sediments. Their arrangement fits into the range of the Baltic Ice Lake proposed in the literature.

Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023
19 kwietnia 2024 r., Gdańsk



Ślady gór lodowych, Ławica Słupska
Iceberg ploughmarks, Słupsk Bank

Osady środowisk lądowych na dnie południowego Bałtyku

Terrestrial sediments on the bottom of the southern Baltic Sea

Elżbieta Maszloch

MEWO S.A., ul. Starogardzka 16A, 83-010 Straszyn

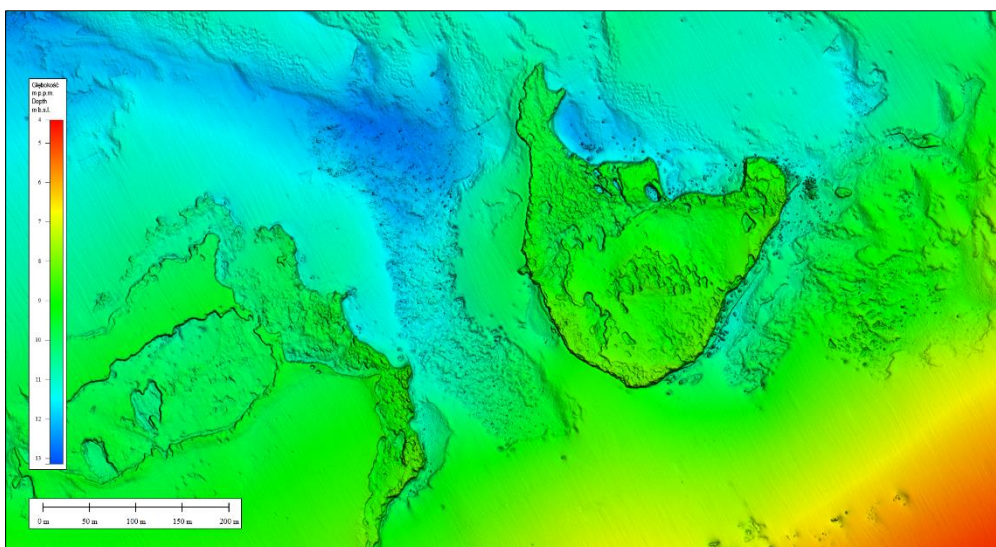
Istotnym aspektem w rozwoju Morza Bałtyckiego były wielokrotne zmiany poziomu jego wód. W efekcie zanikania lądolodu skandynawskiego nastąpił wzrost poziomu wód młodego akwenu rozwijającego się przed czołem lądolodu oraz intensyfikowały się ruchy izostatyczne skorupy ziemskiej. W rezultacie tych zjawisk zbiornik kilkakrotnie tracił i zyskiwał połączenie z oceanem, stając się na przemian zbiornikiem otwartym, słonawowodnym oraz zamkniętym, słodkowodnym. Zmianom ulegało również położenie linii brzegowej. W środkowym holocenie południowe wybrzeże Bałtyku zostało objęte transgresją, a obszary, które do tej pory były lądem, znalazły się pod powierzchnią wody. W wielu miejscach pod piaskiem morskim lub bezpośrednio na powierzchni dna zachowały się torfy, gytie, piaski oraz mułki, których nagromadzenia powstały w środowisku lądowym.

An important aspect of the development of the Baltic Sea was the multiple changes in its water levels. As a result of the disappearance of the Scandinavian Ice Sheet, there was an increase in the sea levels of the young sea basin developing in front of the glacier's terminus and the isostatic movements of Earth's crust intensified. These phenomena caused this basin to lose and gain its connection to the ocean several times, thus becoming alternately an open and brackish water basin and a closed freshwater one. These changes also affected the coastline. In the mid-Holocene, the southern coast of the Baltic Sea was subject to transgression, and areas that had previously been land areas became submerged. In many places, peats, gyttjas, sands and silts were preserved beneath the marine sand and directly on the seabed surface, with their accumulations being formed in the terrestrial environment.

Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023
19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

Na podstawie analizy wysokiej rozdzielczości danych batymetrycznych oraz danych sonarowych możliwe jest wyznaczenie miejsc występowania tego typu osadów. Szczegółowe badania obejmujące analizę głębokości ich zalegania, połączone z analizą palinologiczną i diatomologiczną oraz datowaniami ^{14}C , mogą umożliwić rekonstrukcję krajobrazu i warunków środowiska oraz zmian położenia linii brzoewiska oraz zmian położenia linii brzoewiska oraz zmian położenia linii brzoewiska oraz zmian położenia linii brzoewiska.

Based on the analysis of high-resolution bathymetric and sonar data, it is possible to determine the locations where such sediments occur. Detailed surveys, including the analysis of the deposition depth, combined with the palynological and diatomological analyses, and ^{14}C dating, may allow for reconstructing the landscape and environmental conditions, as well as the changes in the coastline position of the southern Baltic Sea.



Wychodnie torfów, Zatoka Koszalińska
Peat outcrops, Kozalin Bay

Fale piaszczyste Ławicy Stilo

The Stilo Bank sandwaves

Radosław Wróblewski

MEWO S.A., ul. Starogardzka 16A, 83-010 Straszyn

Północne i wschodnie partie dna Ławicy Słupskiej i Ławicy Stilo skrywają w swoim krajobrazie serie fal piaszczystych o różnej wielkości i różnym układzie. Są dobrze zachowane w rzeźbie dna. Ich kształt i – przede wszystkim – rozmiar są efektem dynamicznych procesów, jednak obserwacje ostatnich lat wskazują na to, że są to formy nieaktywne lub ich ruchomość jest znikoma i raczej związana z przemieszczaniem po ich powierzchni mniejszych, niższego rzędu, form rzeźby dna. Szczególnie zasobne w serie fal piaszczystych pole rozpoznano we wschodniej części Ławicy Stilo. Obecne w rzeźbie dna tego obszaru fale piaszczyste tworzą serie grzbietów o wysokości do kilku metrów i rozstępie między grzbietami do kilkuset metrów. Największe fale mają wysokość 10 m i rozstęp między grzbietami 1000 m. Układ grzbietów fal wskazuje, że formy te przemieszczane są w kierunku wschodnim. Pojawia się jednak szereg pytań. Czy możliwe jest powstawanie tak dużych form przy

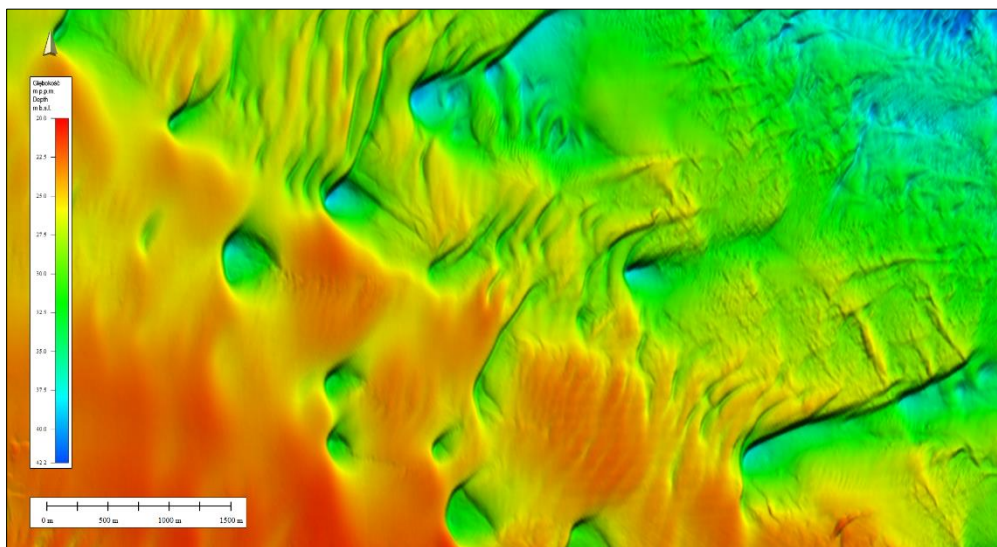
The northern and eastern parts of the seabed of the Słupsk Bank and Stilo Bank hide a series of sandwaves of various sizes and arrangements in their landscape. They are well-preserved elements of the seabed relief. Their shape and, above all, size are the result of dynamic processes, but observations conducted in recent years indicate that these forms are either inactive or their mobility is negligible, related rather to the movement of smaller seabed relief forms of lower order occurring on their surface. A field particularly rich in sandwave series has been identified in the eastern part of the Stilo Bank. The sandwaves present in the seabed relief of this area create a series of ridges of up to several meters in height, with a spacing between the crests of up to several hundred metres. The largest waves are 10 m in height and the distance between the crests is 1000 m. The arrangement of the wave crests indicates that these forms are moving eastwards. However, many questions arise. Is it possible for such large forms to

Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023

19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

obecnych warunkach dynamicznych Bałtyku? Czy są to formy przetrwały, powstałe we wcześniejszych fazach rozwoju Morza Bałtyckiego jako wynik procesu lub serii procesów, które mogły utworzyć tak dużych rozmiarów obiekty? Kiedy zachodziły te procesy? Dlaczego te formy dna przetrwały w krajobrazie i nie zostały rozmyte? Jest to kolejny przykład form, które wymagają uwagi i zrozumienia warunków, w których powstawały, oraz sygnał, jak mało wiadomo o procesach kształtujących przez tysiąclecia rzeźbę dna morskiego i jak wiele przed nami kroków w kierunku zrozumienia środowiska Morza Bałtyckiego.

develop under the current dynamic conditions of the Baltic Sea? Are they residual forms, created in earlier phases of the development of the Baltic Sea as a result of a process or a series of processes that could have created such large objects? When did these processes take place? Why have these seabed relief forms survived in the landscape and not been washed away? This is another example of forms that require attention and understanding of the conditions in which they were created. At the same time, they are a signal of how little is still known about the processes that have shaped the relief of the seabed over the millennia and how many steps still need to be taken for the environment of the Baltic Sea to be understood.



Fale piaszczyste Ławicy Stilo
Sandwaves, Stilo Bank

Aktualizacja bazy danych obiektów podwodnych BHMW na podstawie pomiarów hydrograficznych zrealizowanych w ramach projektu GIOŚ

Updating the underwater object database of the Hydrographic Office of the Polish Navy (HOPN) based on hydrographic measurements conducted under the project of the Chief Inspectorate for Environmental Protection (GIOŚ)

kmdr por. Piotr Kozłowski

Wydział Zabezpieczenia Nawigacyjno-Hydrograficznego, Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej,
Jana z Kolna 8 B, 81-301 Gdynia

Department of Navigational and Hydrographic Security, Hydrographic Office of the Polish Navy, Jana
z Kolna 8 B, 81-301 Gdynia

Prezentacja poświęcona jest pokazaniu możliwości wykorzystania danych geoprzestrzennych, pozyskanych w ramach zadania pn. „Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich (POM) z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023”, w procesie wsparcia bezpieczeństwa żeglugi na obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej.

Aktualny, wiarygodny i szczegółowy zestaw danych o środowisku morskim stanowi klucz do zapewnienia rzetelnego wsparcia dla wszystkich użytkowników morza. Dlatego w pracy omówiono zakres przekazanych do BHMW

This presentation is devoted to the opportunities for using geospatial data obtained under the project entitled “Benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) using sonar mosaicing in 2021–2023” in the process of supporting the safety of navigation in the sea areas of the Republic of Poland.

An up-to-date, reliable and detailed set of data about the marine environment is the key to providing dependable support to all sea users. Therefore, this paper discusses the scope of submerged object information provided to the HOPN and how these data are used to update the state hydrographic data

Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023

19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

informacji o obiektach podwodnych oraz wykorzystanie tych danych do aktualizacji państwowego zasobu danych hydrograficznych, a w efekcie produktów kartograficznych.

resources and, consequently, cartographic products.

Wykorzystanie wyników mapowania siedlisk dennych POM w realizacji zadań Państwowej Służby Geologicznej

The results of benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) as used within the tasks of the Polish Geological Services

Wojciech Jegliński, Dorota Kaulbarsz

Oddział Geologii Morza w Gdańsku, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Kościarska 5, 80-328 Gdańsk
Marine Geology Department in Gdańsk, Polish Geological Institute – National Research Institute,
ul. Kościarska 5, 80-328 Gdańsk

Jednym z podstawowych zadań Państwowej Służby Geologicznej jest wykonywanie prac z zakresu kartografii geologicznej, zarówno w części lądowej naszego kraju, jak również w obrębie przynależnych obszarów morskich.

Współczesna kartografia geologiczna wymaga m.in. precyzyjnych informacji dotyczących ukształtowania powierzchni dna morskiego oraz jego charakteru. Mowa tu przede wszystkim o wynikach wysokorozdzielczego profilowania batymetrycznego i sonarowego, pokrywających dno w sposób quasi-ciągły.

Takie dane zostały pozyskane przez konsorcjum Instytutu Morskiego Uniwersytetu Morskiego w Gdyni z MEWO S.A. na rzecz Głównego Inspektoratu Ochrony

One of the basic tasks of the Polish Geological Service is to conduct work in the field of geological cartography, both in the land part of our country and in the appendant sea areas.

Modern geological cartography requires, among others, precise information on the seabed topography and characteristics. This refers primarily to the results of high-resolution bathymetric and sonar profiling, which cover the seabed in a quasi-continuous manner.

Such data have been obtained by the consortium of the Maritime Institute of the Maritime University in Gdynia and the MEWO S.A. company for the Chief Inspectorate of Environmental Protection as part of the project entitled

Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowania dna w latach 2021–2023

19 kwietnia 2024 r., Gdańsk

ny Środowiska w ramach przedsięwzięcia pn. „Mapowanie siedlisk dennych polskich obszarów morskich (POM) z wykorzystaniem metody mozaikowego sonarowego dna w latach 2021–2023”.

Państwowa Służba Geologiczna zamierza wtórnie wykorzystać pozyskane dla GIOŚ dane przy opracowaniu nowej, arkuszowej Mapy geologicznej polskich obszarów morskich w skali 1:100 000 (MgPOM). Podjęto już działania przygotowawcze, a w harmonogramie realizacji pierwszych arkuszy uwzględniono zasięg przestrzenny przedmiotowych danych. PIG-PIB planuje rozpoczęcie właściwych prac związanych z opracowaniem MgPOM w roku 2026.

“Benthic habitat mapping of Polish sea areas (PSA) using sonar mosaicing in 2021–2023.”

The Polish Geological Services intends to reuse the data obtained for the Chief Inspectorate of Environmental Protection to develop a new sheet-based Geological Map of Polish sea areas at a scale of 1:100,000 (GmPSA). Preparatory steps have already been taken, and the spatial scope of the data in question was considered in the schedule for the implementation of the first sheets. The actual work related to the development of the GmPSA is planned by the PGI-NRI to start in 2026.



Główny Inspektorat
Ochrony Środowiska



MEWO
SUBSEA SOLUTIONS

ISBN 978-83-67428-41-5
e-ISBN 978-83-67428-42-2