

Morska kartografia geologiczna w historii badań Oddziału Geologii Morza Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego

Regina Kramarska¹



Offshore geological cartography in the research history of the Marine Geology Branch of the Polish Geological Institute – National Research Institute. *Prz. Geol.*, 68: 387–402.

A b s t r a c t. The article is an overview of 50 years of Marine Geology Branch (MBG) activity in the field of geological cartography in Polish maritime areas. As a result of successive recognition of the geological structure of the Cenozoic, sheets of the Geological Map of the Baltic Sea Bottom at a scale of 1 : 200,000 had been published by 1994, followed by a geological map without Quaternary deposits. The summary of the stage of over 25 years of intense research was the Geological Atlas of the Southern Baltic. The achievements of the Marine Geology Branch also include geochemical atlases, geo-environmental maps, and coastal zone maps created on the basis of detailed mapping works. The successively expanded geological database enables the creation of many map products for the needs of specific users. Various studies related to marine geological cartography, and extensive national and international cooperation have significantly contributed to the development of the scientific staff of the Marine Geology Branch..

Keywords: geological cartography, marine geology, Baltic Sea bottom maps, Polish Geological Institute

W Polsce po II wojnie światowej zainteresowanie badaniami morza sukcesywnie rosło. Wiązało się to z uzyskaniem przez nasz kraj szerokiego dostępu do Bałtyku, a równocześnie szybkim rozwojem współczesnej oceanologii. Do podstawowych dziedzin badań oceanologicznych – fizyki, chemii i biologii morza, z czasem dołączyły badania geologii i geomorfologii wybrzeży i dna Bałtyku. Znaczenie badań morza znalazło wyraz w powołaniu w 1961 r. Komitetu Badań Morza Polskiej Akademii Nauk (KBM PAN), a w jego ramach powstaniu Sekcji Geologiczno-Geograficznej. Artykuły prezentujące skalę, zakres oraz rezultaty coraz dynamiczniej rozwijanych badań naukowych były publikowane w wydawanych przez KBM PAN czasopiśmie *Oceanologia* oraz *Studia i Materiały Oceanologiczne*.

Profesor Edward Rühle (1905–1988), który w ostatniej dekadzie działalności naukowej skierował swoje zainteresowania badawcze na obszary morskie, dokonał podsumowania stanu badań geologicznych obszaru Bałtyku w okresie międzywojennym i dwudziestolecia powojennym, na które złożyła się analiza ok. 400 pozycji bibliograficznych (Rühle, 1968). Wiedza o budowie geologicznej obszaru Bałtyku była w tym czasie bardzo ogólna, w znacznym stopniu oparta na ekstrapolacji danych pozyskanych z rozpoznania otaczającego akwen łądu. Poza przeglądem stanu badań Rühle nakreślił w swoim artykule propozycje kierunków dalszych badań. W przypadku utworów kenozoicznych prowadzenie rozpoznania geologicznego leżało wg autora w zakresie działania ówczesnego Centralnego Urzędu Geologii, a więc Instytutu Geologicznego i przedsiębiorstw geologiczno-wiertniczych (Rühle, 1968).

Niewątpliwym impulsem do rozwoju geologicznych badań morza były pierwsze dokumenty międzynarodowe ustalające zasady gospodarczego wykorzystania obszarów morskich przez państwa nadbrzeżne, które zostały przyjęte w Genewie 29 kwietnia 1958 r., podczas pierwszej konferencji prawa morza zorganizowanej przez Organizację Narodów Zjednoczonych. Były to cztery konwencje: o morzu

pełnym, o szelfie kontynentalnym, o morzu terytorialnym i strefie przyległej oraz o rybołówstwie i ochronie zasobów biologicznych morza pełnego (<http://legal.un.org/avl/ha/gelos/gelos.html>). Polska ratyfikowała konwencję o pełnym morzu i o szelfie kontynentalnym, które weszły w życie odpowiednio w 1962 i 1964 r. Dla geologii istotny był zapis, który znajdował się w tej drugiej konwencji, mówiący, że państwo nadbrzeżne wykonuje prawa suwerenne nad szelfem kontynentalnym w celu jego badania i eksploatacji jego naturalnych zasobów. Tym samym poznanie geologii Bałtyku w części przypadającej Polsce i eksploracja zasobów dna morskiego znalazły się w sferze zainteresowań państwa i stały się wyzwaniem dla służby geologicznej.

Potrzeby badawcze zostały objęte programem resortowym pn. *Badania geologiczne Bałtyku i akwenów światowych dla ustalenia prognoz poszukiwawczych złóż surowców mineralnych*. Dlatego utworzono nową placówkę regionalną Instytutu Geologicznego (IG), która miała się zajmować morskimi badaniami geologicznymi. Początkowo była to Pracownia Geologii Bałtyku powołana przez dyrektora instytutu zarządzeniem wewnętrznym nr 14 z dn. 2 października 1968 r., w 1974 r. przekształcona w zakład, a w 1977 r. w Oddział Geologii Morza (OGM). Kierunki badań placówki zostały określone w *Programie koncepcyjnym badań geologicznych na obszarze polskich wód konwencyjnych Bałtyku* opracowanym pod kierunkiem ówczesnego zastępcy dyrektora IG prof. Jana Malinowskiego. Organizację pracowni powierzono mgr. Włodzimierzowi Kroczyce, który zdobył doświadczenie geologiczne i organizacyjne w Przedsiębiorstwie Hydrogeologicznym w Gdańsku.

W czasie 50 lat istnienia Oddział Geologii Morza rozszerzał zakres swojej działalności i obszar badań. Od połowy lat 80. ub.w. są prowadzone prace w ramach lądowej kartografii geologicznej i środowiskowej, a od kilku lat także w dziedzinie geozagrożeń. W ostatnich latach XX w. został znacząco rozszerzony zakres badań hydrogeologicznych, obejmujący również udział w realizacji wielu zadań państwowej służby hydrogeologicznej (PSH). Osiągnięcia

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza, ul. Kościarska 5, 80-328 Gdańsk; regina.kramarska@pgi.gov.pl

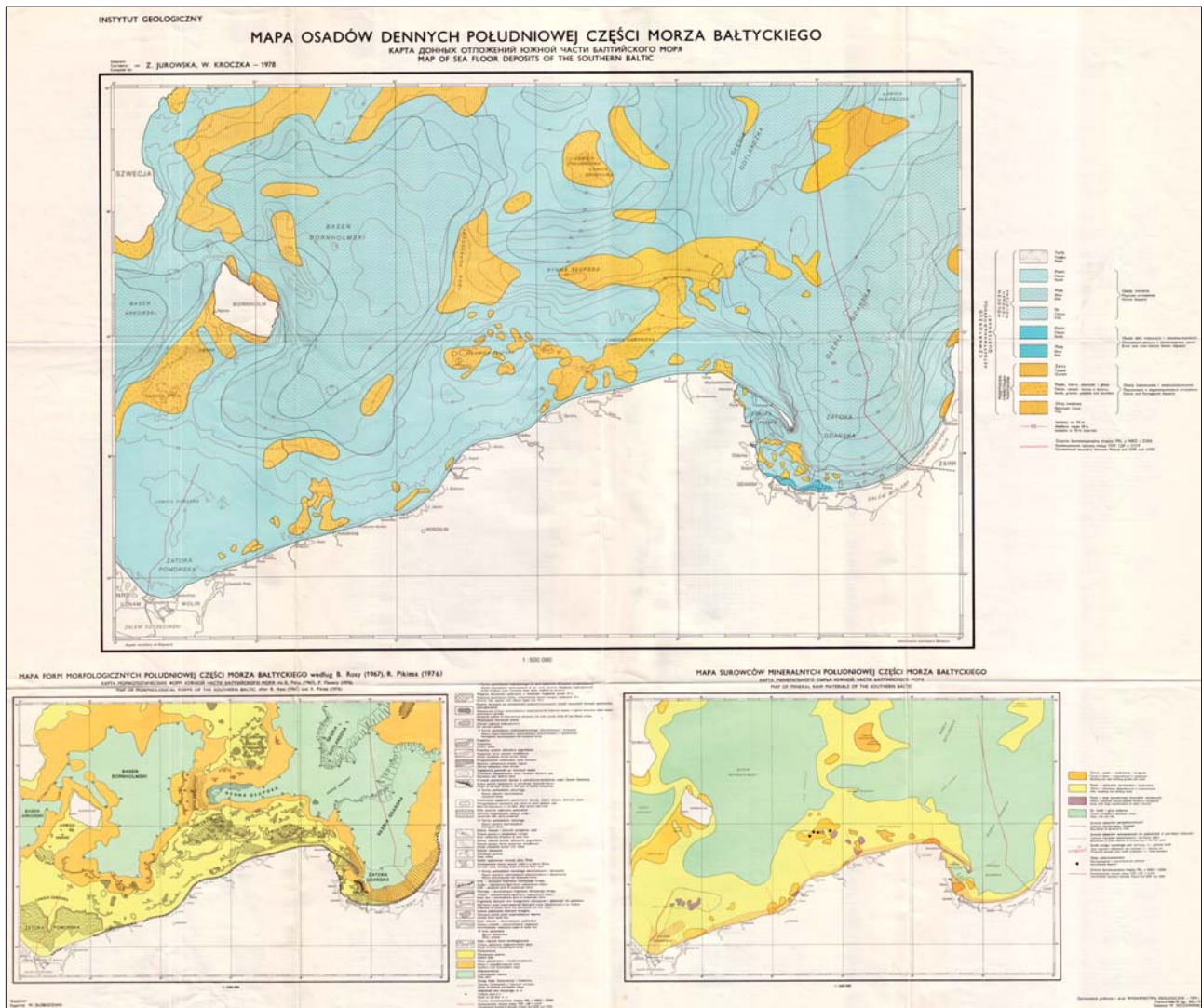
badawcze geologów i hydrogeologów oraz ich znaczenie dla regionu i w wymiarze ponadregionalnym zasługują na odrębną publikację, wykraczającą poza ramy tego tekstu, podobnie jak osiągnięcia geologów morza w dziedzinie badań morskich kopalin okrucowych. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie dorobku OGM głównie w zakresie morskiej kartografii geologicznej.

MAPY I ATLASY GEOLOGICZNE

W pierwszym dziesięcioleciu działalności OGM prace kartograficzne koncentrowały się w rejonach spodziewanego występowania kopalin okrucowych – piasków i żwirów oraz piasków z minerałami ciężkimi. Były to obszary ławic bałtyckich: Odrzanej i Słupskiej, oraz rejony do nich przyległe (Jurowska i in., 1978; Kotliński, Kramarska, 1977). Pilotażowe rozpoznanie litologii i procesów akumulacji osadów obejmowały także Zatokę Gdańską (Pieczka, 1974a) i obszar dna otwartego akwenu położony na północ od Jastrzębiej Góry. W czasie rejsów badawczych przeprowadzonych w latach 1970–1977 pobrano 2617 próbek czerpakowych osadów dennych, 287 rdzeni o łącznej

długości 548,6 mb. (średnia długość rdzenia 1,9 m) oraz wykonano 6252 Mm profiliów echosondażowych (batymetrycznych).

Zgromadzone materiały dokumentacyjne, a także nieliczne wówczas archiwalne i publikowane materiały kartograficzne polskie, rosyjskie i niemieckie były podstawą opracowania i wydania *Mapy osadów dna południowej części Bałtyku w skali 1 : 500 000* (ryc. 1; Jurowska, Krocza, 1978). Do mapy podstawowej zostały dołączone szkice w skali 1 : 1 000 000 – geomorfologiczny, opracowany przez Radosława Pikiesia z wykorzystaniem pionierskiej próby interpretacji morfologii dna Bałtyku Bogusława Rosy (1967), oraz mapa surowców mineralnych. Obraz przedstawiony na mapach pokazywał, że ówczesny stan rozpoznania geologicznego płytkich warstw dna Bałtyku był jeszcze bardzo słaby i miał wycinkowy charakter. Opracowanie miało jednak ważne znaczenie jako pierwsza próba kartograficznego odwzorowania budowy geologicznej powierzchni dna morskiego z wykorzystaniem oryginalnych wyników z badań własnych OGM, przeprowadzonych w wybranych rejonach południowego Bałtyku. Wydanie mapy poprzedzało opracowanie tymczasowych wytycznych do sporządzania



Ryc. 1. Pierwsze opracowanie mapy osadów dennych wraz z mapą geomorfologiczną i mapą surowców mineralnych wykonane w Oddziale Geologii Morza (Jurowska, Krocza, 1978)

Fig. 1. The first map of bottom sediments, a geomorphological map, and a map of mineral resources constructed at the Marine Geology Branch (Jurowska, Krocza, 1978)

mapy geologicznej dna morskiego (Jurowska, 1975) oraz zakresu badań laboratoryjnych osadów morskich (Kotliński, Pieczka, 1977a). Opracowania te zostały wydane w oddzielnych zeszytach *Instrukcji i metod badań geologicznych*.

Podsumowanie polskich badań Bałtyku realizowanych w latach 1965–1980 zarówno w głębszej budowy geologicznej, jak i kenozoiku zostało przedstawione przez E. Rühle (1982) w rozdziale uzupełniającym do polskiego wydania monografii dotyczącej Morza Bałtyckiego opracowanej w 1976 r. pod redakcją Vytautasa Gudelisa i Emelyana Emelyanova. Rozdział i wybór literatury nawiązywał do treści wcześniejszego artykułu E. Rühlego (1968) oraz szczegółowego przeglądu polskich badań geologicznych dna Bałtyku opracowanego przez Feliksa B. Pieczkę (1973) na II Kongres Nauki Polskiej. Postęp w dziedzinie badań geologicznych Bałtyku znalazł następnie odzwierciedlenie w rozdziale poświęconym badaniom Bałtyku zamieszczonym w monografii *Surowce mineralne mórz i oceanów* (Kotliński, Szamałek, 1998).

Na schyłek lat 70. i lata 80. minionego wieku przypada okres intensyfikacji prac kartograficznych. Prace te zmierzały do wykonania arkuszowej *Mapy geologicznej dna Bałtyku w skali 1 : 200 000*, zgodnie z opracowaną przez zespół OGM instrukcją sporządzania mapy zawierającą zakres i metodykę prowadzenia prac morskich i laboratoryjnych, autorskie opracowanie map i tekstu objaśniającego oraz prace redakcyjne (Jurowska i in., 1983).

Początkowo podstawowy materiał badawczy stanowiły próbki osadów powierzchniowych pobierane czerpakiem dennym Van Veena i rdzenie osadów z sondowań dna sondą wibracyjną wyposażoną w próbnik rdzeniowy o długości 3 m. Z czasem, dzięki współpracy z *Geofizyką* Toruń i korzystaniu z okrętów hydrograficznych Marynarki Wojennej, wprowadzono metody sejsmoakustyczne (boomer), a kooperacja z międzynarodową organizacją *Petrobaltic* dała możliwość uzyskania dłuższych rdzeni osadów (do 6 m) i wykonania kilkunastu otworów do maksymalnej głębokości 30 m.

Przed przystąpieniem do metodycznych prac kartograficznych należało rozwiązać podstawowy problem podkładów mapowych i możliwie dokładnej lokalizacji linii pomiarowych i punktów dokumentacyjnych. Przygotowanie podkładów w odpowiednich dla geologii odwzorowaniach wiernopowierzchniowych i map dokumentacyjnych powierzono specjalistom *Geofizyki* Toruń, którzy dysponowali danymi geodezyjnymi (niektóre układy współrzędnych miały wówczas charakter poufny) i doświadczeniem uzyskanym w trakcie pomiarów sejsmicznych na potrzeby poszukiwań naftowych na Bałtyku. Podstawą opracowania topografii dna były liniowe pomiary batymetryczne rejestrowane analogowo na światłoczułych taśmach i żmudna praca autorów mapy polegająca na *ręcznym* przenoszeniu zapisu głębokości akwenu na podkład mapy dokumentacyjnej.

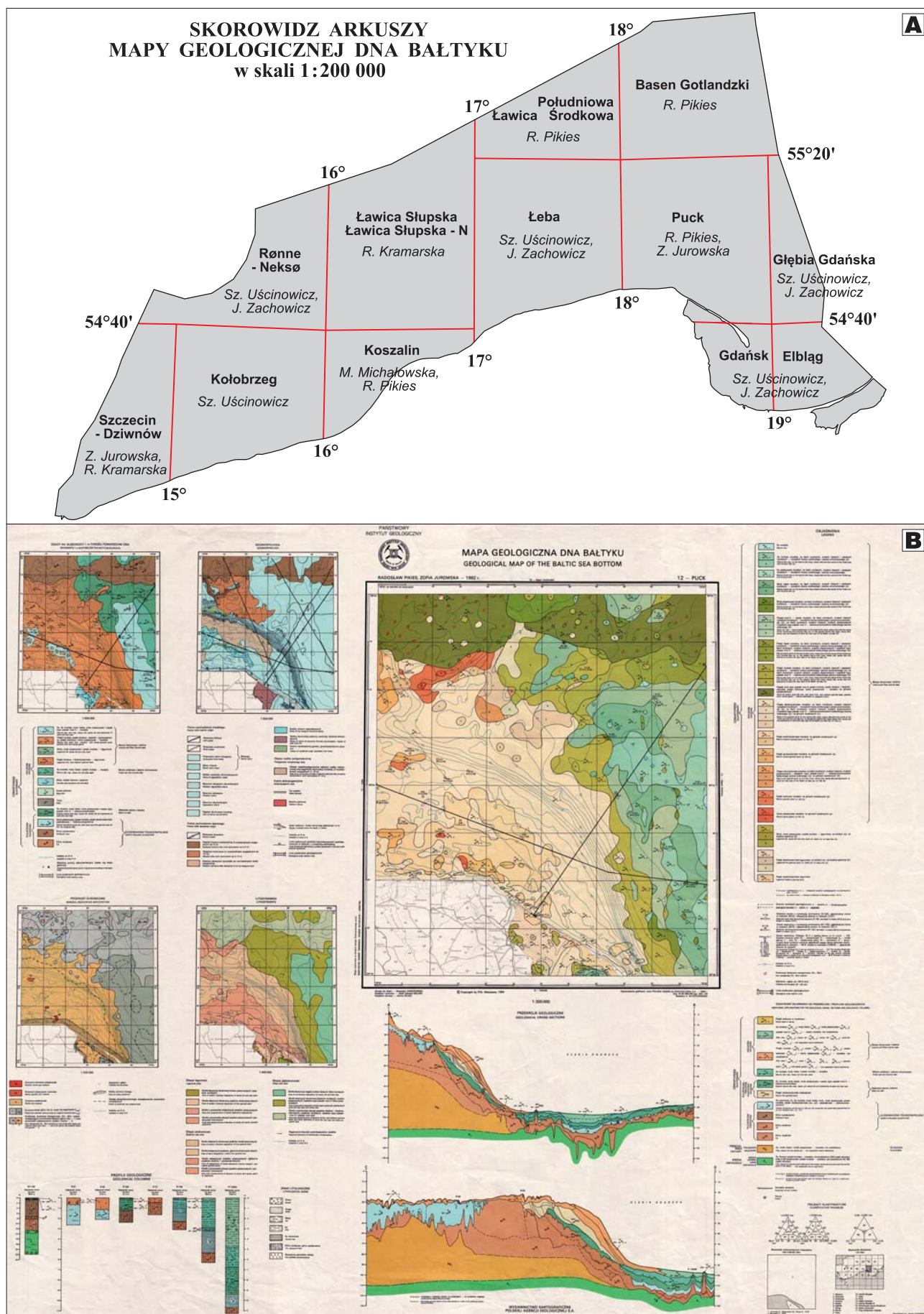
W latach 1989–1994 trwały prace redakcyjne – korekty i publikacja poszczególnych arkuszy mapy. Redakcję naukową objął prof. dr hab. Józef Edward Mojski, wybitny badacz geologii czwartorzędu, który wzorem swego nauczyciela prof. Rühlego skierował w tym czasie swoje zainteresowania ku geologii morza.

Na pokrycie mapą całej powierzchni morza terytorialnego i polskiej wyłącznej strefy ekonomicznej, o łącznej powierzchni ok. 30 000 km², składa się 12 arkuszy map wydanych drukiem (ryc. 2A; Mojski, 1989–1995; Mojski i in., 1989). Każdy arkusz zawiera podstawową mapę geo-

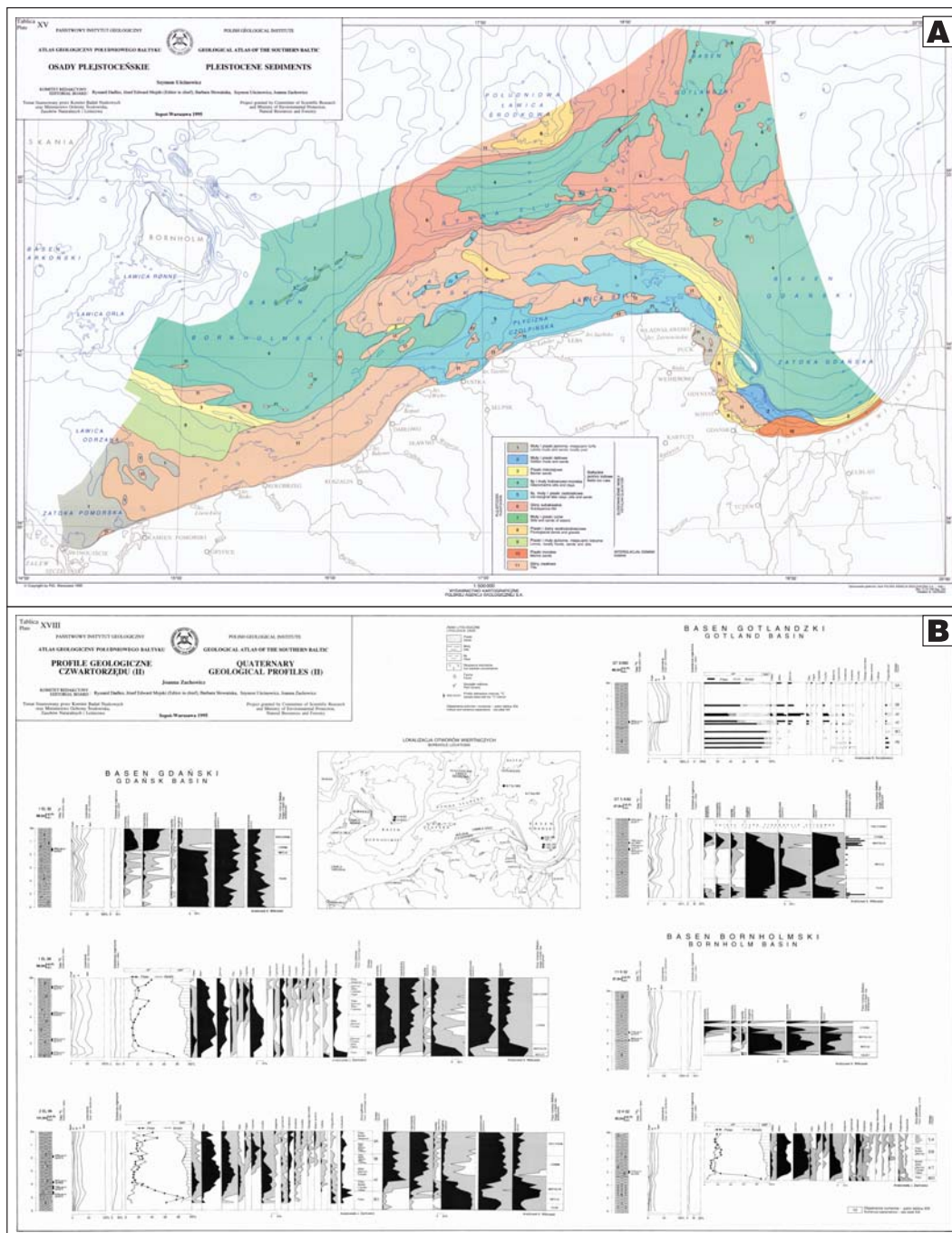
logiczną w skali 1 : 200 000, cztery mapy boczne w skali 1 : 400 000 (mapa w cięciu 1 m poniżej powierzchni dna, geomorfologia, prognozy surowcowe i litodynamika), przekroje geologiczne i wybrane profile otworów (ryc. 2B). W tekście objaśniającym jest opisana budowa geologiczna utworów czwartorzędu i jego bezpośredniego podłoża, geomorfologia, litodynamika i prognozy surowcowe w zakresie kopalin okruchowych oraz historia rozwoju obszaru w czwartorzędzie. Charakterystyka osadów została oparta na wynikach badań laboratoryjnych próbek w zakresie litologii, petrografii i mineralogii, składu chemicznego, biostratygrafii i datowań wieku bezwzględne. Baza danych dokumentacyjnych zgromadzonych na potrzeby realizacji mapy obejmowała: kilkanaście tysięcy km profili echosondażowych, ok. 5000 km profili sejsmoakustycznych, 6034 próbek osadów powierzchni dna, 824 rdzeni z sondowań dna do głębokości maks. 6 m i 16 wierceń o maksymalnej głębokości 30 m oraz ponad 20 000 różnorodnych analiz laboratoryjnych (Kramarska i in., 2000).

Zanim ukazał się drukiem ostatni arkusz mapy już trwały prace nad syntezą ówczesnej wiedzy o budowie geologicznej i ewolucji polskiej części obszaru południowego Bałtyku. Efektem tej pracy jest *Atlas geologiczny południowego Bałtyku w skali 1 : 500 000* (Mojski, 1995a). Przedsięwzięcie było inicjatywą prof. Mojskiego, który był głównym redaktorem naukowym opracowania. W atlasie, na 34 różnotematycznych tablicach oraz 63 stronach tekstu (całość w języku polskim i angielskim), w sposób przeglądowy zostało zaprezentowane rozpoznanie i rozwój budowy geologicznej od proterozoiku po holocen (ryc. 3). Mimo upływu czasu i pojawienia się nowych publikacji zawierających szczegółowe dane odnośnie wybranych formacji geologicznych, atlas ten jest nadal aktualnym źródłem syntetycznej wiedzy o budowie geologicznej polskiej strefy Bałtyku.

W latach 1996–1999 trwały prace nad *Mapą geologiczną dna Bałtyku bez utworów czwartorzędowych* (Kramarska i in., 1999; Kramarska, 2000). Podstawą opracowania mapy były pomiary geofizyczne metodą wielokanałowej wysokorozdzielczej sejsmiki refleksyjnej wykonane wzdłuż regionalnych profili o łącznej długości nieco ponad 4000 km. Metoda pomiarów, pośrednia między sejsmiką naftową a sejsmoakustyką, była zastosowana w badaniach polskiej strefy Bałtyku po raz pierwszy. Realizacja tych badań była możliwa dzięki bliskiej współpracy OGM PIG z Oddziałem Geologii Morza i Wybrzeża Służby Geologicznej Holandii (*Netherlands Institute of Applied Geoscience TNO – Department Geo-Marine and Coast*), który udostępnił aparaturę pomiarową i wsparcie techniczne, oraz Instytutem Morskim w Gdańsku – armatorem statku badawczego. W rejsach badawczych i opracowaniu danych z zespołem OGM współpracowali geofizycy i specjaliści w dziedzinie geologii strukturalnej z innych komórek organizacyjnych PIG. Dzięki wysokorozdzielczym danym sejsmicznym, pomierzonym bezpośrednio od powierzchni dna morskiego, na opracowanej mapie odkrytej i przekrojach geologicznych (ryc. 4A, B) dokładniej odwzorowano strukturę i rzeczywisty zasięg granic wyróżnionych kompleksów strukturalnych. Odnosi się to zwłaszcza do utworów paleogenu i neogenu oraz ukrytych pod nimi granic zasięgu utworów poszczególnych oddziałów permo-mezozoiku. Wyróżniona została, wcześniej nie zdefiniowana, strefa tektoniczna Bornholm–Darłowo (Krzywiec i in., 2003), wraz z ujawnieniem szczegółów w głębszej budowy strukturalnej związanej z ruchami przesuwczymi i inwersyjnymi.



Ryc. 2. A – skorowidz autorski arkuszy *Mapy geologicznej dna Bałtyku w skali 1 : 200 000*; B – arkusz Puck (Píkies, Jurowska, 1994)
 Fig. 2. A – authors index of sheets of the *Geological Map of the Baltic Sea Bottom at the scale of 1 : 200,000*; B – sheet Puck (Píkies, Jurowska, 1994)

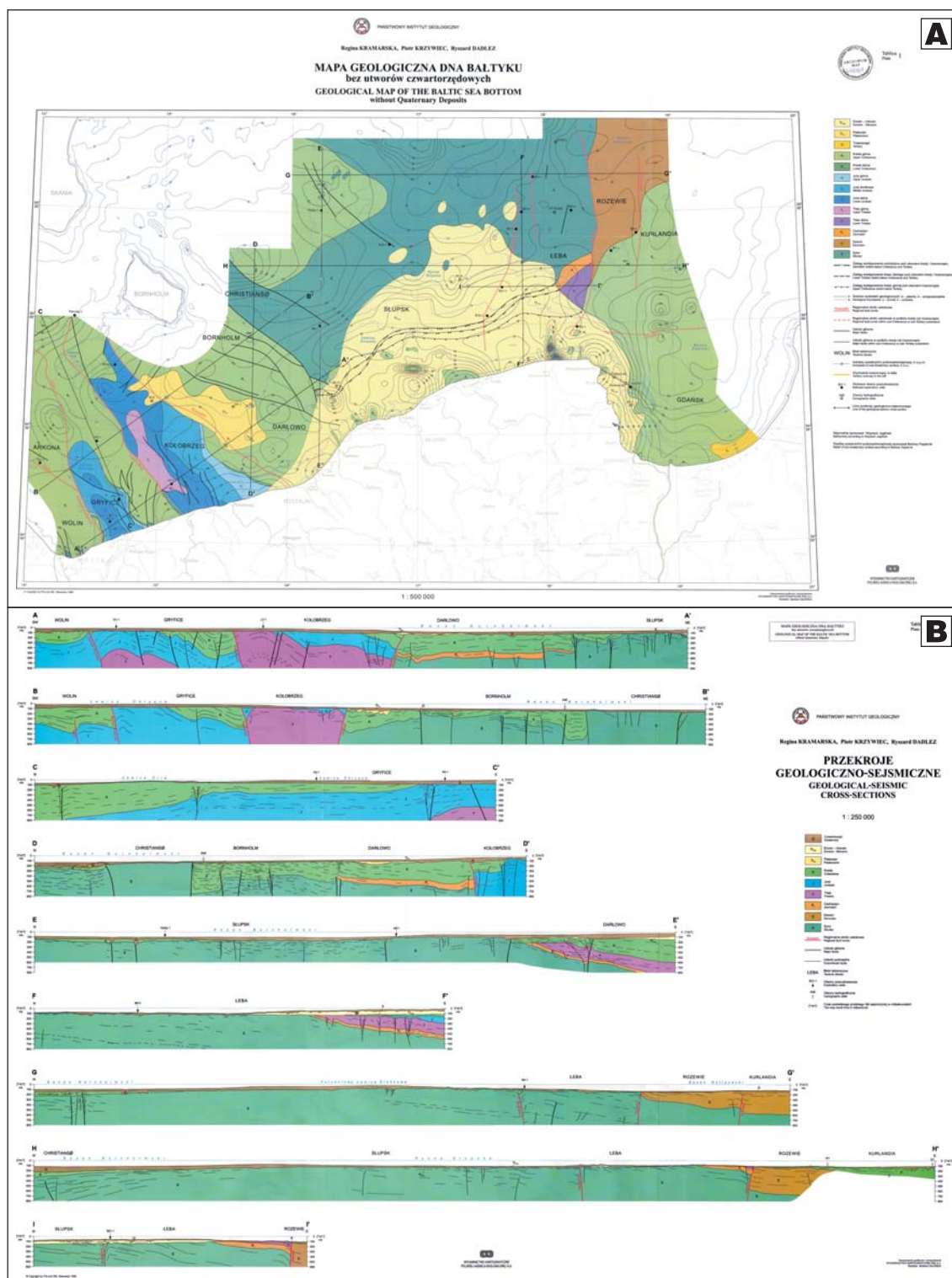


Ryc. 3. Wybrane plansze z *Atlasu geologicznego południowego Bałtyku*: **A** – mapa osadów plejstoceńskich; **B** – profile geologiczne czwartorzędzu
Fig. 3. Selected plates of the *Geological Atlas of the Southern Baltic*: **A** – map of Pleistocene sediments; **B** – Quaternary geological profiles

Po intensywnych pracach kartograficznych, z szerokim zakresem prac morskich i laboratoryjnych, na początku XXI w. nastąpił okres realizacji zadań z powtórным wykorzystaniem zasobów zgromadzonych w komputerowych bazach danych. Przetwarzanie danych było ułatwione dzięki upowszechnieniu w instytucie technologii GIS.

Opracowaniem obejmującym całość polskich obszarów morskich, opartym na powtórным wykorzystaniu kilku tysięcy wyników analiz laboratoryjnych uziarnienia osadów, jest *Atlas parametrów litologicznych osadów powierzchniowych południowego Bałtyku ze szczególnym uwzględnieniem geologiczno-górnictwowych warunków występowania surowców okruchowych* (Kramarska i in., 2005).

Atlas składa się z dziesięciu map rozkładu frakcji ziarnowych i podstawowych parametrów litologicznych (średnia średnica ziaren i wysortowanie), czterech map zawartości minerałów ciężkich w osadach (ryc. 5) oraz mapy złóż i obszarów perspektywicznych występowania kopalni okruchowych. Ostatnia z wymienionych map jest rodzajem mapy geologiczno-gospodarczej w skali przeglądowej (1 : 500 000), ponieważ zawiera elementy zagospodarowania dna morskiego i obszary objęte ochroną przyrody. Mapy opatrzone obszernym tekstem objaśniającym były odpowiednim materiałem wyjściowym m.in. do przeprowadzenia analiz i wskazania urzędem morskim obszarów do rozpoznania piasków na potrzeby sztucznego zasilania



Ryc. 4. A – Mapa geologiczna dna Bałtyku bez utworów czwartorzędowych; B – plansza z przekrojami geologiczno-sejsmicznymi (Kramarska i in., 1999)

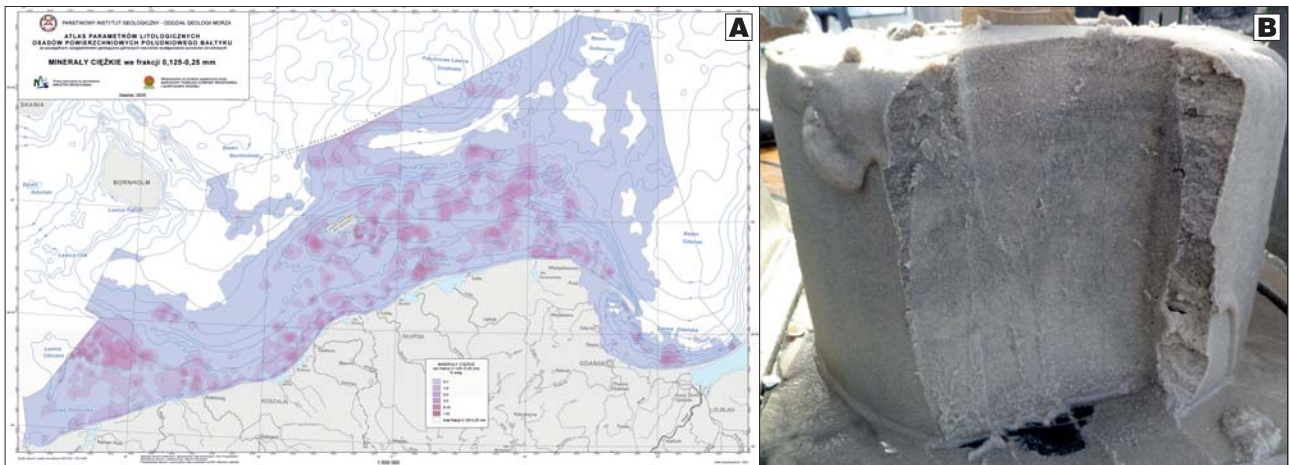
Fig. 4. A – Geological map of the Baltic Sea bottom without Quaternary deposits; B – the plate showing geological-seismic cross-sections (Kramarska et al., 1999)

plaż wynikające z Ustawy z dnia 28 marca 2003 r. o ustanowieniu programu wieloletniego *Program ochrony brzegów morskich* (Ustawa, 2003).

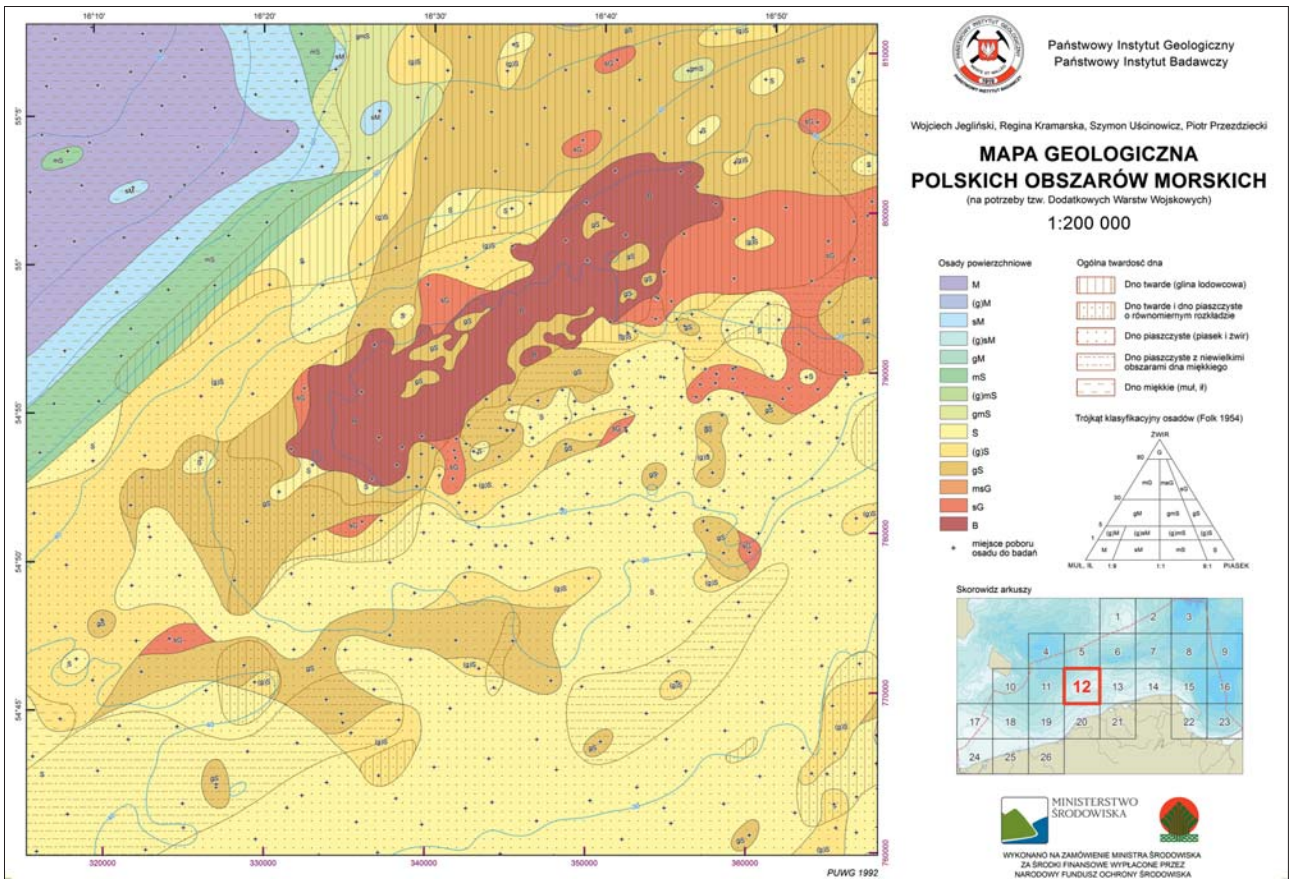
Powtórne wykorzystanie danych wynikało również z określonych potrzeb potencjalnych użytkowników, m.in. dane z analiz litologicznych, dostosowane do wymogów klasyfikacji osadów wg odpowiedniej normy obronnej NATO, były podstawą do opracowania mapy dna (ryc. 6)

z objaśnieniami tekstowymi i bazą GIS na potrzeby tzw. dodatkowych warstw wojskowych (Jegliński, 2016). Odbiorcą pracy było Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej zapewniające wsparcie geograficzne działań Marynarki Wojennej RP.

Dane zgromadzone w bazie Neptun oraz informacje zawarte na opublikowanych mapach są wykorzystywane do opracowania, wg ujednoczonych zasad, zestawu tema-



Ryc. 5. A – mapa zawartości minerałów ciężkich we frakcji piasków drobnoziarnistych (Kramarska i in., 2005); **B** – piaski z Ławicy Odrzanej wzbogacone w minerały ciężkie, pobrane z dna próbnikiem skrzynkowym Ø50 cm
Fig. 5. A – map of heavy mineral content in sand of fine-grained fraction (Kramarska et al., 2005); **B** – sands from the Oder Bank, enriched with heavy minerals taken from the bottom with a Ø50 cm box-corer



Ryc. 6. Arkusz mapy obejmującej rejon Ławicy Słupskiej opracowanej na potrzeby tzw. dodatkowych warstw wojskowych (Jegliński i in., 2012)
Fig. 6. A map sheet covering the area of the Słupsk Bank, prepared for the needs of the so-called additional military layers (Jegliński et al., 2012)

tycznych map geologicznych mórz europejskich. Prace, w których uczestniczą specjaliści OGM, są wykonywane od 2009 r. przez konsorcjum europejskich służb geologicznych w ramach kolejnych edycji projektu EMODNET (*European Marine Observation and Data Network*). Ujednolicone mapy i zestawy metadanych są umieszczone na stronie <http://www.europe-geology.eu/marine-geology/>.

Rozwój różnych dziedzin gospodarki budzi coraz większe zainteresowanie inwestorów i przedsiębiorców

obszarem Morza Bałtyckiego, a w związku z tym rośnie zapotrzebowanie na informację geologiczną. Z drugiej strony, w wyniku już prowadzonych i planowanych badań środowiskowych i badań podłoża związanych z infrastrukturą hydrotechniczną, dostarczane są dane dotyczące struktury dna morskiego, które powinny być integrowane i przetworzone na nowe produkty mapowe. Ponadto od czasu opublikowania arkuszowej *Mapy geologicznej dna Bałtyku w skali 1 : 200 000* nastąpił znaczący rozwój technik badaw-

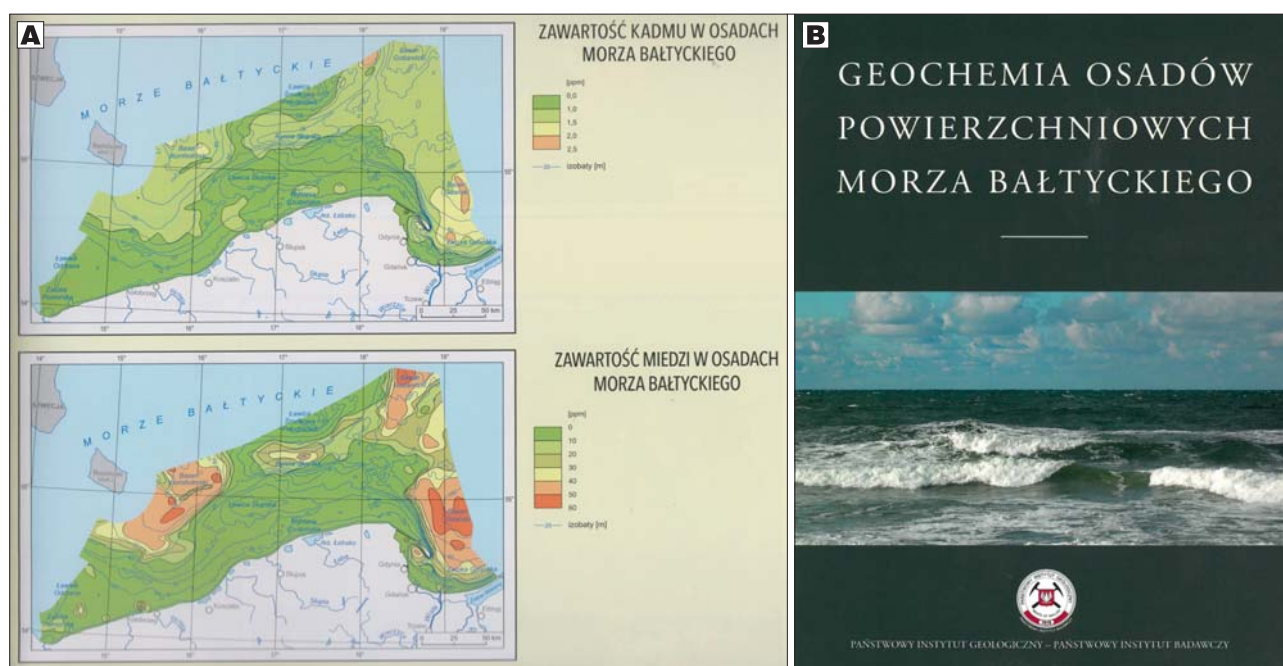
czych, zwłaszcza w dziedzinie hydroakustyki i sejsmoakustyki. Wykonano również nowe badania geologiczne w wybranych rejonach dna, m.in. w Zatoce Gdańskiej (Uścińowicz, 2008) i Zatoce Pomorskiej (Kramarska i in., 2016a). Na podstawie oceny potrzeb w zakresie informacji geologicznej i stanu badań zdecydowano o wydaniu kolejnej edycji mapy geologicznej dna Bałtyku, dokładniejszej w stosunku do istniejącej mapy arkuszowej w skali 1 : 200 000. W tym celu, w ramach zadania państwowej służby geologicznej pn. *Inwentaryzacja geologiczna dna polskich obszarów morskich realizowanego w latach 2016–2019*, finansowanego z dotacji Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, opracowano koncepcję *Mapy geologicznej polskich obszarów morskich w skali 1 : 100 000 (MgPOM)* (Kramarska i in., 2019a). Koncepcja ta zawiera wytyczne odnośnie zakresu i metodyki geologicznego kartowania dna morskiego, badań laboratoryjnych oraz czynności niezbędnych do sporządzenia mapy w technologii GIS, opartej na geobazie ciągłej. W zakresie badań uzupełniających istniejący zasób archiwalnych danych przewidywane jest wykorzystanie metod geofizycznych umożliwiających zarówno pełne rozpoznanie profilu kenozoiku i jego bezpośredniego podłoża, jak i metod obrazujących przypowierzchniową warstwę dna i struktury sedimentacyjne powierzchni dna morskiego. Podstawowym sposobem prezentacji MgPOM będą tematyczne kompozycje mapowe opracowane w środowisku GIS w cięciu arkuszowym wraz z przekrojami geologicznymi i tekstem objaśniającym. Według założeń koncepcyjnych kompozycja mapy podstawowej będzie wykonana w dwóch wersjach, polegających na zastosowaniu innych klasyfikacji litologicznych osadów dennych: 1) zgodnej z *Mapą geologiczną dna Bałtyku w skali 1 : 200 000* oraz 2) ze zintegrowaną mapą litologiczną mórz europejskich. Ponadto przewiduje się opracowanie map: geomorfologicznej, geologiczno-strukturalnej podłoża osadów bałtyckich, parametrów litologicznych osadów (mapy izolinowe), współczesnych procesów

sedymenacyjnych, kopalin mineralnych. Nową warstwą informacyjną będzie mapa warunków geologiczno-inżynierskich.

ATLASY I OPRACOWANIA GEOCHEMICZNE

W 1994 r. został wydany *Atlas geochemiczny południowego Bałtyku w skali 1 : 500 000* (Szczepańska, Uścińowicz, 1994; Szczepańska, 1995). Mapy rozkładu wybranych pierwiastków w osadach dennych Bałtyku są również prezentowane w *Atlasie geologicznym Polski* (ryc. 7; Nawrocki, Becker, 2017). W krótkim okresie realizacji (1991–1993) uzyskano dane dla całej polskiej strefy Bałtyku z zastosowaniem jednolitego systemu opróbowania osadów i jednolitej metodyki analitycznej. Atlas składa się z 18 barwnych plansz, przedstawiających rozkład stężeń głównych pierwiastków w próbkach osadów powierzchniowych pobranych na 368 stacjach badawczych rozmieszczonych w regularnej siatce badawczej poligonów o wymiarze 10 × 10 km. Obok badania stężeń w warstwie antropogenicznej powierzchni dna (0–1 cm) badano również osady tła geochemicznego (próbki z głębokości 18–20 cm poniżej powierzchni dna), obliczono różnorodne parametry statystyczne, współczynniki korelacji, współczynniki wzbogacenia. Wyniki te są dobrym punktem odniesienia do wyników uzyskiwanych w trakcie nowszych badań. Jednakże warto rozważyć ponowne wykonanie szczegółowego zdjęcia geochemicznego, z jednej strony biorąc pod uwagę silną antropopresję na wrażliwe środowisko Morza Bałtyckiego, w tym bezpośrednią ingerencję w strukturę dna morskiego, a z drugiej – nowe możliwości analityczne.

Oddzielnym opracowaniem geochemicznym została objęta polska część Zalewu Wiślanego (Zachowicz, Uścińowicz, 1996). Jest to atlas składający się z map przedstawiających rozmieszczenie punktów dokumentacyjnych, rzeźbę dna, osady denne, zawartości w powierzchniowej warstwie osadów: węgla organicznego i 23 pierwiastków



Ryc. 7. A – wybrane plansze *Atlasu geochemicznego południowego Bałtyku* (Szczepańska, Uścińowicz, 1994) prezentowane w *Atlasie geologicznym Polski* (Nawrocki, Becker, 2017); **B** – strona tytułowa monografii geochemicznej (Uścińowicz, 2011)

Fig. 7. A – selected plates of the *Geochemical Atlas of the Southern Baltic* (Szczepańska, Uścińowicz, 1994) presented in the *Geological Atlas of Poland* (Nawrocki, Becker, 2017); **B** – title page of the geochemical monograph (Uścińowicz, 2011)

chemicznych (metale i metaloidy, azot, fosfor i siarka) oraz rozkład pionowy tych pierwiastków w 6 m rdzeniu osadów. Atlas powstał na zamówienie wojewody elbląskiego, na potrzeby opracowania koncepcji oczyszczania i rekultywacji wód i dna zalewu oraz identyfikacji źródeł zanieczyszczeń. Analiza geochemiczna osadów wykazała, że w przeszłości geologicznej powstawały naturalne koncentracje niektórych składników chemicznych, większe od tych, które zostały stwierdzone we współczesnej, powierzchniowej warstwie osadów. Wpływy antropogeniczne zostały ujawnione w rejonie Zatoki Elbląskiej oraz w portach: Krynica Morska, Tolkmicko i Kąty Rybackie.

Najbardziej aktualny i wszechstronny stan wiedzy o geochemii osadów jest zawarty w obszernej monografii *Geochemia osadów powierzchniowych Morza Bałtyckiego* (Uścińciewicz, 2011). Monografia została opracowana na zamówienie Ministra Środowiska i wydana przez PIG-PIB, oddzielnie w dwóch wersjach językowych – w języku polskim oraz angielskim. Opracowanie jest próbą przeglądu i uporządkowania zagadnień geochemii morskiej i wzajemnych powiązań pomiędzy wieloma składowymi środowiska morskiego – wodą, osadami, organizmami bentosowymi i wpływem klimatu na procesy zachodzące na dnie morskim. Interdyscyplinarne podejście było możliwe dzięki zaangażowaniu i współpracy geologów, chemików, oceanologów z Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego oraz Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego.

KARTOGRAFIA GEOŚRODOWISKOWA

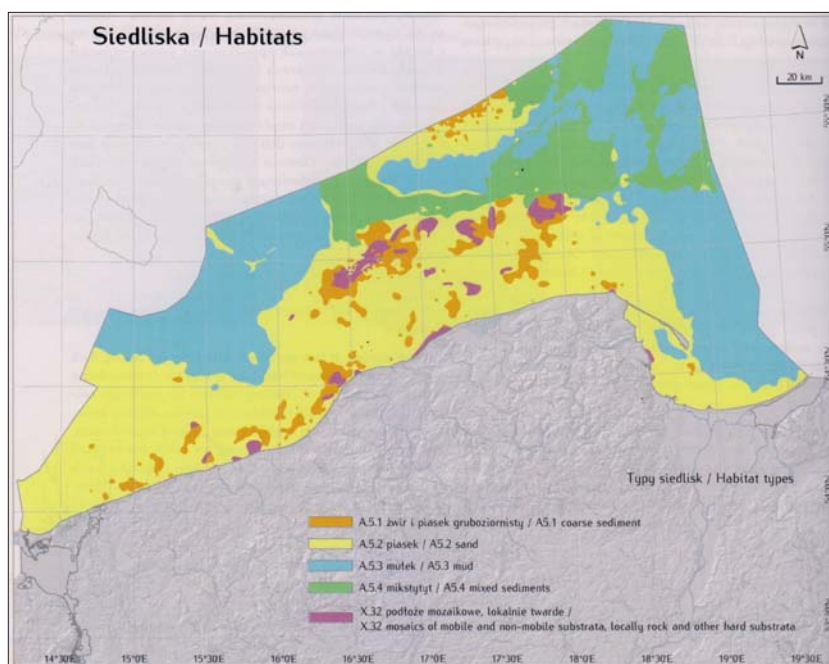
Około 22% powierzchni polskich obszarów morskich stanowią obszary objęte ochroną siedlisk, które są włączone do Europejskiej Sieci Ekologicznej *Natura 2000*. W przypadku Bałtyku siedliskiem definiowanym zgodnie z Europejskim Systemem Informacji o Przyrodzie (EUNIS – *European Union Nature Information System*) jest rejon naturalnego występowania roślin i zwierząt, charakteryzowany głównie przez jego cechy fizyczne takie jak: topografia, podłoże, klimat, jakość wody itp., oraz przez występujące w nim gatunki roślin i zwierząt (Kruk-Dowgiałło i in., 2011). Mapowanie siedlisk na obszarze morskim powinno być oparte na badaniach interdyscyplinarnych, w których poczesną rolę odgrywa rozpoznanie geologiczne morfologii i rodzaju podłoża abiotycznego.

Oddział Geologii Morza uczestniczył w ramach partnerstwa skupiającego trójmiejskie instytuty badawcze (Instytut Oceanologii PAN – koordynator, Instytut Morski w Gdańsku, Morski Instytut Rybacki – PIB, Uniwersytet Gdański) w realizacji projektu finansowanego z Funduszu Norweskiego, którego jednym z efektów jest opublikowany *Atlas siedlisk dna polskich obszarów morskich* (2009). Przetworzenie informacji z baz danych oddziału do wymogów klasyfikacji EUNIS umożliwiło konstrukcję przeglądowej mapy habitatów na trzecim

(w skali pięciostopniowej), abiotycznym poziomie tej klasyfikacji (ryc. 8; Kramarska i in., 2009).

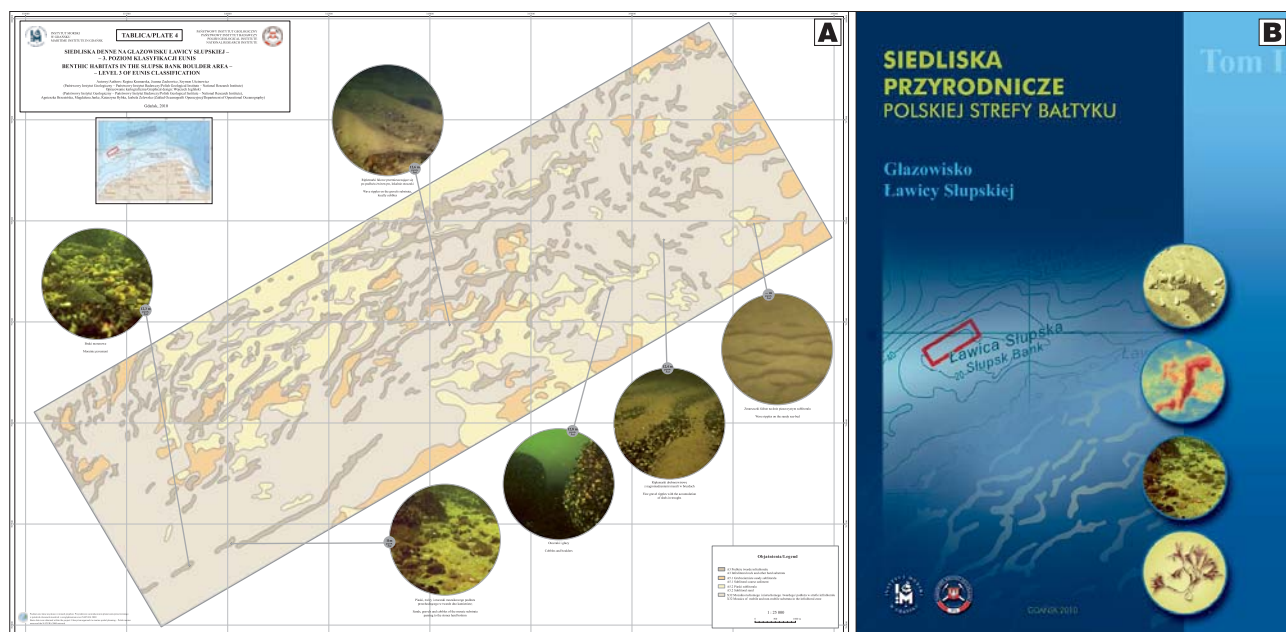
Wykorzystanie wyników dokładnych badań wykonanych w ramach wspomnianego wyżej projektu zaowocowało zobrazowaniem kartograficznym w szczegółowej skali 1 : 10 000 warunków siedliskowych unikatowego gławowiska Ławicy Słupskiej (ryc. 9; Kruk-Dowgiałło i in., 2011). Gławowisko znajdujące się pośrodku polskich obszarów morskich, ok. 40 km na północ od Ustki, jest reliktem moreny czołowej z występującymi na dnie zwałami kamienistymi, gławami i blokami skalnymi. Szczegółowe zbadanie obszaru i osiągnięcie założonego celu było możliwe dzięki integracji różnych metod badawczych dna: wysokorozdzielczych pomiarów batymetrycznych oraz sonarowych za pomocą sondy wielowiązkowej i skanującego sonaru bocznego, bezpośrednich obserwacji dna i zdjęć z kamery podwodnej oraz poboru rdzeni osadów, próbek makro- i fitobentosu. W przypadku szczegółowego zdjęcia geologicznego na potrzeby mapowania siedlisk szczególną wartość ma profilowanie sonarowe. Wysokorozdzielcze dane przetworzone na mozaikę sonarową, umożliwiają dokładne rozróżnienie i okonturowanie typów podłoża abiotycznego istotnych dla warstwy biologicznej i waloryzacji siedliska. Opracowana i wdrożona dla gławowiska Ławicy Słupskiej metoda wydzielania i waloryzacji siedlisk dennych może być stosowana do waloryzacji siedlisk w innych obszarach. Ma to istotne znaczenie w kontekście tworzenia planów ochrony obszarów *Natura 2000* oraz planów zagospodarowania polskich obszarów morskich. *Atlas siedliska w rejonie gławowiska Ławicy Słupskiej*, złożony z map w skali 1 : 10 000, opracował interdyscyplinarny zespół geologów z OGM PIG-PIB oraz oceanografów i biologów z Instytutu Morskiego w Gdańsku, w ramach działalności statutowej obydwu instytutów.

Najnowszym opracowaniem kartograficznym jest *Mapa geośrodowiskowa polskich obszarów morskich w skali 1 : 250 000* (MgSPOM) sporządzona w 2019 r. w ramach



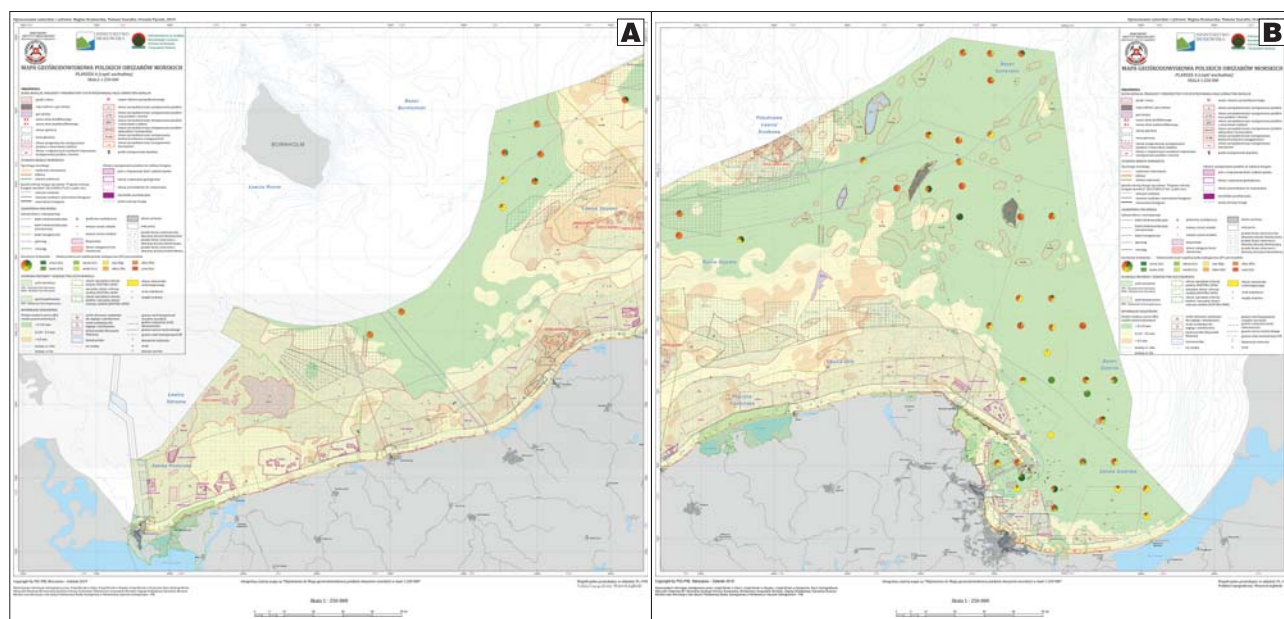
Ryc. 8. Mapa siedlisk dennych polskich obszarów morskich – 3. poziom klasyfikacji EUNIS (Kramarska i in., 2009)

Fig. 8. Benthic habitats map of Polish maritime areas – level 3 of EUNIS classification (Kramarska et al., 2009)



Ryc. 9. A – mapa siedlisk dennych na głazowisku Ławicy Słupskiej – 3. poziom klasyfikacji EUNIS (Kramarska i in., 2011); B – strona tytułowa *Atlasu siedlisk przyrodniczych polskiej strefy Bałtyku* (Kruk-Dowgiałło i in., 2011)

Fig. 9. A – benthic habitats map in the Słupsk Bank boulder area – level 3 of EUNIS classification (Kramarska et al., 2011); B – title page of the *Atlas of benthic habitats of Polish maritime areas* (Kruk-Dowgiałło et al., 2011)



Ryc. 10. Mapa geośrodowiskowa polskich obszarów morskich w skali 1 : 250 000; plansza A – część zachodnia i wschodnia (Kramarska i in., 2019b)

Fig. 10. Geo-environmental map of Polish maritime areas on a scale of 1 : 250,000; plate A – western and eastern parts (Kramarska et al., 2019b)

1. etapu wieloletniego zadania PSG pn. *Inwentaryzacja geologiczna dna polskich obszarów morskich* (ryc. 10; Kramarska i in., 2019b). Mapa geośrodowiskowa jest pierwszym tego typu opracowaniem, wieloaspektowym i syntetycznym, obejmującym polskie obszary morskie i ma stanowić pomoc dla władz administracyjnych w planowaniu przestrzennym i zarządzaniu dnem polskich obszarów morskich, jest również narzędziem do prowadzenia racjonalnej gospodarki zasobami kopalin. Wykonanie mapy jest wzorowane na *Mapie geośrodowiskowej Polski w skali 1 : 50 000*, z uwzględnieniem specyfiki i sposobów wykorzystania dna morskiego oraz stopnia rozpoznania geolo-

gicznego. Została ona wykonana w technologii ArcGIS z informacjami gromadzonymi w ciągłej bazie danych przestrzennych. Treść merytoryczna MgSPOM jest ujęta w sześciu podstawowych warstwach informacyjnych, przedstawionych w formie trzech kompozycji mapowych (plansza A, B i C), wraz z tekstem objaśniającym dla całego polskiego obszaru Bałtyku. Na mapie głównej w skali 1 : 250 000, podzielonej na część zachodnią i wschodnią (plansza A; ryc. 10) przedstawione są złoża kopalin, perspektywy i prognozy występowania kopalin okrucowych, ochrona brzegu morskiego, zagrożenia dna morskiego (geochemia środowiska, infrastruktura i antropopresja), ochrona przyrody

i dziedzictwa kulturowego. Na planszy B jest pokazany ranking obszarów perspektywicznych dla występowania węglowodorów, a na planszy C – rejonizacja geologiczno-inżynierska dna morskiego. Zagadnienia z plansz B i C są zobrazowane w skali 1 : 1 000 000, ze względu na ogólny stopień rozpoznania problematyki. *Mapa geośrodowiskowa polskich obszarów morskich* jest przygotowana do udostępniania na serwisach mapowych PIG-PIB.

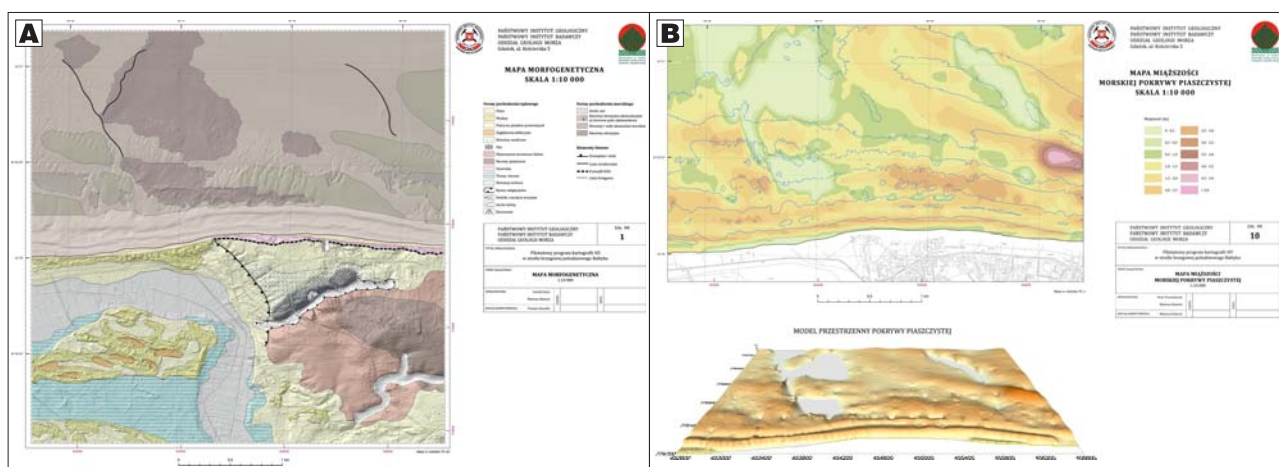
KARTOGRAFIA W STREFIE BRZEGOWEJ BAŁTYKU

W 1992 r. Oddziały Geologii Morza i Pomorski przystąpiły do realizacji wieloetapowego zadania, którego efektem osiągniętym w 2003 r. była *Mapa geodynamiczna polskiej strefy brzegowej Bałtyku w skali 1 : 10 000* (Dobracki, Zachowicz, 1995; Zachowicz, Dobracki, 1992–2003). Była to próba integracji informacji geologicznej dotyczącej nadbrzeża i podbrzeża (w pasie o szerokości 3 km), wynikająca z braku kompleksowej mapy strefy brzegowej oraz konieczności podejmowania przez urzędy morskie działań ochronnych w związku z nasilaniem się procesów erozji brzegu. Całe polskie wybrzeże Bałtyku zostało przedstawione na 64 arkuszach mapy w skali 1 : 10 000. Obraz kartograficzny strefy brzegowej powstał w wyniku zinwentaryzowania i analizy materiałów archiwalnych, zdjęć lotniczych oraz kompilacji różnoskalowych map. Wykonane w ograniczonym zakresie pomiary sejsmoakustyczne i płytkie otwory badawcze w lądowej i morskiej części strefy brzegowej były podstawą konstrukcji przekrojów geologicznych, prostopadłych do przebiegu linii brzegowej i wzdłuż-brzegowych. Mapy wynikowe zawierały elementy geologii, geodynamiki, hydrogeologii, geologii-inżynierskiej i geologii surowcowej, a także waloryzacji geosozologicznej. Zgromadzona informacja, zaprezentowana na mapach i w objaśnieniach do każdego arkusza, była źródłem wielu danych do specjalistycznych opracowań, które stanowiły m.in. podstawę ustanowienia *Programu ochrony brzegów morskich* (Ustawa, 2003).

Naturalne procesy niszczenia i przekształcania brzegu są generowane nie tylko przez oddziaływanie morza, ale w znaczącym stopniu zależą od budowy geologicznej determinującej odporność brzegu na abrazję. W celu progno-

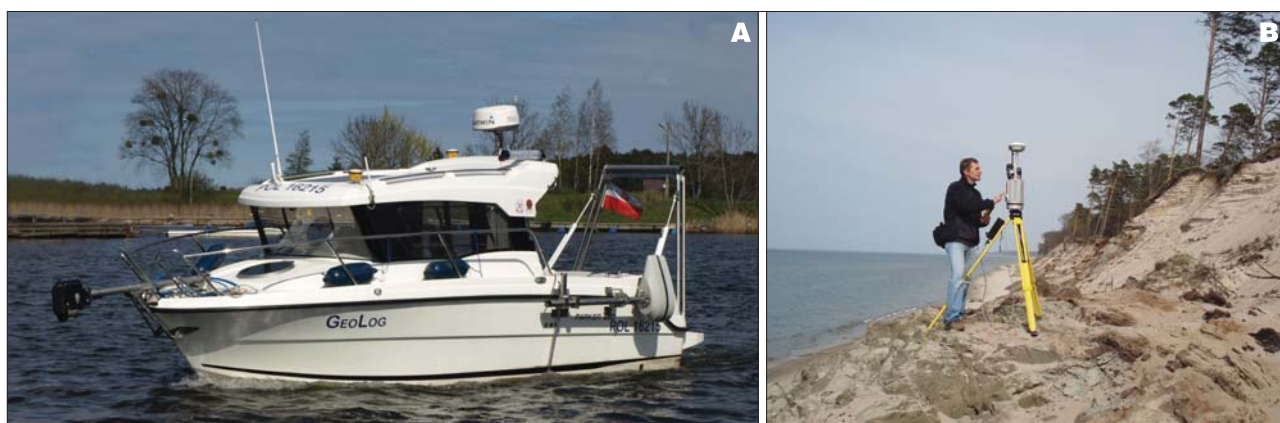
zowania zmian wybrzeża w kontekście zagospodarowania przestrzennego i ochrony brzegu wskazane było kontynuowanie badań geologicznych strefy brzegowej w rozszerzonym zakresie. Badaniom tym poświęcone jest zadanie PSG pt. *Kartografia 4D w strefie brzegowej południowego Bałtyku*, realizowane wieloetapowo od roku 2012 z dotacji NFOŚiGW (ryc. 11; Kramarska, 2014). Szerokość badanego pasa została ustalona na 4 km, w tym 2 km w strefie nadbrzeża i 2 km w podbrzeżu. Główny nacisk jest położony na zbieranie, pomiary i przetwarzanie danych niezbędnych do rozpoznania zmian morfologii strefy brzegowej w kontekście ruchów masowych ziemi (osuwisk), wynikających z budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych, oraz sporządzenie modelu akumulacji i erozji pokrywy osadowej w morskiej części strefy brzegowej w aspekcie przewidywanych zmian klimatycznych, w tym prognozowanego wzrostu poziomu morza. Opracowywane modele przepływu wód podziemnych umożliwiają prognozowanie inwersji wód słonych do warstw wodonośnych oraz skutków nie tylko dla użytkowych poziomów wodonośnych, ale także dla ekosystemów zależnych od płytkich wód podziemnych. Wyniki badań, obejmujących również szeroki zakres robót geologicznych, ułatwiają tworzenie scenariuszy zmian linii brzegowej z uwzględnieniem rodzaju zagrożeń, a tym samym umożliwią optymalizację zagospodarowania strefy wybrzeża. Zakończone szczegółowe prace pierwszego etapu objęły odcinek brzegu długości 38 km, od Władysławowa po Lubiatowo. Zasoby danych służące do bezpośredniego wykorzystania są gromadzone w cyfrowej bazie i dokumentacjach archiwalnych, natomiast wybrane zagadnienia są prezentowane w publikacjach naukowych (Kramarska i in., 2011; Uścińowicz i in., 2014, 2019; Uścińowicz, Szarafin, 2018). Od 2019 r. trwają prace etapu 2. na odcinku wybrzeża o długości 48,8 km – od Ustki do kanału Szczuczy na Mierzei Jeziora Bukowo. Objęcie całej polskiej strefy brzegowej Bałtyku zaplanowane jest na 9 etapów badawczych.

Na potrzeby realizacji zadania służba geologiczna została wyposażona w łódź motorową i nowoczesny sprzęt do prowadzenia pomiarów batymetrycznych, sonarowych i sejsmoakustycznych, przystosowany do pracy w płytkiej strefie przybrzeżnej (ryc. 12A). Do precyzyjnych zobrazowań tempa i rozmiarów niszczenia klifów został zastosowany



Ryc. 11. A – mapa morfogenetyczna podbrzeża i nadbrzeża w rejonie Jastrzębiej Góry; **B** – mapa i model przestrzenny morskiej pokrywy piaszczystej podbrzeża w rejonie Jastrzębiej Góry (Kramarska, 2014)

Fig. 11. A – morphogenetic map of the nearshore and backshore in the Jastrzębia Góra region; **B** – map and spatial model of the marine sandy cover of nearshore in the Jastrzębia Góra region (Kramarska, 2014)



Ryc. 12. Kartografia 4D w strefie brzegowej południowego Bałtyku, **A** – łódź motorowa GeoLog wyposażona w specjalistyczną aparaturę geofizyczną (sonda wielowiązkowa, sonar boczny, profilomierz osadów); **B** – naziemny skaning laserowy klifu (fot. arch. PIG-PIB)

Fig. 12. 4D cartography in the southern Baltic coastal zone, **A** – GeoLog motorboat equipped with specialized geophysical devices (multi-beam echosounder, side scan sonar, sediment profiler); **B** – terrestrial laser scanning of the cliff (photo PGI-NRI archive)

naziemny skaner laserowy (ryc. 12B), co było pierwszym wdrożeniem tej technologii w PIG-PIB.

GROMADZENIE, PRZETWARZANIE I UDOSTĘPNIANIE INFORMACJI GEOLOGICZNEJ

Komputerowa baza danych pozyskiwanych w trakcie badań geologicznych OGM jest tworzona od 1985 r., a zatem już na kilka lat przed pojawieniem się pierwszych komputerów osobistych w oddziale. Był to również początkowy okres rozwoju systemów informatycznych w kraju, dzięki współpracy z *Geofizyką* Toruń, posiadającą już wówczas maszynę obliczeniową do przetwarzania danych, możliwe było utworzenie bazy. W 1993 r. została ona przeniesiona na komputery PIG. Początkowo baza danych, której nadano nazwę Neptun, zawierała dane geodezyjne linii pomiarowych i punktów dokumentacyjnych, opisy litologiczne próbek i rdzeni osadów oraz wyniki badań laboratoryjnych (litologicznych, mineralno-petrograficznych, chemicznych) próbek osadów z obszaru wszystkich arkuszy *Mapy geologicznej dna Bałtyku w skali 1 : 200 000*. W latach 1998–2000 została utworzona baza danych sejsmoakustycznych GeoEcho zawierająca rastrowe kopie analogowych rejestracji i zdigitalizowane horyzonty sejsmostratygraficzne oraz wytworzono oprogramowanie do wizualizacji danych. Bazy są sukcesywnie zasilane nowymi danymi z badań wykonywanych przez OGM oraz doskonalone technologicznie, stanowiąc od kilku lat podsystem Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG). Aktualnie zasoby bazy Neptun i GeoEcho zawierają 5624 punkty dokumentacyjne sondowań dna (rdzeni), 7049 punktów poboru próbek z powierzchni dna, 28 865 wyników badań laboratoryjnych oraz 4003 km linii pomiarowych sejsmiki wysokorozdzielczej i 15 340 km profili sejsmoakustycznych.

Od 2003 r. jest także tworzona baza map w systemach GIS poprzez przekształcenie i migrację na platformę geobazy wielodostępnej archiwalnych opublikowanych opracowań kartograficznych: scalonych arkuszy podstawowej *Mapy geologicznej dna Bałtyku w skali 1 : 200 000*, mapy batymetrycznej, map geochemicznych z obszaru południowego Bałtyku i Zalewu Wiślanego oraz wybranych map

z *Atlasu geologicznego południowego Bałtyku w skali 1 : 500 000*. W roku 2016 przeprowadzono migrację danych GIS na platformę ArcGIS SDE (Oracle) jako bazę GeoMorze w podsystemie baz danych morskich w CBDG. Zasób geobazy wielodostępnej, gromadzącej referencyjną informację z zakresu morskiej kartografii geologicznej, jest wykorzystywany do realizacji bieżących zadań PSG oraz udostępniany, za pośrednictwem sieciowych usług mapowych PIG-PIB, szerokiemu gronu odbiorców.

W wyniku udziału w realizacji europejskich projektów EUROSEISMIC (*European Marine Seismic Metadata and Information Centre*) i Geo-Seas (*Pan-European infrastructure for management of marine and ocean, geological and geophysical data*; <https://www.geo-seas.eu/>) bazy danych geofizycznych z polskich obszarów morskich w zakresie metadanych zostały zintegrowane z ogólnoeuropejską infrastrukturą morskich danych geologicznych i geofizycznych (Przeddziecki, 2011).

Od 2019 r. specjaliści Oddziału Geologii Morza i Programu Geologiczne Bazy Danych PIG-PIB uczestniczą w realizacji projektu *Elektroniczne Centrum Udostępniania Danych Oceanograficznych eCUDO.pl*. Jest on realizowany przez konsorcjum siedmiu instytutów badawczych i uczelni Trójmiasta, Słupska i Szczecina, którego liderem jest Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk. Efektem projektu, który powinien być osiągnięty w 2022 r., będzie system informatyczny zapewniający zunifikowany dostęp do krajowych zasobów z zakresu oceanografii. Głównym produktem projektu będzie system eCUDO.pl, na który będą się składać: system centralny, moduł wyszukiwania i pozyskiwania metadanych z instytucji zewnętrznych oraz integracja systemów partnerów. Projekt jest współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa na lata 2014–2020.

W trakcie prac geologicznych prowadzonych przez OGM na otwartym akwenie i w strefie brzegowej Bałtyku są pozyskiwane masowe ilości danych cyfrowych, głównie z pomiarów hydroakustycznych (batymetria, zdjęcie sonarowe), sejsmoakustycznych oraz z naziemnego skaningu laserowego. W celu odpowiedniego zabezpieczenia zasobów z możliwością powtórzenia ich wykorzystania, w ramach zadania PSG, zostało utworzone przez pracowników

wówczas ograniczony przeważnie do publikacji radzieckich i rosyjskich tłumaczeń niektórych pozycji literatury anglojęzycznej, choć warto podkreślić, że Instytut Geologiczny przeniósł się już wówczas, co najmniej od 1965 r., czasopismo *Marine Geology*, a także *Meyniana*. Rozpoznanie budowy geologicznej dna Bałtyku, które było podstawą morskiej kartografii geologicznej, wymagało od zespołu OGM szybkiego wypracowania metod badawczych i interpretacyjnych, a następnie opanowania i stałego doskonalenia warsztatu naukowego. Sprzyjała temu zgodna praca zespołowa specjalistów z instytutu i wzajemne wspieranie się w rozwiązywaniu problemów badawczych.

Podstawowe znaczenie miała również współpraca międzynarodowa, początkowo dwustronna polsko-niemiecka oraz z grupą państw bloku wschodniego w ramach programu *Intermergeo* (Malinowski, Kotliński, 1983). W 1993 r. została nawiązana ścisła relacja z zespołami badaczy geologii morza europejskich służb geologicznych. Zakres wspólnych działań był przedmiotem kilku artykułów informacyjnych (m.in. Pieczka, 1974b; Kotliński, Pieczka, 1977b; Kramarska, Zachowicz, 2004; Zachowicz i in., 2004; Uścińowicz i in., 2005). Efekty tej współpracy lub realizacji wspólnych projektów znalazły odzwierciedlenie w wielu publikacjach naukowych (np. Kögler i in., 1985; Passhier i in., 1997; Ebbing i in., 1998) i kartograficznych (np. ryc. 13; Repečka, Cato, 1998; Bobertz i in., 2006), w tym wspomniane wcześniej ujednoczone mapy mórz europejskich. Zdobywaniu i wymianie doświadczeń służyły również konferencje międzynarodowe. Do ważniejszych należy konferencja *The Baltic Sea Marine Geology*, która odbywa się w cyklu 2-letnim od 1987 r. Oddział Geologii Morza był

organizatorem tego wydarzenia dwukrotnie, w latach 1993 i 2016 (Mojski, 1995b; Kramarska i in., 2016b). Warto odnotowania są konferencje i sesje terenowe odbywające się na różnych kontynentach w ramach projektów Międzynarodowej Unii Badań Czwartorzędu (INQUA). Udział w realizacji tych projektów, a także organizacja konferencji w Polsce (projekt IGCP-464 *Continental shelves during the Last Glacial Cycle: Knowledge and Application*) umożliwiła prezentację dorobku OGM na szerokim międzynarodowym forum oraz współdziałał w publikacjach (m.in. Uścińowicz, Zachowicz, 2003; Uścińowicz, 2014).

Doskonalenie zespołu naukowego zajmującego się w OGM badaniami Bałtyku zaowocowało wieloma doktoratami i habilitacją (tab. 1). Promotorami i recenzentami prac doktorskich byli początkowo profesorowie Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie i innych placówek badawczych. Młodszych adeptów promował Szymon Uścińowicz, który po ukończeniu studiów oceanograficznych w 1977 r. rozpoczął pracę w OGM, w 2005 r. uzyskał stopień doktora habilitowanego (Uścińowicz, 2003), a w roku 2014 otrzymał tytuł naukowej profesora. W ostatnich latach do zespołu dołączają geolodzy, którzy coraz częściej uzyskują stopnie naukowe doktora w macierzystych uczelniach.

W Oddziale Geologii Morza, od czasu jego powołania pod koniec 1968 r., ok. 50 geologów, paleontologów, oceanografów i chemików zajmowało się badaniami kenozoiku w obszarze Bałtyku, w tym morską kartografią geologiczną. Do grona specjalistów tworzących pionierski zespół, inicjatorów badań, osób które poświęciły tym badaniom dziesiątki lat pracy, często wiążąc całą karierę zawodową z OGM, należą: Włodzimierz Krocza, Mirosława

Tab. 1. Doktoraty uzyskane w OGM PIG-PIB w dziedzinach związanych z badaniami geologicznymi obszaru Bałtyku
Table 1. PhD degrees obtained at the MGB PGI-NRI in the fields related to geological research of the Baltic Sea area

Rok	Osoba	Tytuł pracy*	Promotor	Recenzenci
1974	Feliks B. Pieczka	<i>Procesy akumulacji osadów dennych Zatoki Gdańskiej</i>	prof. dr E. Rühle	prof. dr hab. Z. Pazdro prof. dr hab. S. Szyborski
1978	Ryszard Kotliński	<i>Osady denne Ławicy Słupskiej</i>	doc. dr H. Pendias	prof. dr E. Rühle prof. dr hab. P. Roniewicz doc. dr L. Bohdziewicz
1990	Szymon Uścińowicz	<i>Litofacje osadów dna południowej części Basenu Bornholmskiego</i>	prof. dr hab. K. Jaworowski	prof. J.E. Mojski prof. S. Rudowski
1990	Jan Zamorski	<i>Struktury sedymentacyjne osadów powierzchniowych strefy brzegowej i płytkowodnej Bałtyku Południowego</i>	prof. dr hab. R. Racinowski	prof. dr hab. Z. Kotański (?) prof. dr hab. S. Rudowski
1997	Danuta Trokiewicz	<i>Geneza koncentracji żelazowo-manganowych Morza Bałtyckiego</i>	prof. dr hab. S. Speczik	prof. dr hab. A. Maliszewska prof. dr hab. S. Lorenc
1998	Jarmila Krzywińska	<i>Zespoły mięczaków w osadach czwartorzędowych południowego Bałtyku</i>	prof. dr hab. W. Aleksandrowicz	prof. dr hab. A. Piechocki prof. dr hab. S. Musielak
1999	Radosław Pikies	<i>Czwartorzęd południowej części Basenu Gotlandzkiego</i>	prof. dr hab. J.E. Mojski	prof. dr hab. S. Rudowski prof. dr hab. S. Musielak
2001	Małgorzata Masłowska	<i>Złoża kruszywa naturalnego południowej części Morza Bałtyckiego</i>	prof. dr hab. S. Kozłowski	prof. dr hab. S. Rudowski prof. dr hab. S. Musielak
2001	Piotr Przedziecki	<i>Sejsmostratygrafia osadów czwartorzędowych w polskiej części Bałtyku</i>	prof. dr hab. S. Rudowski	prof. J.E. Mojski prof. dr hab. S. Musielak
2007	Regina Kramarska	<i>Paleogen i neogen południowego Bałtyku i jego wybrzeża</i>	prof. dr hab. B. Kosmowska-Ceranowicz	prof. dr hab. A. Maliszewska prof. dr hab. S. Rudowski
2012	Wojciech Jegliński	<i>Rozwój wybrzeża Zatoki Gdańskiej w rejonie ujścia Wisły Martwej</i>	prof. dr hab. Sz. Uścińowicz	prof. W. Wysota prof. S. Musielak
2014	Dorota Koszka-Maróń	<i>Facje obszaru współczesnego ujścia Wisły</i>	prof. dr hab. Sz. Uścińowicz	prof. M. Graniczny prof. S. Rudowski

*Publikacje, których podstawą były rozprawy doktorskie zostały zamieszczone w spisie literatury

Michałowska, Zofia Jurowska, Feliks Pieczka, Ryszard Kotliński, Małgorzata Masłowska, Regina Kramarska, Radosław Pikies, Danuta Trokiewicz, Szymon Uściniowicz, Piotr Przedziecki, Joanna Zachowicz, Jarmila Krzyżmińska, Józef Edward Mojski, Hanna Tomczak, Teresa Szczepańska, Wojciech Jegliński, Dorota Koszka-Maróń. Autorka prosi o wyrozumiałość, zdając sobie sprawę, że nie wyczerpała listy osób, które swoją pracą i zaangażowaniem przyczyniły się do osiągnięć OGM w badaniach geologicznych dna Bałtyku i odwzorowaniu jego budowy na mapach i w atlasach.

PODSUMOWANIE

Wielotematyczna morska kartografia geologiczna jest jedną z ważniejszych dziedzin działalności Oddziału Geologii Morza. Dzięki systematycznym pracom kartograficznym osiągnięto obecny stan rozpoznania geologicznego kenozoiku w polskich obszarach morskich i wskazano obszary perspektywiczne występowania piasków i żwirów, piasków z minerałami ciężkimi i piasków do sztucznego zasilania brzegu morskiego. Polska była pierwszym krajem nadbałtyckim posiadającym podstawową mapę geologiczną w skali 1 : 200 000 dla całej swojej strefy Morza Bałtyckiego. Autorzy *Mapy geologicznej dna Bałtyku w skali 1 : 200 000*, *Atlasu geologicznego południowego Bałtyku 1 skali 1 : 500 000* i *Mapy geologicznej dna Bałtyku bez utworów czwartorzędowych w skali 1 : 500 000* byli uhonorowani zespołowymi nagrodami I stopnia Ministra Środowiska. Najnowsze opracowanie kartograficzne – *Mapa geosrodowiskowa polskich obszarów morskich w skali 1 : 250 000* – zostało wyróżnione przez Komisję Opracowań Kartograficznych.

Różnorodność opracowań kartograficznych i ich dostępność w formie cyfrowej oraz prowadzenie baz danych geologicznych, w których jest gromadzona informacja i dane geologiczne od początku istnienia OGM PIG-PIB, ułatwia racjonalne gospodarowanie zasobami naturalnymi i projektowanie specjalistycznych badań, wspomaga wybór optymalnej lokalizacji infrastruktury hydrotechnicznej, a w konsekwencji racjonalne planowanie przestrzenne.

Odpowiedzią na potrzeby coraz dokładniejszej informacji geologicznej w związku z wymogami racjonalnego gospodarowania obszarem morskim i strefą brzegową jest aktualna realizacja wieloetapowych zadań PSG. Strefa brzegowa jest objęta kartowaniem w skali 1 : 10 000 wykonywanym w ramach zadania pn. *Kartografia 4D w strefie brzegowej południowego Bałtyku*. W ramach pierwszego etapu zadania pt. *Inwentaryzacja geologiczna dna polskich obszarów morskich* została opracowana koncepcja uszczegółowienia zdjęcia geologicznego dna otwartego akwenu do skali 1 : 100 000. Kolejne etapy zadania to wdrożenie tej koncepcji, poczynając od uzupełnienia siatki profili wysokorozdzielczej sejsmiki oraz stałej inwentaryzacji i gromadzenia nowych danych możliwych do wykorzystania w procesie tworzenia mapy geologicznej polskich obszarów morskich w skali 1 : 100 000.

Oddział Geologii Morza dzięki wieloletniemu dorobkowi i osiągnięciom zespołu geologów morza jest liczącym się partnerem w grupie badaczy morza w Polsce i Europie. Dotychczasowe osiągnięcia zespołu w dziedzinie kartografii morskiej i rozpoznania budowy geologicznej dna morskiego były możliwe dzięki współpracy z innymi komórkami organizacyjnymi Państwowego Instytutu Geologicznego

oraz zaangażowanej pracy kadry technicznej i administracyjnej Oddziału Geologii Morza i PIG-PIB w Warszawie. Szeroki zakres nowatorskich prac morskich wymagał współdziałania z placówkami badawczymi krajowymi i międzynarodowymi oraz wieloma firmami. Podstawowe znaczenie miało wsparcie merytoryczne i finansowe ze strony geologicznej administracji państwowej.

Autorka składa serdeczne podziękowania prof. dr. hab. K. Szamałkowi za cenne uwagi i czas poświęcony na recenzowanie pracy oraz dr. hab. W. Mizerskiemu i dr. hab. S. Wołkowi-czowi za inspirację i życzliwe dyskusje.

LITERATURA

- BOBERTZ B., HARFF J., KRAMARSKA R., LEMKE W., PRZEDZIECKI P., UŚCINIOWICZ SZ., ZACHOWICZ J. 2006 – Surface sediments of the south-western Baltic Sea, 1 : 250 000. Polish Geological Institute, Baltic Sea Research Institute Warnemünde.
- DOBRAKCI R., ZACHOWICZ J. 1995 – Mapa geodynamiczna polskiego wybrzeża Bałtyku w ujęciu sozologicznym w skali 1 : 10 000. *Prz. Geol.*, 43 (6): 460–464.
- EBBING J., ZACHOWICZ J., UŚCINIOWICZ SZ., LABAN C. 2002 – Normalisation as a tool for environmental impact studies: the Gulf of Gdańsk as a case study. *Baltica*, 15: 49–62. <http://legal.un.org/avl/ha/gclos/gclos.html> <http://www.europe-geology.eu/marine-geology/> <https://www.geo-seas.eu/>
- JEGLIŃSKI W. 2013 – Rozwój wybrzeża Zatoki Gdańskiej w rejonie ujścia Wisły Martwej. *Prz. Geol.*, 61 (10): 587–595.
- JEGLIŃSKI W. (kier.) 2016 – Aktualizacja i przygotowanie do udostępniania cyfrowych map geologicznych polskich obszarów morskich. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- JEGLIŃSKI W., KRAMARSKA R., UŚCINIOWICZ SZ., PRZEDZIECKI P. 2012 – Mapa geologiczna dna Bałtyku w skali 1 : 200 000 na potrzeby tzw. dodatkowych warstw wojskowych. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- JUROWSKA Z. 1975 – Tymczasowe wytyczne do sporządzania Mapy osadów dennych Bałtyku w skali 1 : 200 000. *Instrukcje i Metody Badań Geologicznych*, z. 28. *Inst. Geol.*, Warszawa.
- JUROWSKA Z., KRAMARSKA R., MICHAŁOWSKA M., PIECZKA F., UŚCINIOWICZ SZ. 1983 – Instrukcja w sprawie opracowania i wydania Mapy Geologicznej Dna Bałtyku w skali 1 : 200 000 w ujęciu kompleksowym. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Gdańsk.
- JUROWSKA Z., KROCZKA W. 1978 – Mapa osadów dennych południowej części Morza Bałtyckiego. *Inst. Geol.*, Warszawa.
- JUROWSKA Z., MASŁOWSKA M., MICHAŁOWSKA M., TROKOWICZ D. 1978 – Mapa osadów dennych Ławicy Odrzanej w skali 1 : 200 000 z uwzględnieniem koncentracji minerałów ciężkich. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Gdańsk.
- KOTLIŃSKI R. 1985 – Osady dna Ławicy Słupskiej. *Biul. Inst. Geol.*, 352: 5–56.
- KOTLIŃSKI R., KRAMARSKA R. 1977 – Badania nad wytypowaniem najbardziej perspektywicznego rejonu dla poszukiwań złóż rozsypanych minerałów ciężkich w strefie szelfu południowego Bałtyku. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Gdańsk.
- KOTLIŃSKI R., PIECZKA F.B. 1977a – Zakres badań laboratoryjnych morskich osadów dennych. *Instrukcje i Metody Badań Geologicznych*, z. 34. *Inst. Geol.*, Warszawa.
- KOTLIŃSKI R., PIECZKA F.B. 1977b – Badania geologiczne dna południowego Bałtyku z pokładu statku badawczego „Meteor”. *Prz. Geol.*, 25 (1): 9–12.
- KOTLIŃSKI R., SZAMAŁEK K. 1998 – Geologia i kopaliny Morza Bałtyckiego. [W:] Kotliński R., Szamałek K. (red.), *Surowce mineralne mórz i oceanów*. Wyd. Nauk. Scholar, 307–328.
- KOSZKA-MARON D. 2016 – Model litofacjalny stożka ujściowego Wisły jako zapis interakcji środowiska lądowego i morskiego. *Prz. Geol.*, 64 (5): 315–327.
- KÖGLER F.C., LANGE H., KOTLIŃSKI R., PIECZKA F.B. 1985 – Litologia i stratygrafia osadów późnoglacialnych i postglacialnych w rdzeniu M-37/13404-1 z dna Głębi Gdańskiej. *Biul. Inst. Geol.*, 352: 57–88.
- KRAMARSKA R. (kier.) 2014 – Pilotażowy program kartografii 4d w strefie brzegowej południowego Bałtyku. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Gdańsk.
- KRAMARSKA R. 2000 – Podłoże czwartorzędu na nowej mapie odkrytej południowego Bałtyku. *Prz. Geol.*, 48 (7): 567–570.

- KRAMARSKA R., FRYDEL J., JEGLIŃSKI W. 2011 – Zastosowanie metody naziemnego skaningu laserowego do oceny geodynamiki wybrzeża na przykładzie klifu Jastrzębiej Góry. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 446 (1): 101–108.
- KRAMARSKA R., JEGLIŃSKI W., JURYS L., PRZEZDZIECKI P., UŚCINOWICZ SZ., ZACHOWICZ J. 2005 – Atlas parametrów litologicznych polskich obszarów morskich ze szczególnym uwzględnieniem geologiczno-górnictwowych warunków występowania surowców okruczych, 1 : 500 000. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Gdańsk*.
- KRAMARSKA R., JEGLIŃSKI W., KAULBARSZ D., PĄCZEK U., PRZEZDZIECKI P., BOJAKOWSKA I., KOSZKA-MAROŃ D., RELISKO-RYBAK J., UŚCINOWICZ SZ. 2016a – Czwartorzęd Zatoki Pomorskiej i perspektywy surowcowe. *Prz. Geol.*, 64 (8): 552–563.
- KRAMARSKA R., JEGLIŃSKI W., KAULBARSZ D., PĄCZEK U., SZARAFIN T., PRZEZDZIECKI P. 2019a – Koncepcja mapy geologicznej polskich obszarów morskich w skali 1 : 100 000. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- KRAMARSKA R., JEGLIŃSKI W., UŚCINOWICZ SZ., ZACHOWICZ J. 2009 – Siedliska. [W:] Gic-Grusza G., Kryła-Straszewska L., Urbański J., Warzocha J., Węślawski J. (red.), *Atlas siedlisk dna polskich obszarów morskich. Waloryzacja przyrodnicza siedlisk morskich. Instytut Oceanologii PAN*.
- KRAMARSKA R., KRZYWIEC P., DADLEZ R., JEGLIŃSKI W., PAPIERNIK B., PRZEZDZIECKI P., ZIENTARA P. 1999 – Mapa geologiczna dna Bałtyku bez utworów czwartorzędowych. *Państw. Inst. Geol., Gdańsk-Warszawa*.
- KRAMARSKA R., MASŁOWSKA M., PRZEZDZIECKI P., UŚCINOWICZ SZ., ZACHOWICZ J. 2000 – Podstawowe badania geologiczne morza i wybrzeża oraz ich praktyczne znaczenie. *Prz. Geol.*, 48 (9): 779–784.
- KRAMARSKA R., PĄCZEK U., UŚCINOWICZ G., UŚCINOWICZ SZ., WOŹNIAK M. (red.) 2016b – The 13th Colloquium on Baltic Sea Marine Geology. Abstract volume and field trip. *Państw. Inst. Geol.*
- KRAMARSKA R., SZARAFIN T., PĄCZEK U., FRYDEL J., KOSZKA-MAROŃ D., KAULBARSZ D., PIOTROWSKI A., RELISKO-RYBAK J., MIL L. 2019b – Mapa geosrodowiskowa polskich obszarów morskich w skali 1 : 250 000. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- KRAMARSKA R., ZACHOWICZ J. 2004 – Oddział Geologii Morza w Gdańsku. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 410: 113–120.
- KRUK-DOWGIAŁŁO L., KRAMARSKA R., GAJEWSKI J. (red.) 2011 – Siedliska przyrodnicze polskiej strefy Bałtyku. Głazowisko Ławicy Słupskiej. *Inst. Morski w Gdańsku, Państw. Inst. Geol., Gdańsk-Warszawa*.
- KRZYMIŃSKA J. 2001 – Zespoły mięczaków w osadach czwartorzędowych południowego Bałtyku. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 397: 67–116.
- KRZYWIEC P., KRAMARSKA R., ZIENTARA P. 2003 – Strike-slip tectonics within the SW Baltic Sea and its relationship to the Mid-Polish Trough inversion – evidence from high-resolution seismic data. *Tectonophysics*, 373: 93–105.
- MALINOWSKI J., KOTLIŃSKI R. 1983 – Badania geologiczne mórz i oceanów w ramach programu „Intermergeo” w latach 1972–1982. *Technika Poszukiwań Geol.*, 22: 23–26.
- MASŁOWSKA M. 2005 – Złoza kruszywa naturalnego w polskiej części Morza Bałtyckiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 416: 5–43.
- MOJSKI J.E. (red.) 1989–1995 – Mapa geologiczna dna Bałtyku w skali 1 : 200 000. *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MOJSKI J.E. (red.) 1995a – Atlas geologiczny południowego Bałtyku, 1 : 500 000. *Państw. Inst. Geol., Sopot-Warszawa*.
- MOJSKI J.E. (red.) 1995b – Proceedings of the Third Marine geological conference „The Baltic”. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 149.
- MOJSKI J.E., UŚCINOWICZ SZ., ZACHOWICZ J. 1989 – Mapa geologiczna dna Bałtyku w skali 1 : 200 000. *Kwart. Geol.*, 33: 191–198.
- NAWROCKI J., BECKER A. (red.) 2017 – Atlas geologiczny Polski. *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- PASSHIER S., UŚCINOWICZ SZ., LABAN C. 1997 – Sediment supply and transport directions in the Gulf of Gdańsk as observed from SEM analysis of quartz grain Surface textures. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 158: 1–23.
- PIKIES R. 2005 – Procesy erozji i akumulacji glacialnej w południowej części Basenu Gotlandzkiego w zapisie rzeźby podłoża czwartorzędowego oraz rozprzestrzenienia osadów plejstoceńskich. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 416: 81–114.
- PIKIES R., JUROWSKA Z. 1994 – Mapa geologiczna dna Bałtyku w skali 1 : 200 000, ark. Puck. *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- PIECZKA F.B. 1973 – Przegląd polskich badań geologicznych dna Morza Bałtyckiego. *Badania Morza w Polsce. Materiały na II Kongres Nauki Polskiej. Studia i Mater. Oceanol.*, 4: 211–234.
- PIECZKA F.B. 1974a – Z badań osadów dennych Zatoki Gdańskiej i południowej części Głębi Gdańskiej. *Studia i Mater. Oceanol.*, 5: 175–188.
- PIECZKA F.B. 1974b – Organizacja, metodyka i zakres badań geologicznych dna Morza Bałtyckiego w Finlandii. *Studia i Mater. Oceanol.*, 5: 195–203.
- PRZEZDZIECKI P. 2004 – Sejsmostratygrafia osadów czwartorzędowych w polskiej części Bałtyku. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 413: 81–126.
- PRZEZDZIECKI P. 2011 – Zintegrowany system dostarczania danych geologicznych, geofizycznych i GIS z polskich obszarów morskich. [W:] *Materiały VI Krajowej Konferencji Naukowej INFOBAZY 2011. Gdańsk, Centrum Informatyczne TASK*, 365–370.
- REPEČKA M., CATO I. (red.) 1998 – Bottom sediment map of the Central Baltic Sea, 1 : 500 000. *Vilnius-Uppsala*.
- ROSA B. 1967 – Analiza morfometryczna dan południowego Bałtyku. *Inst. Geogr. UMK, Toruń*.
- RÜHLE E. 1968 – Stan badań geologicznych południowego Bałtyku i kierunki ich rozwoju. *Nauka Polska*, 3: 42–50.
- RÜHLE E. 1982 – Budowa geologiczna dna południowej części Morza Bałtyckiego w świetle polskich badań prowadzonych w latach 1965–1980. [W:] *Gudelis W.K., Jemielianow J.M. (red.), Geologia Morza Bałtyckiego. Wyd. Geol., Warszawa*.
- SZCZEPAŃSKA T. 1995 – Składniki chemiczne w osadach południowego Bałtyku. *Prz. Geol.*, 43: 453–459.
- SZCZEPAŃSKA T., UŚCINOWICZ SZ. 1994 – Atlas geochemiczny południowego Bałtyku. *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- TROKOWICZ D. 1998 – Genesis of ferromanganese nodules in the Baltic Sea. *Prace Państw. Inst. Geol.*, 163: 1–62.
- USTAWA z dnia 28 marca 2003 r. o ustanowieniu programu wieloletniego „Program ochrony brzegów morskich”. *Dz.U. z 2003 r. nr 67 poz. 621*.
- UŚCINOWICZ SZ. 2000 – Litofacje osadów dna południowej części Basenu Bornholmskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 173: 1–49.
- UŚCINOWICZ SZ. 2003 – The Southern Baltic relative sea level changes, glacio-isostatic rebound and shoreline displacement. *Pol. Geol. Inst. Spec. Pap.*, 10: 1–79.
- UŚCINOWICZ SZ. (kier.) 2008 – Rozpoznanie i wizualizacja budowy geologicznej Zatoki Gdańskiej dla potrzeb gospodarowania zasobami naturalnymi. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*
- UŚCINOWICZ SZ. (red.) 2011 – Monografia geochemiczna Bałtyku. *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- UŚCINOWICZ SZ. 2014 – The Baltic Sea continental shelf. [W:] *Chiocci F.L., Chivas A.R. (red.), Continental Shelves of the World: Their Evolution During the Last Glacio-Eustatic Cycle. Geological Society, London, Memoirs*, 41: 69–89.
- UŚCINOWICZ G., SZARAFIN T. 2018 – Short-term prognosis of development of barrier-type coasts (Southern Baltic Sea). *Ocean & Coastal Management*, 165: 258–267.
- UŚCINOWICZ SZ., ZACHOWICZ J. (red.) 2003 – Rapid Transgressions Into Semi-Enclosed Basins – Regional Conference, Europe 2003: Abstracts and Excursion Guide-Book. *Państw. Inst. Geol.*
- UŚCINOWICZ SZ., KRAMARSKA R., ZACHOWICZ J. 2005 – Polska nie kończy się na brzegu Bałtyku. *Informator Centrum Doskonałości Badań Środowiska Abiotycznego REA*, 14: 1–3.
- UŚCINOWICZ G., KRAMARSKA R., KAULBARSZ D., JURYS L., FRYDEL J., PRZEZDZIECKI P., JEGLIŃSKI W. 2014 – Baltic sea coastal erosion; a case study from the Jastrzębia Góra region. *Geologos*, 20 (4): 259–268.
- UŚCINOWICZ G., SZARAFIN T., JURYS L. 2019 – Tracking cliff activity based on multi temporal digital terrain models – an example from the southern Baltic Sea coast. *Baltica*, 32 (1): 10–21.
- ZACHOWICZ J., DOBRACKI R. (red.) 1992–2003 – Mapa geodynamiczna polskiej strefy brzegowej Bałtyku w skali 1 : 10 000. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*
- ZACHOWICZ J., UŚCINOWICZ SZ. 1996 – Atlas geochemiczny Zalewu Wiślanego. *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- ZACHOWICZ J., KRAMARSKA R., UŚCINOWICZ S. 2004 – The southern Baltic Sea – test field for international co-operation. *Prz. Geol.* 52 (8/2): 738–743.