



dwumiesięcznik NR2
LIPIEC/SIERPIEŃ 2003

SKARBY PRZYRODY NIEOŻYWIONEJ BAŁTYKU w centrum zainteresowania PIG



dr Szymon Uściłowicz
Kierownik Zespołu
Problemowego: Abiotyczne
Środowisko Morskie
Centrum Doskonałości REA
80-328 Gdańsk
ul. Kościarska 5
e-mail: suscinowicz@pgi.gda.pl



Położona nad Bałtykiem Polska jest krajem morskim. Ponad 500 km długości wybrzeże oraz polskie obszary morskie południowego Bałtyku o powierzchni 30 533 km², stanowiące odpowiednik 10% lądowego terytorium Polski, otwierają z jednej strony poważne szanse rozwojowe dla kraju, z drugiej stwarzają wiele zagrożeń. Nakładają przy tym na Polskę poważne zobowiązania międzynarodowe.

Największe zainteresowanie Państwowego Instytutu Geologicznego budzą surowce mineralne, występujące na dnie Morza Bałtyckiego oraz w jego podłożu. Z kolei obserwowane w ostatnich latach nasilanie się procesów rozmywania brzegu morskiego oraz możliwość przenikania słonych wód morskich do warstw wodonośnych, ważnych dla zaopatrzenia nadmorskich miejscowości w wodę pitną, stanowią zagrożenie dla zasobów naturalnych obszaru nadbałtyckiego i w związku z tym są systematycznie badane przez

Instytut. Badania te mają służyć prawidłowemu wykorzystaniu zasobów geologicznych morza, właściwemu zagospodarowaniu strefy brzegowej i w konsekwencji zapobieganiu negatywnym skutkom działalności człowieka na przyrodę Bałtyku i jego wybrzeża.

Podstawowy wysiłek badawczy skierował Państwowy Instytut Geologiczny na poznawanie budowy geologicznej południowego Bałtyku: jego osadów dennych oraz głębszego podłoża. Miało to stworzyć podstawy do oceny, czy i jakie su-

W NUMERZE:

Prezentujemy badania Państwowego Instytutu Geologicznego na Morzu Bałtyckim oraz program badawczy Zespołu Problemowego: Abiotyczne Środowisko Morskie. Szczegółowo omawiamy zagadnienia związane z podmorską eksploatacją kruszyw, a także z wpływem Bałtyku na wody podziemne.

IN THIS ISSUE:

Page 8

Wydawca:

Państwowy Instytut
Geologiczny
00-975 Warszawa
ul. Rakowiecka 4
tel. (22) 849 53 51
www.pgi.waw.pl

Redakcja:

Maciej Podemski;
Barbara Bańkowska-
Zajączkowska;
Janina Małecka.
tel. (22) 849 53 51 w. 221;
e-mail:
podemski@pgi.waw.pl

ISBN 83-7372-638-1



Państwowy Instytut Geologiczny, siedziba Oddziału Geologii Morza w Gdańsku-Oliwie

rowce mineralne występują w obszarze Bałtyku i które z nich będzie można wykorzystać. Dla wykonania tych zadań Instytut powołał w 1968 r. Oddział Geologii Morza z siedzibą w Sopocie, od kilku lat mieszczący się we własnym nowoczesnym budynku w Gdańsku-Oliwie.



Niszczenie zalesionego brzegu Bałtyku

Oddział ten już od 1971 r. prowadził systematyczne rejsy badawcze w akwenie południowego Bałtyku. Do prowadzenia prac badawczych (geofizycznych, geologicznych i wiertniczych) Oddział wykorzystywał statki polskie, czarterowane początkowo od Polskiego Ratownictwa Okrętowego, a następnie od Marynarki Wojennej (okręt hydrograficzny *Kopernik*). Używał również pojazdów podwodnych, m.in. *Geonur* Polskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk o Ziemi. Od początku swej działalności Oddział korzystał także z zagranicznych możliwości technicznych, m.in. prowadził badania ze statku *Akademik Aleksy Kryłow* Instytutu Badawczego Budowy Okrętów z Sankt Petersburga oraz z jego pojazdu podmorskiego *Bravo*, a także ze statków niemieckich: *Alexander von Humboldt* i *Professor Albrecht Penck*. Ostatnio Oddział czyni starania o uzyskanie własnego statku badawczego.

Wieloletnie badania zaowocowały opracowaniem i opublikowaniem wielu opracowań, podstawowych dla znajomości geologii polskiego Bałtyku i jego surowców mineralnych, często nagradzanych przez Ministra Środowiska. Są to m.in.: *Mapa geologiczna dna Bałtyku 1:200 000* (1994 – Nagroda I stopnia), *Mapa geologiczna dna Bałtyku (bez utworów czwartorzędowych) 1:500 000* (nagroda w 2000 r.), *Atlas geologiczny południowego Bałtyku 1:500 000* (1995 – Nagroda I stopnia), *Mapa geochemiczna południowego Bałtyku 1:500 000* i wiele innych. W tym czasie (1982-1990) odkryto także i udokumentowano złoża kruszywa naturalnego (piasków i żwirów) na Ławicy Słupskiej, w Zatoce Koszalińskiej oraz na Południowej Ławicy Środkowej, o zasobach sięgających 160 mln ton.

Powszechnie znane są szkodliwe rezultaty działalności człowieka, zagrażające przyrodzie Morza Bałtyckiego zarówno tej nieożywionej, jak i ożywionej. Osady denne są księgą, w której zapisane są wyniki działalności człowieka. Gromadzą one przynieszone przez rzeki do morza produkty erozji gleb (nawozy sztuczne, pestycydy i inne), a także różne substancje (np. metale ciężkie), wytwarzane przez przemysł i wielkie aglomeracje miejskie. Morze jest również zanieczyszczane przez związki ropopochodne pochodzące z lądu, a także z coraz częstszych rozlewów olejowych w wyniku katastrof morskich. Badanie zanieczyszczeń morza, a przede wszystkim zapobieganie im i przywracanie przyrody bałtyckiej do jej pierwotnego stanu stało się ostatnio wielkim zadaniem, m.in. dla Państwowego Instytutu Geologicznego.

Problematyką geologiczną strefy nadmorskiej zajęła się instytutowa placówka w Szczecinie, działająca początkowo (od 1964 r.) jako Pracownia Geologii Wybrzeża, a od 1995 r. jako Oddział Pomorski. Oddział Pomorski wyspecjalizował się w rozwiązywaniu bardziej szczegółowych problemów budowy geologicznej wybrzeża, m.in. przyczyn zmian linii brzegowej czy charakterystyki geologicznej klifów. Poszukiwał również żwirów w strefie przybrzeżnej i minerały ciężkie w piaskach morskich i plażowych południowego Bałtyku. Ważnym problemem było zaopatrzenie wysp Wolin i Uznam w wodę pitną z ujęć wód podziemnych. Przez ostatnich parę lat Oddział Pomorski wspólnie z Oddziałem Geologii Morza, studiował budowę geologiczną styku lądu i morza oraz procesy geodynamiczne zachodzące na brzegu, opracowując szczegółową *Mapę geodynamiczną polskiej strefy brzegowej w skali 1:10 000*.

Podstawowym warunkiem prowadzenia przez Państwowy Instytut Geologiczny nowoczesnych badań na Morzu Bałtyckim i na jego południowym wybrzeżu było nawiązanie ścisłej współpracy z ośrodkami badawczymi innych państw nadbałtyckich. O użyczeniu Instytutowi statków badawczych przez Rosję i Niemcy wspomniano już uprzednio. Wspólnie z innymi krajami przebadano skład osadów dennych i utworów czwartorzędowych zachodniego Bałtyku (mapy 1:500 000 z Niemcami), osady denne środkowego Bałtyku (mapa 1:500 000 z Litwą i Szwecją), budowę geologiczną i skład osadów Zatoki Gdańskiej i Mierzei Wiślanej z Rosją, Wielką Brytanią i Holandią, Zatoki Pomorskiej z Niemcami, i wiele innych.

Kwalifikacje morskie pracownicy Instytutu zdobywali także na oceanach, biorąc m.in. udział w badaniach konkrekcji manganu-

Proces niszczenia piaszczystego brzegu Bałtyku (fot. M. Browarski)



wych na Pacyfiku, w ramach prac INTERMORGEO, czy w badaniach Morza Karaibskiego, we wspólnym rejsie z Holendrami.

Pracownicy Oddziału Geologii Morza od wielu lat biorą udział w wielu międzynarodowych programach badań morza i najmłodszych utworów geologicznych, początkowo w ramach RWPG, następnie Międzynarodowej Rady Badań Morza (ICES), Międzynarodowej Unii Nauk Geologicznych (IUGS), Komisji Helsińskiej (HELCOM), Międzynarodowej Asocjacji Badań Czwartorzędu (INQUA), a ostatnio także Unii Euro-

pejskiej: programy INCO-COPERNICUS i PHARE oraz projekt EUROSEISMIC.

Wszystkie te doświadczenia i prace w pełni uzasadniły powołanie w Oddziale Geologii Morza Zespołu Problemowego: *Abiotyczne Środowisko Morskie* dla instytutowego Centrum Doskonałości Badań Środowiska Abiotycznego REA.

J. Zachowicz

Dyrektor Oddziału Geologii Morza
jzachowicz@pgi.gda.pl

ZESPÓŁ PROBLEMOWY : *Abiotyczne Środowisko Morskie*

Zespół Problemowy: *Abiotyczne Środowisko Morskie* jest jednym z pięciu zespołów tworzących Centrum Doskonałości Badań Środowiska Abiotycznego REA. Został on wyodrębniony dzięki dotychczasowym osiągnięciom i doświadczeniu Instytutu w badaniach dna morskiego i wybrzeży Bałtyku. Siedzibą Zespołu jest Oddział Geologii Morza PIG w Gdańsku. Poza badaniami osadów dna morskiego i skał głębszego podłoża polskiej strefy Morza Bałtyckiego, przedstawionymi w artykule J. Zachowicz, specjaliści tworzący omawiany Zespół Problemowy posiadają w swoim dorobku opracowania także innych, ważnych problemów badawczych.

Należy tu wymienić przede wszystkim monitoring zanieczyszczenia osadów Basenu Gdańskiego, prowadzony w latach 1997-1999 we współpracy ze Służbami Geologicznymi Wielkiej Bry-



Statek badawczy r/v Akademik Aleksy Kryłow Instytutu Badawczego Budowy Okrętów im. A. Kryłowa z Sankt Petersburga.

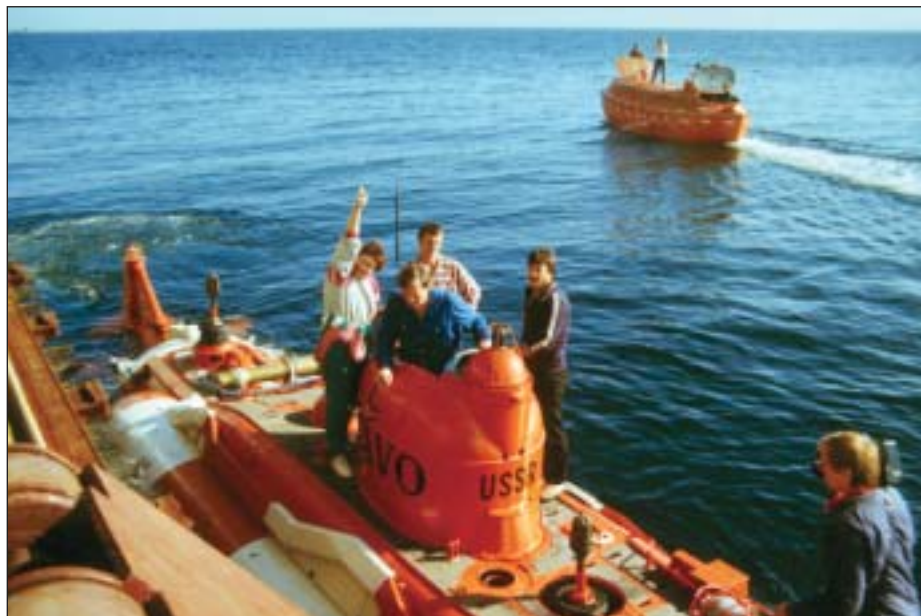
tanii i Holandii oraz z Litewskim Instytutem Geologicznym. Projekt *Ocena środowiska morskiego oraz monitoring osadów Zatoki Gdańskiej*, finansowany przez Unię Europejską w ramach programu INCO-COPERNICUS, przyczynił

się do poznania zawartości metali ciężkich, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i polichlorobifenyli w osadach Zatoki Gdańskiej. Osady te badano w rdzeniach pobranych na stacjach monitoringowych za pomocą specjalnych próbników, dających gwarancję zachowania nienaruszonej struktury badanych osadów. Oceniono również wówczas dokładność instytutowych analiz laboratoryjnych, m.in. dzięki porównaniu laboratoriów chemicznych PIG i Brytyjskiej Służby Geologicznej.

W latach 1997-1999, pracując przy projekcie *Zintegrowane Zarządzanie Strefą Przybrzeżną* (unijny program PHARE) wraz ze Szwedzką Korporacją Kosmiczną SATELLITBILD, Służbami Geologicznymi Estonii, Litwy i Łotwy, oraz z Instytutem Morskim w Gdańsku, opracowano wytyczne zarządzania strefą przybrzeżną Bałtyku. Skoncentrowano się przy tym na wykorzystaniu geologii do ochrony strefy przybrzeżnej.

Głównym projektem badawczym od roku 1995 była *Mapa geodynamiczna polskiej strefy brzegowej Bałtyku w skali 1:10 000*. Mapa obejmuje obszar morza do 15 m głębokości lub do 2 km w głąb

Pojazd podwodny „Bravo” przy burcie statku r/v Akademik Aleksy Kryłow. Z kamerą Sz. Uścińowicz



morza oraz obszar lądu do 1 kilometra od linii brzegowej. Mapy końcowe zawierają elementy geologii, dynamiki zmian linii brzegowej, oceny geośrodowiskowej, hydrogeologii, geologii inżynierskiej i geologii surowców mineralnych.

Badano też zależność pomiędzy strukturą geologiczną a typem i intensywnością procesów geodynamicznych na naturalnych wybrzeżach klifowych, wolnych od inżynierskich konstrukcji hydrotechnicznych, budowę geologiczną oraz historię i tempo tworzenia się Mierzei Wiślanej, wreszcie gromadzenie się osadów oraz procesy erozji zachodzące w ujściu Wisły.

Przyszłe badania Zespołu Problemowego: *Abiotyczne Środowisko Morskie* obejmą szczegółową analizę budowy geologicznej wybranych obszarów dna morskiego polskiej strefy Bałtyku (w skali od 1:100 000 do 1:25 000). Specjalne badania skoncentrują się na Ławicy Słupskiej i Ławicy Południowo-Środkowej, ze względu na ich nadzwyczajne wartości surowcowe, a także za względu na potencjalne konflikty i zagrożenia związane z wydobyciem kruszywa. Nowe badania obejmą również Zatokę Gdańską i Zatokę Pomorską ze względu na ich powiązanie z sąsiadującymi parkami narodowymi i krajobrazowymi oraz rezerwatami przyrody. Prowadzone będą również systematyczne obserwacje zanieczyszczenia osadów dennych wybranych obszarów polskiej strefy Bałtyku.

Ważnym zadaniem Zespołu Problemowego: *Abiotyczne Środowisko Morskie* w ciągu najbliższych kilku lat będzie zacieśnienie współpracy z unijnymi ośrodkami badawczymi. Realizowane to będzie poprzez organizowanie w Polsce konferencji naukowych, kursów oraz cykli

Pojazd podwodny „Bravo” odbija od rufy statku



Pojazd podwodny „Bravo” przy burcie statku r/v Akademik Aleksy Kryłow. Przy władze J. Zachowicz i Sz. Uścińowicz na chwilę przed wejściem do pojazdu

wykładów z udziałem pracowników PIG oraz czołowych naukowców europejskich, a także poprzez uczestnictwo polskich specjalistów w konferencjach międzynarodowych oraz w kursach i szkoleniach, organizowanych przez wiodące zagraniczne instytucje badawcze, zajmujące się problemami geologii morza.

W ramach swego programu Zespół zorganizował w maju 2003 roku w Jastarni międzynarodową konferencję naukową *Gwałtowne transgresje w obszarach mórz wewnętrznych*. Konferencja poświęcona była gwałtownym zmianom poziomu wód w basenach częściowo izolowanych od oceanu oraz związkom zmian poziomu mórz z aktywnością ludzi na wybrzeżach. W konferencji wzięli udział specjaliści z Argentyny, Australii, Danii, Estonii, Francji, Litwy, Niemiec, Portugalii, Polski, Rosji, Szwecji i Włoch.

Zaprezentowali oni wyniki najnowszych badań skutków bardzo szybkiego wzrostu poziomu Morza Czarnego, Zatoki Carpentaria i Morza Bałtyckiego podczas ostatnich dziesiątków tysięcy lat.

W 2004 roku zorganizowany będzie kurs dla młodych naukowców i studentów na temat metod badawczych czwartorzędowych osadów morskich i lądowych, a w roku 2005 międzynarodowa konferencja poświęcona zmianom poziomu morza w rejonach o różnej budowie geologicznej.

Planowane jest również nawiązanie dwustronnych kontaktów z wyspecjalizowanymi ośrodkami badawczymi oraz uczestnictwo w naukowych sieciach tematycznych, krajowych i zagranicznych. Do chwili obecnej podpisano już umowy dwustronne z Instytutem Badań Bałtyku w Warnemünde, Instytutem Oceanologii Rosyjskiej Akademii Nauk w Kaliningradzie, Wszechrzyjskim Instytutem Geologicznym w Sankt Petersburgu, Litewską Służbą Geologiczną i Litewskim Instytutem Geologiczno-Geograficznym w Wilnie, Estońską Służbą Geologiczną oraz Departamentem Geologii Morza i Archeologii Podwodnej Bułgarskiej Akademii Nauk.

Wszystkie te działania przyczynią się do zintegrowania instytutowego Centrum Doskonałości REA z *Europejską Przestrzenią Badawczą* i umożliwią popularyzację doświadczeń polskich, jak i zapoznanie się, a zwłaszcza, co jest szczególnie ważne, udział w projektach partnerów zagranicznych.

Sz. Uścińowicz

Kierownik Zespołu Problemowego:
Abiotyczne Środowisko Morskie
uscinowicz@pgi.waw.pl

PODMORSKA EKSPLOATACJA SUROWCÓW OKRUCHOWYCH

Korzystanie z daru przyrody, czy niszczenie środowiska morskiego?



Osady dennie Morza Bałtyckiego zawierają cenne surowce mineralne, głównie kruszywa. Jednym z podstawowych zadań Oddziału Geologii Morza Państwowego Instytutu Geologicznego stało się zlokalizowanie i rozpoznanie podmorskich złóż surowców okruchowych, a także określenie możliwości ich racjonalnego wykorzystania. Równocześnie prowadzone były badania zagrożeń przyszłej eksploatacji podmorskich złóż dla środowiska morskiego oraz metod ich minimalizacji. Oddział nie mógł czerpać z doświadczeń poprzedników, gdyż takich po prostu nie było.

W wyniku dotychczasowych prac rozpoznane zostały perspektywiczne obszary występowania kruszywa żwirowego, minerałów ciężkich, a nawet piasków szklarskich i formierskich. Od kilku lat pojawił się problem ochrony brzegów morskich przed nadmiernym zniszczeniem. W związku z tym koniecznym było wskazanie nagromadzeń piasków na dnie morskim dla sztucznego zasilania zagrożonych odcinków brzegu. Ostatnio zintensyfikowano badania występowania bursztynu w osadach dennych Zatoki Gdańskiej, wobec ograniczania wydobycia tej kopaliny na lądzie, w tym także w największych na świecie kopalniach bursztynu na Sambii, w okręgu kaliningradzkim.

Zasoby pierwszego udokumentowanego złoża kruszywa żwirowego Ławica Słupska, sięgające 56,7 mln t, zostały zatwierdzone w 1990 r. W 1992 r. Przedsiębiorstwo Robót Czerpalnych i Podwodnych w Gdańsku uzyskało koncesję na jego eksploatację. Przed rozpoczęciem wydobywania żwirów na skalę przemysłową, zbadano aktualny stan środowiska na obszarze złożowym. Był to swego rodzaju poligon doświadczalny w tej dziedzinie. Aktualnie, po dziesięciu latach eksploatacji (łącznie wydobyto około 500 000 m³ kruszywa), prowadzone są powtórne badania stanu środowiska, w tym również stabilność złoża z punktu widzenia dynamiki dna morskiego. Doświadczenia zdobyte na złożu Ławica Słupska wykorzystane już zostały do sformułowania odpowiednich polskich wymagań ustawowych dla poszukiwania, rozpoznawania i eksploatacji złóż surowców okruchowych z dna morskiego, a także dla oceny oddziaływania eksploatacji podmorskiej na środowisko. Wymagania te uwzględniają wpływ poszukiwania i eksploatacji na toń wodną i na osady dennie, a w konsekwencji na życie w morzu.

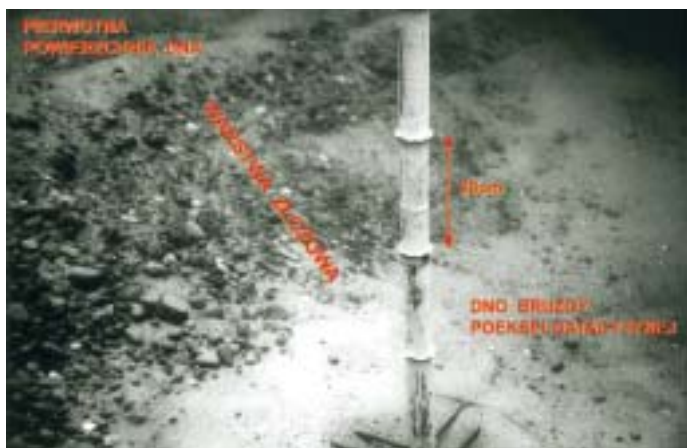
Jeszcze w latach 70-tych ustalono, że dla bezpieczeństwa brzegu nie jest wskazane prowadzenie morskich prac wydobywczych w strefie przybrzeżnej, do głębokości morza 15 m. Zewnętrzną granicę eksploatacji surowców okruchowych wyznacza głębokość morza 30 m. Wszelkie odstępstwa od tej



Pogłębiarka ssąco-refulująca w czasie pracy na złożu kruszywa żwirowego na Ławicy Słupskiej

zasady wymagają wnikliwej analizy skutków i muszą być obwarowane specjalnymi wymogami co do stosowanej technologii wydobycia itp.

Przy wydobywaniu z dna morskiego surowców okruchowych stosuje się pogłębiarki ssąco-refulujące (przepompowujące), zasysające urobek w wyniku podciśnienia wytworzonego



Widok bruzdy poeksploatacyjnej na polu złożowym kruszywa żwirowego na Ławicy Słupskiej

przez pompy. Eksploatacja przebiega bruzdami o szerokości 1,5 m i głębokości około 0,3 m. Nieco inaczej będzie wyglądało wydobywanie bursztynu, który może zalegać w przybrzeżnych rejonach Zatoki Gdańskiej na głębokości 4–7 m pod powierzchnią dna. Jeśli wydobywanie ma być niedaleko brzegu, jak w przypadku obszarów bursztynonosisnych, lub piasków do zasilania brzegu, to niezwykle istotnym jest dokładne uprzednie zbadanie wpływu tej eksploatacji na procesy brzegowe.

Przy badaniu zmian środowiska morskiego, spowodowanych podmorską działalnością geologiczno-górnictw, Oddział Geologii Morza PIG korzysta z doświadczeń Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Morskiego Instytutu Rybackiego, Instytutu Morskiego i innych placówek związanych z morzem. W analizie cech rozpatrywanego akwenu istotne są bowiem warunki meteorologiczne i przemieszczenia mas wodnych. Znajomość cyrkulacji wody: falowania i prądów

morskich, ma znaczenie dla określenia kierunków i tempa przemieszczania się frakcji ziarnowych po powierzchni dna. Niezbędne jest to również do określenia nawigacyjno-technicznych warunków pozyskiwania kopaliny, m.in. do odpowiedniego przebiegu bruzd eksploatacyjnych. Ogólna masa przemieszczanego na dnie materiału okruchowego, zwłaszcza w strefie brzegowej, ma też zasadniczy wpływ na przebieg linii brzegowej.

Z naszych badań wynika, że bałtyckie surowce okruchowe z reguły nie zawierają drobnych frakcji, w których mogą gromadzić się niebezpieczne ilości szkodliwych metali ciężkich, czy też związków azotu, fosforu lub innych substancji organicznych. Uruchomienie takich zanieczyszczeń w trakcie eksploatacji nie stanowi więc problemu. Nie może być ono jednakże lekceważone, jeśli przedsięwzięcie ma miejsce przy ujściach większych rzek niosących zanieczyszczenia, a więc w Zatoce Pomorskiej i Gdańskiej.

Najwrażliwszym składnikiem środowiska morskiego są rośliny i zwierzęta. Dzięki temu są one dogodnymi obiektami do badań wpływu czynników naturalnych i spowodowanych działalnością człowieka na długookresowe zmiany środowiska morskiego. Dla przykładu: w trakcie badań przyrodniczych na Ławicy Słupskiej napotkano 40 gatunków zwierząt przydennych i 9 gatunków roślin. Ocena wpływu podmorskiej eksploatacji na środowisko morskie musi uwzględniać zatem zmiany zagrażające rozwojowi żyjących tam roślin i zwierząt.

Swoimi doświadczeniami w dziedzinie geologii surowcowej i ochrony środowiska morskiego OGM PIG dzieli się z innymi, biorąc czynny udział w pracach grupy roboczej Międzynarodowej Rady Badań Morza (ICES), zajmującej się wpływem eksploatacji surowców okruchowych z dna morza na środowisko morskie.

R. Kramarska
rkramarska@pgi.gda.pl

Walka o pitne wody podziemne w regionie gdańskim

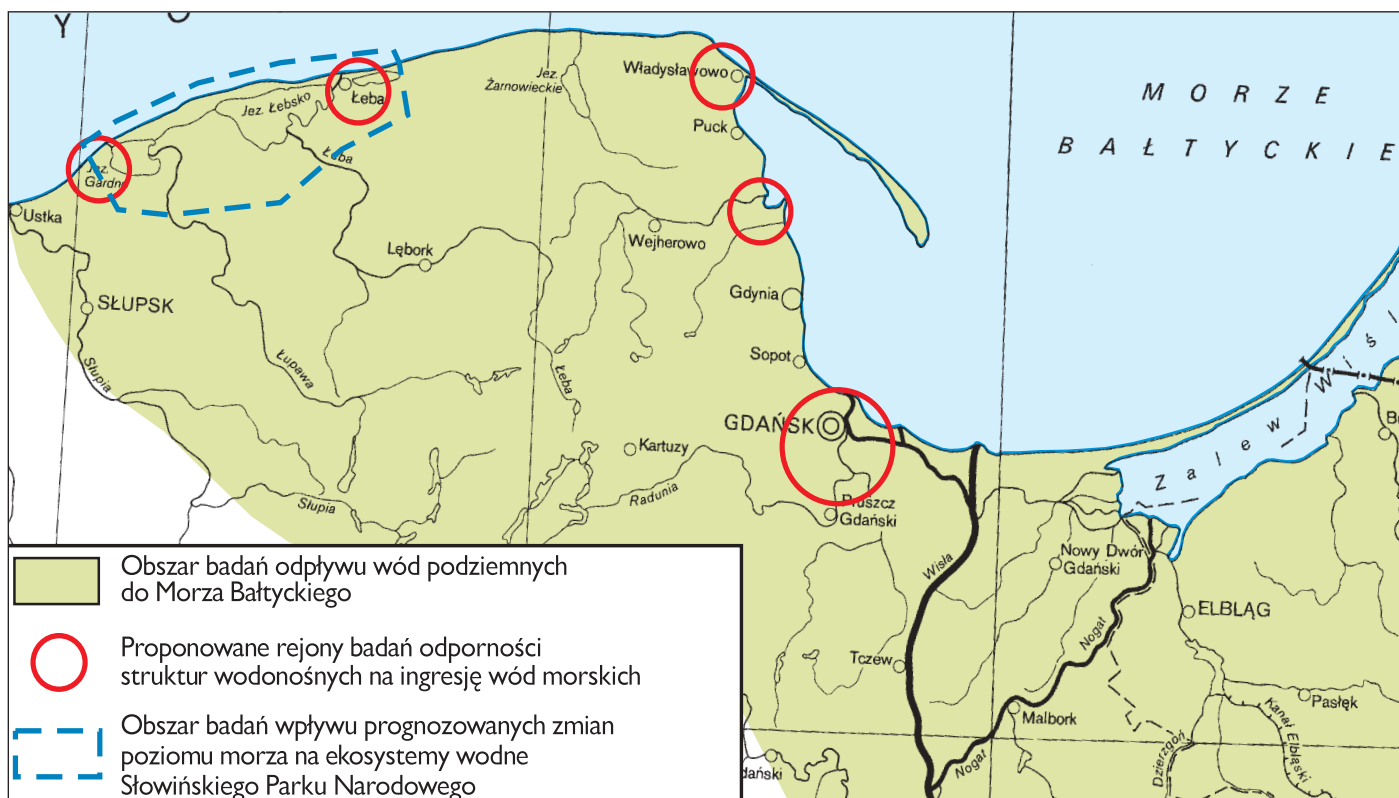
Wody podziemne w strefie brzegowej Bałtyku stanowią ważne źródło zaopatrzenia miejscowości nadmorskich w wodę pitną. W najbliższym dziesięcioleciu przewiduje się wzrost zapotrzebowania na te wody. Główne ujęcia wód podziemnych w rejonie Trójmiasta zlokalizowane są w bezpośrednim sąsiedztwie brzegu morskiego, w wodonośnych strukturach tarasu nadmorskiego, Żuław Gdańskich, pradoliny Redy-Łeby oraz Niziny Gardneńsko-Łebskiej.

Morze Bałtyckie stanowi zasadniczą bazę drenażu pomorskiego systemu wodonośnego obejmującego wody podziemne wszystkich poziomów wodonośnych. Wpływa ono decydująco na kierunki przepływu wód z regionalnych i lokalnych systemów

wodonośnych. Strefa brzegowa Bałtyku jest również miejscem kontaktu słonych wód morskich ze słodkimi wodami podziemnymi obszaru przybrzeżnego.

Znaczna część przybrzeżnych wód podziemnych albo spływa wprost do

Bałtyku, albo traci swoją wartość użytkową przez mieszanie się z wodami morskimi, które przenikają w głąb lądu, przez migrację silnie zasolonych wód z głębokiego podłoża oraz poprzez przenikanie zanieczyszczeń z powierzchni terenu. Dobrą wiadomością jest natomiast to, że od początku lat 90-tych ubiegłego wieku obserwuje się zmniejszanie dopływu wód morskich do przybrzeżnych warstw wodonośnych oraz poprawę ich składu chemicznego wskutek znacznego ograniczenia poboru wód podziemnych. Sytuacja taka może być jednak tylko przejściowa, wymaga dalszego prowadzenia starannych obserwacji oraz podjęcia radykalnych środków zapobiegających rabunkowej eksploatacji i zanieczyszczaniu wód podziemnych.



Słodkie wody podziemne spływają do Bałtyku

Do Morza Bałtyckiego dopływają wody podziemne z wszystkich poziomów i systemów wodonośnych. Największe zasoby wód podziemnych występują w płytkich poziomach czwartorzędowych. Zasadniczą ich część, zwłaszcza na obszarze Żuław Wiślanych i pozostałych obniżen nadmorskich, przejmuje system wód powierzchniowych, który rzekami transportuje je do morza. Pewna część wód czwartorzędowego poziomu wodonośnego (poniżej 10%) wpływa do morza bezpośrednio.

Krążenie wód podziemnych w strefie oddziaływania Morza Bałtyckiego, w tym ich spływ do morza, zostało wstępnie rozpoznane wspólnie z Finami i Szwedami w ramach międzynarodowego projektu badawczego, sfinansowanego przez Nordycką Radę Ministrów. W wyniku tych badań wydzielono obszary spływu wód podziemnych do Bałtyku. Orientacyjny zasięg tych obszarów w rejonie gdańskim, dla wszystkich poziomów wodonośnych łącznie, został przedstawiony na załączonym rysunku.

Słone wody Bałtyku w zbiornikach wód podziemnych

Strefa brzegowa jest również miejscem kontaktu słonych wód morskich ze słodkimi wodami podziemnymi. W wyniku wieloletniej, zbyt intensywnej eksploatacji wód podziemnych, wody

morskie przedostają się do warstw wodonośnych; zjawisko to jest widoczne wyraźnie w rejonie Trójmiasta i w innych miejscowościach nadmorskich. W efekcie jakość znacznej części wód podziemnych została na tych terenach bardzo poważnie obniżona, co doprowadziło do wyłączenia ujęć z dalszej eksploatacji.

Wody podziemne w strefie nadmorskiej są również narażone na wypieranie przez wody słone w wyniku naturalnych zmian poziomu wód morskich. Od kilkunastu lat obserwuje się bowiem stałe podnoszenie się poziomu wód Bałtyku. W przypadku dłuższego utrzymywania się tej tendencji zagrożone mogą być ujęcia wód podziemnych położone w sąsiedztwie brzegu morskiego. Zalane mogą być również depresyjne tereny Żuław Wiślanych, a także obszary innych obniżen nadmorskich, np. Nizina Gardneńsko-Łebska czy Pradolina Kaszubska.

Jednym z cenniejszych polskich ekosystemów wodnych, położonych w sąsiedztwie brzegu morskiego, jest Słowiński Park Narodowy. W roku 1977 UNESCO uznało go za Światowy Rezerwat Biosfery. Specyficzny reżim wodny tego obszaru kształtują wody podziemne pozostające w ścisłej więzi hydraulicznej z wodami rzek oraz z wodami Bałtyku i jezior przybrzeżnych. Przewidywane podniesienie się poziomu Morza Bałtyckiego może całkowicie zmienić system obiegu wód na terenie parku. W rezultacie mogą nastąpić nieodwracalne zmiany w ekosystemach wodnych i ro-

ślinnych, a nawet w procesach geodynamicznych, charakterystycznych dla Słowińskiego Parku Narodowego („wędrujące wydmy”).

Ratowanie nadmorskich wód podziemnych

Przedstawione zagrożenia wód podziemnych w strefie oddziaływania polskiej części Morza Bałtyckiego wytyczają kierunki ważnej części prac badawczych Zespołu Problemowego: *Abiotyczne Środowisko Morskie*, realizowanych głównie przez Oddział Geologii Morza PIG.

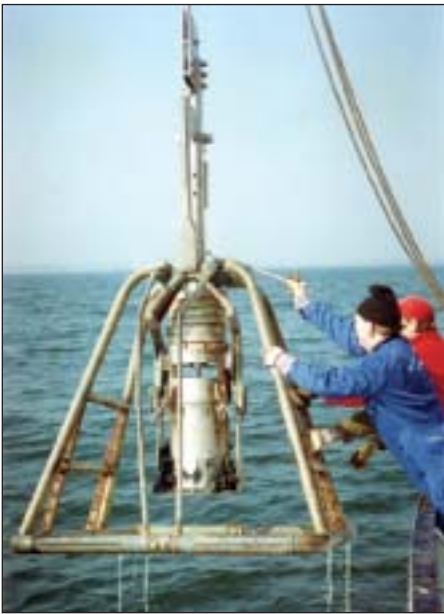
Konieczne jest dokładne rozpoznanie systemów krążenia przybrzeżnych wód podziemnych, przeanalizowanie odporności podziemnych struktur wodonośnych na wypieranie wód słodkich przez słone wody morskie oraz dokonanie oceny wpływu przewidywanych zmian poziomu Morza Bałtyckiego na wody podziemne. Wyniki tych prac powinny pozwolić na modyfikację dotychczasowego systemu eksploatacji wód podziemnych zwłaszcza na obszarach, gdzie jakość tych wód jest zagrożona wpływem wód morskich lub wód słonych, dopływających z głębszego podłoża oraz na ustalenie scenariuszy postępowania w przypadku zagrożenia poważnymi wlewaniami morskimi.

M. Lidzbarski
mlidzbarski@pgi.gda.pl

Metody badań geologii morza

Bałtyk jest morzem burzliwym, nie tylko jesienią i zimą, ale też wiosną i latem. W badaniach dna Bałtyku koniecznym jest więc prowadzenie obserwacji z ruchomego punktu, jakim jest statek badawczy. Problemem jest np. zlokalizowanie obserwacji, czy próbek pobieranych z dna morskiego.

Nowoczesna technika przychodzi geologom morskim z pomocą. Kiedyś, nawet przy dobrej pogodzie, trudno było utrzymać statek dokładnie nad punktem pomiarowym czy profilem badawczym.



Sonda Boxcorer do pobierania próbek rdzeniowych z osadów

Dzisiaj komputerowo sterowane silniki, sprzężone z systemem nawigacyjnym, pozwalają na dokładne określenie i utrzymanie pozycji statku, nawet przy nie najlepszej pogodzie. Nadal jednak trudne jest prowadzenie badań podwodnych, ponieważ pole obserwacji ograniczone jest tam zwykle do kilkudziesięciu metrów.

Pobieranie próbek osadów z powierzchni dna morskiego, a tym bardziej z większych głębokości, jest o wiele trudniejsze niż na lądzie. Próbniki i sondy są na ogół ciężkie i wymagają użycia odpowiednich urządzeń dźwigowych i spokojnego morza. Zależnie od celu badań stosuje się różnego rodzaju przyrządy, od najprostszych czerpaków zgarniających osad z powierzchni dna do skomplikowanych urządzeń przystosowanych do pobierania rdzeni z osadów.

Morze utrudnia stosowanie bezpośrednich metod badawczych; pozwala za to na dużo szersze niż na lądzie stosowanie różnego rodzaju metod pośrednich, zwłaszcza metod akustycznych. Skonstruowanie w czasie I wojny światowej echosondy stanowiło kolosalny postęp w poznaniu rzeźby dna mórz i oceanów.

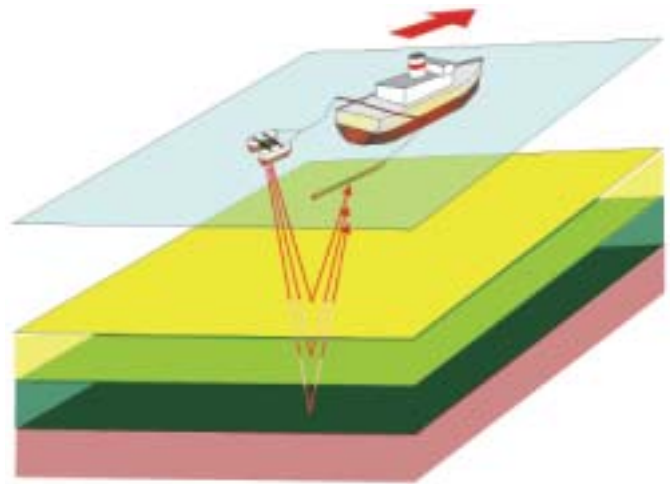
Obecnie do badania rzeźby dna, poza klasycznym profilowaniem echosondowym, stosuje się echosondy wielowiązkowe i sonary boczne. Tradycyjna echosonda pokazuje profil dna morskiego wzdłuż trasy statku. Echosondy wielowiązkowe śledzą dno w pasach odpowiadających trasie statku i szerokości w przy-

bliżeniu równej dwukrotnej głębokości akwenu. Pozwala to budować modele przestrzenne dna i rozpoznawać nawet stosunkowo niewielkie obiekty, np. pojedyncze głazy.

Znacznie bardziej plastyczny obraz pokazuje sonar boczny. Daje on obraz powierzchni w pasach o szerokości kilkudziesięciu do kilkuset metrów, pozwalający rozróżnić rodzaj osadów dennych, formy z nich utworzone, a także obiekty takie jak głazy, czy wraki leżące na powierzchni dna.

Do rozpoznania budowy geologicznej głębszych warstw dna morskiego stosuje się profilowania sejsmiczne i sejsmoakustyczne. Im większa moc i niższa częstotliwość fal akustycznych, tym głębiej możemy zajrzeć w głąb skorupy ziemskiej. W zależności od stosowanej aparatury możliwe jest poznanie budowy geologicznej dna do głębokości kilku kilometrów i identyfikacji warstw o miąższości od kilkunastu centymetrów do kilkudziesięciu metrów.

P. Przedziecki, Sz. Uścińowicz
<http://www.pgi.waw.pl> „Geologia morza”



Schemat pomiarów sejsmoakustycznych głębszego podłoża

IN THIS ISSUE We concentrate this time on the marine abiotic environment research carried out by the Polish Geological Institute. The past and present activities of the specialised Institute's Marine Geology Branch in Gdansk are briefly presented with special emphasis on its unquestionable achievements in the field of basement and bottom sediments geology as well as of mineral commodities of the Polish part of the Southern Baltic Sea. The engagement of another Institute's Branch, the Pomeranian one in Szczecin, in the research of the Baltic coastline dynamics is also mentioned. The closer description of the Baltic Sea environmental problems caused by human activity is presented next. These problems are dealt with in the presentation of the research programme of the Centre of Excellence REA Working Group: Marine Abiotic Environment. Finally, two specific problems are described in detail: potential environmental impact of the submarine mineral extraction, and negative influence of salty sea water on the quality of potable groundwater at their contacts along the Baltic coastline. (MP)