

METODYKA DOKUMENTOWANIA PODMORSKICH ZŁÓŻ KRUSZYWA NATURALNEGO W POLSKIEJ CZĘŚCI MORZA BAŁTYCKIEGO

UKD 553.62.041(261.24—13)

W ciągu ponad dwudziestoletniej działalności naukowej Oddziału Geologii Morza PIG, między innymi, rozpoznano nagromadzenia wielu surowców okruczych, z których bez wątpienia najważniejszym dla potrzeb gospodarki narodowej jest kruszywo naturalne czyli osady żwirowe, żwirowo-piaszczyste i piaszczysto-żwirowe występujące w obrębie płyczn i ławic polskiej części Morza Bałtyckiego.

Już w latach sześćdziesiątych wstępnie rozpoznano nagromadzenia kruszywa w rejonie ławic południowobałtyckich i w pobliżu strefy brzegowej. W wyniku prac poszukiwawczych wyznaczono trzy rejonu przewidziane do opracowania dokumentacji zasobowych: rejon Ławicy Słupskiej, Zatoki Koszalińskiej i Południowej Ławicy Środkowej (ryc.). Dotychczas najlepiej rozpoznano złożo „Ławica Słupska”, dla którego opracowano dwie dokumentacje zasobowe (2, 4) i na którym prowadzi się niesystematyczną eksploatację od 1977 r. z wymienionego złoża wydobyto już ponad 0,5 mln t kruszywa wysokiej jakości, a istniejące plany i programy (w tym program CPBR 10.11) zakładają osiągnięcie docelowego wydobycia około 4 mln t rocznie ze złóż polskiej części Bałtyku. W 1988 r. opracowano dokumentację zasobową złoża „Zatoka Koszalińska”, którego zasoby zostały zatwierdzone w 1989 r. (5). W bieżącym roku zostaną zakończone

prace dokumentacyjne dla złoża „Południowa Ławica Środkowa”. Opracowano również plany i projekty udokumentowania dalszych złóż; w pierwszej kolejności dotyczy to północnego i północno-zachodniego skłonu Ławicy Słupskiej.

Równolegle z pracami dokumentacyjnymi opracowywano kryteria bilansowości morskich złóż kruszywa występujących w polskiej części Bałtyku. Po uzyskaniu przez nie mocy obowiązującej (w końcu 1988 r.) (3) zatwierdzono pierwsze polskie zasoby kruszywa w złożu „Zatoka Koszalińska” oraz stworzono podstawy do zatwierdzenia w krótkim czasie zasobów na Ławicy Słupskiej. Obecnie można oczekiwać szybkiego przystąpienia do przemysłowej eksploatacji tych złóż.

Nagromadzenia kruszywa na dnie morskim stanowią nowy typ złóż, dotychczas w praktyce geologicznej nie spotykany. Wraz z przystąpieniem do prac dokumentacyjnych doszło po raz pierwszy do wejścia z pojęciami „złoże” i „eksploatacja” w rejon Bałtyku, co spowodowało konieczność opracowania odpowiednich aktów prawnych oraz przepisów wykonawczych regulujących problemy badawcze i eksploatacyjne na morzu. Przepisy te są obecnie opracowywane przy udziale specjalistów z różnych instytucji związanych z gospodarką morską i produkcją kruszyw oraz przedstawicieli Oddziału Geologii

Morza PIG. Powstały już wstępne opracowania dotyczące tych zagadnień (1, 6, 7).

Ze względu na specyficzny sposób zalegania złóż konieczne stało się wypracowanie, a następnie doskonalenie metodyki prac geologiczno-rozpoznawczych głównie w zakresie prac terenowych (rejsowych).

Podstawą projektowania prac dokumentacyjnych na danym obszarze są wyniki badań uzyskane w trakcie wykonywania prac kartograficznych w ramach realizacji „Mapy geologicznej dna Bałtyku” w skali 1:200 000. W projekcie określa się między innymi rodzaj jednostek pływających oraz sposób prowadzenia nawigacji.

Realizacja prac dokumentacyjnych dzieli się na fazę rozpoznania wstępnego i fazę rozpoznania szczegółowego.

W fazie rozpoznania wstępnego wykonuje się w pierwszej kolejności profilowanie sejsmoakustyczne w celu uzyskania ciągłego zapisu budowy geologicznej obszaru badań. Równocześnie wzdłuż tych samych linii wykonuje się profilowanie akustyczne (echosondaż) w celu uzyskania danych odnośnie do batymetrii obszaru.

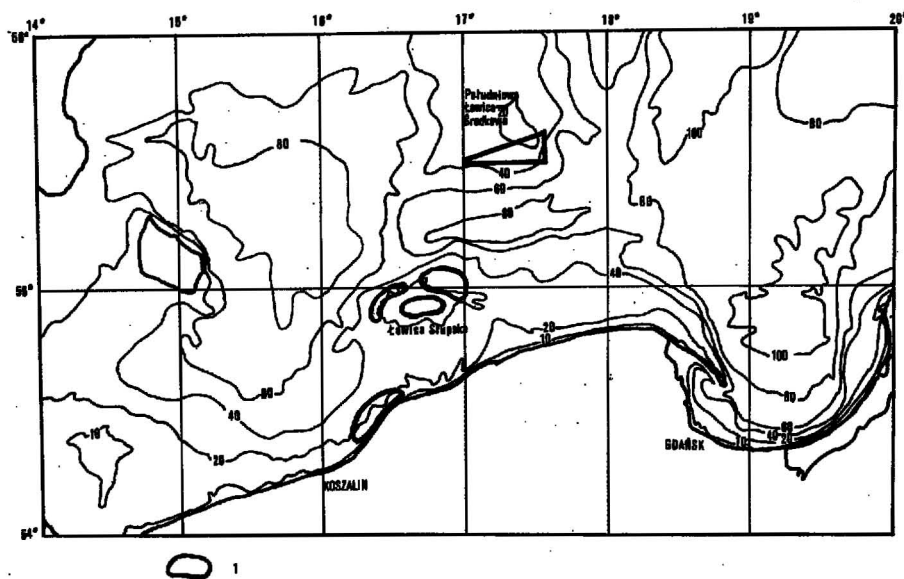
Profile, wzdłuż których prowadzi się wymienione prace są rozmieszczone w regularnej siatce kwadratowej przy odległościach profili od siebie rzędu 1,5 km, pokrywającej cały obszar badań i stanowiącej odtąd podstawową siatkę rozpoznawczą. W węzłach siatki podstawowej wykonuje się sondowania rdzeniowe do głębokości ok. 6,0 m w zależności od możliwości uzysku rdzenia. Do tych prac stosuje się różnego typu sondy rdzeniowe, głównie wibracyjne i typu Kullenberga. Uzyskane rdzenie są ewidencjonowane i opisywane makroskopowo już na pokładzie statku, tam również są pobierane próbki do badań laboratoryjnych wskaźnikowych.

Próbki pobiera się ze wszystkich okruchowych osadów występujących w rdzeniach w odstępach co 0,5 m oraz przy każdej zmianie litologii osadu. Pobrane próbki są poddane (już w laboratorium na lądzie) badaniom wskaźnikowym w zakresie analizy uziarnienia, zawartości pyłów mineralnych, zanieczyszczeń organicznych i obcych oraz wstępnego opisu petrograficznego. Badania laboratoryjne prowadzi się zgodnie z metodyką obowiązującą dla złóż lądowych. Faza rozpoznania wstę-

pnego kończy się zestawieniem wyników badań laboratoryjnych, przeanalizowaniem wyników profilowania sejsmoakustycznego i echosondażowego, w efekcie czego następuje wstępne wyznaczenie konturów pól złożowych. Kontury pól są wyznaczane metodą interpolacji, przy czym za graniczną wartość uważa się miąższość warstwy złożowej 0,3 m na podłożu piaszczystym lub 0,5 m na podłożu ilastym lub gliniastym.

W fazie rozpoznania szczegółowego obszar badań zostaje ograniczony do rejonu wstępnie wyznaczonych pól złożowych i ich bezpośredniego sąsiedztwa. Prace rejsowe rozpoczynają się wykonaniem profilowania sejsmoakustycznego w siatce profili zagęszczonej w stosunku do fazy rozpoznania wstępnego; średnia odległość między profilami wynosi w tej fazie 500–700 m. W węzłach zagęszczonej siatki rozpoznawczej są pobierane sondy rdzeniowe w celu uściślenia przebiegu konturów pól złożowych i określenia miąższości warstwy złożowej, a następnie są prowadzone wiercenia do głęb. ok. 25,0 m, z co najmniej jednym otworem na każdym polu złożowym. Optymalną liczbę stanowi 1 wiercenie na ok. 5 km² powierzchni pola złożowego. Wiercenia są lokalizowane głównie w miejscach, gdzie sondy nie przebiły warstwy złożowej. Z rdzeni uzyskanych przy pomocy sond i wierceń pobiera się próbki do badań laboratoryjnych wskaźnikowych i pełnych, przy czym do badań pełnych są pobierane próbki łączone z całej miąższości warstwy złożowej rdzenia pozytywnego. Badania pełne obejmują standard przewidziany dla tego typu prac na złożach lądowych, tzn.:

- opis makroskopowy,
- określenie składu petrograficznego kopaliny w rozbiciu na frakcje,
- oznaczenie zawartości ziarn słabych,
- oznaczenie składu ziarnowego,
- oznaczenie gęstości nasypowej w stanie luźnym i zagęszczonym,
- oznaczenie zawartości pyłów mineralnych i zawartości grudek gliny,
- oznaczenie zawartości siarki całkowitej w przeliczeniu na SO₃,
- oznaczenie zawartości ziarn nieforemnych,



Rejony objęte pracami dokumentacyjnymi kruszywa naturalnego w polskiej części Morza Bałtyckiego

1 — rejon prac dokumentacyjnych

Areas of documentation studies on the natural row-mineral deposits in Polish part of Baltic Sea

1 — area of documentation works

- określenie nasiąkliwości,
- oznaczenie wytrzymałości na miazdzenie,
- oznaczenie mrozoodporności,
- oznaczenie radioaktywności naturalnej,
- oznaczenie reaktywności alkalicznej.

W przypadku wystąpienia w obrębie warstwy złożowej przewarstwień ilastych określa się ich ilość i rodzaj, a w razie stwierdzenia występowania kopaliny towarzyszącej wykonuje się badania specjalne według odrębnych instrukcji.

Po wykonaniu badań pełnych i przeanalizowaniu ich wyników można już ustalić kontury pól złożowych, określić miąższość warstwy złożowej oraz jakość kopaliny. W końcowej części fazy rozpoznania szczegółowego prowadzi się próbną eksploatację, tzn. wykonuje się próbę bruzdową wzdłuż profili przebiegających przez pola złożowe. Zakłada się wykonanie co najmniej 1 km profilu w polu złożowym.

Próbie wykonuje się przy pomocy pogłębiarki ssąco-refulującej, która zasysa materiał z dna przy użyciu tzw. smoków wleczonych za jednostką. Głębokość pobierania bruzdy sięga 0,5 m, a objętość ładowni pogłębiarki wynosi ok. 2000 m³. Prace te wykonywane są w celu sprawdzenia ciągłości i ewentualnej zmienności parametrów warstwy złożowej w danym polu oraz w celu pobrania próbek do badań jakości kopaliny w skali półtechnicznej. Próbki te są pobierane z materiału zrefulowanego na brzegu, przy czym waga próbki wynosi ok. 600 kg. Badania w skali półtechnicznej są wykonywane w następującym zakresie:

- badania laboratoryjne pełne próbki surowca,
- wykonanie mieszanek betonowych i próbek betonu z użyciem badanego kruszywa,
- określenie wytrzymałości betonu na ściskanie,

W trakcie prac rejsowych są wykonywane również w miarę możliwości technicznych i pogodowych bezpośrednie obserwacje dna mające na celu określenie warunków środowiskowych w rejonie złoża — głównie w zakresie dynamiki i zmienności litologicznej powierzchni warstwy osadów oraz oceny ilości i wielkości otoczków o wymiarach powyżej 150 mm zalegających na powierzchni złoża, a także ustalenia obecności przeszkód nawigacyjnych w postaci głazów o wymiarach ponad 600 mm. Obserwacje te są wykonywane w niewielkiej odległości (rzędu kilkunastu m) od punktu poboru rdzenia metodą swobodnego nurkowania lub przy pomocy telewizji podwodnej (wykonano już kilka prób zastosowania tej ostatniej metody).

Prace rejsowe są najistotniejszą częścią prowadzonych badań a jednocześnie częścią najbardziej kosztowną i uciążliwą. Ze względu na położenie złóż na dnie morskim pod warstwą wody wyjątkowo ważne jest zapewnienie jednostkom pływającym odpowiednio precyzyjnego systemu lokacji. Według wymogów instrukcji (7), każdy punkt opróbowania musi być zlokalizowany z dokładnością $\pm 5,0$ m. W obecnych warunkach taką dokładność można uzyskać stosując system Hi-Fix 6 lub Siledis. Z uwagi na bardzo wysokie koszty wynajmu statków konieczne jest uzyskanie maksymalnej efektywności prac geologicznych, co w praktyce oznacza całodobową pracę ekipy geologicznej i geodezyjnej oraz znaczny wysiłek fizyczny w często niesprzyjających warunkach pracy na morzu.

Po zakończeniu badań w skali półtechnicznej następuje zestawienie wyników uzyskanych w obu fazach rozpoznania i sporządzenie dokumentacji zasobowej. Zasoby złoża ustala się na podstawie „Aneksu do instruk-

cji w sprawie zasad i sposobu ustalania zasobów, dotyczącego szczegółowych zasad ustalania zasobów i trybu sporządzania dokumentacji geologicznej dla bałtyckich złóż kruszyw naturalnych (7), z uwzględnieniem obowiązujących kryteriów bilansowości”. Według tych kryteriów parametry geologiczno-górnice złoża kruszywa na Bałtyku są następujące (tab.):

Określenie parametru	Wartości graniczne dla zasobów bilansowych
Głębokość zalegania (rzędna spągu serii złożowej)	do 30,0 m ppm
Minimalna powierzchnia pola złożowego	0,25 km ²
Minimalna miąższość serii złożowej:	
na podłożu piaszczystym	0,30 m
na podłożu gliniastym	0,50 m
Minimalna wielkość zasobów pola złożowego	500 000 t
Minimalna wielkość zasobów złoża	10 mln t
Maksymalna powierzchnia złoża (pól złożowych) o minimalnych zasobach 10 mln ton	500 km ²
Położenie złoża w stosunku do linii brzegowej	położenie poza obszarem zawartym między linią brzegową a izobatą 10 m

- zawartość głazów o wielkości 150–600 mm nie jest ograniczona,
- złożo powinno zalegać na dnie morza bez przykrycia,
- o zaliczeniu danego odcinka rdzenia do warstwy złożowej decyduje jego punkt piaskowy tzn. zawartość wagowa frakcji o wielkości ziarn poniżej 2,0 mm. W przypadku złóż bałtyckich punkt piaskowy nie może przekroczyć 80,0% dla pojedynczego wyrobiska (rdzenia) lub 75,0% dla pola złożowego.

Przedstawiona powyżej metodyka prowadzenia prac dokumentacyjnych podmorskich złóż kruszywa naturalnego jest wynikiem doświadczeń uzyskanych w czasie wykonywania trzech dokumentacji zasobowych w okresie 1982–1989 r. Wydaje się, że przy obecnych możliwościach technicznych i organizacyjnych jest to metodyka optymalna, przy czym w dalszym ciągu są podejmowane starania aby tę metodykę udoskonalać i w miarę możliwości zmniejszyć koszty badań.

W wyniku dotychczas wykonanych prac udokumentowano zasoby kruszywa na ok. 102 mln t surowca wysokiej jakości, a na ukończeniu są prace dotyczące ustalenia zasobów dalszych ok. 55 mln t. Zasoby te w znacznym stopniu złagodzają deficyt kruszyw zaznaczający się w rejonie północnej Polski.

LITERATURA

- Kotliński R. (red.) — Geologiczno-górnicza dokumentacja formalno-prawna dla bałtyckich złóż kruszywa naturalnego. Wyd. Oddz. Woj. NOT, Gdańsk, 1985.
- Kotliński R., Krocza W. — Dokumentacja geologiczna morskich złóż kruszywa mineralnego Ławicy Słupskiej. Arch. OGM PIG, 1973.
- Kryteria bilansowości dla złóż kruszywa naturalnego w polskim obszarze Bałtyku. Min. Przemysłu, 1988.
- Masłowska M. i in. — Dokumentacja zasobowa w kategorii C₁ i C₂ złoża kruszywa naturalnego „Ławica Słupska”. Arch. OGM PIG, 1985.
- Masłowska M., Michałowska M. — Dokumentacja zasobowa w kategorii C₂ złoża kruszywa naturalnego „Zatoka Koszalińska”. Arch. OGM PIG, 1988.

6. Plewa R. — Mat. Bud., 1983 nr 11 s. 6—11.
7. Pogan A., Nowakowski A. — Aneks do instrukcji w sprawie zasad i sposobu ustalania zasobów... (projekt). Arch. Biura Proj. Przem. Kruszyw i Sur. Min., 1987.

SUMMARY

During last twenty years the Marine Geology Division of the National Geological Survey of Poland has found some natural row-mineral deposits in Polish part of Baltic Sea.

The resource documentations were done for deposits in Słupska Shoal and Koszalin Bay region and similar one for Southern Middle Shoal will be just finished. Some balance criteria for Baltic natural row-mineral deposits, and documentation methodology were elaborated. First Polish submarine row-mineral resources of „Koszalin Bay deposit” were sanctioned in 1989.

Two phases of documentation works are accepted: preliminary and detail prospections. During first one the seismoacoustic profiles and echosounding are carried along 1.5 km separated lines, forming a square net. The 6.0 m long cores are drilled in the net nodes and later studied for indexing analysis. The results of laboratory data and field profile descriptions allow to depict preliminary resource boundaries. During next detail prospection the seismoacoustic profiling is made in a packed net within initially marked resource fields with separating distance of 0.5—0.7 km between net lines and new cores are taken in the net nodes. Later no less than one 25.0 m long drill is done in deposit field. The complete laboratory analysis are made from joined samples from all deposit seam, found in the positive cores. As further step the tentative exploitation in the deposit field is initiated and all sample material is analyzed in semitechnical scale.

During marine cruises due to free diving and subaqueous television system are carried observations of lithology, bottom sediment dynamics and boulder occurrence. The ships are located with needed precision of ± 5.0 m.

After these cruise observations, laboratory and technological studies the results are compiled and the resource documentation is prepared according instructions and operative balance criteria.

РЕЗЮМЕ

В течении 20-и лет деятельности Отделения геологии моря Государственного геологического инсти-

тута, в польской части Балтийского моря были разведаны накопления природного щебня, имеющие характер месторождений.

Была составлена документация с подсчетом запасов месторождений в районе Слупской банки и Копалинского залива, в конечной фазе находятся работы в районе Южной средней банки. Разработаны тоже балансовые критерии для балтийских месторождений природного щебня, а также инструкции для документационных работ. Первые польские запасы подморского щебня месторождения „Копалинский залив” были утверждены в 1989 г.

Документационные работы ведутся в двух фазах: предварительной разведки и детальной разведки. В фазе предварительной разведки выполняются сейсмоакустический каротаж и эхосондирование вдоль профилей отдаленных друг от друга о около 1,5 км, составляющих квадратную сетку. В узлах этой сетки отбирается керн длиной до 6 м. Образцы керна подвергаются индикаторным лабораторным исследованиям. Результаты лабораторных исследований и анализ каротажа является основой для предварительного определения площадей месторождений. В фазе детальной разведки выполняется сейсмоакустический каротаж в сгущенной разведочной сетке (в пределах предварительно определенных полей) при расстоянии между профилями порядка 0,5—0,7 км, с тем, что в узлах сетки опять отбирают керн. Потом проводят бурение скважин до глубины 25,0 м в количестве не менее одной скважины в поле месторождения. Объединенные пробы положительного керна из всего пластового горизонта подвергаются полным лабораторным исследованиям. В конечной части разведки проводится опытная эксплуатация в полях месторождений. Материал полученный в результате опытной эксплуатации подвергается исследованиям в полутехническом масштабе.

Во время рейсовых работ ведутся непосредственные наблюдения литологии и динамики донных отложений вместе с выявлением присутствия валунов на дне моря. Эти работы ведутся методом свободного ныряния или при помощи подводного телевидения. Месторождение плавающих единиц определяется с требуемой точностью $\pm 5,0$ м.

После окончания рейсовых, лабораторных и технологических исследований составляется отчет о результатах исследований и производится подсчет запасов согласно требованиям инструкции и действующих кондиций.