

REGINA KRAMARSKA, ZOFIA JUROWSKA

**OBJAŚNIENIA
DO MAPY GEOLOGICZNEJ
DNA BAŁTYKU**

1:200 000

Arkusz DZIWNÓW, SZCZECIN

pod redakcją J.E. MOJSKIEGO

WARSZAWA 1991

Redaktor: Zofia PAKULSKA

Akceptował do druku dn.15.05.1990 r.
Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego
prof. dr hab. Krzysztof Jaworowski

Państwowy Instytut Geologiczny
Archiwum w Sopocie
Nr inv. 11-509

Opracował w redakcji komputerowej
Zakładu Publikacji PIG - inż. Stanisław Otczak

Oddano do redakcji komputerowej dn.25.X.1990 r

Druk ARGRAF . Zlecenie nr 11/91 Nakład 200+50 egz.

SPIS TREŚCI

Wstęp	5
Batymetria i geomorfologia	7
Batymetria	7
Geomorfologia	7
Formy pochodzenia morskiego	7
Formy pochodzenia lądowego	10
Obszar rzeźby poligenetycznej	10
Charakterystyka geologiczna	11
Uwagi ogólne	11
Stratygrafia i litologia	11
Podłoże czwartorzędu	11
Czwartorzęd	12
Plejstocen	12
Plejstocen – holocen	14
Holocen	15
Rozwój budowy geologicznej	28
Charakterystyka geologiczno-surowcowa	32
Podsumowanie	37
Literatura	38

WSTĘP

Geologiczne prace badawcze w obszarze morskim w granicach arkuszy Dziwnów i Szczecin były realizowane zgodnie z projektem badań przez Instytut Geologiczny, Oddział Geologii Morza.

Podstawowym celem projektowanych prac i badań było określenie cech litologicznych i rozmieszczenia osadów w zakresie umożliwiającym zestawienie Mapy geologicznej dna Bałtyku w skali 1:200 000, rozpoznanie procesów współczesnej sedymentacji, określenie genezy i kierunków przemieszczania osadów oraz wyznaczenie rejonów występowania surowców mineralnych.

Arkusze Dziwnów i Szczecin obejmują obszar południowo-zachodniej części Bałtyku Południowego w granicach współrzędnych arkusz - Dziwnów: $54^{\circ}00'$ - $54^{\circ}40'$ szerokości geograficznej północnej $14^{\circ}00'$ - $15^{\circ}00'$ długości geograficznej wschodniej oraz arkusz Szczecin: $53^{\circ}20'$ - $54^{\circ}00'$ szerokości geograficznej północnej i $14^{\circ}00'$ - $15^{\circ}00'$ długości geograficznej wschodniej.

Granica państwowa między Polską i Niemcami dzieli arkusze na dwie części. W granicach Polski znajduje się część wschodnia arkuszy Dziwnów i Szczecin. Obszar wykonanych badań ciągnie się na wschód od granicy polsko-niemieckiej do południka $15^{\circ}00'E$. Północna granica biegnie wzdłuż równoleżnika $54^{\circ}40'N$. Granica południowa przebiega wzdłuż linii brzegowej na odcinku od punktu przecięcia z granicą państwową na zachodzie ($\varphi=54^{\circ}4,85'N$, $\lambda=14^{\circ}13,6'E$) do przecięcia współrzędnych $\varphi=54^{\circ}4,85'N$, $\lambda=15^{\circ}00'E$ na wschodzie. Powierzchnia morska obszaru badań w granicach Polski wynosi $2603,3 \text{ km}^2$ ($759,1 \text{ Mm}^2$) z czego na arkusz Dziwnów przypada $2582,5 \text{ km}^2$ ($753,1 \text{ Mm}^2$) oraz na arkusz Szczecin $20,8 \text{ km}^2$ ($6,1 \text{ Mm}^2$).

Do czasu rozpoczęcia badań przez Państwowy Instytut Geologiczny obszar morski arkuszy nie był przedmiotem szczegółowych prac. Ogólne dane dotyczące litologii, stratygrafii i genezy osadów oraz rzeźby dna morskiego zawarte są w pracach W. Deeckego (1905), M. Czekańskiej (1927), O. Prątje (1939, 1948), B. Szultza (1956), T.J. Gorskovej (1960, 1963), H. Kliewego (1960, 1963), S. Rutkowicza, A. Klimaja (1962), E. Seibolda (1965), O. Kołpa (1966, 1967, 1976), B. Rosy (1967), G. Neumana, G. Bublitz (1969), W.K. Gudelisa (1970, 1973, 1976), W. Wajdy (1970), A.I. Gajgala, N.I. Sviridova (1974) i R. Pildesa (1976).

W latach 1972-1976 Oddział Geologii Morza IG w Sopocie w ramach problemu "Badania geologiczne Bałtyku i akwenów światowych dla ustalania prognoz poszuki-

wania złóż surowców mineralnych" oraz zadania "Opracowanie metodyki oraz prowadzenia prac rozpoznawczych i badawczych stałych surowców mineralnych Bałtyku i geologiczna synteza obszaru granicznego NRD i PRL" (plan Intermorgeo) wykonał badania w rejonie polskiej części Ławicy Odrzanej, która obejmuje centralny rejon arkuszy Dziwnów i Szczecin. Wyniki badań zostały ujęte w opracowaniach Z. Jurowskiej, W. Wajdy (1980), Z. Jurowskiej i in. (1975) oraz Z. Jurowskiej, R. Kotlińskiego (1974, 1976).

Podczas kartograficznych prac rejsowych, prowadzonych w latach 1972–1976 na Ławicy Odrzanej i 1978–1979 w obszarze sąsiadującym z Ławicą Odrzańą, pobrano ogółem 606 próbek czepakowych oraz 76 rdzeni o długości od 0,57 do 2,70 m. Ponadto wykonano 1175,6 km profili echosondażowych w tym 25,6 km w strefie brzegowej do głębokości około 10 m oraz jeden profil sejsmoakustyczny długości 66 km. Rozmieszczenie punktów badawczych uzależnione było od wstępnego rozpoznania osadów (materiały publikowane i archiwalne) oraz ciągłego profilowania echosondażowego. Osady powierzchniowe pobierano czepakami typu Van Veena i Petersena, a rdzenie sondą wibracyjną. Miejsca poboru próbek lokalizowano przy użyciu mikrofalowego dalmierza geodezyjnego – telemetr typu RG 10 i systemu hiperbolicznego Decca. Profile echosondażowe lokalizowano systemem Decca, a profil sejsmoakustyczny systemem Hi-Fix.

Badania laboratoryjne osadów powierzchniowych (czepakowe) oraz osadów i rdzeni w zakresie uziarnienia, składu mineralno-petrograficznego, zespołów faunistycznych, badania palinologiczne, okrzemek, wieku metodą C14 oraz składu chemicznego zostały wykonane w Oddziale Geologii Morza Instytutu i w innych ośrodkach naukowo-badawczych. Szczegółowy opis metodyki badań rejsowych i laboratoryjnych zawarty jest w opracowaniach Z. Jurowskiej i in. (1978), Z. Jurowskiej (1980) oraz R. Kramarskiej i Z. Śliwińskiego (1979).

Uzyskane wyniki badań są zgodne z założeniami projektu badań oraz ustaleniami zawartymi w "Instrukcji w sprawie opracowania i wydania Mapy geologicznej dna Bałtyku w ujęciu kompleksowym w skali 1:200 000".

W opracowaniu niniejszym wykorzystano wyniki badań profili wierzeń W3 i W4, wykonanych w ramach zadania PI6: "Procesy akumulacji i ewolucja obszaru południowobałtyckiego oraz strefy brzegowej w późnym glacie i holocenie". Uwzględniono także profil geologiczny otworu Międzywodzie IG3 (M. Ruszała i in., 1979) oraz materiały archiwalne Wspólnej Organizacji Poszukiwań Naftowych na Morzu Bałtyckim "Petrobaltic".

Podstawowe materiały wykorzystane w opracowaniu dotyczące prac rejsowych oraz pełne wyniki analiz laboratoryjnych znajdują się w opracowaniach archiwalnych.

W badaniach rejsowych prowadzonych w latach 1972–1976 oraz 1978–1979 brał udział: M. Adamczuk, T. Buratyński, R. Gut, J. Janik, E. Jarosz, Z. Jurowska, I. Kwapiński, M. Masłowska, R. Pikles, Z. Śliwiński, D. Trokiewicz, Sz. Uścińowicz, W. Wajda, J. Witkowski.

Badania laboratoryjne w Oddziale Geologii Morza pod kierunkiem dra R. Kotlińskiego i mgr R. Kramarskiej wykonał zespół w składzie: Z. Janik, I. Kwapiński, J. Witkowski, (uziarnienie) M. Adamczuk, R. Kotliński, R. Kramarska, M. Michałowska, Z. Śliwiński, Sz. Uścińowicz (skład mineralno-petrograficzny), D. Trokiewicz (analizy chemiczne).

BATYMETRIA I GEOMORFOLOGIA

BATYMETRIA

Obszar arkuszy obejmuje teren szeroko pojętej Zatoki Pomorskiej, który pod względem batymetrycznym jest mało urozmaicony. W strefie brzegowej przebieg izobat 5 i 10 m jest generalnie równoległy do linii brzegowej. Jedynie w zachodniej części obszaru arkusza Szczecin izobata 10 m jest bardziej oddalona od brzegu, do około 8 km. Na pozostałym odcinku strefy brzegowej zasięg izobaty 10 m wynosi od 0,7 do 1,5 km. W strefie otwartego morza wyróżnia się wyniesienie dna, którym jest Ławica Odrzana, zajmująca środkową część arkusza Dziwnów. Powierzchnia szczytowa tej formy ograniczona, jak się powszechnie przyjmuje izobata 10 m, ma kształt nieregularny. W części północnej szerokość jej wynosi około 30 km, w kierunku południowym następuje gwałtowne jej zwężenie do około 2 km, a rozciągłość południkowa wynosi około 34 km. Granica Polski i Niemiec dzieli tę formę na dwie części. W granicach Polski znajduje się część wschodnia o powierzchni około 120 km². Minimalna głębokość morza w tej części Ławicy Odrzanej wynosi 4,8 m (rdzeń R15). W kierunku wschodnim pojawiają się niewielkie obszary o głębokości 10 m, będące kontynuacją powierzchni ławicy. Obszary te obejmuje izobata 14m, która wyznaczając całkowity zasięg Ławicy Odrzanej znacznie rozszerza formę (wyznaczoną izobata 10 m) w kierunku północnym i północno-wschodnim. Takie obrazy batymetryczny ławicy pokrywa się generalnie z mapą batymetryczną opracowaną przez B. Schultza (1956). Różnica występuje jedynie na wschodzie, gdyż wspomniany autor wyznacza zasięg tej formy aż po Kołobrzeg. Szczegółowe pomiary batymetryczne wykazały, że południowy skłon ławicy do izobaty 18–20 m jest dość stromy; dalej na południe dno wykazuje lokalne zagłębienia i wyniesienia o deniwelacjach dochodzących do 3 m. Północny skłon jest prawie płaski i przechodzi łagodnie w kierunku Basenu Bornholmskiego do maksymalnej, stwierdzonej na omawianym obszarze, głębokości 56,5 m.

GEOMORFOLOGIA

Morfologicznie obszar objęty arkuszami należy do wyróżnionego przez B. Rose (1967) rejonu bornholmsko-odrzańskiego. Przedstawiona na mapie geomorfologicznej, opracowanej w oparciu o wyniki badań Państwowego Instytutu Geologicznego, rzeźba obszaru jest wynikiem różnorodnych procesów zachodzących w plejstocenie podczas ostatniej deglacjacji, na które nałożyły się zjawiska zachodzące w holocenie. Największy wpływ na współczesną rzeźbę dna miały procesy związane z transgresją litorynową

Formy pochodzenia morskiego

Wybrzeża klifowe. Klify występują na odcinkach wybrzeża wyspy Wolin od Międzyzdrojów do Świętoustia oraz we wschodniej części obszaru od Dziwnówka po Trzęsacz.

Pierwszy odcinek klifu jest klifem czynnym charakteryzującym się intensywnymi procesami abrazji, w wyniku których brzeg przesuwa się w kierunku lądu około 0,9 m w ciągu roku. Wysokość klifu dochodzi maksymalnie do 90 m, a średnie nachylenie zbocza wynosi 50°. Drugi odcinek klifu od Dziwnówka po Trzęsacz jest w przeważającej części klifem martwym utrwalonym przez roślinność. Na abrazję narażone są jedynie fragmenty klifu w okolicy Trzęsacza i Pobierowa. Wysokość omawianego odcinka wybrzeża waha się od 5 do 16 m.

Klify zbudowane są z osadów lodowcowych i wodnolodowcowych, a u ich podnóża występują pokrywy osuwiskowe. W przeważającej części klify są nadbudowane wydmiami.

Dokładne dane o wybrzeżach klifowych można znaleźć w opracowaniach poszczególnych arkuszy Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, obejmujących zachodnią część polskiego wybrzeża Bałtyku (E. Dobracka i in. 1977, Z. Matkowska i in. 1977, M. Ruszała i in. 1979) oraz w innych publikacjach (R. Racinowski, 1974).

Wybrzeża wydmyowe. Występują one w obszarze obniżenia Świny (tzw. Bramy Świny), są ustabilizowane, a wysokość ich osłaga 20,8 m, zaś wysokość wydmy w rejonie ujścia Dziwny wynosi 6–8 m i są to wydmy niestabilizowane. Podobnie jak w przypadku klifów szczegółową charakterystykę wybrzeży wydmyowych zawierają podane wyżej opracowania.

Podwodny skłón brzegowy obejmuje pas dna w strefie brzegowej o szerokości około 1,5 km i kończy się na ogół załamaniem profilu dna na głębokości 8–10 m (tabl. II). W zachodniej części obszaru, w Bramie Świny, skłón jest bardzo łagodny, a jego profil wyrównany (profil 418). Nachylenia skłónu wynoszą około 45°. Ten odcinek skłónu ma charakter akumulacyjny. Występuje na nim regularny ciąg rew w odległości 120–200 m od brzegu na przestrzeni około 16 km sąsiadującej z odcinkiem wybrzeża typu wydmyowego. Wierzchołki rew znajdują się na głębokości 1,5–2,0 m. Fragment podwodnego skłónu sąsiadujący z wysoczyzną wolińską w miejscu narażonym najbardziej na abrazję brzegu odznacza się bardziej stromym profilem (nachylenie 53°), pozbawionym w zasadzie rew, z wyraźnym spłaszczeniem na głębokości 4 m i 5 m (profil 408). W tym miejscu procesy abrazji zachodzą także na podwodnym skłónie tworząc u podnóża klifu platformę podwodną zbudowaną z materiału grubookruchowego. Na pozostałym odcinku profil podwodnego skłónu brzegowego jest urozmaicony, przy czym generalne nachylenie wynosi około 40°. Występuje na nim kilka rew, lecz poszczególne ich ciągi mają ograniczoną długość i różnią się przekrojem poprzecznym (profile 378, 382, 390). Osady piaszczyste budujące rewy podlegają ciągłej redpozycji, głównie wzdłuż brzegu, ale także poprzecznie do niego.

Tarasы abrazyjne. Występują w kilku miejscach, przy czym jedne z nich są wycięte w glinach zwałowych, inne są związane z abrazją morską osadów piaszczystych.

Tarasы występujące w rejonach ściętych abrazyjnie glin zwałowych są starsze. Fragment tarasu stwierdzono w północno-wschodniej części arkusza na głębokości 35–38 m. Dwa inne występują w środkowej części arkusza na SE od Ławicy Odrzanej, na głębokości 13–15 m. We wszystkich przypadkach powierzchnia tarasów jest przykryta pokrywą piaszczystą o miąższości kilkudziesięciu centymetrów.

Tarasы wycięte w morskich piaszczystych występują na północnym skłónie Ławicy Odrzanej na głębokości 11–15 oraz w jej południowej części na

głębokości 7–8 do 10 m. Powierzchnia tych tarasów jest prawie płaska, deniwelacje wynoszą około 1 m. Powstały one prawdopodobnie w wyniku abrazji dna w strefie brzegowej podczas transgresji morza. Procesy te doprowadziły do wzbogaceń piaszków morskich w minerały ciężkie. Względne wzbogacenia często w postaci lamin obserwowane są w warstwie o miąższości 1–2 m poniżej dna.

Tarasы abrazyjne wskazują na abrazyjne odcinki dawnych brzegów. Postglacialnym lincem brzegowym w Bałtyku Południowym, a także Zachodnim poświęcono wiele miejsca w literaturze (B. Rosa 1967, O. Kolp 1974, K. Duphorn 1979). W oparciu głównie o przesłanki batymetryczne wymienieni autorzy wyróżniają szereg spłaszczeń odpowiadających lincem brzegowym poszczególnych faz rozwojowych Bałtyku. Jednak nie wszystkie wyróżnione przez tych autorów linie znajdują potwierdzenie na obszarze badanych arkuszy. Budowa opisanych tarasów wskazuje ponadto, że mamy tu do czynienia raczej z dawnymi strefami brzegowymi, które nie zawsze były podcięte klifowymi. Poza tym jest naturalne, że większość starszych lincem brzegowych jest przysłonięta pokrywą piaszczystą i nie znajduje odzwierciedlenia we współczesnej rzeźbie dna. Porównując głębokość morza na jakich stwierdzono tarasы abrazyjne z danymi z literatury wynika, że tarasы wycięte na głębokości 35–38 m można wiązać ze strefą brzegową wieku ancylusowego, natomiast tarasы na głębokości 11–15 m i wyższe wyznaczają strefę brzegową morza litorynowego.

Relikty wybrzeży akumulacyjnych (prawdopodobnie mierzei). Obszar uznany za zatopiony wał mierzejowy występuje we wschodniej części Ławicy Odrzanej i graniczy od północy z tarasem abrazyjnym wyciętym w piaszczystych morskich na głębokości 11–15 m. Wał mierzejowy jest formą wydłużoną w kierunku równoleżnikowym na długości około 25 km. Zbudowany jest z piaszków morskich, których akumulacja zachodziła przy stanie morza o 15 m niższym od obecnego. W osadach mierzei licznie występuje fauna morska oraz fragmenty zwęglonego drewna dostarczone z bliskiego wówczas lądu. Wyrażna jest także domieszka minerałów ciężkich.

Równiny abrazyjno-akumulacyjne występują w północnej części obszaru, na północnym skłónie Ławicy Odrzanej przechodzącym w skłón Basenu Bornholmskiego. Powierzchnia ich jest nachylona ku północy. Nachylenie jest równomierne i bardzo łagodne, wynoszące zaledwie 40°. Równina jest zbudowana z piaszków drobnoziarnistych przechodzących wraz z głębokością w piaski muliste, a następnie muły piaszczyste i muły akumulacji morskiej. Podłożem tej pokrywy są abrazyjnie ścięte osady plejstocenu.

Równiny akumulacyjne. Zajmują one znaczne obszary na południu i południowym zachodzie. Rozległa równina występuje na północ od Bramy Świny. Jest to płaski obszar położony na głębokości 12–14 m, pokryty piaskami drobnoziarnistymi akumulacji morskiej. W podłożu pokrywy stwierdzono lokalnie utwory jeziorne z okresu borealnego po atlantycki. Równiny akumulacyjne występujące w południowej części Ławicy Odrzanej na głębokości 5–8 m, są prawdopodobnie współcześnie modelowane przez prądy falowo-wiatrowe w wyniku czego tworzą piaszczyste formy akumulacyjne przypominające megariplemarki. Formy te, stwierdzone profilem akustycznym, są symetryczne, wysokość grzbietów osłaga 1–2 m, a odstępy między nimi dochodzą do 100–150 m.

Formy pochodzenia lądowego

Ostańce abrazyjne po wzniesieniach strefy marginalnej. Fragment ostańca abrazyjnego występuje w północno-wschodniej części arkusza Dziwnów na głębokości morza 48–50 m. Forma ta, o przebiegu równoleżnikowym, zaznacza się w rzeźbie dna w postaci wału o wysokościach względnych 2 m po stronie odładowej i 4 m po stronie odmorskiej. Szerokość wału wynosi około 1,5 km, a długość w granicach arkusza około 7,5 km. Ostańiec zbudowany jest z gliny zwałowej przykrytej warstwą morskich osadów piaszczystych o miąższości nie przekraczającej 1 m.

Równiny jeziorne. Występują na południowy wschód od Ławicy Odrzanej. Są to obszary prawie płaskie położone na głębokościach od 14–15 m do 18–20 m. Osady jeziorne wypełniają lokalnie zagłębienia powierzchni stropowej glin zwałowych. Istnienie jezior datuje się od późnego glaciału po okres wczesnoatlantycki. W czasie transgresji morza dna jezior zostały częściowo zniszczone i pokryte piaskami akumulacji morskiej. Miąższość pokrywy piaszczystej na równinach jeziornych, stwierdzona w rdzeniach R 11 i R 23, wynosi 0,5 m i 1,2 m.

Obszar rzeźby poligenetycznej

Obszar współwystępowania reliktów pagórków morenowych i pagórków akumulacji morskiej. Rozległy obszar rzeźby poligenetycznej zajmuje południowo-wschodnią część obszaru arkusza Dziwnów na głębokości morza 10–20 m. Deniwelacje dna w tym obszarze sięgają na ogół 1–3 m. Obszar jest reliktem moreny dennej, płaskiej bądź falistej, opisywanej także na przyległym lądzie. Gлина zwałowa występuje tu miejscami na powierzchni dna lub jest przykryta cienką warstwą osadów piaszczy-sto-żwirowych albo piaszczystych. Część pagórków jest formami akumulacji morskiej, zbudowanych z piasków drobnoziarnistych. Ujawniły to badania sejsmoakustyczne na arkuszu Dziwnów i na obszarach sąsiednich.

Stoki (skłony). Bardzo wyraźnie zaznacza się w rzeźbie dna południowy, wschodni i zachodni skłon Ławicy Odrzanej. Górna krawędź zachodniego i wschodniego odcinka występuje na głębokości 8–10 m, a dolna 12 m. Nachylenia stoku wahają się od 2° 40' do 3°. Odcinki te oddzielają obszary tarasów abrazyjnych i równin akumulacyjnych z megariplemarkami na Ławicy Odrzanej od rozległej równiny akumulacyjnej. Południowy odcinek skłonu przebiega falistą linią na głębokościach 11–14 m (górną krawędź) do 16–18 m (dolną krawędź). Nachylenie tego odcinka skłonu wynosi również około 2° 40'. Oddziela on reliktu zatopionej mierzei na Ławicy Odrzanej od obszarów dawnych jezior i pagórkowatego obszaru rzeźby poligenetycznej. W literaturze skłon ten jest uznawany za klif dawnego zalewu z początkowej fazy morza lityrnowego (B. Rosa 1967) i tak też należy go interpretować.

Tor wodny. Jest to w zasadzie pogłębiony kanał przebiegający od portu w Świnoujściu w kierunku NNW. Kanał o głębokości 13,3 m przecina równinę akumulacyjną położoną na głębokości około 10 m.

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA

UWAGI OGÓLNE

Obszar arkuszy znajduje się w obrębie platformy paleozoicznej zbudowanej z dwóch kompleksów strukturalnych, z których starszy obejmuje utwory od dewonu do dolnego permu, a młodszy osady górnego permu i mezozoiku. Pokrywa ta ma skomplikowaną budowę blokową. Główna strefa dyslokacyjna Kamienia Pomorskiego dzieli obszar objęty arkuszami na blok Wolina i blok Gryfic, którego głównym elementem strukturalnym jest antyklina Kamienia Pomorskiego, a na północny wschód od niej synklina Trzebiatowa. Budowa strukturalna bloku Wolina w obrębie Zatoki Pomorskiej jest słabo rozpoznana.

Rozpoznanie budowy geologicznej podłoża czwartorzędu opiera się na badaniach sejsmicznych, przy interpretacji których wykorzystano dane z wierceń na przyległym lądzie. Wyniki prac przedstawione są na "Mapie geologicznej Polski i Krajów Ościennych" (W. Pożaryski i in. 1979) oraz w opracowaniach tekstowych (R. Dadlez 1976, W. Pożaryski i in. 1978). Najnowszych danych o budowie geologicznej obszaru dostarczyły prowadzone ostatnio przez WOPN "Petrobaltic" wiercenia poszukiwawcze ropy i gazu.

Osady czwartorzędowe rozpoznano profilowaniem sejsmoakustycznym do powierzchni podczwartorzędowej; w jednym otworze przewiercono utwory czwartorzędu, a warstwę miąższości do 2,7 m opróbowano sondami i czerpakami. Wykorzystano także rdzenie o długości do 5,5 m z sondowań geologiczno-inżynierskich wykonanych przez WOPN "Petrobaltic" dla posadowienia platformy wiertniczej.

W celu ustalenia genezy i stratygrafii osadów czwartorzędowych wykonano kompleksową analizę cech mineralno-petrograficznych osadów, a dla niektórych typów przeprowadzono badania wieku bezwzględnego metodą C14, metodą termoluminescencyjną i badania palinologiczne oraz analizę okrzemkową, faunistyczną i mikrofaunistyczną. Wykorzystano także rozpoziomowanie osadów czwartorzędowych na sąsiednim lądzie (R. Dobracki, J. E. Mojski 1979), szczególnie uwzględniono rozpoziomowanie osadów w otworze wiertniczym Międzywodzie IG 3 (M. Ruszała i in. 1979).

STRATYGRAFIA I LITOLOGIA

Podłoże czwartorzędu

Mułowce, piaskowce, syderyty – J. Mułowce, piaskowce, margle, wapienie – K. Podłoże czwartorzędu, prześledzone wzdłuż profilu sejsmoakustycznego (przekrój A – E) oraz w otworze Międzywodzie IG 3, gdzie zostało stwierdzone na rzędnej 38 m p.p.m., łagodnie obniża się ku północy do 53 m p.p.m., aby pod powierzchnią szczytową Ławicy Odrzanej podnieść się ponownie do 37 m p.p.m. Pod północnym skłonem ławicy rzeźba powierzchni podczwartorzędowej jest nieco bardziej urozmaicona. Podłoże występuje tu od 56 do 64 m p.p.m.

Powierzchnię podczwartorzędową na bloku Wollna tworzą prawdopodobnie utwory kredy górnej. Na bloku Gryfic w obszarze nadmorskim występują osady jury. W otworze Międzywodzie IG 3 są to mułowce z wkładkami piaskowców oraz piaski i okruchy syderytów jury środkowej (aalen i bajos). Ku północy prawdopodobnie jest występowanie starszych ogniw jury, a ku synklinie Trzebiatowa ponownie powinny pojawiać się młodsze ogniwa jury oraz kreda.

Piaskowce i margle z krzemieniami — P₉₁. W północnej części arkusza Dziwnów stwierdzono występowanie morskich osadów paleogenu. Według danych sejsmoakustycznych wypełniają one zagłębienie w osadach mezozoiku, a miąższość ich w granicach arkusza dochodzi do około 18 m. W otworze W 3 przewiercono 16 m osadów trzeciorzędowych nie osłgając spągu warstwy. Jest ona zbudowana z piaskowców węglanowych naprzemianległych z marglami, w których występują krzemienie. Górna część warstwy jest rozmyta, zbudowana z luźnych, silnie wapnitych piasków. Zespół otwornic, zbadany w czterech próbkach (fig. 1) przez E. Gawor-Biedową (1988), wskazuje na paleoceński wiek osadów. Są to następujące gatunki: *Globorotalites granulatus* -T. Pożaryska et Szczechura, *Angulogerina europea* Cushman et Edwards, *Cibicidoides proprius* Brotzen, *Mississippina trinidadensis* (Cushman et Renz), *Mississippina binckhorsti* (Reuss), *Globorotalites lobata* Brotzen, *Globigerina daubergensis* Bronnimann i *Globigerina trivialis* Subbotina. W najniższej części nawierconej warstwy stan zachowania otwornic jest słaby, dlatego paleoceński wiek tych osadów podaje się z pewnymi zastrzeżeniami, przyjmując, że tworzyły się one w nieco płytszym morzu.

Czwartorzęd

Osady czwartorzędu leżą bezpośrednio na mezozoiku i trzeciorzędzie. Reprezentowane są przez osady lodowcowe i wodnolodowcowe, lodowcowo-morskie, jeziorne, organogeniczne i mcrskie. W południowej części obszaru dominują osady plejstocenijskie — gliny zwałowe i piaski wodnolodowcowe, a także muły i piaski jeziorne oraz torfy. W północnej części przeważają plejstocenijsko-holocenijskie ły zastolskowe. Powierzchnię dna na całym obszarze (z wyjątkiem jednej wychodni glin zwałowych) pokrywają holocenijskie piaski, piaski muliste, muły i muły łyaste akumulacji morskiej. Pokrywa osadów morskich osiąga największą miąższość na powierzchni szczytowej ławicy Odrzanej i na południe od niej w Zatoce Pomorskiej. Miąższość czwartorzędu, stwierdzona przy pomocy profilowania sejsmoakustycznego, waha się od około 13 m na północnym skłonie Ławicy Odrzanej do około 40 m na południowym zboczu tej formy.

Plejstocen

Zlodowacenie środkowopolskie

Gliny zwałowe — g_zŚ. Warstwa ta została stwierdzona jedynie profilowaniem sejsmoakustycznym. Wiek osadów określono na podstawie analogii (głębokość i sposób zalegania) z glinami występującymi na przyległym lądzie. W obszarze lądowym gliny zwałowe wykazują tendencję obniżania się z południa ku północy, w

strefie sąsiadującej z morzem występują na rzędnej od 20 m (strop) do 40 m p.p.m. (spąg), leżąc często bezpośrednio na skałach mezozoiku (R. Dobracki, J.E. Mojski 1979). Gliny te w otworze Międzywodzie IG 3 występują na rzędnej 26,25–41,45 m p.p.m., są szare, wapniste i silnie płaszczyste. W oparciu o wyniki badań petrograficznych zaliczone zostały do stadiału północnomazowieckiego (M. Ruszała i in. 1979).

Warstwa glin występująca pod dnem jest nieciągła. Miąższość jej wzrasta w lokalnych obniżeniach powierzchni podczwartorzędowej maksymalnie do 30 m, a na lokalnych wyniesieniach może być całkowicie zredukowana. Strop glin występuje na rzędnej około 50 m p.p.m. w obszarze położonym na południowy wschód od Ławicy Odrzanej, podnosi się do 25 m p.p.m. w rejonie ławicy i znów spada do około 60 m p.p.m. na północ od niej. Powierzchnia stropowa glin jest przy tym wyraźnie nierówna, a deniwelacje osiagają 10, miejscami 20 m (przekrój geologiczny A — B)

Piaski i żwiry wodnolodowcowe — p_zŚ. Warstwa osadów uznanych za piaski i żwiry wodnolodowcowe leży bezpośrednio na glinach zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego. Warstwa ta została prześledzona profilowaniem sejsmoakustycznym w obszarze położonym na południowy wschód od Ławicy Odrzanej. Prawdopodobnie osady te zalegają również pod powierzchnią szczytową ławicy. W kilku otworach wiertniczych (R 10, R 80, W 4) został stwierdzony jedynie strop warstwy. Nawiercone osady to szare, wapniste piaski miejscami ze żwirem i kamieniami (np. w otworze W 4). Warstwa ta w strefie przybrzeżnej daje się łatwo korelować z piaskami i żwirami wodnolodowcowymi w otworze Międzywodzie IG 3, których geneza związana jest z wodami roztopowymi zanikającego lądolodu stadiału północnomazowieckiego (M. Ruszała i in. 1979).

Wyraźna korelacja z utworami przyległego lądu, litologia stropu warstwy przy braku wyraźnego zróżnicowania w zapisie sejsmoakustycznym, zdecydowały o pozycji genetycznej i wiekowej całej warstwy (tab. 1). Nie wyklucza się jednak, że dalsze badania mogą ujawnić jej bardziej złożoną budowę geologiczną. Pewnym wskaźnikiem możliwej różnorodności genetycznej osadów budujących warstwę jest jej znaczna miąższość dochodząca miejscami do 30 m i szerokie rozprzestrzenienie od lądu po Ławicę Odrzaną.

Zlodowacenie północnopolskie

Gliny zwałowe — g_zB. Występują w południowo-wschodniej części arkusza Dziwnów, gdzie zostały stwierdzone wieloma sondami oraz w północnej części obszaru widoczne w profilowaniu sejsmoakustycznym i potwierdzone rdzeniami pobranymi na obszarze sąsiedniego arkusza Kołobrzeg. Na południe od Ławicy Odrzanej nie rozpoznano rozmieszczenia tych osadów. Przez analogię do sąsiadującego obszaru Bramy Świny można sądzić, że występują one tu tylko fragmentarycznie.

W omawianej części obszaru gliny te występują na głębokości od kilkudziesięciu centymetrów do kilkunastu metrów pod dnem, w jednym przypadku stwierdzono je na powierzchni dna (otwór R 3). Miąższość glin jest bardzo mała, najczęściej nie przekracza 5 m, jedynie na północy obszaru w reliktovej strefie marginalnej dochodzi do 15 m. Strop warstwy występuje na rzędnej około 5 m p.p.m. w strefie podwodnego skłonu brzegowego, następnie obniża się do 20 m p.p.m. w południowo-wschodniej części arkusza i do około 50 m p.p.m. w części północnej, z tendencją dalszego

obniżania. Powierzchnia glin jest prawie płaska lub lekko falista o kilkumetrowych deniwelacjach. Z badań sejsmoakustycznych wynika, że również spąg glin nawiązuje do rzeźby ich stropu. Zjawisko to jest trudne do interpretacji.

Pod względem uziarnienia gliny zwałowe są przeważnie ilaste, o nieznacznej przewodze frakcji poniżej 0,062 mm nad pozostałymi i bardzo małej zawartości frakcji żwirowych (tab.2). W składzie mineralno-petrograficznym frakcji 0,25–0,10 mm dominuje kwarc i skalenie, a minerały ciężkie nie przekraczają 1% wag. Wśród nich przeważają amfibole nad granatami, przy podobnym udziale epidotów, piroksenów i minerałów blaszkowych (chloryty + biotyty) i pojedynczych wystąpieniach innych minerałów (tab.4). Również we frakcji 1,0–0,5 mm kwarc obejmuje średnio połowę osadu, a istotny jest tu także udział okruchów skał osadowych, które zdecydowanie przeważają nad okruchami skał krystalicznych (tab.3). Określony metodą termoluminescencyjną wiek glin zwałowych wynosił około 46 tys. lat dla próbek z otworu W 4 i około 16 tys. lat dla próbek z otworu W 3 (tab.1).

Wykaz datowań osadów

Tabela 1

Nr rdzenia przełot warstw /m/	Współrzędne geograficzne		Głęb. morza /m/	Rodzaj osadu	Metoda	Nr labora- toryjny próbki	Wiek w latach
	φ	λ					
R 74 1,20 – 1,35	55°55,92'	14°23,22'	10,0	torf	C14	Gd-1043	7240 ± 150 BP
R 74 1,35 – 1,50	55°55,92'	14°23,22'	10,0	torf	C14	Gd-1044	7695 ± 120 BP
R 74 1,50 – 1,78	55°55,92'	14°23,22'	10,0	torf	C14	Gd-1042	8090 ± 105 BP
W 4 9,21 – 9,23	54°16,7'	14°44,7'	17,3	torf	C14	Gd-4336	13100 ± 300 BP
W 4 9,69 – 9,72	54°16,7'	14°44,7'	17,3	torf	C14	Gd-2929	13490 ± 190 BP
W 4 9,75 – 9,80	54°16,7'	14°44,7'	17,3	torf	C14	Gd-4335	13350 ± 270 BP
W 4 10,42 – 10,50	54°16,7'	14°44,7'	17,3	torf	C14	Gd-2928	14060 ± 220 BP
W 4 11,25 – 11,45	54°16,7'	14°44,7'	17,3	głina	TL	UG-785	46800 ± 7000
W 3 12,2 – 12,4	54°38,3'	14°44,7'	52,0	głina	TL	UG-784	16300 ± 2400

Uwaga – Datowania metodą C14 wykonano w Laboratorium C14 Instytutu Fizyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

– Datowania metodą TL wykonano w Laboratorium TL Uniwersytetu Gdańskiego

Plejstocen – holocen

Bałtyckie jezioro lodowe

Iły muliste i muły ilaste lodowcowo-morskie – im, ml^g PIH. Osady te pojawiają się w profilu geologicznym na głębokości około 45 m p.p.m. i z reguły występują na

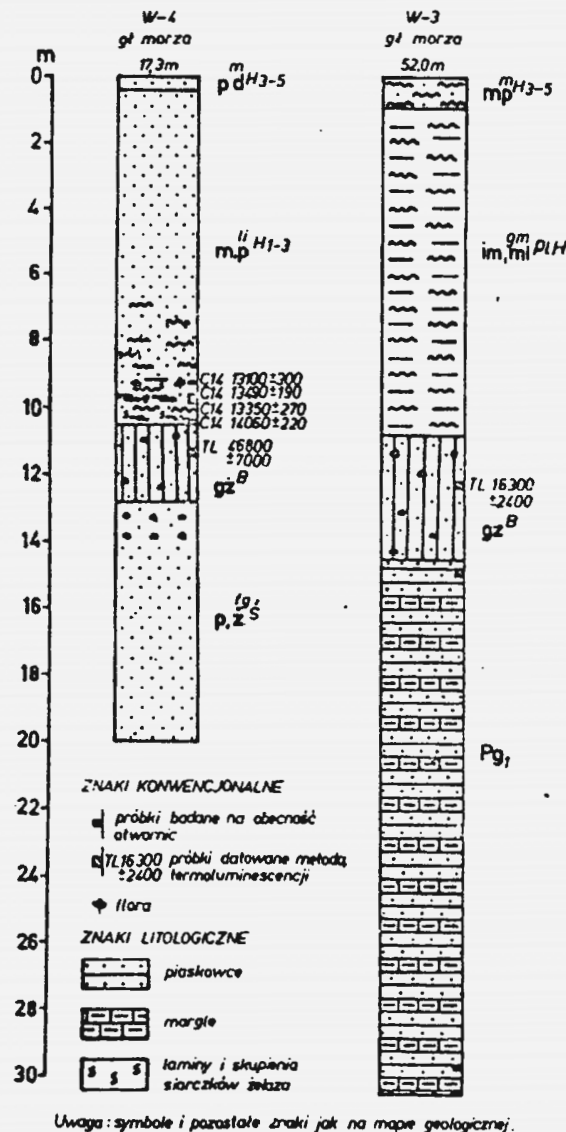


Fig.1 Profile otworów wiertniczych

części arkusza Dziwnów, gdzie zostały stwierdzone badaniami sejsmoakustycznymi i przewiercone w otworze W 3. Iły wypełniają nierówności w powierzchni stropowej glin zwałowych, a miąższość ich w tym rejonie nieznacznie przekracza 10 m. Warstwa ilów nie jest jednolita, wewnątrz niej występują trudne do interpretacji granice wskazujące na zmiany cech akustycznych osadów. Litologicznie warstwa jest wykształcona w postaci brązowych ilów mulistych miękkoplastycznych, przewarstwianych szarymi mułami ilastymi. Osady są lekko wapiaste. Geneza ilów wiąże się z zastolskiem powstałym na tym obszarze w fazie bałtyckiego jeziora lodowego bezpośrednio po ostatniej deglacacji. W profilu otworu W 3 obserwuje się występowanie tych osadów bezpośrednio na najmłodszej glinie zwałowej (fig. 1).

Holocen

Muły i płaski jeziorne, miejscami z torfem –

im, ml^g PIH-3. Osady te wypełniają liczne zagłębienia w powierzchni glin zwałowych w obszarze położonym na południowy wschód od Ławicy Odrzanej. Sposób występowania tych osadów obrazuje przekrój geologiczny A – E; wydzielony obszar na mapie osadów na głębokości 1 m poniżej dna jest zgeneralizowany ze względu na brak dostatecznej ilości danych do ścisłego wyzna-

ny A – E; wydzielony obszar na mapie osadów na głębokości 1 m poniżej dna jest zgeneralizowany ze względu na brak dostatecznej ilości danych do ścisłego wyzna-

Uziarnienie

Symbol wydzielenia	Typ (podtyp) granulometryczny	Liczba analiz	Fracja					
			16,0-8,0	8,0-4,0	4,0-2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25
gzB	gliny zwalowe	28	$\frac{0,1^*}{0,2^{**}}$	$\frac{1,4}{1,3}$	$\frac{1,4}{0,6}$	$\frac{1,8}{0,8}$	$\frac{3,2}{1,2}$	$\frac{5,0}{1,4}$
$\frac{m}{p}H_{3-5}$	żwirny piaszczyste	2	<u>32,8</u>	<u>10,5</u>	<u>13,6</u>	<u>21,6</u>	<u>10,3</u>	<u>3,5</u>
$\frac{m}{p}H_{3-5}$	piaski żwirowe	4	<u>4,9</u>	<u>16,6</u>	<u>6,5</u>	<u>4,1</u>	<u>7,2</u>	<u>28,6</u>
$\frac{m}{pg}H_{3-5}$	piaski gruboziarniste	20	<u>0,0</u>	$\frac{2,0}{3,5}$	$\frac{4,4}{4,5}$	$\frac{19,8}{18,4}$	$\frac{33,9}{12,8}$	$\frac{27,0}{12,0}$
$\frac{m}{ps}H_{3-5}$	piaski średnioziarniste	41	<u>0,0</u>	$\frac{1,1}{3,7}$	$\frac{0,5}{0,9}$	$\frac{1,1}{1,6}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{54,5}{10,8}$
$\frac{m}{pd}H_{3-5}$	piaski drobnoziarniste	510	<u>0,0</u>	$\frac{0,1}{0,5}$	$\frac{0,1}{0,4}$	$\frac{0,2}{0,5}$	$\frac{0,8}{1,7}$	$\frac{10,3}{7,8}$
$\frac{m}{pm}H_{3-5}$	piaski muliste	15	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,3}{0,4}$	$\frac{1,3}{1,9}$
$\frac{m}{mp}H_{3-5}$	muły piaszczyste	5	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	$\frac{0,1}{0,0}$	$\frac{0,1}{0,0}$
$\frac{m}{m}H_{3-5}$	muły	1	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	$\frac{0,1}{-}$	$\frac{0,1}{-}$
$\frac{m}{mi}H_{3-5}$	muły ilaste	1	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	$\frac{0,1}{-}$	$\frac{0,1}{-}$

wartość średnia
odchylenie standardowe w %

Skład mineralno-petrograficzny (frakcja 1,0 - 0,5 mm)

Tabela 3

Symbol wydzielenia	Typ granulometryczny	Liczba analiz	Kwarc	Skalenie	Minerały skal kryształicznych	Minerały skal osadowych	Okruchy skal kryształicznych	Okruchy skal osadowych
gzB	gliny zwalowe	11	$\frac{53,3}{15,1}$	$\frac{6,2}{2,0}$	$\frac{0,1}{0,1}$	0,0	$\frac{14,4}{4,6}$	$\frac{25,8}{13,1}$
$\frac{m}{pg}H_{3-5}$	piaski gruboziarniste	6	$\frac{77,6}{6,3}$	$\frac{7,0}{2,6}$	$\frac{0,2}{0,2}$	$\frac{0,1}{0,3}$	$\frac{13,6}{3,2}$	$\frac{1,0}{0,9}$
$\frac{m}{ps}H_{3-5}$	piaski średnioziarniste	16	$\frac{78,7}{4,5}$	$\frac{8,5}{2,8}$	$\frac{0,6}{0,8}$	$\frac{0,3}{0,6}$	$\frac{10,2}{3,7}$	$\frac{1,3}{1,6}$
$\frac{m}{pd}H_{3-5}$	piaski drobnoziarniste	82	$\frac{81,6}{8,8}$	$\frac{6,1}{4,5}$	$\frac{0,4}{0,6}$	$\frac{0,1}{0,3}$	$\frac{10,0}{5,1}$	$\frac{1,6}{1,9}$

wartość średnia
odchylenie standardowe w %

Analizy wykonali: R. Kramarska
M. Michałowska

Tabela 2

osadów

(mm)							Parametry rozkładu wielkości ziarna (wg wzorów Folka, Warda, 1957)			
0,25-0,125	0,125-0,062	0,062-0,031	0,031-0,016	0,016-0,008	0,008-0,004	<0,004	Mz	σ_1	Sk ₁	K _G
$\frac{8,2}{2,1}$	$\frac{9,2}{2,6}$	$\frac{7,3}{1,5}$	$\frac{6,6}{1,3}$	$\frac{7,5}{1,3}$	$\frac{8,9}{2,2}$	$\frac{39,5}{9,5}$	-	-	-	-
$\frac{6,7}{-}$	$\frac{0,9}{-}$	$\frac{0,1}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	-	-	-	-
$\frac{27,7}{-}$	$\frac{3,9}{-}$	$\frac{0,4}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	-	-	-	-
$\frac{10,8}{4,8}$	$\frac{1,6}{1,5}$	$\frac{0,2}{0,3}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,72}{0,42}$	$\frac{1,01}{0,27}$	$\frac{0,16}{0,22}$	$\frac{1,06}{0,27}$
$\frac{30,1}{14,3}$	$\frac{2,5}{2,0}$	$\frac{0,3}{1,2}$	$\frac{0,1}{0,3}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{1,70}{0,33}$	$\frac{0,66}{0,39}$	$\frac{0,01}{0,19}$	$\frac{1,18}{0,32}$
$\frac{68,2}{16,0}$	$\frac{19,3}{16,3}$	$\frac{0,9}{1,5}$	$\frac{0,1}{0,2}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{0,0}{-}$	$\frac{2,59}{0,24}$	$\frac{0,49}{0,13}$	$\frac{-0,01}{0,11}$	$\frac{1,13}{0,15}$
$\frac{9,6}{7,9}$	$\frac{51,7}{14,6}$	$\frac{22,0}{5,9}$	$\frac{3,9}{1,4}$	$\frac{2,7}{1,2}$	$\frac{2,0}{1,0}$	$\frac{3,4}{2,4}$	$\frac{3,95}{0,30}$	$\frac{0,96}{0,48}$	$\frac{0,78}{1,65}$	$\frac{1,55}{0,51}$
$\frac{1,4}{0,7}$	$\frac{35,7}{5,1}$	$\frac{33,4}{3,1}$	$\frac{8,4}{1,3}$	$\frac{6,8}{0,7}$	$\frac{4,8}{0,7}$	$\frac{9,2}{3,8}$	-	-	-	-
$\frac{0,2}{-}$	$\frac{11,6}{-}$	$\frac{30,0}{-}$	$\frac{20,0}{-}$	$\frac{18,0}{-}$	$\frac{10,0}{-}$	$\frac{10,0}{-}$	-	-	-	-
$\frac{0,3}{-}$	$\frac{15,5}{-}$	$\frac{34,0}{-}$	$\frac{11,0}{-}$	$\frac{11,0}{-}$	$\frac{8,0}{-}$	$\frac{20,0}{-}$	-	-	-	-

Analizy wykonali: Z. Janik
I. Kwapiński
J. Witkowski
T. Zaręba

czania granic poszczególnych zagłębień. Osady jeziorne stwierdzono w 20 rdzeniach, przy czym tylko trzy sondy (zlokalizowane w tym samym zagłębieniu) oraz wiercenie W 4 osiągnęły spąg warstwy. Miąższość osadów przewierconych wyniosła od 1,55 do 10,3 m. Z badań sejsmoakustycznych wynika, że w innych zagłębieniach może ona dochodzić do kilkunastu metrów.

Osady jeziorne reprezentowane są przez muły ilaste i piaszczyste, piaski muliste i drobnoziarniste smugowane materią organiczną lub zawierające rozproszony detrytus roślinny, a w sondach R 74, R 86 i otworze W 4 również cienkie wkładki torfów. W niektórych przypadkach obserwuje się stopniowe przechodzenie ku górze od mułów ilastych do piasków mulistych (sonda R 11), w innych przypadkach występują przewarstwienia tych typów osadów (sonda R 86). Barwa osadów jest szara, szarozielonkawa lub ciemnobrunatna.

Skład mineralów ciężkich

Symbol wydzielenia	Typ granulometryczny	Liczba analiz	Zawartość mineralów ciężkich % wag.	Grupy mineralów (%% ilościowe)							granaty
				minerały nieprzezroczyste	minerały zmienne	okrucy skal	glaukonit	węglany	minerały przezroczyste		
g _z B	gliny zwalowe	11	0,8 0,1	21,2 3,9	14,7 3,2	5,4 2,2	0,7 0,3	0,7 0,7	57,2 4,7	22,4 5,6	
m _{pg} H ₃₋₅	piaski gruboziarniste	9	1,3 0,7	23,0 4,0	12,3 2,2	4,5 3,1	0,8 0,5	0,2 0,5	59,1 3,4	39,3 13,9	
m _ś H ₃₋₅	piaski średnioziarniste	27	1,4 0,7	21,8 5,5	16,4 8,9	3,8 2,5	1,2 0,9	0,0 -	56,7 9,2	45,4 13,6	
m _{pd} H ₃₋₅	piaski drobnoziarniste	325	2,0 2,1	25,8 7,7	11,5 7,0	3,0 2,5	0,7 0,8	0,0 -	58,9 7,2	36,4 16,0	
m _{pm} H ₃₋₅	piaski muliste	4	0,4 -	5,9 -	7,5 -	1,6 -	1,2 -	0,0 -	83,7 -	2,7 -	

wartość średnia
odchylenie standardowe

Najlepiej rozwinięty profil osadów bagiennych i jeziornych o miąższości 10,3 m przewiercono w otworze W 4 (fig.1). Bezpośrednio na glinie zwalowej, na odcinku profilu 9,15–10,5 m, występuje kilka warstewek mułów piaszczystych przechodzących stopniowo w ility muliste. Osady są szarozielonkawe ze stalowo-szarą laminacją siarczkową, głównie na odcinku 9,85–10,5 m. Powyżej substancja siarczkowa występuje w formie drobnych skupień, natomiast pojawia się olbrzymia ilość nitkowatych glonów. W omawianym odcinku profilu występują trzy warstewki osadów organicznych (torfów) na głębokości 10,42–10,5 m, 9,69–9,80 m, 9,21–9,23 m. Są to najniższe utwory organiczne tzw. późnego glaciału. Wiek tych osadów określony metodą C14 wynosi od 14 060 ± 220 lat BP do 13 100 ± 300 lat BP. Osadom organicznym towarzyszy liczna fauna mięczaków, głównie ślimaków i małżów słodkowodnych typowych dla płytkich, zarastających zbiorników (J. Krzymińska, 1989). Osady bagienne w profilu otworu W4 przechodzą ku górze w jeziorne piaski muliste lub drobnoziarniste, jasnoszare z odcieniem zielonkawym, wyraźnie wapniste. Spotyka się w nich skupienia materii organicznej i detrytusu roślinnego.

Wiek młodszych utworów organicznych, tworzących się od okresu preborealnego po atlantycki został określony metodami biostratygrafii i radiowęglą w próbkach sond R 11, R 23 i R 74, przy czym żadna z tych sond nie osiągnęła spągu warstwy. W rdzeniu R 74 warstwa mułów torfiastych nawiercona na głębokości 1,2 m do 1,78 m pod dnem tworzyła się w okresie borealnym i atlantyckim. Daty C14 obejmują okres od 8090 ± 105 lat BP do 7240 ± 150 lat BP. W warstwie tej, a także powyżej do głębokości 0,63 m, występuje zbadana przez J. Krzymińską (1986) liczna fauna ślimaków, typowa dla zbiorników wysłodzonych (zasolenie poniżej 1–3%), reprezentowanych przez formy przybrzeżne *Theodoxus fluviatilis* (Linne), *Hydrobia ulvae* (Pennat) i wieczka *Bithynia leachi* (Shepard). Datowania palinologiczne mułów ility i piaszczystych w rdzeniu R 11, wykonane przez J. Zachowicz (1986) dowodzą

Tabela 4

(frakcja 0,25 – 0,10)

minerały przezroczyste (%% ilościowe)														
amfibole	epidoty	pirokseeny	dysten	turalin	biotyt	chloryt	apatyt	andaluzyt	syilmarnit	staurolit	wezuwian	cyrkon	rutyl	monacyt
38,7 5,9	10,7 2,6	12,0 2,5	0,5 0,5	0,6 0,4	1,8 0,7	9,4 2,8	0,4 0,4	0,2 0,3	0,5 0,4	1,0 0,6	0,2 0,3	0,9 1,0	0,2 0,2	0,2 0,5
33,1 10,2	9,9 3,7	6,4 2,0	0,3 0,4	0,6 0,4	2,0 0,6	1,9 2,5	0,5 0,4	0,9 0,6	0,7 0,4	2,0 0,9	0,1 0,1	1,1 0,6	0,7 0,5	0,1 0,2
26,6 10,0	8,0 2,9	7,4 2,9	0,6 0,5	0,7 0,6	2,7 1,8	0,8 1,0	0,2 0,3	0,8 0,6	0,9 0,6	3,0 1,8	0,0 -	1,2 0,9	0,6 0,4	0,3 0,4
30,0 12,5	12,1 3,7	7,0 3,0	0,7 0,6	1,1 0,8	3,1 1,8	1,1 1,5	0,4 0,4	0,6 0,6	0,8 0,6	2,6 1,3	0,1 0,2	1,5 1,4	0,8 0,6	0,7 0,9
24,5 -	3,3 -	2,6 -	0,8 -	0,5 -	7,4 -	34,4 -	0,0 -	0,0 -	0,0 -	0,1 -	0,1 -	0,1 -	0,2 -	10,0 -

Analizy wykonali: R. Kotliński
R. Kramarska
M. Masłowska

także tworzenia się tych osadów w okresie preborealnym i borealnym, a piasków w rdzeniu R 23 we wczesnej fazie okresu atlantyckiego. Osady te zawierają dość bogatą florę okrzemkową, w której wg K. Zaborowskiej (1986) dominują gatunki oligohalobowe (obojętne), epifityczne i bentosowe. Udział gatunków halofilnych i mezohalobowych nie osiąga większych wartości, a gatunków euhalobowych nie spotkano wcale.

Morze litynowe i baltica

Osady górnego holocenu zaliczone do morza litynowego i morza baltica (sensu R. Kotliński, 1989) pokrywają powierzchnię w zasadzie całego obszaru arkuszy Dziwnów i Szczecin. Pokrywę osadów morskich tworzy 9 typów granulometrycznych osadów. Przeważającym typem są piaski drobnoziarniste. Piaski średnioziarniste występują na ogół lokalnie, jedynie w południowo-wschodniej części obszaru zajmują nieco większą powierzchnię. Również piaski gruboziarniste na niewielkiej powierzchni występują głównie w rejonie klifowych odcinków brzegu oraz sąsiedztwa wychodni lub płytkiego zalegania glin zwalowych. Piaski żwirowe i żwiru piaszczyste stwierdzono jedynie w sześciu próbkach czerpakowych i jednym rdzeniu (R 2), a ich obecność nawiązuje do występowania piasków gruboziarnistych. Osady muliste (muły ility, muły piaszczyste i piaski muliste) zajmują północną część obszaru arkusza Dziwnów poniżej głębokości 45 m.

Stwierdzona miąższość osadów górnego holocenu wynosi od kilku centymetrów w miejscach płytkiego zalegania glin zwalowych, do około 16 m, a w jednym przypadku (otwór R 3) nie stwierdzono tych osadów. Największą miąższość pokrywa osadów morskich osiąga na powierzchni szczytowej Ławicy Odrzanej. Ocenic ją tu można jedynie na podstawie badań sejsmoakustycznych. Osady uznane za litynowe i politynowe osiągają tam od około 2 do 16 m. Na podstawie analogicznych badań

Wajda (1982) stwierdza, że maksymalna miąższość pokrywy osadów morskich występuje w południowej części ławicy i określa ją na 11 m. W. Deecke (1905) podawał podobnie 6–7 m maksymalnie 15 m. W kierunku północnym od Ławicy Odrzanej miąższość pokrywy sukcesywnie maleje, przy czym sposób zalegania jej na podłożu nie został określony w badaniach bezpośrednich, ponieważ żadna sonda nie przebiła tych osadów. Również mało informacji dotyczy obszaru na południe od Ławicy Odrzanej. Na południowy wschód od Ławicy Odrzanej grubość pokrywy osadów morskich gwałtownie maleje od 2–3 m, czasem do kilku cm. W tym rejonie osady morskie zostały przebite licznymi sondami, dzięki czemu stwierdzono, że kontakt ich z osadami glacialnymi lub jeziornymi występującymi w podłożu jest erozyjny, podkreślony kilkucentymetrową warstwą żwirów lub głazików (np. R 11, R 89).

Szczegółową charakterystykę osadów morza lityrnowego i bałtyka przedstawiono poniżej w podziale na typy granulometryczne. Poszczególne cechy odzwierciedlające uziarnienie i skład mineralno-petrograficzny osadów dodatkowo ilustrują tablice I–VIII, a zsyntetyzowane wyniki wykonanych analiz zestawiono w tabelach 1–6.

Żwiry piaszczyste morskie — $m_{pz}H_{3-5}$ | **piaski żwirowe morskie** — $m_{pz}H_{3-5}$. Występują w postaci lokalnych skupień w strefie brzegowej oraz związane są z dawnym brzegiem lityrnowym na południowo-wschodnim skłonie Ławicy Odrzanej. Stwierdzono je w sześciu próbkach powierzchniowych i jednym rdzeniu (R 2), w tym żwiry piaszczyste tylko w dwóch próbkach na powierzchni. Obecność tych osadów w bezpośrednim sąsiedztwie brzegu morskiego oraz obszaru płytkiego zalegania glin zwalowych wiąże z procesami rozmywania tych ostatnich. Charakter ich uziarnienia i składu mineralno-petrograficznego zależy głównie od składu materiału wyjściowego, w mniejszym zaś stopniu wiąże się on z działalnością hydrodynamiczną.

Zawartość frakcji żwirowych (o średnicach powyżej 2 mm) wynosi w żwirach piaszczystych od 51,1 do 62,8%, a w piaskach żwirowych od 22,8 do 33,9% (średnio 28%). Średni udział frakcji piaszczystych wynosi odpowiednio 42,9 i 71,6% (tab.2). Są to osady źle i bardzo źle wysortowane.

Piaski gruboziarniste morskie — $m_{pg}H_{3-5}$. Osady te zajmują niewielką powierzchnię dna w południowo-wschodniej części omawianego obszaru. Występują w sąsiedztwie abrazyjnych odcinków brzegu morskiego oraz wychodni glin zwalowych. Są to więc osady powstałe w wyniku rozmywania dna i strefy brzegowej. Ich zróżnicowany skład litologiczny jest zależny od falowania i prędkości prądów przydennych. W składzie ziarnowym średnia zawartość frakcji 2,0–0,5 mm wynosi 53,8%, frakcji poniżej 0,5 mm — 39,8%. Znaczny jest też udział frakcji żwirowych (powyżej 2 mm) dochodzący do 20,8% (średnio 6,4%). Wartość sił waha się od 0,67 do 1,54, co odpowiada wysortowaniu osadów od umiarkowanie dobrego do złego. Osady charakteryzują się ujemnym i dodatnim rozkładem wielkości ziarn (Skł od 0,29 do 0,58). W składzie mineralno-petrograficznym (tab.3) przeważają ziarna kwarcu, których zawartość w sześciu analizowanych próbkach frakcji 1,0–0,5 mm waha się od 68,7% do 87,3% (średnio 77,6%). Średnia zawartość okruszków skał krystalicznych wynosi 13,6%, a skałeni 7%. Pozostałe składniki mają minimalny udział. Przeważająca ilość ziarn kwarcu jest częściowo obtoczona i kanciasta o powierzchni szorstkiej, drobnochropowatej oraz silnie urzeźbionej. W zespole minerałów ciężkich (tab.4) we frakcji 0,25–0,10 mm przeważają minerały przezroczyste (średnio 59,1%), następnie nieprzezroczyste (średnio 23%) oraz minerały skorodowane (średnio 12,3%). Udział pozostałych grup jest niewielki. Wśród minerałów przezroczys-

tych przeważają granaty i amfibole, a wartość współczynnika mineralnego G/A (stosunek zawartości granatów do zawartości amfiboli) wynosi od 0,2 do 3,8 (średnio 1,5), co wskazuje na zróżnicowane warunki sedymentacji z tendencją do redepozycji i abrazyj osadów.

Piaski średnioziarniste morskie — $m_{ps}H_{3-5}$. Piaski średnioziarniste występują na ogół lokalnie na powierzchni dna w formie izolowanych płatów, jedynie w południowo-wschodniej części obszaru arkusza Dziwnów zajmują nieco większą powierzchnię. Miąższość powierzchniowej warstwy piasków z reguły nie przekracza 30 cm, a lokalnie ten typ granulometryczny osadu tworzy przewarstwienia w piaskach drobnoziarnistych, co stwierdzono w kilku rdzeniach (np. R 75, R 45). Wartości graficznych wskaźników uziarnienia wskazują na znaczne zróżnicowanie granulometryczne piasków średnioziarnistych. Wartości σ_1 wahają się od 0,35 do 1,9, wskazując na wysortowanie osadów od dobrego do złego. Podobnie wartość Sk_1 i K_G wykazują duże rozpiętości. Udział frakcji podstawowej 0,5–0,25 mm wynosi od 45,5 do 77,5% (średnio 54,5%). Znaczna jest też domieszka frakcji 0,25–0,062 mm, która średnio wynosi 32,6% (tab.2).

W składzie mineralno-petrograficznym analizowanych frakcji udział poszczególnych składników jest zbliżony do niżej opisanych szczegółowo piasków drobnoziarnistych. Główną masę frakcji 0,25–0,10 mm stanowią minerały lekkie, w tym przede wszystkim kwarc (średnio 89,3%), następnie minerały skorodowane (średnio 5,3%), skałeni (średnio 4,5%), a udział okruszków skalnych i minerałów blaszkowych nie przekracza łącznie 5%. Ziarna kwarcu są przeważnie bezbarwne, a również przezroczyste z wrostkami i częściowo przezroczyste oraz spękane. Ponadto są one głównie częściowo obtoczone (tab.5), a stopień obtoczenia jest lepszy we frakcji 0,5–0,25 mm niż we frakcji 1,0–0,5 mm, dla której średnia zawartość ziarn kanciastych i częściowo kanciastych wynosi 44,3%.

Obtroczenie ziarn kwarcu. (frakcja 0,5 – 0,25 mm)

Tabela 5

Symbol wydzielenia	Typ granulometryczny	Liczba analiz	Klasy obtoczenia wg wzorca Russela, Taylora i Pettijohna		
			kanciaste i częściowo kanciaste %	częściowo obtoczone %	obtroczone i dobrze obtroczone %
$m_{pg}H_{3-5}$	piaski gruboziarniste	8	$\frac{23,6}{7,6}$	$\frac{43,1}{7,6}$	$\frac{33,2}{10,5}$
$m_{ps}H_{3-5}$	piaski średnioziarniste	20	$\frac{19,0}{9,6}$	$\frac{44,3}{8,2}$	$\frac{36,6}{8,2}$
$m_{pd}H_{3-5}$	piaski drobnoziarniste	112	$\frac{21,4}{8,7}$	$\frac{43,1}{6,9}$	$\frac{35,5}{9,0}$

wartość średnia
odchylenie standardowe

Analizy wykonali: R. Kotliński
M. Michałowska
Sz. Uścińowicz

Większy jest również udział ziarn kanciastych i częściowo kanciastych we frakcji 0,25–0,10 mm (średnio 26,7%) w porównaniu z frakcją 0,5–0,25 mm, w której średnia

zawartość tych ziarn wynosi 19%. We wszystkich frakcjach piaszczystych dominują ziarna kwarcu o powierzchni szorszej, drobnochropowatej oraz silnie urzeźbionej.

Zawartość minerałów ciężkich (tab.4) wynosi od 0,3 do 3,2% wag. (średnio 1,4% wag). W składzie ich przeważają minerały przezroczyste, od 29,3 do 72,3 % (średnio 56,7%), następnie minerały nieprzezroczyste (średnio 21,8%) i minerały skorodowane (średnio 16,4%). Udział okruchów skalnych i glaukonitu jest niewielki, a sporadycznie występują węglany. Wśród minerałów przezroczystych dominują granaty (średnio 45,4%) i amfibole (średnio 26,6%), następnie epidoty (średnio 8%) i pirokseny (średnio 7,4%). Średnia zawartość cyrkonu, rutyłu i monacytu wynosi 2,1%. Wartości wskaźnika mineralnego G/A wahają się od 0,4 do 8,1, a przeważają wartości powyżej 2, wskazując na nieustabilizowane warunki hydrodynamiczne z przewagą procesów redepozycji i abrazji.

W składzie chemicznym piasków średnioziarnistych (tab.6) występuje głównie SiO_2 (średnio 96,32%), Al_2O_3 (średnio 1,35%), a średnie zawartości TiO_2 , Fe_2O_3 , MnO , CaO , MgO , K_2O nie przekraczają 1%.

Piaski drobnoziarniste morskie — $\text{m}_{\text{pd}}\text{H}_{3-5}$. Największą powierzchnię dna obszaru arkuszy (około 80%) zajmują piaski drobnoziarniste. Dolna granica występowania piasków znajduje się na głębokości około 45 m. Są to osady na ogół bardzo dobrze i dobrze wysortowane, rzadziej umiarkowanie dobrze, umiarkowanie i źle wysortowane. Wartości σ_1 wahają się od 0,26 do 1,66 (średnio 0,49). Osady o bardzo dobrym wysortowaniu występują w rejonie szczytowej powierzchni Ławicy Odrzanej. Większe różnice obserwuje się w strefie sąsiadującej z brzegiem morskim (tab.IV). Wartości średniej średnicy ziarn (M_2) dla przeważającej części piasków drobnoziarnistych mieszczą się w przedziale 2–3 ϕ (od 2,02 do 3,61 ϕ , średnio 2,59 ϕ). Wartości powyżej 3 ϕ dotyczą głównie osadów obszaru na północ od Ławicy Odrzanej i w strefie brzegowej (tab. III). W rozkładzie wartości graficznej skośności Sk_1 obserwuje się dość znaczne rozpiętości od – 0,64 do + 0,013 (średnio – 0,013). Przeważają jednak wartości od – 0,1 do + 0,1, co wskazuje na prawie równomierny rozrzut frakcji w osadzie. Największe różnice wiążą się z osadami występującymi w południowo-wschodniej części obszaru arkuszy. Wartości K_G mieszczą się w przedziale od 0,69 do 2,68 (średnio 1,13), a przeważają wartości od 0,9 do 1,15. Średnia zawartość frakcji 0,25–0,062 mm wynosi 87,5% (od 43,1 do 98,9%). Największą procentową zawartością tej frakcji charakteryzują się piaski rejonu Ławicy Odrzanej oraz obszarów przylegających do niej od północy i południa (tab. V). Niższe wartości wiążą się ze strefami występującymi w sąsiedztwie piasków grubo- i średnioziarnistych oraz osadów typu mulistego. Udział frakcji poniżej 0,062 mm wynosi średnio 1,1% (od 0,0 do 15,5%), a frakcji powyżej 0,25 mm średnio 11,4% (tab.2).

Parametry uziarnienia, zdaniem wielu badaczy, są czułe na wszelkie zmiany środowiska sedymentacyjnego, a kombinacje tych parametrów umożliwiają wyodrębnienie osadów zdeponowanych w różnych środowiskach (G.M. Friedman, 1967; R.J. Molola i D. Weiser, 1968). Rozpatrywane zależności statystycznych parametrów uziarnienia M_2/σ_1 , Sk_1/σ_1 oraz Sk_1/M_2 obszaru badań sugerują, że na powstanie osadów piaszczystych (rejon Ławicy Odrzanej) miały również wpływ inne czynniki niż obecnie panujące. Wysortowanie osadów wyraźnie wskazuje, że powstały one w warunkach stosunkowo dużej energii transportu, a rozkład wartości parametrów uziarnienia sugeruje wpływ procesów eolicznych w kształtowaniu osadów Ławicy

Tabela 6

Podstawowy skład chemiczny osadów

Symbol wydzielenia	Typ granulometryczny	Liczba analiz	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	S calk.
92B	gliny zwalowe	5	$\frac{61,94}{1,53}$	$\frac{9,26}{0,30}$	$\frac{0,48}{0,04}$	$\frac{3,30}{0,31}$	$\frac{0,06}{-}$	$\frac{1,78}{0,13}$	$\frac{8,26}{-}$	$\frac{2,62}{-}$	$\frac{0,92}{0,04}$	$\frac{0,08}{-}$	$\frac{0,18}{-}$
$\text{m}_{\text{pd}}\text{H}_{3-5}$	piaski średnioziarniste	4	$\frac{96,32}{-}$	$\frac{1,35}{-}$	$\frac{0,063}{-}$	$\frac{0,11}{-}$	$\frac{0,003}{-}$	$\frac{0,027}{-}$	$\frac{0,21}{-}$	$\frac{0,61}{-}$	$\frac{0,34}{-}$	-	-
$\text{m}_{\text{pd}}\text{H}_{3-5}$	piaski drobnoziarniste	36	$\frac{92,63}{3,47}$	$\frac{2,32}{0,55}$	$\frac{0,76}{1,10}$	$\frac{1,02}{1,33}$	$\frac{0,049}{0,08}$	$\frac{0,14}{0,11}$	$\frac{0,049}{-}$	$\frac{0,83}{0,21}$	$\frac{0,43}{0,07}$	-	-

wartość średnia
odchylenie standardowe
w %

Analizy wykonana: D. Trokiewicz

Odrzanej. Wpływ tych procesów jest znacznie słabszy w północnej i południowej części obszaru arkuszy. Istniejące jednak podobieństwo parametrów uziarnienia występujących tam płasków zalegających na Ławicy Odrzanej należy wiązać z okresowym rozmywaniem stropowych warstw tej formy.

Badania składu mineralno-petrograficznego piasków drobnoziarnistych wykonano dla próbek z trzech frakcji: 1,0–0,5, 0,5–0,25 i 0,25–0,1 mm. We frakcji gruboziarnistej (1,0–0,5 mm) zawartość kwarcu wynosi 57,3–97,7% (średnio 81,6%). Obok kwarcu istotną rolę odgrywają okruchy skał krystalicznych, od 1,7 do 21,3% (średnio 10%) oraz skalenie, od 0,3 do 21,4% (średnio 6,2%). Udział pozostałych grup mineralnych nie przekracza średnio 2% (tab.3). Procentowy udział składników we frakcji 0,5–0,25 mm zmienia się w porównaniu z frakcją opisaną wyżej. Kwarc stanowi od 89,3 do 96,3%, skalenie od 1,3 do 5,3%, okruchy skał krystalicznych od 0 do 2,33% (średnio 1,27%).

Badania składu mineralno-petrograficznego we frakcji 0,25–0,10 mm przeprowadzono dla minerałów lekkich i ciężkich. Podstawową masę tworzą minerały lekkie, w tym głównie kwarc w ilości od 84,6 do 95% (średnio 89,7%), a następnie skalenie od 0,7 do 10,7% (średnio 5,9%), minerały skorodowane od 0,3 do 10,3%. Sporadycznie występują minerały blaszkowe do 2,3% oraz okruchy skalne do 2,4%. W płaskach drobnoziarnistych przeważają ziarna kwarcu częściowo obtoczone od 26,3 do 70,6% (średnio 43,1%), następnie obtoczone, dobrze obtoczone do 56,4% (średnio 35,5%); udział ziarn kanczastych i częściowo kanczastych wynosi od 4,3 do 49,9% (średnio 21,4%) (tab.5). Przewaga w osadach ziarn kwarcu częściowo obtoczonych i obtoczonych wskazuje na intensywną obróbkę ziarn we wcześniejszych cyklach sedymentacyjnych. Maksymalne zawartości tych ziarn, dochodzące do 90%, występują w płaskach Ławicy Odrzanej. Taki stopień obróbki ziarn kwarcu, zgodnie z poglądami wielu autorów, wskazuje na wpływ procesów eolicznych.

W płaskach drobnoziarnistych dominują ziarna kwarcu o powierzchni niewypolerowanej – szorstkiej, drobnochropowatej. Udział ich jest najwyższy we frakcji 0,25–0,10 mm i wynosi od 47 do około 83% (średnio 63,8%). Ziarna o takiej powierzchni są najliczniej reprezentowane w płaskach Ławicy Odrzanej oraz w obszarze bezpośrednio do niej przyległym. D. Krinsley i in. (1968, 1969) wiążą ten typ powierzchni z wietrzeniem fizycznym i procesami chemicznego wytrawiania ich powierzchni. Drugie miejsce pod względem ilościowym zajmują ziarna kwarcu o powierzchni graniastej, silnie urzeźbionej. Zawartość takich ziarn jest najwyższa we frakcji 0,5–0,25 mm i waha się od 20,53 do 76%, a niższa jest we frakcjach 0,25–0,1 mm, (od 17 do 49,3%) i 1,0–0,5 mm (od 17 do 49,3%) i 2,0–1,0 mm (od 18 do 39,3%). Taki typ powierzchni ziarn kwarcu kształtuje się w środowisku o dużej energii transportu. W.P. Cziczagov (1961) i S. Kozarski (1972) wiążą go ze środowiskiem glacialnym. Część ziarn zaliczana do tej grupy ma częściowo rozwiniętą powierzchnię szorstką, drobnochropowatą, ale zachowuje wyraźną formę typową dla środowiska glacialnego, na którą nałożyły się cechy eolizacji. Na obecność śladów tych dwóch środowisk na powierzchni ziarn kwarcu wskazuje także W. Wajda (1982) w oparciu o badania w mikroskopie skaningowym. Udział ziarn kwarcu o powierzchni jamistej w stosunku do podanych wyżej jest zdecydowanie niższy i wynosi od 2,33 do 6,33% (frakcja 1,0–0,5 mm), od 0,7 do 32,3% (frakcja 0,5–0,25 mm) i od 0,0 do 10,6% (frakcja 0,25–0,10 mm). Taki charakter powierzchni jest typowy dla ziarn przemieszczanych głównie przez saltację. Maksymalna zawartość ziarn o takiej powierzchni (około 20%) występuje w płaskach

południowej części obszaru arkuszy, w tym głównie w strefie brzegowej. W niewielkim procencie występują ziarna o powierzchni skorodowanej, często z nalotami tlenków żelaza, charakterystyczne dla środowisk, w których zachodzą procesy wietrzenia chemicznego. Podobny jest udział ziarn kwarcu o powierzchni wypolerowanej, gładkiej, błyszczącej, odzwierciedlającej według wielu badaczy długotrwałą spokojną obróbkę w środowisku wodnym. Analizowane relacje pomiędzy poszczególnymi grupami typów powierzchni ziarn kwarcu świadczą, że na osady piaszczyste decydujący wpływ wywarły środowiska glacialne i lądowe (eoliczne). Na powierzchni ziarn zaznacza się także wpływ środowiska morskiego. M. Wichrowska (1984), badając ziarna kwarcu z Ławicy Odrzanej w mikroskopie elektronowym, obserwowała obok zwartych pól pokrywających ziarna również elementy wzrostowe w formie tabulek, zniszczone częściowo przez procesy trawienia w wodzie morskiej i mechaniczne kolizje w środowisku przybrzeżnym.

Ziarna kwarcu są najczęściej bezbarwne i częściowo przezroczyste. Ponad 30% ziarn odznacza się obecnością wrostków gazowych i mineralnych. Obecność dużej liczby ziarn spękanych (ponad 20%) może świadczyć o postkrystalizacyjnych, dynamicznych deformacjach kwarcu. Ziarna te zawierają również wrostki, najczęściej gazowe. Udział ziarn pozostałych typów fizjograficznych (nieprzezroczyste, zabarwione i opalizujące) jest bardzo mały, średnio poniżej 5%. We frakcji 0,25–0,10 mm znaczny jest udział ziarn przezroczystych bez wyrostków (średnio 19,7%). Znaczna część ziarn kwarcu wykazuje charakterystyczne wygaszanie faliste i mozaikowe, a niekiedy również zbliźniczenia. Cechy te wskazują na pochodzenie ziarn kwarcu głównie z wietrzenia skał plutonicznych o znacznym zaangażowaniu tektonicznym.

Zawartość minerałów ciężkich we frakcji 0,25–0,10 mm wynosi od 0,12 do 20,37% wagowych (średnio 2,05% wag.). Generalnie wyższą koncentracją minerałów ciężkich odznaczają się osady północnej części ławicy Odrzanej oraz północno-wschodniego skłonu ławicy (tabl. VI). Skład minerałów ciężkich jest częściowo stały, znaczne zmiany obserwuje się natomiast w składzie ilościowym. Określowo zmienne dynamiczne oddziaływanie środowiska morskiego wywołane prądami falowo-wiatrowymi doprowadziło do selekcji ziarn mineralnych pod względem wielkości, kształtu oraz gęstości. Minerały o większej "pływalności"¹, jak np. amfibole i łuszczyki, gromadzą się w strefach o obniżonej aktywności hydrodynamicznej z tendencją do akumulacji osadów. Minerały o małej "pływalności"², jak granaty i minerały użyteczne, koncentrują się w rejonach o podwyższonej aktywności hydrodynamicznej – większego przemywania osadów. W płaskach drobnoziarnistych wśród minerałów ciężkich (tab.4) przeważają minerały przezroczyste w ilości 25,1–78,3% (średnio 58,9%), a następnie minerały nieprzezroczyste od 8,4 do 47,1% (średnio 25,8%). Znaczny jest również udział minerałów skorodowanych od 0,6 do 47,5% (średnio 11,5%). Ponadto występują okruchy skalne, maksymalnie do 15,7% i glaukonit do 5,1%. Dominującą rolę w zespole minerałów przezroczystych odgrywają granaty od 1,3 do 76,6% (średnio 36,4%), amfibole od 4,7 do 67,7% (średnio 30%), epidoty (średnio 12,1%) i pirokseny (średnio 7,0%). W podrzędnych ilościach, wys-

1 Minerały o większej "pływalności" – minerały, o pokrojach blaszkowych i tabliczkowych, mniejszych gęstościach, łatwiej wynoszone przez wodę..

2 Minerały o małej "pływalności" – minerały o pokrojach sferycznych, większych gęstościach, trudniej wynoszone przez wodę.

tepuje biotyt (0,0–12,3%), cyrkon (0,0–8,6%), chloryty (do 12,7%), staurolit (do 7,6%), monacyt (do 5%), rutil (do 4,4%), andaluzyt (do 3,7%), dysten (do 3,3%), turmalin (do 4,3%), sylimanit (do 3,7%), apatyty (do 2,3%). Sporadycznie występuje ksenotym, wolastonit, kordieryt, oliwiny, wezuwian, melilit, tytanit. Najwyższa koncentracja składników użytecznych (granaty, cyrkon, rutil, monacyt), powyżej 3% składu ilościowego minerałów przezroczystych, występuje w rejonie północno-wschodniej części Ławicy Odrzanej oraz na jej północno-wschodnim skłonie. Minerale nieprzezroczyste występują w ilości od 8,4 do 47,1% (średnio 25,8%) składu minerałów ciężkich. Wśród minerałów tej grupy przeważa ilmenit, w niewielkim procencie występuje magnetyt i bardzo rzadko hematyt. Podwyższone zawartości tych składników (powyżej 30%) pokrywają się z rejonami koncentracji cyrkonu, rutilu i monacytu. Przeważająca część piasków drobnoziarnistych charakteryzuje się zawartością minerałów nieprzezroczystych w ilości od 20 do 30%. Wartości powyżej 20% stwierdzono w południowej części Ławicy Odrzanej, południowo-wschodniej części obszaru arkusza oraz na północy na głębokości większej niż 36–40 m.

Wartości liczbowe stosunku zawartości granatów do zawartości amfiboli G/A (tabl. VII) wahają się od 0,02 do 16,3 (średnio 1,8); wskaźnik ten jest jednym z parametrów umożliwiających wydzielenie rejonów zmian aktywności hydrodynamicznej. Najniższe wartości, poniżej 0,5 występują w rejonie powierzchni szczytowej Ławicy Odrzanej oraz głębiej niż 30 m. Parametr ten wskazuje na przewagę minerałów o dużej "plywalności". Wartości G/A powyżej 2 charakterystyczne są dla piasków strefy brzegowej oraz obszaru na północ od ławicy do głębokości 30 m, gdzie przeważają minerale o najwyższych ciężarach właściwych. Stosunek wartości liczbowych wskaźnika A/B + Ch (amfibole/biotyty + chloryty) wykazuje dość znaczne różnice od 0,9 do 85. Wartości powyżej 10 występują głównie w środkowej i północnej części Ławicy Odrzanej oraz w południowej i północnej części obszaru arkusza. Na pozostałym obszarze, w tym również w strefie brzegowej, przeważają wartości poniżej 10, co wskazuje na krótki transport od źródeł zasilania (tabl. VIII).

Typowymi składnikami chemicznymi piasków drobnoziarnistych są SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 (tab. 6). Zawartość SiO_2 wynosi od 79,62 do 96,58% (średnio 92,63%). Koncentracja krzemionki wiąże się z obecnością kwarcu z rozkruszenia skał krystalicznych, który jest przeważającym składnikiem badanych osadów. Obecność Al_2O_3 (od 1,26 do 3,93%) zależy głównie od zawartości skaleni, tyczących i chlorytów oraz udziału frakcji ilastych. Procentowy udział Fe_2O_3 waha się od 0,12 do 6,1% (średnio 1,02%). Maksymalna koncentracja żelaza wiąże się z obecnością zwiększonego udziału minerałów nieprzezroczystych oraz obecnością glaukonitu, biotyty i piroksenów. Średnia zawartość TiO_2 wynosi 0,76% (od 0,08 do 5,48%). Obecność TiO_2 wiąże się głównie z dyferencjacją granulometryczną osadów, która doprowadziła do zwiększenia udziału frakcji drobnych oraz wzrostu zawartości takich minerałów jak ilmenit i rutil. Średnia zawartość MnO, CaO, Na_2O i K_2O jest bardzo mała i nie przekracza łącznie 2%.

Pośród pierwiastków śladowych stosunkowo wysoką koncentrację mają Ti i Zr w piaskach o zwiększonej koncentracji minerałów ciężkich. Najwyższe koncentracje Ti wynoszące 14390 ppm – 1,4% i Zr w ilości 2890 ppm – 0,29% stwierdzono w osadach północno-wschodniego skłonu Ławicy Odrzanej, tj. w rejonie maksymalnych zawartości minerałów użytecznych. Średnie zawartości pozostałych pierwiastków wynoszą: Ba – 129,9 ppm, Sr – poniżej 100 ppm, B – 46,54 ppm, Cr – 30,35 ppm,

Zn – 32,84 ppm, Pb – 13,85 ppm, V – 8,36 ppm, Co – 7,72 ppm, Ni – 7,54 ppm, Ga – 6,3 ppm, Cu – 4,69 ppm. Średnie koncentracje pierwiastków ziem rzadkich w piaskach o podwyższonych zawartościach minerałów ciężkich są niskie i wynoszą: Ce – 21,18 ppm, La – 18,4 ppm, Y – 3,87 ppm, Sc – 0,39 ppm.

Występująca w piaskach drobnoziarnistych makrofauna zaliczana jest zgodnie z wynikami badań H. Pachtwy (1977) do form wybitnie płytkowodnych. Występują tu głównie *Mya arenaria* (L.), *Cardium lamarcki* (Reeve), *Mytilus edulis* (Linne) i typowy dla południowego Bałtyku *Macoma balthica* (Linne) o różnym stopniu zachowania skorup. Większy stopień zniszczenia przypada na skorupy małżów z rodzaju *Cardium* i *Macoma*, natomiast skorupy ślimaków wykazują mniejszy stopień korozji. Ogólny stan zachowania fauny wskazuje na daleki transport i wielokrotną przeróbkę materiału piaszczystego.

Warstwa piasków drobnoziarnistych odznacza się dużą jednorodnością w pionie. Wyniki badań próbek z rdzeni nie wykazały zasadniczej zmienności zarówno w składzie ziarnowym jak i mineralnym. Tylko miejscami obserwuje się nieznaczny wzrost domieszki frakcji grubszych powyżej 0,25 mm lub drobniejszych poniżej 0,1 mm lub lokalne podkoncentrowanie określonych składników mineralnych. Brak jest jednak wyraźnych korelacji umożliwiających wydzielenie warstw osadów o tych samych cechach na określonych głębokościach pod dnem. Występujące różnice w składzie ziarnowym czy mineralnym wiązać należy z okresowo zmiennymi warunkami sedymentacyjnymi w morzu litorynym i morzu bałtyka. Mniej ustabilizowane warunki panowały w rejonie przyległym do Ławicy Odrzanej, gdzie w kilku rdzeniach występują przewarstwienia piasków średnioziarnistych wśród piasków drobnoziarnistych.

Piaski muliste morskie – $\text{m}_{\text{mp}}\text{H}_{3-5}$. Osady te zajmują powierzchnię dna na głębokości 45–50 m. W osadzie dominuje frakcja 0,25–0,062 mm od 52,2 do 72,4% (średnio 63,1 %) przy znacznym udziale frakcji poniżej 0,062 mm (średnio 31,6%). Udział frakcji 2,0–0,25 mm jest minimalny i wynosi średnio 1,7%. Z powyższego rozkładu wynika średnia średnica ziarn (Mz), o wartości od 3,48 do 5,0% (średnio 3,93%). Krzywe rozkładu wielkości ziarn są dodatnie i nie przekraczają 0,55, a wartości spłaszczenia (K_G) wynoszą od 0,94 do 2,1 (średnio 1,55). Osady są umiarkowanie i źle wysortowane (σ_1 od 0,62 do 1,59, średnio 0,96) (tabl. IV). Piaski muliste są szare i ciemnoszare o słabym zapachu H_2S z domieszką części organicznych. Zawierają skorupki *Macoma* i makroskopowo widoczne niewielkie ilości tyczących. W składzie minerałów ciężkich, których zawartość we frakcji 0,25–0,10 mm waha się od 0,3 do 0,6% wag., przeważają minerale przezroczyste (od 73,0 do 92,6%), (średnio 83,7%), następnie minerale zmienione (od 3,7 do 12,7%, średnio 7,5%). Minerale nieprzezroczyste występują tu w ilościach od 3,1 do 9,8% (średnio 5,9%). Ponadto, w niewielkiej ilości występują okruchy skalne do 3,6% i glaukonit do 4,4%. Nie stwierdzono obecności węglanów detrytycznych. W zespole minerałów przezroczystych przeważają chloryty (średnio 34,4%), amfibole (średnio 24,5%), biotyt (średnio 7,4%), a udział pozostałych minerałów jest bardzo mały. Średnia wartość G/A wynosi 0,12 (od 0,03–0,3), a wskaźnika A/B + Ch wynosi 0,6 (od 0,3 do 1,1). Badania derywatograficzne wykonane dla 3 próbek wykazały obecność przede wszystkim kwarcu (70–80%) oraz zawartość substancji organicznej od 1,7 do 2,2%.

Muły piaszczyste morskie – $\text{m}_{\text{mp}}\text{H}_{3-5}$. Występują w północno-wschodniej części obszaru arkusza Dziwnów, głębiej niż 50 m, zajmując niewielką powierzchnię dna.

Osady są barwy szarej. Warstewka stropowa (2–3 cm) ma na ogół galaretowatą konsystencję i słaby zapach H_2S . Występuje w nich *Macoma*. Stwierdzono też ślady tęczyczków. Wyszortowanie osadów jest złe. Wartości Mz mieszczą się w przedziale od 4,63 do 5,35 φ (średnio 4,91 φ). Zawartość frakcji 0,062–0,04 mm wynosi od 45 do 59% (średnio 53,4%), frakcji powyżej 0,062 mm – średnio 37,3%, a frakcji poniżej 0,04 mm – średnio 9,2%. Badania derywatograficzne wykonane dla 1 próbki wykazały, że w składzie mineralnym występuje głównie kwarc (około 75%), a zawartość substancji organicznej wynosi około 3%.

Muły – $m_{mi}H_{3-5}$ | muły ilaste morskie – $m_{mi}H_{3-5}$. Zajmują niewielki północno-wschodni skraj arkusza Dziwnów, na głębokości poniżej 55 m. Obecność tych utworów stwierdzono jedynie w dwóch próbkach powierzchniowych. Są to osady o galaretowatej konsystencji, zapachu H_2S , barwy szaroczarnej, źle wysortowane. Udział frakcji 0,062–0,039 mm wynosi dla mułów 78%, a dla mułów ilastych 64%. Zawartość frakcji piaszczystej odpowiednio 12 i 16%, a frakcji ilastej poniżej 0,039 mm – 10 i 20% (tabela 2).

Piaski eoliczne w wydmach – w. Występowanie i charakter tych osadów jest szczegółowo przedstawiony w opracowaniach poszczególnych arkuszy Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000 obejmujących strefę brzegową sąsiadującą z omawianym obszarem. Tu uwzględniono jedynie występowanie piasków eolicznych w wydmie przewierconej w otworze Międzywodzie IG 3. Są to piaski drobnoziarniste, żółte, z domieszką substancji humusowych. Miąższość osadów wynosi 2,5 m, leżą one na morskich płaskach drobnoziarnistych.

ROZWÓJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ

W rozwoju budowy geologicznej obszaru arkuszy zaznacza się kilka okresów, które pozostawiły efekty decydujące o obecnym jej obrazie.

Pierwszy z nich, rozpoznany w minimalnym stopniu, przypada na schyłek mezozoiku. W tym czasie obszar wchodził w skład wielkich jednostek strukturalnych, w których dominowała sedymentacja morska. Sedymentacja ta trwała jeszcze w paleogene kiedy to przynajmniej część omawianego obszaru znalazła się w obrębie bruzdy polsko-duńskiej. Pozostałością po morzu tego wieku są osady paleocenu z bogatą fauną otwornic, licznymi szczątkami mszywiolów i igłami jeżowców, zachowaną na obszarze północnej części arkusza Dziwnów. Nie stwierdzono młodszych ogniw trzeciorzędu. Można sądzić, że w neogene dominowały procesy denudacji w warunkach subaeralnych, a osady jakie ewentualnie były zdeponowane w tym obszarze zostały później zniszczone.

Następny etap rozwoju wiąże się ze zlodowaceniami w plejstocenie. W tym czasie działały również intensywne procesy erozyjne i denudacyjne. Stwierdzono ślady jedynie dwóch młodszych zlodowaceń.

Bezpośrednio na skały podłoża mezozoicznego wkroczył, jak się przypuszcza, lądolód zlodowacenia środkowopolskiego. Zachował się po nim jeden poziom glin

zwałowych. Zasadnicze znaczenie ma w tym czasie działalność wód roztopowych, które częściowo rozmywały gliny, pozostawiając serię piasków wodnolodowcowych. Następuje znaczne wyrównanie terenu maskujące starszą rzeźbę.

Z okresu zlodowacenia północnopolskiego zachowała się glina zwałowa o niewielkiej miąższości, a w północnej części obszaru również lokalna strefa marginalna. Deglacjacja tej części obszaru nastąpiła około 16 tys. lat temu. Tak jest określony metodą termoluminescencyjną wiek zdeponowanych tu glin zwałowych (tab.1). Na południowy wschód od Ławicy Odrzanej procesy denudacyjne i erozja usunęły górną część warstwy gliny. Wiek gliny nawierconej w otworze W 4 został określony na około 46 ka BP.

Począwszy zatem od ostatniej deglacjacji obszar rozwijał się w sposób zróżnicowany. W północnej części, bezpośrednio po wycofaniu się ostatniego lądolodu, powstaje zbiornik wypełniany brązowymi, wapnistymi ilami. W dolnej części osady mogą mieć wyraźne cechy ilów warwowych. Osady takie stwierdzono na obszarze sąsiedniego arkusza Kołobrzeg (Sz. Uścińowicz, 1989). Fragment zbiornika, którego ślady pozostały na północnym krańcu obszaru uznano za bałtyckie jezioro lodowe. Obecny zasięg zdeponowanych w nich ilów ogranicza się do głębokości większych niż 45 m.

Na obszarze omawianego arkusza nie udokumentowano obecności morza yoldia, gdyż brzeg tego zbiornika oddalony był na północ. O. Kolp (1974) wyznacza taras morza yoldia na południowym skłonie głębi Bornholmskiej na głębokości 60 m. Jezioro ancylusowe transgredowało przypuszczalnie na obszar północnej części arkusza Dziwnów, a jego zasięg może ewentualnie wyznaczać taras abrazyjny stwierdzony na głębokości 35–38 m. Był to jednak epizod w rozwoju obszaru nie udokumentowany obecnością osadów tego zbiornika.

W odróżnieniu od północnej części obszaru część południowa od ostatniej deglacjacji do okresu atlantyckiego była lądem. Początkowo, jak już wspomniano, dominowały tu procesy denudacji i erozji. Doprowadziły one do częściowego, a miejscami całkowitego zniszczenia najmłodszego poziomu glin zwałowych. Okres działania procesów niszczących był krótki. Już w późnym glacialu następuje zapełnianie osadami lokalnych zagłębień w przemodelowanej powierzchni glacialnej. Początkowo w zbiornikach stwierdzonych na południowy wschód od Ławicy Odrzanej odkładają się osady mulisto-ilaste. Spotyka się w nich wkładki torfów z słodkowodną fauną ślimaków. Po sedymentacji mulisto-ilastej i organicznej następuje zasypywanie zbiorników osadami piaszczystymi. Proces ten trwa po okres wczesnoatlantycki do początków transgresji litorynowej. Niezwykle istotna jest data C14 najniższych stwierdzonych w tym rejonie utworów organicznych (tab.1). Wynosi ona 14060 ± 220 lat BP i dobrze koresponduje z wiekiem TL gliny zwałowej 16 ka BP, zdeponowanej na północy obszaru. W oparciu o te datowania należy przyjąć, że omawiany obszar został uwolniony spod lodu wcześniej niż sąsiednia środkowa część wybrzeża i przylegające do niej dno Bałtyku. Powszechnie przyjmuje się za B. Rosą (1967), że deglacjacja tych ostatnich nastąpiła po fazie gardzieńskiej około 12 tys. lat temu.

Transgresja morza litorynowego w okresie atlantyckim miała zasadniczy wpływ na ukształtowanie obecnej rzeźby terenu. Wkraczające morze abraduje brzegi i dno. Tworzy się pokrywa piaszczysta o zmiennej miąższości, która w dalszym ciągu zmniejsza deniwelację i zaciera ślady dawnej rzeźby. Największe miąższości pokrywa ta osłaga w rejonie Ławicy Odrzanej, dzięki czemu forma ta wyróżnia się w obecnej

rzeźbie dna. Wydaje się, że geneza jej ma swoje założenia w budowie podłoża czwartorzędowego, które w rejonie ławicy, a przynajmniej w obszarze badań sejsmoakustycznych, jest wyniesione w stosunku do otaczającego terenu. Struktury glacialne w podłożu ławicy, na które wskazywał H. Kiewe (1960, 1963), mają znaczenie raczej drugorzędne. W niektórych miejscach ławicy, pod pokrywą litorynową brak w ogóle glin z ostatniej deglacjacji, a pokrywa płasków litorynowych zalega również na serli płaszczystej, którą można przypuszczalnie wiązać z płaskami i żwirami wodnolodowcowymi stwierdzonymi na południowy wschód od Ławicy Odrzanej. Brak odpowiednio głębokich wierceń w tym obszarze uniemożliwia określenie charakteru i sposobu zalegania pokrywy litorynowej na starszych osadach. Wykazany w niektórych miejscach brak śladów ostatniej deglacjacji dowodzi pośrednio o silnej abrazji transgredującego morza. Typową warstwę transgresywną stwierdzono w wielu rdzeniach zlokalizowanych poza powierzchnią ławicy. Pokrywa płaszczysta zaczęła się tworzyć przy poziomie morza o około 15 m niższym od obecnego, a następnie powolnym podnoszeniu do poziomu około 10 m i wyżej. Powstały wtedy tarasy abrazyjne na głębokościach 11–15 m oraz 7–8 do 10 m. W tym czasie północno-wschodni odcinek obecnej ławicy był mierzłą oddzielającą wody transgredującego morza od zalewu występującego na jej zapleczu. Południowa część ławicy była także lądem, na którym panowały procesy eoliczne. W ówczesnej strefie brzegowej podczas transportu pod wpływem prądów przydennych odbywała się selekcja materiału płaszczystego i deponowanie go w miejscach osłabiania siły transportującej. Powstanie pokrywy płaszczystej w efekcie procesów dynamicznych, zachodzących w dwóch odmiennych środowiskach – morskim i lądowym (eolicznym) wykazali już Z. Jurowska i R. Kotliński (1976). Z powstaniem pokrywy płaszczystej w środowisku litoralnym podczas transgresji morza litorynowego, a w szczególności z utworzeniem pokrywy Ławicy Odrzanej w ówczesnej strefie brzegowej przy współdziałaniu procesów eolicznych, zgadzają się wszyscy autorzy, którzy dotychczas podejmowali ten problem (W. Deecke 1905, O. Kolp 1967, B. Rosa 1967, W. Wajda 1982). Jedynie O. Prątle (1939, 1948) nie uwzględnił litoralnych czynników, a powstanie pokrywy płaszczystej wiązał z działalnością prądów przydennych. Pogląd tego autora wynika z jego ogólniejszej koncepcji dotyczącej strefowego rozmieszczenia poszczególnych typów osadów na dnie.

Ostatni okres w rozwoju geologicznym obszaru przypada na fazę morza baltica. Jesi to początek powstawania głównych zarysów współczesnego brzegu. Procesy zachodzące na dnie są kontynuacją zjawisk rozpoczętych w czasie transgresji litorynowej. Są to określone procesy hydrodynamiczne. Z ich natężeniem i intensywnością wiąże się współczesne rozmieszczenie osadów na dnie i ich zróżnicowanie litologiczne. Analiza zespołu cech litologicznych osadów powierzchniowych umożliwiła wydzielenie obszarów dna o odmiennych procesach sedymentacyjnych. Przeważającą część to obszary redepozycji, mniejszą powierzchnię zajmują strefy abrazji i depozycji osadów. Rozmieszczenie tych obszarów obrazuje mapa litodynamiczna skonstruowana w oparciu o wnikliwą analizę cech litologicznych osadów (tabl. I–VIII).

Obszar płytkomorski

Strefa o przewadze abrazji głównie płasków drobnoziarnistych obejmuje północno-wschodni skłon Ławicy Odrzanej i przyległy obszar na głębokości od około 13 do około 20 m oraz niewielki obszar na południowy wschód od Ławicy. W tym obszarze wpływ czynników hydrodynamicznych sprowadza się głównie do zróżnicowania mineralnego – wyraźnej redukcji minerałów o niższych ciężarach właściwych przy równoczesnym wzroście minerałów o ciężarach wyższych. Uziarnienie osadów tej strefy charakteryzuje się dużą jednorodnością. Zawartość frakcji 0,25–0,125 mm waha się od 60 do 80%, stwierdzono też, że w przedziale 0,25–0,10 mm mieści się prawie 100% osadu. Charakter materiału różnicuje się tu, jak już wspomniano, przede wszystkim pod kątem koncentracji określonych gatunków minerałów ciężkich, a suma tych minerałów dochodzi do maksymalnej wartości 20,37 % wag. Przeważają minerały nieprzezroczyste (ilmenit), a wśród przezroczystych składniki o najwyższych gęstościach, w tym głównie granaty, cyrkon, rutil, monacyt i inne. Wartości współczynnika mineralnego G/A wynoszą przeważnie powyżej 2, a maksymalnie osłgają wartość około 8. Według diagramu C–M osady reprezentują V i VI typ genetyczny, co oznacza, że są przemieszczane w zawieszynie frakcjonalnej i na drodze saltacji.

Strefa o przewadze abrazji osadów płaszczysto-żwirowych i płaszczystych przylega do wysoczyzny wolińskiej i ciągnie się w kierunku wschodnim do granicy obszaru arkusza Dziwnów. Obejmuje strefę brzegową od podwodnego skłonu brzegowego do głębokości około 15 m oraz lokalnie niewielkie obszary na północ od tej strefy. Osady w obszarze abrazyjnym powstały w wyniku rozmywania dna i strefy brzegowej, a zróżnicowany skład litologiczny tych osadów jest wynikiem głównie falowania i zmienności prądów przydennych. Zróżnicowanie mechaniczne osadów zmniejsza się ku zachodowi i ku północy, to jest w kierunku transportu materiału. W wyniku tego procesu obserwuje się lepsze wysortowanie osadów. Jednocześnie w składzie minerałów ciężkich stopniowo zwiększa się udział amfiboli, które dzięki tabliczkowatemu pokrojowi odznaczają się lepszą „pływalnością”, a zmniejsza się zawartość granatów – minerałów o pokrojach sferycznych. Zmniejszanie wartości współczynnika mineralnego G/A wraz z oddalaniem się od brzegu oraz w kierunku ze wschodu na zachód wskazuje na osłabienie procesu abrazji i tendencję do redepozycji osadów. Transport osadów jest krótki o czym świadczą stosunkowo wysokie wartości współczynnika mineralnego A/B + Ch. Przemieszczanie osadów odbywa się na drodze toczenia, wleczenia, saltacji i w zawieszynie frakcjonalnej, a natężenie tego procesu zależy od okresowo zmiennych prędkości prądów przydennych. Takl mechanizm transportu wynika z zależności C – M (wartość 1 percentyla – wartość mediany), która wykazała grupowanie osadów w segmentach odpowiadających wyróżnionym przez R. Passegę i R. Byramjee (1969) typom genetycznym I, II, IV, V.

Strefa redepozycji głównie płasków drobnoziarnistych zajmuje największe obszary dna. Występuje na południe od Ławicy Odrzanej w strefie głębokości 10–20 m i na północ od tej formy w strefie głębokości 13–35 m. W porównaniu do strefy wyżej opisanej zróżnicowanie mechaniczne i selekcja mineralogiczna są tu bardziej zaawansowane. Występujące tu piaski są dobrze i umiarkowanie dobrze wysortowane. Zawartość frakcji 0,25–0,125 mm wynosi od 60 do 80%. Udział minerałów ciężkich w części północnej wynosi poniżej 3% wag., a w części południowej zawiera się

głównie w przedziale od 0,5 do 1%, lokalnie osiągając 2%. W składzie minerałów ciężkich obserwuje się równowagę udziału minerałów o pokrojach zróżnicowanych z tendencją do przewagi ziarn o formach sferycznych. Wartości G/A wahają się od 1 do 3. Piaski transportowane są głównie w zawiesznie frakcjonalnej (typ genetyczny V), a lokalnie na drodze saltacji (typ IV) i toczenia (typ I).

Strefa redepozycji osadów piaszczystych obejmuje podwodny skłon brzegowy na odcinku od wschodniej granicy obszaru arkusza Dziwnów po Wisłę oraz niewielki obszar przylegający do strefy abrazji osadów piaszczysto-żwirowych i piaszczystych. Strefa ta charakteryzuje się nieustabilizowanymi procesami hydrodynamicznymi. Uziarnienie osadów jest bardzo zróżnicowane. Zawartość frakcji 0,25 - 0,125 mm waha się w dużym zakresie od 10 do 60%, a w rejonie podwodnego skłonu brzegowego nawet do 80% (średnia średnica ziarn Mz od 0,0 do ponad 3 ϕ), a wysortowanie osadów jest od dobrego do bardzo złego. Zawartość minerałów ciężkich nie przekracza 1% wag., przy czym nie obserwuje się tu zdecydowanej przewagi określonych minerałów świadczących o procesie selekcji mineralnej. Osady reprezentują I, II, IV, V typ genetyczny według diagramu C - M I mogą być transportowane na drodze toczenia, wleczenia, saltacji oraz w zawiesznie frakcjonalnej.

Strefa depozycji skokowej piasków drobnoziarnistych obejmuje powierzchnię szczytową Ławicy Odrzanej, strefę brzegową sąsiadującą z Bramą Świny, lokalne obszary południowej części arkusza Dziwnów oraz obszary położone na północ od ławicy. W strefie tej występują piaski o dużej jednorodności. Zawartość frakcji 0,25-0,125 mm dochodzi do 100%, a wysortowanie osadów jest głównie bardzo dobre i dobre, rzadziej umiarkowanie dobre. W składzie minerałów ciężkich, których suma nie przekracza 1% osadu, obserwuje się znacznie większy udział minerałów o pokrojach tabliczkowych. Wartości współczynnika mineralnego G/A są poniżej 0,5. Osad o takich właściwościach wskazuje na przewagę procesu akumulacji a okresowe przemieszczanie osadów może zachodzić we frakcjonalnej zawiesznie ziarnowej (typ genetyczny V).

Obszar głębokomorski

Strefa depozycji okresowej piasków drobnoziarnistych, piasków mułastych i mułów piaszczystych występuje w północnej części arkusza Dziwnów, poniżej 45 m głębokości. Zróżnicowanie osadów tej strefy jest wynikiem zmiennego nasłaniania tempa sedimentacji oraz zależy od charakteru dostarczanego materiału. Wysortowanie osadów od dobrego do złego wskazuje na okresowe dostarczanie frakcji piaszczystych. Osad deponowany jest głównie z zawiesziny jednorodnej (typ genetyczny VI, VII), rzadziej z zawiesziny ziarnowej. W składzie minerałów ciężkich występujących w ilości mniejszej niż 0,5% wag., przeważają ponad dwukrotnie minerały o pokrojach tabliczkowych (G/A poniżej 0,5), znaczący jest też udział minerałów blaszkowych (biotytu i chlorytu). Wskaźnik mineralny A/B + Ch ma wartość poniżej 3.

Strefa depozycji ciąglej mułów i mułów ilastych obejmuje północny skraj arkusza Dziwnów poniżej izobaty 55 m. Odznacza się spokojną sedimentacją osadów, w których przeważa frakcja poniżej 0,062 mm (ponad 85%). Osad jest źle wysortowany, a dostarczony jest z zawiesziny jednorodnej (typ genetyczny VI). Udział frakcji piaszczystych jest minimalny, poniżej 1% (2-3%), a w jej składzie dominują minerały blaszkowe (A/B + Ch poniżej 1) oraz amfibole.

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-SUROWCOWA

Wykonane badania umożliwiły wskazanie rejonów, w obrębie których występujące osady mogą być rozpatrywane jako prognostyczny surowiec dla celów przemysłowych (mapa boczna "Prognozy surowcowe"). Perspektywiczność obszaru objętego arkuszami Dziwnów i Szczecin należy wiązać z osadami piaszczystymi oraz naturalnym wzbogaceniem osadów w minerały ciężkie, w tym głównie w składniki użyteczne (cyrkon, rutil, monacyt, granaty, ilmenit). Osady piaszczysto-żwirowe, żwirowo-piaszczyste oraz ilaste uznano za złoża pozabilansowe.

Surowce żwirowo-piaszczyste i surowce piaszczysto-żwirowe

Osady żwirowo-piaszczyste (żp) i piaszczysto-żwirowe (pż) występują jedynie lokalnie w południowo-wschodniej części arkusza poza wyznaczonym rejonem perspektywnym. Ich obecność wiązać należy z procesami rozmywania leżącej niżej gliny zwałowej. W aspekcie przydatności przemysłowej osady uznaje się za złoża pozabilansowe.

Surowce piaszczyste

Obszar perspektywny występowania piasków (p) obejmuje Ławicę Odrzaną oraz południowo-zachodnią, północną i północno-wschodnią część obszaru do niej przyległego. Piaski drobnoziarniste tego obszaru, z uwagi na dużą jednorodność składu ziarnowego i mineralnego, mogą być brane pod uwagę jako surowiec prognostyczny dla celów przemysłowych (piaski szklarskie, formierskie, podszadkowe, budowlane). Duża jednorodność składu ziarnowego ma swoje odzwierciedlenie w bardzo dobrym i dobrym ich wysortowaniu, a średnia średnica ziarn mieści się głównie w przedziale 2,3-2,7 ϕ (0,2-0,15 mm).

W odrębie obszaru perspektywnego wydzielono trzy rejon występowania piasków szklarskich, które rozpoznano w stopniu odpowiadającym kategorii D₂.

Rejon I, o powierzchni około 115 km², obejmuje głównie szczytową powierzchnię Ławicy Odrzanej. Zawartość frakcji podstawowej (0,1-0,5 mm) w piaskach tego rejonu wynosi 93,0-99,0% (średnio 99,2%). Rejon II i III położone są w obrębie Ławicy Odrzanej. Powierzchnie tych rejonów wynoszą około 9 km² (rejon II) i około 10 km² (rejon III). Udział frakcji podstawowej w osadach wynosi — dla rejonu II od 97,2-99,7% (średnio 99,4%), a dla rejonu III od 98,4-99,8% (średnio 99,4%). Ziarna o średnicy powyżej 0,5 mm i poniżej 0,1 mm w osadach wszystkich trzech rejonów mieszczą się w granicach normy PN-63/G-13101. Badania chemiczne próbek osadów powierzchniowych (czerpakowe) oraz osadów z rdzeni wykazały, że piaski te charakteryzują się zawartością SiO₂ średnio 95%. Z uwagi na znaczny udział tlenków barwiących Fe₂O₃, Al₂O₃ i TiO₂ osad ten w stanie naturalnym odpowiada jedynie klasie 6 normy szklarskiej. Średnia zawartość węglanów w osadach wynosi: rejon I — 0,39%, rejon II — 0,79%, rejon III — 0,43%.

Zgodnie z normą branżową BN – 68/4021–19 osad o podanych właściwościach odpowiada wymogom piasków formierskich 4k odmiany jednorodnej. W. Piotrowicz (1973) na podstawie wyników badań jedenastu próbek osadów powierzchniowych oraz osadów z dwóch rdzeni pobranych w rejonach I i II stwierdza, że osady te stanowią korzystny materiał surowcowy, a stosunkowo duża zawartość tlenków barwiących wiąże się głównie z frakcją drobniejszą. Poprawę składu chemicznego uzyskać można drogą odsiewu tej frakcji. Wyniki analiz chemicznych próbek z rdzenia R 30 (rejon II) wykonane dla frakcji 0,3–0,12 mm wykazały średnią zawartość SiO_2 w ilości 96,25%, Fe_2O_3 – 0,12%, $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ – 2,19%. Analizy chemiczne próbek pełnych (bez podziału na frakcje) z tego samego rdzenia wykazały nieco niższą zawartość średnią SiO_2 – 95,7% i wyższą zawartość średnią Fe_2O_3 – 0,2%. Nie stwierdzono zmian w zawartości Al_2O_3 i TiO_2 . Powyższe wskazują, że odpowiednie uszlachetnianie piasków (np. przesiew) może dać surowiec zbliżony do wymagań normy szklarskiej klasy 5, który całkowicie spełnia warunki dla klasy 6. Na podstawie wyników badań technologicznych dwóch próbek O. Juskowiak (O. Juskowiak i in., 1976) stwierdza, że osad ten po zastosowaniu technologii selektywnego wzbogacania może być wykorzystany jako piasek formierski i szklarski.

Perspektywiczność omawianych rejonów zwiększa znaczna miąższość piasków o podobnych parametrach. Z uwagi na stosowany do poboru rdzeni sprzęt (sonda wibracyjna o długości 3,0 m), seria nie została przewiercona. Z opublikowanych danych i badań sejsmoakustycznych wynika, że miąższość pokrywy płaszczystej Ławicy Odrzańskiej wynosi 6–7 m, a lokalnie i więcej. Długość rdzeni pobranych w omawianych rejonach wynosi w rejonie I od 0,72 do 2,68, w rejonie II od 1,33 do 2,35 a w rejonie III od 2,2 do 2,4 m. Do obliczenia szacunkowych zasobów w kat. D₂ przyjęto dwumetrową miąższość serii płaszczystej, powierzchnię rejonów podaną w tabeli 7 oraz gęstość objętościową piasków 1,45 t/m³. Przy założeniu tych zasoby wynoszą: rejon I – 330 mln t, rejon II – 26 mln t, rejon III – 29 mln t.

Charakterystyka obszarów perspektywicznych

Rejon	Powierzchnia km ²	Liczba próbek powierzchniowe z rdzenia	Uziarnienie (mm) Zawartość frakcji (%)		
			powyżej 0,5	0,5 – 0,1	poniżej 0,1
I	115	33 66	0,0–2,2 ^x	93,0–99,9	0,0–3,2
			0,23 ^{xx}	99,22	0,55
II	9	1 40	0,0–0,3	97,2–99,7	0,0–2,6
			0,08	99,36	0,56
III	10	2 33	0,0–0,4	98,4–99,8	0,1–1,5
			0,14	99,42	0,44

x wartość ekstremalna
xx wartość średnia

Granicę całego obszaru perspektywicznego występowania surowców płaszczystych wyznaczono głównie w oparciu o wyniki badań granulometrycznych. Piaski występujące w obszarze perspektywicznym, poza opisanymi wyżej rejonami, charak-

teryzują się podobnym składem ziarnowym. Wartości odchylenia standardowego wskazują na bardzo dobre i dobre wysortowanie, a średnia średnica ziarn mieści się głównie w przedziale 2,3–2,7φ. Sądzić należy, że osady te charakteryzują się składem chemicznym podobnym do osadów opisanych wyżej, choć wykonane analizy dla 9 próbek pobranych w południowo-wschodniej części obszaru perspektywicznego wskazują na niższą zawartość SiO_2 (średnio 92,7%). Wartości średnie pozostałych składników są natomiast nieco wyższe i wynoszą: Fe_2O_3 – 0,86%, TiO_2 – 0,54%, Al_2O_3 – 2,48%, CaO – 0,5%, węglany – 0,63%.

Właściwe zakwalifikowanie i przeznaczenie osadów obszaru perspektywicznego dla celów przemysłowych wymaga szczególnych badań surowcowych uwzględniających również kryteria techniczno-ekonomiczne eksploatacji. Na obecnym etapie rozpoznania istniała jedynie możliwość wyznaczenia obszaru perspektywicznego występowania osadów o właściwościach surowcowych. Wstępnie też zakwalifikowano te osady jako piaski szklarskie, formierskie, podsadzkowe i budowlane.

Piaski wzbogacone w minerały ciężkie (pc) będące źródłem surowców metalicznych (ilmenit, cyrkon, monacyt, granaty) występują w północno-wschodniej części ławicy Odrzańskiej oraz na jej skłonie w obrębie tarasu abrazyjnego wyciętego w piaskach morskich na głębokości 11–15 m i w obrębie zatopionego wału mierzejowego, a także na sąsiadującej z nim od północy równinie akumulacyjno-abrazyjnej. Największe wzbogacenia piasków w minerały ciężkie są związane z głębokościami morza od 12 do 14 m.

Perspektywiczność piasków ławicy Odrzańskiej wykazały już wspólne badania geologiczne prowadzone przez Oddział Geologii Morza Instytutu i Zentrales Geologisches Institut w Berlinie w latach 1974–1975. Rezultaty wykonanych wówczas pomiarów radiometrycznych i badań mineralno-petrograficznych wykorzystano w późniejszych pracach kartograficznych (Z. Jurowska i in. 1978) i wyznaczono w tym rejonie cztery obszary perspektywiczne. Odznaczają się one stosunkowo najwyższymi zawartościami sumy minerałów ciężkich i jednocześnie maksymalnymi

występowania piasków szklarskich (kat. D₂)

Składniki chemiczne %					Liczba analiz chemicznych
SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	TiO_2	CaO	
92,99–97,21	0,08–0,79	1,26–2,8	0,06–0,55	0,11–0,68	16
94,91	0,27	1,87	0,17	0,32	
93,8–95,89	0,11–0,62	2,06 – 2,70		0,33–0,61	11
95,04	0,26	2,27		0,49	
94,58–95,44	0,2–0,54	1,95–2,16	0,16–0,38	0,22–0,43	2
95,01	0,37	2,05	0,27	0,32	

udziałami składników użytecznych we frakcji 0,25–0,10 mm, która stanowi w tych obszarach średnio ponad 83% masy osadu. Obszary perspektywiczne (od A do D) przedstawione są na mapie prognoz surowcowych (mapa boczna), a zawartość

składników użytecznych obliczona w oparciu o badania mikroskopowe podana jest w tabeli 8.

Przedstawione w tabeli 8 wielkości bazują na punktowym opróbowaniu osadów, a zasięg obszarów perspektywicznych wyznaczono drogą interpolacji. Z otrzymanych danych wynika, że najwyższe nagromadzenia składników użytecznych występują w obszarach C i B. Rozpoznanie oparte jest tam na pojedynczych próbkach przy czym jeden punkt badawczy przypada na 1 km² w obszarze B i na 1,8 km² powierzchni w obszarze C. Obszary A i D charakteryzują się niższymi zawartościami składników użytecznych, lecz tworzą zwarte pola o znacznej powierzchni. Tu jeden punkt badawczy przypada odpowiednio na 2,2 km² (obszar A) i na 3,9 km² (obszar D). Miąższość warstwy wzbogaconej w minerały ciężkie (w rozumieniu złożowym) jest niewielka i zakłada się, że wynosi ona 20–30 cm. Biorąc pod uwagę powierzchnię wyznaczonych obszarów i ciężar objętościowy piasku z Ławicy Odrzanej równy 1,45 t/m³, można przewidywać, że zasoby perspektywiczne piasków wzbogaconych w minerały ciężkie w rejonie Ławicy Odrzanej wynoszą około 30–45 mln ton.

Tabela 8
Charakterystyka obszarów perspektywicznych występowania piasków wzbogaconych w minerały ciężkie (kat. D₂)

Obszar perspektywiczny	Powierzchnia obszaru km ²	Liczba próbek	Zawartość frakcji 0,25 – 0,1 %wag.	Zawartość mineralów ciężkich %wag.	Zawartość składników użytecznych w kg/t osadu		
					ilmenit magnetyt	granaty	cyrkon, rutil monacyt
A	11	5	82,3 – 87,3 x (84,4) xx	2,7 – 6,0 (3,9)	10,1 – 21,0 (13,4)	5,4 – 16,2 (9,2)	1,0 – 1,8 (1,4)
B	3	3	82,3 – 86,7 (83,8)	4,8 – 20,4 (10,3)	14,7 – 64,0 (32,6)	10,3 – 63,5 (32,1)	0,8 – 5,1 (2,7)
C	5,5	3	87,1 – 92,4 (88,9)	5,5 – 13,4 (9,5)	22,6 – 56,6 (42,2)	11,8 – 29,8 (22,9)	1,0 – 8,0 (3,9)
D	85	22	67,3 – 91,9 (86,7)	2,7 – 7,2 (5,1)	10,1 – 29,2 (18,6)	4,4 – 21,0 (12,4)	0,8 – 3,3 (1,8)

x wartość ekstremalna
xx wartość średnia

Piaski z Ławicy Odrzanej wykazują ilościową przewagę składników magnetycznych o wysokiej zawartości ilmenitu (z domieszką magnetytu i granatów) nad składnikami niemagnetycznymi, których głównym minerałem jest cyrkon. Wykazały to badania mineralogiczne i potwierdziły badania technologiczne siedmiu próbek (O. Juskowiak i in. 1976). Składniki użyteczne gromadzą się przede wszystkim w koncentracjach uzyskanych z klas ziarnowych poniżej 0,20 mm. Z technologicznego punktu widzenia wzbogacenie badanych piasków nie przedstawia problemu. Koncentraty mineralów ciężkich można uzyskać prostą metodą przez wzbogacenie grawitacyjne na stołach koncentracyjnych. Koncentraty monomineralne ilmenitu, magnetytu, cyrkonu i granatów można łatwo otrzymać włączając do procesu przerobczego separację elektromagnetyczną przy zróżnicowanych natężeniach pola magnetycznego, ewentualnie flotację.

Perspektywiczność północno-wschodniej części Ławicy Odrzanej potwierdzają również publikowane wyniki innych badań (W. Wajda 1980). W oparciu o pomiary

radiometryczną metodą ciągłego profilowania gamma powierzchni osadów dennych autorka ta wyznaczyła rejon o powierzchni 400 km² charakteryzujący się stosunkowo najwyższym natężeniem promieniowania. Podana dla tego rejonu zawartość mineralów ciężkich w osadzie, przy założeniu warstwy wzbogaconej do 0,5 m miąższości wynosi 89 kg/m³ osadu, a udział ilmenitu i cyrkonu odpowiednio 15,6 kg i 2,5 kg w 1 m³ osadu. W obrębie tego rejonu cytowana autorka wyznacza obszar maksymalnej koncentracji mineralów ciężkich o powierzchni 50 km² charakteryzujący się zawartością w 1 m³ osadu 301 kg mineralów ciężkich, w tym 50,6 kg ilmenitu i 6,2 kg cyrkonu.

Ławica Odrzana jest najlepiej rozpoznany rejonem polskiej strefy Bałtyku pod względem nagromadzeń mineralów ciężkich. Stwierdzone dotychczas wielkości tych nagromadzeń, w świetle rosnącego deficytu niektórych surowców metalicznych na lądzie oraz rozwoju nowoczesnych technologii w przemyśle, wskazują na celowość udokumentowania ich zasobów. Podstawą dokumentowania powinno stać się opracowanie technicznych i ekonomicznych kryteriów bilansowości nagromadzeń mineralów ciężkich w złożach rozsypiskowych Bałtyku. Ważne jest także ustalenie przydatności uzyskanych koncentratów ilmenitu, cyrkonu, rutilu, a zwłaszcza granatów w przemyśle oraz opracowanie racjonalnej technologii wydobycia i przeróbki stwierdzonych nagromadzeń mineralów ciężkich. Zagadnienia te są ostatnio przedmiotem prac w CPBR 10.11. jako cel wdrożeniowy pn. "Technologia wydobycia, wzbogacania i odzysku ilmenitu, cyrkonu, rutilu i granatów z piasków morskich oraz kryteria bilansowości ich złóż" (Z. Bagdach, S. Lasko, 1989).

Surowce ilaste

Są to gliny (i), których wychodnie stwierdzono w południowej części obszaru oraz muły i ły ograniczone zajmujące północną część obszaru arkusza Dziwnów. Z uwagi na niską wartość przemysłową, głębokość występowania osadów (większa niż 40 m) oraz brak odpowiedniej technologii wydobycia – nie są one rozpatrywane jako surowiec prognostyczny.

Na mapie prognoz surowcowych zaznaczona jest strefa ochrony brzegu i torów wodnych (P. Słomianko i in. 1972). Strefa ta wyznaczona jest granicą dopuszczalnego zasięgu eksploatacji surowców z dna morskiego bez zachwiania naturalnej równowagi dna, a tym samym zagrożenia brzegu. W obszarze arkuszy granica ta została ustalona na izobacie 10 m, przy czym obejmuje również poza tą izobatą rejon torów podejściowych do portu w Świnoujściu. Jedynie we wschodniej części obszaru pożądana jest szersza strefa ochrony do izobaty 16 m.

PODSUMOWANIE

Opracowanie przedstawia budowę geologiczną obszaru arkuszy Dziwnów i Szczecin w zakresie odpowiadającym wymogom stawianym w Instrukcji do Mapy geologicznej dna Bałtyku w skali 1 : 200 000. Do najistotniejszych wyników zaliczyć należy:

- pierwsze rozpoznanie ukształtowania powierzchni podłoża czwartorzędu. Wskazano, że budowa czwartorzędu mogła wpłynąć pośrednio na genezę Ławicy Odrzanej.

- przedstawienie rzeźby dna wraz z charakterystyką morfometryczną oraz genezą wyróżnionych form i obszarów.

- rozpozniomowanie utworów czwartorzędu z wydzieleniem osadów dwóch zlodowaceń. Bardziej szczegółowych badań wymaga zagadnienie rozprzestrzenienia poziomów glin zwałowych, zwłaszcza na obszarze na południe od Ławicy Odrzanej, a także genezy osadów zalegających pod pokrywą piaszczystą ławicy.

- rozpoznanie warunków występowania, litologii i genezy osadów związanych z poszczególnymi fazami rozwojowymi Bałtyku, a także osadów holocenijskich tworzących się w obszarze, który był wówczas łądem. Istotne znaczenie mają datowania osadów łądowych metodą C14 i metodami biostratygrafii. Wynika z nich, że do okresu wczesnoatlantyckiego większa część obszaru była łądem. Wkraczające morze lityrynowe odegrało decydującą rolę w ukształtowaniu obecnego obrazu rzeźby i budowy geologicznej dna.

- szczegółowe rozpoznanie składu mineralno-petrograficznego i złamowego osadów morza lityrynowego i baltica.

- przedstawienie współczesnych obszarów sedimentacji i procesów zachodzących na dnie w oparciu o szczegółową analizę cech litologicznych osadów.

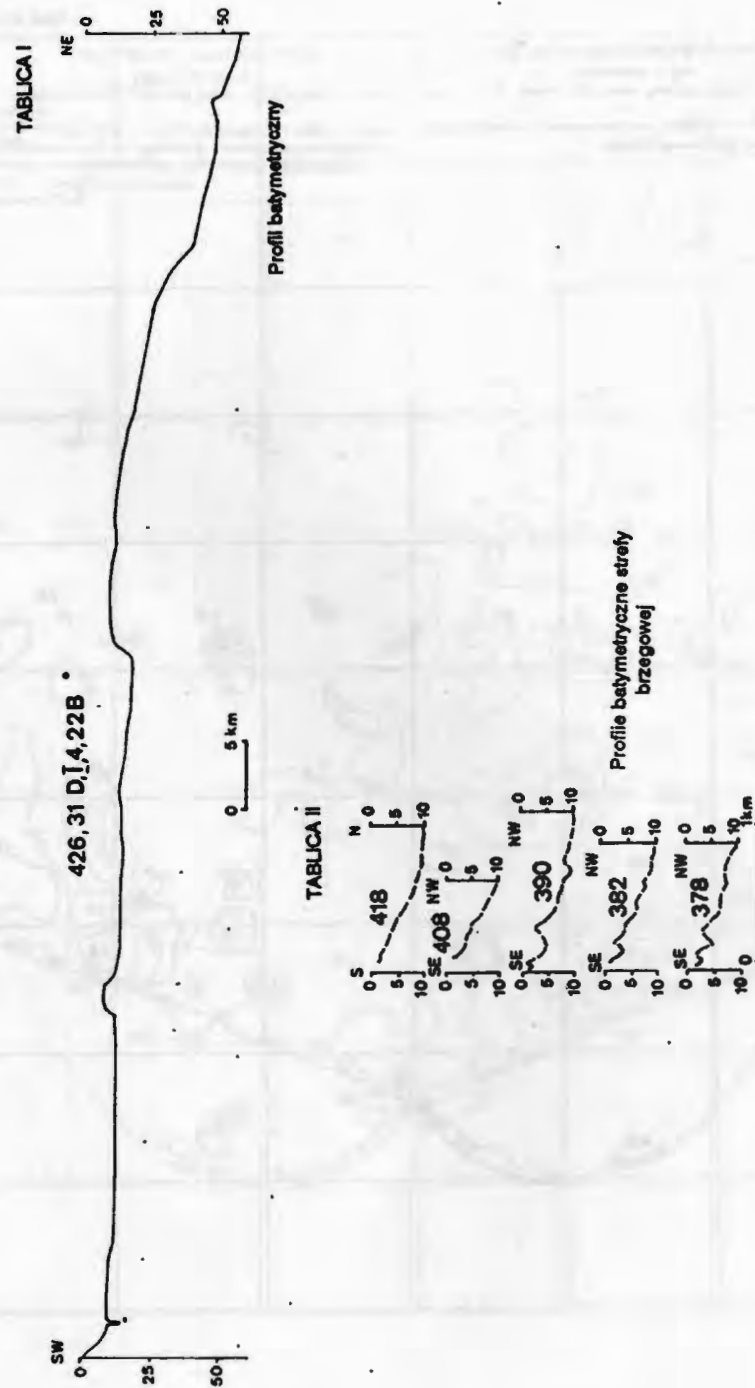
- w zakresie geologii surowców mineralnych rozpoznanie w stopniu odpowiadającym kategorii D₂ kilku obszarów występowania surowców piaszczystych i surowców metalicznych (minerałów ciężkich), do projektowania dalszych prac dokumentacyjnych w rejonie Ławicy Odrzanej.

LITERATURA

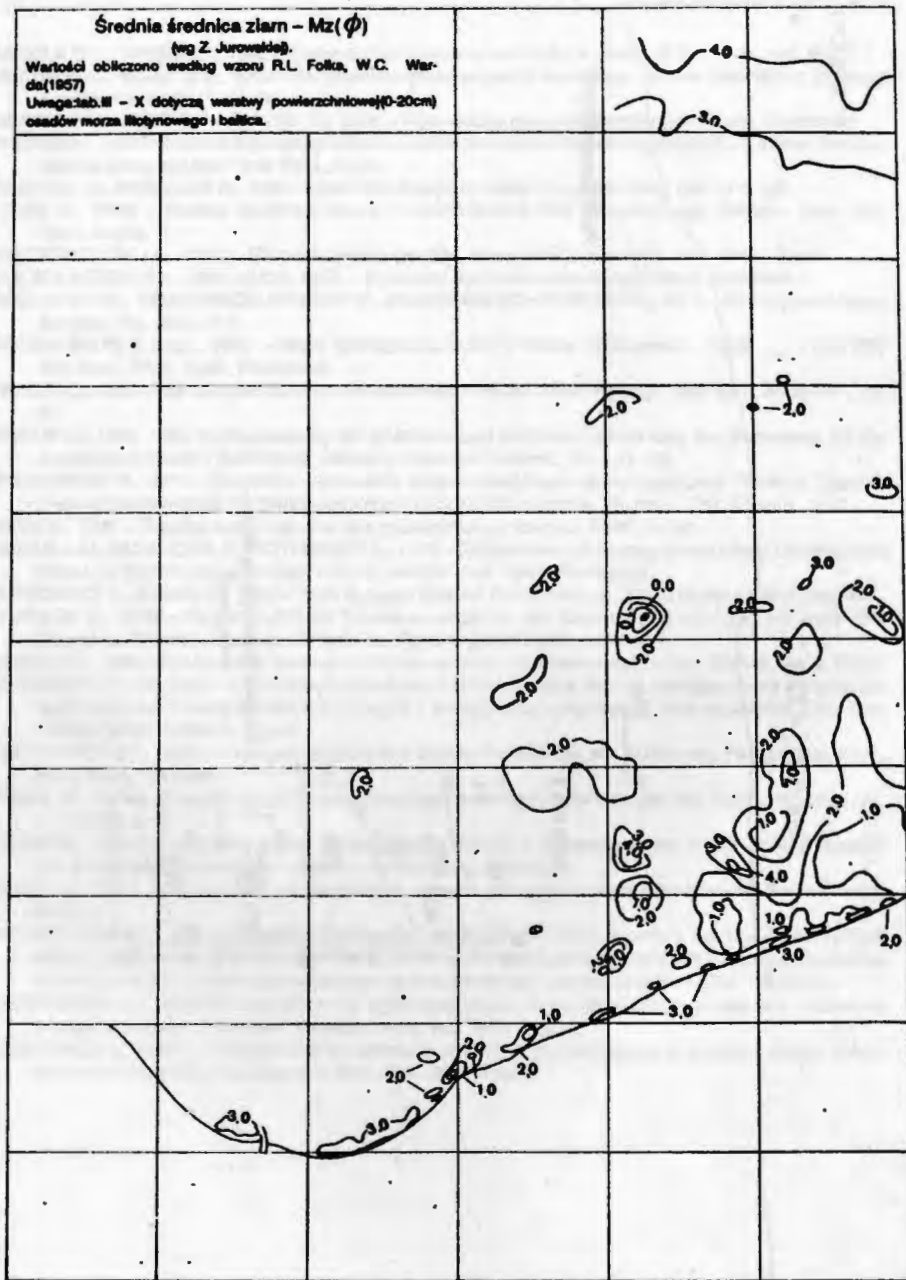
- BAGDACH Z., LASKO S., 1989 - Technologia pozyskiwania ilmenitu, rutylu, cyrkonu i granatów z piasków morskich Ławicy Słupskiej i Odrzanej. Technika i Gospodarka Morska Nr 7.
- CZEKAŃSKA M., 1927 - Podział i charakterystyka głębokościowa Bałtyku południowego. Badania geograficzne nad Polską północno-zachodnią. Inst. Geogr. UAM, z. 2-3, Poznań.
- CZICZAGOV W.P., 1961 - Metody izuczenija powierzchni pleszczanych zierien dla opriedielenija genezisa czerwierticznych otlozenij. Mat. o genezisie i litologii czerwierticznych otlozenij. AN BSSR. Minsk.
- DADLEZ R., 1976 - Zarys geologii podłoża kenozoiku w basenie południowego Bałtyku. Biul. Inst. Geol., nr 285.
- DEECKE W., 1905 - Ein Versuch die Banke der Ostsee vor der Pommerschen küste geologisch zur erklaren. N. Jahr. für Mineral., Geolog. und Paleont., Bellage - Bd. XX, Stuttgart.
- DOBRACKA E., DOBRACKI R., MATKOWSKA Z., 1977 - Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, arkusze Dziwnów i Kamień Pomorski. Inst. Geol., Warszawa.

- DOBRACKI R., MOJSKI J.E., 1979 - Objasnienia do Mapy Geologicznej Polski 1:200 000, arkusze Dziwnów i Szczecin. Inst. Geol. Warszawa.
- DUPHORIN K., 1979 - The History of the Baltic. IV: Acta Univ. Uppsala, Symp. Univ. Upps. Ann. Quing. Cel. 1.
- FOLK R.L., WARD W.C., 1957 - Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters. Jour. Sed. Petr., 27. nr 1.
- FRIEDMAN G.M., 1967 - Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. Jour. Sed. Petr., vol. 37, nr 2.
- GAJGALAS A.I., SVIRIDOV N.I., 1974 - Czwietnicznyj pokrow dna Baltijskiego moria. Sow. Gleol. 5.
- GAWOR-BIEDOWA E., 1988 - Opracowanie mikropaleontologiczne próbek z otworu W-3 (południowy Bałtyk). Arch. PIG., Sopot.
- GORSZKOVA T.I., 1960 - Osadki Baltijskiego moria. Trudy WNIR. X.1.
- GORSZKOVA T.I., 1963 - Donnyje otlozenija Baltijskiego moria. Baltica 1. Vilnius.
- GUDELIS W.K., 1970 - Obszczije czerty gleologii i gieomorfologii dna centralnogo sektora Baltijskiego moria. Baltica 4. Vilnius.
- GUDELIS W.K., 1973 - Relief i czwietnicznyje otlozenija Pribaltiki. Izd. Mintis, Vilnius.
- GUDELIS W.K., JEMIELJANOV I.M. (red.) 1976 - Gieologija Baltijskiego moria. Izd. Moskias, Vilnius.
- JUROWSKA Z., 1980 - Mapa osadów dennych w skali 1:200 000, arkusz Dziwnów. Arch. Inst. Geol., Sopot
- JUROWSKA Z., KOTLIŃSKI R., 1974 - Badania osadów dennych Ławicy Odrzanej. (streszcz.), Kwart. Geol., t.18, nr 2.
- JUROWSKA Z., KOTLIŃSKI R., 1976 - Charakterystyka litologiczna osadów powierzchniowych Ławicy Odrzanej. Kwart. Geol., t. 20, nr 3.
- JUROWSKA Z., KOTLIŃSKI R., KRAMARSKA R., MASŁOWSKA M., PECHERZEWSKA E., TROKOWICZ D., 1975 - Charakterystyka osadów powierzchniowych polskiej części Ławicy Odrzanej dla tematu 9.3.3 /RWPG/. Arch. Inst. Geol., Sopot.
- JUROWSKA Z., MASŁOWSKA M., MICHALOWSKA M., TROKOWICZ D., 1978 - Mapa osadów dennych Ławicy Odrzanej w skali 1 : 200 000 z uwzględnieniem poszukiwań koncentracji minerałów ciężkich. Arch. Inst. Geol., Sopot.
- JUROWSKA Z., WAJDA W., 1972 - Sprawozdanie wstępne z prac i badań rejsowych przeprowadzonych na m/s "Bereitschaft" w okresie od 1.06 do 22.06.1972 r. Arch. Inst. Geol., Sopot.
- JUSKOWIAK O., GUSTKOWICZ S., SOKOŁOWSKA G., 1976 - Badania technologiczne frakcji piaszczystej morakich osadów Bałtyku Południowego. Arch. Inst. Geol., Sopot.
- KLIEWE H., 1960 - Die Insel Usedom in ihrer spät - und nacheiszeitlichen Formenentwicklung. Berlin.
- KLIEWE H., 1963 - Über küstennahen Endmoränen des spätglazialen Oder - Gletscherstromes. Raport INQUA Congress, vol. III.
- KOLP O., 1966 - Rezentne Fazies der westlichen und südlichen Ostsee. Peterm. Geogr. Mitt., H. 1
- KOLP O., 1967 - Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Bornholm-Mulde seit dem Spätglazial. Peterm. Geogr. Mitt., H. 3.
- KOLP O., 1974 - Submarine Uferterrassen in der südlichen Ost - und Nordsee als Marken eines stufenweise erfolgen holozanen Meeresanstiegs. Baltica, vol. 5, Wilno.
- KOLP O., 1976 - Die submarine Terrassen der südlichen Ost - und Nordsee und ihre Beziehung zum eustatischen Meeresanstieg. H. 35, Berlin.
- KOTLIŃSKI R., 1988 - Litostratygrafia osadów późnoglacialnych i holocenijskich południowej części Morza Bałtyckiego. Studja i Mat. Oceanologiczne Nr 56 Geologia Morza /4/. Ossolineum.
- KOZARSKI S., 1972 - Mikroskopia elektronowa w badaniach morfologicznych cech powierzchni kwarcowych ziarn piasku wybranych środowisk sedimentacyjnych. Stud. Geogr. Fiz. Pozn. Tow. Przyj. Nauki, z. 1., Poznań.
- KRAMARSKA R., ŚLIWIŃSKI Z., 1979 - Mapa osadów dennych w skali 1 : 200 000, arkusz Świnoujście. Arch. Inst. Geol., Sopot.
- KRINSLEY D., DONAHUE J., 1968 - Environmental interpretation of sand grain surface textures by electron microscopy. Geol. Soc. Am. Bull., 79.
- KRINSLEY D., MARGOLIS S., 1969 - A study of quartz sand grain surface with scanning electron microscope. Trans. N. Y. Acad., Sc. 2.
- KRZYMIŃSKA J., 1986 - Sprawozdanie z wykonania analiz mięczaków w osadach z rdzenia R 74 pobranego w Zatoce Pomorskiej. Arch. Inst. Geol., Sopot.
- KRZYMIŃSKA J., 1989 - Sprawozdanie z wykonania analizy mięczaków w osadach organicznych z otworu W 4 w Zatoce Pomorskiej. Arch. Państw. Inst. Geol., Sopot.
- MATKOWSKA Z., RUSZAŁA M., WDOVIK M., 1977 - Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1 : 50 000, arkusze Świnoujście i Międzyzdroje. Inst. Geol., Warszawa.

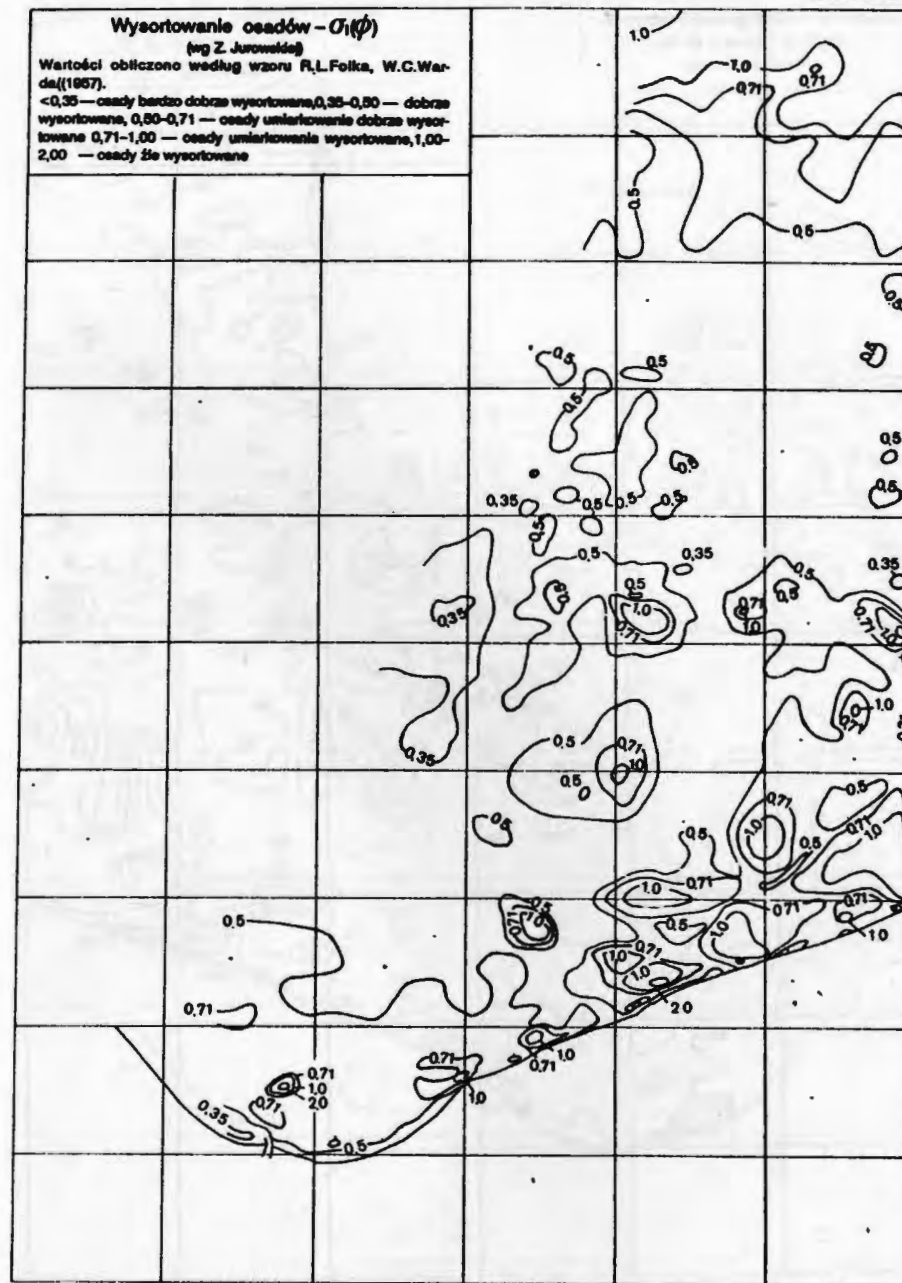
- MOJOLA R. J., WEISER D., 1968 - Textural parameters an evolution. Jour. of Sed. Petr., vol. 38, nr 1.
- NEUMANN G., BUBLITZ G., 1969 - Seegrunduntersuchungen in westlichen Teil der Oder Bücht. Beitrage zur Meereskunde, H. 24-25.
- NORMA BRANZOWA BN - 68/4021-19, 1968 - Odlewnicze materiały formierskie. Piaski formierskie.
- PACTWAH., 1977 - Badania biostratygraficzne osadów dennych południowego Bałtyku (Lawica Słupska, Lawica Odrzana). Arch. Inst. Geol., Sopot.
- PASSEGA R., BYRAMJEE R., 1969 - Grain size image of clastic deposits. Sed., vol. 13 nr 3/4.
- PIKIES R., 1976 - Analiza morfometryczna i morfologiczna dna południowego Bałtyku. Arch. Inst. Geol., Sopot.
- PIOTROWICZ W. i in., 1973 - Charakterystyka osadów dennych Bałtyku. Arch. Inst. Geol., Sopot.
- POLSKA NORMA PN - 63/G-13101, 1963 - Szklarskie surowce podstawowe. Piaski szklarskie.
- POŻARYSKI W., BROCHWICZ-LEWIŃSKI W., JASKOWIAK-SCHOENEICH M., 1978 - Geologiczna Mapa Bałtyku. Prz. Geol., nr 1.
- POŻARYSKI W. /i wsp./, 1979 - Mapa Geologiczna Polski i Krajów Ościennych w skali 1 : 1 000 000. Inst. Geol., Wyd. Geol., Warszawa.
- PRATJE O., 1939 - Die Sedimentation in der südlichen Ostsee. Annal. Hydrogr. und Marit. Meteorol., Bd. 67.
- PRATJE O., 1948 - Die Bodendeckung der südlichen und mittleren Ostsee und ihre Bedeutung für die Ausdeutung fossiler Sedimente. Deutsch. Hydrogr. Zeitschr., Bd. I, H. 2/3.
- RACINOWSKI R., 1974 - Dynamika środowiska sedymentacyjnego strefy brzegowej Pomorza Zachodniego w świetle badań mineralów ciężkich i uziarnienia osadów. Pr. Nauk. Pol. Szczec., nr 4.
- ROSA B., 1967 - Analiza morfologiczna dna południowego Bałtyku. UMK, Toruń.
- RUSZAŁA M., DOBRACKA E., PIOTROWSKI A., 1979 - Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1 : 50 000, arkusze Wolin i Międzywodzie. Inst. Geol., Warszawa.
- RUTKOWICZ S., KLIMAJ A., 1962 - Atlas Rybacki Bałtyku Południowego. Biuro Hydrogr. Mar. Woj. PRL.
- SCHULTZ D., 1956 - Hydrographische Untersuchungen in der Ostsee 1925 bis 1938 mit dem RFD Poselidon. Deutsch. Hydrogr. Zeitschrift., Ergänzungsreihe B /4/, nr 1.
- SEIBOLD E., 1965 - Der in seiner Bedeutung für die rezenten Sedimente der Ostsee. Baltica, vol. 2, Wilno.
- SŁOMIANKO P. i in. 1972 - Oceanologiczne studium obszarów dna Bałtyku nadających się do eksploatacji kruszywa z uwzględnieniem brzegów i żeglugi przy eksploatacji tych obszarów. Pol. Tow. Geofiz. Oddz. Bałtycki, Sopot.
- UŚCINOWICZ SZ., 1989 - Mapa geologiczna dna Bałtyku 1 : 200 000, ark. Kołobrzeg. Państw. Inst. Geol., Wyd. Geol., Warszawa.
- WAJDA W., 1970 - Minerale ciężkie piasków dennych polskiego wybrzeża Bałtyku. Roczn. PTGeol., t. XL, z. I, Kraków.
- WAJDA W., 1980 - Osady piaszczyste południowego Bałtyku w aspekcie badań przydatnych gospodarczo koncentracji mineralów ciężkich. Peribalticum I, Gdańsk.
- WAJDA W., 1982 - Banka Odry po rezultatach nowych geologicznych iissledowanij. Pieribaltikum, Gdańsk.
- WICHROWSKA M., 1984 - Cechy morfologiczne na powierzchni ziarn kwarcu z osadów piaszczystych strefy przybrzeżnej południowego Bałtyku. W: mat.: Analiza powierzchni ziarn kwarcowych piasków w mikroskopie elektronowym wykonana w celu określenia genezy osadów i gleb. Warszawa.
- ZABOROWSKA K., 1986 - Sprawozdanie z wykonania analiz okrzemek w próbkach osadów pobranych w odrębnie arkuszy Dziwnów i Szczecin. Arch. Inst. Geol., Sopot.
- ZACHOWICZ J., 1986 - Sprawozdanie z wykonania ekspertyz palinologicznych próbek z rdzeni pobranych w odrębnie arkuszy Dziwnów. Arch. Inst. Geol., Sopot.



TABLICA III

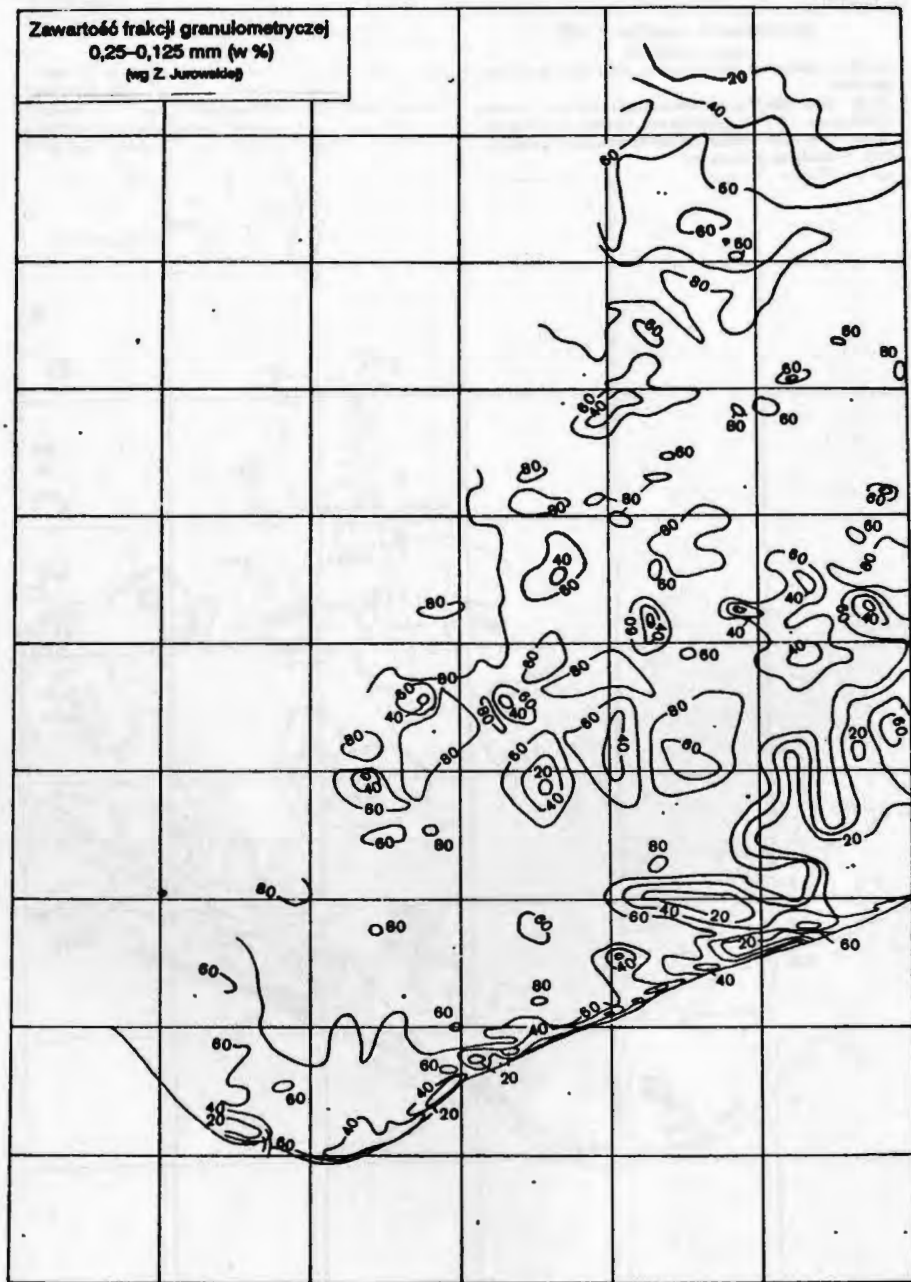


TABLICA IV



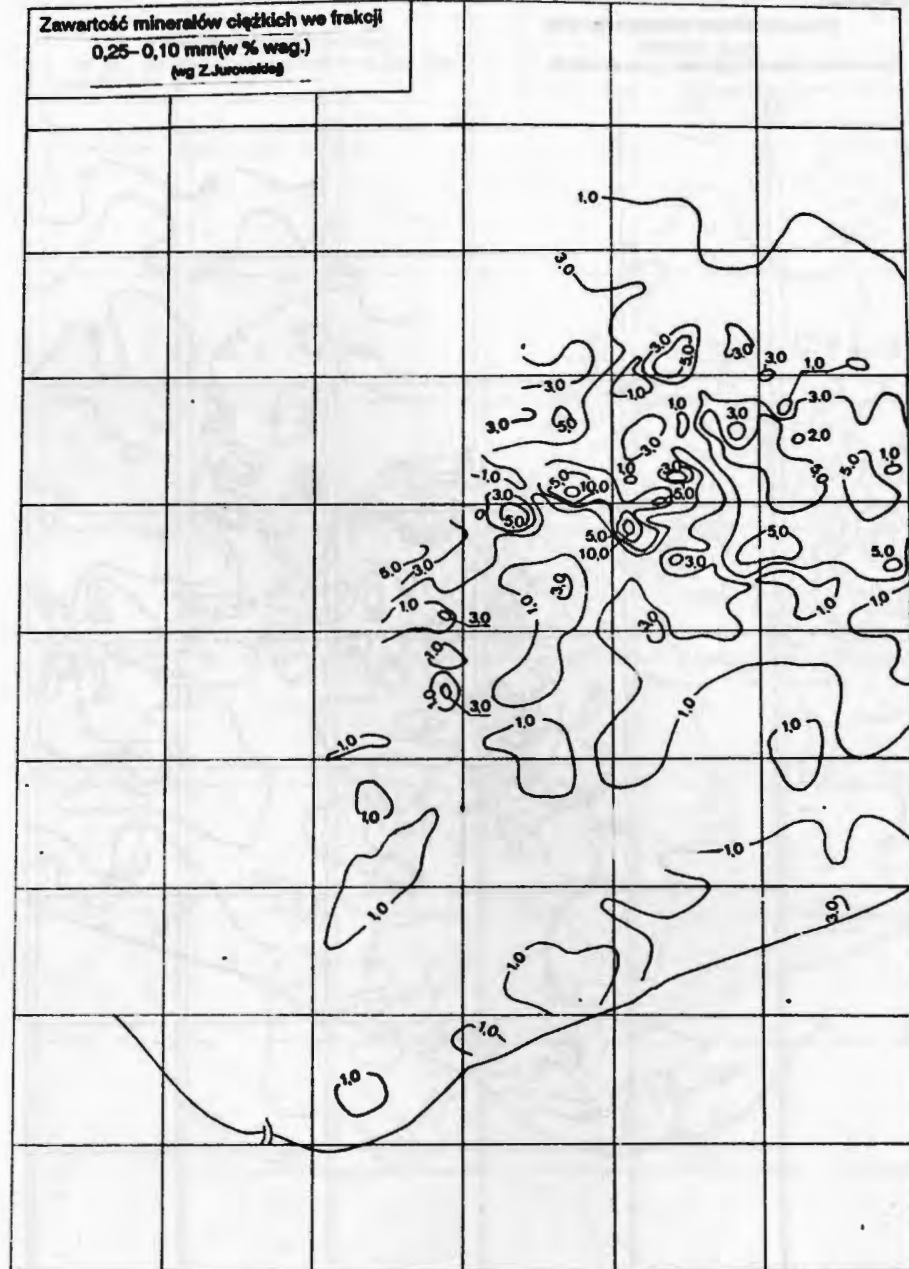
TABLICA V

Zawartość frakcji granulometrycznej
0,25-0,125 mm (w %)
(wg Z. Jurawskiego)

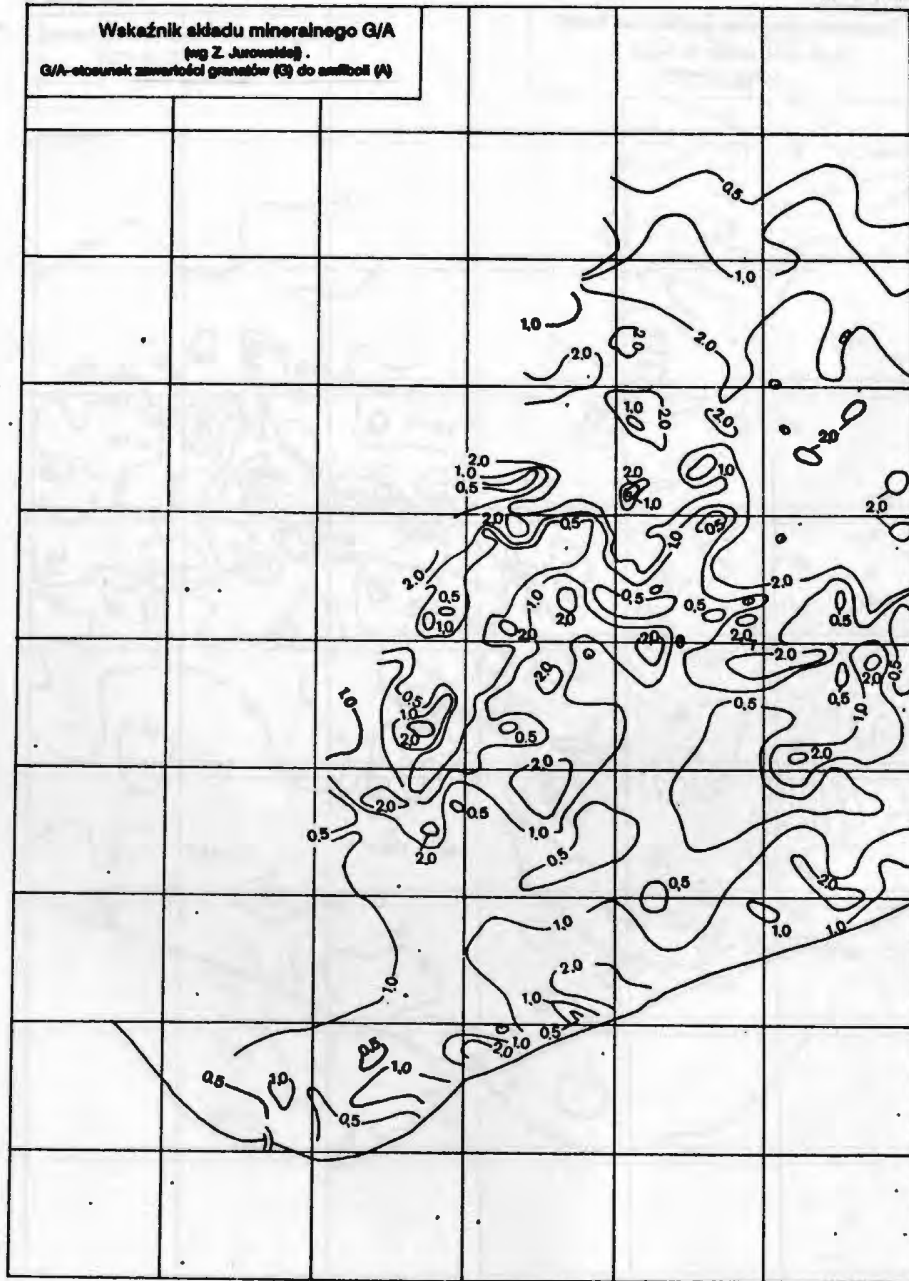


TABLICA VI

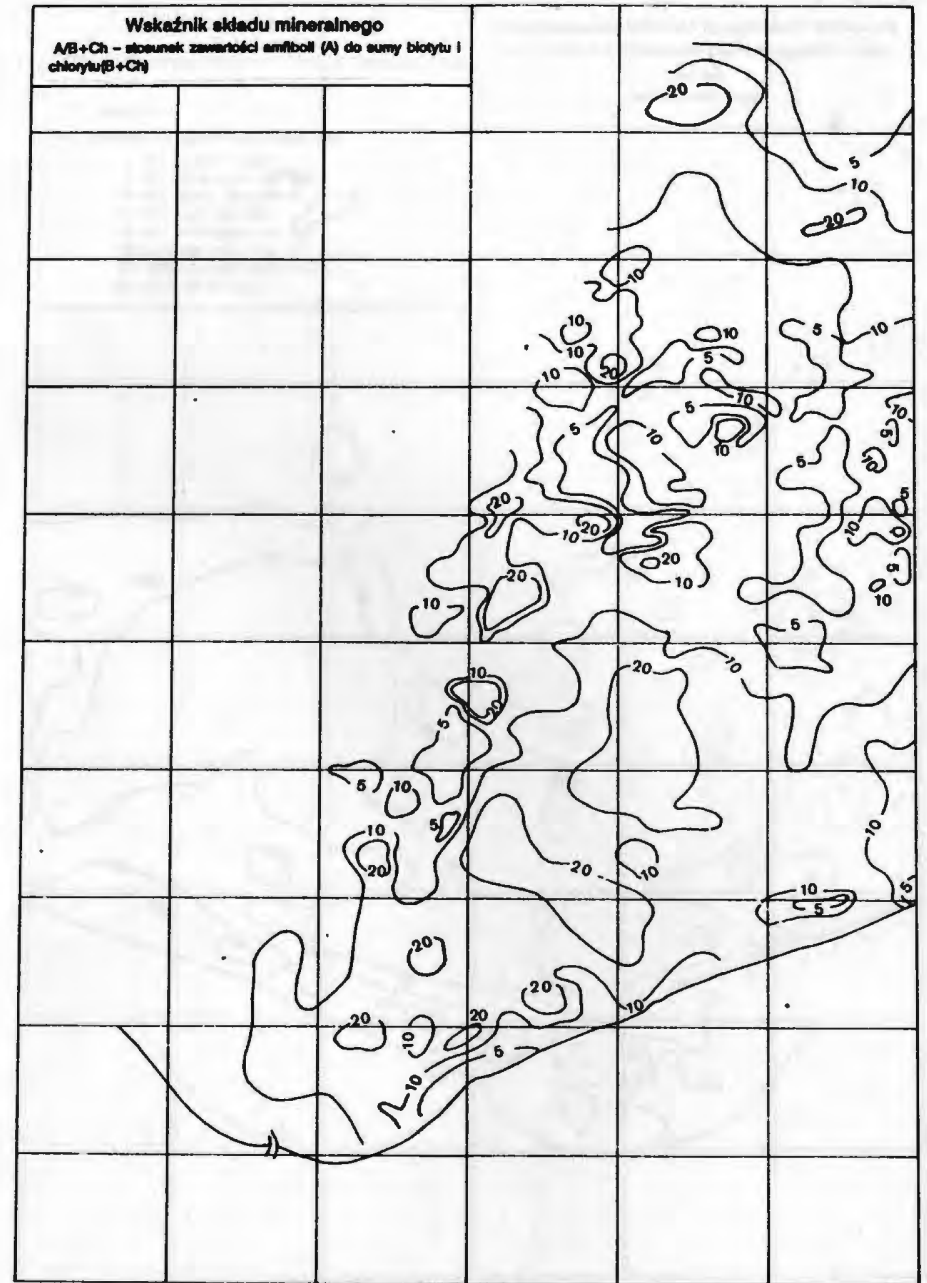
Zawartość minerałów ciężkich we frakcji
0,25-0,10 mm (w % wag.)
(wg Z. Jurawskiego)



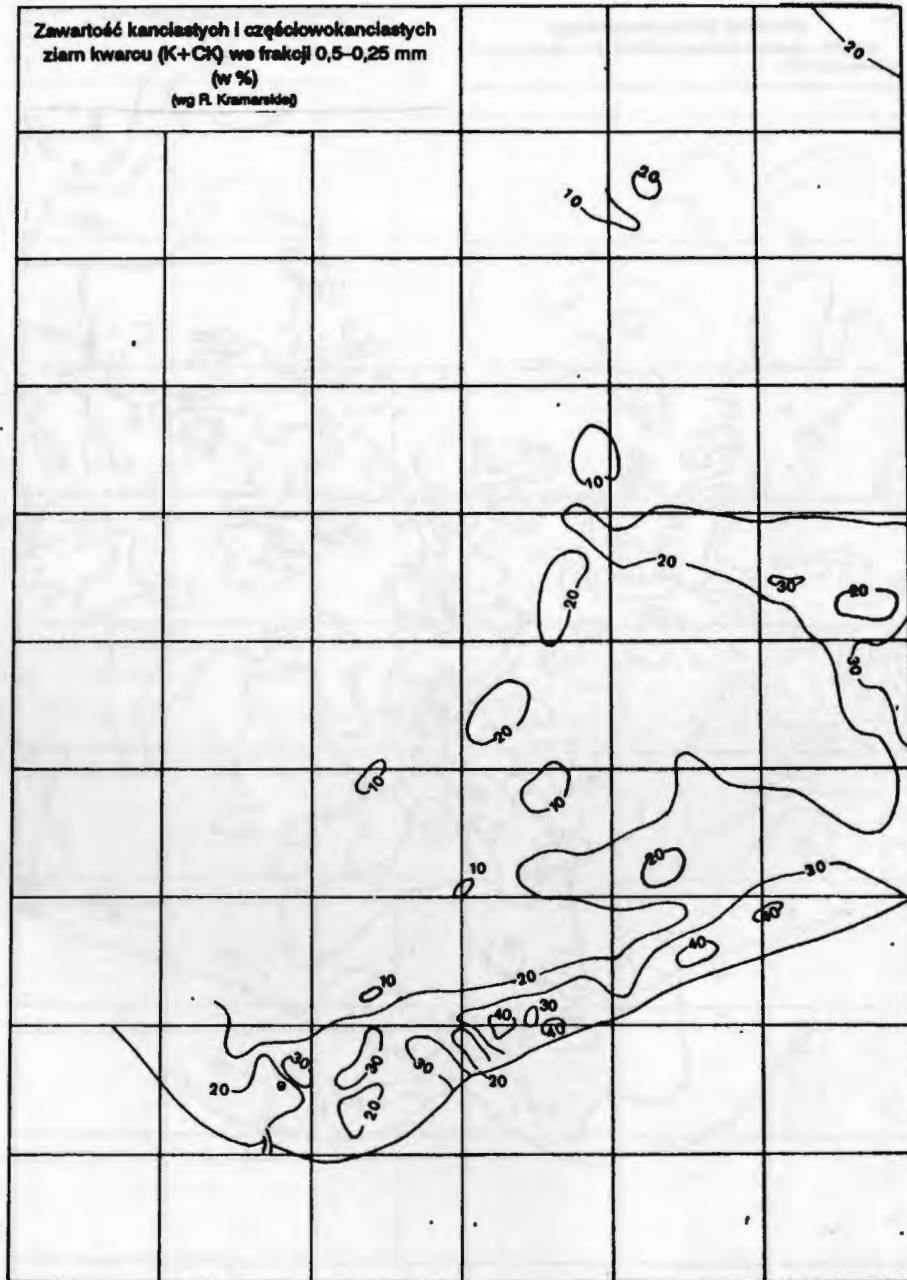
TABLICA VII



TABLICA VIII



TABLICA IX



TABLICA X

