

Bolesław Jan NOWAK, Witold RABEK

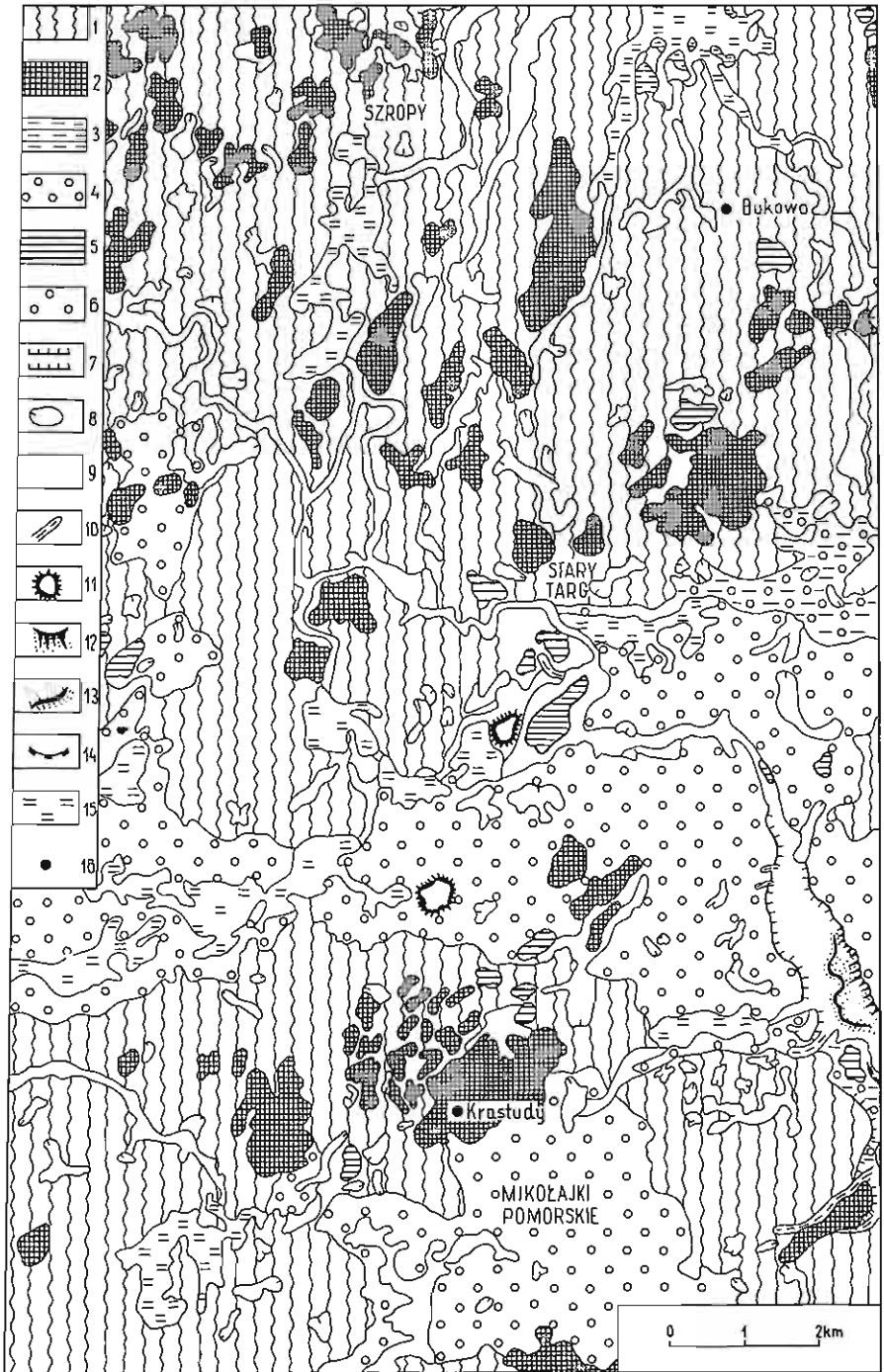
## Wyniki badań laboratoryjnych plejstocénskich osadów morskich z Krastud i Bukowa (Dolne Powiśle) na tle geomorfologii obszaru

Przedstawiono wyniki analiz petrograficznych i litologicznych próbek z profili Bukowa i Krastud, zlokalizowanych w rejonie Mikołajek Pomorskich w strefie zasięgu fazy pomorskiej zlodowacenia północnopolskiego oraz omówiono geomorfologię obszaru badań. W osadach plejstocénskich wyróżniono 19 poziomów litologiczno-stratygraficznych z okresu zlodowacenia środkowopolskiego, interglacjału eemskiego i zlodowacenia północnopolskiego, w dużym stopniu zgodnych z poziomami wydzielonymi w tych profilach przez A. Makowską (1986). W obydwu stanowiskach znajdują się osady morskie, które występują na złożu pierwotnym (eemskie i młodsze od eemu) lub w formie kier w glinach zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego (holsztyńskie).

### WSTĘP

W związku z opracowywaniem przez Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie, Zakład w Gdańsku, *Szczegółowej mapy geologicznej Polski* w skali 1:50 000 ark. Sztum (W. Rabek, w opracowaniu), wykonano dwa otwory kartograficzne: w Bukowie do głęb. 206,0 m i w Krastudach do głęb. 203,0 m, dla określenia litologii i stratygrafii utworów czwartorzędowych oraz nawiercenia i oznaczenia skał podłoża czwartorzędu.

Wyniki badań laboratoryjnych próbek z tych otworów miały uściślić i pozwolić na skorelowanie wszystkich poziomów czwartorzędowych z profilem otworu w Nowinach, wykonanym dla ark. *Itawa Mapy geologicznej Polski* 1:200 000 (A. Makowska, 1976, 1980a), ze szczególnym uwzględnieniem przewodniego dla tego rejonu poziomu osadów interglacjału eemskiego. Otwory w Bukowie i Krastudach spełniły swoje zadanie i otrzymano pełny obraz czwartorzędu o miąższości 181,6 m – Bukowo i 184,0 m – Krastudy. Badania laboratoryjne próbek prowadzono w laboratorium Przedsiębiorstwa Geologicznego w Warszawie, Zakład w Gdańsku. Obejmowały one analizę: uziarnienia, petrograficzną żwirów, mine-



rałów ciężkich, zawartości węglanów i obtoczenia ziarn piasku. Przeprowadzono także obserwacje mikrofauny i szczątków makrofauny w osadach czwartorzędowych. Ponadto z otworu Bukowo z interwału 181,6–206,0 m pobrano 7 próbek do badań mikrofaunistycznych<sup>1</sup>, na podstawie których wiek podłoża czwartorzędu oznaczono na paleocen-mont (D. Giel, 1983). Nie udało się natomiast na podstawie 8 próbek z otworu Krastudy z interwału 184,0–203,0 m jednoznacznie określić wieku osadów podczwartorzędowych.

## GEOMORFOLOGIA

Obszar, na którym zostały zlokalizowane obydwie otwory, znajduje się w północno-zachodniej części Pojezierza Iławskiego (J. Kondracki, 1978). Odległość między nimi wynosi ok. 12,5 km. Powierzchnia terenu w tej części Pojezierza Iławskiego jest bardzo urozmaicona hipsometrycznie i geomorfologicznie (fig. 1). Wysokości bezwzględne zmieniają się od kilku metrów w dolinach rzecznych na północ od Bukowa do 120 m n.p.m. na szczytach wzniesień w rejonie Mikołajek Pomorskich. Sieć rzeczna jest tu jeszcze słabo rozwinięta. Główną rzeką jest Dzierżogów, przebiegająca poza północno-zachodnią częścią omawianego obszaru i uchodząca do Jez. Drużno. Ważnym ciekim jest też Kanał Juranda, łączący Jez. Dzierżogów z Nogatem. Oprócz głównych dróg wodnych, przy wysokich stanach wód funkcjonują liczne, drobne cieki, odwadniające w różnych kierunkach całą wysoczyznę morenową i znajdujące się na niej poziomy wodnolodowcowe. Znaczna jeszcze liczba dolin nie ma stałego odpływu.

Morfologia badanego obszaru jest dość skomplikowana przez krzyżowanie się różnowiekowych form rzeźby. Obszar leży w strefie maksymalnego zasięgu lądolodu fazy pomorskiej zlodowacenia Wisły, po wewnętrznej stronie ciągu morenowego Prabuty–Morąg wyznaczającego granicę tej fazy. Dominującym elementem rzeźby są tu duże skupiska moren czołowych i moren martwego lodu, na których przedpolu znajdują się rozległe pola sandrowe. Formy te zostały zilustrowane na mapie morfologicznej opracowanej przez Z. Ejtminowicza (1966). Badania prowadzone dla *Szczegółowej mapy geologicznej Polski* wykazały, że rozmiar wzgórz morenowych jest często nieco mniejszy niż to wykazano na powyższej mapie, jakkolwiek ich rozmieszczenie jest analogiczne (fig. 1). Nowe badania wskazały też na obecność pojedynczych wzgórz kemowych, ozów oraz wzgórz zbudowanych z gliny zwałowej. Formy te oddzielone są licznymi obniżeniami wytopiskowymi, częściowo wypełnionymi osadami organicznymi, częściowo zaś

<sup>1</sup> Badania przeprowadzono w Zakładzie Geologii Złóż Węgla Brunatnego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Fig. 1. Szkic geomorfologiczny obszaru badań (wg W. Rabka)  
Geomorphological sketch of the investigated area (after W. Rabek)

1 – wysoczyzna morenowa; 2 – wzgórza morenowe akumulacyjne i spiętrzone; 3 – wzgórza morenowe martwego lodu; 4 – równiny sandrowe i wodnolodowcowe; 5 – kemy; 6 – erozyjne równiny wód roztopowych; 7 – krawędzie i stoki; 8 – zagłębienia po martwym lodzie; 9 – dna dolin rzecznych; 10 – dolinki, parowy, młode rozcięcia erozyjne i in.; 11 – ostańce erozyjno-denudacyjne; 12 – długie stoki; 13 – strefy degradacji/agradacji; 14 – klify jeziorne; 15 – równiny torfowe; 16 – otwory wiertnicze

1 – morain upland; 2 – accumulated morain hills; 3 – dead ice morain hills; 4 – sandr and fluvioglacial plains; 5 – kames; 6 – erosive plains of melt waters; 7 – edges and slopes; 8 – dead ice bowls; 9 – river valley bottoms; 10 – valleys, ravines, young erosive dissections and others; 11 – erosive-denudate outliers; 12 – long slopes; 13 – degradation/aggradation zones; 14 – limnic cliffs; 15 – peat plains; 16 – boreholes

zajętymi przez mniejsze lub większe jeziorka. Znaczna część wysoczyzny morenowej tworzy falistą powierzchnię, zbudowaną z gliny zwałowej, przykrytej miejscami cienkimi pokrywami piasków. Znajdujące się na powierzchni wysoczyzny wzgórza morenowe rozmieszczone są na całym obszarze badań. Są to przeważnie formy akumulacyjne, powstałe w czasie deglacjacji frontальной. Wśród nich występują jednak również pojedyncze formy spiętrzone, świadczące o lokalnych oscylacjach czoła lądolodu. Wzgórza moren martwego lodu, dokumentujące deglacjację aerálną, notowane są pojedynczo w otoczeniu rozległego zagłębienia wytopiskowego, zajętego obecnie przez kilka dolinek rzecznych na północ od Bukowa. Moreny czołowe akumulacyjne i spiętrzone tworzą bardzo wyraźne formy o wysokościach względnych do 35–40 m. Zbudowane są z piasków i żwirów, często przewarstwionych poziomami bruku morenowego. W większości przykryte są gliną zwałową z dużą zawartością materiału piaszczysto-żwirowego. Poprzez wyraźne ciągi moren, znaczące kolejne strefy akumulacji marginalnej, można wyznaczyć kilka linii postoju lądolodu w czasie jego ostatniej recesji z tego rejonu (R. Galon, L. Roszkówna, 1961). Na przedpolu niektórych ciągów morenowych znajdują się rozległe stożki sandrowe (okolice Sztumu i Waplewa). Wyraźne duże pola sandrowe obserwowane są również w rejonie Mikołajek Pomorskich. Sandry zbudowane są z piasków różnej granulacji z warstwami żwirów i materiału pylastego. Warstwowanie osadów jest skośne, krzyżowe i faliste; często są one pocięte niewielkimi uskokiemi. W strefie przymorenowej kontakt piasków sandrowych z gliną zwałową jest bardzo zmienny. Układa się często naprzemianlegle i ma wyraźne ślady zaburzeń glacitektonicznych.

Na całym obszarze w obrębie falistej wysoczyzny morenowej występują też pojedyncze wzgórza kemowe. Największe ich skupienie notowane jest na północ od Krastud i w rejonie Starego Targu. Są one zbudowane z piasków drobn- i średnioziarnistych, z warstewkami mułków i mułków piaszczystych. Często przykryte są gliną. W Postolinie, w rejonie Sztumu (nieco poza omawianym obszarem), znajduje się ciąg ozów przebiegający w kierunku NE–SW, zbudowanych z piasków gruboziarnistych i żwirów, warstwowanych skośnie i krzyżowo w sposób charakterystyczny dla burzliwej sedymentacji.

Powierzchnia wysoczyzny morenowej rozcięta jest w niektórych miejscach głębokimi obniżeniami rynnowymi. Fragment takiej doliny rynnowej przekracza granicę omawianego obszaru na północny wschód od Mikołajek Pomorskich. Dolina zajęta jest obecnie przez niewielką rzekę wypływającą z rynnowego Jez. Barlewickiego. Rzeka ta po opuszczeniu doliny rynnowej przecina skośnie cały obszar, kierując się do kolejnego dużego Jez. Dąbrówka, znajdującego się w okolicach Dąbrówki Malborskiej poza terenem badań.

Obydwa otwory wiertnicze zostały zlokalizowane na wysoczyźnie. W otoczeniu otworu Bukowo znajduje się falista wysoczyzna morenowa, która osiąga tu wysokość 30,0–45,0 m n.p.m. Otwór Krastudy został usytuowany w obrębie rozległego wzgórza morenowego, osiągającego w swych kulminacjach 108 m n.p.m., otulonego na powierzchni gliną zwałową. Z profilu otworu wynika, że poniżej tej gliny występują cienkie utwory piaszczyste oraz następny poziom gliny zwałowej. Ten styl budowy może wskazywać, że wzgórze jest – przynajmniej częściowo – moreną spiętrzoną.

## WYNIKI BADAŃ PETROGRAFICZNO-MINERALOGICZNYCH OSADÓW PLEJSTOCENSKICH

Badania laboratoryjne rdzeni wiertniczych z Krastud i Bukowa objęły pełny profil osadów czwartorzędowych. Opróbowanie rdzeni, wykonane przez W. Rabka, było w przybliżeniu równomierne wzdłuż całego profilu – w odstępach 1,0–1,5 m, rzadko większych lub mniejszych. W profilu Krastud opróbowano rdzeń w przełotach 7,0–112,0 i 122,0–184,0 m, a w profilu Bukowa – 8,0–151,0, 161,0–167,4 i 181,0–181,4 m.

Charakterystyka petrograficzno-mineralogiczna osadów została skorelowana poziomami litologiczno-stratygraficznymi, wyróżnionymi w profilach Krastud i Bukowa przez A. Makowską (1986). Próbkę reprezentowały prawie wszystkie opisane przez autorkę osady, lecz na poszczególne poziomy litologiczne przypadają różna liczba i rodzaj analiz. Mimo to uzyskane wyniki badań pozwoliły na scharakteryzowanie głównych cech petrograficznych i mineralogicznych zdecydowanej większości poziomów litologicznych wraz z wyciągnięciem wniosków dotyczących genezy i wieku osadów.

Zakres i metodyka laboratoryjnych badań petrograficznych, mineralogicznych i litologicznych, zgodne z metodyką stosowaną w standardowych badaniach specjalnych dla sporządzenia *Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000*, zostały nieco poszerzone o badania nieprzezroczystych minerałów ciężkich i dodatkowe obserwacje szczątków organicznych. Zbadano następujące cechy osadów (w nawiasach liczba oznaczeń):

- uziarnienie – metodą sitową i pipetową (184);
- skład petrograficzny żwirów frakcji 5–10 mm z podziałem na składniki północne i lokalne wraz z wyodrębnieniem w tych grupach poszczególnych rodzajów skał; na podstawie składu ilościowego składników północnych obliczono wskaźniki petrograficzne:  $O/K$ ,  $K/W$  i  $A/B$  (84);
- skład jakościowy i ilościowy minerałów ciężkich frakcji 0,1–0,25 mm wydzielonych w czterobromoetanie (c.wł. 2,97 g/cm<sup>3</sup>) z wyodrębnieniem: minerałów nieprzezroczystych, glaukonitu, węglanów, minerałów przezroczystych, w których udział poszczególnych składników przeliczono w stosunku procentowym, minerałów nieoznaczonych i silnie zwietrzałych (284); widoczne w preparatach otwornice i inne szczątki organiczne; względny udział minerałów siarczkowych (pirytu–melnikowitu i melnikowitu) oraz wodorotlenkowych (limonitu i bardzo rzadkiego hydrogetytu) w podfrakcji nieprzezroczystych minerałów ciężkich; charakter węglanów: zdecydowana ich większość to pseudoolity syderytyczne, syn- i podsedymentacyjne (wyniki tych właśnie obserwacji pozwalają wnioskować – na podstawie kryteriów mineralogicznych – o środowisku sedymentacji);
- obtoczenie ziarn kwarcu frakcji 0,5–1,0 mm, określone wizualnie pod lupą binokularną z zastosowaniem podziału na trzy kategorie: obtoczone, częściowo obtoczone i nieobtoczone; wskaźnik  $R$  jest iloczynem ziarn:  $c + 0,5 b/a + 0,5 b$  (132),
- zawartość CaCO<sub>3</sub> we frakcji <0,1 mm metodą Scheiblera (284) oraz części organicznych przez wyprażenie (1).

**P o z i o m 1.** W Bukowie w składzie żwirów leżących w spągu tego poziomu (181,0–181,4 m) dominują skały północne, a wśród nich krystaliczne (59,8%) nad węglanowymi (25,8%). Wskaźniki petrograficzne wynoszą  $O/K$  0,47,  $K/W$  2,17 i  $A/B$  0,46. Wśród przezroczystych minerałów ciężkich przeważają amfibole (26,6%) nad granatami (18,3%) i lyszczykami (13,3%). Znaczny jest udział stabil-

nych minerałów podłoża: cyrkonu (11,8%) i rutylu (8,6%). Ziarna kwarcu są dobrze obtoczone,  $R = 0,26$ .

W Krastudach do poziomu tego należy zaliczyć najniżej leżące mułki z prze-warstwieniami żwiru na głęb. 183,0–183,2 m. W składzie żwirów wśród składników północnych przeważają skały krystaliczne (48,8%) nad węglanowymi (16,7%). Wskaźniki petrograficzne wynoszą:  $O/K$  0,54,  $K/W$  2,19 i  $A/B$  0,42.

Żwiry w tych otworach stanowią residuum rozmytych glin zwałowych zlodowacenia południowopolskiego. Zawartość  $CaCO_3$  mułków ze żwirem z Krastud należy do najniżej odnotowanej w profilu czwartorzędu i wynosi 0,8–1,6%.

P o z i o m 2. Osady tego poziomu przebadano tylko w Krastudach. Są to mułki i piaski mułkowate ze żwirem znajdujące się poniżej porwaka gliny południowopolskiej. Wśród okruchów północnych żwirów z głęb. 182,0–183,0 m zdecydowanie przeważają skały węglanowe (61,7%) nad krystalicznymi (21,3%), a w składzie minerałów ciężkich amfibole (27,0–49,7%) nad granatami (7,8–37,0%) i epidotem (11,8–24,4%). W górnej części poziomu (178,0–180,0 m) częste są tyszczyki (średnio 13,9%), a wśród nieprzezroczystych minerałów ciężkich piryt–melnikowit, w tym spirytyzowane otwornice i inne szczątki organiczne.

W Bukowie poziom ten budują piaski różnoziarniste z fauną morza holztyńskiego (A. Makowska, 1986).

P o z i o m 2a tworzy glina zwałowa. W Bukowie jest ona zredukowana do 0,4 m, leży bezpośrednio w spągu glin środkowopolskich. W składzie jej żwirów dominują składniki północne (89,7%), a wśród nich krystaliczne (67,9%) nad węglanowymi (18,6%). Wskaźniki petrograficzne wynoszą:  $O/K$  0,32,  $K/W$  3,65 i  $A/B$  0,26. W zespole przezroczystych minerałów ciężkich granaty (30,5%) przeważają nad amfibolami (28,2%) i tyszczykami (27,4%). Jest to glina zwałowa zlodowaceń południowopolskich, za czym przemawiają wyniki badań petrograficznych glin obszarów sąsiednich (Z. Fert, 1982; B.J. Nowak, 1982).

Profil przedstawia się odmiennie w Krastudach, gdzie 7,0-metrowa warstwa glin niewątpliwie południowopolskich nasunięta jest na mułki z otwornicami. Prawdopodobnie i jedne, i drugie znajdują się na wtórnym złożu. Wśród żwirów glin morenowych dominują północne skały krystaliczne (37,4%) nad węglanowymi (28,8%). Skały lokalne z przewagą opok i margli stanowią 15,0–43,6%. Wskaźniki petrograficzne wynoszą:  $O/K$  0,81,  $K/W$  1,37 i  $A/B$  0,67. Wśród minerałów ciężkich przeważają amfibole (39,0%) nad granatami (25,2%) i grupą epidotu (17,8%). Zawartość  $CaCO_3$  jest najniższa spośród zbadanych glin i wynosi 12,1%.

P o z i o m 3 zawiera pięć warstw glin zwałowych rozdzielonych piaskami i żwirami (Bukowo), a także iltami (Krastudy). Średnio we wszystkich warstwach glin z obydwu otworów wśród żwirów północnych zawartość skał krystalicznych wynosi 29,0% i węglanowych 52,5%. Skład ten w poszczególnych warstwach waha się w wąskich granicach, czego wyrazem są nieznaczne rozpiętości średnich wskaźników petrograficznych  $O/K$  1,68–1,93,  $K/W$  0,55–0,64 i  $A/B$  1,40–1,63. Największy udział północnych skał węglanowych (do 68,7%) stwierdzono w najwyższych warstwach glin, a zawartość skał lokalnych wynosi średnio 13,0% i jest najwyższa w glinach starszych. Wśród przezroczystych minerałów ciężkich przeważają amfibole (41,3%) nad granatami (24,1%) i grupą epidotu (15,1%). Podobnie jak w przypadku żwirów, średni skład najpospolitszych minerałów ciężkich w poszczególnych warstwach waha się nieznacznie i wynosi 39,1–43% (amfibole), 22,2–26,2% (granaty) i 14,8–15,7% (grupa epidotu). Najwięcej amfiboli, a najmniej granatów i epidotów spotyka się w górnych warstwach glin. Zawartość  $CaCO_3$  w glinach jest znaczna (8,0–22,0%) i w obydwu otworach rośnie ku stropowi. Piaski i żwiry oraz ilty, rozdzielające poszczególne warstwy glin zwałowych, składem petrograficznym

żwirów oraz minerałów ciężkich nawiązują do glin zwałowych. Wśród żwirów północnych zdecydowanie przeważają skały węglanowe (nawet do 75,0%), a wśród minerałów ciężkich amfibole (35,7–45,6%) nad epidotami (13,2–29,9%) i granatami (9,1–25,7%). Zawartość  $\text{CaCO}_3$  w warstwach rozdzielających gliny jest niższa niż w glinach i wynosi 10,0–18,8%. Wskaźniki petrograficzne glin omówionego poziomu – zdecydowana przewaga północnych skał węglanowych nad krystalicznymi,  $K/W < 1,0$  i  $A/B > 1,0$  – przemawiają za ich środkowopolskim wiekiem (Z. Fert, 1982; B.J. Nowak, 1982).

P o z i o m 4 występuje w profilu Bukowa. Są to ility i mułki zastoiskowe z przewagą amfiboli (23,9–45,4%) nad granatami (10,5–34,6%), epidotami (11,1–25,0%) i łuszczkami (3,8–21,9%). W grupie minerałów nieprzezroczystych na ogół dominuje limonit nad melnikowitem. Zawartość  $\text{CaCO}_3$  wynosi 16,6% i jest nieco mniejsza niż w niżejleżących glinach (19,7%).

P o z i o m y 5–7 w Krastudach stanowią początkowo (głęb. 143,0–149,0 m) piaski morskie powstałe zapewne z rozmycia glin morenowych lub piasków wodnolodowcowych, charakteryzujące się słabym obtoczeniem kwarców ( $R$  średnio 0,66), dużym udziałem okruchów wapiennych i skał krystalicznych oraz „świeżych” skaleni, a wśród przezroczystych minerałów ciężkich – zdecydowaną przewagą amfiboli (45,0%) nad łuszczkami (18,9%), grupą epidotu (15,0%) i granatami (9,5%). Wśród minerałów nieprzezroczystych przeważa piryt–melnikowit nad limonitem. Wyżej piaski przechodzą w mułki, ility, piaski rzeczne i starorzeczy z wtrąceniami piasków morskich (głęb. 112,0–149 m). Skład minerałów ciężkich tej serii jest ogromnie zróżnicowany. W mułkach i iłach leżących na piaskach „podstawowych” poziomu 5 (głęb. 136,0–143,0 m) zawartość najpowszechniejszych minerałów ciężkich wynosi: 40,5% (amfibole), 19,8% (łuszczki), 18,2% (granaty) i 10,8% (epidoty). W wyżejleżących piaskach (głęb. 133,0–136,0 m) przeważają łuszczki (32,3%) nad amfibolami (31,0%), granatami (13,1%) i epidotem (10,8%), a w mułkach z głęb. 128–133 m udział ich jest następujący: łuszczki 30,5%, amfibole 24,1%, epidoty 18,2% i granaty 13,8%. Leżące jeszcze wyżej piaski bardzo drobnoziarniste (z głęb. 127,0–128,0 i 123,0–124,0 m) wykazują wśród omawianych minerałów zdecydowaną przewagę łuszczków łącznie z chlorytami (48,7 i 75,8%) nad amfibolami (33,6 i 14,2%). Podrzedny jest udział granatów (5,1 i 2,7%) oraz epidotów (5,6 i 2,7%). Rzecz znamienna, że w mułkach i iłach rozdzielających piaski (głęb. 124,0–127,0 m) dominują amfibole (33,3%) nad granatami (30,3%) i epidotem (15,2%) przy znikomym udziale łuszczków (5,1%).

W mułkach najwyższej partii tego profilu (głęb. 122–123 m – poziom 6) wśród minerałów ciężkich notuje się zdecydowaną przewagę łuszczków z chlorytami (42,6%) nad amfibolami (21,6%), epidotami (17,2%) i granatami (14,9%). Osadów poziomu 7 (głęb. 112,0–122 m) w Krastudach nie badano.

W Bukowie poziomy 5–7 tworzą piaszczyste osady stożka napływowego z wtrąceniami mułków zdeponowanych w morzu. Spotyka się wśród nich żwirki z dużą ilością gez, opok i dobrze obtoczonych kwarców (łącznie do 58,3%), pochodzących prawdopodobnie z podłoża górnokredowego i starszego trzeciorzędu dalekiego, południowo-wschodniego przedpola. Wśród minerałów ciężkich dominują amfibole (37,0%) nad epidotami (18,8%) i granatami (17,6%), przy skromnej zawartości łuszczków (7,2%), aczkolwiek udział tych ostatnich w spągu zamulonych piasków stożka sięga 30,2%. Znamienny dla wszystkich warstw jest duży udział pseudooolitów syderyticznych (15,4%) podfrakcji ciężkiej, a w podfrakcji minerałów nieprzezroczystych częsty, obok melnikowitu, limonit. Ziarna kwarcu są z reguły dobrze obtoczone (średnio  $R$  0,23). Zawartość  $\text{CaCO}_3$  jest niezbyt wielka i wynosi 8,6%.

Poziom 8 w Krastudach tworzą osady starorzeczy lub jeziorne (?). Znamienny jest w nich skład minerałów ciężkich, wśród których dominują minerały nieprzezroczyste (98,6–99,0%), głównie zlimonityzowana sieczka roślinna i melnikowit. Ogólnie minerały ciężkie frakcji 0,1–0,25 mm stanowią 11,74–15,46% wag. Są to przede wszystkim minerały autigeniczne, powstałe w środowisku redukcyjnym z dużym udziałem utlenionego materiału allochtonicznego.

W Bukowie poziom ten stanowią mułki i kreda jeziorna o zawartości  $\text{CaCO}_3$  28,0–70,5% z bardzo dużym udziałem nieprzezroczystych minerałów ciężkich (83,1–96,2% tej podfrakcji), a zwłaszcza melnikowitu. W zespole minerałów przezroczystych przeważają granaty (32,5%) nad amfibolami (26,3%), epidotami (15,6%) i łuszczycami (11,2%).

Poziom 9 występuje tylko w Bukowie. W dolnej jego części są to piaski drobnoziarniste z przewagą amfiboli (34,1%) i minerałów blaszkowatych (26,4%) nad granatami i epidotami w zespole przezroczystych minerałów ciężkich. Ku górze przechodzą one w piaski średnio- i drobnoziarniste, rzeczne o malejącym ku stropowi obtoczeniu kwarców ( $R$  0,15–0,32). Wśród minerałów ciężkich nieznacznie przeważają amfibole (27,6–49,0%) nad granatami (18,3–41,8%) i epidotami (7,8–26,9%), przy znikomym udziale łuszczyców (1,9–2,8%).

Poziom 10 w Krastudach budują mułki zdeponowane w zatoce morskiej, o czym świadczą liczne, spirytyzowane otwornice. Wśród minerałów ciężkich stopniowo maleje udział minerałów nieprzezroczystych (od 91,8% w spągu do 51,5–58,4% podfrakcji ciężkiej w stropie), a w zespole minerałów przezroczystych amfibole (29,3%) i granaty (27,6%) przeważają nad epidotami (14,8%) i minerałami blaszkowatymi (11,9%).

W Bukowie są to piaski drobnoziarniste i mułki z wkładką piasku różnoziarnistego ze żwirem (głęb. 59,2–59,6 m). W żwirach przeważają składniki północne (63,0%), a wśród nich skały krystaliczne (48,0%) nad węglanowymi (8,2%). W zespole przezroczystych minerałów ciężkich dominują w spągu amfibole (30,1%) nad granatami (27,1%), w stropie, ponad piaskiem z domieszką żwiru – granaty (35,7%) nad amfibolami (26,0%). W warstwie piasku ze żwirem wśród omawianych minerałów mają przewagę amfibole (38,2%) nad łuszczycami (22,5%), granatami (17,2%) i epidotem (7,8%).

Obtoczenie ziarn kwarcu piasków z Bukowa jest bardzo dobre ( $R$  0,11–0,14). Fakt ten w połączeniu z obecnością w piaskach i mułkach fauny morskiej skłania do przyjęcia hipotezy, że są to piaski rzeczne redeponowane w morzu.

Poziom 11 w Krastudach budują piaski rzeczne z wtrąceniami mułków, o dobrze obtoczonych kwarcach ( $R$  0,08–0,26) z pokładem torfu zapiaszczonego na głęb. 99,3–99,7 m o zawartości części organicznych 18%. W zespole przezroczystych minerałów ciężkich poniżej pokładu torfu zawartość granatów wzrasta ku stropowi od 18,2 do 30% kosztem amfiboli (spadek od 44,2 do 24,3%), natomiast w piaskach powyżej pokładu torfu zawartość granatów (33,0%) jest wyższa od udziału amfiboli (31,1%). Wśród minerałów nieprzezroczystych przeważają limonity. Nieliczne żwiry z tej serii wykazują bardzo zmienny skład i znaczny nieraz udział skał lokalnych (do 27,3%) w tym głównie geż, opok i bardzo dobrze obtoczonych kwarców podłoża górno-kredowego i paleogeńskiego południowo-wschodniej Polski. Zawartość  $\text{CaCO}_3$  jest niewielka i wynosi 1,6–10,4%.

W Bukowie w poziomie tym występują piaski drobno- i średnioziarniste dojrzałej rzeki o bardzo dobrze obtoczonych kwarcach ( $R$  0,07–0,14) i nieznacznej przewadze granatów (22,6–47,1%) nad amfibolami (19,0–35,6%), przy czym zawartość granatów ku stropowi maleje, a amfiboli rośnie. Piaski przedzielone są ilami starorzeczy (głęb. 50,0–52,0 m) o dużej zawartości minerałów nieprzezroczystych



(45,9% podfrakcji ciężkiej), głównie limonitu i melnikowitu. Wśród niezbyt licznych żwirów duży udział (41,5%) mają skały górnokredowe podłoża południowo-wschodniej Polski, głównie gezy i opoki. Zawartość  $\text{CaCO}_3$  w piaskach jest niska i oscyluje w granicach 6,4–9,9%, a w ilach sięga 15,6%.

P o z i o m 12 buduje glina zwałowa (Krastudy) oraz jej residua (Bukowo). W składzie petrograficznym żwirów przeważają składniki północne (prawie 80,0%), a wśród nich nieznacznie węglanowe (38,9%) nad krystalicznymi (34,2%). Wskaźniki petrograficzne wynoszą:  $O/K$  1,12,  $K/W$  0,97 i  $A/B$  0,95. Wśród przezroczystych minerałów ciężkich dominują amfibole (39,3%) nad granatami (27,1%) i grupą epidotu (15,7%). Zawartość  $\text{CaCO}_3$  w glinach maleje ku stropowi od 22,4 do 12,8%. Przez analogię do wyników badań z obszarów sąsiednich (A. Makowska, 1980a, b) przyjmuje się, że są to gliny stadiału toruńskiego (B-II) zlodowacenia północno-polskiego.

P o z i o m y 13–15 tworzą ily, mułki oraz piaski drobnoziarniste rzeczne, starorzeczy i jeziorne, a także morskie. W Krastudach zdecydowanie przeważają osady ilasto-mułkowe o bardzo zmiennym składzie minerałów ciężkich. W ilach dominują amfibole (25,6–52,0%) nad granatami (12,9–35,6%), epidotami (14,2–25,9%) i łyszczkami (2,3–17,9%), w mułkach natomiast łyszczki (29,4–93,9%) nad amfibolami (1,0–32,0%), granatami (0,5–24,6%) i epidotami (0,5–22,5%). W serii tej występują warstwy osadów morskich, które składem przezroczystych minerałów ciężkich nie różnią się istotnie od osadów lądowych; jedynym wskaźnikiem ich genezy jest obecność zsyderytizowanych otwornic.

W Bukowie skład minerałów ciężkich osadów ilasto-mułkowych nie różni się zbytnio od składu stwierdzonego w Krastudach. I tu w mułkach przeważają zdecydowanie minerały blaszkowate (9,6–73,2%) nad pozostałymi, podczas gdy w ilach amfibole (29,8%) nad granatami (26,8%) i grupą epidotu (20,0%). Udział łyszczków jest nieznaczny (5,3%). Iły morskie (44,0–47,4 m) różnią się od iłów jeziornych nieco mniejszą zawartością melnikowitu i większą limonitu wśród minerałów nieprzezroczystych, co świadczy o lepszym przewietrzaniu zbiornika.

Stropową partię poziomu 15 w Krastudach i poziomy 14 i 15 w Bukowie budują piaski drobno- i bardzo drobnoziarniste z licznymi laminami mułków i obfitą siewką roślinną. Wśród przezroczystych minerałów ciężkich piasków z Krastud zdecydowanie przeważają minerały blaszkowate (56,7%) nad amfibolami (22,9%), epidotami (9,3%) i granatami (5,2%). Ziarna kwarcu są bardzo dobrze obtoczone ( $R$  0,06–0,16). W piaskach z Bukowa dominują natomiast amfibole (36,1%) nad epidotem (20,0%), granatami (17,0%) i minerałami blaszkowatymi (9,0%). Charakterystyczna jest w nich duża zawartość pseudooolitów syderyticznych (9,0% podfrakcji ciężkiej). Wśród niezbyt licznych żwirów w stropie piasków zdecydowanie przeważają gezy i opoki górnokredowe (92,5%). Zawartość  $\text{CaCO}_3$  w piaskach nie jest zbyt wielka i oscyluje w granicach 4,4–12,8%. Ziarna kwarcu w dolnej części profilu są średnio obtoczone ( $R$  0,30), natomiast w środkowej i wyższej słabiej ( $R$  do 0,58). Opisane wyżej piaski należy uważać za rzeczne, deltowe (typu stożka ujściowego), zdeponowane w zbiorniku wodnym. W profilu Bukowa występują w nich pokaźne domieszki piasków wodnolodowcowych.

Sedymentację kończą w Bukowie mułki słabo wapniste (7,2%  $\text{CaCO}_3$ ), jeziorne (?) z bardzo dużą zawartością minerałów nieprzezroczystych (86,6% podfrakcji ciężkiej), głównie melnikowitu. Wśród minerałów przezroczystych przeważają amfibole (32,2%) nad epidotem (28,4%) i granatami (15,9%).

P o z i o m 16 występuje jedynie w Krastudach. Opisano tu początkowo (w trakcie wiercenia) warstwę glin morenowych (głęb. 49,0–50,0 m), a wyżej ily (głęb. 48,0–49 m). W rzeczywistości mogą to być przemyte osady zboczowe,

piaszczysto-mułkowe z przewarstwieniami lub domieszką żwiru, a wyżej ilasto-mułkowe z wtrąceniami żwirków. Wyższą część profilu budują piaski drobno- i bardzo drobnoziarniste, mułkowate z przewarstwieniami mułków, rzeczne i starorzeczy. W składzie petrograficznym żwirów przeważają składniki północne, a wśród nich węglanowe (37,5–62,1%) nad krystalicznymi (20,7–25,0%). Wśród skał lokalnych największy udział mają gezy (do 25,0%). W zespole przezroczystych minerałów ciężkich dominują amfibole (45,3%) nad epidotami (17,6%), granatami (15,3%) i łuszczycami (9,7%), natomiast w piaskach i mułkach piaszczystych minerały blaszkowate (24,6–60,4%) nad amfibolami (22,0–35,8%), epidotami (6,4–24,3%) i granatami (2,0–8,0%). Ziarna kwarców są bardzo dobrze obtoczone:  $R$  0,05–0,17. Zawartość  $\text{CaCO}_3$  wynosi w spągu 17,3%, wyżej w piaskach i mułkach 8,8–11,8%.

P o z i o m 17 budują gliny zwałowe o miąższości 1,5 m (Krastudy) i mułkowo-żwirowe residua glin o miąższości 2,0 m (Bukowo). Skład petrograficzny glin z Krastud wykazuje przewagę skał północnych (88,2%), a wśród nich okruców węglanowych (51,0%) nad krystalicznymi (29,4%). Wskaźniki petrograficzne wynoszą:  $O/K$  1,65,  $K/W$  0,65 i  $A/B$  1,37. Wśród przezroczystych minerałów ciężkich dominują amfibole (52,9%) nad granatami (18,6%) i epidotami (10,4%). Wapnistość glin wynosi 16,1%. Odpowiadają one glinom substadiu świeckiego (BIII) – A. Makowska (1980b).

P o z i o m 18 w Krastudach tworzą piaski wodnolodowcowe, które były początkowo deponowane w zbiorniku wodnym; w spągu są one bowiem bardzo drobnoziarniste, mułkowate i zawierają 32,4% łuszczyców, 32,1% amfiboli i tylko 7,1% granatów. Kwarce są dobrze obtoczone ( $R$  0,11–0,28). Wyżejleżące piaski są drobno- i średnioziarniste i zawierają 34,7% amfiboli, 30,1% granatów i tylko 2,4% łuszczyców. Kwarce są na ogół słabo obtoczone ( $R$  0,29–0,93). Zawartość  $\text{CaCO}_3$  oscyluje w granicach 4,8–14,0%.

W Bukowie poziomowi temu odpowiadają rzeczne piaski średnioziarniste z przewarstwieniami piasków drobnoziarnistych o dobrym obtoczeniu kwarców ( $R$  0,08–0,25), z przewagą granatów (38,7%) nad amfibolami (27,2%) i grupą epidotu (17,6%). Udział łuszczyców jest znikomy (1,7%). Wśród nielicznych żwirów duży udział mają skały lokalne (47,4%), reprezentowane głównie przez gezy (34,2%). Zawartość  $\text{CaCO}_3$  w piaskach wynosi średnio 9,0%.

P o z i o m 19 przebadano jedynie w Krastudach. Buduje go glina zwałowa. Wśród żwirów dominują składniki północne (74,8%), przy znacznej przewadze skał węglanowych (47,8%) nad krystalicznymi (20,6%). Wskaźniki petrograficzne wynoszą:  $O/K$  2,36,  $K/W$  0,47 i  $A/B$  1,77. W zespole przezroczystych minerałów ciężkich przeważają amfibole (40,0%) nad granatami (23,5%) i epidotami (15,8%). Zawartość  $\text{CaCO}_3$  wynosi 11,2–17,9%. Na głęb. 8,3–8,8 m glinę przedzielają piaski drobnoziarniste, mułkowate, które zawierają wśród minerałów ciężkich nieco więcej amfiboli (44,9%) i łuszczyców (10,0%), a mniej granatów i epidotów. Opisane gliny odpowiadają substadiu leszczyńsko-poznańskiemu (BIV) – A. Makowska (1980b).

Osady poziomów 20 i 21 nie były badane.

W podsumowaniu należy podkreślić dużą zgodność wskaźników petrograficznych glin zwałowych omawianych profili ze wskaźnikami równowiekowych glin z obszarów sąsiednich, m.in. z okolic Starogardu Gd. i Pełplina (B.J. Nowak, 1982). Duży udział odpornych skał lokalnych (kwarc, gezy i opoki) w piaszczystych i żwirowych seriach rzecznych o bardzo dobrze obtoczonych kwarcach sugeruje i daleki transport, i obszar alimentacji, którym najprawdopodobniej wydają się być skały podłoża górnokredowego i paleogeńskiego obszaru lubelskiego i anteklizy mazursko-białoruskiej.

Interesujące są spostrzeżenia poczynione w grupie nieprzezroczystych minerałów ciężkich oraz węglanów. Stwierdzono, że w osadach mułkowo-ilastych jeziornych, starorzeczy i morskich obficie występują melnikowit i piryt – melnikowit (przechodzenie jednego w drugi jest związane ze „starzeniem” się osadu), autigeniczne minerały siarczkowe powstałe w warunkach redukcyjnych. Rzadziej notowany jest limonit, allo- i autigeniczny, charakterystyczny dla warunków utleniających. Jest on za to typowy dla piaszczystych, rzadziej mułkowatych osadów rzecznych. W ilach i mułkach jeziornych dominują minerały siarczkowe, których zawartość dochodzi do 99,0% podfrakcji ciężkiej i do 15,46% frakcji 0,1–0,25 mm. Obok nich w większości osadów starorzeczy i morskich częsty jest limonit. Dla tych ostatnich mineralami typowymi są sferolity (pseudoolity) syderytyczne, zwłaszcza dla osadów piaszczystych. Przykładowo w piaskach deltowych interglacjalu eemskiego z Bukowa (poziomy 5–7) stanowią one 4,4–25,1% podfrakcji ciężkiej.

W zespole przezroczystych minerałów ciężkich osadów morskich nie notuje się istotnych różnic ich składu w porównaniu z podobnymi litotypami lądowymi.

Sedymentację w zbiornikach mórz sztumskiego, tychnowskiego (w interglacjale eemskim) i nowego poziomu w interstadiale gniewu (A. Makowska, 1986) można przyrównać do współczesnej sedymentacji w Zalewie Wiślanym naprzeciw delty Nogatu i Szkarpany i po części do rejonu stożka ujściowego Wisły do Zatoki Gdańskiej.

## UWAGI O OTWORNICACH I SZCZĄTKACH INNYCH ORGANIZMÓW

W trakcie badań stopnia obtoczenia ziarn kwarcu frakcji 0,5–1,0 mm, a głównie analizy minerałów ciężkich frakcji 0,1–0,25 mm, stwierdzono wiele szczątków flory i fauny. Częściowo można było wstępnie oznaczyć niektóre spirytyzowane (wnętrza komór) i zsyderytizowane otwornice. Notowano również okruchy skorup małży, ślimaków i małżoraczków, aptychy ślimaków, elementy szkieletowe gąbek (zwłaszcza ich kotwiczki), kolce i okruchy płytek rozgwiazd i jeżowców, zęby i łuski ryb, szczęki wieloszczetów oraz inne bliżej nieokreślone gatunkowo szczątki zwierzęce. Oznaczenia szczątków, zwłaszcza otwornic, będą w przyszłości wymagały weryfikacji i potwierdzenia.

Niezależnie od dokładności oznaczeń, stwierdzenie szczątków fauny przeważnie morskiej pozwoliło autorowi badań petrograficzno-mineralogicznych dodatkowo uzasadnić genezę i stratygrafię osadów w badanych profilach. W odniesieniu do poszczególnych poziomów litostratygraficznych podano jedynie szczątki fauny, zwłaszcza otwornic. Szczątki flory – pospolite w osadach rzecznych, starorzeczy, jeziornych i morskich, a także w dużej mierze wodnolodowcowych – pojawia się w niniejszym opisie.

**P o z i o m 1.** W najniższych mułkach z przewarstwieniami zwirów stwierdzono w Krastudach spirytyzowane *Protelphidium* (sp. ?), globigeryny, kolce jeżowców, elementy szkieletowe gąbek (kotwiczki), fragmenty skorupek małży oraz zęby ryb.

**P o z i o m 2.** W osadach ilastych i piaszczystych przedzielających niższe warstwy glin środkowopolskich w Krastudach występują m.in. spirytyzowane *Protelphidium granosum* (d'Orbigny), *P. umbilicatum* (Walker et Jacob), *Bolivina* sp., elementy szkieletowe gąbek, kolce jeżowców, łuski i zęby ryb i inne fragmenty chitynowe – spirytyzowane i zsyderytizowane.

**P o z i o m 3.** W Krastudach, w mułkach tego poziomu stwierdzono spirytyzowane otwornice: *Protelphidium umbilicatum* (Walker et Jacob), *P. granosum*

(d'Orbigny), wiązania szkieletowe gąbek, zęby i łuski ryb, kołce jeżowców oraz zsyderytizowane okruchy skorupki mięczaków.

**P o z i o m y 5–7.** W profilu osadów tych poziomów stwierdzono liczne egzemplarze otwornic i innych szczątków fauny zarówno w Krastudach, jak i w Bukowie. W Krastudach występują one w poziomach 5 i 6 (głęb. 139,0–149,0 i 130,0–131,0 m) i są reprezentowane przez przeważnie spirytywizowane egzemplarze *Protelphidium orbiculare* (Brady), *P. umbilicatum* (Walker et Jacob), *Grammostomum (Vulvulina) gramen* (d'Orbigny), *Lituola (Haplophragmium)* sp. oraz kołce jeżowców i rozgwiazd (?), łuski i zęby ryb, fragmenty skorupki mięczaków, aptychy ślimaków (?) i in. W Bukowie w osadach piaszczystych stożka ujściowego (poziomy 5–7, głęb. 71,0–111,0 m) występują liczne fragmenty skorupki mięczaków, kołce jeżowców i rozgwiazd, zęby i łuski ryb, aptychy ślimaków i in. Szczególnie obfite są one w środkowej partii warstwy piaszków.

**P o z i o m 10.** W Krastudach występują w bardzo dużych nieraz ilościach (ponad 100 egzemplarzy w preparacie mikroskopowym) otwornice, m.in. *Protelphidium orbiculare* (Brady), *P. umbilicatum* (Walker et Jacob) i wiele innych, trudnych do oznaczenia, oraz fragmenty skorupki mięczaków.

**P o z i o m y 13–15.** W Krastudach na głęb. 61,0–62,0 i 68,0–76,0 m, a w Bukowie na głęb. 44,0–48,0 m występują zsyderytizowane *Protelphidium orbiculare* (Brady), zęby i łuski ryb, aptychy ślimaków, okruchy skorupki mięczaków oraz spirytywizowane elementy szkieletowe gąbek.

W zakończeniu należy dodać, że część oznaczonych szczątków organicznych znajduje się zapewne na wtórnym złożu, zwłaszcza formy trzeciorzędowe w najstarszych osadach czwartorzędowych. Potwierdzeniem tego mogą być otwornice w starszych warstwach glin środkowopolskich z głęb. 166,0–168,0 m w Krastudach. W wielu przypadkach spirytywizowane szczątki pokrywają naloty i naskorupienia limonitu i na odwrót – notuje się pirytywizację zlimonitowanej sietki roślinnej. Obserwacje te znakomicie pomagają w interpretacji środowiska sedymentacji.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Badany teren leży w strefie zasięgu fazy pomorskiej zlodowacenia północnopolskiego, którą wyznacza ciąg moren czołowych na linii Prabuty–Morąg. Jest to obszar o bardzo urozmaiconej rzeźbie, bogaty w formy geomorfologiczne. W większości obejmuje on falistą wysoczyznę polodowcową, na której wydzielono kilka ciągów moren czołowych i moreny martwego lodu. Są to przeważnie formy akumulacyjne powstałe w czasie deglacjacji frontalnej oraz pojedyncze formy spiętrzone, świadczące o lokalnych oscylacjach lądolodu. Na przedpolach ciągów morenowych, w rejonie Sztumu i Waplewa, znajdują się rozległe pola sandrowe. Dodatkowym urozmaiceniem geomorfologii obszaru są pojedyncze wzgórza kemowe oraz liczne zagłębienia po martwym lodzie, w wielu wypadkach zajęte teraz przez małe jeziora.

W przebadanych otworach Krastudy i Bukowo – potwierdzając w dużym stopniu makroskopowy opis profilu wykonany przez A. Makowską (1986) – wyodrębniono 19 poziomów osadów różnicowanych litologicznie i genetycznie. Najniższe poziomy (1, 2 i 2a) budują silnie zaburzone gliny zwałowe zlodowacenia południowopolskiego i ich residua oraz mułki i piaski z licznymi otwornicami i innymi szczątkami niewątpliwie morskimi (morza holsztyńskiego), co wykazały też obserwacje A. Makowskiej (1986). Przyjmuje się, że pakiet tych osadów znajduje

się na wtórnym złożu, ponieważ w poziomach tych stwierdzono też residua glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego. Poziom 3 buduje pięć pokładów glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego, których żwiry północne wykazują zdecydowaną przewagę skał węglanowych nad krystalicznymi, a więc odwrotną od stwierdzonej w glinach południowopolskich. W poziomie tym napotkano również porwaki osadów morskich. Gliny pokrywają mułki i ily zastoiskowe (Bukowo, poziom 4).

Nad osadami środkowopolskimi leży seria osadów piaszczystych, mułkowych i ilastych interglacjału eemskiego. W Krastudach niższe poziomy (5–7) reprezentują piaszczyste osady rzeczne o bardzo dobrze obtoczonych ziarnach kwarcu. Osady mułkowo-ilaste starorzeczy i jeziorne, z przewarstwieniami osadów morskich, w składzie minerałów ciężkich charakteryzują się zdecydowaną przewagą pirytu – melnikowitu, świadczącą o redukcyjnych warunkach środowiska sedymentacji. Za spokojną sedymentacją tych osadów przemawia w zespole przezroczytych minerałów ciężkich zdecydowana przewaga minerałów blaszkowatych i pręcikowych (biotyt, muskowitz, amfibole) nad pozostałymi. Ponadto w przewarstwieńiach morskich z obfitą spirytyzowaną mikrofauną A. Makowska znalazła też malakofaunę, zaliczając ten poziom do tzw. morza sztumskiego.

W Bukowie natomiast poziomy te reprezentuje monotonna seria piasków z wkładkami mułków i obfitą sieczką roślinną rzeczno stożka napływowego. Poziomy 8 i 9 w Bukowie budują mułki i piaski lądowe, rzeczno-jeziorne z pokładem kredy jeziornej, natomiast w Krastudach (tylko poziom 8) mułki jeziorne. Ponad nimi zalega seria mułków morskich (Krastudy) oraz piasków rzecznych i morskich (Bukowo) – poziom 10. Stwierdzono w niej bogatą mikro- i makrofaunę, która daje podstawę do wydzielenia młodszego, tzw. morza tychnowskiego. Stropowe partie interglacjału eemskiego (poziom 11) budują piaski rzeczne z przewarstwieniami iłó w i torfu. Są to zapewne osady dojrzałej rzeki (przewaga granatów nad amfibolami oraz limonitu nad melnikowitem).

Następny poziom 12 buduje glina zwałowa (Krastudy) lub residuum tej gliny (Bukowo). Przez analogię do obszarów sąsiednich przyjmuje się, że jest to glina stadiału toruńskiego zlodowacenia północnopolskiego. Ponad nią leży seria mułków i iłó w z wtrąceniami piasków (Krastudy) i głównie piasków (Bukowo). Są to osady rzeczno-jeziorne interstadiału gniewskiego (poziomy 13–16). W stropie tych utworów (poziom 15) stwierdzono zsyderytyzowane otwornice, świadczące o ingresjach morskich. Byłby to zatem nieznanym dotychczas w Polsce poziom morski, młodszy od poziomów morskich interglacjału eemskiego.

Ponad osadami interstadialnymi występuje glina zwałowa (Krastudy) lub jej residuum (Bukowo, poziom 17). Zdecydowana przewaga okruchów węglanowych nad krystalicznymi i pozycja tej gliny przemawiają za substadiąłem świeckim.

Najwyższe partie zbadanych profili to poziomy 18 i 19. Poziom 18 budują osady piaszczyste z wtrąceniami mułków, rzeczne, o dobrym obtoczeniu ziarn kwarcu, malejącym jednak ku stropowi. Reprezentują one zapewne rzeczne osady subinterstadialne w spągu i osady fluwioglacjalne w stropie powstałe w czasie transgresji lądolodu. Ponad nimi leży glina zwałowa, o przewadze skał węglanowych nad krystalicznymi (poziom 19), substadiału leszczyńsko-poznańskiego.

## PIŚMIENICTWO

- EJTMINOWICZ Z. (1966) – Mapa geomorfologiczna Polski 1:50 000, ark. Sztum. Inst. Geogr. PAN. Toruń.
- FERT Z. (1982) – Badania petrograficzno-litologiczne osadów czwartorzędowych (badania specjalne), ark. Skórcz. ark. Gniew. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- GALON R., ROSZKÓWNA L. (1961) – Zasięgi zlodowaceń skandynawskich i ich stadiów recesyjnych na obszarze Polski. W: Czwartorzęd Polski. Pr. zbior. pod red. R. Galona, J. Dylika, p. 18–38. Warszawa.
- GIEL D. (1983) – Orzeczenie dotyczące próbek z otworu Krastudy i Bukowo. Arch. PG. Gdańsk.
- KONDRACKI J. (1978) – Geografia fizyczna Polski. Wyd. II. PWN. Warszawa.
- MAKOWSKA A. (1976) – Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Iława. Mapa A. Inst. Geol. Warszawa.
- MAKOWSKA A. (1980a) – Objąsnienia do mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Iława. Inst. Geol. Warszawa.
- MAKOWSKA A. (1980b) – Late Eemian with Preglacial and Glacial part of Vistulian Glaciation in the Lower Vistula Region. Quatern. Stud., 2, p. 37–56.
- MAKOWSKA A. (1986) – Nowy, plejstoceniński poziom morski oraz ślady morza holsztyńskiego na Dolnym Powiślu. Kwart. Geol., 30, p. 609–627, nr 3/4.
- NOWAK B.J. (1982) – Badania petrograficzno-litologiczne osadów czwartorzędowych dla Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 ark. Starogard Gdański (opr. spec.). Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- RABEK W. (w opracowaniu) – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Sztum.

Болеслав Ян НОВАК, Витольд РАБЕК

**ИТОГИ ЛАБОРАТОРНОГО ИЗУЧЕНИЯ МОРСКИХ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ПОРОД В КРАСТУДАХ И БУКОВЕ (НИЖНЕЕ ПОВИСЛЕ) НА ФОНЕ ГЕОМОРФОЛОГИИ ЭТОЙ ОБЛАСТИ**

Резюме

В статье приводятся результаты лабораторного изучения образцов, отобранных из скважин в Крастудах и Букове, пробуренных для составления Детальной геологической карты Польши в масштабе 1:50 000, лист Штум. Как в Крастудах, так и в Букове была пробурена четвертичная толща и скважины вошли в палеоген. Эту область покрывал ледник поморской фазы северопольского оледенения. Она преимущественно представляет собой послеледниковую возвышенность со множеством конечных морен и морен мертвого льда. В преддверии морен в окрестностях Штума и Ваплева расположены обширные зандровые равнины.

В результате лабораторных исследований в разрезах изучаемых скважин было выделено 19 горизонтов, отличающихся и по литологическому составу и по происхождению. В самых низах разреза залегают перемешанные суглинки и пески с морскими фораминиферами (что свидетельствует о том, что это были первые осадки голштейнского моря в Польше), а также валунные глины и их остатки после южнопольского оледенения с показателями  $O/K$  0,32–0,8;  $K/W$  3,65–1,32;  $A/B$  0,26–0,67, а также остатки валунных глин среднепольского оледенения с иными показателями. Различное положение в разрезе позволяет считать их переотложенными.

Над ними залегают валунные глины среднепольского оледенения со следующими петрографическими показателями:  $O/K$  1,68—1,93;  $K/W$  0,55—0,64 и  $A/B$  1,40—1,63, а также застойные суглинки и глины. В Крастудах в глинах обнаружены включения отложений голштейнского моря. Над осадками среднепольского оледенения залегают свыше 60 м пород ээмского межледниковья. В нижней части разреза Крастуды — это речные пески, а также глины и суглинки стариц и озер, зато в Букове они представлены мощными песками аллювиального конуса выноса.

В Крастудах в кровле этой серии, а в Букове в пределах конуса выноса залегают суглинки с обилием растительной сечки и множеством микрофауны, соответствующей т.н. шtumскому морю. Выше залегают пески, суглинки и пески с фораминиферами и остатками иной морской фауны. Их можно коррелировать с осадками т.н. тыхновского моря. Разрез отложений ээмского межледниковья завершается речными песками, глинами, суглинками, торфом и озерным мелом.

Самый нижний горизонт осадков северопольского оледенения представлен валунными глинами, характеризующимися следующими показателями:  $O/K$  1,12,  $K/W$  0,97,  $A/B$  0,95. Это глины торуньского стадия. Над ними залегают мощная серия суглинков и глин, осадившихся в озерах и старицах, а также речных песков. В кровле этой серии обнаружены горизонты морских отложений, содержащих фораминиферы, и остатки другой морской фауны, не отличающиеся друг от друга по палеонтологическому составу. Всю эту серию относят к гневскому межстадиалу, а морской горизонт по всей вероятности является новым, до сих пор не встречавшимся на территории Польши.

Самая верхняя часть разреза сложена валунными глинами и их остатками свецкого субстадиала, характеризующимися следующими показателями:  $O/K$  1,65,  $K/W$  0,65 и  $A/B$  0,95, а выше залегают речные пески грудзенского субстадиала и водноледниковые пески лещинско-познаньского субстадиала. Изученный разрез заканчивается валунными глинами этого стадия, характеризующимися следующими петрографическими показателями:  $O/K$  2,36,  $K/W$  0,47,  $A/B$  1,77. Водноледниковые глины и пески поморской фазы не изучались.

Bolesław Jan NOWAK, Witold RABEK

#### LABORATORY TEST RESULTS OF THE PLEISTOCENE MARINE SEDIMENTS FROM KRASTUDY AND BUKOWO (LOWER POWISŁE) ON THE BACKGROUND OF REGIONAL GEOMORPHOLOGY

#### Summary

The paper presents laboratory test results of samples taken from the boreholes in Krastudy and Bukowo, drilled for The Detailed Geological Map of Poland in scale 1:50 000, sheet: Sztum. Both in Krastudy and Bukowo the Quaternary sediments were drilled through and the Palaeogen sediments reached. The area is situated within the North-Polish Glaciation — the Pomeranian Phase range. It is formed mainly by the postglacial upland with numerous frontal moraines and dead ice moraines upon it. Huge sand fields occur on the foreland of the morain series in the Sztum and Waplewo area.

As a result of laboratory tests 19 levels of lithologically and genetically differentiated sediments have been distinguished from investigated boreholes. In the lowest part of the profile are found mixed silts and sands with marine Foraminifera (therefore they would be determined as the first site in Poland of the Holstein Sea sediments), boulder clays and their South-Polish Glaciation residual deposits with indexes of  $O/K$  0.32—0.8,  $K/W$  3.65—1.32,  $A/B$  0.26—0.67, and also their Mid-Polish Glaciation residual deposits with other indexes. Different position of these sediments in the profile suggests the assumption that they lie on a secondary deposits.

Above these sediments lie the Mid-Polish Glaciation boulder clays with the petrographic indexes of  $O/K$  1.68–1.93,  $K/W$  0.55–0.64 and  $A/B$  1.40–1.63 and clays and silts deposited in ice – barrier lakes. Detached blocks of the Holstein Sea sediments are found in the boulder clays in Krastudy. The sixty meter sediment of the Eemian Interglacial is found above the Mid-Polish Glaciation sediments. In the lower part of the Krastudy profile there are fluvial sands, clays and silts of ox-bow and lake – origins. In Bukowo however outwash fan sands with a large thickness. A level of silts with an ample cane-break and numerous microfauna – corresponding with so-called the Sztum Sea is found in the floor of the series in Krastudy and in the fan deposits in Bukowo. Sands, silts and clays of the matured rivers and their ox-bows are found higher and above them again silts, sands with Foraminifera and other marine fauna remains. They may be correlated with sediments of so-called the Tychnów Sea. The Eemian Interglacial profile is ended in fluvial sands, clays, silts, peats and lacustrine chalks.

The lowest level of the North-Polish Glaciation is represented by boulder clays of the Toruń Stadial with indexes of  $O/K$  1.12,  $K/W$  0.97,  $A/B$  0.95. Above them occurs a series of silts, limnic ox-bow clays and fluvial sands of significant thickness. In the top of the series the lithological unvaried marine sediments with Foraminifera and other marine remains are found. The whole series is ranked with the Gniew Interstadial, and the marine sediments would be a new bed not stated in Poland before.

The most upper parts of the profiles are composed of the Świecko Substadial boulder clays and their residual deposits with indexes of  $O/K$  1.65,  $K/W$  0.65 and  $A/B$  0.95 and above occur the Grudziądz Subinterstadial fluvial sands and the Leszno – Poznań Substadial fluvioglacial sands. The investigated profile ends in boulder clays of the same substadial with the petrographic indexes of  $O/K$  2.36,  $K/W$  0.47 and  $A/B$  1.77. Boulder clays and the Pomeranian Phase fluvioglacial sands were not tested.