

Cechy teksturalne piaszczystych osadów preglacjalnych i warunki ich sedymentacji na przykładzie stanowisk Stanisławice k. Kozienic i Niwa Babicka k. Ryk

Łukasz Bujak*



Textural features of preglacial sandy sediments from Stanisławice near Kozienice and Niwa Babicka near Ryki, and conditions of their accumulation. *Prz. Geol.*, 55: 485–492.

S u m m a r y . Analysis of texture of preglacial sediments from Stanisławice near Kozienice and the Niwa Babicka borehole (map sheet Żelechów) allowed for both recognition of textural features of the sediments and identification of the sedimentary environment conditions. In addition, the recognition of textural features in the Niwa Babicka borehole has brought about the reinterpretation of the age of the upper part of preglacial sediments to assign them to the Pleistocene. The results of the analysis show that the sediments were accumulated in a periglacial climate prior to the first glacial transgression onto the territory of Poland.

Key words: *preglacial sediments, textural features of mineral deposits, Stanisławice near Kozienice, Niwa Babicka borehole*

W Polsce osady preglacjalne od wielu lat są przedmiotem badań geologicznych i sedymentologicznych. Pierwsze doniesienia o ich występowaniu i odmiennościach od osadów glacialnych plejstocenu pochodzą jeszcze z lat 20. XX wieku (Lewiński, 1928a, b; Lewiński & Różycki, 1929; Luniewski, 1930; Różycki, 1929). W okolicach Warszawy oraz w dolinie Bystrzycy pod Lublinem na granicy osadów trzeciorzędu i plejstocenu obserwowano piaski i żwiry zawierające okruchy skał z Karpat i wyżyn środkowopolskich, pozbawione natomiast skał północnych.

Kolejny okres wzmożonego zainteresowania osadami preglacjalnymi przypada na lata 1960. i 1970. Powstało wówczas wiele prac (Baraniecka, 1975, 1976, 1980; Kociszewska-Musiał & Kosmowska-Ceranowicz, 1976; Kosmowska-Ceranowicz, 1965, 1976, 1987; Kosmowska-Ceranowicz i in., 1976; Makowska, 1976, 1978; Sarnacka & Kryszewska-Iwaszkiewicz, 1974) dokumentujących dokładne rozpoznanie składu petrograficznego tych osadów we frakcji kamienistej i piaszczystej oraz spektrum minerałów ciężkich w nich występujących.

Drugim kierunkiem badań były analizy palinologiczne (Różycki, 1961; Janczyk-Kopikowa, 1981; Stuchlik, 1973, 1975, 1978), które przyniosły dużo informacji o klimacie panującym w preglacjale. Na ich podstawie udało się wyodrębnić 4 piętra, w których zachodziły znaczące zmiany klimatyczne. Okres ten został podzielony (Stuchlik, 1975, 1978) na 2 okresy chłodniejsze (rózce i otwock) oraz 2 ocieplenia (ponurzyca i celestynowa). Okresy te są korelowane z wydzielanymi na zachodzie Europy: pretegelemem, tegelenem oraz eburonianem i waalianem (Zagwijn, 1957).

Mimo dość dobrego poznania pod względem mineralno-petrograficznym i palinologicznym osadów preglacjalnych nadal istnieje wiele pytań dotyczących tych osadów. Dlatego bardzo istotne jest dobre zbadanie wszystkich cech tych osadów, a głównie cech teksturalnych, które dostarczają cennych informacji o osadzie, co jest istotne w przypadku braku szczątków organicznych (Bałuk i in., 2002; Barczuk & Mycielska-Dowgiałło, 2001; Florek Mycielska-Dowgiałło, 1991; Gibbard Lewin, 2002; Goździk,

1991; Lewkowicz & Young, 1991; Mycielska-Dowgiałło & Woronko, 1998, 2001; Woronko, 2001).

Pierwszym problemem jest brak cech osadów preglacjalnych jednoznacznie odróżniających je zarówno od serii starszych, jak i młodszych. Bardzo często zdarza się bowiem, że osady pochodzące z różnych okresów makroskopowo nie różnią się od siebie. Piaszczyste osady pliocenские i starsze oraz preglacjalne południowo-wschodniej Polski składają się wyłącznie z materiału pochodzącego z pokryw zwietrzelinowych tworzących się w Górach Świętokrzyskich bądź Karpatach — nie stwierdzono w nich materiału skandynawskiego, a głównym ich składnikiem jest kwarc. Dlatego też w sytuacji braku osadów organicznych lub bez wprowadzenia nowych metod badawczych bardzo trudno jest jednoznacznie określić środowisko i klimat, w jakim osady te były akumulowane.

Niewystarczające rozpoznanie osadów preglacjalnych i warunków, w jakich były one deponowane, powoduje różne umieszczanie tego okresu w tabeli stratygraficznej i różne wyznaczanie granicy między pliocenem a plejstocenem. W ciągu kilkudziesięciu lat badań tych osadów różni autorzy przypisywali preglacjal do różnych jednostek geologicznych: trzeciorzędu albo plejstocenu, lub wydzielali go jako oddzielny okres (Lewiński, 1928a, b; Różycki, 1961, 1972; Mojski, 1984, 2005; Baraniecka, 1975, 1991; Stuchlik, 1975, 1978; Makowska, 1976, 1978; Lindner, 1992; Lindner i in., 2004; Lindner i in., 2006).

W chwili obecnej preglacjal jest sytuowany w dolnej części plejstocenu (Lindner i in., 2004; Lindner i in., 2006; Partridge, 1997; Suc i in., 1997). Jego dolna granica jest wyznaczana na około 1,8 mln lat BP, koniec zaś jest wiązany z nadejściem pierwszego lądolodu. Do preglacjalu są zaliczane jedynie dwa okresy: otwock i celestynów, dwa starsze zaś (rózce i ponurzyca) włącza się do pliocenu (Lindner i in., 2004; Lindner i in., 2006).

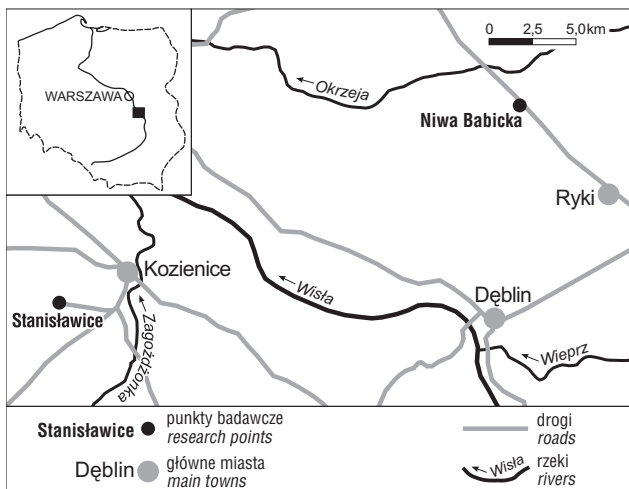
Głównym celem niniejszego opracowania jest rozpoznanie cech teksturalnych piaszczystych osadów preglacjalnych, które pozwoliłyby jednoznacznie odróżniać je od osadów starszych oraz plejstocenu glacialnego, a także określić warunki środowiska, w jakich były one akumulowane.

Jako materiał badawczy posłużyły osady pobrane z dwóch stanowisk położonych w południowej części Niziny Mazowieckiej: z odsłonięcia w Stanisławicach k. Kozienic

*Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa; lbujak@poczta.onet.pl

i otworu kartograficznego w Niwie Babickiej k. Ryk. Wybór tych stanowisk nie był przypadkowy. Wytypowano bowiem osady badane już wcześniej innymi metodami i bezsprzecznie datowane na preglacjał (Kosmowska-Ceranowicz, 1965; Żarski, 1996, 2001; Krupiński i in., 2004).

Miejscowość Stanisławice znajduje się na Równinie Kozienickiej (Kondracki, 2000), na SW od Kozienic (ryc. 1). Wschodnie osadów preglacjałnych występują w niej na północ od szosy przebiegającej przez środek wsi (Kosmowska-Ceranowicz, 1965; Żarski, 1996). Znajdują się one na łagodnym stoku wysoczyzny, opadającym w kierunku północnym ku dolinie Wisły. Osady te są wykształcone w postaci piasków rzecznych. Analizowane profile są zlokalizowane w dwóch eksploatowanych wyrobiskach.



Ryc. 1. Lokalizacja wierzeń
Fig. 1. Location of research points

Wieś Niwa Babicka, w której zlokalizowano otwór kartograficzny, znajduje się na Wysoczyźnie Żelechowskiej (ryc. 1), na NW od Ryk (Kondracki, 2000). Wiercenie to zostało wykonane w ramach realizacji *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000*, arkusz Żelechów (Żarski, 2001). Otwór nawiercono na wysoczyźnie polodowcowej, zbudowanej z glin zwałowych oraz piasków wodnolodowcowych i fluwioperyglacjałnych zlodowacenia warty (Żarski, 2001; Krupiński i in., 2004).

Metody badań

W obu stanowiskach zastosowano te same metody badawcze, mające na celu rozpoznanie cech teksturalnych osadów. Pobrano łącznie 44 próbki (21 z Niwy Babickiej i 23 ze Stanisławic), które później poddano analizom laboratoryjnym.

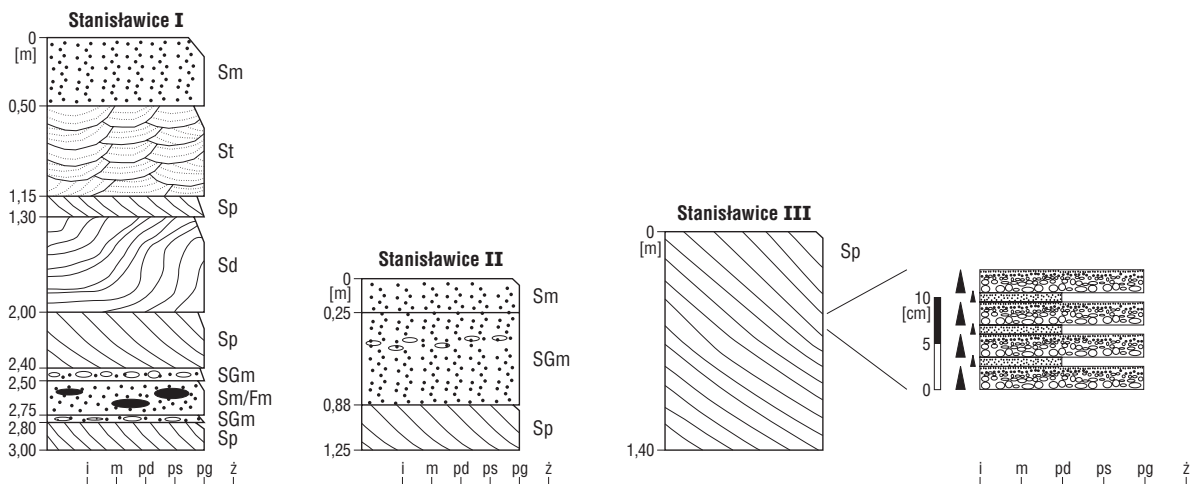
Ze wszystkich pobranych próbek wydzielono za pomocą sit frakcje 0,5–0,8 i 0,8–1,0 mm, dla których wykonano analizę obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziaren kwarcowych frakcji piaszczystej metodą Cailleux (1942) w modyfikacji Goździka (1980) oraz Mycielskiej-Dowgiałło & Woronko (1998). Jest to analiza łącząca stopień obtoczenia ziaren kwarcowych wg skali Krumbeina (1941) i typ ich powierzchni. Następnie próbki te poddano analizie obtoczenia ziaren kwarcu na graniformametrze spychaczowym Krygowskiego (1964) oraz obliczono procentowy udział kwarcu w poszczególnych próbkach. Ponadto, aby dokładnie określić kształt i wygląd ziaren kwarcu oraz sprecyzować warunki środowiskowe, w jakich były one kształtowane, dokonano analizy w mikroskopie elektronowym (SEM). Do tego celu wybrano 5 próbek z obu stanowisk (2 z Niwy Babickiej oraz 3 ze Stanisławic).

Wiek i litologia osadów preglacjałnych w Stanisławicach oraz Niwie Babickiej

Stanisławice. Osady ze Stanisławic, datowane na preglacjał, są już od wielu lat przedmiotem badań geologów. Jako pierwsza zaliczyła je do tego okresu Kosmowska-Ceranowicz (1965). Podobny wiek przypisuje im również Żarski (1996). Wiek tych osadów został wyznaczony na podstawie badań granulometrycznych, morfometrycznych oraz mineralogiczno-petrograficznych.

Osady preglacjałne w Stanisławicach opróbowano w 3 profilach, w których były one reprezentowane w większości przez piaski gruboziarniste ze zmienną domieszką grubszych okruchów skalnych (średnica do 2,5 cm), głównie litytów, krzemieni i rogowców.

Profil pierwszy, Stanisławice I (ryc. 2), obejmuje osady o miąższości 3,00 m. Rozpoczyna się on (gł. 2,80–3,00 m) piaskami gruboziarnistymi warstwowanymi przekątnie tabularnie (Sp) — kod litofacjalny przyjęto według Zielińskiego (1995) — powyżej których znajduje się warstwa zorsztynizowanego piasku (gł. 2,75–2,80 m) z licznymi



Ryc. 2. Profile osadów w stanowiskach Stanisławice I, II, III
Fig. 2. Sedimentary profiles of Stanisławice I, II and III sites

głazikami o średnicy nie przekraczającej 2,5 cm (SGm). Na gł. 2,50–2,75 m w piasku gruboziarnistym pojawiają się toczące ilaste (Sm/Fm), które mogą być porwakami starszych osadów. Ponad nimi występuje druga warstwa (gł. 2,40–2,50 m) zorsztynizowanego piasku ze żwirami (SGm), a następnie piaski gruboziarniste (gł. 2,00–2,40 m) o tabularnym warstwowaniu przekątnym (Sp). Na gł. 1,30–2,00 m znajduje się warstwa piaszczysto-żwirowa z zaburzonym warstwowaniem (Sd), podkreślonym wytrąceniami żelaza. Od gł. 1,30 m do stropu w profilu występują piaski gruboziarniste różniące się strukturą. Początkowo (gł. 1,15–1,30 m) charakteryzują się one warstwowaniem przekątnym tabularnym (Sp), a następnie (do gł. 0,50 m) rynnowym (St). W osadzie tym występują liczne, słabo obtoczone, czasami ostrokrawędziste krzemienie i rogowce, o błyszczącej i wypolerowanej powierzchni (do 2,5 cm średnicy). Strop tych osadów stanowią piaski bezstrukturalne (Sm).

Profil Stanisławice II (ryc. 2) rozpoczyna się warstwą różnoziarnistych piasków (gł. 0,88–1,20 m) przekątnie warstwowanych (Sp) o niewyrównanym stropie, wskazującym na erozję, nad którą leżą piaski gruboziarniste (gł. 0,25–0,88 m) z chaotycznie ułożonymi graniakami o średnicy dochodzącej do 30 cm (SGm). Całość przykrywa 25-centymetrowa warstwa piaszczysto-humusowa (Sm).

Profil trzeci — Stanisławice III (1,40 m) charakteryzuje się warstwowaniem przekątnym (Sp). Warstwy te mają warstwowanie frakcjonalne. Zbudowane są na przemian z syplącego piasku gruboziarnistego i scementowanego piasku drobnoziarnistego (ryc. 2).

Niwa Babicka. W Niwie Babickiej osady datowane na preglacjał (Kenig & Jankowska, 2001; Nawrocki, 2001; Krupiński i in., 2004) zostały nawiercone na głębokości 33,6–58,0 m. Leżą one bezpośrednio na miocenijskich iłach, a przykrywają je drobnopiaszczyste osady związane ze zlodowaczeniem wilgi. Według Nawrockiego (2001) oraz Krupińskiego i in. (2004) osady preglacjałne zostały zdeponowane w epoce odwróconego namagnesowania Matuyama i są one starsze niż 783 ka. Autorzy ci oceniają, że osady z tej epoki sięgają nie niżej niż do 38 metra profilu.

Nawiercone osady pod względem litologicznym wykazują wyraźną dwudzielność. Ich dolna część (gł. 47,5–58,0 m) została wykształcona głównie w postaci piasków. Dominują wśród nich piaski

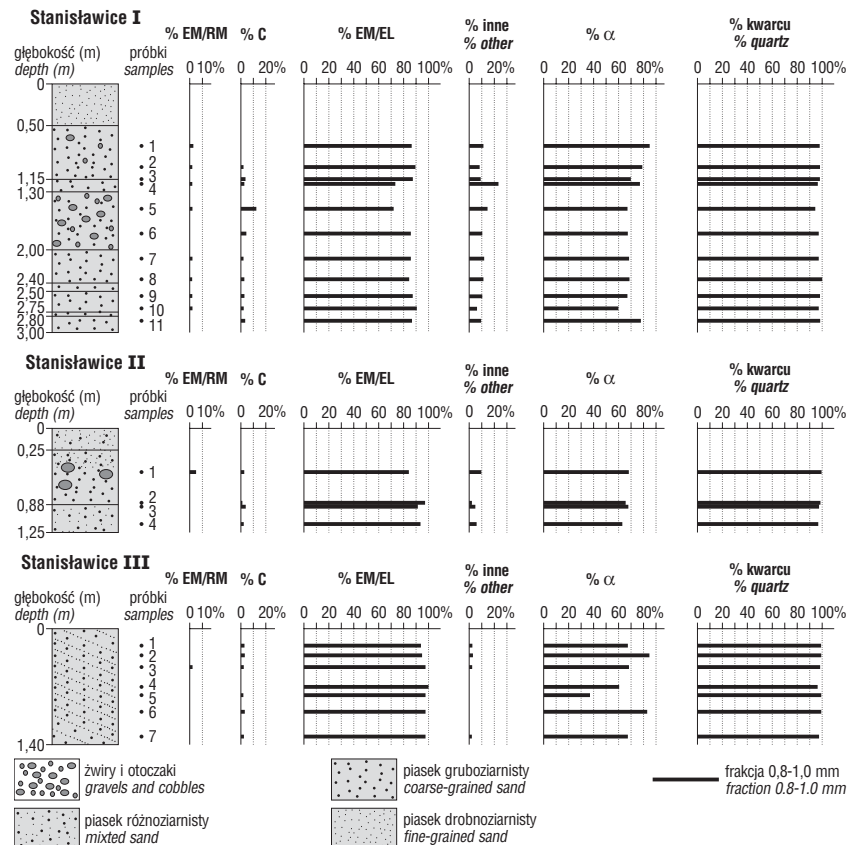
drobno- i bardzo drobnoziarniste, czasami z domieszką piasku średnioziarnistego ze żwirkami. Poza nimi w tej części profilu występują również dwie warstwy osadów gruboziarnistych. Są to piaski gruboziarniste ze żwirami (gł. 57,2–58,0 m) oraz żwiry z piaskami gruboziarnistymi, przechodzące ku stropowi w piaski różnoziarniste (gł. 50,1–53,5 m). Ponadto na głębokości 55,0–54,8 m występuje warstewka mułku ilastego.

Górna część profilu (gł. 33,6–47,5 m) składa się w przeważającej części z mułków i iłów, jedynie w kilku miejscach przewarstwionych piaskami drobnymi i bardzo drobnymi (gł. 44,5–44,7 m, 43,5–43,8 m, 41,2–41,4 m, 38,6–39,1 m oraz 33,6–35,4 m) oraz 20-centymetrową warstwą żwirów (gł. 41,0–41,2 m).

Mimo tak dużego zróżnicowania facjalnego osady te mają cechy wspólne. Składają się głównie z kwarcu, którego udział sięga ponad 90%. Pozostałe skały to przede wszystkim krzemienie i rogowce. Ponadto w całym profilu żadna warstwa nie wykazywała obecności węglanów (Kenig & Jankowska, 2001).

Wyniki badań

Stanisławice. Pod względem cech teksturalnych osady ze stanowiska Stanisławice przedstawiają się bardzo jednorodnie. Wszystkie pobrane do analizy próbki charakteryzują się bardzo dużym udziałem, sięgającym od 71% do 100%, ziaren błyszczących pośrednich typu EM/EL (ryc. 3), kształtowanych w wysokoenergetycznym środowisku wodnym. Są to ziarna o bardzo słabej obróbce. Świadczy o tym również bardzo wysoki udział słabo obtoczonych ziaren typu α , dochodzący w niektórych próbkach nawet do 85% (ryc. 3). Ponadto część ziaren z analizowanych próbek utrzymuje się na płytce graniformometru spychaczowego Krygowskiego (1964) do 30° jej nachylenia.



Ryc. 3. Udział ziaren kwarcowych frakcji piaszczystej 0,8–1,0 mm: pośrednich matowych (EM/RM), pękniętych (C), błyszczących pośrednich (EM/EL), innych oraz typu α ; zawartość kwarcu

Fig. 3. The share of quartz grains of sand fraction 0.8–1.0 mm: semi-rounded (EM/RM), broken (C), shine semi-rounded (EM/EL), others and α -type; share of quartz

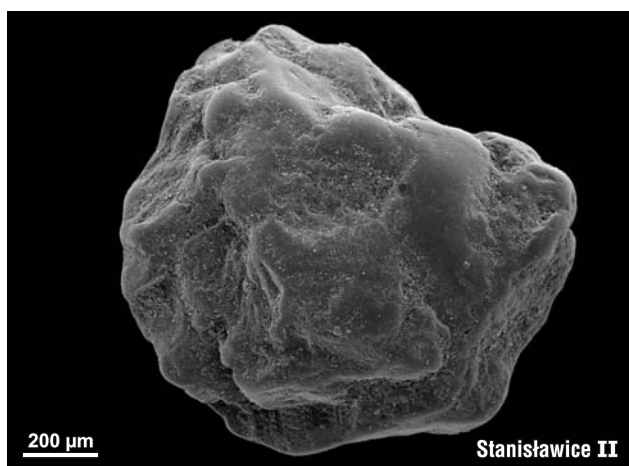
Poza ziarnami typu EM/EL w próbkach tych są obecne również inne typy ziaren: nieobrobione, świeże, powstające najczęściej pod wpływem wietrzenia mechanicznego (NU); pęknięte (C), utworzone w wyniku niszczenia mechanicznego, które mają widoczny, ponad 30-procentowy ubytek pierwotnej wielkości (Goździk, 1980), oraz ziarna matowe pośrednie (EM/RM), które powstały na skutek niezbyt silnych i krótkotrwałych procesów eolicznych. Udział ich jest jednak niewielki — nie przekracza kilku procent, a ziaren EM/RM znaleziono jedynie kilka we wszystkich analizowanych próbkach. Wyjątek stanowią jedynie ziarna inne, powstające w wyniku silnego działania procesów wietrzenia mechanicznego, np. mrozowego lub chemicznego (Mycielska-Dowgiało & Woronko, 1998), których zawartość w próbkach z profilu Stanisławice I sięga nawet 23% (ryc. 3). Brakuje natomiast w osadzie ziaren dobrze obtoczonych, zarówno kształtowanych w środowisku eolicznym (RM), jak i wysokoenergetycznym wodnym (EL). Badane osady charakteryzują się również bardzo wysokim udziałem ziaren kwarcu we frakcji piaszczystej, nie spadającym poniżej 94%.

Ciekawe zjawisko można zaobserwować w profilu Stanisławice II, w warstwie na głębokości 0,25–0,88 m. Występują tam bowiem dosyć liczne, dochodzące do 30 cm

średnicy, graniaki skał północnych, wskazujące na intensywne procesy eoliczne. Procesy te nie zapisały się jednak wcale na powierzchni ziaren kwarcu frakcji piaszczystej — poza kilkoma ziarnami typu EM/RM (ryc. 3).

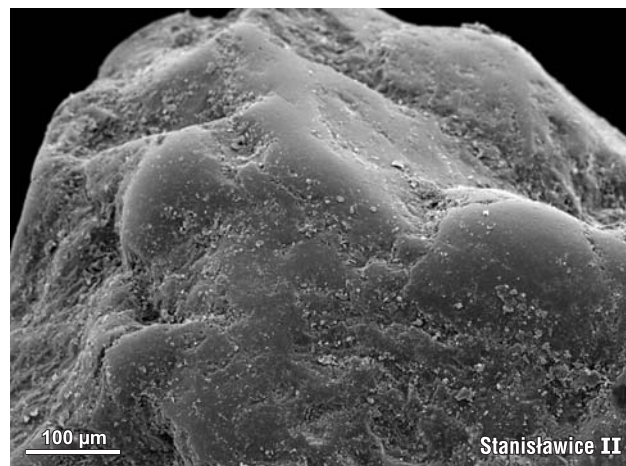
Oglądane pod mikroskopem elektronowym (SEM) ziarna kwarcu ze stanowiska Stanisławice II charakteryzują się powierzchnią kształtowaną w środowisku wysokoenergetycznym plażowym, przy czym są to ziarna o bardzo słabym stopniu obtoczenia (ryc. 4). Może to świadczyć o stosunkowo krótkotrwałym przebywaniu ich w tym środowisku. Powierzchnia ziaren jest gładka zarówno na wypukłościach, jak i w zagłębieniach (ryc. 5). Jedynie na najbardziej wypukłych fragmentach ziaren obserwuje się V- i U-kształtne nacięcia (ryc. 6). Mikroformy te są charakterystyczne dla środowiska wodnego (Krinley & Doornkamp, 1973; Goździk i in., 1988). Ponadto powierzchnia wszystkich ziaren podlegała łukowo-ziarnistemu oskorupianiu, co sugerowałoby, że proces ten był bardzo powolny. Szczególnie intensywnie proces ten zaznacza się we wszelkiego rodzaju mikrozagłębieniach powierzchni ziaren (ryc. 7).

Niwa Babicka. Wyniki analiz cech teksturalnych ziaren z profilu Niwa Babicka ukazują wyraźną dwudzielność osadów określaną jako preglacialne.



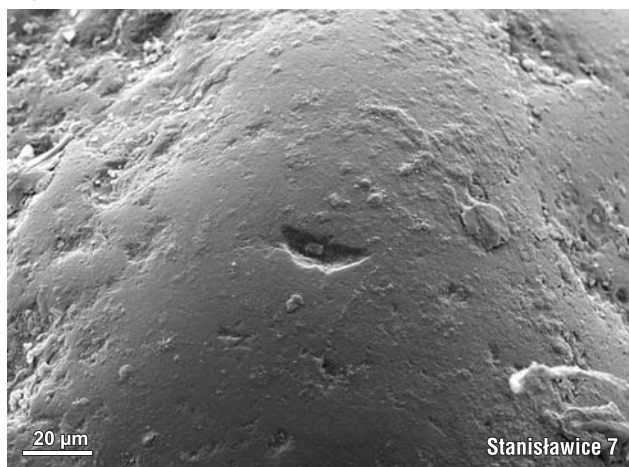
Ryc. 4. Ziarno typu EM/EL o bardzo słabym stopniu obtoczenia powierzchni

Fig. 4. Shine semi-rounded grain (EM/EL) of very bad rounding degree



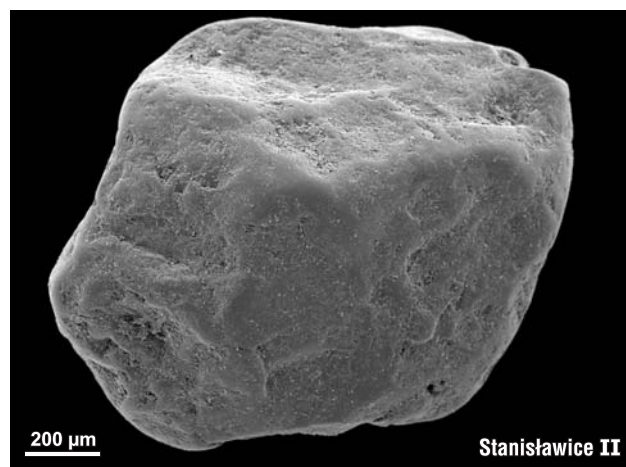
Ryc. 5. Ziarno typu EM/EL — wyblyszczanie widoczne na wypukłościach i w zagłębieniach

Fig. 5. Shine semi-rounded grain (EM/EL) with shinings on convex surfaces and in microdepressions



Ryc. 6. Ziarno typu EM/EL z V-kształtnymi nacięciami na wypukłych fragmentach

Fig. 6. Shine semi-rounded grain (EM/EL) with V-shaped incisions on convex surfaces



Ryc. 7. Ziarno typu EM/EL z oskorupieniem w mikrozagłębieniach

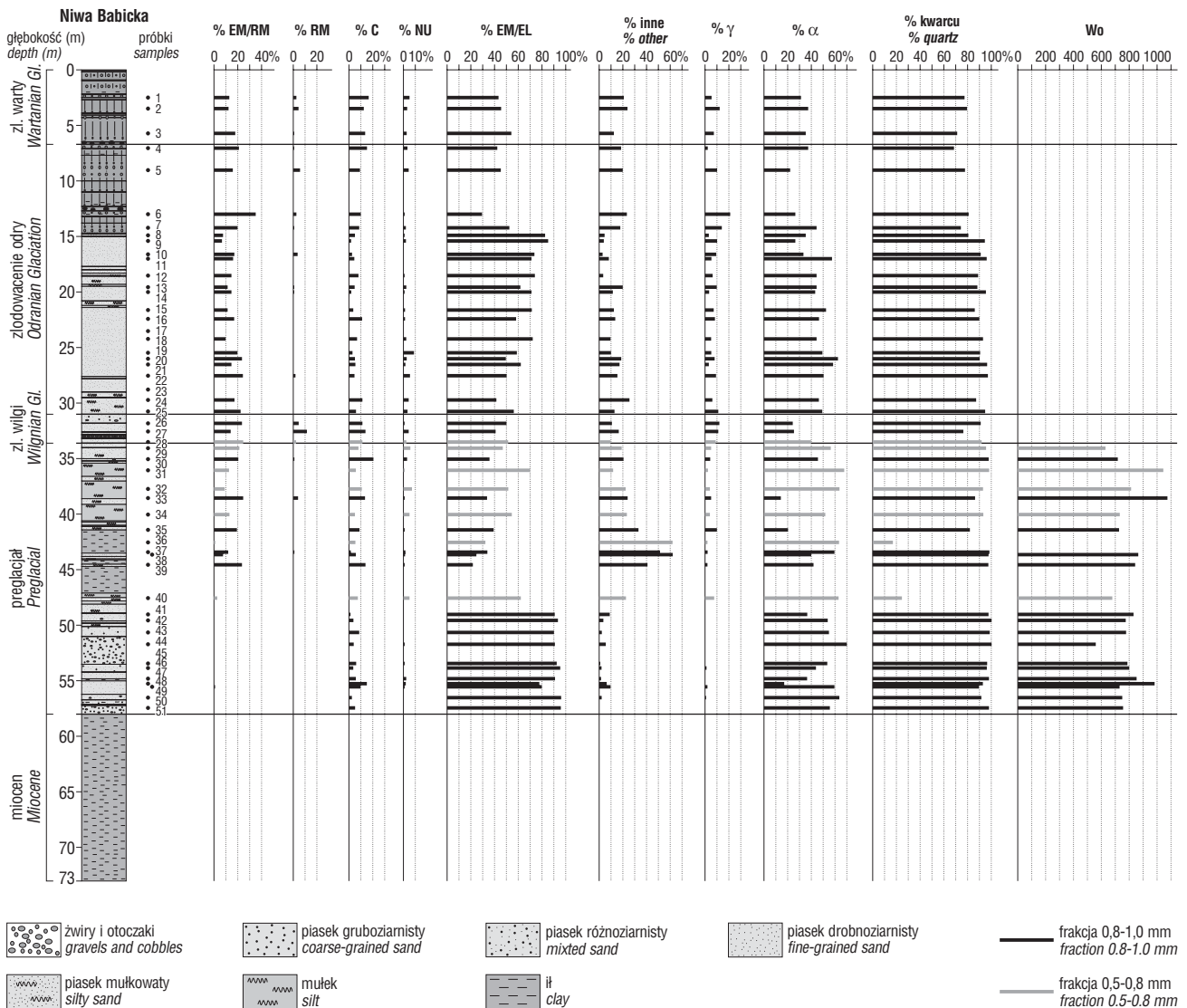
Fig. 7. Shine semi-rounded grain (EM/EL) with a cover in microdepressions

Dolna ich część (gł. 47,5–58,0 m), w której przeważają osady piaszczyste (ryc. 8), charakteryzuje się bardzo dużym udziałem ziaren typu EM/EL (nawet powyżej 95%), kształtowanych w wysokoenergetycznym środowisku wodnym. Brak jest z kolei ziaren typu EM/RM i RM, powstających w środowisku eolicznym i tak powszechnych w osadach pochodzących z plejstocenu glacialnego. Pozostałą część ziaren stanowią ziarna typu NU, C i inne, udział ich nie przekracza jednak kilku procent.

Kolejną ważną cechą tych osadów jest bardzo słabe obtoczenie ziaren typu EM/EL. Są to ziarna o nieregularnych kształtach, w skali Krumbeina (1941) 0,2–0,4. O bardzo słabym ich obtoczeniu świadczą również wyniki analizy obtoczenia na graniformametrze spychaczowym Krygowskiego (1964). W profilu tym nie występują ziarna grupy γ , bardzo dużo jest natomiast ziaren grupy α (ryc. 8), przy czym ziarna te staczą się z płytki graniformametri przy bardzo dużych nachyleniach, dochodzących często do 32° (wskaźnik obtoczenia W_o rzadko przekracza wartość 800). Osady te charakteryzują się również wysokim udziałem kwarcu we frakcji piaszczystej, sięgającym nawet 100%.

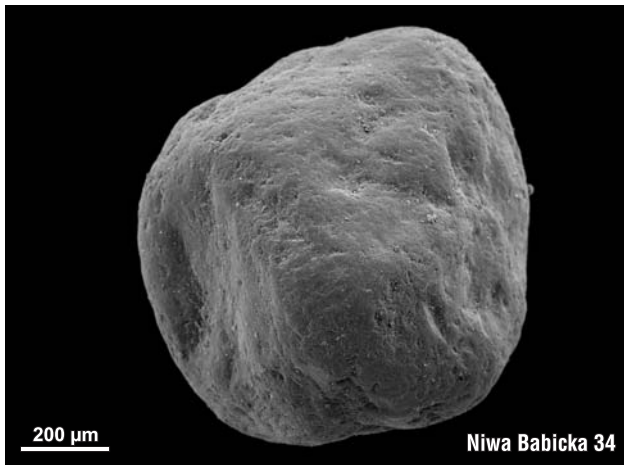
Pozostałą część stanowią krzemienie i rogowce. Brak jest natomiast minerałów i skał pochodzących ze Skandynawii.

Górna część profilu w Niwie Babickiej (gł. 33,6–47,5 m), charakteryzująca się przewagą osadów drobnodziarnistych, takich jak mułki i piaski drobnodziarniste (ryc. 8), różni się wyraźnie obtoczeniem i zmatowieniem powierzchni ziaren kwarcu od osadów je podścielających. Zaznacza się w nich bowiem wyraźny spadek udziału ziaren typu EM/EL (maksymalnie do 70%), pojawiają się natomiast w dość dużej ilości (nawet do 24,5%) ziarna eoliczne pośrednie (EM/RM) oraz pojedyncze ziarna typu RM (ryc. 8). Serię tę wyróżnia również znaczący wzrost udziału ziaren innych (do 62%) oraz pękniętych C, których zawartość osiąga nawet 20% (ryc. 8). Takie nagromadzenie ziaren typu EM/RM, C i innych może wskazywać na warunki surowego klimatu, w którym występowały bardzo niskie temperatury i brakowało pokrywy roślinnej (Mycielska-Dowgiało & Woronko, 1998, 2001). W górnej części profilu wzrasta również obtoczenie ziaren. Pojawiają się ziarna z grupy γ , których udział w niektórych próbkach sięga nawet 10%, a wskaźnik obtoczenia W_o osiąga wartości > 1000 (ryc. 8).



Ryc. 8. Udział ziaren kwarcowych frakcji piaszczystych (0,5–0,8 i 0,8–1,0 mm): pośrednich matowych (EM/RM), okrągłych matowych (RM), pękniętych (C), świeżych (NU), błyszczących pośrednich (EM/EL), innych, oraz typu γ i α ; zawartość kwarcu; wskaźnik obtoczenia (W_o)

Fig. 8. The share of quartz grains of sand fractions (0.5–0.8 and 0.8–1.0 mm): semi-rounded (EM/RM), rounded (RM), broken (C), angular (NU), shine semi-rounded (EM/EL), others, γ -type and α -type; share of quartz; rounding index (W_o)



Ryc. 9. Ziarno typu EM/RM

Fig. 9. Semi-rounded grain (EM/RM)

Na powierzchniach ziaren kwarcu z próbek z profilu Niwa Babicka, obserwowanych pod mikroskopem elektronowym (SEM), widocznych było wiele różnorodnych mikrostruktur. Podobnie do ziaren z profilu Stanisławice, również te wyseparowane z osadów preglacjalnych w Niwie Babickiej charakteryzują się powierzchnią kształtowaną w wysokoenergetycznym środowisku wodnym. Mają one bardzo urozmaiconą rzeźbę: gładką powierzchnię z mikrostrukturami będącymi efektem intensywnego wietrzenia chemicznego. Stopień zwietrzenia jest jednak mniejszy niż ziaren ze Stanisławic.

W profilu Niwy Babickiej obok opisanych wyżej ziaren w próbkach pochodzących z gł. 33,6–47,5 m pojawiają się ziarna o powierzchni kształtowanej w środowisku eolicznym (ryc. 9). Proces korazji zaznacza się głównie na najbardziej wystających fragmentach ziaren, natomiast w mikrozagłębieniach powierzchnia jest mniej urozmaiconą. Ponadto na krawędziach pojedynczych ziaren pojawiają się struktury typu *deep trough*, będące efektem rycia (Mahaney, 1995, 2002; Czekaj, 2006), co sugerowałoby, że ziarna te znajdowały się w środowisku glacialnym.

Interpretacja wyników badań

Datowane na preglacjał osady ze Stanisławic i Niwy Babickiej charakteryzują się wspólnymi cechami: bardzo dużym udziałem słabo obtoczonych ziaren kwarcu we frakcji piaszczystej (typu EM/EL oraz typu α), a także podobną mikrorzeźbą powierzchni ziaren kwarcu, widzianą w mikroskopie elektronowym (SEM). Jediną różnicą jest obecność w górnej części profilu Niwa Babicka ziaren kształtowanych w środowisku eolicznym. Ponadto w osadach tych nie ma skał pochodzenia skandynawskiego, występuje natomiast materiał pochodzący z Gór Świętokrzyskich i ich obrzeżenia bądź Karpat. Takie cechy wskazują na fakt przerabiania tych osadów w wysokoenergetycznym środowisku wodnym, w którym kształtowana była powierzchnia ziaren. Dotychczasowe badania (m.in. Kosmowska-Ceranowicz, 1965; Różycki, 1972; Mojski, 1984; Lindner, 1992) wskazują na to, że osady te były akumulowane w postaci stożków napływowych przez rzeki płynące z Karpat i Gór Świętokrzyskich w kierunku północnym. Stożki te przykrywały łąki akumulowane w niecce warszawskiej w pliocenie. Osadami źródłowymi materiału niesionego przez te rzeki były pokrywy zwietrzelinowe Karpat i Gór Świętokrzyskich, we frakcji piaszczystej cechujące się bardzo dużą zawartością kwarcowych ziaren świeżych, nisz-

czonych mechanicznie (NU), bez widocznej obróbki w środowisku wodnym lub eolicznym oraz ziaren innych, poddawanych bardzo silnym procesom wietrzenia chemicznego (w górnej części profilu Niwa Babicka). Podczas transportu przez rzeki ziarna były poddawane procesom zaokrąglania i wygładzania krawędzi. Procesy te zaznaczyły się również na powierzchni ziaren w postaci U- i V- kształtnych nacięć i rys powstających w wyniku zderzania ziaren (Krinsley & Doornkamp, 1973). Nie wykluczone jest jednak, że widoczne na powierzchni ziaren mikroformy mogą być efektem procesów postsedymentacyjnych.

Istnieje jednak trudność w takiej interpretacji procesu powstawania osadów preglacjalnych. Jak dowodzą wyniki dotychczasowych badań (Linde & Mycielska-Dowgiało, 1980), aby na powierzchni ziarna zaznaczyły się procesy wybliszczenia, musi być ono poddane długotrwałym i bardzo intensywnym procesom obróbki w środowisku wodnym. Efekty takie obserwuje się jedynie w wysokoenergetycznym środowisku plażowym, jako wynik wielokrotnego i długotrwałego przerabiania osadów.

Jak więc można zauważyć, rzeki, które akumulowały osady preglacjalne, nie były jedynym środowiskiem, w którym była kształtowana powierzchnia tych ziaren. Transport w rzece odbywał się bowiem na niezbyt duże odległości, maksymalnie do 300 km, a intensywność procesów zachodzących w rzece nie była na tyle duża, aby doprowadzić do obserwowanego w tych osadach zaokrąglania i wybliszczenia ziaren kwarcu. Przy założeniu, że materiałem źródłowym były osady pokryw zwietrzelinowych, ziarna te, żeby osiągnąć opisywany stopień obróbki, musiałyby przebywać w środowisku rzeczonym znacznie dłużej.

Materiałem źródłowym badanych osadów nie mogły być również osady starsze, innej genezy niż te pochodzące z pokryw zwietrzelinowych. Mimo, iż osady pochodzące z preglacjału i starsze charakteryzują się bardzo podobnym, sięgającym 100%, udziałem kwarcu, którego ziarna we frakcji piaszczystej są reprezentowane prawie wyłącznie przez ziarna typu EM/EL, różni je stopień obtoczenia. Osady starsze są lepiej obtoczone, przy czym zauważalne jest to dopiero w dużym powiększeniu w mikroskopie optycznym bądź elektronowym. Zaobserwowano to między innymi na przykładzie osadów starszych niż preglacjalne, pochodzących z wiercenia Łuków 3, wykonanego w ramach prac nad arkuszem Łuków *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000* (Małek, 2006).

Wyniki badań wskazują, że geneza osadów preglacjalnych musi być bardziej złożona. Prawdopodobne mogło być, że osady pochodzące z pokryw zwietrzelinowych, charakteryzujące się bardzo słabą obróbką ziaren, przed dostaniem się do środowiska rzecznoego, w którym były transportowane i akumulowane, przebywały w środowisku plażowym jakiegoś zbiornika wodnego (jeziora), w którym następowało wybliszczanie i obróbka ich powierzchni. Rzeki z okresu preglacjalnego mogły zatem pobierać osady lepiej obrobione.

Można też założyć, że osady preglacjalne były kształtowane przez rzeki, które przed ostateczną akumulacją przez kilkadziesiąt tysięcy lat przerabiała swoje aluwia, doprowadzając do wybliszczenia powierzchni ziaren.

Ciekawym zjawiskiem, jakie zaobserwowano w profilu Niwa Babicka, jest duży udział w części osadów datowanych na preglacjał (gł. 33,6–47,5 m) ziaren typu EM/RM, kształtowanych w środowisku eolicznym (do 24,5%), ziaren pękniętych C i innych, a więc tych, które powstają w warunkach suchego i zimnego klimatu peryglacjalnego (Mycielska-Dowgiało & Woronko, 1998, 2001; Woronko,

2001). Ziarna tego typu są charakterystyczne dla osadów pochodzących z glacialnej części plejstocenu (Mycielska-Dowgiałło & Woronko, 1998, 2001; Bałuk i in., 2002; Bujak i in., 2006) i niezmiernie rzadko były znajdowane w osadach preglacialnych (Kosmowska-Ceranowicz, 1965). Powstają one zawsze, gdy pokrycie terenu roślinnością drastycznie spada i pojawiają się rozległe, odsłonięte pokrywy piaszczyste, a klimat staje się surowy. Warunki takie pojawiały się zawsze tuż przed lub tuż po wtargnięciu na dany teren kolejnych lądolodów skandynawskich. Zapis takich zjawisk mamy w licznych profilach wierceń: Niksowiznie, Gliniojeck, Galumin 1, Kozły K-1, Olszewo Węgorzewskie, Mysiadła, Leszczydół 1, Pałubinek i Sucumin (Bałuk i in., 2002; Bujak i in., 2006; Kotarbiński i in., 2000; Brud i in., 2001; Mycielska-Dowgiałło & Woronko, 2001; Armusiewicz, 2003; Łosiak, 2006; Błaszkwicz i in., 2005) oraz odsłonięciach.

Dodatkowo, analizując dostępną literaturę (Baraniecka, 1991; Janczyk-Kopikowa, 1981; Makowska, 1976; Morawski & Stuchlik, 1987; Stuchlik, 1973, 1975, 1978, 1987) dotyczącą roślinności i klimatu, jaki panował w preglacjale, trudno jest się dopatrzeć warunków dogodnych do rozwoju procesów eolicznych. Autorzy ci, a szczególnie Stuchlik (1978, 1987), wyróżniają na granicy trzeciorzędu i czwartorzędu 5 faz klimatycznych, nie wyznaczają żadnej, w której mogłyby rozwijać się procesy eoliczne. Nawet wyznaczając okresy tzw. zlodowaceń, nie opisują oni warunków mogących sprzyjać zaistnieniu tych procesów. Stuchlik (1978), mówiąc o ochłodzeniach klimatu w preglacjale (faza II — piętro różce i faza IV — piętro otwock), na podstawie badań palinologicznych określa panującą w tym okresie roślinność jako bezleśny step, a klimat — jako borealny (różce) oraz umiarkowanie chłodny i umiarkowany (otwock). Według niego, w osadach reprezentujących te okresy w stratypowym profilu Różce pyłki drzew wyraźnie dominują nad pyłkami roślin zielnych. Wśród drzew natomiast dominują sosna, brzoza i olcha, a więc powierzchnia terenu musiała być w bardzo dużym stopniu pokryta jednolitą szatą roślinną.

Ponadto, uznanie za wyznacznik wieku osadów preglacialnych akumulację tych osadów w epoce odwróconego namagnesowania Matuyama (> 783 ka — Nawrocki, 2001; Krupiński i in., 2004) jest niezbyt przekonujące, ponieważ epoka ta obejmuje zbyt długi przedział czasu, w tym znaczną część plejstocenu glacialnego z kolejnymi nasunięciami lądolodów na ten obszar (Lindner, 1992; Lindner i in., 2004; Lindner i in., 2006; Lisicki, 2003; Ber, 2005). Z tego też powodu przypisywanie całej tej serii osadów do preglacjalu budzi pewne wątpliwości.

Biorąc pod uwagę wyniki analiz teksturalnych, paleomagnetycznych (Nawrocki, 2001; Krupiński i in., 2004) oraz palinologicznych (Baraniecka, 1991; Stuchlik, 1973, 1975, 1978, 1987), należałoby rozważyć reinterpretację wiekową tych osadów i przesunięcie granicy preglacjalu z plejstocenem glacialnym w dół profilu Niwa Babicka na gł. 47,5 m. Górna część osadów (gł. 47,5–33,6 m), których wiek jest określany na preglacjal, jest młodsza i reprezentuje okres poprzedzający nasunięcie się na te tereny pierwszego lądolodu. Działo się to jeszcze w momencie braku dostawy materiału skandynawskiego, panował już jednak klimat zimny i suchy (perylacjalny). W takim klimacie, powodującym zanik pokrywy roślinnej, panowały dogodne warunki do rozwoju procesów eolicznych. Na północy zatem były już akumulowane osady zawierające skały pochodzenia skandynawskiego, na południu zaś trwała jeszcze akumulacja osadów zawierających jedynie materiał lokalny. Za

taką interpretacją może też przemawiać zmiana akumulowanego materiału z piaszczystego na mułkowo-ilasty, co mogło być wynikiem zmniejszenia się siły transportowej rzeki na skutek transgresji lądolodu i podniesienia się bazy erozyjnej.

Podsumowanie

Osady preglacialne charakteryzują się bardzo dużym udziałem kwarcu we frakcji piaszczystej, sięgającym nawet 100%. Wśród nich dominują ziarna typu EM/EL, kształtowane w wysokoenergetycznym środowisku wodnym, które są jednak bardzo słabo obrobione, co wskazuje na ich bardzo krótkotrwałe przebywanie w takim środowisku. Cecha ta wyraźnie odróżnia osady tego wieku od osadów starszych, zawierających również prawie 100% ziaren EM/EL, ale lepiej obrobionych, oraz młodszych, w których na terenie Polski prawie zawsze dominują ziarna typu EM/RM i RM. Duża zawartość ziaren świeżych (NU) i INNYCH, a także bardzo słabo obtoczonych ziaren typu EM/EL może wskazywać na świętokrzyskie i karpackie osady zwietrzelinowe jako potencjalne źródło osadów preglacialnych. Duża ilość ziaren eolicznych pośrednich (EM/RM), charakterystycznych dla osadów plejstocen-skich, w części profilu w Niwie Babickiej (gł. 33,6–47,5 m) może świadczyć o wyraźnym ochłodzeniu klimatu w czasie akumulacji tych osadów (zanik roślinności i rozwój procesów eolicznych). Może to oznaczać młodszy wiek tych osadów i ostateczne uformowanie ich w warunkach klimatu perylacjalnego już w plejstocenie glacialnym, tuż przed nasunięciem się na ten teren pierwszego lądolodu.

Literatura

- ARMUSIEWICZ A. 2003 — Cechy teksturalne osadów czwartorzędowych w profilu „Mysiadła” k/Łochowa (Równina Wołomińska). Arch. WGiSR UW.
- BAŁUK A., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. & WORONKO B. 2002 — Profil osadów plejstocen-skich w Niksowiznie na Równinie Kurpiowskiej — wyniki badań litologicznych i ich interpretacja. *Prz. Geol.* 50: 447–451.
- BARANIECKA M.D. 1975 — Znaczenie profilu z Ponurzyca dla badań genezy i wieku preglacjalu Mazowsza. *Kwart. Geol.*, 19: 651–665.
- BARANIECKA M.D. 1976 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50000, ark. Otwock (561). *Wyd. Geol.*
- BARANIECKA M.D. 1980 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50000, ark. Grójec (596). *Wyd. Geol.*
- BARANIECKA M.D. 1991 — Profil Różce na tle podstawowych profili osadów preglacialnych na południowym Mazowszu. *Prz. Geol.*, 39: 254–257.
- BARCZUK A. & MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. 2001 — Znaczenie składu mineralnego osadów dla rozpoznania obecności procesów eolicznych. [W:] Mycielska-Dowgiałło E. (red.), *Eolizacja osadów czwartorzędowych jako wskaźnik stratygraficzny czwartorzędu*. WGiSR UW.
- BER A. 2005 — Polish Pleistocene stratigraphy — A review of interglacial stratotypes. *Netherlands Journal of Geosciences — Geologie en Mijbouw*, 84: 61–76.
- BŁASZKIEWICZ M., WORONKO B. & JASTRZĘBSKI E. 2005 — Rozwój procesów eolicznych w okresie czwartorzędu na Pojezierzu Starogardzkim zapisany w cechach teksturalnych osadów. [W:] *Rekonstrukcja i prognoza zmian środowiska przyrodniczego w badaniach geograficznych*. *Pr. Geogr. IG i PZ PAN*, 200: 27–46.
- BRUD S., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. & WORONKO B. 2001 — Interpretacja stratygraficzna osadów z otworu Kozły-1 z wykorzystaniem stopnia ich eolizacji. *Prz. Geol.*, 49: 683–687.
- BUJAK Ł., WORONKO B. & WROTEK K. 2006 — Cechy teksturalne osadów jako źródło informacji o warunkach środowiska sedymentacji, na przykładzie osadów plejstocen-skich z profilu Gliniojeck (Równina Raciąska). *Prz. Geol.*, 54: 319–325.
- CAILLEUX A. 1942 — Les actions eoliennes periglaciaires en Europe. *Mm. Soc. Geol. De France*, 41: 1–176.
- CZEKAJ K. 2006 — Procesy kruszenia ziaren kwarcowych w środowisku glacialnym i fluwioglacialnym. *Arch. WGiSR UW.*
- FLOREK W. & MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. 1991 — Structural and tekstural character of alluvial deposits as an indicator of environ-

- mental conditions. [W:] Gellentrops F. (red.), Wetlands in Flanders. Aardk. Mededel., 6.
- GIBBARD P.L. & LEWIN J. 2002 — Climate and related controls on interglacial fluvial sedimentation in lowland Britain. *Sediment. Geol.*, 151: 187–210.
- GOŹDZIK J. 1980 — Zastosowanie morfometrii i graniformometrii do badań osadów w kopalni węgla brunatnego Bełchatów. *Stud. Region.*, 9: 101–114.
- GOŹDZIK J. 1991 — Sedimentological record of aeolian processes from the Upper Plenivistulian and the turn of Pleni- Latevistulian Central Poland. [W:] Kozarski S. (red.), Late Vistulian (Weichselian) and Holocene Aeolian Phenomena in Central Europe. *Z. Geomorph. N. F. Suppl.*, 90.
- GOŹDZIK J., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., BEZKOWSKA G. & MAKOWSKI J. 1988 — Rzeźba powierzchni ziaren kwarcu z dwóch pokryw zwietrzelinowych klimatu podrównikowego suchego (Tierra Colorado — Meksyk i Dindera — północna Tanzania). [W:] Mycielska-Dowgiałło E. (red.), Geneza osadów i gleb w świetle badań w mikroskopie elektronowym. Wyd. UW.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z. 1981 — Analiza pyłkowa plejstocenijskich osadów Kaznowa i Krępca. *Biul. Inst. Geol.*, 321: 249–258.
- KENIG K. & JANKOWSKA B. 2001 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych. *SMGP 1*: 50 000, ark. Żelechów. CAG PIG, Warszawa.
- KOCISZEWSKA-MUSIAŁ G. & KOSMOWSKA-CERANOWICZ B. 1976 — Charakterystyka litologiczna osadów trzecio- i czwartorzędowych preglacjalnych z wybranych profili wiertniczych Warszawy i okolic. *Pr. Muzeum Ziemi*, 25: 29–53.
- KONDRACKI J. 2000 — Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B. 1965 — Osady preglacjalne dorzecza środkowej Wisły. *Pr. Muzeum Ziemi*, 9: 223–296.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B. 1976 — Wiek osadów z Cetenia i Ponurzyca w świetle badań mineralogiczno-petrograficznych. *Kwart. Geol.*, 20: 627–641.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B. 1987 — Porównanie serii ochoty z osadami preglacjalnymi (plioceńskimi) centralnej Polski. [W:] Jahn A. & Dyjor S. (red.), Problemy młodszego neogenu i eoplejstocenu w Polsce. *Ossolineum. Wrocław*: 247–254.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B., KOCISZEWSKA-MUSIAŁ G. & MUSIAŁ T. 1976 — Mineralogiczno-petrograficzne podstawy wydzielenia kompleksów osadów trzeciorzędowych i „preglacjalnych” w profilu Hipolitów. *Kwart. Geol.*, 20: 365–378.
- KOTARBIŃSKI J., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. & WORONKO B. 2000 — Wybrane cechy sedimentacji osadów ułatwiającej ich podział stratygraficzny, na przykładzie otworu Galumin I. *Prz. Geol.*, 48: 1030–1034.
- KRINSLEY D.H. & DOORNKAMP J.C. 1973 — Atlas of quartz grain surface textures. Cambridge University Press, Cambridge.
- KRUMBEIN W.C. 1941 — Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. *Jour. Sed. Petrol.*, 11: 64–72.
- KRUPINSKI K.M., ŻARSKI M. & NAWROCKI J. 2004 — Reinterpretacja geologiczno-stratygraficzna osadów interglacjalnych w Wylezinie koło Ryk. *Prz. Geol.* 52: 683–692.
- KRYGOWSKI B. 1964 — Graniformometria mechaniczna — zastosowanie, teoria. *Pozn. Tow. Przyj. Nauk*, 2: 1–112.
- LEWIŃSKI J. 1928a — Preglacjal w dolinie Bystrzycy pod Lublinem. *Spraw. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. Wydz. III Nauk. Matm. i Przyrod.*, 21: 111–118.
- LEWIŃSKI J. 1928b — Tworzy preglacjalne i glacialne Piotrkowa i okolic. *Spraw. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. Wydz. III Nauk. Matm. i Przyrod.*, 21: 49–66.
- LEWIŃSKI J. & RÓŻYCKI S.Z. 1929 — Dwa profile geologiczne przez Warszawę. *Spraw. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. Wydz. III Nauk. Matm. i Przyrod.*, 22: 30–50.
- LEWKOWICZ A.G. & YOUNG K.L. 1991 — Observations of aeolian transport and niveoaeolian deposition at three lowland sites, Canadian Arctic Archipelago. *Permafrost and Periglacial Processes*, 2.
- LINDE K. & MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. 1980 — Some experimentally produced microtextures on grain surfaces of quartz sand. *Geogr. Ann. A, Phys. Geogr.* 62 A, 3–4: 171–184.
- LINDNER L. (red.) 1992 — Czwartorzęd: osady, metody badań, stratygrafia. PAE, Warszawa.
- LINDNER L., BOGUTSKY A., GOZHNIK P., MARKS L., ŁANCZONT M. & WOJTANOWICZ J. 2006 — Correlation of Pleistocene deposits in the area between the Baltic and Black Sea, Central Europe. *Geol. Quart.*, 50: 195–210.
- LINDNER L., GOZHNIK P., MARCIŃIAK B., MARKS L. & YELOVICHEVA Y. 2004 — Main climatic changes in the Quaternary of Poland, Belarus and Ukraine. *Geol. Quart.*, 48: 97–114.
- LISICKI S. 2003 — Zasięgi lodolodu skandynawskiego w dorzeczu Wisły wyznaczone na podstawie petrograficznych badań glin lodowcowych, w nawiązaniu do izotopowych stadiów tlenowych. *Prz. Geol.*, 51: 217–223.
- ŁOSIAK A. 2006 — Zmiany warunków środowiska w czasie akumulacji osadów w plejstocenie na podstawie profilu Leszczycdół 1 (Międzyrzecze Łomżyńskie). *Arch. WGiSR UW*.
- ŁUNIEWSKI A. 1930 — Radiolaryty w żwirach preglacjalnych Prawyśły. *Wszechświat*, 5: 165.
- MAHANEY W.C. 1995 — Glacial crushing, weathering and diagenetic histories of quartz grains inferred from scanning electron microscopy. [W:] Menzies J. (red.), *Glacial Environments — Processes, Sediments and Landforms*. Pergamon, London.
- MAHANEY W.C. 2002 — Atlas of sand grain surface textures and applications. Oxford University Press.
- MAKOWSKA A. 1976 — Staroplejstocenijskie osady organogeniczne w Ceteniu i ich związek z serią preglacjalną południowego Mazowsza. *Kwart. Geol.*, 20: 597–622.
- MAKOWSKA A. 1978 — Eoplejstocen. [W:] *Stratygrafia osadów czwartorzędowych Niziny Mazowieckiej oraz jej południowego i zachodniego obrzeżenia*. *Biul. Inst. Geol.*, 306: 7–20.
- MAŁEK M. 2006 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50000, ark. Łuków. CAG Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MOJSKI E.J. 1984 — Budowa geologiczna Polski, tom I. *Stratygrafia, część 3b. Kenozoik. Czwartorzęd*. Wyd. Geol.: 50–82.
- MOJSKI E.J. 2005 — Ziemia polska w czwartorzędzie. *Zarys morfogenezy*. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MORAWSKI W. & STUCHLIK L. 1987 — Preglacjal Mirowa i Opaczy w Warszawie. [W:] Jahn A. & Dyjor S. (red.), *Problemy młodszego neogenu i eoplejstocenu w Polsce*. *Ossolineum, Wrocław*: 147–163.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. & WORONKO B. 1998 — Analiza obtoczenia i matowienia powierzchni ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej i ich wartość interpretacyjna. *Prz. Geol.*, 46: 1275–1281.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. & WORONKO B. 2001 — Wybrane cechy sedimentologiczne osadów ułatwiającej ich podział stratygraficzny, na przykładzie otworów Galumin I, Koźły K-1, Niksowizna i Olszewo Węgorzewskie. [W:] Mycielska-Dowgiałło E. (red.), *Eolizacja osadów jako wskaźnik stratygraficzny czwartorzędu*. *Pracownia Sedymetologiczna, WGiSR UW*: 43–58.
- NAWROCKI J. 2001 — Wyniki badań magnetostratygraficznych skał czwartorzędowych z otworów wiertniczych Niwa Babicka i Wylezin. *CAG Państw. Inst. Geol.*
- PARTRIDGE T.C. 1997 — Reassessment of the position of the Plio-Pleistocene boundary: is here a for Lowering it to the Gauss-Matuyama Palaeomagnetic reversal? *Quaternary International*, 40: 5–10.
- RÓŻYCKI S. Z. 1972 — Plejstocen polski środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie. *Wyd. II. PWN Warszawa*.
- RÓŻYCKI S.Z. 1929 — Interglacjal Żoliborski. *Spraw. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. Wydz. III Nauk. Matm. i Przyrod.*, 22: 6–29.
- RÓŻYCKI S.Z. 1961 — Wiek preglacjalny nizowego w świetle wstępного opracowania palynologicznego profilu z Ochoty w Warszawie. *Prace o plejstocenie Polski środkowej*, 1: 35–42. Warszawa.
- SARNACKA Z. & KRYSOVSKA-IWASZKIEWICZ M. 1974 — Osady eoplejstocenijskie okolic Magnuszewa na południowym Mazowszu. *Biul. Inst. Geol.*, 286: 165–188.
- STUCHLIK L. 1973 — Opracowanie palinologiczne osadów starszego czwartorzędu na tle górnego trzeciorzędzie z profili wiertniczych rejonu Otwocka. *Arch. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- STUCHLIK L. 1975 — Charakterystyka palinologiczna osadów preglacjalnych z Ponurzyca (rejon Otwocka). *Kwart. Geol.*, 19: 667–678.
- STUCHLIK L. 1978 — Palinologiczna charakterystyka osadów starszego czwartorzędu z profili wiertniczych okolic Grójca. *Arch. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- STUCHLIK L. 1987 — Przegląd badań paleobotanicznych osadów plioceńskich i wczesnoplejstocenijskich Polski środkowej i południowej. [W:] Jahn A., Dyjor S. (red.), *Problemy młodszego neogenu i eoplejstocenu w Polsce*. *Ossolineum, Wrocław*.
- SUC J-P., BERTINI A., LEROY S.A.G. & SUBALLYOVA D. 1997 — Towards the lowering of the Pliocene/Pleistocene boundary to the Gauss-Matuyama reversal. *Quatern. International*, 40: 37–42.
- WORONKO B. 2001 — Znaczenie analizy obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej w interpretacji genetycznej osadów czwartorzędowych. [W:] Mycielska-Dowgiałło E. (red.), *Eolizacja osadów jako wskaźnik stratygraficzny czwartorzędu*. *Pracownia Sedymetologiczna, WGiSR UW, Warszawa*: 33–38.
- ZAGWIJN W.H. 1957 — Vegetation, climate and time-correlations in Early Pleistocene of Europe. *Geologie en Mijnbouw*, 19: 233–244.
- ZIELINSKI T. 1995 — Kod litofacjalny i litogeniczny — konstrukcja i zastosowanie. [W:] Mycielska-Dowgiałło E. & Rutkowski J. (red.), *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników*. *WGiSR UW*: 220–235.
- ŻARSKI M. 1996 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50000, ark. Koziernice (673) wraz z objaśnieniami. *Wyd. Geol.*
- ŻARSKI M. 2001 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50000, ark. Żelechów. *CAG Państw. Inst. Geol.*, nr arch. 2342/2001.

Praca wpłynęła do redakcji 07.08.2006 r.
Akceptowano do druku 19.12.2006 r.