Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 69

Łukasz Bujak[1]

WARUNKI AKUMULACJI PIASZCZYSTYCH OSADÓW PREGLACJALNYCH ZE STANOWISKA JANUSZNO K. PIONEK NA PODSTAWIE ICH CECH STRUKTURALNYCH I TEKSTURALNYCH

CONDITIONS OF ACCUMULATION OF PREGLACIAL, SANDY SEDIMENTS FROM JANUSZNO NEAR PIONKI ON THE BASE STRUCTURAL AND TEXTURAL FEATURES

Abstrakt

Analizy cech strukturalnych i teksturalnych osadów preglacjalnych pobranych w odsłonięciu Januszno k. Pionek pozwoliły określić środowisko ich akumulacji. Wynik ten uzyskano, wykonując analizy: uziarnienia, obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziaren kwarcowych w mikroskopie optycznym oraz na graniformametrze spychaczowym Krygowskiego (1964), mikrostruktur powierzchni ziaren kwarcowych w SEM, zawartości ziaren kwarcu w osadzie, minerałów ciężkich, a także analizę petrograficzną żwirów (frakcja 4-8 mm). Otrzymane wyniki wskazują na znaczą jednorodność badanych osadów i mimo różnic w wykształceniu facjalnym wskazują na transport w niezmiennych warunkach środowiskowych przez wysokoenergetyczne rzeki płynące na północ. Akumulacja

[1] Szkoła Wyższa Przymierza Rodzin w Warszawie, ul. M. Grzegorzewskiej 10, 02-778 Warszawa, lbujak@poczta.onet.pl

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-08 14:24 Page 70

osadów następowała nagle, w momencie wpłynięcia rzek do zbiornika wodnego, w postaci rozległych stożków napływowych (delt), w których były reprezentowane zarówno facje wezbraniowe, jak i korytowe. Za osady źródłowe należy uznać pokrywy zwietrzelinowe powstające w neogenie i preglacjale na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich.

Abstract

Analysis of structural and textural features of preglacial sediments from Januszno near Pionki allowed to recognize conditions of accumulation environment. This effect reached for doing granulometric analysis, analysis of micromorphology of quartz sand grains in optical and scanning electron microscopy (SEM), share of quartz grains of sand, share of heavy minerals and petrography composition in fraction 4-8 mm. Results of these analysis show that these sediments were very homogeneous and were accumulation by high energy rivers flow to north. These deposits were accumulation suddenly in water basin as alluvial fan. In these deposits were representing channel and flood facies. Source of these deposits were weathering rocks in northern part of Holy Cross Mountains.

Słowa kluczowe: osady preglacjalne, cechy strukturalne, cechy teksturalne osadów mineralnych, Januszno k. Pionek

Key words: preglacial sediments, structural features, textural features of mineral deposits, Januszno near Pionki

Wstęp

Piaszczyste osady preglacjalne Niziny Mazowieckiej i terenów przyległych stały się już w okresie międzywojennym obiektem badań geologicznych (Lewiński 1928 a, b, Lewiński, Różycki 1929, Łuniewski 1930, Różycki 1929). Badano je zarówno pod względem składu petrograficznego i mineralogicznego (m.in. Lewiński 1928 a,

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 71

b, Łuniewski 1930, Baraniecka 1975a, 1976, 1980, Kociszewska-Musiał, Kosmowska-Ceranowicz 1976, Kosmowska-Ceranowicz 1966, 1976, 1987, Kosmowska-Ceranowicz i in. 1976, Makowska 1976, 1978, Sarnacka, Krysowska-Iwaszkiewicz 1974), jak również palinologicznym (m.in. Różycki 1961, Janczyk-Kopikowa 1981, Stuchlik 1973, 1975, 1978, Baraniecka 1991, Winter 1997).

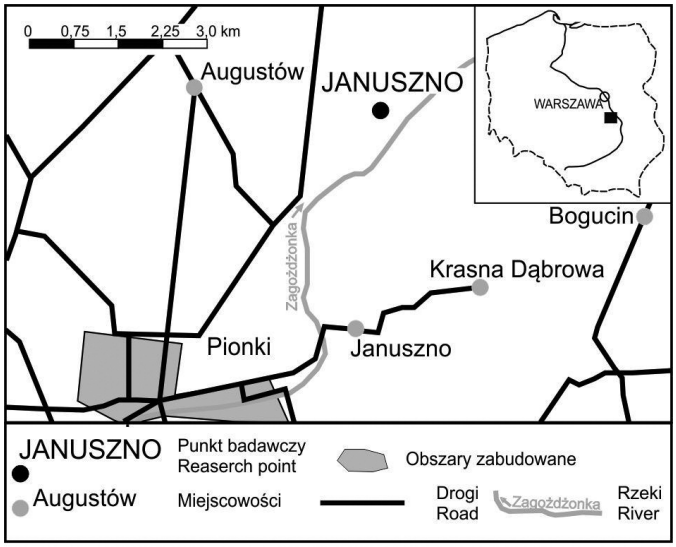
Jednakże mimo dość dobrego rozpoznania ich cech oraz warunków sedymentacji wciąż pozostaje wiele niewiadomych. Jedną z nich są warunki klimatyczne i ich zmienność w trwającym prawie 1,2 mln lat okresie (Ber i in. 2007), dzielonym obecnie, na podstawie badań palinologicznych, na dwa ocieplenia (ponurzycy i celestynowa) i dwa ochłodzenia (różców i otwocka) (Stuchlik 1973, 1978, Baraniecka 1991). Osady organiczne w osadach preglacjalnych występują jednak bardzo rzadko, co sprawia, że korelacja osadów tego wieku z powyższymi wydzieleniami klimatostratygraficznymi jest trudna, a nawet wręcz niemożliwa. Drugim równie ważnym problemem jest odróżnienie mineralnych osadów tego wieku od osadów starszych oraz młodszych, pochodzących z glacjalnej części plejstocenu. Ponadto pewne wątpliwości wciąż budzi przynależność stratygraficzna preglacjału, która w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat często się zmieniała (Różycki 1961, 1972, Mojski 1984, 2006, Baraniecka 1975a, 1991, Makowska 1976, 1978, Lindner 1992, Lindner i in. 2002, 2004, 2006, Ber i in. 2007).

Dlatego też bardzo ważne jest stosowanie metod badawczych pozwalających jednoznacznie rozwiązać te problemy. Możliwość taką dają analizy służące dokładnemu poznaniu cech strukturalnych i teksturalnych osadów mineralnych. Istotne jest to szczególnie przy braku w osadzie szczątków organicznych (Bałuk i in. 2002, Barczuk, Mycielska-Dowgiałło 2001, Florek, Mycielska-Dowgiałło 1991, Goździk 1991, Mycielska-Dowgiałło, Woronko 1998, 2001, Woronko 2001, Bujak 2007a, Woronko i in. 2007).

W niniejszym opracowaniu zostaną przedstawione wyniki badań dotyczących osadów preglacjalnych odsłaniających się w okolicach miejscowości Januszno k. Pionek (ryc. 1). Stanowisko położone jest na Równinie Kozienickiej (Kondracki 2000), ok. 2 km na północ od leśniczówki Brzeźniczka. Odsłonięcie to jest zlokalizowane w lesie,

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 72

kilkaset metrów od koryta rzeki Zagożdzonki, na lewym jej brzegu. W odsłonięciu tym opróbowano dwa profile – Januszno I i II. Celem badań było poznanie cech strukturalnych i teksturalnych osadów oraz rekonstrukcja cech środowiska w czasie ich akumulacji.



Ryc. 1. Lokalizacja punktu badawczego
Fig. 1. Localisation of reaserch point

Metody badań

Badania terenowe obejmowały opis odsłaniających się struktur oraz pobór próbek (łącznie 31), które poddano analizom laboratoryjnym: uziarnienia, zawartości ziaren kwarcu w osadzie, obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziaren kwarcowych według Cailleux (1942) w modyfikacji Goździka (1980) oraz Mycielskiej-Dowgiałło i Woronko (1998), obtoczenia ziaren kwarcu na graniformametrze spychaczowym Krygowskiego (1964) oraz analizie mikrorzeźby powierzchni ziaren kwarcu w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) (próbka J-II-11 z głębokości 1,36 m), wykonaną na Wydziale Geologii UW w Pracowni Mikroskopii Elektronowej i Mikroanalizy przy użyciu Skaningowego Mikroskopu Elektronowego JSM-6380LA firmy JEOL 3.

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 73

Wszystkim analizom poddano ziarna kwarcu frakcji piaszczystej (0,8-1,0 mm). Wykonano również analizę minerałów ciężkich we frakcji 0,1-0,2 mm (5 próbek z profilu Januszno I). W analizie tej udział procentowy poszczególnych minerałów ciężkich liczono w stosunku do sumy wszystkich minerałów przezroczystych i nieprzezroczystych. Ponadto udział ten został obliczony, biorąc za 100% same minerały przezroczyste, co pozwoliło obliczyć wskaźnik wietrzeniowy według Racinowskiego i Rzechowskiego (1969). W przypadku żwirów zaś wykonano analizę petrograficzną (frakcja 4-8 mm).

Wyniki badań

Struktura i uziarnienie osadów

W obu badanych profilach dominują gruboziarniste piaski i drobne żwiry, składające się głównie z kwarcu oraz lidytów, krzemieni i piaskowców.

Profil Januszno I, o miąższości 2,95 m (ryc. 2) rozpoczyna się masywnym piaskiem gruboziarnistym z drobnymi żwirami o średnicy nieprzekraczającej 0,7 cm (Sm). Powyżej (głębokość 2,55-2,77 m) zalega średnio wysortowany (σ_1=0,65) piasek różnoziarnisty z domieszką pyłu i piasku gruboziarnistego (Sm) (M_z=1,95ϕ).

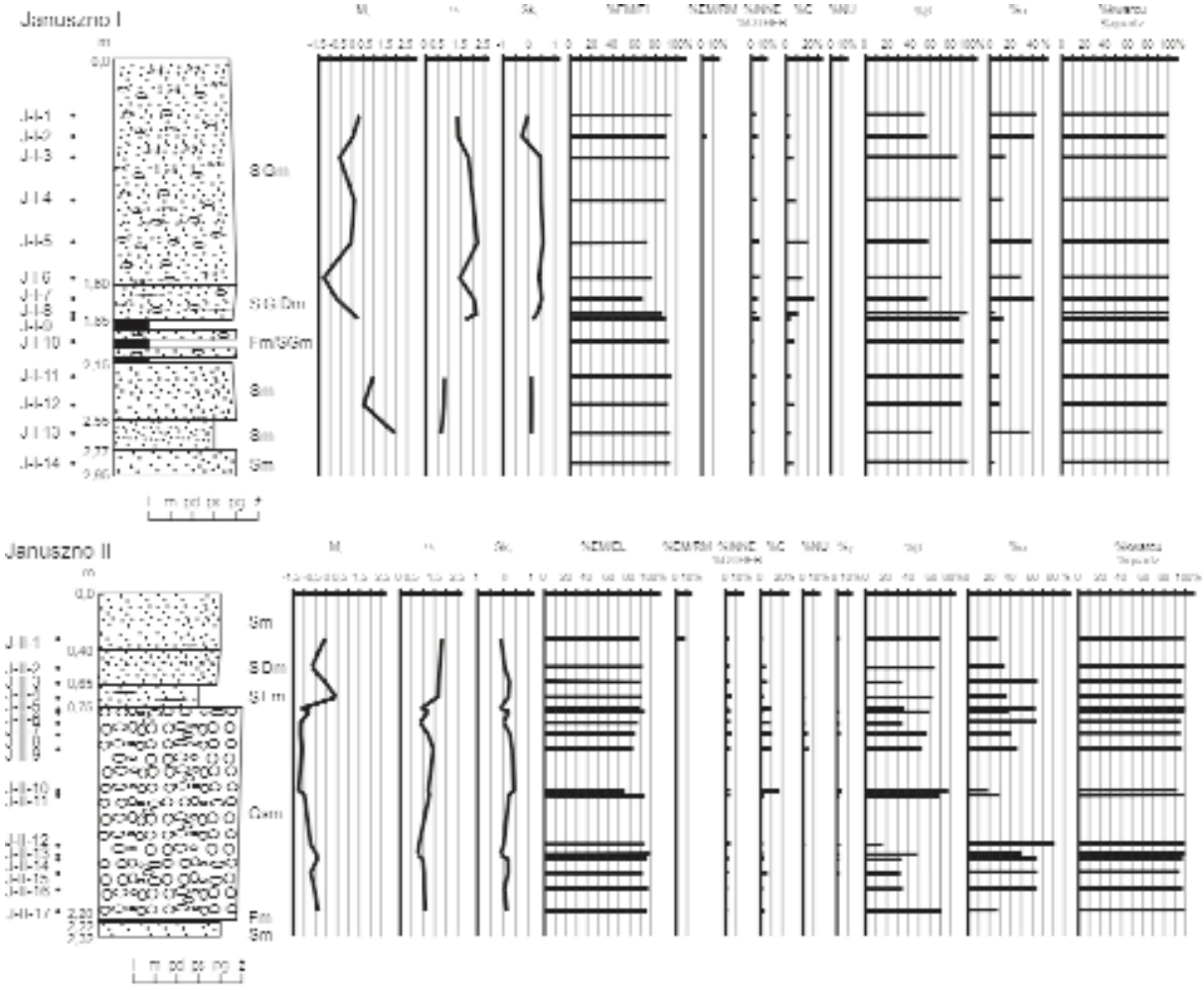
Kolejną warstwę (głębokość 2,15-2,55 m) stanowi średnio wysortowany (σ_1=0,78), drobniejący ku górze (M_Z=0,53ϕ0,95ϕ) piasek gruboziarnisty (Sm), nad którym znajduje się (głębokość 1,85-2,15 m) seria szaro-sinych, masywnych iłów (Fm), wśród których występuje kilka warstewek gruboziarnistego piasku ze żwirami o średnicy do 2 cm (SGm).

Nad iłami, aż do stropu, dominują masywne osady gruboziarniste. Początkowo (głębokość 1,60-1,85 m) jest to osad piaszczysto-żwirowy z dużą domieszką iłu (SGDm), z ziarnem grubiejącym ku górze (M_Z=0,28ϕ0,01ϕ-0,69ϕ) i pogarszającym się wysortowaniem, ze słabego (σ_1=1,65) na bardzo słabe (σ_1=2,09). W warstwie tej występują wypolerowane okruchy skał ciemnych (do 1,5 cm średnicy). Strop osadów (głębokość 0,0-1,60 m) stanowią drobniejące ku górze (M_Z=-1,30ϕ0,35ϕ) i coraz lepiej wysortowane

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-08 14:24 Page 74

(σ_1=2,20ϕ1,34) masywne piaski gruboziarniste ze żwirami (SGm). We wszystkich warstwach w profilu, z wyjątkiem głębokości 0,0-0,5 m, osad ten charakteryzuje się dodatnią skośnością.

Profil Januszno II (ryc. 2) rozpoczyna (głębokość 2,22-2,32 m) piasek gruboziarnisty (Sm) z głazikami do 0,5 cm średnicy, powyżej którego zalega 2-centymetrowa warstewka iłu (Fm).



Ryc. 2. Profile osadów w stanowisku Januszno (kod litofacjalny wg Zielińskiego 1995); wskaźniki wysortowania wg Folka i Warda (1957): M_z – średnia średnica ziaren, σ1 – wysortowanie, Sk_1 – skośność; udział ziaren kwarcowych frakcji piaszczystej (0,8-1,0 mm): błyszczących pośrednich (EM/EL), pośrednich matowych (EM/RM), INNYCH, pękniętych (C), świeżych (NU); ziarna typu γ, β, α; udział kwarcu w osadzie

Fig. 2. Januszno profile (litofacial cod after Zieliński 1995); Folk-Ward parameters: averange grain diameter (M_z), standard deviation (σ1), skewness (Sk_1); the share of quartz grains of sand fractions (0.8-1.0 mm): shine semi-rounded (EM/EL), semi-rounded (EM/RM), other, broken (C), angular (NU), γ–, β-, and α-type; share of quartz

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 75

Na głębokości 0,75-2,20 m znajduje się warstwa drobnego żwiru masywnego, zanurzonego w piaszczysto-pylasto-ilastym diamiktonie (GSm). Charakteryzuje się on wzrostem średnicy ziaren ku stropowi (M_Z od -0,38ϕ do –1,18ϕ), przy jednoczesnym zmiennym wysortowaniu (σ_1 od 0,77 do 1,46).

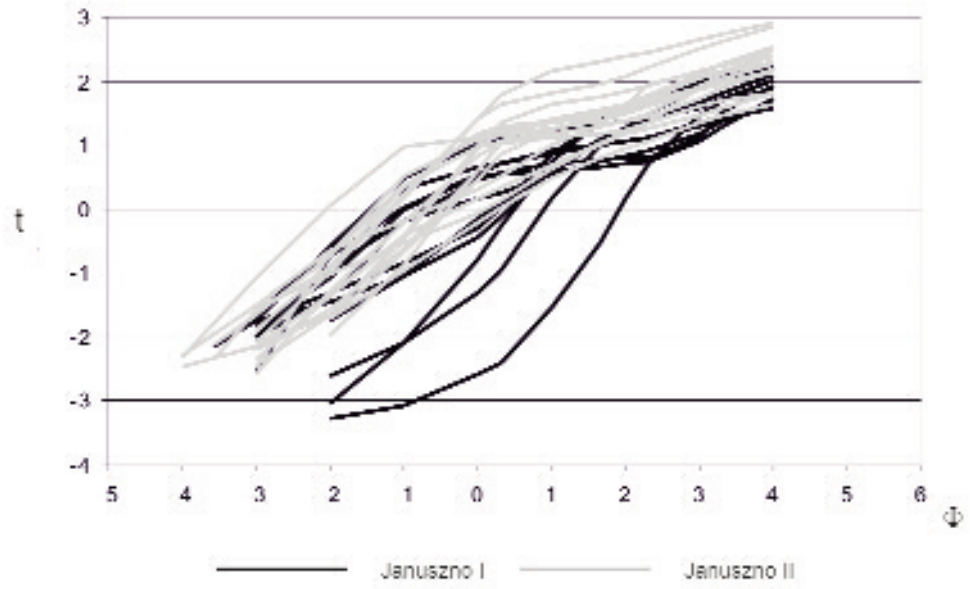
Powyżej zalega 10-centymetrowa warstwa słabo wysortowanego (σ_1=1,68), masywnego, średnioziarnistego piasku ilastego z głazikami (SFm) (M_Z=0,46ϕ), nad którym (głębokość 0,40-0,65 m) znajduje się słabo wysortowany (σ_1=1,7), grubiejący ku stropowi (M_Z od -0,10ϕ do -0,69ϕ), piasek gruboziarnisty z domieszką iłu i żwirków o średnicy do 1,5 cm (SDm).

Całość kończy masywny, słabo wysortowany (σ_1=1,85) piasek gruboziarnisty z drobnymi żwirkami skał skandynawskich (Sm) (M_Z= -0,07ϕ), w którym ku stropowi następuje wzbogacenie we frakcje grubsze od średniej średnicy ziarna (Sk_1= -0,09).

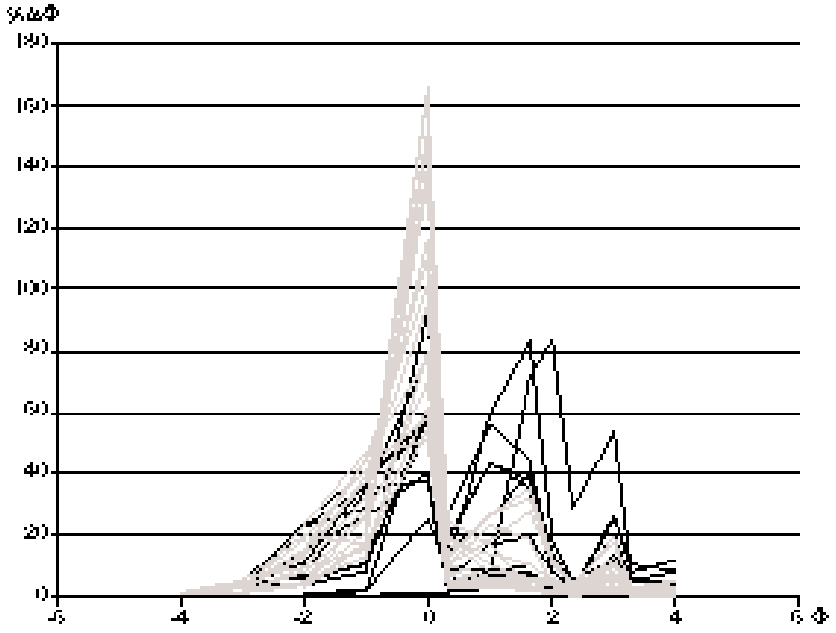
Na podstawie wyników otrzymanych w analizie uziarnienia wykreślono krzywe kumulacyjne w skali prawdopodobieństwa oraz krzywe częstości. W przebiegu krzywych kumulacyjnych uziarnienia (ryc. 3) zaznaczają się dwa człony odpowiadające transportowi osadu w saltacji i zawiesinie, brak natomiast członu wskazującego na wleczenie po dnie, mimo dość dużych rozmiarów transportowanych ziaren (>16 mm). Najczęściej wielkością graniczną ziarna między transportem w saltacji i zawiesinie jest jego średnica 0,8 mm. Występują jednak próbki (m.in. J-II-10 i 11), w których w transport zawiesinowy włączane były ziarna większe (o średnicy do 2 mm), oraz takie, w przypadku których trudno wyznaczyć granicę między tymi dwoma rodzajami transportu (m.in. J-II-1, 2, 3, 4).

W kształcie krzywych częstości można wyznaczyć 3 mody (ryc. 4). Główna przypada na ziarna frakcji -1-0,32ϕ. Jest ona wąska, a maksymalna częstość dochodzi do 166,3. Dwie pozostałe mody, przypadające na frakcję 0,32-2ϕ i 2,32-3ϕ cechują się zdecydowanie mniejszą częstością (maksymalnie 84 i 53). Mimo podobieństw w przebiegu krzywych, zaznaczają się w nich pewne różnice. Krzywe dotyczące osadów pochodzących z profilu Januszno I wykazują lepsze wysortowanie, co przejawia się wyższymi wartościami częstości frakcji najgrubszej (166,3 w próbce J-II-12) i niższymi w

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 76



Ryc. 3. Krzywe uziarnienia osadów
Fig. 3. The cumulative curves of the sample



Ryc. 4. Krzywe częstości osadów
Fig. 4. Frequency curves of the samples

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 77

drobniejszych. W przypadku krzywych dotyczących osadów z profilu Januszno II dominacja ta nie zaznacza się tak wyraźnie (wykres jest bardziej płaski). W przypadku dwóch próbek (J-I-11 i 13) główna moda reprezentowana jest przez osady z przedziału frakcji 0,32-1,66ϕ i 1-2ϕ.

Obtoczenie ziaren kwarcowych i ich mikromorfologia

Badane osady cechują się bardzo słabym obtoczeniem ziaren kwarcu frakcji 0,8-1,0 mm. Dominują wśród nich słabo obtoczone ziarna kształtowane w środowisku wodnym (EM/EL) oraz ziarna pęknięte (C), powstałe z ziaren typu EM/EL (ryc. 2). Obok nich we wszystkich próbkach pojawiają się ziarna INNE, oraz sporadycznie świeże (NU). W stropach obu profili występują także ziarna kształtowane w środowisku eolicznym (EM/RM). Biorąc pod uwagę procentowy udział ziaren kształtowanych w różnych środowiskach, można wyróżnić 4 segmenty powtarzające się w obu profilach (ryc. 2).

Pierwszy, obejmujący spągowe części obu profili (próbki J-I-11, 12, 13, 14 oraz J-II-11, 12, 13, 14, 15, 16, 17), charakteryzuje się bardzo dużym udziałem ziaren typu EM/EL (sięgającym w profilu Januszno I 90,5-94,6% i 92,1-98,0 % w profilu Januszno II). Pozostałe kilka procent stanowią ziarna INNE (do 6,7%) i pęknięte (C) (do 6,4%) (ryc. 2).

Wyżej wyraźnie spada udział ziaren typu EM/EL (próbki J-I-4, 5, 6, 7, 8 i J-II-7, 8, 9, 10), który kształtuje się na poziomie od 67,6% (próbka J-I-7) do 87,9% (próbka J-I-4). Próbki te wzbogacone są w ziarna pęknięte (C), które w próbce J-I-7 stanowią 26,5% (ryc. 2). Obok ziaren tych typów pojawiły się również ziarna świeże (NU) (do 4,8%). Ponad tą strefą ponownie wzrasta w osadzie udział ziaren typu EM/EL (powyżej 90%), a spada ziaren niszczonych mechanicznie (C i NU).

W częściach stropowych obu profili obok ziaren występujących niżej pojawiły się również ziarna z obróbką eoliczną (EM/RM), których udział w próbce J-I-1 sięga 8,41% (ryc. 2).

Wyniki analizy obtoczenia ziaren kwarcu na graniformametrze spychaczowym Krygowskiego również wskazują na słabą ich obróbkę. W próbkach tych praktycznie nie występują ziarna z

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 78

grupy σ (maksymalnie do 3%) (ryc. 2). W większości przypadków analizowane ziarna staczają się na granicy grupy β i α, przy nachyleniu płytki pod kątem 16° i 18°, w niektórych zaś przypadkach dopiero pod kątem 18°-20°.

Ziarna z próbki J-II-11 poddane analizie mikrostruktur w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) charakteryzują się średnio (*medium relief*) lub słabo urzeźbioną powierzchnią (*low relief*), (55% i 45%) oraz zaokrąglonymi krawędziami i narożami (*edge rounding*) (fot. 1). Jedynie na ziarnach pękniętych stwierdzono fragmenty z ostrymi, świeżymi krawędziami (*sharp angular features*) (Mahaney 2002).

Powierzchnia analizowanych ziaren podlegała intensywnym procesom wietrzenia chemicznego, co przejawia się w postaci wygładzenia i wybłyszczenia powierzchni (*dulled surface*), powstałego w wyniku równomiernego jej trawienia. Wskazują na to również struktury typu *dissolution etching* (95% ziaren) (fot. 2) oraz powierzchnie zwietrzałe (*weathered surfaces*), na których następowało wytrącanie amorficznej krzemionki.

Na wszystkich ziarnach stwierdzono także struktury powstałe w środowisku wodnym w procesie abrazji mechanicznej. Są to głównie nacięcia V-kształtne (*V-shaped percussion cracks*), obserwowane na 95% ziaren, oraz struktury typu *craters* (25%). Na części ziaren występowały również pęknięcia (*cracks*) (fot. 3), będące początkową fazą pękania ziaren.

Skład petrograficzny osadów

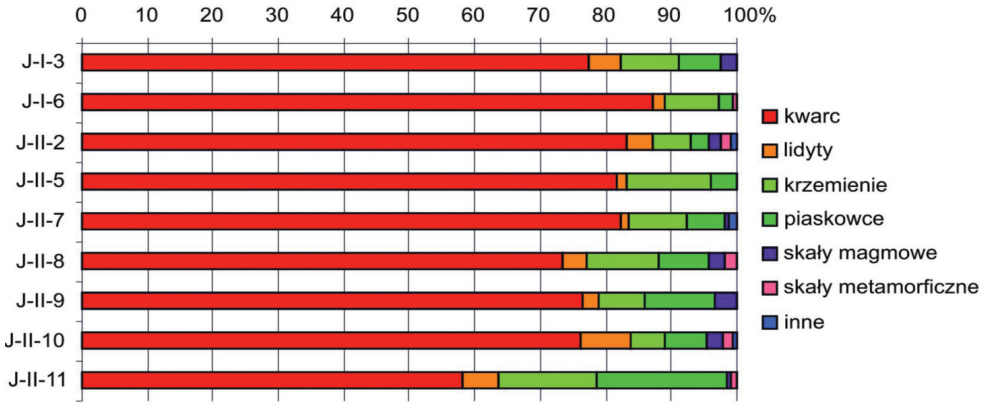
Analiza zawartości kwarcu we frakcji piaszczystej (0,8-1,0 mm) pokazuje, że osad ten jest prawie monomineralny (ryc. 2). Zawartość kwarcu sięga od 92,6% (próbka J-II-10) do 100% (ryc. 2). Resztę stanowią pojedyncze ziarna rogowców, lidytów i krzemieni. W próbkach J-I-3 i J-II-15 stwierdzono pojedyncze skalenie, a w próbce J-I-13 ziarno miki.

Również analiza petrograficzna żwirów we frakcji 4-8 mm pokazuje, że głównym minerałem budującym ten osad jest kwarc (ryc. 5). Jego zawartość jednak jest mniejsza niż we frakcji piaszczystej i wynosi od 58,2% do 87,1%. Dodatkowo w profilu

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 79

Januszno II jest zauważalny spadek zawartości kwarcu ku spągowi profilu (ryc. 5).

Oprócz kwarcu we frakcji żwirowej stwierdzono większy udział lidytów (1,3-7,4%), krzemieni, głównie pasiastych (5,2-14,9%), oraz piaskowców (2,4-19,9%) (ryc. 5). Poza nimi zaobserwowano również nieliczne fragmenty skał magmowych (do 3,5%) i metamorficznych (do 1,75%).



Ryc. 5. Skład petrograficzny frakcji żwirowej 4-8 mm
Fig. 5. Petrography composition In fraction 4-8 mm

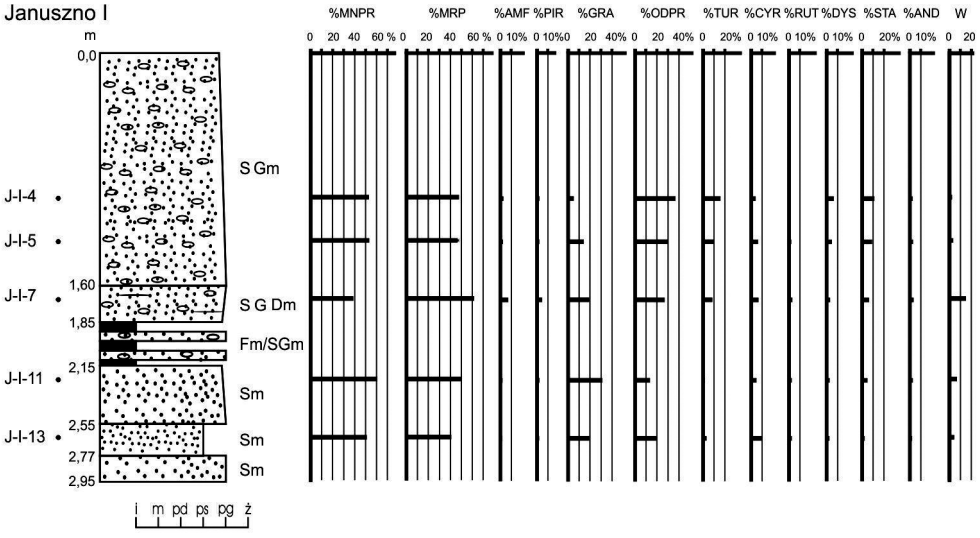
Skład minerałów ciężkich

Osady preglacjalne ze stanowiska Januszno I charakteryzują się małymi różnicami w zawartości minerałów przezroczystych i nieprzezroczystych (ryc. 6). W większości analizowanych próbek udział minerałów przeźroczystych waha się w granicach 40,7-48,8%, a jedynie w próbce J-I-7 osiąga wartość 60,9% (ryc. 3).

Wśród minerałów przezroczystych największą rolę odgrywają granaty, których udział w poszczególnych próbkach wynosi od 4,6 do 30,7%, przy czym maleje on w górę profilu (ryc. 6). Przeciwną tendencję niż granaty wykazują minerały odporne na wietrzenie chemiczne i fizyczne (turmalin, cyrkon, rutyl, dysten, staurolit), których zawartość w osadzie rośnie w górę profilu, od 18,8% w próbce J-I-13 do 36,2% w J-I-4. Dominują wśród nich ziarna turmalinu, staurolitu i dystenu, których udział sięga odpowiednio

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 80

0,7-16,1%, 2,3-11,3% i 1,1-5,8%. Odwrotnie zachowuje się cyrkon, którego udział spada ku stropowi z 9,9% do 2,9%. Zawartość rutylu nie przekracza 2% (ryc. 6). Ponadto w osadzie większy udział wykazują jeszcze amfibole i pirokseny, których maksymalna zawartość w próbce J-I-7 wynosi 6,65% i 3,78% (ryc. 6) oraz andaluzyty do 2,3%. Wskaźnik wietrzeniowy (Racinowski, Rzechowski 1969) jest zróżnicowany i waha się w granicach 0,75-15,4 (ryc. 6).



Ryc. 6. Zawartość minerałów ciężkich frakcji 0,1-0,2 mm w osadach: MNPR – minerały nieprzezroczyste, MPR – minerały przezroczyste, AMF – amfibole, PIR – pirokseny, EPI – epidoty, GRA – granaty, ODPR – minerały odporne na wietrzenie chemiczne i mechaniczne (TUR – turmaliny, CYR – cyrkony, RUT – rutyle, DYS – dysteny, STA – staurolity), AND – andaluzyty, W – wskaźnik wietrzeniowy

Fig. 6. Share of heavy minerals in fraction 0,1-0,2 mm: MNPR – non-transparent minerals, MPR – transparent minerals, AMF – amphiboles, PIR – pyroxenes, EPI – epidotes, GRA – garnets, ODPR – durable minerals (TUR – tourmalines, CYR – zirkons, RUT – rutiles, DYS – disthenes, STA – staurolites), AND – andalusites, W – index of weathering

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 81

Dyskusja

Osady preglacjalne od wielu lat są opisywane jako osady wielkich stożków napływowych akumulowanych przez rzeki płynące z południa i rozlewające się w niecce istniejącej na północnym przedpolu Gór Świętokrzyskich (Kosmowska-Ceranowicz 1966, Mojski 1964, 1984, 2006, Makowska 1978, Różycki 1967, 1972). Potwierdzają to również obserwacje struktur i ich asocjacji odsłaniających się w badanym stanowisku. Dominują wśród nich struktury masywne, głównie Sm, łączone przez Middletona i Hamptona (1976) ze spływami kohezyjnymi, a następnie nagłą depozycją osadu (Lowe 1976), oraz SFm i Fm wskazujące na akumulację osadu niesionego w zawiesinie (Bouma 1962) (ryc. 2). Oprócz wymienionych w stanowisku tym stwierdzono także struktury typu GSm, SGm, SGDm, SDm (ryc. 2), które prawdopodobnie powstały w wyniku nagłej akumulacji niesionego przez rzeki materiału, w warunkach nagłego zmniejszenia się spadku rzeki w momencie wpłynięcia do zbiornika wodnego. Powyższe cechy wskazują na akumulację badanych osadów preglacjalnych przez wysokoenergetyczne rzeki o zmiennym reżimie hydrologicznym.

Przez długi czas sądzono, że główną rzeką, która doprowadziła do akumulacji osadów preglacjalnych położonych w okolicach Kozienic, była pra-Wisła (Mojski 1964, 1984; Kosmowska-Ceranowicz 1966; Sarnacka 1978). Miała ona przełomem przecinać Wyżyny Środkowopolskie i odwadniać Karpaty oraz Kotlinę Sandomierską, akumulując niesione osady w południowo-zachodniej i środkowej części Niziny Mazowieckiej.

Kolejne badania każą jednak kwestionować istnienie w preglacjale tego przełomu (Laskowska-Wysoczańska 1971, 1983, 1993, 1995; Mycielska-Dowgiałło 1978) lub wskazują, że przełom taki istniał, jego dno było położone jednak znacznie wyżej, ok. 10-12 m, niż współcześnie (Pożaryski i in. 1994). W obu przypadkach większość wody z Karpat i Kotliny Sandomierskiej była odprowadzana na wschód, do Morza Czarnego. Kolejnym faktem

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 82

przemawiającym za takim stwierdzeniem są opisywane w literaturze wczesno czwartorzędowe ruchy neotektoniczne, będące echem ruchów alpejskich (faza małopolska, Baraniecka 1971, 1975b, 1983, 1995). Były to ruchy wypiętrzające, które doprowadziły do wydźwignięcia wału środkowopolskiego i obniżenia terenów przyległych, m.in. Niziny Mazowieckiej. Przyjmuje się, że doprowadziły one do powstania deniwelacji sięgających ok. 100 m (Baraniecka 1971, 1975b, 1983; Mojski 2006).

W takich warunkach rzeki, przy ciągle obniżającej się bazie erozyjnej, mogły charakteryzować się dużym spadkiem i dużą siłą transportową. Dlatego też większe ziarna mogły być transportowane w saltacji i zawiesinie. Rzeki te wpływały do resztkowego basenu neogeńskiego, który prawie w całości był już wypełniony osadami drobnoziarnistymi (Mojski 2006).

Wśród przeprowadzonych analiz na szczególną uwagę zasługują wyniki analiz uziarnienia osadów, gdyż w przebiegu wykreślonych na ich podstawie kumulacyjnych krzywych uziarnienia (ryc. 3) wyróżniono jedynie odcinki odpowiadające transportowi w saltacji i zawiesinie, brak zaś członu wiązanego z wleczeniem. W obu wyróżnianych typach transportu były przemieszczane ziarna o średniej średnicy ziarna znacznie przekraczającej te opisywane w literaturze. Analizowane osady charakteryzują się również słabym wysortowaniem, co zaznacza się w niewielkim nachyleniu poszczególnych krzywych. Dodatkowy problem interpretacyjny sprawia fakt, ze krzywe o podobnym przebiegu nie były prezentowane dotychczas w dostępnej autorowi literaturze.

Na bardzo słabe wysortowanie osadów wskazują również krzywe częstości (ryc. 4), w których przebiegu zaznaczają się przeważnie trzy mody. Taki przebieg krzywych może wskazywać na selektywne wzbogacanie osadów w ziarna grubsze lub też na istnienie kilku obszarów alimentacyjnych (dwóch lub trzech). Można przypuszczać, że źródłem osadów grubszych, frakcji piaszczystej, mogły być piaszczyste pokrywy zwietrzelinowe północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, powstające w wyniku wietrzenia różnego typu piaskowców. Frakcje drobniejsze zaś mogą wskazywać na inny

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 83

obszar alimentacyjny lub pochodzić z rozmywania zalegających w podłożu iłów plioceńskich. Dużą domieszkę frakcji pylastej, transportowanej w zawiesinie można łączyć także ze znaczną produkcją pyłu w czasie transportu różnoziarnistego osadu w rzece (Blatt 1967; Moss i in. 1973; Slatt, Eyles 1981). Potwierdzeniem tego są wyniki eksperymentu przeprowadzonego przez Wright i Smitha (1993), którzy dowiedli, że w rzece niosącej różnoziarnisty materiał w czasie przepływu turbulentnego dochodzi do znacznej produkcji frakcji pylastej (Wright i in. 1998). Zjawisko to ma tak gwałtowny przebieg, gdyż ziarna frakcji piaszczystej mogą być silnie rozdrabniane wskutek zderzeń z ziarnami o większej średnicy lub o dno (Schumm, Stewens 1973; Wright, Smith 1993). Duża wielkość abrazji w środowisku rzeki płynącej i powstawanie frakcji pylastej są spowodowane również istnieniem na powierzchni ziaren kwarcu warstwy zwietrzałej, która w trakcie transportu bardzo szybko ulega zniszczeniu (Jones, Humprey 1997). Ziarna pozbawione zaś warstewki zwietrzałej charakteryzują się błyszczącą, gładką powierzchnią.

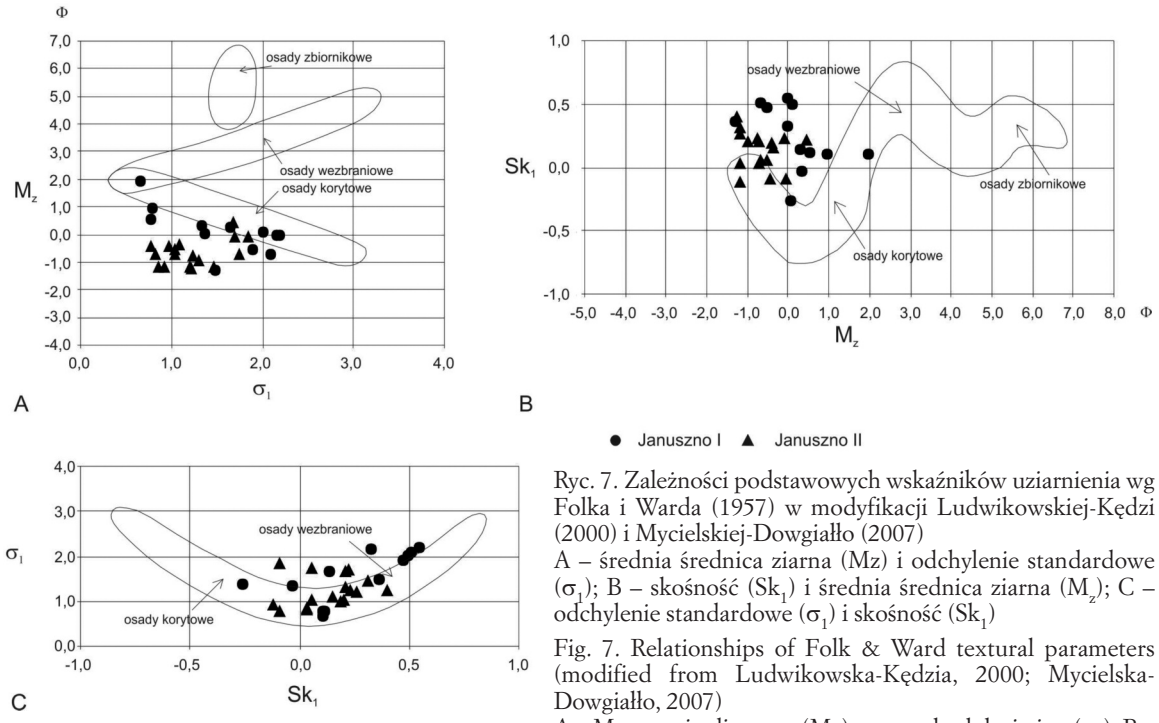
Wyliczone wskaźniki uziarnienia według Folka i Warda (1957) i zależności między nimi (Mycielska-Dowgiałło 1995, 2007; Ludwikowska-Kędzia 2000) (ryc. 7) wskazują, że badane osady były transportowane w wysokoenergetycznym środowisku prądowym i akumulowane na pograniczu facji korytowej i wezbraniowej (Mycielska-Dowgiałło 1995, 2007; Ludwikowska-Kędzia 2000). Dobrze się to zaznacza na tle obszarów wyznaczonych przez Ludwikowską-Kędzię (2000) na wykresach zależności, choć oczywiście należy uwzględnić różny wiek i pochodzenie porównywanych osadów.

Analizując wykres zależności między średnią średnicą ziarna (M_z) i wysortowaniem (σ_1) (ryc. 7), zauważamy największe nagromadzenie punktów poniżej pola wyznaczającego fację korytową (Ludwikowska-Kędzia 2000, Mycielska-Dowgiałło, Ludwikowska-Kędzia 2011). Tylko nieliczne izolowane punkty wyraźnie wskazują na tę fację. Takie położenie punktów (przesunięcie ku większej średniej średnicy ziarna M_z) wskazuje na wyższą energię środowiska, w którym były one transportowane.

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 84

Punkty te tworzą chmurę mieszczącą się w przedziale wartości M_Z= –1,5–0,5 Φ i σ_1= 0,5–2,5. Porównanie zaś rozmieszczenia punktów z układami opisywanymi przez Mycielską-Dowgiałło (1995) wykazuje, że największe ich nagromadzenie odpowiada wysokoenergetycznym przepływom rozmywającym, w wyniku których powstają bruki korytowe. Ze względu jednak na bardzo dużą ilość zawiesiny w badanym osadzie (nawet powyżej 50% masy osadu) porównanie takie nie jest możliwe. Pod uwagę należy wziąć również możliwość, że człon odpowiadający osadom bruku korytowego może charakteryzować osady innego środowiska.

Nieznacznie większe rozbieżności z zestawieniami Ludwikowskiej-Kędzi (Ludwikowska-Kędzia 2000; Mycielska-Dowgiałło, Ludwikowska-Kędzia 2011) są zauważalne w przypadku zależności między średnią średnicą ziarna (M_Z) i skośnością (Sk_1) (ryc. 7). Punkty te układają się w chmurę położoną w przedziale



Ryc. 7. Zależności podstawowych wskaźników uziarnienia wg Folka i Warda (1957) w modyfikacji Ludwikowskiej-Kędzi (2000) i Mycielskiej-Dowgiałło (2007)
A – średnia średnica ziarna (Mz) i odchylenie standardowe (σ_1); B – skośność (Sk_1) i średnia średnica ziarna (M_z); C – odchylenie standardowe (σ_1) i skośność (Sk_1)

Fig. 7. Relationships of Folk & Ward textural parameters (modified from Ludwikowska-Kędzia, 2000; Mycielska-Dowgiałło, 2007)
A – Mean grain diameter (Mz) vs. standard deviation (σ_1); B – Skewness (Sk_1) vs. mean grain diameter (M_z); C – Standard deviation (σ_1) vs. skewness (Sk_1)

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-08 14:24 Page 85

wartości skośności odpowiadającym pograniczu facji korytowej i wezbraniowej, są one jednak przesunięte w kierunku większej średniej średnicy ziarna (M_z).

Najlepszą korelację z polami wydzielonymi przez Ludwikowską-Kędzię (Ludwikowska-Kędzia 2000; Mycielska-Dowgiałło, Ludwikowska-Kędzia 2011) uzyskano na wykresie zależności między skośnością (Sk_1) i wysortowaniem (σ_1) (ryc. 7). Prawie wszystkie punkty wpisują się w wyznaczone pole, przy czym większość z nich lokuje się w obszarze odpowiadającym facji wezbraniowej, nieliczne zaś facji korytowej.

Skład petrograficzny osadów preglacjalnych ze stanowiska Januszno (ryc. 5), zarówno we frakcji piaszczystej (0,8-1,0 mm) jak i drobnożwirowej (4-8 mm), powszechnie opisywany był w literaturze (Łuniewski 1930; Różycki 1929; Gadomska 1959; Mojski 1964; Kosmowska-Ceranowicz 1966, 1976; Sarnacka, Krysowska-Iwaszkiewicz 1974; Baraniecka 1975a; Kociszewska-Musiał, Kosmowska-Ceranowicz 1976; Makowska 1976; 1978, Bujak 2007 a, b). Wymienieni autorzy opisując osady preglacjalne, zwracali również uwagę na zdecydowaną przewagę kwarcu we wszystkich analizowanych frakcjach. W tej sytuacji dużo ważniejsza jest obecność skał i minerałów stanowiących jedynie domieszkę, ponieważ na ich podstawie można dokładnie określić pochodzenie badanych osadów. Duże znaczenie dla tej kwestii mają występujące bardzo rzadko w tych osadach skalenie. Jednym z nielicznych autorów, którzy je stwierdzili, była Kosmowska-Ceranowicz (1966), badająca osady preglacjalne ze Stanisławic k. Kozienic (do 7% we frakcji 1-2 mm) oraz Mościsk k. Grodziska Mazowieckiego i Radzikowic. Na tej podstawie ustaliła ona, że obszarem alimentacyjnym dla tych osadów mogły być warstwy piaskowca krośnieńskiego, występującego we fliszowych Karpatach Wschodnich, oraz piaskowce, szarogłazy i arkozy syluru Gór Świętokrzyskich.

Bardzo ważnym składnikiem osadów preglacjalnych są również skały krzemionkowe, wśród których dominują krzemienie pasiaste, lidyty i radiolaryty, których pochodzenie od lat 1930. było wiązane z Karpatami (Łuniewski 1930; Kosmowska-Ceranowicz

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 86

1966; Różycki 1967; Sarnacka 1978; Makowska 1976, 1978). Dopiero Kosmowska-Ceranowicz (1979) zwróciła uwagę, że skały te licznie występują również na obszarze świętokrzyskim i tam należy upatrywać obszarów źródłowych dla przynajmniej części osadów preglacjalnych południowej części Niziny Mazowieckiej.

Analizowane w mikroskopie optycznym oraz skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) ziarna kwarcu frakcji piaszczystej (0,8-1,0 mm) mają w większości cechy ziaren krótkotrwale kształtowanych w środowisku wysoko-energetycznym, wodnym plażowym (ziarna EM/EL), być może również rzecznym. Przemawia za tym bardzo słaby stopień obtoczenia ich powierzchni, mieszczący się w przedziale 0,2-0,4 w skali Krumbeina (1941). Ponadto charakteryzuje je błyszcząca, gładka powierzchnia. Ten typ powierzchni jednoznacznie jest wiązany ze środowiskiem wysokoenergetycznym wodnym (Krinsley, Doornkamp 1973; Linde, Mycielska-Dowgiałło 1980; Mycielska-Dowgiałło 1988; Mycielska-Dowgiałło, Woronko 1998; Mahaney 2002). Występujące w osadzie ziarna pęknięte (C) i świeże (NU) można wiązać ze zderzaniem się ziaren w czasie transportu. Ziarna typu INNE Woronko (2001) wiąże z wietrzeniem chemicznym powierzchni.

Osady preglacjalne południowej części Niziny Mazowieckiej pod względem obtoczenia ziaren dzielone są na dwa kompleksy: dolny, w którym przeważają ziarna ostrokrawędziste i górny, w którym jest więcej ziaren dobrze obtoczonych (Kosmowska-Ceranowicz 1966). Mimo takiej różnicy w obtoczeniu ziaren osady te należą łącznie do serii Kozienic. Pod wpływem późniejszych procesów (erozja, glacitektonika) na niektórych obszarach część osadów została zniszczona, bądź przemieszczona, dlatego też najczęściej spotyka się jeden z tych kompleksów: dolny (Kosmowska-Ceranowicz 1966, Kosmowska-Ceranowicz, i in. 1976, Sarnacka 1982) lub górny (Makowską 1976, Kosmowską-Ceranowicz 1976). Powołując się na wcześniejsze badania (Balińska-Wuttke 1965; Kosmowska-Ceranowicz 1966) Mojski (2006) uważa, że obtoczenie ziaren z tych osadów należy wiązać z procesami eolicznymi, jakie miały rozwijać się pod koniec preglacjału na pozbawionych roślinności obszarach pokrytych osadami piaszczystymi. Jednakże przywoływane przez

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 87

Mojskiego (2006) autorki w cytowanych pracach nie wspominają o procesach eolicznych, które miałyby je kształtować, a piszą jedynie o dobrym ich obtoczeniu. O podobnej dwudzielności osadów preglacjalnych na innych obszarach Polski pisali także Cailleux (1942), Jahn (1960) i Roman (2010).

Potwierdzeniem słabego obtoczenia osadów preglacjalnych są wyniki analizy wykonanej na graniformametrze spychaczowym Krygowskiego (1964) (ryc. 2). Osady o tak słabym stopniu obtoczenia opisywała m.in. Mycielska-Dowgiałło (1978). Były to górnomioceńskie osady morskie i preglacjalne osady fluwialne pochodzące z Wyżyny i Kotliny Sandomierskiej. Wskaźnik obtoczenia (Wo) tych osadów wynosił poniżej 650. Jednorodność charakteru powierzchni ziaren kwarcowych frakcji 0,8-1,0 mm w badanych profilach może świadczyć zarówno o tym samym środowisku, w którym badane ziarna były kształtowane, bądź też o jednorodnym źródle osadów.

Badane ziarna kwarcu oglądane w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM), podobnie, jak pod względem pozostałych cech, wykazują bardzo dużą jednorodność. Ziarna te cechują się słabo, bądź średnio urozmaiconą powierzchnią, która powstała w wyniku intensywnego wietrzenia chemicznego w środowisku wysokoenergetycznym plażowym. Na ich powierzchni zaznaczyły się również różnorodne struktury związane z procesem abrazji mechanicznej. Struktury te niejednokrotnie były pogłębiane przez wietrzenie chemiczne, co wskazuje na wieloetapowość rozwoju mikrorzeźby.

Takie cechy wskazują na fakt krótkotrwałego przerabiania tych osadów w wysokoenergetycznym środowisku wodnym. Osadami źródłowymi materiału niesionego przez rzeki były prawdopodobnie pokrywy zwietrzelinowe istniejące na obszarze Gór Świętokrzyskich i cechujące się bardzo dużą zawartością we frakcji piaszczystej świeżych ziaren kwarcowych, niszczonych mechanicznie (NU), bądź ziaren typu INNE z mocno zwietrzałą powierzchnią. Następnie ziarna te, poddawane obróbce mechanicznej w wysokoenergetycznych rzekach, były przekształcane w ziarna błyszczące.

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 88

W przypadku gdyby osady źródłowe dla badanych osadów preglacjanych zawierały dużo ziaren typu INNE, mogłyby zajść procesy opisywane we wspomnianym już eksperymencie Jonesa i Humpreya (1997). Zaobserwowali oni, że w początkowych etapach transportu fluwialnego ziaren kwarcu o powierzchniach zwietrzałych dochodzi do silnego ich niszczenia i usuwania w procesie abrazji warstwy nadwyrężonej. Po jej usunięciu odsłania się powierzchnia odporna na niszczenie. W dalszej kolejności ulega ona wypolerowaniu i wybłyszczeniu. Za takim rozwiązaniem przemawia również wspomniana duża zawartość zawiesiny w osadzie i obecność znacznej ilości ziaren kwarcu, na których stwierdzono pęknięcia (cracks), opisywane również przez Wright i Smitha (1993). Jak jednak pokazuje eksperyment Linde i Mycielskiej-Dowgiałło (1980), w środowisku fluwialnym dochodzi jedynie do nieznacznego przekształcenia powierzchni kwarcu. Środowiskiem, w którym doszło zatem do wybłyszczenia i wstępnego zaokrąglenia krawędzi ziaren, mogło być środowisko plażowe zbiornika, w którym były zdeponowane te osady. W strefie plaży wybłyszczenie następuje znacznie szybciej niż w środowisku fluwialnym w związku z wielokrotnym i długotrwałym przemieszczaniem się ziaren. W środowisku tym dochodzi również do zderzania się ziaren, co prowadzi do powstania mikrostruktur z typu V-shaped percussion cracks i craters, a wiec charakterystycznych dla powierzchni ziaren kwarcu pochodzących z osadów preglacjalnych. Na kształtowanie powierzchni ziaren w środowisku plażowym wskazują również struktury typu chattermarks (Moral-Cardona i in. 1996).

Nie można jednak wykluczyć, że ziarna pobrane z obszarów źródłowych i transportowane przez rzeki zachowały swoje pierwotne cechy (nieregularne kształty, bardzo słabe obtoczenie), pochodzące z okresu akumulacji osadów piaszczystych, przekształconych później w paleozoiczne i mezozoiczne piaskowce odsłaniające się w północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. W czasie akumulacji tych osadów zachodziła silna subsydencja, dlatego też ziarna kwarcu dostające się do morza mogły krótko podlegać procesom obtaczania i wy-

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 89

błyszczania powierzchni. Podczas wietrzenia tych skał ziarna tworzące pokrywy zwietrzelinowe mogły odtworzyły pierwotną mikrorzeźbę. W czasie późniejszego transportu tych osadów przez rzeki mogło jedynie dojść do jej odświeżenia i powstania nowych mikrostruktur, związanych ze zderzaniem ziaren.

Osadem źródłowym dla badanych serii preglacjalnych nie mogły być morskie osady trzeciorzędowe. Ziarna kwarcowe trzeciorzędowych osadów morskich są bowiem lepiej obtoczone (Barcicki i in. 1991; 1996). Dodatkowo osady neogeńskie w porównaniu z preglacjalnymi mają głębszą mikrorzeźbę powstającą w wyniku wietrzenia chemicznego, a obserwowane mikroformy występują z większą częstością. Na ziarnach pochodzących z preglacjału występuje większe spektrum mikroform. Różnice te bardzo dobrze widać przy porównaniu analizowanych ziaren z mioceńskimi ziarnami ze stanowiska Góra Puławska (Bujak 2007 b) i wynikami analiz osadów neogeńskich z lei krasowych w Mirówku i Maziarzach (Barcicki i in. 1991, 1996).

Spektrum minerałów ciężkich występujące w analizowanych osadach (dominacja granatów i w dalszej kolejności minerałów odpornych na wietrzenie chemiczne i fizyczne: turmalinów, cyrkonów i staurolitów, ryc. 6) wielokrotnie było już opisywane w literaturze i charakterystyczne jest dla osadów preglacjalnych zalegających na zachód od współczesnej doliny Wisły. Na obszarze tym osady o podanym składzie minerałów ciężkich były opisywane m.in. przez Sarnacką i Krysowską-Iwaszkiewicz (Sarnacka, Krysowska-Iwaszkiewicz 1974; Sarnacka 1978, 1980, 1982), które nazwały je serią Łękawicy i wiązały z akumulacją przez pra-Wisłę. Również Kosmowska-Ceranowicz (1966), opisuje podobne osady i wydziela je jako osady regionu centralnego serii preglacjalnej.

Takie spektrum minerałów ciężkich może świadczyć, że osadami źródłowymi były osady poddawane silnym procesom wietrzenia chemicznego. Wykluczyć jednak należy, że były to osady neogeńskie, gdyż te charakteryzują się węższym spektrum minerałów ciężkich oraz występowaniem prawie wyłącznie minerałów odpornych na wietrzenie chemiczne i fizyczne (turmaliny, cyrkony, rutyle, dysteny) (Barcicki i in. 1991, Mycielska-

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 90

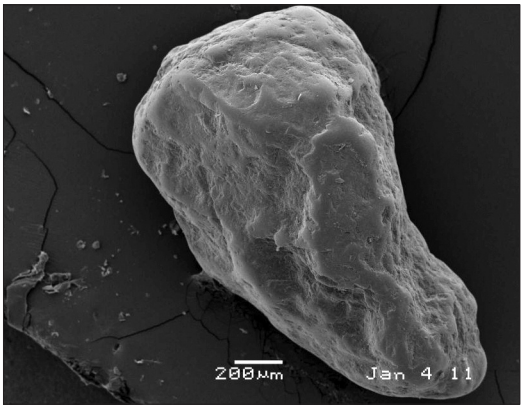
Dowgiałło 1995) oraz epidoty. W analizowanych osadach natomiast obok wymienionych minerałów występują także (do kilku procent) minerały nieodporne na wietrzenie chemiczne (amfibole, pirokseny). Dlatego też źródła tych osadów należałoby się dopatrywać w różnowiekowych zwietrzelinach zalegających w północnym obrzeżeniu Wyżyn Środkowopolskich. Przemawiają za tym również zmienna zawartość poszczególnych grup minerałów: mało i średnio odpornych oraz odpornych na oba typy wietrzenia.

O pobieraniu osadów w różnym stopniu poddawanych wcześniej procesom wietrzenia chemicznego może świadczyć także skład minerałów ciężkich w badanym profilu. Początkowo erozji podlegały osady krótko poddawane wietrzeniu chemicznemu (selektywne wzbogacenie w granaty), a następnie coraz dłużej przebywające w tych warunkach (wzrost udziału minerałów odpornych). Dodatkowo można przypuszczać, że osad ten mógł pochodzić z dwóch źródeł, ponieważ mimo zmiennych ilości granatów, ilość minerałów mało odpornych jest w wszystkich osadach stosunkowo wysoka.

Za długotrwałymi procesami wietrzenia chemicznego i fizycznego oraz wielokrotnej redepozycji może przemawiać wskaźnik wietrzeniowy (Racinowski, Rzechowski 1969; ryc. 6). Potwierdza on również dwudzielność osadów preglacjalnych z profilu Januszno I. W dolnej jego części wskaźnik ten przybiera wartości wyższe, sięgające do 57, w górnej zaś nie przekracza 7. Taki wzrost wartości wskaźnika wietrzeniowego może świadczyć o różnym wieku pokryw zwietrzelinowych erodowanych przez ówczesne rzeki.

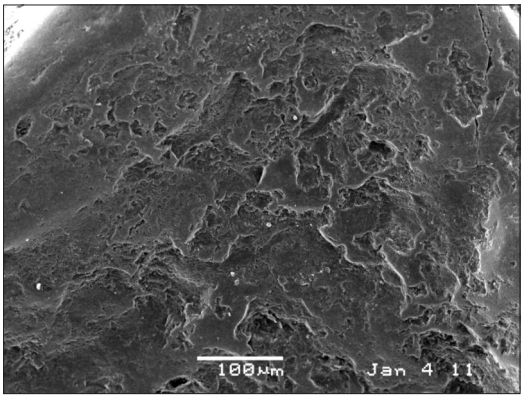
Skład minerałów ciężkich i wartości wskaźnika wietrzeniowego w połączeniu z gruboziarnistym materiałem i strukturami wskazującymi na wysokoenergetyczne środowisko akumulacji (struktury masywne i różnego rodzaju struktury przepływu linijnego) mogą wskazywać na fację korytową.

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-08-08 14:24 Page 91



Fot. 1. Typowe dla osadów preglacjalnych ze stanowiska Januszno II (próbka J-II-11) ziarno kwarcowe o błyszczącej powierzchniach oraz słabo zaokrąglonych krawędziach i narożach typu EM/EL

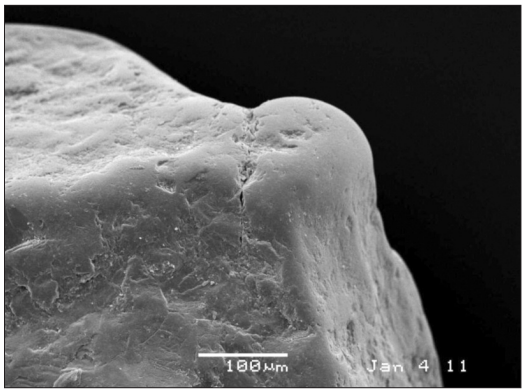
Phot. 1. Characteristic for preglacial deposits EM/EL quartz sand grain (0.8-1.0 mm) with shiny surface and rounded edges



Fot. 2. Fragment ziarna kwarcu frakcji piaszczystej (0,8-1,0 mm) z widocznymi efektami wietrzenia chemicznego (dissolution etching)

Phot. 2. Fragment of the quartz sand grain (0.8-1.0 mm) with surface with effects of chemical weather (dissolution etching)

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 92



Fot. 3. Fragment ziarna kwarcu frakcji piaszczystej z widocznymi pęknięciem (cracks) powstającym w wyniku zderzania się ziaren

Phot. 3. Fragment of the quartz sand grain (0.8-1.0 mm) with cracks (effects of grains impact)

Wnioski

Na podstawie przytoczonych analiz można stwierdzić, że badane osady preglacjalne ze stanowiska Januszno tranportowane były przez wysokoenergetyczne rzeki płynące na północ i akumulowane gwałtownie w postaci rozległych stożków napływowych (delt). Były w nich reprezentowane zarówno facje wezbraniowe, jak i korytowe (kanały rozcinające powierzchnię delty), związane ze zbiornikiem wodnym istniejącym ówcześnie na północ od pasa Wyżyn Środkowopolskich. Osady te zarówno we frakcji piaszczystej (0,8-1,0 mm), jak i drobnożwirowej (2-4 mm) składają się prawie wyłącznie z kwarcu. Wśród ziaren kwarcu frakcji 0,8-1,0 mm dominują bardzo słabo obtoczone ziarna typu EM/EL, kształtowane w wysokoenergetycznym środowisku wodnym. Charakteryzują się one słabo lub średnio rozwiniętą mikrorzeźbą, którą została ukształtowana głownie przez procesy wietrzenia chemicznego, przejawiające się intensywnym trawieniem (*dulled surface, dissolution etching*), jak również przez procesy abrazji mechanicznej w środowisku wodnym (*V-shaped percussion cracks, craters*). W spektrum minerałów ciężkich dominują granaty oraz

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 93

minerały odporne na wietrzenie chemiczne i mechaniczne (turmaliny, cyrkony, staurolity). Biorąc pod uwagę cechy analizowanych osadów i znaczą ich jednorodność, mimo różnic w wykształceniu facjalnym, należy stwierdzić, że osady te transportowane i akumulowane były w niezmiennych warunkach środowiskowych, a za ich osady źródłowe należy uznać pokrywy zwietrzelinowe powstające w trzeciorzędzie i preglacjale na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich.

Literatura

Balińska-Wuttke K., 1965, *Stratygrafia czwartorzędu okolic Rawy Mazowieckiej i Skierniewic*. Biul. Inst. Geol., 187, 293-319.

Bałuk A., Mycielska-Dowgiałło E., Woronko B., 2002, *Profil osadów plejstoceńskich w Niksowiźnie na Równinie Kurpiowskiej – wyniki badań litologicznych i ich interpretacja*. Przegl. Geol., 50, 5, 447–451.

Baraniecka M.D., 1971, *Staroczwartorzędowe rowy tektoniczne i ich osady*. Kwart. Geol., 15, 2, 358–372.

Baraniecka M. D., 1975a, *Znaczenie profilu z Ponurzycy dla badań genezy i wieku preglacjału Mazowsza*. Kwart. Geol., 19, 3, 651–665.

Baraniecka M.D., 1975b, *Zależności wykształcenia osadów czwartrzędowych od struktur i dynamiki podłoża w środkowej części Niżu Polskiego*. Biul. Inst. Geol., 288, 5–97.

Baraniecka M. D., 1976*, Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Otwock (561)*. Wyd. Geol., Warszawa.

Baraniecka M. D., 1980, *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Grójec (596)*. Wyd. Geol., Warszawa.

Baraniecka M.D., 1983, *Fazy małopolska, kujawska i mazowiecka jako fazy tektoniczne w czwartorzędzie Polski*. [w:] *Materiały III Krajowego Sympozjum „Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce*". Wrocław, wrzesień 1981, 4, 183–194. Ossolineum, Wrocław.

Baraniecka M. D., 1991, *Profil Różce na tle podstawowych profili osadów preglacjalnych na południowym Mazowszu*. Przegl. Geol., 39, 5–6, 254–257.

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 94

Baraniecka M.D., 1995, *Quaternary tectonic structures of the margin of the Kujavian Ridge, Polish Lowland*. Folia Quaternaria, 66, 39–49.

Barcicki M., Cichosz-Kostecka A., Goździk J., Mycielska-Dowgiałło E., Prószyńska-Bordas H., 1991, *Wiek i geneza osadów leja krasowego w Mirówku, w świetle badań sedymentologicznych*. UAM Ser. Geogr., 50, 23–33.

Barcicki M., Cichosz-Kostecka A., Kwapisz B., Mycielska-Dowgiałło E., Skawińska-Wieser K., 1996, *Rozwój leja krasowego w Maziarzach k. Iłży w trzeciorzędzie i w czwartorzędzie*. UAM Ser. Geogr., 57, 25–38.

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*. Pracownia Sedymentologiczna WGiSR UW, Warszawa.

Ber A., Lindner L., Marks L., 2007, *Propozycja podziału stratygraficznego czwartorzędu Polski*. Przegl. Geol., 55, 2, 115–118.

Blatt H., 1967, *Origin characteristics of clastic quartz grains*. Jour. Sediment. Petrol., 37, 401–424.

Bouma A.H., 1962, *Sedimentology of some Flysch Deposits*. Elsevier, Amsterdam.

Bujak Ł., 2007a, *Cechy teksturalne piaszczystych osadów preglacjalnych i warunki ich sedymentacji na przykładzie stanowisk Stanisławice k/Kozienic i Niwa Babicka k/Ryk*. Przegl. Geol., 55, 6, 485–493.

Bujak Ł., 2007b, *Środowisko preglacjału południowej części Niziny Mazowieckiej – zapis w cechach teksturalnych i strukturalnych osadów*. Maszynopis pracy doktorskiej, Arch. WGiSR UW, Warszawa.

Cailleux A., 1942, *Les actions eoliennes periglaciaires en Europe*. Mm. Soc. Geol. De France, 41, 1–176.

Florek W., Mycielska-Dowgaiłło E., 1991, *Structural and tekstural character of alluvial deposits as an indicator of environmental conditions*. [w:] Gellentrops F. (red.) *Wetlands in Flanders*. Aardk. Mededel., 6.

Folk R.L., Ward W., 1957, *Brazos river bar; a study in the significance of grain size parameters*. J. Sed. Petrol., 27, 3–26.

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 95

Gadomska S., 1959, *Osady czwartorzędowe okolic Garwolina*. Przegl. Geol., 7, 12, 555–556.

Goździk J., 1980, *Zastosowanie morfometrii i graniformametrii 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- Latevistulianin Central Poland*. [w:] Kozarski S. (red.) *Late Vistulian (Weichselian) and Holocene Aeolian Phenomena in Central Europe*. Z. Geomorph. N. F. Suppl., 90.

Jahn A., 1960, *The oldest periglacial period in Poland*. Biul. Perygl., 9, 159-162.

Janczyk-Kopikowa Z., 1981, *Analiza pyłkowa plejstoceńskich osadów Kaznowa i Krępca*. Biul. Inst. Geol., 321, 249–258.

Jones L.S., Humprey N.F., 1997, *Weathering-controlled abrasion in the coarse-grained, meandering reach of the Rio Grande: Implications for rock record*. GSA Bulletin, 109, 1080–1088.

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*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

Kosmowska-Ceranowicz B., 1966, *Osady preglacjalne dorzecza środkowej Wisły*. Pr. Muzeum Ziemi, 9, 223–296.

Kosmowska-Ceranowicz B., 1976, *Wiek osadów z Cetenia i Ponurzycy w świetle badań mineralogiczno-petrograficznych*. Kwart. Geol., 20, 3, 627–641.

Kosmowska-Ceranowicz B., 1979, *Zmienność litologiczna i pochodzenie okruchowych osadów trzeciorzędowych wybranych rejonów północnej i środkowej Polski w świetle wyników analizy przezroczystych minerałów ciężkich*. Pr. Muzeum Ziemi, 30, 3–73.

Kosmowska-Ceranowicz B., 1987, *Porównanie serii ochoty z osadami preglacjalnymi (plioceńskimi) centralnej Polski*. [w:] Jahn A., Dyjjor S. (red.) *Problemy młodszego neogenu i eoplejstocenu w Polsce*. Ossolineum, Wrocław, 247–254.

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 96

Kosmowska-Ceranowicz B., Kociszewska-Musiał G., Musiał T., 1976, *Mineralogiczno-petrograficzne podstawy wydzieleń kompleksów osadów trzeciorzędowych i „preglacjalnych" w profilu Hipolitów*. Kwart. Geol., 20, 2, 365–378.

Krinsley D.H., Doornkamp J.C., 1973, *Atlas of quartz sand surface textures*. Cambridge Univeristy Press, Cambridge.

Krumbein W.C., 1941, *Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles*. Jour. Sed. Petrol., 11, 64–72.

Krygowski B., 1964, *Graniformametria mechaniczna – zastosowanie, teoria*. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, 2, 4, 1–112.

Laskowska-Wysoczańska W., 1971, *Stratygrafia czwartorzędu i paleogeomorfologia Niziny Sandomierskiej i przedgórza Karpat rejonu rzeszowskiego*. Stud. Geol. Pol., 34, 1–109.

Laskowska-Wysoczańska W., 1983, *Czwartorzędowe ruchy pionowe środkowej i wschodniej części Kotliny Sandomierskiej*. [w:] *Materiały III Krajowego Sympozjum „Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce"*. Wrocław, wrzesień 1981, 4, 207–221, Ossolineum. Wrocław.

Laskowska-Wysoczańska W., 1993, *Wpływ zjawisk neotektonicznych i glacjalnych na ewolucję morfostrukturalną brzeżnej strefy Karpat i Zapadliska Przedkarpackiego*. Annales Societatis Geologorum Poloniae, 63, 119–151.

Laskowska-Wysoczańska W., 1995, *Neotectonic and glacial control on geomorphic development of middle and eastern parts of the Sandomierz Basin and the Carpathian margin*. Folia Quaternaria, 66, 105–122.

Lewiński J., 1928a, *Utwory preglacjalne i glacjalne Piotrkowa i okolic*. Sprawozd. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. Wydz. III Nauk. Matm. i Przyrod., 21, 1-2, 49–66.

Lewiński J., 1928b, *Preglacjał w dolinie Bystrzycy pod Lublinem*. Sprawozd. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. Wydz. III Nauk. Matm. i Przyrod., 21, 3-5, 111–118.

Linde K., Mycielska-Dowgiałło E., 1980, *Some experimentally produced microtextures on grain surface of quartz sand*. Geogr. Ann., 62A, 3-4, 171–184.

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 97

Lindner L. (red.), 1992, *Czwartorzęd: osady, metody badań, stratygrafia*. PAE, Warszawa.

Lindner L., Bogutsky A., Gozhik P., Marciniak B., Marks L., Łanczont M., Wojtanowicz J., 2002, *Correlation of main climatic glacial-interglacial and loess-palaeosol cycles in the Pleistocene of Poland and Ukraine*. Acta Geol. Pol., 52, 4, 459–469.

Lindner L., Gozhik P., Marciniak B., Marks L., Yelovicheva Y., 2004, *Main climatic changes in the Quaternary of Poland, Belarus and Ukraine*. Geol. Quart., 48, 2, 97–114.

Lindner L., Bogutsky A., Gozhik 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, 1, 195–210.

Lowe D.R., 1976, *Grain flow and grain flow deposits*. Jour. Sediment. Petrol., 46.

Ludwikowska-Kędzia M., 2000, *Ewolucja środkowego odcinka doliny rzeki Belnianki w późnym glacjale i holocenie*. Wyd. Akademickie Dialog, Warszawa.

Łuniewski A., 1930, *Radiolaryty w żwirach preglacjalnych Prawisły*. Wszechświat, 5, 165,. Warszawa.

Mahaney W.C., 2002, *Atlas of sand grain surface textures and applications*. Oxford University Press, Oxford.

Makowska A., 1976, *Staroplejstoceńskie osady organogeniczne w Ceteniu i ich związek z serią preglacjalną południowego Mazowsza*. Kwart. Geol., 20, 3, 597–622.

Makowska A., 1978, *Eoplejstocen*. [w:] *Stratygrafia osadów czwartorzędowych Niziny Mazowieckiej oraz jej południowego i zachodniego obrzeżenia*. Biul. Inst. Geol., 306, 7–20.

Middleton G.V., Hampton M.A., 1976, *Subaqueous sediment transport and deposition by sediment gravity flow*. [w:] Stanley D.J., Swift D.J.P (red.) *Marine Sediment Transport and Environmental Managemen*t. J. Wiley and Sons, New York.

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-06-18 14:24 Page 98

Mojski J.E., 1964, *Osady najstarszego plejstocenu w dolinie Wieprza koło Krasnegostawu*. Kwart. Geol., 8, 2, 326–341.

Mojski E.J., 1984, *Budowa geologiczna Polski tom I. Stratygrafia, część 3b. Kenozoik. Czwartorzęd*,. 50–82. Wyd. Geol. Warszawa.

Mojski E.J., 2006, *Ziemie polskie w czwartorzędzie. Zarys morfogenezy*. PIG, Warszawa.

Moral-Cardona J.P., Sanchez Bellon A., Lopez-Aguayo F., Caballero M.A., 1996, *The analysis of quartz grain surface as a complementary method for studying their provenance: the Guadalete River Basin (Cádiz, SW Spain)*. Sed. Geol., 106, 155–164.

Moss A.J., Walker P.H., Hutka J., 1973, *Fragmentation of granitic quartz in water*. Sedimentology, 20, 489–511.

Mycielska-Dowgiałło E., 1978, *Rozwój rzeźby fluwialnej północnej części Kotliny Sandomierskiej w świetle badań sedymentologicznych*. Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego, 120, Warszawa.

Mycielska-Dowgiałło E., 1988, *Cechy urzeźbienia powierzchni ziarn kwarcu z wydm różnych regionów świata*. [w:] Mycielska-Dowgiałło E. (red.) *Geneza osadów i gleb w świetle badań w mikroskopie elektronowym*. Wyd. UW, Warszawa, 47–53.

Mycielska-Dowgiałło E., 1995, *Wybrane cechy teksturalne i ich wartość interpretacyjna*. [w:] Mycielska-Dowgiałło E., Rutkowski J. (red.) *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników*. WGiSR UW, Warszawa, 29–104.

Mycielska-Dowgiałło E., 2007, *Metody badań cech teksturalnych osadów klastycznych i wartość interpretacyjna wyników*. [w:] Mycielska-Dowgiałło E., Rutkowski J. (red.) *Badania cech teksturalnych osadów czwartorzędowych i wybrane metody oznaczania ich wieku*. Szkoła Wyższa Przymierza Rodzin w Warszawie, 95–180.

Mycielska-Dowgiałło, Ludwikowska-Kędzia, 2011, *Alternative interpretations of grain-size data from Quaternary deposits*. Geologom, 17, 4, 189–203.

Mycielska-Dowgiałło E., Woronko B., 1998, *Analiza obtoczenia i matowienia powierzchni ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej i ich wartość interpretacyjna*. Przegl. Geol., 46, 12, 1275–1281.

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-08-08 14:24 Page 99

Mycielska-Dowgiałło E., Woronko B., 2001, *Wybrane cechy sedymentologiczne osadów ułatwiające ich podział stratygraficzny, na przykładzie otworów Galumin 1, Kozły K-1, Niksowizna i Olszewo Węgorzewskie*. [w:] Mycielska-Dowgiałło E. (red.) *Eolizacja osadów jako wskaźnik stratygraficzny czwartorzędu*. Pracownia Sedymentologiczna, WGiSR UW, 43–58.

Pożaryski W., Maruszczak H., Lindner L., 1994, *Chronostratygrafia osadów plejstoceńskich i rozwój doliny Wisły środkowej ze szczególnym uwzględnieniem przełomu przez Wyżyny Południowopolskie*. Prace PIG, 147.

Racinowski R., Rzechowski J., 1969, *Minerały ciężkie w glinach zwałowych Polski Środkowej*. Kwart. Geol., 13, 2, 34–39.

Roman M., 2010, *Preglacjalne osady rzeczne ze stanowiska Baruchowo (Kotlina Płocka)*. Biuletyn PIG, 438, 107-121.

Różycki S.Z., 1929, *Interglacjał Żoliborski*. Sprawozd. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. Wydz. III Nauk. Matm. i Przyrod., 22, 1–3, 6–29.

Różycki S.Z., 1961, *Wiek preglacjału niżowego w świetle wstępnego opracowania palynologicznego profilu z Ochoty w Warszawie*. Prace o plejstocenie Polski środkowej, 1, 35–42. Warszawa.

Różycki S.Z., 1967, *Plejstocen Polski środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie*. Wyd 1. PWN, Warszawa.

Różycki S.Z., 1972, *Plejstocen Polski środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie*. Wyd. 2. PWN, Warszawa.

Sarnacka Z., 1978, *Plejstocen doliny Wisły między Magnuszewem i Górą Kalwarią*. Biul. Inst. Geol., 300, 5–96.

Sarnacka Z., 1980, *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 ark. Magnuszew (635)*. Wyd. Geol, Warszawa.

Sarnacka Z., 1982, *Stratygrafia i charakterystyka litologiczna osadów czwartorzędowych rejonu dolnej Wisły na południe od Warszawy*. Biul. Inst. Geol., 337, 143–198.

Sarnacka Z., Krysowska-Iwaszkiewicz M., 1974, *Osady eoplejstoceńskie okolic Magnuszewa na południowym Mazowszu*. Biul. Inst. Geol., 286, 165–188.

Zeszyty geograficzne 9 seria 5:zeszyty naukowe 2.qxd 2014-08-08 14:24 Page 100

Schumm S.A., Stewens M.A., 1973, *Abrasion in place: a mechanism for rounding and size reduction of coarse sediments in rivers*. Geology, 1, 37–40.

Slatt R.M., Eyles N., 1981, *Petrology of glacial sand: implications for the origin and mechanical durability of lithic fragments*. Sedimentology, 28, 71–183.

Stuchlik L., 1973, *Opracowanie palinologiczne osadów starszego czwartorzędu na tle górnego trzeciorzędu z profili wiertniczych rejonu Otwocka*. CAG PIG, Warszawa.

Stuchlik L., 1975, *Charakterystyka palinologiczna osadów preglacjalnych z Ponurzycy (rejon Otwocka)*. Kwart. Geol., 19, 3, 667–678.

Stuchlik L., 1978, *Palinologiczna charakterystyka osadów starszego czwartorzędu z profili wiertniczych okolic Grójca*. CAG PIG, Warszawa.

Winter H., 1997, *Późnoczwartorzędowa i wczesnoplejstoceńska flora północno-wschodniej i środkowej Polski i jej znaczenie dla palinostratygrafii*. Maszynopis pracy doktorskiej, CAG PIG, Warszawa.

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 Sedymentologiczna, WGiSR UW, Warszawa, 33–38.

Woronko B., Żarski M., Bujak Ł., 2007, *Pozycja stratygraficzna osadów dolnego plejstocenu w południowej części Niziny Południowopodlaskiej – dyskusja merytoryczna*. Biul. Inst. Geol., 425, 87–104.

Wright J.S., Smith B., 1993, *Fluvial comminution and production of loess-sized quartz silt: a simulation study*. Geogr. Ann., 75A, 25–34.

Wright J., Smith B., Whalley B., 1998, *Mechanisms of loess-sized quartz silt production and their relative effectiveness: laboratory simulation*. Geomorphology, 23, 15–34.

Zieliński 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, Warszawa, 220–235.