

OSADY PREGLACJALNE POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI NIZINY MAZOWIECKIEJ W ŚWIEŁE WYNIKÓW ANALIZY MINERAŁÓW CIĘŻKICH

HEAVY MINERALS IN PREGLACIAL SEDIMENTS OF THE SOUTHERN MAZOVIAN LOWLAND

ŁUKASZ BUJAK¹

Abstrakt. Prezentowane wyniki analiz minerałów ciężkich dotyczą osadów preglacjalnych pochodzących z 3 odsłoneń położonych na Równinie Kozienickiej (Brzóza k. Kozienic, Januszno k. Pionek, Stanisławice k. Kozienic) oraz wiercenia Niwa Babicka wykonanego w ramach prac nad arkuszem Żelechów *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*. Uzyskane wyniki pozwoliły podzielić badane osady na dwa typy. Pierwszy charakteryzuje wysoka zawartość granatów oraz minerałów odpornych na wietrzenie chemiczne i mechaniczne (turmaliny, cyrkony, staurolity, dysteny oraz rutyle). Takie spektrum minerałów stwierdzono w stanowiskach położonych na zachód od współczesnej doliny Wisły (Brzóza, Januszno, Stanisławice). Jednakże pomiędzy tymi osadami obserwuje się różnicę polegającą na dominacji granatu nad minerałami odpornymi (Januszno), bądź minerałów odpornych nad granatami (Brzóza, Stanisławice). Odmienne zespół minerałów ciężkich stwierdzono w osadach preglacjalnych z Niwy Babickiej. Charakteryzują się one nawet kilkudziesięcioprocentowym udziałem chlorytów, granatów oraz turmalinów. Powyższe wyniki pokazują, że utworami źródłowymi dla osadów preglacjalnych południowej części Niziny Mazowieckiej były różnowiekowe pokrywy zwietrzelinowe północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich i Wyżyny Lubelskiej, poddawane intensywnym procesom wietrzenia chemicznego. Różnice w zespółach minerałów ciężkich mogą wynikać z kierunku transportu (stożki Prawisły i Prawieprza) oraz facji osadów: korytowej lub wezbraniowej.

Słowa kluczowe: analiza minerałów ciężkich, preglacja, Nizina Mazowiecka.

Abstract. Analyses of heavy minerals were performed on samples taken from Preglacial deposits from three sites situated in the Kozienice Plain (Brzóza near Kozienice, Januszno near Pionki, Stanisławice near Kozienice) and from the Niwa Babicka borehole near Ryki, drilled for the need of the *Detailed Geological Map of Poland at a scale of 1:50,000*, Żelechów sheet. Results of the analyses allow categorising the deposits into two types. The first one, recognized in Brzóza, Januszno and Stanisławice, contains large amounts of garnets and minerals resistant to chemical and mechanical weathering: tourmalines, zircons, staurolites, disthenes and rutiles. However, these deposits are differentiated regarding the contents of dominant heavy minerals. In Januszno, garnets predominate over resistant minerals. In Brzóza and Stanisławice, resistant minerals outnumber garnets. The second type of Preglacial deposits was recognized in the Niwa Babicka borehole. These deposits contain several dozens percents of chlorites, garnets and tourmalines. Results of the analyses allow inferring that the sources of Preglacial deposits found in the southern Mazovian Lowland were weathering mantles of various ages developed along the northern border of the Holy Cross Mountains and Lublin Upland, where very strong chemical weathering took place. The differences in the heavy mineral content can result from different transport directions (alluvial fans of the pra-Vistula or pra-Wieprz rivers) and differences in deposit (channel or flood) facies.

Key words: heavy mineral analysis, Preglacial, Mazovian Lowland.

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, e-mail: lbujak@poczta.onet.pl

WSTĘP

W literaturze polskiej preglacjal jako zdefiniowany okres geologiczny pojawił się po raz pierwszy za sprawą Lewińskiego (1928a), który określił go jako okres akumulacji osadów mułkowych i piaszczysto-żwirowych powyżej pstrych ilów plioceńskich, a przed osadami związanymi z działalnością lądolodów skandynawskich. W niniejszym opracowaniu zastosowano tę definicję ze względu na jej jednoznaczność i brak konieczności bezpośredniego odnoszenia się do wieku i przynależności stratygraficznej tych osadów, które w ostatnim czasie wciąż budzą wiele kontrowersji (Lindner, 1992; Lindner i in., 2002, 2004, 2006; Mojski, 2005; Ber i in., 2007).

Osady preglacjalne już od początku XX w. są przedmiotem szczegółowych badań geologicznych, które w fazie wstępnej ograniczały się jedynie do rozpoznania składu mineralogicznego frakcji żwirowych. Wyniki tych analiz były podstawą oddzielenia osadów preglacjalnych zarówno od utworów młodszych, jak i starszych. Ponadto określono ich genezę, wiążąc ją z akumulacją rozległych stożków napływowych rozciągających się na północ od pasa wyżyn środkowopolskich (Lewiński, 1928a, b; Lewiński, Różycki, 1929; Różycki, 1929; Łuniewski, 1930; Sawicki, 1934a, b; Sujkowski, Różycki, 1937).

W okresie powojennym wcześniejsze badania wzbogacano o analizę minerałów ciężkich (m.in. Łydka, 1953; Rühle, 1954; Głodek, 1957; Gadomska, 1959; Mojski, 1964; Kosmowska-Ceranowicz, 1966, 1979, 1987; Sarnacka, Kryszowska-Iwaszkiewicz, 1974; Baraniecka, 1975; Makowska, 1976; Kociszewska-Musiał, Kosmowska-Ceranowicz, 1976; Kosmowska-Ceranowicz i in., 1976; Sarnacka, 1978, 1980, 1982; Fret, Makarewicz, 1989).

Równoległe z badaniami mineralogiczno-petrograficznymi prowadzone były, choć nielicznie, analizy szczątków organicznych. Ich efektem było wydzielenie w preglacjale 4 okresów o różnych warunkach klimatycznych. Do najważniejszych z nich należą opracowania wykonane w ramach prac nad *Szczegółową mapą geologiczną Polski w skali 1:50 000 (SMGP)* (Stuchlik, 1973, 1975, 1978; Baraniecka, 1991) oraz najnowsze prace Winter (1997).

Oprócz badań standardowych osady preglacjalne poddawane były analizom zmatowienia i obtoczenia ziaren kwarcu frakcji piaszczystej (Cailleux, 1942; Kosmowska-Ceranowicz, 1966; Mycielska-Dowgiałło, 1978; Sarnacka, 1982; Bujak, 2007a, b), datowaniu metodą termoluminescencji (Butrym, 1992; Żarski, 1996b) oraz badaniom paleomagnetycznym (Małkowski, Tuchołka, 1973; Tuchołka, Niedziółka-Król, 1978; Nawrocki, 2001; Krupiński i in., 2004).

Jednakże, mimo szerokiej gamy metod zastosowanych do badania osadów preglacjalnych, istnieje silna potrzeba szczegółowego rozpoznania warunków ich akumulacji. Analiza minerałów ciężkich może dostarczyć wielu informacji na ten temat (Racinowski, Rzechowski, 1969; Racinowski, 1974, 1995; Mycielska-Dowgiałło, 1995, 2007; Barczuk, Nejbart, 2007). Badaniom takim poddano osady preglacjalne pochodzące z 3 odsłoneń (Brzóza k. Kozienic, Januszno k. Pionek, Stanisławice k. Kozienic) i wiercenia Niwa Babicka wykonanego w ramach prac nad arkuszem Żelechów *SMGP* (Żarski, 2001), zlokalizowanych w południowej części Niziny Mazowieckiej. Taki wybór stanowisk podyktowany był dostępnością osadów oraz wcześniejszym określeniem ich wieku innymi metodami (Kosmowska-Ceranowicz, 1966; Makowska, 1969; Żarski, 1996a, 2001; Krupiński i in., 2004).

POŁOŻENIE STANOWISK BADAWCZYCH

Stanowisko Brzóza zlokalizowane jest w obrębie denudacyjnej Równiny Kozienickiej (makroregion Nizina Środkowomazowiecka; Kondracki, 2000), na granicy miejscowości Brzóza i Wólka Brzóska, ok. 200 m na wschód od drogi łączącej Brzózę z Radomiem (fig. 1). Na łagodnie nachylonym na zachód ku rozległej w tym miejscu dolinie Radomki, znajdują się dwa wyrobiska, z których opróbowano dwa profile: Brzóza I i II. Dodatkowo w przypadku profilu II wykonano pogłębiające wiercenie próbnikiem podciśniniowym firmy *Eijkelpamp*. Analizie minerałów ciężkich poddano osady z profilu Brzóza II.

Stanowisko Januszno koło Pionek położone jest na Równinie Kozienickiej (makroregion Nizina Środkowomazowiecka), ok. 2 km na północ od leśniczówki Brzeźniczka. Odsłonięcie zlokalizowane jest w lesie, na lewym brzegu, kilkaset metrów od koryta Zagożdżonki (fig. 1). W odsłonięciu próbki pobrano z dwóch profili: Januszno I i II, przy czym analizę minerałów ciężkich wykonano dla osadów pochodzących z pierwszego z nich.

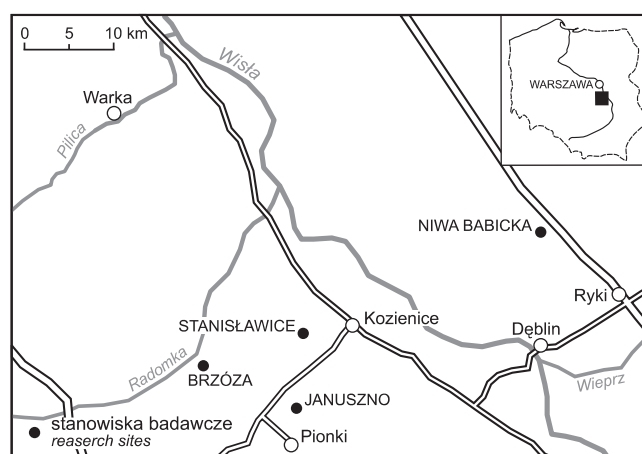


Fig. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych

Location of research sites

Stanowisko Stanisławice znajduje się na Równinie Kozienickiej (makroregion Nizina Środkowomazowiecka), na południowy zachód od Kozienic. Występujące tu wychodnie osadów preglacjalnych zlokalizowane są na północ od szosy przebiegającej przez wieś Stanisławice (fig. 1). Osady tego wieku odsłaniają się na łagodnym stoku wysoczyzny opadającym w kierunku północnym, ku dolinie Wisły. W tym tym

odsłonięciu opróbowano trzy profile: Stanisławice I, II i III, zlokalizowane w dwóch wyrobiskach. Analizę minerałów ciężkich wykonano dla próbek z profili Stanisławów II i III.

Stanowisko Niwa Babicka zlokalizowane jest na południowej Wysoczyźnie Żelechowskiej (makroregion Nizina Południowopodlaska) na północny zachód od Ryk na południe od doliny Okrzejki przy szosie Warszawa–Lublin (fig. 1).

METODYKA BADAŃ

Analizie minerałów ciężkich poddano ziarna z przedziału frakcji 0,10–0,25 mm w przypadku wiercenia Niwa Babicka (autor dr K. Radlicz, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa) oraz 0,1–0,2 mm z odsłoneń (dr R. Sokołowski, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń). Łącznie zbadano 34 próbki (9 – Brzózka, 5 – Januszno, 10 –

Stanisławice i 10 – Niwa Babicka). Udział procentowy poszczególnych grup minerałów ciężkich wyliczono biorąc za 100% sumę wszystkich minerałów ciężkich, przezroczystych i nieprzezroczystych. Na podstawie tych wyników uzyskano wskaźnik wietrzeniowy (Racinowski, Rzechowski, 1969).

LITOLOGIA ANALIZOWANYCH OSADÓW PREGLACJALNYCH

BRZÓZKA

Analizowany profil Brzózka II obejmuje jasnoszare osady o miąższości 6,70 m bez skał skandynawskich. Rozpoczyna go szary ił (gł. 6,54–6,70 m), nad którym stwierdzono warstwę piaszczyste. Początkowo są to piaski pylaste (gł.

6,48–6,54 m), przechodzące w gruboziarniste (gł. 5,58–6,48 m), a następnie średnioziarniste (gł. 5,58–5,59 m). Ponad nimi zalega centymetrowa warstwa iłu oraz seria piasków gruboziarnistych (gł. 3,35–5,57 m). Ze względu na wykonywane wiercenie opis struktur w powyższych warstwach był niemożliwy (fig. 2).

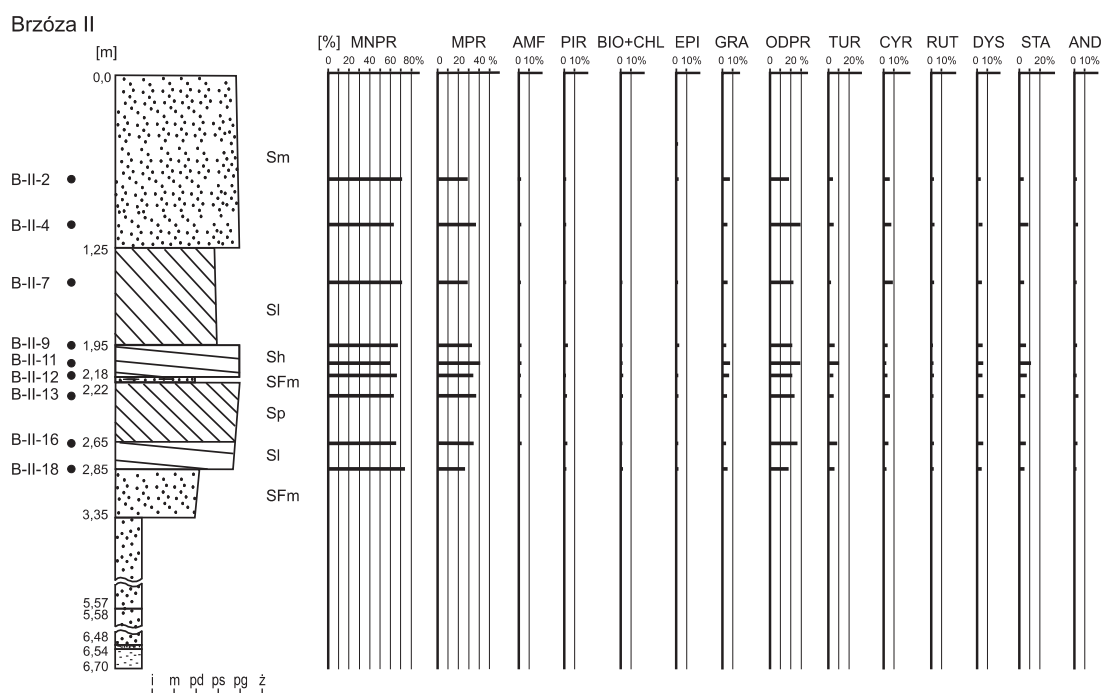


Fig. 2. Profil osadów Brzózka II (kod litofacjalny wg Zielińskiego, 1995)

Zawartość minerałów ciężkich frakcji 0,1–0,2 mm (objaśnienia do figur 2–5): MNPR – minerały nieprzezroczyste, MPR – minerały przezroczyste, AMF – amfibole, PIR – pirokseny, BIO – biotyty, CHL – chloryty, EPI – epidoty, GRA – granaty, ODPR – minerały odporne na wietrzenie chemiczne i mechaniczne (TUR – turmaliny, CYR – cyrkonie, RUT – rutyle, DYS – dysteny, STA – staurolicy), AND – andaluzyty, GLA – glaukonity, TYT – tytanity; inne objaśnienia w tekście

Brzózka II section (lithofacies coding after Zieliński, 1995)

Contents of heavy minerals in the 0.1–0.2 mm fraction (explanations to Figures 2–5): MNPR – non-transparent minerals, MPR – transparent minerals, AMF – amphiboles, PIR – pyroxenes, BIO – biotites, CHL – chlorites, EPI – epidotes, GRA – garnets, ODPR – durable minerals (TUR – tourmalines, CYR – zircons, RUT – rutiles, DYS – disthenes, STA – staurolites), AND – andalusites, GLA – glauconites, TYT – titanites; for other explanations see the text

Pierwszą warstwą obserwowaną w odsłonięciu są masywne piaski pylaste (SFm) (gł. 2,85–3,35 m), ponad którymi (gł. 2,22–2,85 m) zalegają piaski gruboziarniste. Początkowo są to one warstwowane przekątnie wysokokątowo (Sp) (gł. 2,65–2,85 m), a następnie niskokątowo (Sl) (gł. 2,22–2,65 m). Powyżej zalega 4-centymetrowa warstwa piasków pylastych (SFm). Miąższość tej warstwy zmienia się od 4 do 25 cm.

Kolejną warstwę (gł. 1,95–2,18 m) stanowią warstwowane horyzontalnie piaski gruboziarniste (Sh), z licznymi gładkimi i wypolerowanymi okruchami krzemieni i litydów o średnicy do 1 cm.

Na głębokości 1,25–1,95 m, zalegają piaski warstwowane tabularnie niskokątowo (Sl), a profil kończą jednorodne masywne piaski gruboziarniste (Sm).

JANUSZNO

W profilu Januszno I, o miąższość 2,95 m, dominują piaski gruboziarniste i drobne żwiry, składające się z kwarcu z nielicznymi ziarnami litydów oraz krzemieni (fig. 3). Profil rozpoczyna się masywnym piaskiem gruboziarnistym ze żwirami o średnicy nieprzekraczającej 0,7 cm (Sm). Powyżej (gł. 2,55–2,77 m) znajduje się piasek różnoziarnisty z domieszką pyłu i piasku gruboziarnistego (Sm).

Kolejną warstwę (gł. 2,15–2,55 m) stanowi piasek gruboziarnisty (Sm), nad którym zalega 30-centymetrowa seria szarosinych ilów (Fm), przewarstwionych kilkakrotnie piaskiem gruboziarnistym ze żwirami o średnicy do 2 cm (SGm).

Powyżej ilów (gł. 1,60–1,85 m) zalega osad piaszczysto-żwirowy z dużą domieszką ilu (SGDm), z pojedynczymi ziarnami skał ciemnych (średnica do 1,5 cm) o blaszkowej budowie oraz gładkiej powierzchni.

Ostatnią serię (gł. 0,0–1,60 m) stanowią masywne piaski gruboziarniste ze żwirami (SGm).

STANISŁAWICE

Analizie minerałów ciężkich w stanowisku Stanisławice poddano dwa profile: Stanisławice I i III (fig. 4). Osady w nich występujące wykształcone są w postaci kwarcowych piasków gruboziarnistych ze zmienną domieszką okruchów skalnych o średnicy do 2,5 cm, głównie litydów, krzemieni i rogowców.

Profil Stanisławice I, obejmujący osady o miąższości 3,00 m, rozpoczynają (gł. 2,80–3,00 m) warstwowane przekątnie tabularnie piaski gruboziarniste (Sp), powyżej których znajduje się warstwa zorsztynizowanego piasku (gł. 2,75–2,80 m) z licznymi gładzikami (SGm).

Na głębokości 2,50–2,75 m zalega warstwa piasku gruboziarnistego z tocząciami ilastymi (Sm/Fm), mogącymi być porwakami starszych osadów. Powyżej (gł. 2,40–2,50 m) znajduje się kolejna seria zorsztynizowanego piasku ze żwirami (SGm), która podściela piaski gruboziarniste (gł. 2,00–2,40 m) o tabularnym warstwowaniu przekątnym (Sp).

Na głębokości 1,30–2,00 m występuje warstwa piaszczysto-żwirowa z zaburzonym warstwowaniem (Sd), podkreślonym wytrąceniami żelazistymi.

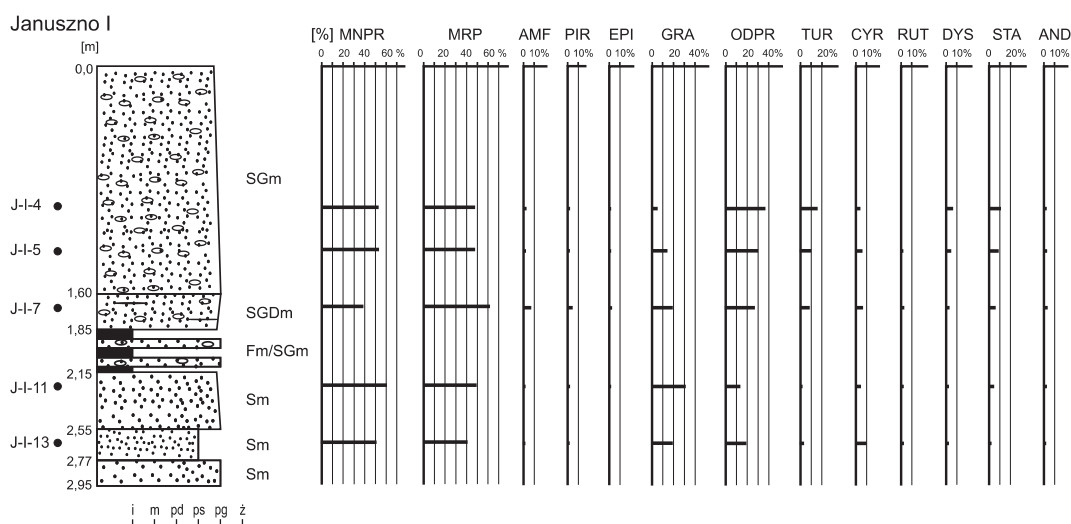


Fig. 3. Profil osadów Januszno (kod litofacjalny wg Zielińskiego, 1995)

Objaśnienia na fig. 2 oraz w tekście

Januszno section (lithofacies coding after Zieliński, 1995)

For explanations see Fig. 2 and the text

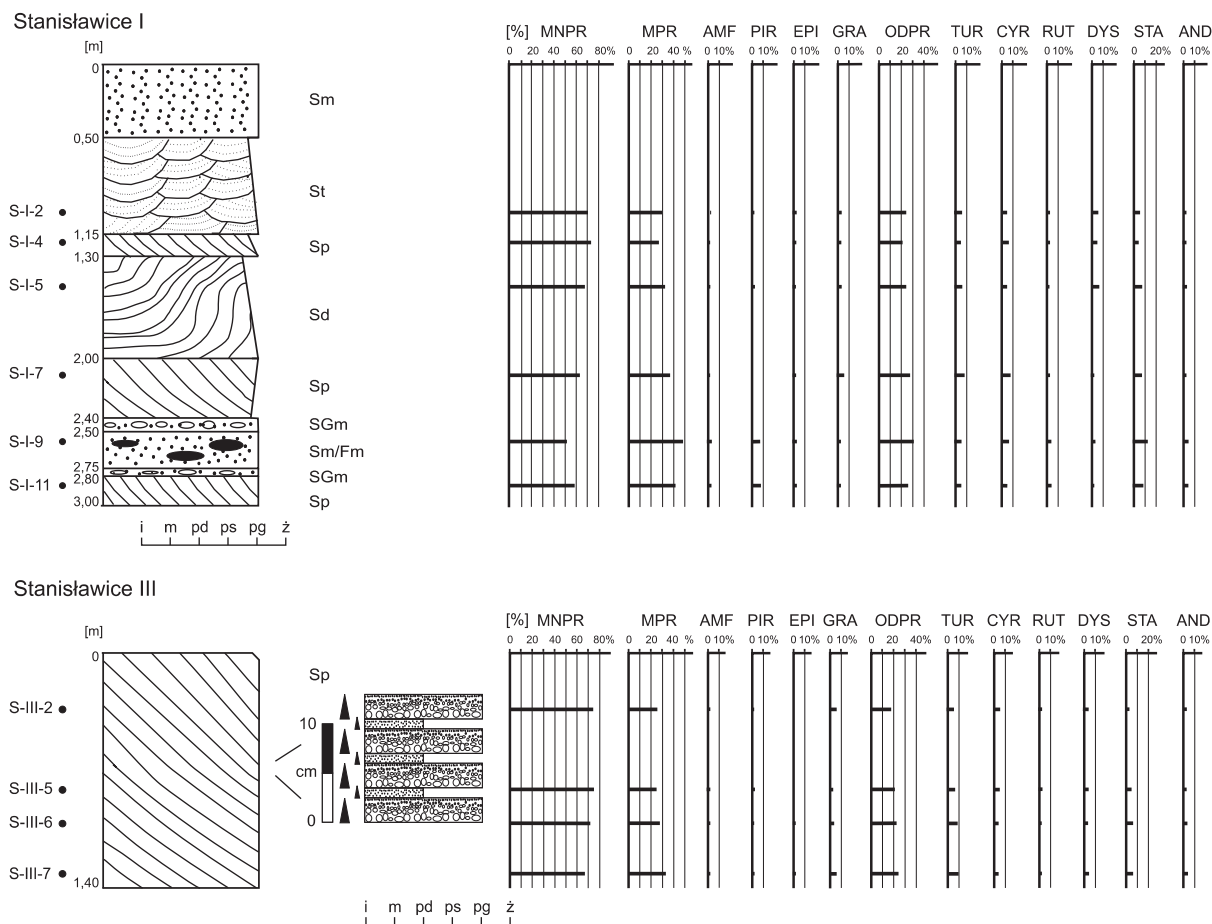


Fig. 4. Profile osadów Stanislavice I i III (kod litofacjalny wg Zielińskiego, 1995)

Objaśnienia na fig. 2 i w tekście

Stanislavice I and III sections (lithofacies coding after Zieliński, 1995)

For explanations see Fig. 2 and the text

Kolejną warstwę (gł. 1,15–1,30 m) stanowią piaski gruboziarniste warstwowane przekątnie tabularnie (Sp), przechodzące w warstwowane rynnowo (St) (do gł. 0,50 m).

Całość kończy bezstrukturalny piasek gruboziarnisty (Sm) z licznymi słabo obtoczonymi lub ostrokrawędzistymi krzemieniami i litydami, o wypolerowanej powierzchni.

Profil Stanislavice III, o miąższości 1,40 m, charakteryzuje się na całej długości warstwowaniem przekątnym (Sp). Budują go przemiennie warstwy sypkiego piasku gruboziarnistego i scementowanego drobnoziarnistego z warstwowaniem frakcyjnym (fig. 4).

NIWA BABICKA

W Niwie Babickiej osady datowane na preglacjal (Kening, Jankowska, 2001; Nawrocki, 2001; Krupiński i in., 2004) występują na głębokości 35,4–58,0 m. Leżą one bezpośrednio na miocenijskich ilach, a przykrywają je drobnoziarniste osady piaszczyste związane ze zlodowaczeniem

wilgi. Utwory te pod względem litologicznym wykazują wyraźną dwudzielność (fig. 5).

Dolna ich część (gł. 47,5–58,0 m) jest wykształcona przede wszystkim w postaci piasków, głównie drobno- i bardzo drobnoziarnistych. Poza nimi występują dwie warstwy osadów gruboziarnistych: piaski gruboziarniste ze żwirami (gł. 57,2–58,0 m) oraz żwiry z piaskami gruboziarnistymi (gł. 50,1–53,5 m) przechodzące ku stropowi w piaski różnoziarniste. Ponadto na głębokości 55,0–54,8 m występuje warstewka mułku ilastego (fig. 5).

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

Mimo tak dużego zróżnicowania facjalnego osady te posiadają cechy wspólne: składają się głównie z kwarcu oraz sporadycznie występujących okruchów krzemieni i litydów.

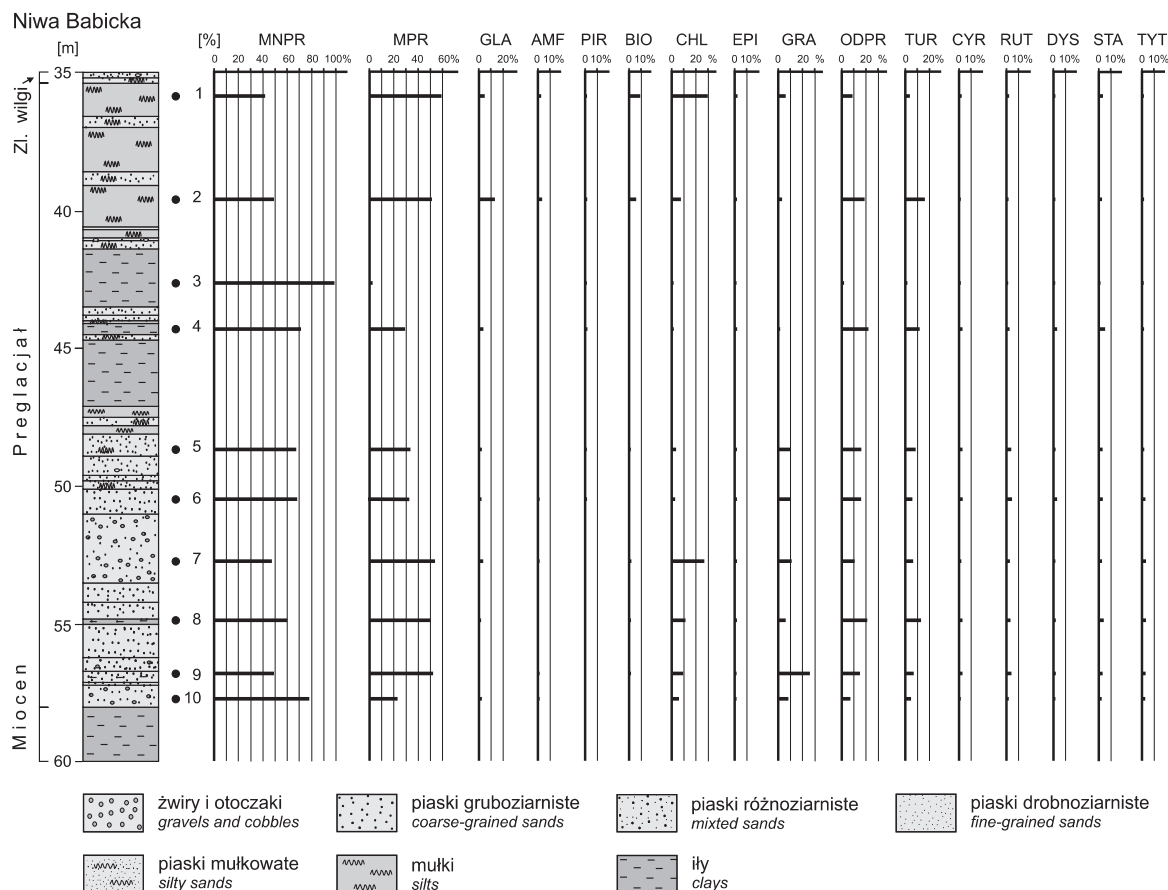


Fig. 5. Profil osadów wiercenia Niwa Babicka

Objaśnienia jak na fig. 2

Niwa Babicka borehole section

For explanations as in Fig. 2

WYNIKI BADAŃ

BRZOZA

W osadach preglacialnych ze stanowiska Brzoza II, wśród minerałów ciężkich we frakcji 0,1–0,2 mm, zdecydowanie przeważają minerały nieprzezroczyste, których udział sięga maksymalnie 73,9%, a jedynie w próbce B-II-11 ich zawartość spada poniżej 60% (58,9%) (fig. 2).

Wśród minerałów przezroczystych największy udział osiągają te odporne zarówno na wietrzenie chemiczne, jak i fizyczne. Najwięcej minerałów z tej grupy stwierdzono w próbce B-II-11 – 29,1%. Jednakże nie widać wyraźnej dominacji żadnego z nich. Ich udział wynosi odpowiednio 2,6–10,2% w przypadku turmalinu, 1,5–8,9% cyrkonu, 4,2–11,3% staurolitu oraz 2,4–5,3% dystenu. Jedynie zawartość rutylu jest niższa i waha się na poziomie 0,3–1,6% (fig. 2).

Oprócz wyżej opisanych minerałów, kilkuprocentowy udział osiągają jeszcze jedynie granaty (2,5 do 6,8%),

amfibole i pirokseny, których łączna zawartość w próbce B-II-16 wynosi 3,2% oraz andaluzyty (do 2,7% w próbce B-II-13) (fig. 2).

JANUSZNO

Osady preglacialne ze stanowiska Januszno I charakteryzują się niewielkimi różnicami w zawartości minerałów przezroczystych i nieprzezroczystych w całym profilu. W większości analizowanych próbek udział minerałów przezroczystych waha się w granicach 40,7–48,8%, a jedynie w próbce J-I-7 osiąga wartość 60,9% (fig. 3).

Wśród minerałów przezroczystych największą rolę odgrywają granaty, których udział w poszczególnych próbkach wynosi od 4,6 do 30,7% i maleje w górę profilu.

Przeciwną tendencję do granatów wykazują minerały przezroczyste odporne na wietrzenie chemiczne i fizyczne

(turmalin, cyrkon, rutyl, dysten, staurolit), których zawartość w osadzie rośnie w górę profilu, od 12,3% w próbce J-I-11 do 36,2% w J-I-4. Dominują wśród nich ziarna turmalinu, staurolitu oraz dystenu, których udział sięga odpowiednio 0,7–16,1; 2,3–11,3 oraz 1,1–5,8%. Odwrotnie zachowuje się cyrkon, którego udział spada ku stropowi z 9,9 do 2,9%. Zawartość rutylu nie przekracza 2% (fig. 3).

Ponadto w osadzie większy udział wykazują jeszcze amfibole i pirokseny, których maksymalna zawartość w próbce J-I-7 wynosi 6,65 i 3,78% (fig. 3) oraz andaluzyty do 2,3%.

STANISŁAWICE

Pochodzące ze stanowiska Stanisławice I osady preglacjalne charakteryzują się dużą zmiennością zawartości minerałów przezroczystych i nieprzezroczystych. W górę profilu maleje udział minerałów przezroczystych z 48,5% w próbce S-I-9 do 29,5% w próbce S-I-2 (fig. 4).

Dominują wśród nich minerały odporne zarówno na wietrzenie chemiczne, jak i mechaniczne (turmalin, cyrkon, rutyl, dysten, staurolit), których łączny udział sięga od 20,6 do 30,8%. Największą zawartość osiągają: staurolit (3,9–12,3%), turmalin (4,0–7,7%), cyrkon (3,8–7,5%), dysten (2,0–6,4%) mniej jest natomiast rutylu (do 2,9%) (fig. 4).

W całym profilu jest mało granatów (1,0–4,5%) oraz minerałów nieodpornych na wietrzenie fizyczne i chemiczne: amfiboli, biotytów i epidotów. Stwierdzono również całkowity brak chlorytów. Mineralem mało odpornym, którego zawartość osiąga kilka procent jest jedynie piroksen, którego udział w próbkach S-I-9 i S-I-11 wynosi odpowiednio 6,4 i 7,2%, przy udziale poniżej 1% w pozostałych (fig. 4).

Z innych minerałów przezroczystych większe znaczenie ma jedynie andaluzyt (od 1,25 do 3,5%).

W profilu Stanisławice III wśród minerałów ciężkich wyraźną przewagę zyskują minerały nieprzezroczyste, których udział w poszczególnych próbkach waha się od 67,1 do 75,1% (fig. 4).

Minerały przezroczyste są reprezentowane głównie przez minerały odporne zarówno na wietrzenie chemiczne, jak i mechaniczne 17,3–23,7%. Ich udział maleje jednak ku stropowi profilu. Dominują wśród nich turmaliny (4,6–9,4%) oraz staurolity (2,5–6,0%), mniej jest natomiast dystenu i cyrkonu (ich udział rośnie w górę profilu) oraz rutylu.

Z innych minerałów większy udział stwierdzono jedynie w przypadku granatów (1,3–5,1%) oraz andaluzytu (0,5–1,8%).

Minerały mało odporne na wietrzenie (amfibole, pirokseny, chloryty, biotyty oraz epidoty) reprezentowane są w minimalnym stopniu (fig. 4).

NIWA BABICKA

Osady preglacjalne z wiercenia Niwa Babicka charakteryzują się zmiennym udziałem przezroczystych i nieprzezroczystych minerałów ciężkich. W poszczególnych próbkach udział tych drugich waha się dość znacznie i osiąga wartość od 1,25% (próbka nr 3, gł. 42,50–42,70 m) do 59,70% (próbka nr 1, gł. 35,80–35,90 m) (fig. 5).

W większości próbek, wśród przezroczystych minerałów ciężkich, dominują (0,67–21,85%) minerały odporne na wietrzenie fizyczne i chemiczne (turmalin, cyrkon, rutyl, staurolit dysten), spośród których najwięcej jest ziaren turmalinu, od 0,24% w próbce nr 3 do 16,21% w próbce nr 2. Z pozostałych minerałów odpornych w większej ilości występuje staurolit (maksymalnie do 4,56%) oraz rutyl (do 3,73%). Udział pozostałych rzadko przekracza 2% (fig. 5).

Obok wyżej wymienionych minerałów występują większe zawartości granatów, jednakże dominują one w dolnej (bardziej gruboziarnistej) części profilu. Ich udział w próbce nr 9 sięga maksymalnie 25,61% (średnio około 10%), natomiast w górnym fragmencie profilu dochodzi maksymalnie do 4,81% (próbka nr 1).

Obok minerałów odpornych w dużej ilości występują również miki: biotyt i chloryt. Jednak ich udział w poszczególnych próbkach jest bardzo różny od 0,05% w próbce nr 3 do 38,34% w próbce nr 1. Biorąc pod uwagę oddzielnie oba te minerały widać wyraźne różnice w ich udziale. We wszystkich próbkach dominuje chloryt (0,05–29,24%), udział biotyty jest mniejszy, rzadko przekracza 0,5% i jedynie w górnej części profilu (próbki nr 1 i 2) jest wyższy – 9,09 i 5,04% (w próbkach tych również udział chlorytu jest wysoki) (fig. 5).

W osadach tych dość licznie występuje również glaukonit. Bardziej widoczne wzbogacenie w ten minerał obserwowane jest w górnej części profilu – 2,38–12,73% (brak go jedynie w próbce 3). Natomiast w jego dolnej części glaukonit osiąga maksymalnie 2,47% w próbce 7, najczęściej zaś nie przekracza 1,2% (fig. 5).

W osadach tych występują również pirokseny i amfibole, jednak ich udział jest niewielki i jedynie w górnej części profilu w kilku próbkach przekracza 1%. W dolnej części praktycznie minerały te nie występują.

Z innych minerałów ciężkich należy wspomnieć również o tytanie. Mimo, że jego udział w osadzie nie jest duży (maksymalnie 1,77%) to jednak wyraźnie widać różnicę w jego udziale w górnej i dolnej części profilu osadów preglacjalnych. W części górnej zawartość uranu kształtuje się na poziomie 0,16–0,56%, w dolnej zaś 0,31–1,77% (fig. 5).

DYSKUSJA I INTERPRETACJA WYNIKÓW

Pod względem składu petrograficznego, z głównym udziałem kwarcu stanowiącego często nawet ponad 99% osadu, utwory preglacjalne na całym obszarze południowej części Niziny Mazowieckiej wykazują dużą jednorodność. Jednakże biorąc pod uwagę spektrum minerałów ciężkich w nich występujących jednorodność ta zaciera się i osady te można podzielić na dwa typy.

Pierwszy z nich charakteryzuje się szerokim spektrum minerałów ciężkich (ponad 16 różnych grup minerałów) wśród, których wysoką zawartość osiągają jedynie granaty oraz minerały bardzo odporne na działanie zarówno wietrzenia chemicznego, jak i mechanicznego: turmaliny, cyrkony, staurolity, dysteny oraz rutyle (fig. 2–4). Osady tego typu występują we wszystkich stanowiskach położonych na zachód od doliny Wisły (Brzoza, Januszno, Stanisławice). Jednakże obserwuje się w nich pewne różnice wynikające z udziału najczęściej spotykanych minerałów. W odsłonięciu Januszno dominuje granat (4,6–30,7%), na dalszym miejscu znajdują się minerały odporne: turmaliny, cyrkony i staurolity (fig. 3). Taki zespół minerałów wykazuje znaczne podobieństwo (poza kolejnością udziału turmalinu i cyrkonu) do wydzielanej na zachód od dzisiejszego przebiegu Wisły serii Łękawicy (Sarnacka, Kryszowska-Iwaszkiewicz, 1974; Sarnacka, 1978, 1980, 1982) i regionu centralnego wyznaczonego przez Kosmowską-Ceranowicz (1966). Z kolei w osadach ze stanowisk Brzoza i Stanisławice udział granatów jest znacznie mniejszy (1,0–6,8%), dominują natomiast turmalin, staurolit, cyrkon i dysten (fig. 2, 4). Taki zestaw minerałów ciężkich upodabnia je do osadów regionu wschodniego według Kosmowskiej-Ceranowicz (1966) i serii Magnuszewa (Sarnacka, Kryszowska-Iwaszkiewicz, 1974; Sarnacka, 1978, 1980, 1982), w których cyrkony przeważają nad granatami. Takie różnice w składzie minerałów ciężkich Sarnacka (1978) wiąże z akumulacją tych serii z dwóch kierunków. Według niej seria Łękawicy najprawdopodobniej została złożona przez Prawisłę, seria Magnuszewa zaś reprezentuje stożek Prawieprza.

We wszystkich badanych stanowiskach osadów preglacjalnych występują również minerały nieodporne na wietrzenie chemiczne (amfibole, pirokseny, biotyty i epidoty), co wskazuje na dostawę materiału ze świeżych pokryw zwietrzelinowych, ponieważ nie występują one wśród minerałów ciężkich pochodzących z osadów neogeńskich. Sarnacka (1982) z kolei, podając przykład wiercenia Łbiska koło Piaseczna, uważa że źródłem tych minerałów są skały lokalnego podłoża. W osadach analizowanych w niniejszym opracowaniu minerały mało odporne w największej ilości występują w dolnych częściach profili, co może wskazywać na początkowe pobieranie ich ze zwietrzelin, krótko przebywających pod wpływem czynników niszczących, a następnie coraz starszych, przerabianych wielokrotnie. Analizując literaturę pod względem zawartości minerałów nieodpornych (amfibole, pirokseny) w osadach preglacjalnych obszar południowej części Niziny Mazowieckiej można podzielić

na dwa regiony. Pierwszy z nich obejmuje obszary położone w okolicach Kozienic i Magnuszewa, gdzie nie stwierdzono minerałów tego typu (m.in. Kosmowska-Ceranowicz, 1966), bądź też ich udział rzadko przekracza 0,5% (Sarnacka, Kryszowska-Iwaszkiewicz, 1974; Kosmowska-Ceranowicz i in., 1976; Sarnacka, 1982). Drugi obszar obejmuje okolice Warszawy i tereny znajdujące się na północ od niej, gdzie w osadach preglacjalnych stwierdzony był ponad 6% udział amfiboli i piroksenów (Kosmowska-Ceranowicz, 1976, 1979; Sarnacka, 1982), a w przypadku osadów z Opaleńca k. Chorzeli nawet 27,7%.

Odmienny skład minerałów ciężkich od stwierdzonego w analizowanych odsłonięciach (Brzoza, Januszno, Stanisławice) napotkano w osadach preglacjalnych nawierconych w Niwie Babickiej. Osady te różnią się od opisanych wyżej wysokim udziałem chlorytów, należących do minerałów słabo odpornych na wietrzenie chemiczne (fig. 5). Przeciętnie ich udział dochodzi do 10%, a w osadach gruboziarnistych przekracza nawet 29% (gł. 35,8–35,9 m). Obok chlorytów bardzo wysoki udział osiągają granaty i turmaliny, sięgający w niektórych próbkach odpowiednio 25,6% (gł. 56,3–56,5 m) i 16,2% (gł. 39,5–39,7 m). Podobnie, jak w pozostałych stanowiskach również w Niwie Babickiej w badanych seriach preglacjalnych stwierdzono kilkuprocentowy udział minerałów mało odpornych, głównie epidotu.

Takie spektrum minerałów ciężkich (dominacja chlorytów, granatów i turmalinów) jak w Niwie Babickiej bardzo rzadko opisywane było wcześniej w literaturze. Stwierdzono je jedynie w profilu Zofianów k. Garwolina (Gadomska, 1968) oraz w Opaleńcu k. Chorzeli (Bałuk, 1987).

Mimo dość rzadkiej obecności chlorytów wśród minerałów ciężkich w osadach preglacjalnych (Kosmowska-Ceranowicz, 1966; Sarnacka, Kryszowska-Iwaszkiewicz, 1974; Kosmowska-Ceranowicz i in., 1976; Kociszewska-Musiał, Kosmowska-Ceranowicz, 1976; Kosmowska-Ceranowicz, 1976). Kosmowska-Ceranowicz (1979) uznała kompleks granatowo-chlorytowy za reprezentatywny dla tych właśnie osadów i odróżniający go od osadów neogeńskich i glacialnych. Dodatkowo wiązała go z transportem osadów z północnego-wschodu. Osadami źródłowymi według niej miały być pokrywy zwietrzelinowe skał krystalicznych masywu białorusko-mazurskiego platformy wschodnioeuropejskiej oraz osadowe skały kredowe zawierające materiał wyerodowany wcześniej ze skał krystalicznych. Dokładna analiza literatury i rozmowa z autorką pozwoliły wyjaśnić zaistniałe różnice w opisie tych samych serii. Rozbieżność ta wynika z pomijania łyszczyków w wyliczaniu udziału poszczególnych minerałów ciężkich. Łyszczyki zostały uznane przez Kosmowską-Ceranowicz za minerały, które przypadkowo mogły znaleźć się w osadzie i zaburzyć obraz całego spektrum.

Takie podejście do zawartości minerałów ciężkich powoduje, że bez materiałów źródłowych bardzo trudno jest bezpośrednio porównywać wyniki badań autora tego

opracowania i wyniki uzyskane wcześniej. Dodatkowym problemem w porównywaniu wyników uzyskanych na potrzeby niniejszej pracy i wyników prezentowanych w literaturze jest frakcja w jakiej badane były minerały ciężkie. Wynika to z faktu, że część badań była przeprowadzana we frakcji 0,05–0,5 mm (Kosmowska-Ceranowicz, 1976; Kosmowska-Ceranowicz i in., 1976), część 0,1–0,25 mm (Sarnacka, 1982), natomiast w niektórych pracach wielkość analizowanych ziaren nie została bezpośrednio podana (Kosmowska-Ceranowicz, 1966, 1987; Sarnacka, Krysowska-Iwaszkiewicz, 1974; Sarnacka, 1978; Morawski, Stuchlik, 1987).

Chcąc zatem porównać otrzymane wyniki dla Niwy Babickiej z prezentowanymi w literaturze, należałoby pominąć w wyliczeniach łuszczyki. Zabieg taki sprawia, że w analizowanych osadach wśród minerałów ciężkich dominującą rolę zyskują granaty, które przeważają nad turmalinami i cyrkonami. Takie spektrum zaś wykazuje duże podobieństwo do serii Łękawicy (Sarnacka, Krysowska-Iwaszkiewicz, 1974; Sarnacka, 1978, 1980, 1982) i regionu centralnego (Kosmowska-Ceranowicz, 1966).

Na podstawie zawartości poszczególnych minerałów ciężkich przezroczystych i nieprzezroczystych w analizowanych osadach preglacjalnych można stwierdzić, że osady źródłowe były poddawane procesom wietrzenia chemicznego. Nie mogły być to jednak utwory neogeńskie ponieważ charakteryzują się one znacznie węższym spektrum minerałów ciężkich oraz występowaniem prawie wyłącznie minerałów odpornych na wietrzenie chemiczne i fizyczne (turmaliny, cyrkony, rutyle, dysteny) (Barcicki i in., 1991; Mycielska-Dowgiało, 1995) oraz epidoty. Natomiast w analizowanych osadach preglacjalnych obok minerałów bardzo odpornych na oba typy wietrzenia występują niejednokrotnie w dużych ilościach (do kilku procent) minerały nieodporne na wietrzenie chemiczne (biotyty, amfibole, pirokseny). Dlatego też należałoby stwierdzić, że osadami

źródłowymi dla osadów preglacjalnych były różnowiekowe zwietrzliny skał pochodzące z wyżyn środkowopolskich. Za takim ich pochodzeniem przemawia przede wszystkim zmienna zawartość poszczególnych minerałów mało i średnio odpornych (amfibole, pirokseny, biotyty, chloryty, epidoty) oraz odpornych (turmaliny, cyrkony, staurolity, dysteny, rutyle). Przykładem mogą być osady ze stanowiska Stanisławice I, w których obok utworów poddawanych mało intensywnym procesom wietrzenia (wzbogacenie w amfibole i pirokseny oraz spadek udziału minerałów odpornych) występują takie, które procesom tym poddawane były znacznie dłużej.

O różnym stopniu wietrzenia chemicznego osadów, może świadczyć również zespół minerałów ciężkich w profilu Januszno I. Początkowo erodowane były utwory stosunkowo krótko wystawione na wietrzenie chemiczne (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 zmiennej ilości granatów, ilość minerałów mało odpornych jest we wszystkich osadach stosunkowo wysoka.

Fakt, że omawiane osady poddawane były długotrwałemu procesowi wietrzenia i prawdopodobnie wielokrotnej redepozycji potwierdza również wyliczony dla wszystkich próbek wskaźnik wietrzeniowy (Racinowski, Rzechowski, 1969). W trzech prezentowanych stanowiskach (Brzoza, Januszno i Stanisławice) wartość tego wskaźnika nie przekracza 10 i jedynie w dolnej części profilu Januszno osiąga wartości wyższe, sięgające do 59 (tab. 1). Taki wzrost wartości wskaźnika wietrzeniowego może świadczyć o młodszym wieku pokryw zwietrzelinowych erodowanych przez ówczesne rzeki. Stwierdzone w tych osadach spektrum minerałów ciężkich i wartości wskaźnika wietrzeniowego w połączeniu z gruboziarnistym materiałem występującym w tych odsłonięciach i strukturami

Tabela 1

Wskaźnik wietrzeniowy (Racinowski, Rzechowski, 1969)

Weathering index (Racinowski, Rzechowski, 1969)

Stanowisko	Brzoza									
Numer próbki	B-II-2	B-II-4	B-II-7	B-II-9	B-II-11	B-II-12	B-II-13	B-II-16	B-II-18	
Wskaźnik wietrzeniowy	3,0	1,7	2,4	2,1	1,2	2,2	3,4	3,9	1,5	
Stanowisko	Januszno									
Numer próbki	J-I-4	J-I-5	J-I-7	J-I-11	J-I-13					
Wskaźnik wietrzeniowy	2,3	6,7	57,0	39,0	12,0					
Stanowisko	Stanisławice									
Numer próbki	S-I-2	S-I-4	S-I-5	S-I-7	S-I-9	S-I-11	S-III-3	S-III-6	S-III-7	S-III-8
Wskaźnik wietrzeniowy	2,6	0,8	2,6	0,9	6,7	8,7	2,1	0,9	1,4	1,8
Stanowisko	Niwa Babicka									
Numer próbki	NB-1	NB-2	NB-3	NB-4	NB-5	NB-6	NB-7	NB-8	NB-9	NB-10
Wskaźnik wietrzeniowy	155,0	13,0	0,8	1,6	26,6	19,6	204,0	23,5	139,0	38,2

wskazującymi na wysokoenergetyczne środowisko akumulacji (struktury masywne i różnego rodzaju struktury przepływu liniowego) mogą również wskazywać na fację korytową. Ponadto, mimo różnorodnego wykształcenia litofacjalnego tych osadów, nie da się stwierdzić różnic w udziale poszczególnych grup minerałów ciężkich i wartościach wskaźnika wietrzeniowego.

Odmienne są wyniki badania osadów preglacjalnych z wiercenia Niwa Babicka, w których stwierdzono wysoki udział minerałów z grupy mik i chlorytów. Porównując te utwory można stwierdzić również, że różnią się one znacznie wartościami wskaźnika wietrzeniowego (tab. 1). Dla omawianych osadów wskaźnik ten przyjmuje zdecydowanie wyższe wartości osiągając w próbce NB-7 nawet wartość 204,0. Dane te wskazują na inne źródło dostawy materiału niż do obszarów położonych na zachód od doliny Wisły, bądź też młodszy wiek pokryw zwietrzelinowych

stanowiących materiał źródłowy dla analizowanych osadów. Nie można jednak wykluczyć także, że osady ze wszystkich stanowisk akumulowane były przez rzeki płynące w tym samym czasie, które czerpały materiał z tego samego źródła, a różnice w składzie minerałów ciężkich wynikać mogą z wykształcenia facjalnego utworów. Osady pochodzące z Brzozy, Janusznia i Stanisławic, jak stwierdzono wyżej, mogą reprezentować fację korytową, te zaś z Niwy Babickiej – fację pozakorytową. Przemawiać może za tym również sposób wykształcenia osadów serii preglacjalnych w tym odsłonięciu, a mianowicie przewaga osadów drobnoziarnistych. O sytuacji analogicznej do przedstawionej powyżej wspominają liczni autorzy (Racinowski, 1974; Florek i in., 1987; Rizzetto i in., 1998; Ludwikowska-Kędzia, 2000). Zauważyli oni, że osady facji korytovej selektywnie wzbogacane są w minerały odporne i granaty, natomiast facji wezbraniowej w minerały z grupy mik i chloryty.

WNIOSKI

Na podstawie przedstawionych wyników badań można stwierdzić, że osady preglacjalne z analizowanych stanowisk badawczych można podzielić na dwa typy. Pierwszy, występujący na zachód od doliny Wisły, charakteryzuje się wysokim udziałem granatów i minerałów odpornych na wietrzenie fizyczne i chemiczne (turmaliny, cyrkonie, staurolity, dysteny, rutyle) i bardzo małym udziałem minerałów na nieodpornych. Ponadto w zależności od tego jaki minerał, z najczęściej występujących, dominuje można ten typ można podzielić na dwa podtypy bardzo dobrze korelujące się z wynikami uzyskanymi w przeszłości.

Drugi typ spektrum minerałów ciężkich spotykany jest na wschód od doliny Wisły i charakteryzuje się dominacją chlorytów oraz minerałów odpornych na wietrzenie fizyczne i chemiczne oraz granatów.

Stwierdzić należy także, że utworami źródłowymi dla osadów preglacjalnych były różnowiekowe pokrywy zwietrzelinowe powstałe na północnym skłonie Gór Świętokrzyskich i Wyżyny Lubelskiej.

Powyższe dane oraz sposób litofacjalnego wykształcenia tych osadów mogą wskazywać na facjalne zróżnicowanie analizowanych osadów. Osady położone na zachód od doliny Wisły mogą reprezentować fację korytową, na wschód zaś wezbraniową.

Bardzo ważny wniosek wynika z przeprowadzonego porównania wyników uzyskanych przez autora i tych zawartych w literaturze. Z powodu różnej metodyki badawczej, różnego podejścia do poszczególnych minerałów, a także frakcji w jakiej dokonywano analizy minerałów ciężkich, należy ostrożnie podchodzić do wyników starszych opracowań.

LITERATURA

- BAŁUK A., 1987 — Osady preglacjalne z Opaleńca koło Chorzeli (Równina Kurpiowska). *W: Problemy młodszego neogenu i eoplejstocenu w Polsce* (red. A. Jahn, S. Dyjor): 67–75. Ossolineum, Wrocław.
- BARANIECKA M.D., 1975 — Znaczenie profilu z Ponurzyca dla badań genezy i wieku preglacjalnego Mazowsza. *Kwart. Geol.*, **19**, 3: 651–665.
- BARANIECKA M.D., 1991 — Profil Róźce na tle podstawowych profili osadów preglacjalnych na południowym Mazowszu. *Prz. Geol.*, **39**, 5/6: 254–257.
- 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., NEJBERT K., 2007 — Analiza minerałów nieprzeznaczonych w badaniach skał okruchowych. *W: Badania cech* teksturalnych osadów czwartorzędowych i wybrane metody oznaczania ich wieku (red. E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski): 205–228. Szkoła Wyższa Przymierza Rodzin, Warszawa.
- BER A., LINDNER L., MARKS L., 2007 — Propozycja podziału stratygraficznego czwartorzędu Polski. *Prz. Geol.*, **55**, 2: 115–118.
- BUJAK Ł., 2007a — Cechy teksturalne piaszczystych osadów preglacjalnych i warunki ich sedymentacji na przykładzie stanowisk Stanisławice k. Kozienic i Niwa Babicka k. Ryk. *Prz. Geol.*, **55**, 6: 485–492.
- BUJAK Ł., 2007b — Środowisko preglacjalnego południowej części Niziny Mazowieckiej – zapis w cechach teksturalnych i strukturalnych osadów [Pr. doktor.]. Arch. WGiSR UW, Warszawa.
- BUTRYM J., 1992 — Wyniki datowań TL próbek z osadów czwartorzędowych z ark. Kozienice. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- CAILLEUX A., 1942 — Les actions éoliennes periglaciaires en Europe. *Mem. Soc. Geol. France*, **41**: 1–176.
- FRET Z., MAKAREWICZ B., 1989 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych — arkusze Niedrzwica. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- FLOREK W., FLOREK E., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., 1987 — Morphogenesis of the Vistula valley between Kępa Polska and Płock in the Late Glacial and Holocene. *W: Evolution of the Vistula River Valley during the last 15 000 years. Part II* (red. L. Starkel). *Geogr. Stud. Special Issue*, **4**: 189–205.
- GADOMSKA S., 1959 — Osady czwartorzędowe okolic Garwolina. *Prz. Geol.*, **7**, 12: 555–556.
- GADOMSKA S., 1968 — Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. Ark. Garwolin (599). Wyd. Geol., Warszawa.
- GŁODEK J., 1957 — Przyczynek do budowy doliny Wisły w Warszawie. *Prz. Geol.*, **5**, 5: 234–235.
- KENIG K., JANKOWSKA B., 2001 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych. *W: Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000. Ark. Żelechów. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., 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., 1966 — 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**, 3: 627–641.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B., 1979 — Zmienność litologiczna i pochodzenie okrucych 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: Problemy młodszego neogenu i eoplejstocenu w Polsce* (red. A. Jahn, S. Dyjor): 247–254. Ossolineum, Wrocław.
- KOSMOWSKA-CERANOWICZ B., KOCISZEWSKA-MUSIAŁ G., MUSIAŁ T., 1976 — Mineralogiczno-petrograficzne podstawy wydzielenia kompleksów osadów trzeciorzędowych i „preglacjalnych” w profilu Hipolitów. *Kwart. Geol.*, **20**, 2: 365–378.
- KRUPIŃSKI K.M., ŻARSKI M., NAWROCKI J., 2004 — Reinterpretacja geologiczno-stratygraficzna osadów interglacjalnego w Wylezinie koło Ryk. *Prz. Geol.*, **52**, 8/1: 683–692.
- LEWIŃSKI J., 1928a — Preglacjał w dolinie Bystrzycy pod Lublinem. *Sprawozd. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. Wydz. III Nauk. Matm. i Przyrod.*, **21**, 3–5: 111–118.
- LEWIŃSKI J., 1928b — Utwory preglacjalne i glacialne Piotrkowa i okolic. *Sprawozd. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. Wydz. III Nauk. Matm. i Przyrod.*, **21**, 1/2: 49–66.
- LEWIŃSKI J., RÓŻYCKI S.Z., 1929 — Dwa profile geologiczne przez Warszawę. *Sprawozd. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. Wydz. III Nauk. Matm. i Przyrod.*, **22**, 1–3: 30–50.
- LINDNER L., BOGUTSKY A., GOZHNIK 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. (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**, 1: 195–210.
- LINDNER L., GOZHNIK 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.
- LUDWIKOWSKA-KĘDZIA M., 2000 — Ewolucja środkowego odcinka doliny rzeki Belnianki w późnym glacialu i holocenie. Wyd. Akademickie Dialog, Warszawa.
- ŁUNIEWSKI A., 1930 — Radiolaryty w żwirach preglacjalnych Prawiśły. *Wszechświat*, **5**: 165.
- ŁYDKA K., 1953 — Opracowanie petrograficzne preglacjalnego rejonu Warszawy. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MAKOWSKA A., 1969 — Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000. Ark. Radom (50). Wyd. A. Wyd. Geol., Warszawa.
- MAKOWSKA A., 1976 — Staroplejstocenijskie osady organogeniczne w Ceteniu i ich związek z serią preglacjalną południowego Mazowsza. *Kwart. Geol.*, **20**, 3: 597–622.
- MAŁKOWSKI Z., TUCHOŁKA P., 1973 — Badania paleomagnetyczne rdzeni wiertniczych z osadów czwartorzędowych i trzeciorzędowych (Jędrzejnik, Rycice, Karczew, Tabor, Wrzosey i Lasek). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MOJSKI J. E., 1964 — Osady najstarszego plejstocenu w dolinie Wieprza koło Krasnegostawu. *Kwart. Geol.*, **8**, 2: 326–341.
- MORAWSKI W., STUCHLIK L., 1987 — Preglacjał Mirowa i Opaczy w Warszawie. *W: Problemy młodszego neogenu i eoplejstocenu w Polsce* (red. A. Jahn, S. Dyjor): 147–163. Ossolineum, Wrocław.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., 1978 — Rozwój rzeźby fluwialnej północnej części Kotliny Sandomierskiej w świetle badań sedimentologicznych. *Rozpr. UW*, **120**.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., 1995 — Wybrane cechy teksturalne i ich wartość interpretacyjna. *W: Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników* (red. E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski) 29–104. Wyd. WGiSR UW, Warszawa.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., 2007 — Metody badań cech teksturalnych osadów klastycznych i wartość interpretacyjna wyników. *W: Badania cech teksturalnych osadów czwartorzędowych i wybrane metody oznaczania ich wieku* (red. E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski): 95–180. Szkoła Wyższa Przymierza Rodzin, Warszawa.
- NAWROCKI J., 2001 — Wyniki badań magnetostratygraficznych skał czwartorzędowych z otworów wiertniczych Niwa Babicka i Wylezin. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RACINOWSKI R., 1995 — Dynamika środowiska sedimentacyjnego strefy brzegowej Pomorza Zachodniego w świetle badań minerałów ciężkich i uziarnienia osadów. *Pr. Nauk. Pol. Szczecińskiej. Inst. Inż. Wod.*, **4**.
- RACINOWSKI R., 1974 — Analiza minerałów ciężkich w badaniach osadów czwartorzędowych Polski. *W: Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników* (red. E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski): 151–166. Wyd. WGiSR UW, Warszawa.
- RACINOWSKI R., RZECZOWSKI J., 1969 — Minerale ciężkie w glinach zwałowych Polski Środkowej. *Kwart. Geol.*, **13**, 2: 34–39.

- RIZZETTO F., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., CASTIGLIONI G.B., 1998 — Some aeolian features in the Po Plain near Este (North Italy). *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, **21**: 245–253.
- RÓŻYCKI S.Z., 1929 — Interglacja Żoliborski. *Sprawozd. z posiedzeń Tow. Nauk. Warsz. Wydz. III Nauk. Matm. i Przyrod.*, **22**, 1–3: 6–29.
- RÜHLE E., 1954 — Profil geologiczny utworów czwartorzędowych w Garwolinie i Gończycach. *Biul. Inst. Geol.*, **69**: 259–264.
- SARNACKA Z., 1978 — Plejstocen doliny Wisły między Magnuszewem i Górą Kalwarią. *Biul. Inst. Geol.*, **300**: 5–96.
- SARNACKA Z., 1980 — Objasnienia 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 eoplejstocenijskie okolic Magnuszewa na południowym Mazowszu. *Biul. Inst. Geol.*, **286**: 165–188.
- SAWICKI L., 1934a — Budowa geologiczna oraz morfologia okolic Warszawy. *Ziemia*, **1/2**.
- SAWICKI L., 1934b — Geomorfologia pradoliny Wisły okolic Warszawy. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **39**.
- STUCHLIK L., 1973 — Opracowanie palinologiczne osadów starszego czwartorzędu na tle górnego trzeciorzędu z profili wiertniczych rejonu Otwocka. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STUCHLIK L., 1975 — Charakterystyka palinologiczna osadów preglacialnych z Ponurzyca (rejon Otwocka). *Kwart. Geol.*, **19**, 3: 667–678.
- STUCHLIK L., 1978 — Palinologiczna charakterystyka osadów starszego czwartorzędu z profili wiertniczych okolic Grójca. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SUJKOWSKI Z., RÓŻYCKI S.Z., 1937 — Geologia Warszawy. Warszawa.
- TUCHOŁKA P., NIEDZIÓŁKA-KRÓL E., 1978 — Badania paleomagnetyczne osadów czwartorzędowych i pliocenijskich z rdzeni wiertniczych arkusza Grójca. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WINTER H., 1997 — Późnoczwartorzędowa i wczesnoplejstocenijska flora północno-wschodniej i środkowej Polski i jej znaczenie dla palinostratygrafii [Pr. doktor.]. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ZIELIŃSKI T., 1995 — Kod litofacyjny i litogeniczny – konstrukcja i zastosowanie. W: *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników* (red. E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski): 220–235. Wyd. WGiSR UW, Warszawa.
- ŻARSKI M., 1996a — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000. Ark. Koziennice (673). Wyd. Geol., Warszawa.
- ŻARSKI M., 1996b — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. Ark. Koziennice (673). Wyd. Geol., Warszawa.
- ŻARSKI M., 2001 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000. Ark. Żelechów. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

SUMMARY

Preglacial deposits from the southern Mazovian Lowland were defined in the second decade of the 20th century (Lewiński, 1928a) but researches were limited only to petrology (Lewiński, 1928a, b; Lewiński, Różycki, 1929; Różycki, 1929; Łuniewski, 1930; Sawicki, 1934a, b; Sujkowski, Różycki, 1937).

A wide range of sedimentological analyses has been employed for about 50 years, including heavy mineral analysis of Preglacial sediments, which is a significant research method (e.g. Łydka, 1953; Rühle, 1954; Głodek, 1957; Gadomska, 1959; Mojski, 1964; Kosmowska-Ceranowicz, 1966, 1979, 1987; Sarnacka, Kryowska-Iwaszkiewicz, 1974; Baraniecka, 1975; Kociszewska-Musiał, Kosmowska-Ceranowicz, 1976; Kosmowska-Ceranowicz *et al.*, 1976; Makowska, 1976; Sarnacka, 1978, 1980, 1982; Fret, Makarewicz, 1989).

Heavy mineral analyses were performed on samples taken from Preglacial deposits from three sites situated in the Koziennicka Plain (Brzóza near Koziennice, Januszno near Pionki, Stanisławice near Koziennice) and the Niwa Babicka borehole near Ryki, situated in the Żelechów Upland and drilled for the need of the Geological Map of Poland at a scale of 1:50,000, Żelechów sheet (Żarski, 2001). Such a choice was dictated by easy accessibility of these deposits and previous dating made with other methods (Kosmowska-Ceranowicz, 1966; Makowska, 1969; Żarski, 1996a, 2001; Krupiński *et al.*, 2004). Heavy mineral analyses were performed for the 0.1–1.2 mm fraction. The

percentages of each group of heavy minerals were determined assuming that the sum of transparent and non-transparent minerals is 100%.

Results of the analyses allow categorising the deposits into two types. The first one, recognized in Brzóza, Januszno and Stanisławice, contain large amounts of garnets and minerals resistant to chemical and mechanical weathering: tourmalines, zircons, staurolites, disthenes and rutiles. However, these deposits are differentiated regarding the content of dominant heavy minerals. In Januszno, garnets (4.6–30.7%) predominate over resistant minerals (12.3%–36.2%). This mineral spectrum is characteristic of the Łękawica series recognized west of the present-day Vistula river valley (Sarnacka, Kryowska-Iwaszkiewicz, 1974; Sarnacka, 1978, 1980, 1982) and of the central region (Kosmowska-Ceranowicz, 1966). In Brzóza and Stanisławice, resistant minerals (16.4–28.7%) outnumber garnets (1.0–6.8%), which is characteristic of the Magnuszew series (Sarnacka, Kryowska-Iwaszkiewicz, 1974; Sarnacka, 1978, 1980, 1982) and the eastern region (Kosmowska-Ceranowicz, 1966). Proportions of other groups of heavy minerals are inconsiderable. The differences in the heavy mineral content can result from different transport directions (alluvial fan of the pra-Vistula probably represents the Łękawica series and the pra-Wieprz fan is manifested as the Magnuszew series) (Sarnacka, 1978).

The second type of the Preglacial deposits was recognized in the Niwa Babicka borehole. These deposits contain

several tens percent of chlorites (up to 26% in a sample from 35.8–35.9 m depth), garnets and tourmalines (25.6% in a sample from 56.3–56.5 m depth and 12.96% in a sample from 39.5–39.7 m depth, respectively). Percentages of other heavy minerals are inconsiderable and only zircons, staurolites and rutiles constitute several percent. Such a composition of heavy minerals has been very rarely reported in literature (Gadomska, 1968; Bałuk, 1987), but the garnet-chlorite complex is recognized as typical for the Preglacial deposits (Kosmowska-Ceranowicz, 1979) and it distinguishes them from Neogene and Pleistocene ones.

Results of the analyses allow inferring that the sources of Preglacial deposits found in the southern Mazovian Lowland were regolith covers of various ages developed along the northern border of the Holy Cross Mountains and Lublin Upland, where very intense chemical weathering took place (absence of minerals non-resistant to chemical and mechanical weathering). The differences in the content of heavy minerals can result from different transport directions and differences in deposit (channel or flood) facies. Deposits found west of the Vistula river valley can represent channel facies, whereas those observed to the east – flood facies.

