

Nowe spojrzenie na stratygrafię czwartorzędu w otworze Olszewo Węgorzewskie oparte na analizie wybranych cech teksturalnych i mineralno-petrograficznych osadów

Katarzyna Pochocka-Szwarc*, Elżbieta Mycielska-Dowgiało**, Barbara Woronko**

A new insight on the Quaternary stratigraphy in borehole Olszewo Węgorzewskie based on the analysis of selected textural and mineralogical-petrographic features (NE Poland). *Prz. Geol.*, 49: 1078–1082.

S u m m a r y. Borehole Olszewo Węgorzewskie is situated in northeastern Poland. It was drilled during cartographic work for the Budry sheet of Detailed geological map of Poland, scale 1:50 000. The critical analysis of the stratigraphic classification of Quaternary deposits was performed on the basis of selected textural features, i.e. rounding and frosting of psammitic quartz grains (fraction 1.0–0.8 mm), share of quartz grains, heavy mineral composition, as well as petrographic analysis of fraction 5–10 mm derived from glacial tills. The rounding and frosting degree of quartz grains in the deposits examined is considerably lower than that in the deposits located south of the Last Glaciation range. This is an effect of shorter time during which the eolian processes may have taken place in the region covered longer by the glacier. The results obtained with different methods turned out to be complementary and enabled to distinguish separate levels of glacial tills ascribed to five glaciations and a thick series of Mazovian interglacial (and/or Lubelski interglacial).

Key words: borehole, Olszewo Węgorzewskie Northeastern Poland, eolization of deposits, Quaternary stratigraphy

Arkusz Budry *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1: 50 000* (Pochocka-Szwarc & Lisicki, 1999a), na którym jest zlokalizowane stanowisko Olszewo Węgorzewskie znajduje się w Polsce północno-wschodniej, na terenie pogranicza polsko-rosyjskiego (ryc. 1). Dla opracowania wglębnej budowy geologicznej wykonano trzy otwory kartograficzno-badawcze: Skalisko, Budry i Olszewo Węgorzewskie (ryc. 1). Stanowisko Olszewo Węgorzewskie jest zlokalizowane w zachodniej części arkusza Budry (Pochocka-Szwarc & Lisicki, 1999b). Omawiany otwór został umiejscowiony na wysoczyźnie polodowcowej, na szczycie wzgórza kemowego (145,0 m n.p.m.). Całkowita głębokość otworu wynosi 249,2 m. Osady czwartorzędowe sięgają do 244,8 m p.p.t. (ryc. 2). Podłoże osadów czwartorzędowych stanowią trzeciorzędowe piaski drobnziarniste i mułki z glaukonitem.

Dotychczasowa interpretacja stratygrafii osadów w profilu Olszewo Węgorzewskie (Pochocka-Szwarc & Lisicki, 1999a, b) jest oparta na podstawie analizy litostratygraficznej profili licznych wierceń zestawionych w przekroje geologiczne, wyników analiz palinologicznych (Krupiński, 1998; Winter, 1999; Pochocka-Szwarc & Winter, 2001); badań petrograficzno-litologicznych (Gronkowska-Krystek, 1999; Zabielski, 1999), które są standardowe i obligatoryjne (*Metodyka ...*, 1999) dla opracowania SMGP oraz na podstawie litotypów glin zwałowych (Lisicki, 1997, 1998).

W niniejszym artykule następstwo stratygraficzne osadów w profilu Olszewo Węgorzewskie (określone na podstawie wymienionych metod badawczych) zostanie podane w formie uproszczonej.

W omawianym profilu, bezpośrednio na trzeciorzędowych piaskach mułkowatych z glaukonitem, występuje kompleks osadów zlodowacenia narwi. Tworzy go poziom

gliny zwałowej (244,2–241,4 m p.p.t.) oraz osady zastoiskowe (241,4–235,6 m p.p.t.). Powyżej wyróżniono kompleks osadów zlodowacenia nidy reprezentowany przez poziom gliny zwałowej (235,6–226,5 m p.p.t.), osady wodnolodowcowe (226,5–207,1 m p.p.t.) i kończące cykl ility zastoiskowe (207,1–200,1 m p.p.t.). Wyżej leżący miąższy kompleks gliny z licznymi przewarstwieniami piaszczystymi, zaliczono do zlodowacenia sanu (200,1–180,1 m p.p.t.) i zlodowacenia wilgi (180,1–167,9 m p.p.t.). W profilu Olszewo Węgorzewskie osadów interglacjału mazowieckiego nie stwierdzono. W sąsiednim profilu Budry, na głębokości 137,2–126,0 m p.p.t. (tj. na wysokości ok. –30 do –20 m n.p.m.) przewiercono ility, mułki i piaski jeziornorzeczne. Wyniki badań palinologicznych próbek z tych osadów „przemawiają za słusnością umieszczenia ich w pozycji stratygraficznej interglacjału mazowieckiego” (Krupiński, 1997). Tak więc udokumentowane palinologicznie osady interglacjału mazowieckiego są poziomem „reperowym” dla ustaleń stratygrafii osadów w tym rejonie — również w profilu Olszewo Węgorzewskie.

W omawianym stanowisku, kompleks osadów zlodowaceń środkowopolskich jest reprezentowany przez gliny zlodowacenia odry (dwa poziomy od 167,9 do 138,5 m p.p.t.) rozdzielone osadami zastoiskowymi. Wyżej występują osady zlodowacenia warty. Są to osady zastoiskowe (138,5–134,4 m p.p.t.) i wodnolodowcowe. Osady wodnolodowcowe osiągają miąższość ok. 34 m (134,4 do 100,4 m p.p.t.), ich cykl sedymentacyjny rozpoczyna się słabo obtoczonymi żwirami. Wyżej występują piaski, w ich stropie znaleziono fragmenty roślinne, prawdopodobnie redeponowane. Ponad osadami zlodowaceń środkowopolskich, na wysokości ok. 45 m n.p.m. natrafiono na pięciometrowej miąższości warstwę żwirów, dosyć dobrze obtoczonych. Zinterpretowano je, jako początek sedymentacji rzecznej interglacjału eemskiego (być może tworzą rozmyty poziom gliny?). Osady tego interglacjału występują od 100,4 m p.p.t. do 77,4 m p.p.t. Powyżej natrafiono na piaski różniziarniste ze żwirami, które mogą rozpoczynać kolejny cykl sedymentacyjny — akumulację wodnolodowcową związaną już ze zlodowaceniem wisły. Należy zwrócić uwagę, iż tak miąższą serią osadów piaszczystych (od

*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

**Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa

134,4 do 50,6 m p.p.t.) przewiercono tylko w tym otworze. Kontynuacją stropowej części tej serii są piaski miejscami ze żwirami, przewiercone w jednym z otworów archiwalnych na sąsiednim arkuszu Węgorzewo (Pochocka-Szwarc & Lisicki, 1999a, b). Za osady glacialne zlodowacenia wisły uznano gliny przewiercone na głębokościach: 42,9–31,7 m p.p.t. i 22,8–0,0 m p.p.t. rozdzielone osadami wodnolodowcowymi (ryc. 2).

Metody badawcze

Powtórna analiza osadów z otworu Olszewo Węgorzewskie została wykonana w ramach grantu KBN nr 6 PO4E 018 13 pt. *Eolizacja osadów jako wskaźnik stratygraficzny czwartorzędu* i stanowi kolejne tego typu opracowanie (Kotarbiński i in., 2000; Brud i in., 2001; Bałuk i in., 2001). Dla określenia stratygrafii osadów oparto się na wybranych cechach teksturalnych osadów, takich jak: obtoczenie i zmatowienie powierzchni ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej (1,0–0,8 mm), udział procentowy kwarcu (w tej samej frakcji), skład minerałów ciężkich (we frakcji 0,1–0,2 mm*) i analiza petrograficzna frakcji 5–10 mm. Glaukonit został uwzględniony dwa razy w analizie minerałów ciężkich: jako jeden z minerałów z grupy mik (brano pod uwagę pokrój minerału) oraz po raz drugi jako wskaźnik środowiska (środowisko morskie).

Analizę obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziarn kwarcowych wykonano według metody Cailleux (1942) w modyfikacji Goździka (1980, 1995) oraz Mycielskiej-Dowgiało i Woronko (1998) w celu określenia stopnia eolizacji osadu, czyli przekształcenie powierzchni ziarn kwarcowych w środowisku eolicznym. Cechami teksturalnymi osadów, które wskazują również na eolizację osadów jest zawartość kwarcu we frakcji piaszczystej, zaś w składzie minerałów ciężkich udział procentowy granatów i minerałów z grupy mik. Termin eolizacja osadów po raz pierwszy został użyty w 1993 r. (Mycielska-Dowgiało, 1993).

Na wstępie należy podkreślić, że wartości bezwzględne procentowego udziału ziarn obtoczonych matowych (RM) i ziarn częściowo obtoczonych i matowych (EM/RM) w otworze Olszewo Węgorzewskie są nieporównanie niższe od wcześniej badanych osadów w profilach z obszarów leżących na południe od maksymalnego zasięgu zlodowacenia wisły (Goździk, 1980; Kotarbiński i in., 2000; Brud i in., 2001). Jest to wynikiem krótszego czasu, w którym mogły przebiegać procesy eoliczne na obszarach dłużej pokrytych lądolodem (Goździk, 1991; Mycielska-Dowgiało, 1993).

Analizę petrograficzną frakcji 5–10 mm wykonano ze żwirów wybranych z próbek gliny i zaprezentowano ją w formie trzech wartości współczynników O/K, K/W, A/B, gdzie O — wyraża sumę udziału północnych skał osado-

wych, K — skał krystalicznych i kwarcu północnego, W — dolomitów i wapieni północnych, A — skał północnych nieodpornych na niszczenie, B — skał odpornych na niszczenie.

Stratygrafia osadów opracowana na podstawie ich wybranych cech teksturalnych

Najstarszą serią glacialną wyróżnioną w osadach w otworze Olszewo Węgorzewskie jest dwudzielny poziom glin morenowych (244,8–226,5 m p.p.t.) rozdzielony 6-metrową warstwą piasków drobnoziarnistych i iłów. Ta ostatnia warstwa charakteryzuje się śladową zawartością ziarn eolicznie zmienionych (RM = 2%, EM/RM = 1%; ryc. 2), natomiast znaczącą ilością ziarn pękniętych (C = 20%), które mogą świadczyć o intensywnym wietrzeniu fizycznym na przedpolu wkraczającego lądolodu, bądź niszczeniu w warunkach subglacialnych. W górnej glinie morenowej (235,4–226,5 m p.p.t.) jest relatywnie wyższa zawartość ziarn o obróbce eolicznej (RM=3,7%, EM/RM=4,7–6,5%; ryc. 2), skład minerałów ciężkich zaś pozwala odróżnić wyróżniony poziom gliny od poziomów nadległych, wyższą zawartością amfiboli i piroksenów (20,2%), granatów (16,1%), grupy mik (25,8%), glaukonitu (9,7%) i minerałów odpornych (10,3%; tab. 1). Analiza petrograficzna frakcji żwirowej wykonana z obu poziomów glin morenowych wykazuje ich znaczne podobieństwo (dolny poziom = 1,21–0,93–0,94 i góry = 1,16–0,96–0,95). Nawiązując do wcześniejszych prac (Straszewska, 1968; Mojski & Rzechowski, 1986) najstarszą, dwudzielną serię glacialną można uznać za należącą do zlodowacenia narwi (ryc. 2) ze stadiami Mielnika i Wyszkowa.

Seria piaszczysta i mułkowo-ilasta w stropie (226,5–200,1 m p.p.t.) oddzielająca górną glinę zlodowacenia narwi od poziomu gliny nadległej charakteryzuje się prawie całkowitym brakiem ziarn o obróbce eolicznej, natomiast 32% zawartością kwarcu w stosunku do niżej leżącej gliny — 46%.

Następny poziom gliny morenowej (200,1–187,4 m p.p.t.) charakteryzuje się nieznacznym udziałem ziarn o obróbce eolicznej (EM/RM = 2–5%) za wyjątkiem jej stropu (RM = 1–1,8% , EM/RM = 9,1–11,4%), w składzie minerałów ciężkich zaś niższą zawartością amfiboli i



Ryc. 1. Lokalizacja otworu badawczego Olszewo Węgorzewskie
Fig. 1. Localization of borehole Olszewo Węgorzewskie

*Analizy minerałów ciężkich wykonał dr hab. A. Barczuk

Tab. 1. Skład minerałów ciężkich dla wybranych osadów z profilu Olszewo Węgorzewskie
 Table. 1. Heavy minerals composition in selected deposits in borehole Olszewo Węgorzewskie

| Minerały/ głębokość | 9,8 –9,9 | 11,6– 11,7 | 15,6–1 5,7 | 35,5– 35,6 | 41,6– 41,7 | 60,5– 60,8 | 79,8– 79,9 | 88,9– 89,0 | 94,5– 94,6 | 104,4– 104,5 | 116,3 –116,4 | 128,7 –128,8 | 162,3 –162,4 | 180,3 –180,4 | 193,3 –193,4 | 231,0 –232,1 |
|--|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| amfibole i pirokseny | 22,2 | 12,9 | 10,1 | 11,2 | 13,3 | 14,7 | 21,7 | 17,6 | 19,7 | 15,8 | 20,1 | 20,3 | 18,9 | 24,5 | 17,5 | 20,2 |
| granaty | 20,6 | 6,1 | 5,7 | 9,0 | 13,6 | 25,4 | 17,7 | 18,5 | 14,9 | 9,3 | 28,1 | 17,7 | 12,0 | 18,0 | 13,5 | 16,1 |
| grupa mik (biotyt, muskowit, glaukonit, chloryt) | 39,3 | 28,3 | 25,7 | 52,1 | 36,5 | 26,1 | 20,6 | 21,3 | 19,1 | 25,4 | 22,4 | 15,7 | 21,3 | 14,1 | 19,0 | 25,8 |
| glaukonit | 22,5 | 7,8 | 16,5 | 35,1 | 20,4 | 13,6 | 6,3 | 9,2 | 6,7 | 6,1 | 9,2 | 4,7 | 4,5 | 4,2 | 3,2 | 9,7 |
| nieprzeźroczy- ste | 21,5 | 33,4 | 20,5 | 21,8 | 28,3 | 59,0 | 21,3 | 26,3 | 19,3 | 18,0 | 25,7 | 23,6 | 23,5 | 26,0 | 16,3 | 22,7 |
| odporne na wietrzenie | 9,0 | 3,4 | 3,4 | 4,6 | 8,1 | 8,3 | 8,4 | 9,8 | 7,2 | 7,0 | 10,5 | 8,6 | 4,9 | 7,7 | 7,2 | 10,3 |

piroksenów (17,5%), granatów (13,5%), grupy mik (19%), glaukonitu (3,2%) oraz minerałów odpornych (7,2%) w stosunku do niżej leżącej gliny zlodowacenia narwi. Również wyższy jest udział węglanów (35,6% w stosunku do 19,2% w glinie niżej leżącej). Analiza składu petrograficznego frakcji żwirowej (Gronkowska-Krystek, 1999) pozwala odróżnić wyróżniony poziom gliny morenowej zarówno od glin zlodowacenia narwi, jak i od glin nadległych (1,29–0,91–0,92; ryc. 3). Najprawdopodobniej analizowany poziom gliny morenowej był akumulowany w czasie zlodowacenia nidy, które w Polsce północno-wschodniej tworzy jeden zwarty poziom glacialny (Różycki, 1972).

Poziom gliny ze zlodowacenia nidy pokrywa cienka warstwa osadów piaszczystych (186,5–187,4 m p.p.t.). Spąg tej warstwy charakteryzuje się wysokim udziałem ziarn kwarcowych pękniętych ($C = 21\%$), mogących powstawać w warunkach peryglacialnych.

Ponad warstwą piaszczystą leży miększa seria glin morenowych (186,5–138,5 m p.p.t.) rozdzielona warstwami piasków i mułków na cztery poziomy (ryc. 2). Charakteryzują się one podwyższoną w stosunku do gliny zlodowacenia nidy zawartością ziarn o obróbce eolicznej ($RM = 1,9–3\%$, $EM/RM = 4–7,7\%$; ryc. 3), świadcząca o egzaracji podłoża o podwyższonym stopniu eolizacji osadów przez wkraczający lądolód. W stosunku do niżej leżącej gliny zlodowacenia narwi wyróżniona seria glin morenowych charakteryzuje się wyższym udziałem amfiboli i piroksenów (18,9–24,5%) oraz granatów (12–18%). Osady piaszczyste rozdzielające warstwy gliny mają niewielką czasową rangę o czym może świadczyć niski stopień ich eolizacji. Skład petrograficzny żwirów wszystkich wyróżnionych warstw gliny morenowej jest do siebie zbliżony (1,78–0,60–1–49; 1,52–0,76–1,10; 2,01–0,56–1,49). Wyżej przedstawione wyniki wydają się wskazywać, że miększa seria glin morenowych była akumulowana w czasie zlodowacenia sanu.

Wyraźna różnica w cechach teksturalnych osadów zaznacza się od poziomu mułków, drobnych żwirów i wyżej leżącej miększej serii piaszczystej (134,4–42,9 m p.p.t.). Seria ta charakteryzuje się najwyższym w całym profilu udziałem ziarn o obróbce eolicznej ($RM = 1–4,5\%$, $EM/RM = 3,7–15,9\%$) wyraźnie rosnącym ku stropowi, oraz wyróżniającym się udziałem ziarn pękniętych (C) szczególnie w spągu (24,1%) i stropie (19,4%) serii (ryc. 3). W profilach wcześniej opracowanych (Kotarbiński i in., 2000; Brud i in., 2001; Bałuk i in. w druku) najwyższy stopień obróbki powierzchni ziarn kwarcowych, charakteryzują się serie interglacjału mazowieckiego, a szczególnie jego schyłkowego okresu, w którym panowały warunki peryglacialne. Pod względem składu minerałów ciężkich analizowana seria nie wyróżnia się szczególnie od niżej leżącej gliny morenowej, poza partią stropową, gdzie wyraźnie wzrasta udział granatów (25,4%) a maleje udział amfiboli i piroksenów (14,7%) (tab. 1).

Miększa seria piaszczysto-mułkowa jest przedzielona warstwą żwirów (95,7–100,4 m p.p.t.) o wysokim stopniu zaokrąglenia. Nie można wykluczyć, że jest to reziduum po glinie morenowej. Na podstawie przedstawionych danych miększa seria piaszczysta z przewarstwieniami mułków i żwirów może reprezentować interglacjału mazowiecki lub interglacjału mazowiecki wraz z interstadią lubelskim.

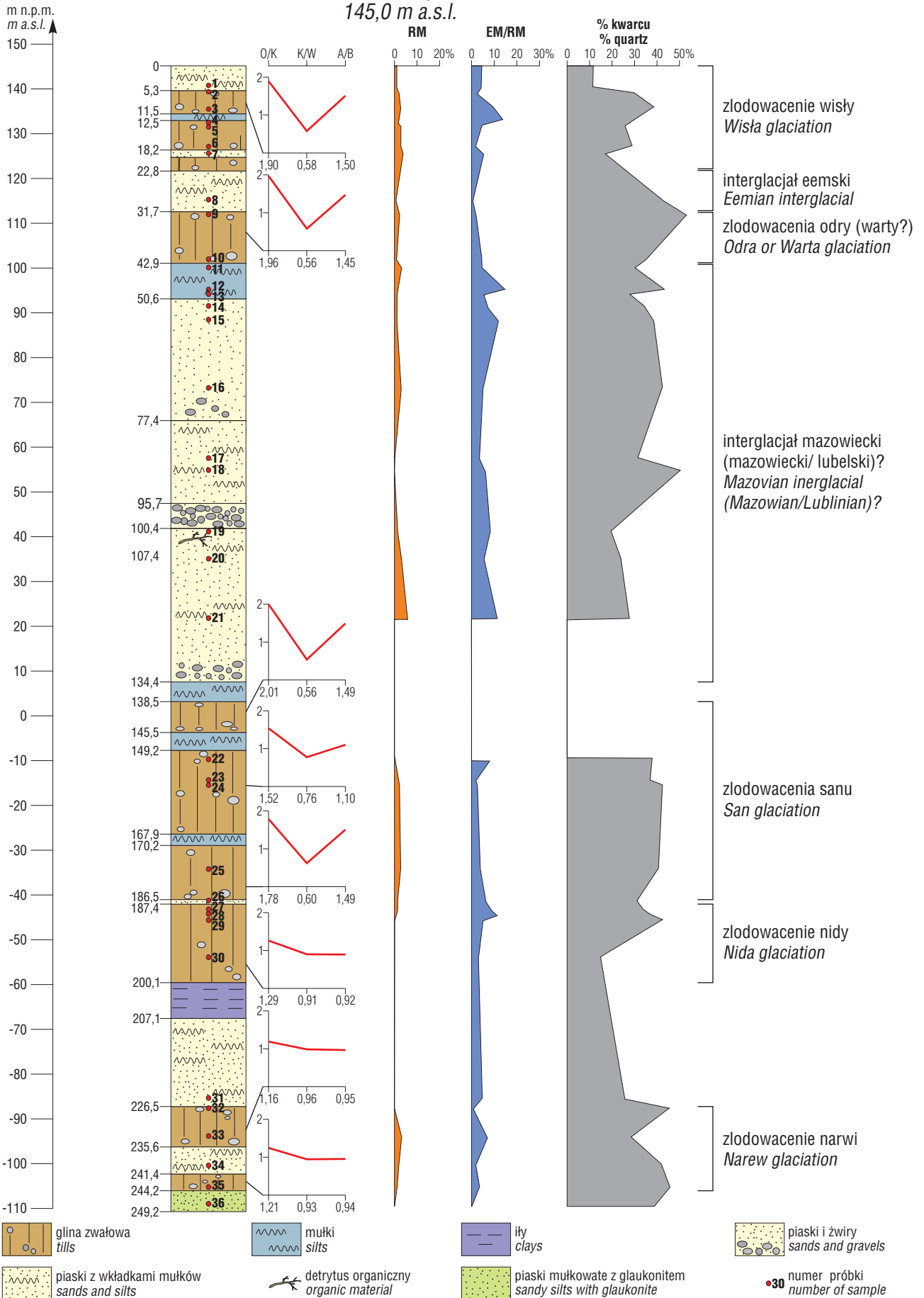
→

Ryc. 2. Wyniki badań wybranych cech teksturalnych osadów i współczynniki petrograficzne glin morenowych (objaśnienia w tekście) w profilu Olszewo Węgorzewskie oraz proponowana stratygrafia osadów

Fig. 2. The results of investigations of selected textural deposit features and petrographic indices of glacial tills (for explanations see the text) in borehole Olszewo Węgorzewskie and suggested stratigraphy

OLSZEWO WĘGORZEWSKIE

145,0 m n.p.m.
145,0 m a.s.l.



Nad interglacialną serią piaszczystą zalega poziom gliny morenowej (42,9–31,7 m p.p.t.) wyróżniający się od wszystkich pozostałych poziomów glin morenowych najwyższym (55%) udziałem kwarcu (ryc. 3), w składzie minerałów ciężkich zaś najwyższym udziałem minerałów z grupy mik (36,5–52,1%), glaukonitu (20,4–35,1%) oraz relatywnie niską zawartością amfiboli i piroksenów (11,2–13,3%) oraz granatów (9,0–13,6%) (tab. 1). Natomiast analiza petrograficzna frakcji żwirowej nie wyróżnia tego poziomu gliny zarówno od górnej gliny z kompleksu glin zlodowacenia sanu, jak i od gliny nadległej (1,96–0,56–1,45). Na istniejącym poziomie informacji trudno przesądzić, czy analizowana glina morenowa została zakumulowana przez łądolód zlodowacenie odry, czy warty. Równocześnie wykres współczynników petrograficznych sugeruje zlodowacenie odry (Lisicki, 2000).

Wyżej leżąca seria piaszczysta (31,7–22,8 m p.p.t.) charakteryzuje się zaledwie śladowym udziałem ziarn o obróbce eolicznej (RM = 1%, EM/RM=1%) i niskim udziałem ziarn kwarcowych pękniętych (6%). Obie te cechy mogą świadczyć, że analizowana seria była akumulowana w czasie interglacjału eemskiego.

Ponad warstwą piaszczystą leży trójdzielna seria glin morenowych rozdzielonych warstwami piasków i żwirów (22,8–5,3 m p.p.t.). W wyróżnionych poziomach glin morenowych rośnie ku górze zawartość amfiboli i piroksenów (od 10,1 do 22,2%), granatów (od 5,7 do 20,6%), minerałów z grupy mik (od 25,7 do 39,3%) i minerałów odpornych (od 3,4 do 9,0%). Podobnie ku górze wzrasta udział ziarn o obróbce eolicznej (RM= 2–3%, EM/RM = 2–14%). Analiza petrograficzna frakcji żwirowej wykazała znaczną jednorodność serii (1,90–0,58–1,50). Trójdzielna seria glin morenowych została zaakumulowana najprawdopodobniej w czasie trzech kolejnych stadiów zlodowacenia wisły.

Gliny morenowe zlodowacenia wisły pokrywa warstwa piaszczysta (5,3–0,0 m p.p.t.) charakteryzująca się relatywnie niewielkim udziałem ziarn, których powierzchnia była kształtowana w środowisku eolicznym (RM = 1,0–1,9%, EM/RM= 2,8–4,0%). Są to najprawdopodobniej osady wód fluwioglacjalnych tworzące formę kemową.

Podsumowanie

Zastosowanie analizy wybranych cech teksturalnych osadów pozwoliło wprowadzić inną niż dotychczasowa (Pochocka-Szwarc & Lisicki, 1999a) interpretację stratygraficzną osadów w otworze Olszewo Węgorzewskie

Podobnie, jak w przypadku wcześniej analizowanych profili (Kotarbiński i in., 2000; Brud i in. 2001; Bałuk i in., w druku) najwyższy stopień eolizacji osadów zaznaczył się w stropowej części serii interglacjału mazowieckiego (lub/i interstadiu lubelskiego).

W obrębie starszych zlodowaceń proces eolizacji osadów został zauważony po raz pierwszy w osadach podścielających bezpośrednio serię glin morenowych ze zlodowacenia sanu.

Autorki bardzo dziękują dr hab. A. Barczukowi za wykonanie analizy minerałów ciężkich.

Literatura

- BAŁUK A., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. & WORONKO B. 2001 (w druku) — Profil osadów plejstocenijskich w Niksowiznie na Równinie Kurpiowskiej — wyniki badań litologicznych i ich interpretacja. *Prz. Geol.*
- BRUT S., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. & WORONKO B. 2001 (w druku) — Interpretacja stratygraficzna osadów z otworu Kozły-1 z wykorzystaniem stopnia ich eolizacji. *Prz. Geol.*, 49: 688–691.
- CAILLEUX A. 1942 — Les actions éoliennes périglaciaires en Europe. *Mm. Soc. Géol. de France*, 41: 1–176.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. 1993 — Estimates of Late Glacial and Holocene aeolian activity in Belgium, Poland and Sweden. *Boreas*, 22: 15–17.
- GO DZIK J. 1980 — Zastosowanie morfometrii i graniformometrii do badań osadów w kopalni węgla brunatnego Belchatów. *Stud. Region. IV (IX)*. PWN Warszawa–Łódź: 101–114.
- GO DZIK J. 1991 — Sedimentological record of aeolian processes from the Upper Plenivistulian and the turn of Pleni- and Latevistulian in Central Poland. [W:] Kozarski S. (red.) Late Vistulian (Weichselian) and Holocene Aeolian Phenomena in Central and Northern Europe. *Zeitschrift für Geomorph. N.F. Supplementband*, 90.
- GO DZIK J. 1995 — Wybrane metody analizy kształtu ziarn piasku dla celów paleogeograficznych i stratygraficznych. [W:] Mycielska-Dowgiałło E. & Rutkowski J. (eds) — *Metody badań osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników*, Warszawa: 115–132.
- GRONKOWSKA-KRYSTEK B. 1999 — Badania petrograficzno-litologiczne osadów czwartorzędowych – orzeczenie dla ark. Budry SMGP. *mat. CAG 2331/99*.
- LISICKI S. 1997 — Pleistocene of the Mrągowo Lakeland. *Geol. Quat.*, 41: 327–346.
- LISICKI S. 1998 — Osady interglacjału mazowieckiego w centralnej części Pojezierza Mazurskiego. *Prz. Geol.*, 46: 164–166.
- LISICKI S. 2000 — Kryteria stosowania litotypów stratygraficznych glin lodowcowych w badaniach czwartorzędowych. *Prz. Geol.*, 48: 368–370.
- KOTARBIŃSKI J., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. & WORONKO B. 2000 — Wybrane cechy sedimentologiczne osadów ułatwiające ich podział stratygraficzny, na przykładzie otworu Galumin I. *Prz. Geol.*, 48: 1030–1034.
- KRUPIŃSKI K. M. 1997 — Orzeczenie paleobotaniczne dotyczące próbek z otworu Budry. *CAG 2331/99*.
- Metodyka** opracowania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1: 50 000 — Praca zbior. pod red. L. Marksa & A. Bera, Państw. Inst. Geol. 1999.
- MOJSKI J. E. 1989 — Stratigraphic subdivision of the Quaternary of Poland. [W:] Rose, Schlüchter (red.) Quaternary Type Section. Balkema, Rotterdam.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. & WORONKO B. 1998 — Analiza obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej i jej wartość interpretacyjna. *Prz. Geol.*, 46: 1275–1281.
- POCHOCKA-SZWARC K. & LISICKI S. 1999a — ark. Budry Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1: 50 000 z objaśnieniami. *CAG, 2331/99*.
- POCHOCKA-SZWARC K. & LISICKI S. 1999b — ark. Węgorzewo Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 z objaśnieniami. *mat. CAG 2330/99*.
- POCHOCKA-SZWARC K. & WINTER H. 2001 (w druku) — Osady interglacjału mazowieckiego w Biedaszkach i w Prynowie (Kraina Wielkich Jezior Mazurskich). *Prz. Geol.*, 49.
- RÓŻYCKI S. Z. 1972 — Plejstocen Polski Środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie. PWN.
- RZECHOWSKI J. 1986 — Pleistocene till stratigraphy in Poland. *Quaternary Science Rev.*, 5.
- STRASZEWSKA K. 1968 — Stratygrafia plejstocenu i paleogeomorfologia regionu dolnego Bugu. *Stud. Geol. Pol.*, 23: 7–143.
- WINTER H. 1999 — Orzeczenie paleobotaniczne dla próbek z otworu Biedaszk, Prynovo, Węgorzewo. *CAG 2330/99*.
- ZABIELSKKI R. 1999 — Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych — SMGP w skali 1:50 000 ark. Węgorzewo. *mat. CAG 2330/99*.