

## Istota badań petrograficzno-litologicznych i ich rola w litostratygrafii — dyskusja

Ryszard Zabielski\*, Stanisław Lisicki\*, Krystyna Kenig\*, Barbara Gronkowska-Krystek\*

Badania petrograficzno-litologiczne osadów czwartorzędowych wykonywane dla potrzeb realizacji arkuszy *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000 (SMGP)* stanowią samodzielne opracowania badawcze. Opracowania te budzą ostatnio wiele kontrowersji, zarówno pod względem ich przydatności do celów litostratygraficznych, jak i ze względu na obligatoryjność oraz wysokie koszty wykonania (Zawidzka, 1998).

Artykuł ten jest głosem w toczącej się dyskusji nad potrzebą i zakresem badań petrograficznych-litologicznych osadów czwartorzędowych nie tylko dla potrzeb realizacji *SMGP*, ale również dla potrzeb syntetycznych badań czwartorzędu większych obszarów Polski. Jedni badacze traktują owe badania jako podstawę do rozpozniowania glin zwałowych i osadów je dzielących oraz stworzenia w oparciu o tak przeprowadzony podział schematów litostratygraficznych dla badanych obszarów (np. Lisicki, 1993, 1996a,b, 1997; Czerwonka & Krzyszkowski, 1997), inni odrzucają je jako błędne metodycznie, w oparciu o które, takich schematów nie można konstruować (Bałuk, 1991).

Artykuł ten jest również polemiką z publikacją Zawidzkiej (1998) zamieszczoną na łamach *Przeglądu Geologicznego*, bowiem część poglądów i sformułowań zaprezentowana przez tę autorkę jest co najmniej dyskusyjna i wypływa z niezrozumienia metodyki badań litologiczno-petrograficznych osadów czwartorzędowych i ewolucji ich standardu dla potrzeb *SMGP* (Kenig, 1997). Niemniej jednak uwagi Zawidzkiej są cennym i potrzebnym głosem w dyskusji nad badaniami litologiczno-petrograficznymi, a przedstawione przez nią niektóre postulaty powinny się uwzględnić podczas wykonywania tych badań.

Autorzy niniejszego artykułu zgadzają się z Zawidzką, że *bezwzględnie należy zrezygnować w części tekstowej opracowania petrograficzno-litologicznego z opisywania załączonych tabel*. Tekst powinien dotyczyć przede wszystkim rozbudowanej analizy otrzymanych wyników, w ścisłym nawiązaniu do obserwacji sedymentologicznych, a przede wszystkim cech teksturalnych i strukturalnych badanych osadów. Dlatego też obserwacje te jak i pobieranie próbek do analiz powinny być bezwzględnie wykonywane przez autora danego opracowania litologiczno-petrograficznego.

Trzeba zgodzić się również z opinią wyżej cytowanej autorki, o zbyt małym, czy wręcz selektywnym wykorzystywaniu wyników badań litologiczno-petrograficznych przez twórców arkuszy *SMGP*. Należy to zmienić do czego, mamy nadzieję, przyczyni się obecnie prowadzona dyskusja.

### Analiza składu petrograficznego frakcji zwirowej glin zwałowych

Badaniem najistotniejszym do określania litostratygrafii osadów czwartorzędowych jest niewątpliwie uproszczona analiza składu petrograficznego zwirow zawartych w glinach zwałowych. Według obowiązującego standardu dla *SMGP* omawiana analiza przeprowadzana jest dla frakcji 5–10 mm jako najbardziej reprezen-

tatywnej dla całego spektrum zwirowego. Opiera się ona na założeniu, że gliny zwałowe utworzone w kolejnych nasunięciach lądolodu charakteryzują się właściwymi sobie proporcjami skał skandynawskich — głównie skał krystalicznych i węglanowych (wapieni i dolomitów). Daje to podstawę do wydzielenia litotypów glin zwałowych, charakteryzujących się określonym składem petrograficznym frakcji zwirowej i wyliczonymi na jego podstawie tzw. współczynnikami petrograficznymi (O/K-K/W-A/B).

Należy podkreślić to, o czym korzystający z opracowań litologiczno-petrograficznych autorzy *SMGP* często zapominają, że same współczynniki petrograficzne nie określają chronostratygrafii i nie należy ich wartości identyfikować z konkretnym zlodowaczeniem. Opisują one liczbowo, i to w sposób uproszczony, cechy petrograficzne frakcji zwirowej, w oparciu o które dany litotyp gliny zwałowej został wydzielony.

Zdaniem Lisickiego, dopiero prace syntetyczne dotyczące większych obszarów, z wynikami analiz palinologicznych i badań paleogeograficznych, pozwalają łączyć określone litotypy glin zwałowych z odpowiednimi piętrami chronostratygraficznymi. Takie opracowanie powstało np. dla środkowej części Pojezierza Mazurskiego (Lisicki, 1996a,b, 1997). Ostatnio syntetyczne ujęcie petrograficznych podstaw stratygrafii glin zwałowych na obszarze Polski północno-wschodniej przedstawiła Kenig (1998).

Niektórzy autorzy map geologicznych, nie uwzględniając wyżej przedstawionych założeń metodycznych, niejednokrotnie łączą ze sobą w jeden poziom gliny zwałowe, które się różnią pod względem składu petrograficznego. Autorzy ci kierują się m.in. jednakową liczbą poziomów glin zwałowych w sąsiednich profilach lub zbliżoną wysokością ich zalegania (Bałuk, 1991). W ten sposób utworzony poziom gliny zwałowej będzie oczywiście zróżnicowany pod względem petrograficznym. Jest to przykład nieprawidłowego podejścia do omawianej metody, w oparciu o który nie powinno podważać się wiarygodności litostratygrafii (Zawidzka, 1998).

Propozycja Zawidzkiej (1998) dotycząca petrograficznego oznaczenia frakcji zwirowej z dokładnością do kategorii rodziny w skałach magmowych i metamorficznych oraz bezwzględne przestrzeganie pełności nazwy skał osadowych, tzn. jej trójczłonowości, jest praktycznie niemożliwe we frakcji 5–10 mm przy zastosowaniu lupy binokularnej, używanej w obowiązującym standardzie. Oznaczenie skał z dokładnością do klasy byłoby już w tym przypadku bardzo trudne, nie mówiąc o oznaczeniu rodziny jako jednostki w obrębie rzędu. Cytowana autorka nie podaje w oparciu o jaką klasyfikację taki podział miałby być przeprowadzany. Wystarczy jednak spojrzeć do zwykłego podręcznika petrografii aby stwierdzić, że np. klasyfikacja A. Johansena obejmuje ok. 360 rodzin w obrębie skał magmowych. Oznaczenie takie wymaga szczegółowych badań petrograficznych.

Autorzy zgadzają się z poglądem Zawidzkiej o znaczącej roli środowisk sedymentacji glin lodowcowych, które *...w zasadniczy sposób wpływają na wszystkie jej parametry, w tym skład mineralny i litologiczny i to nie tylko w momencie depozycji, ale również w czasie dalszej, trwającej do dziś ewolucji owych środowisk* (Zawidzka, 1998). Z drugiej jednak strony wydaje się, że istotą analizy petrograficzno-litologicznej osadów czwartorzędowych jest opisanie tych cech, wykreowanych przez rozmaite procesy sedymentacyjne, postsedymentacyjne i diagenetyczne, gdyż cechy te stanowią bazę do wydzielenia i charakterystyki jednostek litostratygraficznych.

Również warunek o *...dennych glinach* (Zawidzka, 1998), jako reprezentatywnych dla analizy składu petrograficznego zwirow, jest dyskusyjny i nie wydaje się być determinującym. Notabene cytowany przez autorkę termin: *glinka denna* jest nieprecyzyjny — prawdopodobnie oznacza glinę bazalną.

Rozważane powyżej zagadnienia wymagają pewnego komen-

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

tarza, gdyż są dość złożone i budzą kontrowersje i dyskusje nie tylko wśród samych autorów, ale i wśród wielu innych badaczy.

Zdaniem Lisickiego badania rdzeni wiertniczych otworów kartograficznych i analiza wyników badań petrograficzno-litologicznych pozwalają wysunąć wniosek, że tylko glina wytopnieniowa (ang. *melt-out till*) nadaje się do określania litotypu danego poziomu morenowego. Zawierająca przeważnie dużo porwaków glina z odłożenia (ang. *lodgment till*) i wielokrotnie przemieszana glina spływowa (ang. *flow till*) są osadem nieprzydatnym do tego rodzaju badań (Lisicki, 1998).

Zabielski uważa, że problem dotyczący środowiska sedymentacji glin zwałowych jako elementu kształtującego cechy składu petrograficznego m.in. implikuje pytanie o jego stałość w obrębie całej masy gliny. Stałość tego składu niejako warunkująca sensowność stosowanej analizy jest kreowana przez pewne uwarunkowania i procesy, które przynajmniej częściowo trzeba sobie uświadomić.

Po pierwsze, gliny zwałowe występujące na terenie Polski zawierają w swym składzie, jeśli chodzi o frakcje żwirową, głównie materiał tzw. dalekiego transportu, pochodzący z odległych źródeł (wychodni), tj. z obszaru Skandynawii i dna Bałtyku.

Po drugie, tworzenie się osadów lodowcowych, wiąże się ze złożonym mechanizmem ruchu całej masy lodu podczas cyklu glacialnego oraz związanych z tym ruchem zmianami relacji: erozja(egzaracja)/depozycja (Boulton, 1996).

Konsekwencją tych procesów była wielokrotnie powtarzająca się redepozycja materiału m.in. żwirowego, pobranego ze Skandynawii, transportowanego w obrębie lodowca podczas jego rozwoju a następnie zaniku, zanim został on ostatecznie zdeponowany, co w rezultacie prowadziło do ujednoczenia jego składu petrograficznego (Gillberg, 1965, 1967; Boulton, 1996). Prowadzone obecnie przez Zabielskiego badania w dużych odsłonięciach, gdzie istnieje możliwość zarówno pionowego (sytuacja analogiczna jak w rdzeniu wiertniczym), jak i obocznego badania glin zwałowych, wydają się potwierdzać ich w miarę jednolity skład petrograficzny w obrębie jednego poziomu.

Poglądy o krach-porwakach starszych glin zwałowych inkorporowanych przez młodsze łądolody (Lisicki, 1993, 1996b, 1997; Zabielski, 1996) również wymagają pewnego komentarza.

Poruszający się łądolód niewątpliwie pobierał materiał z podłoża, w tym również osady czwartorzędowe starszych zlodowaceń i interglacjałów inkorporując je w obręb aktualnie tworzonej moreny dennej, co prawdopodobnie wpływało na cechy petrograficzne tej ostatniej.

Zabielski uważa, że zastosowanie terminu kra lub porwak wydaje się jednak w tym przypadku niezbyt trafne, gdyż osady czwartorzędowe, które na ogół są osadami luźnymi, w momencie dostania się ich w obręb moreny poruszającego się łądolodu łatwo się z nią łączą stając się budulcem tejże moreny. Wiąże się to z mechaniką inkorporacji, transportu i depozycji glacialnej, o czym była mowa wcześniej. Termin kra lub porwak powinny być raczej stosowane do ciał skalnych o wyraźnie odmiennej litologii i wyraźnych granicach litologicznych, np. kra jurajska czy porwaki ilów pstrych często spotykane w glinach zwałowych. Również sam mechanizm inkorporacji osadów z miękkiego podłoża (a tak należy traktować obszar Polski niżowej) był inny niż np. na terenie Fennoskandii z uwagi na prawdopodobieństwo występowania na terenie Polski tzw. warstwy deformacyjnej (ang. *deforming bed*) na znacznej powierzchni między łądolodem a podłożem. Warstwa ta w pewnym stopniu ograniczała proces blokowego odkłówania osadów podłoża (Boulton, 1996).

Należy jednak przypomnieć, że określenie porwak to, w rozumieniu Lisickiego, nie tylko kra glacialna *sensu stricto*, transportowana przez łądolód na małych odległościach w formie przymarznitej, ale także np. przewiercony fragment fałdu obalnego, łuski glacitektonicznej itp.

## Geochemia

Wywody Zawidzkiej (1998) na temat tej analizy są przeważnie słuszne, ale od dawna nie stosuje się jej w standarcie SMGP z uwagi na raczej niejednoznaczne wyniki i wysokie koszty. Gronkowska-Krystek uważa, że cementa-

cja węglanem wapnia czwartorzędowych osadów piaszczystych jest zjawiskiem znanym, ale znacznie rzadszym, niż to przedstawiła Zawidzka.

## Analiza zespołu minerałów ciężkich

Jak wiadomo, analiza minerałów ciężkich w większości przypadków nie pozwala na bezpośrednie rozpozniowanie osadów czwartorzędowych. Dlatego nie powinna być ona stosowana masowo dla wszystkich próbek, ale wybiórczo ze świadomym uzasadnieniem jej celu, np. do uzyskania dodatkowych informacji o środowisku sedymentacji osadów lub jako analiza uzupełniająca do przeprowadzonego wcześniej, w oparciu o inne metody, podziału litologicznego. Szczególnie istotna wydaje się próba wyodrębnienia pewnych asocjacji mineralnych oraz ich zmian w obrębie danych jednostek litologicznych, niż skupianie się na zmianach zawartości procentowej poszczególnych minerałów.

Omawiana analiza według Zabielskiego powinna zawierać oznaczenia tych minerałów, które dominują w danej próbce i które wnoszą jakieś istotne informacje o jej cechach litologicznych, nie dających się odczytać bezpośrednio z makroskopowej obserwacji skały. Analiza taka nie powinna być ograniczona wymogami standardu, który sugeruje jakie grupy mineralne powinny być oznaczone. Konsekwencją tego jest często oznaczenie minerałów, których liczebność w próbce jest znikoma, a pomijanie tych, które mogą nieść jakieś informacje dotyczące np. środowiska sedymentacji (m.in. syderyt) klasyfikując je w zbiorcze grupy (tzw. inne albo nieprzezroczyste).

Lisicki uważa że, w przyszłości, minerały ciężkie występujące w osadach czwartorzędowych, pochodzące z trzeciorzędowego lub starszego podłoża (turmalin, cyrkon, rutil, tytanit, dysten, staurolit, andaluzyt, sylimanit i in.), czyli odporne na czynniki niszczące, powinno się łączyć w jedną grupę, co uprości tabelę i analizę wyników.

Zawidzka (1998) doszła do wniosku, że *granaty podlegają dezintegracji chemicznej w trakcie diagenetyzacji*. Wzrost ilości granatów w górę profilu wynika jednak z ich większej odporności mechanicznej, co powoduje większy ich udział w kolejnych, coraz młodszych cyklach sedymentacji eolicznej (Rywocka-Kenig, 1997) lub aluwialnej.

Natomiast gliny zwałowe w badanych profilach czwartorzędu wykazują zmienne i zupełnie nie związane z wiekiem zawartości granatów w stosunku do pozostałych minerałów.

Uważamy, że nic nie stoi na przeszkodzie, aby Zawidzka wyróżniała w opracowaniach dodatkowo piryt allo- i autochtoniczny i przypominała w jakich środowiskach sedymentacyjnych i diagenetycznych tworzy się ten drugi. Nasuwa się tylko pytanie o celowość analizowanych powyższych danych dla potrzeb realizacji arkuszy SMGP ?

## Obtroczenie ziaren kwarcu

W obowiązującym dla SMGP standardzie jest stosowana metoda Morawskiego polegająca na wykonaniu zdjęcia stykowego ziaren kwarcu, gdzie w powiększalniku zamiast błony filmowej umieszcza się preparat z wybraną frakcją (w tym przypadku 0,5–1,0 mm). Metoda ma zastosowanie do osadów piaszczystych. Ocena stopnia obtroczenia ziaren kwarcu (tj. przyporządkowanie go do odpowiedniej klasy obtroczenia) jest więc dokonywana pośrednio z odbitki fotograficznej.

Autorky zgadzają się z Zawidzką (1998), że analiza obtroczenia ziaren kwarcu, polegająca na wykonywaniu zdjęcia stykowego, jest obciążona zbyt dużym błędem oz-

naczenia i powinna zostać zmodyfikowana. Analiza taka przeprowadzona bezpośrednio pod lupą binokularną jest nie tylko dokładniejsza, ale i pozwala na zebranie jednocześnie dodatkowych informacji, np. o charakterze powierzchni badanych ziaren. Zabieg taki nie ma wpływu na porównywalność wyników z już istniejącymi, gdyż zwiększa się jedynie precyzja oznaczenia i przyporządkowania ziaren do odpowiednich klas obtoczenia stosowanych w standardzie dla SMGP. Mimo to nie wszyscy autorzy niniejszego artykułu zgadzają się na rezygnację z projekcji fotograficznej.

Jednak przede wszystkim powinno być zmodyfikowane podejście do otrzymywanych wyników tej metody. Wartość obliczonego w końcowym etapie tzw. współczynnika obtoczenia ( $R$ ) nie może być traktowana jako wartość diagnostyczna dla oddzielenia osadów fluwialnych ( $R < 0,4$ ), fluwioperyglacialnych ( $0,4 < R < 0,6$ ) i fluwioglacjalnych ( $R > 0,6$ ). Stopień obtoczenia ziaren kwarcu i charakter ich powierzchni wskazuje na obróbkę, jaką przeszło ziarno i nie zawsze wiąże się z finalnym miejscem jego depozycji. Współczynnik obtoczenia  $R \geq 0,6$  często otrzymywany jest dla osadów pochodzących niewątpliwie ze środowiska fluwialnego. Nie trudno wyobrazić sobie również sytuację odwrotną, gdzie np. wody roztopowe wypływające z lodowca na jego przedpole mogą pobierać materiał rzeczny lub eoliczny. Tak powstałe osady fluwioglacjalne mogą zawierać w swoim składzie stosunkowo dobrze obtoczone ziarna kwarcowe, gdzie  $R \leq 0,4$ . Goździk (1995) wielokrotnie zwracał uwagę na znany proces nawiewania bardzo dobrze obtoczonych piasków eolicznych do koryt wód płynących od lodowca w strefie pustyni arktycznej. Znane są również przykłady źle obtoczonych piasków współczesnych rzek Polski środkowej. Trzeba też pamiętać, że jak wykazały badania mikropowierzchni ziaren kwarcu za pomocą SEM nie zaznacza się wpływ transportu fluwialnego na wygląd i kształt ziaren kwarcu (Rywocka-Kenig, 1997). Dlatego stosowanie współczynnika obtoczenia do klasyfikacji genetycznej osadów powinno być ograniczone. Natomiast należy zwrócić większą uwagę na możliwość wielokrotnej redepozycji tych osadów. Dyskusyjność wartości interpretacyjnej metody obtoczenia ziaren kwarcu skłaniają Kenig (1997) do sformułowania postulatu o potrzebie wprowadzenia wykonywania w uzasadnionym przypadku analizy podstawowego składu mineralno-petrograficznego frakcji 0,5–1,0 mm. W wyniku tej uzupełniającej analizy otrzymuje się dodatkowe informacje o stopniu zaokrąglenia ziaren kwarcu i zmatowienia ich powierzchni.

W analizie obtoczenia ziaren kwarcu wnioski o środowisku sedymentacji i genezie osadu nie mogą być kreowane wyłącznie na podstawie współczynnika  $R$ , ale na kompleksowej analizie całej serii osadowej uwzględniającej m.in. jej miąższość, inne cechy litologiczne jak np. uziarnienie oraz cechy sedymentacyjne (cykle akumulacyjne), a także przede wszystkim wygląd powierzchni ziaren kwarcu. W świetle przedstawionych tu uwag wybiórcze cytowanie przez Zawidzką (1998) fragmentów tekstu dotyczących osadów rzecznych o bardzo słabym obtoczeniu ziaren kwarcu ( $R = 0,8–1,56$ ), bez podania interpretacji wyników wszystkich badań geologicznych przedstawionych przez autora tekstu (Lisicki, 1996b), wydaje się daleko idącą manipulacją.

### Uwagi końcowe

Podział osadów czwartorzędowych dokonany w oparciu o badania litologiczno-petrograficzne jest podziałem litostratigraficznym, mówiącym o następstwie wydzielonych jednostek

litologicznych (a ściśle mówiąc litogenetycznych), niezależnym od chronostratygrafii. Oczywiście należy brać pod uwagę nie tylko np. różnice petrograficzne w glinach, ale i superpozycję wydzielonych jednostek litologicznych i ogólną sytuację geologiczną występującą na badanym terenie. Otrzymałe litotypy glin zwałowych, w nawiązaniu do wyników badań palinologicznych i opracowań syntetycznych dotyczących szerszego obszaru, mogą ułatwić lub umożliwić interpretację chronostratygraficzną. Otwartym problemem pozostaje nadal pytanie, na jak dużym obszarze podobne litotypy glin zwałowych można uważać za równowiekowe?

Badania petrograficzno-litologiczne, w oparciu o które dokonuje się podziału osadów czwartorzędowych, powinny być w miarę ich stosowania udoskonalane i modyfikowane, jednak bez utraty porównywalności z dotychczas wykonywanymi badaniami. Modyfikacje te powinny przede wszystkim dotyczyć analizy obtoczenia ziaren kwarcu (analiza wykonywana bezpośrednio pod lupą binokularną), jak i analizy składu minerałów ciężkich, która nie powinna być stosowana masowo. Bezwzględnie należy położyć większy nacisk na makroskopowe badanie skały w rdzeniu wiertniczym i w miarę możliwości przeprowadzać wnikliwe obserwacje sedymentologiczne, teksturalne i strukturalne. Obserwacje te, jak i pobieranie próbek do analiz powinny być bezwzględnie dokonywane przez autora danego opracowania petrograficzno-litologicznego.

Uważamy, że dyskusja na powyższe zagadnienia powinna toczyć się nadal, aby w przyszłości mógł być opracowany poprawiony, lepszy program Petrolit, uwzględniający niezbędne zmiany w standardzie badań petrograficzno-litologicznych dla *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000*.

### Literatura

- BAŁUK A. 1991 — Czwartorzęd dorzecza dolnej Narwi (północno-wschodnie Mazowsze). Pr. Państw. Inst. Geol., 130: 73.
- BOULTON G. S. — Theory of glacial erosion, transport and deposition as a consequence of subglacial sediment deformation. Jour. Glac., 42: 43–62.
- CZERWONKA J. A. & KRZYSZKOWSKI D. 1997 — Stratygrafia i petrografia glin lodowcowych w Polsce południowo-zachodniej. Mat. IV Konf. Stratygrafia Plejstocenu Polski.
- GILLBERG G. 1965 — Till distribution and ice movement on the northern slope of the South Swedish Highlands. Geol. Fören. Stockholm Förm., 89: 434–484.
- GILLBERG G. 1967 — Further discussion of the litological homogeneity of till. Geol. Fören. Stockholm Förm., 89: 29–49.
- KENIG K. 1997 — Badania litologiczne osadów z otworów wiertniczych Mapy geologicznej Polski 1 : 200 000. Prz. Geol., 45: 1181–1187.
- KENIG K. 1998 — Petrograficzne podstawy stratygrafii glin morenowych Polski północno-wschodniej. Biul. Państw. Inst. Geol., 380: 1–99.
- LISICKI S. 1993 — Kompleks osadów zlodowacenia Warty na tle osadów plejstoceńskich w centralnej części Pojezierza Mazurskiego. Acta Geogr. Lodz., 65: 207–213.
- LISICKI S. 1996a — Stratygrafia plejstocenu centralnej części Pojezierza Mazurskiego. [W:] Stratygrafia plejstocenu Polski, L. Marks (red.) Mat. II Konf. Stratygrafia Plejstocenu Polski: 55–58.
- LISICKI S. 1996b — Plejstocen Pojezierza Mrągowskiego. CAG Państw. Inst. Geol. nr 2548/96.
- LISICKI S. 1997 — Pleistocene of the Mrągowo Lakeland. Geol. Quart., 41: 327–346.
- LISICKI S. 1998 — Interpretacja wyników analizy petrograficznej frakcji zwirowej glin zwałowych w nawiązaniu do ich genezy. Prz. Geol., 46: 410–416.
- RYWOCKA-KENIG K. 1997 — Mikrorzeźba powierzchni ziarn kwarcu z lessów. Pr. Państw. Inst. Geol., 155: 1–129.
- ZABIELSKI R. 1996 — Application of a petrographic method to identification of the till floes. Geol. Quart., 40: 283–298.
- ZAWIDZKA K. 1998 — O przydatności badań petrograficzno-litologicznych osadów czwartorzędowych dla Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000 do rozpoznawania stratygrafii, paleośrodowisk i paleogeografii czwartorzędu. Prz. Geol., 46: 245–248.