

Przydatność analizy litologicznej glin morenowych w badaniach geomorfologicznych stref marginalnych ostatniego zlodowacenia

Piotr Paweł Woźniak*

Usefulness of the lithological analysis of tills for geomorphological research in marginal zones of the last glaciation. *Prz. Geol.*, 52: 336–339.

Summary. Lithological analysis of glacial tills is a useful tool for investigations of marginal zones of Pleistocene glaciations. Presented documentation was based on several examples taken from selected regions of Pomerania, Northern Poland. Simultaneously, regional variability of petrographical tills composition was demonstrated. Some interpretational problems caused by tills weathering are discussed.

Key words: tills, marginal zone, lithology, Pomerania

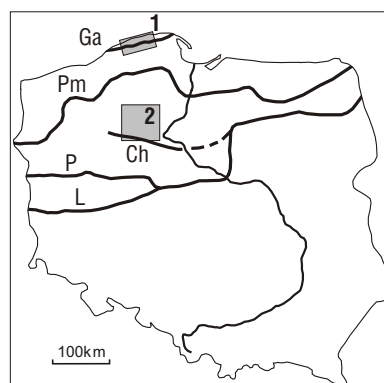
Niniejsze opracowanie jest oparte na rezultatach kilkunastu prac terenowych i laboratoryjnych, prowadzonych przez autora w różnych częściach Pomorza. Na jego obszarze występują strefy marginalne ostatniego zlodowacenia (ryc. 1) o różnej randze stratygraficznej i zasięgu. Autor wykonał, między innymi, analizy litologiczne glin morenowych z wybranych stref (skład petrograficzny żwirów frakcji 5 ÷ 10 mm, oraz frakcji >20 mm, parametry granulometryczne, w tym wskaźnik ilastości, zawartość węglanów i materii organicznej, orientacja klastów), których wyniki okazały się niezwykle istotne dla wnioskowania o paleogeografii badanych terenów. Jako przykładowe obszary wybrano do poniższej publikacji tereny położone na dwóch krańcach Pojezierza Pomorskiego (ryc. 1): południowe obrzeżenie Niziny Gardnieńsko-Łebskiej (1) oraz południową część Pojezierza Krajeńskiego wraz z jej przedpołem (2). Takiego wyboru dokonano ze względu na najlepsze udokumentowanie w ramach zebranych przez autora danych, a także ze względu na stwierdzoną na tych obszarach zmienność składu petrograficznego (w ramach populacji danych dla wyróżnionych horyzontów gliny morenowej) uwarunkowaną różnymi przyczynami.

Skład petrograficzny glin w strefie marginalnej fazy gardnieńskiej

Zgodnie z panującą w literaturze opinią (por. m.in. Petelski, 1985; Rosa, 1963; Rotnicki, 1995, 2001), biegnący od Dębiny koło Rowów do Smołdzina ciąg pagórów otaczających jezioro Gardno, tworzy jeden z najbardziej charakterystycznych układów lobalnych form polodowcowych (ryc. 2), wyznaczający w tym miejscu zasięg lądolodu fazy gardnieńskiej. Zasięg lądolodu tej fazy przedłuża się na wschód wzdłuż krawędzi Wysoczyzny Damnickiej (ryc. 2) i dalej wzdłuż północnych części Wysoczyzny Łęborskiej (ryc. 1). Dotychczas opublikowano tylko nieliczne wyniki analiz petrograficznych glin z tego obszaru. Prace prowadzone przez Jasiewicza, które objęły tylko okolice klifu w Dębiniu, dokumentują występujące tam zaburzenia glacictektoniczne i zmienność litologiczną osadów (Jasiewicz, 1999, 2001a, b) i zdaniem tego autora świadczą o samodzielności litostratygraficznej i transgresyjnym charakterze fazy gardnieńskiej. Informacje zawarte w objaśnieniach do wydanych już arkuszy *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000*, obejmujących tylko część omawianego obszaru, zawierają dość

lakońskie informacje na temat petrografii najmłodszych glin morenowych (Borówka & Rotnicki, 2000; Rotnicki & Borówka, 2000).

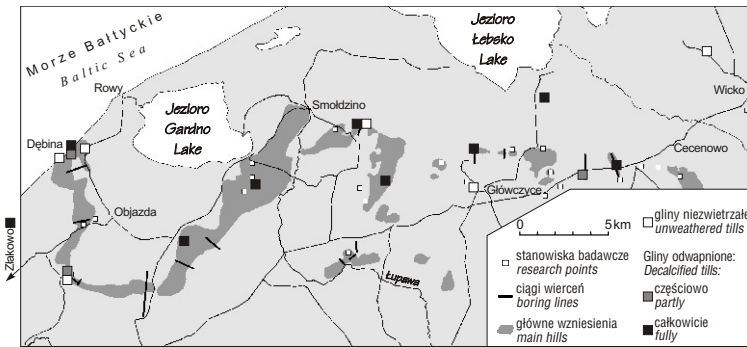
Wykonane przez autora, niniejszego opracowania, analizy petrograficzne frakcji żwirowej 5–10 mm, odszlamowanej z próbek gliny morenowej z terenu zasięgu fazy gardnieńskiej, wielokrotnie wykazywały dominację w badanych osadzie skał krystalicznych (zazwyczaj ok. 75%) i kwarcu (ponad 10%) przy zupełnym braku lub znikomej ilości skał węglanowych (ryc. 2, 3). Taki skład — dominacja skał odpornych na wietrzenie, w zestawieniu z brakiem węglanów (analiza we frakcji <0,1 mm przy pomocy aparatu Scheiblera) wskazuje na wtórne odwapnienie analizowanej gliny morenowej a tym samym zniekształcenie jej pierwotnego składu petrograficznego. Za poprawnością takiego wniosku przemawiają liczne ślady zwiertzenia ziaren, zarówno skał odpornych na wietrzenie, jak i nieodpornych, zachowanych w niewielkiej ilości w niektórych profilach. Zjawisko to jest dość częste na tym terenie i zazwyczaj w obrębie całego pokładu najmłodszej występującej tu gliny morenowej. W niektórych odsłonięciach zaobserwowano przejawy wtórnej koncentracji węglanu wapnia w spągu glin w postaci kukielek węglanowych lub warstwy zlepieńca (piaski i żwiry spojone CaCO₃). Ponadto, w wielu sąsiadujących ze sobą stanowiskach ten sam pokład gliny morenowej charakteryzuje się odmiennym składem petrograficznym i zawartością węglanów (albo



Ryc. 1. Położenie prezentowanych obszarów na tle zasięgów faz stadiau głównego zlodowacenia wisty wg Kozarskiego (1995); Ga — faza gardnieńska, Pm — faza pomorska, Ch — faza chodzieska, P — faza poznańska, L — faza leszczyńska

Fig. 1. Location of the study areas against the extent of the main Vistulian Glaciation phases (according to Kozarski, 1995); Ga — Gardno Phase, Pm — Pomeranian Phase, Ch — Chodzież Phase, P — Poznań Phase, L — Leszno Phase

*Katedra Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu, Uniwersytet Gdański, ul. R. Dmowskiego 16a, 80-246 Gdańsk; geopw@univ.gda.pl



Ryc. 2. Stopień zwietrzienia glin morenowych w rejonie gardnieńskiej strefy marginalnej

Fig. 2. Degree of tills weathering in the Gardno Phase marginal zone

glinka zwietrzała, pozbawiona skał węglanowych, albo — bogata w wapnienie paleozoiczne: 45–50% w stosunku do ok. 30–35% skał krystalicznych i zawartości węglanów ok. 8–12%) lub też postępującym od stropu do spągu zwietrzaniem chemicznym (przejawiającym się we wzrastającym ku stropowi zubożeniem w skały węglanowe). Stąd też, zdaniem autora, nadawanie tej zwietrziałej glinie samodzielności stratygraficznej (oddzielnej w stosunku do gliny związanej ze stadiem głównym zlodowacenia wisły) należy uznać za słabo uzasadnione.

Podobne wątpliwości, w świetle przeprowadzonych przez autora obserwacji terenowych i analiz laboratoryjnych, budzi także tzw. glina czerwona, znaleziona przez Jasiewicza (2001a) w Dębiniu (ryc. 2), która została powiązana przez niego z nasunięciem gardnieńskim. Cechuje się ona niemal całkowitym odwapnieniem i dominacją skał krystalicznych (ryc. 3), według Jasiewicza pochodzących przede wszystkim z Wysp Alandzkich. Ten fakt wymieniony autor tłumaczy transportem w strumieniu lodowym materiału z niewielkiego obszaru alimentacyjnego, przy ograniczonym kontakcie lądolodu z podłożem. Jak wskazują wyniki badań z terenu Niemiec (Ehlers,

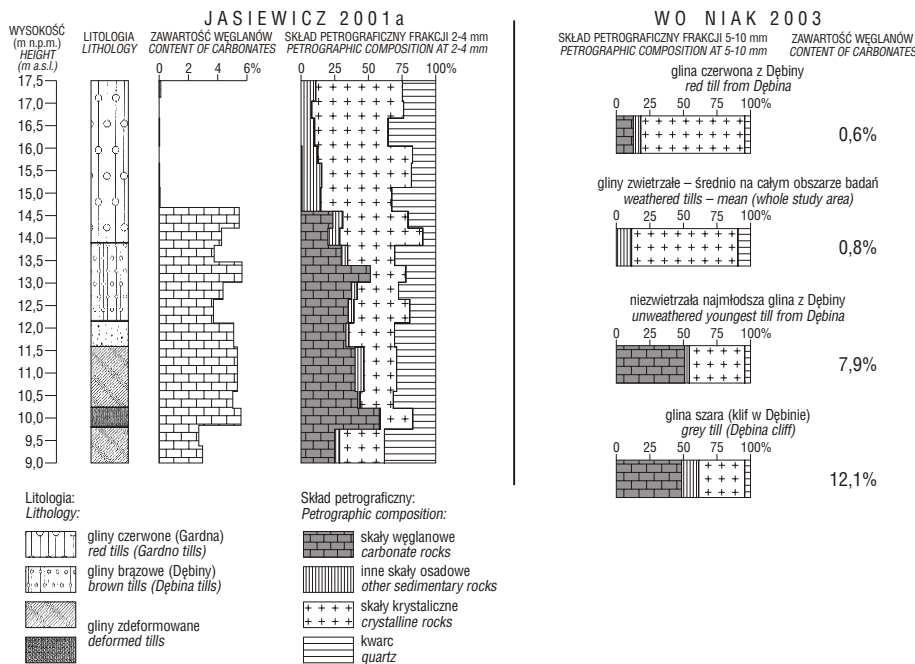
1992), gdzie glinę o czerwonej barwie opisywano częściej niż u nas, ta szczególna cecha ujawnia się tylko lokalnie (na pozostałym obszarze występowania ten sam poziom gliny morenowej ma inną, najczęściej szarą lub brązową barwę) oraz spotykana jest w różnych piętrach stratygraficznych. Stąd też, nadawanie samodzielności litostratygraficznej osadowi morenowemu, tylko ze względu na jego specyficzną barwę, podobnie jak i specyficzny skład petrograficzny, powstały zapewne w wyniku procesów diagenetycznych, wydaje się być słabo uzasadnione.

Należy zaznaczyć, że powyższe wyniki i wyciągane z nich wnioski, nie wykluczają możliwości nadawania samodzielności litostratygraficznej fazie gardnieńskiej. Wskazują jednakże na to, że w pełni wiarygodne udokumentowanie takiego wniosku, oparte na serii wyników analizy petrograficznej frakcji 5–10 mm z jak największego obszaru, może okazać się niewykonalne.

Zagadnienie zwietrzienia glin morenowych na Pomorzu

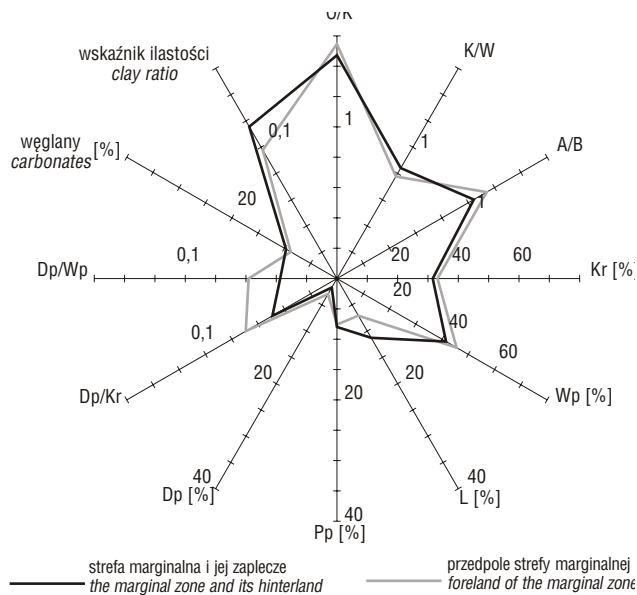
Zwietrzienie najmłodszych glin morenowych jest powszechne w północnej części Pomorza, zwłaszcza na terenie pobraży. Dokumentują to zarówno wyniki własnych prac autora, nie tylko na obszarze gardnieńskiej strefy marginalnej, jak i innych badaczy (m.in. Lisicki, 2003; Mojski, 1979; Prussak, 2001; Skompski, 1985, 2001). Ponadto, autor zaobserwował, że na południowym Pomorzu (między innymi na Pojezierzu Krajeńskim) zjawisko to jest o wiele rzadsze niż w części północnej tego regionu. Jednakże dotychczas nie wyjaśniono dlaczego to zjawisko jest tak częste na północnym Pomorzu. Przypuszczenie, że należy je wiązać ze zwiększeniem ilości wody w środowisku przyrodniczym wraz ze zmianą klimatu z kontynentalnego na oceaniczny w górnej części plejstocenu (Lisicki, 2003) może wskazywać tylko na jedną z przyczyn tego zjawiska.

W literaturze można spotkać również opinie, że niska zawartość CaCO_3 w glinach oraz niemal zupełny brak w nich okruchów paleozoicznych skał węglanowych nie zawsze muszą być związane z ich zwietrzaniem (m.in. Zaleszkiewicz i in., 2000). Niezależnie od tego, jakie są poglądy danego autora na rolę poszczególnych czynników w kształtowaniu składu petrograficznego osadów morenowych, wciąż istotne jest zwracanie bacznej uwagi na objawy oddziaływania tych czynników (ślady widoczne makroskopowo w odsłonięciu, stopień zwietrzienia badanych okruchów, wapnistość osadu, osobliwość składu petrograficznego, zarówno w sensie ilościowym, jak i jakościowym, itd.). Należy również pamiętać o reprezentatywności badanych próbek, pozwalającej, w oparciu o wyniki analiz petrograficznych, na uprawnione wnioskowanie na temat litostratygrafii opracowanego profilu.



Ryc. 3. Wybrane cechy litologiczne glin morenowych z Dębina i jej okolicy

Fig. 3. Selected lithological properties of tills from Dębina and its vicinity



Ryc. 4. Porównanie podstawowych cech litologicznych najmłodszego poziomu gliny morenowej, występującego na obszarze uznawanym za strefę marginalną fazy krajeńskiej i na jej przedpolu; O — skały osadowe, K — skały krystaliczne i kwarc, W — wapień i dolomity paleozoiczne, A — skały nieodporne na wietrzenie, B — skały odporne na wietrzenie, Kr — skały krystaliczne, Wp — wapień paleozoiczne, L — skały lokalne, Pp — piaskowce paleozoiczne, Dp — dolomity paleozoiczne

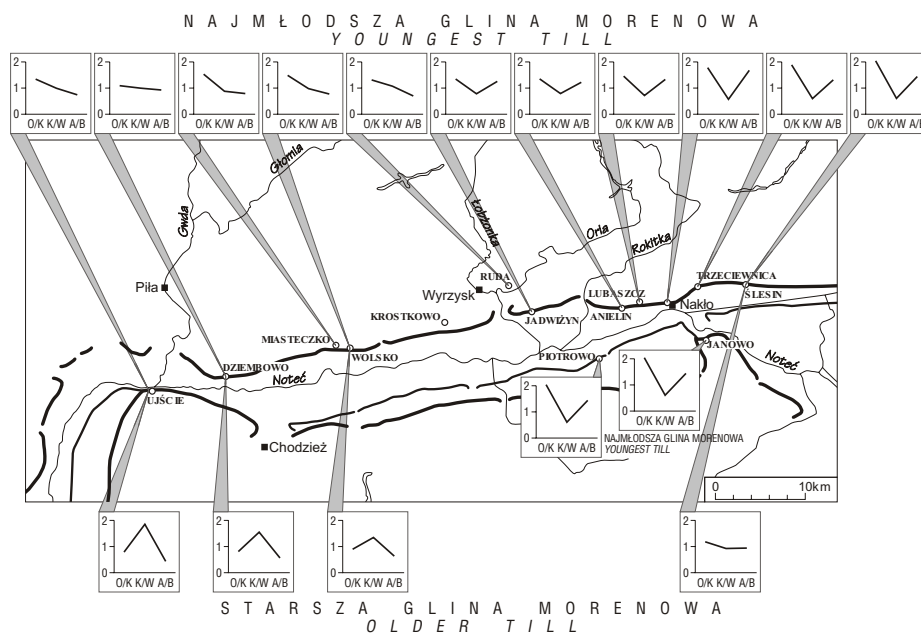
Fig. 4. Comparison of the main lithological properties of the youngest till horizon in the areas regarded as marginal zone of the Krajna phase and in its foreland; O — sedimentary rocks, K — crystalline rocks and quartz, W — Palaeozoic limestones and dolomites, A — non-resistant rocks, B — resistant rocks, Kr — crystalline rocks, Wp — Palaeozoic limestones, L — local rocks, Pp — Palaeozoic sandstones, Dp — Palaeozoic dolomites

Skład petrograficzny glin morenowych w południowej części Pojezierza Krajeńskiego

Autor prowadzi badania także w południowej części Pomorza, przy czym najwięcej uwagi poświęcił dotychczas południowej części Pojezierza Krajeńskiego (ryc. 1). Podczas prac w tym regionie założył, że analizy litologiczne glin morenowych, wsparte kartowaniem geomorfologicznym, pozwolą na udowodnienie, że każdemu nasunięciu lądolodu powinien odpowiadać samodzielny poziom litostratygraficzny w stadiach głównym zlodowacenia wisły, jakie proponowano w literaturze dotyczącej tego obszaru (por.: Galon, 1952; Pasierbski, 1996) dla okresu pomiędzy fazami poznańską i pomorską. Autor pobrał kilkadziesiąt prób osadów z dwóch obszarów: ze strefy uznawanej za marginalną dla tzw. fazy krajeńskiej (Galon, 1952; Pasierbski, 1996) i jej zaplecza oraz z jej przedpola, aż po dolinę Noteci. Porównanie wyników badań laboratoryjnych wykazało bardzo duże podobieństwo najmłodszej gliny morenowej z obydwu obszarów (ryc. 4) a tym samym wykluczyło samodzielność litostratygraficzną fazy krajeńskiej. Na ryc. 4, po to aby zachować należyta jej czytelność, nie umieszczono granic przedziałów ufności dla poszczególnych cech — przy ich uwzględnieniu podobieństwo glin z obydwu obszarów jest jeszcze wyraźniejsze. Właściwości litologiczne pierwszego poziomu gliny morenowej, występującego na badanym obszarze, są zbieżne z uzyskanymi dla osadów bezpośredniej akumulacji lodowcowej korelowanych z fazą chodzieską (m.in.: Böse & Górską, 1995; Kozarski, 1995). Należy dodać, że autor uzyskał wysoką zgodność wyników analiz litologicznych z publikowanymi, dla tych samych lub sąsiednich stanowisk, przez innych autorów (m.in. Górską, 2000; Petersson, 1997; Ratajczak, 1998). Równocześnie, skład petrograficzny rozpoznanej na tym terenie starszej gliny morenowej, związanej z fazą leszczyńską, jest wyraźnie odmienny od tego, jakim cechuje się opisana powyżej glina najmłodsza (ryc. 5). Przejawia się to, między innymi, w postaci odwró-

nych proporcji głównych grup petrograficznych, co z kolei wyraża się odmiennym kształtem krzywej na wykresie podstawowych współczynników petrograficznych dla obydwu glin.

Autor udokumentował także zmianę składu petrograficznego omawianych glin w miarę przesuwania się ze wschodu na zachód (rosnący udział skał krystalicznych, a malejący węglanowych, ryc. 5). Takie zjawisko opisano wcześniej między innymi dla północno-wschodniej Polski (Kenig, 1998). Należy je tłumaczyć zmianą typu skał występujących w podłożu lądolodu wraz z przesuwaniami się do innych obszarów zasilania. Znaczna zmiana składu petrograficznego glin, wraz z przemieszczaniem się do stanowisk położonych dalej na wschód, jest zauważalna w okolicach Doliny Środkowej Noteci nawet na niewielkim obszarze. Ta modyfikacja jest szczególnie istotna w przypadku starszego (drugiego) horyzontu gliny morenowej, bowiem na przestrzeni kilkudziesięciu kilometrów następuje znaczna zmiana, aż do odwrócenia



Ryc. 5. Zmienność składu petrograficznego glin morenowych stadiału głównego zlodowacenia wisły występujących w otoczeniu Doliny Środkowej Noteci; objaśnienia symboli na ryc. 4

Fig. 5. Variability of the petrographical composition of the glacial tills (Vistulian glaciation, Main stadial) in the vicinity of Middle Notec River Valley; for explanations see Fig. 4

proporcji udziału podstawowych grup petrograficznych: z dominacji skał krystalicznych (Ujście) na nieznaczną przewagę nad nimi skał węglanowych (ryc. 5). Sugeruje to, że posługiwanie się dla danego horyzontu gliny morenowej litotypem o bardzo wąskich granicach zmienności cech litologicznych może prowadzić do błędnych interpretacji w czasie porównań litostratygraficznych. Zapobiec temu może prześledzenie tendencji zmian składu petrograficznego oparte na analizie próbek z całego badanego obszaru.

Uwagi na temat zastosowania metody eratyków przewodnych

Za cenne źródło informacji, istotnych dla rekonstrukcji paleogeograficznych i ustaleń stratygraficznych, uważana jest także analiza petrograficzna grubszych frakcji okruców skał, występujących w glinie morenowej. Bardzo przydatne w oznaczaniu skał są okazy porównawcze poszczególnych eratyków przewodnych, najlepiej pozyskane w ich obszarach źródłowych lub przynajmniej ich fotografie. Dostępne obecnie przewodniki z dobrymi jakościowo zdjęciami i wyczerpującymi opisami poszczególnych typów eratyków przewodnych zostały stworzone na potrzeby badaczy zachodnioeuropejskich (m.in.: Hesemann, 1975; Smed, 1994; Schulz, 2003; Zandstra, 1999). Aby mogły być one w pełni użyteczne na terenie Polski, wymagają modyfikacji i uzupełnienia. Eratyki z Finlandii, stosunkowo liczne w glinach morenowych środkowej i wschodniej Europy, w osadach lodowcowych zachodniej Europy występują rzadko, a co za tym idzie — są skromniej opisane we wspomnianych przewodnikach. Dlatego, aby katalog eratyków przewodnych uczynić przydatnym w badaniach glin z terenu Polski, należy go uzupełnić. Autor uważa, że krokiem do tego celu, były współorganizowane przez niego w latach 2002 i 2003 wyprawy do Skandynawii. Ich wynikiem było, między innymi, wzbogacenie kolekcji okazów porównawczych (uniwersytetów w Gdańsku, Łodzi i Poznaniu oraz Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie) w ponad 110 typów eratyków przewodnych pozyskanych z miejsca ich pierwotnego występowania.

Autor rozpoczął badania na wymienionych w poprzednich rozdziałach obszarach z wykorzystaniem metody eratyków przewodnych, która zyskuje w ostatnich latach uznanie także i w Polsce (m.in. Czubla, 2001; Górka, 2000). Służy ona nie tylko do potwierdzenia wniosków sformułowanych na podstawie wyników uzyskanych innymi metodami, ale daje także nowe jakościowo informacje, niemożliwe do uzyskania w oparciu o badania drobniejszych frakcji żywirowych. Autor z tą metodą (stosowaną równolegle z innymi metodami) wiąże nadzieje na rozwiązanie kwestii pozycji litostratygraficznej glin na badanych przez siebie obszarach. Uzyskane za jej pomocą wyniki, mogą się okazać szczególnie cenne w badaniach w strefie marginalnej fazy gardnieńskiej, gdzie często występuje omówione powyżej zubożenie glin morenowych w skały osadowe wywołane ich zwietrzeniem (co wyklucza skuteczność zastosowania analizy petrograficznej frakcji 5–10 mm). Przydatność metody eratyków przewodnych w opisanej sytuacji wynika z tego, że metoda ta opiera się głównie na oznaczaniu skał magmowych; skały osadowe, łatwiej ulegające wietrzeniu, są wykorzystywane w niej w bardzo niewielkim stopniu. Wyniki badań autora, po wykonaniu większej liczby oznaczeń, wystarczającej do wiarygodnego wnioskowania, będą przedstawione w innej publikacji.

Literatura

BORÓWKA R. & ROTNICKI K. 2000 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1 : 50 000, ark. Główny. Wyd. Geol.

BÖSE M. & GÓRSKA M. 1995 — Stratigraphical studies in the outcrop in Ujście, Toruń–Eberswalde Pradolina, West Poland. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 45: 1–14.

CZUBLA P. 2001 — Eratyki fennoskandzkie w utworach czwartorzędowych Polski środkowej i ich znaczenie stratygraficzne. *Acta Geograph. Lodz.*, 80.

EHLERS J. 1992 — Origin and distribution of red tills in North Germany. *Sveriges Geologiska Undersökning*, 81: 97–105.

GALON R. 1952 — Formy polodowcowe okolic Więcborka. *Stud. Soc. Sc. Torun.*, Sec. C, 1, 5.

GÓRSKA M. 2000 — Wybrane właściwości petrograficzne vistuliańskich moren dennych środkowej i zachodniej Wielkopolski oraz ich znaczenie dla oceny dynamiki ostatniego lądolodu. *Pr. Kom. Geograf.-Geol. Wydz. Mat.-Przyrod. Poznańskiego Tow. Przyj. Nauk*, 28.

HESEMANN J. 1975 — Kristalline Geschiebe der nordischen Vereisungen. *Geol. Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld*.

JASIEWICZ J. 1999 — Glacitektoniczna struktura dupleksu (gardnieńska morena czołowa, klif w Dębnie na zachód od Rowów). [W:] Borówka R. K., Młynarczyk Z., Wojciechowski A. (red.), *Ewolucja geosystemów nadmorskich Południowego Bałtyku*. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań–Szczecin: 87–93.

JASIEWICZ J. 2001a — Vistuliańskie „gliny czerwone” i ich znaczenie stratygraficzne dla wydzielenia fazy gardnieńskiej. [W:] Rotnicki K. (ed.), *Przemiany środowiska geograficznego nizin nadmorskich południowego Bałtyku w vistulianie i holocenie*. Bogucki Wyd. Nauk.: 53–56.

JASIEWICZ J. 2001b — Wpływ struktury glacitektonicznej na rzeźbę moreny czołowej na przykładzie form marginalnych fazy gardnieńskiej. [W:] Rotnicki K. (ed.), *Przemiany środowiska geograficznego nizin nadmorskich południowego Bałtyku w vistulianie i holocenie*. Bogucki Wyd. Nauk.: 57–62.

KENIG K. 1998 — Petrograficzne podstawy stratygrafii glin morenowych Polski północno-wschodniej. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 380.

KOZARSKI S. 1995 — Deglacjacja północno-zachodniej Polski, warunki środowiska i transformacja geosystemu (20 ka – 10 ka BP). *Dokumentacja Geograficzna*, 1, IGI PAN.

LISICKI S. 2003 — Litotypy i litostratygrafia glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 177.

MOJSKI J. E. 1979 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1 : 50 000, ark. Gdańsk. *Wyd. Geol.*

PASIERBSKI M. 1996 — Więcborskie moreny czołowe w świetle nowych badań. *Acta Univ. Nicolai Copernici, Geografia*, 28: 27–38.

PETELSKI K. 1985 — Budowa geologiczna moreny czołowej i niecki końcowej lobu gardzieńskiego. *Biul. Inst. Geol.*, 348: 89–121.

PETTERSSON G. 1997 — Unexpected ice movement directions during the last deglaciation in Ujście. NW Poland — stratigraphical investigations. *Quater. Stud. Pol.*, 14: 85–94.

PRUSSAK W. 2001 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1 : 50 000, ark. Wejherowo. *Wyd. Geol.*

RATAJCZAK M. 1998 — Litostratigraphy of glacial deposits of the Wyrzysk oscillation in Krostkowo (Krajeńskie Lakeland). [W:] Kasprzak L. (ed.), *Areal versus frontal deglaciation of the Vistulian ice sheet. Guide-Book of Excursion and Paper Session Abstracts*. Depart. Geomorph., Quater. Res. Inst., A. Mickiewicz University: 76–87.

ROSA B. 1963 — O rozwoju morfologicznym wybrzeża Polski w świetle dawnych form brzegowych. *Stud. Soc. Sc. Torun.*, C, 5.

ROTNICKI K. 1995 — An outline of geomorphology and main problems of the Upper Quaternary of the Gardno–Leba Coastal Plain. *Jour. Coast. Res., Spec. Iss.*, 22: 213–219.

ROTNICKI K. 2001 — Stratygrafia i paleogeografia vistulianu Niziny Gardnieńsko-Lebskiej. [W:] Rotnicki K. (ed.), *Przemiany środowiska geograficznego nizin nadmorskich południowego Bałtyku w vistulianie i holocenie*. Bogucki Wyd. Nauk: 19–30.

ROTNICKI K. & BORÓWKA R. 2000 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1 : 50 000, ark. Kluki. *Wyd. Geol.*

SCHULZ W. 2003 — *Geologischer Führer für den norddeutschen Geschiebesammler*, cw Verlagsgruppe, Schwerin.

SKOMPSKI S. 1985 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Choczewo. *Wyd. Geol.*

SKOMPSKI S. 2001 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1 : 50 000, ark. Puck. *Wyd. Geol.*

SMED P. 1994 — *Steine aus dem Norden*, Gebrüder Borntraeger, Berlin–Stuttgart.

ZALESZKIEWICZ L., MASŁOWSKA M., OLSZAK I.J., KOSZKA-MAROŃ D. & MICHAŁOWSKA M. 2000 — Stanowisko 7: Klif w Jastrzębiej Górze. [W:] Uścińowicz Sz., Zachowicz J. (ed.), *Stratygrafia czwartorzędu i zanik lądolodu na Pobrzeżu Kaszubskim*, VII Konf. „Stratygrafia plejstocenu Polski”. *PIG*, Gdańsk: 117–119.

ZANDSTRA J. G. 1999 — *Planetatlas van noordelijke kristallijne gidsgesteenten*. Backhuys Publishers, Leiden.