

Zróznicowanie petrograficzne plejstocenijskich osadów Pojezierza Myśliborskiego na przykładzie żwirów z Chełma Górnego i Cedyni

Maria Górską-Zabielską¹, Małgorzata Pisarską-Jamróżą²



M. Górską-Zabielską

M. Pisarską-Jamróżą

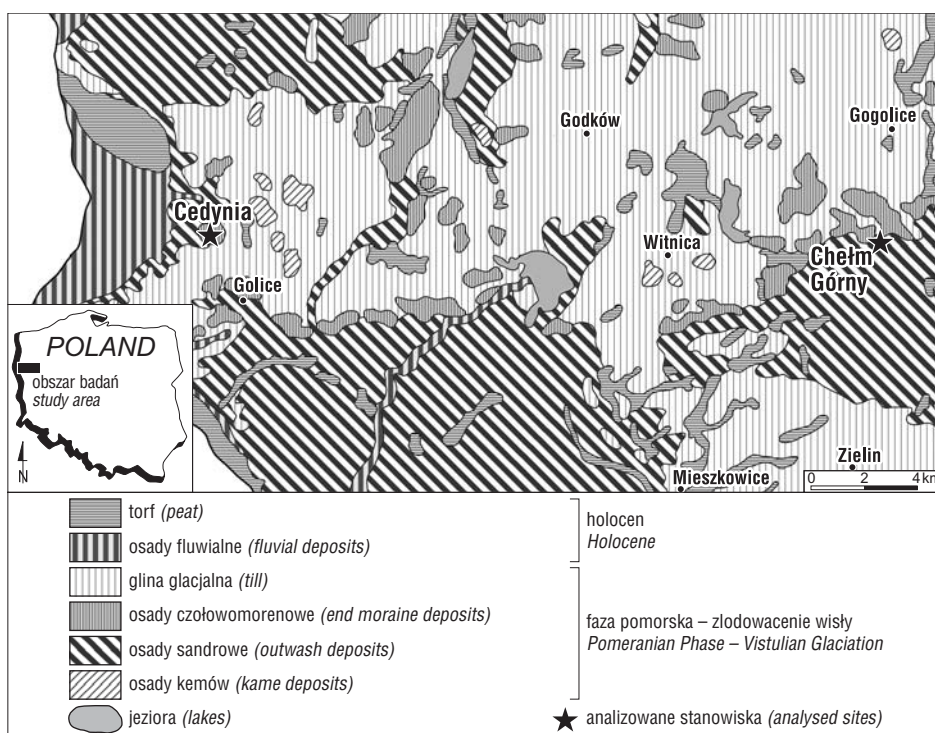
Petrographical differentiation of Pleistocene deposits of Myślibórz Lakeland (Western Pomerania) based on gravels from Chełm Górny and Cedynia. *Prz. Geol.*, 56: 317–321.

Abstract. Petrographical content of Pleistocene gravels (4–10 mm) derived from till and glaciofluvial deposits of Western Pomerania was studied. The coarse-grained gravels (20–60 mm) have been additionally investigated for indicator erratics. There are three dominant petrographical groups within the gravels regardless of genetic type of sediments: crystalline rocks, Lower Paleozoic limestones and sandstones. Indicator erratics indicate the most effective glacial erosion in south-eastern Sweden. Theoretical stone center is located at 57.7°N and 16°E, that is in Småland. Other regions where the ice sheet could have been nourished were located in Dalarna and Åland Islands. The most numerous erratics found in the glacial sediments are: Småland granites and quartz porphyries, Åland rapakivi granites and quartz porphyries, Bredvad porphyries, Venjan and Grönklitt porphyrites.

Keywords: gravel petrography, indicator erratics, Scandinavian recharge area, Western Pomerania

Osady plejstocenijskie często są badane pod kątem składu petrograficznego. Kompleksowa metodyka, obejmująca skład petrograficzny frakcji 4–10 mm oraz analizę skandynawskich eratyków przewodnich (20–60 mm), pozwala wskazać obszary alimentacyjne, które podlegały silnej egzaracji (np. Górską, 2000, 2003; Górską-Zabielską, 2007; Lipka, 2007). Jednocześnie pozwala wskazać najbardziej prawdopodobny kierunek nasunięcia i szlak wędrówki lądolodu do miejsca depozycji (np. Lisicki, 1997, 2003; Górską, 2002a, b, 2003; Lipka, 2007). W dwóch analizowanych stanowiskach — Chełm Górny i Cedynia (ryc. 1) — przebadano różne typy genetyczne osadów, żeby określić, czy determinują one skład petrograficzny frakcji żwirowej.

Na podstawie wyników analizy petrograficznej tworzy się schematy litostratygraficzne (np. Czerwonka & Krzyszkowski, 1992, 1994; Krzyszkowski & Czerwonka, 1994; Kenig, 1998a, b; Lüttig, 1992, 1999; Lisicki, 2000, 2003; Zabielski, 2005). Niekiedy, badając zróznicowanie petrograficzne, próbuje się rozpoziomować chronostratygraficznie analizowane osady (np. Lüttig, 1991; Meyer, 1995, 2005; Kenig, 1998b; Lisicki, 1998; Czerwonka i in., 1997; Ber, 2003).



Ryc. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych na tle fragmentu mapy geomorfologicznej Pojezierza Myśliborskiego (wg Uniejewskiej i Noska, 1974)

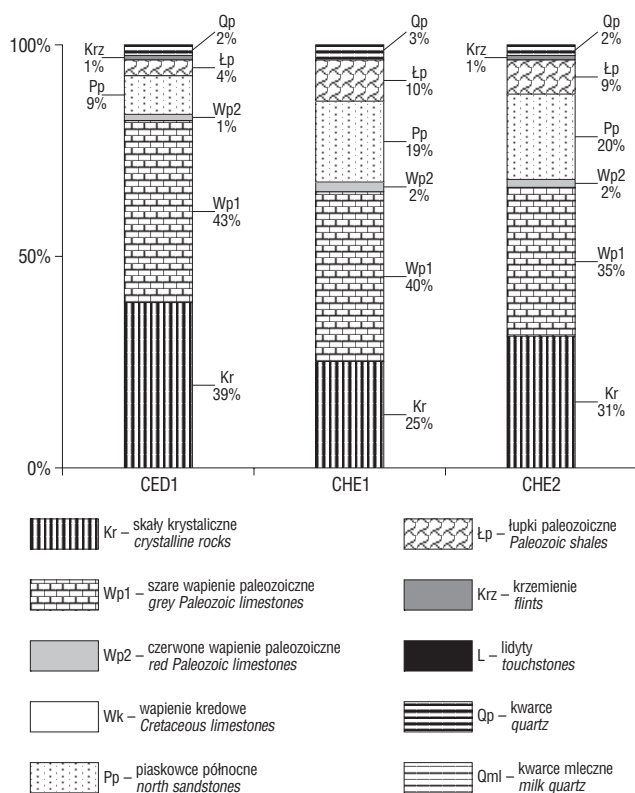
Fig. 1. Location map of the study sites versus a fragment of the geomorphological map of Myślibórz Lakeland (after Uniejewska & Nosek, 1974)

Ogólna sytuacja geologiczna

Żwirownie w Chełmie Górnym znajdują się na Pomorzu Zachodnim, około 11 km na północny wschód od Mieszkowic, w obrębie Pojezierza Myśliborskiego (ryc. 1). Teren zajęty przez żwirownie obejmuje strefę przejściową

¹Institut Paleogeografii i Geoekologii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza, ul. Dziegiełowa 27, 61-680 Poznań; gorska@man.poznan.pl

²Institut Geografii, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, ul. Mińska 15, 85-428 Bydgoszcz; pisanka@ukw.edu.pl



Ryc. 2. Skład petrograficzny frakcji 4–10 mm osadów glaciofluwialnych w Cedyni (CED1) i w Chełmie Górnym (CHE1, CHE2)

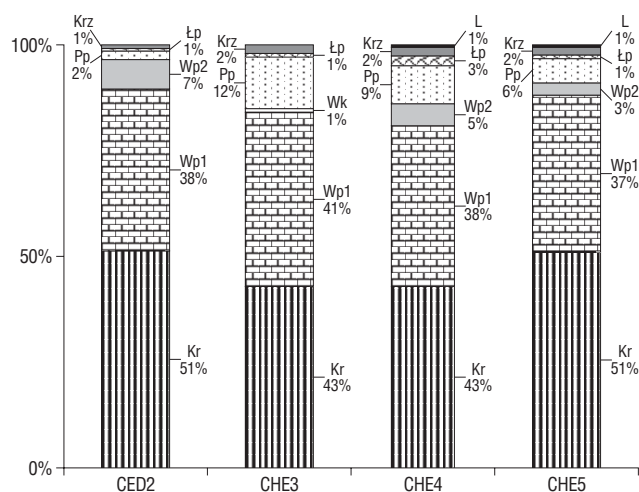
Fig. 2. Petrographical content of 4–10 mm fraction derived from glaciofluvial deposits in Cedynia (CED1) and Chełm Górny (CHE1, CHE2)

między moreną czołową znaczącą zasięg lobu Odry (Keilhack, 1904) a sandrem (Pisarska-Jamroży, 2006, 2007). Moreny czołowe leżą na wysokości średnio 90–110 m n.p.m.; są zbudowane z gliny glacialnej, piasku, żwiru i głazów fazy pomorskiej zlodowacenia wisły. Na południu moreny czołowe graniczą z sandrem, którego powierzchnia opada około 0,5–2° w kierunku południowym. Sandr leży na wysokości 75–80 m n.p.m. i jest utworzony głównie z piasków i żwirów glaciofluwialnych tego samego wieku co moreny czołowe.

Stanowisko Cedynia leży 1 km na południowy wschód od miejscowości Cedynia, w obrębie wysoczyzny, która stanowi część Pojezierza Myśliborskiego na Pomorzu Zachodnim. Wyrobisko znajduje się na obszarze akumulacyjnych wzgórz morenowych fazy pomorskiej zlodowacenia wisły (Piotrowski, 1991). Powierzchnię wysoczyzny tworzy glina glacialna występująca miejscami na piasku i żwirze glaciofluwialnym. Miąższość gliny jest zmienna i wynosi 3–30 m. Osady sandrowe — piaski i żwiry — występują na niewielkim obszarze, na południe i północ od miejscowości Cedynia. Miąższość osadów sandrowych waha się 2–4 m.

Charakterystyka petrograficzna osadów frakcji 4–10 mm

W badanym zespole żwirów pochodzenia glaciofluwialnego z Cedyni (ryc. 2) zwraca uwagę niewielka dominacja ziaren narzutniaków osadowych pochodzących z dna niecki Bałtyku nad ziarnami skał krystalicznych, których



Ryc. 3. Skład petrograficzny frakcji 20–60 mm osadów glaciofluwialnych w Cedyni (CED2) i w Chełmie Górnym (CHE3–CHE5). Objasnienia na ryc. 2

Fig. 3. Petrographical content of 20–60 mm fraction derived from glaciofluvial deposits in Cedynia (CED2) and Chełm Górny (CHE3–CHE5). Explanation as in Fig. 2

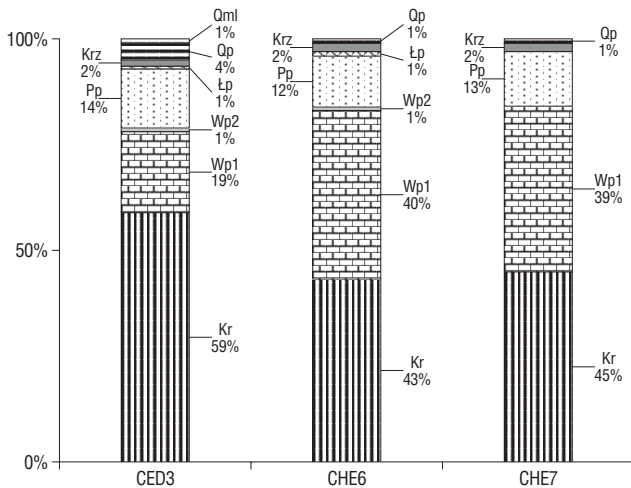
wychodnie znajdują się na obszarze tarczy bałtyckiej. Narzutniaki południowego Bałtyku są reprezentowane jedynie przez łupki paleozoiczne (4%). Z zachodniego rejonu tej części Bałtyku pochodzą krzemienie, które stanowią zaledwie 1% wszystkich badanych żwirów.

Największy udział wśród wydzielonych grup petrograficznych w analizowanej frakcji żwirów pochodzenia glaciofluwialnego w Chełmie Górnym (ryc. 2) mają wapienie paleozoiczne (szare i czerwone), których jest 37–44%. Nieco mniejszą grupę stanowią skały krystaliczne — 25–30%. Sklasyfikowano również 18–20% piaskowców północnych. W analizowanych próbkach stwierdzono także udział łupków paleozoicznych (9–10%) i kwarców (2–3%).

Charakterystyka petrograficzna osadów frakcji 20–60 mm

Wraz ze wzrostem średnicy analizowanych żwirów zmienia się udział grup petrograficznych w próbce. Jest to tendencja znana (Górska, 2002a i b; Górska-Zabielska, 2008), charakterystyczna dla żwirów glacialnych i glaciofluwialnych ostatniego zlodowacenia w północno-zachodniej Polsce. Zwiększa się wyraźnie liczebność skał krystalicznych, a zmniejsza piaskowców. W osadach glaciofluwialnych Cedyni i Chełma Górnego (ryc. 3) mianowicie identyfikuje się we frakcji żwiru gruboziarnistego trzy dominujące grupy petrograficzne: skały krystaliczne (42–50%), szare wapienie paleozoiczne (37–38%) oraz piaskowce północne (2–21%). Do drugorzędnych grup petrograficznych zalicza się czerwone wapienie paleozoiczne (0–7%), krzemienie (0–9%) i łupki paleozoiczne (0–2,5%). Udział pozostałych grup petrograficznych wynosi poniżej 1%.

Analizą petrograficzną objęto także glinę glacialną Cedyni i Chełma Górnego (ryc. 4). We frakcji 20–60 mm, podobnie jak w osadach glaciofluwialnych, zostały zidentyfikowane te same trzy dominujące grupy petrograficzne: skały krystaliczne (43–58%), szare wapienie paleozoiczne



Ryc. 4. Skład petrograficzny frakcji 20–60 mm gliny glacialnej w Cedyni (CED3) i w Chełmie Górnym (CHE6, CHE7). Objasnienia na ryc. 2

Fig. 4. Petrographical content of 20–60 mm fraction derived from till in Cedynia (CED3) and Chełm Góry (CHE6, CHE7). Explanation as in Fig. 2

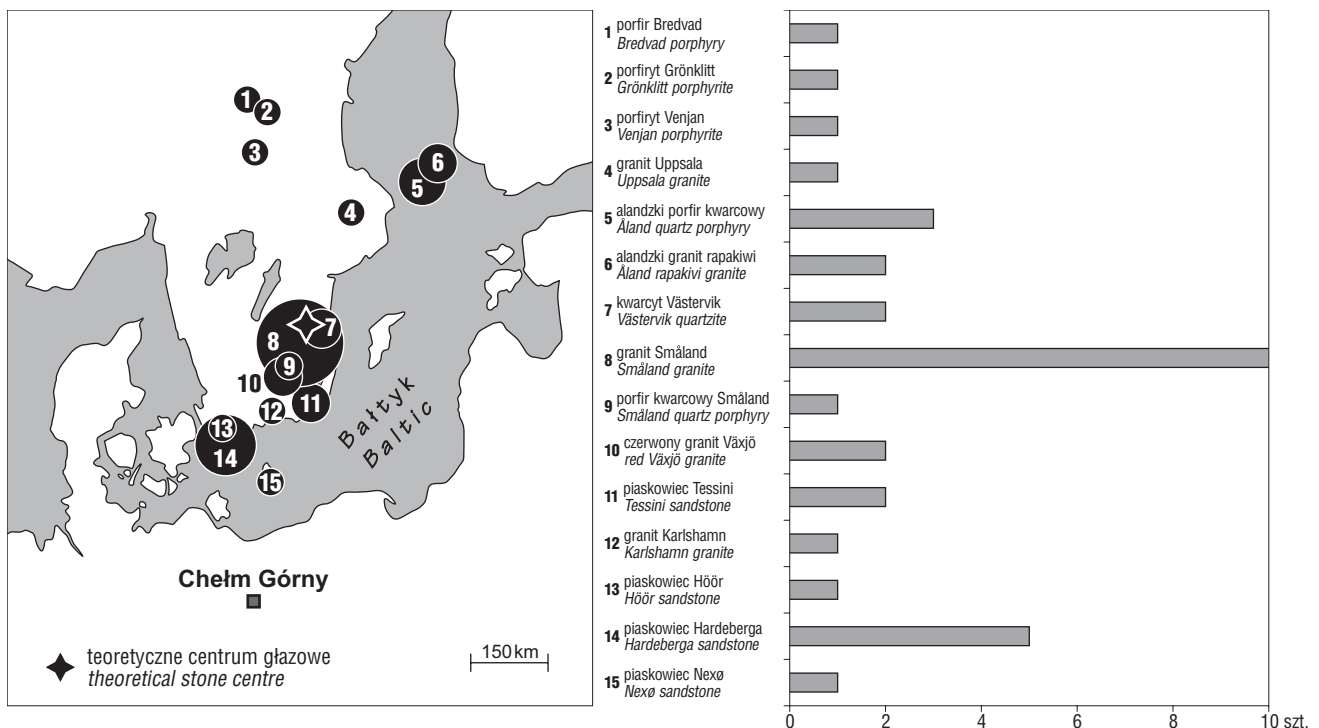
(19–41%) oraz piaskowce północne (12–14%). Do drugiej grupy petrograficznych zalicza się: kwarcy (0,5–6%), krzemienie (1,5–3%), kwarcy mleczne (0–1,5%). Udział pozostałych grup petrograficznych wynosi ok. 1% lub jest mniejszy.

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na to, że podnoszona w literaturze (Czubla, 2001; Woźniak, 2004; Czubla i in., 2007) teza o dużym wpływie procesów post-depozycyjnych (m.in. wietrzeniowych) na skład petrograficzny osadów glacialnych, w porównaniu z gliną glacialną, nie zawsze jest prawdziwa. Nasze wyniki jednoznacznie wskazują, że ostateczny skład petrograficzny

pozostaje niezależny od typu litogenetycznego osadu, z którego pobrano próbki do analizy petrograficznej. Skąły krystaliczne są dominującą grupą petrograficzną zarówno w osadach glacialnych, jak i w glinie glacialnej. Osady pochodzenia glacialnego są wzbogacone w stosunku do gliny glacialnej w wapnie paleozoiczne (osady glacialne zawierają 39,5–43%, a glina 20–41,5%) oraz łupki paleozoiczne (osady glacialne — 0,5–2%, glina — 0–0,5%). Wapnie powinny ulec procesom wietrzenia, a łupki, kruche i mało odporne na niszczenie, w wysokoenergetycznym środowisku glacialnym nie powinny wcale występować. O braku zależności składu petrograficznego od typu genetycznego osadów pisała też ostatnio Górska (2002a, b, 2003, 2005; Górska-Zabielska, 2007, 2008).

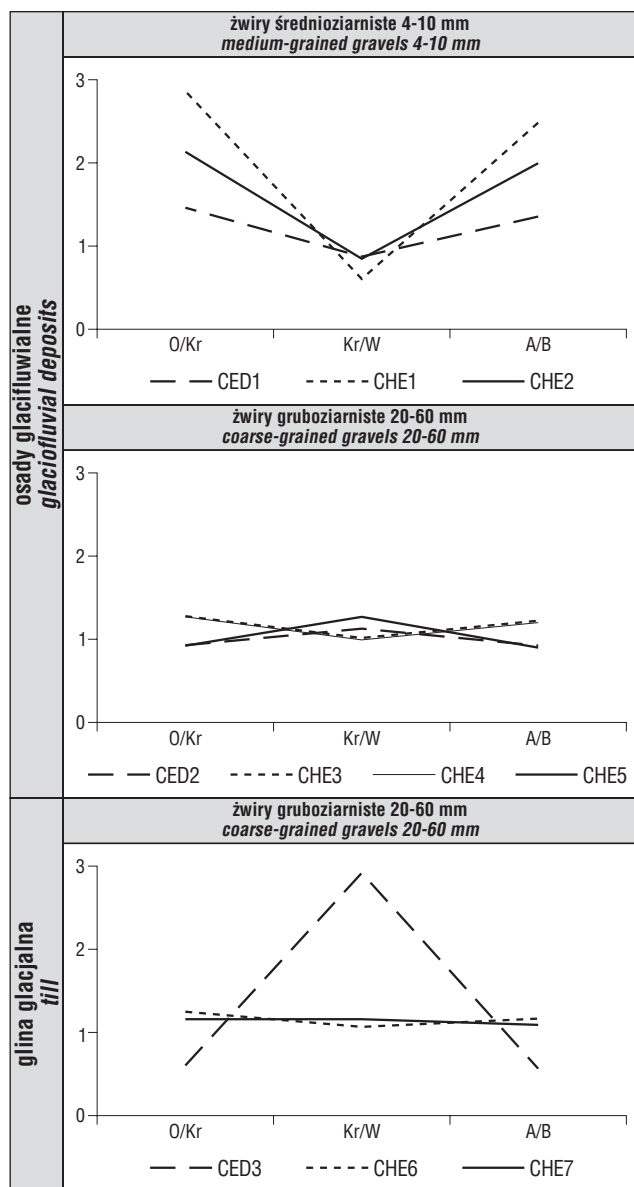
Analiza eratyków przewodnich

Wśród eratyków przewodnich, które stanowią 12% wszystkich analizowanych żwirów gruboziarnistych, dominują skały egzarowane z tarczy bałtyckiej na terenie południowo-wschodniej Szwecji (ryc. 5). Znajdują się tam wychodnie: granitów i porfirów kwarcowych Småland, czerwonego granitu Växjö, granitu Karlshamn. Z wychodni zlokalizowanych w warstwach osadowych przykrywających tarczę bałtycką pochodzą: piaskowiec Tessini, kwarcyt Västervik, piaskowce Hardeberga, Höör, Nexø. Egzaracji musiał podlegać także batolit alandzki, skoro w materiale narzutowym stwierdza się obecność alandzkich granitów rapakiwi i porfirów kwarcowych. Z Dalarny pochodzą porfir Bredvad oraz porfiryty Venjan i Grönklitt. Wyliczone na podstawie analizy eratyków przewodnich teoretyczne centrum gławowe TCG, czyli matematycznie określone położenie obszaru egzaracji podczas danego epizodu glacialnego (Lüttig, 1958), mieści się w punkcie o współrzędnych geograficznych 57,7°N 16,0°E (ryc. 5).



Ryc. 5. Eratyki przewodnie frakcji 20–60 mm osadów z Chełma Górnego oraz ich fennoskandzkie wychodnie

Fig. 5. Indicator erratics of 20–60 mm fraction from deposits of Chełm Góry and their Scandinavian allimentation areas



Ryc. 6. Współczynniki petrograficzne żwirów średnio- i gruboziarnistych z Cedyni (CED1–CED3) i Chełma Górnego (CHE1–CHE7). Objasnienia skrótów w tekście

Fig. 6. Stone coefficients of medium- and coarse-grained gravels of Cedynia (CED1–CED3) and Chełm Górny (CHE1–CHE7)

Porównanie składu petrograficznego gliny glacialnej i osadów glacialnych (20–60 mm)

W wszystkich analizowanych grupach petrograficznych, zarówno w glinie glacialnej, jak i w osadach glacialnych, podobnie kształtuje się odsetek skał krystalicznych (w glinie: 43–58%, w osadach glacialnych: 42–50%) oraz krzemieni (odpowiednio: 1, 5–2% i 1–2%), a także dolomitów, kwarcu mlecznego, wapieni kredowych, litytów i innych. Udział piaskowców północnych jest większy w glinie glacialnej (12–13%) niż w osadach glacialnych (2–9%); ziarna kwarcu były wydzielane jedynie w glinie glacialnej (0,5–4%). Osady glacialne są z reguły pozbawione ziaren charakteryzujących się niskimi ekwiwalentami hydrodynamicznymi (por. Racinowski, 1995). Lekki kwarc został odprowadzony szlakami wód proglacialnych na dalekie przedpole, na miejscu pozostały

tylko cięższe skały (Nunberg, 1971; Haldorsen, 1982; Böse, 1989; Górska, 2002a, b, 2005).

Dyskusja wyników

W obu analizowanych stanowiskach, bez względu na to, czy występowała w nich glina glacialna, czy osady glacialne, dominują skały krystaliczne (42–58%) oraz wapienie paleozoiczne (20–43%), przy czym w osadach glacialnych jest więcej wapieni paleozoicznych (średnio o 7%). Trzecią grupą są piaskowce północne, których udział mieści się w granicach 2–14%, z tym że w osadach glacialnych ogólnie jest ich mniej (2–9%) aniżeli w glinie glacialnej (12–14%).

Z porównania procentowych zawartości grup petrograficznych w stanowiskach, w których występują zarówno osady glacialne, jak i glina glacialna, wynika, że osady z Chełma Górnego mają podobne spektra petrograficzne. Niemal identyczne są także współczynniki petrograficzne O/Kr (stosunek sumy piaskowców, łupków paleozoicznych, krzemieni, wapieni kredowych, wapieni paleozoicznych i dolomitów do skał krystalicznych), Kr/W (suma skał krystalicznych do sumy wapieni paleozoicznych i dolomitów) i A/B (stosunek skał mało odpornych: piaskowców, łupków paleozoicznych, wapieni kredowych, wapieni paleozoicznych, dolomitów do skał bardzo odpornych na niszczenie: skał krystalicznych, krzemieni, kwarców, kwarców mlecznych) w osadach glacialnych oraz glinie glacialnej obu badanych frakcji z tego stanowiska (ryc. 6). Analizowane współczynniki mają natomiast odmienne wartości w osadach glacialnych i glinie glacialnej w stanowisku Cedynia. Zaznacza się tutaj rozbieżność wartości współczynnika Kr/W, który osiąga ponad 2,5-krotnie większe wartości w żwirach gruboziarnistych z gliny glacialnej aniżeli z osadów glacialnych. Wskazuje to na przewagę skał krystalicznych w glinie glacialnej w Cedyni, w porównaniu z osadami glacialnymi.

Dominujący udział trzech grup petrograficznych, czyli skał krystalicznych, wapieni paleozoicznych oraz piaskowców północnych, wskazuje na obszary alimentacyjne w południowej Skandynawii i niecce Bałtyku (Smed & Ehlers, 1994). Wyniki szczegółowej analizy eratyków przewodnich świadczą, że ta część lądolodu, która w czasie fazy pomorskiej dotarła po okolice Chełma Górnego i Cedyni, musiała przemieszczać się po wychodniach dwóch regionów południowej Szwecji, to jest Småland i Skanii. Wysoka skuteczność egzarycyjna, mierzona ilością eratyków przewodnich, jest dowodem na to, że skały w tych obszarach alimentacyjnych cechowała dobra bloczność. Może to również oznaczać, że w spągu lądolodu panowały warunki sprzyjające procesowi erozji subglacialnej.

Literatura

- BER A. 2003 — Fakty i problemy w stratygrafii plejstocenu Polski. [W:] Haisig J. & Lewandowski J. (red.) Plejstocen Kotliny Raciborsko-Oświęcimskiej na tle struktur morfotektonicznych podłoża czwartorzędowego. X Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”. Rudy, 1–5.09.2003: 35–36.
- BÖSE M. 1989 — Methodisch-stratigraphische Studien und paläo-morphologische Untersuchungen zum Pleistozän südlich der Ostsee. Berliner Geogr. Abh., 51.
- CZERWONKA J.A., DOBOSZ T. & KRZYSZKOWSKI D. 1997 — Till stratigraphy and petrography of the northern part of Silesia (southwestern Poland). Geol. Quart., 41: 209–242.

- CZERWONKA J.A. & KRZYSZKOWSKI D. 1992 — Pleistocene stratigraphy of the central part of Silesian Lowland, southwestern Poland. *Bull. Pol. Acad. Sc. Earth Sc.*, 40, 3: 203–233.
- CZERWONKA J.A. & KRZYSZKOWSKI D. 1994 — Pleistocene stratigraphy and till petrography of the central Great Poland Lowland. *Fol. Quatern.* 65: 7–71.
- CZUBLA P. 2001 — Eratyki fennoskandzkie w Polsce Środkowej i ich znaczenie stratygraficzne. *Acta Geogr. Lodz.*, 80.
- CZUBLA P. WOŹNIAK P.P. & WYSIECKA G. 2007 — Zapis kierunków transportu glacialnego w litologii glin morenowych na pograniczu Pobrzeży Gdańskiego i Koszalińskiego. [W:] Smolska E. & Giriat D. (red.) *Rekonstrukcja dynamiki i procesów geomorfologicznych — formy rzeźby i osady*. Wyd. WGiSR UW, Warszawa: 105–116.
- GÓRSKA M. 2000 — Wybrane właściwości petrograficzne vistuliańskich moren dennych środkowej i zachodniej Wielkopolski oraz ich znaczenie dla oceny dynamiki ostatniego lądolodu. *Pr. Komis. Geogr.-Geol./PTPN*, 28.
- GÓRSKA M. 2002a — Petrografia osadów akumulacji lodowcowej i wodnolodowcowej Pojezierza Drawskiego. *Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach. Ser. A*, 53: 29–42.
- GÓRSKA M. 2002b — Petrographie von uckermärkischen Geschieben. *Geologische Brandenburgische Beiträge*, Neubrandenburg, 3: 35–47.
- GÓRSKA M. 2003 — Analiza petrograficzna narzutników skandynawskich. [W:] Harasimiuk M. & Terpiłowski S. (red.) *Analizy sedymentologiczne osadów glacialnych*. Wyd. UMCS, Lublin: 23–31.
- GÓRSKA M. 2005 — Sediments of the Odra Lobe in the light of selected textural and mineral analyses. *Quaest. Geogr.*, 24: 29–49.
- GÓRSKA-ZABIELSKA M. 2007 — Narzutniki skandynawskie osadów lodowcowych Pojezierza Meklemburskiego. [W:] Molewski P., Wysota W. & Weckwerth P. (red.) *Plejstocen Kujaw i dynamika lobu Wisły w czasie ostatniego zlodowacenia*. XIV Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”. Ciechocinek, 3–7.09.2007: 57–59.
- GÓRSKA-ZABIELSKA M. 2008 — Fennoskandzkie obszary alimentacyjne osadów akumulacji glacialnej i glaciofluwialnej lobu Odry. *Ser.: Geografia*, 78. Wyd. Naukowe UAM, Poznań.
- HALDORSEN S. 1982 — The enrichment of quartz in tills. [In:] Evenson E.B., Schlüchter Ch. & Rabassa J. (eds.) *Till and Related Deposits. Proceedings of the INQUA-Symposia on the Genesis and Lithology of Quaternary Deposits (USA 1981, Argentina 1982)*: 141–150.
- KEILHACK K. 1904 — Die grosse baltische Endmoräne und das Thorn-Eberswalder Haupttal. *Z. Dtsch. Geol. Ges.*, 56, 132–141.
- KENIG K. 1998a — Petrograficzne podstawy stratygrafii glin morenowych Polski północno-wschodniej. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 380: 99.
- KENIG K. 1998b — Nowe ujęcie petrograficznych podstaw stratygrafii glin morenowych w Polsce północno-wschodniej. [W:] *Stratygrafia plejstocenu Polski. Nowe jednostki stratygraficzne Pojezierza Mazurskiego*. V Konferencja. Iznota, 1–4.09.1998: 10–11.
- KRZYSZKOWSKI D. & CZERWONKA J.A. 1994 — Korelacja litostratygraficzna osadów czwartorzędowych z obszaru na południe od Szczecina. *Acta Univ. Wratisl. Pr. Inst. Geogr. Ser. B*, 7: 37–61.
- LIPKA E. 2007 — Środowisko depozycji osadów strefy marginalnej fazy pomorskiej zlodowacenia bałtyckiego na przykładzie kemu z okolic Wielenia Pomorskiego. *Prz. Geol.* 55: 205–206.
- LISICKI S. 1997 — Obszary źródłowe i próba odtworzenia kierunków nasuwania się lądolodów plejstocennych na obszar Pojezierza Mazurskiego. [W:] *Wojewoda J. (red.) Obszary źródłowe: zapis w osadach*. VI Krajowe Spotkanie Sedymentologów. Lewin Kłodzki, 26–28.09.1997. WIND, Wrocław: 33–35.
- LISICKI S. 1998 — Nowa interpretacja stratygrafii plejstocenu w wybranych profilach Polski północno-wschodniej. [W:] *Stratygrafia plejstocenu Polski. Nowe jednostki stratygraficzne Pojezierza Mazurskiego*. V Konferencja. Iznota, 1–4.09.1998: 5–6.
- LISICKI S. 2000 — Metodyka badań petrograficznych frakcji szkieletowej glin lodowcowych w Europie Środkowej. *Prz. Geol.*, 48: 351–353.
- LISICKI S. 2003 — Litotypy i litostratygrafia glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 177.
- LÜTTIG G. 1958 — Methodische Fragen für Geschiebeforschung. *Geolog. Jb.*, 75: 361–418.
- LÜTTIG G. 1991 — Erratic boulder statistics as a stratigraphic aid — Examples from Schleswig-Holstein. *Newsletter on Stratigraphy*, 25, 2: 61–74.
- LÜTTIG G. 1992 — Geschiebestatistisches zur Endmoränen-Korrelation Holstein-Mecklenburg. *DEUQUA 92*, Kiel, 12–21.09.1992. Kurzfassungen.
- LÜTTIG G. 1999 — Geschiebestatistische Anmerkungen zur Quartärstratigraphie des nordischen Vereisungsgebietes. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 49: 144–163.
- MEYER K.D. 1995 — Diskussion-Breitrag zur Stellung des Warthe-Stadiums in Niedersachsen. *Acta Geogr. Lodz.*, 68: 149–154.
- MEYER K.D. 2005 — Zur Stratigraphie des Saale-Glazials in Niedersachsen und zu Korrelationsversuchen mit Nachbargebieten. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 55: 25–42.
- NUNBERG J. 1971 — Próba zastosowania metod statystycznych do badania zespołu głazów fennoskandynawskich występujących w utworach glacialnych północno-wschodniej Polski. *Stud. Geol. Pol.*, 37: 107.
- PIOTROWSKI A. 1991 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000. *Arkusz Cedynia*. Wyd. Geol., Warszawa: 32–38.
- PISARSKA-JAMROŹY M. 2006 — Transitional deposits between the end moraine and outwash plain in the Pomeranian glaciomarginal zone of NW Poland: a missing component of ice-contact sedimentary models. *Boreas*, 35: 136–141.
- PISARSKA-JAMROŹY M. 2007 — Glaciofluwialne facje strumieni przeciążonych zawiesiną na przykładzie plejstocennych osadów wschodniej Jutlandii i Pomorza Zachodniego. *Prz. Geol.* 55: 503–510.
- RACINOWSKI R. 1995 — Analiza minerałów ciężkich w badaniach osadów czwartorzędowych Polski. [W:] *Mycielska-Dowgiało E. & Rutkowski J. (red.) Badania osadów czwartorzędowych*. Wybrane metody i interpretacja wyników. Wyd. WGiSR UW, Warszawa: 151–166.
- SMED P. & EHLERS J. 1994 — *Steine aus dem Norden*. Gebrüder Bornträger. Berlin-Stuttgart.
- UNIEJEWSKA M. & NOSEK M. 1974 — *Mapa geologiczna Polski 1 : 200 000*. Arkusz Pyrzyce. Wyd. Geol., Warszawa.
- WOŹNIAK P. 2004 — Przydatność analizy litologicznej glin morenowych w badaniach geomorfologicznych stref marginalnych ostatniego zlodowacenia. *Prz. Geol.* 52: 336–339.
- ZABIELSKI R. 2005 — Korelacja glin lodowcowych rejonu Konina z zastosowaniem analizy statystycznej. *CAG*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Praca wpłynęła do redakcji 7.12.2007 r.
Po recenzji akceptowano do druku 14.02.2008 r.