

Nowe znaleziska narzutniaków porfiru rombowego z Oslo na terenie północno-zachodniej Polski

Maria Górską*

New finds of erratics of the Oslo rhomb porphyry in north-western Poland. Prz. Geol., 51: 580–585.

Summary. Two specimens of Oslo rhomb porphyries find on the Wolin Island beach between Międzyzdroje and Grodno are extraordinary finds among the entire population of Scandinavian indicator erratics within glacial sediments in northern Poland. Only around 20 localities of erratics from Oslo have been noted in that part of Poland so far (Schulz, 1973). Unfortunately, the stratigraphy of the Wolin erratics is not known, because they have been found on the stony abrasion shelf at the foot of a cliff. The cliff itself consists of two separate till layers. The petrographical analysis of the lower bed of gray glacial till where rhomb porphyries had been found, point to distinctly north-western direction of an ice sheet advance (50 % of the entire population of erratics from sample 3 derive from western mother regions in the southern Baltic bottom). The analysed indicator erratics form the lower Wolin till represent the south-eastern Sweden and western part of the bottom of Baltic depression. The ice-sheet, approaching from the north, has transgressed on these outcrops before reaching the mother regions of Cretaceous limestones, which are located in the direct vicinity of the Wolin Island. The ample content of western erratics in sampled sediments of the Wolin cliff as well as the Oslo rhomb porphyries are of high interest. Have they come in icebergs (Benn & Evans, 1998, see Donner, 1995) or maybe their presence in glacial sediments should be connected with the Lagerlund's ice dome (1987, 1995)? Schulz (2003) suggests a ship transport (as ballast stones). The planned detailed petrographical analysis on the Scandinavian erratics of the Wolin cliff should clarify the issue.

Key words: Oslo rhomb porphyry, indicator erratics, petrography of till, Wolin Island

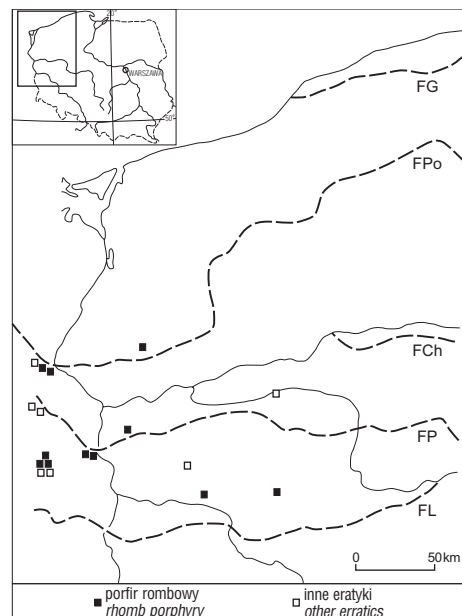
Obszary alimentacyjne eratyków przewodnich, występujących w plejstoceńskich osadach północno-zachodniej Polski, są rozmieszczone w Skandynawii, głównie w południowej i środkowej Szwecji, w niecce środkowego i południowego Bałtyku, południowo-zachodnim wybrzeżu Finlandii oraz na terenie dzisiejszej Danii (Milthers, 1909; Milthers & Milthers, 1938; Hesemann, 1931, 1935; Smed, 1993). Obszar macierzysty zachodnich wybrzeży fiordu Oslo nie zyskał nigdy większego zainteresowania, ponieważ jego narzutniaki były niezwykle rzadko spotykane na terenie Pojezierza Mecklemburskiego i zachodniej Polski.

Do skał magmowych, mających wychodnię w okolicach Oslo należy przede wszystkim porfir rombowy, który jest bardzo charakterystycznym eratykiem przewodnim (Smed, 1994, 2002; Zandstra, 1999). Pozostałe skały tego regionu to: głębinowe gabro (essexit), monzonity (larvikit, kjelsåsit), syenity (lardalit, nordmarkit), granity (ekeryt, granit Drammen) oraz wylewne: bazalty, tufy, trachity i ryolity (Hesemann, 1975; Schulz, 1973, 2003; Zandstra, 1999; Smed, 2002).

Przebieg wschodniej granicy rozmieszczenia eratyków z regionu Oslo przedstawił Schulz (1973), przytaczając przykłady opisów dotychczas znalezionych miejsc ich występowania. Szczególne znaczenie mają znaleziska tych eratyków na terenie północno-zachodniej Polski i wschodniej Brandenburgii. Jak dotąd znanych i opublikowanych jest około 20 miejsc występowania narzutniaków z okolic Oslo (ryc. 1).

W osadach zlodowacenia warty porfir rombowy został znaleziony w Chojnowie, na północny zachód od Legnicy (Milthers, 1936), w Bolkowie (Hesemann, 1930) i w Brzegu Dolnym (Hesemann, 1929, 1930). Narzutniaki pochodzące z regionu Oslo są znane również z osadów glacialnych fazy leszczyńskiej. Były one znalezione w okolicach Świebodzina (Korn, 1920), Skąpego na południe od Świebodzina (Hesemann, 1929) i w Grodzisku Wielkopolskim (Milthers, 1936). W morenach fazy poznańskiej

znaleziono dwa porfiry rombowe: w okolicach Sulęcina (Hesemann, 1938) i Sierakowa (Korn, 1920). Schulz uważa, że znaleziony przez Bennholda (1928) porfir rombowy w okolicach Barlinka w osadach fazy pomorskiej, pochodzi z osadów wcześniejszych nasunięć lądolodu skandynawskiego. Wyraźny spadek liczby narzutniaków norweskich na wybrzeżu Mecklemburgii oraz na Pojezierzu Mecklemburskim w osadach polodowcowych fazy pomorskiej ostatniego zlodowacenia (Schulz, 1973; badania własne autorki, w oprac.) sugeruje, że trasa wędrówki tego lądolodu nie przebiegała po wschodniach plutonitu Oslo.



Ryc. 1. Rozmieszczenie narzutniaków z rowu Oslo w północno-zachodniej Polsce i wschodniej Brandenburgii; FL — faza leszczyńska, FP — faza poznańska, FCh — faza chodzieska, FPo — faza pomorska, FG — faza gardnieńska

Fig. 1. Location of erratics from Oslo graben in north-western Poland and eastern Brandenburg; FL — Leszno phase, FP — Poznań phase, FCh — Chodzież phase, FPo — Pommeranian phase, FG — Gardno phase

*Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza, ul. Wieniawskiego 17/19, 61-713 Poznań; gorska@man.poznan.pl



Ryc. 2. Porfir rombowy z Oslo, znaleziony na wolińskiej plaży między Międzyzdrojami a Grodnem; fot. M. Górską

Fig. 2. Oslo rhomb porphyry, found on the Wolin beach between Międzyzdroje and Grodno; fot. M. Górską

Czubla (2001) znalazł jeden okaz porfiru rombowego z Oslo na powierzchni antropogenicznego osuwiska w odkrywcę belchatowskiej. Niestety nie jest znana przynależność stratygraficzna narzutniaka.

Latem 2002 r. Aleksander Dembiński** znalazł dwa okazy porfiru rombowego na plaży na Wolinie. Są to dwa nierównej wielkości i o różnym stanie zwiertzenia narzutniaki; większy (ryc. 2) ma wymiary: 13 cm x 11 cm x 4,5 cm, mniejszy, bardziej zwiertzały: 7,5 cm x 4,2 cm x 2,5 cm.

Oba narzutniaki, mające wyraźne ślady obtoczenia powierzchni, występowały na powierzchni kamienistej półki plażowej w odległości 3,7 km na północny wschód od Międzyzdrojów (ryc. 3–5), 3 m od ściany klifu.

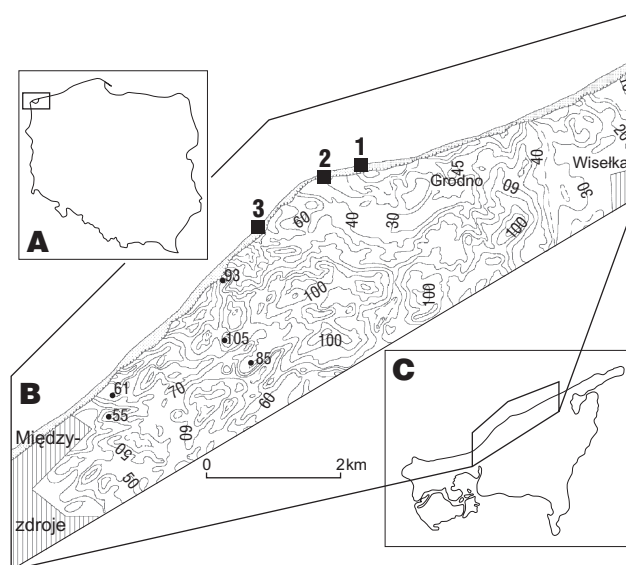
Z uwagi na znalezienie narzutniaków w kamienistym odcinku wolińskiej plaży, nie sposób jednoznacznie określić, kiedy i jak się on tam znalazł. Porfiry rombowe z Oslo mogły zostać wyrzucone przez morze albo spaść ze ściany klifu. Z dużym prawdopodobieństwem mógł to być miąższy pokład szarej gliny, o czym przekonują zamieszczone poniżej wyniki badań nad pochodzeniem eratyków skandynawskich oraz wyniki analiz petrograficznych frakcji żwirowej, przeprowadzonych przez Lagerlunda i in. (1995).

Analiza petrograficzna gliny lodowcowej klifu między Międzyzdrojami a Grodnem na Wolinie

Budowa geologiczna wolińskiej moreny czołowej była wielokrotnie przedmiotem badań (m.in. Mikołajski, 1948; Krygowska & Krygowski, 1965; Żynda, 1962; Bryl, 1972;

**Panu Aleksandrowi Dembińskiemu z Zakładu Geobotaniki Instytutu Biologii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu, dziękuję za powiadomienie mnie o znalezieniu porfirów rombów oraz za wyrażenie zgody na opublikowanie zdjęć porfiru rombów i wolińskiego klifu.

***Narzutniaki skandynawskie pozyskiwali Studenci Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, którzy na Wolinie uczestniczyli w letnim obozie naukowym „Wiselka’02” Studenckiego Koła Naukowego Geografów im. Pawłowskiego. Mam wobec Nich, pracujących wytrwale w strugach deszczu, duży dług wdzięczności.



Ryc. 3. A, C — lokalizacja obszaru badań. B — lokalizacja miejsc poboru próbek w wolińskim klifie; rys. M. Józefiak
Fig. 3. A, C — location of study area. B — location of samples within the Wolin cliff; drawn by M. Józefiak

Antczak i in., 1978; Matkowska i in., 1977; Ruszała i in., 1979). Glinę szarą, zalegającą w spągu, wiąże się ze zlodowaczeniem środkowopolskim. Górny pokład gliny brązowej, odłożony podczas fazy pomorskiej lub starszej (Matkowska i in., 1977) ostatniego zlodowacenia, tworzy wolińską morenę czołową. Lagerlund i in. (1995) podaje dokładny skład petrograficzny frakcji żwirowej (3–8 mm) obu pokładów gliny lodowcowej klifu w zachodniej i wschodniej części Wolina. Na podstawie przesłanek lito- i glaciektonicznych rekonstruuje warunki deglacjacji południowo-zachodniego Bałtyku podczas recesji lądolodu z północno-zachodniej Polski, to jest około 14 ka BP (Kozarski, 1995) oraz tłumaczy odmienny w tym okresie kierunek ruchu lodu z NW.

Niedaleko miejsca, gdzie znaleziono porfiry z Oslo, to jest 4,5 km na północny wschód od Międzyzdrojów, wykonano rekonesansowe badania petrograficzne skał występujących w dolnym, łatwo dostępnym poziomie szarej gliny lodowcowej. Pobór narzutniaków*** (próbka Wolin 3) frakcji 20–60 mm przeprowadzono na wysokości 4–5 m n.p.m. Z uwagi na niewielki udział tej frakcji wśród detrytusu gliny szarej, nie uzyskano wymaganej ilości 1000 narzutniaków. Takie założenie metodyczne proponuje Meyer (1983), aby wyniki były w pełni obiektywne i statystycznie reprezentatywne. Nie mniej, na podstawie próbki sekwencji 447 eratyków przewodnich i wskaźnikowych zaznacza się pewna tendencja pochodzenia materiału narzutowego.

Zdecydowaną przewagę liczebną (45%) wśród całego spektrum narzutowego frakcji kamienistej reprezentują wapienie kredowe (KK) (ryc. 6). Skały te mają swoje wychodnie między innymi w zachodniej części południowego Bałtyku. Dzielące z wapieniami kredowymi obszar macierzysty krzemienie (F) stanowią 4,2%. A więc blisko połowa wszystkich narzutniaków analizowanych w tej próbce pochodzi z zachodniego sektora alimentacyjnego. Badania autorki, choć dotyczą innej frakcji, nawiązują do wyników wcześniejszych analiz petrograficznych Lagerlunda i in. (1995) w okolicach Grodna. Znajduje on w glinie dolnej około 10% wapieni kredowych, w odróżnieniu

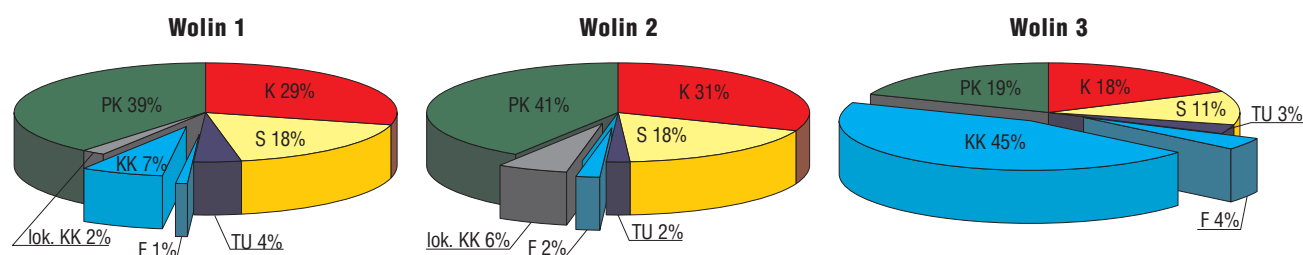


Ryc. 4. Fragment wolińskiego klifu z dolną szarą gliną lodowcową (fot. A. Dembiński)

Fig. 4. Fragment of the Wolin cliff with lower grey till (fot. by A. Dembiński)

Ryc. 5. Kamienista plaża (woliński klif) w pobliżu miejsca poboru próbki nr 3

Fig. 5. Stony beach (Wolin cliff) in the vicinity of sample No 3



Ryc. 6. Procentowy skład petrograficzny frakcji kamienistej 20–60 mm dolnej gliny lodowcowej wolińskiego klifu koło Grodna. K — skały krystaliczne, S — piaskowce, TU — łupki paleozoiczne, F — krzemienie, KK — wapienie mezozoiczne, lok. KK — słabowęglanowe wapienie kredowe bliskiego transportu, PK — wapienie paleozoiczne

Fig. 6. Percentage petrographical content of the stony fraction of the lower till from the Wolin cliff in the vicinity of Grodno. K — crystallines, S — sandstones, TU — Paleozoic shales, F — flints, KK — Mesozoic limestones, loc. KK — light carbonate limestones of short distance transport, PK — Paleozoic limestones

od górnej gliny, gdzie nie stwierdza ani jednego narzutniaka z południowo-zachodniego Bałtyku.

Wapienie paleozoiczne (PK), pochodzące z niecki Bałtyku właściwego, występują w badanym pokładzie gliny lodowcowej zaledwie w 19,2%. Obok powszechnych szarych wapieni sylurskich, rozpoznano 3 sztuki czerwonych wapieni ordowickich i 1 okaz z fauną *Paleoporella*. Te dwa podtypy skał wapiennych mają swe pochodnie w zachodniej części Bałtyku właściwego, w sąsiedztwie Wysp Olandia i Gotlandia (Smed, 2000).

Ani w badaniach petrograficznych Lagerlunda i in. (1995), ani autorki w analizowanym odcinku wolińskiego klifu, nie stwierdzono obecności margli kredowych i pylastych, słabowęglanowych wapieni kredowych bliskiego transportu. Wychodnia tych skał leży w niedalekim sąsiedztwie Wolina, na północny wschód od wyspy; rozciąga się od środkowego wybrzeża Polski po południowo-wschodnie wybrzeże Skanii. Wychodnia tych skał ciągnie się południowym Bałtykiem dalej na wschód aż po Zalew Kuroński.

Głównie prekambryjskie skały krystaliczne (K) występują w 17,7%. W grupie tej sklasyfikowano eratyki przewodnie (ryc. 6; Wolin 3). Najliczniej jest reprezentowany

obszar Småland (granity Småland, porfir Emarp i inne porfiry kwarcowe oraz eratyki wskaźnikowe — heleflinta).

Piaskowce (S) stanowią 11% całego analizowanego spektrum narzutniaków. W grupie tej znaleziono pięć eokambryjskich piaskowców jotnickich oraz dwa okazy piaskowca Tessini z południowo-wschodniego wybrzeża Szwecji (ryc. 6).

Narzutniaki tego odcinka klifu sugerują wyraźnie północno-zachodni kierunek nasunięcia lądolodu skandynawskiego. Eratyki przewodnie z południowej Szwecji stanowiące zaledwie 2,3% całej populacji próbek, tracą na znaczeniu przy wyznaczeniu kierunku transgresji lądolodu; obecne w analizowanym pokładzie pochodzą one zapewne z innej transgresji i zostały włączone w obręb lądolodu na trasie jego wędrówki z północnego zachodu, o czym przekonuje prawie 50% udział narzutniaków wskaźnikowych z obszaru duńskiego. Znalezienie w tym odcinku wolińskiego klifu dwóch porfirów rombów z Oslo nie pozostaje bez znaczenia dla potwierdzenia tego kierunku.

Dwie kolejne dwie próbki (Wolin 1, 2) narzutniaków pobrano*** w odległości odpowiednio 6,2 km oraz 5,7 km na północny wschód od Międzyzdrojów, to jest około 1,5 km na zachód od Grodna (ryc. 3). W tym odcinku klifu, jak dotąd,

nie znaleziono żadnego narzutniaka przewodniego z rowu Oslo. Skąły obu próbek mieściły się w przedziale 20–60 mm i pochodziły z dolnej szarej gliny lodowcowej 14-metrowej wysokości klifu. Glinę na badanym odcinku charakteryzuje większy udział frakcji kamienistej, stąd analiza skał przewodnich obejmowała odpowiednio 513 i 438 okazów.

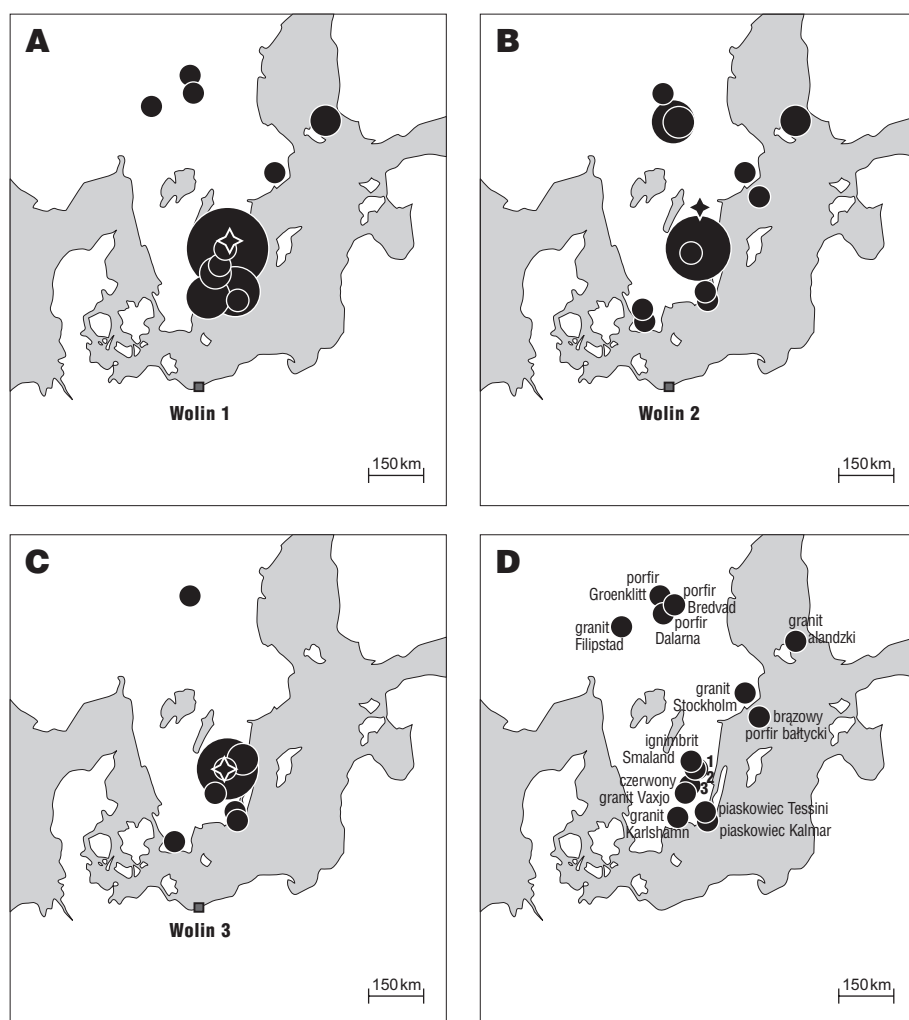
Udział procentowy typów petrograficznych obu próbek jest bardzo podobny (ryc. 6). Podstawową cechą odróżniającą narzutniaki tego odcinka klifu od poprzedniego jest tu bardzo niewielki udział wapieni kredowych (KK) oraz krzemieni (F). Wyraźną, ponad dwukrotną, przewagą liczebną charakteryzują się natomiast typowe wapienie dolnopaleozoiczne (PK). W tym odcinku wolińskiego klifu pojawiają się też w obu próbkach margle kredowe i pylaste, słabowęgłanowe wapienie kredowe bliskiego transportu, pochodzące z dna Bałtyku, ograniczonego odcinkiem środkowego wybrzeża Polski i południowo-wschodnim wybrzeżem Skanii. Stanowią one 2,3% i 6,1% całego inwentarza detrytycznego próbek. Na ich obecność w dolnej glinie klifu w okolicach Grodna wskazuje również Lagerlund i in. (1995).

Porwak margli kredowych został zarejestrowany także przez Ruszałę i in. (1979) podczas wierceń geologicznych w klifie nadmorskim w okolicach Grodna. W glinach, ze zlodowaceń środkowopolskich, nawiercili oni porwak środkowego cenomanu na głębokości 8,5–11,8 m.

Poza powszechnymi szarymi wapieniami dolnopaleozoicznymi, w obu próbkach są obecne te podtypy wapieni, które pochodzą z dna Bałtyku w okolicach Olandii i Gotlandii (Smed, 2000). Są to czerwone wapienie ordowickie oraz wapienie *Paleoporella*. W analizowanym materiale stwierdzono również okazy tzw. tłustych wapieni wschodniobałtyckich. Te podtypy stanowią średnio po około 10% populacji wapieni dolnopaleozoicznych. Pozostałe grupy petrograficzne to skały krystaliczne (K — średnio 30%) i piaskowce (S — średnio około 18,5%). Graficzny obraz lokalizacji wychodni skał przewodnich, sklasyfikowanych w obu próbkach prezentuje ryc. 3. Widać na niej wyraźnie, że większość eratyków przewodnich pochodzi ze Småland (tab. 1). Narzutniaki obecne w analizowanych próbkach mają swe wychodnie także w Dalarna, w okolicach Sztokholmu, na Wyspach Alandzkich i w Skanii.

Cały inwentarz eratyków dalekiego transportu zdaje się wskazywać na kierunek z północno-północnego wschodu. Zanim ładolód dotarł do wolińskiego klifu, przemieszczał się więc depresją Bałtyku, inkorporując skały podłoża Småland i południowo-wschodniego wybrzeża dzisiejszej Szwecji. Jego działalność erozyjna zaznaczyła się zwłaszcza w niewielkiej odległości od Wolina, kiedy przemieszczał się po wychodniach margli kredowych, w środkowej części południowego Bałtyku.

Nie wykluczone, że znalezione na wolińskiej plaży porfiry rombów mogą pochodzić z najmłodszej stropowej 2–3 metrowej warstwy brązowej gliny lodowcowej. Odpowiedź dadzą z pewnością zaplanowane szczegółowe badania nad narzutniakami skandynawskimi w tym pokładzie gliny lodowcowej. Jak dotąd, są znane jedynie wyniki analiz petrograficznych frakcji zwirowej Lagerlunda i in. (1995). Według niego warstwa ta została odłożona podczas transgresji ładolodu z północnego-zachodu. Taki kierunek był wymuszony, zdaniem Lagerlunda (1987), obecnością kopuły lodowej, zlokalizowanej na zachód lub północny zachód od Wolina, która funkcjonowała podczas recesji ładolodu skandynawskiego z północno-zachodniej Polski ok. 14 ka BP (Kozarski, 1995).



Ryc. 7. Eratyki przewodnie (20–60 mm) dolnej gliny lodowcowej wolińskiego klifu koło Grodna (A, B, C) oraz ich wychodnie w Skandynawii (D); 1 — porfir Emarp, 2 — granit Småland, 3 — porfir kwarcowy Småland. Teoretyczne centrum gładowe TCG próbek: A — Wolin 1: 57°36'N, 15°54'E; B — Wolin 2: 58°30'N, 16°48'E; C — Wolin 3: 57°48'N, 15°130'E
Fig. 7. Indicator erratics (20–60 mm) of the lower till from the Wolin cliff in the vicinity of Grodna (A, B, C) and their mother regions in Scandinavia (D); 1 — Emarp porphyry, 2 — Småland granite, 3 — Småland quartz porphyry. Theoretical stone centre TCG of samples: A — Wolin 1: 57°36'N, 15°54'E; B — Wolin 2: 58°30'N, 16°48'E; C — Wolin 3: 57°148'N, 15°30'E

Tab. 1. Skandynawskie eratyki przewodnie (20–60 mm) dolnego pokładu gliny lodowcowej wolińskiego klifu koło Grodna
Table 1. Scandinavian indicator erratics (20–60 mm) of the lower till from the Wolin cliff in the vicinity of Grodna

Eratyk przewodni <i>Indicator erratic</i>	Stanowisko <i>Study site</i>		
	Wolin 1	Wolin 2	Wolin 3
Brazowy porfir bałtycki <i>Brown Baltic porphyry</i>		1	
Czerwony granit Våxjö <i>Red Våxjö granite</i>	2		
Granit alandzki <i>Aland granite</i>	2	6	
Granit Filipstad <i>Filipstad granite</i>	1		
Granit Karlshamn <i>Karlshamn granite</i>	4		
Granit Småland <i>Småland granite</i>	14	12	4
Granit sztokholmski <i>Stockholm granite</i>	1	1	
Ignimbrit Småland <i>Småland ignimbrite</i>	1		
Piaskowiec Kalmarsund <i>Kalmarsund sandstone</i>	1	3	
Piaskowiec Tessini <i>Tessini sandstone</i>	5	2	2
Porfir Bredvad <i>Bredvad porphyry</i>	1	1	1
Porfir Dalarna <i>Dalarna porphyry</i>	1	1	1
Porfir Emarp <i>Emarp porphyry</i>	1		1
Porfir kwarcowy Småland <i>Småland quartz porphyry</i>		1	3
Porfiry Grönklitt <i>Grönklitt porphyrite</i>		2	
Suma w szt. (% całej próbki) <i>Sum in pieces (% of the entire sample)</i>	34 (6,8%)	30 (6,8%)	12 (2,3%)

Podsumowanie

Z przeprowadzonych studiów nad pochodzeniem narzutniaków skandynawskich szarego dolnego pokładu gliny lodowcowej w klifie koło Grodna oraz na podstawie wcześniejszych analiz petrograficznych tego odcinka wolińskiego wybrzeża (Matkowska i in., 1977; Ruszała i in., 1979; Lagerlund i in., 1995) wynika, że materiał narzutowy składa się głównie ze skał bliskiego transportu. Są to albo narzutniaki zachodniego sektora południowego Bałtyku, albo skały środkowej części południowego Bałtyku: na północ, wschód i południowy wschód od Bornholmu. Obie grupy skał należą do tak zwanych skandynawskich narzutniaków wskaźnikowych.

Dość duże zróżnicowanie składu petrograficznego na niewielkiej odległości może sugerować, że pokład gliny lodowcowej mógł zostać odłożony przez dwa niezależne strumienie lodowe, które zetknęły się ze sobą mniej więcej na wysokości załomu wolińskiej plaży. Oba wędrowały niecką Bałtyku właściwego; w pewnej odległości od Wolina uległy rozdzieleniu: jeden z nich przemieszczał się po

wychodniach margli kredowych, drugi — erodując i włączając w swój obręb typowe kredowe skały wapienne.

Eratyki przewodnie reprezentują region Bałtyku właściwego, Småland, Dalarnę i Skanię. Ich populacja jest nieliczna w porównaniu z narzutniakami wskaźnikowymi; stąd nie mogą być brane pod uwagę przy wyznaczaniu kierunku nasuwania się lądolodu do wybrzeża Wolina.

Na tym tle obecność dwóch porfirów rombowych na wolińskiej plaży nie wydaje się niczym dziwnym. Problemem pozostaje jednak sposób ich dotarcia do miejsca znalezienia: czy zostały one przywleczone w ciągu jednego epizodu glacialnego? Czy zakotwiczone po drodze, nie zostały inkorporowane przez inny, odrębny strumień lodowy innej fazy zlodowacenia plejstoceniowego, który w swej wędrówce na południe nie przemieszczał się po wychodni skał rowu Oslo (por. Gilberg, 1977)? A może porfiry rombowe dotarły do Wolina zakotwiczone w bryle lodowej, których trasę wędrówki podają Benn i Evans (1998) za Donnerem (1995)? Obok transportu glacialnego, są znane — w przypadku porfirów rombowych z Oslo — transporty drogą morską. Ten balast okrętowy często był wykorzystywany w budowie dróg, tak zwanych „kocich łbów” w portach docelowych (Schulz, 2003).

Choć nadal wiele pytań pozostaje otwartych, przytoczone przesłanki zdają się przemawiać na korzyść kierunku transgresji lądolodu z północnego zachodu z silną erozją dna południowo-zachodniego Bałtyku w analizowanym odcinku klifu wolińskiego.

Badania przeprowadzono w ramach grantu KBN nr 6 P04E 015 21.

Literatura

- ANTCZAK B., SKRZYPEK K. & WIŚLAŃSKA A. 1978 — Geneza wolińskiej moreny czołowej w świetle badań litologicznych i strukturalnych. Wyd. Studentckiego Koła Nauk. Geogr. UAM, Poznań, Studia z geografii fizycznej i ekonomicznej Wyspy Wolin: 79–92.
- BENNHOLD W. 1928 — Zur Verbreitung der aus dem südlichen Norwegen stammenden Geschiebe. Sammelbericht. Zeitsch. Geschiebefunde, Leipzig, 4: 153–156.
- BRYL A. 1962 — Spostrzeżenia nad zaburzeniami w glinie morenowej klifu morskiego w Grodnie na Wolinie. Bad. Fizj. Pol. Zach., 9: 61–73.
- CZUBLA P. 2001 — Eratyki fennoskandzkie w utworach czwartorzędowych Polski środkowej i ich znaczenie stratygraficzne. Acta Geogr. Lodz., 80: 1–174.
- GILBERG G. 1977 — Redeposition: a process in till formation. Geol. Fören. Stockh. Förhand., 99: 246–253.
- HESEMANN J. 1929 — Beiträge zur Kenntnis kristalliner Geschiebe. Zeitsch. Geschiebefunde, Berlin, 5: 137–143.
- HESEMANN J. 1930 — Wie sammelt und verwendet man kristalline Geschiebe? Sitz.-Ber. Preuß. Geol. Landesanst., Berlin, 5: 188–196.
- HESEMANN J. 1931 — Glazialdiluvium Dänemarks, Hollands und Norddeutschlands vom geschiebekundlichen Standpunkt aus. Geol. Rundschau, Zeitsch. Allgem. Geol., 22: 145–155.
- HESEMANN J. 1935 — Neue Ergebnisse der Geschiebeforschung im norddeutschen Diluvium (kristalline Geschiebe). Geol. Rundschau, Zeitsch. Allgem. Geol., 26: 186–198.
- HESEMANN J. 1938 — Zur Geschiebeführung und Geologie des Odergletschers. II Der Züllichauer Bogen. Jb. Preuß. Geol. Landesanst., Berlin, 58: 455–471.
- HESEMANN J. 1975 — Kristalline Geschiebe der nordischen Vereisungen. Geologisches Landesamt, Nordrhein–Westfalen, Krefeld.
- KORN J. 1920 — Die Ostgrenze der norwegischen Diluvialgeschiebe in Norddeutschland. Jb. Preuß. Geol. Landesanst., Berlin, 39: 25–31.
- KOZARSKI S. 1995 — Deglacjacja północno-zachodniej Polski: warunki i transformacja geosystemu (~20 ka ~ 10 ka BP). IGiPZ PAN, Dokum. Geogr., 1.
- KRYGOWSKA L. & KRYGOWSKI B. 1965 — Kilka spostrzeżeń dotyczących struktury klifu w Grodnie na Wolinie. Bad. Fizjograf. Pol. Zach., 15: 167–175.

- LAGERLUND E. 1987 — An alternative Weichselian glaciation model, with special reference to the glacial history of Skåne, South Sweden. *Boreas*, 16: 433–459.
- LAGERLUND E. 1995 — Anomalous ice movement directions in NW Poland and NE Germany during the Vistulian/Weichselian deglaciation. *Późnoczwartorzędowy rozwój rzeźby i zmiany środowiska przyrodniczego. Symp. dedykowane S. Kozarskiemu, UAM, Poznań*: 28.
- LAGERLUND E., MALMBERG-PERSSON K., KRZYSZKOWSKI D., JOHANSSON P., DOBRACKA E., DOBRACKI R. & PANZIG W.-A. 1995 — Unexpected ice flow directions during the late Weichselian deglaciation of the south Baltic area indicated by a new lithostratigraphy in NW Poland and NE Germany. *Quater. Inter.*, 28: 127–144.
- MATKOWSKA Z., RUSZAŁA M. & WDOWIAK M. 1977 — *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Świnoujście i Międzyzdroje.*
- MEYER K.-D. 1983 — Indicator pebble and stone count methods. [W:] J. Ehlers (ed.), *Glacial deposits in North-West Europe*. Balkema, Rotterdam: 275–287.
- MIKOŁAJSKI J. 1948 — Z morfologii wybrzeża wyspy Wolin. *Prz. Geograf.*, 21.
- MILTHERS V. 1909 — Scandinavian Indicator Boulders in the Quaternary Deposits. *Danm. Geolog. Unders.*, II R. 23: 1–153.
- MILTHERS V. 1936 — Eine Geschiebegrenze in Ostdeutschland und Polen und ihre Beziehungen zu den Vereisungen. *Jb. Preuß. Geol. Landesanst.*, Berlin, 56: 248–263.
- MILTHERS V. & MILTHERS K. 1938 — Rozmieszczenie niektórych ważnych narzutniaków na Niżu Polskim. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 5: 26.
- RUSZAŁA M., DOBRACKA E. & PIOTROWSKI A. 1979 — *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000. Ark. Świnoujście i Międzyzdroje. Państw. Inst. Geol.*
- SCHULZ W. 1973 — Rhombenporphyr-Geschiebe und deren östliche Verbreitungsgrenze im nordeuropäischen Vereisungsgebiet. *Zeitsch. Geol. Wissensch.*, 9: 1141–1154.
- SCHULZ W. 2003 — *Geologischer Führer für den norddeutschen Geschiebesammler*. CW Verlagsgruppe Schwerin.
- SMED P. 1993 — Indicator studies: a critical review and a new data — presentation method. *Bull. Geol. Soc. Denm.*, 40: 332–340.
- SMED P. 2000 — Über den Hesemann-Milthers-Streit und die von Hesemann verwendete Abbildungsmethode für Geschiebezählungen. *Geschiebekunde Aktuell*, 16: 127–131.
- SMED P. 2002 — Steine aus dem Norden. *Geschiebe als Zeugen der Eiszeit in Norddeutschland*. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Stuttgart.
- ZANDSTRA J.G. 1999 — *Platenatlas van noordelijke kristallijne gids-gesteenten*. Backhuys Publishers, Leiden.
- ŻYŃDA S. 1972 — Wyniki wstępnych badań nad moreną czołową wyspy Wolin. *Bad. Fizj. Pol. Zach.*, 9: 159–168.