

MARIA GÓRSKA-ZABIELSKA

## OSADY LOBU ODRY W ŚWIETLE WYBRANYCH ANALIZ TEKSTURALNYCH I MINERALNYCH

### ZARYS TREŚCI

Osady lodowcowe lobu Odry, a więc zdeponowane przez łądolód fazy pomorskiej vistulianu, zostały przebadane pod kątem stopnia obróbki, obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziarn kwarcu oraz składu mineralów ciężkich. Wyniki analiz wskazują na duże podobieństwo osadów zarówno w transekcie południkowym: od przedpola, poprzez strefę glacialną po zaplecze fazy pomorskiej, jak i transekcie równoleżnikowym, to jest wzdłuż lobu Odry, począwszy od Odry na zachodzie po Pojezierze Drawskie na wschodzie. Osady różnych litofacji charakteryzują się podobnymi cechami teksturalnymi. Na ich podstawie można przyjąć, że zanim osady zostały zdeponowane przez łądolód skandynawski podczas fazy pomorskiej na obszarze lobu Odry, podlegały procesom abrazji w wysokoenergetycznym środowisku wodnym, prawdopodobnie w strefie plażowej. Świadczy o tym wyraźna dominacja błyszczących ziarn kwarcowych o zaokrąglonym kształcie. Wysoki udział mineralów ciężkich najbardziej odpornych na abrazję mechaniczną świadczy o depozycji osadów lodowcowych w środowisku wysokoenergetycznym o dużej dynamice przepływu.

### WPROWADZENIE

Wygięta w kształcie łuku na odcinku 300 km z zachodu na wschód i na odległość 75 km z północy na południe (HESEMANN (1932; rys. 1) od głównego przebiegu fazy pomorskiej zlodowacenia wisły strefa glacialna wzbudzała zainteresowanie już ponad 100 lat temu (KEILHACK 1897, 1898, 1904). Korzystając z nowatorskich metod duńskich (MILTHERS 1909, 1913, 1937; HESEMANN 1931, 1935, 1936) próbowano wówczas określić skandynawskie źródła alimentacyjne osadów powierzchniowych pozostawionych przez łądolód. W drugiej połowie XX w. przedsięwzięto badania geologiczne (m.in. KOPCZYŃSKA-ŻANDARSKA 1970; KOWALSKA A. 1960; PIOTROWSKI 1990a, b, c, 1991a, b, 1996, 1997; KURZAWA 1999, 2001, 2002), którym stawiano za cel rozwiązanie problemu genezy wybrzuszonej strefy czołowomorenowej fazy pomorskiej w dolinie dolnej

Odry. Wieloletnie studia Karczewskiego, w tym analiza strukturalna i teksturalna wybranych fragmentów moreny dennej w Polsce północno-zachodniej (KARCZEWSKI 1963), rzuciły światło na typy deglacjacji (KARCZEWSKI 1969) oraz morfogenezę i litogenezę strefy marginalnej fazy pomorskiej (KARCZEWSKI 1994, 1995a, b, 1996, 2001, 2002). Badania osadów czwartorzędowych MASŁOWSKIEJ (1999) oraz MASŁOWSKIEJ i MICHAŁOWSKIEJ (1994, 1995), PIOTROWSKIEGO (1990a, b, 1991a, b, 1996), KURZAWY (1998) prowadzone w ramach realizacji Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, dostarczyły szczegółowych opracowań litologiczno-petrograficznych pojedynczych, odrębnych profili lub fragmentów strefy czołowomorenowej. Jak dotąd nie ukazała się jednak żadna praca syntetyczna, w której prześledzono by cechy strukturalne i teksturalne osadów lodowcowych wzdłuż maksymalnego zasięgu fazy pomorskiej między lobem Odry

a obszarami sąsiednimi, to jest leżącymi na zachód i na wschód od tej formy. Brak również podobnego opracowania wzdłuż profilów południkowych, porównujących wybrane cechy osadów lodowcowych przedpola, strefy glacialmarginalnej (w części dystalnej i proksymalnej) oraz zaplecza fazy pomorskiej w północno-zachodniej Polsce i północno-wschodnich Niemczech.

Niniejszy artykuł oraz większość pozostałych prac autorki od 2002 r. mają na celu wypełnienie tej luki. Poniżej przedstawione zostaną wyniki badań wybranych cech teksturalnych oraz składu minerałów ciężkich osadów lodowcowych, jakie przeprowadzono w polskiej części lobu Odry w ramach projektu badawczego KBN (6P04E 015 21) w latach 2001–2004. Zostaną one porównane z wynikami badań teksturalnych, jakie przeprowadzono na obszarach sąsiednich, to jest na Pojezierzu Drawskim oraz w północno-wschodnich Niemczech (grant DAAD A/99/06440). Wyniki pozostałych analiz obu projektów badawczych są systematycznie publikowane (GÓRSKA 2002a, b, c, d, e, f, 2003a, b, c, d, e, 2004a, b, c, 2005, 2006a, b, c, d; GÓRSKA, PIOTROWSKI, DOBRACKI 2002; GÓRSKA, DOBRACKI, PIOTROWSKI 2003; GÓRSKA, ZABIELSKI 2006) lub opracowywane (GÓRSKA 2004d, e, 2006e, f).

#### OBSZAR BADAŃ

Badaniami objęto osady fluwioglacjalne występujące w dystalnej i proksymalnej części strefy glacialmarginalnej fazy pomorskiej ostatniego zlodowacenia w północno-zachodniej Polsce. Na zapleczu tej fazy opróbowano zarówno osady fluwioglacjalne, jak i glinę lodowcową. Stnowiska zlokalizowane były w dużych żwirowniach podlegających eksploatacji (Golice, Storkowo Ińskie, Mielenko Drawskie) oraz w małych odkrywkach funk-

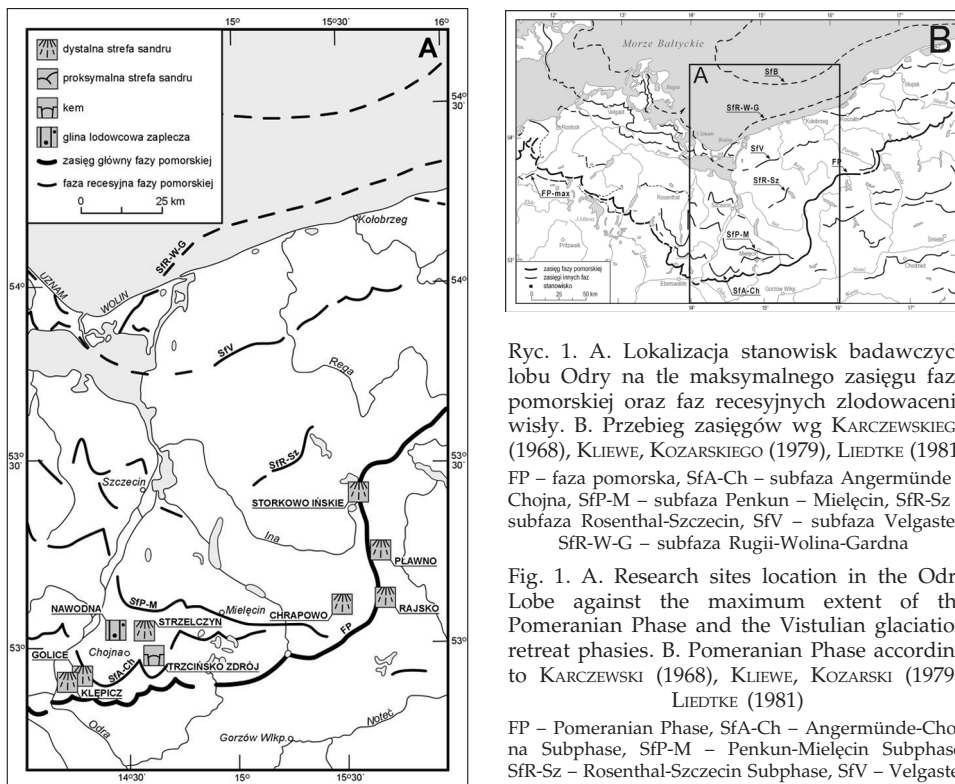
cjonujących dla lokalnych potrzeb (Kłępicz, Nawodna, Strzelczyn, Trzcińsko Zdrój, Chrapowo, Pławno, Rajsko, Żółwino, Chlebowo). Większość stanowisk badawczych mieściła się w obrębie lobu Odry (rys. 1). Do celów porównawczych wybrano trzy stanowiska z Pojezierza Drawskiego: Chlebowo, Osiek Drawski i Mielenko. Osady tam występujące związane są również z nasunięciem ostatniego lądolodu podczas fazy pomorskiej.

Pobrano 60 próbek osadów (tab. 1), które w zależności od lokalizacji stanowiska badawczego reprezentują zróżnicowane litofacje (tab. 2). Badaniami objęto litofacje piaszczyste z dystalnych części stref glacialmarginalnych, które miejscami zazębiały się z partią czołową sandru. Poza częścią glacialmarginalną maksymalnego zasięgu fazy pomorskiej, opróbowano osady należące do faz recesyjnych Angermünde-Chojna (rys. 1: SfA-Ch) i Penkun-Mielęcin (rys. 1: SfP-M). W części proksymalnej strefy glacialmarginalnej pobrano do badań próbki litofacji żwirowo-piaszczystych i żwirowych. Próbkę zaplecza reprezentowały osady fluwioglacjalne trzech kemów oraz glinę lodowcową, odsłaniającą się w stropie wysoczyzny morenowej (rys. 1, tab. 2).

Zróżnicowana liczba próbek między frakcjami w poszczególnych analizach (tab. 1) wynika ze zróżnicowanej ilości materiału. Z powodu braku ziarn kwarcu nie przeprowadzono na przykład analizy granifrometrycznej wg KRYGOWSKIEGO (1964) w 19 próbkach frakcji 1,25–1,0 mm, 17 (1,0–0,8 mm) i 11 (0,8–0,5 mm). Podobne trudności związane były z analizą morfoskopową wg CAILLEUX (1942).

#### METODYKA

Litofacje piaszczyste poddano analizie oceniającej stopień obróbki ziarna kwarcowego frakcji 1,25–1,0 mm, 1,0–0,8 mm i 0,8–0,5 mm metodą granifrometrii



Ryc. 1. A. Lokalizacja stanowisk badawczych lobu Odry na tle maksymalnego zasięgu fazy pomorskiej oraz faz recesyjnych zlodowacenia wisły. B. Przebieg zasięgów wg KARCZEWSKIEGO (1968), KLIEWE, KOZARSKIEGO (1979), LIEDTKE (1981) FP – faza pomorska, Sfa-Ch – subfaza Angermünde – Chojna, Sfp-M – subfaza Penkun – Mielęcin, Sfr-Sz – subfaza Rosenthal-Szczecin, Sfv – subfaza Velgaster, Sfr-W-G – subfaza Rugii-Wolina-Gardna

Fig. 1. A. Research sites location in the Odra Lobe against the maximum extent of the Pomeranian Phase and the Vistulian glaciation retreat phases. B. Pomeranian Phase according to KARCZEWSKI (1968), KLIEWE, KOZARSKI (1979), LIEDTKE (1981)

FP – Pomeranian Phase, Sfa-Ch – Angermünde-Chojna Subphase, Sfp-M – Penkun-Mielęcin Subphase, Sfr-Sz – Rosenthal-Szczecin Subphase, Sfv – subfaza Velgaster Subphase, Sfr-W-G – Rügen-Wolin-Gardno Subphase

Tabela 1. Zróznicowanie liczby próbek poddanych analizom w zależności od środowiska depozycyjnego i frakcji

Table 1. Differsification of number of samples according to depositional environment and fraction

	Frakcja [mm]	Gлина lodowcowa zaplecza	Osady fluwiogljajalne kemu	Proksymalna strefa sandru	Dystalna strefa sandru
Analiza obróbki metodą graniformometrii mechanicznej wg Krygowskiego	1,25–1,0	6	21	10	16
	1,0–0,8	7	21	15	15
	0,8–0,5	8	24	9	19
Analiza morfoskopowa wg Cailleux	1,25–1,0	10	8	3	6
	1,0–0,8	10	8	3	6
	0,8–0,5	9	9	3	6
Analiza minerałów ciężkich	0,25–0,1	9	26	7	18

Tabela 2. Środowiska depozycyjne stanowisk badawczych polskiej części lobu Odry oraz Pojezierza Drawskiego (*kursywą*)Table 2. Depositional environments of the Polish part of the Odra Lobe and the Drawskie Lakeland research sites (*ursive*)

Środowisko depozycyjne <i>depositional environment</i>	Stanowisko <i>site</i>	Środowisko depozycyjne <i>depositional environment</i>	Stanowisko <i>site</i>
 dystalna strefa sandru <i>outwash distal part</i>	Chrapowo Kłępicz Storkowo Ińskie Strzelczyn Żółwino  <i>Mielenko Drawskie</i>	 proksymalna strefa sandru <i>outwash proximal part</i>	Golice Storkowo Ińskie  <i>Chlebowo</i>
 kem <i>kame</i>	Pławno Rajsko Trzczańskie Zdrój	 glina lodowcowa zaplecza <i>hinterland till</i>	Nawodna  <i>Osiek Drawski</i>

mechanicznej KRYGOWSKIEGO (1964). Wydzielono trzy typy ziarn:  $\alpha$  – bez obróbki, skrajnie graniaste, staczające się przy nachyleniu płytki graniformometru powyżej  $16^\circ$ ,  $\beta$  – pośrednie,  $8-16^\circ$ ,  $\gamma$  – o dobrym i bardzo dobrym stopniu obróbki, staczające się poniżej  $8^\circ$ .

Ponadto ziarna kwarcu frakcji piaszczystej poddano analizie obtoczenia i zmatowienia powierzchni metodą CAILLEUX (1942), w modyfikacji GOŹDZIKA (1980) oraz MYCIELSKIEJ-DOWGIAŁŁO i WORONKO (1998). Badania przeprowadzono z zastosowaniem mikroskopu optycznego Stemi DV4 firmy Carl Zeiss. Wydzielono następujące grupy ziarn: NU – świeże, RM – okrągłe matowe, EM/RM – pośrednie matowe, EL – błyszczące, EM/EL – pośrednie błyszczące, C – pęknięte. Zwrócono uwagę na tę ostatnią grupę, która powstając prawdopodobnie w najbardziej proksymalnych częściach sandrów, wskazuje na funkcjonujące tam wysokenergetyczne warunki transportu (WORONKO 2001).

W celu określenia stopnia eolizacji osadów lodowcowych frakcji piaszczystej występujących w strefie glacialmarginalnej, na zapleczu i na przedpolu fazy pomorskiej północno-zachodniej Polski

określono zawartość procentową ziarn kwarcu w osadzie. Z uwagi na swoje własności (odporny na abrazję mechaniczną i lekki), kwarc podlega selektywnemu wzbogaceniu wraz z długością trwania procesów eolicznych. Zatem jego podwyższony udział procentowy wskazuje na eoliczną genezę osadu (MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO 2001; WORONKO 2001).

Analizę minerałów ciężkich przeprowadzono dla 60 próbek osadów frakcji 0,25–0,1 mm. Z próbki minerałów ciężkich o ciężarze właściwym powyżej  $2,88 \text{ g/cm}^3$  wydzielono pięć grup: minerały nieprzezroczyste, minerały przezroczyste, węglany, faunę i glaukonit. Z kolei szczegółową analizę składu minerałów ciężkich wykonano dla grupy minerałów przezroczystych. Podstawowe znaczenie dla interpretacji genetycznej osadów ma różna odporność poszczególnych minerałów na wietrzenie chemiczne oraz abrazję mechaniczną. W efekcie działania tych procesów pierwsze z osadu niszczone i usuwane są minerały najmniej odporne. Rośnie natomiast udział minerałów o większej odporności na dany rodzaj wietrzenia. Z tego powodu oraz z uwagi na ewentualne rozpoznanie prawidłowości między zwiększo-

nym udziałem minerałów skał zmetamorfizowanych a torem wędrówki łądolodu, który egzarował wychodnie skał regionu gnejsowego południowo-zachodniej Szwecji (VINX 2002, GÓRSKA 2004e), przezroczyste minerały ciężkie podzielono na pięć grup (tab. 1). Skorzystano z sugestii metodycznych MYCIELSKIEJ-DOWGIAŁŁO (1980, 1995), RACINOWSKIEGO (1995), BARCZUKA i MYCIELSKIEJ-DOWGIAŁŁO (2001) oraz CHLEBOWSKIEGO i in. (2002). Dodatkowo w analizach porównawczych uwzględniono także udział glaukonitu (tab. 3, 6, 7, 8, 9) oraz węglanów (tab. 3, 6, 7, 8, 9).

## WYNIKI BADAŃ

Obróbka i zmatowienie powierzchni ziarn kwarcu frakcji piaszczystej oraz skład minerałów ciężkich odgrywają ważną rolę w interpretacji genetycznej i dynamicznej osadów czwartorzędowych (MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, WORONKO 2001). Pozwalają wnioskować na temat procesów, jakie oddziaływały oraz warunków, jakim podlegały te osady w okresie poprzedzającym depozycję, to jest w obszarach źródłowych oraz podczas transportu.

Tabela 3. Wydzielone grupy minerałów ciężkich w glinach lodowcowych i osadach wodnolodowcowych frakcji 0,25–0,1 mm, pochodzących ze strefy glaciomarginalnej i zaplecza fazy pomorskiej w polskiej części lobu Odry i na Pojezierzu Drawskim

Table 3. List of groups of the heavy minerals derived from 0,25–0,1 mm fraction of the till and the fluvio-glacial deposits originated in the glaciomarginal zone and the hinterland of the Pomeranian Phase in the Polish part of the Odra Lobe and in the Drawskie Lakeland

Grupa Group	Cechy minerałów Features of minerals	Rodzaj minerału ciężkiego Heavy mineral type	
Grupa I Group I	minerały najbardziej odporne na abrazję minerals most resistant to abrasion	TUR turmalin RUT rutil TOP topaz MON monacyt	CYR cyrkon TYT tytanit KOR korund
Grupa II Group II	minerały odporne na abrazję w mniejszym stopniu niż minerały grupy I minerals less resistant to abrasion than those from group I	EPI epidot	APA apatyt
Grupa III Group III	minerały skał zmetamorfizowanych metamorphic rocks minerals	DYS dysten AND andaluzyt GRA granaty	STA staurolit SYL sylymanit
Grupa IV Group IV	minerały mało odporne na procesy wietrzenia chemicznego minerals hardly resistant to chemical weathering processes	AMF amfibole	PIR pirokseny
Grupa V Group V	minerały podatne na wywiewanie lub transport w środowisku wodnym z uwagi na blaszkowy pokrój easy-blown-out-minerals or minerals prone to the transport in water environment owing to their bladed fabric	BIO biotyt	CHL chloryt
Grupa VI Group VI	minerał najmniej odporny na procesy wietrzenia fizycznego i chemicznego mineral least resistant to physical and chemical weathering processes	GLA glaukonit	

Analizy objęły materiał zróżnicowany litofacjalnie, pochodzący z różnych środowisk sedimentacyjnych, charakteryzujących strefę glacialną, począwszy od piasku drobnoziarnistego (część dystalna) po piasek żwirowy i żwir piaszczysty (część proksymalna). Badania przeprowadzono także w osadach lodowcowych zaplecza, to jest na próbkach osadów fluwioglacjalnych kemów i glin lodowcowych moreny dennej. Porównano cechy teksturalne osadów występujących w lobie Odry i osadów zdeponowanych na Pomorzu Środkowym podczas tego samego nansunięcia lądolodu skandynawskiego.

#### STOPIEŃ OBRÓBKI ZIARNA KWARCOWEGO

Niezależnie od litofacji, frakcji czy lokalizacji stanowiska badawczego w transekcie południkowym lub równoleżnikowym, w świetle analizy KRYGOWSKIEGO (1964) okazuje się, że najliczniejszym typem ziarn kwarcowych w badanych osadach są ziarna ( $\alpha$ ), które charakteryzują bardzo niewielki stopień obróbki, bądź też są one kanciaste. Średni udział procentowy tego typu ziarn waha się między 55% a 70% (tab. 4). Ten typ ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej jest charakterystyczny dla środowisk glacialnych, które są wzbogacone w ziarna pęknięte, bądź bez obróbki (np. WHALLEY, KRINSLEY 1974; MAHANEY 1990a, b). W środowisku tym ziarna nie zmieniają charakteru powierzchni, a wręcz podlegają konserwacji (GOŹDZIK, MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO 1982). Pęknięcie ziarn kwarcowych następuje również w wysokoenergetycznych wodach fluwioglacjalnych w proksymalnych częściach sandrów (WORONKO 2001).

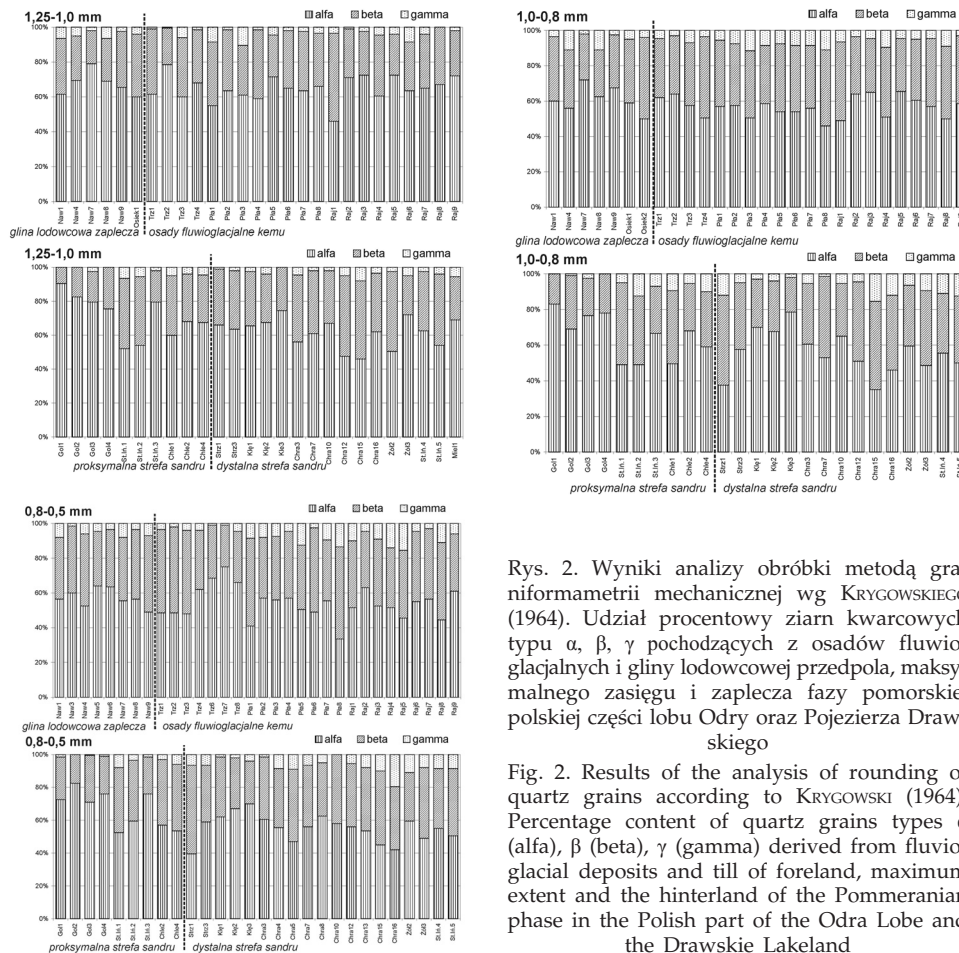
Średnio dwukrotnie mniej jest ziarn kwarcowych typu ( $\beta$ ) o pośredniej obróbce (30%-35%; tab. 4, rys. 2). Natomiast najmniej liczną grupę stanowią

ziarna o dobrej i bardzo dobrej obróbce ( $\gamma$ ), których średni udział procentowy w badanych osadach nie przekracza 6,8%. Niezależnie, czy ziarna kwarcowe pochodzą z osadów fluwioglacjalnych czy też gliny lodowcowej, zwraca uwagę wzrost liczebności klasy ziarn najlepiej obrobionych  $\gamma$  wraz z malejącą średnicą ziarna. Tę tendencję zauważa się również w przypadku ziarn kwarcowych ( $\beta$ ); jednak te zmiany zachodzą łagodniej. Tym samym, wraz ze spadkiem średnicy ziarn kwarcowych, maleje przeciętna liczba ziarn bez obróbki ( $\alpha$ ). Dowodzi to, że pękaniu ulegają ziarna o większej średnicy, natomiast drobniejsze frakcje podlegają konserwacji. Wnioski te potwierdzają tezy GOŹDZIK i MYCIELSKIEJ-DOWGIAŁŁO (1982) oraz WRIGHT (1995), którzy łączą spadek udziału grubszych ziarn kwarcowych z efektem kruszenia, jakiemu w środowisku glacialnym podlegają najsilniej większe ziarna kwarcowe.

Podobne relacje charakteryzują ziarna kwarcowe osadów lodowcowych fazy pomorskiej na terenie niemieckiej części lobu Odry, to jest w Uckermark oraz wzdłuż zasięgu tej fazy w Meklemburgii-Pomorzu Przednim (GÓRSKA 2005b).

Pomimo zróżnicowanej liczby próbek (tab. 1) oraz przy uwzględnieniu zaledwie trzech stanowisk z Pojezierza Drawskiego, w obrazie obróbki ziarna kwarcowego metodą KRYGOWSKIEGO (1964) rysują się pewne prawidłowości (tab. 4). Udział ziarn kwarcowych bez obróbki  $\alpha$  jest większy w glinie lodowcowej i osadach wodnolodowcowych lobu Odry aniżeli w osadach Pojezierza Drawskiego. Tendencja ta jest zachowana we wszystkich frakcjach. Jedynie ziarna kwarcu pochodzące z dystalnej części sandru fazy pomorskiej mają tendencję odwrotną. Przeciętny udział procentowy ziarn kwarcowych o pośredniej obróbce ( $\beta$ ) wzrasta w kierunku wschodnim, to znaczy, w osadach lodowcowych Pojezierza





Rys. 2. Wyniki analizy obróbki metodą graniformometrii mechanicznej wg KRYGOWSKIEGO (1964). Udział procentowy ziarn kwarcowych typu  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  pochodzących z osadów fluwioglacjalnych i gliny lodowcowej przedpola, maksymalnego zasięgu i zapleczca fazy pomorskiej polskiej części lobu Odry oraz Pojezierza Drawskiego

Fig. 2. Results of the analysis of rounding of quartz grains according to KRYGOWSKI (1964). Percentage content of quartz grains types  $\alpha$  (alfa),  $\beta$  (beta),  $\gamma$  (gamma) derived from fluvioglacial deposits and till of foreland, maximum extent and the hinterland of the Pommeranian phase in the Polish part of the Odra Lobe and the Drawskie Lakeland

Drawskiego występuje więcej ziarn tego typu niż w osadach lodowcowych lobu Odry. Grupa ziarn kwarcowych ( $\beta$ ) litofacji piaszczystej dystalnej części sandru tworzy prawidłowość odwrotną. Nie zauważa się natomiast żadnej wyraźnej tendencji zmiany średniego procentowego udziału ziarn kwarcowych o dobrej i bardzo dobrej obróbce ( $\gamma$ ) między osadami lodowcowymi lobu Odry a Pojezierza Drawskiego.

Z uwagi na wspomniane trudności z pozyskaniem statystycznie reprezentatywnej liczby ziarn kwarcu (tab. 1), rozproszenie zróżnicowania ich liczebności

można prześledzić jedynie wśród analizowanych osadów proksymalnej części sandru (tab. 4). Odchylenie standardowe, będące podstawową miarą rozproszenia liczebności, przyjmuje, niezależnie od typu obróbki względnie frakcji, każdorazowo wartości mniejsze dla ziarn kwarcowych osadów fluwioglacjalnych przyłodowej części strefy glacialmarginalnej Pojezierza Drawskiego w porównaniu z ziarnami kwarcowymi tej samej litofacji w polskiej części lobu Odry.

Udział ziarn kwarcowych typu ( $\alpha$ ) i ( $\beta$ ) osadów proksymalnej części sandru lobu Odry cechuje, równoległe do zmniejsz-

Tabela 4. Wyniki analizy obróbki metodą graniformometrii mechanicznej wg KRYGOWSKIEGO (1964). Udział procentowy ziarn kwarcowych typu  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  pochodzących z osadów fluwioglacjalnych i gliny lodowcowej przedpola, maksymalnego zasięgu i zaplecza fazy pomorskiej polskiej części łobu Odry  
 Table 4. Results of the quartz grains rounding analysis according to KRYGOWSKI (1964). Percentage of the quartz grains of  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  type originated in the fluvioglacial deposits and the till of the Pomeranian Phase foreland, maximum extent and hinterland in the Polish part of the Odra Lobe

Osady Deposits	Frakcja Fraction [mm]	Obszar Area	Parametr Parameter	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Gлина lodowcowa zaplecza Hinterland till	1,25–1,0	lob Odry	średnia [%] odch. stand.	68,9 6,5	26,6 5,5	4,5 2,2
		Poj. Draw.	liczba [szt.]	60,0	36,0	4,0
	1,0–0,8	lob Odry	średnia [%] odch. stand.	63,6 6,3	30,4 4,4	6,0 4,6
		Poj. Draw.	średnia [%] odch. stand.	54,5 6,4	41,0 7,1	4,5 0,7
	0,8–0,5	lob Odry	średnia [%] odch. stand.	57,2 5,2	37,6 4,3	5,3 2,4
Osady fluwioglacjalne kemu Kame deposits	1,25–1,0	lob Odry	średnia [%] odch. stand.	64,9 7,1	31,6 6,6	3,5 2,8
	1,0–0,8	lob Odry	średnia [%] odch. stand.	56,6 5,7	36,9 4,3	6,5 2,6
	0,8–0,5	lob Odry	średnia [%] odch. stand.	54,0 9,1	39,1 7,5	6,8 4,3
Osady fluwioglacjalne proksymalnej części sandru Deposits of an out-wash plain proximal part	1,25–1,0	lob Odry	średnia [%] odch. stand.	73,4 14,7	24,3 12,2	2,4 2,7
		Poj. Draw.	średnia [%] odch. stand.	65,2 4,5	30,3 4,0	4,5 0,5
	1,0–0,8	lob Odry	średnia [%] odch. stand.	67,3 13,7	28,7 10,4	4,0 4,6
		Poj. Draw.	średnia [%] odch. stand.	58,8 9,3	32,8 7,4	8,3 2,5
	0,8–0,5	lob Odry	średnia [%] odch. stand.	70,0 10,4	27,7 8,0	2,3 2,8
		Poj. Draw.	średnia [%] odch. stand.	55,3 2,5	40,3 0,4	4,5 2,1
Osady fluwioglacjalne dystalnej części sandru Deposits of an out- -wash plain distal part	1,25–1,0	lob Odry	średnia [%] odch. stand.	61,0 8,5	35,7 8,5	3,2 8,5
		Poj. Draw.	liczba [szt.]	69,0	25,5	5,5
	1,0–0,8	lob Odry	liczba [szt.] odch. stand.	55,7 11,8	37,0 8,8	7,3 4,4
		lob Odry	średnia [%] odch. stand.	55,1 8,1	38,0 6,3	6,8 4,4



szającej się średnicy ziarna, coraz mniejsze rozproszenie. Ziarna kwarcowe osadów Pojezierza Drawskiego nie wykazują podobnej prawidłowości.

Z przeprowadzonej analizy granifor-mametrycznej wg KRYGOWSKIEGO (1964) wynika, że zróżnicowane litofacjalnie osady strefy glacialmarginalnej i zaplecza fazy pomorskiej na terenie lobu Odry oraz na Pojezierzu Drawskim wykazują daleko idące podobieństwo w stopniu obróbki ziarna kwarcowego frakcji piaszczystej: ponad połowę (55,1–73,4%) przeciętnego procentowego udziału stanowią ziarna ( $\alpha$ ) bez obróbki, około 30% przypada na ziarna kwarcowe o pośredniej obróbce ( $\beta$ ). Najmniej liczną grupą (2,3–8,3%) są ziarna najlepiej obrobione ( $\gamma$ ). Pojawiające się różnice dotyczą niewielkich zmian procentowego udziału ziarn o różnym typie obróbki między osadami lodowcowymi lobu Odry a Pojezierza Drawskiego.

Wyniki przeprowadzonej analizy wskazują także, że obróbka ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej osadów lodowcowych części dystalnej i proksymalnej sandrów, zasięgu głównego oraz zaplecza fazy pomorskiej ostatniego zlodowacenia na obszarze lobu Odry oraz terenów przylegających, to jest Meklemburgii-Pomorza Przedniego i Pojezierza Drawskiego, nie wykazują żadnego wyraźnego zróżnicowania i charakteryzują się bardzo podobną obróbką (GÓRSKA 2005b).

#### ZMATOWIENIE I OBTOCZENIE POWIERZCHNI ZIARNA KWARCOWEGO

Większość ziarn kwarcowych przebadanych metodą KRYGOWSKIEGO (1964), została poddana analizie oceniającej stopień obtoczenia i zmatowienia powierzchni metodą CAILLEUX (1942) i z późniejszymi zmianami (GOŹDZIK 1980, MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, WORONKO 1998). Uzyskane wyniki pokazują, że niezależnie od litofacji

oraz miejsca poboru próbki, dominują dwie grupy ziarn: ziarna błyszczące o pośrednim stopniu obtoczenia (EM/EL) oraz błyszczące (EL) (tab. 5). Ziarna te nabyły wysoki stopień obtoczenia i wygładzoną powierzchnię w wysokoenergetycznym środowisku wodnym (MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, WORONKO 1998).

Ziarna błyszczące o pośrednim stopniu obtoczenia (EM/EL) stanowią ponad połowę wszystkich analizowanych ziarn i mieszczą się w granicach od 50,1% (głina lodowcowa zaplecza,  $\varnothing$  0,8–0,5 mm) do 68,7% (osady fluwioglacjalne kemu,  $\varnothing$  1,25–1,0 mm; tab. 5). Ziarn typu EL jest średnio o 30–40% mniej. Niezależnie od miejsca poboru próbki zauważa się spadek przeciętnej zawartości procentowej ziarn pośrednich błyszczących (EM/EL) wraz ze zmniejszającą się frakcją na korzyść ziarn błyszczących (EL). Ziarna błyszczące (EL) zwiększają swój procentowy udział nawet dwukrotnie we frakcji 0,8–0,5 mm w stosunku do frakcji 1,25–1,0 mm. Ta sama prawidłowość cechuje ziarna kwarcu frakcji piaszczystej osadów lodowcowych niemieckiej części lobu Odry oraz jego przedłużenia w Meklemburgii-Pomorzu Przednim (GÓRSKA 2005b). Podobnie liczebnie prezentują się dwie kolejne grupy ziarn kwarcowych przebadanych metodą CAILLEUX (1942) z późniejszymi zmianami (GOŹDZIK 1980, MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, WORONKO 1998); są to ziarna INNE oraz błyszczące pęknięte (EL/C). Ziarna ostatniej grupy, powstając między innymi w środowisku wód fluwioglacjalnych, wskazują na funkcjonujące tam wysokoenergetyczne warunki transportu (WORONKO 2001). Warto zwrócić tu uwagę, że udział innych ziarn pękniętych, to jest matowych pękniętych (RM/C), stanowi jedynie od 0,1% do 0,3% (tab. 5).

Również bardzo nieliczne są ziarna o genezie eolicznej (RM). Przeciętny średni udział procentowy ziarn pośred-

Tabela 5. Wyniki analizy zmatowienia i obtoczenia powierzchni ziarn kwarcowych metodą CAILLEUX (1942) z modyfikacjami GOŹDZIKA (1980) oraz MYCIELSKIEJ-DOWGIAŁŁO i WORONKO (1998). Udział procentowy grup ziarn kwarcowych pochodzących z osadów fluwiogłacialnych i gliny lodowcowej przedpola, maksymalnego zasięgu i zaplecza fazy pomorskiej polskiej części lobu Odry

Table 5. Results of the quartz grains surface fogging and rounding analysis according to CAILLEUX (1942) with some modification of GOŹDZIKA (1980) and MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO & WORONKO (1998). Percentage of the quartz grains groups originated in the Pomeranian Phase till and the fluvioglacial sediments of the foreland, maximum extent and the hinterland in the Polish part of the Odra Lobe

Osady Deposits	Frakcja Fraction [mm]	Parametr parameter	INNE	NU	RM/C	EL/C	EL	EM/EL	RM	EM/RM
Gлина lodowcowa zaplecza Till of a hinterland	1,25–1,0	średnia [%] odch. stand.	4,4 3,8	10,2 20,2	0,0 0,0	7,2 5,3	15,3 9,3	58,1 12,9	0,7 1,0	4,1 3,7
	1,0–0,8	średnia [%] odch. stand.	6,6 4,6	3,0 2,7	0,1 0,3	6,1 4,4	26,0 10,3	57 10,7	0,2 0,4	1,1 1,3
	0,8–0,5	średnia [%] odch. stand.	4,8 2,4	2,7 2,8	0,1 0,3	6,5 3,5	34,6 7,4	50,1 8,2	0,0 0,0	1,2 1,1
Osady fluwiogłacialne kemu Kame deposits	1,25–1,0	średnia [%] odch. stand.	9,7 10,9	0,8 1,5	0,0 0,0	6,9 6,2	10,6 11,3	68,7 16,3	0,1 0,4	3,2 5,6
	1,0–0,8	średnia [%] odch. stand.	8,9 10,3	3,4 4,2	0,0 0,0	8,1 4,3	17,7 11,2	61,6 16,3	0,0 0,0	0,4 0,8
	0,8–0,5	średnia [%] odch. stand.	5,0 1,0	3,9 5,1	0,0 0,0	5,3 2,4	22,9 7,8	62,1 7	0,2 0,5	0,6 0,6
Osady fluwiogłacialne proksymalnej części sandru Deposits of an out-wash plain proximal part	1,25–1,0	średnia [%] odch. stand.	7,8 7,4	2,7 2,6	0,0 0,0	9,4 2,1	11,3 8,6	65,4 8,7	0,0 0,0	3,4 5,0
	1,0–0,8	średnia [%] odch. stand.	9,0 5,7	3,1 1,0	0,0 0,0	8,6 1,4	14,1 16,8	64,2 13,3	0,0 0,0	1,0 1,7
	0,8–0,5	średnia [%] odch. stand.	7,9 3,6	4,4 2,9	0,0 0,0	6,0 1,3	17,9 13,5	63,1 8,0	0,0 0,0	0,7 0,6
Osady fluwiogłacialne dystalnej części sandru Deposits of an out-wash plain distal part	1,25–1,0	średnia [%] odch. stand.	10,7 5,8	4,3 5,3	0,0 0,0	7,5 3,0	10,1 5,3	66,2 9,1	0,2 0,4	1,1 1,2
	1,0–0,8	średnia [%] odch. stand.	8,2 3,4	4,5 5,2	0,0 0,0	6,7 2,7	19,1 7,3	59,9 3,5	0,4 0,6	1,3 0,8
	0,8–0,5	średnia [%] odch. stand.	7,2 4,1	7,3 6,6	0,0 0,0	6,5 1,5	21,5 7,1	56,4 6,8	0,0 0,0	1,1 1,8

nich matowych (EM/RM) nie przekracza 5%. Bardzo podobnie kształtuje się udział procentowy ziarn matowych w osadach lodowcowych Uckermark i Meklemburgii-Pomorzu Przednim (GÓRSKA 2005b). Dlatego nie wydaje się możliwe, aby w obszarach źródłowych frakcji piaszczystych badanych regionów funkcjonowały procesy eoliczne typowe dla środowiska peryglacialnego. Ziarno kwarcowe, narażone na kolizje podczas ruchu w saltacji, nabywa tam cech ziarna okrągłego matowego (MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, WORONKO 1988, 2004; WORONKO 2001).

Uwzględniając ocenę charakteru powierzchni oraz obtoczenia ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej osadów lodowcowych fazy pomorskiej w granicach lobu Odry oraz na terenach przyległych, to jest na Pojezierzu Drawskim i w Meklemburgii-Pomorzu Przednim, należy wykluczyć środowisko eoliczne jako źródło alimentacyjne tych osadów. Proporcje ilościowe między poszczególnymi typami obróbki oraz typami powierzchni ziarn kwarcowych pozostają niezmiennione pomimo objęcia analizami trzech różnych frakcji, pochodzących ze zróżnicowanych litofacji. Analiza wykazała, że podstawową grupą ziarn kwarcowych frakcji piaszczystych są ziarna błyszczące EL, które uzyskały swój obecny kształt, wysoki stopień obtoczenia i wygładzoną powierzchnię w wysokoenergetycznym środowisku wodnym (MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, WORONKO 1998). Mikrorzeźba ziarn błyszczących o pośrednim stopniu obtoczenia (EM/EL) oraz błyszczących pękniętych (EL/C) mogła powstać najprawdopodobniej w środowisku fluwioglacjalnym lub w lądolodzie. Większy przeciętny udział procentowy tych ostatnich (5,3%–9,4%) w porównaniu z odpowiadającymi im ziarnami kwarcowymi Uckermark i Meklemburgii-Pomorza Przedniego (3,4%–7,5%; patrz

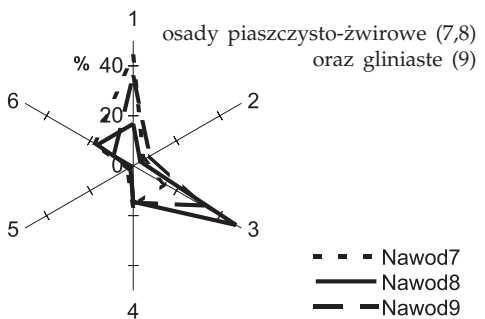
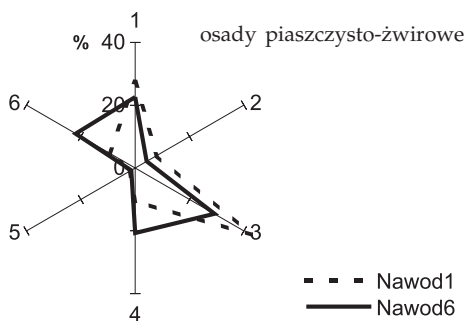
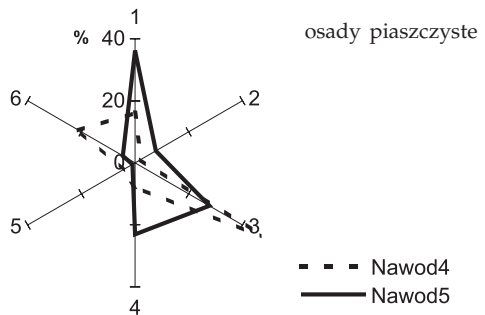
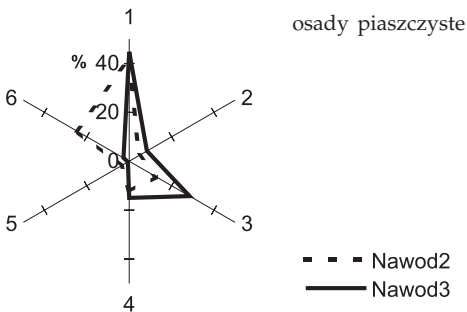
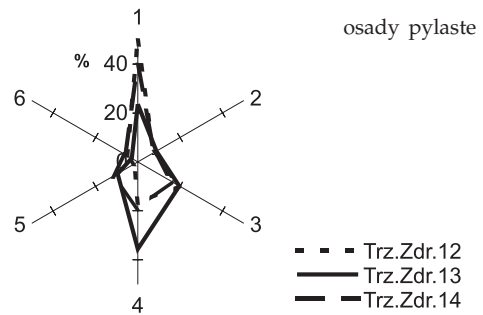
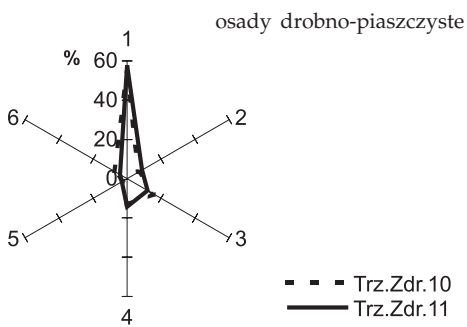
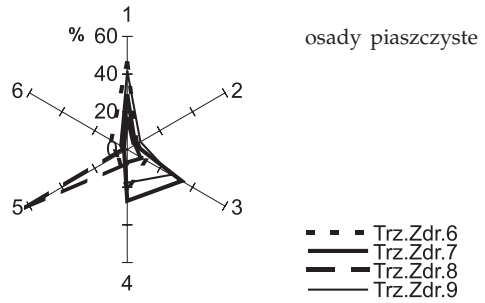
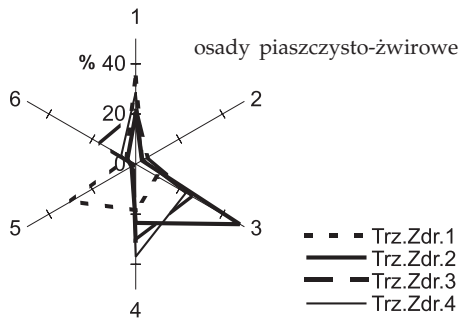
GÓRSKA 2005b) może sugerować, że abrazja podczas transportu w saltacji lub trakcji dennej w środowisku wysokoenergetycznym wodnym, być może plażowym (WORONKO 2001), odegrała większą rolę w środowisku źródłowym osadów lodowcowych lobu Odry i Pojezierza Drawskiego.

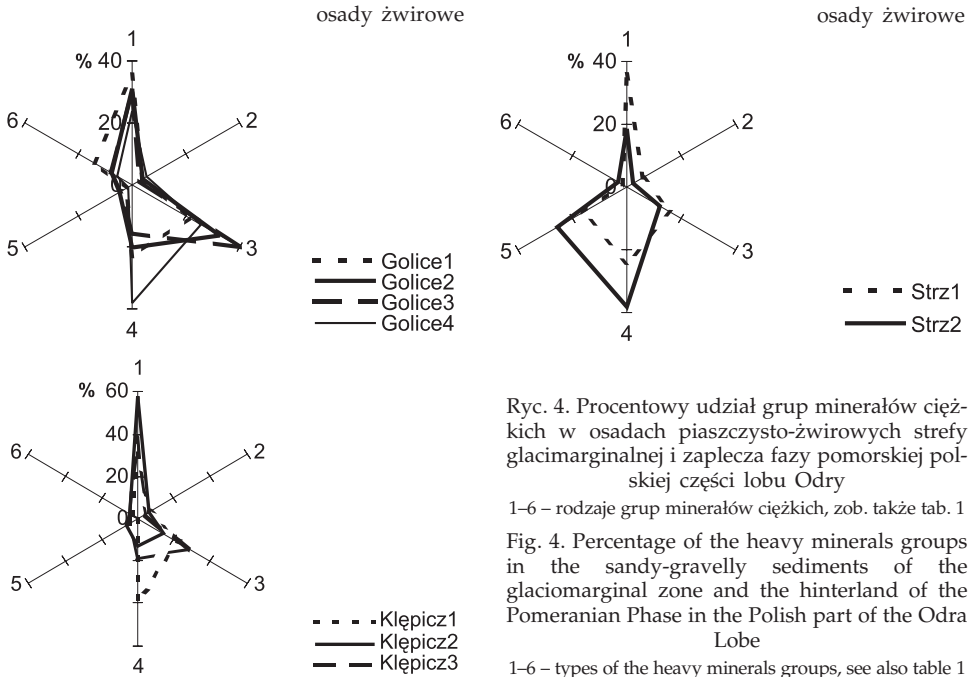
O niewielkim, czy wręcz całkowitym braku oddziaływania środowiska eolicznego na ziarna frakcji piaszczystej badanego obszaru, świadczy także niewielka, zaledwie 10% zawartość ziaren kwarcu w osadzie. Zdaniem MYCIELSKIEJ-DOWGIAŁŁO i WORONKO (2001) procentowy udział ziaren kwarcu w osadzie jest dobrym wskaźnikiem jego eolizacji. W związku z tym oraz na podstawie wcześniej podanych przesłanek, nie można wiązać genezy osadów lodowcowych fazy pomorskiej omawianego obszaru ze środowiskiem eolicznym.

W opracowaniu autorki znajdują się wyniki analiz teksturalnych przeprowadzonych na większej liczbie próbek osadów fazy pomorskiej z obszaru Pojezierza Drawskiego. Zestawienie wyników tych analiz oraz ich porównanie z podobnymi z obszaru lobu Odry czy Meklemburgii-Pomorza Przedniego z pewnością pogłębi wstępną orientację dotyczącą procesów oddziałujących w środowisku alimentacyjnym na drobne frakcje piaszczyste osadów lodowcowych. Od wyników tych analiz oczekuje się również potwierdzenia lub odrzucenia tezy o odrębności teksturalnej osadów lobu Odry od równowiekowych osadów pochodzących z terenów przyległych.

#### MINERAŁY CIĘŻKIE

Przeprowadzona dla 60 próbek frakcji 0,25-0,1 mm (rys. 3, 4, 5; tab. 6, 7, 8, 9) osadów lodowcowych polskiej części lobu Odry analiza minerałów ciężkich





Ryc. 4. Procentowy udział grup minerałów ciężkich w osadach piaszczysto-żwirowych strefy glaciomarginalnej i zaplecza fazy pomorskiej polskiej części lobu Odry

1-6 – rodzaje grup minerałów ciężkich, zob. także tab. 1

Fig. 4. Percentage of the heavy minerals groups in the sandy-gravelly sediments of the glaciomarginal zone and the hinterland of the Pomeranian Phase in the Polish part of the Odra Lobe

1-6 – types of the heavy minerals groups, see also table 1

wykazała, że najliczniej reprezentowane są granaty (GRA). W przypadku analizowania przeciętnego udziału procentowego minerałów ciężkich odrębnie dla badanych litofacji (tab. 2), granaty (GRA) ustępują miejsca turmalinom (TUR) w glinie lodowcowej zaplecza oraz w osadach fluwiogłacjalnych kemów. Nie jest to duża przewaga (tab. 6, 7, 8, 9), od 1 do 3%. Niezależnie od liczby próbek oraz średniego procentowego udziału granatów (GRA), ich ilościowe rozproszenie niewiele się zmienia, osiągając średnio wartość 11%.

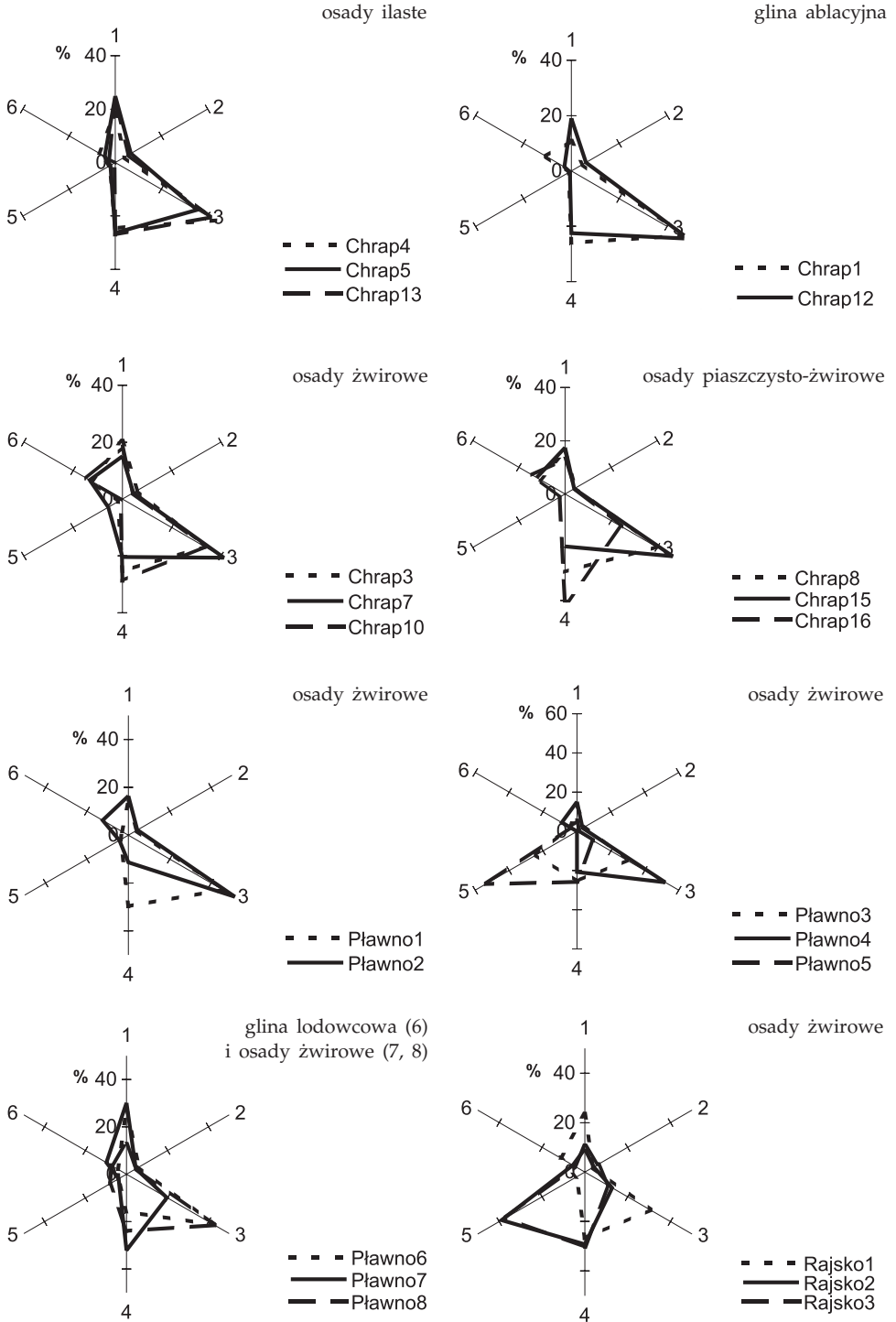
Minerały ciężkie skał zmetamorfizowanych (grupa III, tab. 3) występują w podwyższonej liczbie w próbkach osadów grubo-piaszczystych (np. rys. 3: Nawodna 7, 8, 9) oraz żwirowych (np. ryc. 4: Golice, Strzelcyn, Klępicz) przy równocześnie wysokim udziale minerałów ciężkich, najbardziej odpornych na abrazję (grupa I, tab. 3). Świadczy to o tym, że w środowisku wysokoenergetycznym, o dużej dynamice przepływu, mogły zachować się jedynie minerały ciężkie najbardziej odporne na zniszczenie. Minerały ciężkie z grupy I i III

Ryc. 3. Procentowy udział grup minerałów ciężkich w osadach piaszczysto-żwirowych strefy glaciomarginalnej i zaplecza fazy pomorskiej polskiej części lobu Odry

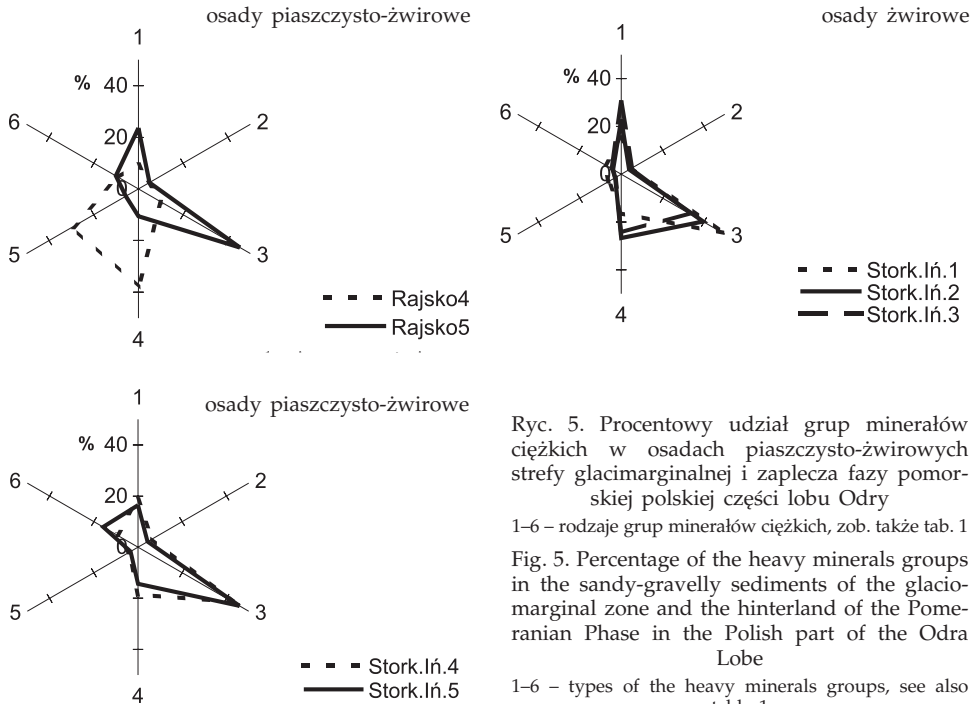
1-6 – rodzaje grup minerałów ciężkich, zob. także tab. 1

Fig. 3. Percentage of the heavy minerals groups in the sandy-gravelly sediments of the glaciomarginal zone and the hinterland of the Pomeranian Phase in the Polish part of the Odra Lobe

1-6 – types of the heavy minerals groups, see also table 1







Ryc. 5. Procentowy udział grup minerałów ciężkich w osadach piaszczysto-żwirowych strefy glacialmarginalnej i zaplecza fazy pomorskiej polskiej części lobu Odry

1-6 – rodzaje grup minerałów ciężkich, zob. także tab. 1

Fig. 5. Percentage of the heavy minerals groups in the sandy-gravelly sediments of the glacialmarginal zone and the hinterland of the Pomeranian Phase in the Polish part of the Odra Lobe

1-6 – types of the heavy minerals groups, see also table 1

charakteryzują się wg RACINOWSKIEGO (1995) wysokimi ekwiwalentami hydro- i aerodynamicznymi. Są to minerały najcięższe, które trudno wprowadzić w ruch i które najszybciej podlegają depozycji.

W IV grupie minerałów ciężkich (AMF, PIR), wydzielonej z uwagi na małą odporność na procesy wietrzenia chemicznego, wydzielono liczniejszą grupę amfiboli (AMF) i 2-4 razy mniej liczną grupę piroksenów (PIR; tab. 6, 7, 8, 9). Minerale te są podobnie odporne na procesy wietrzenia chemicznego; różnią się jednak stopniem odporności na abrazję mechaniczną; pirokseny (PIR) są bardziej odporne na niszczenie niż amfibole (AMF) (BARCZUK, MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO 2001). Duża liczba amfiboli (AMF) sugeruje, że analizowane osady nie powstawały przy udziale długotrwałych procesów eolicznych. Oddzia-

ływanie procesów eolicznych zapisuje się bowiem wyraźnym ubytkiem amfiboli (AMF) (BARCZUK, MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO 2001).

O tym, że alimentacja frakcji piaszczystej osadów lodowcowych omawianego obszaru nie mogła mieć miejsca w środowisku eolicznym przekonuje także bardzo niewielki, nieprzekraczający 3%, średni udział procentowy minerałów z grupy mik (rys. 3, 4, 5; tab. 6, 7, 8, 9). Biotyty (BIO) i chloryty (CHL) charakteryzują się niskimi ekwiwalentami hydro- i aerodynamicznymi (RACINOWSKI 1995), co oznacza, że są włączane do transportu eolicznego w pierwszej kolejności, a deponowane z pewnym opóźnieniem, na przykład osadzone na powierzchniach wodnych (BARCZUK, MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO 2001). Nieco większą (11%) zawartość minerałów z grupy mik zaobserwowano w osadach fluwiogla-

Tabela 6. Skład przezroczystych minerałów ciężkich, glaukonitu i węglanów (w %) glin lodowcowych i osadów wodnolodowcowych zaplecza polskiej części lobu Odry; piasek dr. – piasek drobny

Table 6. Composition of the transparent heavy minerals, glauconite and carbonates (in %) of the till and the fluvioglacial deposits of the hinterland of the Polish part of the Odra Lobe

Stanowisko i nr próbki	Osad	Grupa 1			Grupa 2			Grupa 3			Grupa 4		Grupa 5		Gr. 6		Inne					
		TUR	CYR	RUT	TYT	TOP	KOR	EPI	APA	DYS	STA	AND	SYL	GRA	AMF	PIR	BIO	CHLO	GLAU	WĘGL	INN	NZW
Nawodna 1	żwir	10,1	0,6	1,5	0,2	0,0	-	3,2	0,4	0,0	1,9	1,1	0,2	16,0	3,6	1,1	1,0	0,0	4,3	17,9	-	0,8
Nawodna 2	piasek dr.	13,4	0,2	0,1	0,1	0,0	-	0,8	0,8	1,0	0,2	0,9	0,4	1,8	2,8	1,3	1,2	0,0	8,4	17,5	0,1	0,4
Nawodna 3	piasek	23,9	0,8	2,1	0,6	0,8	-	5,1	0,2	0,8	1,7	2,4	0,8	12,2	6,6	2,8	0,2	0,2	1,7	7,3	0,8	-
Nawodna 4	piasek dr.	4,4	0,1	1,4	0,1	0,0	-	0,8	0,0	0,7	1,1	0,5	0,1	15,6	1,5	1,4	1,6	0,0	7,8	13,2	0,4	0,7
Nawodna 5	piasek	18,5	2,1	1,3	0,2	0,2	-	3,8	0,9	1,7	1,7	1,3	0,4	11,9	9,4	4,7	0,6	0,0	2,8	10,3	0,8	-
Nawodna 6	piasek	6,2	0,7	0,7	0,5	0,2	-	1,0	0,5	0,7	1,5	0,5	1,4	6,5	7,1	0,5	0,3	0,2	8,0	24,5	0,3	0,2
Nawodna 7	piasek, żwir	18,0	0,8	1,4	0,0	0,0	-	1,9	0,3	0,3	0,8	0,2	0,3	4,9	4,9	2,5	1,2	0,2	8,3	22,9	-	0,5
Nawodna 8	piasek, żwir	3,5	0,0	1,4	0,1	0,0	-	0,8	0,1	0,0	1,0	1,3	0,3	11,7	3,2	1,1	0,4	0,0	5,0	7,2	0,4	0,1
Nawodna 9	glina	11,4	0,5	0,6	0,3	0,0	-	2,8	0,0	0,5	1,0	0,8	0,7	8,3	3,6	1,7	0,4	0,0	3,3	17,1	0,1	0,4
	Suma	109,4	5,7	10,4	2,1	1,1	-	20,2	3,3	5,6	11,0	9,1	4,6	89,1	42,8	17,3	6,9	0,5	49,4	138,0	2,9	3,0
	Średnia	12,2	0,6	1,2	0,2	0,1	-	2,2	0,4	0,6	1,2	1,0	0,5	9,9	4,8	1,9	0,8	0,1	5,5	15,3	0,3	0,3
	Odch. stand.	7,0	0,6	0,6	0,2	0,2	-	1,6	0,3	0,5	0,5	0,7	0,4	4,8	2,5	1,3	0,5	0,1	2,7	6,3	0,3	0,2

Tabela 7. Skład przezroczystych minerałów ciężkich, glaukonitu i węglanów (w %) glin lodowcowych i osadów wodnolodowcowych zapleczu polskiej części łobu Odry; p. – piasek, piasek dr. – piasek drobny, żw. – żwir, żw. gr. – żwir gruboziarnisty

Table 7. Composition of the transparent heavy minerals, glauconite and carbonates (in %) of the till and the fluvio-glacial deposits of the hinterland of the Polish part of the Odra Lobe

Stanowisko i nr próbki	Osad	Grupa 1				Grupa 2				Grupa 3				Grupa 4		Grupa 5		Gr. 6		Inne		
		TUR	CYR	RUT	TYT	TOP	KOR	EPI	APA	DYS	STA	AND	SYL	GRA	AMF	PIR	BIO	CHLO	GLAU	WĘGL	INN	NZW
Trzczińsko 1	piasek, żwir	10,7	0,2	0,2	0,2	0,2	-	1,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,4	1,8	4,6	1,6	9,7	0,2	1,5	9,2	-	0,4
Trzczińsko 2	piasek	6,5	1,0	0,2	0,4	0,0	-	1,2	0,0	1,0	1,5	0,6	0,4	15,7	7,5	1,9	0,8	0,0	1,5	18,8	-	-
Trzczińsko 3	piasek, żwir	7,4	0,1	0,3	0,1	0,1	-	2,0	0,1	0,0	1,6	0,7	0,1	7,2	10,1	1,6	0,4	0,0	6,2	16,2	-	0,3
Trzczińsko 4	piasek, żwir	14,9	0,1	1,2	0,3	0,4	-	1,4	0,4	0,4	1,6	1,4	0,4	9,7	5,5	16,3	0,9	0,0	4,0	20,4	0,3	0,4
Trzczińsko 6	piasek	14,4	0,4	0,9	0,1	0,1	-	1,5	0,6	0,7	0,4	1,1	0,1	1,8	5,1	2,0	1,8	0,4	3,5	28,4	-	0,2
Trzczińsko 7	piasek	9,1	0,9	0,5	0,6	0,1	-	1,6	0,3	0,6	0,6	1,5	0,1	10,0	8,3	2,1	0,8	0,0	1,3	23,3	0,4	0,3
Trzczińsko 8	piasek	5,9	1,1	0,6	0,9	0,2	-	1,4	0,9	0,0	0,6	1,7	0,0	2,4	1,7	2,1	21,2	12,0	1,1	13,7	0,2	-
Trzczińsko 9	piasek	16,7	2,6	1,8	0,0	0,3	-	2,6	1,5	0,6	0,9	1,8	0,5	10,0	6,6	2,5	0,8	0,0	2,2	10,8	0,8	0,3
Trzczińsko 10	piasek dr.	18,2	0,6	0,9	0,2	0,4	0,0	1,3	1,2	0,7	0,0	1,9	0,0	3,2	3,2	1,7	0,7	0,2	2,9	20,0	0,5	0,3
Trzczińsko 11	piasek dr.	20,1	0,9	0,7	0,3	0,1	0,0	2,0	1,4	0,9	0,4	0,5	0,1	2,6	2,3	3,2	1,1	0,1	1,6	24,7	0,8	0,4
Trzczińsko 12	pył	21,1	1,1	2,0	0,5	0,3	-	2,8	0,9	0,7	0,7	2,7	0,3	5,6	5,5	2,9	0,8	0,0	2,5	10,4	0,4	0,5
Trzczińsko 13	pył	6,0	0,9	0,1	0,3	0,3	-	2,1	0,8	0,6	0,4	1,7	0,3	3,3	10,0	1,5	2,4	0,7	0,9	28,9	0,2	0,1
Trzczińsko 14	pył, il	16,3	1,5	0,6	0,3	0,1	-	2,9	0,8	1,0	1,0	1,2	0,3	4,2	5,7	3,3	5,0	0,7	2,9	12,2	0,4	0,4
Pławno 1	żw., żw. gr.	2,7	0,9	0,8	0,1	0,0	-	0,9	0,4	0,4	0,9	0,5	0,1	12,8	8,1	1,5	1,2	0,0	1,0	7,8	-	0,4
Pławno 2	p., żw. gr.	4,6	2,0	0,5	0,2	0,0	-	1,4	0,5	1,2	0,9	0,4	0,1	20,5	3,4	1,7	1,9	0,0	5,6	13,4	0,2	0,6
Pławno 3	żw., żw. gr.	2,1	0,8	0,7	0,1	0,2	-	1,2	0,4	0,2	0,7	0,2	0,1	8,2	6,7	1,4	7,6	0,0	1,4	8,7	-	0,2
Pławno 4	żw.	7,4	0,0	0,6	0,0	0,0	-	1,6	0,2	0,6	1,3	0,6	0,3	25,0	10,6	0,5	0,0	0,0	4,8	14,2	-	0,5
Pławno 5	p., żw. gr.	3,0	0,0	0,4	0,0	0,0	-	0,7	0,2	0,4	0,7	0,7	0,0	3,9	14,8	0,7	32,3	0,0	2,5	14,5	-	0,9
Pławno 6	głina	10,6	1,5	1,3	0,6	0,1	-	2,3	0,9	2,8	1,3	0,6	0,4	17,1	7,0	1,2	2,0	0,0	2,2	13,2	0,1	0,3
Pławno 7	żw., żw. gr.	15,1	0,5	0,3	0,1	0,1	-	2,0	0,4	1,0	0,3	1,4	0,3	7,8	13,5	3,8	2,0	0,0	5,3	31,1	-	2,0
Pławno 8	żw., żw. gr.	3,2	2,4	0,8	0,0	0,1	-	2,3	0,1	1,0	0,9	0,5	0,3	18,8	10,1	1,9	4,1	0,0	3,7	15,1	-	0,9
Rajsko 1	żw.	7,0	1,3	0,9	0,1	0,1	-	1,1	0,4	1,6	0,9	0,7	0,1	8,9	8,2	2,6	1,5	0,0	4,6	20,6	0,2	0,4
Rajsko 2	żw.	3,2	0,5	0,5	0,0	0,1	-	1,2	0,7	0,0	0,5	0,5	0,1	4,7	9,5	3,6	17,1	0,4	2,5	14,3	0,2	0,9
Rajsko 3	żw.	4,1	1,5	0,5	0,0	0,2	-	2,0	1,7	0,5	0,7	1,0	0,0	4,4	16,6	1,4	21,8	0,0	2,8	12,4	0,2	1,4
Rajsko 4	p., żw.	1,9	0,3	0,5	0,0	0,1	-	0,9	0,3	0,1	1,0	0,2	0,0	1,6	6,0	5,0	8,5	0,0	2,6	5,2	-	0,8
Rajsko 5	p., żw.	6,0	2,5	0,9	0,2	0,2	-	1,5	0,5	0,5	2,0	0,9	0,4	14,9	2,6	1,7	2,4	0,0	4,2	26,8	0,1	0,4
	Suma	238,2	25,5	18,4	5,7	3,9	0,0	43,0	15,7	17,4	23,1	25,0	5,3	226,0	193,0	69,9	148,7	14,6	75,2	434,3	4,9	13,4
	Średnia	9,2	1,0	0,7	0,2	0,2	0,0	1,7	0,6	0,7	0,9	1,0	0,2	8,7	7,4	2,7	5,7	0,6	2,9	16,7	0,2	0,5
	Odch. stand.	6,0	0,8	0,5	0,2	0,1	-	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,2	6,5	3,8	3,0	8,3	2,3	1,5	7,1	0,2	0,4

Tabela 8. Skład przezroczystych minerałów ciężkich, glaukonitu i węglanów (w %) litofacji piaszczystych proksymalnej części sandru polskiej części łobu Odry; żw. – żwir, żw. gr. – żwir gruboziarnisty

Table 8. Composition of the transparent heavy minerals, glauconite and carbonates (in%) of the sandy deposits of the outwash proximal part of the Polish part of the Odra Lobe

Stanowisko i nr próbki	Osad	Grupa 1			Grupa 2			Grupa 3			Grupa 4		Grupa 5		Gr. 6		Inne					
		TUR	CYR	RUT	TYT	TOP	KOR	EPI	APA	DYS	STA	AND	SYL	GRA	AMF	PIR	BIO	CHLO	GLAU	WEGL	INN	NZW
Golice 1	żwir	10,9	0,3	0,3	0,3	0,0	-	1,0	0,3	0,3	0,4	0,4	0,0	5,9	6,9	0,7	0,7	0,0	4,7	21,5	0,3	0,6
Golice 2	żwir	6,5	0,8	0,4	0,0	0,0	-	0,4	0,6	0,4	0,4	0,2	0,0	7,1	3,6	1,3	1,1	0,0	1,9	8,3	0,4	1,0
Golice 3	żwir, żw. gr.	6,9	0,6	0,2	0,1	0,0	-	0,7	0,0	0,1	0,5	0,5	0,1	9,6	2,9	1,3	1,1	0,0	2,2	13,3	0,4	-
Golice 4	żwir, żw. gr.	5,1	0,9	0,9	0,3	0,1	-	1,2	0,4	0,2	0,4	0,7	0,4	6,1	10,3	1,3	0,4	0,0	1,7	21,8	0,3	-
Storkowo In. 1	żw., żw. gr.	4,7	0,7	1,0	0,1	0,2	-	1,6	0,8	0,8	1,1	0,6	0,6	18,3	5,6	1,6	2,7	0,0	3,5	11,7	-	0,9
Storkowo In. 2	żw., żw. gr.	10,6	1,0	1,0	0,4	0,3	-	1,9	0,4	1,3	2,3	0,9	0,0	18,4	11,2	4,2	1,7	0,0	2,3	8,5	0,1	0,4
Storkowo In. 3	żw., żw. gr.	14,3	1,2	1,2	0,3	0,2	-	1,7	1,4	1,6	1,9	1,9	0,0	13,5	10,1	3,9	1,6	0,0	2,7	15,4	-	0,9
	Suma	59,0	5,4	5,0	1,5	0,8	-	8,4	3,9	4,6	7,0	5,0	1,1	78,8	50,6	14,3	9,2	0,0	18,8	100,5	1,4	3,7
	Średnia	8,4	0,8	0,7	0,2	0,1	-	1,2	0,6	0,7	1,0	0,7	0,2	11,3	7,2	2,0	1,3	0,0	2,7	14,4	0,2	0,5
	Odch. stand.	3,6	0,3	0,4	0,1	0,1	-	0,5	0,4	0,6	0,8	0,5	0,2	5,5	3,4	1,4	0,7	0,0	1,0	5,6	0,1	0,3

Tabela 9. Skład przezroczystych minerałów ciężkich, glaukonitu i węglanów (w %) litofacji piaszczystych dystalnej części sandru polskiej części lobu Odry;  
p. – piasek, żw. – żwir, gw. gr. – żwir gruboziarnisty, gl. abl. – glina ablacynna

Table 9. Composition of the transparent heavy minerals, glauconite and carbonates (in%) of the sandy deposits of the outwash distal part of the Polish part of the Odra Lobe

Stanowisko i nr próbki	Osad	Grupa 1				Grupa 2				Grupa 3				Grupa 4			Grupa 5		Gr. 6		Inne	
		TUR	CYR	RUT	TYT	TOP	KOR	EPI	APA	DYS	STA	AND	SYL	GRA	AMF	PIR	BIO	CHLO	GLAU	WEGL	INN	NZW
Strzelczyn 1	żwir, piasek	9,5	0,6	0,3	0,3	0,0	-	1,3	0,4	0,0	0,4	0,7	0,4	3,2	6,4	0,7	4,8	0,0	0,5	22,1	0,4	1,8
Strzelczyn 3	żwir, p.	6,1	0,0	0,6	0,3	0,0	-	0,7	0,1	0,0	0,1	0,6	0,3	3,6	13,9	0,6	9,4	0,3	1,2	26,6	-	10,6
Kłęcz 1	żwir, gw. gr.	9,5	0,5	1,3	0,7	0,0	-	2,0	0,4	0,4	1,0	1,4	0,1	5,9	13,8	1,0	0,0	0,0	1,1	12,4	0,4	0,1
Kłęcz 2	żwir, gw. gr.	17,3	0,0	1,5	0,5	0,0	-	1,9	0,2	0,0	0,6	0,5	0,0	3,4	3,6	0,5	1,9	0,0	1,5	7,2	0,1	0,5
Kłęcz 3	żwir, gw. gr.	14,3	0,5	0,9	0,5	0,1	-	1,9	0,3	0,0	0,7	1,9	0,3	9,5	6,7	1,6	2,0	0,1	2,0	16,4	0,1	0,5
Chrapowo 1	gl. abl.	4,6	0,7	0,0	0,0	0,1	-	1,9	0,4	0,3	1,9	0,7	0,1	20,1	11,7	1,3	0,6	0,0	5,3	14,2	0,1	0,3
Chrapowo 3	żw.	7,1	1,2	0,7	0,2	0,4	-	2,6	0,3	1,4	1,6	1,0	0,5	11,0	10,1	1,7	0,9	0,0	5,9	18,5	0,3	-
Chrapowo 4	il	5,1	1,2	1,0	0,0	0,2	-	1,4	0,2	0,2	0,9	0,7	0,0	15,4	8,6	1,2	0,9	0,0	2,9	9,5	-	0,7
Chrapowo 5	il	11,1	2,0	1,4	0,4	0,4	-	3,0	1,1	1,8	1,1	1,4	0,5	16,8	13,4	2,7	1,3	0,0	2,8	15,7	0,2	0,7
Chrapowo 7	żw.	3,9	0,9	0,5	0,0	0,2	-	1,3	0,3	1,1	0,9	0,8	0,1	12,0	5,8	1,6	2,1	0,0	4,8	17,3	0,1	0,5
Chrapowo 8	p.	4,7	1,8	0,2	0,0	0,2	-	1,7	0,4	1,8	1,3	0,6	0,2	13,5	10,5	2,4	0,0	0,0	4,8	18,9	0,2	0,4
Chrapowo 10	żw.	7,3	0,6	0,5	0,2	0,1	-	1,5	0,5	1,0	1,2	0,6	0,2	12,9	5,3	8,3	0,3	0,0	6,9	21,2	0,1	0,1
Chrapowo 12	gl. abl.	6,4	3,8	0,5	0,0	0,2	-	2,3	1,1	1,8	1,5	0,7	0,0	23,8	9,3	3,4	0,3	0,0	1,7	16,6	0,3	0,5
Chrapowo 13	il	8,2	1,8	1,2	0,1	0,0	-	2,1	0,8	0,6	0,4	0,6	0,5	17,7	11,9	1,2	0,0	0,1	1,3	13,2	0,4	-
Chrapowo 15	p., żw.	5,8	1,7	0,9	0,1	0,2	-	1,7	0,2	0,7	1,0	1,0	0,5	20,3	9,0	0,9	0,0	0,0	6,2	19,7	0,1	-
Chrapowo 16	żw.	4,2	0,8	1,0	0,1	0,0	-	1,4	0,5	1,5	1,0	0,8	0,3	7,5	17,4	1,5	0,7	0,4	6,5	17,8	-	0,4
Storkowo	p., żw.	4,6	2,8	1,1	0,1	0,2	-	2,2	0,8	1,3	0,9	0,6	0,2	16,9	6,9	1,7	1,8	0,0	4,4	12,2	-	0,8
It. 4																						
Storkowo	p., żw.	4,1	2,0	0,5	0,1	0,1	-	1,4	0,4	1,5	1,1	0,3	0,1	16,0	4,5	1,4	1,4	0,0	6,5	21,3	-	0,5
It. 5																						
	Suma	59,0	5,4	5,0	1,5	0,8	-	8,4	3,9	4,6	7,0	5,0	1,1	78,8	50,6	14,3	9,2	0,0	18,8	100,5	1,4	3,7
	Średnia	8,4	0,8	0,7	0,2	0,1	-	1,2	0,6	0,7	1,0	0,7	0,2	11,3	7,2	2,0	1,3	0,0	2,7	14,4	0,2	0,5
	Odch. stand.	3,6	0,3	0,4	0,1	0,1	-	0,5	0,4	0,6	0,8	0,5	0,2	5,5	3,4	1,4	0,7	0,0	1,0	5,6	0,1	0,3

cialnych kemu (np. Trzczańskie Źródło, próbki 12, 13, 14 oraz pojedyncze próbki 1 i 8), które deponowane były w zastoiach i przetainach między bryłami martwego lodu. W osadach korytowych, jakie budują strefy rzek roztokowych proksymalnej i dystalnej części sandru, minerały blaszkowe nie miały szans na depozycję i przetrwanie.

W osadach lodowcowych polskiej części lobu Odry odnotowano większy (15–17%, tab. 6, 7, 8, 9), w porównaniu z odpowiadającymi im osadami występującymi na zachód od Odry, średni procentowy udział węglanów (11–13%, GÓRSKA 2005b). Wyższy jest także udział glaukonitu (GLA). W osadach fluwio-glacialnych lobu Odry zanotowano 3-procentowy udział tego minerału, a w glinie lodowcowej – 7-procentowy. W Uckermark i Meklemburgii-Pomorzu Przednim udział jest mniejszy, nieco powyżej 2%, niezależnie od litofacji (GÓRSKA 2005b). Zarówno węglany, jak i glaukonit (GLA) pochodzą z wychodni skał podłoża Bałtyku. Należy więc sądzić, że nasuwający się na omawiany obszar badań łądolód skandynawski przemieszczał się głównie rynną Bałtyku, zdzierając i inkorporując w obręb masy lodu skały osadowe podłoża. Z niższej (w porównaniu z osadami lodowcowymi fazy pomorskiej północno-wschodnich Niemiec) zawartości procentowej minerałów ciężkich, typowych dla skał krystalicznych (minerały ciężkie grupy I, II i III; tab. 6, 7, 8, 9), wnioskować można o mniejszej roli egzaracji lodowcowej wychodni skał magmowych i metamorficznych leżących na tarczy bałtyckiej (GÓRSKA 2004e). Minerały tych skał mogły zostać także inkorporowane przez łądolód skandynawski na drodze kontaminacji osadów pochodzących z poprzednich nasunięć łądolodu lub z aluwii prarzek, odłożonych na drodze wędrówki łądolodu.

## PODSUMOWANIE

Osady lodowcowe fazy pomorskiej badane w obrębie polskiej części lobu Odry oraz wstępnie na Pojezierzu Drawskim (rys. 1, tab. 1) charakteryzują się dużą homogenicznością w świetle analiz stopnia obróbki i obtoczenia ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej. Również analiza minerałów ciężkich wykazała, że badane osady cechuje duże podobieństwo.

Wszystkie przeprowadzone analizy wykluczają działalność intensywnych procesów eolicznych zarówno przed nasunięciem łądolodu wisły podczas fazy pomorskiej, jak również na przedpolu strefy czołowomorenowej. Zaledwie 8% udział ziarn o dobrej i bardzo dobrej obróbce ( $\gamma$ ) i nieprzekraczający 4% udział ziarn matowych o pośrednim stopniu obtoczenia (EM/RM) przy śladowych ilościach ziarn typowo eolicznych (RM okrągłych matowych) potwierdzają tezę, że osady lodowcowe fazy pomorskiej w przyjętych granicach nie podlegały oddziaływaniom procesów eolicznych. Swój obecny kształt, wysoki stopień obtoczenia i wygładzoną powierzchnię ziarna kwarcowe uzyskały w wysokoenergetycznym środowisku wodnym (MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, WORONKO 1998). Przypuszcza się, że warunki takie mogły istnieć w strefie plażowej w trzeciorzędzie. Wychodnie skał trzeciorzędowych, występując w południowym Bałtyku (GÓRSKA 2004 e), narażone były na silną erozję glacialną podczas kolejnych nasunięć łądolodu skandynawskiego na obszar północno-zachodniej Polski.

Analiza zmatowienia i obtoczenia powierzchni ziarn kwarcowych metodą CAILLEUX (1942) w modyfikacji GOŹDZIKA (1980) oraz MYCIELSKIEJ-DOWGIAŁŁO i WORONKO (1998), analiza obróbki ziarna kwarcowego metodą KRYGOWSKIEGO (1964) oraz minerałów ciężkich wykazała po-



nadto małe zróżnicowanie osadów lodowcowych fazy pomorskiej zarówno w transekcie południkowym, jak i równoleżnikowym, to jest wzdłuż strefy glacialmarginalnej, począwszy od zachodniej Meklemburgii przez Pomorze Przednie, północno-wschodnią Brandenburgię, czyli Uckermark po stronie niemieckiej oraz przez Pojezierze Myśliborskie aż po Pojezierze Drawskie na Pomorzu Środkowym w Polsce. Wszystkie prawidłowości zmian ilościowych przeciętnych procentowych udziałów typów powierzchni i typów obróbki ziarn kwarcowych są w badanych osadach zachowane. Niewielkie różnice wiążą się jedynie z zawartością minerałów ciężkich. Podczas gdy osady lodowcowe niemieckiej części fazy pomorskiej wykazują większą udział amfiboli (AMF), tak równoleżnikowe osady lodowcowe w Polsce cechuje większy udział minerałów skał osadowych pochodzących z wychodni występujących w dnie Bałtyku. Różnicę w przeciętnym udziale procentowym minerałów ciężkich obserwuje się także między osadami lodowcowymi polskiej części lobu Odry a Pojezierza Drawskiego. Liczba turmalinów (TUR) i granatów (GRA) rośnie, a węglanów maleje w kierunku wschodnim.

Wykazane różnice wybranych cech teksturalnych osadów lodowcowych fazy pomorskiej są jednak zbyt mało znaczące, by na ich podstawie przesądzać o odmienności osadów lobu Odry i obszarów przyległych. Być może cechy petrograficzne frakcji żwirów średnio- i gruboziarnistych okażą się na tyle czułe, że potwierdzą zindywidualizowany charakter strumienia lodowego, który wysunął się 75 km na południe od głównego przebiegu fazy pomorskiej (rys. 1) i odłożył wyraźną w morfologii strefę glacialmarginalną.

Badania terenowe i laboratoryjne finansowane były z badań własnych UAM

oraz z grantu KBN 6P04E 015 21. Dziękuję Mgr M. Malinowskiej-Limanówce (UAM) za przeprowadzenie analizy graniformametrycznej metodą KRYGOWSKIEGO (1964), Dr. K. Radliczowi (Państwowy Instytut Geologiczny) za wykonanie analizy minerałów ciężkich oraz Mgr M. Gościńskiej za realizację analizy obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziarn kwarcowych metodą CAILLEUX (1942, z modyfikacjami GOŹDZIKA [1980] oraz MYCIELSKIEJ-DOWGIAŁŁO i WORONKO [1998]) oraz wykonanie rys. 1. Dr B. Woronko (Uniwersytet Warszawski) dziękuję za wiele cennych uwag i komentarzy, które, jeśli właściwie z nich skorzystałam, nie pozostały bez wpływu na jakość tekstu.

#### LITERATURA

- BARCZUK A., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., 2001: Znaczenie składu mineralnego osadów dla rozpoznania obecności procesów eolicznych. [W:] E. Mycielska-Dowgiałło (red.), Eolizacja osadów jako wskaźnik stratygraficzny czwartorzęd. *Prac. Sedymentol. WGiSR UW*, s. 39–42.
- CAILLEUX A., 1942: Les action eoliennes periglaciaires en Europe. *Min. Soc. Géol. France*, s. 41.
- CHLEBOWSKI R., GOZIK P.F., LINDNER L., 2002: Graficzna prezentacja składu minerałów ciężkich lessów na wybranych przykładach z obszaru Polski i Ukrainy. *Prz. Geol.* 50(6), s. 526–531.
- GOŹDZIK J., 1980: Zastosowanie morfometrii i graniformametrii do badań osadów w kopalni węgla brunatnego Bełchatów. *Studia Region. IV (IX)*. PWN, Warszawa–Łódź, s. 101–114.
- GOŹDZIK J., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., 1982: Badania wpływu niektórych procesów geologicznych na przekształcenia powierzchni ziarn kwarcowych. *Prz. Geol.* 54 (3), s. 219–241.
- GÓRSKA M., 2002a: The petrography of glacial sediments in Uckermark and Soldin Lakeland. *DEUQUA 2002, Potsdam*, 26–31.08.02, *Terra Nostra*, s. 116–119.

- GÓRSKA M., 2002b: Petrografia osadów akumulacji lodowcowej Pojezierza Drawskiego. IX Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”, Plejstocen Pomorza Środkowego i strefa marginalna lobu Parsęty. Streszczenia referatów. Borne Sulinowo, 3-7.09.02, s. 23.
- GÓRSKA M., 2002c: Narzutniaki skandynawskie Pojezierza Myśliborskiego. VI Zjazd Geomorfologów Polskich „Środowiska Górskie – Ewolucja Rzeźby”, Jelenia Góra 11-14.09.02. Streszczenia referatów i posterów, s. 52-53.
- GÓRSKA M., 2002d: Petrografia osadów lodowcowych Uckermark, pn.-wsch. Brandenburgia. VI Zjazd Geomorfologów Polskich „Środowiska Górskie – Ewolucja Rzeźby”, Jelenia Góra 11-14.09.02. Streszczenia referatów i posterów, s. 50-51.
- GÓRSKA M., 2002e: Petrographie von uckermärkischen Geschieben. Geologische Brandenburgische Beiträge, Neubrandenburg, 3, s. 35-47.
- GÓRSKA M., 2002f: Petrografia osadów akumulacji lodowcowej i wodnolodowcowej Pojezierza Drawskiego. Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach., Poznań, Seria A 53, s. 29-42.
- GÓRSKA M., 2003a: Nowe znalezisko porfiru rombowego z Oslo na terenie północno-zachodniej Polski. Prz. Geol., Warszawa, 51 (7), s. 580-585.
- GÓRSKA M., 2003b: Nowe znaleziska porfiru rombowego z Oslo na terenie północno-zachodniej Polski. Streszczenia referatów i posterów IV Seminarium Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych, Poznań, 13-14.10.2003, s. 11-12.
- GÓRSKA M., 2003c: Narzutniaki skandynawskie Pojezierza Myśliborskiego. Streszczenia referatów i posterów IV Seminarium Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych, Poznań, 13-14.10.2003, s. 12-14.
- GÓRSKA M., 2003d: Analiza petrograficzna narzutniaków skandynawskich. [W:] M. HARASIMIUK, S. TERPIŁOWSKI (red.), Analizy sedymentologiczne osadów glacygeniczných. Wyd. UMCS, Lublin, s. 23-31.
- GÓRSKA M., 2003e: Petrography of glacial sediments in Uckermark, NE Brandenburg – a preliminary study. Landform Analysis 4, s. 39-48.
- GÓRSKA M., 2004a: Narzutniaki skandynawskie w osadach lodowcowych Niżu Polskiego. Konferencja „Stan i przemiany środowiska przyrodniczego Wielkopolskiego Parku Narodowego”. Jezioro, 7.05.2004, s. 141-142.
- GÓRSKA M., 2004b: Petrography of glacial sediments in Pojezierze Myśliborskie (Myśliborskie Seenplatte). 71. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Norddeutscher Geologen, 1-4.06.2004, Frankfurt/Oder, s. 63.
- GÓRSKA M., 2004c: Narzutniaki porfiru rombowego z Oslo na Wolinie. Wyd. Nauk UAM, Geografia 68, s. 103-115.
- GÓRSKA M., 2004d (w druku): Narzutniaki skandynawskie – metodyka i interpretacja. [W:] E. MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, J. RUTKOWSKI: Badanie cech teksturalnych osadów czwartorzędowych i wybrane metody oznaczania ich wieku. Wyd. Szkoła Wyższa Przymierza Rodzin.
- GÓRSKA M., 2004e (w druku): Obszary macierzyste skandynawskich eratyków przewodnich i wskaźnikowych osadów polodowcowych Polski Północnej. Geologos, UAM, Poznań.
- GÓRSKA M., 2005: Sediments of the Odra Lobe in the light of selected textural and mineral analyses. Quaestiones Geographicae 24, s. 29-49, Poznań.
- GÓRSKA M., 2006a: Wybrane cechy teksturalne glin lodowcowych i osadów wodnolodowcowych fazy pomorskiej północno-wschodnich Niemiec. Przegl. Geograf. 78 (1), s. 69-89.
- GÓRSKA M., 2006b: Textur und Schwerminerale der Geschiebemergel und der fluvioglazialen Sedimente des Pommerschen Stadiums des Weichselian im nordöstlichen Deutschland. [Summary: Texture and the heavy minerals of the till and the fluvioglacial deposits of the Vistulian Pomeranian Phase in the north-eastern Germany]. Zeitschrift für Geomorphologie 50 (3), s. 321-345, Berlin-Stuttgart.
- GÓRSKA M., 2006c: Geschiebezählungen in der Uckermark (Pommersches Stadium) [Indicator erratic countings in the Uckermark (Pomeranian Stage, Weichselian), Northeast Germany]. Archiv für Geschiebekunde [Festband Gerd Lüttig] 5 (1-5), s. 197-210, Hamburg/Greifswald.
- GÓRSKA M., 2006d: Lob Odry – morfologia a tekstura osadów. Konferencja PIG, Piaszczyste Osady międzymorenowe na Niżu Polskim jako źródło informacji o środowiskach depozycji i paleogeografii, 23-24.11. 2006. Streszczenia referatów i posterów, s. 13-14.

- GÓRSKA M., 2006e (w druku) Warunki sedymentacji osadów w strefie glaciomarginalnej i na zapleczu fazy pomorskiej vistulianu północno-wschodnich Niemiec. *Czasopismo Geograficzne*.
- GÓRSKA M., 2006f (w przyg.): Conditions of deposits sedimentation in the glaciomarginal zone and in the hinterland of the Vistulian Pomeranian Phase of north-eastern Germany. *Geological Quaterly*.
- GÓRSKA M., DOBRACKI R., PIOTROWSKI A., 2003: Konferencja DEUQUA – Poczdam, Niemcy, 26-28.08.2002. *Prz. Geol., Warszawa* 51 (4), s. 289–291.
- GÓRSKA M., PIOTROWSKI A., DOBRACKI R., 2002: Soldin Seenplatte – geology, lithostratigraphy and petrography of glacial deposits. DEUQUA 2002, *Exkursionsführer*, s. 104–123.
- GÓRSKA M., ZABIELSKI R.: Petrographic characteristic of fluvioglacial deposits of the Odra lobe, Poland: a statistical analysis. [Charakterystyka petrograficzna osadów wodnolodowcowych lobu Odry w świetle analizy statystycznej]. *Geological Quaterly* 50 (2), s. 239–246.
- HESEMANN J., 1931: Glazialdiluvium Dänemarks, Hollands und Norddeutschlands vom geschiebekundlichen Standpunkt aus. *Geol. Rundschau. Zeitscht. f. allgem. Geol.* 22, s. 145–155.
- HESEMANN J., 1935: Neue Ergebnisse der Geschiefbeforschung im norddeutschen Diluvium (kristalline Geschiebe). *Geol. Rundschau* 26, s. 186–198.
- HESEMANN J., 1936: Zur Petrographie einiger nordischer kristalliner Leitgeschiebe. *Abh. preuss. geol. Landesanst. NF* 173, s. 167.
- HESEMANN J., 1932: Zur Geschiebeführung und Geologie des Odergletschers. 1. Äussere, Rosenthaler und Velgaster Rاندlage. *Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst.* 53, s. 70–84.
- KARCZEWSKI A., 1968: Wpływ recesji lobu Odry na powstanie i rozwój sieci dolinnej Pojezierza Myśliborskiego i Niziny Szczecińskiej. *PTPN Pr. Kom. Geogr.-Geol.* 8 (3), s. 105.
- KARCZEWSKI A., 1969: Types and stages of deglaciation in areas of the Odra Lobe in Western Pomerania. *Geogr. Polonica* 17, s. 189–196.
- KARCZEWSKI A., 1994a: Morpho- and lithogenetic diversification of the Pomeranian Phase in western and central Pomerania. *Zeitschr. Geomorph. NF, Suppl. Band* 95, s. 35–48.
- KARCZEWSKI A., 1995a: Gravel pit in Storkowo near Ińsko-the Pomeranian phase outwash plain proximal edge. [W:] W. SCHIRMER (ed.), Vol. 1: Regional field trips. *Intern. Union for Quatern. Research, XIV Intern. Congress INQUA, Berlin* 3–10.08.1995, s. 227–228.
- KARCZEWSKI A., 1995b: Modele formowania się strefy marginalnej fazy pomorskiej na Pomorzu Zachodnim i Środkowym. *PTPN, Sprawozd. Wydz. Mat.-Przyr. Nr* 109 (1991–1994), cz. 1, s. 67–68.
- KARCZEWSKI A., 1996: Zróżnicowanie morfo- i litogenetyczne fazy pomorskiej na obszarze Pomorza Zachodniego i Środkowego. [W:] A. KOSTRZEWSKI (red.), *Geneza, Litologia i Stratygrafia Utworów Czwartorzędowych. Geografia* 57, s. 137–154, UAM, Poznań.
- KARCZEWSKI A., 2001: Marginalna krawędź sedymentacyjna fazy pomorskiej w Storkowie k. Ińska (Pomorze Zachodnie). [W:] A. KARCZEWSKI, Z. ZWOLIŃSKI (red.), *Funkcjonowanie geoeosystemów w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych. Monitoring, ochrona, edukacja. Stow. Geom. Polskich, Poznań*, s. 177–187.
- KARCZEWSKI A., 2002: The Pomeranian Phase marginal scarp of the outwash plain near Ińsko (west Pomerania). *Quaest. Geogr.* 22, s. 7–15.
- KEILHACK K., 1897: *Glaciale Hydrographie*. [W:] G. BERENDT, K. KEILHACK, H. SCHRÖDER, F. WAHNSCHAFFE (red.), *Neuere Forschungen auf dem Gebiete der Glacialgeologie in Norddeutschland erläutert an einigen Beispielen. Jb. Kgl. Preuss. Geol. Landesanst.* 18.
- KEILHACK K., 1898: Die Stillstandlagen des letzten Inlandeises und die hydrographische Entwicklung des pommerschen Küstengebietes. *Jb. Kgl. Preuss. Geol. Landesanst.* 19.
- KEILHACK K., 1904: Die grosse baltische Endmorane und das Thorn – Eberswalder Haupttal. Eine Antwort an 6 Mass. *Aschr. d. Deutsch. Geol. Gesel. Bd.* 56.
- KLIEWE H., KOZARSKI S., 1979: Zur Verknüpfung von Marginalzonen im Bereich des Oderlobus. *Acta Universitatis Nicolai Copernici, Geografia* 14 (46), s. 21–30.
- KOPCZYŃSKA-ŻANDARSKA K., 1970: Ukształtowanie i geneza powierzchni podłoża osadów czwartorzędu północno-zachodniego Pomorza. *Acta Geologica Polonica* 20 (3), s. 539–557.
- KOWALSKA A., 1960: Paleomorfologia powierzchni podplejstocenińskiej niżowej części dorzecza Odry. *Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN* 21, s. 75.
- KRYGOWSKI B., 1964: Graniformmetria mechaniczna. *Teoria, zastosowania. Pr. Kom. Geogr.-Geol. PTPN* 4.

- KURZAWA M., 1998: Objąsnienia do SMGP 1:50 000, ark. Banie (305). CAG.
- KURZAWA M., 1999: O zróżnicowaniu pokrywy plejstocenijskiej nad wybranymi formami tektoniki salinarniej północno-zachodniej Polski. *Prz. Geol.* 47 (5), s. 489–498.
- KURZAWA M., 2001: Traces of vertical tectonic movements recorded in Pleistocene sediments in NW Poland. *Z. Geol. Wiss. Bd.* 29 (1/2), s. 75–82. Berlin.
- KURZAWA M., 2002: Neotectonic influences on Pleistocene complex and landscape of NW Poland. *DEUQUA-Tagung 2002, Terra Nostra 2002/6*, s. 185–189.
- LIEDTKE H., 1981: Die nordischen Vereisungen in Mitteleuropa. *Forschungen zur deutschen Landeskunde. Band 204*, s. 308.
- MAHANEY W.C., 1990a: Macrofabrics and quartz microstructures confirm glacial origin of Sunnybrook drift in the Lake Ontario basin. *Geology*, 18, s. 145–148.
- MAHANEY W.C., 1990b: Glacially-crushed quartz grains in late Quaternary deposits in the Virunga Mountains, Rwanda – indicators of wind transport from the north? *Boreas* 19, s. 81–89.
- MASŁOWSKA M., 1999: Charakterystyka litologiczna glin zwałowych rejonu północno-zachodniej Polski. *Prz. Geol.* 47 (10), s. 920–926.
- MASŁOWSKA M., MICHAŁOWSKA M., 1994: Badania litologiczno-petrograficzne osadów czwartorzędowych dla Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Dębno. Arch. OGM PIG, Sopot.
- MASŁOWSKA M., MICHAŁOWSKA M., 1995: Badania litologiczne osadów czwartorzędowych, ark. Trzcinański Zdrój. Sopot, Arch. PIG, Szczecin.
- MILTHERS V., 1909: Scandinavian Indicator Boulders in the Quaternary Deposits. *Danm. geolog. Unders.*, II R. 23, s. 1–153.
- MILTHERS V., 1913: Ledeblokke i de skandinaviske Nedisningers sydestlige Graensegne. *Medd. Dansk Geol. Foren.* 4(2), s. 115–182.
- MILTHERS V., 1937: Geschiebeuntersuchungen und Glazialstratigraphie. *Z. deutsch. geol. Ges.* 88, s. 115–120.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., 1980: Wstęp do sedymentologii (dla geografów). WSP Kielce, s. 178.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., 1995: Wybrane cechy teksturalne i ich wartość interpretacyjna. [W:] E. MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, J. RUTKOWSKI (red.), *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników.* WGiSR UW, Warszawa, s. 29–105.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., 2001: Teksturalne cechy osadów wskazujące na stopień ich eolizacji i pozycję stratygraficzną. [W:] E. MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO (red.), *Eolizacja osadów jako wskaźnik stratygraficzny czwartorzędu.* *Prac. Sedymentol. WGiSR UW*, s. 17–19.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., WORONKO B., 1998: Analiza obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej i jej wartość interpretacyjna. *Prz. Geol.* 46 (12), s. 1275–1281.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E., WORONKO B., 2004: The degree of aeolization of Quaternary deposits in Poland as a tool for stratigraphic interpretation. *Sedimentary Geology* 168, s. 149–163.
- PIOTROWSKI A., 1990a: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Cedynia. PIG, Warszawa.
- PIOTROWSKI A., 1990b: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Chojna. PIG, Warszawa.
- PIOTROWSKI A., 1991a: Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Cedynia. PIG, Warszawa.
- PIOTROWSKI A., 1991b: Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Chojna. PIG, Warszawa.
- PIOTROWSKI A., 1996: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50000, ark. Trzcinański Zdrój (345).
- PIOTROWSKI A., 1997: Rzeźba i budowa geologiczna okolic Trzcinańskiego Zdroju. *Posiedz. Nauk. PIG* 53, s. 174.
- RACINOWSKI R., 1995: Analiza minerałów ciężkich w badaniach osadów czwartorzędowych Polski. [W:] E. MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, J. RUTKOWSKI (red.), *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników.* WGiSR UW, Warszawa, s. 151–166.
- WHALLEY W.B., KRINSLEY D.H., 1974: A scanning electron microscope study of surface textures of quartz grains from glacial environments. *Sedimentology* 21, s. 87–105.
- WORONKO B., 2001: Znaczenie analizy obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej w interpretacji genetycznej osadów czwartorzędowych. [W:]

E. MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO (red.), Eolizacja osadów jako wskaźnik stratygraficzny czwartorzęd. *Prac. Sedymentol. WGiSR UW*, s. 33–38.

VINX R., 2002: Gesteine des Baltisches Schildes in Nordeutschland: Glazialgeschiebe an der Ostseeküste von Schleswig und NW-Mecklenburg. *Beih. Z. Eur. J. Mineral.* 14 (1), s. 219–242.

*Recenzent: prof. dr hab. Bolesław Nowaczyk*

*Maria Górska-Zabielska  
Instytut Paleogeografii i Geoekologii  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*

## DEPOSITS OF THE Odra LOBE IN THE LIGHT OF SOME TEXTURAL AND MINERALOGICAL ANALYSES

### Summary

The glacial sediments of the Pomeranian Phase studied within the Polish part of the Odra Lobe and initially in the Drawskie Lakeland (fig. 1, tab. 1) are characterized by great homogeneity in the light of the analyses of the treatment and rounding degree of sandy fraction quartz grains. The heavy minerals analysis also showed that examined sediments are highly similar.

All carried out analyses preclude the activity of the intensive aeolian processes both before the Vistulian ice-sheet advancement during the Pomeranian Phase and on the foreland of the frontal moraine zone. Only 8% share of grains with good and very good treatment ( $\gamma$ ) and not exceeding 4% share of the matt, intermediately rounded grains (EM/RM) with vestigial amounts of the typically aeolian grains (RM round matt) confirm the thesis that glacial deposits of the Pomeranian Phase within the established boundaries were not subjected to the aeolian processes effects. It was in the high-energy water environment that the quartz grains acquired their present shape, the high degree of rounding and the smoothed out surface (MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO, WORONKO 1998). It is presumed that such conditions could have been in the beach zone during the Tertiary period. The Tertiary rocks outcrops occurring in the southern Baltic (Górska 2004d), were open to the strong glacial erosion during the succeeding advancements of the Scandinavian ice-sheet on the north-western Poland area.

The quartz grains surface fogging and rounding analysis according to CAILLEUX (1942) with some modifications of GOŹDZIK (1980) as well as MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO and WORONKO (1998), the quartz grain treatment analysis according to KRYGOWSKI (1964) as well as the heavy minerals one proved moreover the little Pomeranian Pha-

se glacial deposits diversification both in the meridional and latitudinal transect i.e. along the glaciomarginal zone beginning from the western Mecklenburg through the Western Pomerania, north-eastern Brandenburg that is Uckermark at the German side as well as the Myśliborskie Lakeland all the way to the Drawskie Lakeland on the Central Pomerania in Poland. All the regularities in the quantitative changes of the average percentages of the quartz grains surfaces and their treatment types are preserved in the examined sediments. Not considerable differences are connected only with the heavy minerals content. The glacial deposits of the Pomeranian Phase German part display the bigger percentage of the amphiboles (AMF), while those at the same age in Poland are marked by the bigger percentage of the sedimentary rocks minerals originated in the rock-outcrops occurring in the Baltic bed. The difference in the average percentage of the heavy minerals is also observed between the glacial deposits of the Odra Lobe Polish part and the Drawskie Lakeland. The number of the tourmalines (TUR) and the garnets (GRA) increases and the number of the carbonates decreases in the eastern direction.

Proved differences among the selected textural features of the glacial deposits of the Pomeranian Phase are however of too little significance to judge on their basis about the sedimentary distinctness of the Odra Lobe and the adjacent areas. The petrographic features of the gravelly and stony fractions might turn out to be sensitive enough to confirm the individual character of the icy stream which advanced 75 km to the south from the main course of the Pomeranian Phase (fig. 1.) and deposited the morphologically distinct glaciomarginal zone.

