



Janina REPELEWSKA-PĘKAŁOWA
Kazimierz PĘKAŁA

Rzeźba peryglacialna rejonu Bellsundu (Spitsbergen) w aspekcie badań Wypraw Polarnych UMCS

WSTĘP

Rozwój rzeźby peryglacialnej to zagadnienie, któremu polscy badacze Spitsbergenu poświęcili wiele uwagi w ciągu całego, kilkudziesięcioletniego okresu eksploracji. Problematyka ta znalazła się również w programie interdyscyplinarnych badań środowiska przyrodniczego NW części Ziemi Wedela Jarlsberga na Spitsbergenie, realizowanych od 1986 roku w cyklu Wypraw Polarnych Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, w oparciu o stację zlokalizowaną w Calypsobyen w rejonie Bellsundu, na zachodnim wybrzeżu fiordu Recherche.

Badania geomorfologiczne prowadzone w latach 1986-2006 w ramach realizacji programu Wypraw Polarnych UMCS, zmierzały do oceny natężenia procesów morfogenetycznych i określenia tendencji rozwoju rzeźby w warunkach peryglacialnych, w nawiązaniu do dynamiki czynnej warstwy zmarzliny.

OBSZAR I METODY BADAŃ

Obiektem eksploracji było południowe obramowanie Bellsundu: od doliny Dunder po fiord Recherche i jego otoczenie. Obszar ten ma bardzo zróżnicowaną budowę geologiczną. Występują tu zarówno stare skały metamorficzne prekambryjskiej formacji Hecla Hoek, lokalnie skały intruzyjne, jak i paleogeńskie piaskowce i mułowce z wkładkami węgla, przykryte zmiennej miąższości warstwami utworów plejstoceniowych, wykształconych w postaci osadów morskich, lodowcowych, wodnolodowcowych, fluwialnych i koluwalnych (Flood i in. 1971, Landvik i in. 1988, 1992, Chlebowski 1989, Pękała Reder 1989, Szczęsny i in. 1989, Pękała, Repelewska-Pękałowa 1990, Dallmann i in. 1990, Salvigsen i in. 1991, Birkenmajer 2003, 2004). Jest to obszar górski wielkości około 300 km², o powierzchni szczytowej położonej na wysokości 650-850 m n.p.m., charakteryzujący się dużymi deniwelacjami terenu. Różna odporność skał, silne spękanie i skomplikowany układ, wpłynęły na rozwój rzeźby o cechach strukturalnych (Pękała 1987). Świadczą o tym granie, grzędy, progi i stopnie w obrębie grzbietów, mode-

lowanych przez procesy wietrzenia i ruchy grawitacyjne, obniżenia i doliny nawiązujące do wychodni skał miękkich oraz różnej rangi rozcięcia erozyjne i korazyjne w strefach zluźnień tektonicznych. W obrębie dolin i grzbietów zachowały się poziomy strukturalno-denudacyjne o wysokości bezwzględnej: 400-500 m, 200-300 m i 100-150 m. Na wyższych poziomach znajdują się pola firnowe współczesnych lodowców politermalnych (Reder 1996). Niższy poziom tworzą listwy, spłaszczenia i ostańce denudacyjne na obrzeżeniu masywów górskich oraz w dolinach (Szczęsny 1987). Do tego poziomu nawiązuje rzeźba litoralna zarówno w dolnych odcinkach dolin, jak i na równinach nadmorskich (Marcinkiewicz 1960, Harasimiuk 1987, Harasimiuk, Jezierski 1988, Repelewska-Pękałowa, Pękała 1991, Zybala 1994, Zagórski 2002b, 2004ab).

Oprócz zachowanych elementów rzeźby strukturalno-denudacyjnej i morskiej występują formy ukształtowane przez lodowce, procesy niwalne, fluwialne oraz kriogeniczne, związane z obecnością wieloletniej zmarzliny. Są to doliny lodowcowe, cyrki i moreny niwalne, baseny jeziorów lodowcowych z systemem moren i wałów lodowo-morenowych na obrzeżu, stożki usypiskowo-niwalne, koryta rzeczne, rozcięcia erozyjne, sandry i stożki napływowe oraz lodowce kamieniste, pagóry pingo i palsa.

W celu stworzenia statycznego i dynamicznego obrazu rzeźby badanego obszaru, prowadzono kartowanie terenowe rzeźby oraz rejestrację charakteru i tempa procesów morfogenetycznych. Statyczny obraz rzeźby powstał na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych, udostępnionych przez Norweski Instytut Polarny. Stosowana była metoda fotogrametrii naziemnej (Szczęsny i in. 1989, Merta i in. 1990) oraz pozycjonowania z zastosowaniem GPS (Zagórski, Sękowski 2000, Zagórski 2002a, 2005).

Istotnym zagadnieniem było określenie wielkości i tempa rozwoju warstwy czynnej, a także czynników determinujących ten proces. Miąższość czynnej warstwy zmarzliny określano głównie metodą sondowania, zmarzlinomierzem Danilina oraz na podstawie pomiaru temperatury gruntu i położenia izotermy 0°C.

CZYNNA WARSTWA ZMARZLINY

Spitsbergen znajduje się w strefie występowania w podłożu wieloletniej zmarzliny ciągłej, o miąższości wynoszącej od 232 do 450 m (Liestøl 1976, Landvik i in. 1988, Kristensen 1988). Fakt ten, oprócz zróżnicowania litologicznego i tektonicznego podłoża, znacznych deniwelacji i nachyleń, obecności luźnych pokryw i braku zwartej roślinności, jest przyczyną transformacji istniejących zespołów form oraz powstania nowej rzeźby peryglacjalnej. Rozmarzanie stropu wieloletniej zmarzliny i rozwój tzw. warstwy czynnej stanowi siłę motoryczną wielu procesów morfologicznych strefy peryglacjalnej, toteż problemowi temu poświęcono wiele uwagi.

Rozwój czynnej warstwy zmarzliny jest problemem dotyczącym ogromnych obszarów na kuli ziemskiej, a pomiary mają znaczenie zarówno poznawcze, jak i utylitarne. Z tych względów powstał międzynarodowy projekt monitoringu (CALM - *Circumpolar Active Layer Monitoring*), którego

celem jest koordynacja, gromadzenie oraz udostępnianie wyników pomiarów prowadzonych w ponad 100 obszarach na obu półkulach, przy współudziale kilkunastu państw, także Polski (Repelewska-Pękalowa 2002). Powstał on w związku z potrzebą tworzenia modeli funkcjonowania i reakcji wieloletniej zmarzliny na globalne i regionalne zmiany klimatu. Do programu tego zostały włączone wyniki pomiarów miąższości czynnej warstwy wieloletniej zmarzliny wykonywane podczas ekspedycji polarnych UMCS (Site P1-Calypsostranda), uznane z uwagi na długość serii pomiarowej, za reprezentatywne dla obszarów leżących w zasięgu wpływów północnego Atlantyku (Brown i in. 2000, Repelewska-Pękalowa, Pękała 2004a).

Pomiary miąższości czynnej warstwy zmarzliny prowadzono w obrębie równiny nadmorskiej Calypsostranda, położonej w sąsiedztwie przedpoli lodowców Scotta i Renarda, stanowiącej system podniesionych teras morskich (Repelewska-Pękalowa i in. 1988ab, Repelewska-Pękalowa, Magierski 1989, Repelewska-Pękalowa 2004, Repelewska-Pękalowa, Pękała 2003, 2004a). Punkty pomiarowe reprezentatywne dla środowiska tundry były usytuowane w miejscach różniących się stopniem mobilności wody w pokrywach, roślinnością, nachyleniem oraz ekspozycją. Maksymalne wielkości letniego rozmarzania wieloletniej zmarzliny były zróżnicowane i wahały się w granicach: od 40 cm do ponad 225 cm (Tab. 1).

Zróżnicowanie miąższości warstwy czynnej i tempa rozmarzania wiązało się z przebiegiem pogody w ciągu roku. Jakkolwiek nie stwierdzono wyraźnego trendu wskazującego na ocieplenie, a jedynie na regionalne krótkotrwale oscylacje (Brown i in. 2000, Christiansen i in. 2003, Repelewska-Pękalowa, Pękała 2003, 2004a, 2006), to jednak rejestrowano w ostatnich latach większe miąższości warstwy czynnej, co pociągnęło za sobą uaktywnienie procesów morfogenetycznych zarówno na stokach, jak i na równinie.

ZJAWISKA PERYGLACJALNE

Ocena aktywności procesów peryglacjalnych w rejonie Bellsundu dokonana w 1996 roku wskazała, że ich przebieg i wskaźniki były porównywalne z innymi rejonami Spitsbergenu i nie miały charakteru zdarzeń ekstremalnych (Pękała 1984, Repelewska-Pękalowa 1996). Wzrastającą aktywność procesów rzeźbotwórczych, pozostającą w silnym związku z oddziaływaniem klimatu zarejestrowano w latach następnych, głównie od roku 2000. Intensywne wietrzenie fizyczne i chemiczne przeobrażające warstwę powierzchniową, wzrost jej uwilgotnienia będący skutkiem sezonowego rozmarzania, konfiguracja terenu - generują ruchy poziome i pionowe, których ewidentnym objawem są procesy stokowe (soliflukcja, osuwanie i obrywy), kriogeniczne (pęcznienie i segregacja mrozowa, termoerozja i termokras), spłukiwanie, erozja oraz procesy eoliczne (deflacja). Problemy dotyczące rozwoju procesów i form znalazły odzwierciedlenie w licznych cytowanych tu publikacjach autorstwa uczestników Wypraw (Zagórski 1998).

Tabela 1. Maksymalna miąższość czynnej warstwy zmarzliny w okresie 1986-2005 (w cm).

Punkt Rok	1	2	3	4	5	6	I	II	III	IV
1986	90	125	120	-	60	-	130	-	145	122
1987	111	175	175	175	68	124	124	150	165	130
1988	108	163	168	193	70	148	121	180	177	135
1989	145	165	157	180	83	155	135	160	186	139
1990	130	165	165	165	56	137	118	135	170	122
1991	127	148	163	170	75	155	141	150	121	165
1992	140	170	165	180	70	145	140	180	125	155
1993	112	180	180	196	70	165	130	180	140	180
1995	125	176	180	174	68	174	135	170	140	160
1996	125	154	178	168	65	151	132	160	128	151
1998	130	124	121	170	75	150	-	-	-	160
2000	108	175	155	130	45	145	126	135	150	160
2001	116	131	180	165	73	154	129	157	134	144
2002	130	155	170	154	81	150	139	160	150	-
2005	150	225	220	210	115	160	157	195	200	145

Płaska powierzchnia podniesionej terasy morskiej o wys. 20-30 m n.p.m.: 1- piaski ze żwirami, tundra krzewinkowa, 2- grunty strukturalne z ruchomą wodą, pokrywy piaszczysto-żwirowe, mchy na warstwie torfu, 3- grunty strukturalne, woda ruchoma w pokrywach, piaski ze żwirami, brak roślinności, 4- piaski ze żwirami, ruchoma woda w pokrywach, brak roślinności. 5- wysępka torfowa na wodzie stojącej, 6- plaża piaszczysta u podnóża martwego klifu, brak roślinności. Powierzchnie nachylone: I- zbocze dolinki peryglacialnej o ekspozycji N, tundra mszysto-porostowa, II- zbocze dolinki peryglacialnej o ekspozycji S, sucha tundra mszysto-porostowa, III- martwy klif, ekspozycja E, tundra mszysto-porostowa, IV- zbocze dolinki rozci-nającej terasę o ekspozycji W, wilgotna tundra trawiasto-mszysta.

Istnienie rozmarzniętej warstwy gruntu na stokach i jej uwilgotnienie, było przyczyną różnych postaci ruchu: soliflukcji, spływów błotnych oraz osuwania. Tempo przemieszczania się pokryw soliflukcyjnych wynosiło od 0,4 do 40 cm/rok (Repelewska-Pękalowa 1996). Skutkiem morfologicznym tego zespołu procesów są cyrki i nisze soliflukcyjne oraz rynny z potokami i jezorami błotnymi (Nitychoruk, Dzierżek 1988, Repelewska-Pękalowa, Pękała 1992, 1993). W okresie ostatniego dziesięciolecia powstało szereg takich form. Przeważnie modelowane były fragmenty stoków dość stabilnych i o nachyleniu do 10°. Soliflukcja rozwijająca się na stokach przybierała postać frontalnego ruchu pokryw w ich środkowych i dolnych częściach. W Calypsobyen stanowiło to nawet zagrożenie dla budynków stanowiących skansen budownictwa przemysłowego z początku ubiegłego wieku. W obrębie powierzchni płaskich stwierdzono większą aktywność segregacji mrozowej, wymarżanie bloków i rozwój wieńców kamienistych (Repelewska-Pękalowa 1996, Pękała 2004, Pękała, Repelewska-Pękalowa 2004b).

Spektakularnym zjawiskiem są lodowce kamieniste powstałe w wyniku nagromadzenia pokryw zwietrzelinowych na lodzie lub wskutek wypełnienia lodem gruntowym przestrzeni wewnątrz rumowiska. Topienie się i narastanie lodu w pokrywach powoduje ich powolne przemieszczanie oraz charakterystyczną deformację. Formy te w rejonie Bellsundu były

obiektem badań J.Dzierżka i J.Nitychoruka (1987abc), którzy dokonali inwentaryzacji oraz klasyfikacji genetycznej. Na obecnym etapie badań reakcja lodowców kamienistych i pokryw gruzowych na zmiany rozmarzania gruntu nie jest jeszcze w pełni poznana. Obserwuje się wzmożony ruch pokryw usypiskowych i deformację form niwalnych co być może jest wskaźnikiem zmian klimatycznych.

Z rozwojem zmarzliny w szczególnych warunkach geologicznych, morfologicznych i hydrologicznych związane jest powstawanie pagórów pingo (Liestøl 1977). Na badanym obszarze występowały formy pingo typu grenlandzkiego i Mackenzie delta, w dolinie Dunder oraz Chamberlin (Repelewska-Pękałowa i in. 1987, Pękała, Repelewska-Pękałowa 2004, 2005). Formy te, różniące się wielkością, reprezentują różne stadia rozwoju i współczesnej aktywności.

Procesy eoliczne i niveo-eoliczne związane są z przewiewaniem śniegu, zwłaszcza w terenach otwartych i w strefach przykrawędziowych klifów teras morskich, plaż nadmorskich oraz na sandrach i morenach lodowców. Powodują niszczenie roślinności, gleb i osadów, ekspozując je na działanie wód ablacyjnych i opadowych. Procesy te związane są głównie z wiatrami wiejącymi z sektora NW i E (Głuza 1987, 1988). Wskaźniki ilościowe procesów korazji, deflacji i akumulacji są zróżnicowane, w zależności od morfologii, budowy pokryw podlegających wywiewaniu i odległości od stref alimentacyjnych (Pękała, Repelewska-Pękałowa 1988, Repelewska-Pękałowa 1996, Wojtanowicz 1990b). Cechy litologiczne osadów eolicznych były rozpatrywane w kontekście paleogeograficznego rozwoju pokryw pyłowych i piaszczystych plejstocenu (Wojtanowicz 1990a).

Podczas wiosennego tajania pokrywy śnieżnej i letnio-jesiennych opadów deszczu powierzchnie stoków i równin ze strukturami mrozowymi są modelowane przez procesy spłukiwania, erozji i termoerozji (Repelewska-Pękałowa 1987, Gawrysiak 1994ab). Powstają rozcięcia i dolinki różnej wielkości oraz stożki napływowe deponowane na stokach lub u ich podstawy (Dzierżek, Nitychoruk 1987b, Szczęsny 1987). W łączności ze spłukiwaniem i erozją wód proniwalnych działają też procesy termoerozji, nawiązujące do mrozowych szczelin kontrakcyjnych, żył lodu i hydrolakkolitów.

PODSUMOWANIE

W opracowaniu przedstawiono główne nurty badań procesów peryglacialnych prowadzonych podczas Wypraw Polarnych UMCS oraz zaprezentowano bogatą literaturę tematyczną. Procesy peryglacialne nadają swoisty charakter rzeźbie obszarów polarnych. Ich badania prowadzone są w całej strefie występowania wieloletniej zmarzliny na kuli ziemskiej, a także w wysokich górach i mają aspekt zarówno poznawczy jak i użytkowy. Zagadnienia te stanowią bardzo istotny wątek w poszukiwaniach symptomów globalnych zmian klimatu (Repelewska-Pękałowa, Pękała 2006).

O przywiązywaniu dużej wagi do tego problemu świadczą nie tylko istniejące programy międzynarodowe, ale przygotowywane nowe, koordynowane przez International Permafrost Association, do realizacji przez zin-

tegowaną naukową społeczność w Międzynarodowym Roku Polarnym 2007/2009.

LITERATURA

- BIRKENMAJER K., 2003: *The Kapp Lyell diamictite (Late Proterozoic), Bellsund, Spitsbergen: sedimental evidence for its non-glacial origin*. Bull. of the Polish Academy of Sci. Earth Sciences, 50, 2, 175-191.
- BIRKENMAJER K., 2004: *Caledonian basement in NW Wedel Jarlsberg Land south of Bellsund, Spitsbergen*. Polish Polar Research, 25, 1, 3-26.
- BROWN J., HINKEL K.M., NELSON F.E., 2000: *The Circumpolar Active Layer Monitoring (CALM) Program: Research Designs and Initial Results*. Polar Geography, 24 (3), 166-158.
- CHLEBOWSKI R., 1989: *Charakterystyka petrograficzno-mineralogiczna skał formacji Hecla Hoek w rejonie południowego obramowania Bellsundu - Zachodni Spitsbergen*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 51-59.
- CHRISTIANSEN H.H., ÅKERMAN J.H., REPELEWSKA-PEKALOWA J., 2003: *Active layer dynamics in Greenland, Svalbard and Sweden*. 8th International Conference on Permafrost, Zurich, Switzerland. Extended Abstracts, Reporting Current Research and New Information, 19-20.
- DALLMANN W., HJELLE A., OHTA Y., SALVIGSEN O., BJORNERUD M., HAUSER E.C., MAHER H.D., CRADDOCK C., 1990: *Geological Map of Svalbard 1:100 000, Sheet B 11G, Van Keulenfjorden*. Norsk Polarinstittutt, Oslo, Temakart, 15.
- DZIERŻEK J., NITYCHORUK J., 1987a: *Lodowce gruzowe okolic Bellsundu, Spitsbergen Zachodni*. XIV Sympozjum Polarne, Lublin, 95-98.
- DZIERŻEK J., NITYCHORUK J., 1987b: *Stożki usypiskowe okolic Bellsundu, Spitsbergen Zachodni*. XIV Sympozjum Polarne, Lublin, 92-94.
- DZIERŻEK J., NITYCHORUK J., 1987c: *Types of rock glaciers in northwestern Wedel Jarlsberg Land, Spitsbergen*. Polish Polar Research, 8, 3, 231-241.
- FLOOD B., NAGY J., WINSNES T.S., 1971: *Geological Map of Svalbard 1:500 000, Sheet 10, Spitsbergen southern Part*. Norsk Polarinstittutt, Oslo.
- GAWRYSIAK L., 1994a: *Geological i morphological conditions of erosion forms development in the region of south Bellsund (Spitsbergen)*. XXI Sympozjum Polarne, Warszawa, 93-106.
- GAWRYSIAK L., 1994b: *Rozwój form erozyjnych w rejonie południowego Bellsundu*. Annales UMCS, sec. B, 49, 123-138.
- GLUZA A.F., 1987: *Prędkość oraz kierunek wiatru w lipcu i sierpniu 1986 r.* XIV Sympozjum Polarne, Lublin, 181-186.
- GLUZA A.F., 1988: *Prędkość i kierunek wiatru w sezonie letnim 1987 w Calypsobyen (Zachodni Spitsbergen)*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 31-37.
- HARASIMIUK M., 1987: *Współczesny rozwój wybrzeży południowego Bellsundu i fiordu Recherche (Zachodni Spitsbergen)*. XIV Sympozjum Polarne, Lublin, 99-102.
- HARASIMIUK M., JEZIERSKI W., 1988: *Typy wybrzeży południowego Bellsundu*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 173-181.
- KRISTENSEN M., 1988: *Climatic conditions and permafrost development in the Svalbard Archipelago*. Proceedings of 5th International Conference on Permafrost, Trondheim, Permafrost, 3, 9-17.

- LANDVIK J.Y., MANGERUD J., SALVIGSEN O., 1988: *Glacial history and permafrost in the Svalbard area*. Proceedings of 5th International Conference on Permafrost, Trondheim. Permafrost, 1, 194-198.
- LANDVIK J.Y., BOLSTAD M., LYCKE A.K., MANGERUD J., SEJRUP H.P., 1992: *Weichselian stratigraphy and paleoenvironments at Bellsund, western Svalbard*. Boreas, 21, 335-358.
- LIESTØL O. 1976: *Pingos, springs and permafrost in Spitsbergen*. Norsk Polarinstitutt Årbok, 1975, 7-29.
- MARCINKIEWICZ A., 1960: *Podniesione terasy nadmorskie południowego wybrzeża Bellsundu i Fiordu Van Keulena między lodowcami Recherche i Hessa, Zachodni Spitsbergen*. Biul. Geol. Uniw. Warsz., 1, 1, 93-103.
- MERTA T., OZIMKOWSKI W., OSUCH D., 1990: *Evaluation of changes at the forefield of the Scott Glacier based on the photogrammetric data*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 51-58.
- NITYCHORUK J., DZIERŻEK J., 1988a: *Annual mass movement in northern Wedel Jarlsberg Land, Spitsbergen*. Polish Polar Research, 9, 4, 461-474.
- PEKALA K., 1984: *Morphogenetic processes in periglacial zone of Wedel Jarlsberg Land South-Western Spitsbergen*. Annales UMCS, sec. B, 39, 149-171.
- PEKALA K., 1987: *Rzeźba i utwory czwartorzędowe przedpola lodowców Scotta i Renarda (Spitsbergen)*. XIV Sympozjum Polarne, Lublin, 84-87.
- PEKALA K., 2004: *Rozwój procesów morfogenetycznych w strefie przedpola lodowców Scotta i Renarda w warunkach postępujących zmian klimatu (Bellsund, Spitsbergen)*. 53 Zjazd PTG „Badania geograficzne w poznawaniu środowiska” [red.] Z.Michalczyk, Wyd. UMCS, Lublin, 231-45.
- PEKALA K., REDER J., 1989: *Rzeźba i osady czwartorzędowe Dyrstaddalen i Lognedalen*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 159-161.
- PEKALA K., REPELEWSKA-PEKALOWA J., 2004: *Formy pingo w rejonie południowego Bellsundu (Spitsbergen)*. Polish Polar Studies, Gdynia, 293-305.
- PEKALA K., REPELEWSKA-PEKALOWA J., 2005: *Pingos in the north-western part of Wedel Jarlsberg Land (Spitsbergen)*. 2nd European Conference on Permafrost, Potsdam, Germany, Terra Nostra, 75.
- REDER J., 1996: *Evolution of marginal zones during a continued glacial retreat in northern Wedel Jarlsberg Land, Spitsbergen*. Polish Polar Research, 17, 1-2, 61-84.
- REPELEWSKA-PEKALOWA J., 1987: *Rozwój równiny nadmorskiej pod wpływem erozji (na przykładzie Calypsostrandy, rejon Bellsundu, Zachodni Spitsbergen)*. XIV Sympozjum Polarne, Lublin, 103-105.
- REPELEWSKA-PEKALOWA J., 1996: *Development of relief affected by contemporary geomorphological processes in NW part of Wedel Jarlsberg Land (Bellsund, Spitsbergen Svalbard)*. Biuletyn Peryglacjalny, 35, 153-181.
- REPELEWSKA-PEKALOWA J., 2000: *Nordic Region. Calypsostranda, Svalbard*. [In]: Brown J., Hinkel K.M., Nelson F.E., 2000: The Circumpolar Active Layer Monitoring (CALM) Program, Research design and initial results, Polar Geography, 24, 32-33.
- REPELEWSKA-PEKALOWA J., 2002: *Międzynarodowy program monitoringu czynnej warstwy zmarzliny (CALM)*. Polish Polar Studies. Funkcjonowanie i monitoring geoeosystemów obszarów polarnych. Poznań, 255-265.
- REPELEWSKA-PEKALOWA J., 2004: *Dynamika czynnej warstwy zmarzliny w różnych geoeosystemach (Spitsbergen)*. 53 Zjazd PTG „Badania geograficzne w poznawaniu środowiska” [red.] Z.Michalczyk, Wyd. UMCS, Lublin, 239-245.

- REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., PĘKAŁA K., WOJCIECHOWSKI K., 1987: *Formy typu pingo w Chamberlindalen i na Hornsundneset (Spitsbergen)*. XIV Sympozjum Polarne, Lublin, 106-107.
- REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., GLUZA A., DĄBROWSKI K., 1988a: *Dynamics of permafrost active layer - Spitsbergen*. V International Conference on Permafrost, Trondheim, Norway, Proceedings, 1, 448-453.
- REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., GLUZA A., PĘKAŁA K., 1988b: *Wpływ lokalnych czynników na miąższość i termikę czynnej warstwy zmarzliny na Calypsostrandzie (Rejon Bellsundu, Zachodni Spitsbergen)*. XV Sympozjum Polarne, Wrocław, 263-270.
- REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., MAGIERSKI J., 1989: *Czynna warstwa zmarzliny: dynamika i właściwości chemiczne wód, Calypsostranda, sezon letnio-jesienny 1988*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 79-88.
- PĘKAŁA K., REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., 1990: *Relief and stratigraphy and Quaternary deposits in the region of Recherche Fiord and southern Bellsund (Western Spitsbergen)*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 9-20.
- REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., PĘKAŁA K., 1991: *Periglacial morphogenesis of the coastal plains of Recherche Fiord (Spitsbergen)*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 45-56.
- REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., PĘKAŁA K., 1992: *Solifluction processes in Recherchefjorden Region (Western Spitsbergen)*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 73-79.
- REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., PĘKAŁA K., 1993: *The influence of local factors on solifluction rates, Spitsbergen, Svalbard*. Palaeoclimate Research, 11, 251-266.
- REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., PĘKAŁA K., 2003: *Spatial and temporal variation in active layer thickness, Calypsostranda, Spitsbergen*. Proceedings of the 8th International Conference on Permafrost, Zurich, Switzerland, 2, 941-945.
- REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., PĘKAŁA K., 2004a: *Active layer dynamics at the Calypsostranda CALM Site, Recherche Fiord Region, Spitsbergen*. Polar Geography, 59 (2), 326-343.
- REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., PĘKAŁA K., 2004b: *Procesy soliflukcji w strefie obrzeżenia fiordu Recherche (Spitsbergen)*. Polish Polar Studies, Gdynia, 321-331.
- REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., PĘKAŁA K., 2006 (w druku): *Reakcja wieloletniej zmarzliny na zmiany klimatu*. [w:] *Zmiany klimatyczne w Arktyce i Antarktyce w ostatnim pięćdziesięcioleciu i ich implikacje środowiskowe*. Akademia Morska, Gdynia.
- SALVIGSEN O., ELGERSMA A., LANDVIK J.Y., 1991: *Radiocarbon dated raised beaches in Northwestern Wedel Jarlsberg Land*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 9-16.
- SZCZĘŚNY R., 1987: *Late Quaternary evolution of the Tjørn Valley, Wedel Jarlsberg Land, Spitsbergen*. Polish Polar Research, 8, 3, 243-250.
- SZCZĘŚNY R., DZIERŻEK J., HARASIMIUK M., NITYCHORUK J., PĘKAŁA K., REPELEWSKA-PĘKAŁOWA J., 1989: *Photogeological Map of Renardbreen, Scottbreen and Blomlibreen forefield (Wedel Jarlsberg Land, Spitsbergen) 1:10 000*. Wyd. Geolog., Warszawa.
- WOJTANOWICZ J., 1990a: *Dusty deposits of Spitsbergen - Classification and Genesis*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 41-45.
- WOJTANOWICZ J., 1990b: *Eolian processes and their intensity in the northern part of Wedel Jarlsberg Land*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 23-35.

- ZAGÓRSKI P., 1998: *Spitsbergen Bibliography: Geomorphology, Glaciology and Quaternary Geology*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, IV Zjazd Geomorfologów Polskich, UMCS Lublin, 281-314.
- ZAGÓRSKI P., 2002a: *Zastosowanie zdjęć lotniczych w opracowaniu ortofotomapy i cyfrowego modelu terenu dla NW Ziemi Wedela Jarlsberga*. XXVIII Międzynarodowe Sympozjum Polarne, Streszczenia, Poznań, 108-110.
- ZAGÓRSKI P., 2002b: *Rozwój rzeźby litoralnej północno-zachodniej części Ziemi Wedela Jarlsberga (Spitsbergen)*. Rozprawa doktorska, Zakład Geomorfologii, Instytut o Ziemi, UMCS.
- ZAGÓRSKI P., 2004a: *Czynniki morfogenetyczne kształtujące strefę brzegową w okolicach Calypsobyen (Bellsund, Spitsbergen)*. Annales UMCS, sec. B, 59, 63-82.
- ZAGÓRSKI P., 2004b: *Wpływ tektoniki i litologii podłoża na ukształtowanie podniesionych teras morskich NW części Ziemi Wedela Jarlsberga (Spitsbergen)*. 53 Zjazd PTG „Badania geograficzne w poznawaniu środowiska” [red] Z. Michalczyk, Wyd. UMCS, Lublin, 248-252.
- ZAGÓRSKI P., 2005: *NW part of Wedel Jarlsberg Land (Spitsbergen, Svalbard, Norway)*. Orthophotomap 1:25 000, [ed.] K. Pękala. and H.F.Aas.
- ZAGÓRSKI P., SEKOWSKI M., 2000: *Using the GPS receivers in geographic research during XIV UMCS Arctic Expedition*. Polish Polar Studies, XXVII Sympozjum Polarne, Toruń, 383-384.
- ZYBAŁA K., 1994: *Periglacial transformations of cliffs of raised marine terraces in the Calypsostranda area (Bellsund, Spitsbergen)*. Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin, 133-140.