

BADANIA METEOROLOGICZNE NA OBSZARZE NW CZĘŚCI ZIEMI WEDELA JARLSBERGA (1986-2011)

METEOROLOGICAL RESEARCH NW PART WEDDEL JARLSBERG LAND (1986-2011)

Andrzej Gluza, Krzysztof Siwek

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej
Pracownia Monitoringu Meteorologicznego, Zakład Meteorologii i Klimatologii
al. Kraśnicka 2cd, 20-718 Lublin
andrzej.gluza@umcs.lublin.pl, krzysztof.siwek@umcs.lublin.pl

Zarys treści. W pracy przedstawiono udział badaczy z UMCS oraz innych ośrodków naukowych w poznaniu warunków pogodowych i klimatycznych Spitsbergenu ze szczególnym uwzględnieniem Calypsobyen, historię Wypraw oraz eksplorację południowego obrzeża Bellsundu na Zachodnim Spitsbergenie.

Słowa kluczowe: pomiary meteorologiczne i klimatyczne, Wyprawy UMCS, Calypsobyen, Bellsund, Spitsbergen.

Myśl o zorganizowaniu samodzielnej wyprawy na Spitsbergen pojawiła się już na początku lat osiemdziesiątych. Inicjatorem był prof. dr hab. Kazimierz Pękała. Opracowano program, który miał być realizowany przez trzy sezony letnie 1986-1988 (Pękała 1987, 1988). Podjęto decyzje, że obszarem, na którym powstanie Stacja Polarna UMCS będzie region południowego Bellsundu (NW część Ziemi Wedela Jarlsberga) z główną bazą w Calypsobyen na zachodnim wybrzeżu fiordu Recherche. Sama osada Calypsobyen powstała na początku XX wieku, za sprawą angielskiej spółki „The Northern Exploration Company Ltd”, która była zainteresowana eksploatacją węgla kamiennego na tym obszarze. Od 1971 roku osada Calypso uzyskała charakter skansenu (Zagórski i inni 2013).

Ogólne założenia programowe obejmowały następujące problemy badawcze:

- geologia, geomorfologia i paleogeografia NW części Ziemi Wedela Jarlsberga;
- dynamika współczesnych procesów morfogenetycznych ze szczególnym uwzględnieniem zmarzliny;
- warunki pogodowe i topoklimat;
- problemy hydrologiczno-glaciologiczne;
- aktywność biologiczna tundry spitsbergeńskiej (kompleksowe badania ekosystemów w zakresie obiegu materii i energii).

W ramach problematyki związanej z badaniami warunków pogodowych i topoklimatycznych wykonywano obserwacje meteorologiczno-klimatyczne i hydrologiczno-glaciologiczne.

Pierwsza wyprawa dotarła na miejsce 1 lipca 1986 r. Janina Repelewska-Pękałowa i Kazimierz Pękała wspominają: „Z miejsca lądowania rozciągał się piękny widok na lodowiec i fiordy Van Keulen, Van Mijen i Recherche oraz na równinę, na której w oddali widać było pasące się stado reniferów. Rozpoczęliśmy penetrację terenu.

Niestety budynek, obok którego wylądowaliśmy, z ogromnym żelaznym masztem powalonym obok wejścia, był – jak się okazało – bardzo zniszczony i trudno byłoby w nim zamieszkać. Nieco dalej przylepione do stoku, jakby zrosnięte ze sobą dwa drewniane baraki straszły wyglądem: puste otwory okienne, brak drzwi, dziury w dachu i w ścianach(...). W pobliżu, u podstawy stoku stał niewielki, zgrabny domek z przybudówkami traperskimi. Dach miał dziury, ściany zewnątrz w dobrym stanie, chociaż okna bez szyb. Toteż w obydwu jego niewielkich izbach leżał nawiany śnieg, a góra lodu podniosła podłogę. (...) W odległości około 150 m stał jeszcze jeden, dość duży budynek, usytuowany bezpośrednio na plaży prostopadle do linii brzegowej. Wchodziło się do niego po schodach. Bardzo porządne wejście z solidnymi drzwiami. W środku barak podzielony był na kilka pomieszczeń. (...) Wygląd i wyposażenie jednego z małych pokoi całkowicie szokował: dwa okna z widokiem na wschód i na północ, piętrowa prycza z materacami, ława, a na niej karimata, stół z piękną zieloną naftową lampą, (...) a także piękne papierowe ręczniki, środki czystości, świece i zapalki. (...) Decyzja była oczywista: pozostajemy w tym budynku.” (Repelewska-Pękałowa i Pękała 1999).

W czasie pierwszej Wyprawy w 1986 roku wyznaczono miejsce na stację meteorologiczną. Znajdowało się ono na płaskiej terasie morskiej na wysokości 23 m n.p.m. w odległości około 200 m od brzegu fiordu ($\varphi=77^{\circ}33'29,5''N$ i $\lambda=14^{\circ}30'46,6''E$). Pokrycie terenu w miejscu pomiarów stanowiła dość uboga gatunkowo tundra plamista, składająca się z kępek mchów, porostów, skalnic i wierzby polarnej, całość roślinności pokrywała około 60% powierzchni (Gluza i Siwek 2013).

Pierwsze pomiary meteorologiczne rozpoczęto 3 lipca 1986, wykonywano je na wysokości 150 cm, za pomocą psychrometru Assmanna, katatermometru typu Hilla, pyranometru Kipp&Zonen (natężenie promieniowania całkowitego i odbitego) oraz anemometru ręcznego. Dodatkowo prowadzono obserwacje stopnia zachmurzenia i rodzaju chmur, zjawisk atmosferycznych. W pełnym zakresie pomiarów i przy użyciu standardowych przyrządów (zgodnie z wymogami IMGW) stacja meteorologiczna na Calypsostrandzie ruszyła, po dotarciu statku z wyposażeniem, 22 lipca 1986 r. o godzinie 18 UTC.

Ponadto za pomocą samopisów rejestrowano ciśnienie atmosferyczne, temperaturę i wilgotność względną powietrza oraz prowadzono pomiary stratyfikacji termiczno-wilgotnościowej w przygruntowej warstwie powietrza. W celu poznania warunków bioklimatycznych kontynuowano, wcześniej rozpoczęte, pomiary wielkości ochładzającej powietrza za pomocą katatermometru typu Hilla. W ramach prac nad termiką i dynamiką czynnej warstwy zmarzliny dokonywano pomiarów temperatury gruntu na głębokościach: 50, 100, 150 i 200 cm miąższości warstwy czynnej, a w kilku punktach pomiaru zmarzliny były zainstalowane zmarzlinomierze typu Danilina.

W latach 1986-2011 w ramach kolejnych Wypraw Geograficznych UMCS na Spitsbergen pomiary meteorologiczne wykonywali:

Anna Bilik	1994,
Piotr Czaban	1989,
Paweł Czubła	1993,
Andrzej Gluza	1986, 1987, 1988, 2001, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011,
Maria Łanczont	1987,
Jan Rodzik	1986, 1987, 1988,
Janina Repelewska-Pękałowa	1991, 1992, 1995, 1996,
Eugeniusz Ryżyk	1986,
Krzysztof Siwek	1989, 1990, 1999, 2001, 2002, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011.

Ponadto w pomiarach topo- i mikroklimatycznych w 1987 roku uczestniczył Jacek Piasecki, pracownik Uniwersytetu Wrocławskiego.

Częstość wykonywania pomiarów i obserwacji meteorologicznych w latach 1986-2001 ulegała zmianie, jednakże zawsze obejmowały one „główne” terminy obserwacji to jest: 00, 06, 12, 18 UTC. W trakcie trzech pierwszych Wypraw (1986-1988) obserwacje prowadzono co trzy godziny, a od 1989 roku co sześć godzin. W latach 1992-1998, czasie niektórych Wypraw wykonywano tylko 3 pomiary na dobę. Zmiana sposobu prowadzenia pomiarów meteorologicznych nastąpiła od roku 1999, kiedy to wykonywane one były za pomocą stacji automatycznych, co umożliwiło wykonywanie pomiarów z krokiem czasowym 10 minut. Zakres pomiarów, w znacznej mierze nawiązywał do wcześniej prowadzonych i obejmował następujące elementy meteorologiczne:

- temperatura i wilgotność względna powietrza mierzona na wysokości 200 cm nad powierzchnią gruntu,
- temperatura powietrza mierzona na wysokości 5 cm nad powierzchnią gruntu,
- temperatura powierzchni czynnej (termometr na powierzchni gruntu),
- temperatura gruntu na głębokościach 5, 10, 20, 50 cm,
- wysokość opadu atmosferycznego,
- prędkość i kierunek wiatru,
- promieniowanie całkowite oraz UV (A+B),
- ciśnienie atmosferyczne.

Dodatkowo, cztery razy na dobę, o godzinie: 00, 06, 12, 18 UTC, określano stopień zachmurzenia nieba i rodzaj chmur oraz zjawiska atmosferyczne, a o godzinie 06 UTC mierzono opad atmosferyczny i parowanie potencjalne.

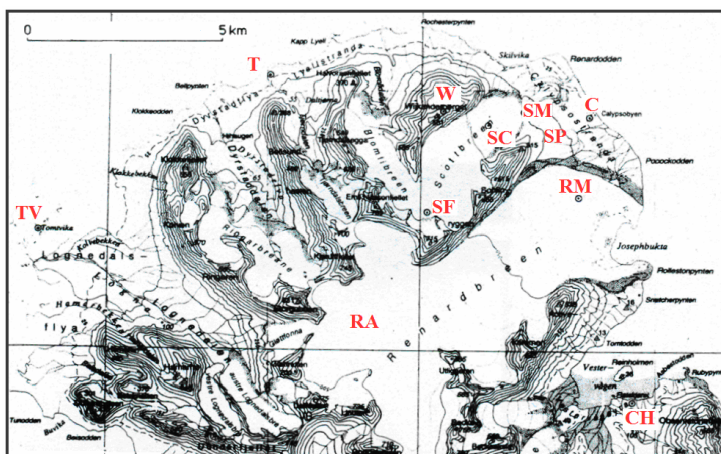
W trakcie poszczególnych wypraw obserwacje meteorologiczne zaczynały się i kończyły w różnych terminach. Długość okresu obserwacji zależała od czasu trwania wyprawy. Najdłuższy okres pomiarowy wynosił 92 dni (w 1988 r.), a najkrótszy – tylko 30 dni (w 2000 roku). Najwcześniej pomiary rozpoczęto 14 czerwca 1987 r., a najpóźniej zakończono prowadzenie obserwacji 30 września 1988 r. Wyprawy nie odbyły się w latach 1997, 2003 i 2004.

W roku 1986 rozpoczęto badania topoklimatyczne, które objęły rozległy obszar południowego obrzeża Bellsundu, to jest od wylotu doliny Chamberlin na południu po ujście doliny Tjorn na północy (ryc. 1). Celem tych badań było poznanie cech topoklimatu wybranych siedlisk oraz czynników wpływających na ich zróżnicowanie. W związku z tym założono, oprócz stacji bazowej, sieć stałych punktów pomiarowych w wybranych formach terenu. We wszystkich punktach pomiarowych rejestrację temperatury i wilgotności powietrza prowadzono termohigrografami umieszczonymi w klatkach meteorologicznych na wysokości 1,5 m n.p.g. Również w klatkach znajdowały się termometry ekstremalne służące dodatkowo kontroli pracy rejestratorów. Opady atmosferyczne mierzono standardowymi deszczomierzami Hellmanna z wkładką zapobiegającą wywiewaniu śniegu. Dodatkowo w wybranych środowiskach roślinno-glebowych mierzono temperaturę gruntu na standardowych poziomach oraz temperaturę powietrza na wysokości 5 cm nad powierzchnią gruntu.

Stwierdzono, że topoklimatyczne cechy regionu kształtowane są przez kilka elementów środowiska. Najważniejszymi z nich są: sąsiedztwo rozległego systemu wód fiordu Bellsund, niezlodowacone strefy tundry i masywów górskich oraz obszary pokryte lodowcami. Bogate ukształtowanie terenu powoduje nasilenie lokalnych zakłóceń w przepływie mas powietrza, przez co wpływa modyfikująco na ogólne cechy cyrkulacji atmosferycznej. Efektem splotu działań tych czynników jest wykształcenie

specyfiki przestrzennej zmienności elementów meteorologicznych zarówno w skali dużych jednostek geograficznych jak i mniejszych, np. basenów lodowców Scotta i Renarda.

Inną cechą środowiska wpływającą na zróżnicowanie topoklimatyczne, którą uwzględniono podczas prowadzenia badań, jest charakter podłoża. Jego rola uwidacznia się w momencie zaniku pokrywy śnieżnej na obszarach niezlodowaconych lub zmian jej struktury na lodowcach, a więc głównie w okresie letnim. W tym czasie odsłania się i uaktywnia czynna warstwa wieloletniej zmarzliny, której powierzchnia jest silnie zróżnicowana pod względem własności fizycznych. Miejscowe cechy podłoża w pewnym stopniu decydują o stosunkach termicznych i wilgotnościowych w przyległej do niego warstwie powietrza.



Ryc. 1. Rozmieszczenie punktów topoklimatycznych w NW Ziemi Weddela Jarlsberga: Calypsobyen – C, Morena czołowa lodowca Scotta – SM, Przedpole lodowca Scotta – SP, Jezor lodowca Scotta – SC., Pole akumulacji lodowca Scotta – SF, Wijkanderberget – W, Tjorndalen (Lyellstradda) – T, Tomtvika – TV, Morena lodowca Renarda – RM, Pole akumulacji lodowca Renarda – RA, Chamberlindalen (Vestervagen) – CH (Rodzik 1989)

Fig. 1. Distribution of topoclimatic investigation point's NW Weddel Jarlsberg: Calypsobyen – C, Moraine of the Scottbreen – SM, Forehead of the Scottbreen – SP, Scottbreen – SC., Firn field of the Scottbreen – SF, Wijkanderberget – W, Tjorndalen (Lyellstradda) – T, Tomtvika – TV, Moraine of the Renardbreen – RM, Firn field of the Renardbreen – RA, Chamberlindalen (Vestervagen) – CH (from Rodzik 1989).

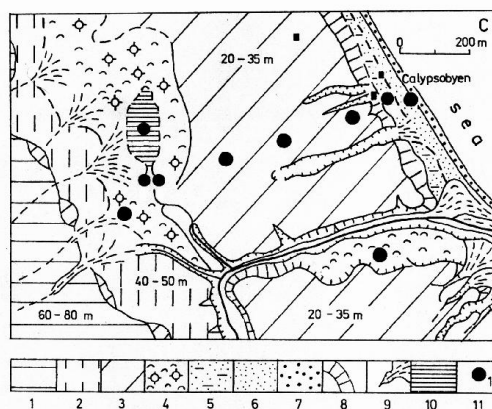
Pomiary mikroklimatyczne rozpoczęto w sezonie letnim 1987 (ryc. 2). Prowadzono je wzdłuż transektu o długości około 600 m, w strefie krawędziowej równiny nadmorskiej Calypsostranda. Na obszarze tym występują równoleżnikowo położone rozcięcia erozyjne z charakterystyczną asymetrią zboczy. Są to niewielkie formy dolinne wycięte głównie w osadach czwartorzędowych, pochodzenia morskiego (żwiru, piaski, ły). Celem tych badań było m.in. określenie termicznego zróżnicowania przygruntowej (do 0,50 m) warstwy powietrza w zależności od ekspozycji. Badania tego typu były przydatne w analizie rodzaju i dynamiki procesów kształtujących stoki o różnej wystawie. Punkty zlokalizowano w najbardziej charakterystycznych, dla tego regionu, siedliskach (ryc. 2). Łącznie wytypowano dziesięć punktów pomiarowych:

- 1 – grunt żwirowo-piaszczysty, suchy, z pojedynczymi roślinami, w obrębie najniższej terasy morskiej 5-7 m (siedlisko określane jako plaża),

- 2 – wilgotna tundra mszysto-porostowa na jezorze soliflukcyjnym w obrębie martwego klifu morskiego,
- 3 – sucha tundra plamista z porostami i pojedynczymi okazami roślin naczyniowych,
- 4 – sucha tundra z bujnie rozwiniętymi porostami; punkt zlokalizowany w obrębie płaskodennej niszy o głębokości ponad 1,5 m w strefie krawędzowej terasy,
- 5 – kamienista tundra plamista, mszysto-porostowa, z wodą ruchomą w pokrywach,
- 6 – pagórek torfowy ze zwartą pokrywą mchów, stosunki wodne podobne jak w stanowisku 5,
- 7 – grunty subakwalne, kamieniste, bez roślinności,
- 8 – wyspa torfowa z pokrywą bogato rozwiniętych mchów w obrębie płytkiego jeziora,
- 9 – gliniaste wilgotne jądro wieńca kamienistego ze skąpo rozwiniętą roślinnością porostową,
- 10 – piaszczysto-zwirowe, suche jądro wieńca kamienistego z kępami roślin naczyniowych,
- 11 – punkty pomiarowe.

Ryc. 2. Rozmieszczenie punktów pomiarów mikroklimatycznych na Calypsostrandzie (Gluz, Siwek 2005)

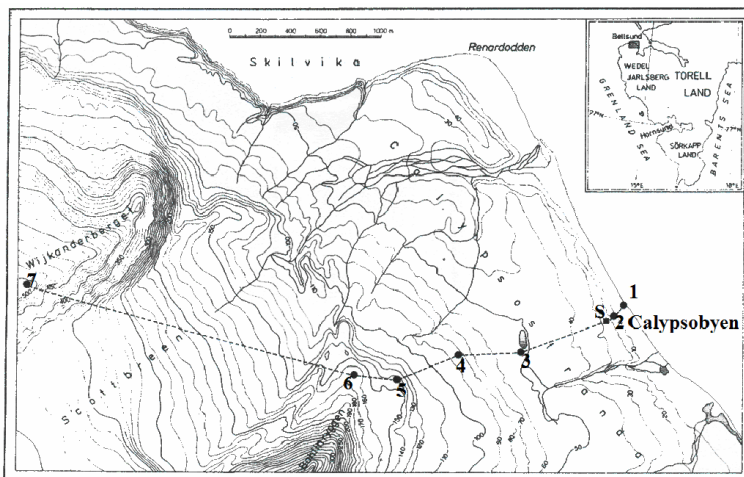
Fig. 2. Localization of the stationary measurement points on Calypsostranda area (from Gluz and Siwek 2005).



W latach 1989 i 1990 rozpoczęto kompleksowe pomiary mikro- i topoklimatyczne wzdłuż wyznaczonego transektu, przebiegającego od plaży w Calypsobyen do podnóża Bohlinryggen i dalej do Wijkanderberget (ryc. 3). W celu porównywalności uzyskanych danych pomiary prowadzono głównie na stanowiskach wytypowanych podczas wcześniejszych wypraw oraz zgodnie z metodyką wówczas przyjętą. Dodatkowo w punktach tych zainstalowano klatki topoklimatyczne, w których znajdował się termohigrograf oraz termometry maksymalny i minimalny.

Przeprowadzone analizy zróżnicowania warunków termiczno-wilgotnościowych na poszczególnych punktach pomiarowych pozwala wnosić, że na zróżnicowanie tego obszaru największy wpływ wywiera wysokość nad poziomem morza, nachylenie i ekspozycja zboczy oraz charakter podłoża. Określenie wzajemnych związków temperatury i wilgotności powietrza pozwala wyróżnić na badanym terenie dwie główne jednostki topoklimatyczne: pierwsza obejmuje niżej położone obszary Calypsostrandy do wysokości około 120 m n.p.m., a druga – wyżej wyniesione tereny (podnóże i strefa szczytowa Bohlinryggen i Wijkanderberget). Mniej ścisły związek między poszczególnymi punktami pomiarowymi w wartościach wilgotności powietrza niż przy temperaturze, wskazuje na większą zależność charakterystyk wilgotności od warunków lokalnych.

Uzyskane wyniki potwierdziły wcześniejsze wnioski o wpływie cyrkulacji lokalnej na czasowe i przestrzenne zróżnicowanie termiczno-wilgotnościowe. Cyrkulacja ta, modyfikowana przez orografię terenu (osiadanie powietrza w sytuacjach antycyklonalnych, wiatry katabatyczne), może znacznie ograniczać lub eliminować tak ważny czynnik, jakim jest wysokość nad poziom morza.



Ryc. 3. Szkic obszaru badań topoklimatycznych: Plaża – 1, Martwy klif – 2 i 5, Stacja meteorologiczna – S, Jeziorka na Calypsostrandzie – 3, Grunty strukturalne – 4, Bohlinryggen – 6, Wijkanderberget – 7 (Siwek i Paczos 1990)

Fig. 3. Situational sketch of the topoclimatic research area: Beach – 1, Fossil klif – 2 and 5, Meteorological station – S, Lakelet – 3, Patterned grounds – 4, Bohlinryggen – 6, Wijkanderberget – 7 (from Siwek and Paczos 1990).

W latach 1986-1988 mierzono na stacji meteorologicznej w Calypsobyen albedo w cyklu dobowym, natomiast czasie XV Wyprawy UMCS na Spitsbergen (VII-VIII 2001) przeprowadzono, dodatkowo, pomiary albedo w punktach wcześniejszych pomiarów mikroklimatycznych (ryc. 2). Celem tych badań było wypracowanie metody określania ilościowego tak istotnego czynnika wpływającego na bilans promieniowania krótkofalowego, jakim jest albedo. Znajomość albedo powierzchni naturalnych pozwala na określenia jego roli w bilansie cieplnym powierzchni czynnej. Pomiary te były początkiem badań podjętych w celu sporządzenia map albedo Calypsostrandy.

Drugim etapem badań nad określeniem struktury bilansu promieniowania słonecznego były pomiary albedo powierzchni Lodowca Scotta. Prowadzono je metodą patrolową wzdłuż profilu ablacyjnego, obejmującego cały profil wysokościowy lodowca (ryc. 4). Dodatkowo albedo mierzono w punktach o różnym stopniu uwodnienia pokrywy śnieżnej oraz jej zabrudzeniu przez materiał eoliczny (zarówno mineralny jak i organiczny). Pomiary te potwierdziły znaczenie albedo w bilansie promieniowania, a więc i w bilansie cieplnym. Większe ilości energii słonecznej pochłonięte przez odsłonięte w wyniku deglacjacji podłoże powoduje przyspieszenie procesu powiększanie się obszarów wolnych od lodu, a tym samym zwiększanie aktywności geomorfologicznej na tych obszarach np. wzrost wietrzenia fizycznego i procesy grawitacyjne na stokach, dotychczas dość stabilnych.

Wnioski i uwagi końcowe

Badania meteorologiczne prowadzenie w NW części Ziemi Weddela Jarlsberga można podzielić na kilka grup:

1. Badania stacjonarne, prowadzone na stacji meteorologicznej oraz dodatkowo pomiary gradientowe na tyczce wykonywane na wysokościach 5, 20, 50, 100, 150 cm n.p.g.

2. Pomiaru mikroklimatyczne związane z pomiarami wiecznej zmarzliny i termiki gruntu na Calypso-strandzie równinie nadmorskiej przylegającej do fiordu Recherche. Wytypowano pięć stanowisk reprezentujących główne geokompleksy środowiska tundry:

stanowisko 1 – płaska sucha powierzchnia w pobliżu krawędzi terasy, skąpa pokrywa roślinna;

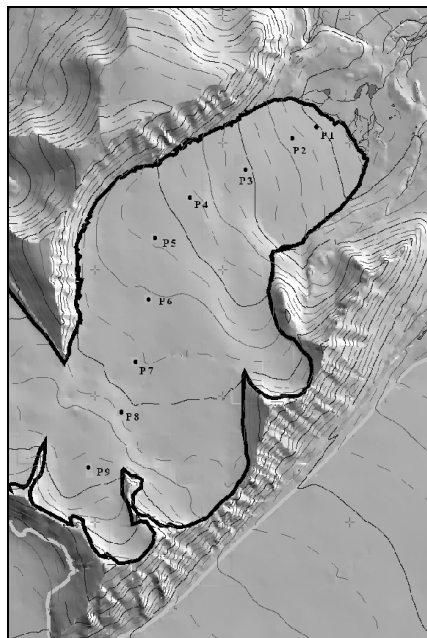
stanowisko 2 – grunty strukturalne, okresowo podmokłe, z wodą ruchomą w pokrywach, mchy na warstwie torfu;

stanowisko 3 – grunty strukturalne aktywne, woda ruchoma w pokrywach, brak zwartej roślinności;

stanowisko 3a – niewielki potoczek płynący w pobliżu stanowisk 2 i 3, brak zwartej roślinności;

stanowisko 4 – wysepka torfowa o powierzchni około 50 m² w obrębie płytkiego jeziora;

stanowisko 5 – równina u podstawy martwego klifu, brak zwartej roślinności, zmienny poziom wód gruntowych.



Ryc. 4. Rozmieszczenie punktów pomiaru albedo na Lodowcu Scotta (Zagórski 2002)

Fig. 4. Distribution of the fixed measuring points of Scott's Glacier (from Zagórski 2002).

Przeprowadzone w rejonie Bellsundu prace badawcze o charakterze monitoringowym wykazały istotne znaczenie dla poznania procesów zachodzących w zlewniach polarnych. Wyniki uzyskane w oparciu o badania prowadzone w rejonie Bellsundu korelują z badaniami prowadzonymi w innych rejonach Zachodniego Spitsbergenu. W wielu przypadkach wyniki ze stacji w Calypsobyen, posiadającą specyficzną lokalizację w szerokim fiordzie, uzupełniają dane innych stacji. Osiągnięte wyniki umożliwiły opracowanie i uzupełnienie dotychczasowych procedur badawczych dla obszarów polarnych, które w przyszłości będą stanowić punkt wyjścia do dalszych prac różnych dziedzin naukowych:

– pionierskie zastosowane, w analizie stosunków biometeorologicznych, przedziałów 10. minutowych w odróżnieniu do zastosowania wartości średnich dobowych, pozwoliło stwierdzić występowanie, nawet krótkotrwałych okresów niekorzystnych warunków, które mogą spowodować uszkodzenie odkrytych powierzchni części ciała np. odmrożenia uszu, nosa lub policzków. Ma to duże znaczenie w związku z narastającą eksploracją obszarów arktycznych;

- poznanie zróżnicowania tempa rozmarzania gruntu i zmian miąższości czynnej warstwy zmarzliny, prowadzone od 1986 roku w ramach programu CALM i CALM2, może mieć istotne znaczenie zarówno dla zrozumienia mechanizmów działania jak też tworzenia prognoz i modeli zarówno w warunkach polarnych jak i ekstrapolowanych na inne strefy klimatyczne. Szczególnie ważne są zależności wpływ opadu oraz uwilgocenia podłoża na zmiany temperatury gruntu wraz z głębokością;
- poznanie albedo najbardziej charakterystycznych, dla badanego terenu, ekosystemów, pozwoli na opracowania map albedo dla małych powierzchni, przy pomocy których, drogą analogii, uzyskany obraz można przenieść na obszary o podobnych cechach podłoża;
- analizy hydrologiczno-hydrochemiczne pozwolą na przeanalizowanie ilościowe i jakościowe mechanizmów funkcjonowania i przebiegu współczesnych procesów morfogenetycznych z uwzględnieniem kierunku i wielkości transferu materii w zlewni;
- obliczenie większej ilości energii słonecznej pochłoniętej przez, odsłonięte w wyniku deglacjacji, podłoże pozwoli na określenie dodatnich anomalii w bilansie cieplnym. Powoduje to przyśpieszanie procesu powiększanie się obszarów wolnych od lodu, a tym samym zwiększanie aktywności geomorfologicznej na tych obszarach np. wzrost wietrzenia fizycznego i procesy grawitacyjne na stokach, dotychczas dość stabilnych;
- deglacjacja ma także wpływ na degradację różnych form lodu gruntowego, co jest wyraźnym wskaźnikiem reakcji wieloletniej zmarzliny na zmiany klimatyczne.

Literatura:

- Gluza A., Siwek K., 2005. Zróżnicowanie albedo Calypsostrandy (Zachodni Spitsbergen) w sezonie letnim 2001. *Problemy Klimatologii Polarnej*, 15: 113-117.
- Gluza A., Siwek K., 2013. Weather conditions. [w:] P. Zagórski, M. Harasimiuk, J. Rodzik (eds.), *The Geographical Environment of NW Part of Wedel Jarlsberg Land (Spitsbergen, Svalbard)*. Wydawnictwo UMCS, Lublin: 66-81.
- Pękała K., 1987. Wyprawy geograficzne Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej na Spitsbergen w l. 1986-1988. *Materiały XIV Sympozjum Polarnego*, Lublin: 272-273.
- Pękała K., 1988. II Wyprawa Geograficzna Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej na Spitsbergen w 1987 r. *Materiały XV Sympozjum Polarnego*, Wrocław, 383-386.
- Repelewska-Pękałowa J., Pękała K., 1999. Jak powstała baza lubelskich wypraw spitsbergeńskich. *Biuletyn Polarny*, 7: 81-85.
- Rodzik J., 1989. Termiczno-wilgotnościowe zróżnicowanie południowego wybrzeża Belsundu w sezonie letnio-jesiennym 1988r. *Wyprawy Geograficzne UMCS w Lublinie na Spitsbergen 1986-1988*: 29-41.
- Siwek K., Paczos S., 1990. Differentiation of Calypsostranda thermal and humidity conditions in the summer 1989 (Western Spitsbergen). *Wyprawy Geograficzne UMCS na Spitsbergen*, Lublin: 123-136.
- Zagórski P., Pękała K., Repelewska-Pękałowa J., Łuszczuk M., 2013. *Maria Curie-Skłodowska University Spitsbergen Expeditions*. [w:] P. Zagórski, M. Harasimiuk, J. Rodzik (eds.), *The Geographical Environment of NW Part of Wedel Jarlsberg Land (Spitsbergen, Svalbard)*. Wydawnictwo UMCS, Lublin: 2-31.
- Zagórski P., 2002. Rozwój rzeźby litoralnej północno-zachodniej części Ziemi Wedela Jarlsberga (Spitsbergen). *maszynopis w Zakładzie Geomorfologii INoZ UMCS Lublin*.

Wpłynęło: 19 grudnia 2015 r., poprawiono: 23 grudnia 2015 r., zaakceptowano: 29 grudnia 2015 r.