

PRZEBIEG WARUNKÓW POGODOWYCH NA STACJI W CALYPSOBYEN W SEZONIE LETNIM 2005¹

THE COURSE OF WEATHER CONDITIONS ON THE CALYPSOBYEN IN SUMMER 2005²

Andrzej Gluza, Krzysztof Siwek

Zakład Meteorologii i Klimatologii, Instytut Nauk o Ziemi UMCS
al. Kraśnicka 2cd, 20–718 Lublin
agluza@biotop.umcs.lublin.pl, klimatk@biotop.umcs.lublin.pl

Zarys treści. W pracy przedstawiono przebieg warunków pogodowych w czasie XVII Wyprawy Geograficznej UMCS na Spitsbergen. Pomiary wykonywane były od 14 lipca do 31 sierpnia 2005 r. Obejmowały one następujące elementy meteorologiczne: temperaturę i wilgotność względną powietrza na wysokości 200 cm nad powierzchnią gruntu, temperaturę powietrza na wysokości 5 cm nad powierzchnią gruntu i temperaturę powierzchni czynnej, temperaturę gruntu na głębokościach 5, 10, 20, 50 cm, prędkość i kierunek wiatru, natężenie promieniowania całkowitego oraz UV (A+B), ciśnienie atmosferyczne. Pomiarów dokonywano za pomocą automatycznej stacji meteorologicznej (R-ASTER) z krokiem czasowym 10 minut. Dodatkowo określano stopień zachmurzenia nieba i rodzaju chmur oraz zjawiska atmosferyczne (o godzinie 00, 06, 12, 18 UTC). Ponadto raz na dobę (06 UTC) mierzono opad atmosferyczny i parowanie potencjalne.

Słowa kluczowe: pogoda, klimat, Calypsostranda, Bellsund, Spitsbergen.

1. Wstęp

Obszar Arktyki, a ściślej rejon Bellsundu, stanowiący NW część Ziemi Wedela Jarsberga jest od 20 lat przedmiotem kompleksowych badań prowadzonych przez uczestników Wypraw Geograficznych Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie (ryc. 1). Badania te są powiązane głównie z naukami przyrodniczymi takimi jak meteorologia i klimatologia, geomorfologia, hydrografia, geologia oraz gleboznawstwo i botanika. Calypsobyen gościła także reprezentantów z różnych ośrodków naukowych zarówno z kraju jak i zagranicy: archeologów, geologów oraz botaników i biologów morza.

Szczególne zainteresowanie obszarami Arktyki (jak również Antarktydy) pod względem meteorologicznym i klimatologicznym w ostatnich latach spowodowane jest poświęceniem większej uwagi zmianom klimatu w tym tzw. globalnemu ociepleniu klimatu. Występujące tam ekosystemy najszybciej

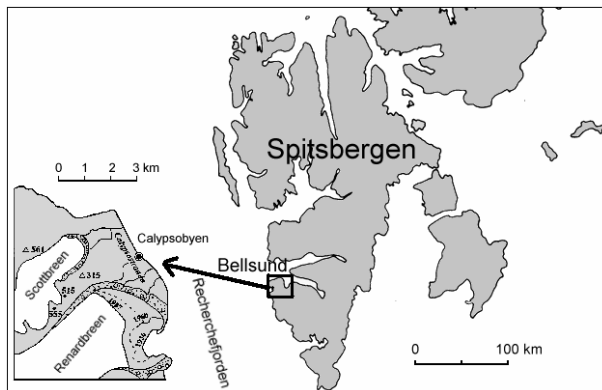
¹ Badania wykonano w ramach grantu PBZ-KBN-1008/P04/2004

² The study was financed from KBN grant no. PBZ-KBN-1008/P04/2004

i w najbardziej zauważalny sposób reagują nawet na niewielkie wahania temperatur i opadów. Ponadto należy pamiętać o dużym wpływie Arktyki na kształtowanie klimatu nie tylko Polski, ale i Europy.

2. Cel, materiał i metoda

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie przebiegu warunków pogodowych w czasie XVII Wyprawy Geograficznej UMCS na Spitsbergen w 2005 roku. Pomiary i obserwacje meteorologiczne prowadzone w jej trakcie były kontynuacją badań rozpoczętych w 1986 roku. Dane zebrane w trakcie dotychczasowych 16 wypraw były podstawą wielu opracowań dotyczących zarówno przebiegu warunków pogodowych Calypsobyen (np. Gluza 1988, Siwek 1991, Bilik 1997, Gluza i in. 2003), jaki i porównania ich z danymi z innych stacji Spitsbergenu (np. Brždil i in. 1991, Kejna i in. 2000, Gluza i in. 2004) oraz określenia współzależności między warunkami pogodowymi a innymi elementami środowiska (np. Bartoszewski i Siwek 1992, Siwek i in. 2002, Bartoszewski i in. 2003)



Ryc. 1. Położenie terenu badań

Fig. 1. Location of study area

Materiał źródłowy stanowiły dane ze stacji meteorologicznej zlokalizowanej na Calypsostrandzie, płaskiej terasie morskiej, na wysokości ok. 23 m n.p.m., w odległości 200 m od brzegu fiordu Bellsund. Współrzędne ogródka meteorologicznego to: $\varphi = 77^{\circ}33'29,5''N$, $\lambda = 14^{\circ}30'46,6'' E$. Roślinność stacji to typowa tundra plamista. Dość uboga gatunkowo składająca się z kępek mchów, porostów, skalnic oraz wierzy polarnej, której wysokość to ok. kilka centymetrów. Powierzchnia pokryta była przez ten ekosystem w około 60% (Świąś 1988). Zakres pomiarów obejmował następujące elementy meteorologiczne:

- temperatura i wilgotność względna powietrza mierzona na wysokości 200 cm nad powierzchnią gruntu za pomocą zintegrowanego czujnika temperatury i wilgotności powietrza HMP 45D firmy VAISALA,
- 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.

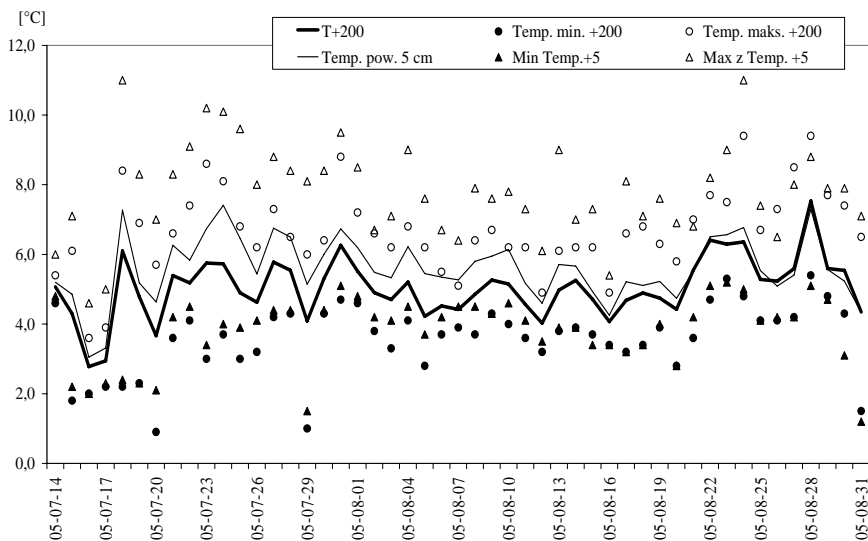
Pomiarów dokonywano za pomocą automatycznej stacji meteorologicznej (R-ASTER) z krokiem czasowym 10 minut, czyli 144 razy na dobę. Dodatkowo określano stopień zachmurzenia nieba i rodzaju chmur oraz zjawiska atmosferyczne (cztery razy na dobę o godzinie 00, 06, 12, 18 UTC). Ponadto raz na dobę (06 UTC) mierzono opad atmosferyczny i parowanie potencjalne. Pomiarów wykonywano od dnia 14 lipca do 31 sierpnia 2005, obserwacje zachmurzenia rozpoczęto 13 lipca, a zakończono 1 września 2005.

Oprócz stacji bazowej założono sieć stałych punktów pomiarowych w wybranych środowiskach roślinno-glebowych (o różnym stopniu uwilgocenia) Calypsostandy. W ramach prac nad termiką i dynamiką czynnej warstwy zmarzliny dokonywano pomiarów temperatury gruntu (na różnych głębokościach: 0, 5, 10, 20 i 50 cm).

3. Przebieg warunków pogodowych w Calypsobyen w sezonie letnim 2005

Średnia dobowa temperatura powietrza na wysokości 200 cm, za cały okres pomiarowy wynosiła 4.9°C. Najwyższą średnią dobową temperaturę zanotowano w dniu 28 sierpnia – 7.5°C, a najniższą 2.8°C w dniu 17 lipca. Najwyższa temperatura maksymalna zanotowana na wysokości 200 cm wynosiła 9.4°C i zanotowano ją 24 sierpnia a najniższa minimalna, zanotowana 20 lipca wynosiła 0.9°C (ryc. 2).

Średnia dobowa temperatura powietrza na wysokości 5 cm wyniosła 5.6°C i zmieniała się od 3.1°C w dniu 16 lipca do 7.4°C w dniu 24 lipca. Natomiast na wysokości 5 cm absolutne maksimum to 11.0°C zanotowano w dniach 18 lipca i 24 sierpnia, a minimum 1.2°C wystąpiło 31 sierpnia 2005 r.



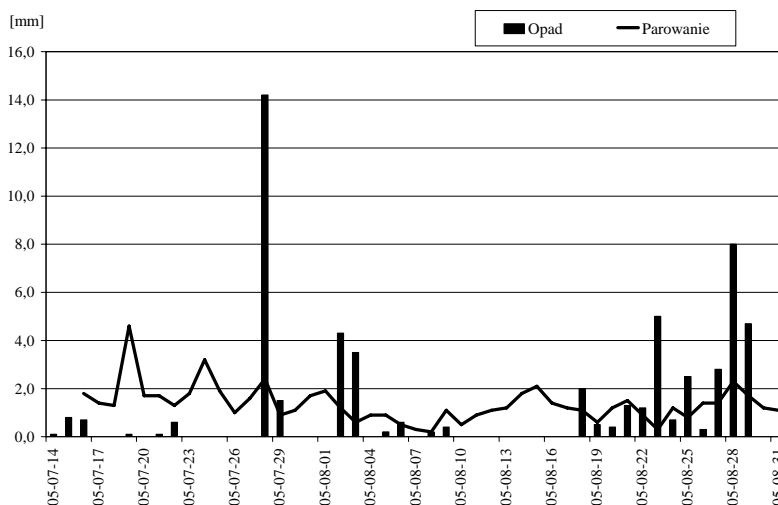
Ryc. 2. Przebieg temperatury powietrza [°C] na wysokości 200 i 5 cm nad poziomem gruntu na stacji Calypsobyen w sezonie letnim 2005

Fig. 2. Course of air temperature [°C] at the level of 200 i 5 cm above ground on the Calypsobyen station in summer 2005

Średnia dobowa wilgotność względna na wysokości 200 cm wyniosła 85,8%. Najwyższą średnią dobową wilgotność zanotowano w dniu 7 sierpnia – 97.1% a najniższą 72.2% w dniu 18 lipca. W czasie całego okresu pomiarowego nie wystąpił ani jeden dzień z wilgotnością poniżej 70%, natomiast aż 10 dni z wilgotnością względną powyżej 90%. Najniższą dziesięciominutową (chwilową) wartość wilgotności względnej powietrza wynoszącą 56% zanotowano w dniach 18 i 23 lipca 2005 r.

Suma opadu za cały okres pomiarowy wyniosła 56.7 mm. Zanotowano 26 dni z opadem ≥ 0.1 mm (czyli w około 53% dni wystąpił opad), w tym 12 dni z opadem ≥ 1.0 mm. Najwyższy opad wystąpił w dniu 28 lipca i wyniósł 14.2 mm (ryc. 3).

Suma parowania potencjalnego za cały okres pomiarowy wyniosła 63.9 mm. Najwyższą sumę dobową (4.6 mm) zanotowano 19 lipca.



Ryc. 3. Przebieg sum dobowych opadu atmosferycznego [mm] i parowania potencjalnego [mm] na stacji Calypsobyen w sezonie letnim 2005

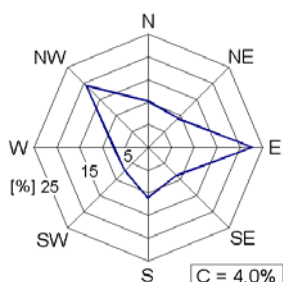
Fig. 3. Courses of daily precipitation sum [mm] and potential evaporation [mm] on the Calypsobyen station in summer 2005

Średnia dobowa prędkość wiatru wyniosła 4.0 m/s. Najwyższą średnią dobową prędkość wiatru zanotowano w dniu 26 i 27 sierpnia – 9.4 m/s, a najniższą 1.1 m/s w dniu 10 sierpnia 2005 r. W dniu 27 sierpnia zanotowano ponadto najwyższą średnią dziesięciominutową prędkość wiatru – 16.1 m/s. Najwyższą chwilową prędkość wiatru (poryw) – 22.7 m/s zanotowano 28 sierpnia.

Stosunki anemometryczne w dużej mierze są uzależnione od warunków cyrkulacyjnych oraz od orografii terenu np. wiatry fenowe i efekt tunelowy wzdłuż długiej osi fiordu (Gluza i Piasecki 1989). Zanotowano 9 dni (18.4% ogółu dni) z wiatrem słabym (≤ 2.0 m/s) i 14 dni (28.6%) z wiatrem silnym (≥ 5.0 m/s). W analizowanym okresie dominował wiatr z kierunku E – 22.9% oraz z kierunku NW – 19.2% (ryc. 4). Najmniejszymi częstościami charakteryzowały się kierunki: SW (7.2%) oraz W (7.5%). Udział ciszy wyniósł 4.0%.

Średnie zachmurzenie ogólne nieba (od 13 lipca do 1 września) wynosiło 9.2 (w skali od 0 do 10) a zachmurzenie przez chmury niskie – 6.8. Nie zanotowano ani jednego dnia pogodnego (< 2.0) i

aż 47 dni pochmurnych (>8.0) co stanowiło ponad 92% ogółu dni pomiarowych, w tym 5 dni z pełnym zachmurzeniem (10.0). Spośród poszczególnych rodzajów chmur przeważały chmury Stratocumulus i Stratus, a następnie Altocumulus i Cirrus.



Ryc. 4. Róża wiatrów dla stacji Calypsobyen w sezonie letni 2005

Ryc. 4. Wind rose on the Calypsobyen station in summer 2005

Rozkład temperatury gruntu (średnia dobowa i skrajne za cały okres pomiarowy) przedstawiono w tabeli. 1. W całym okresie pomiarowym notowano spadek temperatury wraz z głębokością. Najwyższe temperatury wystąpiły na głębokości 5 cm oraz na powierzchni czynnej (odpowiednio 6.0 i 5.9°C). Ze wzrostem głębokości temperatura malała i na głębokości 50 cm miała najniższą wartość (3.7°C). Spadek temperatury gruntu wraz z głębokością był nierównomierny. Najszybszy był on w warstwie od 20 do 50 cm – 0.6°C/10 cm następnie w warstwie od 10 do 20 cm – 0.4°C/10 cm,. Najwolniejszy spadek (0.2°C/10 cm) zanotowano w warstwie 5 do 10 cm. Warty odnotowania jest fakt, że na powierzchni czynnej (0 cm) zanotowano skrajne chwilowe (dziesięciominutowe) wartości temperatury: najwyższą 24 sierpnia wynoszącą 14.6°C i najniższą wynoszącą 1.0°C w nocy z 31 sierpnia na 1 września 2005 r.

Tabela 1 – Table 1

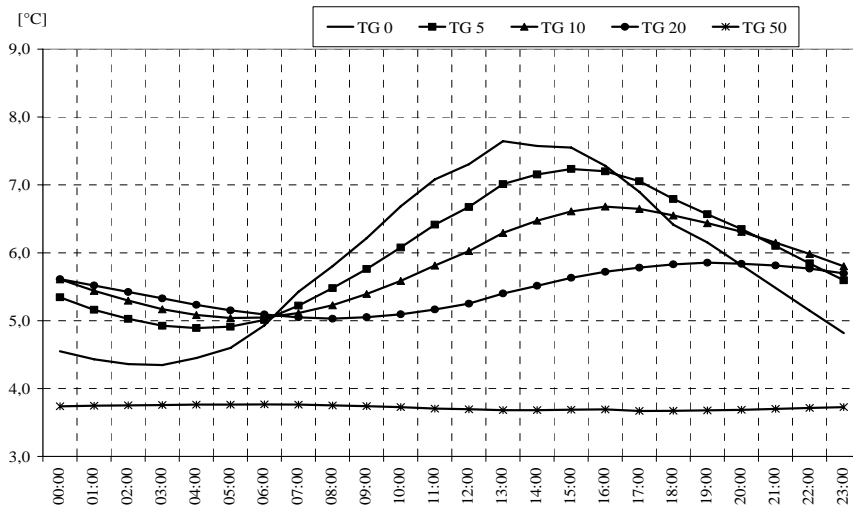
Średnie, najwyższe i najniższe temperatury gruntu na stacji Calypsobyen w sezonie letnim 2005

Mean, highest and lowest values of mean daily ground temperature on the Calypsobyen station in summer 2005

Głębokość – Depth [cm]	0	5	10	20	50
Średnia dobowa – Mean daily [°C]	5.9	6.0	5.9	5.5	3.7
Najwyższa średnia dobowa – Highest mean daily [°C]	9.1	8.6	8.2	7.5	4.5
Najniższa średnia dobowa – Lowest mean daily [°C]	3.2	3.8	3.7	3.6	2.5

Przebieg dobowej temperatury gruntu potwierdził wcześniejsze badania. Dobowe zmiany temperatury gruntu są efektem nagrzewanie i ochładzanie się powierzchni czynnej. Zmiany te przekazywane są następnie, na drodze przewodnictwa cieplnego, w głąb ku niżej zalegającym warstwom. W uśrednionym, dla całego okresu pomiarowego, przebiegu najwyższe wartości temperatury notowano w godzinach południowych (ryc. 5). Wyraźny wzrost temperatury następuje od godzin porannych do południa, a potem spadek. Taki przebieg temperatury najbardziej zaznacza się na głębokościach 0 i 5 cm. Na głębokości 10 cm maksimum występowało w godzinach popołudniowych (16⁰⁰). W godzinach nocnych na wskutek dużej straty ciepła z powierzchni czynnej najwyższe temperatury notowano na

głębokości 10 cm. Na głębokości 20 cm przesuwano się na godziny wieczorne, ale z zachowaniem właściwości przebiegu dobowego. Przesuwanie się czasu wystąpienia maksimum temperatury gruntu w przebiegu dobowym wynika z bezwładności (inercji) przemieszczania się strumienia ciepła w gruncie. Na głębokości 50 cm temperatura prawie się nie zmieniała, nie zaznaczał się także przebieg dobowy.



Ryc. 5. Usredniony dobowy przebieg temperatury gruntu na stacji Calypsobyen w sezonie letnim 2005

Fig. 5. Mean daily course of ground temperature on the Calypsobyen station in summer 2005

Amplituda dobowa malała wraz ze wzrostem głębokości. Największe wahania temperatury występowały na powierzchni czynnej (0 cm) – 3.3°C, na głębokości 5 cm były niższe i wynosiły 2.3°C. Na poziomie 10 cm wahania wynosiły 1.7°C, na 20 cm – 0.9°C. Temperatura gruntu na głębokości 50 cm praktycznie nie zmieniała się w ciągu doby (0.1°C).

Rozkład temperatury gruntu w sezonie letnim 2005 r. przedstawiono w powiązaniu z temperaturą i opadem. Podobnie jak we wcześniejszych latach zaznaczył się wyraźny wpływ tych elementów meteorologicznych, a zwłaszcza temperatury. Zaobserwowano także wpływ opadu na zmiany temperatury gruntu wraz z głębokością (przenoszenie ciepła), ponieważ sezon letni 2005 r. był wyjątkowo mokry. Duże uwilgocenie miało też wpływ na to, że na powierzchni czynnej (0 cm) notowano niższe średnie temperatury niż w porównaniu z głębokością 5 cm (większe parowanie).

4. Warunki pogodowe sezonu letniego 2005 na tle wielolecia (1986–2002)

Średnia temperatura powietrza na wysokości 200 cm n.p.g. za cały sezon 2005 była niższa od wieloletniej tylko o 0.2°C, niższa była także (o 0.1°C) średnia minimalna. Absolutne minimum i maksimum temperatury powietrza oraz średnia temperatura maksymalna były wyższe od analogicznych wartości z wielolecia (tab. 2).

Zachmurzenie ogólne nieba (0–10) w sezonie letnim 2005 było zdecydowanie wyższe (o 0.9) od średniej wieloletniej. Podobnie jak w sezonie 1994 średnia wartość zachmurzenia wynosiła 9.2 i była to najwyższa wartość zanotowana w wieloleciu.

Tabela 2 – Table 2

Wartości wybranych elementów meteorologicznych na stacji Calypsobyen w sezonie letnim 2005 w porównaniu ze średnimi z okresu 1986–2002

Values of chosen meteorological elements on the Calypsobyen station in summer 2005 comparatively with average from the period 1986-2002

Element meteorologiczny Meteorological element	Średnia wieloletnia Mean many-years	Lato 2005 Summer 2005
Temperatura powietrza – Air temperature [°C]		
Średnia – Mean	5.1	4.9
Średnia minimalna – Mean minimum	2.9	2.8
Średnia maksymalna – Mean maximum	7.2	7.5
Absolutna minimalna – Absolute minimum	0.2	0.9
Absolutna maksymalna – Absolute maximum	9.3	9.4
Prędkość wiatru – Wind velocity [m/s]		
Średnia – Mean	4.0	4.0
Maksymalna (10-minutowa) – Maximum (10-minute)	14.2	9.4
Średnie zachmurzenie ogólne – Mean cloudiness [0–10]	8.3	9.2
Średnia suma opadu – Mean precipitation sum [mm]	29.0	56.7

Średnia dobową prędkość wiatru w sezonie letnim 2005 r. była taka sama jak w wieloleciu (4m/s), natomiast maksymalna średnia (10-minutowa) była prawie o 5 m/s niższa. W sezonie letnim 2005 r. suma opadu była prawie dwukrotnie wyższa od średniej sumy wieloletniej i był to trzeci sezon pod względem wysokości opadu (po 2002 i 1994). Uzyskane dane potwierdziły wyniki wcześniejszych badań świadczących o dużej zmienności poszczególnych sezonów letnich.

Literatura

- Bartoszewski S., Gluza A., Siwek K., 2003, Meteorological conditions of the Scott Glacier's ablation in the summer of 2001. Meteorologiczne uwarunkowania ablacji lodowca Scotta w sezonie letnim 2001. XXIX International Polar Symposium. „The Functioning of Polar Ecosystems as Viewed Against Global Environmental Changes”, Kraków: 143–148.
- Bartoszewski S., Siwek K. 1992, Meteorological conditions of the Scott River outflow in the summer 1990 (Western Spitsbergen), Wyprawy Geograficzne UMCS na Spitsbergen, Lublin: 31–38.
- Bilik A., 1997, Charakterystyka temperatury gruntu w Calypsobyen (Zachodni Spitsbergen) w sezonie letnim 1994. Materiały na Sesję Polarną „Rzeźba i współczesne procesy morfologiczne oraz problemy zmian środowiska obszarów polarnych”, Lublin: 17–23.
- Brażdil R., Prošek P., Paczos S., Siwek K., 1991, Comparison of meteorological conditions in Calypsobyen and Reindalen in summer 1990, Wyprawy Geograficzne UMCS na Spitsbergen, Lublin: 57–76.
- Gluza A., 1988, Warunki pogodowe w sezonie letnim 1987 r. w Calypsobyen (Zachodni Spitsbergen). Sesja Polarna, INoZ UMCS, Lublin, 1988: 21–29.
- Gluza A., Piasecki J., 1989, Rola cyrkulacji atmosferycznej w kształtowaniu cech klimatu południowego Bellsundu na przykładzie sezonu wiosenno-letniego 1987 r. Sesja Polarna, INoZ, Lublin: 9–28.

- Gluza A., Siłuch M., Siwek K., 2004, Porównanie wybranych elementów meteorologicznych w sezonie letnim między stacjami Hornsund i Calypsobyen (Spitsbergen). *Problemy Klimatologii Polarnej*, 14: 183–188.
- Gluza A., Siwek K. 2002, Wyznaczanie średniej dobowej temperatury powietrza w warunkach polarnych. *Polish Polar Studies „Funkcjonowanie i monitoring geosystemów obszarów polarnych”*, Poznań: 105–111.
- Gluza A., Siwek K., Pęczak J., Siłuch M., 2003, Przebieg warunków pogodowych w Calypsobyen w sezonie letnim 2001 na tle wielolecia 1986-2000. *Problemy Klimatologii Polarnej*, 13: 117–125.
- Kejna M., Arażny A., Siwek K., 2000, Spatial differentiation of weather conditions on Spitsbergen in summer season 1999. *Polish Polar Studies The 27th International Polar Symposium*, Toruń: 191–201.
- Siwek K., 1991, The weather conditions in Calypsobyen in the summer 1990, *Wyprawy Geograficzne UMCS na Spitsbergen*, Lublin: 77–81.
- Siwek K., Gluza A., Bartoszewski S., 2004, Zróżnicowanie albedo Lodowca Scotta (Spitsbergen). *Problemy Klimatologii Polarnej*, 14: 127–132.
- Święś F., 1988, Zróżnicowanie geobotaniczne tundry na południowym wybrzeżu Bellsundu (Zachodni Spitsbergen). *Wyprawy Geograficzne UMCS na Spitsbergen*, Lublin: 215–228.

Summary

Arctic, especially the region of Wedel Jarlsberg Land (western coast of Spitsbergen) has been the subject of a complex study carried out by the participants of Geographical Expeditions by the Maria Curie-Skłodowska University in Lublin for more than 20 years. The research into the meteorological conditions was initiated in 1986.

In 2005, the meteorological investigation began on 14th July and ended on 31st August. The station was located on Calypsostranda, a flat sea terrace, at the height of about 23 m a. s. l., at a distance of 200 m. from Bellsund Fjord and 2 km from the Scott Glacier. The substratum was made of dry lichen-moss tundra.

Mean daily air temperature at the altitude of 200 cm amounted to 4.9°C throughout the measurement period. The 28th August was the warmest day during the expedition. It was then that the highest mean daily temperature (7.5°C). The highest maximum temperature (9.4°C) was recorded the 24th August. The 17th July was the coldest day in the period, with a mean daily temperature of 2.8°C but a minimum temperature (0.9°C) was recorded the 20th of July. The mean soil temperature evaluated for the depths 5, 10, 20 and 50 cm was positive and varies between 6.0°C in the subsurface layer and 3.7°C in the deeper parts of the analysed profile.

The mean relative air humidity was 85.8%. The highest relative humidity (97.1%) were recorded the 7th August. The 18th July was recorded lowest relative humidity – 72.2%. The precipitation total for the whole of the measurement period amounted to 56.7 mm. 26 days with a precipitation ≥ 0.1 mm were observed (which means that rainfall occurred in 53% of the days), including 12 days with precipitation ≥ 1.0 mm. The highest rainfall occurred on 28th July and amounted to 14.2 mm. Mean overall cloudiness amounted to 7.4 (on a 0-8 scale), and low cloud cover – to 5.4. Stratocumulus and Stratus clouds were dominant (60%).

The mean wind speed was 4.0m/s. The highest wind speed was noticed 26th and 27th August – 9,4 m/s, but lowest wind speed (1.1 m/s) the 10th August. Dominated winds from East (22.9%) and from Northwest (19.2%). To summarise the summer season 2005 was a warmer, cloudier and wet than the period 1986–2002.