

## **PORÓWNANIE WYBRANYCH ELEMENTÓW METEOROLOGICZNYCH W SEZONIE LETNIM MIĘDZY STACJAMI HORNSUND I CALYPSOBYEN (SPITSBERGEN)**

Andrzej Gluza, Marcin Siłuch, Krzysztof Siwek

Zakład Meteorologii i Klimatologii, Instytut Nauk o Ziemi UMCS  
al. Kraśnicka 2 cd, 20–718 Lublin

agluza@biotop.umcs.lublin.pl, msiluch@biotop.umcs.lublin.pl, klimatks@biotop.umcs.lublin.pl

### **1. Wstęp**

Cechy klimatyczne Svalbardu, podobnie jak całej Arktyki, określają przede wszystkim: cyrkulacja atmosferyczna i związana z nią cyrkulacja oceaniczna oraz czynniki astronomiczne, które warunkują dopływ promieniowania słonecznego. Niezmiernie ważne są inne czynniki, takie jak stała pokrywa śnieżna, nietające lody morskie i lodowce na kontynentach oraz wyspach, wieloletnia zmarzlina, brak wyższych form roślinności (Głowicki 1985, Niedźwiedź 1993).

Duże znaczenie w kształtowaniu warunków klimatycznych Archipelagu Svalbard mają również stosunki orograficzne, w tym rozczłonkowanie i zróżnicowanie wysokościowe największej wyspy tego archipelagu – Spitsbergenu.

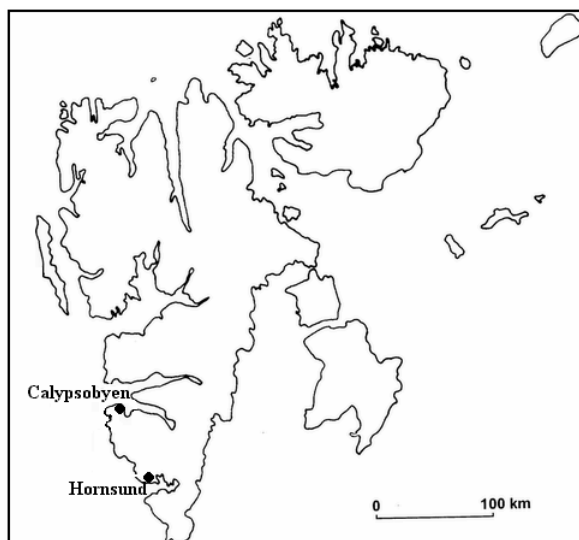
### **2. Cel i materiał źródłowy**

W opracowaniu wykorzystano dane meteorologiczne pochodzące ze Stacji Polarnej Instytutu Geofizyki PAN w Hornsundzie oraz ze Stacji Calypsobyen należącej do Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie.

Stacja Hornsund ( $\varphi = 77^{\circ}00'N$ ,  $\lambda = 015^{\circ}33'E$ ) jest położona na zachodnim wybrzeżu wyspy Spitsbergen nad Zatoką Białego Niedźwiedzia (Isbjornhamna) na terasie morskiej około 10 metrów nad poziomem morza, w odległości około 3500 m od wylotu fiordu Hornsund (ryc. 1). Obserwacje na tej stacji wykonywane są przez cały rok (Kwaczyński 2003).

Stacja Calypsobyen ( $\varphi = 77^{\circ}33'N$ ,  $\lambda = 014^{\circ}31'E$ ) zlokalizowana jest na płaskiej terasie morskiej położonej ok. 20 metrów nad poziomem morza i jest oddalona od brzegu fiordu Recherche o ok. 200 m. Pracuje ona tylko w czasie trwania letnich Wypraw Geograficznych UMCS.

Celem pracy było wyznaczenie różnic w wartościach średnich dobowych wybranych elementów meteorologicznych między analizowanymi stacjami oraz określenie wpływu cyrkulacji atmosferycznej na ich rozkład.



Ryc. 1. Położenie stacji meteorologicznych wykorzystanych w opracowaniu  
 Fig. 1. Location of the meteorological stations considered in the present research study

Do porównania wykorzystano dane z obu stacji pochodzące z wybranych sezonów letnich z okresu 1986–2001 (łącznie 659 dni) obejmujących średnie dobowe wartości temperatury powietrza [°C] mierzonej na wysokości 200 cm, zachmurzenia ogólnego nieba [0–10], prędkości wiatru [m/s] oraz dobowej sumy opadu atmosferycznego [mm]. Ponadto w opracowaniu wykorzystano typologię cyrkulacji według Niedźwiedzia dla Spitsbergenu (Niedźwiedź 2001) dla tego samego okresu. Dodatkowo obliczono i przeanalizowano częstość różnic (Calypsobyen – Hornsund) poszczególnych elementów meteorologicznych w kierunkach i typach cyrkulacji wg Niedźwiedzia.

### 3. Analiza wyników

Ogólna cyrkulacja atmosferyczna nad Svalbardem w badanym okresie (1986–2001) tylko nieznacznie różniła się od rozkładu wieloletniego 1951–2000 (Niedźwiedź 2001). Największe różnice występowały w typie Ka (ok. 6% ogólnej częstości) oraz NEa i NEc (ok. 5%).

Temperatura powietrza w Calypsobyen jest średnio o 0.6°C wyższa niż w Hornsundzie (tab. 1). Fakt ten potwierdza wyniki wcześniejszych badań dotyczących uprzywilejowania termicznego wnętrza wyspy (Brázdil i in. 1991, Przybylak 1989). Prawie przy wszystkich kierunkach cyrkulacji Calypsobyen jest cieplejsze od Hornsundu (tab. 1). Tylko przy kierunku NW cieplejszy jest Hornsund. Podobnym rozkładem, jak przy wartościach średnich temperatur, charakteryzuje się częstość występowania różnic temperatury (ryc. 2A). Różnice dodatnie występują częściej (około 66%) niż ujemne, przy wszystkich kierunkach cyrkulacji poza NW. Największe wartości różnic temperatury (>1°C) występują przy kierunkach S i SW. Analizując rozkład różnic temperatury między porównywanymi stacjami stwierdzono, że Calypsobyen jest średnio cieplejsze we wszystkich typach, poza NWc. Największe różnice wystąpiły w typie Sa (1.9°C), natomiast w typach SWa, SWc, Sc nieznacznie przekraczały lub były równe 1°C. Najmniejsze różnice (0.1–0.2°C) notowano w typach: Nc, SEa, SEc, NWA. Jedyne przy typie NWc Calypsobyen było chłod-

niejsze o 0.3°C od Hornsundu. Przyczyną tego jest położenie stacji Calypsobyen w miejscu umożliwiającym swobodny napływ zimnych mas powietrza z północnego-zachodu. W Hornsundzie, przy tym typie cyrkulacji, powietrze ulega transformacji w wyniku przejścia przez barierę orograficzną (Torbjørnsenfjellet). Przy kierunkach antycyklonalnych różnice są wyższe niż przy cyklonalnych (tab. 1).

Tabela 1 – Table 1

Wartości średnich różnic wybranych elementów meteorologicznych między Calypsobyen a Hornsundem w kierunkach cyrkulacji

Values of the mean differences of the meteorological elements selected between Calypsobyen and Hornsund in the circulation directions of circulation

	Temperatura powietrza Air temperature			Zachmurzenie Cloudiness			Prędkość wiatru Wind velocity			Opad Precipitation		
	śred.	a	c	śred.	a	c	śred.	a	c	śred.	a	c
<b>N</b>	0,3	0,5	0,1	0,4	0,2	0,4	1,1	1,1	1,2	<b>0,2</b>	0,0	<b>0,3</b>
<b>NE</b>	0,6	0,7	0,6	0,1	0,6	-0,2	-0,3	0,0	-0,4	-0,2	0,2	-0,5
<b>E</b>	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	-0,1	<b>-2,2</b>	<b>-2,1</b>	<b>-2,4</b>	0,1	0,2	0,0
<b>SE</b>	0,2	0,2	0,2	-0,2	-0,3	-0,1	-0,8	-0,3	-1,2	-0,1	-0,3	0,0
<b>S</b>	<b>1,2</b>	<b>1,9</b>	<b>1,0</b>	-0,3	-0,2	-0,4	0,2	1,1	0,0	<b>-3,6</b>	-1,4	<b>-4,3</b>
<b>SW</b>	0,8	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>	<b>-0,5</b>	-0,4	<b>-0,5</b>	<b>1,8</b>	1,8	1,8	<b>-3,7</b>	-1,8	<b>-4,7</b>
<b>W</b>	0,8	0,9	0,7	-0,1	0,0	-0,2	0,6	0,3	0,8	-0,8	-0,7	-0,5
<b>NW</b>	<b>-0,2</b>	0,2	<b>-0,3</b>	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	0,8	<b>1,4</b>	<b>2,2</b>	1,0	0,0	0,0	0,0
<b>C</b>	0,8	0,8	0,7	0,5	0,9	0,1	0,2	0,0	0,4	-0,8	0,1	-1,7
	<b>Ka</b>	<b>Bc</b>	<b>X</b>	<b>Ka</b>	<b>Bc</b>	<b>X</b>	<b>Ka</b>	<b>Bc</b>	<b>X</b>	<b>Ka</b>	<b>Bc</b>	<b>X</b>
	0,8	0,4	0,8	0,5	0,0	0,0	0,1	-0,3	0,2	0,1	-0,7	-0,3
<b>Śr.</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,2</b>	<b>-1,3</b>

śred. – średnia – mean

a – makrotyp antycyklonalny – anti-cyclonic macro-type

c – makrotyp cyklonalny – cyclonic macro-type

Ka – centrum wyżu – high-pressure centre

Bc – bruzda niskiego ciśnienia – low pressure groove

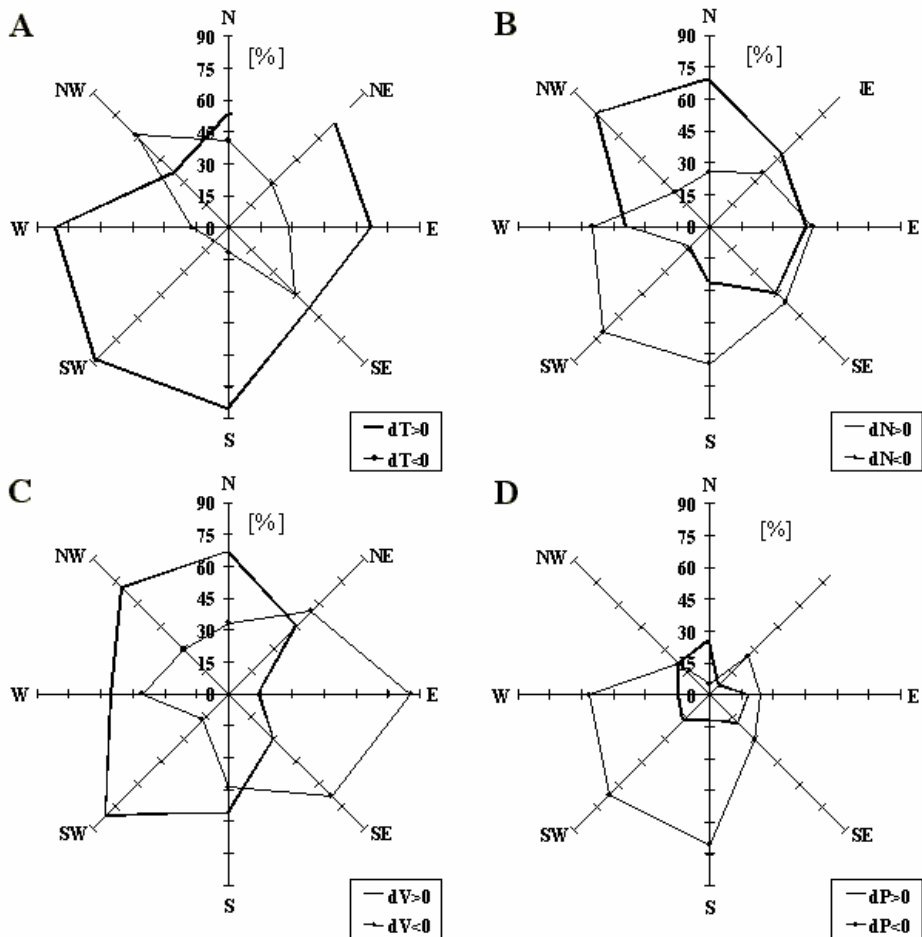
X – typy nieokreślone – undetermined types

wytłuszczonym drukiem oznaczono wartości najwyższe i najniższe dla każdego elementu – the highest and the lowest values for each element are presented in bold print

W przypadku średniego ogólnego zachmurzenia nieba [0–10] między analizowanymi stacjami różnica jest niewielka i wynosi ona 0.1 (tab. 1). Jest to skutkiem dużego ogólnego zachmurzenia nieba nad Spitsbergenem w okresie letnim. Maksymalnie średnie dobowe różnice zachmurzenia dochodzą do 0.9 stopnia. Calypsobyen jest bardziej "pogodne" przy cyrkulacji z sektora północnego, a Hornsund przy kierunkach południowych i zachodnich. Prawie przy wszystkich typach cyrkulacji, różnice nie przekraczają 1 stopnia (tab. 1). Jedyne przy występowaniu typu cyrkulacji NWa Calypsobyen jest "pogodniejsze" od Hornsundu. Największe różnice na minus występują w typie SWc (0.5). Średnio w typach cyklonalnych nie ma różnic, a w antycyklonalnych różnice wynoszą średnio 0.3. Przewaga różnic dodatnich występuje przy kierunkach NW, N i NE (ryc. 2B). Przy pozostałych kierunkach przeważa częstość różnic ujemnych.

W wartościach średnich prędkości wiatru, podobnie jak w przypadku zachmurzenia, nie stwierdzono istotnych różnic. Średnia różnica wyniosła 0.1 m/s (tab. 1). W Hornsundzie wyższe prędkości wiatru występują przy kierunkach wschodnich. Średnie różnice przekraczają wtedy 2 m/s. Natomiast w Calypsobyen wyższe prędkości wiatru występują przy cyrkulacji z kierunków SW – 1.8 m/s oraz NW – 1.4 m/s.

Częstość różnic ujemnych i dodatnich jest zbliżona (ryc. 2C). Ujemne różnice częściej występują przy NE, E i SE, w pozostałych kierunkach dominują różnice dodatnie. Duży wpływ na zróżnicowanie prędkości wiatru, między analizowanymi stacjami, w zależności od kierunków cyrkulacji, wywierają lokalizacja stacji i stosunki orograficzne jej otoczenia. Z analizy typów cyrkulacji wynika, że największe ujemne różnice (wyższe prędkości wiatru notowano w Hornsundzie) występują przy typach: Ec (-2.4 m/s) i Ea (-2.1 m/s). Natomiast wyższe prędkości wiatru w Calypsobyen notowano w typach NWA (2.2 m/s) oraz SWa i SWc (po 1.8 m/s). Tylko przy typie Ca w wartościach średnich nie ma różnic.



Ryc. 2. Częstość różnic (d) w wartościach dobowych wybranych elementów meteorologicznych w poszczególnych kierunkach cyrkulacji między Calypsobyen i Hornsundem.

A – temperatura powietrza, B – zachmurzenie ogólne nieba, C – prędkość wiatru, D – opad atmosferyczny

Fig. 2. Frequency of differences (d) in 24-hours values of the meteorological elements selected in individual directions of circulation directions between Calypsobyen and Hornsund

A – air temperature, B – total cloudiness, C – wind velocity, D – precipitation

Dobowe sumy opadu atmosferycznego, uśrednione dla kierunku cyrkulacji, w Hornsundzie są średnio wyższe o 0.8 mm niż w Calypsobyen (tab. 1). Prawidłowość ta występuje praktycznie przy wszystkich kierunkach cyrkulacji. Najwyższe różnice (ok. 4 mm) występują przy kierunkach S i SW. Tylko przy kierunkach N i E oraz w sytuacji klina wysokiego ciśnienia nad Spitsbergenem (Ka) w Calypsobyen opady są wyższe, ale wartości różnic są niewielkie (0.1–0.2 mm). Uzyskane wyniki różnic wysokości opadu atmosferycznego potwierdzają prawidłowość, że opady są wyższe na wybrzeżu niż we wnętrzu archipelagu. Rozkład częstości różnic opadów jest odmienny od poprzednio analizowanych elementów meteorologicznych. Przewaga różnic dodatnich zaznacza się tylko w jednym kierunku cyrkulacji – N (ryc. 2D). W typach cyrkulacji najwyższe średnie różnice występują przy typach cyklonalnych (–1.3 mm na korzyść Hornsundu), a w typach antycyklonalnych – Hornsund był bardziej „mokry” tylko o 0.2 mm. Najwyższe różnice przy typie SWc (4.7 mm) i Sc (4.3 mm). W Calypsobyen notuje się wyższe opady przy typach Nc (0.3 mm), NEa i Ea (po 0.2 mm) oraz Ka i Ca (po 0.1 mm). Przy typach z kierunku NW w opadach nie notuje się różnic między obiema stacjami.

#### 4. Podsumowanie i wnioski końcowe

Największe różnice w wartościach analizowanych elementów meteorologicznych między stacjami w Calypsobyen i Hornsundzie występowały przy napływie powietrza z kierunku południowo-zachodniego.

Nie ma wyraźnego kierunku, w którym średnie różnice byłyby tylko dodatnie lub tylko ujemne. Jedynie przy napływie powietrza z północy wszystkie średnie wartości analizowanych elementów meteorologicznych miały wyższe wartości w Calypsobyen niż w Hornsundzie.

Tylko w typach i kierunkach S i SW oraz W opady i zachmurzenie są wyższe w Hornsundzie.

Przy typach i kierunkach z południa temperatura i prędkość wiatru w Calypsobyen są wyższe niż w Hornsundzie.

Przedstawione wyniki potwierdzają wcześniejsze badania dotyczące wpływu czynników cyrkulacyjnych na przestrzenne zróżnicowanie wybranych elementów meteorologicznych (Brázdil i in. 1991, Kejna i in. 1999, Przybylak 1989). Analiza danych wskazuje na duże znaczenie kierunku cyrkulacji i jego wpływ na wielkość różnic wybranych elementów meteorologicznych. W niektórych przypadkach (prędkość wiatru, wysokość opadu) decydującą rolę mają czynniki lokalne w tym stosunki orograficzne i położenie punktu pomiarowego.

#### Literatura

- Brázdil R., Prošek P., Paczos S., Siwek K., 1991, Comparison of Meteorological Conditions in Calypsobyen and Reindalen in Summer 1990, Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen, UMCS, Lublin: 57-76.
- Głowicki B., 1985, Radiation conditions in het Hornsund area (Spitsbergen), Pol. Polar Res., 6, 3: 301-318.
- 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.
- Kwaczyński J., 2003, Meteorological Yearbook Hornsund 2001/2002, Publications of the Institute of Geophysics Polish Academy of Sciences, D-60(351). Warszawa:
- Martyn D., 2000, Klimaty kuli ziemskiej, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: pp. 360.
- Niedźwiedz T., 1993, The main factors forming the climate of Hornsund (Spitsbergen), Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 94. Kraków: 49-63.
- Niedźwiedz T., 2001, Zmienność cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem w drugiej połowie XX wieku. Problemy Klimatologii Polarnej, 11, Wyższa Szkoła Morska, Gdynia: 7-26.

## **COMPARISON OF SOME SELECTED METEOROLOGICAL ELEMENTS OF THE SUMMER SEASON BETWEEN THE HORNSUND AND CALYPSOBYEN STATIONS (SPITSBERGEN)**

### **Summary**

The aim of the study was to determine the differences in the 24-hour means values of some selected meteorological elements between the stations analysed and also to determine the influence of atmospheric circulation on their distribution. Meteorological data collected at the Polar Station of the Institute of Geophysics of the Polish Academy of Sciences in Hornsund and the Calypsobyen Station of the Maria Curie-Skłodowska University of Lublin were used for the present research.

The present studies showed that air temperature in Calypsobyen is on average 0.6°C higher than in Hornsund. Calypsobyen is warmer than Hornsund from almost all circulation directions. Hornsund is warmer only in the case of the NW direction. The highest levels of temperature differences (> 1°C) occur from the S and SW directions. Calypsobyen was 0.3°C colder than Hornsund only in the case of the NWc type. Regarding the average total cloud coveriness of the sky [0–10], the difference between the two stations analysed was as small as 0.1. This results from the high total cloud coveriness of the sky during summer. No differences were found in the case of medium wind velocity levels similarly as was in the case for the cloud coveriness. The mean difference for this parameter was 0.1 m/s. The location of the station, as well as the orographic relations in its surroundings, exerts a significant influence on the difference in the direction of wind velocities in relation to the directions of the circulation directions. The total – taken over twenty-four hour sums – of the atmospheric precipitation levels as averaged with to the circulation directions in Hornsund were on average 0.8 mm higher than for in Calypsobyen. Precipitation levels were higher in Calypsobyen only from the N and E directions and in the situation of a weather wedge over Spitsbergen (Ka), however, even then the values of these differences were small (0.1–0.2 mm).

Analysis of the data analysis pointed to the significance of the direction of the circulation direction and its influence on the value of differences between the meteorological elements selected. In some cases (i.e. wind velocity, precipitation level) local factors – and including orographic relations and the location of the measuring site – are decisive.