

ZMIENNOŚĆ WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH W HORNSUNDZIE (SW SPITSBERGEN) W OKRESIE 1 VII 1999 – 30 VI 2000 ROKU

Andrzej Arażny

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Instytut Geografii, Zakład Klimatologii, Toruń

Wstęp

Pomiary i obserwacje meteorologiczne w Hornsundzie prowadzono w ramach prac badawczych XXII Polskiej Wyprawy Polarnej „Spitsbergen 1999/2000”. Była to kolejna całoroczna ekspedycja zorganizowana przez Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk. Celem badań meteorologicznych rozpoczętych i prowadzonych regularnie od 1978 r. aż do chwili obecnej jest poznanie zmienności klimatu polarnego.

Pierwszą całoroczną serię pomiarów meteorologicznych w Hornsundzie wykonano podczas wyprawy zorganizowanej w ramach Międzynarodowego Roku Geofizycznego (1957/1958). W lipcu 1978 r. stacja w Hornsundzie została reaktywowana i od tego czasu działa nieprzerwanie, prowadząc m.in. standardowe obserwacje meteorologiczne. Od tego momentu włączono ją do norweskiej służby obserwacyjnej (pod numerem 01003) w ramach sieci Światowej Organizacji Meteorologicznej. Opracowania warunków meteorologicznych i klimatycznych Hornsundu przedstawiono w wielu wcześniejszych publikacjach (m.in.: Makarewicz 1959; Wiśniewski 1960; Baranowski 1968, 1977; Petelski 1980; Pereyma 1983; Głowicki 1985; Pietroń, Ziemiański 1985; Rodzik, Stepko 1985; Pietroń 1987, Ustrnul 1987; Niedźwiedź 1987, 1992, 1993, 1997a, 1997b; Brazdil 1988; Miętus 1988, 1991, 1992a, 1992b; Niedźwiedź, Ustrnul 1988; Wielbińska, Skrzypczak 1988; Kamiński 1989; Ambros i in. 1990; Przybylak 1991, 1992;

Wójcik, Kejna 1991; Kratke, Stanisławczyk 1992; Angiel 1996; Kierzkowski 1996; Głowacki, Niedźwiedź 1997).

Miejsce i metodyka pomiarów

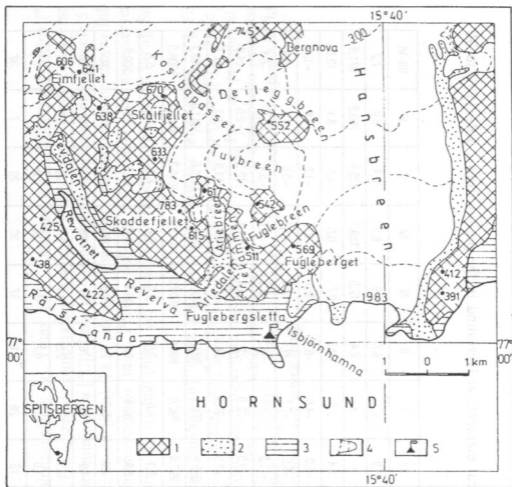
Polska Stacja Polarna PAN, w ramach której pracuje stacja meteorologiczna leży w południowo-zachodniej części Spitsbergenu ($\varphi = 77^{\circ}00'N$, $\lambda = 15^{\circ}33'E$). Jest ona położona w odległości 200 m od brzegu Zatoki Białego Niedźwiedzia (ryc. 1). Zatoka ta jest fragmentem fiordu Hornsund o szerokości ok. 12–15 km. Od północy i północnogośchodu stację otaczają góry Ariekammen i Fugleberget. W bliskim sąsiedztwie stacji (1 km) znajduje się Lodowiec Hansa, którego czoło schodzi do północnej części Zatoki Białego Niedźwiedzia. Od 1978 r. ogródek meteorologiczny znajduje się stale w tym samym miejscu, na płaskiej terasie morskiej. Wysokość wiatromierza nad poziomem stacji wynosi 10 m, wysokość barometru nad średnim poziomem morza wynosi 11 m.

Pomiary i obserwacje meteorologiczne wykonuje się w terminach synoptycznych 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 GMT i przekazuje się depesze Norweskiemu Instytutowi Meteorologicznemu. Zakres i metodyka prowadzonych pomiarów są przedstawione w każdym opublikowanym roczniku meteorologicznym „Hornsund” opracowanym przez Oddział Morski IMGW w Gdyni. Obserwacje meteorologiczne w roku sprawozdawczym od lipca 1999 r. do czerwca 2000 r. w Hornsundzie prowadzili Zbigniew Wciślak ze stacji meteorologicznej Rzeszów i Andrzej Arażny – Instytut Geografii i PZ PAN Toruń.

Wyniki

Ciśnienie atmosferyczne

Na kształtowanie pogody i klimatu Spitsbergenu znaczny wpływ mają czynniki cyrkulacyjne. W latach 1951–1995 według opracowania Niedźwiedzia (1997b), przez niemal cały rok, z wyjątkiem maja, przeważają układy niżowe (55,8%), osiągając maksimum częstości w listopadzie (65,8%). Dla Hornsundu charakterystyczne jest występowanie adwekcyjnych sytuacji synoptycznych. Zdecydowaną prze-



Ryc. 1. Mapa okolic Hornsundu (uproszczona wg mapy: Hornsund, Spitsbergen, geomorfologia, PAN, Komitet Badań Polarnych, wyd. Uniwersytet Śląski, Katowice, 1984), Źródło: R. Przybylak (1992); 1 – masywy górskie z punktami wysokościowymi, 2 – wały moren czołowych, środkowych i bocznych oraz pokrywy gruzowe na martwym lodzie, 3 – równiny teras morskich, dna dolin proniwalnych oraz równiny i stożki sandrowe na podłożu skalnym, 4 – lodowce, 5 – Polska Stacja Polarna

Fig. 1. Map of the Hornsund area (generalize according to map: Hornsund, Spitsbergen, geomorphology, Polish Academy of Sciences, Committee on Polar Research, publ. by Silesian University, Katowice, 1984). Source: R. Przybylak (1992); 1 – mountain ridges and spot elevations in meters, 2 – frontal, medial and lateral moraine ridges and debris cover on dead ice, 3 – plains of moraine terraces, valley of pronival and proglacial streams, outwash plains and fans on bedrock, 4 – glaciers, 5 – Polish Polar Station

Tabela 1. Miesięczne i roczne wartości elementów meteorologicznych w Hornsundzie w okresie I VII 1999–
–30 VI 2000 r.

Table 1. Monthly and annual values of meteorological elements at Hornsund in the period from 1 July 1999 to 30
June 2000

	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII–VI
C	7,6	8,8	9,3	6,7	7,8	4,9	6,7	6,7	5,9	6,9	8,4	6,9	7,2
SS	159,8	77,7	21,5	35,4	•	•	•	2,4	112,5	159,1	139,6	263,9	971,9
T _{max} abs	12,6	7,9	8,3	4,6	4,7	3,4	2,0	-0,3	0,7	0,8	4,1	8,1	12,6
T _{max}	6,5	5,4	4,8	-1,2	-0,1	-6,0	-4,6	-6,6	-9,0	-8,3	-1,5	3,6	-1,4
T _m	4,3	3,9	3,1	-3,3	-2,1	-8,5	-7,1	-9,4	-12,3	-11,4	-3,5	1,9	-3,7
T _{min}	2,3	2,1	1,4	-5,6	-4,5	-11,3	-9,9	-12,2	-15,8	-14,7	-5,4	0,1	-6,1
T _{min} abs	1,0	-0,8	-2,0	-13,5	-13,7	-19,0	-22,9	-22,1	-24,8	-21,7	-12,3	-2,5	-24,8
T _{min} gr	-0,7	-4,7	-4,5	-16,2	-15,2	-22,5	-26,5	-24,8	-27,7	-24,4	-13,9	-5,2	-27,7
Pst	1006,1	1011,5	1004,4	1008,4	996,9	996,5	990,7	997,3	1000,9	1011,6	1009,0	1011,0	1003,7
Ps	1007,4	1012,8	1005,6	1009,7	998,2	997,8	992,0	998,6	1002,3	1013,0	1010,3	1012,3	1005,0
W	4,7	3,7	5,2	5,6	7,6	6,1	6,6	8,5	5,7	6,0	6,2	3,6	5,8
P	14,1	72,4	230,0	34,1	47,8	6,3	32,4	8,2	19,2	9,4	24,5	2,5	500,9
P _{max}	3,9	27,6	32,7	20,5	14,2	2,0	5,7	2,5	6,8	5,8	11,5	0,9	32,7
f	81	82	85	73	76	69	75	76	71	76	77	76	76
e	6,7	6,6	6,6	3,7	4,2	2,5	3,1	2,5	2,1	2,1	3,9	5,3	4,1
Δe	1,6	1,5	1,1	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	0,7	0,6	1,0	1,7	1,1
S _{max}	0	1	3	4	7	15	26	21	37	30	20	7	37

Tabela 1. cd. – Table 1. cont.

Objaśnienie: C – zachmurzenie [0–10], SS – usłonecznienie [h], Tmax abs – absolutna temperatura maksymalna [°C], Tmax – średnia temperatura maksymalna [°C], Tm – średnia temperatura powietrza [°C], Tmin – średnia temperatura minimalna [°C], Tmin abs – absolutna temperatura minimalna [°C], Tmin gr – temperatura minimalna przy gruncie 5 cm [°C], Pst – ciśnienie atmosferyczne na poziomie stacji [hPa], Ps – ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza [hPa], W – prędkość wiatru [m/s], P – suma opadu atmosferycznego [mm], Pmax – dobowy maksymalny opad atmosferyczny [mm], f – wilgotność względna [%], e – ciśnienie pary wodnej [hPa], Δe – niedosyt wilgotności powietrza [hPa], Smax – maksymalna pokrywa śnieżna [cm]

Explanation: C – cloudiness [0–10], SS – sunshine duration [h], Tmax abs – absolute maximum temperature [°C], Tmax – mean maximum temperature [°C], Tm – mean air temperature [°C], Tmin – mean minimum temperature [°C], Tmin abs – absolute minimum temperature [°C], Tmin gr – minimum temperature near the ground 5 cm [°C], Pst – air pressure at the station level [hPa], Ps – air pressure at the sea level [hPa], W – wind velocity [m/s], P – sums of atmospheric precipitation [mm], Pmax – daily maximum atmospheric precipitation [mm], f – relative humidity [%], e – water vapour pressure [hPa], Δe – vapour pressure deficit [hPa], Smax – maximum snow cover [cm]

wagę ma adwekcja z sektora wschodniego (43,4%). Adwekcja z sektora zachodniego zdarza się rzadziej, bo tylko przez 15,4% dni w roku (Niedźwiedź 1997b).

Średnie ciśnienie atmosferyczne w Hornsundzie w latach 1978–1995 wyniosło 1008,2 hPa, przy miesięcznym minimum przypadającym na grudzień 1001,9 hPa oraz maksimum występującym w maju 1015,3 hPa (Kierzkowski 1996).

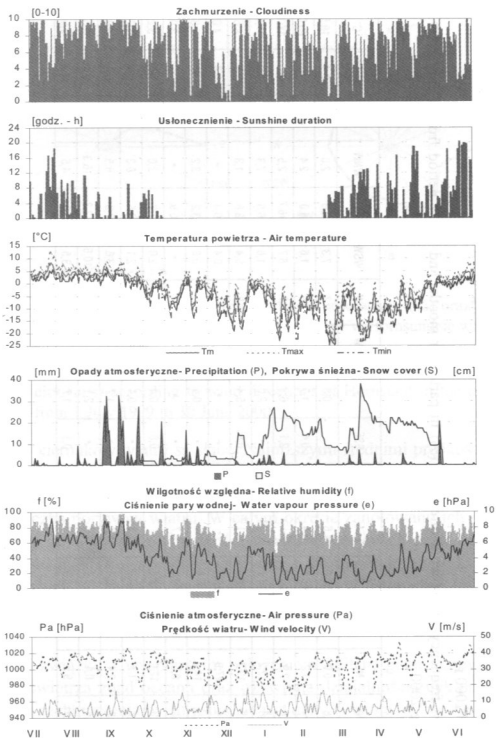
W analizowanym roku (lipiec 1999 – czerwiec 2000) średnie ciśnienie na poziomie morza było niższe od średniej wieloletniej i wyniosło 1005,0 hPa (tab. 1). Najniższe średnie miesięczne ciśnienie wystąpiło w styczniu (992,0 hPa), a najwyższe w kwietniu (1013,0 hPa). Ciśnienie w regionie południowego Spitsbergenu odznacza się dużą zmiennością z dnia na dzień (ryc. 2). Najwyższą wartość 1035,0 hPa zmierzono 29 kwietnia, a najniższą 967,2 hPa 3 września.

Kierunek i prędkość wiatru

Ogólna cyrkulacja powietrza w regionie Hornsundu jest wybitnie modyfikowana przez orografię. Położenie stacji meteorologicznej na brzegu fiordu Hornsund, o orientacji W–E, wymusza przepływ powietrza o składowych z tych kierunków. Największą frekwencją odznaczają się wiatry z kierunku E (36,9%), ENE (18,4%) i NE (9,5%). Wiatry z przeciwnej strony osi fiordu występowały rzadziej: W (5,6%), WNW (4,5%) i WSW (3,5%). Wiatry z pozostałych kierunków napływały sporadycznie, ze względu na obecność masywów górskich. Cisze występowały z dużą częstością (9,5%, tab. 2, ryc. 3).

Średnia prędkość wiatru w analizowanym okresie wyniosła 5,8 m/s i była wyższa o 0,5 m/s od średniej wieloletniej (Głowacki, Niedźwiedź 1997). Najmniejsza średnia miesięczna prędkość wiatru wystąpiła latem w czerwcu (3,6 m/s) i w sierpniu (3,7 m/s). Najbardziej wietrzne były natomiast miesiące zimowe: luty (8,5 m/s), listopad (7,6 m/s) i styczeń (6,6 m/s). Duża częstość silnych wiatrów w zimie jest uwarunkowana występowaniem w tym czasie największej liczby cyklonów w skali roku.

Kierunki najczęstsze charakteryzują się największymi prędkościami (tab. 3). Najsilniejsze wiatry związane są z kierunkiem ENE (7,7 m/s), NE (7,0 m/s), E (6,8 m/s) oraz SSE (5,8 m/s) i W (4,8 m/s). Z pozost-



Ryc. 2. Przebieg roczny elementów meteorologicznych w Hornsundzie w okresie 1 VII 1999 r. – 30 VI 2000 r.

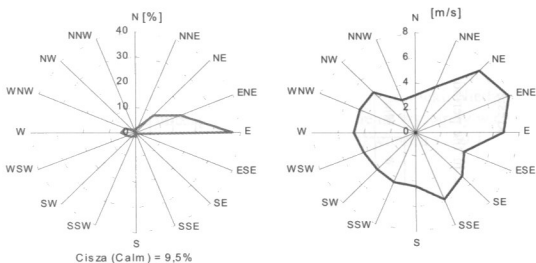
Fig. 2. Annual course of meteorological elements at Hornsund in the period from 1 July 1999 to 30 June 2000

Tabela 2. Częstość względna występowania kierunków wiatru (%) w poszczególnych miesiącach i w okresie I VII 1999–
– 30 VI 2000 r.

Table 2. Relative frequency of the wind directions (%) in particular months and in the period from 1 July 1999 to
30 June 2000

MIESIĄC MONTH	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C*
VII	•	0,8	0,8	12,5	35,9	1,6	•	•	0,8	2,8	9,7	7,3	6,9	2,0	•	0,4	18,5
VIII	•	•	1,2	11,7	46,8	0,4	0,8	0,4	1,6	0,4	2,4	1,6	4,8	2,4	0,4	•	25,0
IX	0,4	0,8	2,9	18,8	20,4	•	•	2,1	6,3	2,1	1,7	6,7	16,7	2,5	1,7	•	17,1
X	1,6	0,8	22,2	23,0	11,7	•	0,4	•	2,0	•	•	1,6	6,5	7,3	4,8	0,8	17,3
XI	2,1	3,3	19,2	20,4	18,8	2,1	0,8	0,8	5,4	0,8	5,8	5,4	3,8	1,3	4,6	0,8	4,6
XII	5,6	4,4	27,0	33,9	23,4	•	•	•	•	•	•	0,4	0,4	•	•	0,8	4,0
I	2,4	6,5	14,9	29,8	33,5	•	•	•	0,4	0,4	•	0,8	3,2	3,2	•	•	4,8
II	0,4	0,4	8,6	25,0	59,5	1,7	0,4	•	•	•	•	•	0,9	•	•	•	3,0
III	3,2	4,0	12,9	20,6	47,6	•	0,4	0,8	0,4	0,8	0,8	2,0	1,2	2,0	•	•	3,2
IV	•	0,4	1,7	11,3	67,9	1,3	•	•	0,4	0,4	0,4	2,1	2,5	8,3	1,3	0,4	1,7
V	•	0,8	2,4	11,3	50,4	4,8	•	•	1,2	0,4	0,4	3,6	7,3	8,5	3,6	0,4	4,8
VI	1,3	0,4	0,4	2,1	27,1	4,2	1,7	•	2,1	4,2	3,3	10,8	13,3	16,3	2,9	0,4	9,6
VII – VI	1,4	1,9	9,5	18,4	36,9	1,3	0,4	0,3	1,7	1,0	2,0	3,5	5,6	4,5	1,6	0,3	9,5

C* – Cisza – Calm



Ryc. 3. Częstość względna występowania kierunków wiatru (%) oraz średnie prędkości wiatru (m/s) według kierunków w Hornsundzie w okresie 1 VII 1999 r. – 30 VI 2000 r.

Fig. 3. Relative frequency of the wind directions (%) and mean wind velocity (m/s) according to wind directions at Hornsund in the period from 1 July 1999 to 30 June 2000

stałych kierunków wiatry są słabe. Najniższymi średnimi prędkościami odznaczał się kierunek NNW (2,7 m/s) i N (3,0 m/s).

Cechą charakterystyczną dynamiki powietrza w Hornsundzie jest duża liczba porywów wiatru. W całym okresie zanotowano ich 4087, z czego 26% w lutym. Prędkości wiatru w porywach przekraczały nawet 40 m/s. Dni z prędkością wiatru ≥ 10 m/s było aż 183, a dni z kryterium ≥ 15 m/s wystąpiło 48 z czego 10 w listopadzie (tab. 4).

Zachmurzenie i usłonecznienie

W związku z wyspiarskim położeniem Spitsbergenu, napływem mas powietrza znan oceanu oraz ożywioną działalnością cyklonalną, stopień zachmurzenia w Hornsundzie jest duży. Średnie roczne zachmurzenie w badanym okresie wyniosło 7,2 (w skali 0–10). Największe wystąpiło we wrześniu (9,3) i w sierpniu (8,8), a najmniejsze w grudniu (4,9) i w marcu (5,9). W ciągu analizowanego roku wystąpiło 20 dni pogodnych ($C < 2$), 166 dni chmurnych ($2 \leq C \leq 8$) i 180 dni pochmurnych ($C > 8$), w tym 24 dni z całkowitym zachmurzeniem ($C = 10$).

Tabela 3. Średnia prędkość wiatru w (m/s) według kierunków w poszczególnych miesiącach i w okresie I VII 1999 –
– 30 VI 2000 r.

Table 3. Mean wind velocity in (m/s) according to wind directions in particular months and in the period from 1 July
1999 to 30 June 2000

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
VII	•	2,0	4,5	7,5	7,3	1,5	•	•	1,5	2,7	3,3	4,4	3,7	4,0	•	1,0
VIII	•	•	7,3	5,0	5,3	2,0	4,5	2,0	3,8	4,0	2,7	2,0	3,3	5,5	6,0	•
IX	4,0	3,5	6,7	8,4	6,3	•	•	7,2	6,3	3,6	3,5	4,6	5,8	4,8	3,3	•
X	2,5	2,0	8,4	8,2	5,6	•	5,0	•	7,8	•	•	5,3	5,4	3,9	3,5	4,0
XI	4,2	3,5	8,2	10,7	8,1	9,8	8,5	9,0	6,5	6,0	7,6	6,0	6,8	4,3	6,1	4,0
XII	3,1	4,6	5,3	7,0	7,7	•	•	•	•	•	•	5,0	5,0	•	•	3,0
I	2,7	3,8	6,0	7,6	8,3	•	•	•	2,0	3,0	•	4,0	4,9	5,1	•	•
II	1,0	2,0	10,9	9,6	8,6	3,5	3,0	•	•	•	•	•	1,5	•	•	•
III	4,3	5,9	6,2	6,8	5,7	•	8,0	5,0	2,0	6,5	1,0	5,0	5,7	4,8	•	•
IV	•	12,0	9,5	6,1	6,1	5,3	•	•	6,0	9,0	8,0	3,8	7,7	5,7	4,0	2,0
V	•	3,5	6,8	9,3	7,0	4,1	•	•	4,3	2,0	5,0	5,0	3,8	4,6	5,2	4,0
VI	2,3	1,0	4,0	6,6	5,1	2,1	1,3	•	3,2	2,5	2,4	3,3	3,8	4,3	4,0	1,0
VII-VI	3,0	4,0	7,0	7,7	6,8	4,0	5,0	5,8	4,3	4,4	4,2	4,4	4,8	4,7	4,6	2,7

Usłonecznienie jest uzależnione od długości dnia i zachmurzenia. W Hornsundzie ($\varphi = 77^{\circ}\text{N}$) noc polarna trwa od 31 października do 12 lutego, a dzień polarny od 22 kwietnia do 21 sierpnia (Baranowski 1968). W badanym okresie wystąpiło 971,9 godz. ze słońcem (tab. 4), jest to o 65 godz. mniej od średniej wieloletniej (Głowacki, Niedźwiedź 1997). Największe miesięczne sumy usłonecznienia wystąpiły w czerwcu (263,9 godz.), w lipcu (159,8 godz.) i w kwietniu (159,1 godz.). Dni z usłonecznieniem >10 godz. było 31.

Temperatura powietrza

Zmienność temperatury na Spitsbergenie w dużym stopniu zależy od czynników cyrkulacyjnych (Niedźwiedź 1997a). Okresem o dużych kontrastach termicznych w Hornsundzie jest półrocze zimowe, w czasie którego najbardziej skrajne oddziaływanie na temperaturę wykazują sytuacje wyżowe N + NEa, powodując znaczne wychłodzenie, i sytuacje S + SWc przynoszące ciepłe masy powietrza morskiego. W lecie najcieplejsza pogoda zdarza się przy sytuacji wyżowej S + SWa, natomiast najniższe temperatury zdarzają się przeważnie przy sytuacjach niżowych N + NEc i W + NWc (Niedźwiedź 1987).

W analizowanym okresie średnia temperatura powietrza wyniosła $-3,7^{\circ}\text{C}$ i była o $1,1^{\circ}\text{C}$ wyższa od średniej z dwudziestu lat (Głowacki, Niedźwiedź 1997). W ciągu roku najcieplejszymi miesiącami były lipiec ($4,3^{\circ}\text{C}$) i sierpień ($3,9^{\circ}\text{C}$), a najchłodniejszymi marzec ($-12,3^{\circ}\text{C}$) i kwiecień ($-11,4^{\circ}\text{C}$). Średnie roczne maksimum wyniosło $-1,4^{\circ}\text{C}$, a średnie roczne minimum $-6,1^{\circ}\text{C}$ (ryc. 2, tab. 1). Absolutne maksimum temperatury zanotowano 17 lipca ($12,6^{\circ}\text{C}$). Absolutne minimum temperatury wystąpiło 6 marca ($-24,8^{\circ}\text{C}$), a tego samego dnia zmierzono również najniższą temperaturę powietrza przy gruncie (5 cm n.p.g.), która wyniosła ($-27,7^{\circ}\text{C}$).

Zmienność temperatury z dnia na dzień w Hornsundzie jest duża, szczególnie w miesiącach zimowych (ryc. 2). Jest to spowodowane dużą zmiennością układów barycznych, które powodują napływ zimnych lub ciepłych mas powietrza. Absolutne amplitudy temperatury powietrza w miesiącach zimowych (np. w styczniu $24,9^{\circ}\text{C}$) są dużo wyższe niż w miesiącach letnich (np. w sierpniu $8,7^{\circ}\text{C}$). W zimie głównym czynnikiem decydującym o wielkości temperatury jest cyrkulacja atmosferyczna, natomiast latem większą rolę odgrywa promieniowanie słoneczne.

Tabela 4. Liczba dni charakterystycznych w Hornsundzie w okresie I VII 1999 – 30 VI 2000 r.

Table 4. Number of characteristic days at Hornsund in the period from 1 July 1999 to 30 June 2000

Kryterium Criterion	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII-VI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$C < 2$	•	•	•	2	3	7	2	1	4	1	•	•	20
$2 \leq C \leq 8$	15	8	3	18	8	17	16	17	18	18	9	19	166
$C > 8$	16	23	27	11	19	7	13	11	9	11	22	11	180
$C = 10$	1	4	6	•	3	•	3	2	•	•	3	2	24
$T_{min} \geq 0^{\circ}C$	31	30	22	•	2	1	•	•	•	•	2	15	103
$T_{max} \geq 0^{\circ}C$ $T_{min} < 0^{\circ}C$	•	1	8	13	17	4	9	•	•	3	9	15	79
$T_{max} < 0^{\circ}C$	•	•	•	18	11	26	22	29	31	27	20	•	184
$T_{min} \leq -10^{\circ}C$	•	•	•	3	4	22	15	21	23	27	6	•	121
P_0	13	14	6	8	6	18	9	12	13	15	10	20	144
$P = 0.0$ mm	5	2	1	10	6	4	4	4	5	8	9	5	63
$P \geq 0.1$ mm	13	15	23	13	18	9	18	13	13	7	12	5	159
$P \geq 1$ mm	4	8	19	4	11	3	11	1	6	1	5	•	73
$P \geq 5$ mm	•	4	12	2	3	•	1	•	1	1	2	•	26
$P \geq 10$ mm	•	3	9	1	1	•	•	•	•	•	1	•	15
$P \geq 20$ mm	•	1	5	1	•	•	•	•	•	•	•	•	7
D_R	15	17	21	4	6	•	1	•	•	2	4	3	73
D_S	1	1	8	20	21	15	24	18	17	15	20	8	168

Tabela 4. cd. – Table 4. cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
D_F	8	3	4	•	1	•	•	•	•	•	1	3	20
$W \geq 10 \text{ m/s}$	11	6	12	18	25	13	19	22	20	13	17	7	183
$W \geq 15 \text{ m/s}$	3	•	4	2	10	5	5	9	4	2	4	•	48

Objaśnienie: C – dni z zachmurzeniem, T – dni: ciepłe, przymrozkowe, mroźne, bardzo mroźne, Po – dni bez opadu, P – dni z opadem, D_R – dni z deszczem, D_S – dni ze śniegiem, D_F – dni z mgłą, W – dni z wiatrem

Explanation: C – days with cloudiness, T – days: warm, with light frost, frosty, very frosty, Po – days without atmospheric precipitation, P – days with atmospheric precipitation, D_R – days with rain, D_S – days with snow, D_F – days with fog, W – days with wind

Cennym uzupełnieniem opisu warunków termicznych jest analiza liczby dni charakterystycznych. W całym roku zanotowano 103 dni ciepłych ($T_{\min} \geq 0^{\circ}\text{C}$), 79 dni przymrozkowych ($T_{\max} \geq 0^{\circ}\text{C}$ i $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$) oraz aż 184 dni mroźnych ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$). Dni bardzo mroźnych ($T_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$) było 121 i wszystkie wystąpiły w okresie od października do maja (tab. 4).

Wilgotność powietrza

Średnia wilgotność względna w okresie od 1978 do 1995 r. wyniosła 80% (Kierzkowski 1996). Średnia z analizowanego roku była niższa o 4% od wartości wieloletniej i wyniosła 76%. Najniższa średnia miesięczna wystąpiła w grudniu 69%, a najwyższa we wrześniu 85% (tab. 3). Ciśnienie pary wodnej stosownie do występujących tu temperatur nie jest duże. Średnie roczne ciśnienie pary wodnej wyniosło 4,1 hPa i było najniższe w marcu i kwietniu (2,1 hPa), a najwyższe w lipcu (6,7 hPa). Wartości niedosytów wilgotności pary wodnej są niskie (średnio w roku 1,1 hPa).

Opady atmosferyczne

Hornsund odznacza się stosunkowo wysokimi jak na stację arktyczną opadami. Suma roczna w badanym okresie wyniosła 500,9 mm i była o ok. 77 mm wyższa od średniej wieloletniej (Głowacki, Niedźwiedź 1997). Najniższe opady wystąpiły w czerwcu (2,5 mm). Najwyższe natomiast zmierzono we wrześniu (aż 230,0 mm). Jest to największa do tej pory zmierzona suma miesięczna opadów w Hornsundzie. Ożywiona działalność cykloniczna warunkująca zwiększony napływ wilgotnych mas powietrza z południa i południowego zachodu była główną przyczyną tak wysokich opadów.

Opad jest zjawiskiem często występującym w Hornsundzie. Średnio rocznie (lipiec 1978 – czerwiec 1995) notuje się 246 dni z opadem (Kierzkowski 1996). W okresie od lipca 1999 do czerwca 2000 wystąpiło 222 dni z opadem, w tym było 73 dni z deszczem i 168 ze śniegiem. Dni z opadem śladowym ($P = 0,0$ mm) było 63, a z opadem mierzalnym ($P \geq 0,1$ mm) 159. Dni z opadem silnym i bardzo silnym ($P \geq 20$ mm) było 7. Najwyższy opad dobowy wystąpił 11 września i wyniósł 32,7 mm (tab. 4).

Opady śniegu lub śniegu z deszczem występowały w każdym miesiącu. Pokrywa śnieżna zalegała przez 242 dni, lecz na stałe uformowała się dopiero w połowie listopada. W ciągu roku spadło 172 cm śniegu. Większość śniegu w obszarze stacji meteorologicznej jest przewiewana i redeponowana przez silne wiatry. Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej (37 cm) została stwierdzona 27 marca.

Wnioski

Na warunki meteorologiczne w Hornsundzie duży wpływ mają czynniki cyrkulacyjne. Ciśnienie atmosferyczne było niższe w stosunku do średnich wieloletnich i wyniosło na poziomie morza 1005,0 hPa. Zanotowano podwyższoną dynamikę atmosfery. Średnia prędkość wiatru wyniosła 5,8 m/s. Liczba godzin słonecznych (971,9 godz.) była o 6% mniejsza niż średnio w poprzednich latach. Analizowany rok charakteryzował się wysoką temperaturą powietrza jak na warunki arktyczne. Średnia roczna temperatura powietrza wyniosła $-3,7^{\circ}\text{C}$ i była o $1,1^{\circ}\text{C}$ wyższa od średniej wieloletniej. Analiza trendu zmian temperatury powietrza w okresie od 1978 do 2000 r. wykazała, iż obserwujemy systematyczne ocieplenie południowego Spitsbergenu w tym czasie o ok. $0,07^{\circ}\text{C}/\text{rok}$. Suma roczna opadu wyniosła 500,9 mm i była o ok. 77 mm wyższa od średniej wieloletniej. Występuje wyraźna przewaga opadów letnich nad opadami miesięcy zimowych, co jest charakterystyczne dla klimatów polarnych. We wrześniu zmierzono największą sumę miesięczną opadów atmosferycznych w Hornsundzie (230,0 mm).

Literatura

- Ambros J., Miętus M., Wielbińska D., 1990, *Tablice statystyczne wybranych elementów meteorologicznych. Hornsund 1978–89*, IMGW, Oddział Morski w Gdyni, ss. 128.
- Angiel M., 1996, *Promieniowanie pochłonięte na obszarze kamienistej tundry arktycznej w okresie wiosenno-letnim przy odmiennych typach pogody (Hornsund, SW Spitsbergen)*, Problemy Klimatologii Polarnej 6, Gdynia, s. 83–97.
- Baranowski S., 1968, *Termika tundry peryglacjalnej SW Spitsbergen*, Acta Univ. Wratisl. 68, Wrocław, ss. 74.

- Baranowski S., 1977, *Subpolarne lodowce Spitsbergenu na tle klimatu tego regionu*, Acta Univ. Wratisl. 393, Wrocław, ss. 157.
- Brázdil R., 1988, *Variation of air temperature and atmospheric precipitation in the region of Svalbard*, Results of Investigations of the Geographical Research Expedition Spitsbergen 1985, Brno, s. 285–323.
- Forland E. J., Hanssen-Bauer I., Nordli P., 1997, *Climate statistics and long-term series of temperature and precipitation at Svalbard and Jan Mayen*, DNMI Report No. 21/97 Klima, Oslo, ss. 72.
- Głowacki P., Niedźwiedz T., 1997, *Climatological conditions in Hornsund (Spitsbergen) during succeeding Polish Polar Expeditions*, Polish Polar Studies, 24th Polar Symposium, Warszawa, s. 81–94.
- Głowicki B., 1985, *Radiation conditions in the Hornsund area (Spitsbergen)*, Pol. Polar Res. 6 (3), s. 301–318.
- Kamiński A., 1989, *Temperatura powietrza na Spitsbergenie Zachodnim i wyspach przyległych w atlantycko-europejskim obszarze Arktyki*, Prace Naukowe UŚ, Katowice, nr 1100, ss. 95.
- Kierzkowski T., 1996, *Cechy klimatu lokalnego stacji w Hornsundzie w oparciu o materiał z lat 1978–1995*, Problemy Klimatologii Polarnej 6, Gdynia, s. 67–81.
- Kratke J., Stanisławczyk I., 1992, *Duration of sunshine in Hornsund during Polish polar expeditions*, Landscape. Life World and Man in High Arctic, s. 121–130.
- Makarewicz T., 1959, *Wiatr lokalny w Hornsundzie*, Serwis Informacyjny Komisji MRG PAN 5, s. 15–19.
- Migała K., Sobik M., 1981–1982, *Dobowe wartości elementów meteorologicznych w Hornsundzie*.
- Miętus M., 1988, *Pionowy profil temperatury gruntu na stacji w Hornsundzie w świetle pomiarów z lat 1978–1986*, XV Sympozjum Polarne, Wrocław, s. 254–260.
- Miętus M., 1991, *Snow depth at the Hornsund station, Spitsbergen in 1978–1986*, Pol. Polar Res. 12 (2), s. 223–228.
- Miętus M., 1992a, *Charakterystyka klimatologiczna sezonu wyprawowego 1990/91 na stacji w Hornsundzie (SW Spitsbergen)*, Problemy Klimatologii Polarnej 2, Gdynia, s. 130–137.
- Miętus M., 1992b, *Statistical characteristics of soil temperature at the depth of 5 cm in thermal seasons, Hornsund, Spitsbergen*, Pol. Polar Res. 13 (2), s. 103–112.
- Miętus M., (red.), 1990–2000, *Rocznik meteorologiczny Hornsund: 1991/92, 1992/93, 1993/94, 1994/95, 1995/96, 1996/97, 1997/98, 1998/99 i 1999/2000*, IMGW, Gdynia.

- Niedźwiedź T., 1987, *Wpływ cyrkulacji atmosfery na temperaturę powietrza w Hornsundzie, Spitsbergen*, XIV Sympozjum Polarne, Lublin, s. 174–180.
- Niedźwiedź T., 1992, *Wybrane problemy klimatologii synoptycznej Spitsbergenu*, Problemy Klimatologii Polarnej 2, Gdynia, s. 77–84.
- Niedźwiedź T., 1993, *The main Factors Forming the Climate of the Hornsund (Spitsbergen)*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, Kraków, s. 49–63.
- Niedźwiedź T., 1997a, *Wieloletnia zmienność wskaźników cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem i ich rola w kształtowaniu temperatury powietrza*, Problemy Klimatologii Polarnej 7, Gdynia, s. 19–40.
- Niedźwiedź T., 1997b, *Częstość występowania typów cyrkulacji nad Spitsbergenem (1951–1995)*, Problemy Klimatologii Polarnej 7, Gdynia, s. 9–17.
- Niedźwiedź T., Ustrnul Z., 1988, *Wpływ sytuacji synoptycznych na stosunki opadowe w Hornsundzie (Spitsbergen)*, XV Sympozjum Polarne, Wrocław, s. 196–202.
- Nordli P. O., 1990, *Temperature and precipitation series at Norwegian Arctic meteorological stations*, DNMI Report No. 40/90 Klima, Oslo, ss. 13.
- Pereyma J., 1983, *Climatologic problems of the Hornsund area, Spitsbergen*, Acta Univ. Wratisl. 714, ss. 134.
- Petelski T., 1980, *Przebieg pogody w Hornsundzie podczas wyprawy polarnej „Spitsbergen 1978/79”*, Gazeta Obserwatora IMGW 6 (390), s. 13–15.
- Pietroń Z., 1987, *Frequency and conditions of fog occurrence in Hornsund Spitsbergen*, Pol. Polar Res. 8 (3), s. 277–291.
- Pietroń Z., Ziemiański M., 1985, *Results of some meteorological measurements and observations carried out at Hornsund (Spitsbergen) from 1 August 1983 to 31 July, 1984*, Pol. Polar Res. 6 (3), s. 365–376.
- Przybylak R., 1991, *Dobowe przebiegi temperatury powietrza ze szczególnym uwzględnieniem okresu nocy polarnej w Hornsundzie (SW Spitsbergen)*, Acta Univ. Wratisl. 1213, Wrocław, s. 365–376.
- Przybylak R., 1992, *Stosunki termiczno-wilgotnościowe na tle warunków cyrkulacyjnych w Hornsundzie (Spitsbergen) w okresie 1978–1983*, Dokumentacja Geogr. 2, ss. 105.
- Przybylak R., 1996, *Zmienność temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w okresie obserwacji instrumentalnych w Arktyce*, Toruń, ss. 280.
- Rodzic J., Stepko W., 1985, *Climatic conditions in Hornsund (1978–83)*, Pol. Polar Res. 6 (4), s. 561–576.

- Stepko W., Rodzik J., 1985, *Przebieg pogody podczas wyprawy PAN „Spitsbergen 1982/83”*, Annales UMCS Lublin-Polonia, vol. XL, 3, s. 33–53.
- Ustrnul Z., 1987, *Some characteristics of air thermal conditions in Hornsund, Spitsbergen*, Pol. Polar Res. 8 (3), s. 261–275.
- Wielbińska D. (red.), 1980–1990, *Rocznik meteorologiczny Hornsund: 1957/58, 1978/79, 1979/80, 1980/81, 1982/83, 1983/84, 1984/85, 1985/86, 1987/88, 1988/89, 1989/90*, IMGW, Gdynia.
- Wielbińska D. Skrzypczak E., 1988, *Mean air temperature at definite wind directions in Hornsund, Spitsbergen*, Pol. Polar Res. 9, s. 105–119.
- Wiśniewski W., 1960, *Pomiary aktynometryczne w Polskiej Stacji M.R.G. w Hornsundzie*, II Symp. Spitsb. Kom. Międzyn. Współpr. Geofiz. Pol. Akad. Nauk, Streszczenia, Referaty i Komunikaty, Warszawa, s. 10.
- Wójcik G., Kejna M., 1991, *Roczny rozkład częstości kierunków oraz roczny i dobowy przebieg prędkości wiatru w Hornsundzie (SW Spitsbergen)*, Acta Univ. Wratisl. 1213, Wrocław, s. 351–363.

VARIABILITY OF METEOROLOGICAL CONDITIONS AT HORNSUND (SW SPITSBERGEN) IN THE PERIOD FROM 1ST JULY 1999 TO 30TH JUNE 2000

Summary

Measurements and meteorological observations at Hornsund were carried out in the frame of the 22nd Polish Polar Expedition „Spitsbergen 1999/2000” research work. This was the consecutive year-long expedition organised by the Geophysical Institute of the Polish Academy of Sciences.

Circulation factors have a great influence on the meteorological conditions at Hornsund. The mean annual atmospheric pressure at the sea level (1005.0 hPa) was lower than its long-term average. The mean wind velocity was 5.8 m/s. There were 971.9 hours with sunshine. The analysed year was characterised by high air temperature as for the Arctic conditions. The mean annual air temperature was -3.7°C , and was 1.1°C higher than its long-term average. The analysis of the air temperature trend in the period 1978–2000 shows a systematic warming about $0.07^{\circ}\text{C}/\text{year}$ on the southern Spitsbergen. The annual sum of precipitation was 500.9 mm, i.e. about 77 mm higher than the long-term average. In September the highest monthly precipitation sum (230.0 mm) was measured till now.