

WARUNKI METEOROLOGICZNE NA RÓWNIŃNIE KAFFIÖYRA (NW SPITSBERGEN) W OKRESIE 21 VII – 1 IX 1997 ROKU

Andrzej Araźny

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Instytut Geografii, Zakład Klimatologii, Toruń

Wstęp

W sezonie letnim 1997 r. na nadmorskiej Równinie Kaffiöyra (Ziemia Oskara II) pracowała XIII Toruńska Wyprawa Polarna, zorganizowana przez Instytut Geografii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. W ramach prac badawczych programu ogólnogeograficznego prowadzono pomiary i obserwacje meteorologiczne. Były one wykonywane w stacji meteorologicznej zlokalizowanej na zewnętrznym wale moreny czołowo-bocznej Lodowca Aavatsmarka, przy Bazie Toruńskich Wypraw Polarnych ($\varphi = 78^{\circ}41'N$, $\lambda = 11^{\circ}51'E$, $h = 11,5$ m n.p.m.). Klatka meteorologiczna znajdowała się na standardowej wysokości 200 cm n.p.t., w odległości około 200 m od Cieśniny Forland. Opracowania obserwacji meteorologicznych prowadzonych na Równinie Kaffiöyra z sezonów letnich 1975, 1977, 1978, 1979, 1980, 1982, 1985 i 1989 r. przedstawiono we wcześniejszych publikacjach (Leszkiewicz 1977; Wójcik 1982; Wójcik, Marciniak 1983; Marciniak, Przybylak 1983; Marciniak, Przybylak 1991; Wójcik, Przybylak 1991; Kejna, Dzieniszewski 1993; Marciniak i in. 1993).

Standardowe pomiary i obserwacje prowadzono w okresie od 21 lipca do 1 września 1997 r., cztery razy na dobę (00, 06, 12, 18 GMT, tj. 01, 07, 13, 19 LMT). Wykonywano pomiary dotyczące temperatury i wilgotności powietrza, kierunku i prędkości wiatru, temperatury gruntu i opadów atmosferycznych. Obserwowano wielkość i ro-

dziej zachmurzenia, poziomą widzialność i zjawiska atmosferyczne. Przewodzone ciąglej rejestrację temperatury i wilgotności powietrza (termohigrografem) i usłonecznienia (heliografem uniwersalnym).

Wykonywano dodatkowo pomiary termiczno-wilgotnościowe i opadowe na Lodowcu Waldemara, w stacjach zlokalizowanych: u czoła lodowca (128 m n.p.m.) i na polu firnowym (374 m n.p.m.).

Wiatr

Kierunki wiatru obserwowane na Kaffiöyrze, wynikające z cyrkulacji atmosferycznej, wykazują ścisły związek z lokalnymi warunkami orograficznymi. Dominujący wpływ na reżim wiatrów w tym regionie wywiera Cieśnina Forland, licząca około 15–20 km szerokości, która leży pomiędzy zachodnim Spitsbergenem a długą (około 85 km), wąską (5–10 km szerokości) i wysoką (najwyższy szczyt Monacofjellet 1084 m n.p.m.) Wyspą Księcia Karola. W sezonie letnim 1997 r. zanotowano zdecydowaną przewagę kierunków wiatru zgodnych z przebiegiem Cieśniny Forland (NNW–SSE) lub zbliżone do niego. Wiatr z kierunków NNW i SSE wystąpił podczas połowy (50,1%) wszystkich obserwacji, a z kierunkami sąsiadującymi (N, NW, S, SE) stanowił 75,6%. Najczęściej występującymi kierunkami wiatru były SSE (33,2%), NNW (16,9%) i SE (9,3%). Cisze stanowiły tylko 2,9% wszystkich obserwacji.

Średnia dobowa prędkość wiatru za cały okres pomiarowy (28 lipca do 1 września) wyniosła 5,4 m/s. Kierunki najczęstsze charakteryzują się największymi prędkościami: S (8,1 m/s), SSW (6,9 m/s) i SE (6,5 m/s). Wiatry z sektora południowego odznaczały się dużo większą średnią prędkością niż wiatry z sektora północnego i obserwowano przy ich cyrkulacji pogodę pochmurną z licznymi opadami. W lecie 1997 roku na Kaffiöyrze obserwowano małe zmiany średnich prędkości wiatru w przebiegu dobowym. Największe prędkości występowały w terminie południowym (5,7 m/s), a najmniejsze w terminie rannym (5,2 m/s). Wiatr cechowała ponadto duża rozpiętość i zmienność z dnia na dzień. Największą średnią dobową prędkość wiatru (10,6 m/s) zanotowano 15 sierpnia, a najniższą (0,3 m/s) 23 sierpnia. Największa terminowa prędkość wiatru (12,7 m/s) została zmierzona dwukrotnie: przy kierunku SW o godz. 19 LMT w dniu 4 sierpnia i przy kierunku SSE o godz. 07 LMT w dniu 15 sierpnia.

Tabela 1. Częstość poszczególnych kierunków wiatru (%) i ich średnie prędkości (m/s) na Równinie Kaffiöyra latem 1997 r.

Table 1. Frequency of particular wind directions (%) and their mean velocities (m/s) on the Kaffiöyra Plain in the summer season 1997

Kierunek Directions	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Częstość * Frequency	2,9	2,3	1,2	•	•	1,7	9,3	33,2	8,1	8,7	5,2	0,6	1,2	0,6	5,2	16,9	2,9
Prędkość** Velocity	4,6	1,6	1,0	•	•	•	6,5	6,3	8,1	6,9	5,9	2,4	•	•	1,7	4,0	-

okres: * 21 VII – 1 IX, ** 28 VII – 1 IX
 period: * 21st July – 1st September, ** 28th July – 1st September

(9,0) o godz. 19 LMT, natomiast w terminie porannym wyniosło 8,9, a nocnym 8,6. Zdecydowanie przeważały chmury piętra niskiego: Stratus, Nimbostratus i Stratocumulus, które występowały głównie przy cyrkulacji z sektora południowego.

W okresie pomiarów zarejestrowano 165,4 godz. usłonecznienia, tj. 16,6% usłonecznienia względnego, a w okresie porównywalnym (od 21 lipca do 31 sierpnia) 16,8%. Największe usłonecznienie (32,2%) zanotowano w 1985 r., a najniższe (9,3%) latem 1980 i 1982 r. Według rejestracji heliograficznej wystąpiło 14 (26,4%) dni bezsłonecznych, 19 (44,2%) dni z małym usłonecznieniem ($\leq 20\%$ usłonecznienia względnego) i tylko 2 dni z usłonecznieniem $> 80\%$. Największe dzienne usłonecznienie wystąpiło 25 lipca i wyniosło 24 godz., czyli 100% usłonecznienia możliwego.

Temperatura gruntu

W lecie 1997 roku kontynuowano, rozpoczęte w czasie poprzednich wypraw (od 1975 r.), badania nad przestrzennym zróżnicowaniem temperatury gruntu, opierając się na stanowiskach usytuowanych w trzech charakterystycznych dla strefy polarnej ekotopach: na morenie, tundrze i plaży. W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki dotyczące stanowiska na morenie. Zlokalizowane jest ono na płaskim wierzchołku moreny czołowo-bocznej Lodowca Aavatsmarka zbudowanej z gliny piaszczystej, żwirowatej i mułkowatej oraz piasku. Morena porośnięta jest w ok. 20% roślinami.

Najwyższe temperatury gruntu występują na powierzchni (ryc. 2). Najwyższe średnie wartości na morenie zanotowano na tej głębokości (1 cm) w ostatniej dekadzie lipca 6,5°C, a w sierpniu w poszczególnych dekadach wartości te stopniowo zmniejszały się: 5,7°C, 4,4°C i 3,9°C. Wartość maksymalna uzyskana w czasie pomiarów (w głównych terminach obserwacyjnych) wystąpiła o godz. 13 LMT (25 lipca 15,5°C), a minimum o godz. 7 LMT (23 sierpnia 0,3°C).

Temperatura wraz ze wzrostem głębokości osiąga coraz niższe wartości i obserwuje się opóźnienie w rozchodzeniu się ciepła. Średnia temperatura gruntu na morenie za cały okres wynosi dla 5 cm 4,8°C i 20 cm 4,6°C. Na głębokościach 5 cm, 10 cm i 20 cm najwyższe wartości temperatury występują o godzinie 19 LMT.

Tabela 2. Dobowe wartości poszczególnych elementów meteorologicznych na Równinie Kaffiöyra (Spitsbergen) w okresie 21 VII – 1 IX 1997 r.

Table 2. Daily values of the meteorological elements in the period from 21st June to 1st September 1997 in the Kaffiöyra Plain (Spitsbergen)

Data Date	T _i		T _{max}		T _{min}		f [%]	e [hPa]	Δe [hPa]	V [m/s]	SS		C [0-10]	P [mm]	T _{gm} [°C]						
	2	3	3	4	4	5					[h]	[%]			1 cm	5 cm	10 cm	20 cm	50 cm		
21.07	4.3	-	-	-	-	84	7.0	1.3	-	8	3.0	12.5	9.0	•	13	14	15	16	17		
22.07	5.3	-	-	-	-	81	7.2	1.7	-	8	•	•	10.0	6.4	5.5	5.3	-	-	-	6.4	5.1
23.07	3.3	-	-	-	-	95	7.3	0.4	-	8	3.3	13.8	9.5	0.5	4.8	4.3	-	-	-	5.4	4.8
24.07	6.0	-	-	-	-	85	8.0	1.4	-	8	23.5	97.9	1.0	•	8.4	7.6	-	-	-	4.6	4.4
25.07	7.0	-	-	-	-	91	9.1	0.9	-	8	24.0	100.0	0.8	•	10.5	10.4	-	-	-	6.2	4.6
26.07	6.2	-	-	-	-	89	8.4	1.0	-	8	5.9	24.6	8.3	0.0	9.9	9.6	-	-	-	9.2	6.1
27.07	4.3	-	-	-	-	88	7.4	1.0	-	8	•	•	10.0	0.3	5.9	5.7	-	-	-	9.4	7.2
28.07	3.5	3.9	3.1	3.1	3.1	94	7.4	0.5	8.9	0.1	0.4	0.4	10.0	3.1	4.4	4.5	4.7	5.1	5.1	6.4	6.5
29.07	3.5	4.5	2.5	2.5	2.5	91	7.1	0.7	6.9	2.6	10.8	9.3	0.0	0.0	5.0	4.8	4.9	4.9	4.8	5.1	5.5
30.07	4.7	5.7	4.1	4.1	4.1	87	7.4	1.1	6.0	•	•	10.0	0.5	5.7	5.7	5.1	5.1	5.1	4.9	4.8	4.8
31.07	4.5	5.8	3.6	3.6	3.6	95	8.0	0.4	8.2	•	•	10.0	1.9	5.1	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.6
01.08	5.2	5.6	4.6	4.6	4.6	96	8.5	0.3	6.8	•	•	10.0	3.0	5.5	5.0	5.0	4.9	4.7	4.7	4.5	4.5
02.08	5.5	6.5	4.3	4.3	4.3	96	8.6	0.4	1.3	•	•	10.0	0.1	6.5	5.9	5.7	5.7	5.1	5.1	5.1	4.5
03.08	5.3	7.5	3.8	3.8	3.8	93	8.3	0.6	5.3	4.6	19.2	8.5	2.2	7.2	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	5.9	4.9
04.08	6.3	7.5	4.7	4.7	4.7	98	9.3	0.2	9.5	•	•	10.0	33.7	6.6	6.2	6.2	6.0	6.0	6.0	5.3	5.2

Tabela 2. cd. – Table 2. cont.

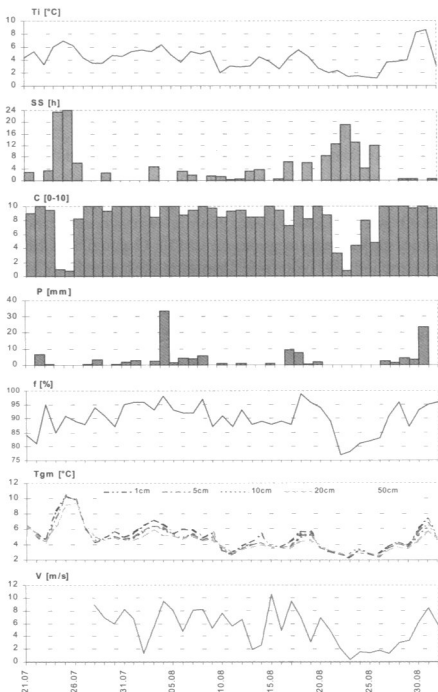
05.08	4,8	6,5	3,4	93	8,0	0,6	8,0	•	•	10,0	1,2	5,4	5,1	5,2	5,1	17
06.08	3,6	5,9	2,7	92	7,2	0,6	4,8	3,1	12,9	8,8	4,3	6,0	4,9	5,0	4,8	4,6
07.08	5,4	7,8	4,3	92	8,3	0,7	8,1	1,7	7,1	9,5	3,6	5,8	5,4	5,4	5,2	4,7
08.08	4,9	6,7	3,9	97	8,4	0,3	8,3	•	•	10,0	5,5	5,0	4,7	4,8	4,7	4,6
09.08	5,4	6,9	3,9	87	7,8	1,1	5,2	1,5	6,2	9,8	0,0	5,5	5,1	5,0	4,8	4,4
10.08	2,1	3,7	0,9	91	6,4	0,6	7,6	1,4	5,8	8,5	0,9	3,3	3,4	3,7	3,9	4,1
11.08	3,0	4,8	0,9	87	6,6	1,0	5,5	0,2	0,8	9,3	0,0	2,9	2,7	2,7	3,0	3,4
12.08	3,0	3,5	2,8	93	7,0	0,5	6,7	0,4	1,6	9,5	1,1	3,9	3,5	3,6	3,4	3,3
13.08	3,0	3,7	2,7	88	6,7	0,9	1,9	3,1	12,9	8,5	•	4,5	4,0	4,1	3,7	3,4
14.08	4,4	6,4	3,0	89	7,4	1,0	2,6	3,6	15,0	8,5	0,0	5,3	4,4	4,4	4,0	3,5
15.08	3,8	5,6	2,5	88	7,0	1,0	10,6	•	•	10,0	0,9	3,8	3,6	3,8	3,9	3,8
16.08	2,6	3,9	1,8	89	6,5	0,8	4,8	0,5	2,1	9,5	0,0	3,8	3,7	3,9	3,6	3,5
17.08	4,5	5,6	3,1	88	7,4	1,0	9,5	6,2	25,8	7,3	9,2	4,5	3,8	3,8	3,5	3,4
18.08	5,5	7,0	4,3	99	8,9	0,1	7,0	•	•	10,0	7,6	5,7	5,2	5,0	4,5	3,7
19.08	4,5	6,7	2,4	96	8,1	0,3	3,1	6,1	25,4	8,3	0,6	5,6	5,3	5,3	4,8	4,0
20.08	2,7	3,5	1,6	94	7,0	0,4	6,9	0,1	0,4	10,0	1,8	3,7	3,7	3,9	4,0	4,0
21.08	1,9	2,9	1,0	89	6,2	0,7	4,8	8,4	35,0	8,8	0,0	3,2	3,1	3,4	3,3	3,5
22.08	2,3	3,2	1,0	77	5,5	1,6	2,1	12,5	52,1	3,3	•	2,9	2,8	3,0	2,9	3,1
23.08	1,4	2,8	-0,1	78	5,2	1,5	0,3	19,0	79,2	0,8	•	2,3	2,5	2,9	2,7	2,8
24.08	1,5	2,8	0,0	81	5,5	1,3	1,5	13,1	55,7	4,3	•	3,3	3,0	3,5	3,3	3,0
25.08	1,3	2,1	0,3	82	5,5	1,2	1,5	4,3	19,6	8,0	•	2,9	2,8	3,0	3,0	3,1
26.08	1,2	2,5	-0,2	83	5,5	1,1	1,8	12,0	56,5	4,8	•	2,8	2,4	2,8	2,6	2,8
27.08	3,6	4,4	1,7	91	7,2	0,7	1,3	•	•	10,0	2,5	3,8	3,6	3,6	3,3	3,0
28.08	3,8	4,5	2,5	96	7,6	0,3	3,0	•	•	10,0	1,3	4,5	4,2	4,2	3,8	3,3

Tabela 2. cd. – Table 2. cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
29.08	4,0	9,0	1,3	87	7,1	1,1	3,3	0,4	2,0	10,0	4,1	4,0	3,8	3,8	3,5	3,3
30.08	8,2	10,5	6,7	93	10,1	0,7	6,1	0,4	2,1	9,8	3,1	6,1	5,6	5,2	4,6	3,7
31.08	8,6	10,8	6,7	95	10,7	0,5	8,5	•	•	10,0	23,1	7,2	6,7	6,3	5,7	4,4
01.09	3,2	6,1	0,5	96	7,3	0,3	5,7	0,4	2,2	9,8	–	4,6	4,8	4,9	4,9	4,6
21–31.07	4,8	5,8	2,5	89	7,7	0,9	7,5	62,4	23,6	8,0	12,7	6,5	6,2	–	6,1	5,3
01–10.08	4,8	7,8	0,9	94	8,1	0,5	6,5	12,3	5,1	9,5	54,5	5,7	5,2	5,2	4,9	4,6
11–20.08	3,7	7,0	0,9	91	7,3	0,7	5,9	20,2	8,4	9,1	21,2	4,4	4,0	4,1	3,8	3,6
21–31.08	3,4	10,8	-0,2	87	6,9	1,0	3,1	70,1	29,6	7,3	34,1	3,9	3,7	3,8	3,5	3,3
01–31.08	4,0	10,8	-0,2	90	7,4	0,7	5,1	102,6	14,3	8,6	109,8	4,6	4,3	4,3	4,1	3,8
21.07–01.09	4,2	10,8	-0,2	90	7,5	0,8	5,4	165,4	16,6	8,5	122,5	5,1	4,8	–	4,6	4,2

Objaśnienia: T_i – średnia dobowa temperatura powietrza, T_{max} – temperatura maksymalna, T_{min} – temperatura minimalna, f – wilgotność względna, e – ciśnienie pary wodnej, Δe – niedosyt wilgotności powietrza, V – prędkość wiatru, SS – ustonecznienie, C – zachmurzenie, P – opad atmosferyczny, T_{gm} – temperatura gruntu na morenie

Explanations: T_i – mean daily air temperature, T_{max} – maximum temperature, T_{min} – minimum temperature, f – relative humidity, e – water vapour pressure, Δe – vapour pressure deficit, V – wind velocity, SS – sunshine duration, C – cloudiness, P – atmospheric precipitation, T_{gm} – ground temperature on the moraine

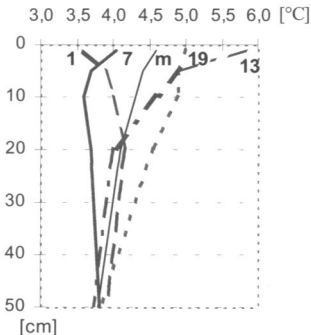


Ryc. 2. Przebieg dobowych wartości poszczególnych elementów meteorologicznych na Równinie Kaffiöyra (Spitsbergen) w okresie 21 VII – 1 IX 1997 r.

Fig. 2. Course of daily values of the meteorological elements in the period from 21st July to 1st September 1997 on the Kaffiöyra Plain (Spitsbergen)

Na głębokości 50 cm termika gruntu podlega dużym wpływom wieloletniej zmarzliny, której strop wahał się od ok. 1 m głębokości na początku obserwacji do 182 cm (31 sierpnia). Im bliżej powierzchni zmarzliny, tym sezonowe zmiany temperatury są niższe. Na omawianej głębokości dobowy przebieg temperatury uległ odwróceniu. Minimalne temperatury występują o godz. 13 LMT, a maksymalne o godz. 1 LMT.

Pionowe profile temperatury gruntu na stanowisku morena przedstawiono na ryc. 3. W powierzchniowej warstwie (1–20 cm) o godz. 1 LMT występuje układ inwersyjny, który zanika od powierzchni. O godz. 7 LMT i zaczyna się tworzyć układ normalny (najwyraźniej zarysowany o godz. 13 LMT). O godz. 19 LMT układ normalny przechodzi w izotermię i zmierza do inwersji. W warstwie głębszej gruntu (20–50 cm) przez całą dobę występuje układ normalny. Za cały okres pomiarowy gradient temperatury gruntu na morenie wyniósł $-0,18^{\circ}\text{C}/10\text{ cm}$.



Ryc. 3. Pionowe profile temperatury gruntu na stanowisku morena, na Równinie Kaffiöyra w okresie 21 VII – 1 IX 1997 r.

Fig. 3. Vertical distribution of ground temperature on the stand moraine on the Kaffiöyra Plain in the period from 21st July to 1st September 1997

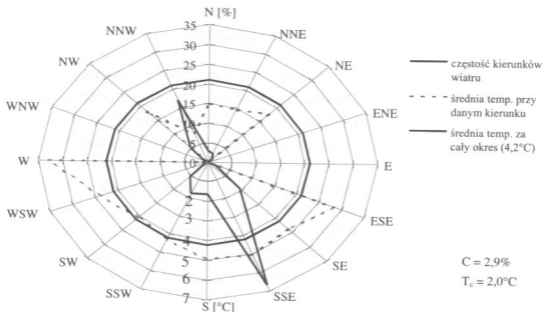
Temperatura powietrza

Średnia temperatura powietrza za cały okres wyniosła $4,2^{\circ}\text{C}$. Temperatura powietrza wykazuje bardzo dużą zmienność z dnia na dzień w całym sezonie letnim (ryc. 2, tab. 2). Absolutną temperaturę maksymalną ($10,8^{\circ}\text{C}$) zanotowano przedostatniego dnia pomiarów (31 sierpnia) w trakcie fenu, a absolutną temperaturę minimalną ($-0,2^{\circ}\text{C}$) 26 sierpnia. Zatem amplituda absolutna temperatury powietrza za ten okres wyniosła $11,0^{\circ}\text{C}$. Średnie temperatury ekstremalne (za okres od 28 lipca do 1 września) odznaczały się oczywiście znacznie mniejszą rozpiętością ($5,4^{\circ}\text{C}$ i $2,7^{\circ}\text{C}$), dlatego też średnia amplituda dobowa wyniosła tylko $2,7^{\circ}\text{C}$. Temperatury minimalne wahały się od $-0,2^{\circ}\text{C}$ (26 sierpnia) do $6,7^{\circ}\text{C}$ (30 i 31 sierpnia), czyli w przedziale $6,9^{\circ}\text{C}$. Temperatury maksymalne mieściły się w przedziale od $2,1^{\circ}\text{C}$ (25 sierpnia) do $10,8^{\circ}\text{C}$ (31 sierpnia), zmieniały się więc w zakresie $8,7^{\circ}\text{C}$.

Najcieplejszym okresem był początek pomiarów, kiedy to średnia wartość temperatury powietrza ostatniej dekady lipca i pierwszej dekady sierpnia wyniosła w obydwu przypadkach $4,8^{\circ}\text{C}$. Temperatury te związane były z przeważającym wiatrem z kierunków południowych, przynoszącym ciepłe masy powietrza. Później obserwowano systematyczny spadek temperatury: średnie temperatury w drugiej i trzeciej dekadzie sierpnia wyniosły odpowiednio $3,7^{\circ}\text{C}$ i $3,4^{\circ}\text{C}$. Niskie temperatury w tym czasie silnie korelowały z zimnymi, a zarazem słabymi wiatrami z kierunków północnych (ryc. 4).

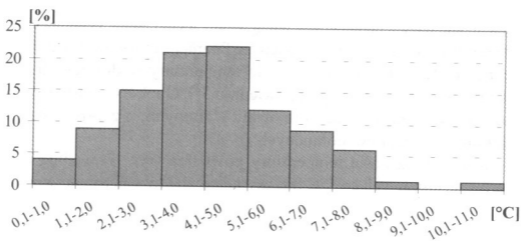
Rozkład częstości temperatury powietrza (ryc. 5) według 4 pomiarów terminowych co 1°C jest asymetryczny (asymetria prawostronna). Zdecydowały o tym wysokie temperatury w końcu sierpnia. Najczęściej występowała temperatura w przedziale $3-6^{\circ}\text{C}$ (ok. 60% wszystkich pomiarów).

Średni przebieg dobowy temperatury powietrza charakteryzuje się małą amplitudą: $1,2^{\circ}\text{C}$. Średnie godzinne wartości temperatury powietrza wahały się od $3,5^{\circ}\text{C}$ (od godz. 02 do 06 LMT) do $4,7^{\circ}\text{C}$ (o godz. 14 LMT). W przebiegu tym widoczna jest wyraźna asymetria w stosunku do południowej kulminacji Słońca, przy czym temperatura w porze popołudniowej jest wyższa niż przed południem.



Ryc. 4. Termiczna róża wiatrów w okresie 21 VII – 1 IX 1997 r.

Fig. 4. Thermal winds rose in the period from 21st July to 1st September 1997



Ryc. 5. Częstość (%) temperatury powietrza w przedziałach co 1°C z okresu 21 VII – 1 IX 1997 r. na Równinie Kaffiöyra, według pomiarów terminowych

Fig. 5. Frequency (%) of air temperature according to 1°C intervals on the Kaffiöyra Plain in the period from 21st July to 1st September 1997, according term measurements

Wilgotność powietrza

Położenie Równiny Kaffiöyra nad Morzem Grenlandzkim powoduje, że dzięki morskim masom powietrza oraz umiarkowanym temperaturom, wilgotność powietrza w sezonie letnim jest tu duża. W ciepłej porze roku, przy słonecznej pogodzie powietrze jest stale wzbogacane parą wodną z silnie uwilgoconej tundry. Świadczą o tym średnie dobowe wartości wilgotności względnej, które wahają się od 99% (18 sierpnia) do 77% (22 sierpnia), przy średniej za cały okres wynoszącej 90%. Najniższe absolutne spadki wilgotności względnej były spowodowane efektem fenowym, np. 29 sierpnia do 55%. Wyrównany i wysoki poziom wilgotności względnej spowodowany jest bliskością źródeł parowania. Wilgotność względna na Kaffiöyrze wykazuje różne wartości w zależności od kierunku adwekcji. W powietrzu napływającym z sektora północnego jest mniej pary wodnej niż w powietrzu przy adwekcji z południa. Przykładem takiej sytuacji był okres od 21 do 27 sierpnia, kiedy to zanotowano jedne z najniższych średnich dobowych wartości wilgotności względnej, przy równoczesnym spadku średniej dobowej temperatury w tym okresie nawet do 1,2°C.

Ciśnienie pary wodnej na Kaffiöyrze, tak jak wartość temperatury, nie jest duża. Średnie dobowe wartości ciśnienia pary wodnej wahają się od 5,2 hPa (23 sierpnia) do 10,7 hPa (31 sierpnia) przy średniej z całego okresu 7,5 hPa. Najwyższą średnią dobową wartość ciśnienia pary wodnej (ww. 10,7 hPa) zanotowano w dniu obfitego opadu atmosferycznego, a najniższą (5,2 hPa) przy niskiej temperaturze i słabym uwilgoceniu powietrza. Dobowy przebieg ciśnienia pary wodnej nawiązuje do dobowego przebiegu temperatury.

Średnie dobowe niedosyty wilgotności wahały się w przedziale od 1,6 hPa przy fenie (22 sierpnia) do 0,1 hPa (18 sierpnia) w dniu z całkowitym zachmurzeniem i z opadem. Średnia wartość z całego okresu (21 lipca – 1 września) wyniosła 0,8 hPa. Niskie wartości niedosytów wilgotności świadczą o małej skali procesu parowania.

Opady atmosferyczne

Opady atmosferyczne zmierzone na Równinie Kaffiöyra w sezonie letnim były znacznie wyższe od normy wieloletniej. Ogólna suma

opadów w tym czasie (21 lipca – 31 sierpnia) wyniosła aż 122,5 mm i była najwyższą sumą zmierzoną w ciągu dotychczasowych wypraw. Jest to bardzo dużo, np. ponad 8 razy więcej niż w roku 1985, czy ponad 2 razy więcej od średniej z lat 1975–1989 (tab. 4). W dniu 4 sierpnia wystąpił maksymalny opad dobowy (33,7 mm) – największy w historii Toruńskich Wypraw Polarnych. Opady śladowe (0,0 mm) wystąpiły w 7 dniach, tyleż samo dni było z opadem przedziale 0,1–1,0 mm (tab. 3). Dni z opadem $\geq 0,1$ mm było 26 (61,9% wszystkich dni), z opadem $> 1,0$ mm było 19 dni (45,2%) i z opadem > 20 mm 2 dni (4,8%). Dni bezopadowych było 9 (21,4%). O dużej częstotliwości opadów świadczy też wystąpienie 18-dniowego okresu (26 lipca – 12 sierpnia) z codziennym opadem (co najmniej 0,0 mm). Głównymi rodzajami opadów notowanymi na Kaffiöyrze w lecie 1997 r. był deszcz i mżawka. W dwóch dniach (10 i 21 sierpnia) wystąpił też opad śniegu.

Większość opadów atmosferycznych była związana z napływem ciepłych i wilgotnych mas powietrza z sektora południowego, podobnie jak w poprzednich sezonach letnich (Leszkiewicz 1977; Marciniak, Przybylak 1983, 1991).

Warunki pogodowe i cyrkulacja atmosferyczna sezonu letniego 1997 r. na tle warunków meteorologicznych wcześniejszych wypraw

Porównując średnie wartości elementów meteorologicznych z poprzednich wypraw na Równinę Kaffiöyra (tab. 4), stwierdzono dwukrotnie wyższą sumę opadów od średniej (największą z dotychczasowych wypraw), podwyższoną dynamikę atmosfery i zbliżone do średnich wieloletnich warunki solarne, termiczne i wilgotnościowe. Potwierdza to również analiza danych meteorologicznych z Ny-Ålesundu, który jest położony 30 km na północ od Kaffiöyry. Z tabeli 5 wynika, że pod względem opadów suma roczna była zbliżona do średniej, lecz sezon letni odznaczał się wysokimi dodatnimi anomaliami. Natomiast przebieg temperatury powietrza w Ny-Ålesundzie i na Kaffiöyrze oscylował wokół średniej wieloletniej.

Cyrkulacja atmosfery jest jednym z najważniejszych czynników kształtujących klimat danego obszaru. Szczególnie silne jest oddziaływanie tego czynnika na klimat obszarów polarnych. Związek tempe-

Tabela 3. Liczba dni z opadem w okresie 21 VII – 31 VIII 1997 r. na Równinie Kaffiöyra

Table 3. Number of days with precipitation in the period from 21st July to 31st August 1997 on the Kaffiöyra Plain

Przedziały Intervals	mm	0,0	0,1–1,0	1,1–2,0	2,1–3,0	3,1–4,0	4,1–5,0	5,1–10,0	10,1–20,0	20,1–30,0	30,1–40,0	Σ	Bez opadów Without precipitation
Liczba Number		7	7	5	3	3	2	4	•	1	1	33	9
Częstość Frequency	%	16,7	16,7	12,0	7,0	7,0	4,8	9,6	•	2,4	2,4	78,6	21,4

Tabela 4. Średnie wartości wybranych elementów meteorologicznych na Równinie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) z sezonu letniego (21 VII – 31 VIII); Marciniak i in. (1993) oraz opracowanie własne

Table 4. Mean values of chosen meteorological elements from the summer season on the Kaffiöyra Plain (NW Spitsbergen) in the period from 21st July to 31st August 1997; Marciniak et al. (1993) & the author's own elaboration

Rok Year	C		SS		V m/s	Ti °C	Tmax °C	Tmin °C	T max.abs. °C	T min.abs. °C	f %	e hPa	P mm
	0-10	h	h	%									
1975	8,7	112,9	11,5	11,5	4,3	4,9	6,7	3,3	11,5	1,4	90	7,8	66,5
*1977	8,7	146,6	15,9	15,9	3,2	5,0	7,0	3,5	13,5	0,6	89	7,8	44,4
1978	8,8	119,9	12,2	12,2	4,6	4,7	6,3	3,1	10,0	0,7	90	7,7	44,2
1979	7,3	281,9	29,7	29,7	5,0	4,5	6,6	2,5	18,9	-0,5	90	7,6	17,7
1980	9,1	90,9	9,3	9,3	5,5	4,1	5,6	2,6	12,5	-0,8	89	7,3	108,0
1982	8,8	91,3	9,3	9,3	4,2	3,3	4,8	1,8	10,4	-4,2	88	6,8	54,5
1985	7,2	309,5	32,2	32,2	3,2	5,4	6,9	4,0	16,0	0,9	89	8,1	13,9
1989	8,3	203,0	20,7	20,7	5,0	4,0	5,5	2,6	11,5	-3,8	90	7,4	27,0
1997	8,4	165,0	16,8	16,8	**5,4	4,2	5,4**	2,7**	10,8	-0,2	90	7,5	122,5
1975-1997	8,4	169,0	17,5	17,5	4,4	4,5	6,2	2,9	18,9	-4,2	89	7,6	55,4

Objaśnienia: * 21 VII-28 VIII, ** 28 VII-31 VIII, C – zachmurzenie, SS – usłonecznienie, V – prędkość wiatru, Ti – średnia dobową temperatura powietrza, Tmax – dobową temperatura maksymalna, Tmin – dobową temperatura minimalna, Tmax abs – absolutna temperatura maksymalna, Tmin abs – absolutna temperatura minimalna, f – wilgotność względna, e – ciśnienie pary wodnej, P – opad atmosferyczny

Explanations: * 21st July – 28th August, ** 28th July – 31st August, C – cloudiness, SS – sunshine duration, V – wind velocity, Ti – mean daily air temperature, Tmax – daily maximum temperature, Tmin – daily minimum temperature, Tmax abs – absolute maximum temperature, Tmin abs – absolute minimum temperature, f – relative humidity, e – water vapor pressure, P – atmospheric precipitation

Tabela 5. Średnie miesięczne i roczne temperatury powietrza (°C) oraz średnie miesięczne i roczne sumy opadów atmosferycznych (mm) w Ny-Ålesundzie w okresie 1961–1990 i w roku 1997 wg: Det Norske Meteorologiske Institutt

Table 5. Mean monthly and annual air temperatures (°C) and mean monthly and annual sums of precipitation (mm) in Ny-Ålesund in the years 1961–1990 and 1997 (according to: Det Norske Meteorologiske Institutt)

Okres Period	Parametr Parameter	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I–XII
1997	T	-16,1	-14,5	-12,0	-12,1	-3,3	1,8	4,7	4,1	-0,2	-5,2	-8,1	-10,0	-5,9
1961–1990	T	-13,9	-14,6	-14,2	-11,1	-4,0	1,5	4,9	3,9	-0,3	-5,7	-10,0	-12,5	-6,3
1997	P	63	17	10	30	8	5	43	50	51	3	43	75	398
1961–1990	P	32	36	45	23	18	18	28	38	46	37	33	31	385

Objaśnienia: T – temperatura powietrza (°C), P – opad atmosferyczny (mm)

Explanations: T – air temperature (°C), P – atmospheric precipitation (mm)

ratury powietrza i opadów atmosferycznych z typami cyrkulacji przedstawiono wg klasyfikacji Niedźwiedzia (1997), w okresie od 21 lipca do 31 sierpnia dla roku 1997, a wyniki dla wspólnego okresu zostały porównane ze średnią sytuacją synoptyczną z lat 1975–1989 (Wójcik i in. 1992).

Częstość rodzajów układów barycznych na Kaffiöyrze w sezonie od 21 lipca do 31 sierpnia dla 8 wypraw z okresu 1975–1989 jest dość zrównowazona z lekką przewagą niżów (53,2%) nad wyżami (46,2%). Podobną sytuację obserwowano w sezonie letnim 1997, gdzie sytuacje cyklonalne stanowiły 52,4%, a antycyklonalne 47,6% (Arażny 1999).

Na Kaffiöyrze wyraźnie zaznacza się związek temperatury powietrza z typami cyrkulacji. Dla okresu 1975–1989 średnia dobowa wyniosła 4,5°C, a w 1997 r. 4,2°C. Średnia wartość temperatury powietrza przy układach antycyklonalnych jest większa (4,8°C w okresie od 1975 do 1989 oraz w 1997 r.) niż przy cyklonalnych (4,3°C w latach 1975–1989 i 3,7°C w 1997).

Dla okresu 1975–1989 wszystkie wskaźniki statystyczne dotyczące opadów atmosferycznych (z wyjątkiem opadu największego) są większe podczas cyklonów niż podczas antycyklonów. Częstość dni z opadem $\geq 0,1$ mm wyniosła odpowiednio 84 i 40, średni opad (Pśr.) 1,6 i 0,5 mm, a wydajność (Pw) 3,5 i 2,1 mm. Największy dobowy opad (23,3 mm) dla tego wielolecia zanotowano przy wyżu (Wójcik i in. 1992). W sezonie letnim 1997 wszystkie parametry statystyczne odnoszące się do opadów były większe przy niżach niż przy wyżach. Częstość dni z opadem $\geq 0,1$ mm wyniosła odpowiednio 14 do 12, średni opad (Pśr.) 3,4 i 2,4 mm, a wydajność (Pw) 5,4 i 4,0 mm (Arażny 1999). Największy dobowy opad (33,7 mm) w historii Toruńskich Wypraw Polarnych zanotowano 4 sierpnia 1997 przy niżu (typ Sc).

Literatura

- Arażny A., 1998, Warunki meteorologiczne Lodowca Waldemara w porównaniu z warunkami na Równinie Kaffiöyra w lecie 1997 roku, mps pracy magisterskiej wykonanej w Zakładzie Klimatologii Inst. Geogr., UMK, Toruń, ss. 153.

- Arażny A., 1999, *Differentiation of air temperature in the summer season 1998 on the Waldemar Glacier and on the Kaffiöyra Plain (Spitsbergen)*, Polish Polar Studies, 26th International Polar Symposium, Lublin, s. 25–35.
- Europäischer Wetterbericht, 1997, (lipiec&sierpień), Amtsblatt des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach (Main).
- Kejna M., Dzieniszewski M., 1993, *Warunki meteorologiczne na Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie 26.06 – 31.08.1985 r.*, AUNC, Geografia XXIV, 82, Toruń, s. 43–54.
- Leszkiewicz J., 1977, *Meteorological conditions on the northern part of Kaffiöyra Plain during the period from July 1 to August 31 1975*, AUNC, Geografia XIII, 43, Toruń, s. 97–111.
- Marciniak K., Przybylak R., 1983, *Meteorological conditions in the Kaffiöyra (NW Spitsbergen) since 7th July to 5th September 1979*, AUNC, Geografia XVIII, 56, Toruń, s. 113–123.
- Marciniak K., Przybylak R., 1985, *Atmospheric precipitation of the summer season in the Kaffiöyra region (North-West Spitsbergen)*, Pol. Polar Res. 6 (4), Warszawa, s. 543–559.
- Marciniak K., Przybylak R., 1991, *Warunki meteorologiczne na Równinie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie 5 VII – 7 IX 1980 r.*, AUNC, Geografia XXII, 73, Toruń, s. 97–108.
- Marciniak K., Przybylak R., Kejna M., 1993, *Dynamika warunków meteorologicznych na Równinie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie 08.07 – 07.09 1989 r.*, [w:] *Wyniki badań VIII Toruńskiej Wyprawy Polarnej Spitsbergen '89*, UMK, Toruń, s. 31–46.
- Niedźwiedz T., 1997, *Częstość występowania typów cyrkulacji nad Spitsbergenem (1951–1995)*, Problemy Klimatologii Polarnej 7, Gdynia, s. 9–7.
- Wójcik G., 1982, *Meteorological conditions at the Kaffiöyra Plain – Spitsbergen from 21st July to 28th August 1977*, AUNC, Geografia XVI, 51, Toruń, s. 151–166.
- Wójcik G., Marciniak K., 1983, *Meteorological conditions in the Kaffiöyra Plain (NW Spitsbergen) since 21st July to 7th September 1978*, AUNC, Geografia XVIII, 56, Toruń, s. 99–111.
- Wójcik G., Marciniak K., Przybylak R., 1991, *Mezoklimatyczne i topoklimatyczne jednostki w regionie Kaffiöyry (NW Spitsbergen)*, Acta Univ. Wratislav. 1213, Wrocław, s. 323–342.
- Wójcik G., Marciniak K., Przybylak R., Kejna M., 1992, *Temperatura powietrza i opady a cyrkulacja atmosferyczna w regionie Kaffiöyry (NW Spitsbergen) w sezonie letnim w okresie 1975–1989*, Problemy Klimatologii Polarnej 2, Gdynia, s. 96–102.

- Wójcik G., Marciniak K., Przybylak R., Kejna M., 1993, *Mezo- i topoklimaty regionu Kaffiöyry (NW Spitsbergen)*, [w:] *Wyniki badań VIII Toruńskiej Wyprawy Polarnej Spitsbergren '89*, UMK, Toruń, s. 83–112.
- Wójcik G., Kejna M., Marciniak K., Przybylak P., Vizi Z., 1997, *Obserwacje meteorologiczne na Ziemi Oskara II (Spitsbergen) i w Oazie Bunge-ra (Antarktyda)*, UMK Toruń, „Turpress”, ss. 412.

**METEOROLOGICAL CONDITIONS ON THE KAFFIÖYRA PLAIN (NW SPITSBERGEN)
FROM 21ST JULY TO 1ST SEPTEMBER 1997**

Summary

The article presents results of meteorological observations carried out in the summer of 1997 on the Kaffiöyra Plain during 13rd Toruń Polar Expedition. The measurements were carried out four climatological time a day (01, 07, 13 and 19 LMT) from 21st July to 1st September 1997 i.e. 43 days.

The values of meteorological elements are presented in tab. 2 and fig. 2. Apart from the 1997 summer data, there have also been presented for comparison mean values of basic meteorological elements from comparable periods (July 21 – August 31) of all the summer seasons when the Toruń Polar Expeditions operated on Spitsbergen (tab. 4).

The summer season in 1997 was very wet, with domination of strong winds and average sunshine, thermic and humidity conditions. During the research period cyclonic situations dominated (52.4%), on 47.6% of the days the weather conditions were formed by anticyclones.