

Gabriel Wójcik, Kazimierz Marciniak, Rajmund Przybylak, Marek Kejna  
Zakład Klimatologii, Instytut Geografii UMK

TEMPERATURA I OPADY A CYRKULACJA ATMOSFERYCZNA W REGIONIE KAFFIÖRY  
(NW SPITSBERGEN) W SEZONIE LETNIM W OKRESIE 1975-1989

1. Wstęp

W artykułach relacjonujących warunki pogodowe w regionie Kaffiöry (NW Spitsbergen) w kolejnych sezonach badawczych Toruńskich Wypraw Polarnych, ogólnie tylko nawiązywano do sytuacji makrosynop-tycznych (np. Wójcik, Przybylak, 1991).

W niniejszym artykule w sposób uszczegółowiony przedstawiamy związek najważniejszych elementów meteorologicznych, t.j. temperatury powietrza i opadów atmosferycznych z typami cyrkulacji wg klasyfikacji T. Niedźwiedzia (1986) ze wspólnego dla wszystkich 8 Wypraw okresu pomiarowego 21.07-31.08.

Klasyfikacja Niedźwiedzia uwzględnia przy ekscentrycznym położeniu względem Spitsbergenu centrów wyżów i niżów (tab. 1), osobno przy wyżu (a) i osobno przy niżu (c); ponadto wyróżnia 2 typy z położeniem środka układu nad Spitsbergenem (Ca i Cc), 2 typy dla układów przejściowych, t.j. klina (Ka) i bruzdy barycznej (Bc) oraz typ z nieokreślonym kierunkiem adwekcji (x). Częstość, poszczególnych 21 typów, bezwzględną (n) i względną (%) w wymienionym okresie pokazano w tab. 1; w sąsiednich kolumnach tej tabeli podano podstawowe dane statystyczne dla temperatury średniej dobowej (ti), maksymalnej (tmax), minimalnej (tmin) i dla sum dobowych opadów.

Analiza danych statystycznych, choćby średnich temperatur i średnich opadów wg typów (tab. 1) podkreśla pierwszorzędny wpływ kierunku spływu powietrza i podrzędną rolę rodzaju układów barycznych na kształtowanie stosunków termiczno-opadowych. W związku z tym uznano za możliwe i celowe łączenie sąsiednich typów cyrkulacyjnych o zbliżonym oddziaływaniu niezależnie od rodzaju układu barycznego (tab. 2 i 3). Łączenie typów, z pożytkiem dla przejrzystości zagadnienia zastosowali (Niedźwiedź, 1987; Przybylak, 1992).

Analizie poddano codzienne dane trzech parametrów termicznych z wysokości 2 m n.p.g. i dobowe sumy opadów z okresu 21.07-31.08 z 8 sezonów badawczych (tab. 2), łącznie 333 dni. Kalendarz typów

cyrkulacyjnych dla tych dni zaczerpnięto z maszynopisu autora t.j. T. Niedźwiedzia, za co wyrażamy serdeczne podziękowania.

## 2. Analiza wyników

Częstość rodzajów układów barycznych na Spitsbergenie w sezonie 21.07-31.08 w przekroju wieloletnim 1975-1989 (tab. 2) jest dość zrównoważona, z lekką jednak przewagą niżów (53.2%) nad wyżami (46.2%).

Częstość połączonych typów cyrkulacyjnych podano w tab. 2 i 3. Najczęściej na Spitsbergenie występuje cyrkulacja Sa+Sc (25.5%), następnie połączenie centralnej antycyklonalnej i klina wyżowego Ca+Ka (17.4%) i nieco rzadziej cyrkulacja ze składową E (15.6%) i ze składową W (13.2%); najrzadziej jest reprezentowany kierunek N (7.5%) oraz Wc+NWc (9.6%).

Średnie wartości poszczególnych parametrów termicznych są nieco większe przy układach wyżowych (np. średnia dobową  $t_i$  wyniosła  $4.8^{\circ}\text{C}$ ) niż przy niżowych (średnia  $t_i$  wyniosła  $4.3^{\circ}\text{C}$ ), gdy średnia ze wszystkich dni wyniosła  $4.5^{\circ}\text{C}$ . Dotyczy to również odchyleń od średniej z całego okresu: w układach wyżowych są one dodatnie a w niżowych ujemne (np. dla  $t_i$  wynosi odpowiednio  $+0.3^{\circ}\text{C}$  i  $-0.2^{\circ}\text{C}$ ). Korzystniejsze warunki termiczne są bezpośrednim skutkiem mniejszego zachmurzenia i nasłonecznienia.

Natomiast gdy idzie o opady atmosferyczne, to wszystkie parametry statystyczne (z wyjątkiem opadu największego) są większe przy niżach aniżeli przy wyżach. Częstość dni z opadem  $\geq 0.1$  mm wyniosła odpowiednio 84 i 40, średni opad 1.6 mm i 0.5 mm, a wydajność (Pw) 3.5 i 2.1 mm. Największy dobowy opad zanotowano przy wyżu (typ Sa - 23.3 mm), gdy analogiczna wartość przy niżu wyniosła 20.7 mm (typ SWc) - tab. 3.

Wyraźniej zaznacza się związek badanych elementów meteorologicznych z kierunkami spływu, aniżeli z rodzajem układów barycznych (tab. 3, rys. 1 i 2). Największe wskaźniki termiczne wiążą się z kierunkami spływu Sa+Sc i SEa+SEc, które przypomnijmy są najczęstsze; średnia dobową temperatura  $t_i$  wyniosła  $6.0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{max}}$   $8.2^{\circ}\text{C}$  i  $t_{\text{min}}$   $4.2^{\circ}\text{C}$ , gdy średnie ze wszystkich dni wyniosły odpowiednio  $4.5^{\circ}\text{C}$ ,  $6.2^{\circ}\text{C}$  i  $3.0^{\circ}\text{C}$ . Odchylenia od średnich ( $\Delta$ ) osiągają największe dodatnie wartości i wynoszą dla  $t_i$   $+1.5^{\circ}\text{C}$ , dla  $t_{\text{max}}$   $+2.0^{\circ}\text{C}$  i dla  $t_{\text{min}}$   $+1.2^{\circ}\text{C}$ . Podkreślimy, że tylko przy tych

kierunkach występują dodatnie anomalie (typ "x" pomijamy ze względu na znikomą częstość i wynikającą stąd niereprezentatywność wskaźników statystycznych). Niższe wskaźniki statystyczne mają kierunki ze składową E, następnie W, a najmniejsze przy kierunkach północnych (Nc+Na).

Również związek opadów z kierunkami cyrkulacji wyraźniej się rysuje. Największe opadowe wskaźniki statystyczne mają miejsce przy kierunkach ze składową W: liczba dni z opadem wynosi 22, średni opad 2.5 mm, wydajność 5.1 mm/dzień z opadem. Pod względem liczby dni opadowych drugie miejsce zajmują kierunki Wc+NWc (18 dni) i prawie tyle samo (17 dni) centralny wyżowy z klinem wysokiego ciśnienia (Ca+Ka). Pozostałe wskaźniki większe są przy kierunkach Sa+Sc + SEa+SEc, następnie przy Wc+NWc. Zwraca uwagę znaczna wydajność opadów przy kierunkach Nc+Na (3.0 mm/dzień), które charakteryzują się najmniejszą liczbą dni z opadem i przy centralnie położonym niżu z bruzdą niskiego ciśnienia Cc+Bc (2.4 mm/dzień).

### 3. Uwagi końcowe

Przedstawione pokrótce wyniki dowodzą, że w rejonie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w sezonie letnim stosunki termiczno-opadowe w dużym stopniu zależą od kierunku spływu powietrza, w mniejszym natomiast stopniu zależą od rodzaju układu barycznego.

### L i t e r a t u r a

- Niedźwiedź T., 1986, Katalog typów cyrkulacji, Svalbard 74-81°N, 0-30°E, Maszynopis, IMiGW Kraków.
- Niedźwiedź T., 1987, Wpływ cyrkulacji atmosfery na temperaturę powietrza w Hornsundzie, Spitsbergen, XIV Sympozjum Polarne, Lublin.
- Przybylak R., 1992, Stosunki termiczno-wilgotnościowe na tle warunków cyrkulacyjnych w Hornsundzie (NW Spitsbergen) w okresie 1978-1983, Dok. Geograf., z 2.
- Wójcik G., Przybylak R., 1991, Warunki meteorologiczne na Równinie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie 14 lipca - 9 września 1982 r., Acta Univer. N. Copernici, Geografia XXII, z. 73, Toruń.

Tab. 1. Temperatura powietrza (°C) i opady (mm) na Równinie Kaffiöyra przy poszczególnych typach cyrkulacji na Spitsbergenie (wg kalendarza T. Niedzwiedzia) z okresu 21.07-31.08 z 8 Toruńskich Wypraw Polarnych w latach 1975-1989

Cyrkulacja		t <sub>i</sub>					t <sub>max</sub>					t <sub>min</sub>					opad				
Typ	Częstość n %	śr	Nw	Nm	σ	śr	Nw	Nm	σ	śr	Nw	Nm	σ	śr	Nw	Nm	σ	N <sub>P≥0.1</sub>	P <sub>w</sub>	P <sub>w</sub>	N <sub>w</sub>
Na	9	2.7	3.3	6.0	1.6	1.39	5.0	8.8	2.6	1.76	1.7	4.7	-0.5	1.42	1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
NEa	6	1.8	4.5	7.0	2.8	1.46	5.9	8.5	3.7	1.80	3.4	5.0	1.8	1.06	1	0.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Ea	22	6.6	4.1	9.8	1.4	1.88	5.9	11.5	3.0	2.24	2.5	8.3	0.6	1.71	3	0.2	1.4	2.2	1.4	2.2	2.2
SEa	27	8.1	6.1	11.9	2.5	2.12	8.0	16.0	3.5	2.67	4.6	8.8	1.0	2.06	7	0.4	1.6	3.7	1.6	3.7	3.7
Sa	11	3.3	6.2	8.2	4.4	1.15	8.2	12.5	5.6	2.09	4.5	5.4	3.2	0.68	5	2.5	5.4	23.3	5.4	23.3	23.3
SWa	7	2.1	4.3	5.4	3.0	0.68	5.5	7.9	3.9	1.13	3.1	4.4	2.2	0.68	3	1.1	2.5	6.0	2.5	6.0	6.0
Wa	10	3.0	4.1	5.4	2.8	0.94	5.2	7.3	3.8	1.16	2.8	4.5	1.0	1.16	3	0.2	0.8	1.2	0.8	1.2	1.2
NWa	4	1.2	4.9	6.1	2.8	1.33	6.9	9.1	4.5	1.63	2.9	4.2	1.3	1.05	0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Ca	6	1.8	4.8	6.4	4.1	0.78	6.2	8.2	5.4	0.98	3.1	4.7	2.0	0.90	1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Ka	52	15.6	4.5	8.7	0.8	1.56	5.9	11.2	2.2	2.02	3.1	7.0	-0.1	1.54	16	0.5	1.8	8.8	1.8	8.8	8.8
NC	16	4.8	6.7	5.4	-1.2	1.43	9.1	6.5	-0.5	1.59	4.0	3.6	-3.3	1.48	2	0.6	4.4	8.4	4.4	8.4	8.4
NEC	7	2.1	4.8	7.6	2.7	1.73	6.5	10.2	3.7	2.41	2.7	6.5	0.0	2.02	0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
EC	17	5.1	4.0	7.3	0.6	1.79	5.9	10.7	1.7	2.26	2.2	5.7	-0.9	1.85	7	1.2	2.8	5.7	2.8	5.7	5.7
SEC	21	6.3	6.4	11.4	2.3	1.84	9.4	18.9	4.3	3.48	4.6	8.0	-0.5	1.77	7	1.3	3.8	19.6	3.8	19.6	19.6
Sc	26	7.8	5.3	13.9	-0.8	2.52	7.4	18.0	0.1	3.16	3.3	6.0	-3.6	2.06	20	2.8	3.6	13.7	3.6	13.7	13.7
SWc	23	6.9	4.7	6.8	3.6	0.80	6.1	8.4	4.2	1.08	2.6	5.3	1.4	0.86	16	4.4	6.4	20.7	6.4	20.7	20.7
Wc	22	6.6	3.3	5.1	-1.5	1.65	4.6	7.0	-0.2	1.74	2.0	3.9	-3.7	1.91	12	1.0	1.9	5.9	1.9	5.9	5.9
NWc	13	3.9	2.7	5.4	0.0	1.65	3.9	8.5	0.6	2.03	1.6	4.1	-1.5	1.66	6	0.6	1.2	3.4	1.2	3.4	3.4
Cc	9	2.7	4.2	6.5	-0.4	2.03	5.6	8.3	0.7	2.18	2.8	5.3	-1.4	1.90	6	2.6	3.9	12.5	3.9	12.5	12.5
Bc	23	6.9	3.4	5.2	-0.8	1.67	4.7	8.0	0.4	1.87	2.1	4.7	-4.2	2.01	8	0.4	1.3	5.0	1.3	5.0	5.0
x	2	0.6	4.7	4.9	4.4	0.25	6.8	7.0	6.6	0.20	3.6	4.4	2.8	0.80	1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

n - częstość bezwzględna  
 % - częstość względna  
 Nw - wartość największa  
 Nm - wartość najmniejsza  
 σ - odchylenie standardowe  
 N - liczba dni z opadem  
 P<sub>w</sub> - średni opad ( P/n )  
 P<sub>w</sub> - wydajność opadu ( P/n ≥ 0.1 )

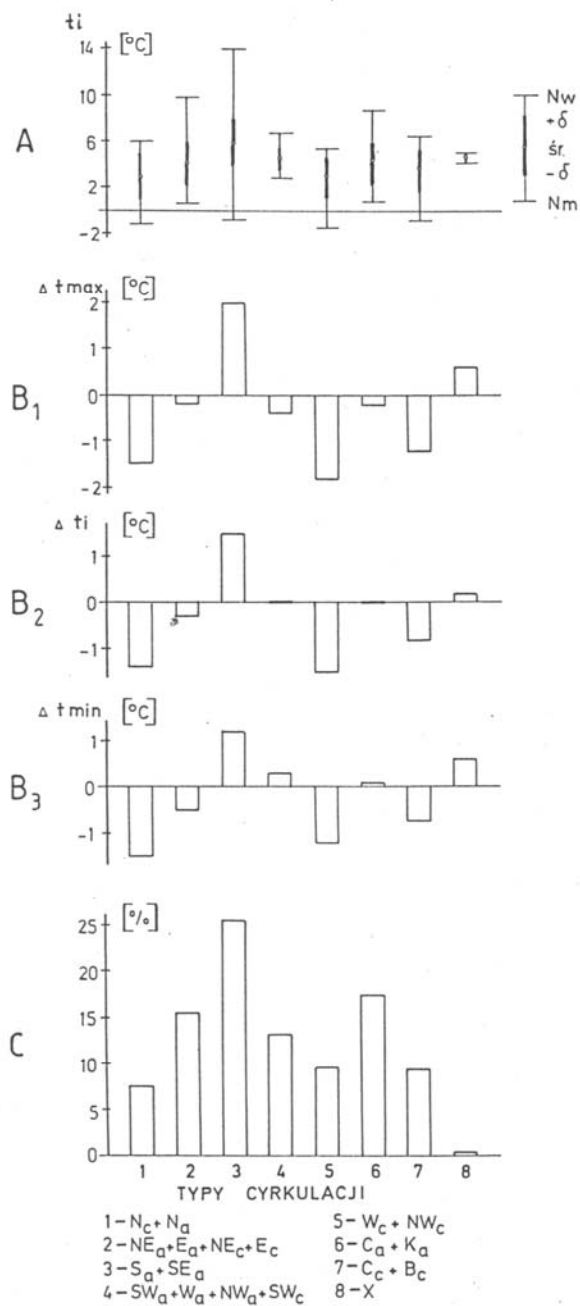
Tab. 2. Częstość łączonych typów cyrkulacji (n i %) na Spitsbergenie w okresie 21.07-31.08 z 8 Toruńskich Wypraw Polarnych na Kaffiöyra w latach 1975-1989

Typy cyrkulacji	1975		1977		1978		1979		1980		1982		1985		1989		1975-1989	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Na+Ne	1	2.4	0	0.0	1	2.4	8	19.0	3	7.1	6	14.3	2	4.8	4	9.5	25	7.5
NEa+EA+NEc	5	11.9	9	23.1	15	11.9	10	23.8	3	7.1	4	9.5	14	33.3	2	4.8	52	15.6
SEa+SEA+Sc+SEC	13	31.0	13	33.3	12	28.6	10	23.8	11	26.2	9	21.4	11	26.2	6	14.3	85	25.5
SWa+Wa+NWa+SWc	8	19.0	7	17.9	17	16.7	4	9.5	8	19.0	4	9.5	0	0.0	6	14.3	44	13.2
Wc+NWc	5	11.9	4	10.3	3	7.1	0	0.0	5	11.9	6	14.3	3	7.1	6	14.3	32	9.6
Ca+Ka	7	16.7	4	10.3	9	21.4	3	7.1	6	14.3	8	19.0	10	23.8	11	26.2	58	17.4
Cc+Bc	5	11.9	4	10.3	3	7.1	0	0.0	5	11.9	6	14.3	3	7.1	6	14.3	32	9.6
x	1	2.4	1	2.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	0.6
antycyklonalne	20	47.6	16	41.0	26	61.9	17	40.5	16	38.1	14	33.3	28	66.7	17	40.5	154	46.2
cyklonalne	21	50.0	22	56.4	16	38.1	25	59.5	26	61.9	28	66.7	14	33.3	25	59.5	177	53.2
Ogółem	42	100.0	39	100.0	42	100.0	42	100.0	42	100.0	42	100.0	42	100.0	42	100.0	333	100.0

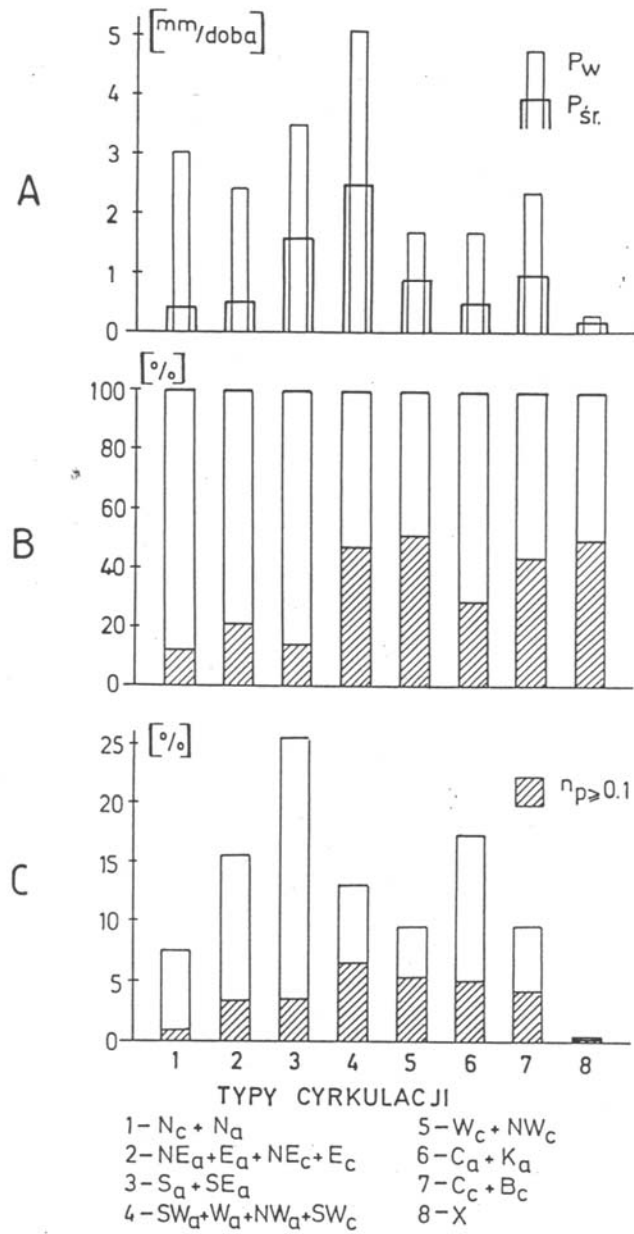
Tab. 3. Temperatura powietrza (°C) i opady atmosferyczne (mm) na Równinie Kaffiöyra przy łączonych typach cyrkulacji z okresu 21.07-31.08 z 8 Toruńskich Wypraw Polarnych w latach 1975-1989

Cyrkulacja	ti					tmax					tmin					opad					
	śr	Δ	σ	Nw	Nm	śr	Δ	σ	Nw	Nm	śr	Δ	σ	Nw	Nm	N <sub>P≥0.1</sub>	Pw	Nw			
Nc+Na	3.1	-1.4	1.4	6.0	-1.2	4.7	-1.5	1.7	8.8	-0.5	1.5	-1.5	1.5	4.7	-3.3	3	0.4	3.0	8.4		
NEa+EA+NEc+Ec	4.2	-0.3	1.8	9.8	0.6	6.0	-0.2	2.2	11.5	1.7	2.5	-0.5	1.8	8.3	-0.9	11	0.5	2.4	3.7		
SEa+SEA+Sc+SEC	6.0	1.5	2.1	13.9	-0.8	8.2	2.0	3.1	18.9	0.1	4.2	1.2	2.0	8.8	-3.6	12	1.6	3.5	23.3		
SWa+Wa+NWa+SWc	4.5	0.0	0.9	6.8	2.8	5.8	-0.4	1.3	9.1	3.8	3.3	0.3	1.0	5.3	1.0	22	2.5	5.1	20.7		
Wc+NWc	3.0	-1.5	1.7	5.4	-1.5	4.4	-1.8	1.9	8.5	-0.2	1.8	-1.2	1.8	4.1	-3.7	18	0.9	1.7	5.9		
Ca+Ka	5.8	1.4	1.5	8.7	0.8	6.0	-0.2	1.9	11.2	2.2	3.1	0.1	1.5	7.0	-0.1	17	0.5	1.7	8.8		
Cc+Bc	3.7	-0.8	1.8	6.5	-0.8	5.0	-1.2	2.0	8.3	0.4	2.3	-0.7	2.0	5.3	-4.2	14	1.0	2.4	12.5		
x	2	0.6	4.7	0.2	0.3	4.9	4.4	6.8	0.6	0.2	7.0	6.6	3.6	0.6	4.4	1	0.2	0.3	0.3		
antycyklonalne	154	46.2	4.8	0.3	1.8	11.9	0.8	6.4	0.2	2.3	16.0	2.2	3.3	0.3	1.7	8.8	-0.5	40	0.5	2.1	23.3
cyklonalne	177	53.2	4.3	-0.2	2.1	13.9	-1.5	6.0	-0.2	2.8	18.9	-0.5	2.7	-0.3	2.0	8.0	-4.2	84	1.6	3.5	20.7
Ogółem	333	100.0	4.5	0.0	2.0	13.9	-1.5	6.2	0.0	2.6	18.9	-0.5	3.0	0.0	1.9	8.8	-4.2	125	1.1	3.0	23.3

- anomalie  
- pozostałe oznaczenia jak przy tab. 1.



Rys. 1. Podstawowe wskaźniki statystyczne ( $\bar{t}$ ) i anomalie ( $B_1, B_2, B_3$ ) temperatury powietrza przy typach cyrkulacji atmosferycznej (wg T. Niedźwiedzia) na tle ich częstości (C) na Równinie Kaffiøyra (NW Spitsbergen) w sezonach letnich (21.07-31.08) w czasie 8 Wypraw (1975-1989).



Rys. 2. Opady a cyrkulacja atmosferyczna na Równinie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w sezonach letnich (21.07-31.08) w czasie 8 Wypraw (1975-1989)  
 A. Średni opad ( $P_{\text{sr}}$ ) i średnia wydajność opadu ( $P_w$ )  
 B. Częstość dni bez opadu i z opadem  $p > 0.1$  mm  
 C. Częstość typów cyrkulacji (wg. T. Niedźwiedzia) i udział dni z opadem  $p > 0.1$  mm