

KLIMAT TUNDRY W PÓLNOCNEJ CZĘŚCI ZIEMI OSKARA II (NW SPITSBERGEN) W OKRESIE 1975-2000

Rajmund Przybylak, Andrzej Araźny, Ewelina Szczeblewska

Zakład Klimatologii, Instytut Geografii UMK, Toruń

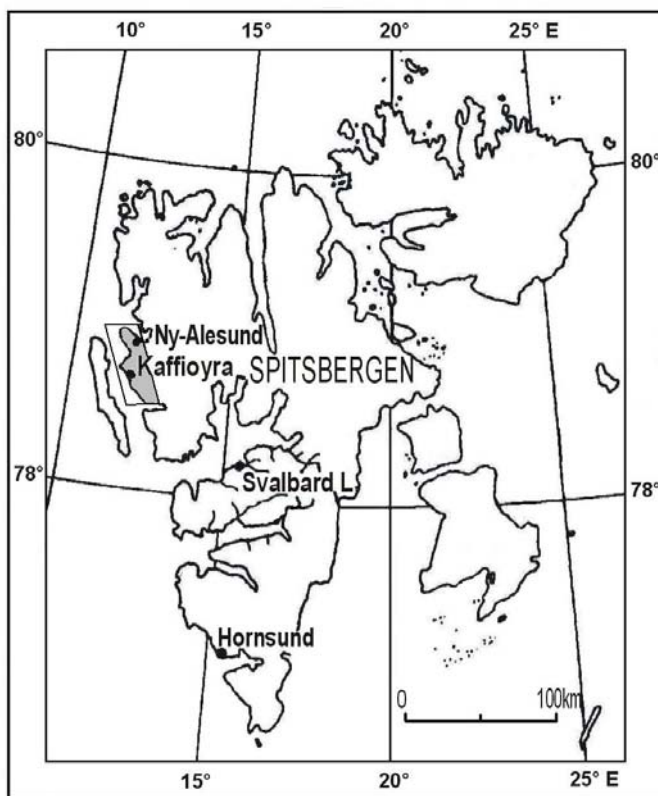
1. WSTĘP

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie klimatu tundry w północnej części Ziemi Oskara II (obszar od Jonsfiorden do Kongsfiorden) w ostatnich 26 latach XX wieku i jego porównanie z klimatem pozostałej części zachodniego wybrzeża Spitsbergenu. Bardziej szczegółowo prezentujemy warunki klimatyczne dla sezonu letniego, gdyż większość badań terenowych w obszarach polarnych jest prowadzona w tym okresie. Do charakterystyki klimatu Ziemi Oskara II użyto danych meteorologicznych ze stacji Kaffiöyra-Heggodden (stacja Instytutu Geografii UMK działająca tylko w niektórych sezonach letnich) oraz Ny Ålesund (całoroczna, działająca w ramach norweskiej służby meteorologicznej). Natomiast, klimat centralnej i południowej części zachodniego wybrzeża Spitsbergenu w niniejszej pracy reprezentują odpowiednio stacje: Svalbard Lufthavn i Hornsund (rys. 1).

Standardowe obserwacje meteorologiczne na stacji Kaffiöyra-Heggodden wykonywane były w okresie 1975-2000 w następujących sezonach letnich: 1975, 1977, 1978, 1979, 1980, 1982, 1985, 1989, 1997, 1998, 1999, 2000. Ogródek meteorologiczny, gdzie prowadzono pomiary w czasie trwania Toruńskich Wypraw Polarnych w wymienionych latach, zlokalizowany był na morenie czołowo-bocznej Lodowca Aavatsmarka na wysokości 11,5 m n.p.m., w odległości ok. 200 m od Morza Grenlandzkiego. Obserwacje meteorologiczne prowadzono 4 razy na dobę (00, 06, 12 i 18 GMT, tj. 01, 07, 13 i 19 LMT). Obejmowały one pomiary: temperatury i wilgotności powietrza (wysokość 2,0 m n.p.g.), kierunku i prędkości wiatru (2,0 m n.p.g.), opadów atmosferycznych (1,0 m n.p.g.) oraz wizualne obserwacje stopnia i rodzaju zachmurzenia, widzialności poziomej i zjawisk atmosferycznych. Ponadto przy użyciu heliografu uniwersalnego Campbella-Stokesa rejestrowano usłonecznienie rzeczywiste. Krótsze okresy badań, w analizowanym tu wspólnym okresie, miały miejsce w dwóch sezonach letnich; w 1977 r. obserwacje zakończono 28 sierpnia, natomiast w 1997 r. pomiary prędkości i kierunku wiatru oraz temperatur ekstremalnych rozpoczęto dopiero 28 lipca.

Do niniejszego opracowania dane meteorologiczne (*in extenso*) z okresu 1975-1989 wzięto z rocznika „*Obserwacje meteorologiczne na Ziemi Oskara II (Spitsbergen) i w Oazie Bungera (Antarktyda)*” (Wójcik i in., 1997). Dla kolejnych czterech sezonów (1997-2000) zaczerpnięto je z prac Araźnego (1999, 2002), Kejny (2002) oraz Przybyłaka i Szczeblewskiej (2002a). Szczegółową charakterystykę warunków meteorologicznych na Kaffiöyrze w czasie trwania Toruńskich Wypraw Polarnych w sezonach letnich 1975-2000 przedstawiono w publikacjach: Leszkiewicz 1977; Wójcik 1982; Wójcik, Marciniak 1983; Marciniak, Przybyłak 1983; Marciniak, Przybyłak 1991; Wójcik, Przybyłak 1991; Kejna, Dzieniszewski 1993; Marciniak, Przybyłak, Kejna 1993; Araźny 1999, 2002; Kejna 2002; Przybyłak, Szczeblewska 2002a.

Dane meteorologiczne ze stacji norweskich pochodzą z Norweskiego Instytutu Meteorologicznego w Oslo, natomiast dane dla Hornsundu wzięto z Roczników Meteorologicznych „Hornsund” wykonanych w Oddziale Morskim IMGW w Gdyni. W celu wiarygodnego porównania warunków pogodowych występujących na wszystkich stacjach wyniki przedstawiono dla wspólnego okresu (21.07-31.08) z 12 wyżej wymienionych sezonów letnich. Natomiast charakterystykę klimatu tundry północnej części Ziemi Oskara II w pozostałym okresie roku przeprowadzono na podstawie danych ze stacji Ny Ålesund.



Rys. 1. Położenie obszaru badań (zaznaczony zacieniowaniem) i stacji meteorologicznych wykorzystanych w opracowaniu

Do realizacji tematu przydatne były dotychczas opublikowane prace klimatyczne z obszaru Kaffiöry (Przybylak, Szczeblewska 2002b) oraz dla całego Spitsbergenu (w tym Ny Ålesund, leżącego ok. 30 km na północ od stacji meteorologicznej Kaffiöyra-Heggodden) (Steffensen 1969, 1982; Hanssen-Bauer i in. 1990; Przybylak 1992; Forland i in. 1997; Ørbæk i in. 1999).

2. KLIMAT PÓLNOCNEJ CZĘŚCI ZIEMI OSKARA II

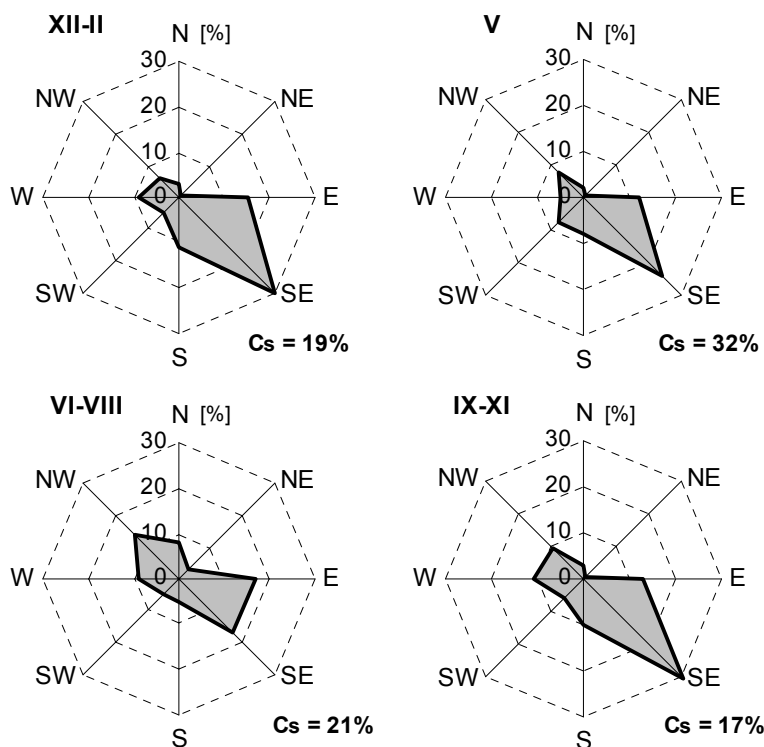
Przebieg roczny wybranych elementów meteorologicznych na podstawie średnich wieloletnich danych dobowych i miesięcznych prezentujemy dla stacji Ny Ålesund. Natomiast szczegółową charakterystykę klimatu sezonu letniego wykonaliśmy na podstawie danych ze stacji Kaffiöyra-Heggodden, która jest położona bardziej centralnie w północnej części Ziemi Oskara II. Dlatego, naszym zdaniem, dane z tej stacji są odpowiedniejsze do charakterystyki klimatu tego obszaru. Warto tutaj dodać, że dane meteorologiczne z obydwu wymienionych stacji dobrze ze sobą korelują (z wyjątkiem wiatru na który znaczny wpływ ma lokalna topografia).

2.1. Przebieg roczny

W ciągu całego roku w Ny Ålesund dominują wiatry SE i E. Ich udział jest szczególnie duży w zimie i jesieni, odpowiednio 30 i 15% oraz 31 i 13% (rys. 2). W lecie natomiast, oprócz wyżej wymienionych kierunków wiatru (częstość 17% w obydwu przypadkach), częste są także wiatry z kierunku NW (14%). Te przeważające kierunki wiatrów są zgodne z przebiegiem Kongsfiorden i dolin, które wypełniają lodowce Kongsvegen i Kronebreen. Najsilniejsze wiatry występujące jesienią, a szczególnie zimą są wynikiem intensywnej w tych porach roku cyrkulacji cyklonalnej. Ich średnie prędkości (V) na wysokości 2 m n.p.g. wynoszą odpowiednio 2,8 i 3,2 m/s (tab. 1). Najbardziej wietrznym miesiącem jest styczeń (3,4 m/s), w tym szczególnie jego pierwsze dwie dekady (rys. 3), a najbardziej spokojnym czerwiec i lipiec (po 1,9 m/s). Średnia roczna prędkość wiatru w okresie 1975-2000 wyniosła 2,6 m/s (tab. 1). Największy spadek prędkości wiatru notowany jest w ciągu marca, a jego wzrost we wrześniu (rys. 3).

W grudniu i styczniu stopień zachmurzenia (C) jest najniższy (tylko 52%); nieco wyższy, jednak średnio nie przekraczając 60%, jest od lutego do kwietnia (tab. 1 i rys. 3). W maju zachmurzenie szybko wzrasta i począwszy od czerwca waha się pomiędzy 77 a 80%. Tego rzędu wielkość zachmurzenia utrzymuje się aż do końca września osiągając maksimum

w sierpniu (80%). Znaczny stały spadek stopnia zachmurzenia jest obserwowany w październiku i listopadzie.



Rys. 2. Częstość kierunków wiatru (%) i cisza (Cs) w Ny Ålesund w okresie 1975-1989 (Hanssen-Bauer i in., 1990)

Wielkość usłonecznienia (SS) jest nie tylko funkcją zachmurzenia, ale też długości dnia, która w obszarach polarnych podlega największym zmianom. Średnia roczna suma usłonecznienia w latach 1993-2000 (Kaldewey Station) wyniosła tutaj 1238,8 godz. Największe sumy miesięczne zmierzono w maju (287,5 godz.) i kwietniu (280,9 godz.). Jednak usłonecznienie względne większe jest w kwietniu (45,4 %) niż w maju (38,6 %). Wzrost zachmurzenia w okresie letnim, omówiony wyżej, powoduje, że w tej porze roku sumy usłonecznienia są 1,5-2 razy niższe niż wiosną (tab. 1).

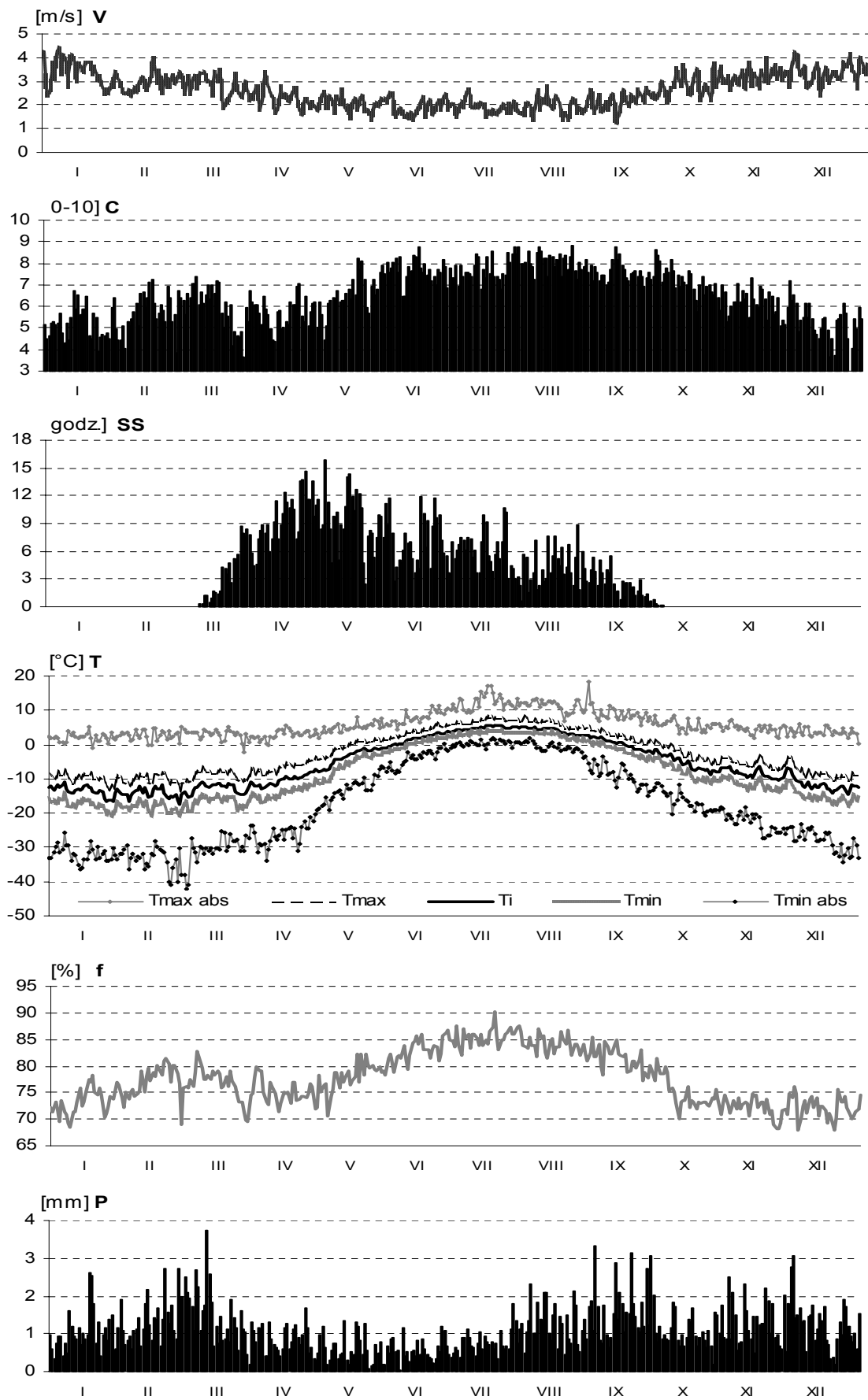
Średnia roczna temperatura powietrza w Ny Ålesund w okresie 1975-2000 wyniosła $-5,8^{\circ}\text{C}$ (tab. 1). Najcieplejszym miesiącem był lipiec ($4,9^{\circ}\text{C}$), a najchłodniejszym luty ($-14,2^{\circ}\text{C}$). Z wyjątkiem absolutnych temperatur maksymalnych ($T_{\text{max abs}}$) w lecie i absolutnych temperatur minimalnych ($T_{\text{min abs}}$) w zimie, taki układ był także charakterystyczny dla pozostałych analizowanych parametrów termicznych.

W badanym 26-leciu okres z ujemnymi średnimi wieloletnimi średnimi dobowymi temperaturami powietrza (T_i) w Ny Ålesund rozpoczyna się pod koniec drugiej dekady września i kończy w połowie pierwszej dekady czerwca, czyli trwa ok. 9 miesięcy (rys. 3). Najniższe temperatury obserwowane są na przełomie lutego i marca. Okres ten jest wyraźnie

Tab. 1. Warunki klimatyczne w Ny Ålesund (NA) i ich porównanie ze Svalbard Lufthavn (NA-SL*) i Hornsundem (NA-H**), 1975-2000

Element	Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII-II	III-V	VI-VIII	IX-XI	I-XII
V [m/s]	NA	3,4	2,9	2,8	2,3	2,0	1,9	1,9	2,0	2,2	2,9	3,3	3,3	3,2	2,4	1,9	2,8	2,6
	NA-SL	-0,9	-0,9	-0,7	-0,7	-0,9	-1,3	-1,6	-1,1	-0,9	-1,0	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-1,4	-1,0	-1,0
	NA-H	-1,6	-2,2	-2,2	-2,0	-1,4	-0,8	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,1	-1,3	-1,7	-1,9	-1,0	-1,0
C [0-10]	NA	5,2	5,7	6,0	5,7	6,5	7,7	7,8	8,0	7,6	7,1	6,2	5,2	5,3	6,1	7,8	7,0	6,6
	NA-SL	-0,4	-0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,4	0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,5	-0,3	0,0	0,3	-0,1	0,0
	NA-H	-1,1	-0,9	-0,6	-0,8	-0,8	-0,3	-0,2	0,0	-0,5	-0,2	-0,7	-0,8	-1,0	-0,7	-0,2	-0,5	-0,6
SS*** [godz]	NA	.	0,0	77,1	280,9	287,5	205,5	180,3	133,0	74,0	0,6	.	.	0,0	645,5	518,8	74,5	1238,8
	NA-H	.	-2,4	-10,5	65,2	79,1	36,7	16,2	18,0	3,3	-24,6	.	.	-2,4	133,8	70,8	-21,3	180,9
Tmax abs [°C]	NA	5,1	4,7	5,0	5,5	8,0	11,2	17,3	18,3	12,3	8,6	7,4	5,8	5,8	8,0	18,3	12,3	18,3
	NA-SL	-1,6	-1,2	-1,3	0,0	-2,6	-3,1	-4,0	0,2	-2,9	-0,3	0,8	-1,4	-1,4	-2,6	-3,0	-2,9	-3,0
	NA-H	0,6	1,3	1,8	1,4	2,4	-0,1	3,9	6,3	1,9	1,0	2,7	1,4	1,3	2,4	4,9	1,9	4,9
Tmax [°C]	NA	-10,0	-10,1	-9,0	-6,7	-0,6	3,8	7,0	6,1	2,2	-2,9	-5,5	-8,8	-9,7	-5,5	5,6	-2,1	-2,9
	NA-SL	0,8	1,1	0,7	0,8	0,5	-0,8	-1,9	-1,2	-0,6	-0,2	0,4	0,4	0,8	0,7	-1,3	-0,1	0,0
	NA-H	-1,3	-1,6	-1,7	-0,6	0,2	0,3	0,6	0,2	-0,8	-1,4	-1,0	-0,9	-1,4	-0,7	0,4	-1,1	-0,7
Ti [°C]	NA	-13,5	-14,2	-12,8	-10,4	-3,5	1,7	4,9	4,0	0,0	-5,6	-8,5	-12,1	-13,3	-8,9	3,5	-4,7	-5,8
	NA-SL	1,2	1,2	0,8	0,9	0,2	-0,6	-1,3	-1,0	-0,6	-0,3	0,4	0,5	1,0	0,6	-1,0	-0,1	0,1
	NA-H	-1,7	-2,5	-2,4	-1,3	-0,3	0,1	0,6	0,1	-1,2	-2,0	-1,5	-1,2	-1,9	-1,3	0,2	-1,6	-1,1
Tmin [°C]	NA	-17,6	-18,3	-16,8	-14,2	-6,0	0,3	3,4	2,6	-2,0	-8,4	-11,9	-15,7	-17,3	-12,3	2,1	-7,4	-8,7
	NA-SL	1,0	1,1	0,7	0,8	-0,4	-0,5	-1,1	-0,9	-0,9	-0,7	0,0	0,1	0,7	0,4	-0,8	-0,6	-0,1
	NA-H	-2,4	-3,3	-3,3	-1,9	-0,5	0,3	1,0	0,4	-1,5	-2,6	-2,1	-1,8	-2,7	-1,9	0,6	-2,0	-1,5
Tmin abs [°C]	NA	-36,6	-41,1	-42,2	-34,0	-19,1	-8,5	-1,4	-5,5	-15,0	-20,6	-27,2	-34,3	-41,1	-42,2	-8,5	-27,2	-42,2
	NA-SL	2,2	2,6	4,1	5,1	2,6	-0,1	-0,7	-1,6	-2,4	0,2	6,0	1,3	2,6	4,1	-0,1	6,0	4,1
	NA-H	-0,7	-7,5	-8,0	-3,3	0,4	-1,1	-0,4	-0,6	-3,8	0,2	1,7	-2,2	-5,2	-8,0	-1,1	1,7	-6,3
f [%]	NA	73,3	77,3	76,6	75,0	78,1	83,1	85,6	83,8	81,2	74,4	72,2	72,1	74,2	76,6	84,2	75,9	77,7
	NA-SL	0,1	3,3	3,0	3,0	5,3	10,7	11,2	8,6	6,4	2,1	0,0	0,2	1,3	3,8	10,2	2,8	4,5
	NA-H	-3,4	-1,2	-1,3	-1,8	-0,8	0,4	-0,5	-1,4	-1,7	-1,6	-3,8	-2,8	-2,7	-1,3	-0,5	-2,3	-1,6
P [mm]	NA	31,9	37,3	45,9	26,0	18,3	17,3	24,7	39,4	49,3	32,3	40,2	37,4	107,5	90,2	81,3	121,8	400,0
	NA-SL	17,7	18,2	25,2	14,7	11,4	7,4	9,8	13,6	26,8	19,5	23,0	19,8	56,9	51,3	30,8	69,2	207,1
	NA-H	2,2	9,1	15,3	3,3	-1,4	-16,2	-15,6	-12,4	-15,0	-12,3	5,0	5,9	17,4	17,2	-44,2	-22,4	-32,1

Objaśnienia – SL* (1976-2000), H** (1979-2000), ***1993-2000, V – prędkość wiatru z 2m n.p.g.; C – zachmurzenie; SS – usłonecznienie; Tmax abs - temperatura maksymalna absolutna, Tmax - temperatura maksymalna dobowa, Ti - temperatura średnia dobowa, Tmin - temperatura minimalna dobowa, Tmin abs - temperatura minimalna absolutna, f - wilgotność względna; P – opad atmosferyczny



Rys. 3. Średnie przebiegi roczne wybranych elementów meteorologicznych w Ny Ålesund w okresie 1975-2000 wg wartości dobowych. *Objaśnienia użytych skrótów jak w tab. 1*

dobrze widoczny na wykresie T_{min} abs. W latach 1975-2000 najniższa temperatura powietrza ($-42,2^{\circ}\text{C}$) wystąpiła 3 marca 1986 r. Od początku grudnia do końca drugiej dekady kwietnia średnie wieloletnie temperatury dobowe są w miarę wyrównane i zawsze niższe od -10°C . T_{min} abs są z reguły niższe od -30°C , a T_{max} abs wyższe od 0°C . Największa jest w tym czasie także zmienność z dnia na dzień wszystkich analizowanych parametrów temperatury powietrza (rys. 3). Wraz ze znaczącym wzrostem wysokości Słońca nad horyzontem i nastaniem dnia polarnego (18.04) rośnie szybko temperatura powietrza, a jego zmienność stopniowo maleje. Najwyższe średnie wieloletnie T_i w cyklu rocznym występują w drugiej połowie lipca. W tym czasie również najczęściej obserwowane są najwyższe dobowe T_{max} abs, jednak najwyższą temperaturę powietrza ($18,3^{\circ}\text{C}$) w Ny Ålesund w badanym 26-leciu zaobserwowano 31.08.1997 r. W tym dniu również na Kaffiöyrze wystąpiła najwyższa temperatura powietrza w 1997 r. (Araźny 2002).

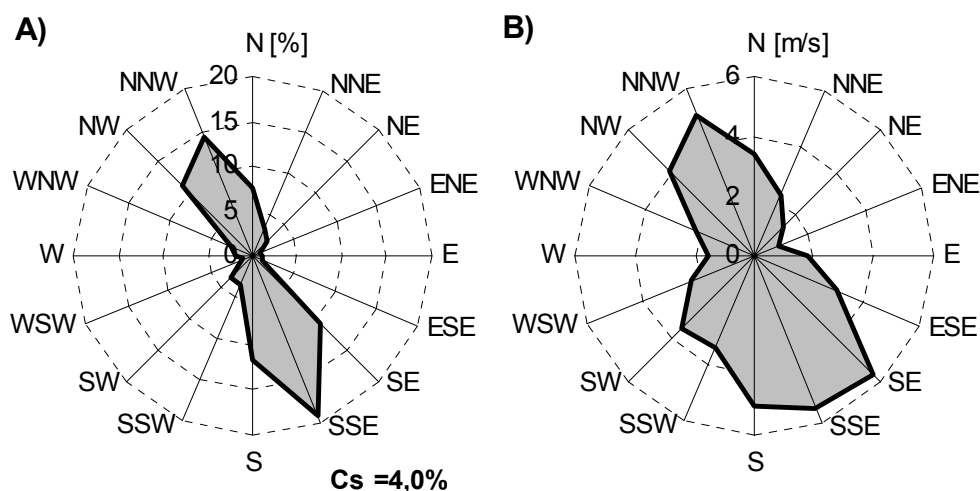
Niskie temperatury powietrza występujące w północnej części Ziemi Oskara II powodują, że wilgotność względna (f) jest tu wysoka. Średnio najwyższa jest ona w lipcu ($85,6\%$), a najniższa w grudniu ($72,1\%$) przy średniej rocznej równej $77,7\%$ (tab. 1). Oprócz wyraźnego maksimum letniego (znacznie powyżej 80%) daje się zauważyć także drugorzędne maksimum ($75-80\%$) występujące w lutym i marcu (rys. 3). Dobrze widoczne jest również, oprócz minimum głównego w listopadzie i grudniu, drugorzędne minimum w kwietniu.

Duży udział sytuacji cyklonalnych w Arktyce Norweskiej, szczególnie w półroczu zimowym powoduje, iż w tej części Arktyki, w odróżnieniu od jej bardziej kontynentalnych fragmentów, maksimum opadów występuje jesienią i zimą. Ponadto przyczyniają się one także do znacznego wzrostu sum rocznych opadów, które w Ny Ålesund w okresie 1975-2000 wyniosły $400,0$ mm. Analizując tab 1 i rys. 3 widać wyraźnie występowanie 3 maksimumów w marcu, wrześniu i listopadzie. Średnie sumy miesięczne opadów w tych miesiącach wyniosły odpowiednio: $45,9$, $49,3$ i $40,2$ mm. Około 2-krotnie niższe opady zanotowano w okresie od kwietnia do lipca, kiedy znacząco rośnie udział sytuacji antycyklonalnych, częstość których w maju jest nawet większa niż sytuacji cyklonalnych (zobacz rys. 3 w Przybylak 1992). Średnie sumy opadów dobowych najczęściej nie przekraczają 1 mm. W chłodnym okresie roku (z wyjątkiem wiosny) sumy te są wyższe i często wahają się między 1 a 2 mm. Średnio najwyższa suma opadów ($3,7$ mm) wystąpiła 12 marca. Absolutnie najwyższa dobową sumą opadów wystąpiła 1.12.1993 r. i wyniosła $57,0$ mm.

2.2. Sezon letni (21.07 – 31.08)

Położenie Kaffiöry nad długą i wąską Cieśniną Forland, między wysokimi pasmami górskimi Wyspy Księcia Karola (na zachodzie) i Ziemi Oskara II (na wschodzie) znacząco modyfikuje kierunek napływu mas powietrznych. Te formy terenowe o znacznej wysokości, biegnące wzdłuż osi o kierunku SSE-NNW na kształt dyszy kierują strumień powietrza przepływającego w warstwie granicznej troposfery, na obszar Równiny Kaffiöry i Cieśniny Forland. Są one swego rodzaju „kanałem” dla strug przyziemnego wiatru, co w efekcie – w zależności od sytuacji synoptycznej – powoduje zdecydowaną przewagę kierunków z sektora północnego i południowego.

W analizowanym tu wspólnym 42-dniowym okresie, wiatry z kierunków zgodnych z osią Cieśniny Forland (SSE-NNW) wystąpiły podczas 33,5% obserwacji, a łącznie z kierunkami sąsiadującymi (N, NW, S, SE) stanowiły aż 74,6% (rys. 4). Najczęściej obserwowano wiatry z kierunków SSE (19,1%), NNW (14,4%), S (11,5%), NW (11,2%) i SE (10,8%). Zdecydowanie najrzadziej wiało z kierunków prostopadłych do barier orograficznych, toteż sporadycznie obserwowano wiatry z sektora ENE-E-ESE (2,9%) i WSW-W-WNW (5,7%). W okresie 21.07-31.08, cisze występowały średnio podczas 4% obserwacji terminowych.



Rys. 4. A) Częstość kierunków wiatru (%) i cisze (Cs) oraz B) średnie prędkości wiatru (m/s) wg kierunków na Równinie Kaffiöry w sezonie letnim (21.07-31.08), 1975-2000

Średnia dobowa prędkość wiatru z 12 sezonów wyniosła 4,4 m/s (tab. 2). W badanym wieloleciu najbardziej wietrzna była II połowa ostatniej dekady lipca (5,8 m/s), w czasie której w ciągu dwóch dni średnia prędkość wiatru wynosiła 6,7 m/s (rys. 5). Średnie prędkości poniżej przeciętnej najczęściej występowały w II i III dekadzie sierpnia (4,1 m/s).

Rozkład prędkości wiatrów wg kierunków w okresie od 21.07 do 31.08 wykazuje prawidłowość, że największe prędkości charakteryzują najczęstsze kierunki, a najmniejsze – najrzadziej występujące (rys. 4). Potwierdzeniem tej zależności jest fakt, że spośród 16 kierunków tylko przy czterech najczęstszych, średnia prędkość była wyższa od średniej wieloletniej, zatem największa prędkość towarzyszyła kierunkom SE (5,6 m/s), SSE (5,5 m/s), NNW (5,1 m/s) i S (5,0 m/s). Odstępstwem od powyższej reguły są kierunki N (3,4 m/s) i NW (4,0 m/s). Najniższe prędkości zanotowano przy wiatrach z ENE (0,9 m/s), NE (1,4 m/s) i W (1,5 m/s). Średnia terminowa prędkość wiatru dla wielolecia najwyższa była w godzinach południowych (4,8 m/s), a największą stabilnością atmosfery charakteryzował się termin nocny (4,0 m/s).

Ze względu na intensywną działalność cyklonalną, Spitsbergen charakteryzuje się wysokimi wartościami zachmurzenia o dużej stabilności z roku na rok. Średnie zachmurzenie na Kaffiöyrze w okresie porównywalnym 21.07-31.08 osiągnęło wielkość 8,4, w skali 0-10. W tym okresie średnie wieloletnie wartości dobowe stopnia zachmurzenia odznaczały się małą zmiennością międzydobową (rys. 5). Najmniej zachmurzona była III dekada lipca (8,2), kiedy 5 pierwszych dni było chmurnych ($2 \leq C \leq 8$). Największa liczba dni pochmurnych występowała w I dekadzie sierpnia (8,6), w której zanotowano tylko 1 dzień chmurny. Najdłuższy, ciągły okres pogody pochmurnej trwał 11 dni (26.07-05.08).

Tab. 2. Średnie wartości wybranych elementów meteorologicznych na Równinie Kaffiöyra w sezonach letnich (21.07-31.08), 1975-2000

Element	1975	1977*	1978	1979	1980	1982	1985	1989	1997**	1998	1999	2000	1975-2000
V [m/s]	4,3	3,2	4,6	5,0	5,5	4,2	3,2	5,0	5,4	4,0	3,8	4,6	4,4
C [0-10]	8,7	8,7	8,8	7,3	9,1	8,8	7,2	8,3	8,4	9,1	8,9	7,2	8,4
SS [h]	112,9	147,6	119,9	281,9	90,9	91,3	309,5	203,0	165,0	93,5	150,1	213,3	164,9
SS [%]	11,2	15,9	12,1	29,0	9,1	9,2	32,2	20,5	16,8	9,5	15,2	21,6	16,7
T _{max abs} [°C]	11,5	13,5	10,0	18,9	12,5	10,4	16,0	11,5	10,8	14,0	10,3	8,8	18,9
T _{max} [°C]	6,7	7,0	6,3	6,6	5,6	4,8	6,9	5,5	5,4	7,6	6,4	5,9	6,2
T _i [°C]	4,9	5,0	4,7	4,5	4,1	3,3	5,4	4,0	4,2	6,3	4,9	3,9	4,6
T _{min} [°C]	3,3	3,5	3,1	2,5	2,6	1,8	4,0	2,7	2,7	5,0	3,5	2,2	3,1
T _{min abs} [°C]	1,4	0,6	0,7	-0,5	-0,8	-4,2	0,9	-3,6	-0,2	1,8	0,0	-3,6	-4,2
e [hPa]	7,8	7,8	7,7	7,6	7,3	6,8	8,1	7,4	7,5	8,7	7,3	7,2	7,6
f [%]	90	89	89	89	88	88	89	90	90	91	85	88	89
Δe [hPa]	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	0,8	0,8	0,9	1,3	1,0	1,0
P [mm]	66,5	44,4	44,2	17,7	108,0	54,5	13,9	27,0	122,5	16,0	58,4	29,1	50,2

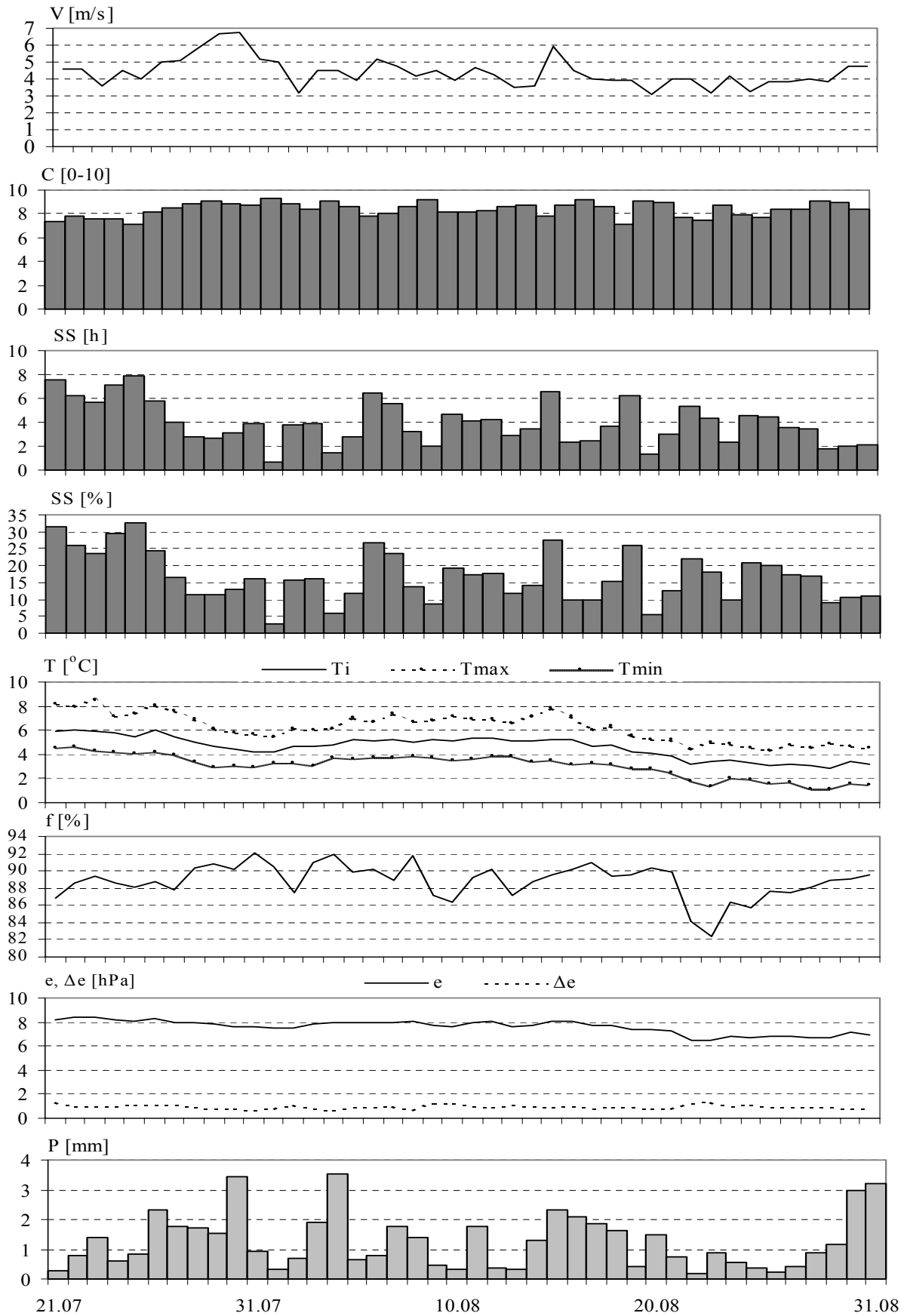
Objaśnienia – * - 21.07-28.08; ** - 28.07-31.08, e – ciśnienie pary wodnej; Δe – niedosyt wilgotności; pozostałe skróty jak w tab. 1

Duże zachmurzenie warunkuje występowanie niewielkich sum usłonecznienia (SS) na Kaffiöyrze. W okresie porównywalnym w badanych 12 latach średnie usłonecznienie rzeczywiste wyniosło 164,9 godz. tj. 16,7% usłonecznienia możliwego. Analizując poszczególne dekady (rys. 5), można zauważyć, iż najbardziej słoneczna była III dekada lipca (56,6 godz.), a najmniej - I dekada sierpnia (34,7 godz.). W porównywalnym okresie (42 dni), największe dobowe SS wystąpiło 25.07 (7,9 godz.) a najmniejsze - 01.08 (0,7 godz.).

Średnia temperatura dobowa powietrza w wieloleciu wyniosła 4,6°C (tab. 2). W okresie 21.07-31.08, najcieplejsza okazała się III dekada lipca (5,3°C), natomiast w związku z końcem lata polarnego i coraz niższą wysokością Słońca nad horyzontem, najchłodniejsza dla wielolecia była ostatnia dekada sierpnia (3,3°C). Średnie dobowe temperatury wyznaczone dla okresu porównywalnego charakteryzowały się niewielką zmiennością z dnia na dzień wykazując wyraźny trend spadkowy. Najcieplejszy okres z temperaturą $\geq 5,5^{\circ}\text{C}$ trwał od 21.07 do 27.07, osiągając maksimum (6,1°C) 22 lipca (rys. 5). Na przełomie lipca i sierpnia odnotowano na Kaffiöyrze lekkie ochłodzenie trwające około tygodnia. Najniższe wartości T_i (4,2°C) wystąpiły w dniach 31.07 i 1.08. Po tym okresie do mniej więcej połowy sierpnia T_i wzrosła i utrzymywała się powyżej 5,0°C. Największą międzysezonową jej amplitudę (11,7°C) zanotowano 16 sierpnia. T_i zmieniała się w tym dniu od 2,2°C (1977 r.) do 13,9°C (1979 r.). Wyraźny spadek T_i ($> 1^{\circ}\text{C}$) występuje w okresie od połowy sierpnia do połowy III dekady tego miesiąca. W dekadzie tej średnie T_i mieszczą się w przedziale 3,0-3,9°C z wyjątkiem najchłodniejszego dnia w sezonie (2,8°C).

Przebiegi wieloletnich średnich dobowych T_{\min} i T_{\max} w badanym okresie są podobne do przebiegu średnich T_i (rys. 5). Średnie dobowe T_{\min} w okresie 21.07-31.08 zmieniały się od 1,1°C (29.08) do 4,6°C (21 i 22.07) przy średniej za cały okres 3,1°C. Do 18 sierpnia utrzymywały się najczęściej powyżej średniej wieloletniej, a w ostatniej dekadzie miesiąca oscylowały wokół 1,7°C. Zakres wahań średniej T_{\max} zawierał się w przedziale od 4,3°C (26.08) do 8,5°C (23.07). Wykres przedstawiający dobowe T_{\max} uśrednione dla sezonów 1975-2000, wykazuje większą jej międzydobową zmienność aniżeli T_i i T_{\min} (rys. 5). Najwyższe średnie dobowe T_{\max} ($> 7,0^{\circ}\text{C}$) występowały w pierwszym tygodniu badanego okresu, natomiast od 22 sierpnia nie przekraczały one 5,0°C przy średniej za ostatnią dekadę wynoszącej 4,7°C.

Cechą charakterystyczną Kaffiöyry, jak i całego Spitsbergenu, jest wysoki stopień nasycenia parą wodną, czemu sprzyja duży udział adwekcji wilgotnych mas powietrza z szerokości umiarkowanych w ramach układów cyklonalnych, niskie temperatury oraz bliskość morza.



Rys. 5. Przebieg elementów meteorologicznych na Równinie Kaffiöyra w sezonie letnim (21.07-31.08), 1975-2000. Objasnienia użytych skrótów jak w tab. 1 i 2

W sezonie letnim średnie wieloletnie dobowe ciśnienie pary wodnej (e) zmieniało się od 6,4 hPa (23.08) do 8,5 hPa (22.07), przy średniej za cały okres wynoszącej 7,6 hPa. Najwyższe wartości prężności pary wodnej wystąpiły w pierwszych 6 dniach badanego okresu, tj. od 21 do 26 lipca ($\geq 8,0$ hPa). Wspomniany wcześniej okres obniżonej temperatury notowany na przełomie lipca i sierpnia spowodował także spadek wartości ciśnienia pary wodnej do 7,5-7,8 hPa. Począwszy od 22 sierpnia, średnie wieloletnie dobowe wartości prężności spadły poniżej 7,0 hPa (z wyjątkiem 30.08).

Średnia wieloletnia wartość wilgotności względnej obliczona dla wspólnego okresu wyniosła 89% (tab. 2). Jej przebieg w badanym okresie wykazuje niewielkie zróżnicowanie międzydobowe (rys. 5). Najwyraźniejszy okres z obniżoną wilgotnością względną ($< 87\%$), trwał zaledwie 4 dni (22-25.08). W tym czasie (23.08) stwierdzono jej najniższą (82%) w sezonie letnim średnią wartość dobową. Z kolei w dniach 31.07 oraz 4 i 8.08 zaobserwowano jej najwyższą wartość (92%). Średnie dekadowe wartości wilgotności względnej były mało zróżnicowane – od 87% w ostatniej dekadzie sierpnia do 90% w poprzednich dwóch dekadach tego miesiąca.

Średnia wieloletnia wartość niedosytu wilgotności (Δe) w analizowanym okresie wyniosła 1,0 hPa (tab. 2), a jej przebieg z dnia na dzień sporządzony na podstawie danych wieloletnich nie wykazywał wyraźnej tendencji (rys. 5). Jego średnie dobowe wartości wahały się od 0,6 hPa (31.07) do 1,4 hPa (23.08).

Opady na Spitsbergenie nie są wysokie, pomimo dużego zachmurzenia. Mała zawartość pary wodnej w powietrzu, stabilność mas atmosferycznych i związana z tym przewaga chmur Stratus i Stratocumulus, nie sprzyjają obfitym opadom atmosferycznym (Wójcik, Przybylak, 1991). Wieloletnia średnia suma opadów zmierzona w okresie 21.07-31.08 wyniosła 50,2 mm, co oznacza, że średnia obfitość względna opadu wyniosła 1,2 mm/dobę. Średnie dobowe sumy opadów zmieniały się od 0,2 mm (22 i 26.08) do 3,6 mm (4.08). Z rys. 5 wynika, że opady charakteryzowały się dużą nierównomiernością rozkładu. Największe średnie wieloletnie sumy dekadowe opadów obliczono dla tych dekad, w których w każdym sezonie występowały opady, tj. w III dekadzie lipca (15,2 mm) oraz II dekadzie sierpnia (12,8 mm). Najbardziej sucho było w III dekadzie sierpnia (10,7 mm), w której opad nie wystąpił w dwóch sezonach (1975 i 1985 r.).

Charakterystykę cyrkulacji atmosferycznej dla Równiny Kaffiöyra opracowano korzystając z kalendarza typów cyrkulacji za lata 1975-2000, udostępnionego nam przez Niedźwiedzia (2002). Wydzielił on 20 typów cyrkulacji, biorąc pod uwagę rodzaj układu barycznego i kierunek adwekcji powietrza oraz jeden oznaczony „x” reprezentujący siodło

baryczne oraz inne sytuacje nie dające się sklasyfikować. Wyróżnione typy cyrkulacji i ich opis można m. in. znaleźć w pracy Niedźwiedzia (1997). W niniejszej pracy, ze względu na ograniczoną częstość występowania niektórych typów cyrkulacji, skorzystano z propozycji ich połączenia wg Przybyłaka (1992). W efekcie ich liczba zmalała do 6 typów o wyraźnym kierunku adwekcji, 2 typów o zmiennym kierunku adwekcji i jednego typu (x) reprezentującego siodło baryczne oraz sytuacje niesklasyfikowane.

Częstość rodzajów układów barycznych na Równinie Kaffiöyra w okresie 21.07-31.08 wykazuje duże zróżnicowanie międzysezonowe (tab. 3). Dla średniej z 12 sezonów zaznacza się przewaga częstości występowania niżów (52,5%) niż wyżów (45,7%). W poszczególnych sezonach udział cyrkulacji cyklonalnej w kształtowaniu pogody i klimatu Spitsbergenu zmieniał się od 23,8% (1998 r.) i 33,3% (1985 r.) do 66,7% (1982 r.) i 69,0% (2000 r.). Częstość układów wyżowych w wymienionych sezonach letnich wyniosła odpowiednio 73,8%, 66,7%, 33,3% i 28,6%. Najbardziej zbliżone proporcje do wartości wieloletnich wystąpiły w sezonach 1975 i 1989 r.

Tab. 3. Częstość względna (%) występowania typów cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem w okresie 21.07-31.08, 1975-2000

Typ cyrkulacji	1975	1977*	1978	1979	1980	1982	1985	1989	1997	1998	1999	2000	1975-2000
$NW_a+N_a+NE_a$	7,1	10,3	2,4	9,5	2,4	7,1	2,4	9,5	2,4	0,0	7,1	7,1	5,6
E_a+SE_a	9,5	12,8	26,2	16,7	2,4	2,4	40,5	4,8	2,4	35,7	9,5	7,1	14,2
$S_a+SW_a+W_a$	14,3	7,7	11,9	7,1	19,0	4,8	0,0	7,1	19,0	7,1	0,0	0,0	8,2
C_a+K_a	16,7	10,3	21,4	7,1	14,3	19,0	23,8	23,8	11,9	31,0	19,0	14,3	17,8
$NW_c+N_c+NE_c$	2,4	2,6	4,8	23,8	14,3	9,5	7,1	14,3	11,9	4,8	26,2	16,7	11,6
E_c+SE_c	9,5	20,5	2,4	14,3	4,8	21,4	14,3	7,1	11,9	14,3	7,1	14,3	11,8
$S_c+SW_c+W_c$	26,2	23,1	23,8	21,4	31,0	21,4	4,8	16,7	35,7	0,0	9,5	16,7	19,2
C_c+B_c	11,9	10,3	7,1	0,0	11,9	14,3	7,1	11,9	4,8	4,8	14,3	21,4	10,0
X	2,4	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	2,4	7,1	2,4	1,8
Antycyklonalne	47,6	41,0	61,9	40,5	38,1	33,3	66,7	45,2	35,7	73,8	35,7	28,6	45,7
Cyklonalne	50,0	56,4	38,1	59,5	61,9	66,7	33,3	50,0	64,3	23,8	57,1	69,0	52,5

*- 21.07-28.08

W badanych 12 sezonach z największą średnią częstością występowały typy $Sc+SWc+Wc$ (19,2%), $Ca+Ka$ (17,8%) i $Ea+SEa$ (14,2%), a z najmniejszą frekwencją typy $NWa+Na+NEa$ (5,6%) i $Sa+SWa+Wa$ (8,2%). W wielu sezonach zaznaczała się dominacja jednego typu cyrkulacji, niekoniecznie najczęstsze w wieloleciu. W 5 z nich najczęściej występował typ cyrkulacji $Sc+SWc+Wc$. Na przykład w 1997 r. charakteryzował się on największą frekwencją (35,7%) a w 1998 r. w ogóle nie wystąpił. Typ cyrkulacji $Ea+SEa$ najczęstszy był w 3 sezonach: 1985 (40,5%), 1998 (35,7%) i 1978 r. (26,2%). Bardzo dużym

udziałem sytuacji synoptycznej Ca+Ka odznaczały się sezony z 1998 (31,0%) oraz 1985 i 1989 roku (23,8%).

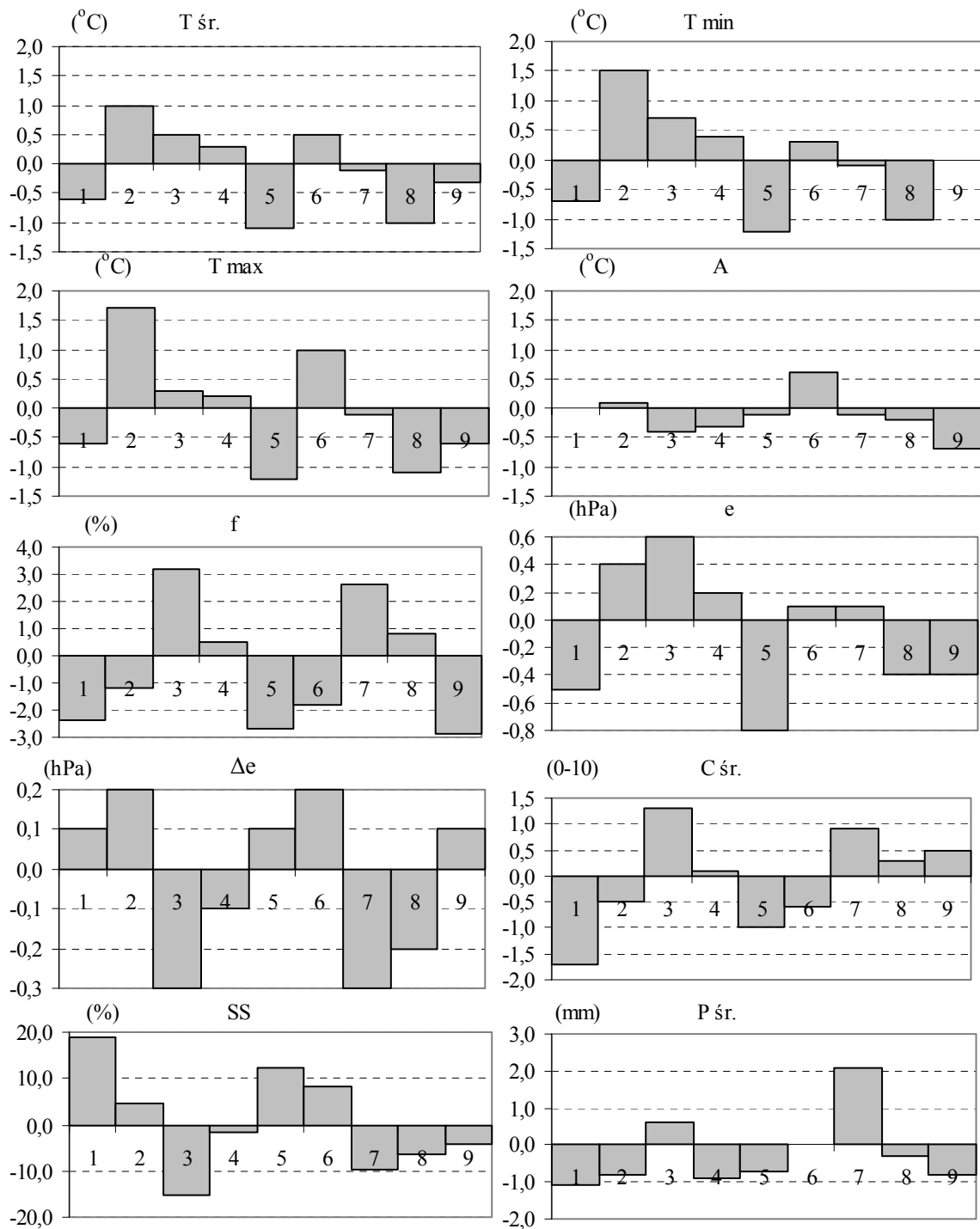
W badanym wieloleciu najczęściej występowały kierunki S+SW+W (27,4%) jednakże ich udział w poszczególnych sezonach wykazywał znaczną zmienność od 54,9% i 50,0% (1997 i 1980 r.) do zaledwie 4,8% i 9,5% (1985 i 1999 r.). Kierunki E+SE występowały niemalże z tą samą frekwencją (26,0%) jednakże, w niektórych sezonach ich udział dochodził do 54,8% (1985) i 50,0% (1998 r.). Najrzadziej (17,2%) występowały sytuacje z adwekcją mas powietrza z sektora północnego (NW+N+NE). Tylko w 1979 i 1999 r. ich frekwencja przekroczyła 30%. Dla pojedynczych kierunków napływu notowano najczęściej adwekcję z południowo-wschodu (SEc+SEa - 13,3%) i wschodu (Ec+Ea - 12,6%) oraz sytuację synoptyczną Ka (15,5%).

Aby prześledzić wpływ cyrkulacji atmosferycznej na poszczególne elementy meteorologiczne wykonano odpowiednie obliczenia statystyczne. Ich wyniki przedstawione w formie anomalii w stosunku do średnich wieloletnich zaprezentowano na rys. 6.

3. PORÓWNANIE KLIMATU PÓŁNOCNEJ CZĘŚCI ZIEMI OSKARA II Z INNYMI OBSZARAMI ZACHODNIEGO WYBRZEŻA SPITSBERGENU

3.1. Przebieg roczny

Kierunki wiatru na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu są w znacznym stopniu modyfikowane przez lokalną topografię terenu, dlatego w analizowanych tutaj stacjach różnią się dość znacznie od siebie, szczególnie latem. W chłodnym okresie roku w latach 1975-1989 stwierdzono podobną częstość kierunków wiatru w Ny Ålesund i Svalbard Lufthavn, gdzie dominują wiatry z kierunku SE, a potem z E (Hanssen-Bauer i in. 1990). W Hornsundzie natomiast układ jest odwrotny. Wyraźnie najczęstsze w latach 1978-1995 były wiatry wschodnie (ok. 30-35%), a potem południowo-wschodnie (ok. 15%) (zobacz ryc. 2, Kierzkowski 1996). Średnia prędkość wiatru w Ny Ålesund (2,6 m/s) jest wyraźnie mniejsza niż w Svalbard Lufthavn (3,6 m/s) i w Hornsundzie (4,0 m/s) (tab. 1), jednak jak wykazano dalej na podstawie danych z Kaffiöyry (tab. 4) stacja ta nie jest reprezentatywna dla Ziemi Oskara II, gdy bierzemy pod uwagę ten element meteorologiczny. Największe różnice między stacjami wystąpiły w lecie (Svalbard Lufthavn) i wiosną (Hornsund).



Rys. 6. Średnie anomalie wybranych elementów meteorologicznych przy poszczególnych typach cyrkulacji na Równinie Kaffiöyra w okresie 21.07-31.08, 1975-2000

Typy cyrkulacji: 1 NWa+Na+NEa 2 Ea+SEa 3 Sa+SWa+Wa 4 Ca+Ka
5 NWc+Nc+NEc 6 Ec+SEc 7 Sc+SWc+Wc 8 Cc+Bc 9 X.

Objaśnienia pozostałych skrótów jak w tab. 1 i 2

Pod względem wielkości zachmurzenia nie stwierdzono większych różnic między stacjami Ny Ålesund i Svalbard Lufthavn. Zachmurzenie w północnej części Ziemi Oskara II jest nieco większe w lecie, a mniejsze w zimie, natomiast średnie roczne wartości są takie same. Południowa część Spitsbergenu we wszystkich porach roku i miesiącach (z wyjątkiem sierpnia) posiadała w okresie 1975-2000 wyższe zachmurzenie (średnio rocznie o 0,6) (tab. 1). Największe różnice wystąpiły w zimie, a najmniejsze w lecie.

Porównując czas usłonecznienia w ciągu roku, jest ono większe w Ny Ålesund w porównaniu z Hornsundem o ponad 180 godzin. Fakt ten wynika, nie z warunków solarnych ale ze znacznego zasłonięcia horyzontu od strony północnej w Hornsundzie, co wpływa na zmniejszenie rejestrowanego przez przyrząd czasu dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego.

Temperatura powietrza w Ny Ålesund jest nieznacznie wyższa (o $0,1^{\circ}\text{C}$) niż w Svalbard Lufthavn i dużo niższa (o $1,1^{\circ}\text{C}$) niż w Hornsundzie (tab. 1). W przebiegu rocznym są jednak duże zmiany. W porównaniu z centralną częścią zachodniego wybrzeża, północna część Ziemi Oskara II jest wyraźnie cieplejsza w zimie (średnio o $1,0^{\circ}\text{C}$), a chłodniejsza w lecie (też o $1,0^{\circ}\text{C}$). Odwrotny układ jest natomiast w porównaniu z południową częścią Spitsbergenu. W Ny Ålesund jest cieplej w lecie (średnio o $0,6^{\circ}\text{C}$), a chłodniej w pozostałych porach roku, szczególnie w zimie (o $1,9^{\circ}\text{C}$). Bezwzględne wartości temperatur ekstremalnych ($T_{\text{max abs}}$ / $T_{\text{min abs}}$) największe/najmniejsze były odpowiednio w centralnej/południowej (najwyższy/najniższy stopień kontynentalizmu klimatu) części Spitsbergenu (tab. 1).

Jak widać z tab. 1 wilgotność względna niewiele podlega zmianom na zachodnim wybrzeżu. Najwyższe jej wartości występują na południu i na północy (różnice w średnich miesięcznych nie przekraczają jednak 4%, a od maja do lipca nawet 1%). Zgodnie z oczekiwaniem najmniejsza wilgotność względna jest w centralnej części zachodniego wybrzeża Spitsbergenu, szczególnie w lecie, kiedy średnio wilgotność względna jest tutaj o 10,2% mniejsza niż w Ny Ålesund.

Północna część Ziemi Oskara II i południowy fragment zachodniego wybrzeża Spitsbergenu są uprzywilejowane pod względem wysokości opadów. Sumy roczne są większe na południu, głównie jednak dzięki znacznie obfitszym opadom w okresie od czerwca do października. W pozostałym okresie roku (z wykluczeniem jeszcze maja) są one wyższe w Ny Ålesund. Na obydwu wymienionych obszarach opady są około 2-krotnie wyższe niż w centralnej części Spitsbergenu (tab. 1), gdzie w chłodnym okresie roku ograniczony jest napływ wilgotnych mas powietrza z sektora południowego w ramach intensywnej o tej porze roku działalności cyklonalnej.

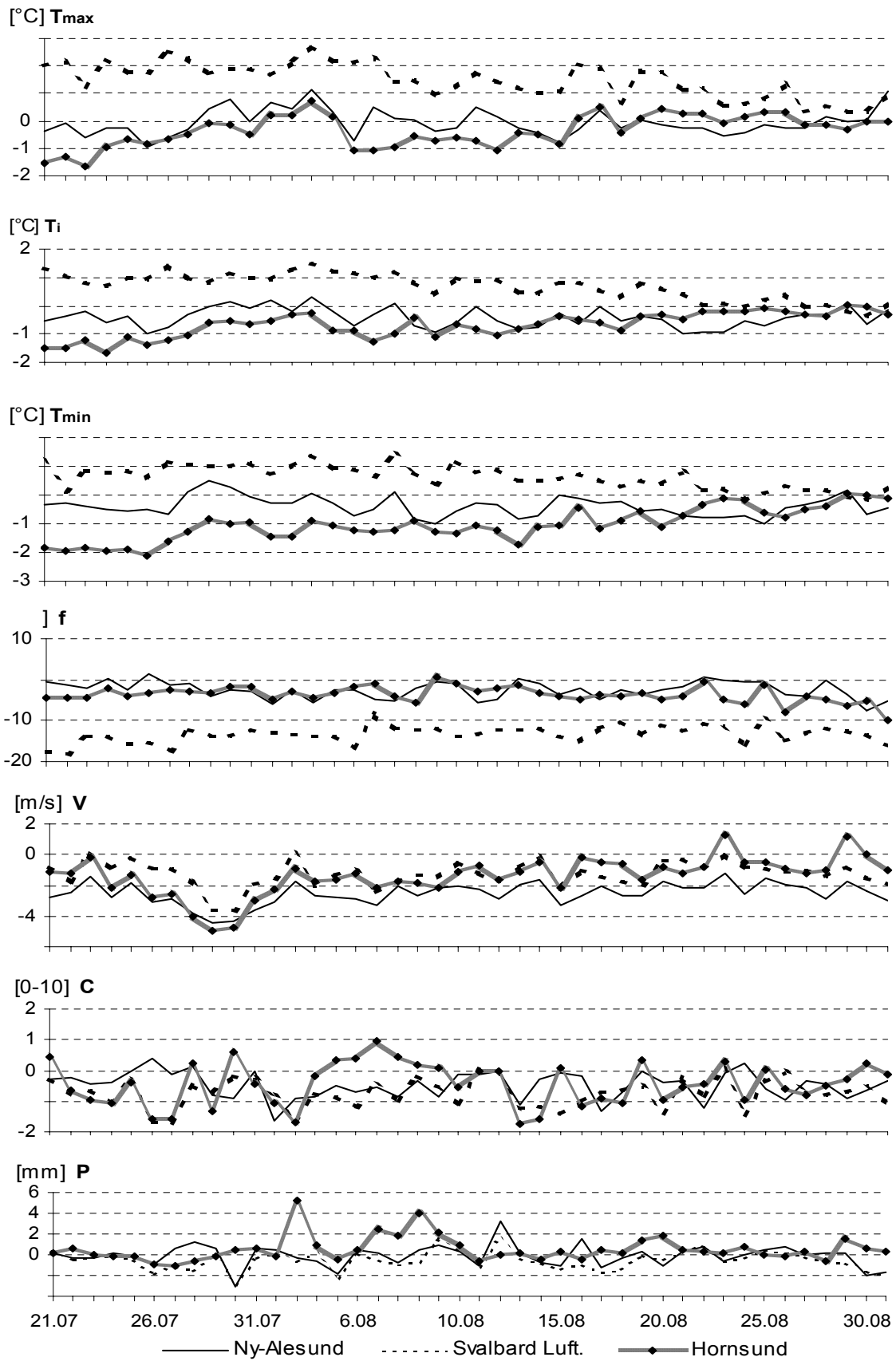
3.2. Sezon letni (21.07-31.08)

Omówione wcześniej warunki klimatyczne sezonu letniego na Kaffiöyrze porównano z klimatem innych obszarów leżących na zachodnim wybrzeżu Spitsbergenu. Analiza tab. 4 i rys. 7 wykazuje, że – zgodnie z oczekiwaniami – klimat okolic Ny Ålesundu jest najbardziej zbliżony (z wyjątkiem prędkości wiatru) do klimatu Kaffiöry. Kaffiöyra jest nieco cieplejsza, wilgotniejsza i bardziej zachmurzona. Natomiast prędkość wiatru jest tu ponad dwukrotnie większa, co prawdopodobnie jest wywołane istniejącym tutaj swobodnym

Tab. 4. Średnie dekadowe oraz z całego sezonu letniego (21.07-31.08) wartości wybranych elementów meteorologicznych na Spitsbergenie, 1975-2000

Element	Okres	Ny-Ålesund	Kaffiöyra	Svalbard Luft.*	Hornsund**
Tmax [°C]	21.07-31.08	7,0	7,2	9,2	6,4
	01.08-10.08	6,8	6,6	8,4	6,2
	11.08-20.08	6,5	6,6	8,1	6,3
	21.08-31.08	4,6	4,7	5,4	4,8
	21.07-31.08	6,2	6,2	7,7	5,9
Ti [°C]	21.07-31.08	5,0	5,3	6,4	4,2
	01.08-10.08	4,6	4,9	6,0	4,2
	11.08-20.08	4,5	4,9	5,6	4,3
	21.08-31.08	2,7	3,3	3,3	3,0
	21.07-31.08	4,2	4,6	5,3	3,9
Tmin [°C]	21.07-31.08	3,6	3,8	4,7	2,3
	01.08-10.08	3,1	3,6	4,5	2,3
	11.08-20.08	3,0	3,4	3,9	2,3
	21.08-31.08	1,1	1,7	1,8	1,3
	21.07-31.08	2,7	3,1	3,7	2,1
V [m/s]	21.07-31.08	2,0	5,1	3,6	2,5
	01.08-10.08	1,8	4,4	3,0	2,7
	11.08-20.08	1,8	4,1	2,9	3,1
	21.08-31.08	1,8	4,0	3,0	3,6
	21.07-31.08	1,9	4,4	3,1	3,0
C [0-10]	21.07-31.08	7,9	8,2	7,4	7,5
	01.08-10.08	7,9	8,6	7,8	8,5
	11.08-20.08	8,0	8,4	7,6	7,7
	21.08-31.08	7,8	8,3	7,7	8,0
	21.07-31.08	7,9	8,4	7,6	7,9
f [%]	21.07-31.08	87,7	89,2	74,4	86,1
	01.08-10.08	86,3	89,5	76,7	86,8
	11.08-20.08	86,5	89,5	77,1	86,2
	21.08-31.08	84,8	87,2	74,3	82,2
	21.07-31.08	86,3	88,8	75,6	85,3
P [mm]	21.07-31.08	13,7	15,2	6,8	14,1
	01.08-10.08	10,8	11,5	9,0	28,7
	11.08-20.08	12,6	12,8	6,2	15,5
	21.08-31.08	9,5	11,3	7,1	15,0
	21.07-31.08	46,7	50,8	29,1	73,4

Objaśnienia - średnie obliczone z 12 sezonów letnich (1975, 1977-1980, 1982, 1985, 1989, 1997-2000), * 1977-2000, **1978-2000



Rys. 7. Przebieg różnic średnich wartości wybranych elementów meteorologicznych w sezonie letnim (21.07-31.08) między stacją Kaffiöyra-Heggodden i pozostałymi analizowanymi stacjami spitsbergeńskimi, 1975-2000; *Objaśnienia skrótów jak w tab.1*

południkowym przepływem powietrza. Dodatkowo ruch powietrza intensyfikowany jest przez efekt tunelowy pomiędzy pasmami górskimi wnętrza Spitsbergenu i południkowo usytuowaną Wyspą Księcia Karola (rys. 1). Takie warunki swobodnego przepływu powietrza nie istnieją natomiast w stacji Ny Ålesund położonej w głębi Kongsfiorden i otoczonej ze wszystkich stron pasmami górskimi.

Centralna część zachodniego wybrzeża Spitsbergenu (charakteryzująca się największym wskaźnikiem kontynentalizmu klimatu) jest w sezonie letnim wyraźnie najcieplejsza i najsuchsza. Szczególnie niskie są tu opady atmosferyczne, które w badanym okresie wyniosły zaledwie 29,1 mm, podczas gdy w północnej części Ziemi Oskara II wahały się one ok. 50 mm (tab. 4, rys. 7). Południowa część Spitsbergenu, reprezentowana przez stację w Hornsundzie, jest wyraźnie chłodniejsza niż Ziemia Oskara II; charakteryzuje się też mniejszym zachmurzeniem (szczególnie w porównaniu z Kaffiöyra) i wilgotnością powietrza. Cechą charakterystyczną tej części Spitsbergenu są natomiast wysokie opady atmosferyczne (73,4 mm).

4. WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

1. Klimat tundry północnej części Ziemi Oskara II różni się istotnie od klimatu pozostałych części (centralnej i południowej) zachodniego wybrzeża Spitsbergenu.

2. Obliczone między wymienionymi obszarami różnice pomiędzy średnimi wartościami miesięcznymi i sezonowymi analizowanych elementów meteorologicznych znacznie zmieniają się (łącznie ze zmianą znaku) w cyklu rocznym, a szczególnie między latem i zimą. Dlatego średnie roczne charakterystyki mogą być często zawodne. Podobnie nie można generalizować uzyskanych wyników na podstawie danych z jakiegoś sezonu (szczególnie lata lub zimy) na pozostały okres roku.

3. Przeprowadzona analiza wykazała, iż stacja Kaffiöyra-Heggodden jest bardziej reprezentatywną stacją meteorologiczną do charakterystyki klimatu tundry północnej części Ziemi Oskara II niż stacja Ny Ålesund, szczególnie w przypadku oceny stosunków anemologicznych. Położenie topograficzne bowiem ostatniej stacji przyczynia się do ok. 2-krotnego zmniejszenia prędkości wiatru w porównaniu z obszarami nizinnymi leżącymi wzdłuż Cieśniny Forland (w tym także do znacznie częstszego występowania cisz). W efekcie warunki bioklimatyczne będą tu wyraźnie łagodniejsze dla ludzi pracujących i uprawiających turystykę. Warto o tym pamiętać przygotowując ubrania do pracy terenowej czy planując dopuszczalny czas pobytu w warunkach nieszkodliwych dla zdrowia na obszarze północnej części Ziemi Oskara II.

Literatura

- Arażny A.**, 1999, *Warunki meteorologiczne na Równinie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie 20.07 – 2.09 1998*, Problemy Klimatologii Polarnej, 9, Gdynia, 103-116.
- Arażny A.**, 2002, *Warunki meteorologiczne na Równinie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie 21 VII - 01 IX 1997 r.*, Problemy Klimatologii Polarnej, 10, Toruń, 73-92.
- Forland E. J., Hanssen-Bauer I., Nordli P. O.**, 1997, *Climate statistic and longterm series of temperature and precipitation at Svalbard and Jan Mayen*, DNMI Report Nr. 21/97 Klima, Oslo
- Hanssen-Bauer I., Solas M. K., Steffenson E. L.**, 1990, *The climate of Spitsbergen*, DNMI-Rapport Nr. 39/90, Klima
- Kejna M.**, 2002, *Warunki meteorologiczne na Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie od 13 lipca do 9 września 1999 roku*, Problemy Klimatologii Polarnej, 10, Toruń, 93-110.
- Kejna M., Dzieniszewski M.**, 1993, *Warunki meteorologiczne na Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie 26.06 – 31.08.1985 r.*, Acta Universitatis N. Copernici, Geografia 24, Toruń, 43-54.
- Kierzkowski T.**, 1996, *Cechy klimatu lokalnego stacji w Hornsundzie w oparciu o materiał z lat 1978-1995*, Problemy Klimatologii Polarnej 6, Gdynia, 67-81.
- Leszkiewicz J.**, 1977, *Meteorological conditions in the northern part of Kaffiöyra Plain during the period from July 1 to August 31 1975*, Acta Universitatis N. Copernici, Geografia 13, Toruń, 97-111.
- Marciniak K., Przybylak R.**, 1983, *Meteorological conditions in the Kaffiöyra (NW Spitsbergen) since 7th July to 5th September 1979*, Acta Universitatis N. Copernici, Geografia 18, Toruń, 113-123.
- Marciniak K., Przybylak R.**, 1991, *Warunki meteorologiczne na Równinie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie 5 VII-7 IX 1980 r.*, Acta Universitatis N. Copernici, Geografia 22, Toruń, 97-107.
- Marciniak K., Przybylak R., Kejna M.**, 1993, *Dynamika warunków meteorologicznych na Równinie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie 8.07-7.09 1989 r.*, Wyniki badań VIII Toruńskiej Wyprawy Polarnej Spitsbergen'89, UMK, Toruń, 31-46.
- Niedźwiedź T.**, 1997, *Częstość występowania typów cyrkulacji nad Spitsbergenem (1951-1995)*, Problemy Klimatologii Polarnej 7, VII Seminarium Meteorologii i Klimatologii Polarnej, Gdynia, 9-17.

- Niedźwiedź T.**, 2002, *Katalog typów cyrkulacji dla Spitsbergenu (1951-2000)*, zbiór komputerowy, Katedra Klimatologii Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec
- Przybylak R.**, 1992, *Stosunki termiczno-wilgotnościowe na tle warunków cyrkulacyjnych w Hornsundzie (Spitsbergen) w okresie 1978-1983*, Dokumentacja Geogr., 2, ss. 105.
- Przybylak R., Szczeblewska E.**, 2002a, *Warunki meteorologiczne na Równinie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie 3 VII-31 IX 2000 r.*, Problemy Klimatologii Polarnej, 10, Toruń, 111-137.
- Przybylak R., Szczeblewska E.**, 2002b, *Warunki meteorologiczne na Kaffiöyrze (NW Spitsbergen) w czasie trwania Toruńskich Wypraw Polarnych, 1975-2000*, Polish Polar Studies, 217-237.
- Steffensen E.**, 1969, *The climate and its recent variations at the Norwegian arctic stations*, Met. Ann., 5, 8, Oslo
- Steffensen E.**, 1982, *The climate at Norwegian arctic station*, Klima, 5, Oslo
- Ørbæk J. B., Hisdal V., Svaasand L. E.**, 1999, *Radiation climate variability in Svalbard: surface and satellite observations*, Polar Research, 18(2), 127-134.
- Wójcik G.**, 1982, *Meteorological conditions at the Kaffiöyra Plain – Spitsbergen from 21st July to 28th August 1977*, Acta Universitatis N. Copernici, Geografia 16, Toruń, 151-166.
- Wójcik G., Kejna M., Marciniak K., Przybylak R., Vizi Z.**, 1997, *Obserwacje meteorologiczne na Ziemi Oskara II (Spitsbergen) i w Oazie Bungera (Antarktyda)*, Oficyna Wydawnicza „Turpress”, Toruń, ss. 412.
- Wójcik G., Marciniak K.**, 1983, *Meteorological conditions in the Kaffiöyra Plain (NW Spitsbergen) since 21st July to 7th September 1978*, Acta Universitatis N. Copernici, Geografia 18, Toruń, 99-111.
- Wójcik G., Przybylak R.**, 1991, *Warunki meteorologiczne na Równinie Kaffiöyra (NW Spitsbergen) w okresie 14 lipca - 9 września 1982 r.*, Acta Universitatis N. Copernici, Geografia 22, Toruń, 97-107.