

GLÓWNE CECHY CYRKULACJI ATMOSFERY NAD SPITSBERGENEM (XII.1950 – IX.2006)

THE MAIN FORMS OF ATMOSPHERIC CIRCULATION ABOVE SPITSBERGEN
(December 1950 – September 2006)

Tadeusz Niedźwiedź

Katedra Klimatologii, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski
ul. Będzińska 60, 41–200 Sosnowiec
niedzwie@ultra.cto.us.edu.pl

Zarys treści. Praca omawia najważniejsze zmiany jakie zachodziły w cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem w latach 1950–2006. Po analizie zmienności typów i wskaźników cyrkulacji Niedźwiedzia stwierdzono wyraźny wzrost wartości wskaźnika cyrkulacji zachodniej (zwłaszcza latem i zimą) i południowej (głównie zimą i latem) oraz wzrost aktywności niżów we wszystkich porach roku, a zwłaszcza w zimie. Gwałtowny wzrost intensywności cyrkulacji południowej, który wystąpił w styczniu i kwietniu 2006 r. zaznaczył się dużymi anomaliami termicznymi (12.4–12.6K powyżej średniej wieloletniej). Być może rok 2006 stanie się najcieplejszym w całym okresie obserwacji instrumentalnych temperatury na Spitsbergenie.

Słowa kluczowe: cyrkulacja atmosfery, typy cyrkulacji, wskaźniki cyrkulacji Niedźwiedzia, Arktyka Atlantycka, Spitsbergen.

1. Wstęp

W atlantyckim sektorze Arktyki zaznacza się wyjątkowo duża zmienność większości elementów klimatu. Tutaj najsilniej zaznaczyło się znane ocieplenie klimatu w latach trzydziestych XX wieku. Również na tym obszarze oczekuje się największych zmian w XXI wieku w wyniku globalnego ocieplenia. W kształtowaniu tej zmienności cyrkulacja atmosfery odgrywa znaczącą rolę (Przybylak 2003) obok transportu ciepła powiązanego z ruchami mas wody w oceanie (Styszyńska 2005). Bardziej dokładnie przyczyny i mechanizmy współczesnego ocieplenia atlantyckiej Arktyki wyjaśniła A. Styszyńska (2005). Problem wyjaśnienia dalszych zmian klimatu nabiera dużego znaczenia w związku z rozpoczynającym się w roku 2007 Międzynarodowym Rokiem Polarnym.

Cyrkulacja w atlantyckim sektorze Arktyki była przedmiotem wielu badań (patrz Przybylak 1996). Najdokładniej charakterystyka ta została opracowana dla Spitsbergenu (Niedźwiedź 1992, 1997b, 2001). Celem niniejszej pracy jest uaktualnienie starszych opracowań i prezentacja najważniejszych zmian, jakie zachodziły w cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem od grudnia 1950 roku do sierpnia 2006 r., a więc również przez niemal sześć lat XXI wieku. Pozwalają na to regularne prace prowadzone nad

katalogiem typów cyrkulacji dla tego obszaru Arktyki (Niedźwiedz 2006). Klasyfikacja 21 typów cyrkulacji nawiązująca do znanej typologii H.H. Lamba (1972) i wskaźników cyrkulacji została opisana wcześniej (Niedźwiedz 1992, 1992-1993, 1997a). Natomiast dla całej półkuli północnej, w tym także dla Arktyki, Z. Ustrnul (1997) opracował obiektywną klasyfikację cyrkulacji atmosfery za lata 1901-1995 na podstawie danych ciśnienia w węzłach regularnej siatki geograficznej.

2. Częstość występowania typów cyrkulacji

Dla Spitsbergenu charakterystyczny jest napływ powietrza z sektora wschodniego. Rozpatrując wyłącznie kierunki adwekcji mas powietrznych (tabela 1) bez uwzględnienia rodzaju układu barycznego, w skali rocznej zaznacza się najczęstsze występowanie tylko dwóch kierunków: E (17.1%) i NE (15.8%). Najrzadziej w ciągu roku zdarza się napływ powietrza z NW (4.1%) i W (4.3%). Napływ mas powietrza znad M. Barentsa zdarza się więc przeszło czterokrotnie częściej niż od strony M. Grenlandzkiego.

Tabela 1 – Table 1

Częstość (w %) występowania nad Spitsbergenem poszczególnych typów cyrkulacji
w okresie grudzień 1950 – wrzesień 2006

Frequency (in %) of particular circulation types above Spitsbergen
during the period of December 1950 – September 2006

Typ cyrkulacji Circulation type	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
01–Na	3.4	3.0	2.9	6.9	8.1	4.6	2.4	2.8	3.6	4.2	3.0	3.9	4.0
02–NEa	8.1	8.4	9.9	11.2	8.7	4.9	2.2	2.5	3.8	7.0	7.2	8.2	6.8
03–Ea	6.6	7.5	10.0	9.2	9.0	5.4	4.7	7.2	5.8	5.6	6.7	6.3	7.0
04–SEa	2.7	3.2	4.0	5.5	4.1	3.8	4.8	5.5	2.8	3.0	2.8	2.3	3.7
05–Sa	1.7	1.3	1.4	1.7	2.5	1.1	2.4	2.9	2.0	1.6	1.3	1.7	1.8
06–SWa	1.1	1.8	1.6	1.1	2.9	3.4	4.8	4.1	1.7	1.2	1.2	1.7	2.2
07–Wa	0.7	0.4	0.4	0.8	3.4	4.2	4.0	3.3	1.4	0.9	0.8	0.7	1.8
08–NWa	0.3	1.0	0.5	1.3	2.3	3.4	2.1	2.6	1.4	1.4	0.6	0.6	1.5
09–Ca	0.7	0.9	0.7	1.7	2.1	2.4	1.8	1.8	1.4	1.0	0.7	0.6	1.3
10–Ka	6.0	6.8	7.1	9.5	16.5	16.0	15.7	15.7	9.9	9.7	6.2	6.2	10.5
11–Nc	4.8	5.2	4.6	3.6	5.2	5.1	4.3	4.6	7.4	6.3	6.4	5.2	5.2
12–NEc	13.3	10.5	10.9	8.1	4.7	5.6	3.4	4.0	7.6	10.4	11.8	13.8	8.7
13–Ec	14.4	13.1	14.0	8.6	5.6	5.5	5.4	5.1	9.3	10.9	13.0	13.9	9.9
14–SEc	8.6	6.9	6.6	6.8	3.3	3.4	4.1	5.3	8.2	7.9	7.7	8.1	6.4
15–Sc	4.7	4.5	3.2	3.5	2.1	2.1	4.0	4.0	5.0	4.2	5.0	3.9	3.8
16–SWc	4.3	5.7	4.6	4.1	2.6	4.8	6.7	5.6	5.0	3.7	5.3	3.8	4.7
17–Wc	2.2	1.7	1.4	1.7	1.7	3.5	6.2	4.3	3.0	1.7	1.3	2.1	2.6
18–NWc	1.8	2.2	1.4	1.4	2.2	4.0	4.1	4.2	3.8	3.0	1.8	2.0	2.7
19–Cc	5.6	5.9	6.1	5.8	3.8	4.7	3.2	3.9	5.5	5.7	7.4	5.6	5.2
20–Bc	6.2	7.3	6.3	5.1	5.8	8.8	9.9	7.2	7.3	7.6	7.3	6.7	7.0
21–x	2.6	2.7	2.4	2.4	2.4	3.2	3.7	3.5	4.2	2.9	2.4	2.6	3.0

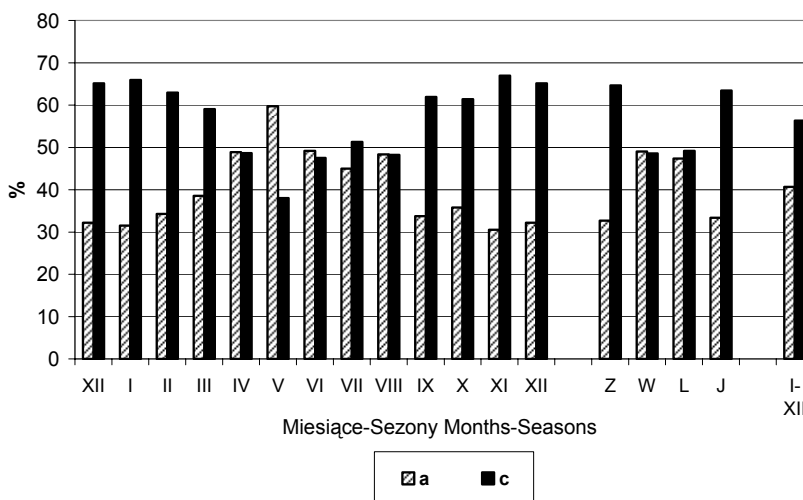
Maksymalne częstości wydrukowano drukiem pogrubionym – Maximum frequencies are printed in bold

Wśród wyróżnionych 21 typów cyrkulacji dużą rolę w kształtowaniu klimatu Spitsbergenu wywierają wyżowe sytuacje bezadwekcyjne, takie jak klin lub wał wyżowy Ka (10.5%) oraz w znacznie mniejszym stopniu centrum wyżu Ca (1.3%). W czasie ich występowania warunki pogodowe Spitsbergenu kształ-

tują się pod wpływem czynników lokalnych. W okresie od listopada do marca częstość tych sytuacji wyżowych jest niemal stabilna i wynosi 7–8%. W pozostałej części roku przekracza 10% osiągając maksimum na przełomie wiosny i lata (maj 18.6% i czerwiec 18.4%).

Centrum niżu pojawia się nad Spitsbergenem przez ponad 5% dni w roku, z największą powtarzalnością od listopada (7.4%) do kwietnia. Najrzadziej taki układ baryczny pojawia się w lipcu (3.2%). Natomiast zwiększoną częstość bruzdy cyklonalnej (Bc) notuje się od czerwca do października, z maksimum w lipcu (9.9%).

Spitsbergen znajduje się w pobliżu strefy frontu arktycznego i odznacza się zwiększoną aktywnością cyklonalną (56.3% dni w roku). Sytuacje wyżowe zdarzają się przez 40.7% dni, a pozostałe 3% przypada na siodła baryczne i sytuacje nieokreślone (x). Ciekawy jest przebieg roczny częstości układów wyżowych (a) i niżowych (c) przedstawiony na ryc. 1. Aktywność cyklonalna w zimie i w jesieni przekracza 60% dni, dochodząc w listopadzie do 67%. Natomiast tylko w maju częstość występowania wyżów (59.7%) przewyższa frekwencję układów niskiego ciśnienia (38.0%). W kwietniu, czerwcu i sierpniu panuje w tym względzie stan równowagi, natomiast w pozostałych miesiącach niż pojawia się częściej niż wyż.



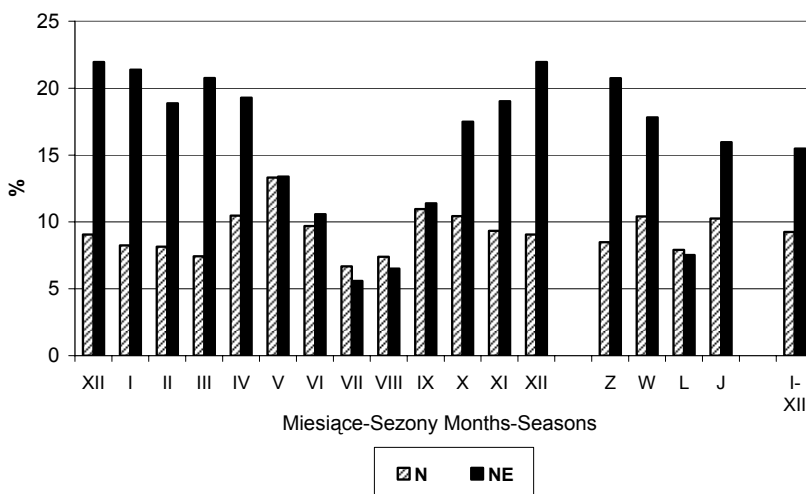
Ryc. 1. Przebieg roczny częstości występowania nad Spitsbergenem (1951-2006) sytuacji wyżowych (a) i niżowych (c). Objaśnienia: Z – zima (XII-II), W – wiosna (III-V), L – lato (VI-VIII), J – jesień (IX-XI)

Fig. 1. Annual course of the frequency anticyclonic (a) and cyclonic (c) situations above Spitsbergen (1951-2006). Explanations: Z – winter (XII-II), W – spring (III-V), L – summer (VI-VIII), J – autumn (IX-XI)

Poszczególne kierunki adwekcji powietrza nad Spitsbergenem wykazują zmienność w przebiegu rocznym. Kierunek NE (ryc. 2) występuje ze zwiększoną częstością od października do kwietnia, z maksimum w grudniu (22.0%). Minimum osiąga latem w lipcu (5.6%) i w sierpniu (6.5%). Nieco odmienny przebieg ma adwekcja powietrza wprost od bieguna z północy, która maksimum występowania osiąga w maju (13.3%) a minimum w lipcu (6.7%).

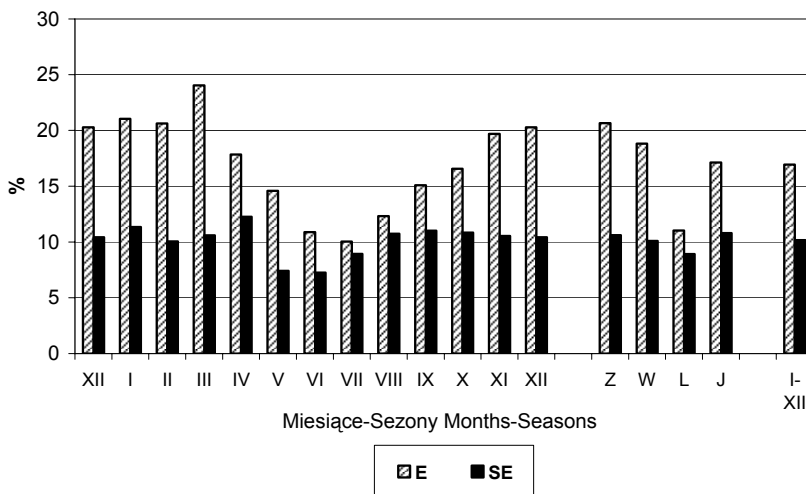
Adwekcja powietrza ze wschodu od listopada do marca przekracza aż 20% dni (ryc. 3), z maksimum w marcu (24.0%). Minimum przypada na lipiec (10.0%) i pozostałe miesiące lata arktycznego.

Niewielką zmiennością roczną odznacza się napływ powietrza z SE (10–12%). Jedynie od maja do lipca częstość tego kierunku jest mniejsza (w czerwcu 7.3%).



Ryc. 2. Przebieg roczny częstości występowania nad Spitsbergenem (1951-2006) adwekcji powietrza z północy (N) i północno-wschodu (NE). Objasnienia: Z – zima (XII-II), W – wiosna (III-V), L – lato (VI-VIII), J – jesień (IX-XI)

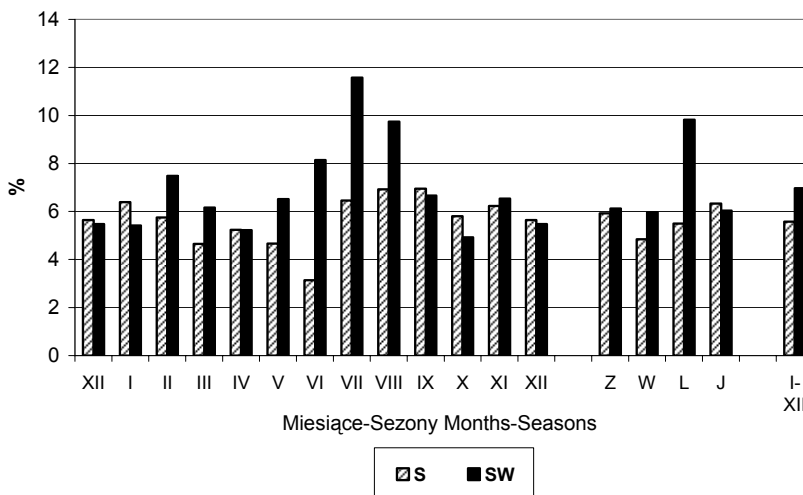
Fig. 2. Annual course of the frequency northern (N) and north-eastern (NE) air-flow above Spitsbergen (1951-2006). Explanations: Z – winter (XII-II), W – spring (III-V), L – summer (VI-VIII), J – autumn (IX-XI)



Ryc. 3. Przebieg roczny częstości występowania nad Spitsbergenem (1951-2006) adwekcji powietrza ze wschodu (E) i południo-wschodu (SE). Objasnienia: Z – zima (XII-II), W – wiosna (III-V), L – lato (VI-VIII), J – jesień (IX-XI)

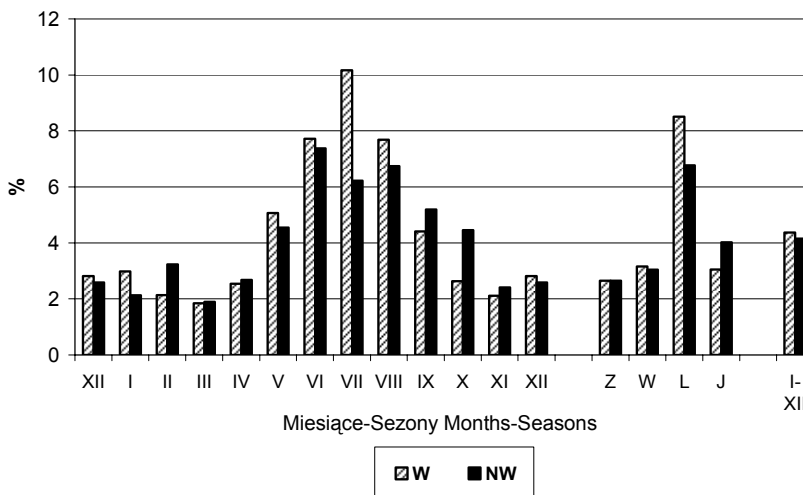
Fig. 3. Annual course of the frequency eastern (E) and south-eastern (SE) air-flow above Spitsbergen (1951-2006). Explanations: Z – winter (XII-II), W – spring (III-V), L – summer (VI-VIII), J - autumn (IX-XI)

Częstość napływu mas cieplejszego powietrza z SW ma wyraźną kulminację latem, dochodząc do 11.6% w lipcu (ryc. 4). Adwekcja z południa jest mniej zmienna niż z SW i osiąga najwyższe częstotliwości od lipca do września, kiedy dochodzi do wartości 7.0%. Natomiast czerwiec wyróżnia się spadkiem częstotliwości napływu powietrza z S do 3.1%.



Ryc. 4. Przebieg roczny częstości występowania nad Spitsbergenem (1951-2006) adwekcji powietrza z południa (S) i południo-zachodu (SW). Objaśnienia: Z – zima (XII-II), W – wiosna (III-V), L – lato (VI-VIII), J – jesień (IX-XI)

Fig. 4. Annual course of the frequency southern (S) and south-western (SW) air-flow above Spitsbergen (1951-2006). Explanations: Z – winter (XII-II), W – spring (III-V), L – summer (VI-VIII), J – autumn (IX-XI)



Ryc. 5. Przebieg roczny częstości występowania nad Spitsbergenem (1951-2006) adwekcji powietrza z zachodu (W) i północno-zachodu (NW). Objaśnienia: Z – zima (XII-II), W – wiosna (III-V), L – lato (VI-VIII), J – jesień (IX-XI)

Fig. 5. Annual course of the frequency western (W) and north-western (NW) air-flow above Spitsbergen (1951-2006). Explanations: Z – winter (XII-II), W – spring (III-V), L – summer (VI-VIII), J – autumn (IX-XI)

Adwekcja powietrza z sektora zachodniego (ryc. 5) odznacza się najbardziej regularnym cyklem rocznym spośród wszystkich kierunków. Kierunek W osiąga ostre maksimum w lipcu (10.2%), natomiast minimalna częstość tego kierunku notuje się w marcu (1.8%). Kierunek NW również osiąga największą częstość w lecie (maksimum 7.4% w czerwcu), a minimum także w marcu (1.9%).

3. Wskaźnik cyrkulacji strefowej – zachodniej (W)

W sposób syntetyczny zmienność cyrkulacji najbardziej oddają trzy proste wskaźniki: W – cyrkulacji zachodniej, S – południowej i C – wskaźnik cykloniczności. Wzorowane one są na wskaźnikach P, M, S i C, które zaproponowali R. Murray i R.P.W. Lewis (1966), przy czym autor artykułu wprowadził drobne modyfikacje (rezygnacja z wskaźnika cyrkulacji południkowej M – „meridional index” na rzecz wskaźnika S, oraz zamiana wskaźnika progresji P na wskaźnik cyrkulacji zachodniej W). Wyrażone są za pomocą niemianowanych liczb, będących sumą punktów wagowych przypisanych poszczególnym typom cyrkulacji, jakie występowały w danym okresie. Służą do łatwej oceny cyrkulacji atmosfery całego miesiąca, sezonu czy roku. Nie nadają się do opisu cyrkulacji przedziałów czasowych krótszych od miesiąca. Sposób obliczania powyższych wskaźników opisano wcześniej (Niedźwiedz 2001). W niniejszej pracy uaktualniono wartości miesięczne, sezonowe i roczne wskaźników zamieszczając je w tabelach 2, 3 i 4 *in extenso*, za okres od grudnia 1950 do września 2006 roku, mimo wcześniejszego opublikowania ich za lata 1951–2000 (Niedźwiedz 2001).

Wskaźnik W (tabela 2) określa natężenie cyrkulacji strefowej zachodniej (wartości dodatnie) lub wschodniej (wartości ujemne). Dla Spitsbergenu charakterystyczna jest strefowa forma cyrkulacji o składowej wschodniej (wskaźnik W = -144), dominująca przede wszystkim od października do kwietnia (w marcu W obniża się do -21). Ulega ona osłabieniu latem, kiedy wskaźnik W zbliża się do zera, przyjmując w lipcu nawet wartość dodatnią (+1).

Tabela 2 – Table 2

Miesięczne, roczne (R) i sezonowe (zima (Z), wiosna (W), lato (L), jesień (J)) wartości wskaźnika W (cyrkulacji strefowej zachodniej) nad Spitsbergenem w okresie grudzień 1950 – wrzesień 2006

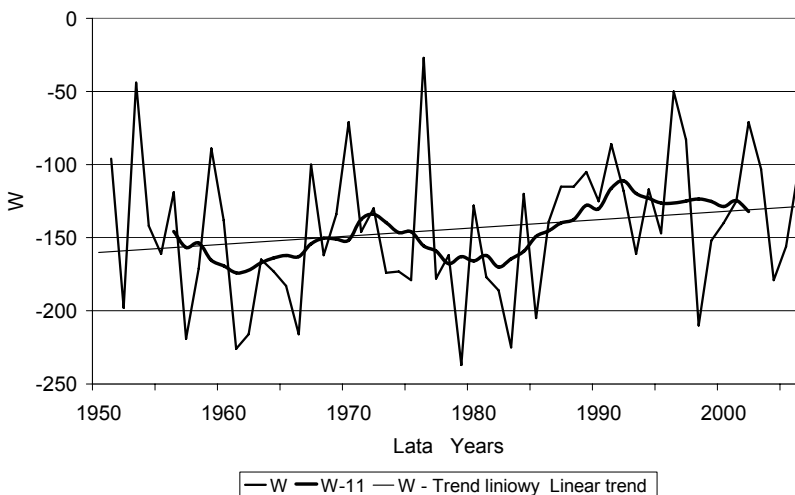
Monthly, annual (R) and seasonal (Winter (Z), Spring (W), Summer (L), Autumn (J)) values of the W index (zonal westerly circulation index) above Spitsbergen during the period of December 1950 – September 2006

Rok Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R	Z	W	L	J
1950												-25					
1951	-8	-11	-32	-22	-1	8	-1	4	-2	10	-12	-29	-96	-44	-55	11	-4
1952	-29	-26	-26	-27	-8	-21	-5	13	-27	3	-12	-33	-198	-84	-61	-13	-36
1953	-19	0	-13	-18	-3	16	2	2	4	-10	-9	4	-44	-52	-34	20	-15
1954	-3	4	-26	-12	-12	-14	2	-6	-23	-17	-8	-27	-142	5	-50	-18	-48
1955	-15	-31	-31	-14	-25	0	23	13	-16	-17	-15	-33	-161	-73	-70	36	-48
1956	-28	3	2	-29	-14	7	12	-13	-16	-21	-8	-14	-119	-58	-41	6	-45
1957	-13	-37	-33	-8	-9	-18	2	-4	-15	-28	-26	-30	-219	-64	-50	-20	-69
1958	-13	-32	-20	-16	-23	-6	-20	-3	11	-16	-3	-30	-171	-75	-59	-29	-8
1959	-33	0	-3	-28	-2	-4	7	-8	-13	2	-1	-6	-89	-63	-33	-5	-12
1960	-18	-24	-13	-23	8	-12	-2	-12	-9	-1	-16	-16	-138	-48	-28	-26	-26
1961	-29	-14	-31	-20	-15	-9	-9	-22	-5	-15	-32	-25	-226	-59	-66	-40	-52
1962	-25	-21	-29	-10	-29	-22	-1	-17	-5	-30	-2	-25	-216	-71	-68	-40	-37
1963	-10	-13	-13	-14	-8	-11	-3	-8	-23	-17	-28	-17	-165	-48	-35	-22	-68
1964	-21	-8	-1	-19	-21	-9	15	-11	-24	-5	-36	-33	-173	-46	-41	-5	-65

Rok Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R	Z	W	L	J
1965	-17	-15	-15	-6	-2	-13	-14	-16	-28	-14	-17	-26	-183	-65	-23	-43	-59
1966	-19	-34	-43	-26	8	8	-21	-15	-16	-23	-14	-21	-216	-79	-61	-28	-53
1967	-8	-8	-42	-3	2	-10	-8	5	15	-14	-8	-21	-100	-37	-43	-13	-7
1968	-34	-22	-39	-19	4	-1	13	-8	1	-27	-14	-16	-162	-77	-54	4	-40
1969	-29	-15	-19	-26	-3	6	-6	14	-11	-26	-24	5	-134	-60	-48	14	-61
1970	-7	-14	-34	-20	11	31	-9	8	0	-12	-18	-7	-71	-16	-43	30	-30
1971	-26	-17	-19	-11	4	-3	-6	-4	0	-11	-29	-24	-146	-50	-26	-13	-40
1972	10	-7	-16	-22	1	-18	11	7	-15	-12	-42	-27	-130	-21	-37	0	-69
1973	-2	-24	-18	-41	-9	0	11	-8	-7	-16	-24	-36	-174	-53	-68	3	-47
1974	-20	-25	0	-13	-14	-12	-17	-9	-26	-9	-13	-15	-173	-81	-27	-38	-48
1975	-29	-8	-28	-9	-23	-11	-5	2	-20	-9	-21	-18	-179	-52	-60	-14	-50
1976	-38	3	4	-10	-15	-6	15	26	5	0	-7	-4	-27	-53	-21	35	-2
1977	-32	-26	-30	-12	-3	-13	3	-15	-6	-20	-27	3	-178	-62	-45	-25	-53
1978	-25	-15	-24	-14	-9	-12	-3	2	-20	-11	-18	-13	-162	-37	-47	-13	-49
1979	-19	-15	-35	-43	-23	-7	-12	-12	-26	-5	-26	-14	-237	-47	-	-31	-57
															101		
1980	-16	5	-22	-21	-9	-4	8	9	-1	-11	-30	-36	-128	-25	-52	13	-42
1981	-14	-18	-31	-12	0	-10	-4	-7	-19	-27	-11	-24	-177	-68	-43	-21	-57
1982	-23	-5	-16	-24	-19	-4	8	-6	-20	-20	-32	-25	-186	-52	-59	-2	-72
1983	-36	-11	-25	-32	-22	8	3	1	-14	-44	-24	-29	-225	-72	-79	12	-82
1984	-25	-3	-9	-10	-2	-6	-18	3	-10	-26	-16	2	-120	-57	-21	-21	-52
1985	-18	-19	-11	-20	-7	4	-8	-24	-19	-16	-19	-48	-205	-35	-38	-28	-54
1986	-32	2	-6	-7	-22	7	-16	7	-12	-13	-31	-16	-139	-78	-35	-2	-56
1987	5	-27	-8	-14	-9	0	13	2	-16	-16	-16	-29	-115	-38	-31	15	-48
1988	-11	-28	-24	-15	-12	16	-3	1	-10	-6	-16	-7	-115	-68	-51	14	-32
1989	-18	-18	-17	-10	-19	9	17	-3	-5	-12	-13	-16	-105	-43	-46	23	-30
1990	-23	-25	-23	7	15	-1	4	-13	-8	-14	-29	-15	-125	-64	-1	-10	-51
1991	-15	-5	-12	-9	-7	-2	14	7	-19	-13	-17	-8	-86	-35	-28	19	-49
1992	-13	-18	-24	-28	11	5	21	-14	-4	-11	-22	-21	-118	-39	-41	12	-37
1993	-27	-11	-27	-4	-22	-14	-16	-23	5	-8	20	-34	-161	-59	-53	-53	17
1994	-41	2	-35	-26	-12	-9	25	29	-9	-5	-15	-21	-117	-73	-73	45	-29
1995	-33	-32	-23	-14	-3	-1	-4	-6	5	-21	-10	-5	-147	-86	-40	-11	-26
1996	8	-2	2	-16	0	-15	21	12	-5	-27	-15	-13	-50	1	-14	18	-47
1997	-4	-20	-24	-12	-15	3	20	7	-9	-27	-9	7	-83	-37	-51	30	-45
1998	-27	-28	-21	-15	2	-6	-23	-22	-4	-29	-19	-18	-210	-48	-34	-51	-52
1999	-27	-29	-34	-9	-6	23	-10	-13	3	-20	-7	-23	-152	-74	-49	0	-24
2000	-25	-32	-26	-11	-10	2	8	-6	5	-7	-15	-23	-140	-80	-47	4	-17
2001	-13	-15	-32	-13	-22	-1	-4	-10	-2	-6	-4	-3	-125	-51	-67	-15	-12
2002	-12	-35	-21	-7	-10	17	4	5	-3	-1	-3	-5	-71	-50	-38	26	-7
2003	-25	-10	-14	-2	-9	11	3	1	1	-19	-19	-21	-103	-40	-25	15	-37
2004	-29	-24	-5	-13	-24	-11	0	1	-21	-14	-22	-17	-179	-74	-42	-10	-57
2005	-22	0	-27	-18	-28	-9	16	-14	-18	-13	-16	-7	-156	-39	-73	-7	-47
2006	12	-14	-32	-21	-5	-1	8	2	-2					-9	-58	9	
Av	-19	-16	-21	-16	-9	-3	1	-3	-9	-14	-17	-18	-144	-53	-46	-5	-41
Std	12	11	11	9	11	11	12	11	10	10	10	12	48	20	18	23	20
Max Y	12	5	4	7	15	31	25	29	15	10	20	7	-27	5	-1	45	17
	2006	1980	1976	1990	1990	1970	1994	1994	1967	1951	1993	1997	1976	1954	1990	1994	1993
Min	-41	-37	-43	-43	-29	-22	-23	-24	-28	-44	-42	-48	-237	-86	-	-53	-82
Y	1994	1957	1966	1979	1962	1962	1998	1985	1965	1983	1972	1985	1979	1995	1979	1993	1983

Objaśnienia – Explanations:

Av – Średnia – Average, Std – Odchylenie standardowe – Standard deviation, Max – Maksimum – Maximum, Min – Minimum – Minimum, Y – Rok wystąpienia – Year of the occurrence.



Ryc. 6. Przebieg wieloletni (1951-2006) wskaźnika cyrkulacji strefowej zachodniej (W) nad Spitsbergenem.
Objaśnienia: W-11 – średnie ruchome 11-letnie

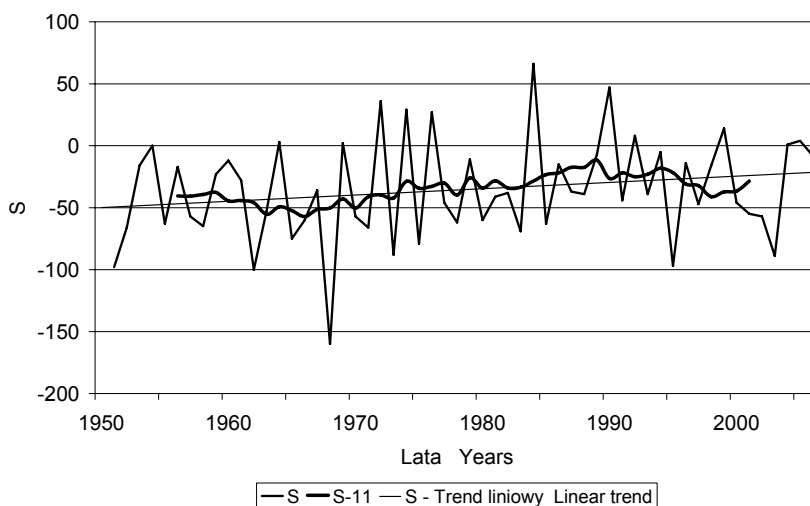
Fig. 6. Long-term variability (1951-2006) of the zonal western circulation index (W) above Spitsbergen.
Explanations: W-11 – 11-years moving averages

W przebiegu wieloletnim (ryc. 6) największe osłabienie cyrkulacji wschodniej stwierdzono w roku 1976 ($W = -27$) po czym nastąpiło w ciągu trzech lat najsilniejsze jej wzmocnienie w roku 1979 ($W = -237$). Była to wyjątkowa, niemal skokowa zmiana wskaźnika W na Spitsbergenie w czasie ostatnich 56 lat. Od roku 1986 wartości wskaźnika stały się wyraźnie mniejsze, co może być przyczyną ocieplenia klimatu Spitsbergenu. Istotny trend dodatni stwierdzono dla wartości rocznych ($+5.6/10$ lat) oraz dla lata ($+2.7/10$ lat) i zimy ($1.4/10$ lat). W całym badanym okresie najbardziej intensywna cyrkulacja zachodnia ($W = +31$) wystąpiła w czerwcu 1970 roku, a wschodnia – w grudniu 1985 roku ($W = -48$). W styczniu 2006 r. został pobity poprzedni rekord ($W = +10$ w styczniu 1972 roku) w intensywności tej cyrkulacji ($W = +12$) i anomalia termiczna tego miesiąca na Spitsbergenie przekroczyła $+12K$.

4. Wskaźnik cyrkulacji południkowej – południowej (S)

Wskaźnik S (cyrkulacji południowej) jest miarą natężenia cyrkulacji południkowej, przy czym dodatnie jego wartości świadczą o przewadze napływu powietrza z sektora południowego, a ujemne – z sektora północnego. Formy cyrkulacji południkowej mimo stosunkowo małej częstości ich występowania wywierają znaczny wpływ na zmienność temperatury (Niedźwiedz 2001). Nad Spitsbergenem przeważa wyraźnie składowa północna (wskaźnik $S = -35$ dla roku) nad południową, z największym natężeniem w maju ($S = -7$). Tylko w lipcu ($S = +3$) i sierpniu ($S = +2$) obserwuje się sytuację odwrotną (tabela 3).

Przebieg wieloletni wskaźnika S (ryc. 7) jest bardziej wyrównany niż wskaźnika W, z wyraźną kulminacją w latach 1984–1994. Zdarzały się też pojedyncze, ekstremalne wysoki w intensywności tego wskaźnika. Maksymalne natężenie przepływu południowego wystąpiło w roku 1984 ($W = +66$), natomiast przepływu północnego – w roku 1968 ($W = -160$). Dla wartości rocznych widoczny jest wyraźny dodatni trend liniowy ($+5.1/10$ lat), zaznaczający się również w zimie ($+2.3/10$ lat) i na wiosnę ($+2.5/10$ lat).



Ryc. 7. Przebieg wieloletni (1951-2006) wskaźnika cyrkulacji południkowej południowej (S) nad Spitsbergenem.
Objaśnienia: S-11 – średnie ruchome 11-letnie

Fig. 7. Long-term variability (1951-2006) of the meridional southerly circulation index (S) above Spitsbergen.
Explanations: S-11 – 11-years moving averages

Jedynie w jesieni tendencja jest nieznacznie ujemna ($-1.0/10$ lat). Skrajne wartości miesięczne zanotowano we wrześniu 1990 roku ($S = +32$), ujemne zaś – w październiku 1980 roku i w maju 1990 roku ($S = -33$). W ostatnich trzech latach zdarzyły się aż czterokrotnie przypadki wystąpienia skrajnie intensywnej cyrkulacji południowej, które wyraźnie zaznaczyły się w dużych dodatnich anomaliach termicznych. W styczniu 2006 roku, kiedy również wskaźnik W był najwyższy, intensywność cyrkulacji południowej osiągnęła maksymalną wartość za ostatnie 56 lat ($S = +26$), co spowodowało anomalię termiczną na Spitsbergenie wynoszącą $+12.6K$. Podobna sytuacja wystąpiła w kwietniu 2006 r. ($S = +31$), kiedy temperatura była na Spitsbergenie o $12.4K$ wyższa od średniej wieloletniej. Wszystko wskazuje na to, że wskutek takiej koncentracji anomalii cyrkulacyjno-termicznych w jednym roku 2006, może on okazać się najcieplejszym w całej serii pomiarów instrumentalnych temperatury na Spitsbergenie. Podobnie w roku 2004 w lipcu zanotowano najwyższą wartość wskaźnika S ($+24$), a anomalia termiczna wyniosła $+1.8K$. W kwietniu 2004 roku odnotowano drugą w kolejności dużą intensywność cyrkulacji południowej ($S = +17$) i anomalię termiczną wynoszącą $+8.1K$.

5. Wskaźnik cykloniczności (C)

Wskaźnik C (cykloniczności) informuje o dużej aktywności niżowej (wartości dodatnie) bądź wyżowej (wartości ujemne). Cechą charakterystyczną dla Spitsbergenu jest dominacja układów niżowych (wskaźnik C = 60 dla roku), szczególnie w okresie od września do marca (listopad $+13$). Od kwietnia do sierpnia następuje równowaga w występowaniu form cyrkulacji cyklonalnej i antycyklonalnej. Jedynie w maju widoczna jest już przewaga występowania form wyżowych nad niżowymi i wskaźnik cykloniczności obniża się do -10 (tabela 4).

Tabela 3 – Table 3

Miesięczne, roczne (R) i sezonowe (zima (Z), wiosna (W), lato (L), jesień (J)) wartości wskaźnika S (cyrkulacji południkowej południowej) nad Spitsbergenem w okresie grudzień 1950 – wrzesień 2006

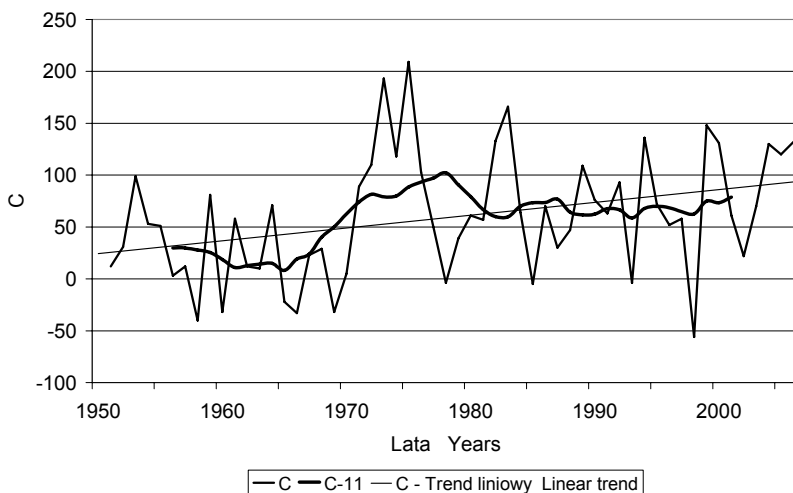
Monthly, annual (R) and seasonal (Winter (Z), Spring (W), Summer (L), Autumn (J)) values of the S index (meridional southerly circulation index) above Spitsbergen during the period of December 1950 – September 2006

Rok Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R	Z	W	L	J
1950												-19					
1951	-6	17	-22	-22	-13	-8	-1	4	-16	-6	-14	-11	-98	-8	-57	-5	-36
1952	-11	-16	-4	-7	-16	7	1	-11	-11	3	6	-7	-66	-38	-27	-3	-2
1953	-9	0	-17	-12	-13	16	-2	16	-10	10	5	0	-16	-16	-42	30	5
1954	-15	22	-12	-12	0	-10	8	-8	-1	-1	20	9	0	7	-24	-10	18
1955	-31	-3	3	-2	-5	-18	9	3	18	-17	-15	-5	-63	-25	-4	-6	-14
1956	4	5	-10	-3	-6	-15	14	-15	-12	3	10	8	-17	4	-19	-16	1
1957	5	-3	-3	-2	-21	-26	-6	4	-1	12	-6	-10	-57	10	-26	-28	5
1958	5	-4	-10	2	-3	-10	-18	-19	-1	4	-5	-6	-65	-9	-11	-47	-2
1959	-21	-8	-13	6	0	-18	-3	2	5	12	3	12	-23	-35	-7	-19	20
1960	-10	-6	7	7	2	-8	14	-12	15	-23	4	-2	-12	-4	16	-6	-4
1961	3	-4	-15	-14	-3	7	1	12	-13	5	6	-13	-28	-3	-32	20	-2
1962	3	-7	-31	-12	-13	-10	-5	-7	-5	-6	2	-9	-100	-17	-56	-22	-9
1963	-20	-21	-1	-2	16	-1	-19	12	5	7	-14	-15	-53	-50	13	-8	-2
1964	1	-6	5	1	-5	3	17	-1	-8	-3	-4	3	3	-20	1	19	-15
1965	-7	-7	-23	6	-8	-11	-8	4	4	-10	-7	-8	-75	-11	-25	-15	-13
1966	-15	-4	-7	12	-16	2	5	-17	-20	-11	-10	21	-60	-27	-11	-10	-41
1967	-20	-4	-2	-9	-4	4	8	15	5	-16	2	-15	-36	-3	-15	27	-9
1968	-4	-14	-9	-13	-18	-19	-17	-12	-17	-19	-4	-14	-160	-33	-40	-48	-40
1969	-3	-3	-5	-8	-1	4	16	-4	15	4	-18	5	2	-20	-14	16	1
1970	-9	-8	4	-4	-7	3	-5	6	0	-12	-12	-13	-57	-12	-7	4	-24
1971	-20	15	-17	-5	0	-11	8	4	-2	-9	-25	-4	-66	-18	-22	1	-36
1972	18	-3	-6	-22	7	20	5	3	3	2	12	-3	36	11	-21	28	17
1973	6	-10	-8	-3	-19	0	5	-4	5	-24	-30	-6	-88	-7	-30	1	-49
1974	18	7	4	-17	-4	-2	9	3	0	-3	11	3	29	19	-17	10	8
1975	-5	-10	-10	-9	1	-15	11	10	-8	-17	-3	-24	-79	-12	-18	6	-28
1976	-4	5	22	-12	9	0	7	18	-19	8	-1	-6	27	-23	19	25	-12
1977	2	-8	-14	-14	-19	-9	-1	11	-2	8	1	-1	-46	-12	-47	1	7
1978	-15	-21	0	-2	9	4	3	8	-20	-13	-8	-7	-62	-37	7	15	-41
1979	-1	-1	7	-5	-11	-7	8	4	-4	3	2	-6	-11	-9	-9	5	1
1980	-2	-9	4	9	-11	-4	-8	5	11	-33	-8	-14	-60	-17	2	-7	-30
1981	-18	6	-9	-14	-4	-6	8	9	3	-3	-1	-12	-41	-26	-27	11	-1
1982	-17	-3	14	4	-5	-24	4	-2	-8	10	0	-11	-38	-32	13	-22	2
1983	2	-9	-1	-6	-4	0	11	-11	-2	-10	-22	-17	-69	-18	-11	0	-34
1984	9	5	3	14	0	-16	-2	13	10	4	8	18	66	-3	17	-5	22
1985	-10	11	-3	-22	-7	-16	20	0	-15	-4	-9	-8	-63	19	-32	4	-28
1986	2	-16	0	-15	2	9	16	3	-16	5	-11	6	-15	-22	-13	28	-22
1987	5	-3	4	14	-1	-12	-11	-10	0	-2	-6	-15	-37	8	17	-33	-8
1988	-1	12	-2	-13	-12	10	5	5	-4	-10	-14	-15	-39	-4	-27	20	-28
1989	-10	-6	1	2	-5	3	13	-5	9	2	1	-12	-7	-31	-2	11	12
1990	23	9	-9	-3	-33	5	12	5	32	4	-11	13	47	20	-45	22	25
1991	5	-1	2	-9	-11	-2	-6	19	-17	-3	-11	-10	-44	17	-18	11	-31
1992	1	0	-6	16	-7	1	-5	6	8	-15	12	-3	8	-9	3	2	5
1993	-3	-11	-3	-16	-8	-10	2	19	-11	-18	22	-2	-39	-17	-27	11	-7
1994	-1	-6	15	6	-2	5	15	-5	-3	-23	-9	3	-5	-9	19	15	-35
1995	-7	-12	-1	-10	1	-3	-10	-8	5	-21	-18	-13	-97	-16	-10	-21	-34

Rok Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R	Z	W	L	J
1996	0	-8	10	-4	-20	7	3	10	9	-1	-7	-13	-14	-21	-14	20	1
1997	-8	-2	-4	-18	-9	-9	6	15	-7	-7	-3	-1	-47	-23	-31	12	-17
1998	-9	8	15	-9	-18	-8	1	14	-16	3	9	-6	-16	-2	-12	7	-4
1999	13	-3	10	-9	10	1	-12	-1	13	-14	13	-7	14	4	11	-12	12
2000	-1	0	-16	-17	-8	-18	-6	2	9	19	-1	-9	-46	-8	-41	-22	27
2001	-5	1	-14	-13	-4	-3	-4	0	12	-8	-16	-1	-55	-13	-31	-7	-12
2002	-10	-3	-9	1	-8	-7	-2	-1	-17	-11	3	7	-57	-14	-16	-10	-25
2003	-19	4	-10	-8	-13	-15	3	-5	-9	-3	9	-23	-89	-8	-31	-17	-3
2004	3	-6	11	17	-8	-19	24	-1	1	-6	-18	3	1	-26	20	4	-23
2005	12	6	1	-2	-8	-3	-2	2	-16	-9	6	17	4	21	-9	-3	-19
2006	26	-12	-14	31	-15	-1	4	6	-20					31	2	9	
Av	-3	-3	-4	-4	-7	-5	3	2	-2	-5	-3	-5	-35	-11	-15	0	-10
Std	11	9	10	11	9	10	9	9	11	11	11	10	41	17	19	18	19
Max Y	26	22	22	31	16	20	24	19	32	19	22	21	66	31	20	30	27
	2006	1954	1976	2006	1963	1972	2004	1993	1990	2000	1992	1966	1984	2006	2004	1953	2000
Min Y	-31	-21	-31	-22	-33	-26	-19	-19	-20	-33	-30	-24	-160	-50	-57	-48	-49
	1955	1963	1962	1951	1990	1957	1963	1958	1978	1980	1973	1975	1968	1963	1951	1968	1973
		1978		1972					2006								
				1985													

Objaśnienia – Explanations:

Av – Średnia – Average, Std – Odchylenie standardowe – Standard deviation, Max – Maksimum – Maximum, Min – Minimum – Minimum, Y – Rok wystąpienia – Year of the occurrence.



Ryc. 8. Przebieg wieloletni (1951-2006) wskaźnika cykloniczności (C) nad Spitsbergenem.

Objaśnienia: C-11 – średnie ruchome 11-letnie

Fig. 8. Long-term variability (1951-2006) of the cyclonicity index (C) above Spitsbergen.

Explanations: C-11 – 11-years moving averages

W przebiegu wieloletnim (ryc. 8) wahania wskaźnika były bardzo duże, z generalną tendencją dodatnią (trend liniowy wskaźnika C wynosi +12.4/10 lat). Jednak największa aktywność układów

niżowych skoncentrowała się w latach 1972–1976, z maksimum w roku 1975 (C = +209). Po roku 1977 notowano dużo większe wahania z roku na rok niż przed rokiem 1972. W tym czasie zdarzały się zarówno bardzo wysokie wartości wskaźnika C (+166 w roku 1983, +136 w roku 1994 i +130 w roku 2004) jak i najniższa wartość –56 w roku 1998. Lata 1951–1970 wyróżniają się stosunkowo niskimi wartościami wskaźnika C (od –40 w roku 1958 do +99 w roku 1953) i wyrównanym przebiegiem. We wszystkich porach roku stwierdzono tendencję wzrostową wskaźnika cykloniczności, z najwyższą wartością trendu w zimie (+5.4/10 lat). Największą intensywnością cyrkulacji niżowej wyróżnił się listopad 1996 roku (C = +37). Natomiast najbardziej wyżową pogodą odznaczał się lipiec roku 1956 (C = –38) i maj roku 1999 (C = –36).

Tabela 4 – Table 4

Miesięczne, roczne (R) i sezonowe (zima (Z), wiosna (W), lato (L), jesień (J)) wartości wskaźnika C (cykloniczności) nad Spitsbergenem w okresie grudzień 1950 – wrzesień 2006

Monthly, annual (R) and seasonal (Winter (Z), Spring (W), Summer (L), Autumn (J)) values of the C index (cyclonicity index) above Spitsbergen during the period of December 1950 – September 2006

Rok Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R	Z	W	L	J
1950												6					
1951	8	7	-1	0	-11	8	-20	-16	10	22	-10	15	12	21	-12	-28	22
1952	15	14	-14	-5	-12	-10	-7	13	18	-15	32	2	31	44	-31	-4	35
1953	19	15	5	-5	-3	-19	-17	0	19	23	26	36	99	36	-3	-36	68
1954	20	7	11	-3	-28	14	-3	-16	0	16	16	19	53	63	-20	-5	32
1955	12	4	4	4	-4	-9	11	20	6	6	-7	4	51	35	4	22	5
1956	15	3	5	-13	11	-4	-38	-18	15	1	12	14	3	22	3	-60	28
1957	17	-19	5	12	-18	-6	-23	10	-14	28	14	6	12	12	-1	-19	28
1958	11	-1	-17	-20	-25	-2	-2	-24	14	10	12	4	-40	16	-62	-28	36
1959	-7	22	16	-3	-3	15	21	6	-4	5	7	6	81	19	10	42	8
1960	2	-14	11	16	-5	-7	-13	-24	-6	-4	3	9	-32	-6	22	-44	-7
1961	8	14	28	6	-4	12	-12	-26	7	15	1	9	58	31	30	-26	23
1962	15	8	-22	7	-23	-1	9	-11	2	11	17	0	12	32	-38	-3	30
1963	5	-7	-1	-2	8	-18	12	-11	6	18	-1	1	10	-2	5	-17	23
1964	9	20	21	-14	-5	6	17	-19	-2	10	3	25	71	30	2	4	11
1965	6	-3	3	3	-15	1	-8	-13	-3	4	3	0	-22	28	-9	-20	4
1966	-7	-3	-8	-27	-17	4	-7	-11	17	-22	30	18	-33	-10	-52	-14	25
1967	-19	20	10	1	-29	18	4	-8	10	14	19	-17	23	19	-18	14	43
1968	3	22	25	-12	-18	11	2	26	-2	-21	-6	-1	29	8	-5	39	-29
1969	-15	18	-9	-15	-26	-31	-22	-28	13	29	26	28	-32	2	-50	-81	68
1970	-2	-17	3	-22	6	13	3	5	-3	16	-13	16	5	9	-13	21	0
1971	6	12	2	-3	0	-22	22	11	4	21	17	19	89	34	-1	11	42
1972	21	15	17	-4	1	-25	9	22	14	13	10	17	110	55	14	6	37
1973	32	27	28	15	-7	12	3	18	11	19	19	16	193	76	36	33	49
1974	23	9	19	16	-4	-3	3	-7	19	0	8	35	118	48	31	-7	27
1975	30	20	36	24	-9	6	26	-7	33	-1	18	33	209	85	51	25	50
1976	16	18	11	11	-21	-19	15	35	19	-23	31	10	103	67	1	31	27
1977	-16	1	-4	-1	4	9	5	3	17	-3	27	8	50	-5	-1	17	41
1978	10	1	17	-15	-1	-12	-15	-6	-2	4	20	-5	-4	19	1	-33	22
1979	-1	7	4	-17	4	4	-5	5	19	-4	18	5	39	1	-9	4	33
1980	-2	13	-2	10	-15	-9	-16	6	20	17	19	20	61	16	-7	-19	56
1981	22	21	-5	6	-22	16	11	-8	3	6	26	-19	57	63	-21	19	35
1982	8	10	22	21	-23	-3	31	-1	15	5	27	21	133	-1	20	27	47

Rok Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R	Z	W	L	J
1983	27	22	17	-9	-26	19	19	28	20	32	13	4	166	70	-18	66	65
1984	12	25	-6	2	1	2	2	-11	-1	14	9	15	64	41	-3	-7	22
1985	-5	1	5	2	-24	-11	-21	-10	14	29	11	4	-5	11	-17	-42	54
1986	13	-7	32	-17	-7	14	1	-17	17	30	22	-11	70	10	8	-2	69
1987	-2	-11	-16	7	-3	-29	22	11	-1	20	16	16	30	-24	-12	4	35
1988	19	-6	7	16	-16	13	-4	-26	20	6	17	1	47	29	7	-17	43
1989	8	11	12	-10	10	1	25	-4	13	12	14	17	109	20	12	22	39
1990	19	20	18	20	8	-27	-12	-21	1	17	11	22	76	56	46	-60	29
1991	31	22	-4	8	2	-30	-10	8	13	3	2	18	63	75	6	-32	18
1992	30	4	19	-3	8	-1	9	-5	6	-4	8	22	93	52	24	3	10
1993	22	27	10	1	-14	-20	-35	-13	-14	7	7	18	-4	71	-3	-68	0
1994	7	-2	29	13	-18	12	15	21	16	7	10	26	136	23	24	48	33
1995	11	25	11	7	-13	6	17	16	-1	-10	-10	13	72	62	5	39	-21
1996	15	-6	9	2	-14	-4	-6	5	14	12	37	-12	52	22	-3	-5	63
1997	21	11	9	8	-18	-17	-13	12	20	8	-4	21	58	20	-1	-18	24
1998	-7	0	14	-33	1	-20	-30	-13	-17	13	7	29	-56	14	-18	-63	3
1999	30	22	-2	4	-36	25	25	-5	15	13	33	24	148	81	-34	45	61
2000	32	19	20	-9	3	9	9	14	2	9	13	10	131	75	14	32	24
2001	22	4	0	-7	-9	-7	4	-9	14	7	32	10	61	36	-16	-12	53
2002	31	28	4	5	-31	8	-5	3	-6	-16	-3	4	22	69	-22	6	-25
2003	15	20	29	-10	-10	-19	-9	-24	25	16	12	25	70	39	9	-52	53
2004	19	11	4	8	-6	0	9	-10	12	24	23	36	130	55	6	-1	59
2005	30	15	-2	-6	4	-5	4	14	33	10	27	-4	120	81	-4	13	70
2006	20	19	-4	22	-12	22	19	4	8					35	6	45	
Av	12	10	8	0	-10	-2	1	-2	9	9	13	12	60	34	-2	-3	31
Std	13	12	13	12	12	14	16	15	11	13	12	12	59	27	22	32	23
Max Y	32	28	36	24	11	25	31	35	33	32	37	36	209	85	51	66	70
	2000	2002	1975	1975	1956	1999	1982	1976	2005	1983	1996	1953	1975	1975	1975	1983	2005
Min Y	-19	-19	-22	-33	-36	-31	-38	-28	-17	-23	-13	-19	-56	-24	-62	-81	-29
	1967	1957	1962	1998	1999	1969	1956	1969	1998	1976	1970	1981	1998	1987	1958	1969	1968

Objaśnienia – Explanations:

Av – Średnia – Average, Std – Odchylenie standardowe – Standard deviation, Max – Maksimum – Maximum, Min – Minimum – Minimum, Y – Rok wystąpienia – Year of the occurrence.

6. Podsumowanie

Główną cechą zmienności cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem w drugiej połowie XX wieku i na początku XXI wieku jest wzrost wskaźnika cyrkulacji zachodniej, zwłaszcza w lecie i w zimie, wzrost wskaźnika cyrkulacji południowej w zimie i w lecie oraz wzrost aktywności niżów we wszystkich porach roku, a zwłaszcza w zimie.

Duża koncentracja skrajnych warunków cyrkulacyjnych na Spitsbergenie przypadła na ostatnie trzy lata 2004–2006. W styczniu 2006 odnotowano największą intensywność cyrkulacji zachodniej. W styczniu i kwietniu 2006 oraz w lipcu 2004 roku stwierdzono największą intensywność cyrkulacji południowej. Natomiast wrzesień 2005 roku cechowała największa intensywność cyrkulacji niżowej.

Podziękowania

Opracowanie zostało wykonane w ramach grantu zamawianego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego PBZ-KBN-108/P04/2004.

Literatura

- Lamb H.H., 1972, British Isles weather types and a register of the daily sequences of circulation patterns 1861-1971. *Geophysical Memoirs*, 116: 85 s.
- Murray R., Lewis R.P., 1966, Some aspects of the synoptic climatology of the British Isles as measured by simple indices. *Meteorological Magazine*, 95: 193–203.
- Niedźwiedź T., 1992, Wybrane problemy klimatologii synoptycznej Spitsbergenu. *Problemy Klimatologii Polarnej*, 2: 77–84.
- Niedźwiedź T., 1992–1993, Zmienność cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem. *Folia Geographica, series Geographica Physica*, vol. XXIV-XXV: 85–97.
- Niedźwiedź T., 1993, The main factors forming the climate of the Hornsund (Spitsbergen). *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, 94, Kraków: 49–63.
- Niedźwiedź T., 1997a, Częstość występowania typów cyrkulacji nad Spitsbergenem (1951-1995). *Problemy Klimatologii Polarnej*, 7: 9–18.
- Niedźwiedź T., 1997b, Wieloletnia zmienność wskaźników cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem i ich rola w kształtowaniu temperatury powietrza. *Problemy Klimatologii Polarnej*, 7: 19–40.
- Niedźwiedź T., 2001, Zmienność cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem w drugiej połowie XX wieku. *Problemy Klimatologii Polarnej*, 11: 7–26.
- Niedźwiedź T., 2006, Kalendarz typów cyrkulacji nad Spitsbergenem: grudzień 1950 – wrzesień 2006 (zbiór komputerowy w Katedrze Klimatologii, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec).
- Przybylak R., 1996, Zmienność cyrkulacji atmosfery w Arktyce w okresie 1939-1990. *Problemy Klimatologii Polarnej*, 5: 133–147.
- Przybylak R., 2003, *The Climate of the Arctic. Atmospheric and Oceanographic Science Library v. 26*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London: 288 s.
- Styszyńska A., 2005, Przyczyny i mechanizmy współczesnego (1982–2002) ocieplenia atlantyckiej Arktyki. *Akademia Morska*, Gdynia: 109 s.
- Ustrnul Z., 1997, Zmienność cyrkulacji atmosfery na półkuli północnej w XX wieku. *Materiały Badawcze, Seria: Meteorologia*, 27, IMGW, Warszawa: 208 s.

Summary

The study presents variability of 21 circulation types and simple circulation indices above Spitsbergen for the period December 1950 – September 2006, based on original calendar of synoptic divided from the synoptic maps (Niedźwiedź 1992, 1997a). Classification of circulation types, based on method of H.H. Lamb (1972), used the direction of airflow (gradient wind) and pressure pattern (a – anticyclonic, c – cyclonic) as the main elements. After calculation of synoptic types frequencies the further results have been obtained using the simple circulation indices: W – westerly, zonal index, S – southerly – meridional index, C – cyclonicity index, as proposed by R. Murray and R. Lewis (1966) with some modifications (Niedźwiedź 1997b, 2001).

The anticyclonic wedge (Ka – 10.5%) was the most frequent synoptic situation in the Spitsbergen (Table 1). The second one is circulation type Ec (9.9%) and NEc (8.7%). Weather and climate of Spitsbergen was modelled by the intense cyclonic activity during 56% of the days in a year (Fig. 1). The largest frequency of cyclonic types was noticed in November (67%). For May was typical the maximum frequency of the high pressure systems (59.7%). The annual variability of different airflows above Spitsbergen is presented on the Figures 2–5.

The negative value of W index is typical for Spitsbergen, according to great frequency of eastern airflow (Table 2, Fig. 6). The great intensity of eastern airflow was observed from October to April, the weakest – during summer months. For the last 56 years was observed the increased tendency of index W.

The most intense of southerly circulation index S was noticed on 1984–1994 (Table 3, Fig. 7). Positive trend was observed for winter, spring and summer. Only in autumn the tendency of S index was negative.

For the Spitsbergen is typical predomination of cyclonic patterns (annual value of index C is +60), with highest values of index C from September to March (Table 4, Fig. 8). Only in May index C is negative (–10) thanks to great activity of anticyclones. For the last 56 years was observed the increasing activity of cyclonic weather above the Spitsbergen. For the last three years (2004–2006) was typical the concentration of extreme intensity of the particular forms of circulation, mainly in southerly one.

