

Tadeusz Niedzwiedz
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Zakład Meteorologii, Kraków

WYBRANE PROBLEMY KLIMATOLOGII SYNOPTYCZNEJ SPITSBERGENU

Pogoda i klimat Spitsbergenu w znacznej mierze kształtują się pod wpływem czynników cyrkulacyjnych. Przez położony w strefie silnej aktywności niżowej Spitsbergen i Wyspę Niedzwiedzia przemieszczają się stosunkowo często niże baryczne wędrujące z Atlantyku Północnego, z okolic Islandii przez Morze Norweskie i Morze Barentsa w kierunku Nowej Ziemi, co powoduje dużą zmienność napływających mas powietrznych. W styczniu aktywność tych niżów jest tak wielka, że ich obecność zaznacza się w polu średniego ciśnienia jako bruzda niżowa, której oś przechodzi na południe od Spitsbergenu (Korwowa 1976). Oddziaływanie niżów barycznych na klimat Spitsbergenu polega zarówno na adwekcji powietrza z Atlantyku bądź z głębi Arktyki, jak też na oddziaływaniu lokalnym polegającym na likwidacji inwersji temperatury wskutek wzrostu zachmurzenia i intensywnej turbulencji powietrza.

Z kolei pojawiające się w pewnych okresach roku nad Spitsbergenem wyże, sprzyjają silnemu wychłodzeniu radiacyjnemu w zimie a nagrzewaniu przez insolację w lecie. Wbrew dawnym przypuszczeniom centralna część Morza Arktycznego nie jest zajęta przez stacjonarny wyż polarny (Jones 1987), natomiast przenikają do niej często aktywne niży z szerokości umiarkowanych. Mogą też tworzyć się tam lokalne niży atmosferyczne, zwłaszcza w lecie (Dzerdzeewski 1975). Wyże, które pojawiają się w zimie i na wiosnę, "stanowią często odgałęzienie Wyżu Grenlandzkiego lub wyżu mającego swoje centrum nad Arktycznym Archipelagiem Kanadyjskim.

Według najnowszych map średniego ciśnienia w Arktyce (Korwowa 1976), dla zimy charakterystyczna jest zatoka niżu islandzkiego przebiegająca w kierunku Nowej Ziemi. W zatoce tej, nieco na południe od Wyspy Niedzwiedziej, mniej więcej wzdłuż równoleżnika 73°N , rozciąga się w styczniu front arktyczny. Na południe od tej strefy przeważa przepływ zachodni, a na północ

(a więc także na obszarze Spitsbergenu) przepływ powietrza ze wschodu i północo-wschodu.

Typ zimowego rozkładu ciśnienia utrzymuje się do marca. Na wiosnę natomiast ulega wzmocnieniu wyż północno-amerykański (o czym już wspomniano wcześniej), który przybliża się ku biegunowi. Nad centrum Arktyki rozwijają się wtedy wyży, które często sięgają również w kierunku Spitsbergenu. Wynikiem tego procesu jest fakt, że maksimum w przebiegu rocznym ciśnienia atmosferycznego w Hornsundzie przypada na maj.

W lecie gradienty ciśnienia są małe, a nad Morzem Arktycznym tworzą się lokalne niży. W średnim polu ciśnienia lipca obszar podwyższonego ciśnienia (>1012 hPa) nad Morzem Barentsa obejmuje swym zasięgiem także Spitsbergen. W okresie letnim pogodę tego obszaru kształtują na przemian niży bądź wyży baryczne. Te ostatnie, dzięki różnicom w dopływie energii promieniowania słonecznego wynikającym z ekspozycji i osłonięcia terenu, sprzyjają powstawaniu dużych lokalnych różnic klimatycznych. Od października zaczyna się zwiększać intensywność procesów cyrkulacyjnych, rosną gradienty ciśnienia i wytwarza się zimowy typ cyrkulacji powietrza.

Częstość występowania typów cyrkulacji.

Aby prześledzić roczną zmienność cyrkulacji atmosfery nad południowym Spitsbergenem, przeanalizowano mapy synoptyczne publikowane w "Europäischer Wetterbericht" w Offenbach, za lata 1961-1990, wyznaczając dla każdej doby typ układu barycznego oraz kierunek adwekcji mas powietrznych. Wydzielono 20 typów cyrkulacji, oznaczając dużymi literami kierunek adwekcji oraz indeksem "a" sytuacje antycyklonalne i indeksem "c" sytuacje cyklonalne. Na przykład E_a i E_c oznacza odpowiednio sytuację antycyklonalną i cyklonalną z adwekcją powietrza ze wschodu.

Tak więc 16 typów cyrkulacji odznacza się wyraźnym kierunkiem adwekcji mas powietrznych. Następne cztery sytuacje cechuje bądź brak adwekcji lub bardzo zmienne kierunki napływu powietrza nad obszar Spitsbergenu:

- C_a - sytuacja centralna antycyklonalna, brak adwekcji, centrum wyżu nad Spitsbergenem,
- K_a - klin antycyklonalny, czasem kilka niewyraźnych ośrodków lub rozmyty obszar podwyższonego ciśnienia, także oś wału wysokiego ciśnienia,
- C_c - sytuacja centralna cyklonalna, centrum niżu nad Spitsbergenem,
- B_c - bruzda cyklonalna, lub rozmyty obszar niskiego ciśnienia, często z różnymi kierunkami adwekcji i systemem frontów oddzielających różne masy powietrzne,
- x - siodła baryczne i sytuacje nie dające się zaklasyfikować.

Częstość występowania wszystkich wydzielonych typów cyrkulacji w okresie 30 lat 1961-1990 zestawiono w tab. 1. Stosunkowo często nad Spitsbergenem pojawia się sytuacja E_c , bo przez 11% dni w roku, klin wyżowy - K_a (10%), oraz NE_c - przez 9% dni. Łącznie adwekcja powietrza w układach niżowych z kierunków N-NE-E-SE stanowi w ciągu roku 32% dni, zmieniając się w znacznych granicach, bo od 19% w maju do 46% w listopadzie. Najrzadziej pojawia się nad Spitsbergenem centrum wyżu (0,9% dni) oraz sytuacja NW_a (1,4% dni).

Łącznie wszystkie sytuacje wyżowe występują tylko przez 40% dni w roku. Stosunkowo duża przewaga układów niżowych nad wyżowymi zaznacza się jesienią (na przykład w listopadzie przez 70% dni a we wrześniu i październiku przez 63 % dni występują sytuacje cyklonalne), oraz zimą (grudzień i luty - 63 % układów niżowych). Przybliżona równowaga w częstości sytuacji niżowych i wyżowych występuje w lecie oraz w kwietniu. Jedynym miesiącem, w którym przeważa cyrkulacja antycyklonalna jest maj, kiedy częstość występowania wszystkich układów wyżowych osiąga wartość 59 %.

Zmienność wskaźników cyrkulacji.

W celu określenia wieloletniej zmienności cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem należało dokonać pewnej syntezy w materiale dotyczącym częstości występowania aż 21 typów cyrkulacji. Dobre wyniki daje zastosowanie prostych wskaźników cyrkulacji P,M,S,C,

które zaproponowali R. Murray i R.P.W. Lewis (1966), przy czym autor tego artykułu wprowadził drobne modyfikacje. Wskaźniki te służą do łatwej oceny cyrkulacji atmosfery całego miesiąca, pory roku czy roku. Wyrażone są przy pomocy niemianowanych liczb będących sumą punktów przypisanych poszczególnym typom cyrkulacji, jakie występowały w danym miesiącu.

Tabela 1.

Częstość występowania (w %) poszczególnych typów cyrkulacji nad Spitsbergenem w okresie 1961-1990.

TYP cyrkul.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1-Na	3.8	3.3	2.5	7.4	7.3	4.2	2.0	2.3	3.4	4.0	2.9	4.7	4.0
2-NEa	9.5	8.7	10.2	10.1	7.1	4.9	2.3	2.3	4.3	6.6	7.7	9.4	6.9
3-Ea	7.5	7.4	9.5	10.9	9.4	5.4	5.1	7.7	6.7	6.2	7.9	6.6	7.5
4-SEa	3.5	2.8	2.8	5.1	3.9	4.2	5.2	5.8	2.3	3.1	2.2	2.5	3.6
5-Sa	1.9	.9	1.8	1.2	2.5	1.1	3.0	3.4	2.1	1.3	.6	1.8	1.8
6-SWa	1.4	.9	1.5	.9	2.4	3.4	4.5	4.7	1.4	1.0	.7	1.1	2.0
7-Wa	.6	.4	.4	.9	4.0	3.9	2.9	3.5	1.0	.5	.4	.9	1.6
8-NWa	.3	1.4	.2	1.7	2.4	3.3	2.2	2.6	1.1	1.0	.3	.6	1.4
9-Ca	.5	.9	.8	1.0	1.3	1.1	1.1	1.9	.8	.9	.4	.4	0.9
10-Ka	7.1	7.2	6.7	9.6	18.4	16.9	13.4	14.9	9.0	9.5	5.1	6.2	10.3
11-Nc	4.5	5.7	4.4	3.8	5.2	4.8	4.7	5.2	8.1	7.1	6.9	5.1	5.5
12-NEc	13.0	9.4	11.7	8.2	4.9	5.8	4.0	4.6	6.8	10.2	14.8	13.8	8.9
13-Ec	14.4	13.6	15.9	9.7	6.1	6.4	6.1	5.2	11.0	12.3	16.6	14.4	11.0
14-SEc	7.8	6.1	5.6	5.3	3.3	3.8	5.4	5.3	8.7	8.0	7.8	7.6	6.2
15-Sc	5.1	4.4	3.5	3.4	2.3	3.0	5.2	4.3	5.2	4.5	4.4	4.3	4.1
16-SWc	4.5	6.6	5.6	5.2	4.4	5.6	6.5	4.6	4.6	3.7	4.2	2.9	4.9
17-Wc	2.6	2.4	2.2	1.9	2.2	4.4	6.1	4.7	3.4	1.8	1.3	2.3	2.9
18-NWc	1.5	2.2	1.5	1.4	1.9	3.1	3.4	3.3	3.1	2.8	1.8	2.3	2.4
19-Cc	3.0	6.3	4.6	5.9	4.1	4.1	3.2	3.9	5.1	5.4	6.7	5.5	4.8
20-Bc	5.3	6.3	6.2	4.2	5.2	8.0	10.5	6.6	7.1	7.1	5.3	5.2	6.4
21- x	2.2	3.1	2.1	2.2	1.7	2.6	3.2	3.2	4.8	3.0	2.0	2.4	2.9

Wskaźnik P (progresji) określa natężenie cyrkulacji strefowej zachodniej (wartości dodatnie) lub wschodniej (wartości ujemne).

Do obliczenia wskaźnika stosowano następującą punktację:

kierunek adwekcji liczba punktów

W +2

NW, SW +1

E -2

NE, SE -1

Pozostałe kierunki i sytuacje nieadwekcyjne uzyskiwały zero punktów.

Wskaźnik S (południowej) jest miarą natężenia cyrkulacji południkowej, przy czym dodatnie wartości wskaźnika świadczą o przewadze napływu powietrza z sektora południowego a ujemne - z sektora północnego. Punktacja branych pod uwagę typów cyrkulacji przedstawia się następująco:

kierunek adwekcji	liczba punktów
S	+2
SE, SW	+1
N	-2
NE, NW	-1

Przez zsumowanie bezwzględnej liczby punktów uzyskujemy wartość wskaźnika M - określającego natężenie cyrkulacji południkowej bez względu na kierunek.

Wskaźnik cykloniczności C informuje o dużej aktywności niżowej (wartości dodatnie) bądź wyżowej (wartości ujemne). Punktacja przedstawia się następująco: +2 dla sytuacji C_c i B_c ; +1 dla pozostałych typów cyklonalnych; -2 dla sytuacji C_a i K_a ; -1 dla pozostałych typów antycyklonalnych.

Zaznacza się znaczne zróżnicowanie w przebiegu rocznym wskaźników cyrkulacji (tab. 2). Dla Spitsbergenu charakterystyczna jest strefowa forma cyrkulacji o składowej wschodniej ($P = -264$ dla roku), o największym natężeniu w okresie od października do marca (listopad -33). Minimum przepływu wschodniego zaznacza się latem (lipiec -6). Inną cechą charakterystyczną dla Spitsbergenu jest dominacja układów niżowych (wskaźnik $C = 60$ dla roku), szczególnie w okresie od września do grudnia (listopad 14). Tylko w maju, czerwcu i lipcu wskaźnik C osiąga wartości ujemne, co świadczy o dużej aktywności wyżów. Wśród form cyrkulacji południkowej przeważa składowa północna (wskaźnik $S = -36$ dla roku). Tylko w lipcu i sierpniu obserwuje się sytuację odwrotną.

Tabela 2.

Przebieg roczny średnich wskaźników cyrkulacji nad Spitsbergenem w okresie 1961-1990.

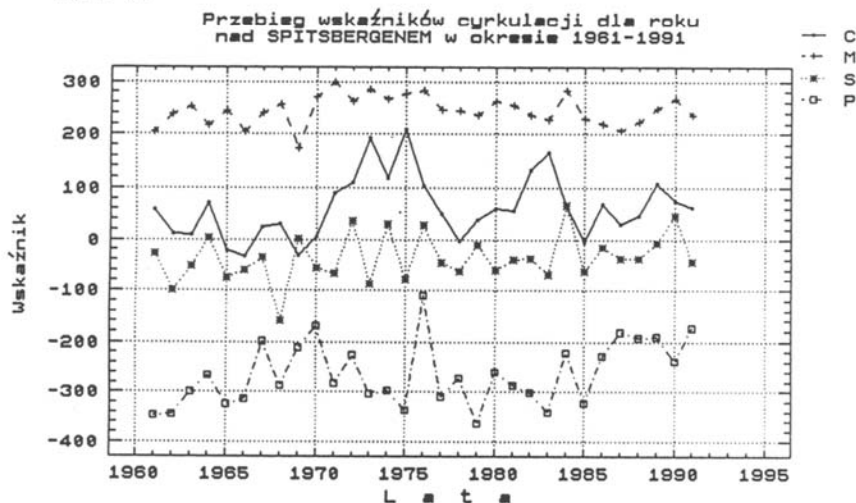
Wskaźnik cyrkul.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
P	-32	-23	-31	-27	-16	-8	-6	-9	-21	-27	-33	-32	-264
M	22	19	20	21	20	18	20	20	21	22	21	22	240
S	-3	-4	-5	-4	-6	-3	4	3	-2	-5	-6	-6	-36
C	8	9	9	-0	-9	-2	4	-2	10	10	14	10	60

Formy cyrkulacji nad Spitsbergenem ulegały wyraźnym fluktuacjom w okresie wieloletnim. W latach 1961-1991 największe zmiany widoczne są we wskaźnikach C i P (ryc. 1). Okresy wzmożonej cykloniczności zaznaczyły się wyraźnie w latach 1971-1976 i 1982-1983. Przed rokiem 1970 aktywność niżów była mniejsza niż obecnie, a w latach 1965, 1966 i 1969 wskaźnik cykloniczności miał wartości ujemne. Odpowiednie wykresy dla poszczególnych pór roku zawierają ryc. 2-5. W ostatnich latach zaobserwowano zwiększony stopień cykloniczności w zimie i na wiosnę, zmniejszony zaś w lecie i w jesieni. W zimie zaznaczyło się od roku 1984 osłabienie cyrkulacji strefowej o składowej wschodniej.

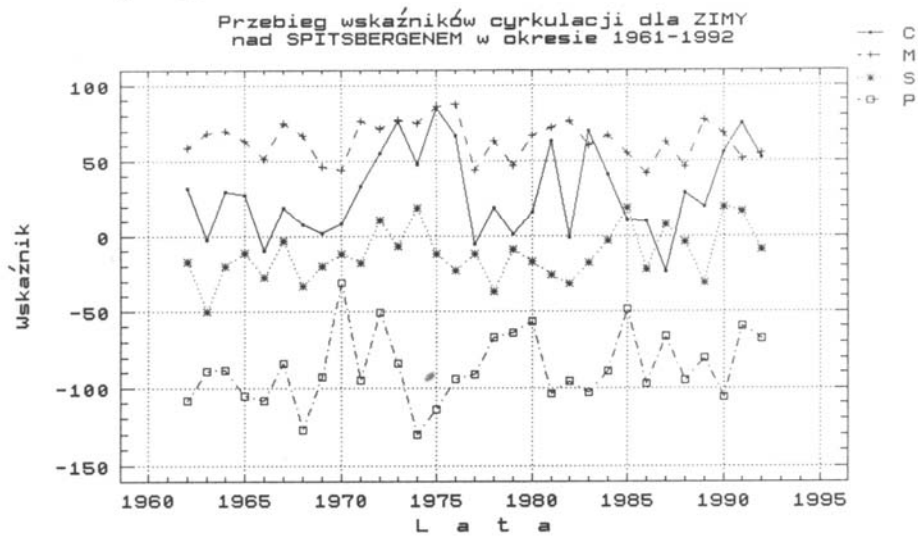
Literatura

- Dzerdzeewskii B.L., 1975, Cirkulacionnyje schemy v troposferie centralnoj Arktiki (The circulation patterns on the troposphere of the central Arctic), w: Izbrannyje Trudy, Izd. Nauka, Moskwa,
- Europäischer Wetterbericht, 1961-1992, Offenbach a. Main.
- Jones P.D., 1987, The early twentieth century Arctic high - fact or fiction?, Climate Dynamics, vol. 1, No 2, s. 63-75.
- Korwowa A.M., 1976, Nowyje karty sriedniemiesiacznoego dawlenija wozducha w Arktike, w: Voprosy Poliarnoj Klimatologii, Trudy AANII, T. 328, Gidrometeoizdat, Leningrad, s. 22-43.
- Murray R., Lewis R.P.W., 1966, Some aspects of the synoptic climatology of the British Isles as measured by simple indices, Meteorological Magazine, Vol. 95, No. 1128, s. 193-203.

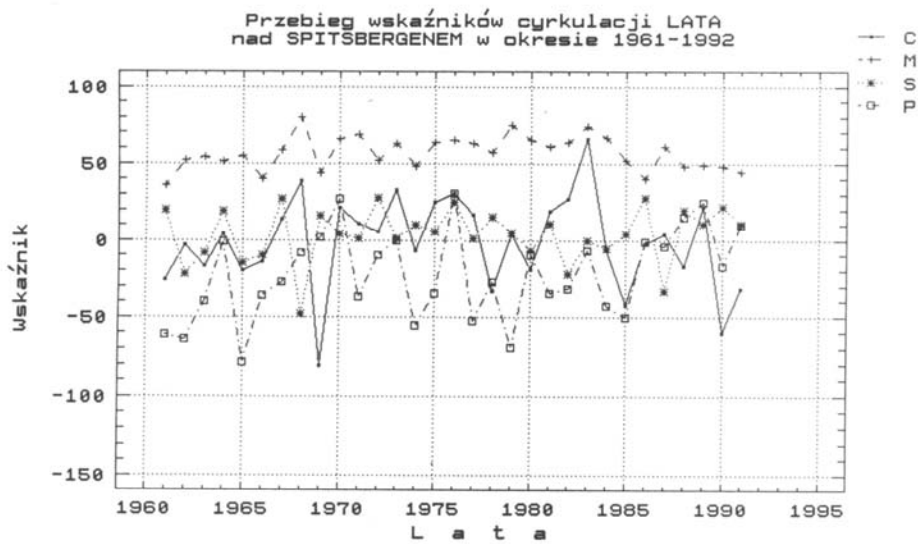
Ryc. 1.



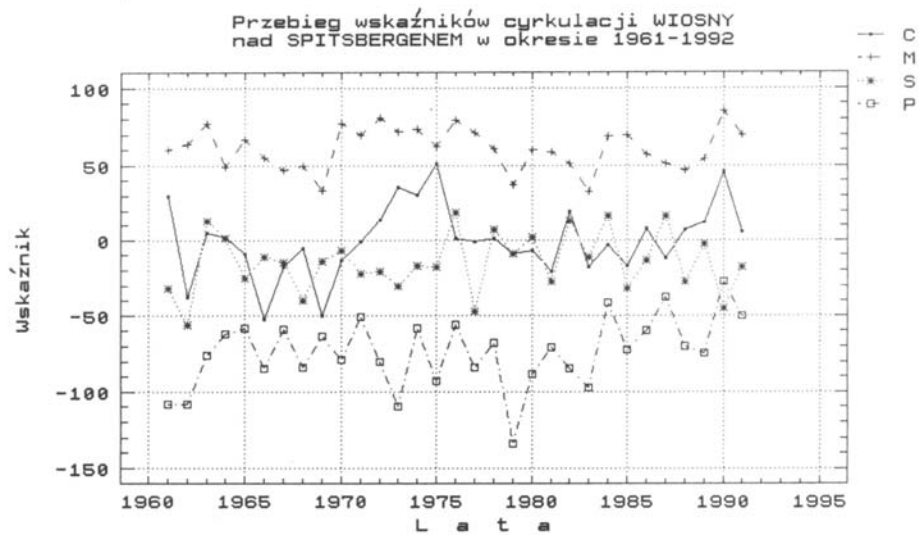
Ryc. 2.



Ryc. 3.



Ryc. 4.



Ryc. 5.

