

Andrzej A. Marsz

Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej
Wydziału Nawigacyjnego WSM w Gdyni

STRUKTURA POGÓD I ROCZNA SEZONOWOŚĆ KLIMATU STACJI ARCTOWSKIEGO

SFORMUŁOWANIE ZAGADNIENIA

Charakterystyka klimatyczna w ujęciu klimatologii klasycznej operuje uśrednionymi wartościami elementów meteorologicznych dla określonych przedziałów czasowych i określana jest jako średni stan atmosfery za okres wieloletni. Tego rodzaju charakterystyki warunków klimatycznych, nie negując ich przydatności dla szeregu zastosowań, nastroczają jednak w pewnych przypadkach trudności w określeniu wpływu klimatu na przebieg procesów działających w środowisku geograficznym, zwłaszcza na przebieg procesów o charakterze biotycznym. Również dla szeregu zastosowań praktycznych, na przykład dla żeglugi, charakterystyki klimatyczne oparte o podanie uśrednionych przebiegów elementów meteorologicznych oraz wartości ekstremalnych tych elementów, wykazują ograniczoną przydatność.

Przyczyną takiego stanu rzeczy jest fakt, iż w takim ujęciu klimatu poszczególne uśrednione elementy występują osobno, jedynym czynnikiem, który je łączy jest określony przedział czasu, dla którego zostały uśrednione. W rzeczywistości ma miejsce występowanie konkretnego stanu atmosfery, konkretnej pogody, określonej przez jednoczesne występowanie konkretnych wartości elementów meteorologicznych. Ten aspekt uwzględnia klimatologia kompleksowa, która definiuje klimat jako wieloletni reżim pogody, rozumiany zarówno jako całokształt warunków pogodowych, jak również następstwo (sekwencję) zmian

pogodowych.

Wśród dość licznych charakterystyk warunków klimatycznych Stacji Arctowskiego brak do tej pory pełnej charakterystyki struktury pogód. Jedyne, wstępne wzmianki na ten temat zawiera praca Marsza i Suszczewskiego (1987) oparta na danych z czterolecia 1978 - 1981. Celem tej pracy jest przedstawienie wieloletniego reżimu pogody występującego w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego w Archipelagu Szetlandów Południowych (Antarktyka Zachodnia). Ze względu na ograniczoną objętość artykułu zwróci się tutaj uwagę jedynie na najważniejsze zagadnienia, pomijając cały szereg bardzo istotnych problemów, które ujawniły się w trakcie prowadzonych nad reżimem pogodowym badań.

METODA I MATERIAŁY OBSERWACYJNE

Dla określenia wieloletniego reżimu pogodowego Stacji Arctowskiego posłużono się metodami właściwymi klimatologii kompleksowej. Szczegółowy opis tej metody w polskiej literaturze klimatologicznej jak i jej podstawy teoretyczne oraz dyskusję nad szeregiem zagadnień szczegółowych o charakterze metodycznym czytelnik znajdzie w licznych rozprawach i artykułach A. Woś (głównie A. Woś: 1968, 1970, 1977a, 1977b) i artykule J. L. Olszewskiego (1967).

Podstawową jednostką integracji danych, nazywaną dalej "pogodą" jest konkretna doba. Doba ta jest scharakteryzowana przez datę oraz kilka uśrednionych i ekstremalnych wartości elementów meteorologicznych w czasie tej doby występujących. Po szczegółowej analizie przebiegu kształtowania się elementów meteorologicznych na Stacji Arctowskiego dla charakterystyki pogód przyjęto cztery cechy - termikę powietrza (średnią temperaturę dobową i przebieg temperatury w ciągu doby), zachmurzenie (średnie dobowe), opad (występowanie lub brak opadu) oraz wiatr (średnią dobową prędkość wiatru i maksymalną prędkość wiatru w ciągu danej doby). Wartości poszczególnych

elementów podzielono na przedziały, którym odpowiadają symbole cyfrowe. W ten sposób, każda konkretna doba opisana jest przez zespół czterech cech, uzyskując czterocyfrowy opis. Pozwala to na łatwą i jednoznaczną klasyfikację pogód.

Podstawową jednostką klasyfikacyjną jest **typ pogody**. Jest to najniższa w hierarchii jednostka klasyfikacyjna, grupująca wszystkie doby posiadające identyczny opis cech (takie same cztery cyfry). **Klasa pogód** tworzy jednostkę, charakteryzującą się identycznym opisem trzech cech - zachmurzenia, opadu i wiatru (bez termiki - takie same trzy ostatnie cyfry). Najwyższą w hierarchii jest **grupa pogód**, łącząca w sobie wszystkie doby posiadające jednakową termikę (jednakowe pierwsze cyfry notacji). Jako pomocnicza jednostka klasyfikacji służy **podgrupa pogód**, łącząca w sobie wszystkie doby, charakteryzujące się taką samą termiką i zachmurzeniem (identyczne dwie pierwsze cyfry).

Przyjęte w tej pracy przedziały wartości poszczególnych elementów meteorologicznych pozwalające na klasyfikację kolejnych dób przedstawia zestawienie "KLASYFIKACJA POGÓD".

Sklasyfikowane w pogody doby grupowano następnie według okresów w których występowały (dekady i miesiące), określając frekwencję poszczególnych jednostek klasyfikacyjnych (grup pogód, podgrup, klas i typów) występujących w danym okresie. Procedura sortowania i grupowania pogód przeprowadzona była maszynowo, według opracowanych specjalnie dla tego celu programów.

Jako materiały do wykonania tego opracowania posłużyły Roczniki Meteorologiczne Stacji Arctowskiego z 12-lecia 1978 - 1989, opracowane przez Pracownię Badań Polarnych i Morskich Oddziału Bałtyckiego IMGW w Gdyni. Ze względu na braki w materiałach obserwacyjnych (całkowity brak danych o zachmurzeniu) nie można było wykorzystać danych z 07, 08, 09 i 10 1984 roku. W związku z tym miesiące te scharakteryzowane są w oparciu o dane 10-letnie. W przypadku występujących braków materiałów obserwacyjnych w poszczególnych dniach innych miesięcy, doby takie nie były klasyfikowane i za 100% czasu trwania danego

KLASYFIKACJA POGÓD

GRUPA POGÓD:

podstawa klasyfikacji: wartość i przebieg temperatury powietrza w ciągu doby;

- 8 - pogody ciepłe, bezprzymrozkowe [t_{śd} od +5.0 do 9.9°C, t_{min} ≥ 0°C]
- 7 - pogody umiarkowanie ciepłe, bezprzymrozkowe [t_{śd} od 0.0 do 4.9°C, t_{min} jw.]
- 6 - pogody przejściowe, przymrozkowo-odwilżowe [t_{śd} > lub < od 0°C, t_{max} > 0°C, t_{min} < 0°C]
- 5 - pogody umiarkowanie mroźne, bezodwilżowe [t_{śd} od -0.1 do -4.9°C, t_{max} < 0°C]
- 4 - pogody mroźne, bezodwilżowe [t_{śd} od -5.0 do 9.9°C, t_{max} jw.]
- 3 - pogody bardzo mroźne, bezodwilżowe [t_{śd} od -10.0 do -19.9°C, t_{max} < 0°C]
- 2 - pogody wyjątkowo mroźne, bezodwilżowe [t_{śd} od -20.0 do -29.9°C, t_{max} jw.]

PODGRUPA POGÓD:

podstawa klasyfikacji: wielkość średniego zachmurzenia dobowego;

- 1 - bezchmurne lub z zachmurzeniem małym [N od 0.0 do 2.0]
- 2 - z zachmurzeniem średnim [N od 2.1 do 5.9]
- 3 - z zachmurzeniem dużym lub całkowitym [N od 6.0 do 8.0]

podstawa klasyfikacji: brak lub występowanie opadu w ciągu doby;

- 0 - bezopadowe (brak opadu lub ślad opadu [0.0 mm])
- 1 - z opadem (występowanie opadu [RR > 0.0 mm])

podstawa klasyfikacji: wartość średniej dobowej prędkości wiatru oraz prędkość maksymalna wiatru odnotowana w ciągu danej doby;

- 0 - bezwietrzne [cisze i powiewy, tj. 0 i 1°B, V_v od 0.0 do 1.5 m/s]
- 1 - ze słabym wiatrem [2,3 i 4°B, V_v od 1.6 do 7.9 m/s, V_{v max} < 11 m/s]
- 2 - ze słabym wiatrem z okresami wiatru silnego [V_v jw., V_{v max} ≥ 11 m/s]
- 3 - z silnym wiatrem [5,6 i 7°B, V_v 8 do 16.9 m/s, V_{v max} < 17.0 m/s]
- 4 - z silnym wiatrem z okresami wiatru sztormowego [V_v jw., V_{v max} ≥ 17 m/s]
- 5 - z silnym wiatrem z okresami wiatru huraganowego [V_v jw., V_{v max} ≥ 30 m/s]
- 6 - z wiatrem sztormowym [8,9,10,10-11°B, V_v od 17.0 do 29.9 m/s, V_{v max} ≥ 30.0 m/s]
- 7 - z wiatrem sztormowym z okresami wiatru huraganowego [V_v jw., V_{v max} ≥ 30.0 m/s]
- 8 - z wiatrem huraganowym [V_v ≥ 30.0 m/s]

TERMINOLOGIA

Grupą pogód nazywa się wszystkie pogody oznaczone jednakową cyfrą początkową (kryterium termiczne), np. 8XXX.

Podgrupą pogód nazywa się wszystkie pogody oznaczone jednakowymi dwoma cyframi początkowymi (kryterium termiczne & zachmurzenie), np. 83XX.

Klasą pogód nazywa się wszystkie pogody oznaczone trzema jednakowymi cyframi końcowymi (np. X311)

Typem pogody nazywa się wszystkie pogody oznaczone czterema jednakowymi cyframi (np. 6311).

miesiąca przyjmowano odpowiednio mniejszą liczbę dni. Materiał obserwacyjny jest niejednorodny. Zdecydowana większość średnich charakteryzujących poszczególne doby oparta jest o 8 obserwacji, występują jednak okresy, w których obserwacji dokonowano 4 razy na dobę, trzy razy na dobę, a nawet tylko 2 razy na dobę. Tym nie mniej, biorąc pod uwagę fakt, że zaprzestano prowadzenia ciągłych i w pełnym zakresie obserwacji meteorologicznych na Stacji Arctowskiego postanowiono wykorzystać do tego opracowania nawet taki niejednorodny i nie odpowiadający standardom opracowań klimatologicznych materiał.

STRUKTURA POGÓD

Klasy pogód.

Klasa pogód stanowi jednostkę klasyfikacyjną charakteryzującą jedność warunków zachmurzenia, opadu i wiatru, niezależnie od termiki powietrza. Według przyjętej klasyfikacji pogód, potencjalnie może wystąpić 54 klas pogód ($3 \times 2 \times 9$). Liczba rzeczywiście występujących klas pogód jest mniejsza od potencjalnej - łącznie występuje tylko 39 klas. Nie wystąpiły w analizowanym 12-letnim okresie takie klasy pogód jak 104, 105, 106, 107, 108, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 207, 208, 218 i 305. W przypadku klas pogód 11X jest raczej zaskoczeniem, że jakieś pogody w tej klasie, choć bardzo nieliczne, w ogóle wystąpiły (110, 111 i 114), gdyż klasy te zawierają w sobie wewnętrzną sprzeczność - współwystępowanie braku zachmurzenia lub zachmurzenia małego w ciągu całej doby i opadu.

Rozkład licznosci występowania poszczególnych klas pogód jest ciekawy. Cztery klasy pogód stanowią niemal 50% (dokładnie 49,70%) czasu występowania wszystkich klas pogód. Są to pogody klasy 311 (klasa pogód z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, opadem i wiatrem słabym), 301 (klasa pogód z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, bez opadu i wiatrem słabym), 313 (klasa pogód z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, opadem i

wiatrem silnym) oraz 201 (klasa pogód z zachmurzeniem średnim, bez opadu i wiatrem słabym). Dalszych 5 klas pogód (314, 312, 211, 203 i 213), wraz z wymienionymi uprzednio stanowią 75% ogólnego czasu analizowanego 12-lecia. Wymienionych 9 klas pogód stanowi zdecydowaną dominantę, która tworzy podstawowy szkielet struktury pogód i determinuje odbierany subiektywnie obraz pogody Szetlandów Południowych - pogód w znakomitej przewadze pochmurnych, z opadem i wiatrem. Na uwagę zasługuje fakt, że najliczniejsza klasa pogód bezchmurnych lub z zachmurzeniem małym (101) pojawia się dopiero na 20 miejscu i stanowi 0,69% czasu analizowanego 12-lecia.

Częstość występowania pierwszych 25 klas pogód, stanowiących 97,47% ogólnej ich liczności zestawiono w tabeli nr 1. Pozostałych 14 klas pogód stanowi klasy akcesoryczne, występujące w pojedynczych przypadkach i w niczym nie określających ani ogólnej, ani też sezonowej struktury pogód.

Typy pogód.

Przy przyjętych kryteriach klasyfikacji pogód, potencjalnie może wystąpić 378 typów pogód ($7 \times 3 \times 2 \times 9$). W analizowanym 12-leciu odnotowano wystąpienie 179 typów pogód. Rozkład występujących typów pogód jest skrajnie nierównomierny. 18 typów pogód, najczęściej występujących zajmuje ponad 50% (dokładnie 51,12%) czasu analizowanego 12-lecia. Zdecydowanie dominuje typ 6311 (pogoda przejściowa, przymrozkowo-odwilżowa z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, opadem i słabym wiatrem), stanowiąca średnio 7,80% rocznie. Na drugim miejscu pod względem częstości występowania znajduje się typ pogody 6301 (jw. lecz bez opadu - 5,48%). Na trzecim miejscu znajduje się typ 6313 (pogoda przejściowa, przymrozkowo-odwilżowa, z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, z opadem i silnym wiatrem - 4,87%). Zestawienie typów pogód o największej frekwencji, stanowiących łącznie 50% czasu badanego okresu przedstawia tabela nr 2.

Wymienione w tabeli 2 typy pogód stanowią typy dominujące, najczęściej występujące i posiadające podstawowe znaczenie

Tab. nr 1.
"ARCTOWSKI"; 1978-1989

Częstość występowania najliczniejszych 25 klas pogód
na Stacji Arctowskiego w 12-leciu 1978-1989

L. p.	Klasa pogód	% obserwacji	% skumulow	L. p.	Klasa pogód	% obserwacji	% skumulow
1.	311	16,92	16,92	14.	200	1,81	86,88
2.	301	12,78	29,70	15.	204	1,81	88,69
3.	313	11,00	40,70	16.	310	1,67	90,36
4.	201	9,00	49,70	17.	300	1,59	91,95
5.	314	7,89	57,59	18.	304	1,33	93,28
6.	312	6,95	64,54	19.	316	1,14	94,42
7.	211	3,96	68,50	20.	101	0,69	95,11
8.	203	3,62	72,12	21.	210	0,67	95,78
9.	213	3,12	75,24	22.	317	0,52	96,30
10.	303	3,07	78,31	23.	100	0,48	96,78
11.	202	2,71	81,02	24.	306	0,36	97,14
12.	302	2,12	83,14	25.	102	0,33	97,47
13.	212	1,93	85,07				

Tab. nr 2.
"ARCTOWSKI"; 1978-1989

Typy pogód o najwyższej frekwencji
występujące na Stacji Arctowskiego w 12-leciu 1978-1989

L. p.	Typ	% obserw.	Σ %	L. p.	Typ	% obserw.	Σ %
1.	6311	7,80	7,80	11.	6203	1,83	40,39
2.	6301	5,48	13,28	12.	5311	1,73	42,12
3.	6313	4,87	18,15	13.	7201	1,71	43,83
4.	7311	3,75	21,90	14.	6213	1,57	45,40
5.	6314	3,68	25,58	15.	6211	1,52	46,92
6.	6201	3,61	29,19	16.	6303	1,43	48,35
7.	6312	3,33	32,52	17.	4313	1,41	49,76
8.	7313	2,20	34,72	18.	4201	1,36	51,12
9.	5301	1,99	36,71	19.	5202	1,36	52,48
10.	4311	1,85	38,56	20.	6202	1,36	53,84

w kształtowaniu ogólnej i sezonowej struktury pogód.

Analizując zamieszczone w tej tabeli dane nie trudno zauważyć, że wśród dominujących typów pogody najliczniejszymi są typy należące do grupy pogód przejściowych, przymrozkowo-odwilżowych, których łączna frekwencja (wśród wymienionych w tabeli) stanowi 33.29%. Równie wyraźnie widoczna jest przygniatająca przewaga pogód pochmurnych (X3XX) i brak pogód bezwietrznych (XXX0).

Grupy pogód.

Występujące pogody należą do 7 grup pogód. Zdecydowanie dominują pogody należące do grupy pogód przejściowych, przymrozkowo-odwilżowych (6XXX), których frekwencja w skali roku wynosi średnio 44.71%. Na drugim miejscu występują pogody należące do grupy pogód umiarkowanie ciepłych bezprzymrozkowych (7XXX), których frekwencja jest już o ponad połowę niższa i wynosi 21.46%. Trzecie miejsce zajmują pogody należące do grupy pogód umiarkowanie mroźnych bezodwilżowych (5XXX - 12.44%). Te trzy wymienione grupy pogód występują przez wszystkie miesiące w roku, choć oczywiście ich frekwencja w skali poszczególnych miesięcy jest silnie zróżnicowana. Pozostałe cztery grupy pogód występują w określonych sezonach. Najliczniejszą z pozostałych jest grupa pogód mroźnych bezodwilżowych (4XXX - 11.32%), następnie grupa pogód bardzo mroźnych bezodwilżowych (3XXX - 7.73%). Najmniej liczne są pogody należące do grup skrajnych - ciepłych bezprzymrozkowych (8XXX - 2.09%) i wyjątkowo mroźnych, bezodwilżowych (2XXX - 0.25%).

Struktura pogód w przekrojach miesięcznych.

Przedstawione najogólniejsze dane o wieloletniej strukturze pogód występujących w ciągu roku na Stacji Arctowskiego wskazują na zaznaczającą się monotonię pogodową. Występowanie wyraźnych dominacji kilku klas i typów pogód, oraz przygniatająca dominacja jednej grupy pogodowej (6) sprawia wrażenie

Tab. nr 3.
"ARCTOWSKI"; 1978-1989

UDZIAŁ GRUP I PODGRUP POGÓD W POSZCZEGÓLNYCH MIESIĄCACH

(w procentach w skali miesiąca)

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	2.2	1.2	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3
83	6.5	5.8	3.5	0.3	0	0	0	0	0	0	0.6	2.2
8X	8.6	7.0	4.3	0.3	-	-	-	-	-	-	0.6	3.5
71	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3
72	11.8	13.6	12.2	7.5	4.6	0.6	0.3	0.3	0.6	1.6	3.6	13.0
73	38.8	41.1	23.1	11.8	8.6	2.8	2.4	2.3	3.1	6.8	13.7	29.2
7X	50.9	53.7	35.3	19.3	13.2	3.4	2.7	2.6	3.7	8.4	17.3	42.5
61	0.3	0.3	1.1	0.6	0.8	0.3	0.9	0	0.6	0.3	0.3	0
62	7.8	6.7	12.5	16.3	12.9	12.4	14.8	19.9	19.9	19.4	16.0	9.7
63	29.7	29.0	37.5	33.6	25.1	23.6	20.7	20.2	27.0	34.2	41.8	41.3
6X	37.8	36.0	51.1	50.5	38.8	36.3	36.4	40.1	47.5	53.9	58.1	51.0
51	0	0	0.3	0	1.4	1.1	0.3	0.6	0.6	0.8	0	0
52	0.3	0.3	0.8	4.2	7.3	9.0	5.9	5.3	5.3	7.6	3.3	0.3
53	2.4	3.0	8.2	10.3	9.7	7.9	5.6	6.5	9.1	12.2	17.4	2.7
5X	2.7	3.3	9.3	14.5	18.4	18.0	11.8	12.4	16.0	20.6	20.7	3.0
41	0	0	0	0	0.3	0.8	1.5	1.5	0.6	0	0	0
42	0	0	0	1.7	5.7	9.2	6.5	7.6	8.6	5.4	0.6	0
43	0	0	0	11.4	16.2	13.5	10.0	10.6	12.9	9.8	2.8	0
4X	-	-	-	13.1	22.2	23.5	18.0	19.7	22.1	15.2	3.4	-
31	0	0	0	0.3	0.8	0.3	3.2	1.8	0	0	0	0
32	0	0	0	0.3	2.2	5.6	12.4	10.6	5.8	0.5	0	0
33	0	0	0	1.7	3.8	12.9	13.4	12.8	4.9	1.4	0	0
3X	-	-	-	2.3	6.8	18.8	29.0	25.2	10.7	1.9	-	-
21	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0.3	0	1.2	0	0	0	0	0
2X	-	-	-	-	0.6	-	2.1	-	-	-	-	-

niewielkiego zróżnicowania warunków atmosferycznych. Analiza struktury pogód w przekrojach miesięcznych nieco zmienia takie wyobrażenie.

Już samo zestawienie udziału grup i podgrup pogód w poszczególnych miesiącach (tabela nr 3) wskazuje na dość znaczne zróżnicowanie struktury pogód w krótszych odcinkach czasu.

Jeszcze wyraźniejsze różnice dają się zauważyć, gdy przeprowadzi się analizę dominacji i subdominacji typów pogody. Występowanie typów pogód należących do grupy pogód ciepłych w "ciepłym" okresie roku (11,12,01,02,03,04), typów pogód należących do grupy pogód mroźnych i grupy pogód bardzo mroźnych w "chłodnej" porze roku (patrz tab.3) jest oczywiste, odtwarza roczny przebieg ruchu Słońca i tym samym najogólniej wyrażony dopływ energii promienistej, znajdujący odbicie w rocznym przebiegu temperatury powietrza.

Analiza częstości występowania klas pogody, a więc jednostki klasyfikacji pogód nie uwzględniającej zróżnicowania termiki powietrza również potwierdza fakt występowania słabego sezonowego zróżnicowania warunków pogodowych. Większe zróżnicowanie występuje w miesiącach "chłodnej" części roku, w której pojawiają się, choć nieliczne, klasy pogód, nie występujące w "cieplej" części roku, lub też występują klasy pogód, które choć sporadycznie i z minimalnym prawdopodobieństwem wystąpić mogą w "cieplej" części roku, w porze chłodnej osiągają znaczącą frekwencję. Są to klasy 100, 101, 200, 204, i 306. Jako ilustracja takiego stanu rzeczy służyć może tabela nr 4, przedstawiająca frekwencję czterech najczęściej występujących klas pogody w przekroju miesięcznym. Wyraźnie zauważalne i istotne zmniejszenie roli tych klas pogody zaznacza się w miesiącach zimowych, pozwalając na zwiększenie udziału innych występujących klas pogody w ogólnym kształtowaniu warunków pogodowych.

Nie zmienia to jednak faktu, iż określone typy pogody występują w ciągu wszystkich miesięcy w roku, a ich frekwencja, choć wykazuje mniej lub bardziej wyraźne zmiany sezonowe, stale jest wysoka. Są to typy pogód należące do grupy 7 Cumiar

Tab. nr 4.
"ARCTOWSKI"; 1978-1989

Frekwencja czterech najczęściej występujących klas pogody
w przebiegu rocznym

Udział wyrażony w odsetku (%) w skali miesiąca.

Klasa pogód	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
311	21,2	25,7	16,3	19,7	12,7	14,9	9,7	15,3	11,4	10,1	21,6	20,4
301	24,5	14,8	13,0	9,2	11,1	8,4	3,5	6,2	7,4	13,0	17,9	22,0
313	10,2	10,1	10,6	12,8	11,9	12,1	10,6	7,0	15,6	11,1	10,6	7,5
201	11,8	8,3	7,1	5,8	10,5	8,7	8,6	11,4	8,3	8,9	7,8	8,6
razem	67,7	58,9	47,0	47,5	46,2	44,1	32,4	39,9	42,7	43,1	57,9	58,5
Rśdm:	21,0	16,6	14,6	14,3	14,3	13,3	10,0	12,4	12,8	13,4	17,4	18,1

Rśdm - razem średnio dni w miesiącu.

Tab. nr 5.
"ARCTOWSKI"; 1978-1989

Typy pogód dominujących w grupie pogód przejściowych
przymrozkowo-odwilżowych (6XXX)
i rozkład częstości ich występowania w poszczególnych miesiącach

Udział wyrażony w odsetku (%) w skali miesiąca.

Typ pogody	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
6311	8,1	11,2	10,6	10,3	5,1	5,6	2,1	5,6	1,8	5,4	14,0	12,9
6301	10,8	7,5	9,1	4,2	3,8	1,7	0,9	1,2	3,4	6,0	7,3	14,5
6313	5,7	2,7	5,4	4,7	4,3	5,9	2,1	5,6	7,7	6,5	5,6	2,4
6314	0,5	1,5	3,8	4,7	3,0	4,2	6,8	4,4	6,4	5,4	2,8	1,1
6201	5,1	3,3	5,2	3,3	2,4	1,7	2,4	5,0	3,7	3,8	4,5	3,0
razem	30,2	26,2	34,1	27,2	18,6	19,1	14,3	21,8	23,0	27,1	34,2	33,9
Rśdm:	9,36	7,40	10,6	8,16	5,77	5,73	4,43	6,76	6,90	8,40	10,3	10,5

Rśdm - razem średnio dni w miesiącu.

kowanie ciepłe, bezprzymrozkowe), które regularnie występują z częstością około jednego dnia średnio rocznie nawet w najchłodniejszych miesiącach roku (06, 07, 08, i 09), grupy 5 (umiarkowanie mroźne, bezodwilżowe), które z podobną częstością występują regularnie w najcieplejszych miesiącach roku - 12, 01 i 02. Szczególną rolę odgrywają tu jednak typy pogód należące do grupy 6 - pogód przejściowych, przymrozkowo-odwilżowych, których frekwencja w żadnym miesiącu w ciągu roku nie jest niższa od 36%. W tej grupie pogód znajdują się trzy najliczniejsze typy pogód - 6311, 6301 i 6313. Ich frekwencję w przekroju miesięcznym, wraz z dwoma następnymi typami pogód dominujących w tej grupie przedstawia tabela nr 5.

Występowanie we wszystkich miesiącach roku znaczącego udziału pogód należących do wymienionych trzech grup (7, 6 i 5) oraz dominacja klas pogód charakteryzujących się dużym zachmurzeniem i występowaniem wiatru, wskazuje na to, że warunki pogodowe Stacji Arctowskiego kształtowane są przez adwekcje mas atmosferycznych, zaś występujące typy pogody są (za nielicznymi wyjątkami) pogodami adwekcyjnymi, związanymi z ożywioną działalnością cyklonalną, jaka ma miejsce nad rejonem Południowych Szetlandów.

SEZONY POGODOWE

Do wyróżnienia sezonów pogodowych posłużono się danymi o strukturze pogód w przekrojach miesięcznych przy zastosowaniu zmodyfikowanej procedury analizy podobieństw Czekanowskiego (J. Perkal, 1958). Analizowano podobieństwa następujących cech: liczby grup pogód występujących w danym miesiącu, grup pogód, frekwencji grup i podgrup pogód, dominujących w podgrupach typów pogód i ich frekwencji, subdominujących w podgrupach typów pogód i ich frekwencji oraz akcesorycznych typów pogód występujących w podgrupach (łącznie 9 cech).

Zastosowana metoda ma tą właściwość, że nie determinuje

z góry ani liczby wyróżnionych sezonów, ani też długości ich czasu trwania, jak czynią to metody oparte na stosowaniu kryteriów progowych elementów meteorologicznych. Minimalna długość sezonu jest w tej metodzie określona jedynie przez długość okresu, stanowiącego jednostkę grupowania danych. W tym przypadku jest to miesiąc. Ze względu na wspomnianą już niejednorodność danych wyjściowych, nie ryzykowano tutaj stosowania metody taksonomicznej do danych dekadowych, ze względu na ich zbyt małą "masę" statystyczną. Wstępne porównania wyróżnienia sezonów pogodowych opartych na danych grupowanych według dekad z wyróżnionymi sezonami opierającymi się na grupowaniu miesięcznym, wskazują, że zaznaczają się przesunięcia granic sezonów o jedną dekadę w stosunku do granic miesięcy.

Przeprowadzona analiza wykazała występowanie ośmiu sezonów pogodowych, wyraźnie się od siebie różniących. Oznaczono je liczbami rzymskimi. Oto charakterystyka występujących w klimacie rejonu Stacji Arctowskiego sezonów pogodowych.

I. Obejmuje miesiące 01 i 02. Bardzo jednolity sezon pod względem struktury pogód. Występują jedynie 4 grupy pogodowe (8,7,6 i 5). Pogody grupy 5 stanowią element akcesoryczny, którego udział stanowi około 3%. Dominują pogody grupy 7 - umiarkowanie ciepłe, bezprzymrozkowe, których udział przekracza nieco 50% w skali miesiąca (51-54%). Znaczący udział posiadają pogody grupy 8 (ciepłe, bezprzymrozkowe - 7-9%).

Udział pogód przejściowych, przymrozkowo-odwilżowych (grupa 6) wynosi 36-38%.

Dominującymi typami są pogody 7301 i 7311 oraz 6301, tworzące kombinacje z pogodami typu 6311, 7201 i 8312. Przeważają więc pogody umiarkowanie ciepłe, o dużym i całkowitym zachmurzeniu z opadami i słabym wiatrem, między którymi pojawiają się pogody przejściowe podobnego charakteru i nieco bardziej wietrzne pogody ciepłe.

II. Obejmuje miesiąc 03. Również jednolity pod względem struktury pogód. Występują w tym okresie również tylko 4 grupy pogodowe (8,7,6 i 5), lecz w porównaniu do poprzedniego okresu istotnej zmianie ulega struktura dominacji grup i podgrup pogodowych. Dominują zdecydowanie pogody grupy 6 (przejściowe, przymrozkowo-odwilżowe), których frekwencja przekracza 50% (51,1%). Frekwencja obu grup pogód ciepłych, bezprzymrozkowych spada (8XXX do około 4%, 7XXX do około 35%), wzrasta udział pogód grupy 5 do około 9%. Elementem akcesorycznym stają się pogody grupy 8 (ciepłe, bezodwilżowe).

Dominującymi typami pogody są 6311,6301,6312,6313 i 7314, tworzące kombinacje z pogodami 6314,8316,7201 i 5301. Przeważają pogody o zachmurzeniu dużym i całkowitym z opadami i słabym wiatrem, wśród których pojawiają się podobne pogody z silnym wiatrem i wiatrem sztormowym.

III. Obejmuje miesiąc 04. W tym okresie występuje 6 grup pogodowych (8,7,6,5,4 i 3). Udział pogód grupy 8 (ciepłe, bezprzymrozkowe) staje się symboliczny (0,3%), udział pogód grupy 7 (umiarkowanie ciepłe, bezprzymrozkowe) gwałtownie się zmniejsza (do około 19%). Podobnie jak w okresie poprzednim dominują pogody grupy 6 (przejściowe, przymrozkowo-odwilżowe; ok. 50%). Gwałtownie jednak wzrasta udział pogód umiarkowanie mroźnych, bezodwilżowych (grupa 5, do ok. 15%) i pojawiają się dwie nowe, dotychczas nie występujące grupy pogód, zajmujące łącznie ponad 15% czasu tego sezonu - pogody grupy 4 (mroźne, bezodwilżowe - 13,1%) i grupy 3 (bardzo mroźne, bezodwilżowe - 2,3%).

Dominującymi typami pogód są 6311,6313,6312 i 6314, czyli pogody przejściowe, przymrozkowo-odwilżowe z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, opadem i wiatrem od słabego do silnego z okresami wiatru sztormowego. W grupie pogód mroźnych dominują po połowie pogody klas 201 (z zachmurzeniem średnim, bez opadu i słabym wiatrem) i 313 oraz 301 (z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, z opadem lub bez opadu i wiatrem silnym bądź wiatrem słabym). W grupie pogód umiarkowanie ciepłych, bezprzy-

mrozkowych (7XXX) zdecydowanie dominują pogody klas 314 i 313, czyli pogody z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, opadem i wiatrem silnym z okresami wiatru sztormowego lub wiatrem silnym. Pogody o mniejszym zachmurzeniu w tej grupie pogód w miesiącu kwietniu nie występują.

IV. Sezon obejmuje dwa miesiące - 05 i 06. W maju występuje 6, w czerwcu 5 grup pogodowych. W obu miesiącach nie występują już pogody należące do grupy 8. Pogody grupy 2 (wyjątkowo mroźne, bezodwilżowe) mają w maju udział śladowy (0,6%), w czerwcu nie występują. Trzy dominujące grupy pogód (6, 5 i 4) stanowiące łącznie około 78% sezonu w obu miesiącach wykazują niemal identyczną frekwencję (6 - 38,8 i 36,3%, 5 - 18,4 i 18,0%, 4 - 22,2 i 23,5%). Stopniowy spadek frekwencji pogód grupy 7 w tym sezonie z 13,5% w maju do 3,4% w czerwcu jest rekompensowany wzrostem udziału pogód grupy 3 (bardzo mroźne, bezodwilżowe) z 6,8 do 18,8%.

Dominują pogody typu 6311, 6313, 6314, 5201, 4311, 5301 i 3311, czyli w większości pogody z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, opadem. Pogody wietrzne przeważają w grupie pogód przejściowych, w pozostałych grupach pogód (bezodwilżowych) zdecydowaną przewagę w tym sezonie posiadają pogody z wiatrem słabym.

V. Sezon ten obejmuje również dwa miesiące - 07 i 08. Występowanie grup pogód jest takie samo jak w poprzednim okresie, to znaczy nie występują pogody grupy 8, pogody grupy 2 występują tylko w jednym miesiącu (lipcu), w którym ich udział jest akcesoryczny (2,1%). Podobnie akcesoryczny jest udział pogód grupy 7 (jedynie 2,7 - 2,6% w obu miesiącach). Dominują cztery grupy pogód, których frekwencje są bardzo podobne w obu miesiącach: 6 - 36,4 i 40,1%, 5 - 11,8 i 12,4%, 4 - 18,0 i 19,7% i 3 - 29,0 i 25,2%, co stanowi łącznie ponad 95% czasu trwania tego sezonu. Na uwagę zasługuje duży udział grupy pogód bardzo

mroźnych, bezodwilżowych (ponad 25%), czego nie obserwuje się w żadnym innym sezonie.

Dominującymi w tym sezonie typami pogód są pogody 6314 (przejściowe, przymrozkowo-odwilżowe z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, opadem i wiatrem silnym z okresami wiatru sztormowego), 6214 (jw., lecz z zachmurzeniem średnim), 6311 (jak 6314 lecz z wiatrem słabym), 3311 (bardzo mroźne, bezodwilżowe z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, opadem i wiatrem słabym) 4201 (mroźne, z zachmurzeniem średnim, bez opadu i ze słabym wiatrem). W grupie pogód umiarkowanie mroźnych (5XXX) nie zaznacza się w tym sezonie wyraźniejsza dominanta.

Jedną z cech charakterystycznych tego sezonu jest to, iż jest to jedyny okres, w którym wyraźniej zaznacza się obecność pogód klasy 100 (bezechmurnych lub z zachmurzeniem małym, bez opadu i bez wiatru) oraz pogód klas 200 i 201 (z zachmurzeniem średnim, bez opadu i bez wiatru lub z wiatrem słabym).

VI. Sezon ten obejmuje tylko jeden miesiąc - 09. Występuje w nim 5 grup pogód (7,6,5,4 i 3). Udział pogód należących do grupy 7 jest podobny do poprzedniego okresu (3,7%). Udział pogód grupy 6 nieco wzrasta i osiąga około 48%, natomiast gwałtownie maleje frekwencja pogód grupy 3 (z 25,2 w sierpniu do 10,7% we wrześniu).

Dominują w grupie pogód przejściowych klasy pogód wietrznych (314, 214, 213). Udział pogód ze średnim zachmurzeniem w tej grupie przekracza 42%, co stanowi wyjątek na tle innych sezonów. W grupie pogód 3 dominują pogody ze średnim zachmurzeniem, z opadem i słabym wiatrem (3211) i bez opadu i wiatru (3200). W grupie pogód umiarkowanie ciepłych (7) występują niemal wyłącznie pogody wietrzne (7314, 7214, 7316).

VII. Sezon obejmuje dwa miesiące - 10 i 11. W tym sezonie występuje 6 grup pogód (8,7,6,5,4 i 3). Pogody grupy 8 pojawiają się śladowo w listopadzie (0,6%), pogody grupy 3 po raz ostat-

ni w październiku (1,9%). Obie te grupy nie odgrywają żadnej istotnej roli w kształtowaniu struktury pogody w tym okresie. Dominującą rolę odgrywają pogody należące do grup 6 i 5, stanowiące razem około 75% frekwencji wszystkich pogód występujących w tym sezonie (odpowiednio: 6 - 53,9 i 58,1% oraz 5 - 20,6 i 20,7%). W ciągu tego sezonu następuje stopniowe ustępowanie pogód należących do grup 3 i 4 i zastępowanie ich przez pogody grupy 7.

Dominują zdecydowanie (największy udział w skali roku) pogody typu 6311, na dalszych miejscach plasują się typy 6301, 6313, 6314, 6214, czyli pogody przejściowe, przymrozkowo-odwilżowe, z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, na ogół z opadem i słabym wiatrem lub wiatrem silnym, często z wiatrem silnym z okresami wiatru sztormowego. W grupie pogód umiarkowanie mroźnych, bezodwilżowych (5) występujących w tym sezonie zdecydowanie dominują pogody typu 5301, na dalszych miejscach lokują się pogody typów 5311 i 5313. Udział klas pogód wietrznych jest znaczny, szczególnie w grupie pogód umiarkowanie ciepłych bezodwilżowych (7), gdzie dominuje typ 7314 a znaczniejszą (jak na te typy pogody) frekwencję wykazują typy 7316, 7317, przy sporadycznym pojawianiu się nawet typu 7318 (pogoda umiarkowanie ciepła, bezodwilżowa, z zachmurzeniem dużym lub całkowitym, opadem i wiatrem huraganowym).

VIII. Sezon ten obejmuje jeden miesiąc - 12. Liczba występujących w tym sezonie grup pogód ulega gwałtownej redukcji do 4 (8,7,6 i 5), przy czym pogody grup 5 i 8 stanowią element akcesoryczny (odpowiednio 3,0 i 3,5%), zaś dwie pozostałe grupy pogód stanowią ponad 90% czasu trwania tego sezonu. Dominują pogody należące do grupy 6 (51%). Najczęściej występującymi typami pogody są w tym okresie 6301 i 6311 (zdecydowana dominanta) oraz 7311, 7301, 7201, tworzące asocjacje z typami pogód 6201, 7313, 6203, 7314.

Od następnego sezonu (I.) omawiany sezon różni się "odwróceniem" frekwencji pogód grupy 6 i 7 (spadek frekwencji pogód

grupy 6 do poniżej 40%, wzrost frekwencji pogód grupy 7 do powyżej 50%, zwiększoną wyraźnie frekwencją pogód grupy 8) oraz odmiennością dominujących i subdominujących typów pogody.

DYSKUSJA WYNIKÓW I WNIOSKI

Opracowanie oparte na danych z 12-lecia 1978-1989 daje nieco inne wyniki, niż sygnalizowane wcześniej wstępne informacje o strukturze pogodowej Stacji Arctowskiego w pracy Marsza i Suszczewskiego (1987), opierające się na danych z czterolecia 1978-1981. Zmienność frekwencji poszczególnych typów pogody z miesiąca na miesiąc stała się bardziej płynna. Analiza materiału 12-letniego potwierdza jednak istnienie 8 sezonów pogodowych, choć zmianie uległa hierarchia wyróżnionych sezonów i ich granice. Bardziej wyraźnie i zdecydowanie, niż w materiałach z czterolecia, ujawniła się dominująca w ciągu całego roku rola pogód przejściowych, przymrozkowo-odwilżowych w kształtowaniu ogólnej struktury pogody tego rejonu.

Niewątpliwie stanowi to, wraz ze stałym pojawianiem się w ciągu całego roku pogód grupy 7 (umiarkowanie ciepłe, bezprzymrozkowe) i grupy 5 (umiarkowanie mroźne, bezodwilżowe), osobliwość klimatyczną tego rejonu.

W kształtowaniu struktury pogodowej zasadniczą rolę gra morskie położenie Szetlandów Południowych i związany z tym stały napływ mas powietrza morskiego. Wody otaczających mórz są stosunkowo chłodne, ich temperatura w pełni lata oscyluje między 0 a $+1,5^{\circ}\text{C}$, tylko chwilowo podnosząc się do temperatur nie przekraczających 3°C . Przez długi okres wody bezpośredniego otoczenia Szetlandów Południowych są pokryte mniej lub bardziej zwartą pokrywą lodu morskiego. Występowanie zjawisk lodowych na otaczających akwenach obejmuje miesiące od maja do listopada, to jest trwa średni około 7 miesięcy. (Atlas Okieanov, 1974, 1977, J.A.Heap, 1963). Jednak nawet w czasie największego rozprzestrzenienia pokrywy lodowej (08, 09) skraj lodów przebiega stosunkowo niedaleko od Wyspy Króla Jerzego,

bo zaledwie około 350-380 km dalej na północ. Latem, w podobnych odległościach znajdują się akweny pokryte dość zwartą pokrywą lodową (Morze Weddella, Morze Belligshausena). W takich warunkach, we wszystkich porach roku możliwe są adwekcje zarówno stosunkowo ciepłych mas powietrza polarno-morskiego, których obszarami źródłowymi są głównie akweny położone na północ od strefy konwergencji antarktycznej, jak i stosunkowo chłodnych mas o cechach przejściowych między masami morskimi a kontynentalnymi, tworzącymi się nad obszarami pokrytymi przez lody morskie.

Masy te dochodząc do Szetlandów Południowych intensywnie się transformują. Charakter transformacji, zależny od pory roku i kierunku napływu mas, w ostatecznym rezultacie daje jednak zbliżony efekt wyrażony w pogodzie. Napływowi chłodnych mas z E, SE i S, pierwotnie dość suchych, towarzyszy latem przy przepływie nad wodami intensywna konwekcja, powodująca ich ogrzanie i występowanie dużego zachmurzenia (Sc). Stąd też "letnie" ochłodzenia nie są zbyt głębokie i w efekcie dają pogody klasyfikowane jako 63XX, niekiedy 53XX. Napływające zimą z N i NW cieplejsze masy transformują się nad chłodnymi wodami lub powierzchnią lodu morskiego. W rezultacie następuje ocieplenie, któremu towarzyszy duże zachmurzenie (St) i w efekcie występujące pogody klasyfikowane są również jako 63XX.

Dominujący tu przenos strefowy (SW, W) przynosi masy powietrza morskiego subantarktycznego o temperaturach bliskich 0°C, które w zależności od pory roku i kształtującego się zachmurzenia, może łatwo ulec ochłodzeniu (w wypadku obniżenia zachmurzenia nocą) lub ogrzaniu (w wypadku zmniejszonego zachmurzenia w dzień), dając w efekcie ponownie pogodę przejściową, przymrozkowo-odwilżową. Będą to pogody podgrup 63XX i 62XX.

Tak więc ożywiona działalność cyklonalna, występująca w rejonie Południowych Szetlandów jest odpowiedzialna nie tylko za występowanie tam przez cały rok pogód frontalnych zaliczanych do grupy pogód przejściowych (6XXX), ale również zaliczanych do tej samej grupy pogód wewnątrzmasowych.

Dodatkowo na kształt struktury pogód niewątpliwie posiada modyfikujący wpływ samo otoczenie Stacji Arctowskiego, między innymi osłonięcie Stacji od N przez kopuły lodowe wznoszące się ponad 600 m n.p.m., które podkreśla niektóre efekty cyrkulacyjne (efekt zastoijski, okno fenowe, itp.).

LITERATURA CYTOWANA

- A t l a s Okieanov: Atlanticeskij i Indijskij Okieany, 1977, Ministerstwo Oborony SSSR., Vojenno-Morskoj Flot.
- A t l a s Okieanov: Tikhyj Okiean, 1974, jak wyżej.
- H e a p J.A., 1963. Sea ice distribution in the Antarctic between longitudes 7°W and 92°W. H.D. 542. London.
- M a r s z A., R a k u s a - S u s z c z e w s k i S., 1987. Charakterystyka ekologiczna rejonu Zatoki Admiralicji. I. Klimat i obszary wolne od lodu. [W:] Kosmos, 36(1).
- O l s z e w s k i J.L., 1967. O kompleksowej charakterystyce klimatu. [W:] Przegląd Geograficzny. t. XXXIX, z. 3.
- P e r k a l J., 1958. Matematyka dla rolników. cz. 1. PWN, Warszawa.
- W o ś A., 1968. Zarys klimatu Poznania w pogodach. PTPN. Prace Komisji Geograf.-Geologicznej. t. IX, Nr 1. Poznań.
- W o ś A., 1970. Zarys klimatu Polski Północo-Zachodniej w pogodach. PTPN. Prace Komisji Geograf.-Geologicznej. t. X, z. 3. Poznań.
- W o ś A., 1977a. Zarys struktury sezonowej klimatu Niziny Wielkopolskiej i Pojezierza Pomorskiego. UAM, Ser. Geograf. nr 15. Poznań.
- W o ś A., 1977b. Klimatyczne sezony roku w Kaliszu. [W:] Badania Fizjograf. n. Polską Zach. t. XXX, ser. A, Geografia Fizyczna.