

KLIMATYCZNE SEZONY ROKU W ISFIORDZIE (NW SPITSBERGEN)

Jacek Ferdynus

*Wyższa Szkoła Morska, Gdynia
Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej*

Sformułowanie zagadnienia

Wśród licznych prac dotyczących warunków klimatycznych atlantyckiego rejonu Arktyki brak do tej pory szczegółowych opracowań dotyczących sezonowości klimatycznej, szczególnie w ujęciu klimatologii kompleksowej, traktującej te sezony jako „okresy roku obejmujące niekiedy kilka miesięcy, nie pozostające w ściślejszym związku z porami kalendarzowymi, charakteryzujące się określoną jednorodnością warunków pogodowych” (Woś 1977b).

Klimatologia kompleksowa definiuje klimat jako „wieloletni reżim pogody, rozumiany zarówno jako całokształt warunków pogodowych, jak również ich następstwo (sekwencję)”, (Marsz 1992). Takie podejście pozwala poprzez analizę jednoczesnego występowania konkretnych wartości elementów meteorologicznych, czyli pogodę, określić rzeczywisty stan atmosfery. W literaturze polskiej, opis metod właściwych dla klimatologii kompleksowej, jak i jej podstawy teoretyczne, zostały szeroko omówione w rozprawach Wosia (1969, 1970, 1977a, 1977b, 1994).

Wstępne informacje na temat struktury pogód i sezonowości klimatycznej występującej na obszarze północnego sektora Arktyki zawiera opracowanie Ferdynusa (1994), w której przedstawiona została sezonowość klimatyczna Björnöyi (Wyspy Niedźwiedziej), reprezentującej klimat subpolarny morski. Nie jest jednak jasne, jak przedstawia się sezonowość pogodowa w obszarach położonych na północ od Wyspy Niedźwiedziej, w rejonie, w którym wpływ ciepłego Prądu Spitsbergeńskiego powoli zanika, a który znajduje się w pobliżu średniego letniego zasięgu lodów morskich.

Jako stację reprezentatywną dla północnej części atlantyckiego obszaru Arktyki wybrano Isfiord Radio, która znajduje się na Przylądku Linne, u wejścia do Isfiordu. Fiord ten, o przebiegu SW – NE, wcięty na odległość

około 88 km w masyw górski o wysokościach przekraczających 1000 m n.p.m. (Skolten – 1128 m n.p.m., Urmstonefj – 1106 m n.p.m., Reuterskiöldfjellet – 1029 m n.p.m.), położony jest w zachodniej części Spitsbergenu. O warunkach klimatycznych tego rejonu decyduje przede wszystkim: silne wypromieniowanie i wychłodzenie powierzchni śniegu i lodu podczas nocy polarnej (24.10-18.02) i bardzo duży dopływ promieniowania słonecznego w lecie (Chromow 1961) oraz intensywna działalność cyklonalna (Kożuchowski 1994, Przybylak 1994). Na kształtowanie warunków pogodowych wywierają również wpływ lody morskie. Isfjord wolny jest od lodu jedynie przez cztery kolejne miesiące letnie od VI do IX (Atlas Okeanov 1980), ale zdarzają się okresy kiedy lody pozostają do następnego sezonu (O'Dell 1961).

W celu wydzielenia sezonów klimatycznych określona została struktura pogód (frekwencja typów pogód) w poszczególnych dekadach roku. Oparto się na danych pochodzących z Norweskiego Instytutu Meteorologicznego z dziesięciolecia 1961-1970 (Norsk Meteorologisk Årbok). Zastosowano klasyfikację zaproponowaną przez Marsza (1992) do określenia sezonowości klimatycznej Stacji Arctowskiego. Klasyfikacja ta została już wykorzystana przez autora w opracowaniu dotyczącym charakterystyki klimatycznej Björnöyi (Ferdynus 1994). Tam też znajduje się szczegółowy opis zastosowanej klasyfikacji pogód.

Metoda wyróżnienia klimatycznych sezonów pogodowych

Analiza ilości i frekwencji poszczególnych typów pogody w kolejnych dekadach roku pozwala zauważyć, że są one w mniejszym lub większym stopniu zróżnicowane oraz, że istnieją pewne grupy dekad podobnych do siebie. W celu wyróżnienia grup dekad, charakteryzujących się określoną jednorodnością pogodową (czyli podobnych do siebie), zastosowano jedną z prostszych metod taksonomicznych, cechującą się znacznym stopniem obiektywizmu – tak zwany dendryt wrocławski. Po raz pierwszy metodę tę zastosował Woś (1977b), wydzielając klimatyczne sezony roku w Kaliszu. Metoda ta nie determinuje z góry ani liczby wyróżnionych sezonów, ani też długości ich trwania. Szczegółowy opis tej metody przedstawił Perkal (1958), a uzasadnienie zastosowania w procedurze wydzielania sezonów pogodowych Woś (1977b).

Dendryt jest graficznym obrazem przedstawiającym na płaszczyźnie najmniejsze odległości pomiędzy każdą parą badanych jednostek (dekad). Odległości te obliczono posługując się formułą na obliczenie odległości geometrycznej:

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (y_{ij} - y_{kj})^2},$$

gdzie:

- d_{ik} – odległość geometryczna między dekadami: i oraz k,
- i, k – badane jednostki ($i, k = 1, 2, 3, \dots, 36$),
- j – uwzględniane cechy ($j = 1, 2, 3, \dots, 210$),
- y_{ij} – wartość cechy j dla jednostki i,
- y_{kj} – wartość cechy j dla jednostki k.

Tabela 1 – Table 1

Odległości minimalne pomiędzy dekadami
Minimum distances between decades

Dekady Decades	Odległość Distance	Dekady Decades	Odległość Distance	Dekady Decades	Odległość Distance	Dekady Decades	Odległość Distance
1-3	14.7	35-36	12.9	11-9	14.6	26-25	19.4
3-7	12.3	36-33	14.9	30-31	11.9	25-18	19.6
7-5	12.9	31-32	14.4	31-29	17.0	18-19	16.3
5-8	12.7	32-13	16.0	29-28	17.8	19-34	14.6
7-4	13.6	13-14	16.1	28-27	15.4	24-23	14.6
4-2	12.8	34-30	14.9	27-26	15.7	19-20	12.9
2-6	14.8	30-12	13.3	26-15	17.0	20-21	18.3
7-34	13.6	30-11	12.5	15-16	17.4	21-22	17.1
34-35	16.5	11-10	13.6	16-17	19.2		

Obliczona odległość geometryczna (tab.1) wyraża odległość taksonomiczną, która jest miarą stopnia zróżnicowania badanych jednostek (dekad) z punktu widzenia uwzględnianych cech (frekwencji poszczególnych typów pogody). Mniejsze odległości między jednostkami wskazują na występujące większe względne podobieństwo między nimi lub ich grupami.

Po wykreśleniu dendrytu (ryc. 1), dokonano jego podziału na klasy typologiczne (grupy dekad obejmujące dekady w określonym stopniu jednorodne), wykorzystując odpowiednie wskaźniki statystyczne. Uznano za Wośm (1977b), że „dwa podzbiory zbioru są istotnie różne, jeśli najkrótsza odległość między parą dekad należących do dwóch różnych podzbiorów jest większa niż pewna odległość krytyczna”, którą określił wzorem:

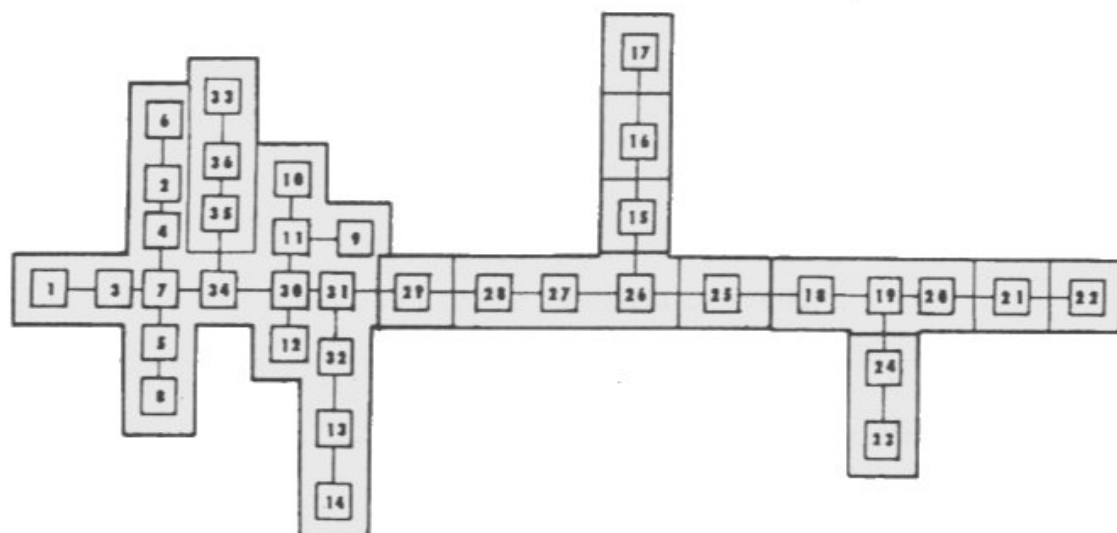
$$D_{ik} = x_{sr} + 2\sigma,$$

gdzie:

D_{ik} – odległość krytyczna pomiędzy dekadą i oraz k ,

$x_{\text{śr.}}$ – średnia arytmetyczna z odległości minimalnych,

σ – odchylenie standardowe z odległości minimalnych.



Ryc. 1. Uporządkowanie dekad metodą dendrytu wrocławskiego

Fig. 1. Arrgement of decades by means of the Wrocław dendrite method

Zastosowanie tej formuły w przypadku Isfiord Radio okazało się mało przydatne, gdyż pozwoliło na wyróżnienie jedynie dwóch okresów w ciągu roku – ciepłego i zimnego. Dlatego też dokonano pewnej jej modyfikacji: zamiast dodawać do wartości średniej z odległości minimalnych dwóch odchyłeń standardowych, dodano tylko jedno i w związku tym wzór przyjmuje następującą postać:

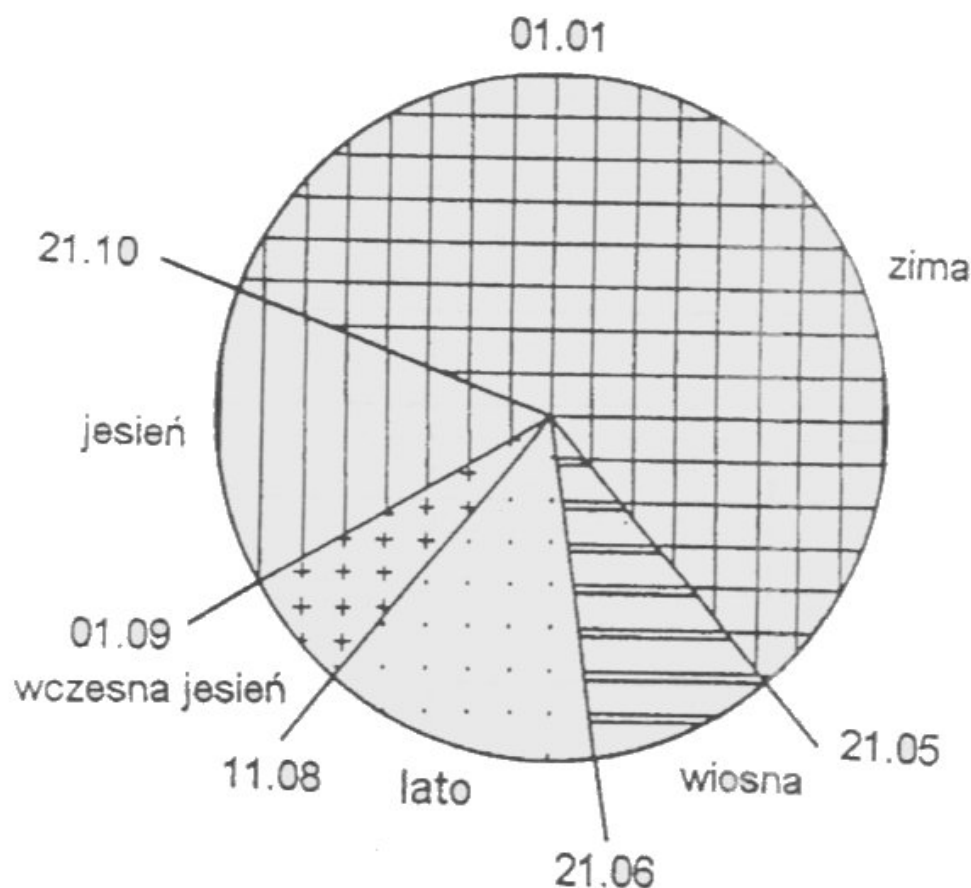
$$D_{ik} = x_{\text{śr.}} + \sigma.$$

W przypadku Isfiord Radio otrzymano $x_{\text{śr.}} = 14.6$ i $\sigma = 2.002$, tak więc odległość krytyczna wynosi 16.602.

Następnie uporządkowano dekady pod względem chronologicznym z jednoczesnym uwzględnieniem ich przynależności do poszczególnych klas typologicznych. Założono również, że liczebność klasy typologicznej nie może być mniejsza od 2.

Zastosowanie opisanej wyżej procedury pozwoliło na wyróżnienie w Isfiordzie pięciu sezonów klimatycznych (ryc. 2), jednorodnych z punktu

widzenia ilości i frekwencji typów pogód. Ponieważ warunki pogodowe rozpatrywano w okresie wieloletnim, to można stwierdzić, że wyróżnione sezony charakteryzują się określoną jednorodnością warunków klimatycznych.



Ryc. 2. Struktura sezonowa klimatu w Isfiordzie

Fig. 2. Seasonal structure of the climate at Isfiord Radio

Charakterystyka sezonów klimatycznych

Najdłuższym okresem obejmującym ponad pół roku jest zima (210 dni), zdecydowanie krótsze jest lato (51 dni) oraz jesień (50 dni). Wiosna trwa 31 dni, zaś wczesna jesień jedynie 21. Najistotniejsze cechy wyróżnionych sezonów zawiera tab. 2.

Tabela 2 – Table 2

Wybrane cechy sezonów klimatycznych
Characteristic features of climate seasons

Sezon - Seasons	I	II	III	IV	V
początek sezonu	21.X.	21.V.	21.VI.	11.VIII.	01.IX.
koniec sezonu	20.V.	20.VI.	10.VIII.	31.VIII.	20.X.
czas trwania - dni	212	31	51	21	50
grupy pogód [max.,..., min.]	3,4,5,2,6,7,1	6,5,7,4	7,8,6,9	7,8,6	6,7,5,4,8,3
grupa dominująca [%]	3 - 42.70	6 - 42.26	7 - 64.12	7 - 70.40	6 - 34.60
grupa subdominująca [%]	4 - 23.75	5 - 28.39	8 - 32.35	8 - 23.33	7 - 27.40
pogody mroźne [%]	90.53	35.16	00.00	00.00	35.00
pogody przejściowe [%]	8.39	42.26	2.35	6.19	34.60
pogody ciepłe [%]	1.09	22.58	97.55	93.81	30.40
liczba klas pogód	34	28	24	22	30
klasa dominująca [%]	313 - 8.58	301 - 22.26	301 - 25.69	313 - 28.10	313 - 13.40
klasa subdominująca [%]	203 - 7.92	313 - 14.19	311 - 25.49	301 - 14.76	301 - 12.80
pogoda X1XX [%]	20.25	8.05	3.35	6.67	5.60
pogoda X2XX [%]	33.81	26.12	22.54	25.71	26.80
pogoda X3XX [%]	45.94	65.83	74.11	67.62	67.60
pogoda XXX0 [%]	2.46	9.03	3.53	3.31	3.60
pogoda XXX1 [%]	28.46	59.36	65.10	60.00	38.00
pogoda XXX2 [%]	18.43	14.50	10.40	13.81	19.20
pogoda XXX3 [%]	33.58	13.22	17.25	17.67	32.00
pogoda XXX4, 5, 6, 7 [%]	17.47	3.89	3.72	5.62	7.20
pogoda XX0X [%]	58.22	54.40	52.95	52.00	52.20
pogoda XX1X [%]	41.78	45.50	47.05	48.00	47.80
liczba typów pogód	124	63	48	40	99
iloraz różnicowy	0.15	0.58	1.75	2.31	0.20
zakres pogód	1101 - 7314	4101 - 7314	6201 - 9303	6101 - 8314	3104 - 8313
typy dominujące [%]	3202 - 4.34	6301 - 10.23	7311 - 18.63	7311 - 24.76	6313 - 5.20
typy subdominujące I [%]	3101 - 4.01	6311 - 8.06	7301 - 17.84	7301 - 10.48	5301 - 4.60
typy subdominujące II [%]	3201 - 3.68	6201 - 7.10	8301 - 6.47	7201 - 9.05	7313 - 4.20

Sezon I (zima). Jest to najdłuższy (od 21.10 do 20.05) i najbardziej zróżnicowany pod względem struktury pogód sezon, gdyż odnotowano w nim występowanie 124 typów pogód, przy czym największą częstością charakteryzują się: 3203 (4.34%), 3101 (4.01%) oraz 3201 (3.68%). Specyfiką tego sezonu jest ponad 90% frekwencja pogód mroźnych, bezodwilżowych (jest to jedyny sezon, w którym występują pogody wyjątkowo mroźne i ekstremalnie mroźne). W grupie pogód mroźnych dominują bardzo mroźne, bezodwilżowe (42.70%). Są to jednocześnie pogody dominujące w całym sezonie. Związane są one przede wszystkim z małym lub umiarkowanym zachmurzeniem. Pogody przejściowe, przymrozkowo-odwilżowe, charakteryzują się zachmurzeniem dużym lub całkowitym i pojawiają się z częstością 8.39% (63 – 7.21%, 62 – 1.04% i 61 – 0.14%), natomiast pogody umiarko-

wanie ciepłe i ciepłe, bezprzymrozkowe stanowią jedynie element akcesoryczny (łącznie 1.09%). Okres zimowy jest jedynym okresem, który charakteryzuje się przewagą pogód bezchmurnych lub z zachmurzeniem małym (20.25%) oraz pogód bez opadu (58.22%), a także pogód ze znacznymi prędkościami wiatru.

Biorąc pod uwagę klasy pogód, możemy mówić o znacznym ich zróżnicowaniu, gdyż zaobserwowano ponad 30 klas. Najwyższą frekwencję wykazują pogody należące do klasy 313 (8.58%) oraz 203 (7.92%).

Sezon II (wiosna). Sezon ten rozpoczyna się 21.05, a kończy 20.06 i jest jednym z krótszych. Dominują tu pogody przejściowe, przymrozkowo-odwilżowe z frekwencją 42.26%, przy czym charakteryzują się one zachmurzeniem dużym lub całkowitym (63 – 28.71%, 62 – 12.26% i 61 – 1.29%). W okresie tym znaczny jest również udział pogód mroźnych, bezodwilżowych, z tym, że nie obserwujemy grup skrajnych, czyli ekstremalnie, wyjątkowo i bardzo mroźnych. Wśród pogód ciepłych, występują jedynie umiarkowanie ciepłe, bezprzymrozkowe – 22.58%. Są to przede wszystkim pogody z zachmurzeniem dużym lub całkowitym i opadem. Specyfiką tego sezonu jest bardzo duży udział, w porównaniu z innymi sezonami, pogód bezwietrznych.

Analizując klasy pogód możemy mówić o pewnej, niewielkiej monotonii ponieważ dwie z nich, to jest 301 i 311, charakteryzują się ponad 35% frekwencją. Potwierdzeniem wyżej wspomnianego faktu, jest także ilość zaobserwowanych typów pogody (63 – o połowę mniej niż w sezonie poprzednim) oraz to, że trzy z nich (6301, 6311 i 6201), stanowią łącznie ponad czwartą część tego sezonu.

Sezon III (lato). Początek tego sezonu przypada na pierwszy dzień astronomicznego lata (21.06), koniec zaś na 10.08. Specyfiką tego sezonu jest przytłaczająca – ponad 97% frekwencja pogód ciepłych, bezprzymrozkowych, wśród których dominują umiarkowanie ciepłe, bezprzymrozkowe (64.12%). Jest to jedyny sezon, w którym – wprawdzie z niewielką frekwencją (1.18%) – notuje się pogody wyjątkowo ciepłe, bezprzymrozkowe. Wyżej wymienione grupy pogód związane są z dużym lub całkowitym zachmurzeniem i opadem, jedynie 1.61% wśród nich to pogody bezchmurne. Również pogody przejściowe, przymrozkowo-odwilżowe charakteryzują się zachmurzeniem całkowitym i opadem.

Zanotowano 24 klasy z dominacją pogód 301 (25.69%) oraz 311 (25.49%). Specyficzną cechą tego sezonu jest występowanie największej frekwencji pogód z zachmurzeniem dużym lub całkowitym (74.11% – najwyższa wartość ze wszystkich sezonów).

Ilość i frekwencja typów pogód wskazuje na dużą monotonię pogodową tego sezonu. Tylko dwa typy pogód – 7311 i 7301 – stanowią łącznie

nie mógł być jednak włączony ani do sezonu III, gdyż brak w nim pogód bardzo ciepłych, ani do sezonu V – ze względu na absencję pogód z grupy mroźnych..

Sezony przejściowe II, IV i V charakteryzują się znacznym udziałem pogód przejściowych, przymrozkowo-odwilżowych. Specyficzną cechą tych sezonów jest przesunięcie czasu ich występowania w stosunku do rozkładu dopływu energii promienistej Słońca. Sezon II jest znacznie opóźniony w stosunku do równonocy wiosennej, zaś sezony IV i V wyraźnie wyprzedzają porę równonocy jesiennej. Zjawisko to należy wiązać z wpływem zmienności zasięgu pokrywy lodowej, z rozkładem temperatury wód powierzchniowych i być może lokalnych zmian cyrkulacji mas wodnych.

Literatura

- Atlas Okeanov. Severnyj Ledovityj Okean, 1980, Ministerstvo Oborony SSSR.
- Chromow S.P.**, 1977, Meteorologia i klimatologia. PWN Warszawa, ss.488.
- O'Dell A.C.**, 1961, Kraje skandynawskie. PWN Warszawa, ss.596.
- Ferdynus J.**, 1994, Sezonowość klimatyczna Björnöyi w świetle rocznej struktury pogód. [w:] Problemy Klimatologii Polarnej 4, WSM Gdynia, s.119-138.
- Koźuchowski K.**, 1994, Współczesne zmiany cyrkulacji atmosferycznej nad Północnym Atlantykiem i Europą. [w:] Problemy Klimatologii Polarnej 4, WSM Gdynia, s.89-98.
- Marsz A.**, 1992, Struktura pogód i roczna sezonowość klimatu Stacji Arctowskiego. [w:] Problemy Klimatologii Polarnej 2, WSM Gdynia, s.30-49.
- Norsk Meteorologisk Årbok, 1961-1970, Det. Norske Meteorologiske Institutt, Oslo.
- Perkal J.**, 1958 i 1967, Matematyka dla rolników, część I i II. PWN Warszawa, ss.254 + 314.
- Przybylak R.**, 1994, Charakterystyka termiczna grup i form cyrkulacji atmosferycznej w atlantyckim regionie Arktyki w okresie 1951-1990. [w:] Problemy Klimatologii Polarnej 4, WSM Gdynia, s.105-118.
- Woś A.**, 1969, Częstość występowania poszczególnych klas pogody na Nizinie Wielkopolskiej. [w:] Bad. Fizjogr. n. Polską Zach. t. 23, seria A, Geografia Fizyczna, s.35-61.
- Woś A.**, 1970, Zarys klimatu Polski Północno-Zachodniej w pogodach. Wyd. PTPN, Prace Kom. Geograf.-Geolog., t.X, z. 3, ss.156.
- Woś A.**, 1977a, Klimatyczne sezony roku w Kaliszu. [w:] Bad. Fizjogr. n. Polską Zach. t. 30, seria A, Geografia Fizyczna, s.93-115

- Woś A., 1977b, Zarys struktury sezonowej klimatu Niziny Wielkopolskiej i Pojezierza Pomorskiego. UAM, Seria Geogr., nr 15, Poznań, ss.90.
- Woś A., 1994, Klimat Niziny Wielkopolskiej. Wyd. Naukowe UAM, Poznań, ss.192.

THE CLIMATIC SEASONS OF THE YEAR AT ISFIORD (NW SPITSBERGEN)

S u m m a r y

Climatic seasons are understood as periods of time comprising sometimes several months characterized by some definite homogeneity of climatic conditions.

Quantity and frequency analysis of types of weathers in Isfiord shows that succeeding decades of year are differentiated in a diversified degree. There also exist of decades of similar features.

The Wroclav dendrite method was applied to distinguish the groups of decades which are characterized by the definite weather homogeneity.

It enabled the classification into 5 climatic seasons according to homogeneity of quantity and frequency of weather types. Each season is characterized by different period of duration and specific weather structure.