

Grzegorz Kaliński  
Uniwersytet Warszawski  
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych  
Zakład Klimatologii  
e-mail: g.kalinski@uw.edu.pl

**CHARAKTERYSTYKA I CZĘSTOŚĆ MAS POWIETRZNYCH  
WEDŁUG KLASYFIKACJI SSC W POZNANIU  
I WARSZAWIE (2000-2014)**

**SSC air masses characteristic and frequency  
in Poznań and Warsaw (2000-2014)**

**Słowa kluczowe:** masa powietrzna, *Spatial Synoptic Classification* (SSC), Warszawa, Poznań

**Key words:** air mass, *Spatial Synoptic Classification* (SSC), Warsaw, Poznan

**WPROWADZENIE**

Częstość mas powietrznych w Polsce najczęściej jest omawiana na podstawie klasyfikacji geograficznej. Według jej założeń podział jest dokonywany na podstawie strefy pochodzenia mas (zwanym obszarem źródłowym), a także podłoża (odmiany morskie i kontynentalne) (Kožuchowski 2012). W szczególowej klasyfikacji wśród mas oceanicznych, rozróżniane są także masy świeże i stare (przetransformowane). Najwcześniejsze prace dotyczące częstości mas powietrznych nad Polską pochodzą z lat 50. i 60. XX wieku (Rafałowski i in. 1955; Bołaszewska, Reutt 1962; Niedźwiedz 1968).

Wyznaczanie geograficznych mas powietrznych na podstawie analizy górnych i dolnych map synoptycznych jest procesem, którego wynik zależy przede wszystkim od wiedzy i doświadczenia osoby dokonującej analizy. Oznacza to, że proces ten jest obciążony dużą dozą subiektywizmu, a efekt końcowy może być odmienny w przypadku interpretacji cech masy przez różne osoby. W związku z tym zaproponowano obiektywną klasyfikację *Spatial Synoptic Classification* (SSC), która jest dokonywana na podstawie zmierzonych elementów meteorologicznych (Davies, Kalkstein 1990). W SSC brane są pod uwagę następujące elementy: temperatura powietrza, różnica między temperaturą powietrza a temperaturą punktu rosy, średnie zachmurzenie, ciśnienie na poziomie morza, amplituda temperatury powietrza i amplituda temperatury punktu rosy. Pod uwagę brane są wartości z godzin 3, 9, 15 i 21 UTC (Sheridan 2002; Bower i in. 2007).

Podstawą wykonania kalendarza SSC dla danego miejsca jest prawidłowe wytypowanie wartości cech fizycznych każdej z mas powietrznych, charakterystycznych dla określonej lokalizacji, w każdej porze roku. Lokalne, charakterystyczne cechy danej masy są określane na podstawie tzw. dni źródłowych. Są one typowane z czterech dwutygodniowych okresów (tzw. okien) w ciągu roku – najcieplejszego, najchłodniejszego i z dwóch okresów przejściowych (Sheridan 2002; Bower i in. 2007). Następnie na podstawie wybranych dni źródłowych, za pomocą wygładzania liniowego, są szacowane oczekiwane zakresy wartości zmiennych meteorologicznych, charakterystyczne dla każdej z mas powietrznych w każdym dniu w ciągu roku. Następnie algorytm dopasowuje, który typ masy powietrznej najbardziej pasuje do charakterystyk zmierzonych na stacji meteorologicznej w danym dniu roku i na tej podstawie przyporządkowuje go do określonej masy (Sheridan 2002; Hondula i in. 2013). Dokładniejszy opis procedury wyznaczania mas SSC znajduje się w publikacji Sheridana (2002).

Na podstawie wymienionych zmierzonych i obliczonych wartości, w klasyfikacji SSC wyróżnia się sześć mas podstawowych: polarną, umiarkowaną i zwrotnikową w odmianach suchych i wilgotnych. Do masy zwrotnikowej zalicza się także masy suchą i wilgotną oznaczaną symbolem „+” lub „++”. W ramach klasyfikacji SSC są wyznaczane również sytuacje przejściowe, a także dni z nieokreśloną masą powietrzną, a więc z takimi warunkami meteorologicznymi,

których nie dało przypisać się do żadnej masy powietrznej (Sheridan 2002; Urban, Kysely 2015). Ponieważ nazewnictwo mas powietrznych SSC w języku polskim nie zostało usystematyzowane, autor proponuje następujące nazwy:

- polarna sucha (*dry polar*, DP),
- umiarkowana sucha (*dry moderate*, DM),
- zwrotnikowa sucha (*dry tropical*, DT),
- polarna wilgotna (*moist polar*, MP),
- umiarkowana wilgotna (*moist moderate*, MM),
- zwrotnikowa wilgotna (*moist tropical*, MT),
- sucha o cechach wybitnie zwrotnikowych (*dry tropical +*, DT+),
- wilgotna o cechach wybitnie zwrotnikowych (*moist tropical +*, MT+),
- wilgotna o cechach ekstremalnie zwrotnikowych (*moist tropical ++*, MT++),
- przejściowa (*transitional*, Tr).

Dotychczas kalendarze SSC powstały tylko dla trzech polskich miast – Białegostoku, Warszawy i Poznania. Każdy z dostępnych kalendarzy charakteryzuje się różnym zakresem czasowym (Białystok 1974-2005 i 2012-2016; Poznań 1973-2016; Warszawa 2000-2016) i różną kompletnością serii, co znacząco utrudnia ich porównanie i wykorzystanie.

Ze względu na małą popularność SSC w Polsce brakuje opracowań dotyczących charakterystyki i częstości mas powietrza w tej części Europy. Jest to pierwsze w Polsce opracowanie podejmujące to zagadnienie, a jego celem jest scharakteryzowanie mas powietrznych nad Polską w ujęciu SSC, porównanie i próba wyjaśnienia różnic w częstości tych mas w Warszawie i Poznaniu w 15-leciu 2000-2014. Ze względu na niekompletność serii z Białegostoku została ona odrzucona.

## MATERIAŁ ŹRÓDŁOWY I METODY BADAWCZE

Podstawę opracowania stanowił kalendarz mas powietrznych SSC (Kalkstein i in. 1996) w modyfikacji Sheridana (2002), rozszerzony na Europę Zachodnią przez D. Bowera i in. (2007), dostępny na stronie [www.sheridan.geog.kent.edu/ssc.html](http://www.sheridan.geog.kent.edu/ssc.html).

Ze względu na stosunkowo krótki zakres czasowy danych z Warszawy, w porównaniu do danych z dwóch pozostałych miast i dużą kompletność serii (tylko

2% dni z nierozpoznaną masą powietrzną), zdecydowano przyjąć do dalszej analizy serię o najdłuższym wspólnym okresie, czyli 15-lecie 2000-2014.

Dane meteorologiczne wykorzystane do opracowania kalendarzy SSC pochodzą ze stacji Poznań-Ławica i Warszawa-Okęcie. Na podstawie kalendarzy SSC obliczono częstość poszczególnych mas powietrznych nad Poznaniem i Warszawą.

### **CECHY FIZYCZNE MAS POWIETRZNYCH W POZNANIU (1973-2016) I WARSZAWIE (1999-2016)**

Do scharakteryzowania cech fizycznych mas powietrznych w Poznaniu i w Warszawie wykorzystano informacje z maksymalnie długiego dostępnego okresu, które zostały zamieszczone na stronie [www.sheridan.geog.kent.edu/ssc.html](http://www.sheridan.geog.kent.edu/ssc.html). W przypadku Poznania były to lata 1973-2016, a Warszawy 1999-2016. Należy pamiętać, że dostępność danych obejmujących różne zakresy czasowe umożliwiła scharakteryzowanie mas w obu miastach, ale na podstawie analizy porównawczej nie powinno się wyciągać daleko idących wniosków.

W Poznaniu i Warszawie najczęściej występowała umiarkowana masa wilgotna (odpowiednio 36 i 32%), jednak w Warszawie miała ona nieco wyższą temperaturę powietrza i temperaturę punktu rosy niż w Poznaniu (tab. 1.). Średnie zachmurzenie w ciągu dni z tą masą było duże.

Częstość masy umiarkowanej w odmianie suchej w obu miastach podobna – w Poznaniu wyniosła 19%, a w Warszawie 18%. Temperatura powietrza i temperatura punktu rosy w Warszawie były nieco wyższe niż w Poznaniu, jednak pozostałe elementy meteorologiczne w obu miastach miały podobne wartości. Zachmurzenie było umiarkowane. Powietrze umiarkowane suche w porównaniu do wilgotnego było cieplejsze o 1°C i suchsze. Charakteryzowało się także wyższym ciśnieniem atmosferycznym i mniejszym zachmurzeniem.

Masa polarna wilgotna występowała w Poznaniu (12%) prawie o dwa punkty procentowe rzadziej niż w Warszawie (13%). Podczas dni z tą masą temperatura powietrza i temperatura punktu rosy w Poznaniu były niższe, a ciśnienie atmosferyczne o 2 hPa wyższe niż w Warszawie.

Odmiana sucha masy polarnej występowała rzadziej od wilgotnej zarówno w Poznaniu (8%), jak i w Warszawie (10%). Była ona także najchłodniejsza

i najsuchsza ze wszystkich mas, a w dniach jej występowania panowało największe ciśnienie atmosferyczne. Zachmurzenie było umiarkowane.

**Tabela 1.** Wartości elementów meteorologicznych w poszczególnych masach powietrza w Poznaniu (P, 1973-2016) i Warszawie (W, 1999-2016)

**Table 1.** Values of meteorological elements in air masses in Poznań (P, 1973-2016) and Warsaw (W, 1999-2016)

Masa powietrzna / Air mass	Miasto / City	Temperatura powietrza / Air temperature (°C)	Temperatura punktu rosy / Dew point temperature (°C)	Ciśnienie n.p.m. / Pressure AMSL (hPa)	Zachmurzenie / Overcast (%)	Prędkość wiatru / wind speed (m·s <sup>-1</sup> )
MM	P	9,0	6,2	1011,9	8,5	3,5
	W	9,4	6,8	1013,4	8,3	3,6
DM	P	9,9	3,7	1017,8	5,6	3,3
	W	10,5	4,1	1018,0	5,2	3,3
MP	P	3,8	1,2	1016,0	8,3	3,7
	W	4,3	2,2	1014,0	8,6	3,8
DP	P	3,7	-1,8	1021,0	4,9	3,3
	W	3,8	-1,7	1022,4	4,8	3,4
MT	P	13,8	8,5	1009,4	8,2	4,0
	W	14,1	9,4	1010,7	7,7	4,0
DT	P	17,1	7,1	1015,6	4,8	3,2
	W	15,6	6,4	1015,7	4,4	3,5
MT+	P	16,6	11,3	1011,1	8,1	4,1
	W	19,1	12,6	1011,7	7,5	3,7
Tr	P	8,5	4,0	1011,8	7,4	4,5
	W	8,3	3,8	1013,3	7,2	4,3

Źródło (source): [www.sheridan.geog.kent.edu/ssc.html](http://www.sheridan.geog.kent.edu/ssc.html).

Masa zwrotnikowa wilgotna częściej występowała w Poznaniu (11%) niż w Warszawie (9%). Ponadto w dniach z tą masą temperatura powietrza i temperatura punktu rosy w Poznaniu były niższe niż w Warszawie. Ze wszystkich odmian mas zwrotnikowych odmiana wilgotna była najchłodniejsza, miała najniższe ciśnienie atmosferyczne i największe zachmurzenie.

Częstość masy zwrotnikowej suchej w obu miastach wyniosła 6%, przy czym temperatura powietrza w Poznaniu była o 1,5°C wyższa niż w Warszawie. Cechą charakterystyczną tej masy było najmniejsze zachmurzenie.

Powietrze wilgotne o cechach wybitnie zwrotnikowych w Poznaniu i w Warszawie występowało rzadko (odpowiednio 3 i 2%). Temperatura powietrza w Poznaniu była aż o 2,5°C niższa niż w Warszawie. Wyróżnikiem tej masy na tle pozostałych była przede wszystkim wysoka średnia dobowa temperatura powietrza, wynosząca 16,6°C w Poznaniu i 19,1°C w Warszawie.

Sytuacje przejściowe w Poznaniu (8%) zdarzały się rzadziej niż w Warszawie (11%), jednak w obu miastach elementy meteorologiczne miały podobne wartości. Dni z sytuacjami przejściowymi były nieco chłodniejsze w porównaniu do dni z masą umiarkowaną, ale zdecydowanie cieplejsze niż dni z masą polarną. Zachmurzenie było duże. Cechą charakterystyczną takich sytuacji była nieco większa niż zwykle prędkość wiatru.

#### **CZĘSTOŚĆ MAS POWIETRZNYCH W POZNANIU I WARSZAWIE (2000-2014)**

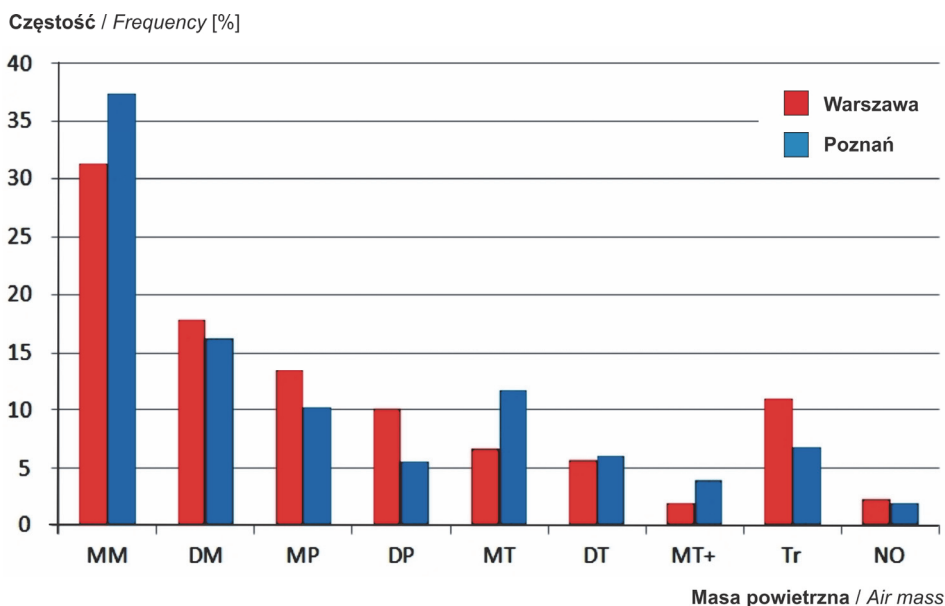
W latach 2000-2014 w obu miastach najczęstsza była masa umiarkowana (MM i DM), a jej częstość wyniosła 54% w Poznaniu i 49% w Warszawie. Masa polarna (MP i DP) rzadziej występowała w Poznaniu (16%) niż w Warszawie (23%), podobnie jak sytuacje przejściowe, które w Poznaniu wynosiły 7%, a w Warszawie 11%. Częstość powietrza zwrotnikowego (DT, MT i MT+) w Poznaniu (22%) była o 8 punktów procentowych większa niż w Warszawie (14%). W obu miastach dni, dla których nie udało się określić masy powietrznej, stanowiły 2% (rys. 1).

W obu miastach najczęstsza była masa umiarkowana wilgotna, która w Poznaniu (37%; rys. 2) występowała o 6 punktów procentowych częściej niż w Warszawie (31%; rys. 3). W obu miastach najczęściej występowała w półroczu chłodnym, od października do lutego, natomiast najrzadziej w okresie wiosennym – w kwietniu, maju i czerwcu.

Umiarkowana sucha masa powietrzna występowała nieco rzadziej w Poznaniu (16%) niż w Warszawie (18%). W obu miastach maksimum jej częstości wystąpiło w kwietniu, a minimum w Warszawie w listopadzie, a w Poznaniu

w styczniu. Dość duże częstości wystąpiły w marcu, kwietniu i wrześniu, małe zaś w okresie od listopada do lutego.

Polarna wilgotna masa rzadziej występowała w Poznaniu (10%) niż w Warszawie (13%), przy czym w obu miastach wykazała się silną sezonowością. W Poznaniu 51%, a w Warszawie 46% dni z tą masą wystąpiło zimą. W Poznaniu okres z największą częstością masy polarnej wilgotnej zaczynał się w grudniu, a kończył w marcu, a w Warszawie rozpoczynał się już w październiku, a kończył w lutym. Najmniejsza częstość w Poznaniu wystąpiła od lipca do września, w Warszawie zaś od kwietnia do sierpnia.



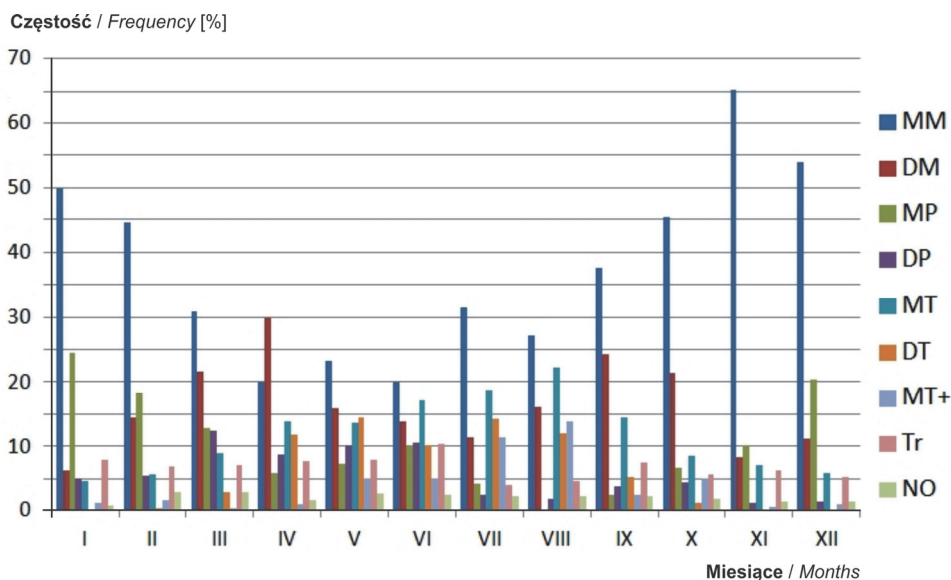
**Rys. 1.** Częstość mas powietrznych w Warszawie i Poznaniu w latach 2000-2014

**Fig. 2.** Air masses frequency in Warsaw and Poznań (2000-2014)

MM – umiarkowana wilgotna / *moist moderate*; DM – umiarkowana sucha / *dry moderate*; MP – polarna wilgotna / *moist polar*; DP – polarna sucha / *dry polar*; MT – zwrotnikowa wilgotna / *moist tropical*; DT – zwrotnikowa sucha / *dry tropical*; MT+ - wilgotna o cechach wybitnie zwrotnikowych / *moist tropical plus*; Tr – przejściowa / *transitional*; NO – nieokreślona / *unspecified*

Źródło: opracowanie własne.  
Source: author's own elaboration.

Powietrze polarne suche rzadziej występowało w Poznaniu (6%) niż w Warszawie (10%), jednak jego przebieg roczny był odmienny od przebiegu rocznego masy w odmianie wilgotnej. W Poznaniu przebieg częstości był sezonowy, z wyraźnie zaznaczonym maksimum w miesiącach wiosennych i w czerwcu oraz wyraźnie mniejszą częstością w lipcu, sierpniu, listopadzie i grudniu. W Warszawie przebieg częstości w roku był bardziej wyrównany. Największa częstość wystąpiła w czerwcu, a nieco mniejsza w okresie od stycznia do marca i w październiku. Najmniejsza częstość, podobnie jak w Poznaniu, wystąpiła w listopadzie i grudniu, jednak w odróżnieniu od Poznania, dość niskie wartości wystąpiły także w kwietniu i sierpniu.



**Rys. 2.** Częstość (%) mas powietrznych w Poznaniu (2000-2014)

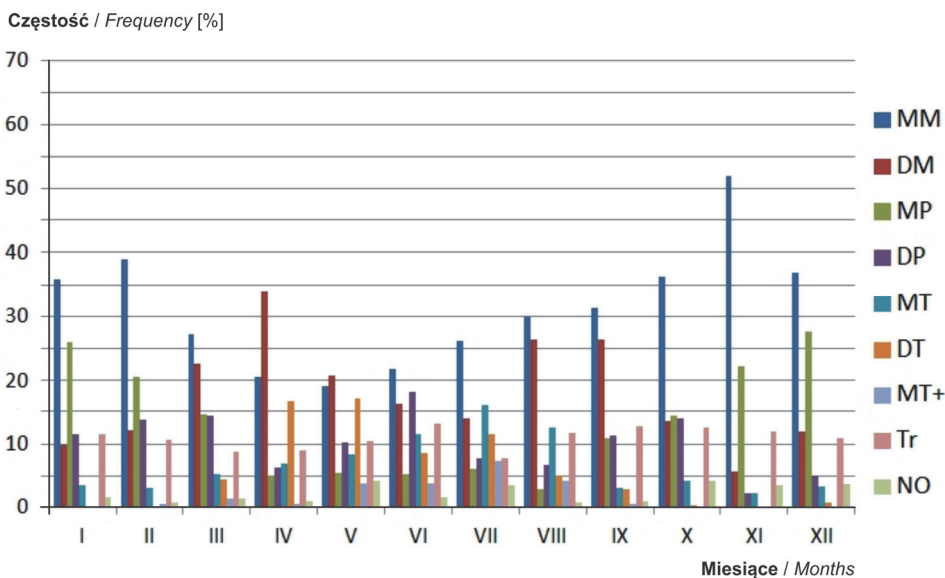
**Fig. 2.** Air masses frequency (%) in Poznań (2000-2014)

Źródło: opracowanie własne.  
Source: author's own elaboration.

Zwrotnikowa wilgotna masa powietrzna w Poznaniu (12%) występowała prawie dwukrotnie częściej niż w Warszawie (7%), z czego latem w Poznaniu było 41% dni z taką masą, a w Warszawie 50%. Sezonowość częstości zwrotni-



kowej masy powietrznej w Poznaniu miała łagodniejszy charakter niż w Warszawie. W Poznaniu, począwszy od miesięcy zimowych, częstość miarowo rosła aż do osiągnięcia maksimum w sierpniu (16%), a w kolejnych miesiącach stopniowo zmniejszała się. W Warszawie częstość miała gwałtowniejszy przebieg niż w Poznaniu. Najniższe częstości wystąpiły jesienią i zimą, w okresie od marca do sierpnia częstość systematycznie rosła, osiągając maksimum w sierpniu (20%), a na jesieni gwałtownie się zmniejszała.



**Rys. 3.** Częstość (%) mas powietrznych w Warszawie (2000-2014)

**Fig. 3.** Air masses frequency (%) in Warsaw (2000-2014)

Źródło: opracowanie własne.  
Source: author's own elaboration.

Dni z powietrzem zwrotnikowym w odmianie suchej występowały rzadziej niż w odmianie wilgotnej – w obu miastach było 6% takich dni. Sucha masa w Poznaniu występowała najczęściej latem (51%), a w Warszawie wiosną (56%). Najmniejsza częstość w obu miastach wystąpiła w miesiącach jesiennych i zimowych. W Poznaniu od listopada do stycznia, a w Warszawie w lutym nie było ani jednego dnia z tą masą. W Poznaniu wystąpiły dwa maksima częstości

powietrza zwrotnikowego suchego – w maju i lipcu (po 20%), a w Warszawie tylko jedno w maju (25%). Jednakże Warszawie dość duża częstość była także w czerwcu (24%) i lipcu (17%).

Powietrze wilgotne o cechach wybitnie zwrotnikowych było najrzadziej występującą masą spośród wszystkich, przy czym w Poznaniu występowało dwa razy częściej (4%) niż w Warszawie (2%). W obu miastach sezonowość częstości powietrza zwrotnikowego wilgotnego miała bardzo podobny przebieg. Najmniejsze częstości w Poznaniu były w okresie od listopada do kwietnia, a największe od maja do lipca i w październiku, z maksimum w lipcu (29%). W Warszawie masa najczęściej występowała od maja do sierpnia, z maksimum w sierpniu (33%), a najrzadziej od września do kwietnia, przy czym w listopadzie i grudniu nie było ani jednego dnia z tą masą.

Sytuacje przejściowe rzadziej zdarzały się w Poznaniu (7%) niż w Warszawie (11%). Przebieg częstości w ciągu roku w Warszawie był bardziej wyrównany niż w Poznaniu. Sytuacje przejściowe w Warszawie najczęściej zdarzały się w chłodnym półroczu i czerwcu, natomiast w Poznaniu – w styczniu, maju i czerwcu. W obu miastach sytuacje przejściowe najrzadziej występowały w lipcu. Dość mało takich dni było w Poznaniu także w sierpniu i grudniu, a w Warszawie – w marcu i kwietniu.

W Poznaniu i Warszawie było 2% dni z masą nieokreśloną. W Poznaniu dość często występowały w lutym, marcu, maju i czerwcu, natomiast w Warszawie w maju, lipcu i od października do grudnia. W Poznaniu najrzadziej występowały w styczniu, w Warszawie zaś – w lutym, kwietniu, sierpniu i wrześniu.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W SSC, na podstawie zmierzonych i obliczonych wartości wybranych elementów meteorologicznych, wyróżnia się sześć podstawowych mas powietrznych: polarną, umiarkowaną i zwrotnikową w odmianach suchej i wilgotnej, a także trzy dodatkowe rodzaje masy zwrotnikowej. Wyróżniane są także sytuacje przejściowe i nieokreślone.

Kalendarze SSC obecnie w Polsce są dostępne tylko dla Białegostoku, Warszawy i Poznania. Długość i kompletność kalendarzy dla każdego miasta jest

różna, co uniemożliwia dokładne scharakteryzowanie właściwości fizycznych mas i porównanie ich częstości.

W obu miastach najniższą średnią temperaturę ze wszystkich mas miała masa polarna. Jej sucha odmiana była chłodniejsza od wilgotnej i cechowała się największą wartością ciśnienia atmosferycznego ze wszystkich mas. Masa umiarkowana charakteryzowała się wyższą temperaturą powietrza, niższą wartością ciśnienia atmosferycznego i podobnym zachmurzeniem do masy polarnej. Wśród mas zwrotnikowych najcieplejsza w Warszawie była wilgotna masa o cechach wybitnie zwrotnikowych, natomiast w Poznaniu masa zwrotnikowa sucha. Wilgotne odmiany różniły się od suchych niższymi wartościami ciśnienia atmosferycznego, większym zachmurzeniem i nieco większą prędkością wiatru. Wyróżnikiem sytuacji przejściowych była nieco niższa średnia temperatura powietrza w porównaniu do powietrza umiarkowanego i największa średnia prędkość wiatru.

Masy suche, w porównaniu do wilgotnych, charakteryzowały się przeważnie wyższą temperaturą powietrza (prócz masy polarnej) i wartością ciśnienia atmosferycznego oraz mniejszym zachmurzeniem i prędkością wiatru.

Biorąc pod uwagę elementy meteorologiczne charakterystyczne dla masy polarnej (*polar* w SSC), można uznać, że jest ona odpowiednikiem masy arktycznej w klasyfikacji geograficznej, natomiast masa umiarkowana (*moderate*) odpowiada masie polarnej.

Interesujące jest porównanie temperatury powietrza w masach w obu miastach. Prawie we wszystkich typach mas powietrznych (za wyjątkiem masy zwrotnikowej suchej i sytuacji przejściowych) temperatura powietrza w Warszawie była wyższa niż w Poznaniu. Analizy danych z okresu 1981-2010 wskazują natomiast na wyższą roczną temperaturę powietrza w Poznaniu (8,9°C) niż w Warszawie (8,5°C) ([www.pogodynka.pl/polska/daneklimatyczne](http://www.pogodynka.pl/polska/daneklimatyczne)). Rozbieżności te są mylące, a wynikają z rozpatrywania dwóch różnych okresów – 1973-2016 (Poznań) i 1999-2016 (Warszawa). Średnia temperatura powietrza w Warszawie była zawyżona w stosunku do Poznania, gdyż dane z serii warszawskiej nie obejmowały okresu znacznego ochłodzenia, które wystąpiło w Polsce w latach 70. XX. w. (Kossowska-Cezak, Twardosz 2017).

Udział poszczególnych mas w ciągu roku był mniej zróżnicowany w podziale SSC niż w podziale geograficznym. W latach 2000-2014 w Poznaniu i Warszawie najczęstsza była masa umiarkowana (odpowiednio 54% i 49%),

jednak miała ona zdecydowanie mniejszą częstość niż jej odpowiednik w klasyfikacji geograficznej – masa polarna (80% w Poznaniu i 77% w Warszawie, średnie z okresu 1971-1995) (Więclaw 2004). Dodatkowo sezonowość występowania odmian masy umiarkowanej (SSC) i jej odpowiedników była różna. Dla przykładu, masa umiarkowana wilgotna w obu miastach najczęściej występowała w chłodnym półroczu, podczas gdy odpowiadająca jej masa polarna morska nad Polskę najczęściej napływała od połowy czerwca do połowy września (Więclaw 2004). Druga najczęściej występująca w Warszawie (23%) i trzecia w Poznaniu (16%) masa polarna (SSC) miała bardziej zróżnicowany udział roczny w porównaniu do masy arktycznej w klasyfikacji geograficznej, której częstość w obu miastach w latach 1971-1995 wynosiła ok. 18% (Więclaw 2004). Jak podaje M. Więclaw (2004), największe częstości powietrza arktycznego nad Polską występowały od końca marca do połowy maja (w tym okresie wystąpiła największa częstość masy polarnej suchej w Poznaniu) oraz od końca października do końca drugiej dekady grudnia (w tym okresie był wyraźny wzrost częstości masy polarnej wilgotnej w Warszawie). Najmniejsze częstości powietrza arktycznego w Polsce latem były związane z intensywną cyrkulacją zachodnią i przesunięciem stałego frontu arktycznego na północ, co miało swoje odzwierciedlenie w zmniejszonej częstości powietrza polarnej (SSC) w obu miastach w lipcu i sierpniu. Częstość masy zwrotnikowej (SSC) w obu miastach była różna i niezgodna z częstością masy zwrotnikowej w klasyfikacji geograficznej, której średni roczny udział wyniósł ok. 3% dla Warszawy i 2% dla Poznania. Zgodny natomiast był przebieg roczny częstości z największymi częstościami w lipcu (Warszawa) i sierpniu (Poznań) oraz najmniejszymi w chłodnym półroczu.

Przebieg częstości mas powietrznych SSC w niektórych przypadkach znacząco różnił się od przebiegu częstości analogicznych mas w klasyfikacji geograficznej. Takie wyniki wskazują na potrzebę przeprowadzenia dokładniejszej analizy porównawczej mas wyznaczonych obiema metodami. Nakazują także zachowanie szczególnej ostrożności przy interpretowaniu wyników badań z wykorzystaniem SSC, zwłaszcza w odniesieniu do geograficznej klasyfikacji mas powietrznych. Ponadto różnice w częstości i przebiegu mas w obu klasyfikacjach mogą wskazywać na potrzebę dostosowania SSC do polskich warunków klimatycznych, ze szczególnym uwzględnieniem lokalnych cech klimatu, a co za tym idzie – potrzebę ponownego przygotowania kalendarzy dla polskich miast. Z drugiej strony

odmienne wyniki otrzymane dwiema różnymi metodami bynajmniej nie oznaczają, że klasyfikacja SSC jest zła. Wręcz przeciwnie – holistyczne ujęcie warunków meteorologicznych oparte na rzeczywistych wartościach elementów meteorologicznych, uwzględniające oprócz temperatury powietrza m.in. wilgotność powietrza, ciśnienie i prędkość wiatru, w konkretnych zastosowaniach może okazać się o wiele lepszym, bo bardziej kompleksowym i syntetycznym rozwiązaniem niż geograficzna klasyfikacja mas powietrznych, której założenia opierają się tylko (ale i aż) na obszarze pochodzenia masy powietrznej. SSC może być szczególnie przydatne w biometeorologii. Dotychczas klasyfikacja ta znalazła zastosowanie w badaniach dotyczących między innymi zachorowalności i umieralności na choroby układu sercowo-naczyniowego podczas upałów (Urban, Kysely 2015), wpływu zanieczyszczeń powietrza na zachorowalność na astmę (Cakmak i in. 2014) i umieralność (Sheridan, Kalkstein 2004; Rainham i in. 2005), wpływu zanieczyszczenia powietrza ozonem na zachorowalność (Hanna i in. 2011) i na śmiertelność z powodu chorób sercowo-naczyniowych (Cakmak i in. 2016), w badaniach śmiertelności spowodowanej wirusem grypy i zapaleniem płuc (Davis i in. 2012), a także w innych badaniach epidemiologicznych (Goldberg 2007).

## Literatura

- Bołaszewska J., Reutt F., 1962, Częstość występowania poszczególnych mas powietrza w Polsce w okresie 10-ciu lat 1946-1956, *Prace PIHM*, 66, 16-32.
- Bower D., McGregor G.R., Hannah D.M., Sheridan S.C., 2007, Development of a spatial synoptic scheme for western Europe, *International Journal of Climatology*, 27, 2017-2040.
- Cakmak S., Hebbert C., Vanos J.K., 2014, Risk assessment for cardiovascular and respiratory mortality due to air pollution and synoptic meteorology in 10 Canadian cities, *Environmental Pollution*, 185, 322-332.
- Cakmak S., Hebbert C., Vanos J., Crouse D.L., Burnett R., 2016, Ozone exposure and cardiovascular-related mortality in the Canadian Census Health and Environment Cohort (CANHEC) by spatial synoptic classification zone, *Environmental Pollution*, 214, 589-599.
- Davies R.E., Kalkstein L.S., 1990, Development of an automated spatial synoptic climatological classification, *International Journal of Climatology*, 10, 8, 769-794.
- Davis R.E., Rossier C.E., Enfield K.B., 2012, The impact of weather on influenza and pneumonia mortality in New York City, 1975-2002: a retrospective study, *PLoS One*, 7 (3).

- Goldberg M.S., 2007, On the interpretation of epidemiological studies of ambient air pollution, *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 17 (S2).
- Hanna A.F., Yeatts K.B., Xiu A., Zhu Z., Smith R.L., Davis N.N., Pinto J.P., 2011, Associations between ozone and morbidity using the Spatial Synoptic Classification system, *Environmental Health*, 10 (1).
- Hondula D.M., Vanos J.K., Gosling S.N., 2013, The SSC: a decade of climate-health research and future directions, *International Journal of Biometeorology*, 109-120.
- Kalkstein L.S., David Barthel C., Greene J.S., Nichols M.C., 1996, A New Spatial Synoptic Classification: Application to Air Mass Analysis, *International Journal of Climatology*, 16, 983-1004.
- Kossowska-Cezak U., Twardosz R., 2017, *Anomalie termiczne w Europie (1951-2010)*, IGiGP UJ, Kraków.
- Kożuchowski K., 2012, *Meteorologia i klimatologia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Niedźwiedz T., 1968, Częstość występowania układów barycznych, mas powietrza i frontów atmosferycznych nad polskimi Karpatami Zachodnimi, *Przegląd Geograficzny*, 40 (2), 473-478.
- Rafałowski S., Bołaszewska J., Reutt F., 1955, Częstość występowania poszczególnych mas powietrza w Polsce, *Wiadomości Służby Hydrologiczno-meteorologicznej*, 3(5), 3-23.
- Rainham D.G., Smoyer-Tomic K.E., Sheridan S.C., Burnett R.T., 2005, Synoptic weather patterns and modification of the association between air pollution and human mortality, *International Journal of Environmental Health Research*, 15 (5), 347-360.
- Sheridan S.C., 2002, The redevelopment of a weather-type classification scheme for North America, *International Journal of Climatology*, 22, 51-68.
- Sheridan S.C., Kalkstein L.S., 2004, Progress in heat watch-warning system technology, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 85 (12), 1931-1941.
- Urban A., Kysely J., 2015, Application of spatial synoptic classification in evaluating links between heat stress and cardiovascular mortality and morbidity in Prague, Czech Republic, *International Journal of Biometeorology*.
- Więclaw M., 2004, *Masy powietrza nad Polską i ich wpływ na typy pogody*, Wyd. Akademii Bydgoskiej im. Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz.

### **Źródło internetowe:**

[www.pogodynka.pl/polska/daneklimatyczne/](http://www.pogodynka.pl/polska/daneklimatyczne/), data dostępu: 13.09.2017.

[www.sheridan.geog.kent.edu/ssc.html](http://www.sheridan.geog.kent.edu/ssc.html), data dostępu: 13.09.2017.

### **Summary**

The paper concerns the characteristics and frequency of air masses in Poznan and Warsaw in period of 2000-2014 (fig. 1). Air masses were specified on the basis of measured values of selected meteorological variables in accordance with Spatial Synoptic Classification (SSC). Polar mass was the coldest and tropical mass was the warmest. Temperature of moderate mass was slightly higher than in the transitional days. The dry type masses were warmer and had higher atmospheric pressure (except polar mass), but lower cloudiness and wind speed than moist type masses. The most common air mass in Warsaw and Poznań was MM (31% and 37%, respectively) and less frequently DM (approximately 18% and 16%). The percentage of MP air mass was about 13% in Warsaw and 10% in Poznan (in the SSC the polar mass corresponds to the arctic mass in the geographical air masses classification and the moderate air mass corresponds to the polar mass). In case of DP it was 10 and 6%, respectively. MT air mass was almost twice as common in Poznan (12%) than in Warsaw (7%), but contribution of DT air mass in both cities was on the similar level (6%). MT+ air mass was almost twice as common in Poznan (4%) than in Warsaw (2%). Transitional situations were more frequent in Warsaw (11%) than in Poznan (7%). In about 2% of cases in both cities the mass of air has not been determined.