

TYPY CYRKULACJI ATMOSFERY A RODZAJE CHMUR W POZNANIU

KATARZYNA SZYGA-PLUTA

ZARYS TREŚCI

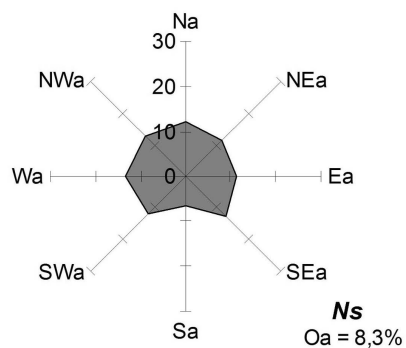
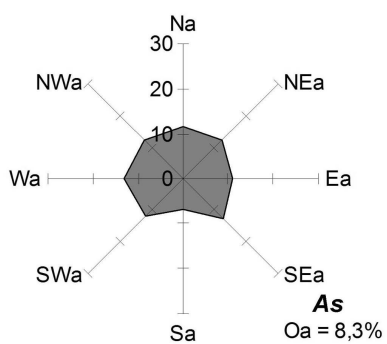
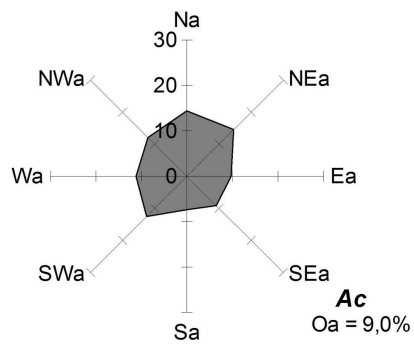
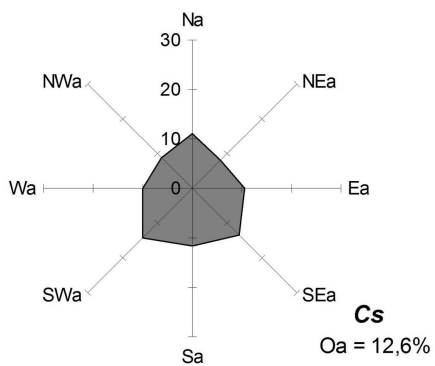
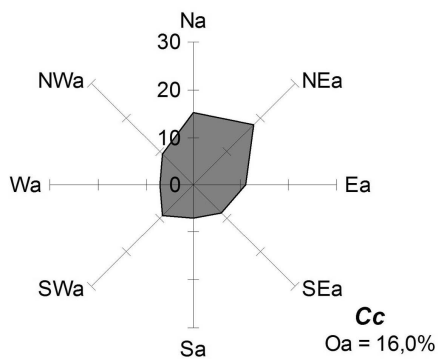
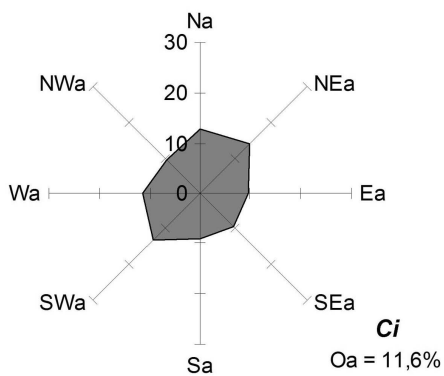
W opracowaniu przeprowadzono analizę częstości występowania poszczególnych rodzajów chmur w Poznaniu na tle typów cyrkulacji atmosfery. Do analizy wykorzystano liczbową klasyfikację typów cyrkulacji Lityńskiego. Tworzenie się rodzajów chmur zachodzi w zależności od cyrkulacji atmosfery oraz kierunku napływu mas powietrza. Wyraźnie zaznacza się to w przypadku chmur wysokich pojawiających się najczęściej podczas antycyklonalnych typów cyrkulacji. Cyrkulacja cyklonalna natomiast sprzyja powstawaniu chmur *Altostratus* i *Nimbostratus* oraz chmur kłębiastych *Cumulonimbus*. Częstość występowania chmur *Alto cumululus*, *Stratocumululus* i *Cumululus* podczas poszczególnych typów cyrkulacji nie wykazuje większego zróżnicowania, co wskazuje na wpływ warunków lokalnych.

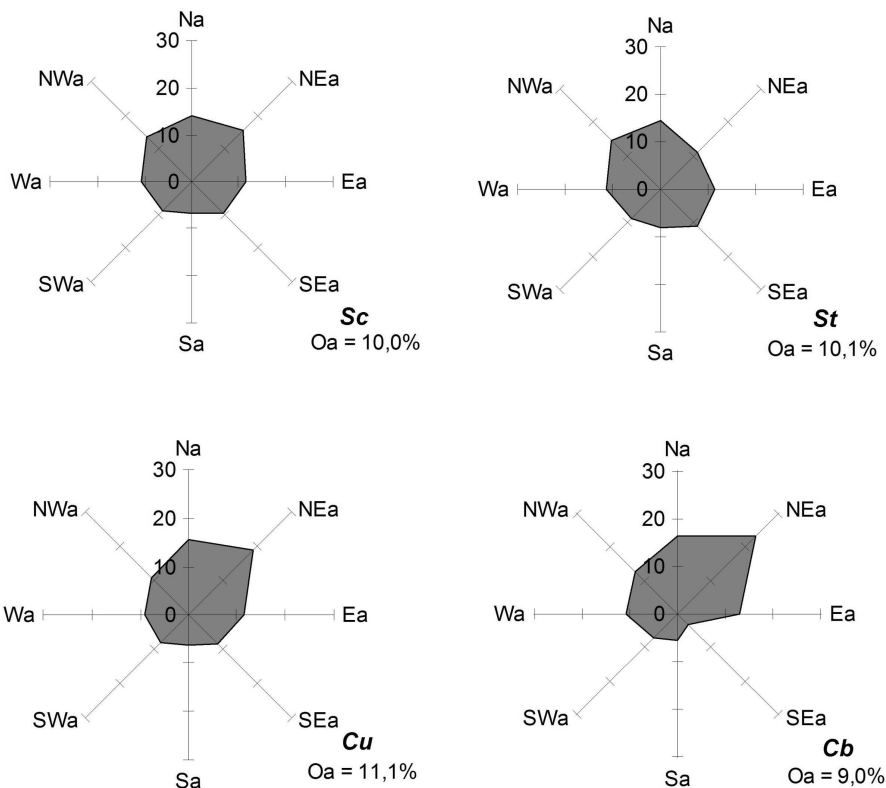
WSTĘP

Zachmurzenie jest odzwierciedleniem stanu atmosfery. Jest jednym z ważniejszych elementów pogody i klimatu, mającym jednocześnie duże znaczenie klimatotwórcze, zwłaszcza w modyfikowaniu efektu cieplarnianego. Od wielkości i rodzaju zachmurzenia zależą: czas i ilość dopływającej energii słonecznej, temperatura podłoża i powietrza, wielkość i rodzaj opadów. Globalne zmiany klimatu nie pozostają bez wpływu na zachmurzenie. Zmiana zachmurzenia odnosi się zarówno do stopnia pokrycia nieba przez chmury, jak i zmiany rodzaju chmur. Zmiany zachmurzenia wpływają bezpośrednio na bilans radiacyjny oraz bilans cieplny Ziemi. Zmiany rodzajów chmur wydają się być tak samo ważne, jak zachmurzenie ogólne w modyfikowaniu bilansu radiacyjnego systemu Ziemia–atmosfera (CHEN, ROSSOW, ZHANG 2000). Znaczenie zmian właściwości chmur i ich wpływu na promieniowanie silnie wzrasta z zawężeniem skali czasowej i przestrzennej (ROSSOW, LACIS 1990).

Obok czynników radiacyjnych cyrkulacja atmosfery odgrywa decydującą rolę w kształtowaniu poszczególnych elementów klimatu, w tym także zachmurzenia. Wielkość i rodzaj zachmurzenia rozwijają się w określonych sytuacjach synoptycznych. Struktura układów barycznych w polu ciśnienia oraz kierunki napływu powietrza określają charakter cyrkulacji i pozwalają na wyróżnienie tzw. typów cyrkulacji.

W opracowaniu analizie poddano związek poszczególnych rodzajów chmur z cyrkulacją atmosfery. Zastosowano w tym celu liczbową klasyfikację typów cyrkulacji według J. Lityńskiego.





Ryc. 1. Częstość występowania rodzajów chmur podczas antycyklonalnych typów cyrkulacji atmosfery w Poznaniu. Dane za lata 1971–1990 w procentach

Fig 1. Frequency of cloud types during the anticyclonic circulation types in Poznań. Data for 1971–1990 in percentage

Analizę zachmurzenia ogólnego w Poznaniu przeprowadził wcześniej TAMULEWICZ (1974), wyróżniając sezony w ciągu roku o różnej wielkości zachmurzenia. Struktury zachmurzenia w Poznaniu dotyczą wcześniejsze prace autorki niniejszego opracowania (SZYGA-PLUTA 1999, 2002, 2003). Na podstawie danych o wielkości zachmurzenia ogólnego nieba w Poznaniu TAMULEWICZ (2000) rozpatrzył zagadnienie częstości pojawiania się dni o różnej wielkości zachmurzenia w ciągu roku, biorąc pod uwagę towarzyszący im charakter cyrkulacji atmosferycznej zgodnie z klasyfikacją Lityńskiego.

Klasyfikacja Lityńskiego wykorzystywana była między innymi do określenia wpływu cyrkulacji atmosferycznej na występowanie dni z burzą (KOLENDOWICZ 1994, 1996) czy określenie zmian grubości pokrywy śnieżnej (BEDNORZ 1999).

Wpływ cyrkulacji atmosfery na zachmurzenie w Krakowie badała MATUSZKO (1998, 2000, 2002), wykorzystując jednakże klasyfikację zgodną z Kalendarzem sytuacji synoptycznych dla dorzecza górnej Wisły według T. Niedźwiedzia. Struktura zachmurzenia nad

Polską w typach cyrkulacji (scharakteryzowanej typami cyrkulacji wg Lityńskiego) była przedmiotem badań ŻMUDZKIEJ (2007).

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODY BADAŃ

Opracowanie oparto na danych dla Poznania uzyskanych podczas codziennych obserwacji zachmurzenia na stacji klimatologicznej IMGW w latach 1971–1990. Rozpatrzono 10 rodzajów chmur przyjętych w klasyfikacji międzynarodowej. Obliczono częstość występowania poszczególnych rodzajów chmur w badanym okresie w Poznaniu. Następnie obliczona została częstość występowania każdego rodzaju chmur podczas kolejnego typu cyrkulacji atmosfery. Jedną z uważanych za obiektywną metod typologii cyrkulacji atmosferycznej nad obszarem Polski jest klasyfikacja zaproponowana przez J. LITYŃSKIEGO (1969) dla Europy Centralnej. Uwzględniono w niej trzy wskaźniki określane na mapach dolnych: wskaźnik cyrkulacji strefowej i wskaźnik cyrkulacji południkowej obliczone w odniesieniu do obszaru φ 40–65°N, λ 0–35°E oraz wartość ciśnienia atmosferycznego w Warszawie. Wartości każdego z tych parametrów podzielono na trzy równoprawdopodobne klasy, uzyskując w ten sposób 27 typów cyrkulacji. Typy cyrkulacji według klasyfikacji J. Lityńskiego zaczerpnięto z Kalendarza typów cyrkulacji atmosferycznej (1951–1990) (STĘPNIIEWSKA-PODRAŻKA 1991).

REZULTATY BADAŃ

Rozpatrzono frekwencję poszczególnych rodzajów chmur w Poznaniu podczas występowania antycyklonalnej, pośredniej i cyklonalnej cyrkulacji atmosfery, najpierw bez uwzględnienia kierunku napływu mas powietrza.

Wysokie chmury pojawiają się najczęściej podczas antycyklonalnych typów cyrkulacji (tab. 1). Szczególnie zaznacza się to w przypadku chmur *Cirrus* i *Cirrostratus*, które tworzą się w tej sytuacji z frekwencją *Ci* – 43,6%, a *Cc* – 47,2%. Wysokie chmury warstwowe wykazują mniejsze zróżnicowanie, jednakże największa częstość charakteryzuje cyrkulację antycyklonalną: *Cs* – 38,5%. Chmury *Altostratus*, *Nimbostratus* i *Cumulonimbus* mają najwyższą frekwencję w czasie cyrkulacji cyklonalnej (*As* – 48,7%, *Ns* – 49,1%, *Cb* – 52,2%). Nieco mniejsze zróżnicowanie frekwencji wykazują chmury warstwowe *Stratus*, aczkolwiek największa częstość ich występowania przypada na typy cyklonalne cyrkulacji atmosfery. Częstość występowania chmur *Alto cumulus*, *Strato cumulus* i *Cumulus* jest mało zróżnicowana podczas wszystkich typów cyrkulacji atmosfery. Można powiedzieć, że tworzą się one niezależnie od typu cyrkulacji.

Tabela 1. Częstość występowania rodzajów chmur w Poznaniu podczas poszczególnych typów cyrkulacji atmosfery. Dane za lata 1971–1990 w procentach

Table 1. Frequency of cloud types in Poznań during different circulation types. Data for 1971–1990 in percentage

Cyrkulacja <i>Circulation</i>	Rodzaj chmur – <i>Cloud Types</i>									
	<i>Ci</i>	<i>Cc</i>	<i>Cs</i>	<i>Ac</i>	<i>As</i>	<i>Ns</i>	<i>Sc</i>	<i>St</i>	<i>Cu</i>	<i>Cb</i>
Cyklonalna <i>Cyclonic</i>	27,6	23,6	33,7	36,7	48,7	49,1	36,1	42,0	36,8	52,2
Pośrednia <i>Intermediate</i>	28,9	29,2	27,9	31,1	28,7	28,4	29,6	27,0	29,3	26,8
Antycyklonalna <i>Anticyclonic</i>	43,6	47,2	38,5	32,2	22,6	22,5	34,3	31,0	33,8	21,0
Ogółem – <i>Total</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

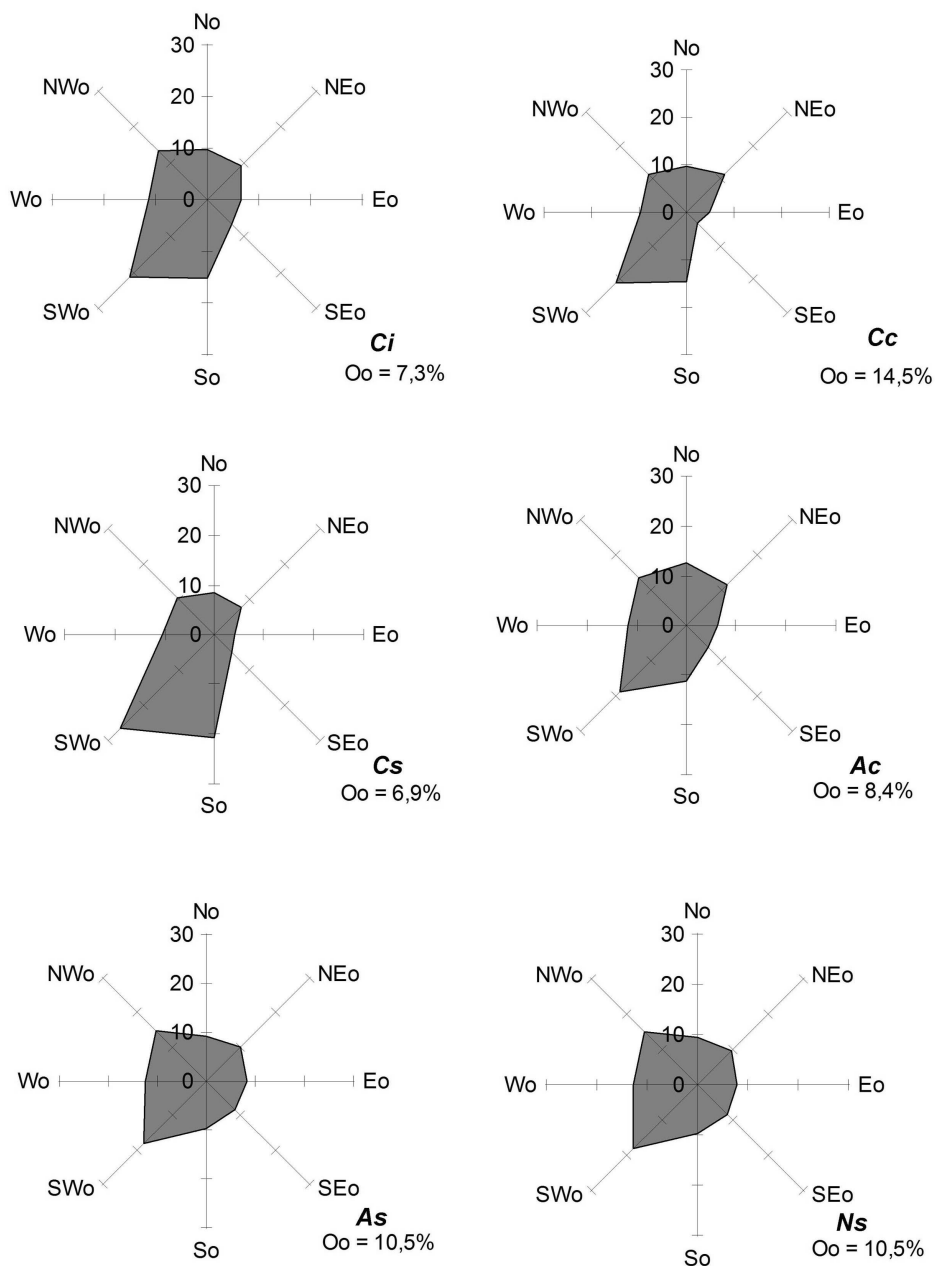
Tabela 2. Częstość występowania rodzajów chmur podczas antycyklonalnych typów cyrkulacji atmosfery w Poznaniu. Dane za lata 1971–1990 w procentach

Table 2. Frequency of cloud types during the anticyclonic circulation types in Poznań. Data for 1971–1990 in percentage

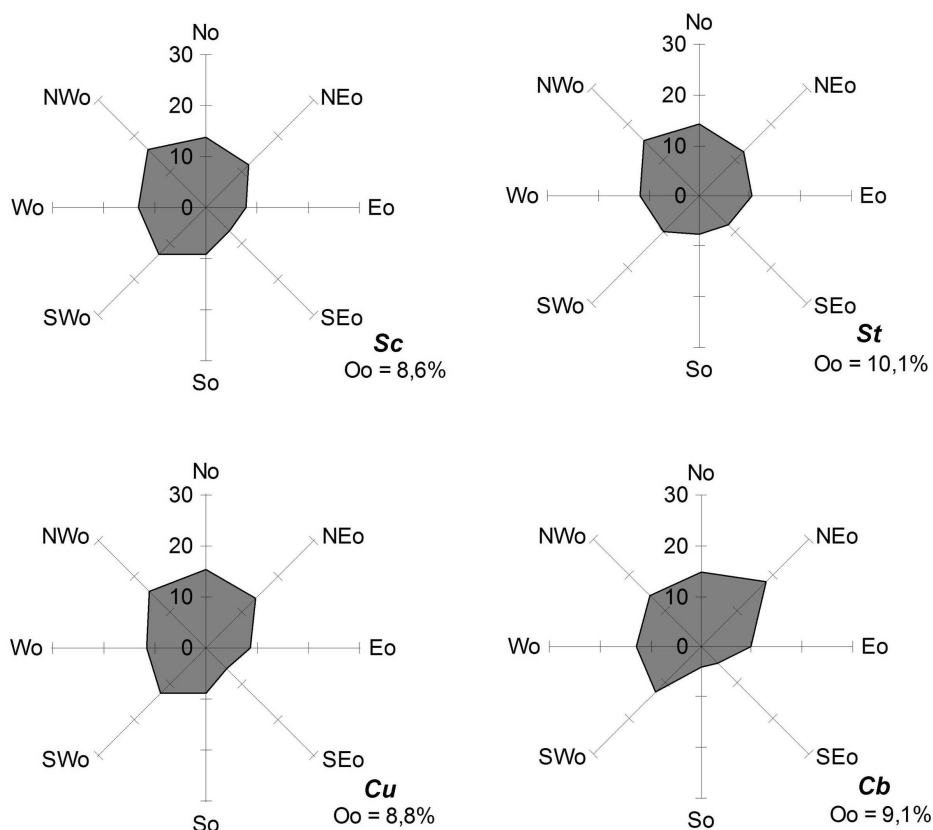
Cyrkulacja <i>Circulation</i>	Rodzaj chmur – <i>Cloud Types</i>									
	<i>Ci</i>	<i>Cc</i>	<i>Cs</i>	<i>Ac</i>	<i>As</i>	<i>Ns</i>	<i>Sc</i>	<i>St</i>	<i>Cu</i>	<i>Cb</i>
N_A	12,6	15,0	11,1	14,4	11,7	12,0	14,1	14,4	15,6	16,3
NE_A	13,7	18,0	8,0	14,8	12,3	11,4	15,4	10,8	19,2	22,7
E_A	9,7	11,0	10,6	9,8	11,1	11,4	11,5	11,5	11,5	12,9
SE_A	9,3	8,0	13,6	9,0	12,5	12,7	9,4	10,7	8,4	3,4
S_A	9,0	7,0	11,6	7,4	6,9	6,6	6,7	8,0	6,4	5,6
SW_A	13,1	9,0	14,1	12,3	11,9	11,8	8,6	8,7	8,2	6,9
W_A	11,3	7,0	10,1	11,0	13,1	13,3	10,7	11,4	9,0	10,7
NW_A	9,6	9,0	8,5	12,2	12,3	12,4	13,5	14,4	10,6	12,4
0_A	11,6	16,0	12,6	9,0	8,3	8,3	10,0	10,1	11,1	9,0
Ogółem – <i>Total</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Przeprowadzono następnie analizę każdego z typów cyrkulacji, uwzględniając kierunek napływu powietrza i wpływ tego czynnika na tworzenie się sprzyjających bądź niesprzyjających warunków do formowania się poszczególnych rodzajów chmur w Poznaniu.

Częstość pojawiania się chmur *Cirrus* w Poznaniu w przypadku cyrkulacji antycyklonalnej związana jest z typem NE_A (13,7%), SW_A (13,1%) i N_A (12,6%) (tab. 2, ryc. 1). Chmury *Cc* najczęściej tworzą się w czasie cyrkulacji NE_A (18,0%), 0_A (16,0%) i N_A (15,0%). Cyrkulacje SW_A i SE_A sprzyjają formowaniu się chmur *Cs* (odpowiednio 14,1% i 13,6%). Częstość pojawiania się chmur *Ac* jest największa podczas cyrkulacji antycyklonalnej z kierunku NE (14,8%) i N (14,4%). Chmury *As* i *Ns* tworzą się najczęściej w czasie cyrkulacji W_A (13,1% i 13,3%). Formowaniu się chmur *Sc* sprzyja cyrkulacja antycyklonalna z kierunku NE (15,4%), N (14,1%) i NW (13,5%). Chmury *St* najczęściej tworzą się w czasie typu N_A i NW_A (14,4%). Chmury pionowe *Cu* i *Cb* pojawiają się głównie w czasie cyrkulacji NE_A (odpowiednio 19,2% i 22,7%).



Ryc. 2. Częstość występowania rodzajów chmur podczas pośrednich typów cyrkulacji atmosfery w Poznaniu. Dane za lata 1971–1990 w procentach



Ryc. 2. Częstość występowania rodzajów chmur podczas pośrednich typów cyrkulacji atmosfery w Poznaniu. Dane za lata 1971–1990 w procentach

W przypadku cyrkulacji antycyklonalnej wszystkie rodzaje chmur, z wyjątkiem *Cirrostratus*, pojawiają się z najmniejszą częstością podczas napływu powietrza z południa.

W czasie trwania cyrkulacji pośredniej w Poznaniu chmury *Ci* tworzą się z największą frekwencją podczas typu SW₀ (21,0%), S₀ (15,2%) i NW₀ (13,3%) (tab. 3, ryc. 2). Chmury *Cc* zdecydowanie najczęściej pojawiają się w czasie napływu powietrza z południowego zachodu (SW₀ 21,0%), nieco rzadziej związane są z typami S₀ i O₀ (14,5%). Cyrkulacje SW₀ i S₀ sprzyjają powstawaniu chmur *Cs*, które tworzą się wtedy z frekwencją 26,4% i 20,8%. Napływ powietrza z kierunku SW i NW w czasie cyrkulacji pośredniej sprzyja tworzeniu się chmur *Ac* (SW₀ 18,8%, NW₀ 13,3%), *As* (SW₀ 17,9%, NW₀ 14,4%) oraz *Ns* (SW₀ 17,6%, NW₀ 14,6%). Niezbyt duże zróżnicowanie frekwencji wykazują chmury *Sc*, *St* i *Cu*. Nieco częściej pojawiają się jednak w czasie typu cyrkulacji pośredniej NW₀ (odpowiednio: 16,0%, 15,6%, 15,6%) i N₀ (13,7%, 14,1%, 15,1%). Chmury kłębiaste *Cb* tworzą się najczęściej w czasie cyrkulacji NE₀ (18,2%), N₀ (14,8%) i NW₀ (14,1%).

Tabela 3. Częstość występowania rodzajów chmur podczas pośrednich typów cyrkulacji atmosfery w Poznaniu. Dane za lata 1971–1990 w procentach

Table 3. Frequency of cloud types during the intermediate circulation types in Poznań. Data for 1971–1990 in percentage

Cyrkulacja <i>Circulation</i>	Rodzaj chmur – <i>Cloud Types</i>									
	<i>Ci</i>	<i>Cc</i>	<i>Cs</i>	<i>Ac</i>	<i>As</i>	<i>Ns</i>	<i>Sc</i>	<i>St</i>	<i>Cu</i>	<i>Cb</i>
N_0	9,6	9,7	8,3	12,5	9,2	9,4	13,7	14,1	15,1	14,8
NE_0	9,1	11,3	7,6	11,5	9,7	9,5	12,0	12,4	13,6	18,2
E_0	6,4	4,8	4,2	6,2	8,2	7,9	7,9	10,5	8,4	9,8
SE_0	6,8	3,2	4,9	6,2	8,1	8,2	6,6	7,9	5,8	4,7
S_0	15,2	14,5	20,8	11,3	9,5	9,5	9,1	7,7	8,9	4,0
SW_0	21,0	21,0	26,4	18,8	17,9	17,6	13,0	10,1	12,2	12,5
W_0	11,3	9,7	10,4	11,8	12,5	12,7	13,2	11,7	11,5	12,8
NW_0	13,3	11,3	10,4	13,3	14,4	14,6	16,0	15,6	15,6	14,1
O_0	7,3	14,5	6,9	8,4	10,5	10,5	8,6	10,1	8,8	9,1
Ogółem – <i>Total</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabela 4. Częstość występowania rodzajów chmur podczas cyklonalnych typów cyrkulacji atmosfery w Poznaniu. Dane za lata 1971–1990 w procentach

Table 4. Frequency of cloud types during the cyclonic circulation types in Poznań. Data for 1971–1990 in percentage

Cyrkulacja <i>Circulation</i>	Rodzaj chmur – <i>Cloud Types</i>									
	<i>Ci</i>	<i>Cc</i>	<i>Cs</i>	<i>Ac</i>	<i>As</i>	<i>Ns</i>	<i>Sc</i>	<i>St</i>	<i>Cu</i>	<i>Cb</i>
N_C	11,1	10,0	9,2	11,9	10,0	10,0	13,6	15,6	14,8	19,5
NE_C	6,5	10,0	3,4	6,7	6,6	6,7	8,3	10,6	9,7	10,5
E_C	7,0	10,0	7,5	6,9	8,3	8,3	7,0	9,1	7,4	5,4
SE_C	6,8	10,0	6,9	6,1	6,5	6,5	5,5	6,5	4,5	2,9
S_C	15,5	10,0	19,0	13,8	12,9	13,0	9,2	7,8	8,0	4,1
SW_C	23,1	14,0	25,9	20,6	21,6	21,2	17,6	11,9	15,9	12,6
W_C	10,0	6,0	14,4	11,7	12,1	12,2	12,2	10,4	11,9	11,1
NW_C	11,4	22,0	6,9	13,0	12,8	13,0	17,3	18,3	18,4	25,4
O_C	8,7	8,0	6,9	9,1	9,2	9,2	9,2	9,9	9,5	8,5
Ogółem – <i>Total</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Najmniejsza frekwencja chmur: *Ci*, *Cs*, *Ac* i *Ns* w czasie cyrkulacji pośredniej związana jest z napływem powietrza z kierunku wschodniego. Kierunek napływu SE powoduje najmniej sprzyjające warunki do tworzenia się chmur: *Cc*, *As*, *Sc* i *Cu*. W czasie cyrkulacji typu S_0 najrzadziej pojawiają się chmury *St* i *Cb*.

Częstość występowania chmur *Ci* w Poznaniu w czasie cyrkulacji cyklonalnej jest największa w przypadku typu SW_C (23,1%) i S_C (15,5%) (tab. 4, ryc. 3). Natomiast tworzeniu się chmur *Cc* sprzyja przede wszystkim typ cyrkulacji NW_C (22,0%), a w drugiej kolejności SW_C (14,0%). Napływ powietrza z kierunku południowo-zachodniego i południowego sprzyja najczęstszemu występowaniu chmur *Cs* podczas cyrkulacji cyklonalnej (SW_C

25,9%, S_C 19,0%). Z typami cyrkulacji SW_C , S_C i NW_C związane jest tworzenie się chmur Ac (odpowiednio 20,6%, 13,8%, 13,0%). Chmury As i Ns wykazują największą frekwencję w czasie cyrkulacji SW_C (21,6% i 21,2%), NW_C (12,8% i 13,0%) i S_C (12,9% i 13,0%). Częstość występowania chmur Sc związana jest głównie z SW_C (17,6%) i NW_C (17,3%), ale również z N_C (13,6%). Chmury St i Cu pojawiają się z największą częstością podczas cyrkulacji NW_C (18,3% i 18,4%), N_C (15,6% i 14,8%) oraz SW_C (11,9% i 15,9%). Chmury Cb związane są przede wszystkim z cyrkulacją NW_C (25,4%) oraz N_C (19,5%).

Większość rodzajów chmur pojawia się z najmniejszą frekwencją w czasie cyrkulacji cyklonalnej podczas napływu powietrza z kierunku południowo-wschodniego. Jedyne chmury Ci i Cs najrzadziej związane są z typem NE_C , a chmury Cc z cyrkulacją W_C .

W czasie poszczególnych rodzajów cyrkulacji ważny dla zróżnicowania rodzaju zachmurzenia jest kierunek napływu powietrza (ryc. 1–3). Chmury *Cirrus* w przypadku cyrkulacji cyklonalnej i pośredniej tworzą się głównie podczas napływu powietrza z kierunku SW i S. Nieco większą frekwencję wykazują te chmury w czasie cyrkulacji pośredniej również z kierunku NW. Natomiast cyrkulacja antycyklonalna sprzyja formowaniu się chmur *Cirrus* z kierunku NE, N i SW.

Kierunek napływu powietrza sprzyjający powstawaniu chmur *Cirrocumulus* jest różny w przypadku każdego rodzaju cyrkulacji. Cc pojawiają się w czasie cyrkulacji antycyklonalnej głównie przy napływie powietrza z sektora północno-wschodniego (N–NE–E). Podczas cyrkulacji cyklonalnej preferują kierunek północno-zachodni, a w czasie cyrkulacji pośredniej przeważa kierunek południowo-zachodni.

Chmury pierzasto-warstwowe Cs przede wszystkim tworzą się podczas napływu powietrza z sektora południowego, szczególnie z kierunku SW, niezależnie od panującego układu ciśnienia.

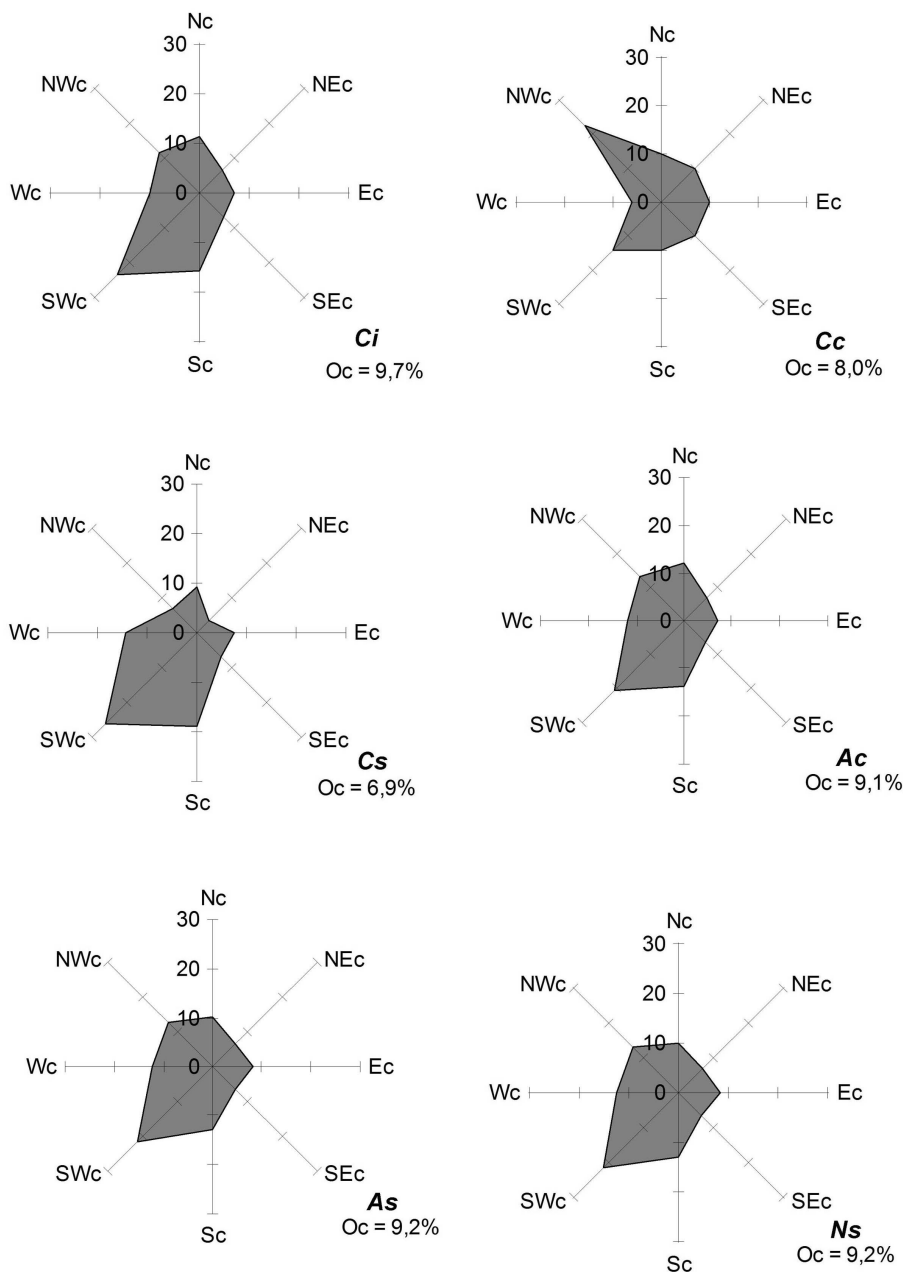
Kierunek południowo-zachodni wpływa również na wysoką frekwencję chmur *Alto cumulus* w czasie cyrkulacji pośredniej i cyklonalnej. Natomiast w przypadku cyrkulacji antycyklonalnej najbardziej sprzyjającym kierunkiem jest NE, jednakże częstość pojawiania się chmur Ac przy napływie powietrza z pozostałych kierunków w tym wypadku jest dosyć wyrównana.

Chmury *Altostratus* i *Nimbostratus* najczęściej przede wszystkim pojawiają się z kierunku SW czasie cyrkulacji pośredniej i cyklonalnej. Natomiast napływ powietrza podczas cyrkulacji antycyklonalnej ma mniejszy wpływ na frekwencję tych chmur. Nieco częściej pojawiają się przy adwekcji z zachodu.

Stosunkowo wyrównaną częstością występowania charakteryzują się chmury *Strato cumulus*. W czasie cyrkulacji antycyklonalnej powstawaniu chmur Sc sprzyja napływ powietrza z sektora północnego (NW–N–NE). Podczas pośredniej cyrkulacji napływ powietrza z kierunków od SW do NE częściej powoduje tworzenie się Sc . Natomiast w czasie cyrkulacji cyklonalnej kierunki SW i NW sprzyjają zwiększonej frekwencji tego rodzaju chmur.

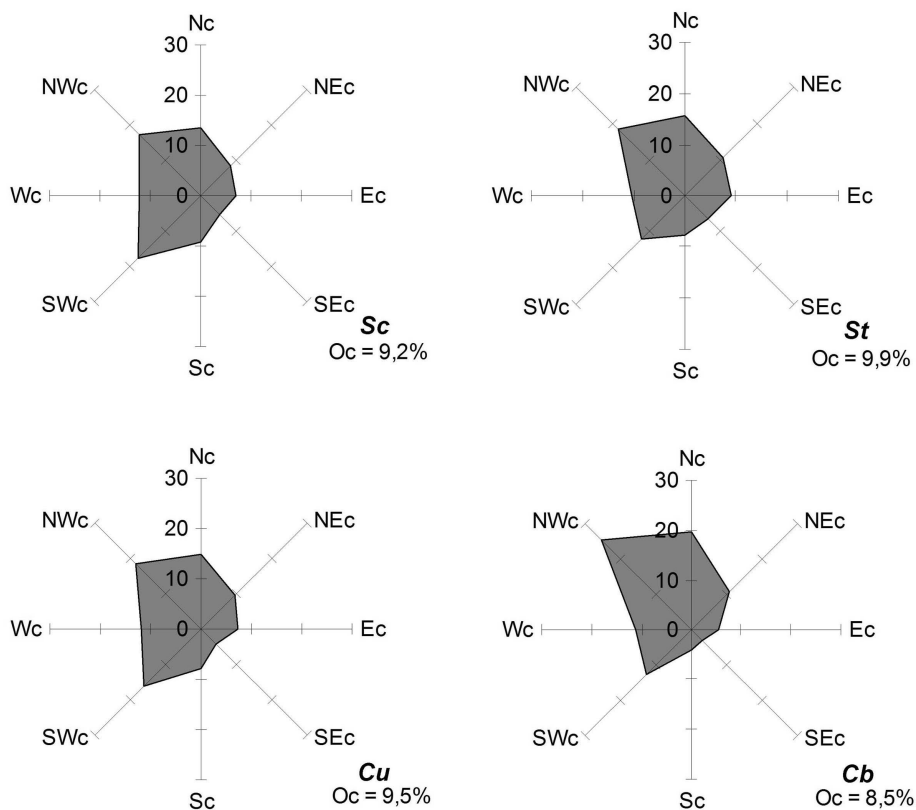
Napływ powietrza z sektora północnego, szczególnie z kierunku NW, sprzyja powstawaniu chmur *Stratus* niezależnie od rodzaju cyrkulacji atmosferycznej.

Chmury *Cumulus* w przypadku cyrkulacji antycyklonalnej preferują napływ powietrza z północnego wschodu. Napływ powietrza z sektora zachodniego nieznacznie podnosi frekwencję chmur Cu podczas cyrkulacji cyklonicznej i pośredniej.



Ryc. 3. Częstość występowania rodzajów chmur podczas cyklonalnych typów cyrkulacji atmosfery w Poznaniu. Dane za lata 1971–1990 w procentach

Fig 3. Frequency of cloud types during the cyclonic circulation types in Poznań. Data for 1971–1990 in percentage



Ryc. 3. Częstość występowania rodzajów chmur podczas cyklonalnych typów cyrkulacji atmosfery w Poznaniu. Dane za lata 1971–1990 w procentach

Fig 3. Frequency of cloud types during the cyclonic circulation types in Poznań. Data for 1971–1990 in percentage

Chmury *Cumulonimbus* zdecydowanie najczęściej tworzą się podczas adwekcji powietrza z sektora północnego, z przewagą kierunku NE w czasie cyrkulacji antycyklonalnej i pośredniej, a kierunku NW przypadku cyrkulacji cyklonalnej.

PODSUMOWANIE

Wielkość zachmurzenia i jego rodzaj uzależnione są od konkretnego stanu atmosfery, zależnego od określonej sytuacji synoptycznej. W każdej sytuacji synoptycznej w rozwoju zachmurzenia może odzwierciedlać się pośrednio lub bezpośrednio wpływ czynników lokalnych oraz regionalnych.

Przeprowadzona analiza pozwala na stwierdzenie, że tworzenie się rodzajów chmur zachodzi w zależności od cyrkulacji atmosfery. Wyraźnie zaznacza się to w przypadku chmur

wysokich, pojawiających się najczęściej podczas antycyklonalnych typów cyrkulacji. Cyrkulacja cyklonalna natomiast sprzyja powstawaniu chmur *Altostratus* i *Nimbostratus* oraz silnie rozbudowanych chmur kłębiastych *Cumulonimbus*. Największy wpływ warunków lokalnych na formowanie się chmur uwidacznia się w przypadku chmur *Alto cumulus*, *Stratocumulus* i *Cumulus*. Częstość ich występowania podczas poszczególnych typów cyrkulacji nie wykazuje większego zróżnicowania.

Pośród cyrkulacji antycyklonalnych typ NW_A najbardziej sprzyja pojawianiu się chmur: *Ci*, *Cc*, *Ac*, *Sc*, *Cu* i *Cb*. Chmury *Cs* głównie związane są z cyrkulacją SW_A . Napływy powietrza z zachodu sprzyja tworzeniu się chmur *As* i *Ns*. Chmury *St* powstają najczęściej w czasie cyrkulacji N_A .

Pośrednie typy cyrkulacji sprzyjają tworzeniu się chmur piętra wysokiego i średniego przy napływie powietrza z kierunku SW. Chmury *Sc*, *St* oraz *Cu* najczęściej formują się podczas typu cyrkulacji NW_0 . Chmury *Cb* tworzą się przede wszystkim w czasie cyrkulacji NE_0 .

Wśród cyklonalnych typów cyrkulacji SW_C najbardziej sprzyja tworzeniu się chmur: *Ci*, *Cs*, *Ac*, *As*, *Ns* i *Sc*. Chmury *Cc*, *St*, *Cu* i *Cb* związane są głównie z cyrkulacją cyklonalną NW_C .

LITERATURA

- BEDNORZ E., 1999: *Zmiany grubości pokrywy śnieżnej i ich związek z kierunkami napływu mas powietrza w rejonie Legnicy i Kołobrzegu*. Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach., Ser. A – Geogr. Fiz., 50, PTPN, Poznań, 15–26.
- CHEN T., ROSSOW W.B., ZHANG Y., 2000: *Radiative effect of cloud-type variations*. Journ. of Climate, 13, 264–286.
- KOLENDOWICZ L., 1994: *Typy cyrkulacji atmosfery a występowanie dni z burzą w Gorzowie Wielkopolskim i Kołobrzegu w latach 1951–1990*. Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach., Ser. A – Geogr. Fiz., 45, PTPN, Poznań, 147–164.
- KOLENDOWICZ L., 1996: *Burze na obszarze Polski Północno-Zachodniej w świetle częstości występowania różnych typów cyrkulacji atmosfery*. Zesz. IG i PZ PAN, 39, Warszawa.
- LITYŃSKI J., 1969: *Liczbowa klasyfikacja typów cyrkulacji i typów pogody dla Polski*. Pr. PIHM, 97, Warszawa, 3–15.
- MATUSZKO D., 1998: *Wpływ sytuacji synoptycznych na zachmurzenie w Krakowie*. Act. Univ. Lodz., Fol. Geograph. Physica, 3, 467–471.
- MATUSZKO D., 2000: *Frequency of occurrence of particular cloud genera at noon and during certain synoptic situations in Cracow*. Pr. Geogr., 105, 85–110.
- MATUSZKO D., 2002: *Wpływ cyrkulacji atmosfery na zachmurzenie w Krakowie*. [W:] A. Marsz, A. Styczyńska (red.), *Oscylacja Północnego Atlantyku i jej rola w kształtowaniu zmienności warunków klimatycznych i hydrologicznych Polski*, Akad. Morska w Gdyni, Gdynia, 141–146.
- ROSSOW W.B., LACIS A.A., 1990: *Global, seasonal cloud variations from satellite radiance measurements, Part II: Cloud properties and radiative effects*. Journ. of Climate, 3, 1203–1213.
- STĘPNIEWSKA-PODRAŻKA M., 1991: *Kalendarz typów cyrkulacji atmosferycznej (1951–1990)*. IMGW, Warszawa.
- SZYGA-PLUTA K., 1999: *Częstość występowania poszczególnych rodzajów chmur w Poznaniu*. Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach., Ser. A – Geogr. Fiz., 50, PTPN, Poznań, 167–174.
- SZYGA-PLUTA K., 2002: *Częstość występowania rodzajów chmur w Polsce Północno-Zachodniej*. Ad Rem, Poznań.

- SZYGA-PLUTA K., 2003: *Cloud types in Kolobrzeg, Poznań and Wieluń in the months with the lowest and highest cloudiness*. Stud. Geogr., 75, Act. Univ. Wratislaviensis, No 2542, Wrocław, 304–309.
- TAMULEWICZ J., 1974: *Zachmurzenie ogólne nieba w Poznaniu*. Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach., Ser. A – Geogr. Fiz., 27, PTPN, Poznań, 157–177.
- TAMULEWICZ J., 2000: *Zachmurzenie nieba w Poznaniu na tle typów cyrkulacji atmosfery*. Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach., Seria A – Geogr. Fiz., 51, PTPN, Poznań, 133–146.
- ŻMUDZKA E., 2007: *Zmienność zachmurzenia nad Polską i jej uwarunkowania cyrkulacyjne (1951–2000)*. Wyd. Uniw. Warszawskiego, Warszawa.

Recenzent: prof. UAM dr hab. Leszek Kolendowicz

Zakład Klimatologii
Instytut Geografii Fizycznej
i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

CIRCULATION TYPES AND CLOUD GENERA IN POZNAŃ

SUMMARY

The frequency of appearance of cloud genera was analyzed taking into consideration their associated types of circulation. The study is made on the basis of diurnal climatological observations carried out in Poznań in years 1971–1990. The Lityński objective classification of circulation types was used.

The research results prove that the cloud genera appear throughout the year depending on the atmospheric circulation. High clouds are the most frequent during the anticyclonic types of circulation (table 1). *As*, *Ns*, *St* and *Cb* clouds are associated with the cyclonic circulation. *Ac*, *Sc* and *Cu* clouds form independently of the circulation type which shows the biggest influence of the local conditions on the specific clouds.

Among the anticyclonic types of circulation the type NW_A is conducive to forming of *Ci*, *Cc*, *Ac*, *Sc*, *Cu* and *Cb* clouds (table 2, fig. 1). *Cs* clouds are connected mainly to the SW_A circulation. The air inflow from west is favourable to form the *As* and *Ns* clouds. *St* clouds appear most often during the N_A circulation.

During the intermediate circulation types, high and middle clouds form most frequently when the air flows from the SW direction (table 3, fig. 2). *Sc*, *St* and *Cu* clouds favour to appear during the NW_0 circulation. *Cb* clouds form mainly in connection to the NE_0 circulation.

In the midst of the cyclonic circulation the type SW_C is conducive to occurring of: *Ci*, *Cs*, *Ac*, *As*, *Ns* and *Sc* types of clouds (table 4, fig. 3). *Cc*, *St*, *Cu* and *Cb* clouds are mainly associated with the NW_C circulation.

