

Elwira Żmudzka

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych,
Zakład Klimatologii
e-mail: elwiraz@uw.edu.pl

WYBRANE CECHY ZMIENNOŚCI ZACHMURZENIA NAD POLSKĄ*

Chosen features of variability of cloudiness over Poland

Słowa kluczowe: wielkość zachmurzenia, dni pogodne i pochmurne, zmienność, Polska
Key words: cloudiness, clear and cloudy days, variability, Poland

WSTĘP

Zachmurzenie jest jednym z elementów pogody i klimatu, któremu przypisuje się jednocześnie duże znaczenie klimatotwórcze. W ostatnich latach podjęto m.in. intensywne badania mające na celu oszacowanie udziału zachmurzenia w modyfikowaniu efektu cieplarnianego (np. Svensmark, Friis-Christensen 1997; Friis-Christensen 2000; Norris 2004). Ocena roli zachmurzenia w systemie klimatycznym wymaga znajomości warunków tworzenia się chmur, ich właściwości oraz rozkładu przestrzennego, a także cech zmienności czasowej.

Zagadnienie zmienności tego ważnego elementu pogody i klimatu jest stosunkowo rzadko podejmowane w polskim piśmiennictwie klimatologicznym. Istniejące opracowania dotyczą na ogół niewielkich obszarów, reprezentowanych przez wyniki obserwacji z pojedynczych miejscowości z obszaru Polski, np. Matuszko (1992, 1998, 2000), Dubickiej (1999), Morawskiej-Horawskiej (2002), Wibig (2003). Do najobszerniej opracowanych należy seria krakowska. Stosunkowo niewielką część stanowią prace, w których dokonano analizy zmian wielkości zachmurzenia nad obszarem całej Polski (Kuczmarowski 1982; Ustrnul 1994; Żmudzka 2003a, 2003b, 2007; Filipiak, Miętus 2009). W części opracowań poruszono także zagadnienie wieloletniej zmienności częstości rodzajów chmur (Matuszko 1999, 2003; Szyga-Pluta 2002; Żmudzka 2007; Filipiak, Miętus 2009).

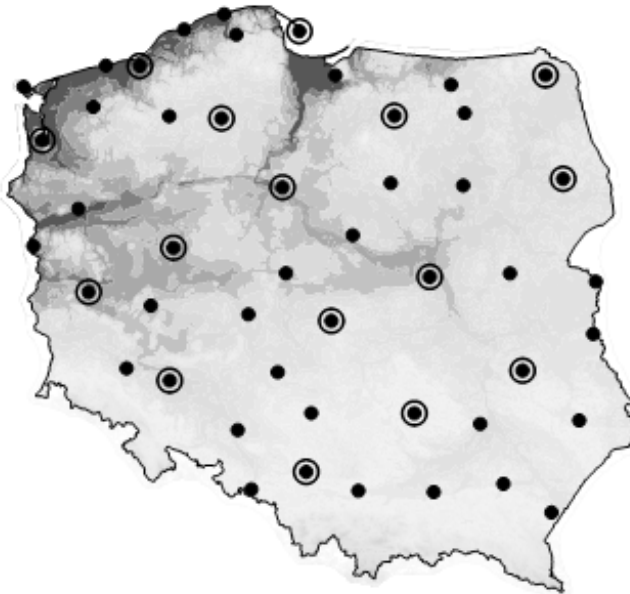
Celem niniejszego opracowania jest określenie wybranych cech zmienności wielkości zachmurzenia nad Polską, a przede wszystkim kierunku i skali zmian tego elementu klimatu.

* Artykuł jest głównie przeglądem najważniejszych wyników wcześniejszych badań Autorki w zakresie zmienności zachmurzenia nad Polską.

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODY BADAŃ

W analizie wykorzystano zbiór danych obserwacyjnych – wielkości zachmurzenia – z terenu Polski nizinnej. Wykorzystano dane z 48 stacji meteorologicznych IMGW położonych poniżej 300 m n.p.m. z kolejnych lat 1951-2000 (ryc. 1). Na ich podstawie zestawiono serię uśrednioną obszarowo (Żmudzka 2007). Serie takie, choć mogą budzić pewne wątpliwości, mają także szereg zalet oraz są dobrym materiałem do syntetycznej oceny ewolucji klimatu danego obszaru.

Wieloletnie zmiany wielkości zachmurzenia aproksymowano równaniami regresji liniowej (istotność trendu oceniono obliczając statystykę F). Do oceny istotności trendu wykorzystano także nieparametryczny test rangowy Manna-Kendalla (Mitchell i in. 1966). Analizie poddano także zmiany o charakterze fluktuacji i zmiany okresowe. Dokonano analizy zmian wielkości zachmurzenia w kolejnych dziesięcioleciach, biorąc pod uwagę 10-letnia standardowe oraz ruchome. Do oceny odchyłeń wielkości zachmurzenia w tych okresach od średniej 50-letniej zastosowano test Craméra. Ponadto w sezonach i roku prześlędzono fluktuacje wielkości zachmurzenia na podstawie przebiegów kumulowanych ich odchyłeń od wartości średnich 50-letnich (1951-2000). Okresowość zmian określono, stosując metodę „sinusoid regresji” Boryczki (1998) oraz analizę falkową (Lau, Weng 1995, Tor-



○ stacje, z których pochodzą dane codzienne

■ stacje, z których pochodzą średnie miesięczne

Ryc. 1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych wykorzystanych w pracy

Fig. 1. Spatial locations of the weather stations used in the study

rence, Compo 1998). Zdefiniowano także anomalne i skrajnie anomalne wielkości zachmurzenia (wielkość zachmurzenia mniejsza/większa niż określona przez percentyl odpowiednio 10 i 5 % oraz 90 i 95%). Wyznaczono także skrajne wielkości zachmurzenia oraz zakres jej zmian w poszczególnych miesiącach, sezonach i roku.

W analizie wieloletniej zmienności wielkości zachmurzenia, oprócz miesięcznych, sezonowych i rocznej wielkości zachmurzenia, wykorzystano także kilka prostych wskaźników charakteryzujących przebieg roczny zachmurzenia, m.in. różnicę między średnią wielkością zachmurzenia zimą i latem oraz jesienią i wiosną oraz amplitudę roczną wielkości zachmurzenia – różnicę między wielkością zachmurzenia w najbardziej pochmurnym i najpogodniejszym miesiącu w roku.

Na podstawie danych z okresu 1966-2000 z 15 stacji synoptycznych określono tendencje zmian liczby dni charakterystycznych ze względu na zachmurzenie: dni pogodnych (suma wielkości zachmurzenia z godziny 06, 12 i 18 UTC ≤ 4 oktanty) i pochmurnych (suma wielkości zachmurzenia z godziny 06, 12 i 18 UTC ≥ 20 oktantów).

ZMIENNOŚĆ WIELKOŚCI ZACHMURZENIA NAD POLSKĄ

Tendencje zmian wielkości zachmurzenia nad obszarem Polski w drugiej połowie XX wieku były zróżnicowane zarówno w ciągu roku, jak i przestrzennie. W przeważającej części roku były to zmiany nieistotne statystycznie (tab. 1). Wyjątek stanowił maj, w którym zachmurzenie znacząco zmniejszyło się. Ocena trendu wielkości zachmurzenia na podstawie metody rangowej Manna-Kendalla potwierdziła w większości przypadków wyniki otrzymane w analizie regresji liniowej – istotny trend malejący wielkości zachmurzenia w maju. Wartości statystyki τ Manna-Kendalla są także znacząco różne od zera na założonym 5% poziomie istotności we wrześniu; średnie zachmurzenie w tym miesiącu zwiększyło się. Warto tu zaznaczyć, że średnio w drugiej połowie XX wieku na żadnej stacji w Polsce minimum wielkości zachmurzenia w ciągu roku nie przypadało na wrzesień.

Nieistotnym zmianom podległy również sezonowe i roczna wielkość zachmurzenia. W przeważającej części roku wystąpiło nieistotne zmniejszenie wielkości zachmurzenia, tylko jesienią wystąpił nieznaczny jej wzrost. Na uwagę zasługuje ujemny trend zmian zachmurzenia zimą (istotność na poziomie $\alpha = 0,10$).

Tendencje zmian wielkości zachmurzenia obliczone na podstawie danych z krótszego okresu – 1966-2000, w odniesieniu do którego dokonano także analizy zmian częstości dni pogodnych i pochmurnych, wskazują na niewielkie różnice w tempie i kierunku zmian zachmurzenia w porównaniu do zmian określonych na podstawie okresu 50-letniego.

Konsekwencją zmian wielkości zachmurzenia w poszczególnych miesiącach było niewielkie zmniejszenie średniej rocznej wielkości zachmurzenia nad ob-

Tabela 1. Współczynniki trendu liniowego a [%·rok⁻¹] oraz ocena rangowa (τ – statystyka Manna-Kendalla) trendu zmian uśrednionych obszarowo miesięcznych, sezonowych i rocznych wielkości zachmurzenia nad Polską w latach 1951-2000 oraz 1966-2000 (pogrubiono wartości istotne na poziomie 0,05)

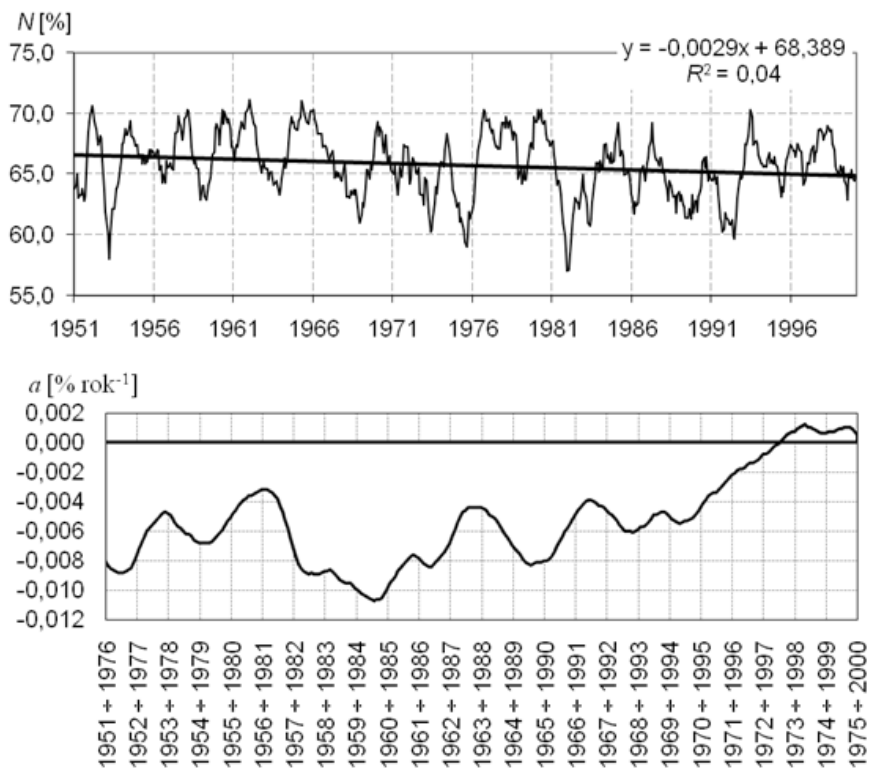
Table 1. Coefficients of linear trend a [%·year⁻¹] and rank statistic (τ – Mann-Kendall statistic) of the trend in changes of the area averaged monthly, seasonal and annual magnitudes of cloudiness over Poland in the years 1951-2000 and 1966-2000 (values significant at the level of 0.05 are in bold)

Lata Period		Miesiące Months											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1951- 2000	a	-0,10	-0,06	0,07	-0,01	-0,21	0,07	-0,06	-0,11	0,18	-0,05	-0,10	-0,04
	τ	-0,16	-0,14	0,06	-0,05	-0,29	0,09	-0,06	-0,17	0,19	-0,06	-0,16	-0,09
1966- 2000	a	-0,14	-0,09	0,02	-0,12	-0,22	0,15	0,06	0,07	0,19	-0,12	0,00	-0,05
	τ	-0,16	-0,14	0,01	-0,14	-0,24	0,11	0,06	0,04	0,10	-0,08	-0,04	-0,15

Lata Period		Pory roku Seasons				Rok Year
		XII-II	III-V	VI-VIII	IX-XI	I-XII
1951-2000	a	-0,07	-0,05	-0,03	0,01	-0,04
	τ	-0,19	-0,12	-0,07	0,01	-0,14
1966-2000	a	-0,11	-0,10	0,09	0,02	-0,02
	τ	-0,21	-0,17	0,11	-0,02	-0,05

szarem Polski. Średnie ruchome 12-miesięczne (przesuwane z krokiem 1 miesiąca) wielkości zachmurzenia zmieniały się od 57% (XII 1981 - XI 1982) do 71% (I - XII 1962). Tendencję malejącą opisuje równanie trendu liniowego $y = -0,003x + 68,39$. Trend ten objaśnia około 4% wariacji średnich 12-miesięcznych wielkości zachmurzenia i nie jest istotny na poziomie 0,05 (ryc. 2).

Potwierdzeniem malejącej tendencji zmian średniej rocznej wielkości zachmurzenia są ujemne wartości współczynników trendu liniowego obliczonego w ruchomych 25-leciach od roku 1951 do 2000. Jedynie pod koniec tego okresu tendencje nieznacznie przekroczyły wartość zero. Wyznaczone tendencje nie spełniały jednak warunku istotności statystycznej (ryc. 2).



Ryc. 2. Przebieg średnich ruchomych 12-miesięcznych wielkości zachmurzenia (wykres górny) oraz współczynniki a [%·rok⁻¹] trendu liniowego zmian średniej rocznej wielkości zachmurzenia w ruchomych 25-leciach (wykres dolny) w Polsce nizinnej (1951-2000) (Źródło: Żmudzka 2003a, 2007)

Fig. 2. The course of the moving 12-month averages of cloudiness (upper chart), and coefficients a [%·year⁻¹] of linear trend of changes in annual average of cloudiness in moving 25-year periods (lower chart) in Poland lowland (1951-2000)(Source: Żmudzka 2003a, 2007)

Wyniki badań dotyczących wieloletniej zmienności zachmurzenia uśrednionego obszarowo potwierdzają spostrzeżenia oparte na najdłuższej (od 1861 roku) serii zachmurzenia w Krakowie. Zmniejszenie średniej rocznej wielkości zachmurzenia w Krakowie wystąpiło pod koniec XIX wieku oraz po 1960 roku (Morawska-Horawska 1985, 2002; Matuszko 1998). Analogiczna jest także tendencja zmian wielkości zachmurzenia w poszczególnych miesiącach: w drugiej połowie XX wieku tendencja ujemna wystąpiła głównie w maju, w okresie od października do lutego oraz w sierpniu, a dodatnia we wrześniu.

Tendencje zmian średniego rocznego zachmurzenia w poszczególnych punktach obserwacyjnych wskazują, że zmiany czasowe tego elementu klimatu na obszarze Polski w minionym półwieczu były zróżnicowane regionalnie tak pod

względem tempa, jak i kierunku. Znajduje to potwierdzenie także w wynikach badań innych autorów (Matuszko 1992, 2000; Ustrnul 1994; Dubicka 1999; Wójcik, Uscka 1999; Gluza, Kaszewski 2000; Miętus, Owczarek 1994; Miętus, Filipiak 2001; Wibig 2003 i inni). Spośród 48 uwzględnionych w analizie stacji wzrost średniej rocznej wielkości zachmurzenia (do 0,1% na rok) stwierdzono w 12 z nich (tylko w dwóch był to wzrost istotny statystycznie). Stacje te występują w środkowej części Pojezierzy Pomorskiego i Mazurskiego, w południowo-zachodniej części Polski oraz na jej krańcach południowo-wschodnich. Na pozostałym obszarze stwierdzono ujemną tendencję zmian (współczynniki regresji istotne w 15 stacjach). Zachmurzenie uległo zmniejszeniu (-0,1 – -0,2% na rok) głównie na północno-zachodnich i północno-wschodnich krańcach Polski, nad Zatoką Gdańską, Wielkopolską oraz na Podkarpaciu.

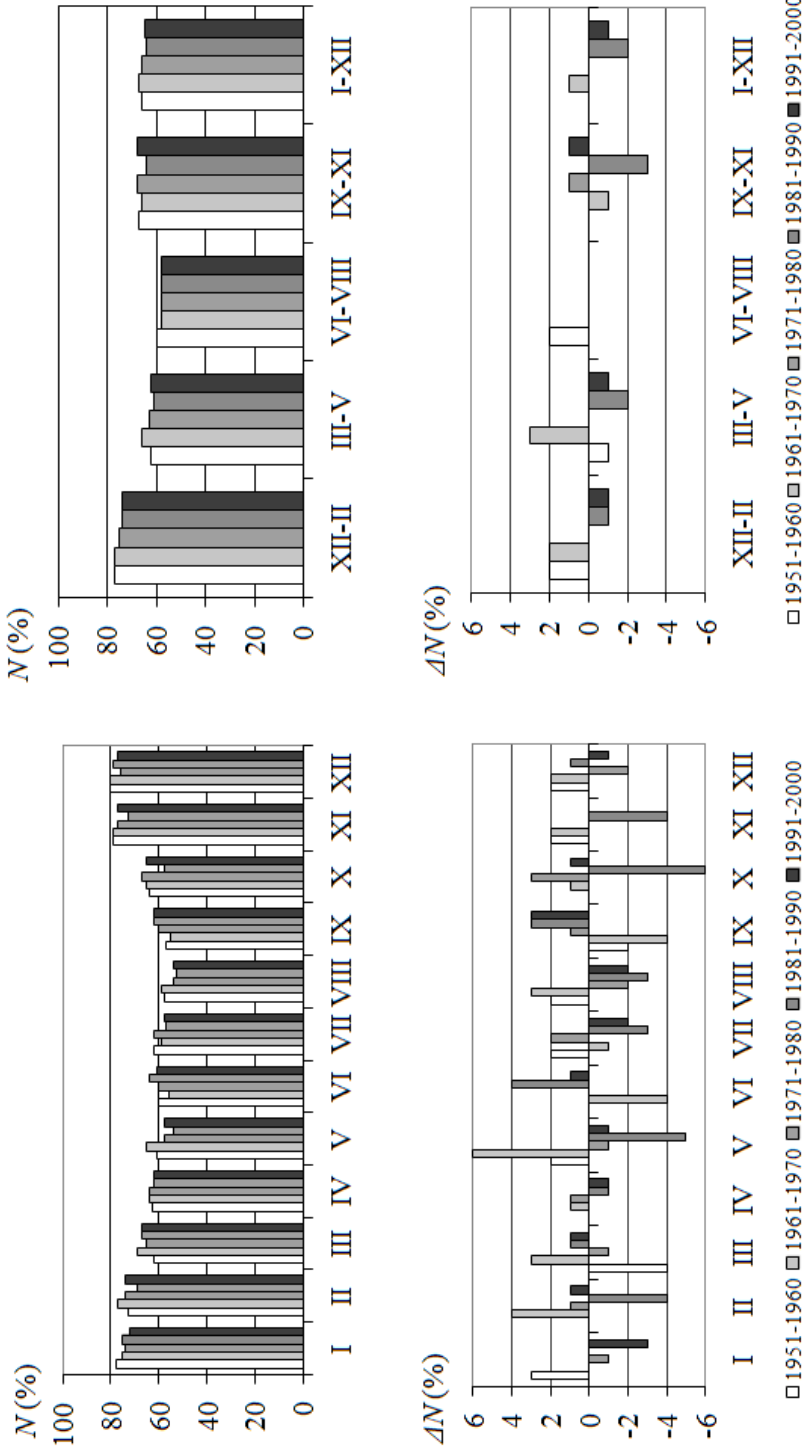
Porównując wyniki badań oparte na obserwacjach z lat 1951-1975 (Kuczmarowski 1982) i 1951-2000 można stwierdzić, że w obu okresach na większości obszaru Polski nie wystąpiły stałe (istotne) tendencje zmian wielkości zachmurzenia. Przedłużenie okresu badań wykazuje jednak coraz większą liczbę stacji, na których wystąpiło zmniejszenie zachmurzenia (15% w latach 1951-1975, 31% stacji w latach 1951-2000). Tendencja wzrostowa wystąpiła odpowiednio w 32 i 4% stacji (Żmudzka 2007).

Wieloletnie różnokierunkowe tendencje zmian wielkości zachmurzenia wpłynęły na nieznaczną zmianę jej rozkładu nad obszarem Polski. Regionem o największym zachmurzeniu stała się środkowa część Pojezierza Pomorskiego, a nie, jak we wcześniejszych wieloletniach, północno-wschodnie krańce Polski. Mimo pewnych różnic w rozkładzie zachmurzenia nad Polską w latach 1951-2000 i wcześniejszych wieloletniach można zauważyć, że cechą charakterystyczną tego zróżnicowania, niezależnie od okresu badań, jest przestrzenna monotonia. Była ona stwierdzona i opisana we wcześniejszej literaturze (np. Schmuck 1959).

Tendencja malejąca średniej rocznej wielkości zachmurzenia oraz podobne tempo i kierunek zmian zachmurzenia w poszczególnych miesiącach i porach roku (oprócz września i jesieni) do stwierdzonych nad terytorium Polski wystąpiły m.in. nad obszarem położonym nad północną częścią Morza Bałtyckiego (Żmudzka, 2007 na podstawie danych Tuomenvirt i in. 2001). Nad obszarem tym zmniejszenie wielkości zachmurzenia wystąpiło w ciągu całego roku, oprócz marca i czerwca. W maju i zimą (w lutym) ujemna tendencja zmian była istotna statystycznie i wynosiła ~0,2% na rok. W III Raporcie IPCC (<http://www.ipcc.ch>) stwierdzono wzrost wielkości zachmurzenia nad Europą w drugiej połowie XX wieku. Jednak tendencja ta nie wystąpiła we wszystkich regionach, czego przykładem mogą być zmiany zachmurzenia nad obszarem Polski i Morzem Bałtyckim.

Trend liniowy, jak wspomniano, objaśnia jedynie do kilku procent wariacji wielkości zachmurzenia nad Polską w badanym 50-leciu. W przebiegu wieloletnim są widoczne kilkunastoletnie zmiany o charakterze fluktuacji. Ogólny pogląd na tego typu zmiany daje analiza wielkości zachmurzenia w kolejnych dziesięcioleciach (ryc. 3). Mimo że zmiany były niewielkie, uwiaryściły się w przebiegu

Ryc. 3. Średnie 10-letnie miesięczne, sezonowe i roczne wielkości zachmurzenia (N) nad Polską nizinną oraz ich odchylenia (ΔN) od średniej z okresu 1951-2000
Fig. 3. 10-year monthly, seasonal and annual averages of magnitude of cloudiness (N) over Poland lowland and their deviations (ΔN) from the average of the period 1951-2000



rocznym wielkości zachmurzenia nad Polską. W pierwszych dwóch dziesięcioleciach najmniejsze zachmurzenie występowało we wrześniu, a począwszy od lat 1970. w sierpniu. Największe zachmurzenie w okresach 10-letnich występowało przeważnie w grudniu, a jedynie w latach 1971-1980 zaznaczyło się w listopadzie.

Ze względu na duże zachmurzenie latem wyróżniało się 10-lecie 1951-1960, a wiosną i zimą lata 1961-1970. W przypadku średniej rocznej wielkości zachmurzenia właśnie to 10-lecie odznaczyło się dodatnim odchyleniem od średniej 50-letniej. Ujemne odchylenia wystąpiły w latach 80. i 90. XX. Uszczegółowienie tego obrazu dają największe i najmniejsze wielkości zachmurzenia w ruchomych 10-leciach (tab. 2).

Tabela 2. Największe i najmniejsze średnie 10-letnie miesięczne, sezonowe i roczne wielkości zachmurzenia nad Polską w okresie 1951-2000 oraz ocena ich odchyłeń od średniej 50-letniej według testu Craméra (pogrubiono odchylenia istotne na poziomie 0,05)
Table 2. The largest and the smallest 10-year monthly, seasonal and annual averages of magnitude of cloudiness over Poland in the period 1951-2000 and the estimate of their deviation from the 50-year average according to the Cramer test (deviations significant at the level 0.05 are in bold)

Miesiąc/pora roku/rok <i>Month/season/year</i>	Największa <i>The largest</i>			Najmniejsza <i>The smallest</i>		
	Średnia Average [%]	% średniej 50-letniej % 50-year average	10-lecie 10-year	Średnia Average [%]	% średniej 50-letniej % 50-year average	10-lecie 10-year
I	78	104	1951-1960	71	95	1989-1998
II	77	106	1962-1971	68	94	1981-1990
III	69	105	1976-1985	61	93	1952-1961
IV	67	106	1964-1973	61	97	1988-1997
V	65	109	1961-1970	54	91	1985-1994
VI	64	107	1980-1989	56	93	1961-1970
VII	65	109	1953-1962	54	90	1986-1995
VIII	62	112	1956-1965	50	90	1967-1976
XIX	65	110	1988-1997	54	92	1956-1965
X	68	107	1969-1978	57	89	1982-1991
XI	82	106	1957-1966	73	94	1980-1989
XII	81	104	1962-1971	76	97	1989-1998
XII-II	78	103	1959-1968	73	96	1984-1993
III-V	66	105	1961-1970	61	97	1981-1990
VI-VIII	62	106	1954-1963	55	94	1967-1976
IX-XI	68	103	1989-1998 1990-1999	64	96	1982-1991
I-XII	67	103	1957-1966 1958-1967	64	97	1982-1991

Na przełomie lat 50. i 60. XX wieku (dziesięciolecia 1957-1966, 1958-1967) wystąpiła istotna dodatnia anomalia średniej rocznej wielkości zachmurzenia. Wiosną wystąpiła ona w latach 1961-1970, a latem 1954-1963. Warto zauważyć, że w niektórych przypadkach istotne odchylenia „objęły” kilka dziesięcioleci. Sytuacja taka miała miejsce na przykład w sierpniu. Test Craméra wskazuje, że istotne dodatnie anomalie wystąpiły w tym miesiącu w 10-leciach od 1953-1962 do 1958-1967, a ujemne od 1966-1975 do 1968-1977. Na 10-lecie 1982-1991 przypadło istotne ujemne odchylenie średniej rocznej wielkości zachmurzenia nad Polską. Przełom lat 80. i 90. (1984-1993) to także okres, w którym wystąpiła istotna statystycznie ujemna anomalia wielkości zachmurzenia zimą. Prawidłowości te znajdują również potwierdzenie w rozkładzie częstości lat skrajnie anomalnych ze względu na wielkość zachmurzenia (Żmudzka 2007). W pierwszych dwóch 10-leciach stwierdzono większą liczbę sezonów o anomalnie dużym zachmurzeniu (wielkość zachmurzenia większa niż określona przez percentyl 90%). Szczególnie wyróżniały się pod tym względem zima i wiosna. W ostatnim 20-leciu XX wieku z większą częstością występowały sezony o anomalnie małym zachmurzeniu (wielkość zachmurzenia mniejsza niż określona przez percentyl 10%), a sezony o wyjątkowo dużym zachmurzeniu (skrajnie pochmurne, $N >$ percentyla 95%) w ogóle nie wystąpiły. Nieco odmienne relacje stwierdzono jesienią – w latach 1950. wystąpiły lata głównie o anomalnie małym zachmurzeniu, pod koniec XX w. natomiast o anomalnie dużym. W związku z takim rozkładem anomalnych wielkości zachmurzenia w ciągu roku lata o skrajnie dużym zachmurzeniu wystąpiły tylko w 20-leciu 1951-1970. Po roku 1981 nie stwierdzono lat anomalnie pochmurnych.

Na silną anomalię (skrajnie małe zachmurzenie, wynoszące 57%, tab. 3) w 1982 r. wpłynęło bardzo małe zachmurzenie w okresie od marca do listopada (głównie w marcu, wrześniu i listopadzie). Wyjątkowo pogodne były też 1953 r. (wiosna, jesień) i 1992 r. (lato). Najbardziej pochmurne były natomiast lata: 1952, 1962, 1966. W roku 1952 wyjątkowo pochmurna była jesień, w 1962 wiosna, a w 1966 zima i wiosna.

Zakres zmian wielkości zachmurzenia w latach 1951-2000 wskazuje na jej stosunkowo dużą zmienność w czasie. Największy zakres zmian średniej miesięcznej wielkości zachmurzenia wystąpił w październiku, najmniejszy zaś – w styczniu. Spośród pór roku były to odpowiednio jesień i zima. Skrajnie małe zachmurzenie w 50-leciu 1951-2000 wystąpiło w lipcu 1994 i sierpniu 1973 r. – 38%; w tych latach wystąpiła też największa roczna amplituda wielkości zachmurzenia, sięgająca w 1973 r. 50%. Największe średnie miesięczne zachmurzenie – 90% wystąpiło w listopadzie 1958 oraz grudniu 1954 i 1959 roku; amplituda wyniosła w tych latach ok. 35% (Żmudzka 2004). Amplituda średnich miesięcznych wielkości zachmurzenia nad Polską w badanym 50-leciu wyniosła 52%.

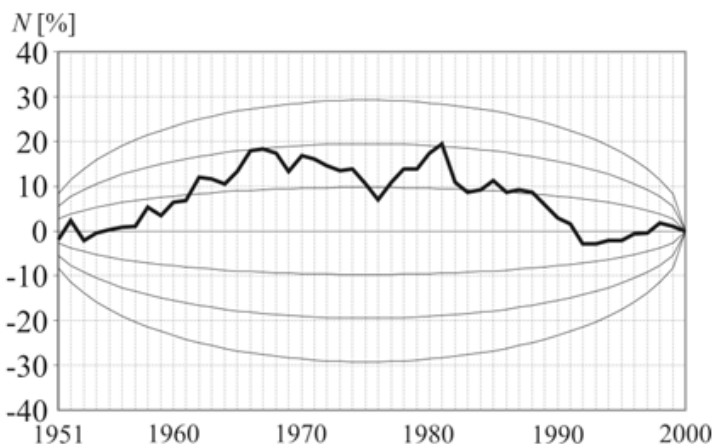
Tabela 3. Średnie i skrajne wielkości zachmurzenia [%] nad Polską niziną (1951-2000)
Table 3. Average and extreme cloudiness size [%] of the Polish lowland (1951-2000)

Zachmurzenie <i>Cloudiness</i>	Miesiące <i>Months</i>											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnie <i>Average</i>	75	73	66	63	59	60	60	56	59	64	77	78
Największe (rok) <i>The biggest (year)</i>	89 (1953 1966)	88 (1973)	82 (1985)	79 (1956)	78 (1962)	72 (1985)	78 (1980 2000)	68 (1956 1961)	76 (1978 1996)	82 (1952 1974)	90 (1958)	90 (1954 1959)
Najmniejsze (rok) <i>The smallest (year)</i>	62 (1971)	48 (1976)	46 (1953)	46 (1953)	44 (1979)	42 (1992)	38 (1994)	38 (1973)	39 (1975)	41 (1951)	61 (1982 1984)	51 (1972)
Zakres zmian <i>Range of changes</i>	27	40	36	33	34	30	40	30	37	41	29	39

Zachmurzenie <i>Cloudiness</i>	Pory roku <i>Seasons</i>				Rok <i>Year</i>
	XII-II	III-V	VI-VIII	IX-XI	I-XII
Średnie <i>Average</i>	75	63	58	67	66
Największe (rok) <i>The biggest (year)</i>	84 (1966)	72 (1970)	69 (1980)	82 (1952)	71 (1962)
Najmniejsze (rok) <i>The smallest (year)</i>	66 (1976)	50 (1953)	46 (1992)	53 (1982)	57 (1982)
Zakres zmian <i>Range of changes</i>	18	22	23	29	14

Źródło/Source: Żmudzka 2003a

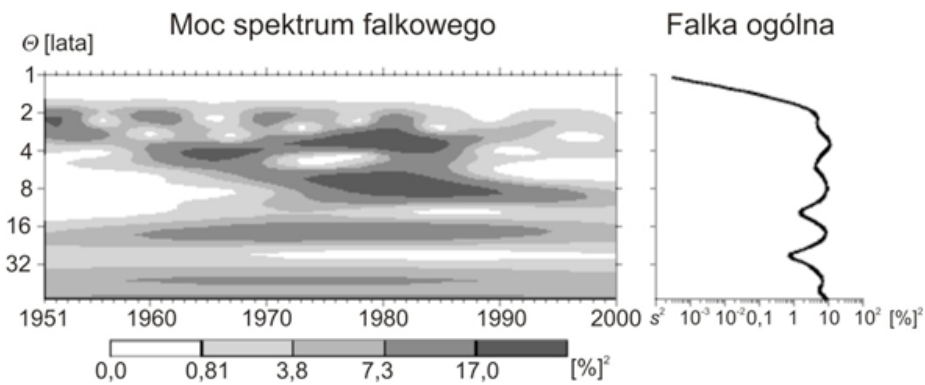
Pełniejszy obraz fluktuacji charakterystyk wielkości zachmurzenia, a także określenie momentu zmiany znaku tendencji dają krzywe obrazujące kumulowane ich odchylenia od wartości średnich 50-letnich (1951-2000). Kształt krzywych obrazujących odchylenia średnich sezonowych wielkości zachmurzenia zimą i wiosną potwierdza wystąpienie trendu malejącego – w pierwszej części wielolecia przeważały odchylenia dodatnie, a po 1973 roku ujemne. Szczególnie duży wzrost wartości sumowanych odchyleń przypadał na lata 1966-1968 (w 1966 roku wystąpiło największe zachmurzenie w okresie zimowym w badanym 50-leciu, wynoszące 84%). Na początek lat 70. przypada także granica charakteru zmienności wielkości zachmurzenia latem i jesienią. Latem w pierwszej połowie okresu 1951-2000 zachmurzenie malało: w latach 1953-1962 wystąpiły prawie wyłącznie odchylenia dodatnie, w okresie 1966-1976 – dominowały odchylenia ujemne. Druga połowa 50-lecia rozpoczęła się krótkotrwałym okresem (1977-1981) przewagi odchyleń dodatnich, po którym wystąpiła dominacja odchyleń ujemnych. Od 1997 występowały ponownie odchylenia dodatnie. Jesienią w pierwszej połowie badanego wielolecia wielkość zachmurzenia nie uległa istotnej zmianie, w drugiej zaś wzrosła; przejście od anomalii ujemnych do dodatnich nastąpiło w roku 1991. Średnia roczna wielkość zachmurzenia, jak wykazała analiza regresji i test Manna-Kendalla, uległa w ciągu badanego okresu 50. letniego nieistotnemu zmniejszeniu (tab. 1). W latach 1953-1981 wystąpiła tendencja rosnąca; okresem dominacji odchyleń dodatnich od średniej wieloletniej były głównie lata 1953-1967 oraz 1976-1981. W latach 1982-1992 przeważały odchylenia ujemne. Po roku 1992 dominowały znów odchylenia dodatnie (stopniowy wzrost zachmurzenia)(ryc. 4).



Ryc. 4. Kumulowane odchylenia średnich rocznych wielkości zachmurzenia od średniej 50-letniej w Polsce (1951-2000) (Źródło: Żmudzka 2007)

Fig. 4. Cumulative deviations of annual averages of cloudiness from the 50-year average in Poland (1951-2000) (Source: Żmudzka 2007)

W przebiegu miesięcznych, sezonowych i rocznych wielkości zachmurzenia stwierdzono kilka składowych cyklicznych, z których część charakteryzowała się znaczącym zakresem wahań. W ciągu roku, a głównie wiosną, najsilniejszy był cykl 3,6-letni, który został także stwierdzony przez Morawską-Horawską (1985) na podstawie analizy 120-letniej serii zachmurzenia w Krakowie (1861-1980). Ponadto zimą stwierdzono cykl 5,4-letni, latem 22-, a jesienią 2,6-letni. Te najsilniejsze cykle wyjaśniały do 20% wariancji zachmurzenia (Żmudzka 2007). Wyniki analizy falkowej wskazały, że nawet dominujące cykle były niestabilne – nie występowały w ciągu całego badanego 50-lecia (ryc. 5).



Ryc. 5. Analiza falkowa (wartości $|W_{a,b}|^2$) średniej rocznej wielkości zachmurzenia nad Polską (1951-2000) (Źródło: Żmudzka 2007)

Fig. 5. Wavelet analysis (values of $|W_{a,b}|^2$) of the annual average of cloudiness over Poland (1951-2000) (Source: Żmudzka 2007)

Ciekawych spostrzeżeń dostarcza także analiza wieloletniej zmienności niektórych cech przebiegu rocznego zachmurzenia.

W drugiej połowie XX wieku na tle występujących oscylacji rocznej amplitudy zachmurzenia wokół średniej 50-letniej (34,3%) zaznaczyły się dwa okresy, w których amplituda ta była nieco mniejsza od średniej – od połowy XX wieku do 1967 roku oraz na przełomie lat 70. i 80. (1976-1981). Rozdzielone one były kilkuletnim okresem, w którym wielkość zachmurzenia w ciągu roku ulegała większym wahanom niż średnio w wieloletciu – przełom lat 60. i 70. (1968-1975). Po roku 1981 amplituda roczna wielkości zachmurzenia oscylowała wokół średniej (Żmudzka 2004). Trend liniowy amplitudy rocznej zachmurzenia w badanym półwieczu wskazuje na niewielki, nieistotny wzrost jej wartości, wynoszący 0,2% na 10 lat.

W wieloletnim przebiegu amplitudy rocznej wielkości zachmurzenia nad Polską, wyrażonej różnicą między średnim zachmurzeniem zimą i latem, wyraźnie zaznaczyła się granica przypadająca na początek lat 70. XX wieku i rozdzielająca

badane 50-lecie na okres o amplitudach powyżej i poniżej średniej wieloletniej. Od 20-lecia 1969-1988 zimą i latem przeważały odchylenia ujemne wielkości zachmurzenia od średnich 50-letnich (zmniejszenie zachmurzenia), a względne wartości odchyłeń zimą były większe niż latem, co warunkowało mniejsze wahania wielkości zachmurzenia w ciągu roku. Przy wygładzeniu szeregów średnimi konsekwentnymi 10-letnimi stwierdzono, że analogiczna sytuacja wystąpiła na początku półwiecza, jednak odchylenia od średnich 50-letnich były wówczas dodatnie (zachmurzenie w obydwu porach roku, a zwłaszcza latem, było większe od średniego). Przeciętnie w drugiej połowie XX wieku różnica między wielkością zachmurzenia zimą i latem malała w tempie $-0,3\%$ na 10 lat (trend nieistotny statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$). Ujemna tendencja zmian tej charakterystyki zachmurzenia wynikała przede wszystkim z malejącego trendu wielkości zachmurzenia zimą.

Zmiany znaku tendencji zarówno sezonowych wielkości zachmurzenia, jak i innych charakterystyk jej rocznego przebiegu przypadają najczęściej na lata 1952-1954, 1964-1967 oraz 1973-1976. Do połowy lat 60. XX w. stwierdzono między innymi wzrost średniego rocznego zachmurzenia, zmniejszenie rocznej amplitudy i różnicy między wielkością zachmurzenia zimą i latem. Podobny kilkuletni okres zaznaczył się także od połowy lat 70. do początku lat 80. XX w. W obydwu przypadkach mniejsza amplituda roczna wielkości zachmurzenia była związana z kumulacją lat o anomalnie dużym zachmurzeniu w okresie letnim. W latach 1967-1975 przeważały ujemne anomalie średniego rocznego zachmurzenia oraz dodatnie rocznej amplitudy wielkości zachmurzenia i różnicy między wielkością zachmurzenia zimą i latem. Różnica między wielkością zachmurzenia jesienią i wiosną wykazała w badanym półwieczu ogólną tendencję rosnącą – w pierwszej połowie wielecia wystąpiła przewaga odchyłeń ujemnych, a po 1973 roku dodatnich. Ostatnie lata XX w. były pod względem zmienności warunków nefologicznych okresem dość specyficznym – podstawowe charakterystyki wielkości zachmurzenia nie ulegały dużym zmianom jak w poprzednich okresach, dały się natomiast zauważyć dość znaczne wahania z roku na rok wokół średniej wieloletniej. Stwierdzone fluktuacje wielkości zachmurzenia oraz wybranych charakterystyk jej przebiegu rocznego nie różniły się istotnie od fluktuacji o charakterze losowym (Żmudzka 2004).

ZMIANY LICZBY DNI POGODNYCH I POCHMURNYCH

Pewien pogląd na ewolucję warunków nefologicznych nad obszarem Polski daje analiza tendencji zmian liczby dni pogodnych i pochmurnych. Dni pogodne w Polsce w latach 1966-2000 stanowiły $3,3\%$ wszystkich dni (426 przypadków), czyli średnio 12 w roku (tab. 4). W poszczególnych sezonach występowało ich średnio od 3 (jesienią, zimą i latem) do 4 (wiosną). Dni pochmurne stanowiły natomiast $30,1\%$ wszystkich dni (3849 przypadków), tzn. średnio 110 w roku. W po-

szczególnych sezonach było ich średnio od 13 (latem) do 44 (zimą).

Liczba dni pochmurnych w Polsce w latach 1966-2000 zmniejszała się w tempie 0,56 dnia na rok. Ujemne tendencje zmian liczby tych dni wystąpiły w ciągu całego roku. Istotne zmniejszenie liczby dni pochmurnych wystąpiło w grudniu, zimą i średnio w roku. Ocena rangowa wskazała także na istotne trendy malejące w lutym, kwietniu, maju, sierpniu i październiku. Jedynie we wrześniu, w którym średnie zachmurzenie zwiększyło się, liczba dni pochmurnych nieistotnie wzrosła. W badanym wieloleciu stwierdzono także ubytek dni pogodnych. Statystyka Manna-Kendalla wskazuje na istotny statystycznie ujemny trend zmian w liczbie tych dni we wszystkich miesiącach roku (oprócz maja i października), a w ujęciu sezonowym latem. Jednak ubytek średniej rocznej liczby dni pogodnych, wynoszący 0,01 dnia na rok, nie jest istotny statystycznie. Nieistotny statystycznie wzrost liczby dni pogodnych stwierdzono jesienią.

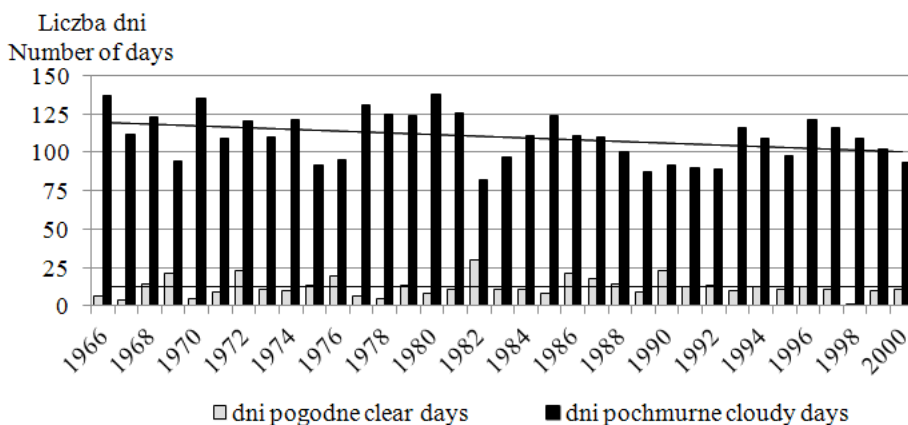
Tabela 4. Średnia liczba (*a*) dni pogodnych i pochmurnych, ich udział (*b*, %) w ogólnej liczbie dni, współczynniki (*c*, liczba dni-rok⁻¹) trendu liniowego oraz ocena rangowa (τ – statystyka Manna-Kendalla) trendu ich zmian w poszczególnych miesiącach, porach roku i roku w Polsce (1966-2000) (pogrubiono wartości istotne na poziomie 0,05)

Table 4. Average number (*a*) of clear and cloudy days, their share (*b*, %) in total number of days, coefficients (*c*, number of days-year⁻¹) of linear trend and rank statistic (τ – Mann-Kendall statistic) of the trend in changes in particular months, seasons and year in Poland (1966-2000) (values significant at the level of 0.05 are in bold)

Dni Days		Miesiąc Month											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XIX	X	XI	XII
pogodne clear	<i>a</i>	0,9	1,0	1,3	1,0	1,4	1,0	0,9	1,3	0,9	1,5	0,3	0,7
	<i>b</i>	3,0	3,6	4,3	3,3	4,6	3,2	2,9	4,1	2,9	4,8	1,0	2,1
	<i>c</i>	-0,01	-0,01	-0,02	0,01	0,03	-0,02	0,01	-0,03	0,03	0,01	0,00	-0,02
	τ	-0,37	-0,42	-0,32	-0,28	-0,18	-0,41	-0,33	-0,42	-0,35	-0,20	-0,57	-0,47
pochmurne cloudy	<i>a</i>	14,6	12,6	10,3	7,7	5,5	4,9	4,9	3,5	6,5	7,9	14,7	17,1
	<i>b</i>	47,0	44,6	33,1	25,5	17,6	16,2	15,9	11,2	21,5	25,4	49,0	55,2
	<i>c</i>	-0,07	-0,11	0,00	-0,08	-0,07	-0,02	0,00	-0,05	0,06	-0,08	-0,01	-0,13
	τ	-0,20	-0,25	-0,09	-0,25	-0,24	-0,17	-0,13	-0,26	0,05	-0,24	-0,06	-0,31

Dni Days		Pora roku Seasons				Rok Year
		XII-II	III-V	VI-VIII	IX-XI	I-XII
pogodne clear	<i>a</i>	2,7	3,8	3,1	2,7	12,2
	<i>b</i>	3,0	4,1	3,4	2,9	3,3
	<i>c</i>	-0,05	0,02	-0,04	0,05	-0,01
	τ	-0,21	-0,05	-0,27	0,06	-0,03
pochmurne cloudy	<i>a</i>	44,1	23,4	13,3	29,0	110,0
	<i>b</i>	48,8	25,4	14,4	31,9	30,1
	<i>c</i>	-0,28	-0,15	-0,08	-0,03	-0,56
	τ	-0,30	-0,20	-0,14	-0,02	-0,27

W wieloleciu 1966-2000 zakres zmian liczby dni pogodnych w poszczególnych miesiącach wynosił kilka dni. W ciągu całego roku pojawiały się miesiące, w których tych dni nie stwierdzono. Najwięcej dni pogodnych – 8 wystąpiło w lutym (1976) i marcu (1972). W ujęciu sezonowym także wystąpiły lata, kiedy dni pogodnych nad Polską nie było, natomiast najwięcej wystąpiło ich wiosną i jesienią w roku 1982 (odpowiednio 11 i 8 dni), zimą w roku 1976 (9 dni) oraz latem w 1983 (7 dni). Średnia roczna liczba tych dni zmieniała się od 1 (1998) do 30 (1982). Średnia roczna liczba dni pochmurnych w Polsce zmieniała się natomiast od 82 (1982) do 138 (1980) (ryc. 6). W ujęciu miesięcznym bywały lata, kiedy dni takie nie występowały. Sytuacja taka miała miejsce w maju oraz od lipca do października. Największa miesięczna liczba dni pochmurnych wystąpiła w grudniu w roku 1970 (26 dni). Sezonowe liczby tych dni zmieniały się od 5 (1992) do 29 (1980) latem, od 14 (1990) do 38 (1966) wiosną, od 14 (1982) do 41 (1974) jesienią oraz od 33 (1976) do 56 (1968) zimą.



Ryc. 6. Przebieg wieloletni liczby dni pogodnych i pochmurnych nad obszarem Polski (1966-2000). Zaznaczono linie trendu

Fig. 6. The course of multiannual the number of days of clear and cloudy over the area Poland (1966-2000). Marked trend lines

Dni pogodne i pochmurne układały się niekiedy w ciągi. Najdłuższe ciągi zarówno dni pogodnych, jak i pochmurnych nad Polską wystąpiły w chłodnej połowie roku. Najdłuższy ciąg dni pogodnych trwał 8 dni. Przypadek taki wystąpił w marcu 1972 r. (12-19 III). W większości miesięcy i w poszczególnych porach roku najczęstsze były jednak pojedyncze dni pogodne. Dni pochmurne, których w roku było 9 razy więcej niż pogodnych, układały się w ciągi dłuższe; na przykład na przełomie listopada i grudnia 1997 r. wystąpił ciąg 17-dniowy, a od 6 do 20 grudnia 1970 r. 15-dniowy. Najdłuższe ciągi dni pochmurnych wystąpiły w listopadzie i grudniu. Dwa ciągi 14-dniowe wystąpiły dokładnie w tych samych dniach – między 13 a 26 listopada w 1979 i 1997 r. Warto w tym miejscu zauważyć, że na

okres od drugiej dekady listopada do pierwszej i ponownie trzeciej dekady stycznia przypadało największe w ciągu roku średnie zachmurzenie (ponad 75%, w trzeciej dekadzie listopada nawet ponad 80%)(Żmudzka 2007).

Wśród dni pogodnych zanotowano 5 przypadków nieba bezchmurnego nad Polską (reprezentowaną przez 15 stacji), a wśród dni pochmurnych 53 z zachmurzeniem całkowitym. Dni bezchmurne wystąpiły w marcu, kwietniu, październiku i grudniu, a z całkowitym zachmurzeniem w okresie od października do kwietnia oraz w czerwcu. Aczkolwiek dni z całkowitym zachmurzeniem było w badanym okresie średnio zaledwie 1-2 w roku, nie zawsze były one rozproszone w czasie, lecz niekiedy stanowiły ciągi 2-, 3- lub nawet 4-dniowe (łącznie 8 ciągów, obejmujących 38% dni z zachmurzeniem całkowitym). Takie kilkudniowe okresy z całkowicie zachmurzonym niebem nad Polską pojawiały się od listopada do stycznia (Żmudzka 2007).

PODSUMOWANIE

W drugiej połowie XX wieku nastąpiło nad obszarem Polski niewielkie, nieistotne statystycznie, zmniejszenie wielkości zachmurzenia – o $0,04\% \cdot \text{rok}^{-1}$. Znacząco zmalała liczba dni pochmurnych. W ciągu roku zmiany zachmurzenia były różnokierunkowe: pokrycie nieba chmurami istotnie zmalało w maju, natomiast wzrosło we wrześniu. Tendencje zmian były także zróżnicowane przestrzennie, co wpłynęło na nieznaczną zmianę rozkładu wielkości zachmurzenia nad obszarem Polski w stosunku do zróżnicowania geograficznego we wcześniejszych wieloletniach.

Na tle systematycznego zmniejszania się wielkości zachmurzenia występowały okresy wyjątkowo dużego zachmurzenia oraz znacznego jego zmniejszenia. Skrajnie małe zachmurzenie nad Polską (57%) wystąpiło w 1982 roku. Wyjątkowo pogodne były też lata 1953 i 1992. Lata o skrajnie dużym zachmurzeniu (powyżej 70%) wystąpiły w 20-leciu 1951-1970 (1953, 1962, 1966).

W przebiegu wieloletnim wielkości zachmurzenia stwierdzono kilka składowych cyklicznych. W ciągu roku, głównie wiosną, najsilniejszy był cykl 3,6-letni. Najsilniejsze składowe cykliczne wyjaśniały nawet do 20% wariacji zachmurzenia, jednak były one niestabilne w czasie.

Okresem wyjątkowo „niespokojnym” pod względem warunków nefologicznych na obszarze Polski były lata 60. i 70. XX w., na które przypadły zmiany znaku tendencji wielkości zachmurzenia oraz wybranych charakterystyk jej rocznego przebiegu. Nastąpiła wówczas m. in. wyraźna zmiana zakresu zmian wielkości zachmurzenia w ciągu roku. Ostatnie 20-30 lat XX wieku różniło się od pierwszej połowy 50-lecia przede wszystkim mniejszym zachmurzeniem (głównie w okresie jesienno-zimowym) i brakiem lat anomalnie pochmurnych, wyrównanym i oscylującym wokół średniej wieloletniej przebiegiem amplitudy rocznej zachmurzenia oraz przesunięciem minimum rocznego z września na sierpień.

Analiza zmienności czasowej wielkości zachmurzenia nad Polską potwierdza

zasadność tezy sformułowanej przez Lauschera (1994) „w klimacie dominują nie trendy, lecz wahania”. Uzyskane wyniki wskazują, że zmiany znaku tendencji wielkości zachmurzenia zachodzą na ogół co kilkanaście lat. Stwierdzone fluktuacje średniej wielkości zachmurzenia nad Polską oraz wybranych charakterystyk jej rocznego przebiegu, które w badanym wieloleciu nie różniły się znacząco od fluktuacji o charakterze losowym, pozwalają zauważyć, że wahania wielkości zachmurzenia nad obszarem Polski są tego samego rzędu co zmiany przestrzenne.

Literatura

- Boryczka J., 1998, *Zmiany klimatu Ziemi*, Wyd. Akademickie DIALOG, Warszawa.
- Dubicka M., 1999, Zmienność zachmurzenia w Karkonoszach w ostatnim stuleciu, [w:] *Zmiany i zmienność klimatu Polski. Ich wpływ na gospodarkę, ekosystemy i człowieka. Ogólnopolska konferencja naukowa, 4-6 XI 1999, Łódź*, 57-63.
- Filipiak J., Miętus M., 2009, Spatial and temporal variability of cloudiness in Poland, 1971-2000, *Int. J. Climatol.* 29, 9, 1294-1311.
- Friis-Christensen E., 2000, Sun, clouds and climate, *Climatic Change* 47, 1-5.
- Gluza A.F., Kaszewski B.M., 2000, Zachmurzenie ogólne nieba w Lublinie (1947-1996), *Acta Universitatis Nicolai Copernici, Geografia XXXI, Nauki Matematyczno-Przyrodnicze*, 106, Toruń, 129-140.
- <http://www.ipcc.ch>
- Kuczmarowski M., 1982, Usłonecznienie i zachmurzenie w Krakowie, *Prz. Geof.* 27, 3-4, 241-249.
- Lau K.M., Weng H., 1995, Climate signal detection using wavelet transform: How to make a time series sing, *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 76,12, 2391-2402.
- Lauscher F., 1994, W klimacie dominują nie trendy, lecz wahania, *Gazeta Obserw. IMGW*, 2-4, 13-17.
- Matuszko D., 1992, Wieloletnie zmiany zachmurzenia w Krakowie, *Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.* 88, 147-156.
- Matuszko D., 1998, Zachmurzenie w Krakowie (1906-1995), *Prz. Geof.* 43, 3-4, 207-219.
- Matuszko D., 1999, Wieloletni przebieg częstości rodzajów chmur w Krakowie (1906-1995), [w:] *Zmiany i zmienność klimatu Polski. Ich wpływ na gospodarkę, ekosystemy i człowieka. Ogólnopolska konferencja naukowa, 4-6 XI 1999, Łódź*, 175-179.
- Matuszko D., 2000, Frequency of occurrence of particular cloud genera at noon and during certain synoptic situations in Cracow, *Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.* 105, 85-110.
- Matuszko D., 2003, Cloudiness changes in Cracow in the 20th century, *Int. J. Climatol.* 23, 975-984.
- Miętus M., Filipiak J., 2001, Struktura czasowo-przestrzennej zmienności warunków termicznych w rejonie Zatoki Gdańskiej, *Mat. Bad. IMGW, Meteorologia* 32, Warszawa.
- Miętus M., Owczarek M., 1994, Variability of mean annual amplitude of air temperature in relation to the mean cloudiness on the Polish coast since 1945, [w:] R. Heino (red.), *Climate variations in Europe, Academy of Finland, Painatuskeskus, Helsinki*, 128-137.
- Mitchell J.M., Dzerdzeevskii B., Flohn H., Hofmeyr W.L., Lamb H.H., Rao K.N., Wallen C.C., 1966, *Climatic change. Technical Note 79*, WMO.
- Morawska-Horawska M., 1985, Cloudiness and sunshine in Cracow, 1861-1980, and its contemporary tendencies, *J. Climatol.* 5, 633-642.

- Morawska-Horawska M., 2002, Tendencje zachmurzenia i usłonecznienia Krakowa w latach 1861-1990, [w:] G. Wójcik, K. Marciniak (red.), *Działalność naukowa profesora Władysława Gorczyńskiego i jej kontynuacja, Symposium Klimatologiczne na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika, Toruń, 16-17 IX 1993*, Wyd. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 341-351.
- Norris J.R., 2004, Implications of cloudiness changes since 1952, *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 85, 3, 346-347.
- Schmuck A., 1959, *Zarys klimatologii Polski*, Warszawa, PWN.
- Svensmark H., Friis-Christensen E., 1997, Variations of cosmic ray flux and global cloud coverage. A Missing link in solar-climate relationships, *J. Atm. and Solar-Terrestrial Physics* 59(11), 1225-1232.
- Szyga-Pluta K., 2002, Częstość występowania rodzajów chmur w Polsce Północno-Zachodniej, *Ad rem*, Poznań, 96 s.
- Torrence Ch., Compo G.P., 1998, A practical guide to wavelet analysis, *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 79,1, 61-78.
- Tuomenvirt H., Drebs A., Førland E., Tveito O.E., Alexandersson H., Vaarby Laursen E., Jónsson T., 2001: Nordklim data set 1.0 - description and illustrations, DNMI-Report No. 08/01 Klima, 1-27.
- Ustrnul Z., 1994, Rozkład przestrzenny i czasowy zachmurzenia w Polsce, [w:] Referaty i postery, Ogólnopolski Zjazd PTG, Lublin, 114-116.
- Wibig J., 2003, Cloudiness variability in Łódź between 1931 and 2000, [w:] J.L. Pyka, M. Dubicka, A. Szczepankiewicz-Szmyrka, M. Sobik, M. Błaś (red.), *Man and climate in the 20th century, Studia Geogr.*, 75, *Acta Universitatis Wratislaviensis*, 2542, 292-303.
- Wójcik G., Uscka J., 1999, Zachmurzenie w Toruniu w latach 1986-1995, *Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Geographica Physica* 3, 251-263.
- Żmudzka E., 2003a, Wielkość zachmurzenia w Polsce w drugiej połowie XX wieku, *Prz. Geof.* 48, 3-4, 159-185.
- Żmudzka E., 2003b, Les conditions de circulation propres à la variabilité de la nébulosité en Pologne, en 1951-2000, *Dok. Geogr. IGiPZ PAN*, 29, 379-382.
- Żmudzka E., 2004, Wielkość zachmurzenia w Polsce a epoki cyrkulacyjne, *Prz. Geof.* 49, 1-2, 25-42.
- Żmudzka E., 2007, *Zmienność zachmurzenia nad Polską i jej uwarunkowania cyrkulacyjne (1951-2000)*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.

Summary

The paper presents the results of the research of the variability of cloudiness in Poland in the second half of the 20th century. Average series of cloud cover in the area of Poland (excluding mountains) was analysed. The series was calculated based on data from 48 weather stations of the Institute of Meteorology and Water Management. The direction and rate of changes of cloudiness and its fluctuation and range of changes were described. Particular attention was paid to anomalous values of cloudiness.

It is demonstrated that in the second half of the 20th century there has been a slight decrease of cloudiness over the area of lowland Poland (by 0.04% per annum),

although during a year the tendencies observed would change their sign. Against the background of systematic decrease of cloudiness there occurred the periods of exceptionally intensive cloudiness and of its significant decrease. Extremely low cloudiness over Poland (57%) occurred in 1982. The years 1953 and 1992 were also exceptionally sunny. Years with extremely high cloudiness (exceeding 70%) occurred in the period 1951-1970 (1952, 1962, 1966).

Side by side with the annual cycle, several other short-term cyclical components were identified for the course of cloudiness. During the year, and especially in spring, the strongest was the 3.6-year cycle.

It is, however, worth noting that the share of trends and cyclical fluctuations in general variability is small (trends explain a couple to more than a dozen percent of variance in cloudiness, while the strongest single cycle – up to 20%). Attention is also attracted to the change of sign of the tendencies in shorter periods and the instability of the periodical fluctuations.

Exceptionally “restless” in terms of the nephological conditions over the territory of Poland was the end of the 1960s and the first half of the 1970s. In particular, an increase of the range of fluctuations in cloudiness during the year took place in that period. The last 20-30 years of the 20th century differ from the first half of the 50-year period considered in that the cloudiness was lower by 2-3% (mainly in the autumn and winter seasons), that there were no abnormally cloudy years, the course of the annual amplitude of cloudiness was even and oscillating around the long-term average, and the annual minimum moved from September to August. The analysis of temporal variability of the magnitude of cloudiness over Poland confirms the soundness of the proposition formulated by Lauscher (1994): “climate is dominated not by trends, but by fluctuations”. The observed fluctuations of the average magnitude of cloudiness over Poland and of its selected characteristics of the annual course, which in the long-term period considered have not differed significantly from the random fluctuations, allow for noting that the variability of the magnitude of cloudiness over the territory of Poland is of the same order of magnitude as the spatial differentiation.