

**Katarzyna Grabowska**

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

**CIĄGI DNI BURZOWYCH W POLSCE I ICH ZALEŻNOŚĆ OD TYPÓW  
CYRKULACJI ATMOSFERYCZNEJ I WARUNKÓW  
SYNOPTYCZNYCH**

**Series of storm days in Poland and their dependence on the types of  
atmospheric circulation and the synoptic conditions**

**Słowa kluczowe:** burze, ciągi dni burzowych, cyrkulacja atmosferyczna, warunki synoptyczne, Polska

**Key words:** storms, series of storm days, atmospheric circulation types, synoptic conditions, Poland

**WSTĘP**

Groźne zjawiska atmosferyczne, do których należą również burze, w ciągu ostatnich kilkunastu lat zdarzają się coraz częściej nie tylko w Europie (Holt i in. 2001; Boorman i in. 2010), ale na całym świecie – liczba wyładowań atmosferycznych może wzrosnąć aż o 30% (Price, Rind 1994). Burzom towarzyszą opady gradu, ulewne deszcze, gwałtowne wiatry oraz trąby powietrzne i tornada, stwarzające zagrożenie dla życia i działalności człowieka.

Celem pracy jest przedstawienie wpływu cyrkulacji atmosferycznej na pojawianie się długich, ponad 5-dniowych ciągów burzowych, na przykładzie 20 stacji meteorologicznych w Polsce. Zbadano również warunki synoptyczne, które spowodowały wystąpienie wybranych, najdłuższych ciągów dni burzowych, jakie wystąpiły na Kasprowym Wierchu w Tatrach oraz w Warszawie.

Burzami w Polsce zajmowano się wcześniej: Stopa (1962), Koźmiński (1963), Wiszniewski (1949, 1973), Kolendowicz (1996), Bielec-Bąkowska (2002), Grabowska (2002, 2008). W pracach tych przedstawiono przebieg roczny liczby dni z burzą i ich rozkład przestrzenny na obszarze Polski w różnych przedziałach czasowych. Były też próby powiązania dni z burzą z różnymi typami cyrkulacji

atmosferycznej. Opisywano pojedyncze przypadki burz, przebieg roczny, również przebieg dobowy burz, czas ich trwania i kierunki nadchodzenia (Stopa 1962, 1964; Bielec 2000; Grabowska 2011). Wiązano też burze z temperaturą i wilgotnością powietrza oraz warunkami synoptycznymi (Kolendowicz 2005).

Cechą charakterystyczną rozkładu przestrzennego burz w Polsce jest stopniowy wzrost ich częstości w kierunku z północy na południe (tab. 1). Średnia liczba dni z burzą jest najmniejsza na wybrzeżu – poniżej 20. W pasie nizin wynosi poniżej 25 dni; wyjątek stanowi obszar Niziny Mazowieckiej, gdzie średnia liczba dni burzowych jest podobna jak na terenach wyżynnych – 26-30. W Karpatach i na Pogórzu Karpackim średnia liczba dni z burzą przekracza 30.

Na wybrzeżu wiosną i latem Bałtyk wpływa ochładzająco na przemieszczające się masy powietrza, powodując zmniejszenie aktywności burzowej na terenach przybrzeżnych. Późnym latem i jesienią liczba dni burzowych zwiększa się (w stosunku do pozostałych obszarów Polski) z powodu ocieplającego wpływu morza, w którym nagromadziło się ciepło w okresie letnim. Od zbiornika wodnego nagrzewa się atmosfera, w której intensyfikują się termiczne prądy konwekcyjne, które rozpoczynają proces powstawania burz (Kolendowicz 2006).

Zwiększonej liczbie dni z burzą w górach i na wyżynach sprzyja urozmaicona rzeźba terenu, a w konsekwencji wymuszona konwekcja, powodująca szybkie zmiany pogody (Kozuchowski 2011). Te lokalne sytuacje oczywiście wzmacnia albo wygasza wielkoskalowa cyrkulacja związana z Oceanem Atlantyckim i kontynentem europejskim.

Na nizinach na pogodę mają wpływ przede wszystkim przemieszczające się różne masy powietrza związane raczej z ogólną cyrkulacją nad Europą i Polską niż stosunkowo mało urozmaicona powierzchnia terenu (wyjątek stanowią duże miasta z wysoką zabudową, będące przeszkodami terenowymi dla napływających mas powietrza oraz podgrzewające atmosferę przez wydzielanie ciepła antropogenicznego (Pyka i in. 2001)), dlatego też występowanie burz wiąże się z panującą sytuacją synoptyczną (Parczewski 1971; Kolendowicz 2006).

W 40-leciu 1951-1990 maksymalna liczba dni z burzą w roku w Polsce wahała się od 26 w Gdańsku aż do 55 na Kasprowym Wierchu. Przyjmowała ona wartości powyżej 35 dni w środkowej, wschodniej i południowo-zachodniej Polsce. Maksymalna liczba dni z burzą informuje o tym, jak wielkiego zagrożenia możemy się spodziewać ze strony burz w różnych częściach kraju. Niekorzystne pod tym względem są obszary górskie (szczególnie Karpaty), natomiast najbezpieczniejsze są tereny wokół Zatoki Szczecińskiej (Szczecin – 30 dni) i Zatoki Gdańskiej (Gdańsk – 26 dni). Mniejsze zagrożenie burzami występuje również na Pojezierzu Wielkopolskim (Poznań – 31 dni) i we wschodniej części Niziny Śląskiej (Wrocław – 31 dni), czyli w zachodniej Polsce, charakteryzującej się większym oceanizmem klimatu.

**Tabela 1.** Liczba dni z burzą w roku w wybranych 20 stacjach synoptycznych w Polsce (1951-1990)

**Table 1.** Number of storm days in the year in the selected 20 synoptic stations in Poland (1951-1990)

Stacja Stations	Minimalna <i>Minimum</i>		Maksymalna <i>Maximum</i>		Średnia <i>Average</i>
	Liczba <i>Number</i>	Rok <i>Year</i>	Liczba <i>Number</i>	Rok <i>Year</i>	
Gdańsk	6	1977	<b>26</b>	<b>1963</b>	<b>15,4</b>
Kołobrzeg	6	1976	33	1967	19,0
Suwałki	11	1953	37	1963	22,5
Olsztyn	5	1951	36	1985	19,4
Chojnice	11	1952	38	1967	21,1
Szczecin	9	1989	30	1962	19,4
Białystok	11	1953	37	1984	24,2
Toruń	13	1982	35	1961,1968	22,7
Poznań	13	1951,1952	31	1967,1987	21,0
Warszawa	12	1987	38	1955	26,1
Terespol	<b>2</b>	<b>1954</b>	36	1972	21,4
Zielona Góra	13	1976	40	1955	24,5
Wieluń	15	1952	40	1971	24,7
Wrocław	7	1961	31	1968,1987	20,2
Kielce	16	1958,1965	39	1989	25,8
Śnieżka	18	1984,1990	40	1963	27,4
Zamość	19	1952	41	1979	29,4
Kraków	17	1965	38	1968,1975	26,9
Przemysł	<b>23</b>	<b>1955</b>	42	1975	31,1
Kasprowy Wierch	21	1984	<b>55</b>	<b>1963</b>	<b>34,4</b>

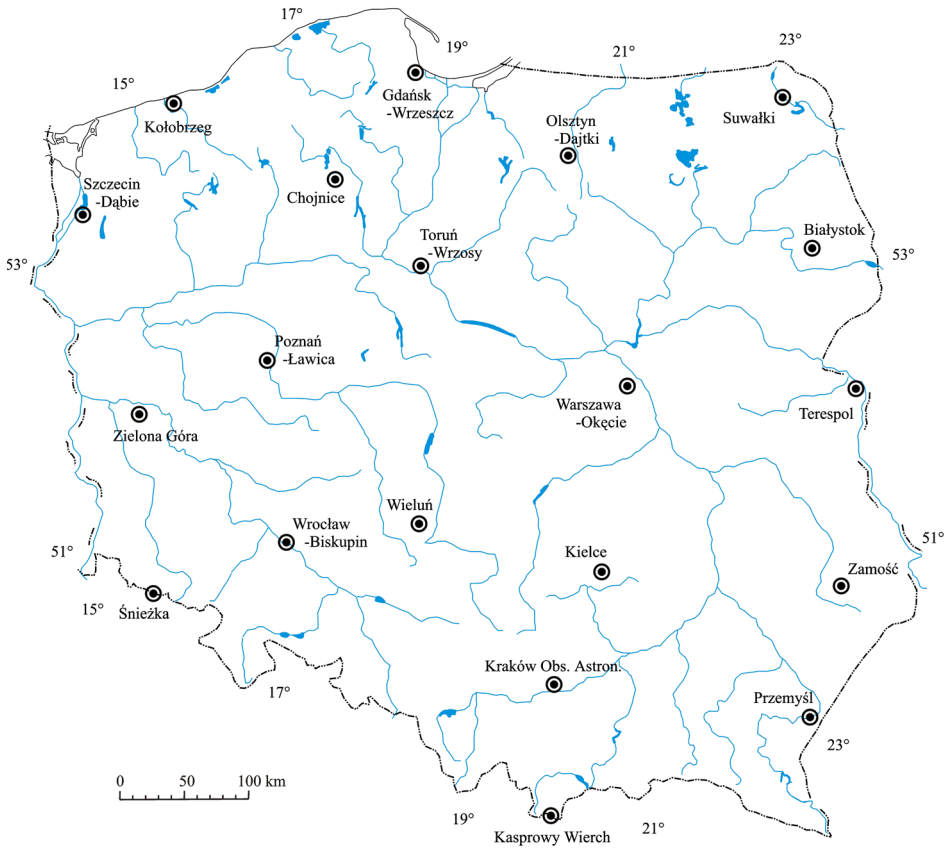
Źródło: Grabowska 2002

Source: Grabowska 2002

## MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODY BADAŃ

Opracowanie oparto na wynikach obserwacji z lat 1951-1990 z 20 stacji synoptycznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (ryc. 1). Materiały wykorzystane w opracowaniu stanowią liczby dni z burzą w Polsce w poszczególnych miesiącach 40-lecia. W pracy za dzień z burzą przyjęto taki, w którym wystąpiła przynajmniej jedna burza.

Rozpatrzono każdy przypadek dnia z burzą od 1951 do 1990 roku. Stwierdzono, że dni te mogą wystąpić pojedynczo, w odstępach jedno-, kilku- bądź kilkunastodniowych, ale burze mogą pojawiać się też codziennie przez krótki okres. Warto więc sprawdzić, czy w ciągu tych dni utrzymywał się podobny, czy też różny typ cyrkulacji oraz jakie warunki synoptyczne szczególnie sprzyjały powstawaniu burz?



**Ryc. 1.** Rozmieszczenie wybranych 20 stacji synoptycznych w Polsce (źródło: Grabowska 2002)

**Figure 1.** Location of 20 selected synoptic stations in Poland (source: Grabowska 2002)

Do opracowania typów cyrkulacji w dniach z burzą posłużono się typologią cyrkulacji B. Osuchowskiej-Klein (Osuchowska-Klein 1978, 1991).

Katalog B. Osuchowskiej-Klein został zestawiony w układzie kalendarzowym (styczeń-grudzień) na podstawie map synoptycznych (map ciśnienia atmosferycznego) na poziomie morza. Badano dobowe typy cyrkulacji.

Wyboru wzorcowych typów cyrkulacji autorka katalogu dokonała na podstawie analizy materiału historycznego i wyróżniła 13 typów (tab. 2).

**Tabela 2.** Klasyfikacja typów cyrkulacji według B. Osuchowskiej-Klein  
**Table 2.** Classification of circulation types of B. Osuchowska-Klein

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Centrum Center	-
Cyklonalna Cyclonic	-	E <sub>0</sub>		F	B	D	A	CB	-	X
				BE						
Antycyklonalna Anticyclonic	-	E	E <sub>1</sub>		D <sub>2</sub> C		C <sub>2</sub> D	E <sub>2</sub> C	G	

Opracowanie dotyczy dość odległych lat, ale ograniczenie okresu do roku 1990 zostało podyktowane brakami odpowiedniego kalendarza typów cyrkulacji po roku 1990. W opracowaniu wykorzystano typologię cyrkulacji B. Osuchowskiej-Klein (1975), opartą na bezpośredniej analizie map synoptycznych.

W wybranych ciągach burzowych zbadano warunki synoptyczne, które doprowadziły do ich powstania. Do analizy warunków synoptycznych w tych dniach wykorzystano dolne mapy synoptyczne z godz. 00 i 12 UTC pochodzące z „Biuletynu Synoptycznego IMGW”. Mapy te posłużyły także do określenia, na podstawie sytuacji synoptycznej nad Polską, typów genetycznych burz (według klasyfikacji Chlebickiego, 2002: wewnątrzmasowe termiczne, wewnątrzmasowe adwekcyjne, frontalne – powstałe na froncie chłodnym, ciepłym i zokludowanym).

## WYNIKI

### Ciągi dni burzowych w Polsce

W badanym 40-leciu wykryto okresy dni z burzami występującymi dzień po dniu – tak zwane ciągi dni burzowych. Na każdej stacji najczęściej było jednak pojedynczych dni burzowych. Najkrótsze ciągi 2-dniowe występowały na wszystkich stacjach, a ciąg najdłuższy 11 dni wystąpił na Kasprowym Wierchu (31.05-10.06.1960), tam też stwierdzono 2 ciągi 10-dniowe (7-16.07.1957 i 17-26.07.1972); 9-dniowy ciąg dni z burzą wystąpił w Suwałkach (4-12.06.1970). Przez 8 kolejnych dni burze pojawiły się na 4 stacjach meteorologicznych w Polsce. Zaobserwowano je w Zielonej Górze (8-15.07.1955), Zamościu (5-12.06.1971), Przemyślu (14-21.06.1974) i na Kasprowym Wierchu wystąpiły aż 3 razy: 18-25.07.1959, 16-23.05.1971 i 13-20.06.1977 (tab. 3). Wymienione długie, 8-dniowe i dłuższe ciągi dni burzowych nigdy nie wystąpiły równocześnie na wymienionych stacjach.

Na wszystkich uwzględnionych w badaniach 20 stacjach pojawiły się ciągi do 5 dni. Ciągi te były również najdłuższymi na 7 stacjach: Szczecin, Kołobrzeg, Gdańsk, Poznań, Wrocław, Warszawa i Terespol.



**Tabela 3.** Ciągi dni burzowych w wybranych 20 stacjach synoptycznych w Polsce (1951-1990) (cd.)  
**Table 3.** Series of storm days in the selected 20 synoptic stations in Poland (1951-1990) (continued)

Warszawa	24.04-25.09	LC	604	148	31	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1043
		% dni	57,9	28,4	8,9	3,8	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terespol	20.04-08.09	LC	493	114	32	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	855
		% dni	57,6	26,7	11,2	3,3	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zielona Góra	05.04-14.09	LC	583	133	22	6	4	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	979
		% dni	59,6	27,2	6,7	2,5	2,0	1,2	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wieluń	19.04-14.09	LC	542	144	31	9	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	988
		% dni	54,9	29,2	9,4	3,6	0,5	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wrocław	24.04-02.08	LC	509	104	21	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	809
		% dni	62,9	25,7	7,8	3,0	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kielce	19.04-01.09	LC	540	143	40	16	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 032
		% dni	52,3	27,7	11,6	6,2	1,5	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Śnieżka	14.04-16.09	LC	555	128	48	17	7	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 094
		% dni	50,7	23,4	13,2	6,2	3,2	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zamość	14.04-21.09	LC	568	150	54	23	6	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1174
		% dni	48,4	25,6	13,8	7,8	2,5	-	1,2	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kraków	19.04-16.09	LC	580	155	37	12	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 077
		% dni	53,8	28,8	10,3	4,4	1,4	0,6	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Przemysł	07.05-20.09	LC	611	171	47	26	5	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1243
		% dni	49,2	27,5	11,3	8,4	2,0	1,0	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kasprowy Wierch	18.04-16.09	LC	513	168	65	26	14	10	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1375
		% dni	37,3	24,4	14,2	7,6	5,1	4,4	3,1	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* The number of series storm (LC)

\*\* Percentage of days in each serie storm (% days)

\*\*\*The sum of the days in the series storm in the 40-year period

Najdłuższe ciągi dni burzowych na każdej stacji (5-11 dni) obejmowały od 0,6 do 3,3% ogólnej liczby dni burzowych z całego 40-lecia.

Im krótszy był ciąg burzowy, tym częściej się pojawiał. Dlatego najczęściej, bo ponad 50% ogólnej liczby dni z burzą, stanowiły pojedyncze dni burzowe (oprócz Kasprowego Wierchu – 37,3%, Przemyśla – 49,2% i Zamościa – 48,4%). Natomiast w Gdańsku, Kołobrzegu, Olsztynie, Poznaniu, Szczecinie i Wrocławiu pojedyncze dni burzowe wyniosły ponad 60%. Na wszystkich stacjach 2-dniowe ciągi osiągały 20-30% dni burzowych ogółem.

Pojedyncze i 2-5 dniowe ciągi burzowe były na wszystkich stacjach, obejmując od 88,6% na Kasprowym Wierchu do 100% dni z burzą ogółem w Terespolu, Warszawie, Wrocławiu, Poznaniu, Szczecinie, Kołobrzegu i Gdańsku.

Kilkudniowe (6-11) okresy występowania dni z burzami zdarzały się już bardzo rzadko (w ciągu 40 lat najwięcej takich ciągów pojawiło się na Kasprowym Wierchu – w sumie 22). Oczywiście najrzadziej występowały dłuższe okresy (powyżej 8 dni burzowych) – 1 lub 2, a nawet 6 razy w ciągu 40 lat na 5 stacjach (Kasprowy Wierch, Suwałki, Przemyśl, Zamość i Zielona Góra).

Oznacza to, że warunki synoptyczne sprzyjające powstawaniu tego zjawiska nie utrzymują się długo, kończąc się na 1 bądź 2 dniach burzowych. Świadczy to o stosunkowo częstych zmianach cyrkulacji atmosferycznej nad Polską.

### Ciągi dni burzowych a typy cyrkulacji atmosferycznej

Częstość poszczególnych typów cyrkulacji jest bardzo zróżnicowana i zmienia się sezonowo.

W sezonie burzowym (od kwietnia do września) w latach 1951-1990 najczęściej występowały 4 typy (razem – 60% dni): 2 z sektora wschodniego – antycyklonalny NE, związany z wyżem nad Skandynawią (E – 19,8% dni) i cyklonalny NE i E ( $E_0$  – 12,5%) oraz 2 typy z sektora zachodniego – cyklonalny NW, związany z niżem nad Bałtyku (CB – 15,1%) i antycyklonalny W, związany z Wyżem Azorskim ( $C_2D$  – 12,9%). Pozostałe typy cyrkulacji występowały znacznie rzadziej,  $E_1$ , D i A osiągały tylko po 5-6%, pozostałe – po 1-4%.

W całej Polsce 84% dni burzowych pojawiło się od maja do sierpnia i w tych czterech rozpatrywanych miesiącach (późnowiosennym i letnich) występowaniu burz sprzyjały cyklonalne typy cyrkulacji atmosferycznej (Grabowska 2002).

Sprawdzono, jakie typy cyrkulacji dominują w dniach, kiedy pojawiają się burze. W dalszej części pracy taką samą analizę przeprowadzono już tylko dla dni burzowych występujących w długich ciągach od 6 do 11 dni.

W okresie badanego 40-lecia (1951-1990) w maju na większości wybranych stacji meteorologicznych powstawaniu burz sprzyjały szczególnie typy cyrkulacji cyklonalnej:  $E_0$  ( $NEE_C$ ) i F ( $SE_C$ ), nieco mniej typ cyrkulacji antycyklonalnej E ( $NE_A$ ) i typ nieokreślony X. Zdecydowanie występowaniu dni burzowych nie sprzyjały: typ cyklonalny A ( $W_C$ ), typy antycyklonalne  $D_2C$  ( $SWS_A$ ) i G ( $C_A$  – cen-



trum wysokiego ciśnienia nad Polską) oraz typ BE ( $S_{C/A}$  – pośredni między cyklonalnym i antycyklonalnym) (Grabowska 2002).

W czerwcu i lipcu na wszystkich badanych stacjach powstawaniu burz sprzyjały typy cyrkulacji cyklonalnej: północno-wschodniej i wschodniej ( $E_0$ ) oraz północno-zachodniej (CB), północno-wschodniej cyrkulacji antycyklonalnej (E), zachodniej antycyklonalnej ( $C_2D$ ) i typ nieokreślony X.

W czerwcu najwięcej dni burzowych wystąpiło na Kasprowym Wierchu podczas sytuacji północno-wschodniej antycyklonalnej (E) – 88 (30,9%), zachodniej antycyklonalnej ( $C_2D$ ) – 48 (29,1%) i nieokreślonej (X) – 47 (38,8%). Również często przy typie cyrkulacji cyklonalnym z północo-wschodu i wschodu ( $E_0$ ) pojawiały się dni burzowe w Zamościu – 55 (31,6%), (Grabowska 2002).

W Zamościu bardzo duże prawdopodobieństwo (sięgające 62,1%) pojawiania się dni z burzą wiąże się z cyrkulacją południowo-wschodnią cyklonalną (F). Ten typ cyrkulacji pojawia się rzadziej nad Polską, ale przynosi ze sobą dużą liczbę burz.

W lipcu największa aktywność burzowa występowała w Przemyśle przy cyrkulacji północno-zachodniej cyklonalnej (CB) – 79 (28,9%) i północno-wschodniej antycyklonalnej (E) – 68 (28,2%). Z kolei na Kasprowym Wierchu, oprócz wyżej wymienionych, burze wiązały się z sytuacją zachodnią antycyklonalną ( $C_2D$ ) – 62 (25%) i warunkami nieokreślonymi (X) – 33 (41,3%). Przy typie północno-wschodnim i wschodnim cyklonalnym ( $E_0$ ) najwięcej dni burzowych pojawiło się w Białymstoku – 53 (30,3%) (Grabowska 2002).

Duże prawdopodobieństwo występowania dni z burzą przy typach cyrkulacji cyklonalnej z sektora południowego (F, B i D) oraz antycyklonalnej południowo-wschodniej i południowej ( $E_1$ ), podobnie jak w czerwcu, spowodowane jest tym, że choć wymienione typy cyrkulacji występują rzadko, to sprzyjają dniom burzowym.

Zdecydowanie występowaniu dni burzowych w czerwcu i lipcu nie sprzyjały typy antycyklonalne: południowy i południowo-zachodni ( $D_2C$ ), północno-zachodni ( $E_2C$ ), centrum wysokiego ciśnienia nad Polską (G) oraz bardzo rzadko występujący typ południowy pośredni między cyklonalnym i antycyklonalnym (BE). Dodatkowo w lipcu częstość dni z burzą była mniejsza przy sytuacji południowej cyklonalnej (B), chociaż duże prawdopodobieństwo – do 57,1% w Suwałkach spowodowane było rzadkim występowaniem tego typu cyrkulacji.

W sierpniu, tak jak w czerwcu i lipcu, dniom burzowym sprzyjały typy:  $E_0$  ( $NEE_C$ ), CB ( $NW_C$ ) oraz E ( $NE_A$ ),  $C_2D$  ( $W_A$ ) i typ nieokreślony X. Natomiast niesprzyjające były typy: B ( $S_C$ ),  $D_2C$  ( $SWS_A$ ),  $E_2C$  ( $NW_A$ ), G ( $C_A$ ) i BE ( $S_{C/A}$ ) oraz F ( $SE_C$ ) (Grabowska 2002).

Najczęściej burze pojawiały się podczas nieokreślonej sytuacji synoptycznej (typ X – około 25% ogólnej liczby dni burzowych).

Stwierdzono, że pojedyncze dni burzowe mogą wystąpić przy wszystkich typach cyrkulacji (według typologii B. Osuchowskiej-Klein). Podobnie okazało się w przypadku ciągów burzowych od 2 do 5 dni, które to pojawiały się we wszyst-

kich typach cyrkulacji, na 20 stacjach. Okresy dni burzowych trwające od 6 do 11 dni wystąpiły tylko w kilku regionach Polski, przy czym stwierdzono, że im dłuższy ciąg burzowy, tym rzadziej występuje i na mniejszej liczbie stacji meteorologicznych.

Postanowiono więc zbadać związek tych dłuższych, kilkudniowych ciągów burzowych (6-11 dni) z typami cyrkulacji (według B. Osuchowskiej-Klein).

**Ciągi burzowe 6-dniowe** wystąpiły na 10 stacjach: Białystok, Chojnice, Kasprowy Wierch, Kraków, Przemyśl, Suwałki, Śnieżka, Toruń, Wieluń i Zielona Góra. Liczba ciągów wahała się od 10 (Kasprowy Wierch) do 1 (Białystok i Kraków). W 40-leciu pojawiło się razem 35 6-dniowych ciągów, z sumą 210 dni burzowych (tab.4).

Podczas tych ciągów burzowych najczęściej było dni z typem E (74 spośród 210). W 30 dniach utrzymywał się typ  $E_0$ , podczas 26 typ F oraz podczas 21 sytuacja nieokreślona X. Więcej dni z burzą wystąpiło przy typach cyrkulacji antycyklonalnych (110 dni) niż cyklonalnych (79 dni). Tylko w 5 przypadkach przez kolejne 6 dni panował ten sam typ cyrkulacji atmosferycznej: w Krakowie (typ E: 23-28.08.1968), na Śnieżce (typ  $E_0$ : 14-19.06.1974), w Wieluniu (sytuacja X: 5-10.06.1961; typ E: 17-22.07.1959) i w Zielonej Górze (typ E: 22-27.08.1968).

**Ciągi burzowe 7-dniowe** wystąpiły na 6 stacjach: Białystok, Kasprowy Wierch, Kielce, Kraków, Olsztyn i Zamość. Na Kasprowym Wierchu pojawiło się najczęściej, bo aż 6 ciągów, a tylko po 1 w Białymstoku, Kielcach, Krakowie i Olsztynie oraz 2 w Zamościu; razem 12 ciągów z 84 dniami burzowymi (tab.4).

Najwięcej dni z burzą wystąpiło przy sytuacji nieokreślonej X, zwykle słabogradientowej (18 dni), nieco mniej przy typach  $E_0$  (13 dni), F i E (11 dni). Nieznacznie częściej występowały typy cyrkulacji cyklonalne (35 dni) niż antycyklonalne (31 dni). Ten sam ciąg 7 kolejnych dni burzowych w sytuacji nieokreślonej X wystąpił na Kasprowym Wierchu i w Krakowie od 6 do 12 czerwca 1961 roku.

**Ciągi burzowe 8-dniowe** stwierdzono na 4 stacjach: Kasprowy Wierch, Przemyśl, Zamość i Zielona Góra. Najwięcej ciągów burzowych 8-dniowych pojawiło się na Kasprowym Wierchu (3), a w pozostałych miejscowościach tylko po jednym. W sumie było 6 ciągów 8-dniowych, z 48 dniami burzowymi (tab. 4).

Najczęściej występowały typy cyrkulacji NE:  $E_0$  (15 dni) i E (14 dni) oraz z sektora S: typy B i F – po 6 dni. W 29 dniach (z 48) występowała cyrkulacja cyklonalna, a w 16 antycyklonalna. Tylko raz, w Przemyślu wystąpił ciąg burzowy przy tym samym typie cyrkulacji  $E_0$  (14-21.06.1974).

**Ciąg burzowy 9-dniowy** pojawił się tylko jeden raz w ciągu 40 lat – w Suwałkach (tab.4). Przez 6 dni utrzymywał się typ cyrkulacji antycyklonalnej E, a w pozostałych 3 – typ cyklonalny F.

**Ciągi burzowe 10-dniowe** wystąpiły 2 razy na Kasprowym Wierchu (razem 20 dni) (tab.4). W pierwszym ciągu przez 3 dni był typ cyrkulacji  $E_2C$ , w pozostałych 7 dniach – typy o małym podobieństwie do sytuacji  $E_0$ . W drugim ciągu aż przez 8 dni panował typ E, a przez 2 kolejne – typ  $E_1$ . Częściej obserwowano antycyklonalne typy cyrkulacji atmosferycznej (przez 13 dni), rzadziej – cyklonalne (7 dni).

**Ciąg burzowy 11-dniowy** wystąpił tylko jeden raz w 40-leciu, na Kasprowym Wierchu (tab.4). W ciągu 7 pierwszych dni była to cyrkulacja antycyklonalna E, w 4 ostatnich zaś cyklonalna A.

**Ciągi 9-11 dniowe** występowały w okresach ze zmieniającą się cyrkulacją. W tym czasie, za każdym razem, pojawiały się dwa typy cyrkulacji.

Najwięcej ciągów burzowych powstało pod wpływem typów cyrkulacji cyklonalnej:  $E_0$  i CB, w których częstość występowania dni burzowych związana jest z przechodzeniem frontu chłodnego (burze frontalne) podczas wędrówki niżu nad środkową lub północną Europą. Raczej rzadko powstawały przy tym charakterze cyrkulacji burze termiczne. Natomiast gdy masy powietrza przemieszczają się pod wpływem cyrkulacji antycyklonalnej E, pojawiają się wewnątrzmasowe burze termiczne występujące często w środkowych, południowych i wschodnich regionach Polski.

### Ciągi dni burzowych a warunki synoptyczne

Typ cyrkulacji tylko w sposób ogólny informuje o kierunku adwekcji powietrza i układzie barycznym; dokładniejszej informacji o warunkach wystąpienia burz dostarcza analiza mapy synoptycznej. Dlatego też dodatkowo rozpatrzono sytuację synoptyczną w trzech przykładowo wybranych ciągach burzowych. Są to dwa ciągi 5-dniowe w Warszawie (07-11.06.1961 i 24-28.08.1968) i ciąg 11-dniowy na Kasprowym Wierchu (31.05-10.06.1960).

W czerwcu 1961 roku przez pierwsze dni na obszarze Polski występowały burze pochodzenia wewnątrzmasowego w masie powietrza polarnego morskiego starego (PPms), w zasięgu ośrodka wyżowego, którego centrum przemieszczało się znad Białorusi na południe nad Ukrainę, a później na północo-wschód, aż do Moskwy (tab. 5). Czwartego dnia znad południowych Niemiec przesunął się nad Polskę aktywny niż, na którego froncie chłodnym wystąpiły burze pochodzenia frontального. Ostatniego dnia front odsunął się na wschód, lecz burze frontalne nadal pojawiały się przed nim – w masie PPms i za nim – w masie powietrza polarnego (PPm). W pierwszych trzech dniach temperatura w ciągu dnia dochodziła do 25°C, a nocą spadała do 16°C. Ciśnienie atmosferyczne wynosiło około 1013 hPa. W ciągu ostatnich dwóch dni warunki termiczne nie zmieniły się radykalnie, jedynie temperatura w nocy spadła do 13°C. Burzom towarzyszyły opady przelotne, a na frontach również ciągłe. Według klasyfikacji B. Osuchowskiej-Klein dominowała sytuacja nieokreślona (prawdopodobnie słabogradientowa). Każdego dnia ciągu burze pojawiały się w godzinach popołudniowych, a tylko 8 i 11 czerwca – w drugiej połowie nocy (tab. 5).

W sierpniu 1968 roku burze na obszarze Polski również wystąpiły w masie PPms (tab. 6). Odwrotnie niż w czerwcu, przez pierwsze 3 dni trwała działalność aktywnych niżów przemieszczających się bezpośrednio nad Polską lub na południe od niej. W pierwszym dniu wystąpiły burze frontalne z towarzyszącymi im opadami przelotnymi oraz burze wewnątrzmasowe powstałe w masie powietrza o równo-

**Tabela 4.** Ciągi burzowe (6-11 dni i dodatkowo 5 dni) w wybranych 14 stacjach synoptycznych w Polsce (1951-1990) w powiązaniu z typami cyrkulacji według klasyfikacji B. Osuchowskiej-Klein

**Table 4.** Series of storm (6-11 days and an additional 5 days) in the selected 14 synoptic stations in Poland (1951-1990), in conjunction with the types of circulation according to the classification B. Osuchowska-Klein

Stacje Stations	Data Date	Kolejne dni ciągu z typami cyrkulacji Consecutive series days with the types of circulation										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ciągi 5-dniowe <i>Series 5-day</i>												
Warszawa	7-11.06.1961	X	X	X	X	X						
	24-28.08.1968	E	E	E	E	E						
Ciągi 6-dniowe <i>Series 6-day</i>												
Suwałki	19-24.06.1956	X <sub>Eo</sub>	CB	CB	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>					
	9-14.06.1959	X <sub>A</sub>	X <sub>A</sub>	E	E	E	E					
	11-16.06.1972	F	F	F	X <sub>C2D</sub>	X <sub>C2D</sub>	X <sub>C2D</sub>					
	28.05.-2.06.1984	F	F	F	F	X	X					
Chojnice	9-14.07.1955	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E	E	E	E					
	5-10.06.1970	E	E	E	E	E	F					
	20-25.05.1973	F	F	F	X	X	E					
Białystok	8-13.07.1955	E	E	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	X <sub>CB</sub>					
Toruń	8-13.07.1955	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E	E	E					
	6-11.06.1970	E	E	E	E	F	F					
Zielona Góra	22-27.08.1968	E	E	E	E	E	E					
	31.05.-5.06.1971	E	E	E	E <sub>2</sub> C	E <sub>2</sub> C	E <sub>2</sub> C					
Wieluń	8-13.07.1955	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E	E	E					
	27.08.-1.09.1955	X <sub>E1</sub>	X <sub>Eo</sub>	X <sub>Eo</sub>	X <sub>E</sub>	X <sub>E</sub>	A					
	17-22.07.1959	E	E	E	E	E	E					
	5-10.06.1961	X	X	X	X	X	X					
Śnieżka	13-18.08.1952	X	X	X	F	F	F					
	14-19.08.1955	E	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>					
	29.04.-4.05.1961	X <sub>F</sub>	X <sub>F</sub>	X <sub>F</sub>	D	D	D					
	2-7.06.1971	E	E <sub>2</sub> C	E <sub>2</sub> C	E <sub>2</sub> C	X <sub>Eo</sub>	X <sub>Eo</sub>					
	14-19.06.1974	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>					
	3-8.06.1978	E	E	E	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	A					
Kraków	23-28.08.1968	E	E	E	E	E	E					
Przemysł	12-17.08.1969	E	E	E	X <sub>F</sub>	X <sub>F</sub>	E <sub>0</sub>					
	14-19.06.1977	F	F	F	F	X	X					

**Tabela 4.** (cd.)

**Table 4.** (continued)

Kasprowy Wierch	22-27.08.1951	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	D	D	D						
	3-8.08.1952	F	X <sub>E1</sub>	X <sub>E1</sub>	X <sub>E1</sub>	D	D						
	23-28.06.1953	E	E	E	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E						
	27.08.-1.09.1955	X <sub>E1</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>E</sub>	X <sub>E</sub>	A						
	4-9.09.1955	A	A	X	X	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>						
	19-24.04.1963	D	D	D	D	E	E						
	7-12.06.1963	E	E	E	E	E	CB						
	15-20.06.1964	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D	X	X						
	24-29.06.1979	X	X	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D						
13-18.07.1982	E	E	E	E	X <sub>E1</sub>	X <sub>E1</sub>							
Ciągi 7-dniowe <i>Series 7-day</i>													
Olsztyn	21-27.07.1959	E	E	E	E	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>					
Białystok	27.05.-2.06.1984	E <sub>0</sub>	F	F	F	F	X	X					
Kielce	19-25.07.1987	F	F	F	F	X <sub>E2C</sub>	X <sub>E2C</sub>	CB					
Zamość	28.07.-3.08.1955	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	C <sub>2</sub> D	X <sub>E2C</sub>	CB	CB					
	11-17.06.1977	F	X <sub>E</sub>	X <sub>E</sub>	F	F	F	F					
Kraków	6-12.06.1961	X	X	X	X	X	X	X					
Kasprowy Wierch	3-9.06.1956	C <sub>2</sub> D	D	D	D	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X					
	6-12.06.1961	X	X	X	X	X	X	X					
	2-8.06.1971	E	E <sub>2</sub> C	E <sub>2</sub> C	E <sub>2</sub> C	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>CB</sub>					
	29.07.-4.08.1971	E	E	X <sub>E1</sub>	X <sub>E1</sub>	X <sub>E1</sub>	X <sub>E1</sub>	X <sub>E1</sub>					
	14-20.05.1975	X	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	E <sub>2</sub> C	E <sub>2</sub> C					
30.08.-5.09.1975	E	E	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D	C <sub>2</sub> D						
Ciągi 8-dniowe <i>Series 8-day</i>													
Zielona Góra	8-15.07.1955	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E	E	E	E	C <sub>2</sub> D				
Zamość	5-12.06.1971	E <sub>2</sub> C	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>CB</sub>	X <sub>CB</sub>	F	F	E <sub>0</sub>				
Przemysł	14-21.06.1974	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>				
Kasprowy Wierch	18-25.07.1959	E	E	E	E	E	E	E	E <sub>0</sub>				
	16-23.05.1971	B	B	B	B	B	B	E	E				
	3-20.06.1977	X <sub>E</sub>	F	F	F	F	X	X	X				
Ciągi 9-dniowy <i>Series 9-day</i>													
Suwałki	4-12.06.1970	E	E	E	E	E	E	F	F	F			
Ciągi 10-dniowe <i>Series 10-day</i>													
Kasprowy Wierch	7-16.07.1957	E <sub>2</sub> C	E <sub>2</sub> C	E <sub>2</sub> C	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	X <sub>E0</sub>	
	17-26.07.1972	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	
Ciąg 11-dniowy <i>Series 11-day</i>													
Kasprowy Wierch	31.05-10.06.1960	E	E	E	E	E	E	E	A	A	A	A	

wadze chwiejnej, na tyłach frontu chłodnego. Temperatura w ciągu doby osiągnęła średnio prawie 22°C (po ochłodzeniu spowodowanym przejściem frontu chłodnego w godzinach wieczornych, przed nim temperatura po południu przekraczała 27°C – efektem była burza frontalna), a nocą około 16°C – w chłodniejszej masie powietrza powstała adwekcyjna burza wewnątrzmasowa. Ciśnienie atmosferyczne było dość wysokie, 1016-1019 hPa. Przeważały umiarkowane wiatry NE. W ostatnich dwóch dniach Polska znalazła się pod wpływem wyżu, rozbudowanego nad środkową Rosją (centrum nad Moskwą). Temperatura powietrza w dzień wskutek insolacji wzrosła do 28°C (nocą spadła do około 18°C). Ciśnienie atmosferyczne było wysokie – 1020 hPa. Wystąpiły sprzyjające warunki termiczne, powodujące wzmożoną konwekcję i powstanie równowagi chwiejnej powietrza. W godzinach popołudniowych pojawiły się burze pochodzenia wewnątrzmasowego, z przelotnymi opadami. Wiatr zmienił kierunek z NE na E i na SE. W tych dniach dominowała cyrkulacja północno-wschodnia antycyklonalna (typ E). W każdym dniu tego ciągu burze pojawiały się 2 razy: po południu i w drugiej połowie nocy.

W roku 1960 wystąpił najdłuższy w badanym 40-leciu ciąg dni z burzą. W dniach od 31.05 do 10.06 na Kasprowym Wierchu codziennie pojawiała się burza. Musiały więc wystąpić warunki szczególnie sprzyjające ich rozwojowi (tab. 7).

W ciągu tych 11 dni najcieplejszym dniem był 31 maja, z temperaturą maksymalną 12,0°C, a najchłodniejszym 5 czerwca, z temperaturą minimalną -4,2°C. Najniższą wilgotnością względną wyróżnił się 31 maja o godzinie 7.00 – 59%, a maksymalną możliwą, czyli 100% – 4 czerwca o godzinie 7.00 i 19.00. W rozpatrywanym okresie ciśnienie atmosferyczne zmieniało się w niewielkim stopniu – od 808 hPa (2 czerwca) do 796 hPa (10 czerwca).

W siedmiu pierwszych dniach występował typ cyrkulacji E (północno-wschodnia antycyklonalna), a w czterech ostatnich A (zachodnia cyklonalna).

Dnia 31 maja nad obszar Tatr napływało z południo-wschodu PPms. Przechodził front ciepły związany z niżem nad Skandynawią. Wystąpiła wtedy burza frontalna. W następnych dniach, czyli do 7 czerwca, Kasprowy Wierch znajdował się w masie PPms lub PPM związanego z układem antycyklonalnym. Polska znalazła się pod wpływem wyżu znad Morza Północnego, który w następnych dniach przesuwał się na północo-wschód i wschód, docierając nad Bałtyk. Burze występujące od 1 do 6 czerwca zaliczono do wewnątrzmasowych. Dnia 7 czerwca burze wystąpiły w masie PPms, przy układzie cyklonalnym. Kolejnego dnia (8 czerwca) z północo-zachodu napłynęło powietrze PPM, wraz z układem cyklonalnym. Przed godziną 12 UTC pogodę kształtował front chłodny, a później zokludowany. Na obu tych frontach wystąpiły burze. Następnego dnia fronty te odsunęły się dość daleko na wschód, a na pogodę nad Kasprowym Wierchem miał wpływ wyż znad Lwowa. W masie PPM (napływającej z południo-zachodu) wystąpiły burze wewnątrzmasowe. Ostatniego dnia, 10 czerwca, nad Polskę napłynęły z zachodu masy PPms, związanego z niżem znad Skandynawii. Na froncie chłodnym utworzyły się po południu burze.

Najczęściej burze występowały po południu (między godziną 13 i 19 – po 10

**Tabela 5.** Wartości elementów meteorologicznych i charakterystyki pogody w dniach 7-11.06.1961 w Warszawie-Okęcie  
**Table 5.** The meteorological elements and characteristics of the weather in the days 7-11.06.1961 in Warsaw-Okęcie

Dzień Day	LB	Temperatura (°C) Temperature				Wilgotność (%) Humidity	Ciśnienie (hPa) Pressure			Typ cyrk. Type of circ.	Masa pow. Airmass	Front Atmospheric front	Typ burz Type storms	Burze w godzinach (h) Stormhours					
		00 h	12 h	max	min		śr. average	00 h	12 h					śr. average	0-7	7-13	13-19	19-24	
7.06	1	17	22	23,9	13,9	18,3	1014	1010	1011,8	x	Pms								
8.06	2	16	25	25,0	15,0	18,3	1010	1010	1009,7	x	Pms								
9.06	1	16	22	23,9	15,0	18,5	1013	1013	1012,6	x	Pms								
10.06	1	15	23	26,1	13,9	20,3	1013	1015	1013,1	x	Pms								
11.06	2	13	24	25,0	12,2	18,3	1014	1014	1012,4	x	Pms,Pm								

LB – liczba burz, f – burza frontalna, w – burza wewnątrzmasowa (termiczna), fronty: ciepły, chłodny, zokludowany

LB - number of storms, f - frontal storm, w - termic storm inside the airmass, fronts: warm, cool, occluded



**Tabela 6.** Wartości elementów meteorologicznych i charakterystyki pogody w dniach 24-28.08.1968 w Warszawie-Okęciu  
**Table 6.** The meteorological elements and characteristics of the weather in the days 24-28.08.1968 in Warsaw-Okęcie

Dzień Day	LB	Temperatura (°C) Temperature				Wilgotność (%) Humidity	Ciśnienie (hPa) Pressure			Typ cyrk. Type of circ	Masa pow. Air-mass	Front Atmosferyczny Atmospheric front	Typ burz Type- storms	Burze w godzinach (h) Stormshours			
		00 h	12 h	max	min		śr. average	00 h	12 h					śr. average	0-7	7-13	13-19
24.08	2	19,5	25,8	27,7	16,3	60	1019	1017	1005	E	Pk, Pms	zokludowany/ ciepły/ chłodny	f	x		x	
25.08	2	17,5	20,2	23,2	14,5	81	1017	1017	1004	E	Pms		w	x		x	
26.08	2	17,6	21,2	21,8	14,9	84	1018	1018	1006	E	Pms		w	x		x	
27.08	2	15,5	27,5	28,2	13,2	73	1019	1019	1007	E	Pms		w	x		x	
28.08	2	17,8	26,8	28,0	16,1	76	1019	1016	1004	E	Pk, Pms		w	x		x	

LB – liczba burz, f – burza frontalna, w – burza wewnątrzmasowa (termiczna), fronty: ciepły, chłodny, zokludowany  
 LB - number of storms, f - frontal storm, w - termic storm inside the air-mass, fronts: warm, cool, occluded



**Tabela 7.** Wartości elementów meteorologicznych i charakterystyki pogody w dniach 31.05.-10.06.1960 na Kasprowym Wierchu  
**Table 7.** The meteorological elements and characteristics of the weather in the days 31.05.-06.10.1960 at KasprowyWierch

Dzień Day	LB	Temperatura (°C) Temperature				Wilgotność (%) Humidity	Ciśnienie (hPa) Pressure			Typ cyrk. Type of circ	Masa pow. Airmass	Front Atmosferyczny Atmospheric front	Typ burz Type- storms	Burze w godzinach (h) Stormshours				
		00 h	12 h	max	min		śr. average	00 h	12 h					śr. average	0-7	7-13	13-19	19-24
31.05	1	9,4	6,2	12,0	5,0	77	805	806	804	E	PPms	Cieply	f				x	x
1.06	1	8,1	6,6	9,1	5,1	76	807	808	807	E	PPms		w				x	
2.06	3	8,4	5,9	11,0	5,1	75	808	807	808	E	PPm		w			x	x	x
3.06	1	6,0	6,6	8,4	5,3	85	806	806	806	E	PPm		w				x	
4.06	3	9,4	6,0	9,9	4,5	92	806	807	806	E	PPms		w				x	x
5.06	4	6,8	6,5	9,1	4,2	89	806	806	806	E	PPms		w		x			
6.06	2	7,5	7,9	9,6	4,8	94	806	805	806	E	PPms		w				x	x
7.06	3	10,5	8,9	11,0	6,0	89	805	805	805	A	PPms		w			x	x	
8.06	2	8,9	7,8	9,8	6,4	89	805	803	804	A	PPm	chłodny./ zokludowany	f		x	x	x	
9.06	2	8,4	7,8	11,0	6,2	94	800	799	800	A	PPm		w			x	x	
10.06	2	8,7	6,7	11,0	6,5	97	799	796	798	A	PPms	chłodny	f				x	x

LB – liczba burz, f – burza frontalna, w – burza wewnątrzmasowa (termiczna), fronty: ciepły, chłodny, zokludowany

LB - number of storms, f - frontal storm, w - termic storm inside the airmass, fronts: warm, cool, occluded

dni z burzą na Kasprowym Wierchu i w Warszawie), a rzadziej nocą i nad ranem (między godziną 0 i 7 – 2 dni z burzą na Kasprowym Wierchu i 7 dni w Warszawie) (tab. 5, 6 i 7). Najlepsze warunki do powstania burz panują więc w godzinach popołudniowych i wieczornych, a najmniej korzystne – w godzinach nocnych i porannych. Potwierdzają to również wartości elementów meteorologicznych zmierzonych w tych 3 ciągach dni burzowych, gdyż najlepsze dla burz warunki termiczno-wilgotnościowe panowały właśnie po południu.

### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na każdej stacji najwięcej było pojedynczych dni burzowych. Krótsze ciągi, złożone z 2-5 dni występowały na wszystkich stacjach, a ciąg najdłuższy trwał aż 11 dni i pojawił się na Kasprowym Wierchu (31.05-10.06.1960).

Najdłuższe ciągi dni burzowych na wybranych 20 stacjach stanowiły od 0,6% do 3,3% ogólnej liczby dni burzowych. Te sytuacje występowały w 40-leciu w Polsce na tyle rzadko, że nie można stwierdzić, że istnieje skłonność do grupowania dni burzowych w kilkudniowe ciągi burzowe.

Najwięcej burz ogółem, bez podziału na ciągi burzowe, powstawało w Polsce pod wpływem cyrkulacji cyklonalnej: północno-wschodniej i wschodniej (typ  $E_0$ ), południowo-wschodniej (typ F) oraz północno-zachodniej (typ CB), ale równocześnie te typy cyrkulacji pojawiały się najczęściej. Wtedy częstość występowania dni burzowych wiązała się z przechodzeniem frontu chłodnego (burze frontalne) oraz frontu zokludowanego o charakterze chłodnym, podczas wędrówki niżu nad środkową lub północną Europą. Rzadko pojawiały się przy tym charakterze cyrkulacji burze wewnątrzmasowe. Natomiast gdy masy powietrza przemieszczały się w wyniku działania cyrkulacji północno-wschodniej antycyklonalnej (typ E) albo panowała sytuacja nieokreślona X (nierzadko słabogradientowa), pojawiały się burze wewnątrzmasowe (lokalne – termiczne). Występują one często w środkowych, południowych i wschodnich obszarach Polski, znajdujących się pod większym wpływem mas powietrza polarnego kontynentalnego. Duże prawdopodobieństwo występowania dni z burzą przy typach cyrkulacji cyklonalnej z sektora południowego (F, B i D) oraz antycyklonalnej południowo-wschodniej i południowej ( $E_1$ ) spowodowane było tym, że choć wymienione typy cyrkulacji występowały rzadko, to prawie zawsze towarzyszyły im burze (Grabowska 2002).

Powstawaniu długich ciągów burzowych (6-11 dni) sprzyjały typy cyrkulacji cyklonalnej:  $E_0$  i CB, antycyklonalnej E i sytuacje niepodobne do typów wzorcowych X, czyli te same, które warunkują pojawianie się burz w ogóle. Natomiast typy cyrkulacji (F, B, D i BE) o bardzo dużym prawdopodobieństwie warunkowym powstawania burz (sięgającym nawet 100%) nie pomagały w tworzeniu długich ciągów, ponieważ frekwencja tych dni w Polsce była niewielka.

W rozpatrywanych (pod względem warunków synoptycznych) 3 ciągach tak w Warszawie, jak i na Kasprowym Wierchu przeważały burze wewnątrzmasowe

(łącznie przez 15 dni na 21 dni ogółem). Powstawaniu tych właśnie burz sprzyjały masy powietrza polarnego morskiego starego oraz północno-wschodnia cyrkulacja antycyklonalna. Ponadto na szczególnie zwiększoną działalność burzową na Kasprowym Wierchu miały wpływ także warunki lokalne (zwiększona powierzchnia czynna w górach ułatwia wymianę ciepła i pary wodnej na drodze silniejszej konwekcji).

Podczas 2 ciągów 5-dniowych w Warszawie tylko przez 3 dni występowały burze frontalne (były to 2 dni w 1961 r. z frontem ciepłym i chłodnym każdego dnia oraz 1 dzień w 1968 r. z frontem zokludowanym oraz ciepłym i chłodnym, które w takiej kolejności przemieszczały się nad Warszawą). Na Kasprowym Wierchu w 11-dniowym ciągu w 1960 r. tylko 3 dni wyróżniły się burzami frontalnymi: pierwszego dnia (z 11) przechodził front ciepły, ostatniego dnia front chłodny, a dziewiątego – fronty chłodny i zokludowany.

Podczas tych 3 najdłuższych, na Kasprowym Wierchu i w Warszawie, ciągów (łącznie 21 dni) przez 12 dni panowała cyrkulacja północno-wschodnia antycyklonalna (E), tylko przez 4 dni – zachodnia cyklonalna (A) i przez 5 dni – sytuacja niepodobna do typów wzorcowych (X).

Analiza sytuacji synoptycznej pomaga wyjaśnić, jakie warunki doprowadzają do powstania burzy. Rozpatrzenie tych kilku wybranych przypadków pozwala ostrożnie wnioskować, które z wartości elementów meteorologicznych w tych dniach są wartościami progowymi, warunkującymi wystąpienie burzy.

Na Kasprowym Wierchu (w 1960 r.) maksymalna temperatura powietrza wyniosła 12°C, a minimalna – 4,2°C, przy średniej dobowej z 11 dni – 7,4°C. Temperatura maksymalna zmieniła się w tym okresie o 3,6°C, a minimalna o 2,3°C.

W pierwszym ciągu w Warszawie, w 1961 r., maksymalna temperatura powietrza osiągnęła 26,1°C, a minimalna – 12,2°C, gdy średnia dobowa temperatura z 5 dni wyniosła 18,7°C. Zmiany maksymalnej i minimalnej temperatury były w tym czasie niewielkie – odpowiednio: 2,2 i 2,8°C. W drugim ciągu, w 1968 r., chociaż pojawił się on przy wyższych wartościach temperatury powietrza (maksymalna – 28,2°C, minimalna – 13,2°C, średnia dobowa z 5 dni – 20,2°C), to zmiany tych charakterystyk temperatury były większe i w przypadku maksymalnej temperatury dochodziły do 6,4°C, a minimalnej – do 3,1°C.

Największe spadki temperatury powietrza występowały w dniach z frontami atmosferycznymi lub dzień po ich przejściu. Stosunkowo wąska strefa z chmurami Cumulonimbus przed frontami albo na samym froncie powodowała, że w tych dniach powstawały 2 lub 1 burza. Z kolei w sytuacjach wyżowych, słabogradientowych, które utrzymywały się przez kilka dni nad Polską, w ciągu jednej doby pojawiły się nawet 4 lub 3 burze.

W Warszawie amplituda absolutna temperatury powietrza w obu ciągach dochodziła do 15°C, na Kasprowym Wierchu była niższa – sięgała prawie 8°C, ze względu na wyniesienie tej stacji nad poziomem morza i w związku z tym z ogólnie niższą temperaturą powietrza, mniejszą amplitudą dobową temperatury i brakiem termicznego lata (Kozuchowski 2011; Chomicz 1977).

Mimo że w 3 ciągach dominowała masa powietrza polanego morskiego starego (17 dni), to zmiany średniej dobowej wilgotności względnej powietrza sięgały od 16 do 24%, ponieważ w pojedynczych dniach występowała również świeża masa powietrza polarnego morskiego (5 dni) oraz masa powietrza polarnego kontynentalnego (2 dni). Najniższa wilgotność względna 60% była w pierwszym dniu ciągu burzowego w Warszawie w 1968 r., kiedy występowała masa powietrza polarnego kontynentalnego, a najwyższa 97% – na Kasprowym Wierchu w powietrzu polarnym morskim starym.

Na obu stacjach największą zmianą ciśnienia atmosferycznego między terminami pomiarowymi (00 i 12 h, 12 i 18 h) oraz średniego dobowego ciśnienia był spadek tylko o 4 lub 3 hPa, a najczęściej ciśnienie zmieniało się zaledwie o 1 hPa lub wcale.

Burze powstawały prawie codziennie w godzinach popołudniowych (od 13 do 19 h – przez 20 dni na 21 możliwych) oraz w drugiej połowie nocy (od 00 do 07 h – przez 9 dni na 21 możliwych).

## Literatura

- Bielec Z., 2000, Przebieg dobowy i charakterystyka synoptyczna burz w Krakowie w latach 1896-1995, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace Geograficzne* 105, Kraków, 73-83.
- Bielec-Bąkowska Z., 2002, Zróżnicowanie przestrzenne i zmienność wieloletnia występowania burz w Polsce (1949-1998), Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Boorman P., Jenkins G., Murphy J., Burgess K., 2010, Future changes in lightning from the UKCP09 ensemble of regional climate model projections, Technical report, MetOffice Hadley Centre, Exeter.
- Chlebicki Z., 2002, Burze frontalne i wewnątrzmasowe, *Gazeta Obserwatora IMGW* 51, 4, IMGW, Warszawa, 7-10.
- Chomicz K., 1977, Materiały do poznania agroklimatu Polski, Komitet Melioracji PAN, Warszawa.
- Grabowska K., 2002, Burze w Polsce i ich uwarunkowania, Praca doktorska, Zakład Klimatologii, WGRS, UW, Warszawa.
- Grabowska K., 2008, Storms in Europe (1994-2005) – their relationship with continentality of climate, *Miscellanea Geographica*, 13, 67-75.
- Grabowska K., 2011, Annual and daily changes of thunderstorms in temperate climate in London, Warsaw and Moscow, *Miscellanea Geographica* 15, 115-122.
- Holt M.A., Hardaker P.J., McLelland G.P., 2001, A lightning climatology for Europe and the UK, 1990-1999, *Weather* 56(9), 290 s.
- Kolendowicz L., 1996, Burze na obszarze Polski Północno-Zachodniej w świetle częstości występowania różnych typów cyrkulacji atmosfery, *Zeszyty Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN* 39, Warszawa.
- Kolendowicz L., 2005, Wpływ cyrkulacji atmosferycznej oraz temperatury i wilgotności powietrza na występowanie dni z burzą na obszarze Polski, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.

- Kolendowicz L., 2006, The influence of synoptic situations on the occurrence of days with thunderstorms during a year in the territory of Poland, *Int. J. Climatol.* 26: 1803-1820, DOI: 101002/joc1348.
- Kożuchowski K., 2011, *Klimat Polski. Nowe spojrzenie*, Wyd. Nauk. PWN SA, Warszawa.
- Koźmiński Cz., 1963, Opady gradowe na terenie Polski w latach 1946-1955, *Szczecińskie Towarzystwo Naukowe* 17, 2, Szczecin.
- Osuchowska-Klein B., 1978, Katalog typów cyrkulacji atmosferycznej (1901-1977), Wyd. IMGW, Warszawa.
- Osuchowska-Klein B., 1991, Katalog typów cyrkulacji atmosferycznej (1976-1990), Wyd. IMGW, Warszawa.
- Parczewski W., 1971, Dynamiczne aspekty klimatu Polski, *Przegląd Geograficzny* 43, 4, 507-522.
- Price C., Rind D., 1994, Possible implications of global climate change on global lightning distributions and frequencies, *Journal of Geophysical Research*, 99(D5), 10823-10831.
- Pyka J.L., Piasecki J., Ropuszyński P., Pflitsch A., 2001, Pionowa struktura termiczna i prędkość pionowa powietrza warstwy granicznej atmosfery (WGA) w warunkach miejskich w świetle rejestracji sodarowych, *Dokumentacja Geograficzna IGiPZ PAN* 23, 101-118.
- Stopa M., 1962, Burze w Polsce, *Prace Geograficzne*, 34, Wyd. Geologiczne, Instytut Geografii PAN, Warszawa.
- Stopa M., 1964, Przebieg dobowy występowania burz w Polsce, *Przegląd Geograficzny* 36, 1, 103-118.
- Wiszniewski W., 1949, O burzach w Polsce, *Gazeta Obserwatora*, 6, Warszawa.
- Wiszniewski W., 1973, *Atlas klimatyczny Polski*, PPWK, Warszawa.

### Summary

The aim of the study is to present the atmospheric circulation that caused the long series of storm days in Poland. Also examined the effect of synoptic conditions on the appearance of those long, over a 5-day storm sequences in selected Polish cities.

The data used in the work relate to the number of storm days in the years 1951-1990, the atmospheric circulation types (classification of Osuchowska-Klein) and analysis of synoptic situation which includes synoptic maps of daily meteorological bulletin IMGW.

Days of the storm may occur singly, at intervals of one, few or over a dozen days, but the phenomenon of the storm may also appear daily for a short period of time. At every station there were more single-day storm. The shortest sequence lasted 2 days (performed at all stations), and the longest 11 days in Tatras Mountains (Kasprowy Wierch).

Ranged (5-11) periods of storm days occur very rarely (for 40 years – just a few times). This means that, synoptic conditions conducive to the formation of this phenomenon does not last long, ending at 1 or 2 storm days. This demonstrates the great dynamics of changes in the atmospheric circulation in temperate latitudes and

transience Polish climate.

Ranged series of storm days can appear from May to September, but most often occur in the summer (June-August).

Most of the storm days was caused by synoptic conditions that appear under the influence of the north-western cyclonic circulation (type CB – NW<sub>c</sub>) and western cyclonic circulation (type A – W<sub>c</sub>). In this situation the frequency of storm days is associated with the passage of cold fronts (frontal storms), when low-pressure system moving over central or northern Europe. In these types of atmospheric circulation, thermal storms formed less frequently. However, when the air mass moved around under the influence of north-eastern anticyclonic circulation (type E – NE<sub>a</sub>), there were inside the air mass storms (thermal storms). Most of the analyzed days (in Poland) were inside the air mass storms. The Polar Maritime old air mass and the north-eastern anticyclonic circulation conducive to the formation of storms.