

**Katarzyna Grabowska**

Uniwersytet Warszawski,  
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych,  
Zakład Klimatologii  
00–927 Warszawa,  
ul. Krakowskie Przedmieście 30  
e-mail: kasiagra@uw.edu.pl

**PRZEBIEG ROCZNY I DOBOWY BURZ W KLIMACIE  
UMIARKOWANYM MORSKIM, PRZEJŚCIOWYM  
I KONTYNENTALNYM (NA PRZYKŁADZIE LONDYNU,  
WARSZAWY I MOSKWY)**

**Annual and diurnal course of thunderstorms  
in temperate maritime, transition and continental climate  
(London, Warsaw and Moscow)**

**Summary.** The aim of the study is to show and compare variation of the annual and daily course of thunderstorms in selected European cities in 2005–2009. Data on thunderstorms originate from dispatches METAR for three airport stations: London Gatwick, Warsaw Okęcie and Moscow Sheremetyevo. These cities represent the various types of climate: warm temperate marine, transitional and continental. Thunderstorms mostly occurred in Warsaw – 207 (Moscow – 174; London – 71). The maximum of thunderstorms frequency, in the yearly course, in all towns occurred in July (Warsaw – 11,8; Moscow – 13,4; London – 5,0). Thunderstorms predominantly started at 13<sup>30</sup> in London, 17<sup>00</sup> in Warsaw, 18<sup>00</sup> in Moscow (13<sup>30</sup> means period 13<sup>01</sup>–13<sup>30</sup>, 17<sup>00</sup> means period 16<sup>31</sup>–17<sup>00</sup> etc.). Thunderstorms most often ended at 13<sup>30</sup> in London, 17<sup>00</sup> in Warsaw, 20<sup>30</sup> in Moscow. There were dominated, at all stations, brief thunderstorms, which lasted for 30 minutes. The longest thunderstorm remained 9 hours (Warsaw), 5,5 (Moscow), 4,5 (London).

**Słowa kluczowe:** burze, przebieg roczny, przebieg dobowy, klimat umiarkowany, Londyn, Warszawa, Moskwa

**Key words:** thunderstorms, annual course, diurnal course, temperate climate, London, Warsaw, Moscow

## WSTĘP

Ekstremalne zjawiska pogodowe, a do nich należą burze, mogą zagrażać życiu i działalności człowieka. Z tego powodu coraz częściej klimatolodzy poświęcają im więcej uwagi. Aktywność gospodarcza ludzi, powiększanie terenów miejskich (tworzenie coraz większych aglomeracji, w których sztuczna emisja ciepła oraz silne nagrzewanie się betonowych powierzchni budynków i ulic sprzyjają rozwojowi konwekcji, a zanieczyszczone powietrze dostarcza dużej liczby jąder kondensacji) na pewno przyczyniło się do zwiększenia liczby tych zjawisk w Europie i na całym świecie. Nie można jednak zapominać o równoczesnym wpływie czynników geograficznych i klimatycznych, jak np. rzeźba terenu, oddalenie od oceanu, dostawa ciepła związana z szerokością geograficzną czy cyrkulacja atmosferyczna.

Burza związana jest z rozwojem chmur Cumulonimbus. Cechą charakterystyczną burz jest występowanie błyskawic, grzmotów, szkwałów, silnych i krótkotrwałych opadów (przelotnych), czasami wypadanie gradu (Schmidt 1972). Zaobserwowano również (na przykładzie Polski), że oddziaływanie podłoża i rzeźby terenu ma większe znaczenie na obszarach górskich i wyżynnych, na nizinach natomiast w powstawaniu burzy większą rolę odgrywa ogólna cyrkulacja atmosferyczna i związane z nią napływające masy powietrzne (Grabowska 2002).

W polskiej literaturze klimatologicznej jest coraz więcej prac poświęconych burzom. Dotyczą one zmienności aktywności burzowej rocznej i wieloletniej, wpływu cyrkulacji atmosferycznej i wybranych elementów meteorologicznych na burze i często kończą się wydzieleniem regionów burzowych w Polsce (Stopa 1962, Koźmiński 1963, Kolendowicz 1996 i 2005, Bielec-Bąkowska 2002) oraz wyznaczeniem długoterminowych prognoz zjawisk burzowych (Grabowska 2002).

Znacznie mniej jest prac dotyczących przebiegu dobowego tego groźnego zjawiska. Stopa (1962, 1964) zauważyła duże zróżnicowanie czasowe i przestrzenne w przebiegu dobowym burz w Polsce. Przeważnie burze rozpoczynają się wczesnym popołudniem, ok. 13<sup>00</sup>–15<sup>00</sup>, a ich maksimum przypada na 14<sup>00</sup>–16<sup>00</sup>. Zjawiska te trwają od 5 minut do 10 godzin, dominują jednak burze krótkie (od 11 do 20 minut). Przebiegiem dobowym burz w Krakowie (1896–1995) zajmowała się Bielec (2000). Z jej badań wynika, że najwięcej burz ma swój początek w godzinach 13<sup>00</sup>–14<sup>00</sup> i 15<sup>00</sup>–16<sup>00</sup>, natomiast maksimum ich aktywności przypada na 16<sup>00</sup>–17<sup>00</sup>. Najczęściej występowały burze bardzo krótkie, trwające do 10 minut.

Celem pracy jest pokazanie zróżnicowania przebiegu rocznego oraz dobowego burz w wybranych miastach Europy – w Londynie, Warszawie i Moskwie w latach 2005–2009. Miasta te leżą na podobnej szerokości geograficznej; reprezentują odpowiednio klimat: umiarkowany ciepły morski, przejściowy i kontynentalny.

## MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Za dzień z burzą przyjęto taki, w którym wystąpiła przynajmniej jedna burza. Do scharakteryzowania przebiegu dobowego burz wykorzystano liczbę ich przypadków. Zdarzały się bowiem takie doby, w których pojawiało się kilka burz.

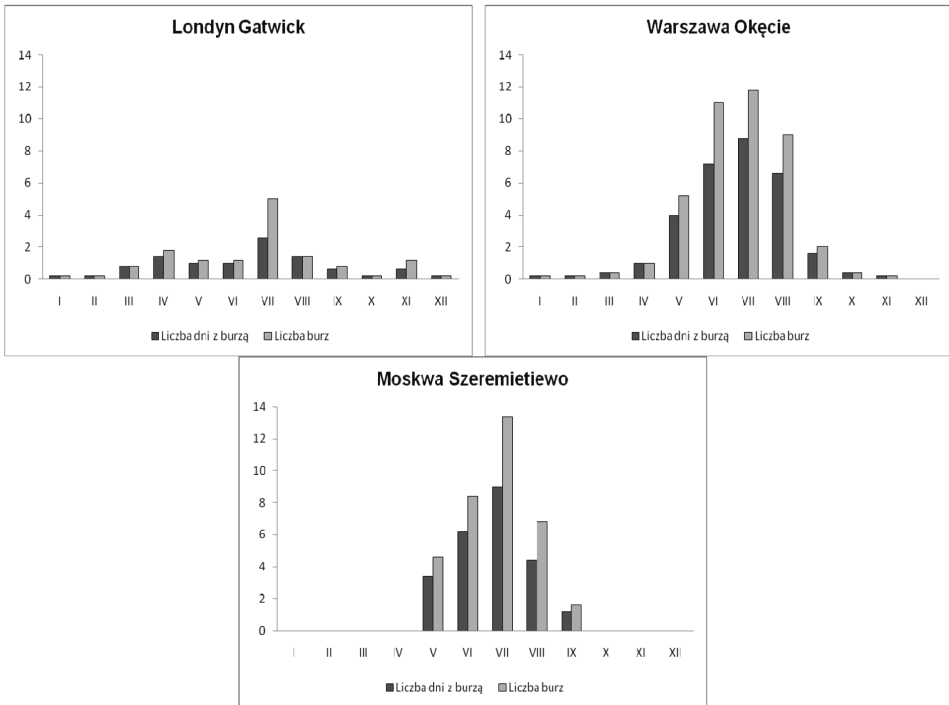
Dane dotyczące dni burzowych i burz pochodzą z depesz METAR (*Meteorological Aerodrome Report*) z trzech stacji lotniskowych: Londyn Gatwick, Warszawa Okęcie i Moskwa Szeremietiewo (2005–2009). Lotnicze, pogodowe depesze METAR są kodowane i przysyłane co pół godziny, stanowią więc cenne źródło wiedzy o zmienności dobowej wielu elementów meteorologicznych mierzonych na stacjach lotniskowych. Częstość nadsyłania depesz wpływa na wyznaczenie przedziałów czasu trwania burz, który nie może być krótszy niż pół godziny. Z tego względu nie można wyodrębnić bardzo krótkich burz (a taką możliwość dają dzienniki klimatologiczne prowadzone na stacjach synoptycznych, w których notowane są dokładne godziny rozpoczęcia i zakończenia burzy). Pomimo tych niedogodności, depesze METAR dają możliwość określenia pór doby charakteryzujących się największą aktywnością burzową. Przy wyznaczeniu godzin rozpoczęcia i końca burz dla większej przejrzystości używano tylko godziny nadesłania depeszy METAR, a wartość ta faktycznie oznaczała okres półgodzinny poprzedzający depeszę, np. burza z godziny 17<sup>30</sup> oznacza burzę, która pojawiła się w przedziale 17<sup>01</sup>–17<sup>30</sup>. Godziny w każdym z miast są podane w czasie urzędowym, tzn. w Londynie czas zimowy – UTC, czas letni – UTC + 1h, w Warszawie odpowiednio UTC + 1h i UTC + 2h, a w Moskwie UTC + 3h i UTC + 4h.

## ZMIENNOŚĆ LICZBY DNI Z BURZĄ I BURZ W ROKU

Z badań dotyczących zmienności burz w Europie wynika, że bardzo dużą ich aktywnością w strefie wyższych szerokości geograficznych charakteryzuje się klimat umiarkowany ciepły przejściowy (według klasyfikacji Okołowicza 1991). Mniej burz występuje w klimacie umiarkowanym ciepłym kontynentalnym, a najmniej w odmianie ciepłej morskiej (Grabowska 2008).

W latach 2005–2009 najwięcej burz pojawiło się w Warszawie, aż 207 (wystąpiły one podczas 153 dni burzowych), nieco mniej było ich w Moskwie – 174 (121 dni burzowych), a najmniej w Londynie – zaledwie 71 (51 dni burzowych). Średnia roczna liczba burz w Warszawie wyniosła 41,4 (średnio 30,6 dni z burzą w roku), w Moskwie – 34,8 (24,2 dni) i w Londynie – 14,2 (10,2 dni) (ryc. 1).

Burze występowały najczęściej w ciepłych miesiącach i najlepiej było to widoczne w Warszawie i Moskwie. Wyraźny wzrost aktywności burzowej rozpoczął się w maju, a zakończył we wrześniu. W obu miastach maksimum burz



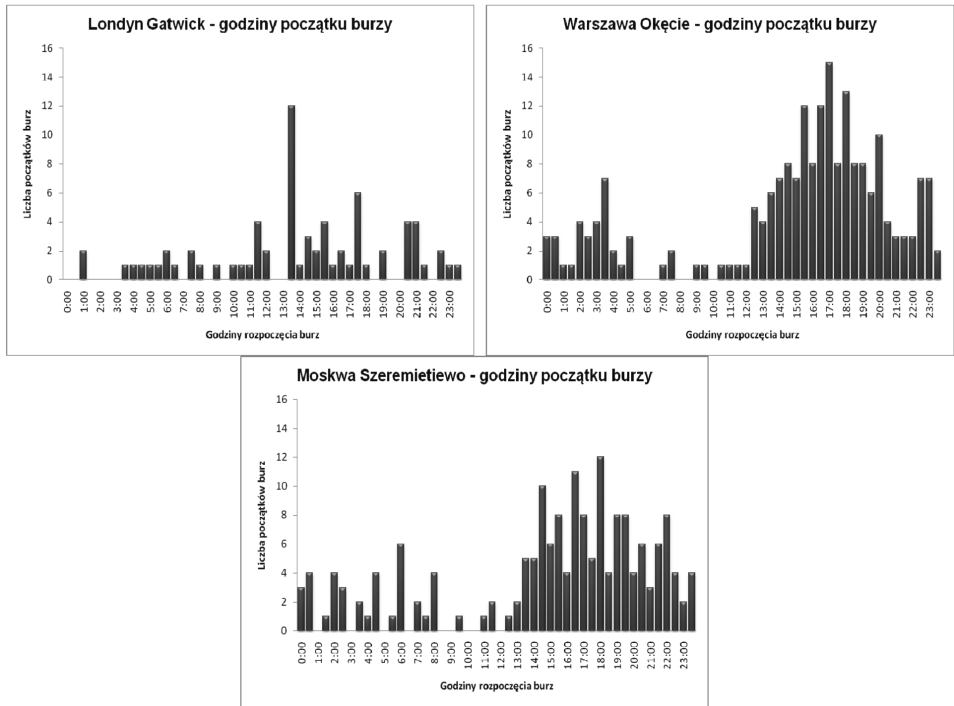
**Ryc. 1.** Przebieg roczny dni z burzą i burz w Londynie, Warszawie i Moskwie (2005–2009)

**Fig. 1.** Annual course of thunderstorm days and thunderstorms in London, Warsaw and Moscow (2005–2009)

wystąpiło w lipcu i osiągnęło odpowiednio średnio 11,8 burz (8,8 dni z burzą) i 13,4 burz (9 dni). W Londynie lipcowe maksimum było o połowę niższe i wyniosło średnio 5,0 burz (2,6 dni z burzą). W Warszawie minimum burz przypadało w grudniu, kiedy nie było żadnej burzy. W Moskwie okres „bezburzowy” był jeszcze dłuższy i trwał aż 7 miesięcy – od października do kwietnia. W Londynie natomiast minimum wyniosło średnio 0,2 burzy (tyle samo dni z burzą) i wystąpiło w ciągu 4 miesięcy: od grudnia do lutego i w październiku.

W cieplejszej porze roku, od kwietnia do października, pojawiają się również rozbieżności między liczbą dni burzowych a liczbą burz. W tym czasie w ciągu jednego dnia może pojawić się kilka burz. Pomimo tego, że w Londynie było najmniej burz ze wszystkich trzech stacji, to stosunek liczby burz do liczby dni z burzą w lipcu był tu największy i wyniósł 1,9 (prawie dwa razy więcej burz niż dni burzowych). W Moskwie w lipcu było 1,5 razy więcej burz niż dni burzowych, a w Warszawie tylko 1,3 razy więcej (ryc. 1).

W klimacie umiarkowanym ciepłym morskim burze (w Londynie oprócz lipca) występują przez cały rok w podobnej liczbie. W tej samej strefie, ale w kli-



**Ryc. 2.** Liczba przypadków początków burz w Londynie, Warszawie i Moskwie (2005–2009)

**Fig. 2.** The number of starts thunderstorms in London, Warsaw and Moscow (2005–2009)

macie przejściowym, również mogą wystąpić we wszystkich miesiącach i tylko w klimacie kontynentalnym nie występują w chłodnej porze roku (w Moskwie nie było burz od października do kwietnia) (ryc. 1). W tych miesiącach w Londynie i Warszawie przeważnie występowała tylko jedna burza danego dnia.

Spośród pięciu lat (2005–2009) na badanych stacjach wyróżniły się pod względem dużej aktywności burzowej głównie lata 2007 i 2008 w Londynie, 2007 w Warszawie i 2008 w Moskwie. Najmniej burz pojawiło się w Londynie i w Warszawie w 2005, a w Moskwie w 2009 r.

### GODZINY ROZPOCZĘCIA BURZY

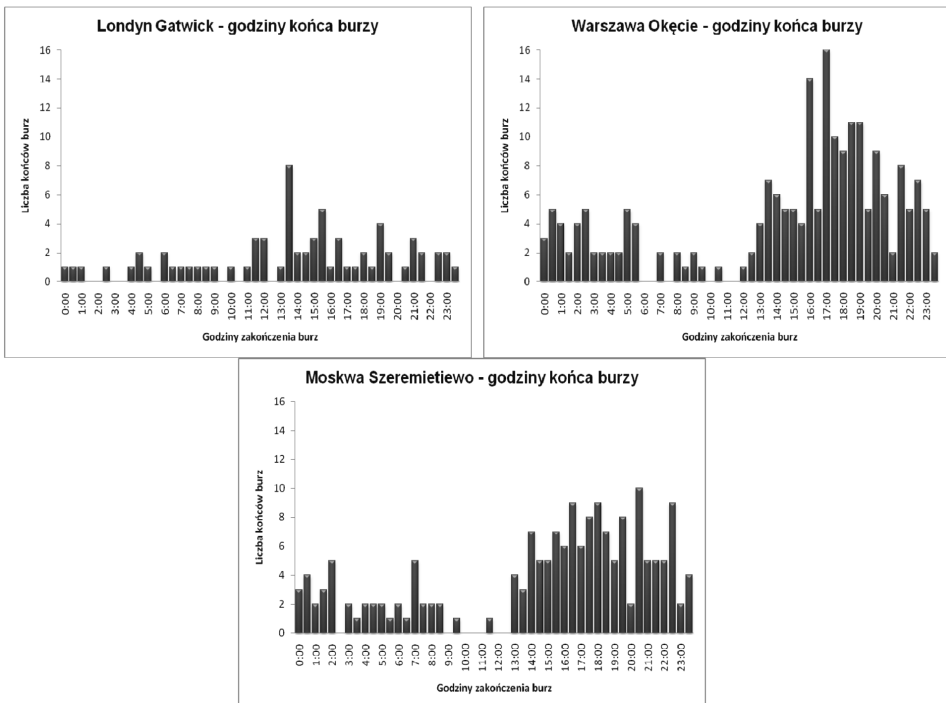
Burze mogą pojawiać się w ciągu całej doby, najczęściej jednak zjawisko to obserwowane jest w godzinach popołudniowych.

W Londynie burze zwykle rozpoczynały się wczesnym popołudniem i wieczorem. Najwięcej burz powstało o 13<sup>30</sup>, a następnie o 17<sup>30</sup>. Najrzadziej poja-

wiały się one w środku nocy, między 0<sup>00</sup> a 3<sup>00</sup>. W Warszawie i Moskwie pora rozpoczęcia burz była przesunięta na późne popołudnie i wieczór, z maksimum o godzinie odpowiednio 17<sup>00</sup> i 18<sup>00</sup>. Pora najłabszej aktywności burzowej w Warszawie przypadała na godziny ranne, od 5<sup>30</sup> do 9<sup>00</sup>, a w Moskwie nieco później, na godziny ranne i przedpołudniowe od 8<sup>00</sup> do 12<sup>00</sup> (ryc. 2).

### GODZINY ZAKOŃCZENIA BURZY

W Londynie burze najczęściej kończyły się o 13<sup>30</sup> oraz o 15<sup>30</sup>. W Warszawie koniec burz przesunął się w stosunku do ich początku z godzin popołudniowych na wczesne wieczorne i wczesne nocne (kolejno najwięcej ich przypadało na 17<sup>00</sup> i 16<sup>00</sup> oraz 18<sup>30</sup> i 19<sup>00</sup>). W Moskwie burze najczęściej kończyły się wieczorem i wczesną nocą. Maksimum ich końca wystąpiło o 20<sup>30</sup>, ale również dużo tych przypadków było o 16<sup>30</sup>, 18<sup>00</sup> i 22<sup>30</sup>. Najrzadziej burze w Moskwie kończyły się między 9<sup>00</sup> a 12<sup>30</sup> (ryc. 3).

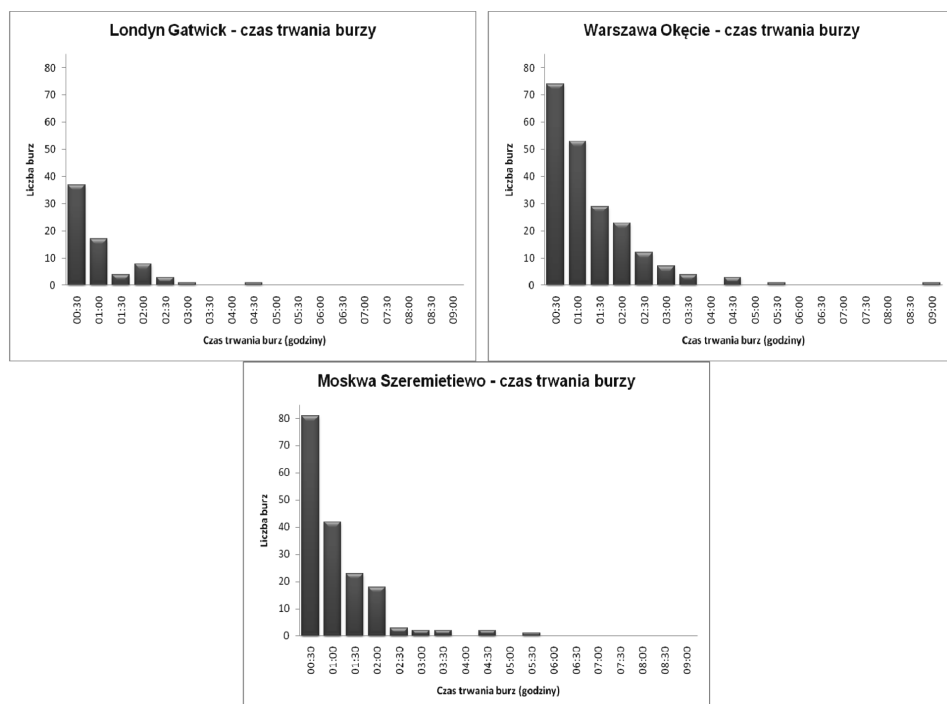


**Ryc. 3.** Liczba przypadków końców burz w Londynie, Warszawie i Moskwie (2005–2009)

**Fig. 3.** The number of ends thunderstorms in London, Warsaw and Moscow (2005–2009)

## CZAS TRWANIA BURZY

W Londynie przeważały burze krótkie, trwające do 30 minut. Prawie o połowę mniej było burz jednogodzinnych. Zdarzyła się również burza trwająca 4 godzin i 30 minut. Nad Warszawą również dominowały burze krótkie, półgodzinne, ale burz godzinnych (których było o 30% mniej niż półgodzinnych) w tym mieście pojawiło się więcej niż w Londynie i Moskwie. Dłuższe burze także zdarzały się tu częściej, a najdłuższa z nich trwała aż 9 godzin. W Moskwie, podobnie jak w Londynie, najwięcej było krótkich burz, półgodzinnych i o 50% mniej godzinnych. Burze dłuższe niż 2 godziny wystąpiły sporadycznie, a najdłuższa z nich trwała 5 godzin i 30 minut (ryc. 4).



**Ryc. 4.** Czas trwania burz (godziny) w Londynie, Warszawie i Moskwie (2005–2009)

**Fig. 4.** The duration (hours) of thunderstorms in London, Warsaw and Moscow (2005–2009)

## PODSUMOWANIE

Badania potwierdzają znane z literatury prawidłowości, że w klimacie kontynentalnym występuje więcej burz niż w morskim. Interesujący jest fakt, że najwięcej burz pojawia się w przejściowej strefie klimatu, gdzie ścierają się wpły-

wy oceaniczne i kontynentalne. Nad tym obszarem często przechodzą burze związane z frontami atmosferycznymi, a w cieplej porze roku silne ogrzanie podłoża promieniowaniem słonecznym sprzyja powstawaniu burz termicznych – wewnątrzmasowych.

Najwięcej burz pojawiło się w klimacie umiarkowanym przejściowym (Warszawa), mniej w umiarkowanym kontynentalnym (Moskwa), a najmniej w umiarkowanym morskim (Londyn). W Warszawie i Moskwie występowały najczęściej w ciepłych miesiącach, od maja do września, a w Londynie okres ich nieco większej aktywności trwał od marca do września i w listopadzie. W badanych miastach maksimum zarówno dni burzowych, jak i burz wystąpiło w lipcu.

W Londynie burze występują przez cały rok, a różnice między ich liczbą w cieplej i w chłodnej porze roku są niewielkie. W Moskwie burze pojawiają się tylko od maja do września, a w pozostałych miesiącach w ogóle nie występują. W Warszawie, gdzie zaznaczają się zarówno cechy oceaniczne, jak i kontynentalne klimatu, burze występują przez cały rok, ale ich frekwencja jest największa w miesiącach letnich.

Burze pojawiają się w ciągu całej doby we wszystkich badanych miastach. W Londynie, w klimacie morskim, burze najczęściej rozpoczynały się i kończyły w przedziale półgodzinnym 13<sup>01</sup>–13<sup>30</sup>. W Warszawie, w klimacie przejściowym, najwięcej burz również rozpoczynało się i kończyło w tym samym półgodzinnym przedziale, tylko przesuniętym na późne popołudnie (16<sup>31</sup>–17<sup>00</sup>). W Moskwie, w klimacie kontynentalnym burze rozpoczynały się najczęściej wieczorem (17<sup>31</sup>–18<sup>00</sup>), a kończyły się dopiero wczesną nocą (20<sup>01</sup>–20<sup>30</sup>).

Na wszystkich stacjach dominowały krótkie burze, trwające do 30 minut. Najdłuższa burza utrzymywała się 9 godzin w Warszawie, 5 i pół godziny w Moskwie oraz 4 i pół godziny w Londynie.

## Literatura

- Bielec Z., 2000, *Przebieg dobowy i charakterystyka synoptyczna burz w Krakowie w latach 1896–1995*. Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., 105, 73–83.
- Bielec-Bąkowska Z., 2002, *Zróżnicowanie przestrzenne i zmienność wieloletnia występowania burz w Polsce (1949–1998)*. Wyd. UŚ, Katowice.
- Grabowska K., 2002, *Burze w Polsce i ich uwarunkowania*. Praca doktorska, maszynopis, Zakład Klimatologii WGSR UW, Warszawa.
- Grabowska K., 2008, *Storms in Europe (1994–2005) – their relationship with continentality of climate*. *Miscellanea Geographica*, 13, 67–75.
- Kolendowicz L., 1996, *Burze na obszarze Polski Północno-Zachodniej w świetle częstości występowania różnych typów cyrkulacji atmosfery*. Zeszyty IGiPZ PAN, 39, Warszawa.



- 
- Kolendowicz L., 2005, *Wpływ cyrkulacji atmosferycznej oraz temperatury i wilgotności powietrza na występowanie dni z burzą na obszarze Polski*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Koźmiński Cz., 1963, *Opady gradowe na terenie Polski w latach 1946–1955*. Szczecińskie Tow. Nauk., 17, 2, Szczecin.
- Okołowicz W., 1991, *Strefy klimatyczne świata*. [w:] *Geograficzny atlas świata*, PPWK, Warszawa-Wrocław.
- Stopa M., 1962, *Burze w Polsce*. Prace Geogr., 34, Wyd. Geol., IG PAN, Warszawa.
- Stopa M., 1964, *Przebieg dobowy występowania burz w Polsce*. Prz. Geogr., 36, 1, 103–118.
- Schmidt M., 1972, *Meteorologia dla każdego*. WKiŁ, Warszawa.