

CHARAKTERYSTYKA WYSTĘPOWANIA BURZ W KALISZU

DOMINIKA JASIK, KATARZYNA SZYGA-PLUTA

Zakład Klimatologii, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego,
Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
ul. Dziegielowa 27, 61-680 Poznań

Abstract: This paper presents the daily and annual course of thunderstorms in Kalisz. The research was based on records from the period 1985–2014 from the Institute of Meteorology and Water Management, and more detailed archived meteorological data from the period 2004–2014 from the station in Kalisz. The study identified no clear trend in the number of days with thunderstorms during the study period, except a slight increase of the thunderstorm occurrence frequency. Thunderstorms form during the whole year and all day long. However, the warm part of the year is connected with the highest thunderstorm activity in Kalisz, as well as the warmest part of the day. They appear most frequently between 15.01 and 16.00. The majority of thunderstorms last for only 11–20 minutes. The longest storm was observed on September 17th, 2010 (361 min.). They arrive mainly from the south west.

Keywords: thunderstorm, daily and annual course, Kalisz

WSTĘP

Burza to jedno lub kilku nagłych wyładowań elektryczności atmosferycznej, przejawiających się krótkim i silnym błyskiem (błyskawica) oraz suchym trzaskiem lub głuchym dudnieniem (grzmot) (Janiszewski 1988). Pojawienie się burzy wykazuje bardzo mocne powiązanie z istnieniem silnej chwiejności atmosfery wraz z wstępującymi prądami, które jej towarzyszą, prowadząc do powstania rozbudowanych chmur *Cumulonimbus* (Bielec-Bąkowska 2002). W związku z tym burza należy do niebezpiecznych zjawisk meteorologicznych, gdyż charakteryzuje ją gwałtowność przebiegu, towarzyszący silny i porywisty wiatr oraz intensywne opady deszczu, gradu i czasami śniegu. Częstość burz oraz ich rozkład dobowy i roczny mają duże znaczenie dla różnych dziedzin gospodarki człowieka. Stanowią głównie zagrożenie dla ruchu lotniczego ze względu na niską wysokość podstawy chmur, słabą widzialność, silne wyładowania atmosferyczne, ulewy, gradobicia, wichury. Powodują utrudnienia i zakłócenia w telekomunikacji oraz przesyłaniu energii. Także dla rolnictwa jest bardzo istotne prognozowanie występowania tego zjawiska, gdyż burze gradowe mogą wyrządzić znaczne szkody w uprawach.

Problematyką burz w Polsce zajmowała się M. Stopa (1960, 1962, 1964, 1965), która w swoich pracach scharakteryzowała występowanie burz w Polsce

oraz podzieliła Polskę na rejon burzowe. L. Kolendowicz (1998) natomiast zbadał zależności pomiędzy różnymi typami cyrkulacji atmosferycznej a liczbą dni burzowych w Poznaniu, wykorzystując klasyfikację według Osuchowskiej-Klein. Dokonał ponadto ogólnej charakterystyki występowania dni z burzą w Polsce w latach 1971–2000, wyróżnił sezony burzowe oraz podzielił Polskę na rejon burzowe (Kolendowicz 2005). W badaniach występowania burz poświęcono uwagę zróżnicowaniu przestrzennemu, zmienności wieloletniej oraz wpływowi cyrkulacji atmosferycznej i sytuacji synoptycznych na ich częstość (Bielec 2000; Bielec-Bąkowska 2002, 2003, 2013; Grabowska 2001, 2005; Kolendowicz 1996, 2005, 2007). Stwierdzono duże zróżnicowanie regionalne w przebiegu wieloletnim liczby dni z burzą (Bielec-Bąkowska 2002, 2003). Osobną grupę opracowań stanowią te dotyczące opadów burzowych i gradów, ich uwarunkowań synoptycznych, zróżnicowania przestrzennego i zmienności czasowej pojawiania się (Twardosz 2010; Twardosz i in. 2010a, b, 2011; Bielec-Bąkowska 2013).

Celem niniejszej pracy jest charakterystyka przebiegu wieloletniego, rocznego i dobowego występowania burz w Kaliszu, a także określenie czasu ich trwania i częstości kierunków, z których nadchodzą.

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODY BADAŃ

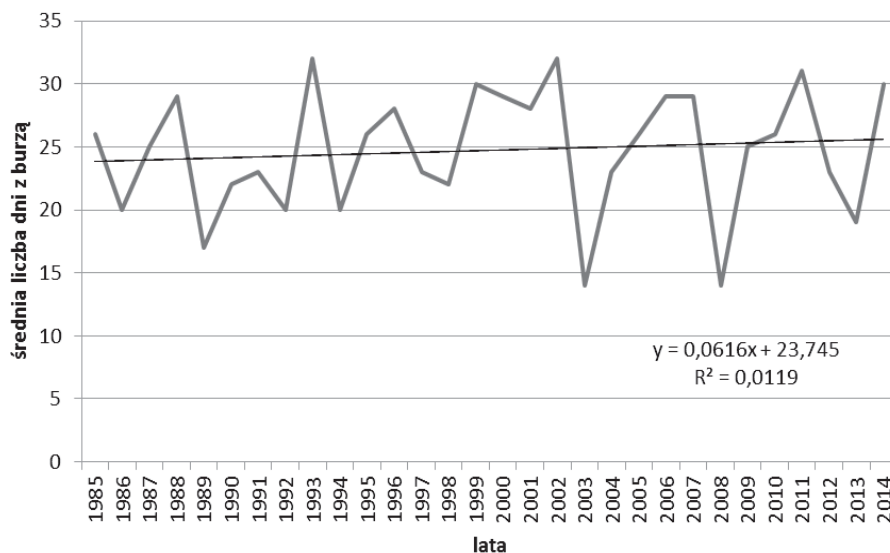
Analizy przeprowadzono na podstawie obserwacji ze stacji hydrologiczno-meteorologicznej IMGW-PIB w Kaliszu (φ 51°47'N, λ 18°05'E, h 138 m n.p.m.). Stacja zlokalizowana jest w północnej części miasta, w dzielnicy Majków, w strefie krawędziowej doliny Proсны. Dane do analizy pochodzą z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej z lat 1985–2014 oraz z dzienników meteorologicznych z lat 2004–2014, zarchiwizowanych na stacji meteorologicznej w Kaliszu. W poniższym opracowaniu uwzględniono wszystkie przypadki burz, które odnotowano w Kaliszu, bez podziału na burze bliskie i odległe. Dzień, w którym burza wystąpiła co najmniej raz, przyjęto jako dzień z burzą. W przypadku trwania burzy na przełomie doby zaliczano ją do obu dni. Takie sytuacje wystąpiły jednak sporadycznie (w liczbie 13). Analizie poddano zmienność wieloletnią liczby dni z burzą, a następnie jej przebieg roczny. Pory roku przyjęto według kryterium klimatologicznego, czyli wiosna (marzec, kwiecień, maj), lato (czerwiec, lipiec, sierpień), jesień (wrzesień, październik, listopad) i zima (grudzień, styczeń, luty). Zakres otrzymanych danych z IMGW-PIB obejmuje tylko daty wystąpienia zjawiska burzy oraz podany jest czas jego trwania w latach 1985–2014. Z tego powodu analiza dobowego przebiegu burz ograniczona została do lat 2004–2014, na podstawie szczegółowych danych z dzienników meteorologicznych udostępnionych na stacji w Kaliszu. Pozwoliło to na precyzyjne określenie liczby burz, liczby dni z burzą oraz analizę dobowego przebiegu ich

występowania, czyli godziny rozpoczęcia, dobowe maksimum oraz czas trwania. Istotnym, rzadko rozpatrywanym zagadnieniem jest charakterystyka kierunków nadchodzenia burz.

WYNIKI BADAŃ

Roczna liczba dni z burzą

W latach 1985–2014 w Kaliszu wystąpiło łącznie 741 dni z burzą, czyli średnio 24,7 dnia w roku. Najwięcej takich dni (32) odnotowano w 1993 i 2002 r., a najmniej (14 dni) w 2003 i 2008 r. Dla lat 2004–2014 dysponowano bardziej szczegółowymi danymi, w związku z tym obliczono, że wystąpiło wtedy 275 dni z burzą, czyli średnio 25 dni w roku. W tych dniach wystąpiło 412 burz, co oznacza, że średnio w ciągu jednego dnia burzowego odnotowano 1,5 burzy. Wieloletni przebieg średniej liczby dni z burzą w Kaliszu w latach 1985–2014 przedstawiono na rycinie 1. Widoczna jest duża zmienność z roku na rok częstotści występowania badanego zjawiska. Zakres zmienności rocznej liczby dni burzowych zanotowanych w Kaliszu w latach 1985–2014 wynosi 18, współczynnik zmienności zaś 20,2%, co świadczy o średnim zróżnicowaniu. Zaznacza



Ryc. 1. Wieloletni przebieg średniej rocznej liczby dni z burzą w Kaliszu w latach 1985–2014 wraz z linią trendu

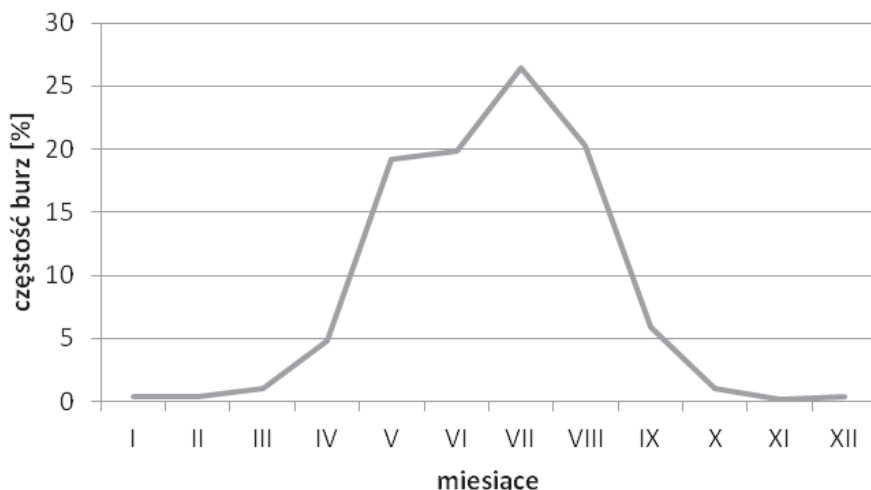
Fig. 1. Multiannual course of the average annual number of days with thunderstorms in Kalisz in years 1985–2014 with the trend line

się bardzo niewielki wzrost liczby analizowanych dni, wynoszący 0,1 dnia na dekadę, który należy uznać jedynie za pewien sygnał zmian. W zdecydowanie dłuższym okresie (1947–2006) rozpatrywanym dla Kalisza wzrost ten wynosił 0,7 dnia/10 lat (Bielec-Bąkowska 2013).

Roczny przebieg dni burzowych

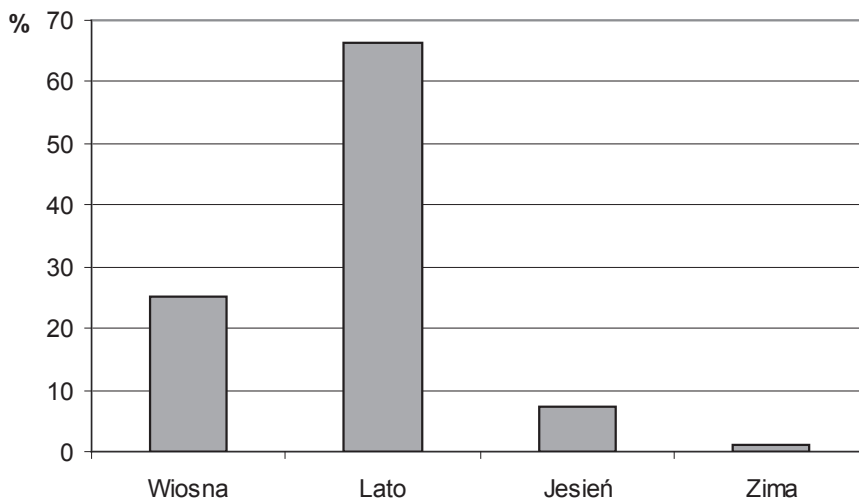
Częstość występowania burz w Kaliszu charakteryzuje się zróżnicowanym przebiegiem rocznym (ryc. 2). W okresie chłodnym, tj. od listopada do marca, burze pojawiają się bardzo rzadko i stanowią około 1% wszystkich przypadków. Wyraźny wzrost aktywności burzowej rozpoczyna się w maju, a kończy we wrześniu. Między kwietniem (5%) a majem (19%) następuje bardzo gwałtowny wzrost częstości występowania liczby dni burzowych, którego maksimum przypada na lipiec (26%). Od lipca obserwuje się znaczny spadek ich liczby. W sierpniu frekwencja wynosi 20%, a we wrześniu 6%. Najbardziej prawdopodobne jest wystąpienie dnia z burzą w miesiącach od czerwca do sierpnia w masach powietrza polarno-morskiego, a w powietrzu polarno-kontynentalnym w lipcu. W masach powietrza zwrotnikowego najbardziej prawdopodobne jest pojawianie się takich dni w maju i w lipcu (Kolendowicz 1998).

Ponad 90% dni z burzą pojawia się w półroczu letnim (IV–IX). Najwięcej takich dni występuje latem (rys. 3). Stanowią one powyżej 66% dni w ciągu całego roku. Na stacji w Kaliszu obserwuje się zdecydowaną przewagę dni



Ryc. 2. Przebieg roczny częstości występowania burz w Kaliszu w latach 1985–2014

Fig. 2. Annual course of thunderstorm frequency in Kalisz in years 1985–2014



Ryc. 3. Udział dni burzowych [%] w poszczególnych porach roku w Kaliszu w latach 1985–2014

Fig. 3. The share of days with thunderstorms [%] in different seasons in Kalisz in the years 1985–2014

z burzą w miesiącach wiosennych nad jesiennymi. Sporadycznie zdarzają się burze zimą. W latach 1985–2014 o tej porze roku pojawiło się zaledwie 9 przypadków, które stanowią tylko 1,2%. Sytuacje takie są możliwe najczęściej przy przechodzeniu aktywnych frontów atmosferycznych (Twardosz i in. 2011). Pojawianie się burzy w zimie jest związane z bardzo aktywnymi niżami przemieszczającymi się z Atlantyku. Jedną z nich wystąpiła 6 grudnia 2013 r., co było związane z przejściem przez Polskę orkanu Ksawery. Wyraźna sezonowość burz wiąże się ze wzrostem temperatury powietrza w porze letniej, kiedy występuje największy rozwój konwekcji termicznej. Niewielka liczba dni burzowych w chłodnych miesiącach roku jest wynikiem małej chwiejności atmosfery.

Dopełnieniem charakterystyki rocznego przebiegu liczby dni z burzą jest wskaźnik rocznej aktywności burzowej, który oblicza się jako stosunek liczby dni z burzą występujących od kwietnia do września do wszystkich zanotowanych dni z burzą (Bielec 2002):

$$\text{wskaźnik rocznej aktywności burzowej} = \frac{\text{liczba dni z burzą (IV–IX)}}{\text{liczba wszystkich dni burzowych}} \times 100[\%]$$

Dla stacji w Kaliszu wskaźnik ten wynosi 96,5% w latach 1985–2014. Średnia dla Polski jest równa 97% (Bielec-Bąkowska 2002). Według Grabowskiej (2011) najczęściej burz pojawia się w przejściowej strefie klimatu, gdzie ściera się wpływy oceaniczne i kontynentalne. Nad tym obszarem często przechodzą burze związane z frontami atmosferycznymi, a w cieplej porze roku silne

nagrzanie podłoża promieniowaniem słonecznym sprzyja powstawaniu burz termicznych – wewnątrzmasowych (Grabowska 2011).

WYSTĘPOWANIE BURZ W CIĄGU DOBY

Czas początku burz

Burze mogą pojawiać się w ciągu całej doby, jednak najczęściej zjawisko to obserwowane jest w godzinach popołudniowych (ryc. 4A). Najczęściej czas początku przypadał na godziny od 11.01 do 18.00, z frekwencją przekraczającą 5%. W analizowanym okresie maksimum początków burz przypadło od godziny 15.01 do 16.00, co stanowiło 12% wszystkich przypadków. Najrzadziej burze zaczynały się w nocy pomiędzy 01.01 a 02.00 oraz rano od 08.01 do 09.00.

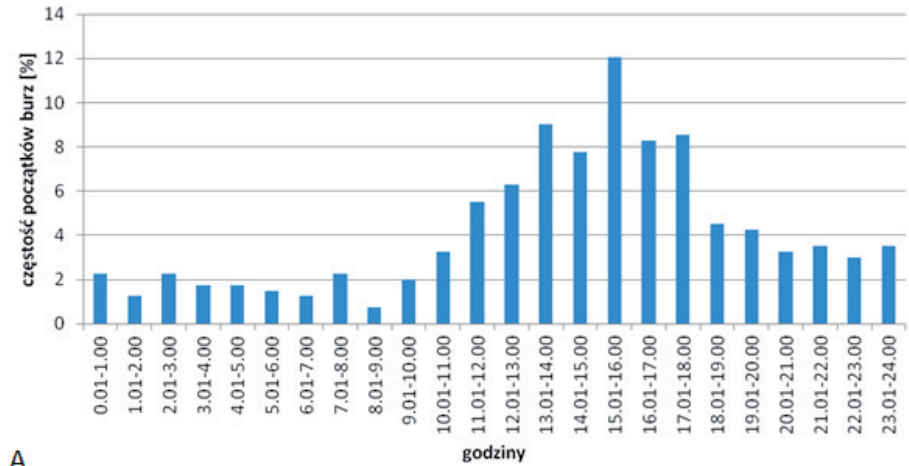
Czas początku burz jest zróżnicowany również w ciągu roku (ryc. 4B). Występowanie sezonu burzowego przypada na miesiące od maja do sierpnia. W tym okresie wyraźnie zaznacza się większa frekwencja pojawiania się burz pomiędzy godziną 14.01 a 19.00. Zauważono, że w miesiącach od czerwca do sierpnia odnotowywane jest wtórne maksimum aktywności burzowej w godzinach 19.01–22.00, co można uzasadnić występowaniem warunków sprzyjających konwekcji w godzinach popołudniowych latem, czego wynikiem mogą być wieczorne burze.

Czas trwania burz

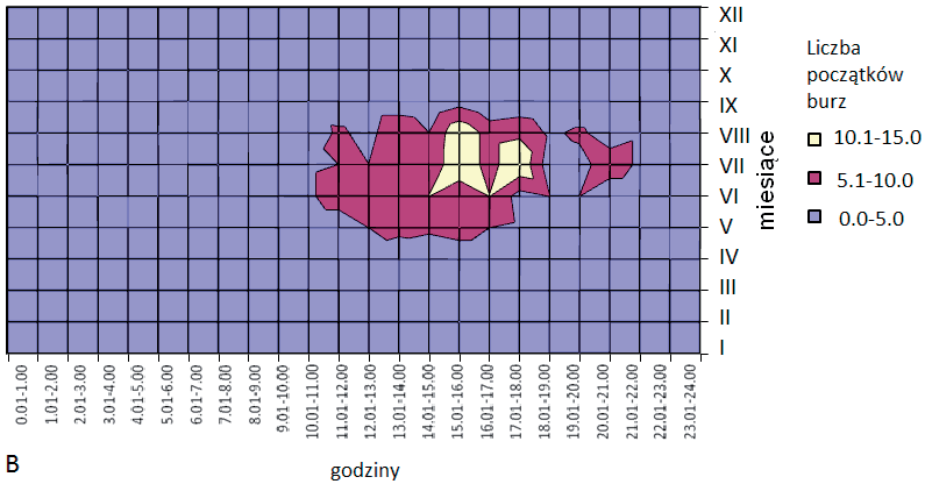
Kolejną charakterystyką występowania burz w ciągu doby jest czas ich trwania (ryc. 5A). W wyniku analizy stwierdzono, że 90% wszystkich burz trwało nie dłużej niż 120 min, a 7,5% stanowiły burze trwające od 120 do 180 min. Burze dłuższe niż 180 min stanowiły tylko 2,7%. Burze najkrótsze, czyli o czasie trwania nie dłuższym niż 10 min zaś 10,7%. Najczęściej, bo w 16% przypadków, występowały burze trwające od 11 do 20 min. Następnie liczba burz malała wraz ze wzrostem długości czasu ich trwania.

W analizowanym okresie, tj. w latach 2004–2014, najdłuższa burza wystąpiła 17 lipca 2010 r. i trwała 361 min. Na podstawie badanej serii danych z dzienników meteorologicznych można stwierdzić, że burze trwające powyżej 200 min pojawiały się od maja do lipca, z czego zdecydowana większość miała miejsce w maju (rys. 5B). Średni czas trwania burz wynosi prawie 56 min.

Otrzymane wyniki porównano z wcześniejszymi rezultatami badań dotyczącymi Kalisza. W latach 1946–1955 najdłuższa burza w Kaliszu trwała 9,1 godz. (Stopa 1962), czyli 3 godz. dłużej niż w okresie analizowanym w tym opracowaniu. Podobnie rozkładała się frekwencja czasu trwania burz. Najczęściej



A



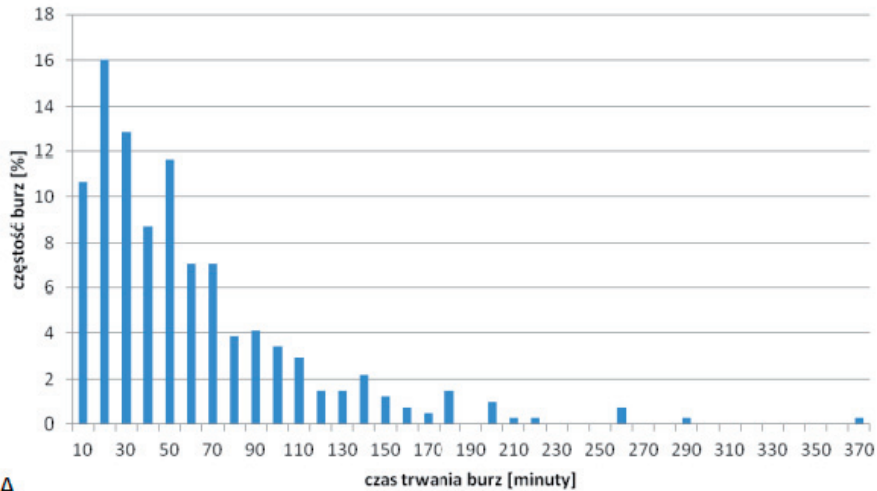
B

Ryc. 5. A – dobowy przebieg częstości występowania początków burz [%] oraz B – izoplety liczby przypadków początków burz w przebiegu dobowym w ciągu roku w Kaliszu w latach 2004–2014

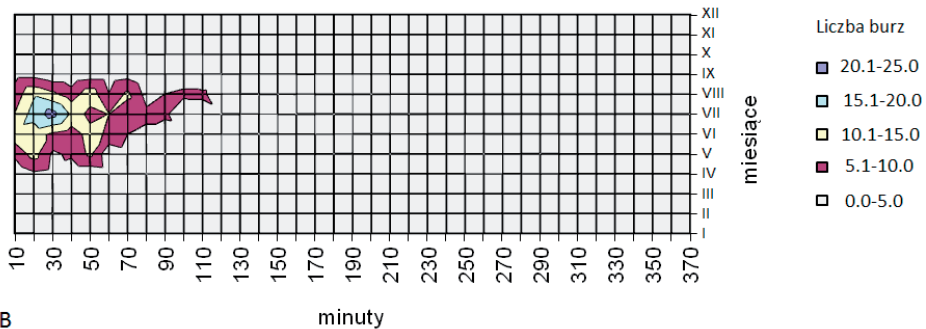
Fig. 5. A – daily frequency course of the thunderstorm's beginning [%] and B – isopleths of number of cases of thunderstorm's beginning in daily and annual course in Kalisz in years 2004–2014

występowały burze trwające 11–20, 21–30 oraz 51–60 min. Średni czas trwania burz w danym dziesięcioleciu był dłuższy niż w latach 2004–2014 i wyniósł 70,5 min.

Biorąc pod uwagę czas trwania burz w poszczególnych miesiącach, stwierdzono, że w miesiącach letnich występuje najwięcej burz i wówczas czas ich trwania się wydłuża (ryc. 5B). Najczęściej wtedy występują burze trwające od



A



B

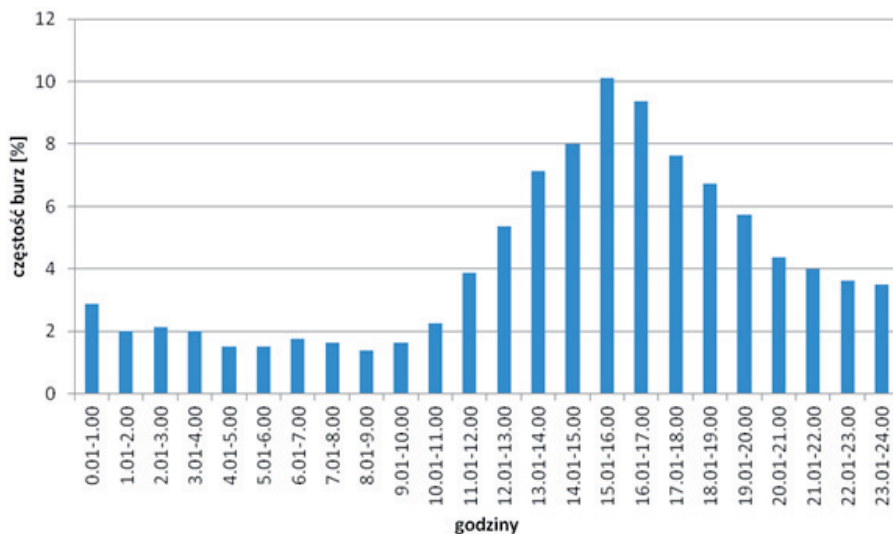
Ryc.54. A – dobowy przebieg częstości czasu trwania burz [%] oraz B – izoplety liczby przypadków trwania burz w przedziałach czasowych w poszczególnych miesiącach w Kaliszu w latach 2004–2014

Fig. 5. A – daily frequency course of the thunderstorm's duration [%] oraz B – isopleths of number of cases of thunderstorm's duration in time intervals and monthly course in Kalisz in years 2004–2014

11 do 40 min. W maju i czerwcu obserwuje się zwiększony udział burz o czasie trwania od 11 do 20 min oraz od 41 do 60 min.

Dobowe maksimum występowania burz

Ze względu na zagrożenia i utrudnienia związane ze zjawiskiem burzy ważne jest określenie pory doby, w której występowało ono najczęściej. W badanych okresie aż 79% burz przypadało na godziny od 11.01 do 24.00 (ryc. 6). Najbardziej burze występowały pomiędzy 08.01 a 09.00, o tej godzinie zanotowano



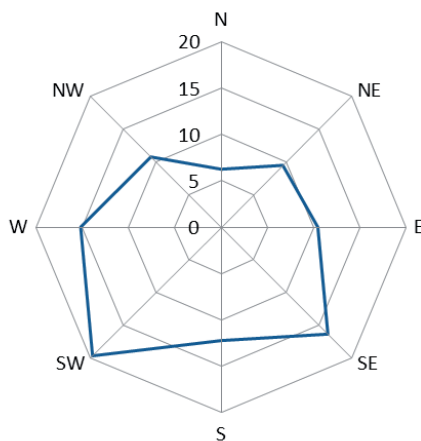
Ryc. 6. Dobowy przebieg częstości występowania burz [%] w Kaliszu w latach 2004–2014
 Fig. 6. Daily frequency course of the thunderstorm's occurrence [%] in Kalisz in years 2004–2014

tylko 11 burz, co stanowi 1,4% badanych przypadków. Od godziny 9 liczba burz wzrastała, osiągając maksimum od 15.01 do 16.00 (10,1%) wszystkich przypadków. Nieco mniej burz występowało pomiędzy 16.01 a 17.00 (9,4%). W godzinach wieczornych i nocnych ich częstość malała.

Kierunki nadejścia burz

Dopełnieniem charakterystyki występowania burz w Kaliszu jest analiza kierunków, z których one nadchodziły (ryc. 7). Do analizy wykorzystano tylko te przypadki burz, w których obserwator zanotował kierunek. W opracowaniu nie brano pod uwagę wypadków, kiedy burza rozpoczęła się nad stacją bądź brakowało zapisu kierunku w dzienniku meteorologicznym (tj. ok. 5% zanotowanych burz).

Stwierdzono, że najczęściej burz zaczynało się na południowy zachód od stacji – prawie 20% badanych przypadków, natomiast najmniej burz rozpoczynało się z kierunku północnego – 6%. Większość burz nadchodziła z kierunków południowy wschód oraz zachód, odpowiednio 16,3% i 15,1%. Na taki rozkład kierunków nadejścia burz wpływ ma najprawdopodobniej ukształtowanie terenu, poza dominującym napływem powietrza i sprzyjającą powstawaniu tego zjawiska sytuacją synoptyczną. Przykładowo burze frontalne najczęściej powstają w czasie przemieszczania się chłodnego frontu atmosferycznego nad Polską z kierunku zachodniego. Pojawiają się także na frontach chłodnych związanych



Ryc. 7. Kierunki nadejścia burz [%] w Kaliszu w latach 2004–2014

Fig. 7. Direction of the oncoming thunderstorm [%] in Kalisz in years 2004–2014

z lokalnym układem niskiego ciśnienia, którego centrum przemieszcza się z południowego zachodu (Kolendowicz 1998).

PODSUMOWANIE

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono brak wyraźnej tendencji zmian częstości występowania dni burzowych w Kaliszu w latach 1981–2014, a jedynie niewielki wzrost jej częstości. Charakter zmian i bezwzględna liczba dni z burzą zależne są, zgodnie z badaniami wielu autorów, od warunków pogodowych panujących w regionie, od napływu mas powietrza i sytuacji synoptycznej (Kolendowicz 1998; Grabowska 2011; Twardosz i in. 2011; Bielec-Bąkowska 2013). Burze pojawiają się w Kaliszu najczęściej w ciepłej połowie roku, a najbardziej burzowym miesiącem jest lipiec. Aktywność burzowa jest silniejsza wiosną niż jesienią. Dni z burzą notowane są najrzadziej w półroczu chłodnym. Wykazano, że taki przebieg roczny charakteryzuje obszar klimatu przejściowego między kontynentalnym i morskim (Grabowska 2011) i jest związany z przechodzeniem aktywnych frontów atmosferycznych oraz warunkami termiczno-wilgotnościowymi mas powietrza (Twardosz i in. 2011; Wróbel 1985). W przebiegu dobowym wyraźnie zaznacza się wzrost frekwencji występowania burz w godzinach popołudniowych, mimo że mogą się one pojawiać w ciągu całej doby. Najczęściej rozpoczynają się pomiędzy godziną 15.01 a 16.00. Przeważają burze trwające od kilku do kilkunastu minut (11–20), jednak najdłuższa zanotowana burza w latach 2004–2014 trwała 361 min i wystąpiła 17 lipca 2010 r. Zazwyczaj burze w Kaliszu nadchodziły z południowego zachodu.

LITERATURA

- Bielec Z., 2000: *Przebieg dobowy i charakterystyka synoptyczna burz w Krakowie w latach 1896–1995*, Pr. Geogr. 105, 73–83.
- Bielec-Bąkowska Z., 2002: *Zróżnicowanie przestrzenne i zmienność wieloletnia występowania burz w Polsce (1949–1998)*, Wyd. UŚ, Katowice.
- Bielec-Bąkowska Z., 2003: Long-term variability of thunderstorm occurrence in Poland in the 20th century, *Atm. Res.* 67–68, 35–52.
- Bielec-Bąkowska Z., 2013: *Burze i grady w Polsce*, Pr. Geogr. 132, 99–132.
- Grabowska K., 2001: *Zmienność aktywności burzowej w niektórych regionach geograficznych Polski*, Pr. i Stud. Geogr. UW 29, 181–190.
- Grabowska K., 2005: *Tendencje zmian i prognozy aktywności burzowej w Polsce*. [W:] E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki (red.), *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne*, IMGW, Warszawa, 385–391.
- Grabowska K., 2011: *Przebieg roczny i dobowy burz w klimacie umiarkowanym morskim, przejściowym i kontynentalnym (na przykładzie Londynu, Warszawy i Moskwy)*, Pr. i Stud. Geogr. 47, 463–471.
- Janiszewski F., 1988: *Instrukcja dla stacji meteorologicznych*. IMGW, Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Kolendowicz L., 1996: *Burze na obszarze Polski Północno-Zachodniej w świetle częstości występowania różnych typów cyrkulacji atmosfery*, Zesz. IGiPZ PAN 39, 1–115.
- Kolendowicz L., 1998: *Zjawiska burzowe w Polsce a warunki synoptyczne*, Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.
- Kolendowicz L., 2005: *Wpływ cyrkulacji atmosferycznej oraz temperatury i wilgotności powietrza na występowanie dni z burzą na obszarze Polski*, Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Kolendowicz L., 2007: *Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na występowanie dni z burzą w Poznaniu w latach 1951–2000*, *Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach.*, Ser. A – Geografia Fizyczna 58, 79–87.
- Stopa M., 1960: *Liczba dni z burzą w Polsce*, *Przeł. Geogr.* XXXII, z. 3, 329–333.
- Stopa M., 1962: *Burze w Polsce*, Pr. Geogr. IG PAN, Warszawa, 34, 109–185.
- Stopa M., 1964: *Przebieg dobowy występowania burz w Polsce*, *Przeł. Geogr.* XXXVI, 1, 103–118.
- Stopa M., 1965: *Rejony burzowe w Polsce*, *Dokumen. Geogr.* 1, IG PAN, Warszawa.
- Twardosz R., 2010: *A synoptic analysis of the diurnal cycle of thunderstorm precipitation in Kraków (Southern Poland)*, *Internat. Journ. of Clim.* 30, 1008–1013.
- Twardosz R., Niedźwiedz T., Łupikasza E., 2010a: *The influence of atmospheric circulation on the type of precipitation (Kraków, southern Poland)*, *Theoretical and Appl. Clim.* 104, 233–250.
- Twardosz R., Niedźwiedz T., Łupikasza E., 2010b: *Burze w Krakowie i ich uwarunkowania cyrkulacyjne*. [W:] T. Ciupa, R. Suligowski (red.), *Woda w badaniach geograficznych*, Inst. Geogr. Uniw. Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego, Kielce, 303–313.
- Twardosz R., Niedźwiedz T., Łupikasza E., 2011: *Zmienność i uwarunkowania cyrkulacyjne występowania postaci i typów opadów atmosferycznych na przykładzie Krakowa*, *Wyd. UJ, Kraków*, 125–143.
- Wróbel J., 1985: *Próba określenia związku pomiędzy występowaniem burz a wybranymi warunkami meteorologicznymi*, *Przeł. Geofiz.* 30, 2, 187–195.