

Katedra Gospodarki Wodnej, Klimatologii i Kształtowania Środowiska
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
pl. Łódzki 1, 10-727 Olsztyn
e-mail: katarzyna.pozarska@uwm.edu.pl

KATARZYNA POŻARSKA, JAN GRABOWSKI,
KRYSTYNA GRABOWSKA

Występowanie burz atmosferycznych i opadów gradu w wybranych miejscowościach Polski północno-wschodniej

The occurrence of thunderstorms and hail in selected places
in north-eastern Poland

Streszczenie. W niniejszej pracy przedstawiono zróżnicowanie przestrzenne i czasowe występowania burz atmosferycznych i opadów gradu w czterech miejscowościach położonych w Polsce północno-wschodniej. W badaniach wykorzystano materiał obserwacyjny pozyskany z IMGW-PIB ze stacji meteorologicznych w Elblągu, Mikołajkach, Olsztynie i Suwałkach z lat 1981–2010. Spośród badanych miejscowości, największą średnią liczbę dni z burzami atmosferycznymi zarejestrowano w Mikołajkach – 27, a największą średnią liczbę dni z opadami gradu w Elblągu – 5. Najwięcej dni z burzami atmosferycznymi zanotowano w okresie od maja do sierpnia, natomiast z opadami gradu w kwietniu i maju. Wieloletnia zmienność występowania liczby dni burzowych oraz dni z gradem wskazuje na pewne sygnały wzrostu częstości ich występowania, lecz jedynie w przypadku burz odnotowanych w Elblągu zmiany te są istotne statystycznie.

Słowa kluczowe: burze atmosferyczne, opady gradu, Polska północno-wschodnia

WSTĘP

Od połowy XX w. obserwowany jest progresywny wzrost średniej globalnej temperatury powietrza. Skutkiem ocieplenia klimatu jest m.in. występowanie z coraz większą częstotliwością wielu ekstremalnych zjawisk meteorologicznych, w tym burz i opadów gradu. Wpływ na to mają także czynniki, takie jak szerokość geograficzna, cyrkulacja atmosferyczna, rzeźba terenu i odległość od oceanu [Kunz i in. 2009; Łupikasza i in. 2009; Brooks 2013; IPCC 2013; Bielec-Bąkowska 2014].

Postępujący na świecie rozwój gospodarczy, a także powiększanie się aglomeracji miejskich, może być przyczyną zwiększenia intensywności występowania niekorzystnych zjawisk klimatycznych, takich jak burze atmosferyczne i opady gradu – niejednokrotnie o średnicy przekraczającej 5 mm. Do częstszego rozbudowywania się komó-

rek konwekcyjnych na terenach zurbanizowanych dochodzi m.in. wskutek nagrzewania się elewacji budynków i powierzchni ulic oraz zawartości dużej liczby jąder kondensacji w zanieczyszczonym powietrzu [Bielec-Bąkowska 2013, 2014; Enno i in. 2014; Punge i Kunz 2016].

Szczególnie niekorzystne jest występowanie burz atmosferycznych – zjawisk gwałtownego zakłócania równowagi atmosferycznej, z obfitymi opadami deszczu, gradu i porywami wiatru. Może to spowodować zarówno duże zniszczenia w środowisku naturalnym, jak i szkody materialne, np. uszkodzenia obiektów mieszkalnych i gospodarczych, a także wyrządzić znaczne straty w zbiorach z pól uprawnych, ogrodów i sadów. Zjawiska te dodatkowo mogą stworzyć niebezpieczeństwo w transporcie lotniczym czy spowodować uszkodzenia linii energetycznych [Kunz i in. 2009; Bielec-Bąkowska 2013, 2014; Enno i in. 2014; Pilorz 2015; Sanderson i in. 2015; Taszarek i Suwała 2015; Punge i Kunz 2016].

Pomimo licznych opracowań dotyczących występowania negatywnych zjawisk pogodowych na terenie Polski północno-wschodniej, ciągle aktualna jest potrzeba weryfikacji tych zjawisk, zwłaszcza występowania burz oraz opadów gradu.

Celem niniejszej pracy była analiza zróżnicowania przestrzennego i czasowego występowania burz atmosferycznych i opadów gradu.

MATERIAŁY I METODY BADAŃ

W pracy wykorzystano dane meteorologiczne, pozyskane z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego, ze stacji meteorologicznych w Elblągu (54°10'N, 19°26'E), Mikołajkach (53°47'N, 21°35'E), Olsztynie (53°46'N, 20°25'E) i Suwałkach (54°08'N, 22°57'E) z lat 1981–2010. Niniejszy materiał dokumentacyjny zawierał informacje dotyczące występowania burz atmosferycznych i opadów gradu. Na podstawie danych wyjściowych obliczono średnie miesięczne i roczne liczby dni z burzami i opadami gradu w badanym 30-leciu. Obliczono również trendy liniowe liczby dni z tymi zjawiskami i ich istotność statystyczną [Atlas klimatyczny... 1990; Suwała 2011; Bielec-Bąkowska 2013].

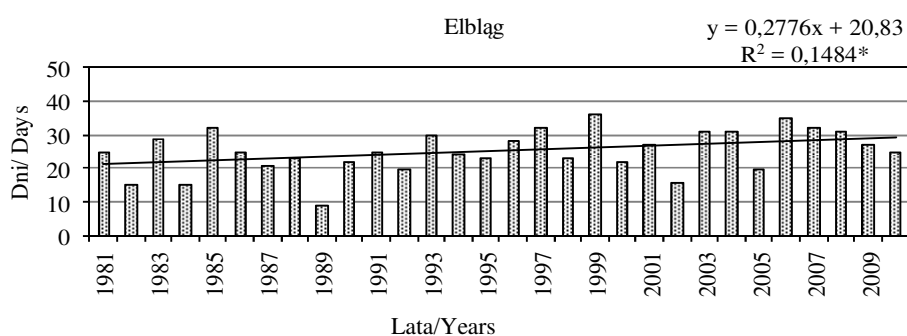
WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w okresie 1981–2010 największa średnia liczba dni z burzą atmosferyczną wystąpiła w Mikołajkach – 27, a najmniejsza w Suwałkach – 21 (rys. 1).

Średnia liczba dni z burzą atmosferyczną wzrosła w porównaniu z innymi wieloleciami. W latach 1951–1970 liczba dni burzowych w Mikołajkach wynosiła ok. 19, a w Olsztynie ok. 13 [Nowicka i Grabowska 1989], natomiast w latach 1971–2000 średnia liczba dni z burzą w Olsztynie wynosiła 18, w Elblągu 22, w Mikołajkach 24 i Suwałkach 20 [Atlas klimatu... 2005].



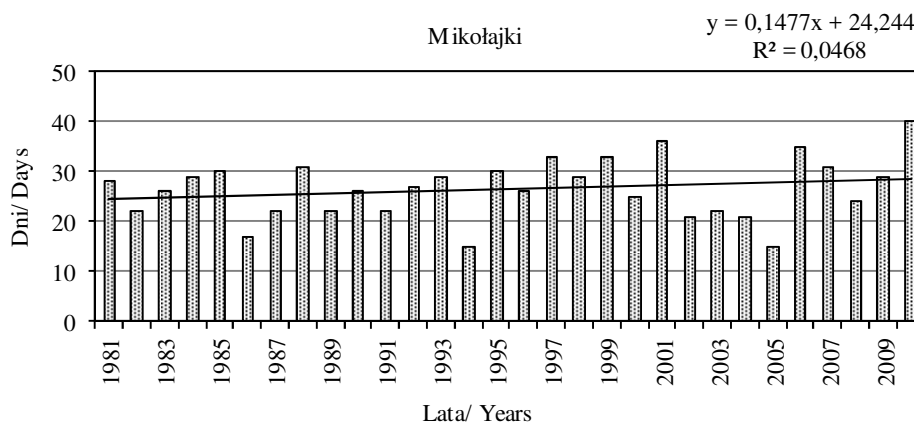
Rys. 1. Liczba dni z burzą atmosferyczną w Polsce północno-wschodniej w latach 1981–2010
 Fig. 1. The number of days with a thunderstorm in north-eastern Poland in the period 1981–2010



* trend istotny statystycznie dla $\alpha = 0,05$; statistical significance for $\alpha = 0,05$

Rys. 2. Liczba dni z burzą atmosferyczną w Elblągu w latach 1981–2010

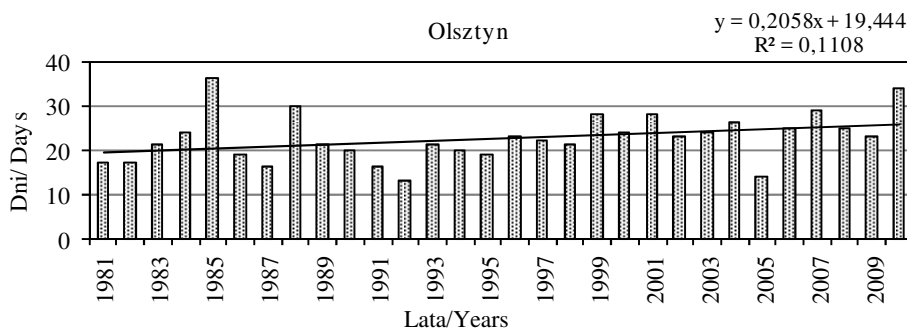
Fig. 2. The number of days with a thunderstorm in Elbląg in the period 1981–2010



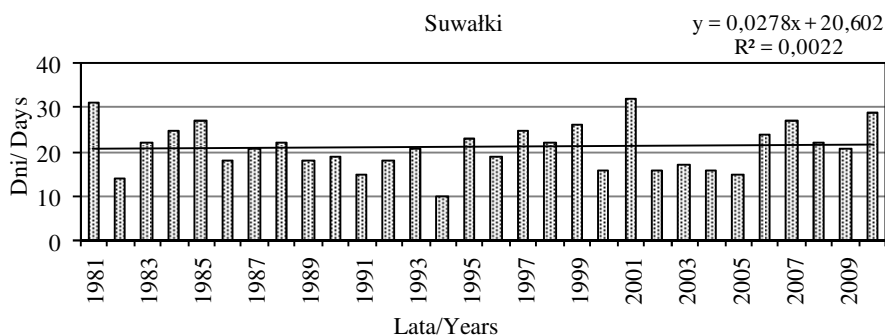
Rys. 3. Liczba dni z burzą atmosferyczną w Mikołajkach w latach 1981–2010

Fig. 3. The number of days with a thunderstorm in Mikołajki in the period 1981–2010

Najwięcej dni z burzą atmosferyczną zaobserwowano w Mikołajkach – 40 w 2010 r., w Olsztynie i Elblągu – 36 w odpowiednio 1985 i 1999 r., w Suwałkach 32 w 2001 r. Najmniej – 9 dni z burzą atmosferyczną – odnotowano w Elblągu w 1989 r., w Suwałkach 10 w 1994 r., w Olsztynie – 13 w 1992 r., w Mikołajkach – 15 w 1994 i 2005 r. W analizowanym 30-leciu zarysowuje się tendencja do zwiększania się liczby dni burzowych w badanych miejscowościach, ale istotnie statystycznie tylko w Elblągu (rys. 2–5).



Rys. 4. Liczba dni z burzą atmosferyczną w Olsztynie w latach 1981–2010
Fig. 4. The number of days with a thunderstorm in Olsztyn in the period 1981–2010



Rys. 5. Liczba dni z burzą atmosferyczną w Suwałkach w latach 1981–2010
Fig. 5. The number of days with a thunderstorm in Suwałki in the period 1981–2010

Według Bielec-Bąkowskiej [2013] na obszarze całej Polski w latach 1949–2006 liczba dni z burzami atmosferycznymi od kwietnia do września stanowiła około 97% wszystkich dni burzowych. Najwięcej dni burzowych odnotowano w lipcu – średnio ok. 6 i w czerwcu – średnio ok. 5. Zimą tylko kilka. W latach 1981–2010 miesiącem, w którym zaobserwowano najwięcej dni z burzą atmosferyczną, był lipiec – w Mikołajkach średnio ok. 7, w Elblągu i Suwałkach ok. 6 i w Olsztynie ok. 5 (tab. 1). Wzrosła również średnia liczba dni z burzą atmosferyczną w lipcu w porównaniu z latami 1951–1980. W latach 1951–1980 w Polsce północno-wschodniej średnia liczba dni z burzą atmosferyczną wynosiła od 4 do 5 [Atlas klimatyczny... 1990]. W badanym wieloleciu ogólna liczba lat z opadami gradu wahała się od 2 w Suwałkach do 5 w Elblągu (rys. 6).

Tabela 1. Liczba dni z burzą atmosferyczną w poszczególnych miesiącach w Polsce północno-wschodniej w latach 1981–2010

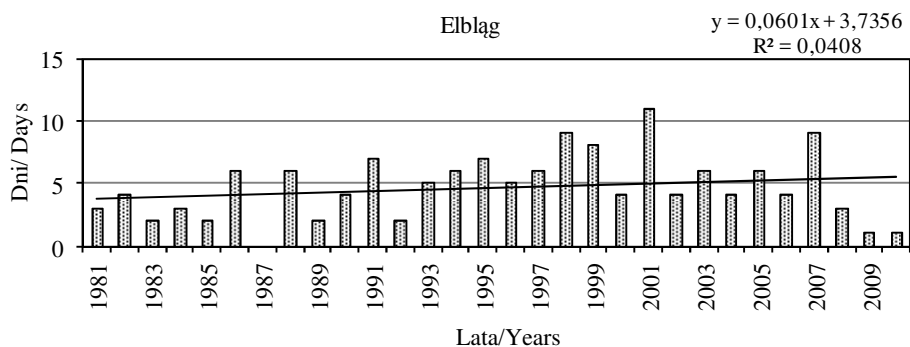
Table 1. Number of days with a thunderstorm in particular months in north-eastern Poland in the period 1981–2010

Miejscowości Places	Liczba dni Number of days	Miesiące/ Months											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Elbląg	min	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	max	1	2	1	7	10	13	14	13	5	4	2	1
	średnia	0,0	0,1	0,1	1,4	4,3	5,5	5,7	5,4	1,9	0,5	0,2	0,1
Mikołajki	min	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0
	max	1	0	1	4	10	13	15	14	6	2	1	0
	średnia	0,0	0,0	0,3	0,8	5,1	6,0	6,6	5,5	1,8	0,3	0,1	0,0
Olsztyn	min	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	max	2	1	3	7	9	8	10	13	4	1	1	2
	średnia	0,3	0,1	0,6	1,3	4,6	4,7	5,2	4,1	1,1	0,4	0,1	0,1
Suwałki	min	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	max	0	1	1	3	10	12	15	10	5	1	1	0
	średnia	0,0	0,0	0,2	0,6	4,0	5,0	5,8	3,9	1,3	0,2	0,0	0,0

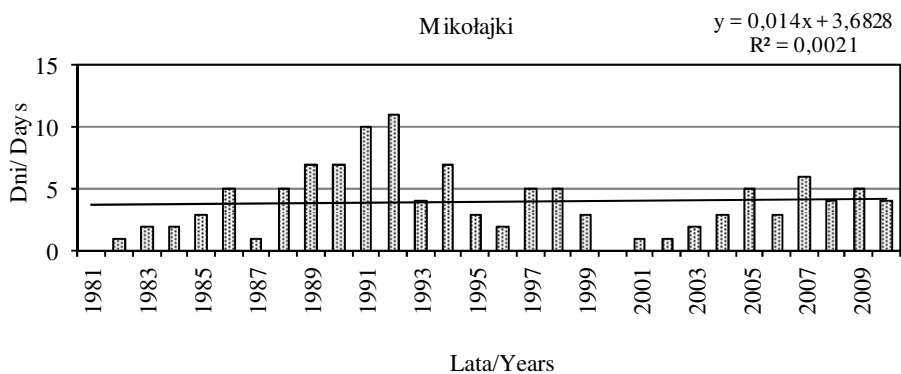


Rys. 6. Średnia liczba dni z opadami gradu w Polsce północno-wschodniej w latach 1981–2010

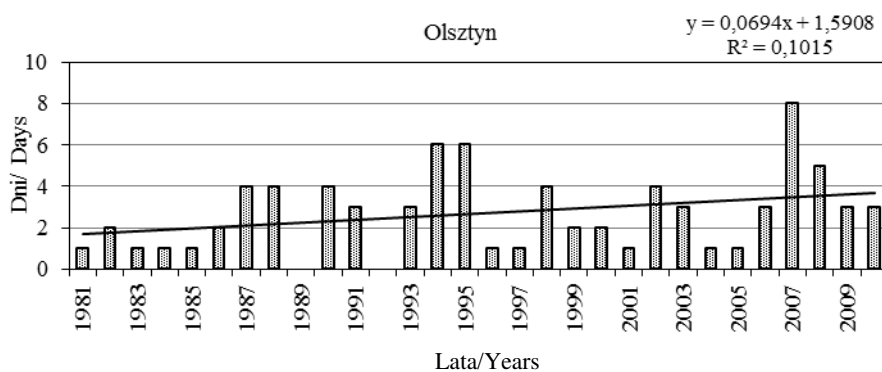
Fig. 6. The average number of days with hail in north-eastern Poland in the period 1981–2010



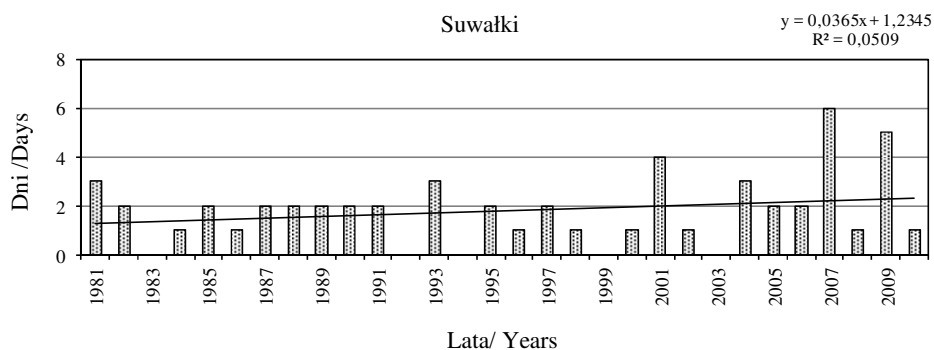
Rys. 7. Liczba dni z opadem gradu w Elblągu w latach 1981–2010
Fig. 7. The number of days with hail in Elbląg in the period 1981–2010



Rys. 8. Liczba dni z opadem gradu w Mikołajkach w latach 1981–2010
Fig. 8. The number of days with hail in Mikołajki in the period 1981–2010



Rys. 9. Liczba dni z opadem gradu w Olsztynie w latach 1981–2010
Fig. 9. The number of days with hail in Olsztyn in the period 1981–2010



Rys. 10. Liczba dni z opadem gradu w Suwałkach w latach 1981–2010
Fig. 10. The number of days with hail in Suwałki in the period 1981–2010

Najwięcej dni z opadami gradu – 11 – zarejestrowano w Mikołajkach i Elblągu w latach 1992 i 2001, następnie 8 i 6 odpowiednio w Olsztynie i Suwałkach w 2007 r. Opady gradu w ogóle nie wystąpiły w Elblągu w 1987 r., Mikołajkach w 1981 i 2000 r., Olsztynie w 1992 r. i Suwałkach w 1983, 1992, 1994, 1999 i 2003 r. Trendy średniej liczby dni z opadami gradu były rosnące, ale nieistotne statystycznie we wszystkich badanych miejscowościach (rys. 7–10). Średnia liczba dni z opadami gradu również wrosła w odniesieniu do wcześniej porównywalnych 30-leci: 1951–1980 i 1971–2000. W Polsce północno-wschodniej w latach 1951–1980 średnio odnotowano ok. 1 dnia z opadem gradu [Atlas klimatyczny... 1990], a w latach 1971–2000 w Olsztynie i Mikołajkach 4 dni, a w Suwałkach i Elblągu 2 [Atlas klimatu... 2005].

Tabela 2. Liczba dni z opadami gradu w poszczególnych miesiącach w Polsce północno-wschodniej w latach 1981–2010

Table 2. Number of days with hail in particular months in north-eastern Poland in the period 1981–2010

Miejscowości Places	Liczba dni Number of days	Miesiące/ Months											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Elbląg	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	4	1	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2
	średnia	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,6	0,4	0,4
Mikołajki	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	2	2	3	5	2	2	2	1	2	2	3	3
	średnia	0,3	0,2	0,4	0,7	0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2	0,3	0,5
Olsztyn	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	3	2	3	1	3	3	2	1	1	1	1	1
	średnia	0,3	0,2	0,3	0,4	0,6	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1
Suwałki	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	średnia	0,1	0,2	0,1	0,3	0,4	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2

Obserwowana zmienność opadów gradu jest wynikiem oddziaływania cyrkulacji atmosferycznej, która kształtuje klimat w skali globalnej i lokalnej. We wszystkich badanych miejscowościach średnia liczba dni z opadami gradu w poszczególnych miesiącach nie przekraczała 1. Największą średnią liczbę dni z gradem zarejestrowano w kwietniu w Mikołajkach i wynosiła 0,7. W pozostałych miejscowościach najczęściej opad gradu notowano w maju i wynosił on w Elblągu średnio 0,6 dnia, a w Olsztynie i Suwałkach odpowiednio 0,6 i 0,4 dnia. Jednak warto zwrócić uwagę na fakt, że w Elblągu opad gradu równie często występował w październiku (tab. 2). W Elblągu w tych miesiącach następuje wyraźna zmiana cyrkulacji atmosferycznej z zachodniej na wschodnią. Ścieranie się zróżnicowanych termicznie mas powietrza powoduje między innymi silne prądy konwekcyjne, a w rezultacie opady gradu [Twardosz i in. 2011; Czarnecka i Nidzgorska-Lencewicz 2012].

W Polsce w latach 1966–2006 w okresie od kwietnia do września średnia liczba dni z gradem wynosiła ok. 0,5 i wzrastała z północnego-zachodu na południowy-wschód. Tak jak w przypadku liczby dni z burzami jest to związane m.in. z cyrkulacją atmosferyczną i warunkami środowiskowymi, które sprzyjają rozwojowi konwekcji. Największą liczbę dni z opadem gradu najczęściej rejestrowano wiosną [Bielec-Bąkowska 2013]. Również w latach 2007–2015 najwięcej dni z opadem gradu w porównaniu z innymi rejonami kraju odnotowano w Polsce południowo-wschodniej. Przyczyną mogły być napływające ciepłe i wilgotne masy powietrza, powodujące występowanie burz atmosferycznych wraz z opadami gradu. Najczęściej opady gradu występowały od początku maja do początku września [Pilorz 2015].

WNIOSKI

1. Na podstawie analizy danych wyjściowych z lat 1981–2010 stwierdzono, iż najwięcej dni z burzami atmosferycznymi zaobserwowano w okresie wiosenno-letnim, natomiast opady gradu najczęściej występowały wiosną.

2. Wartości średniej rocznej liczby dni z opadami gradu wzrastały ze wschodu na zachód badanego obszaru Polski.

3. Spośród badanych miejscowości najwięcej burz atmosferycznych wystąpiło w Mikołajkach.

4. W badanych miejscowościach liczba dni z burzami oraz z opadami gradu miała tendencję wzrostową, natomiast trend istotny statystycznie był jedynie w Elblągu w przypadku liczby dni z burzami atmosferycznymi.

PIŚMIENNICTWO

- Atlas klimatyczny elementów i zjawisk szkodliwych dla rolnictwa w Polsce, 1990. C. Koźmiński, T. Górski, B. Michalska (red.). Wyd. IUNG – Puławy, AR – Szczecin.
- Atlas klimatu Polski, 2005. H. Lorenc (red.). Wyd. IMGW, Warszawa.
- Bielec-Bąkowska Z., 2013. Burze i grady w Polsce. Pr. Geogr. (Kraków) 132, 99–132.
- Bielec-Bąkowska Z., 2014. Thunderstorms and thunderstorm precipitations in southern Poland. Environ. Socio-Econom. Stud. 2 (3), 33–46. DOI:10.1515/environ-2015-0041.

- Brooks H.E., 2013. Severe thunderstorms and climate change. *Atmos. Res.* 123, 129–138. DOI:10.1016/j.atmosres.2012.04.002.
- Czarnecka M., Nidzgorska-Lencewicz J., 2012. Wieloletnia zmienność sezonowych opadów w Polsce. *Woda Śr. Obsz. Wiej.* 12, 2 (38), 45–60.
- Enno S.-E., Post P., Briede A., Stankunaite I., 2014. Long-term changes in the frequency of thunder days in the Baltic countries. *Boreal Environ. Res.* 19, 452–466.
- IPCC, 2013. Summary for Policymakers. W: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M.M.B., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (red.). Cambridge University Press, Cambridge–New York, 3–29.
- Kunz M., Sander J., Kottmeier C., 2009. Recent trends of thunderstorm and hailstorm frequency and their relation to atmospheric characteristics in southwest Germany. *Int. J. Climatol.* 29, 2283–2297. DOI:10.1002/joc.1865.
- Łupikasza E., Bielec-Bąkowska Z., Falarz M., 2009. Variability of selected extreme meteorological events in Poland. *Geogr. Pol.* 82 (1), 5–20.
- Nowicka A., Grabowska K., 1989. Charakterystyka ważniejszych elementów klimatu Pojezierza Warmińsko-Mazurskiego. VI. Stopień zachmurzenia nieba oraz częstość występowania burz i mgieł. *Acta Acad. Agric. Tech. Olsz., Agricultura* 50, 61–69.
- Pilorz W., 2015. Very large hail occurrence in Poland from 2007 to 2015. *Contemp. Trends Geosci.* 4 (1), 45–55. DOI:10.1515/ctg-2015-0005.
- Punge H.J., Kunz M., 2016. Hail observations and hailstorm characteristics in Europe: A review. *Atmos. Res.* 176–177, 159–184. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.02.012>
- Sanderson M.G., Hand W.H., Groenemeijer P., Boorman P.M., Webb J.D.C., McColla L.J., 2015. Projected changes in hailstorms during the 21st century over the UK. *Int. J. Climatol.* 35, 15–24. DOI:10.1002/joc.3958.
- Suwała K., 2011. Hail occurrence in Poland. *Quaest. Geogr.* 30 (3), 115–126. DOI:10.2478/v10117-011-0031-z.
- Taszarek M., Suwała K., 2015. Large hail in Poland in 2012. *Quaest. Geogr.* 34 (1), 75–84. DOI:10.1515/quageo-2015-0007.
- Twardosz R., Niedźwiedz T., Łupikasza E., 2011. The influence of atmospheric circulation on the type of precipitation (Kraków, southern Poland). *Theor. Appl. Climatol.* 104, 233–250. DOI:10.1007/s00704-010-0340-5.

Summary. This paper presents the spatial differentiation and temporal occurrence of thunderstorms and hail in four localities situated in the north-eastern Poland. The study used observational material from IMGW-PIB from meteorological stations located in Elbląg, Mikołajki, Olsztyn and Suwałki in the period 1981–2010. It was found that the highest average number of days with thunderstorms occurred in Mikołajki – 27 days, and the average number of days with hail were in Elbląg – 5 days. The highest number of days with thunderstorms were in the period from May to August, whereas the highest number of days with hail were in April and May. The long-term variability of the number of days with thunderstorms and number of days with hail shows increase of their frequency, but only in Elbląg these changes are statistically significant.

Key words: thunderstorms, hail, north-eastern Poland