

Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu, Zakład Ochrony i Kształtowania Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Szczepieszka 102, 22-400 Zamość
e-mail: andrzej.samborski@up.lublin.pl

ANDRZEJ STANISŁAW SAMBORSKI

Zmienność temperatury powietrza w Zamościu w latach 1980–2009

Variability of air temperature in Zamość region
in 1980–2009

Streszczenie. W Zamościu, wraz z powołaniem do życia Oddziału Wydziału Rolniczego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, rozpoczęto zbieranie materiałów dokumentujących warunki atmosferyczne mające wpływ na wielkość produkcji roślinnej. Początkowo był to „Biuletyn Agrometeorologiczny”, wydawany przez IMGW w Warszawie, w którym publikowano wyniki pomiarów ze stacji meteorologicznej położonej w Zamościu przy ul. Obronnej 1. Rozwój Oddziału Wydziału Rolniczego, powstanie Pracowni Agroklimatologii, a w dalszej kolejności Zakładu i wreszcie Katedry Ochrony i Kształtowania Środowiska przyczyniły się m.in. do założenia na terenie Gospodarstwa Doświadczalnego stacji meteorologicznej. Niniejsza praca prezentuje wyniki zweryfikowanych wartości temperatury powietrza, która była mierzona w Zamościu w okresie ostatnich 30 lat. W pracy scharakteryzowano zmienność średnich miesięcznych wartości temperatur powietrza ze szczególnym uwzględnieniem okresu wegetacyjnego (kwiecień–październik). Największe średnie miesięczne wartości temperatur powietrza notowano w lipcu – od 15,5°C w 1984 do 23,3°C w 2006 r., a najmniejsze w styczniu – od -12,8°C w 1987 do 3,1°C w 2007 r. W badanym okresie występowały odstępstwa od tej reguły. I tak w latach: 1982, 1984, 1985, 1986, 1990, 1992, 1996, 2000, 2004, 2008 średnia miesięczna temperatura powietrza w lipcu była niższa niż w sierpniu, a temperatura w styczniu w latach: 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1991, 1993, 1994, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007 wyższa niż w lutym. W analizowanym 30-leciu obserwowano istotne wahania wartości temperatur powietrza z roku na rok, efektem czego są zmiany (zarówno pozytywne, jak i negatywne) mające wpływ na wielkość i jakość produkcji roślinnej.

Słowa kluczowe: temperatura powietrza, zmienność, częstość

WSTĘP

W związku z obserwowanymi zmianami warunków pogodowych pod koniec lat 80. pod egidą ONZ powołano Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change). Opublikowane przez IPCC w kolejnych latach raporty zawierają ocenę wpływu naturalnych i antropogenicznych czynników na zmiany przebiegu warunków atmosferycznych zarówno w skali globalnej, jak i regionalnej. Według tych raportów efektem zmian zachodzących w atmosferze jest m.in. wzrost średniej temperatury powietrza obserwowany we wszystkich strefach klimatycznych.

Trzydziestoletnie wyniki pomiarów temperatury powietrza przeprowadzone w stacji meteorologicznej należącej do Katedry Ochrony i Kształtowania Środowiska Wydziału Nauk Rolniczych w Zamościu potwierdzają znaczącą zmienność wartości tego elementu meteorologicznego.

MATERIAŁ I METODY

W niniejszej pracy wykorzystano wyniki pomiarów temperatury powietrza pochodzące ze stacji meteorologicznej Katedry Ochrony i Kształtowania Środowiska, położonej na terenie Gospodarstwa Doświadczalnego Wydziału Nauk Rolniczych w Zamościu ($\lambda = 23^{\circ}17'$ $\varphi = 50^{\circ}42'$).

Na podstawie dobowych pomiarów temperatury wykonywanych na poziomie standardowym (2 m nad gruntem) od 1980 do 2009 r., według zaleceń IMGW, określono jej wartości średnie, miesięczne i roczne.

W pracy scharakteryzowano zmienność temperatury powietrza w następujących po sobie miesiącach i latach. Analizie poddano 360 wartości średnich miesięcznych temperatur powietrza oraz średnich z prób liczących po 30 wartości obliczonych dla każdego miesiąca w kolejnych latach.

W celu określenia zmienności średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza (z miesiąca na miesiąc) obliczono różnice (oznaczone znakiem „minus” lub „plus”) pomiędzy temperaturą w następujących po sobie miesiącach. Różnice te sklasyfikowano w dwustopniowych szeregach rozdzielczych i opisano je.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Prezentowane w pracy wyniki charakteryzujące zmienność średniej rocznej wartości temperatury powietrza w Zamościu (rys. 1) można opisać równaniem:

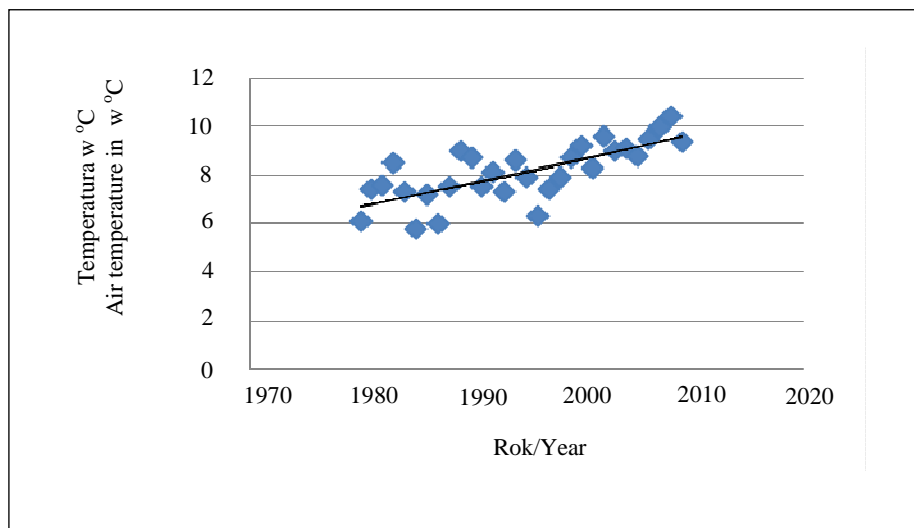
$$y = 0,0994x - 190,07,$$

gdzie: x – kolejny rok, a współczynnik determinacji $R^2 = 0,5373$.

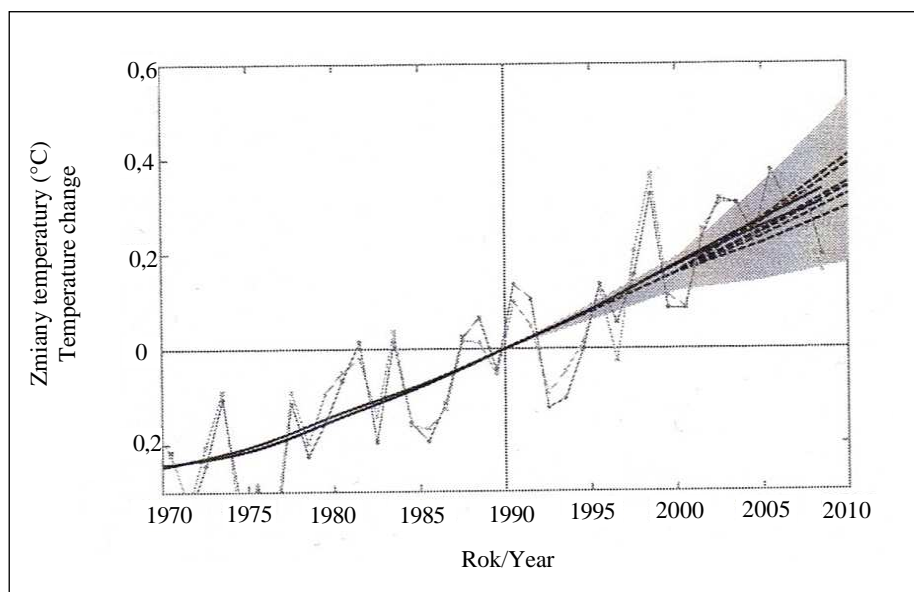
Wyniki te potwierdzają obserwowany w skali globalnej wzrost temperatury powietrza (rys. 2) [Dahl Jensen i Steffen 2009].

Średnia dobową temperaturę powietrza badanego 30-lecia wynosiła w Zamościu $8,1^{\circ}\text{C}$ (odchylenie standardowe $S = 1,2^{\circ}\text{C}$). Najcieplejszym okresem był 2008 r., w którym temperatura osiągnęła wartość $10,4^{\circ}\text{C}$, a najchłodniejszym 1985 – tylko $5,8^{\circ}\text{C}$ (tab. 1).

Najzimniejszą dekadą badanego wielolecia były lata 1980–1989, w których średnia roczna temperatura powietrza wynosiła $7,2^{\circ}\text{C}$, a najcieplejszą dekada 2000–2009 z temperaturą $9,3^{\circ}\text{C}$.



Rys. 1. Średnia temperatura powietrza w Zamościu
Fig. 1. Average air temperature in Zamość



Rys. 2. Zmiany średniej globalnej wartości temperatury powietrza
Fig. 2. Changes in global average surface air temperature [Dahl Jensen i Steffen 2009]

Tabela 1. Średnia roczna temperatura powietrza (°C) w Zamościu w latach 1980–2009
 Table 1. Average air temperature (°C) in Zamość in 1980–2009

Rok Year	Średnia temp. Average temp.	Rok Year	Średnia temp. Average temp.	Rok Year	Średnia temp. Average temp.
1980	6,1	1990	8,7	2000	9,2
1981	7,4	1991	7,5	2001	8,3
1982	7,6	1992	8,1	2002	9,6
1983	8,5	1993	7,3	2003	9,0
1984	7,3	1994	8,6	2004	9,1
1985	5,8	1995	7,9	2005	8,8
1986	7,2	1996	6,3	2006	9,5
1987	6,0	1997	7,4	2007	10,0
1988	7,5	1998	7,9	2008	10,4
1989	9,0	1999	8,7	2009	9,4
1980–1989	7,2	1990–1999	7,8	2000–2009	9,3
1980–2009	8,1				

Tabela 2. Skrajne i średnie wartości temperatury powietrza (°C) w Zamościu w latach 1980–2009
 Table 2. Extreme and average air temperature (°C) in Zamość in 1980–2009

Miesiąc Month	Średnia temp. Average temp.	Odchylenie standardowe Standard deviation	Min. temp.	Rok Year	Max. temp.	Rok Year	Różnica temperatur Difference temperature
I	-2,6	3,6	-12,8	1987	3,1	2007	15,9
II	-1,6	3,7	-11,1	1985	4,1	1990	15,2
III	2,1	2,6	-4,2	1987	7,0	2007	11,2
IV	8,5	2,0	4,6	1997	13,4	2009	8,8
V	14,0	1,9	9,4	1980	18,0	2003	8,6
VI	17,0	1,8	14,4	1985	22,8	2006	8,4
VII	18,8	2,0	15,5	1984	23,3	2006	7,8
VIII	17,9	1,5	14,8	1987	20,8	2002	6,0
IX	13,2	1,5	10,2	1996	16,5	2006	6,3
X	8,5	1,6	6,0	1997	11,6	2006	5,6
XI	2,8	2,7	-3,9	1993	7,0	2000	10,9
XII	-1,1	2,4	-6,8	2002	2,9	2006	9,7

W badanym okresie wieloletnim najchłodniejszym miesiącem był styczeń, ze średnią temperaturą powietrza $-2,6^{\circ}\text{C}$, a najcieplejszy był lipiec ze średnią temperaturą $18,8^{\circ}\text{C}$ (tab. 2).

Zakres zmian średnich wartości temperatury powietrza w poszczególnych miesiącach w badanym 30-leciu wahał się od $5,6^{\circ}\text{C}$ w październiku (od $+6,0^{\circ}\text{C}$ w 1997 do $+11,6^{\circ}\text{C}$ w 2006 r.) do $15,9^{\circ}\text{C}$ w styczniu (od $-12,8^{\circ}\text{C}$ w 1987 do $+3,1^{\circ}\text{C}$ w 2007 r.).

Analizując zebrany materiał dokumentujący zmiany wartości średniej miesięcznej temperatury powietrza, należy stwierdzić, że w badanym okresie występowały znaczne wahania temperatur. Najmniejsze średnie miesięczne wartości temperatury powietrza

w zdecydowanej większości przypadków na lata 1980–1989 – 7 miesięcy, czyli pierwszej z trzech analizowanych dekad badanego 30-lecia, a największe – 11 miesięcy na dekadę lat 2000–2009 (tab. 2).

Zmienność wartości temperatury powietrza z miesiąca na miesiąc charakteryzują zestawione w 2-stopniowych przedziałach klasowych różnice średnich wartości temperatur w następujących po sobie miesiącach. Większość 52,2% obliczonych różnic charakteryzuje znak „plus”, natomiast 47,8% próby „minus” (tab. 3).

Tabela 3. Częstość różnic pomiędzy średnimi miesięcznymi wartościami temperatury powietrza w Zamościu

Table 3. Frequency distribution of average month air temperatures in Zamość

Lp.	Przedziały klasowe Intervals (°C)	Liczba przypadków Number chance	Częstość Frequency (%)	Częstość Frequency (%)
1.	-13,9÷-12,0	2	0,6	47,8
2.	-11,9÷-10,0	4	1,1	
3.	-9,9÷-8,0	12	3,3	
4.	-7,9÷-6,0	24	6,7	
5.	-5,9÷-4,0	40	11,1	
6.	-3,9÷-2,0	54	15,0	
7.	-1,9÷0,0	36	10,0	
8.	0,1÷2,0	56	15,6	52,2
9.	2,1÷4,0	53	14,7	
10.	4,1÷6,0	40	11,1	
11.	6,1÷8,0	21	5,8	
12.	8,1÷10,0	12	3,3	
13.	10,1÷12,0	6	1,7	

Najczęściej występujące różnice zaklasyfikowano do przedziału 0,1÷2,0°C – 15,6% przypadków próby. Na drugim miejscu zanotowano różnice w zakresie -3,9÷-2,0°C – 15,0%. Różnice w zakresie -5,9÷0,0°C stanowiły 36,1% liczebności próby, natomiast w przedziałach 0,1÷6,0°C – 41,1%. Wielkość różnic temperatur pomiędzy kolejnymi miesiącami świadczy o dużej zmienności warunków termicznych. Liczba przedziałów klasowych, w których notowano spadek temperatury, wynosiła 7 (różnice ujemne), natomiast w 6 przypadkach wystąpiła różnica dodatnia.

Zmienność miesięcznej wartości temperatury powietrza określają różnice tego elementu w okresie pomiędzy następującymi po sobie miesiącami. W analizowanym 30-leciu, w pierwszej połowie roku, od stycznia do lipca dominowały dodatnie różnice temperatury powietrza, w 163 przypadkach (na 180) temperatura powietrza rosła, natomiast w okresie od sierpnia do grudnia 155 razy malała (tab. 4).

Najmniejsze wzrosty lub spadki temperatury powietrza występowały w okresie letnim. Średnia miesięczna wartość temperatury powietrza w okresie od czerwca do lipca i od lipca do sierpnia zmieniała się w zakresie 4 wyznaczonych przedziałów klasowych. W 27 przypadkach temperatura powietrza w lipcu była wyższa od temperatury powietrza w czerwcu, a w 3 przypadkach niższa. W sierpniu w 20 przypadkach średnia miesięczna temperatura powietrza była niższa od temperatury w lipcu, a w 10 wyższa (tab. 4).

Największą zmienność temperatur powietrza z miesiąca na miesiąc obserwowano w okresie jesienno-zimowym. Różnice średniej miesięcznej temperatury powietrza w okresie grudzień–styczeń wahały się od $-13,9$ do $6,0^{\circ}\text{C}$. W 18 przypadkach był to spadek temperatur powietrza, a w 12 wzrost (tab. 4).

Analizując stosunki termiczne w Polsce w okresie 1951–2000, Ustrnul i Czekierda [2002] stwierdzili znaczne fluktuacje klimatyczne. Już Schmuck [1959] stwierdził, że przeciętnie najcieplejszym miesiącem w Polsce jest lipiec, a najzimniejszym styczeń, chociaż w pewnych latach maksimum może wystąpić w sierpniu, a minimum w lutym. Wyniki badań prezentowanych w niniejszej pracy potwierdzają te spostrzeżenia.

Z badań Kołodzieja i in. [2006] wynika, że zakresy zmian temperatury powietrza w 50-leciu 1951–2000 na Felinie osiągały najmniejsze wartości w lipcu ($8,2^{\circ}\text{C}$ w 3 dekadzie lipca), a największe w 2 dekadzie stycznia ($24,2^{\circ}\text{C}$). Według Kaszewskiego [2000] w latach 1951–1990 na znacznym obszarze Lubelszczyzny występowała duża zmienność średniej miesięcznej i sezonowej temperatury maksymalnej i minimalnej z roku na rok. W Zamościu w świetle prezentowanych wyników zakres zmian temperatury powietrza w lipcu wynosił około 8°C , a w styczniu 16°C (tab. 2).

Początek okresu wegetacyjnego w okolicy Lublina przypada na 1 dekadę kwietnia [Galant 1998]. W latach 1976–1995 początek wegetacji zanotowano najwcześniej w 3 dekadzie lutego, a najpóźniej w 2 dekadzie kwietnia [Samborski 2008]. Z prezentowanych badań wynika, że w okresie od marca do kwietnia w Zamościu temperatura powietrza wzrastała w zakresie od 2°C do 10°C (tab. 4). Wzrost temperatury powietrza o taką wartość oznacza rozpoczęcie termicznej wiosny na tym terenie. Termiczna wiosna w Polsce rozpoczyna się, gdy średnia dobowa temperatura powietrza przekroczy 5°C . W przekroju wieloletnim, według Wosia [1999], takie stosunki termiczne występują już w ostatnich dniach marca, a pod koniec pierwszej dekady kwietnia stosunki termiczne charakterystyczne dla tej pory roku panują w większej części kraju.

Z badań Zinkiewicza [1962] wynika, że okres ochłodzeń na Lubelszczyźnie rozpoczął się w 2 dekadzie sierpnia. W Zamościu, w świetle prowadzonych analiz, okres ten rozpoczyna się na przełomie lipca i sierpnia. We wrześniu temperatura powietrza w Zamościu była już zawsze niższa od temperatury powietrza w sierpniu. Według Parczewskiego [1962] miesiącem kończącym ciepłą porę roku jest październik. W Zamościu spadek wartości temperatury powietrza w stosunku do wartości temperatury miesiąca poprzedzającego notowano w październiku i listopadzie, natomiast w grudniu w 3 na 30 przypadków notowano wzrost temperatury w stosunku do listopada (tab. 4).

WNIOSKI

Przeprowadzona analiza zebranego materiału dokumentującego wartość średniej miesięcznej temperatury powietrza pozwoliła sformułować następujące wnioski:

1. Średnia 30-letnia temperatura powietrza w Zamościu z okresu 1980–2009 wynosiła $8,1^{\circ}\text{C}$. Najzimniejsza była dekada 1980–1989, w której średnia roczna temperatura powietrza wynosiła $7,2^{\circ}\text{C}$, a najcieplejsza dekada 2000–2009 z temperaturą $9,3^{\circ}\text{C}$.

2. Najwyższe średnie miesięczne temperatury powietrza notowano w lipcu, od $15,5^{\circ}\text{C}$ w 1984 do $23,3^{\circ}\text{C}$ w 2006 r., a najniższe w styczniu od $-12,8^{\circ}\text{C}$ w 1987 do $3,1^{\circ}\text{C}$ w 2007 r. W badanym okresie występowały odstępstwa od tej reguły.

3. Średnia miesięczna temperatura powietrza w styczniu wynosiła $-2,6^{\circ}\text{C}$, natomiast w lipcu $18,8^{\circ}\text{C}$. Zakres wahań średnich temperatur w poszczególnych miesiącach zmieniła się od $5,6^{\circ}\text{C}$ w październiku do $15,9^{\circ}\text{C}$ w styczniu.

4. Wielkość różnic temperatur pomiędzy kolejnymi miesiącami świadczy o dużej zmienności warunków termicznych. Liczba przedziałów klasowych, w których notowano spadek temperatury, wynosiła 7, a wzrost – 6. Najczęściej różnice pomiędzy średnimi miesięcznymi temperaturami powietrza wahały się w przedziałach $0,1\text{--}2,0^{\circ}\text{C}$ – 15,6% i $-3,9\text{--}2,0^{\circ}\text{C}$ – 15%.

5. Najmniejsze wzrosty lub spadki temperatury powietrza występowały w okresie letnim. Średnia miesięczna wartość temperatury powietrza w okresie od czerwca do lipca i od lipca do sierpnia zmieniła się w zakresie 4 wyznaczonych przedziałów klasowych.

6. Największą zmienność temperatur powietrza z miesiąca na miesiąc obserwowano w okresie jesienno-zimowym. Największe różnice średnich miesięcznych temperatur powietrza (od $-13,9^{\circ}\text{C}$ do $6,0^{\circ}\text{C}$) notowano w okresie grudzień–styczeń.

PIŚMIENNICTWO

- Dahl Jensen D., Steffen K., 2009. Changes in the greenland ice sheet. W: Synthesis report from climate change, global risks, challenges and decisions. Copenhagen, 9.
- Galant H., 1998. Pojawy fenologiczne roślin uprawnych w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie w latach 1963–1995. W: Problemy współczesnej klimatologii i agrometeorologii regionu lubelskiego. Wydaw. UMCS, Lublin, 51–55.
- Kaszewski B.M., 2000. Ekstremalne temperatury powietrza w okresie wegetacyjnym na Lubelszczyźnie (1951–1990). *Acta Agrophysica* 34, 79–88.
- Kołodziej J., Bednarek H., Liniewicz K., Samborski A., 2006. Dynamika zmienności średniej dekadowej temperatury powietrza w okolicy Lublina w pięćdziesięcioleciu 1951–2000. *Acta Agrophysica* 8 (2), 405–414.
- Parczewski W., 1962. O podziale roku w Polsce na porę chłodną i ciepłą. *Prz. Geofiz.* 7 (15), 169–173.
- Samborski A.S., 2008. Zmienność średniej temperatury powietrza w okresach międzyfazowych pszenicy ozimej na Zamojszczyźnie. *Acta Agrophysica* 12 (2), 509–515.
- Schmuck A., 1959. *Zarys klimatologii Polski*. PWN, Warszawa, 160.
- Ustrnul Z., Czekerda D., 2002. Ekstremalne wartości temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX wieku na tle warunków cyrkulacyjnych. *Wiad. IMGW* 25 (46), 4, 3–22.
- Woś A., 1999. *Klimat Polski*. Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 302.
- Zinkiewicz A., 1962. Zmienność temperatury powietrza w woj. lubelskim. *Annales UMCS, sec. B, Geographia – Geologia Etc.* 7, 325–349.

Summary. When the Faculty of Agricultural Sciences in Zamość was established, collecting of the materials about atmospheric conditions, which had a significant effect on a crop production, was begun. First, it was an Agrometeorological Bulletin, which was created by IMGW in Warsaw and its main role was to publish measurement results from the Meteorological Station in Zamość. The establishment of the meteorological station in the are of the Experimental Station was preceded by the founding of The Faculty of Agricultural Sciences and the Department of Protection and Management of Environment. The present paper describes the results of studies conducted on the

variability of air temperatures in Zamość, during the last 30 years. This paper includes the changes of average monthly values of air temperature, especially taking into consideration the vegetative period (April – October). The highest values of an average air temperature were recorded in July, 1984 (15.5°C) and it rose to 23.3°C in 2006 whereas the lowest ones in January (–12.8°C in 1987 to 3.1°C in 2007). During that period there were also many exceptions to this rule. In 1982, 1984, 1985, 1986, 1990, 1992, 1996, 2000, 2004 and 2008 it was noted that the average monthly air temperature in July was lower than in August, while in January in 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1991, 1993, 1994, 1999, 2001, 2003, 2005 and 2007 it was higher than in February. In the last 30 years, crucial fluctuations of air temperature were observed, which caused both positive and negative changes, which have a significant effect upon the size and quality of crop production.

Key words: air temperature, variability, frequency