

ZMIENNOŚĆ EKSTREMALNEJ TEMPERATURY POWIETRZA W REJONIE BYDGOSZCZY W LATACH 1971-2005

Jacek Żarski, Stanisław Dudek, Renata Kuśmierk

Katedra Melioracji i Agrometeorologii, Akademia Techniczno-Rolnicza
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
e-mail: zarski@atr.bydgoszcz.pl

Streszczenie. W pracy przeanalizowano serie maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza z lat 1971-2005. Pomiary wykonywano w sposób standardowy w Stacji Badawczej ATR Bydgoszcz w Mochelku, położonej około 20 km od Bydgoszczy, na południowo-wschodniej krawędzi Wysoczyzny Krajeńskiej. Wyniki badań nad przebiegiem średnich temperatur ekstremalnych wykazały bardzo dużą ich zmienność czasową dotyczącą wszystkich przyjętych kroków czasowych, w tym zwłaszcza miesięcy zimowych. Temperatura maksymalna odznaczała się tendencją rosnącą. W czterech przypadkach (kwiecień, sierpień, półrocze letnie, rok) równania trendów liniowych były istotne. Temperaturę minimalną charakteryzowała mniejsza istotność równań trendów liniowych, w porównaniu z temperaturą maksymalną. Zbadane tendencje układały się różnokierunkowo, jednak z wyraźną przewagą tendencji malejących.

Słowa kluczowe: maksymalna temperatura powietrza, minimalna temperatura powietrza, rejon Bydgoszczy, trendy liniowe

WSTĘP

Wieloletnie serie pomiarów temperatury powietrza mają zasadnicze znaczenie w badaniach nad współczesnymi zmianami klimatu Polski. Szczególną rolę w tych badaniach przypisuje się temperaturom ekstremalnym. Według badań Trepińskiej (2005) przeprowadzonych na podstawie pomiarów prowadzonych w latach 1826-2000 w Krakowie, poznanie przebiegu temperatury średniej maksymalnej i średniej minimalnej dało ogólne tło zmienności temperatury i potwierdziło tendencję do ocieplenia klimatu. Wyniki pomiarów ekstremalnych temperatur powietrza mają duże znaczenie także w agroklimatologii. Zmienność tych temperatur kształtuje klimatyczne ryzyko uprawy roślin, decydując często,

zwłaszcza w okresie zimowym, o późniejszych warunkach ich wzrostu, rozwoju oraz plonowania (Kozłowski i Michalska 2001).

Temperatury ekstremalne w okolicach Bydgoszczy nie są dotąd dobrze rozpoznane. W rejonie tym prowadzi się niewiele profesjonalnych pomiarów agrometeorologicznych, a istniejące serie pomiarowe są albo mało reprezentatywne, albo fragmentaryczne. W związku z tym uznano, że wyniki z Mochełka, w którym działa agrometeorologiczny punkt obserwacyjno-pomiarowy, mogą stanowić istotny przyczynek do poznania warunków termicznych rejonu oraz tendencji ich zmian. Niektóre wskaźniki, obrazujące zmienność czasową tych warunków w drugiej połowie XX wieku, prezentowano już we wcześniejszych pracach (Żarski i in. 2001, Żarski i in. 2004).

Celem opracowania było zaprezentowanie przebiegów średnich miesięcznych, półrocznych i rocznych wartości temperatur ekstremalnych w rejonie Bydgoszczy, ze szczególnym uwzględnieniem kształtowania się ich tendencji w latach 1971-2005.

MATERIAŁ I METODY

W pracy przeanalizowano serie wartości maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza z lat 1971-2005. Pomiary wykonywano w sposób standardowy w Stacji Badawczej ATR Bydgoszcz w Mochełku, położonej około 20 km od centrum Bydgoszczy, na południowo-wschodniej krawędzi Wysoczyzny Krajeńskiej. Agrometeorologiczny punkt pomiarowy w Mochełku ($\varphi = 53^{\circ}13'$, $\lambda = 17^{\circ}51'$, $h = 98,5$ m) pracuje nieprzerwanie od 1949 roku, jednak gwarancja jednorodności serii pomiarowej dotyczy lat 1971-2005. W tym czasie ogródek meteorologiczny był usytuowany w tym samym miejscu i otoczeniu, a pomiary wykonywano zgodnie z instrukcjami IMGW, pod nadzorem pracowników ATR. W pracy zastosowano metody statystyczne oraz sposoby prezentacji wyników powszechnie stosowane w agroklimatologii (Garnier 1996).

WYNIKI

Średnia roczna temperatura maksymalna powietrza w latach 1971-2005 wynosiła $12,0^{\circ}\text{C}$ (tab. 1), a minimalna $3,2^{\circ}\text{C}$ (tab. 2). Przebiegi roczne temperatur ekstremalnych, sporządzone w oparciu o wieloletnie średnie miesięczne, były typowe dla klimatu Polski. Najniższą temperaturę maksymalną i minimalną notowano w styczniu, a najwyższą w lipcu i w sierpniu. Różnice pomiędzy średnią miesięczną wieloletnią temperaturą maksymalną (tab. 1) i minimalną (tab. 2) w odniesieniu do miesięcy półrocza letniego na ogół przekraczały 10°C , podczas gdy w miesiącach półrocza chłodnego wynosiły od $4,5^{\circ}\text{C}$ w grudniu do $7,9^{\circ}\text{C}$ w październiku.

Tabela 1. Maksymalna temperatura powietrza w Mochełku (1971-2005) w °C
Table 1. Maximum air temperature in Mochelek (1971-2005) in °C

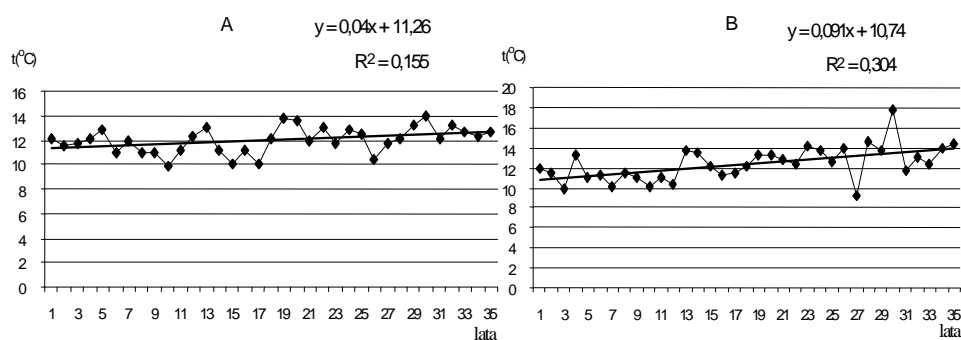
Miesiąc Month	Maksimum absolutne (rok) Absolute daily maximum (year)	Średnia temperatura maksymalna Mean maximum temperature			Różnica Difference
		Średnia Mean	Najwyższa Highest	Najniższa Lowest	
I	12,5 (1991)	0,6	5,6	-7,9	13,5
II	16,3 (1990)	1,8	8,4	-5,6	14,0
III	20,6 (1990)	6,1	10,3	1,1	9,2
IV	28,0 (2000)	12,4	17,8	9,1	8,7
V	32,0 (1979)	18,4	22,9	13,7	9,2
VI	39,0 (1977)	21,0	24,9	18,2	6,7
VII	37,4 (1994)	23,2	26,4	19,3	7,1
VIII	37,6 (1992)	23,2	26,9	19,5	7,4
IX	30,5 (1983)	17,8	22,5	14,2	8,3
X	25,1 (1985)	12,1	15,7	8,9	6,8
XI	16,5 (1996)	5,4	8,7	0,1	8,6
XII	14,5 (1979)	1,8	4,9	-2,7	7,7
I-XII	39,0 (1977)	12,0	13,9 (2000)	9,9 (1980)	4,0

Wyniki badań nad przebiegiem średnich temperatur ekstremalnych wykazały bardzo dużą ich zmienność czasową dotyczącą wszystkich przyjętych kroków czasowych. Różnica pomiędzy absolutną temperaturą maksymalną (39,0°C w czerwcu 1977 r.) i absolutną minimalną (-30,0°C w styczniu 1986r.) wynosi w Mochełku 69,0°C. Najwyższą średnią miesięczną temperaturę maksymalną zanotowano w sierpniu 2002r. (26,9°C), a najniższą średnią minimalną w styczniu 1987r. (-16,3°C). Z porównania różnic pomiędzy najwyższymi i najniższymi w latach 1971-2005 średnimi temperaturami ekstremalnymi (tab.1, 2) wynika, że większą zmiennością czasową pod względem tych wskaźników charakteryzowały się miesiące zimowe, a szczególnie styczeń oraz luty.

We wszystkich badanych przedziałach czasowych, za wyjątkiem grudnia, temperatura średnia maksymalna odznaczała się w latach 1971-2005 tendencją rosnącą (tab. 3). W czterech przypadkach (kwiecień, sierpień, półrocze letnie, rok) równania trendów liniowych były istotne. Większym przyrostem odznaczała się temperatura maksymalna w półroczu letnim (przyrost 0,56°C/10 lat), niż w półroczu zimowym (przyrost 0,24°C/10 lat). Spośród miesięcy, największy przyrost dotyczył kwietnia (0,91°C/10 lat) (rys.1).

Tabela 2. Minimalna temperatura powietrza w Mochełku (1971-2005) w °C
Table 2. Minimum air temperature in Mochelek (1971-2005) in °C

Miesiąc Month	Minimum absolutne (rok) Absolute daily mini- mum (year)	Średnia temperatura minimalna Mean minimum temperature			Różnica Difference
		Średnia Mean	Najwyższa Highest	Najniższa Lowest	
I	-30,0 (1986)	-4,5	1,4	-16,3	17,7
II	-28,1 (1985)	-3,8	1,3	-13,4	14,7
III	-20,4 (1971)	-1,3	2,1	-6,6	8,7
IV	-8,0 (1986)	2,2	5,0	0,0	5,0
V	-4,2 (1971)	6,9	9,8	3,4	6,4
VI	0,5 (1975,77)	10,0	12,4	7,9	4,5
VII	0,5 (1989)	11,9	14,2	9,4	4,8
VIII	2,4 (1995)	11,7	13,8	8,0	5,8
IX	-1,9 (2002)	8,2	10,2	5,6	4,6
X	-7,1 (1994)	4,2	7,1	0,7	6,4
XI	-18,5 (1998)	0,2	3,6	-5,4	9,0
XII	-21,6 (2002)	-2,7	0,8	-10,4	11,2
I-XII	-30,0 (1986)	3,2	4,6 (1990)	0,6 (1995)	4,0



Rys. 1. Temperatura średnia roczna maksymalna (A) oraz średnia maksymalna w kwietniu (B) w Mochełku (1971-2005)

Fig. 1. Mean annual maximum air temperature (A) and mean maximum air temperature in April (B) in Mochelek (1971-2005)

Tabela 3. Równania trendów średniej maksymalnej temperatury powietrza w Mochełku (1971-2005)**Table 3.** Trend equations of the mean maximum temperature in Mochelek (1971-2005)

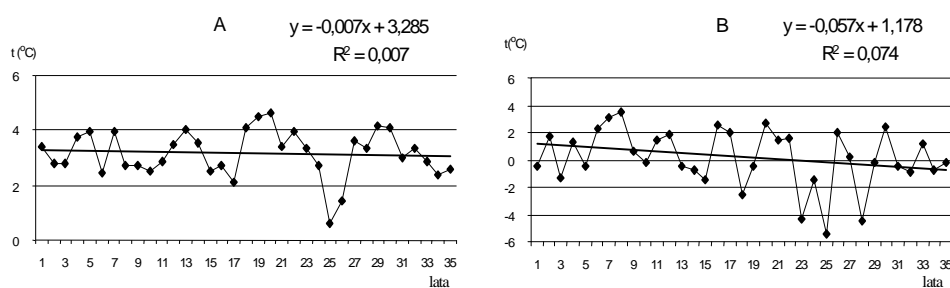
Miesiąc Month	Równanie trendu Trend equation	Współczynnik determinacji Determination coefficient R^2	Przyrost temperatury Increase of temperature $^{\circ}\text{C}/10$ lat years
I	$Y = 0,0534 x - 0,3586$	0,0310	0,53
II	$Y = 0,0562 x + 0,8041$	0,0335	0,56
III	$Y = 0,0123 x + 5,8871$	0,0028	0,12
IV	$Y = 0,0914 x + 10,741$	0,3042 ^x	0,91
V	$Y = 0,0454 x + 17,600$	0,0542	0,45
VI	$Y = 0,0219 x + 20,611$	0,0198	0,22
VII	$Y = 0,0612 x + 22,051$	0,0748	0,61
VIII	$Y = 0,0699 x + 21,974$	0,1445 ^x	0,70
IX	$Y = 0,0463 x + 16,935$	0,0476	0,46
X	$Y = 0,0535 x + 11,117$	0,0993	0,53
XI	$Y = 0,0019 x + 5,3465$	0,0001	0,02
XII	$Y = -0,0306 x + 2,3769$	0,0226	-0,31
IV-IX	$Y = 0,0560 x + 18,319$	0,2797 ^x	0,56
X-III	$Y = 0,0244 x + 4,1955$	0,0392	0,24
I-XII	$Y = 0,0402 x + 11,257$	0,1552 ^x	0,40

^x trend istotny – significant trend.

Temperaturę średnią minimalną charakteryzowała znacznie mniejsza istotność równań trendów liniowych, w porównaniu z temperaturą średnią maksymalną. Zbadane tendencje układały się różnokierunkowo, jednak z wyraźną przewagą tendencji malejących (tab.4). Tendencje te dotyczyły temperatury minimalnej średniej rocznej (spadek $0,07^{\circ}\text{C}/10$ lat), półrocza zimowego (spadek $0,27^{\circ}\text{C}/10$ lat) oraz 8 miesięcy, w największym stopniu listopada oraz grudnia (spadek odpowiednio $0,57^{\circ}\text{C}/10$ lat i $0,58^{\circ}\text{C}/10$ lat). Zmienność czasową temperatury minimalnej średniej rocznej oraz temperatury średniej minimalnej w listopadzie przedstawiono na rysunku 2.

Tabela 4. Równania trendów średniej minimalnej temperatury powietrza w Mocheleku (1971-2005)
Table 4. Trend equations of the mean minimum temperature in Mochelek (1971-2005)

Miesiąc Month	Równanie trendu Trend equation	Współczynnik determinacji Determination coefficient R^2	Przyrost temperatury Increase of temperature $^{\circ}\text{C}/10$ lat years
I	$Y = 0,0280 x - 5,0191$	0,0057	0,28
II	$Y = -0,0344 x - 3,1667$	0,0096	-0,34
III	$Y = -0,0240 x - 0,8602$	0,0129	-0,24
IV	$Y = 0,0211 x + 1,7746$	0,0261	0,21
V	$Y = 0,0066 x + 6,7448$	0,0021	0,07
VI	$Y = -0,0125 x + 10,199$	0,0135	-0,12
VII	$Y = 0,0096 x + 11,755$	0,0076	0,10
VIII	$Y = -0,0038 x + 11,743$	0,0010	-0,04
IX	$Y = -0,0122 x + 8,3993$	0,0122	-0,12
X	$Y = -0,0183 x + 4,5734$	0,0121	-0,18
XI	$Y = -0,0566 x + 1,1779$	0,0735	-0,57
XII	$Y = -0,0585 x - 1,6179$	0,0573	-0,58
IV-IX	$Y = 0,0015 x + 8,4360$	0,0004	0,01
X-III	$Y = -0,0268 x - 0,9842$	0,0467	-0,27
I-XII	$Y = -0,0069 x + 3,2854$	0,0070	-0,07



Rys. 2. Temperatura średnia roczna minimalna (A) oraz średnia minimalna w listopadzie (B) w Mocheleku (1971-2005)

Fig. 2. Mean annual minimum air temperature (A) and mean minimum air temperature in November (B) in Mochelek (1971-2005)

WNIOSKI

1. Zaprezentowane przebiegi średniej temperatury ekstremalnej powietrza w Mocheńku można uznać za reprezentatywne dla rejonu Bydgoszczy.
2. Średnie temperatury ekstremalne powietrza w rejonie Bydgoszczy cechuje duża zmienność czasowa, charakterystyczna dla umiarkowanego i przejściowego klimatu Polski.
3. W latach 1971-2005 średnią temperaturę maksymalną cechował wzrost, a średnią temperaturę minimalną spadek, wraz z upływem czasu. Jednak równania trendów liniowych były istotne tylko w nielicznych okresach.

PIŚMIENNICTWO

- Garnier B.J., 1996. Podstawy klimatologii. IMGW Warszawa, 97-114.
- Koźmiński C., Michalska B., 2001. Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce. AR Szczecin.
- Trepińska J., 2005. Termiczne skrajności w „umiarkowanym” klimacie Polski. W: Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne. Polskie Towarzystwo Geofizyczne, IMGW Warszawa, 55-63.
- Żarski J., Dudek S., Kuśmierk R., 2001. Zmienność warunków agrometeorologicznych okolic Bydgoszczy w latach 1951-2000 na przykładzie Mocheńka. Przegl. Nauk. WliKS SGGW, z. 21, 67-74.
- Żarski J., Dudek S., Kuśmierk R., 2004. Zmienność czasowa okresów rolniczych w rejonie Bydgoszczy w latach 1971-2000. Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol. BTN, seria B, nr 52, 393-402.

VARIABILITY OF EXTREME AIR TEMPERATURE IN THE REGION OF BYDGOSZCZ IN THE PERIOD 1971-2005

Jacek Żarski, Stanisław Dudek, Renata Kuśmierk

Chair of Melioration and Agrometeorology, University of Technology and Agriculture
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
e-mail: zarski@atr.bydgoszcz.pl

Abstract. In the paper series of maximum and minimum temperature were analysed. The standardized measurements were taken in the period of 1971-2005 in Research Centre of University of Technology and Agriculture at Mochełek, 20 km from Bydgoszcz. Mochełek is located in the south-eastern part of the Wysoczyzna Krajeńska area. The results of analysed data showed a great variability during that period of time, especially in winter months. Maximum temperature tended to increase. In four cases (April, August, warm half-year, a year) equations of linear trends were significant. Minimum temperature was characterized by lower significance of the equations for linear trends as compared to those for maximum temperature. Analysed trends had multidirectional character but mostly with decreasing tendency.

Key words: maximum temperature, minimum temperature, region of Bydgoszcz, linear trends