

Wpłynęło 25.06.2012 r.
Zrecenzowano 29.09.2012 r.
Zaakceptowano 09.11.2012 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

TENDENCJE MAKSYMALNYCH WARTOŚCI TEMPERATURY POWIETRZA W PÓLROCZU ZIMOWYM WE WROCŁAWIU-SWOJCU

Małgorzata BINIAK-PIERÓG¹⁾ ABCDEF,
Joanna KAJEWSKA-SZKUDLAREK¹⁾ ABCDEF,
Andrzej ŻYROMSKI¹⁾ ABCDEF, Łászló LAKATOS²⁾ ABCD

¹⁾ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Zakład Agro- i Hydrometeorologii

²⁾ University of Debrecen, Centre of Agricultural Sciences

Streszczenie

Na podstawie 50-letniej (1961/1962–2010/2011) serii obserwacyjnej maksymalnych dobowych wartości temperatury powietrza w półroczu zimowym (od listopada do kwietnia), pochodzącej z Obserwatorium Wrocław-Swojec, przeprowadzono ocenę tendencji zmian liczby dni z temperaturą maksymalną w przyjętych przedziałach 1-stopniowych. Zakres zmienności temperatur wynosił od $-20,0^{\circ}\text{C}$ do $+30,0^{\circ}\text{C}$. Analogiczne analizy wykonano również dla okresów zimowych wielolecia 1971/1972–2000/2001, które jest obecnie uznawane za normę klimatologiczną. Niezależnie od długości analizowanego okresu stwierdzono istotny wzrost maksymalnej temperatury powietrza w styczniu. W przypadku ciągu rozszerzonego do 50 lat obserwowano podobnie istotny wzrost wartości w lutym. Widoczna istotna rosnąca tendencja maksymalnych wartości temperatury powietrza w kwietniu w wieloleciu normalnym, nie utrzymała się po wydłużeniu okresu badawczego do 50 lat. W ciągu 50 lat istotnie zwiększyła się liczba dni z temperaturą powietrza w zakresie od $15,1$ do $16,0^{\circ}\text{C}$ w listopadzie, od $10,1$ do $11,0^{\circ}\text{C}$ w grudniu, od $10,1$ do $13,0^{\circ}\text{C}$ w styczniu, od $7,1$ do $8,0^{\circ}\text{C}$ w lutym oraz od $13,1$ do $14,0^{\circ}\text{C}$ w marcu.

Słowa kluczowe: *częstość, maksymalna temperatura powietrza, półrocze zimowe, tendencje, zmiany klimatu*

Do cytowania For citation: Biniak-Pieróg M., Kajewska-Szkudlarek J., Żyromski A., Lakatos L. 2012. Tendencje maksymalnych wartości temperatury powietrza w półroczu zimowym we Wrocławiu-Swojcu. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 12. Z. 4(40) s. 31–43.

WSTĘP

Obecnie klimatolodzy coraz częściej twierdzą, że obserwowane ocieplenie jest zjawiskiem naturalnym, wynikającym głównie ze zmian cyrkulacyjnych, które zachodzą w Europie od połowy XIX w. [TREPIŃSKA 2001; USTRNUL, CZEKIERDA 2002, ŻMUDZKA 2009]. Według OBRĘBSKIEJ-STARKLOWEJ [1997] lata 50. XIX wieku określono jako koniec małej epoki lodowcowej i równocześnie początek współczesnego ocieplenia.

Obecnie w Polsce zauważa się tendencję wzrostu temperatury powietrza. Ocieplenie jest charakterystyczne przede wszystkim dla miesięcy zimowych [FORTUŃIAK i in. 2001; KOŻUCHOWSKI, ŻMUDZKA 2001; TREPIŃSKA 2001; KOŻUCHOWSKI 2004; ŻMUDZKA 2004a, 2009; MAJEWSKI i in. 2011]. KOSIBA [1956] zaobserwował, że na wzrost średniej rocznej temperatury powietrza największy wpływ mają warunki termiczne zim. Uważa się, że tendencja zmian temperatury tej pory roku najlepiej charakteryzuje zachodzące zmiany klimatu.

Wielu autorów zwraca uwagę na to, że zimy w Polsce stały się krótsze, łagodniejsze i w wielu przypadkach beśnieżne. Coraz częściej zdarzają się również wyraźne okresy ocieplenia w trakcie sezonów zimowych. Ponadto, w zachodniej części kraju, zanikają ujemne wartości średniej miesięcznej temperatury powietrza [KOŻUCHOWSKI 2004; CZARNECKA, NIDZGORSKA-LENCEWICZ 2010].

Ocieplenie sezonów zimowych jest najczęściej oceniane przez analizę zmian temperatury powietrza (średniej i ekstremalnych bądź odchyień od średniej wieloletniej) lub czasowo-przestrzennej zmienności pokrywy śnieżnej [BARTOSZEK 2007; CZARNECKA 2011]. W niewielu pracach oba te wskaźniki były analizowane łącznie [PACZOS 1985; JANASZ 2000; OLBA-ZIĘTY, GRABOWSKI 2007; MAJEWSKI i in. 2011].

Niniejsza praca jest kontynuacją wcześniejszych badań autorów nad tendencjami zmian maksymalnych wartości temperatury powietrza w półroczu letnim podobną metodą [BINIAK-PIERÓG i in. 2009], jednak, z uwagi na to, że w 2011 r. minęło 50 lat obserwacji prowadzonych na terenie Obserwatorium Wrocław-Swojec, rozszerzono analizowany ciąg wartości temperatury maksymalnej z 47 do 50 lat.

METODY BADAŃ

Celem niniejszej pracy była próba oceny tendencji zmian wartości maksymalnej temperatury powietrza w półroczu zimowym we Wrocławiu-Swojcu i odpowiedź na pytanie czy problem ocieplenia znajduje potwierdzenie także w tym przypadku. Do badań przyjęto półrocze zimowe, ponieważ zmienność warunków termicznych tego okresu jest uważana za dobry wskaźnik możliwych zmian klimatu.

Do zrealizowania tak postawionego celu wykorzystano wartości maksymalnej dobowej temperatury powietrza (T_{pmax}) z półrocza zimowego okresu 1961/1962–

2010/2011, mierzone na terenie Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologii Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Istnieje wiele sposobów klasyfikacji pór roku. Według PIOTROWICZ [2000] przeprowadzenie jej w oparciu o tylko jedno kryterium jest niewystarczające. W niniejszej pracy za okres zimowy przyjęto półroczne zimowe od początku roku hydrologicznego, tj. od 1 listopada do 30 kwietnia roku następnego. Pięćdziesięcioletnia seria pomiarowa, pochodząca z Wrocławia-Swojca, jest homogeniczna i reprezentatywna dla obszaru antropogenicznie niezmiennego. Od początku badań na Swojcu, przypadającego na 1961 r., nie nastąpiły tam żadne istotne zmiany, które mogłyby mieć wpływ na antropogeniczny wzrost temperatury na tym terenie.

Pomiary maksymalnej temperatury powietrza prowadzono za pomocą rtęciowych termometrów maksymalnych, które były umieszczone w klatce meteorologicznej na wysokości 2 metrów nad powierzchnią gruntu, zgodnie z „Instrukcją dla posterunków meteorologicznych” [JANISZEWSKI 1988]. Na podstawie pomiarów prowadzonych w poszczególnych miesiącach zimowych okresu 1961/1962–2010/2011, wyznaczono liczbę dni z temperaturą maksymalną w 1-stopniowych przedziałach w zakresie od $-20,0$ do $+30,0^{\circ}\text{C}$. Przyjęty przedział zmienności wyniakał z zakresu obserwowanych wartości T_{pmax} w analizowanym okresie. Ze względu na małą liczbę zdarzeń z temperaturą wynoszącą $0,0^{\circ}\text{C}$, utworzono rozszerzony przedział obustronnie zamknięty $[-1,0 - 0,0]$.

Ustalone przedziały z temperaturą maksymalną były podstawą analizy struktury częstości występowania temperatury maksymalnej z tych przedziałów w poszczególnych miesiącach zimowych. Umożliwiło to wyznaczenie przedziałów dominujących w miesiącach od listopada do kwietnia w analizowanym pięćdziesięcioleciu. Takie same analizy przeprowadzono dla wielolecia 1971/1972–2000/2001, uznawanego w obecnych badaniach klimatu za normę klimatologiczną [LORENC 2005].

Przeprowadzono również analizy porównawcze częstości występowania maksymalnych wartości temperatury powietrza z poszczególnych przedziałów w dwóch 40-leciach, powstałych przez rozszerzenie okresu normatywnego o dziesięciolecie 1961/1962–1970/1971 oraz 2001/2002–2010/2011. Miało to na celu rozpoznanie, na ile pierwsze i ostatnie dziesięciolecie z analizowanego pięćdziesięciolecia mogło mieć wpływ na zmiany struktury tego elementu w całym przyjętym do analiz okresie.

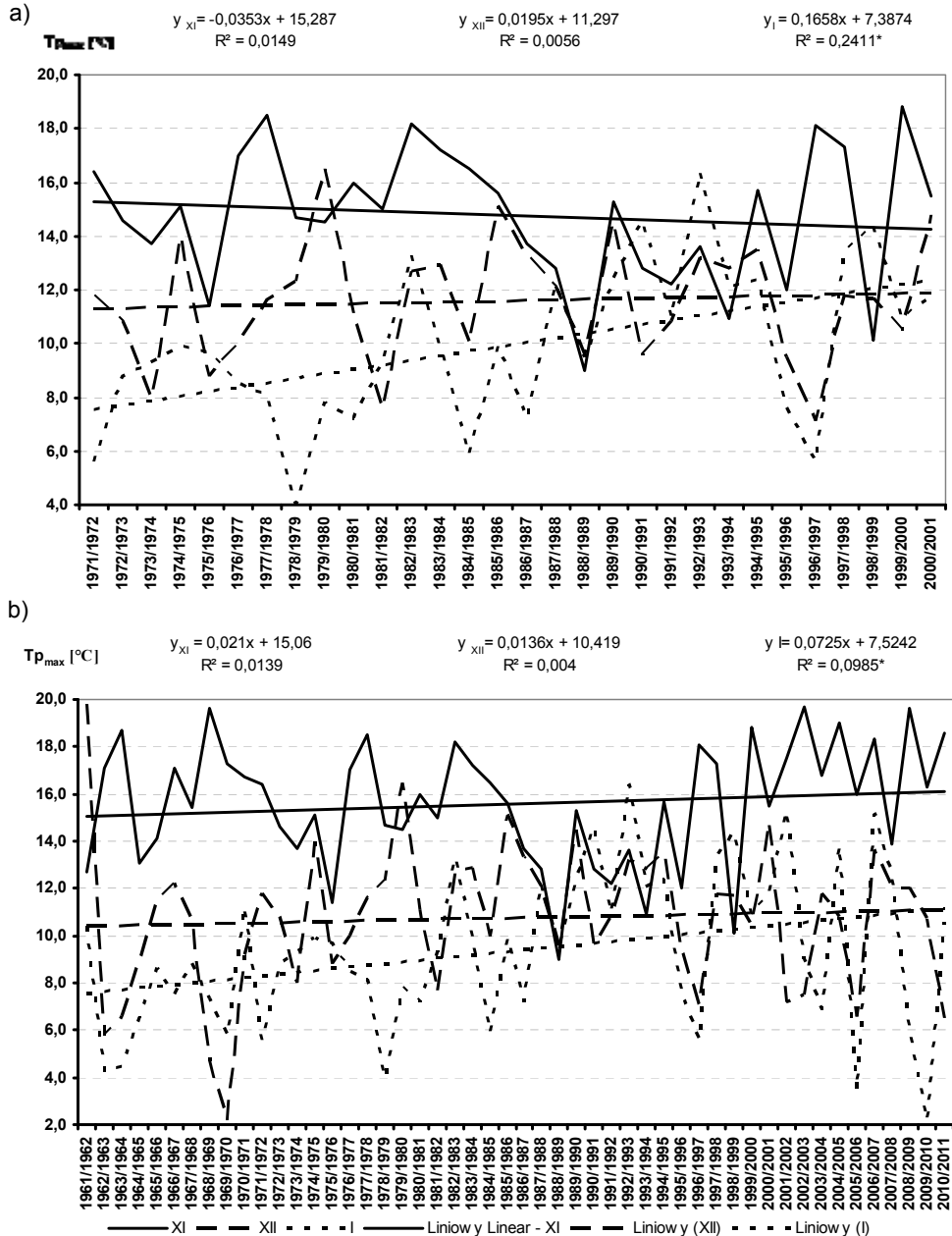
Kolejnym etapem pracy była analiza tendencji zmian liczby dni z maksymalną wartością temperatury powietrza we wszystkich przedziałach, w obrębie poszczególnych miesięcy w badanych 30 i 50 półroczach zimowych. Przeprowadzono ją za pomocą prostego narzędzia, jakim są trendy liniowe, a istotność zmian oceniano na podstawie wartości współczynników determinacji R^2 , przyjmowanych na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Krytyczne wartości istotnych współczynników R^2 przyjęto za KRZYSZTOFIAKIEM i URBANKIEM [1978].

WYNIKI BADAŃ

Na podstawie analizy fluktuacji absolutnych maksymalnych wartości temperatury powietrza we Wrocławiu-Swojcu w poszczególnych miesiącach zimowych w normatywnym 30-leciu i analizowanym 50-leciu (rys. 1, 2) stwierdzono, że w okresach zimowych 30-lecia 1971/1972–2000/2001 parametr ten przyjmował wartości od 1,7°C w lutym (1985/1986) do 27,5°C w kwietniu (1999/2000). W okresach zimowych analizowanego 50-lecia maksymalna temperatura powietrza wynosiła od 0,3°C w lutym (1962/1963) do 29,2°C w kwietniu (1967/1968). Niezależnie od długości analizowanego okresu, statystycznie istotny wzrost maksymalnych wartości temperatury powietrza obserwowano w styczniu – współczynniki determinacji R^2 wynosiły: 0,2411 w przypadku 30 oraz 0,0985 w przypadku 50 okresów zimowych. Wyniki uzyskane dla okresu normatywnego świadczą o istotnym wzroście analizowanego parametru w kwietniu ($R^2 = 0,1498$), czego nie potwierdziły analizy ciągu rozszerzonego do 50 okresów zimowych. W tym przypadku stwierdzono istotny wzrost maksymalnych wartości temperatury w lutym ($R^2 = 0,1563$). Tendencje analizowanego parametru w pozostałych miesiącach zimowych 50-lecia 1961/1962–2010/2011 również miały wzrostowy charakter, choć w każdym przypadku był on statystycznie nieistotny. W wieloleciu 1971/1972–2000/2001, w listopadzie oraz marcu obserwowano nieistotne tendencje malejące maksymalnych wartości analizowanego parametru.

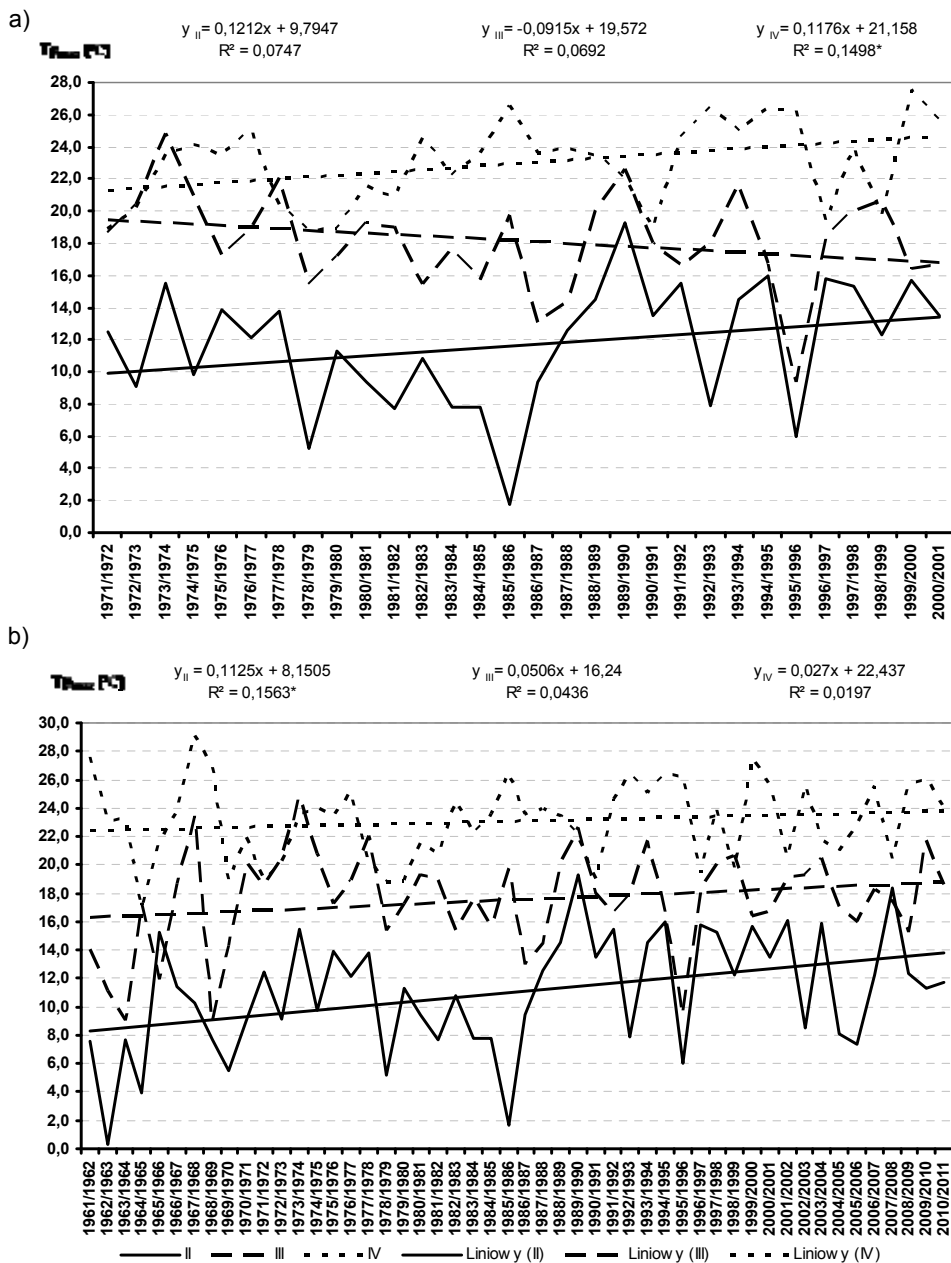
Kolejnym etapem pracy była analiza liczby dni z maksymalną temperaturą powietrza w przyjętych 1-stopniowych przedziałach zmienności w zakresie od –20,0 do 30,0°C. Stwierdzono, że – niezależnie od długości ciągu – rozkład częstości miał charakter normalny. Przeprowadzona analiza nie umożliwiła jednoznacznego wskazania jednego dominującego przedziału, możliwe było jednak określenie zwartego przedziału najliczniej obserwowanych wartości temperatury maksymalnej, powstałego przez połączenie kilku sąsiadujących ze sobą przedziałów 1-stopniowych (rys. 3). Łączny udział zdarzeń z najliczniejszych klas we wszystkich zdarzeniach w poszczególnych miesiącach wynosił każdorazowo powyżej 50%. W okresie normatywnym najczęściej obserwowane wartości temperatury maksymalnej należały do przedziałów od 3,1 do 12,0°C w listopadzie, od –1,0 do 9,0°C – w grudniu, od –1,0 do 7,0°C – w styczniu, od 0,1 do 8,0°C – w lutym, od 3,1 do 11,0°C – w marcu i od 8,1 do 17,0°C – w kwietniu. Wydłużenie analizowanego okresu do 50 lat nie miało wpływu na zmienność najliczniej obserwowanych wartości temperatury maksymalnej w listopadzie i styczniu, natomiast w lutym i marcu obserwowano obniżenie dolnego zakresu zmienności o jeden przedział sąsiadujący, w grudniu obniżył się górny zakres zmienności o 2,0°C, a w marcu o 1,0°C. W kwietniu stwierdzono przesunięcie dolnej granicy zmienności do sąsiadującego przedziału wartości wyższych.

Po rozszerzeniu normatywnego okresu 1971/1972–2000/2001 o dziesięciolecie poprzedzające (1961/1962–1970/1971) oraz następujące (2001/2002–2010/2011)



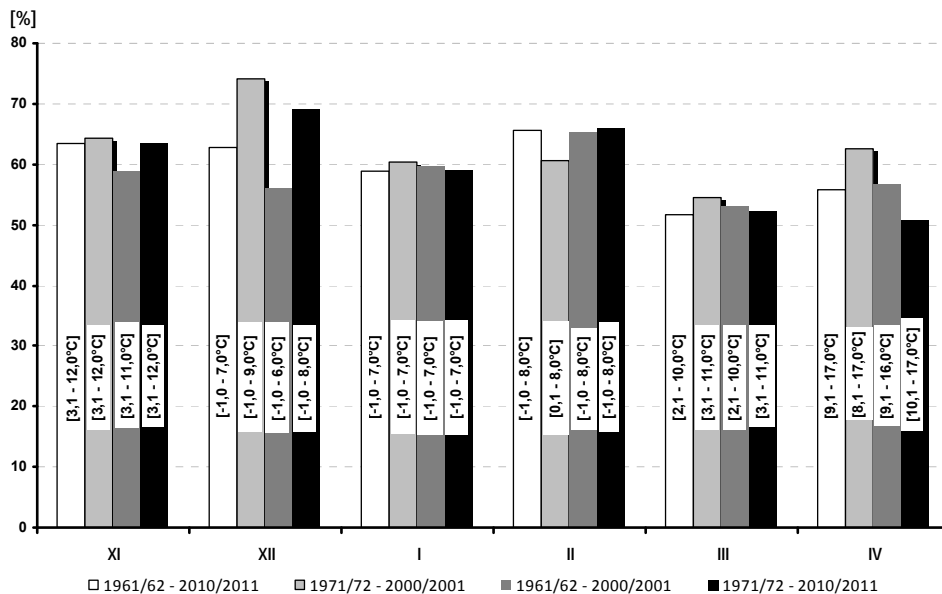
Rys. 1. Fluktuacje i tendencje najwyższych z maksymalnych wartości temperatury powietrza we Wrocławiu-Swojcu w listopadzie, grudniu i styczniu w półroczach zimowych: a) 1971/1972–2000/2001, b) 1961/1962–2010/192011; źródło: opracowanie własne

Fig. 1. Variability and trends of the highest values of maximum air temperature in Wrocław-Swojec in November, December and January in winter halves of the years: a) 1971/1972–2000/2001, b) 1961/1962–2010/2011; source: own study



Rys. 2. Fluktuacje i tendencje najwyższych z maksymalnych wartości temperatury powietrza we Wrocławiu-Swojcu w lutym, marcu i kwietniu w półroczach zimowych: a) 1971/1972–2000/2001, b) 1961/1962–2010/2011; źródło: opracowanie własne

Fig. 2. Variability and trends of the highest values of maximum air temperature in Wrocław-Swojec in February, March and April in winter halves of the years: a) 1971/1972–2000/2001, b) 1961/1962–2010/2011; source: own study



Rys. 3. Udział zwartych przedziałów maksymalnych wartości temperatury powietrza najliczniej występujących w poszczególnych miesiącach półrocza zimowego w wieloletnich 1961/1962–2010/2011, 1971/1972–2000/2001, 1961/1962–2000/2001 oraz 1971/1972–2010/2011 we Wrocławiu-Swojcu; źródło: opracowanie własne

Fig. 3. Percentage share of combined intervals of maximum air temperatures most frequent in particular winter months of the years 1961/1962–2010/2011, 1971/1972–2000/2001, 1961/1962–2000/2001 and 1971/1972–2010/2011 in Wrocław-Swojcu; source: own study

każdorazowo udział wartości temperatury maksymalnej ze zwanego przedziału wartości najliczniej występujących przekraczał 50% (rys. 3). W obu przypadkach nie obserwowano zmian przedziałów skumulowanych, zawierających większość obserwowanych wartości maksymalnej temperatury w styczniu. W lutym działanie to w obu przypadkach spowodowało przesunięcie dolnej granicy zwanego przedziału o jeden przedział sąsiadujący w dół, do wartości $-1,0$. W listopadzie w pierwszym przypadku obserwowano obniżenie górnej granicy zakresu zmienności wartości najliczniej obserwowanych o $1,0^{\circ}\text{C}$ w stosunku do okresu normatywnego i analizowanego pięćdziesięciolecia, natomiast w czterdziestoleciu 1971/1972–2010/2011 zwarty przedział pozostał taki sam, stanowiąc ponad 60% wszystkich obserwowanych wartości. Na podstawie analiz okresu normatywnego rozszerzonego o dziesięciolecie 1961/62–1971/72 stwierdzono obniżenie górnej granicy zwanego przedziału najliczniej obserwowanych wartości T_{pmax} w grudniu o trzy przedziały sąsiadujące. W kwietniu górna granica tego przedziału przesunęła się o $1,0^{\circ}\text{C}$ w dół, a dolna – o $1,0^{\circ}\text{C}$ w górę, w marcu natomiast zarówno dolna, jak i górna granica omawianych wartości przesunęła się o jeden przedział sąsiadujący w dół. Rozszerzenie okresu normatywnego o dziesięciolecie 2000/2001–2010/2011

spowodowało, w porównaniu do okresu normatywnego, obniżenie górnej granicy zwartego przedziału najliczniej obserwowanych wartości T_{pmax} w grudniu o $1,0^{\circ}\text{C}$ oraz podniesienie dolnego progu o $2,0^{\circ}\text{C}$ w kwietniu.

Na podstawie większościowego udziału wartości T_{pmax} , obserwowanych w dziesięcioleciach 1961/1962–1970/1971 i 2000/2001–2010/2011 w poszczególnych przedziałach zmienności, w kolejnych miesiącach półrocza zimowego w wieloleciu 1961/1962–2010/2011 (tab. 1) stwierdzono, że wartości maksymalnej temperatury powietrza obserwowane w dziesięcioleciu 1961/1962–1970/1971 przyczyniły się do zwiększenia ich liczebności w niższych przedziałach zmienności, natomiast w dziesięcioleciu 2000/2001–2010/2011 wyraźnie zwiększyła się liczba dni z T_{pmax} w wyższych przedziałach zmienności.

Na podstawie wyznaczonych częstości występowania wartości T_{pmax} przeprowadzono ocenę tendencji zmian liczby dni z maksymalną wartością temperatury powietrza w zadanych 1-stopniowych przedziałach zmienności w kolejnych miesiącach półrocza zimowego, zarówno w okresie normatywnym, jak i całym analizowanym pięćdziesięcioleciu. W wieloleciu normatywnym spośród wszystkich analizowanych przypadków (181) obserwowane tendencje w większości miały charakter rosnący, były jednak statystycznie nieistotne (tab. 2). Istotne zmiany obserwowano jedynie w 10 przypadkach. W grudniu istotnie zmniejszyła się liczba dni z wartością maksymalnej temperatury powietrza w dwóch sąsiadujących przedziałach – od $4,1$ do $6,0^{\circ}\text{C}$. Istotne trendy ujemne zanotowano w styczniu – w przedziale od $-1,0$ do $0,0^{\circ}\text{C}$, lutym – w przedziale od $1,1$ do $2,0^{\circ}\text{C}$ oraz marcu – w przedziale od $15,1$ do $16,0^{\circ}\text{C}$. W ciągu analizowanych 30 lat istotnie zwiększyła się liczba maksymalnych wartości temperatury powietrza w styczniu – w dwóch sąsiadujących przedziałach od $10,1$ do $12,0^{\circ}\text{C}$, w lutym – w przedziale od $12,1$ do $13,0^{\circ}\text{C}$ i w kwietniu – w dwóch sąsiadujących przedziałach wyższych wartości od $25,1$ do $27,0^{\circ}\text{C}$.

W wyniku identycznej analizy przeprowadzonej na podstawie ciągu rozszerzonego do 50 lat otrzymano porównywalną liczbę trendów dodatnich i ujemnych (tab. 2). Były one, podobnie jak w przypadku okresu normatywnego, w większości statystycznie nieistotne, ale bardziej uporządkowane. Takiej sytuacji nie obserwowano w 30-leciu 1971/1972–2000/2001.

W zdecydowanej większości tendencje rosnące obserwowano w przedziałach wyższych wartości. Statystycznie istotne zwiększenie liczby dni z maksymalną temperaturą powietrza obserwowano w listopadzie w przedziale od $15,1$ do $16,0^{\circ}\text{C}$, w grudniu – od $10,1$ do $11,0^{\circ}\text{C}$, w styczniu – w trzech sąsiadujących przedziałach od $10,1$ do $13,0^{\circ}\text{C}$, w lutym – od $7,1$ do $8,0^{\circ}\text{C}$ oraz w marcu – od $13,1$ do $14,0^{\circ}\text{C}$. W kwietniu nie obserwowano żadnych istotnych tendencji. Istotnie zmniejszyła się liczba dni z maksymalną temperaturą powietrza w przedziale od $4,1$ do $5,0^{\circ}\text{C}$ w listopadzie, od $-8,0$ do $-7,1^{\circ}\text{C}$ w grudniu, w dwóch sąsiadujących przedziałach od $-9,0$ do $-7,1^{\circ}\text{C}$ w styczniu, od $-3,0$ do $-2,1^{\circ}\text{C}$ w lutym oraz od $-4,0$ do $-3,1^{\circ}\text{C}$ i od $6,1$ do $7,0^{\circ}\text{C}$ w marcu.

Tabela 1. Większościowy udział 10-leci 1961/1962–1970/1971 oraz 2000/2001–2010/2011 w całkowitej częstości maksymalnych wartości temperatury powietrza w półroczach zimowych okresu 1961/1962–2010/2011 we Wrocławiu-Swojcu

Table 1. The majority share of decades 1961/1962–1970/1971 and 2000/2001–2010/2011 in the total frequency of maximum air temperature values in winter halves of the years 1961/1962–2010/2011 in Wrocław-Swojec

Przedziały Intervals	1961/1962-1970/1971						Przedziały Intervals	2001/2002-2010/2011					
	XI	XII	I	II	III	IV		XI	XII	I	II	III	IV
[-20,0 -19,1]							[-20,0 -19,1]						
[-19,0 -18,1]							[-19,0 -18,1]						
[-18,0 -17,1]							[-18,0 -17,1]						
[-17,0 -16,1]							[-17,0 -16,1]						
[-16,0 -15,1]							[-16,0 -15,1]						
[-15,0 -14,1]							[-15,0 -14,1]						
[-14,0 -13,1]							[-14,0 -13,1]						
[-13,0 -12,1]							[-13,0 -12,1]						
[-12,0 -11,1]							[-12,0 -11,1]						
[-11,0 -10,1]							[-11,0 -10,1]						
[-10,0 -9,1]							[-10,0 -9,1]						
[-9,0 -8,1]							[-9,0 -8,1]						
[-8,0 -7,1]							[-8,0 -7,1]						
[-7,0 -6,1]							[-7,0 -6,1]						
[-6,0 -5,1]							[-6,0 -5,1]						
[-5,0 -4,1]							[-5,0 -4,1]						
[-4,0 -3,1]							[-4,0 -3,1]						
[-3,0 -2,1]							[-3,0 -2,1]						
[-2,0 -1,1]							[-2,0 -1,1]						
[-1,0 0,0]							[-1,0 0,0]						
[0,1 1,0]							[0,1 1,0]						
[1,1 2,0]							[1,1 2,0]						
[2,1 3,0]							[2,1 3,0]						
[3,1 4,0]							[3,1 4,0]						
[4,1 5,0]							[4,1 5,0]						
[5,1 6,0]							[5,1 6,0]						
[6,1 7,0]							[6,1 7,0]						
[7,1 8,0]							[7,1 8,0]						
[8,1 9,0]							[8,1 9,0]						
[9,1 10,0]							[9,1 10,0]						
[10,1 11,0]							[10,1 11,0]						
[11,1 12,0]							[11,1 12,0]						
[12,1 13,0]							[12,1 13,0]						
[13,1 14,0]							[13,1 14,0]						
[14,1 15,0]							[14,1 15,0]						
[15,1 16,0]							[15,1 16,0]						
[16,1 17,0]							[16,1 17,0]						
[17,1 18,0]							[17,1 18,0]						
[18,1 19,0]							[18,1 19,0]						
[19,1 20,0]							[19,1 20,0]						
[20,1 21,0]							[20,1 21,0]						
[21,1 22,0]							[21,1 22,0]						
[22,1 23,0]							[22,1 23,0]						
[23,1 24,0]							[23,1 24,0]						
[24,1 25,0]							[24,1 25,0]						
[25,1 26,0]							[25,1 26,0]						
[26,1 27,0]							[26,1 27,0]						
[27,1 28,0]							[27,1 28,0]						
[28,1 29,0]							[28,1 29,0]						
[29,1 30,0]							[29,1 30,0]						

Źródło: opracowanie własne. Source: own study.

Tendencje zmian maksymalnej temperatury powietrza wyznaczone we Wrocławiu-Swojcu znajdują potwierdzenie w pracach innych autorów. FORTUNIAK i in. [2001] analizowali trendy zmian temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX w. Najsilniejszą tendencję rosnącą obserwowano w lutym i marcu, natomiast w listopadzie i grudniu notowano słaby trend malejący, jednak ze wszystkich analizowanych miesięcy tylko w marcu notowano tendencje istotne statystycznie. W całej Polsce nie potwierdził się wzrost temperatury obserwowany we Wrocławiu-

Tabela 2. Tendencje zmian liczby dni z maksymalną temperaturą powietrza w zadanych przedziałach 1-stopniowych w półroczu zimowym we Wrocławiu-Swojcu w wieloleciu 1971/1972–2000/2001 oraz 1961/1962–2010/2011

Table 2. Trends in the number of days with maximum air temperature within particular ranges in winter half-year in Wrocław-Swojec in the years 1971/1972–2000/2001 and 1961/1962–2010/2011

Przedziały Intervals	1971/72-2000/2001						Przedziały Intervals	1961/1962-2010/2011						
	XI	XII	I	II	III	IV		XI	XII	I	II	III	IV	
[-20,0 -19,1]														
[-19,0 -18,1]														
[-18,0 -17,1]														
[-17,0 -16,1]														
[-16,0 -15,1]														
[-15,0 -14,1]														
[-14,0 -13,1]														
[-13,0 -12,1]														
[-12,0 -11,1]														
[-11,0 -10,1]														
[-10,0 -9,1]														
[-9,0 -8,1]														
[-8,0 -7,1]														
[-7,0 -6,1]														
[-6,0 -5,1]														
[-5,0 -4,1]														
[-4,0 -3,1]														
[-3,0 -2,1]														
[-2,0 -1,1]														
[-1,0 0,0]														
[0,1 1,0]														
[1,1 2,0]														
[2,1 3,0]														
[3,1 4,0]														
[4,1 5,0]														
[5,1 6,0]														
[6,1 7,0]														
[7,1 8,0]														
[8,1 9,0]														
[9,1 10,0]														
[10,1 11,0]														
[11,1 12,0]														
[12,1 13,0]														
[13,1 14,0]														
[14,1 15,0]														
[15,1 16,0]														
[16,1 17,0]														
[17,1 18,0]														
[18,1 19,0]														
[19,1 20,0]														
[20,1 21,0]														
[21,1 22,0]														
[22,1 23,0]														
[23,1 24,0]														
[24,1 25,0]														
[25,1 26,0]														
[26,1 27,0]														
[27,1 28,0]														
[28,1 29,0]														
[29,1 30,0]														

Oznaczenia:

brak	malejąca	rosnąca	i-istotna
------	----------	---------	-----------

 Explanation:

lack	decreasing	increasing	i-significant
------	------------	------------	---------------

Źródło: opracowanie własne. Source: own study.

-Swojcu w styczniu, istotny statystycznie bez względu na to, jak długi okres analizowano. Wynika to z tego, że tendencje zmian temperatury powietrza są zróżnicowane nie tylko w sezonach, ale i w przestrzeni [ŻMUDZKA 2004b]. Na podstawie badań innych autorów KOŻUCHOWSKI [2011] przedstawił trendy zmian średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza we Wrocławiu, Krakowie, Warszawie, Puławach oraz na Szczytnicy i Kasprowym Wierchu. We wszystkich stacjach

notowano wzrost średniej wartości temperatury w styczniu i marcu oraz w grudniu. Ponadto, w Krakowie w latach 1901–2000 obserwowano ocieplenie we wszystkich miesiącach z wyjątkiem kwietnia, a największe zmiany występowały na Szrenicy, nawet do 0,65°C na 10 lat w okresach styczeń – marzec, maj, lipiec i sierpień oraz grudzień. Wydaje się więc, że temperatura okresów zimowych może być dobrym wskaźnikiem zmian klimatu, co jest zgodne z założeniem sformułowanym w celu niniejszej pracy. Wnioskowanie na podstawie jej analizy powinno być jednak przeprowadzane z dużą ostrożnością, w oparciu o wiele metod i kryteriów [PIOTROWICZ 2004].

WNIOSKI

1. Niezależnie od długości analizowanego okresu stwierdzono istotny wzrost maksymalnej temperatury powietrza w styczniu. W ciągu rozszerzonym do 50 lat podobnie istotny wzrost wartości obserwowano w lutym. Widoczna w wieloletnim normatywnym istotna rosnąca tendencja maksymalnych wartości temperatury powietrza w kwietniu nie utrzymała się po wydłużeniu analizowanego okresu do 50 lat.

2. Struktura zwartych przedziałów najliczniej występujących wartości maksymalnej temperatury powietrza w poszczególnych miesiącach półrocza zimowego charakteryzuje się dużą stabilnością, niezależnie od długości analizowanego ciągu obserwacyjnego (30, 50 lat).

3. Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że 30-lecie 1971–2000, zalecane jako okres normatywny, dość dobrze charakteryzuje maksymalną temperaturę powietrza w półroczu zimowym we Wrocławiu-Swojcu.

4. Na podstawie analizy częstości maksymalnych wartości temperatury powietrza w poszczególnych miesiącach półrocza zimowego stwierdzono, że wartości notowane w dziesięcioleciu 1961/1962–1970/1971 przyczyniły się do zwiększenia liczebności w niższych przedziałach zmienności, natomiast w dziesięcioleciu 2000/2001–2010/2011 – do zwiększenia liczby zdarzeń w górnych zakresach zmienności temperatury w odniesieniu do przyjętego okresu normatywnego.

5. Na podstawie analizy tendencji zmian liczby dni z maksymalną temperaturą powietrza w zadanych przedziałach zmienności stwierdzono, że w okresie pięćdziesięcioletnim tendencje rosnące notowano w górnych zakresach zmienności w poszczególnych miesiącach zimowych, były one jednak w większości przypadków statystycznie nieistotne. Takiej prawidłowości nie obserwowano w okresie normatywnym.

LITERATURA

- BARTOSZEK K. 2007. Charakterystyka pokrywy śnieżnej w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie (1955/1956–2004/2005). *Annales UMCS*. Vol. 62 (1). Sec. E s. 39–47.
- BINIĄK-PIERÓG M., KAJEWSKA J., ŻYROMSKI A. 2009. Wieloletnie tendencje maksymalnych wartości temperatury powietrza w półroczu letnim. *Acta Agrophysica*. Z. 171. Vol. 14 (2) s. 273–286.
- CZARNECKA M. 2011. Zmienność początku i końca pokrywy śnieżnej o różnym czasie zalegania i ich uwarunkowania cyrkulacyjne. *Prace i Studia Geograficzne*. T. 47 s. 109–118.
- CZARNECKA M., NIDZGORSKA-LENCEWICZ J. 2010. Zmienność termicznej zimy w Polsce. W: *Klimatyczne zagrożenia rolnictwa w Polsce*. Pr. zbior. Red. C. Koźmiński, B. Michalska, J. Leśny. Szczecin. Wydaw. Nauk. U. Szczec. s. 55–77.
- FORTUNIAK K., KOZUCHOWSKI K., ŻMUDZKA E. 2001. Trendy i okresowość zmian temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX wieku. *Przegląd Geofizyczny*. R. 46. Z. 4 s. 283–301.
- JANASZ J. 2000. Warunki termiczne i śnieżne zim w Lublinie (1960/61–1994/95). *Acta Agrophysica*. Vol. 34 s. 71–78.
- JANISZEWSKI F. 1988. Instrukcja dla posterunków meteorologicznych. Wyd. II. Warszawa. Wydaw. Kom. i Łącz. ss. 242.
- KOSIBA A. 1956. Zagadnienie klasyfikacji zim. *Przegląd Geofizyczny*. T. 3–4 s. 201–208.
- KOZUCHOWSKI K. 2004. Ocieplenie klimatu – mit czy rzeczywistość? W: *Klimat – Środowisko – Człowiek*. Wrocław. Wydaw. P. K. Ekol. s. 11–21.
- KOZUCHOWSKI K. 2011. *Klimat Polski. Nowe spojrzenie*. Warszawa. PWN. ISBN: 978-83-01-16779-0 ss. 293.
- KOZUCHOWSKI K., ŻMUDZKA E. 2001. Ocieplenie w Polsce: skala i rozkład sezonowy zmian temperatury powietrza w drugiej połowie XX wieku. *Przegląd Geofizyczny*. R. 46. Z. 12 s. 81–90.
- KRZYSZTOFIĄK M., URBANEK D. 1978. *Metody statystyczne*. Warszawa. PWN ss. 415.
- LORENC H. (red.) 2005. *Atlas klimatu Polski*. Warszawa. Wydaw. IMGW. ISBN 83-88897-43-8 ss. 116.
- MAJEWSKI G., GOŁASZEWSKI D., PRZEWOŹNICZUK W., ROZBICKI T. 2011. Warunki termiczne i śnieżne zim w Warszawie w latach 1978/79–2009/10. *Prace i Studia Geograficzne*. T. 47 s. 147–155.
- OBREBKA-STARKŁOWA B. 1997. Współczesne poglądy na zmiany klimatyczne w Europie w okresie schyłku małego glacjału. W: *Wahania klimatu w Krakowie (1792–1995)*. Pr. zbior. Red. J. Trepińska. Kraków. Instytut Geografii UJ. s. 163–190.
- OLBA-ZIĘTY E., GRABOWSKI J. 2007. Warunki termiczne i śnieżne zim doliny Biebrzy w latach 1980/1981–2004/2005. *Acta Agrophysica*. Vol. 10(3) s. 625–634.
- PACZOS S. 1985. Zagadnienia klasyfikacji zim w świetle różnych kryteriów termicznych. *Annales UMCS*. Vol. 60(7) s. 133–155.
- PIOTROWICZ K. 2000. Sposoby wydzielenia pór roku. *Przegląd Geofizyczny*. R. 45. Z. 3–4 s. 261–277.
- PIOTROWICZ K. 2004. Temperatura okresu zimowego jako wskaźnik zmian klimatu. W: *Klimat – Środowisko – Człowiek*. Wrocław. Wydaw. P. K. Ekol. s. 23–31.
- TREPIŃSKA J. 2001. Fluktuacje termiczne w Europie od małej epoki lodowcowej do końca XX wieku. *Prace i Studia Geograficzne*. T. 29 s. 73–77.
- USTRNUL Z., CZEKIERDA D. 2002. Ekstremalne wartości temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX wieku na tle warunków cyrkulacyjnych. *Warszawa. Wiadomości IMGW*. T. 25(46). Z. 4 s. 3–21.
- ŻMUDZKA E. 2004a. Tło klimatyczne produkcji rolniczej w Polsce w drugiej połowie XX wieku. *Acta Agrophysica*. Vol. 3(2) s. 399–408.
- ŻMUDZKA E. 2004b. Warunki termiczne i opadowe produkcji roślinnej w Polsce w latach 1951–2000. W: *Klimat – Środowisko – Człowiek*. Wrocław. Wydaw. P. K. Ekol. s. 51–61.
- ŻMUDZKA E. 2009. Współczesne zmiany klimatu Polski. *Acta Agrophysica*. Vol. 13(2) s. 555–568.

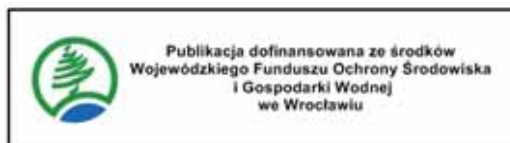
*Małgorzata BINIAK-PIERÓG, Joanna KAJEWSKA-SZKUDLAREK, Andrzej ŻYROMSKI,
Łászló LAKATOS*

LONG-TERM TENDENCIES OF MAXIMUM AIR TEMPERATURE IN THE WINTER HALF-YEAR IN WROCLAW-SWOJEC

Key words: *climate change, frequency, maximum air temperature, tendencies, winter half-year*

S u m m a r y

Based on 50-year (1961/1962–2010/2011) observation series of daily maximum air temperatures during the winter half-year (November to April) from Wrocław-Swojec Observatory, trends in the number of days with maximum temperature in adopted 1.0°C ranges were assessed. Temperatures ranged from –20.0°C to 30.0°C. A similar analysis was also performed for the years 1971/1972–2000/2001, which is now recognized as a climatological norm. Regardless of the length of analysed period, a significant increase of the maximum temperature was observed in January in Wrocław-Swojec. For the sequence extended to 50 years, similarly significant increase of the value was observed for February. The number of days with air temperature in the range from 15.1 to 16.0°C in November, from 10.1 to 11.0°C in December, from 10.1 to 13.0°C in January, from 7.1 to 8.0°C in February and from 13.1 to 14.0°C in March significantly increased in the years 1961/1962–2010/2011.



Adres do korespondencji: dr inż. M. Biniak-Pieróg, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Zakład Agro- i Hydrometeorologii, Plac Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław; tel. +48 71 320-55-69, e-mail: Małgorzata.Biniak-Pierog@up.wroc.pl