

## ZMIANY WIELOLETNIE LICZBY TERMICZNYCH DNI CHARAKTERYSTYCZNYCH W WARSZAWIE (1951–2010)

*Urszula Kossowska-Cezak*

### Multiannual variation of thermal specific days in Warsaw (1951–2010)

*Abstract:* The paper focuses on the frequency, annual pattern and long-term variability of thermal specific days in Warsaw during the period 1951–2010. The following were distinguished: days with frost ( $t_{\max} \geq 0.0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\min} < 0.0^{\circ}\text{C}$ ), cold days ( $t_{\max} -0.1 - -10.0^{\circ}\text{C}$ ), very cold days ( $t_{\max} -10.1 - -20.0^{\circ}\text{C}$ ), extremely cold days ( $t_{\max} < -20.0^{\circ}\text{C}$ ), hot days ( $t_{\max} 25.1 - 30.0^{\circ}\text{C}$ ), very hot days ( $t_{\max} 30.1 - 35.0^{\circ}\text{C}$ ) and extremely hot days ( $t_{\max} > 35.0^{\circ}\text{C}$ ) as well as warm nights ( $t_{\min} 15.1 - 18.0^{\circ}\text{C}$ ), very warm nights ( $t_{\min} 18.1 - 20.0^{\circ}\text{C}$ ) and tropical nights ( $t_{\min} > 20.0^{\circ}\text{C}$ ). The following average numbers of days/nights per year were found during the period 1951–2010: 109 days with  $t_{\min} < 0.0^{\circ}\text{C}$ , including 37 days with  $t_{\max} < 0.0^{\circ}\text{C}$ , 38 days with  $t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$ , and 21 nights with  $t_{\min} > 15.0^{\circ}\text{C}$ . The minimum temperature ranged from  $-30.7^{\circ}\text{C}$  to  $21.8^{\circ}\text{C}$  and the maximum temperature from  $-20.4^{\circ}\text{C}$  to  $36.4^{\circ}\text{C}$ . The number of days with  $t_{\max} \geq 0.0^{\circ}\text{C}$  and  $t_{\min} < 0.0^{\circ}\text{C}$  dropped by 1.8 day/10 years, days with  $t_{\max} < 0.0^{\circ}\text{C}$  also by 1.8 day/10 years; the number of days with  $t_{\max} > 25.0^{\circ}\text{C}$  rose by 2.2 day/10 years, while the number of days with  $t_{\min} > 15.0^{\circ}\text{C}$  rose by 2.4 day/10 years. The results are based on data collected at the Okęcie airport station, which is located outside the town and therefore they are not representative of the Warsaw urban area, but rather of the eastern part of the Warsaw basin.

*Keywords:* maximum temperature, minimum temperature, days with frost, cold days, very cold days, hot days, very hot days, warm nights, very warm nights, long-term variation, Warsaw

*Zarys treści:* W opracowaniu rozpatrzono częstość, przebieg roczny i zmiany wieloletnie tzw. termicznych dni charakterystycznych w Warszawie w latach 1951–2010. Wyróżniono:

dni przymrozkowe, mroźne, bardzo mroźne i skrajnie mroźne; dni gorące, upalne i bardzo upalne oraz noce ciepłe, bardzo ciepłe i tropikalne. Stwierdzono, że w 60-leciu 1951–2010 dni z  $t_{\min} < 0,0^{\circ}\text{C}$  było średnio w roku 109, w tym dni z  $t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$  – 37, dni z  $t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$  było średnio 38, a nocy z  $t_{\min} > 15,0^{\circ}\text{C}$  – 21. Temperatura minimalna wahała się od  $-30,7^{\circ}\text{C}$  do  $21,8^{\circ}\text{C}$ , temperatura maksymalna od  $-20,4^{\circ}\text{C}$  do  $36,4^{\circ}\text{C}$ . W 60-leciu 1951–2010 liczba dni z  $t_{\max} \geq 0,0^{\circ}\text{C}$  i  $t_{\min} < 0,0^{\circ}\text{C}$  zmniejszała się o 1,8 dnia/10 lat, dni z  $t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$  również o 1,8 dnia/10 lat; liczba dni z  $t_{\max} > 25,0^{\circ}\text{C}$  zwiększała się o 2,2 dnia/10 lat, z  $t_{\min} > 15,0^{\circ}\text{C}$  o 2,4 dnia/10 lat. Uzyskane wyniki są oparte na danych pochodzących ze stacji położonej na lotnisku Okęcie, poza miastem, nie są zatem reprezentatywne dla obszaru miejskiego Warszawy, ale dla obszaru wschodniej części Kotliny Warszawskiej.

*Słowa kluczowe:* temperatury skrajne, dni przymrozkowe, dni mroźne i bardzo mroźne, dni gorące i upalne, noce ciepłe i bardzo ciepłe, Warszawa

## Wstęp

Jedną z podstawowych i szeroko stosowanych charakterystyk służących do opisu warunków termicznych danego miejsca lub obszaru jest, oprócz wartości średniej wieloletniej temperatury powietrza, liczba dni z temperaturą maksymalną lub minimalną nieosiągającą lub przekraczającą pewną jej wartość. Dni takie są zwykle nazywane dniami charakterystycznymi. Najczęściej, tradycyjnie już stosowanymi, są dni z temperaturą minimalną poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ , z temperaturą maksymalną poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  i z temperaturą maksymalną poniżej  $-10,0^{\circ}\text{C}$  oraz z temperaturą maksymalną powyżej  $25,0^{\circ}\text{C}$  i powyżej  $30,0^{\circ}\text{C}$ . Są one zwykle nazywane odpowiednio: przymrozkowe, mroźne i bardzo mroźne oraz gorące i upalne. Taka też terminologia (z wyjątkiem nieuwzględnionego dnia bardzo mroźnego) jest podana w *Słowniku meteorologicznym* (2003).

Pojawianie się dni z temperaturą powietrza szczególnie niską lub wysoką ma istotne znaczenie w wielu dziedzinach życia, w tym zwłaszcza w rolnictwie (powoduje wymarzanie roślin) i stanie zdrowia ludności (wywołuje wyziębienie, odmrożenia, przegrzanie, udar cieplny). Dlatego też ważne jest poznanie częstości ich występowania oraz zakresu zmienności ich liczby w poszczególnych latach, a także jej zmian wieloletnich.

Celem opracowania jest charakterystyka częstości i zmienności liczby dni charakterystycznych w Warszawie w latach 1951–2010. W artykule ponadto przedstawiono przegląd stosowanej w tej dziedzinie terminologii (tab. 1 i 2), a także przedstawiono propozycje nowej kategorii dni charakterystycznych.

Tab. 1. Rodzaje termicznych dni charakterystycznych – chłodny okres roku  
 Table 1. Categories of thermal specific days – cool period of year

Źródło/Autor Source/Author	Dzień skrajnie mroźny/ Extremely cold day	Dzień bardzo mroźny/ Very cold day	Dzień mroźny/ Cold day	Dzień przymrozkowi/ Day with frost	Uwagi/ Remarks
Gumiński (1948)	–	$t_{\max} < -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$	dni przymrozkowe = chłodne
<i>Atlas klimatyczny Polski</i> (1973)	–	$t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$	
Kozłowska-Szczęśna i in. (1997)	–	$t_{\max} -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} -10^{\circ}\text{C}$	–	brak znaku nierówności (?)
Kossowska-Cezak i in. (2000)	–	$t_{\min} < -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$	dni bardzo mroźne również $t_{\max} < -10^{\circ}\text{C}$
Kozłowska-Szczęśna i in. (2002)	–	$t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$	–	
<i>Słownik meteorologiczny</i> (2003)	–	–	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ $t_{\max} > 0^{\circ}\text{C}$	
Kossowska-Cezak (2003)	$t_{\max} < -20^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} -10,1 \div -20^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} -0,1 \div -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ $t_{\max} \geq 0^{\circ}\text{C}$	
Kozłowska-Szczęśna i in. (2004)	–	$t_{\min} < -15^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$	–	dni z silnym mrozem: $t_{\min} < -30^{\circ}\text{C}$
Błazejczyk (2004)	–	$t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	–	
<i>Atlas klimatu Polski</i> (2005)	–	$t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$	
Piotrowicz (2005)	–	$t_{\max} < -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	–	
Piotrowicz (2007a)	–	$t_{\max} < -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	–	
Piotrowicz (2007b)	–	$t_{\max} < -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	–	dni bardzo mroźne również $t_{\min} < -10^{\circ}\text{C}$
Kaszewski i in. (2007)	–	$t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ $t_{\max} > 0^{\circ}\text{C}$	dni przymrozkowe również $t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ , $t_{gr} > 0^{\circ}\text{C}$
Baranowski (2008)	–	$t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	
Głowicki (2008)	–	$t_{\max} < -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	–	
Wyszkowski (2008)	–	$t_{\max} < -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$	
Uscka-Kowalkowska, Kejna (2009)	–	$t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$	
Koźmiński, Michalska (2011)	–	–	–	–	dni zimne: $t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$
Koźmiński, Świątek (2012)	–	$t_{\min} < -10^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$	–	dni zimne: $t_{\max} < 10^{\circ}\text{C}$
Bielec-Bąkowska, Piotrowicz (2013)	$t_{\min} \leq -30^{\circ}\text{C}$	–	–	–	dni ekstremalnie mroźne

Tab. 2. Rodzaje termicznych dni charakterystycznych – ciepły okres roku  
 Table 2. Categories of thermal specific days – warm period of the year

Źródło/Autor Source/Author	Dzień gorący/ Warm day	Dzień upalny/ Hot day	Dzień bardzo upalny/ Very hot day	Noc gorąca (tropikalna)/ Warm night (tropical)	Uwagi/ Remarks
Gumiński (1948)	$t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	–	–	dni gorące – inaczej letnie
Chęłchowski (1963, 1967)	–	–	–	$t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$	
Atlas klimatyczny Polski (1973)	$t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$	–	–	
Kozłowska-Szczęsna i in. (1997)	$t_{\max} 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} 30^{\circ}\text{C}$	–	–	brak znaku nierówności (?)
Kossowska-Cezak i in. (2000)	$t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	–	–	
Kozłowska-Szczęsna i in. (2002)	$t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$	–	–	
Słownik meteorologiczny (2003)	$t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	–	–	
Kossowska-Cezak (2003)	$t_{\max} 25,1 \div 30^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} 30,1 \div 35^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 35^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$	noc tropikalna = nadzwyczaj ciepła
Kozłowska-Szczęsna i in. (2004)	$t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 35^{\circ}\text{C}$	–	
Błażejczyk (2004)	$t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$	–	–	
Atlas klimatu Polski (2005)	$t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$	–	–	
Piotrowicz (2005)	$t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	–	–	
Piotrowicz (2007a)	$t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	–	–	
Piotrowicz (2007b)	–	–	–	$t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$	
Kaszewski i in. (2007)	$t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	–	$t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$	dni letnie: $t_{\text{fr}} > 15^{\circ}\text{C}$
Baranowski (2008)	$t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$	–	–	

Źródło/Autor Source/Author	Dzień gorący/ Warm day	Dzień upalny/ Hot day	Dzień bardzo upalny/ Very hot day	Noc gorąca (tropikalna)/ Warm night (tropical)	Uwagi/ Remarks
Głowicki (2008)	$t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$	–	–	
Wyszkowski (2008)	$t_{\max} < 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} < 30^{\circ}\text{C}$	–	–	znak nierówności wydrukowany w niewłaściwym kierunku
Uscka-Kowalkowska, M. Kejna (2009)	$t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$	–	–	
Kozmiński, Michalska (2010)	$t_{\max} 25,1 \div 30^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	–	–	
Kozmiński, Michalska (2011)	$t_{\max} 25,1 \div 30^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	–	$t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$	dni chłodne: $t_{\max} 10,1 \div 15^{\circ}\text{C}$ dni ciepłe: $t_{\max} 18,1 \div 23^{\circ}\text{C}$
Kozmiński, Świątek (2012)	$t_{\max} 25,1 \div 30^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	–	–	dni chłodne: $t_{\max} 10,1 \div 15^{\circ}\text{C}$ dni ciepłe: $t_{\max} 18,1 \div 23^{\circ}\text{C}$
Kossowska-Cezak, Twardosz (2012)	$t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 35^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$	
Twardosz, Kossowska-Cezak (2013)	$t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$	$t_{\max} > 35^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$	
Bielec-Bąkowska, Piotrowicz (2013)	–	–	$t_{\max} \geq 35^{\circ}\text{C}$	$t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$	dni ekstremalnie upalne

## Materiały i metoda opracowania

Podstawą opracowania są codzienne wartości temperatury maksymalnej i minimalnej ze stacji Warszawa-Okęcie z lat 1951–2010. Jest to stacja synoptyczna znajdująca się na skraju lotniska, na południowo-zachodnich peryferiach miasta, w otwartej przestrzeni. Jak wykazują badania (np. Kossowska 1977; Wawer 1997; Kossowska-Cezak 2002), wyniki pomiarów temperatury powietrza na Okęciu nie są modyfikowane przez wpływ zabudowy miejskiej Warszawy, mogą zatem być uznane za reprezentatywne dla obszaru całej wschodniej części Kotliny Warszawskiej.

W artykule omówiono średnią liczbę uwzględnionych dni charakterystycznych, ich przebieg roczny, daty początku i końca okresu z danym rodzajem dni, zmiany wieloletnie ich liczby oraz tendencje zmian ich częstości w 60-leciu 1951–2010. Uwzględniono też lata sąsiednie – 1947–1950 i 2011–2012, z których wartości są podane na rysunkach, a w uzasadnionych przypadkach poczyniono do nich odwołania w tekście.

## Terminologia dotycząca termicznych dni charakterystycznych

Do najczęściej stosowanych w różnych opracowaniach są: w chłodniejszej części roku **dni przymrozkowe**, **mroźne** i **bardzo mroźne**, a w części cieplejszej **dni gorące** i **upalne**. W najbardziej autorytatywnym źródle, jakim jest *Słownik meteorologiczny* (2003), nie uwzględniono dnia bardzo mroźnego, a pozostałe dni zdefiniowano następująco: **dzień przymrozkowy** – dzień z temperaturą minimalną poniżej  $0,0^{\circ}\text{C}$  i maksymalną powyżej  $0,0^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\min} < 0,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\max} > 0,0^{\circ}\text{C}$ ), **dzień mroźny** – dzień z temperaturą maksymalną poniżej  $0,0^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$ ); **dzień gorący** i **upalny** to dzień z temperaturą maksymalną powyżej odpowiednio  $25,0^{\circ}\text{C}$  i  $30,0^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\max} > 25,0^{\circ}\text{C}$ ,  $> 30,0^{\circ}\text{C}$ ).

W *Atlasie klimatu Polski* (2005) **dzień przymrozkowy** jest określony tylko jednym progiem termicznym ( $t_{\min} < 0,0^{\circ}\text{C}$ ), a **dzień mroźny** to, podobnie jak w *Słowniku...* (2003), dzień z temperaturą ujemną w ciągu całej doby (tzn.  $t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$ ). W takim ujęciu każdy dzień mroźny jest automatycznie też dniem przymrozkowym, podczas gdy w ujęciu definicji *Słownika...* te dwie kategorie są rozdzielne i odpowiadają potocznemu rozumieniu dnia przymrozkowego i mroźnego, tzn. odpowiednio dnia z temperaturą ujemną tylko w nocy oraz utrzymującą się przez cały dzień.

W *Atlasie...* (2005) **dni gorące** i **upalne** są wyznaczone na podstawie tych samych wartości progowych co w *Słowniku...* (2003), ale w przypadku dni gorących i upalnych dni o temperaturze maksymalnej równej przyjętemu progowi zostały również zaliczone do dni charakterystycznych ( $t_{\max} \geq 25,0^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 30,0^{\circ}\text{C}$ ). Oczywiście w takim ujęciu każdy dzień upalny jest także automatycznie dniem gorącym.

Takie same zasady wyróżniania dni charakterystycznych były zastosowane we wcześniejszym *Atlasie klimatycznym Polski* (1973), dzięki czemu odpowiednie mapy w obu atlasach są z sobą porównywalne.

Poszczególni autorzy przyjmują różne koncepcje – zgodne ze *Słownikiem...* (2003) bądź *Atlasami...* (1973, 2005). Świadczy o tym zestawienie podane w tabelach 1 i 2. Dołączono tu również pojęcie i kryteria wyróżniania dnia bardzo mroźnego i bardzo upalnego oraz nocy gorącej (zwanej też tropikalną) według różnych autorów.

Zestawienia te zapewne nie są kompletne, gdyż dni charakterystyczne były tematem wielu opracowań, można jednak przyjąć, że zawierają pozycje najważniejsze oraz pozycje z ostatnich lat. Przegląd tych zestawień (tab. 1 i 2) ujawnia, że nie ma jednolitych kryteriów wyróżniania dni charakterystycznych o tej samej nazwie (por. Kozłowska-Szczęśna i in. 1997, 2002, 2004) ani jednolitego nazewnictwa dni wyróżnianych w taki sam sposób, co dotyczy zwłaszcza klas skrajnych (np. dzień upalny = bardzo gorący; noc gorąca = tropikalna). Ponadto w związku z tym, że poszczególne rodzaje dni są wyróżniane na podstawie tylko jednej wartości progowej, tzn. poniżej lub powyżej tej wartości, dni kolejnej kategorii są wliczane do kategorii poprzedniej, powstaje pewien dyskomfort logiczny. Na przykład dni bardzo mroźne wchodzą w liczbę dni przymrozkowych, ponieważ kryterium  $t_{\min} < -10^{\circ}\text{C}$  siłą rzeczy spełnia warunek  $t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ ; tak są przedstawione liczby dni charakterystycznych np. w obydwu *Atlasach...* (1973, 2005).

Wobec istniejącej dowolności dotychczasowych kryteriów i nazewnictwa w niniejszym opracowaniu przyjęto następujące zasady wyróżniania dni charakterystycznych ze względu na temperaturę powietrza:

- 1) Przyjęto wartość progową temperatury poszczególnych rodzajów dni taką samą jak dotychczas stosowana, ale dni z temperaturą maksymalną/minimalną równą wartości danego „progę” nie są wliczane do odpowiedniej kategorii; wliczane są jedynie te, które „próg” przewyższają (np. dni gorące –  $t_{\max} > 25,0^{\circ}\text{C}$ ) lub go nie osiągają (np. dni mroźne –  $t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$ ) – zgodnie z definicjami podanymi w *Słowniku meteorologicznym* (2003). Ta zasada została konsekwentnie zastosowana również do tych rodzajów dni, których w *Słowniku...* nie uwzględniono.
- 2) Dni charakterystyczne, nazwane imionami własnymi, np. przymrozkowe, upalne i in., są wyróżnione na podstawie dwóch „progów termicznych” wyznaczających zakres wartości temperatury maksymalnej/minimalnej, opisujących dany rodzaj dni lub odnoszących się do obu ekstremów dobowych temperatury; to ostatnie dotyczy dni przymrozkowych. Tylko skrajne kategorie dni są wyznaczone na podstawie jednej wartości progowej (klasy otwarte).
- 3) W związku z coraz częstszym występowaniem wysokiej temperatury w okresie lata (Kossowska-Cezak 2003, 2010) zaproponowano nowe kategorie dni charakterystycznych dotyczące wysokiej temperatury minimalnej.

Wyróżniono zatem następujące rodzaje termicznych dni charakterystycznych; w okresie chłodnym są to:

dni przymrozkowe –  $t_{\min} < 0,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\max} \geq 0,0^{\circ}\text{C}$ ,

dni mroźne –  $t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$ , do  $-10,0^{\circ}\text{C}$ ,

dni bardzo mroźne –  $t_{\max} < -10,0^{\circ}\text{C}$ , do  $-20,0^{\circ}\text{C}$ ,

dni skrajnie mroźne –  $t_{\max} < -20,0^{\circ}\text{C}$ ,

a w okresie ciepłym:

dni gorące –  $t_{\max} > 25,0^{\circ}\text{C}$ , do  $30,0^{\circ}\text{C}$ ,

dni upalne –  $t_{\max} > 30,0^{\circ}\text{C}$ , do  $35,0^{\circ}\text{C}$ ,

dni bardzo upalne –  $t_{\max} > 35,0^{\circ}\text{C}$

oraz

noce ciepłe –  $t_{\min} > 15,0^{\circ}\text{C}$ , do  $18,0^{\circ}\text{C}$ ,

noce bardzo ciepłe –  $t_{\min} > 18,0^{\circ}\text{C}$ , do  $20,0^{\circ}\text{C}$ ,

noce tropikalne –  $t_{\min} > 20,0^{\circ}\text{C}$ .

Podane rodzaje dni charakterystycznych są powszechnie znane w literaturze (tab. 1 i 2), nowość polega jedynie na sposobie ich liczenia – poszczególne klasy są rozłączne. W przypadku wyznaczania całkowitej liczby dni powyżej lub poniżej danej wartości temperatury będą one określane wyłącznie przez kryterium termiczne ( $>$ ,  $<$ ).

Spośród podanych „nocy charakterystycznych” wcześniej były znane tylko noce gorące, nazywane też tropikalnymi (Chełchowski 1963, 1967; Piotrowicz 2007b), nadzwyczaj ciepłymi (Kossowska-Cezak 2003) czy ekstremalnie upalnymi (Bielec-Bąkowska, Piotrowicz 2013). Zdecydowano się tu na nazwę „tropikalne”, aby uniknąć używania przymiotników „gorące” i „upalne”, wcześniej już zastosowanych do dni i odnoszących się do innej wartości temperatury. Przymiotnik „ekstremalny” odrzucono, ponieważ ma odpowiednik w języku polskim „skrajny”, a ponadto jest obecnie nadużywany do granic absurdu.

Ponieważ noce, podczas których temperatura powietrza nie spada poniżej  $20,0^{\circ}\text{C}$ , w klimacie Polski zdarzają się bardzo rzadko, ich pojawienie się jest raczej przedmiotem studium przypadku niż charakterystyk statystycznych. Dlatego zaproponowano **noce ciepłe** i **bardzo ciepłe**. Pierwsze z nich oznaczają doby, podczas których temperatura utrzymuje się powyżej wartości przyjętej za progową dla lata termicznego, tj.  $15,0^{\circ}\text{C}$ ; Okołowicz i Pełko (1968) dawno zwrócili uwagę, że temperatura minimalna powyżej  $15,0^{\circ}\text{C}$  występuje w Polsce rzadko, a w obszarach górskich w ogóle nie występuje. Noce bardzo ciepłe oznaczają doby, podczas których temperatura pozostaje wyższa od średniej miesięcznej w najcieplejszym miesiącu w najcieplejszej części Polski (*Atlas...* 2005), tzn. powyżej  $18,0^{\circ}\text{C}$ .

Należy tu zwrócić uwagę, że przedziały wartości temperatury powietrza określające poszczególne rodzaje dni charakterystycznych w chłodnym okresie roku są znacznie szersze ( $10,0^{\circ}\text{C}$ ) niż w okresie ciepłym ( $5,0^{\circ}\text{C}$  i mniej). Jest to związane z zakresem wahań temperatury w tych okresach: w wieloleciu 1951–2010 wahania temperatury



maksymalnej w styczniu wyniosły 34,0°C, w lutym 37,6°C, a minimalnej odpowiednio 39,8 i 36,9°C; w lipcu i sierpniu wahania temperatury maksymalnej wyniosły 24,0 i 24,3°C, minimalnej zaś odpowiednio tylko 17,2 i 17,7°C. Zakres zmian temperatury minimalnej w poszczególnych dniach najcieplejszych miesięcy roku był zatem o połowę mniejszy niż w miesiącach najchłodniejszych, co uzasadnia przyjęcie węższych przedziałów wyznaczania dni charakterystycznych opartych na jej wartościach.

## Dni charakterystyczne chłodnej części roku

**Dni przymrozkowe**, tzn. z temperaturą ujemną w nocy i dodatnią w dzień, w 60-leciu 1951–2010 w Warszawie występowały średnio 70 razy w roku (tab. 3). Najczęstsze były w marcu – 15 dni, a od grudnia do lutego było ich po 11–12, kiedy to, z wyjątkiem stycznia, stanowiły najczęstszy rodzaj dni charakterystycznych.

Tab. 3. Średnia liczba dni charakterystycznych w chłodnym okresie roku (Warszawa-Okęcie, 1951–2010)

Table 3. Mean number of specific days during the cool period of year (Warsaw-Okęcie, 1951–2010)

Dni/Days	$t_{\max}$ [°C]	$t_{\min}$ [°C]	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Rok
Przymrozkowe/ With frost	$\geq 0,0$	$< 0,0$	0,1	4,5	9,1	11,9	10,8	11,6	15,0	6,2	0,5	69,8
Mroźne/ Cold	od -0,1 do -10,0	$< 0,0$	-	0,0	2,7	8,6	12,2	10,1	3,8	-	-	37,4
Bardzo mroźne/ Very cold	od -10,1 do -20,0	$< -10,0$	-	-	0,0	0,6	1,1	0,4	0,0	-	-	2,1
Skrajnie mroźne/ Extremely cold	$< -20,0$	$< -20,0$	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	0,0
Ogółem/ Total	-	$< 0,0$	0,1	4,6	11,9	21,1	24,1	22,1	18,9	6,2	0,5	109,4
	$< 0,0$	-	-	0,0	2,7	9,2	13,3	10,5	3,8	-	-	39,6
	-	$< -10,0$	-	-	0,5	3,4	7,0	5,5	1,5	-	-	17,9
	$< -10,0$	-	-	-	0,0	0,6	1,1	0,4	0,0	-	-	2,1
	-	$< -20,0$	-	-	-	0,3	1,0	0,5	0,1	-	-	1,9

Najwcześniejszy spadek temperatury minimalnej poniżej 0,0°C zanotowano 28 września (w roku 1970 i 1986), a najpóźniejszy 18 listopada (w 2009 roku). Najczęściej pierwszy dzień przymrozkowy występuje w drugiej dekadzie października (38% przypadków). Najwcześniejszy zanik przymrozków stwierdzono 5 kwietnia (1989), najpóźniejszy zaś 25 maja (1991). Najczęściej ostatni przymrozek pojawia się w ostatniej dekadzie kwietnia (33%).

Spośród średnio 70 dni przymrozkowych w roku w jednym dniu temperatura minimalna spada poniżej  $-10,0^{\circ}\text{C}$  (tab. 4). Poza okresem 1951–2010 stwierdzono nawet przypadek dnia z temperaturą maksymalną  $0,0^{\circ}\text{C}$  i minimalną  $-24,6^{\circ}\text{C}$  (12 stycznia 1947), a zatem w świetle przyjętych kryteriów był to także dzień przymrozkowy.

Tab. 4. Średnia liczba dni charakterystycznych o różnym zakresie temperatury minimalnej w chłodnym okresie roku (Warszawa-Okęcie, 1951–2010)

Table 4. Mean number of specific days with different ranges of the minimum temperature during the cool period of year (Warsaw-Okęcie, 1951–2010)

Dni/Days	$t_{\max}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$t_{\min}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	Liczba dni/ Number of days	Razem/ Total
Przymrozkowe/ With frost	$\geq 0,0$	od $-0,1$ do $-10,0$ < $-10,0$	68,5 1,3	69,8
Mroźne/ Cold	od $-0,1$ do $-10,0$	od $-0,1$ do $-10,0$ od $-10,1$ do $-20,0$ < $-20,0$	23,0 13,6 0,8	37,4
Bardzo mroźne/ Very cold	od $-10,1$ do $-20,0$	od $-10,1$ do $-20,0$ < $-20,0$	1,0 1,1	2,1

W 60-leciu 1951–2010 liczba dni przymrozkowych w sezonie wahała się od 38 (2009/2010) do 109 (1973/1974). Mimo znacznych wahań z roku na rok, ich liczba w ciągu 60-lecia stopniowo zmniejszała się – o 1,8 dnia na 10 lat; spadek istotny statystycznie na poziomie 5% (ryc. 1A).

**Dni mroźne**, a więc z temperaturą ujemną w ciągu całej doby (ale  $t_{\max} \geq -10,0^{\circ}\text{C}$ ), pojawiały się średnio 37 razy w roku (tab. 3). Najczęstsze są w styczniu – 12 dni; jest to jedyny miesiąc, w którym takie dni są najczęstszym rodzajem dni charakterystycznych. Poza tym dni mroźne są częste w lutym i grudniu – odpowiednio 10 i 9.

Najwcześniejszy pierwszy dzień mroźny zanotowano 31 października (w 1956 i 1979 r.), najpóźniejszy dopiero 24 stycznia (2007, sezon 2006/2007). Najczęściej dni mroźne zaczynają się w drugiej albo trzeciej dekadzie listopada (odpowiednio 25 i 22% przypadków). Ostatni dzień mroźny najwcześniej pojawił się 3 stycznia (1989, sezon 1988/1989), a najpóźniejszy 31 marca (1958 i 1977). Najczęściej dni mroźne kończą się w drugiej dekadzie marca (30% przypadków).

Temperatura minimalna w dniach mroźnych jest znacznie zróżnicowana (tab. 4): wśród 37 dni w 23 dniach wynosi od  $-0,1$  do  $-10,0^{\circ}\text{C}$ , w niespełna 14 dniach od  $-10,1$  do  $-20,0^{\circ}\text{C}$  i w jednym dniu poniżej  $-20,0^{\circ}\text{C}$ .

Liczba dni mroźnych w poszczególnych latach 60-lecia wahała się od 7 (łagodna zima 1974/1975) do 82 (ostra zima 1995/1996) i 81 (najchłodniejsza zima 1962/1963), chociaż podczas zimy 1946/1947 było ich jeszcze więcej, bo 88. W ciągu 60-lecia

liczba dni mroźnych, podobnie jak przymrozkowych, zmniejszyła się; był to spadek o 1,8 dnia na 10 lat, nieistotny statystycznie (ryc. 1C).

Łączna liczba dni przymrozkowych i mroźnych ( $t_{\min} < 0,0^{\circ}\text{C}$ ) malała zatem o 3,6 dnia na 10 lat; spadek istotny statystycznie na poziomie 1% (ryc. 1B).

**Dni z temperaturą minimalną poniżej  $-10,0^{\circ}\text{C}$**  co prawda nie są wyróżnione jako charakterystyczne (są to przeważnie dni mroźne – tab. 4), ale warto dodać, że takich dni jest w zimie średnio 18 (tab. 3). Najwięcej jest ich w styczniu i lutym – odpowiednio 7 i 6. Najwcześniej pierwszy spadek  $t_{\min} < -10,0^{\circ}\text{C}$  zanotowano 4 listopada (1979), a najpóźniej 21 lutego (1988, zima 1987/1988), najczęściej zaś po raz pierwszy w sezonie występują one w drugiej dekadzie grudnia (22% przypadków). W 60-leciu była jednak jedna zima w ogóle bez takich dni (1974/1975). Ostatni dzień z  $t_{\min} < -10,0^{\circ}\text{C}$  w 60-leciu najwcześniej pojawił się już 23 listopada (1988, sezon 1988/1989), najpóźniej zaś 21 marca (1980), chociaż w roku 2013 zdarzył się jeszcze później – 24 marca. Spadki temperatury minimalnej poniżej  $-10,0^{\circ}\text{C}$  najczęściej kończą się w ostatniej dekadzie lutego (22% przypadków).

Liczba dni z  $t_{\min} < -10,0^{\circ}\text{C}$  w 60-leciu wahała się od 0 (1974/1975) do 67 (1962/1963). Ich liczba zmniejszyła się o 1,6 dnia na 10 lat; spadek istotny statystycznie na poziomie 10% (ryc. 1D).

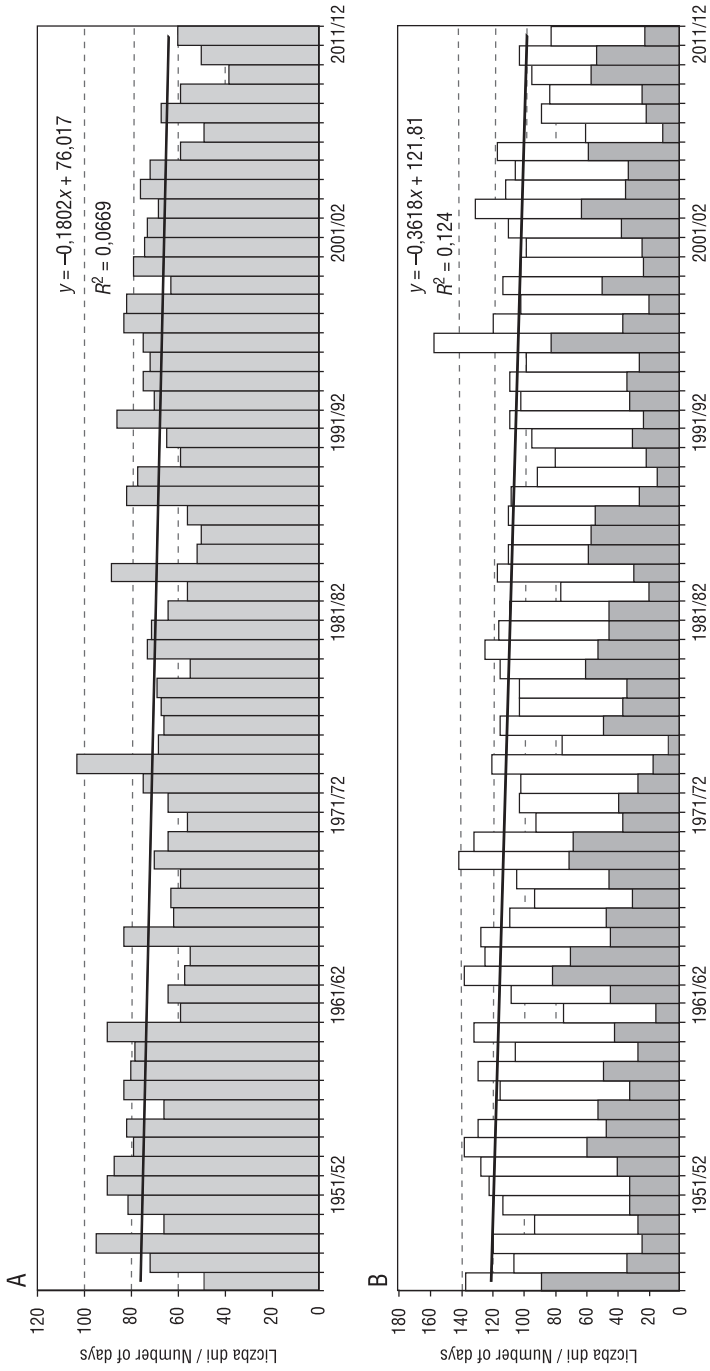
**Dni bardzo mroźne** to dni z temperaturą powietrza ciągu całej doby poniżej  $-10,0^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\max} < -10,0^{\circ}\text{C}$ ). Dni takich jest w Warszawie podczas zimy średnio 2, chociaż w 60-leciu 1951–2010 dni bardzo mroźne w rzeczywistości wystąpiły tylko w połowie lat (ściśle – w 29 latach), osiągając największą częstość 15 dni podczas wspomnianej już wcześniej bardzo ostrej zimy 1962/1963. Dni takich najwięcej jest w styczniu – średnio 1.

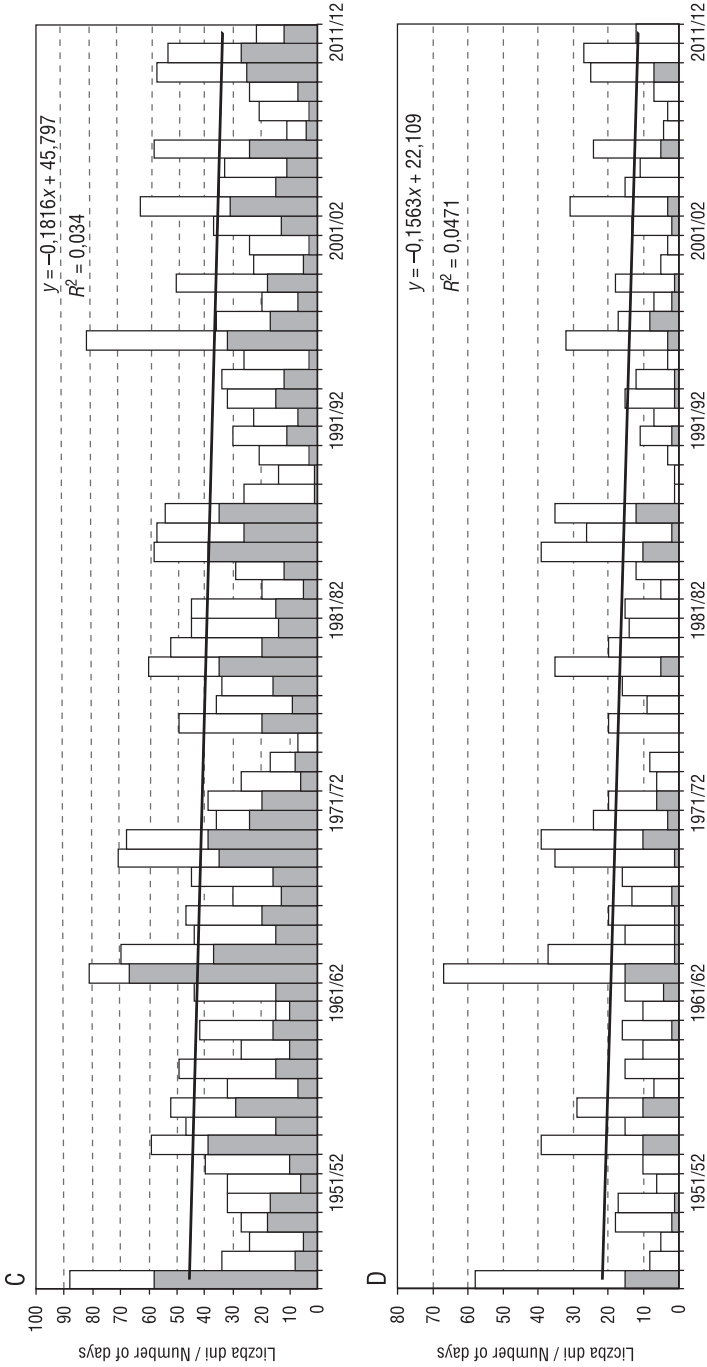
Najwcześniej dzień bardzo mroźny pojawił się 18 listopada (1965), najpóźniej zaś 4 marca (1971). W dniach bardzo mroźnych temperatura minimalna często spada poniżej  $-20,0^{\circ}\text{C}$ ; dni mroźnych ( $t_{\max} < -10,0^{\circ}\text{C}$ ) z  $t_{\min} < -20,0^{\circ}\text{C}$  było nawet więcej (68 dni) niż tych z  $t_{\min} \geq -20,0^{\circ}\text{C}$  (61 dni). W jednym dniu bardzo mroźnym temperatura minimalna spadła poniżej  $-30,0^{\circ}\text{C}$ , osiągając minimum absolutne  $-30,7^{\circ}\text{C}$  (8 stycznia 1987). Temperatura maksymalna wyniosła w tym dniu  $-15,0^{\circ}\text{C}$ , średnia  $-22,2^{\circ}\text{C}$ .

Liczba dni bardzo mroźnych w 60-leciu malała o 0,5 dnia na 10 lat; spadek nieistotny statystycznie.

**Dni z temperaturą minimalną poniżej  $-20,0^{\circ}\text{C}$**  nie są wyróżniane jako charakterystyczne, ale warto dodać, że takich dni w Warszawie w zimie jest średnio 2; najwięcej w styczniu – 1 (tab. 3). Wystąpiły tylko w 28 latach 60-lecia, najwcześniej 14 grudnia (1963), najpóźniej 5 marca (1971). Największą ich liczbą wyróżniła się zima 1962/1963 – 16 dni.

**Dni skrajnie mroźne** to dni z temperaturą powietrza w ciągu całej doby poniżej  $-20,0^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\max} < -20,0^{\circ}\text{C}$ ). W ciągu 60-lecia 1951–2010 dni takich w Warszawie było zaledwie 3: 31 stycznia i 1 lutego 1956 (odpowiednio:  $t_{\max} = -20,1^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\min} = -27,1^{\circ}\text{C}$ ,





Ryc. 1. Przebieg wieloletni liczby termicznych dni charakterystycznych w chłodnym okresie roku (Warszawa-Okęcie, 1947–2012). A – dni z  $t_{\min} < 0,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\max} \geq 0,0^{\circ}\text{C}$ ; B – wszystkie dni z  $t_{\min} < 0,0^{\circ}\text{C}$  – cały słupek, w tym z  $t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$  – szary słupek; C – wszystkie dni z  $t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$  – cały słupek, w tym dni z  $t_{\min} < -10,0^{\circ}\text{C}$  – szary słupek; D – wszystkie dni z  $t_{\min} < -10,0^{\circ}\text{C}$  – cały słupek, w tym dni z  $t_{\max} < -10,0^{\circ}\text{C}$  – szary słupek

Fig. 1. Multiannual variation of thermal specific days in the cold period of year (Warsaw-Okęcie, 1947–2012). A – days with  $t_{\min} < 0.0^{\circ}\text{C}$  and  $t_{\max} \geq 0.0^{\circ}\text{C}$ ; B – all days with  $t_{\min} < 0.0^{\circ}\text{C}$  – whole bar, including days with  $t_{\max} < 0.0^{\circ}\text{C}$  – grey bar; C – all days with  $t_{\max} < 0.0^{\circ}\text{C}$  – whole bar, including days with  $t_{\min} < -10.0^{\circ}\text{C}$  – grey bar; D – all days with  $t_{\min} < -10.0^{\circ}\text{C}$  – whole bar, including days with  $t_{\max} < -10.0^{\circ}\text{C}$  – grey bar

$t_{sr} = -24,6^{\circ}\text{C}$  i  $t_{max} = -20,4^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{min} = -25,8^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{sr} = -24,0^{\circ}\text{C}$ ) oraz 14 stycznia 1987 ( $t_{max} = -20,2^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{min} = -29,6^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{sr} = -24,6^{\circ}\text{C}$ ). Spadki  $t_{max} < -20,0^{\circ}\text{C}$  zdarzają się tu zatem niezwykle rzadko, a wartość temperatury maksymalnej obniża się wówczas zaledwie o części dziesiąte stopnia poniżej przyjętej wartości progowej.

We wszystkich dniach skrajnie mroźnych nad Polską panowała cyrkulacja atmosferyczna z sektora wschodniego (Lityński 1969; Stępniewska-Podrażka 1991; Pianko-Kluczyńska 2007); według innej typologii – północno-wschodnia antycyklonalna (Osuchowska-Klein 1978, 1991).

Kategorii dni z temperaturą minimalną poniżej  $-30,0^{\circ}\text{C}$  nie wyodrębniono (choć taką zaproponowały Bielec-Bąkowska i Piotrowicz (2013); (tab. 1) – ponieważ w przypadku Warszawy byłaby to w zasadzie kategoria pusta. Taki dzień zdarzył się tylko raz w ciągu 60 lat. Jak już wspomniano wcześniej, był to 8 stycznia 1987; temperatura minimalna spadła wówczas do  $-30,7^{\circ}\text{C}$  (minimum absolutne w 60-leciu). Według typologii Lityńskiego (1969) występowała cyrkulacja północno-wschodnia antycyklonalna (Stępniewska-Podrażka 1991; Pianko-Kluczyńska 2007), a według Osuchowskiej-Klein (1991) utrzymywał się wyż nad Polską.

## Dni charakterystyczne ciepłej części roku

Na wstępie należy zauważyć, że dni charakterystyczne w ciepłej części roku występują znacznie rzadziej niż w części chłodnej: wszystkich dni z  $t_{min} < 0,0^{\circ}\text{C}$  jest średnio w roku 109, podczas gdy dni z  $t_{max} > 25,0^{\circ}\text{C}$  jest 38, a z  $t_{min} > 15,0^{\circ}\text{C}$  tylko 21 i w części przypadków są to te same doby (około 14). Należy też pamiętać, że w ciepłym okresie roku amplitudy dobowe temperatury powietrza są średnio dwukrotnie większe niż w okresie chłodnym: od listopada do lutego  $5-6^{\circ}\text{C}$ , od kwietnia do września  $10-11^{\circ}\text{C}$ . To sprawia, że w lecie w poszczególnych dniach mogą występować różne kombinacje wartości temperatury maksymalnej i minimalnej w zakresie  $t_{max} > 25,0^{\circ}\text{C}$  i/lub  $t_{min} > 15,0^{\circ}\text{C}$  reprezentowane przez nieliczne przypadki. Z tego względu dni charakterystyczne ciepłego okresu roku wyróżnione na podstawie temperatury maksymalnej (gorące, upalne, bardzo upalne) i minimalnej (noce ciepłe, bardzo ciepłe, tropikalne) rozpatrzono osobno (tab. 5). Wyjątek uczyniono tylko w przypadku dni z  $t_{max} > 30,0^{\circ}\text{C}$  i  $t_{min} > 20,0^{\circ}\text{C}$ , to znaczy dób tropikalnych.

**Dni gorące** występują w Warszawie średnio 32 razy w roku, najczęściej w lipcu i sierpniu oraz czerwcu – odpowiednio 10, 9 i 7 (tab. 5). Pierwszy dzień gorący najwcześniej pojawił się 19 kwietnia (2000), a najpóźniej 27 czerwca (1994); pierwszy taki dzień w roku występuje z równym prawdopodobieństwem od ostatniej dekady kwietnia do ostatniej dekady maja (razem 78% przypadków). Ostatni dzień gorący najwcześniej wystąpił już 7 sierpnia (1994), a najpóźniej 7 października (1966), najczęściej zaś przypada na pierwszą dekadę września (35% przypadków).

Tab. 5. Średnia liczba dni charakterystycznych w ciepłym okresie roku (Warszawa-Okęcie, 1951–2010)

Table 5. Mean number of specific days during the warm period of year (Warsaw-Okęcie, 1951–2010)

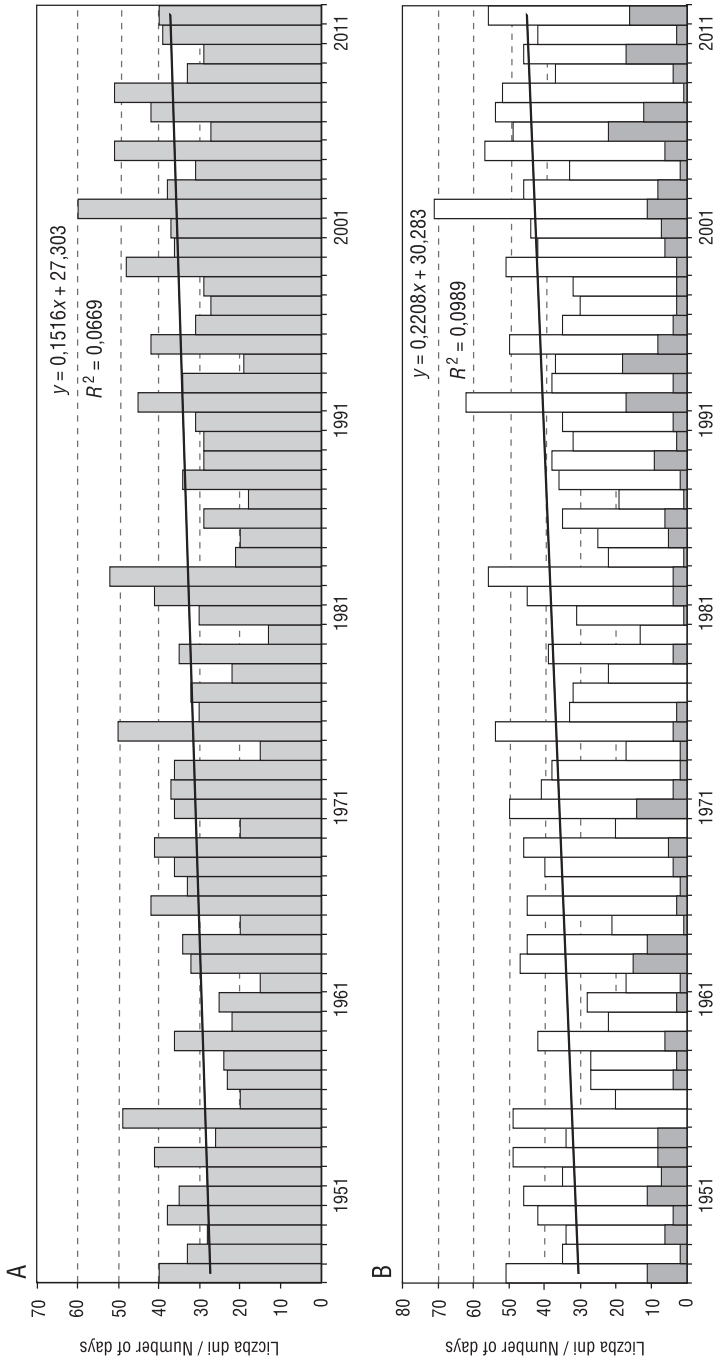
Dni/ Days	Temperatura [°C]/ Temperature [°C]	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Rok/Year
Dni gorące/ Warm days	$t_{\max}$ od 25,1 do 30,0	0,6	3,2	7,2	9,9	9,2	2,4	0,1	32,5
Dni upalne/ Hot days	$t_{\max}$ od 30,1 do 35,0	–	0,2	0,9	2,4	1,6	0,1	–	5,2
Dni bardzo upalne/ Very hot days	$t_{\max} > 35,0$	–	–	0,0	0,1	0,1	–	–	0,2
Ogółem/ Total	$t_{\max} > 25,0$	0,6	3,4	8,1	12,4	10,8	2,5	0,1	37,9
Noce ciepłe/ Warm nights	$t_{\min}$ od 15,1 do 18,0	–	0,6	3,6	6,9	6,2	0,5	–	17,9
Noce bardzo ciepłe/ Very warm nights	$t_{\min}$ od 18,1 do 20,0	–	0,1	0,4	1,5	0,7	0,0	–	2,6
Noce tropikalne/ Tropical nights	$t_{\min} > 20,0$	–	–	0,0	0,2	0,1	–	–	0,3
Ogółem/ Total	$t_{\min} > 15,0$	–	0,7	4,1	8,6	7,0	0,5	–	20,9

Liczba dni gorących w poszczególnych latach wahała się od 13 (chłodne lato 1980) do 60 (bardzo ciepłe lato 2002; ryc. 5). W 60-leciu 1951–2010 ich liczba zwiększyła się o 1,5 dnia na 10 lat; wzrost istotny statystycznie na poziomie 5% (ryc. 2A).

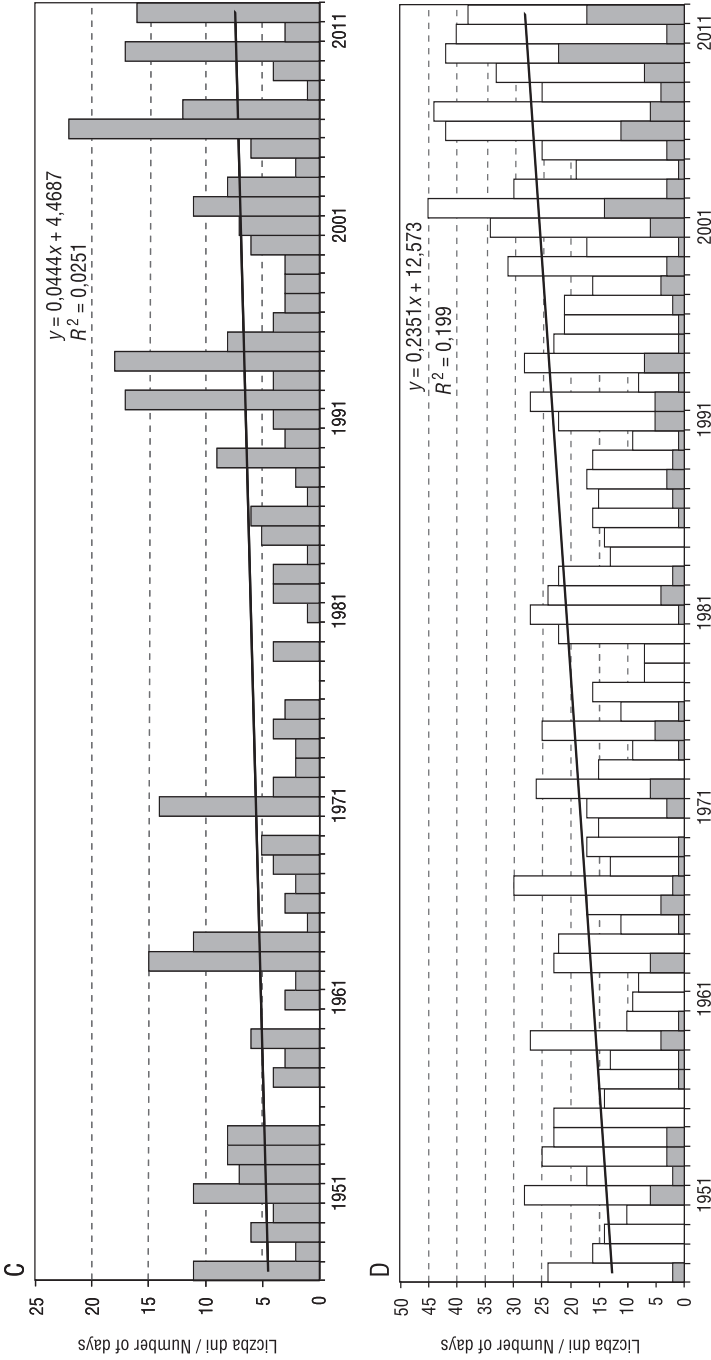
**Dni upalne** pojawiają się średnio 5 razy w roku (tab. 5), najczęściej w lipcu i sierpniu – po 2 dni. Dni takie wystąpiły w 53 latach 60-lecia, najwcześniej 14 maja (1969), najpóźniej 14 września (1951). Wymienione daty nie są jednak skrajne, ponieważ w 2012 roku pierwszy dzień upalny pojawił się już 29 kwietnia, a w 1947 roku ostatni dzień dopiero 17 września. Dni upalne najczęściej zaczynają się w trzeciej dekadzie czerwca (25% przypadków), a kończą się w pierwszej dekadzie sierpnia (21%).

W rozpatrywanym 60-leciu liczba dni upalnych wahała się od 0 do 22. Dni takich w ogóle nie było w 7 latach i tylko po 1 dniu było w 5 latach, a największą ich liczbą wyróżniło się gorące lato 2006 roku. Ich liczba wykazała wzrost o 0,4 dnia na 10 lat; nieistotny statystycznie (ryc. 2C).

**Dni bardzo upalne**, tzn. z  $t_{\max} > 35,0^{\circ}\text{C}$ , występują w Warszawie bardzo rzadko – średnio raz na 5 lat (tab. 5). W rzeczywistości pojawiły się tylko w 8 latach w łącznej liczbie 13 dni, najwcześniej 22 czerwca (2000), najpóźniej 29 sierpnia (1992).







Ryc. 2. Przebieg wieloletni termicznych dni charakterystycznych w ciepłym okresie roku (Warszawa-Okęcie, 1947–2012). A – dni z  $t_{\max} > 25.1-30.0^{\circ}\text{C}$ ; B – wszystkie dni z  $t_{\max} > 25.0^{\circ}\text{C}$  – cały słupek, w tym dni z  $t_{\max} > 30.0^{\circ}\text{C}$  – szary słupek; C – wszystkie dni z  $t_{\max} > 30.0^{\circ}\text{C}$ ; D – wszystkie dni z  $t_{\min} > 15.0^{\circ}\text{C}$  – cały słupek, w tym dni z  $t_{\min} > 18.0^{\circ}\text{C}$  – szary słupek

Fig. 2. Multiannual variation of thermal specific days in the warm period of year (Warsaw-Okęcie, 1947–2012). A – days with  $t_{\max} > 25.1-30.0^{\circ}\text{C}$ ; B – all days with  $t_{\max} > 25.0^{\circ}\text{C}$  – whole bar, including days with  $t_{\max} > 30.0^{\circ}\text{C}$  – grey bar; C – all days with  $t_{\max} > 30.0^{\circ}\text{C}$ ; D – all days with  $t_{\min} > 15.0^{\circ}\text{C}$  – whole bar, including days with  $t_{\min} > 18.0^{\circ}\text{C}$  – grey bar

Najwięcej dni bardzo upalnych było w roku 1994 – 4; w tym też roku, 1 sierpnia, zanotowano maksimum absolutne temperatury powietrza w rozpatrywanym 60-leciu o wartości 36,4°C ( $t_{\min} = 18,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{sr}} = 27,6^{\circ}\text{C}$ ); zostało ono przekroczone 8 sierpnia 2013 ( $t_{\max} = 37,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\min} = 19,7^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{sr}} = 28,6^{\circ}\text{C}$ ).

Podobnie jak dni gorące i upalne, tak i dni bardzo upalne występują coraz częściej – w ciągu pierwszych 40 lat (1951–1990) było ich zaledwie 3, a w kolejnych 20 latach (1991–2000) pozostałe 10 dni, z których większość wystąpiła w latach 1992 i 1994 – odpowiednio 3 i 4.

Ogólnie liczba dni z temperaturą maksymalną powyżej 25,0°C wynosi w Warszawie średnio w roku 38; najwięcej jest ich w lipcu i sierpniu – 12 i 11. W ciągu 60-lecia 1951–2010 liczba takich dni zwiększała się o 2,2 dnia na 10 lat; wzrost istotny statystycznie na poziomie 1% (ryc. 2B).

**Noce ciepłe** ( $t_{\min}$  od 15,1 do 18,0°C; tab. 5) występują w Warszawie na Okęciu średnio 18 razy w roku, najczęściej w lipcu i sierpniu – odpowiednio 7 i 6. Najwcześniej pierwsza ciepła noc wystąpiła 1 maja (2003), a najpóźniej 11 lipca (1959), najczęściej zaś ich początek przypada na pierwszą dekadę czerwca (30% przypadków). Ostatnia ciepła noc najwcześniej była 27 lipca (1976), a najpóźniej 22 września (1985); najczęściej ciepłe noce kończą się w ostatniej dekadzie sierpnia (35% przypadków). Liczba ciepłych nocy w 60-leciu wahała się od 7 (1978) do 38 (2007).

**Noce bardzo ciepłe** występują średnio niespełna 3 razy w roku (ryc. 2D), najczęściej w lipcu – 1–2 dni. W rzeczywistości pojawiają się nie we wszystkich latach – w 60-leciu było 13 lat bez takich nocy. Najwcześniej noc z  $t_{\min} > 18,0^{\circ}\text{C}$  wystąpiła 27 maja (1953), a najpóźniej 11 września (2005). Ich liczba w poszczególnych latach wahała się od 0 (brak w 13 latach) do 22 (2010). Rok 2010 był pod tym względem rekordowy, ponieważ w pozostałych latach liczba bardzo ciepłych nocy przekroczyła 10 zaledwie 2 razy: 14 w roku 2002 i 11 w 2006; ponadto 17 w 2012 r.

**Noce tropikalne** ( $t_{\min} > 20,0^{\circ}\text{C}$ ) zdarzają się bardzo rzadko – było ich tylko 17 w 8 latach 60-lecia. Najwcześniej taka noc wystąpiła 12 czerwca (2010), najpóźniej 15 sierpnia (2010); w roku 2010 było też ich najwięcej – 6 spośród 22 z  $t_{\min} > 18,0^{\circ}\text{C}$ . Tego roku niezwykle gorące lato objęło Europę Środkową i Wschodnią (Kossowska-Cezak, Twardosz 2012, Twardosz, Kossowska-Cezak 2013a). W tym też roku w Warszawie zanotowano najwyższą w 60-leciu temperaturę minimalną 21,8°C (17 lipca;  $t_{\max} = 35,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{sr}} = 28,6^{\circ}\text{C}$ ). Rekord ten został przekroczony 29 lipca 2013:  $t_{\min} = 22,1^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\max} = 35,9^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{sr}} = 29,1^{\circ}\text{C}$ .

Liczba nocy z  $t_{\min} > 15,0^{\circ}\text{C}$  wynosi średnio 21 w roku i w 60-leciu ich częstota wyraźnie wzrastała – o 2,4 na 10 lat, w tym z  $t_{\min} > 18,0^{\circ}\text{C}$  o 0,9 na 10 lat; wzrost istotny statystycznie odpowiednio na poziomie 1 i 2% (ryc. 2D). Nocy tropikalnych w ciągu pierwszych 40 lat (1951–1990) było tylko 3, w kolejnym 10-leciu 1991–2000 również 3, a w pierwszym 10-leciu XXI wieku – 11; w roku 2012 było ich 3.

Należy tu zwrócić uwagę, że doby o wysokiej temperaturze w dzień ( $t_{\max} > 25,0^{\circ}\text{C}$ ) nie muszą mieć cieplej nocy, a ciepłym nocom ( $t_{\min} > 15,0^{\circ}\text{C}$ ) tylko w  $\frac{2}{3}$  przypadków odpowiada dzień gorący. W 60-leciu nie stwierdzono ani jednego przypadku bardzo upalnego dnia ( $t_{\max} > 35,0^{\circ}\text{C}$ ) i nocy tropikalnej ( $t_{\min} > 20,0^{\circ}\text{C}$ ) podczas tej samej doby; pierwszy taki przypadek pojawił się 29 lipca 2013. Zanotowano natomiast 12 przypadków tzw. doby tropikalnej (Twardosz 2009), tzn. doby z  $t_{\max} > 30,0^{\circ}\text{C}$  i  $t_{\min} > 20,0^{\circ}\text{C}$ . W latach 1951–2000 było ich 3, a 2001–2010 pozostałe 9; najwięcej ich wystąpiło w roku 2010 – 6. W roku 2012 było ich 3.

Dni upalne pojawiały się głównie przy cyrkulacji z sektora południowego lub w sytuacji bezadwekcyjnej. Noce bardzo ciepłe, a tym bardziej tropikalne, występowały przeważnie przy cyrkulacji południowej lub południowo-wschodniej (Pianko-Kluczyńska 2007).

## Podsumowanie

Dni z temperaturą powietrza poniżej lub powyżej pewnych przyjętych wartości progowych wyróżnia się jako tzw. dni charakterystyczne. W Warszawie (stacja peryferyjna Okęcie) w latach 1951–2010 stwierdzono średnio w roku 109 dni z temperaturą minimalną poniżej  $0,0^{\circ}\text{C}$ , w tym 70 dni przymrozkowych, 37 mroźnych i 2 bardzo mroźne; 38 dni z temperaturą maksymalną powyżej  $25,0^{\circ}\text{C}$ , w tym 33 dni gorące i 5 upalnych; oraz 21 dni z temperaturą minimalną powyżej  $15,0^{\circ}\text{C}$ , w tym 18 nocy ciepłych i 3 noce bardzo ciepłe. Dni charakterystyczne z klas skrajnych – skrajnie mroźne, bardzo upalne i noce tropikalne występują bardzo rzadko; zanotowano ich odpowiednio 3, 13 i 17 w ciągu 60 lat. Łącznie dni z  $t_{\min} < 0,0^{\circ}\text{C}$  oraz  $t_{\max} > 25,0^{\circ}\text{C}$  i/lub  $t_{\min} > 15,0^{\circ}\text{C}$  średnio w roku jest 154, tzn. 42% dni; w zimie (od grudnia do lutego) jest ich 76%, w lecie (od czerwca do sierpnia) 41%, a najmniej w maju oraz wrześniu i październiku (10–15% dni). Aczkolwiek w kwietniu i maju oraz wrześniu i październiku dni charakterystyczne występują rzadko, mogą to być dni typowe zarówno dla chłodnego, jak i ciepłego okresu roku – dni przymrozkowe i gorące.

W 60-leciu 1951–2010 codzienne wartości temperatury minimalnej wahały się od  $-30,7^{\circ}\text{C}$  (8 stycznia 1987) do  $21,8^{\circ}\text{C}$  (17 lipca 2010), to znaczy w granicach  $52,5^{\circ}\text{C}$ , a temperatury maksymalnej od  $-20,4^{\circ}\text{C}$  (1 lutego 1956) do  $36,4^{\circ}\text{C}$  (1 sierpnia 1994), tzn. w granicach  $56,8^{\circ}\text{C}$ . Amplituda absolutna wyniosła zatem  $67,1^{\circ}\text{C}$ . W roku 2013 zostały przekroczone najwyższe wartości obu ekstremów dobowych w 60-leciu, co zwiększyło zakres wahań temperatury minimalnej do  $52,8^{\circ}\text{C}$ , a maksymalnej do  $57,4^{\circ}\text{C}$ , amplitudę absolutną zaś do  $67,7^{\circ}\text{C}$ .

Częstość dni charakterystycznych wyraźnie zmieniała się w ciągu 60-lecia – liczba dni charakterystycznych dla okresu chłodnego zmniejszała się, w równym stopniu dni przymrozkowych, jak i łącznie mroźnych i bardzo mroźnych – razem o 3,6 dnia

na 10 lat. Liczba dni charakterystycznych dla okresu ciepłego natomiast zwiększyła się: dni gorących i upalnych o 2,2 na 10 lat, a nocy ciepłych i bardzo ciepłych o 2,4 na 10 lat. Tendencja ta utrzymuje się również po roku 2010, zwłaszcza ta dotycząca wzrostu częstości dni charakterystycznych dla ciepłego okresu roku.

Opracowanie jest oparte na danych pomiarowych ze stacji lotniskowej, zatem uzyskane wyniki nie są reprezentatywne dla Warszawy jako miasta, gdyż zabudowa miejska przez swój wpływ ocieplający redukuje liczbę dni charakterystycznych dla zimy, sprzyja natomiast zwiększeniu częstości dni charakterystycznych dla lata, a zwłaszcza ciepłych nocy.

## Literatura

- Atlas klimatu Polski*, 2005, H. Lorenc (red.), IMGW, Warszawa.
- Atlas klimatyczny Polski*, 1973, W. Wiszniewski (red.), IMGW/PPWK, Warszawa.
- Baranowski D., 2008, *Warunki klimatyczne Ustki*, Słupskie Prace Geograficzne, 5, 101–111.
- Bielec-Bąkowska Z., Piotrowicz K., 2013, *Temperatury ekstremalne w Polsce 1951–2006*, Prace Geograficzne UJ, 132, 59–98.
- Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*, Prace Geograficzne, PAN, 192.
- Chełchowski W., 1963, *Rzadki przypadek nocy gorącej („tropikalnej”) w Polsce*, Gazeta Obserwatora PIHM, 8, 3–5.
- Chełchowski W., 1967, *Jeszcze raz o nocach gorących w Polsce*, Gazeta Obserwatora PIHM, 9, 3–6.
- Głowicki B., 2008, *Ekstremalne zjawiska termiczne w Sudetach w okresie współczesnych zmian klimatu*, Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 8, 29–40.
- Gumiński R., 1948, *Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce*, Przegląd Met. i Hydr., 1 oraz 1998, Prace i Studia Geogr. WGiSR UW, 22, 69–117.
- Kaszewski B.M., Siwek K.W., Siłuch M., Gluza A. F., 2007, *Ekstremalne wartości wybranych charakterystyk termicznych w Lublinie (1951–2004)*, [w:] J. Szkutnicki, U. Kossowska-Cezak, E. Bogdanowicz, M. Ceran (red.), *Cywilizacja i żywoły*, PTGeof./IMGW, Warszawa, 118–126.
- Kossowska U., 1977, *Warunki termiczne Warszawy*, Prace i Studia IGUW, 22, Klimatologia, 9, 5–38.
- Kossowska-Cezak U., 2002, *Zmiany różnicy temperatury powietrza między śródmieściem a peryferiami Warszawy od 1933 do 2000 roku*, Przegląd Geof., 47, 3–4, 203–209.
- Kossowska-Cezak U., 2003, *Współczesne ocieplenie a częstość dni charakterystycznych*, Balneologia Polska, 45, 1–2, 92–100.
- Kossowska-Cezak U., 2010, *Występowanie pogody gorącej w Warszawie (1951–2009)*, Przegląd Geof., 55, 1–2, 61–75.
- Kossowska-Cezak U., Martyn D., Olszewski K., Kopacz-Lembowicz M., 2000, *Meteorologia i klimatologia. Pomiary, obserwacje, opracowania*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

- Kossowska-Cezak U., Twardosz R., 2012, *Niezwykłe gorące miesiące i sezony letnie w Europie Środkowej i Wschodniej (1951–2010)*. Cz. I. *Niezwykłe gorące miesiące letnie*. Cz. II. *Niezwykłe gorące sezony letnie*, Przegląd Geof., 3–4, 299–342.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowania w badaniach bioklimatu Polski*, Monografie, 1, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., Limanówka D., 2002, *Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwość jego wykorzystania w lecznictwie*, Monografie, 3, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęsna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004, *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*, Monografie, 4, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Koźmiński Cz., Michalska B., 2010, *Zmienność liczby dni gorących i upalnych oraz odczucia ciepłe w strefie polskiego wybrzeża Bałtyku*, Acta Agrophysica, 15, 2, 347–357.
- Koźmiński Cz., Michalska B., 2011, *Zmienność liczby dni zimnych, chłodnych, ciepłych, gorących i upalnych w Polsce w okresie kwiecień–wrzesień*, Przegląd Geogr., 83, 1, 91–107.
- Koźmiński Cz., Świątek M., 2012, *Oddziaływanie Bałtyku na kształtowanie się temperatury i wilgotności powietrza oraz prędkości wiatru w strefie polskiego wybrzeża*, Acta Agrophysica, 19, 3, 597–610.
- Lityński J., 1969, *Liczbowa klasyfikacja typów cyrkulacji i typów pogody dla Polski*, Prace PIHM, 97.
- Okołowicz W., Pełko J., 1968, *Temperatury minimalne w Polsce w latach 1951–1960*, Prace i Studia IG UW, Klimatologia, 3, 68–89.
- Osuchowska-Klein B., 1978, *Katalog typów cyrkulacji atmosferycznej*, IMGW/WKŁ, Warszawa.
- Osuchowska-Klein B., 1991, *Katalog typów cyrkulacji atmosferycznej (1976–1990)*, IMGW/WKŁ, Warszawa.
- Pianko-Kluczyńska K., 2007, *Nowy kalendarz typów cyrkulacji atmosferycznej według J. Lityńskiego*, Wiad. Met., Hydr. i Gosp. Wodnej, 1(51), 4, 65–85.
- Piotrowicz K., 2005, *Ekstremalne warunki termiczne w Krakowie*, [w:] E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Szkutnicki (red.), *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne*, PTGeof./IMGW, Warszawa, 89–96.
- Piotrowicz K., 2007a, *Temperatura powietrza*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, IGiPZ UJ, Kraków, 99–112.
- Piotrowicz K., 2007b, *Wieloletnie zróżnicowanie liczby nocy gorących w Krakowie*, [w:] K. Piotrowicz, R. Twardosz (red.), *Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych*, IGiPZ UJ, Kraków, 279–295.
- Słownik meteorologiczny*, 2003, T. Niedźwiedz (red.), PTGeof./IMGW, Warszawa.
- Stępniewska-Podrażka M., 1991, *Kalendarz typów cyrkulacji atmosferycznej (1951–1990)*, IMGW, Warszawa.
- Twardosz R., 2009, *Fale niezwykle wysokich upałów w Europie na początku XXI wieku*, Przegląd Geof., 54, 3–4, 193–204.
- Twardosz R., Kossowska-Cezak U., 2013a, *Exceptionally hot summers in Central and Eastern Europe (1951–2010)*, Theoretical and Applied Climatology, 112, 617–628.

- Twardosz R., Kossowska-Cezak U., 2013b, *Exceptionally hot summers months in Central and Eastern Europe during the years 1951–2010*, [w:] I. Dincer, C. Ozgur Colpan, F. Kaglioglu (red.), *Causes, Impacts and Solutions to Global Warming*, Springer, 17–35.
- Uscka-Kowalkowska J., Kejna M., 2009, *Zmienność warunków termiczno-opadowych w Koniczynie (Pojezierze Chełmińskie) w okresie 1994–2007*, *Acta Agrophysica*, 14, 1, 203–219.
- Wawer J., 1997, *Miejska wyspa ciepła w Warszawie*, *Prace i Studia Geograficzne*, 20, 105–197.
- Wyszkowski A., 2008, *Przewodnik do ćwiczeń terenowych z meteorologii i klimatologii*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.

*Urszula Kossowska-Cezak*  
*Uniwersytet Warszawski*  
*Instytut Geografii Fizycznej*  
*ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa*