

Eugeniusz Filipiuk

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej,
Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Zakład Meteorologii i Klimatologii
20–718 Lublin, Al. Kraśnicka 2 cd
e-mail: eugeniusz.filipiuk@poczta.umcs.lublin.pl

**KLASYFIKACJA TERMICZNA MIESIĘCY, SEZONÓW I LAT
W LUBLINIE W LATACH 1951–2010**

**Thermal classification of months, seasons and years
in Lublin (1951–2010)**

Summary. The source material of studies were the values of the mean monthly air temperature in Lublin in the years 1951–2010. Temperatures were measured in the UMCS Meteorological Observatory, located in city centre (Lublin, Plac Litewski). On the basis of monthly values seasonal averages were calculated for the four calendar seasons: spring (March-May), summer (June-August), autumn (September-November) and winter (December-February) and annual averages. Classification of thermal months, seasons and years in Lublin was calculated by applying the method used by Lorenc. Analyzing the impact of changes in the base period for the thermal thresholds of individual categories it can be observed that on the change in the thermal thresholds of each category the change of value of the multi-annual mean had a greater impact than the change of standard deviation. In the last 12 years (1999–2010) the particularly high concentration of months, seasons and years with values exceeding the value of the standardized 60-year average of at least one standard deviation is noticed. In July, August and the summer they were at least 50% and the year classified to the category of cool year was the year 1996.

Słowa kluczowe: temperatura powietrza, klasyfikacja, ocieplenie

Key words: air temperature, classification, warming

WSTĘP

Do pełnej charakterystyki warunków klimatycznych w ujęciu miesięcznym, sezonowym lub rocznym jest niezbędna obiektywna ocena warunków termicz-

nych, a ściślej mówiąc, określenie, jaka jest relacja między warunkami termicznymi w danej części roku a średnią wieloletnią (Warakomski 1989/90).

Pierwsze próby obiektywnej oceny warunków termicznych dotyczyły zagadnienia klasyfikacji zim. Prawdopodobnie dlatego, że cechują się one znacznie większym zakresem zmienności temperatury niż pozostałe pory roku (Paczos 1985). Pierwsze próby klasyfikacji sezonów zimowych można znaleźć w literaturze klimatologicznej z drugiej dekady ubiegłego stulecia (Angot 1913, Hellmann 1917, 1918).

Wyznaczenie bezwzględnego odchylenia wartości średniej z danego okresu od średniej wieloletniej nie jest wystarczające ze względu na różny zakres i stopień zmienności temperatury w każdym z poszczególnych okresów roku. I tak np. empiryczny zakres zmienności średniej miesięcznej temperatury powietrza w Lublinie różnicuje się od 6,4°C w czerwcu, wrześniu i październiku do 17,3°C w lutym (Filipiuk 2006). W związku z tym odchylenie temperatury od wartości średniej wieloletniej na przykład o 3,0°C w czerwcu ma zupełnie inny wymiar niż w lutym.

Quasi-normalny rozkład statystyczny temperatury powietrza (Thom 1966, Sneyers 1990, Von Storch, Zwiers 1999) pozwala na zastosowanie do oceny warunków termicznych w miesiącu, sezonie, roku jako miary anomalności wartość odchylenia standardowego. Prawdopodobnie pierwsze próby zastosowania tego kryterium podjęte zostały w latach 60. XX wieku (np. Thomson 1964, Rackliff 1965). Kryterium standaryzowanego odchylenia od średniej do klasyfikacji termicznej zim w Polsce zastosował Paczos (1990). Na podstawie tego kryterium Lorenc (1994) zaproponowała 9-klasową klasyfikację do oceny średniej rocznej temperatury powietrza w Warszawie, Puławach, Wrocławiu i Krakowie w okresie 1901–1993. W późniejszych pracach (Lorenc, Suwalska-Bogucka 1996, Lorenc 2000) klasyfikacja ta została rozszerzona do 11 klas i zaaplikowana do oceny warunków termicznych okresów krótszych niż rok. Klasyfikacja ta była stosowana też przez innych klimatologów (np. Uscka-Kowalkowska, Kejna 2009). Obecnie na witrynie internetowej IMGW możemy znaleźć tę klasyfikację zastosowaną do oceny termicznej miesięcy i roku w stacji Warszawa-Okęcie w latach 1971–2010.

Warto wspomnieć, że oprócz klasyfikacji zaproponowanej przez Lorenc (1994) istnieje również klasyfikacja opracowana przez Miętusa i in. (2002). Autorzy zwrócili uwagę na pewne mankamenty klasyfikacji Lorenc, zaznaczające się zwłaszcza, gdy rozkłady badanych charakterystyk klimatu odbiegają od rozkładu normalnego. Klasyfikacja Miętusa i in. (2002) opiera się na percentylach (5, 10, 20, 30, 40, 60, 70, 80, 90 i 95). Percentyle (obok tercyli, kwartyli, kwintyli i decyli) zaliczane są do tzw. kwantyli rozkładu, które należą do grupy charakterystyk pozycyjnych. Wymienione percentyle posłużyły Miętusowi i in.

(2002) do wyodrębnienia, podobnie jak w klasyfikacji Lorenc, 11 kategorii (klas) termicznych. Klasyfikacja ta została wykorzystana również do oceny warunków termicznych w Arktyce (Przybylak, Maszewski 2007) oraz publikowanym on-line *Biuletynie Monitoringu Klimatu Polski* (Miętus i in. 2010). Analogiczną (opartą na percentylach) klasyfikację zastosowała Żmudzka (2007) do oceny warunków termicznych, opadowych i nefologicznych w Polsce w drugiej połowie XX wieku.

Zdaniem autora niniejszej pracy w przypadku elementów klimatu charakteryzujących się rozkładem prawdopodobieństwa zbliżonym do normalnego obydwie te metody klasyfikacji nie tylko nie wykluczają się, ale mogą się uzupełniać, podobnie jak ma to miejsce w przypadku miar klasycznych i miar pozycyjnych w statystyce opisowej. A przecież wykorzystane w metodzie Lorenc charakterystyki, tj. średnia arytmetyczna i odchylenie standardowe, są zaliczane do miar klasycznych, a użyte przez Miętusa i in. (2002) percentyle należą do miar pozycyjnych. Nawet Miętus i in. (2002) nie wykluczają możliwości stosowania metody Lorenc do klasyfikacji warunków termicznych, stwierdzają jedynie, że „(...) stosowanie proponowanej przez Lorenc metody wymaga ostrożności, a przede wszystkim każdorazowego sprawdzenia zgodności rozkładu temperatury na danej stacji z rozkładem normalnym”.

Celem niniejszej pracy jest dokonanie klasyfikacji termicznej miesięcy, sezonów i lat w śródmieściu Lublina oraz zbadanie wpływu wyboru okresu bazowego na uzyskiwane wyniki.

MATERIAŁ I METODA OPRACOWANIA

Materiał źródłowy opracowania stanowiły wartości średniej miesięcznej temperatury powietrza w Lublinie z lat 1951–2010. Wartości temperatury pochodzą z Obserwatorium Meteorologicznego UMCS położonego w śródmieściu Lublina, na Placu Litewskim. Na podstawie wartości miesięcznych zostały obliczone wartości sezonowe: wiosna (III–V), lato (VI–VIII), jesień (IX–XI) i zima (XII–II) oraz roczne.

Klasyfikację termiczną miesięcy, sezonów i lat w Lublinie przeprowadzono, stosując metodę Lorenc (1994, 1996). W tabeli 1 przedstawiono nazwy i wartości progowe 11 klas termicznych.

Tabela 1. Klasyfikacja termiczna miesięcy, sezonów i lat
Table 1. Thermal classification months, seasons and years

Nr klasy	Nazwa klasy	Przedział wartości temperatury	Oznaczenie
1	ekstremalnie ciepły	$t > 2,5s$	
2	anomalnie ciepły	$2,0s < t < 2,5s$	
3	bardzo ciepły	$1,5s < t < 2,0s$	
4	ciepły	$1,0s < t < 1,5s$	
5	lekko ciepły	$0,5s < t < 0,5s$	
6	normalny	$-0,5s < t < 0,5s$	
7	lekko chłodny	$-1,0s < t < -0,5s$	
8	chłodny	$-1,5s < t < -1,0s$	
9	bardzo chłodny	$-2,0s < t < -1,5s$	
10	anomalnie chłodny	$-2,5s < t < -2,0s$	
11	ekstremalnie chłodny	$t < -2,5s$	

s – odchylenie standardowe/standard deviation

WYNIKI

Wyniki obliczeń wartości średnich 60-letnich i odchylenia standardowego zamieszczono w tab. 2. Zwraca uwagę stosunkowo duże zróżnicowanie miesięcznych wartości odchylenia standardowego od $1,3^{\circ}\text{C}$ w czerwcu i sierpniu do $3,5^{\circ}\text{C}$ w lutym. W rezultacie odchylenie o $1,5^{\circ}\text{C}$ w czerwcu i sierpniu pozwoli na zaklasyfikowanie danego miesiąca jako ciepłego, a w lutym będzie oznaczało, że dany miesiąc zostanie uznany za normalny.

Oczywiste jest również to, że zaklasyfikowanie danego miesiąca do określonej kategorii może ulec zmianie, jeżeli wraz z wydłużaniem się serii obserwacyjnej nastąpi wzrost wartości średniej wieloletniej lub/i zmniejszenie wartości odchylenia standardowego. Miesiąc uznany wcześniej za np. ciepły może być zaklasyfikowany jako normalny. Zmiana kategorii termicznej może nastąpić również, gdy zmianie ulegnie okres bazowy, tzn. gdy zamiast standardowego 30-lecia 1961–1990 przyjmiemy 30-lecie 1981–2010 (tab. 3).

Z przedstawionych w tab. 3 wartości średniej i odchylenia standardowego w czterech różnych okresach 30-letnich wynika, że wartości średnie wieloletnie w ostatnim 30-leciu (1981–2010) były na ogół wyższe niż w pierwszym (1951–1980). W przypadku średnich miesięcznych największa różnica między wspo-

Tabela 2. Wartości średniej wieloletniej temperatury powietrza oraz odchylenia standardowego temperatury powietrza w Lublinie (1951–2010)**Table 2.** Values of arithmetic mean of air temperature and standard deviation of air temperature in Lublin (1951–2010)

Miesiąc/sezon/rok	Średnia (°C)	Odchylenie standardowe (°C)
I	-2,8	3,3
II	-1,8	3,5
III	2,1	2,6
IV	8,5	1,7
V	14,1	1,7
VI	17,4	1,3
VII	19,0	1,7
VIII	18,2	1,3
IX	13,5	1,5
X	8,5	1,5
XI	3,3	2,2
XII	-0,9	2,4
Wiosna	8,2	1,3
Lato	18,2	1,0
Jesień	8,4	1,0
Zima	-1,8	2,3
Rok	8,3	0,9

mnianymi 30-leciami wystąpiła w styczniu (+1,6°C). Niewiele mniejsze różnice możemy zauważyć również w lutym i marcu (+1,5°C) oraz kwietniu i maju (odpowiednio +1,1°C i +1,2°C). W listopadzie wartości średnie w rozważanych 30-leciach są takie same (różnica 0,0°C), a w czerwcu nawet wystąpiła różnica ujemna (-0,1°C). W przypadku wartości sezonowych największy wzrost średniej temperatury wystąpił wiosną (+1,3°C), niewiele mniejszy zimą (+1,1°C), a najmniejszy jesienią (+0,2°C). Średnia roczna temperatura w ostatnim 30-leciu była wyższa o 0,8°C niż w 30-leciu 1951–1980.

Porównanie wartości odchylenia standardowego wskazuje, że wyraźny ich wzrost wystąpił w styczniu i listopadzie (0,6-0,7°C), spadek zaś w marcu (0,6°C). W pozostałych miesiącach zmiany odchylenia standardowego były nieznaczne i mieściły się w zakresie (+/- 0,2°C).

Tabela 3. Wartości średniej wieloletniej temperatury powietrza (m, °C) oraz odchylenia standardowego (s, °C) w Lublinie w różnych okresach

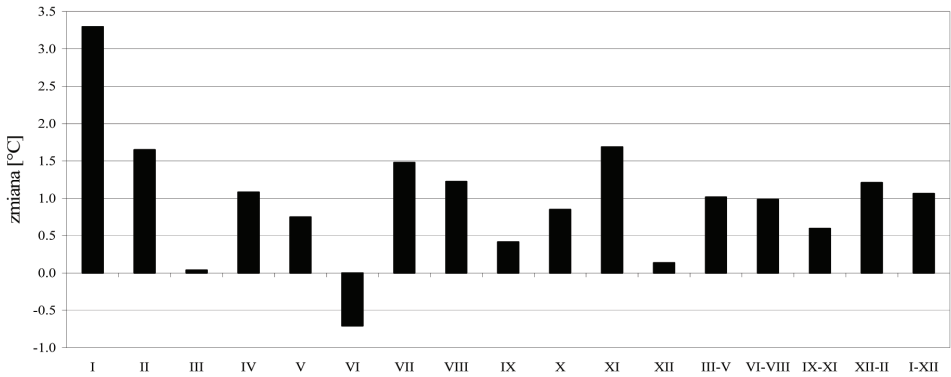
Table 3. Values of multiannual mean air temperature (m, °C) and standard deviation (s, °C) in Lublin in different periods

Okres		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-II	I-XII
1951–2010	m	-2,8	-1,8	2,1	8,5	14,1	17,4	19,0	18,2	13,5	8,5	3,3	-0,9	8,2	18,2	8,4	-1,8	8,3
	s	3,3	3,5	2,6	1,7	1,7	1,3	1,7	1,3	1,5	1,5	2,2	2,4	1,3	1,0	1,0	2,3	0,9
1951–1980	m	-3,6	-2,6	1,3	8,0	13,5	17,5	18,6	17,7	13,4	8,3	3,3	-1,0	7,6	17,9	8,3	-2,4	7,9
	s	2,9	3,4	2,8	1,6	1,6	1,4	1,5	1,2	1,5	1,4	1,8	2,4	1,2	0,9	0,9	2,2	0,7
1961–1990	m	-3,5	-2,1	2,1	8,3	14,0	17,1	18,3	17,6	13,4	8,5	3,3	-1,1	8,1	17,7	8,4	-2,2	8,0
	s	3,7	3,4	2,7	1,4	1,6	1,5	1,4	1,1	1,5	1,4	1,8	2,3	1,3	0,9	0,9	2,4	0,8
1971–2000	m	-2,3	-1,2	2,7	8,4	14,3	17,1	18,5	18,0	13,3	8,3	2,8	-0,5	8,5	17,9	8,1	-1,4	8,3
	s	3,4	3,4	2,3	1,6	1,6	1,3	1,6	1,3	1,5	1,3	2,2	1,9	1,2	1,0	0,9	2,1	0,9
1981–2010	m	-2,0	-1,1	2,8	9,1	14,7	17,4	19,5	18,7	13,7	8,7	3,3	-0,8	8,9	18,5	8,6	-1,3	8,7
	s	3,5	3,5	2,2	1,6	1,4	1,2	1,7	1,3	1,5	1,6	2,5	2,4	1,1	1,1	1,1	2,2	0,8

Analizując wpływ zmiany okresu bazowego na granice poszczególnych kategorii termicznych, można zauważyć, że na taką zmianę większy wpływ miała zmiana wartości średnich wieloletnich niż zmiana odchylenia standardowego.

Zmiana okresu bazowego wyraźnie zaznacza się przy wyznaczaniu dolnej granicy tzw. okresów ekstremalnie ciepłych. Na wzrost wartości średniej arytmetycznej może nakładać się wzrost odchylenia standardowego (w przypadku okresów ekstremalnie ciepłych mnożony przez 2,5). W styczniu wyznaczona na podstawie 30-lecia 1981–2010 dolna granica miesięcy ekstremalnie ciepłych jest aż o 3,3°C wyższa niż określona na podstawie wielolecia 1951–1980 (ryc. 1). Odmierna sytuacja wystąpiła w marcu, gdy wzrost wartości średniej wieloletniej o 1,5°C został „skompensowany” przez zmniejszenie odchylenia standardowego o 0,6°C ($2,5 \times 0,6^\circ\text{C} = 1,5^\circ\text{C}$).

Wyniki klasyfikacji termicznej miesięcy, sezonów i lat w Lublinie przedstawiono w tab. 4. Zwraca uwagę fakt, że w ostatnich 12 latach dominują kolory „ciepłe”, czyli dodatnie odchylenia od średniej wieloletniej. Zgodnie z rozkładem prawdopodobieństwa charakterystycznym dla rozkładu normalnego należałoby się spodziewać po około 16%, czyli po 2 miesiące ze standaryzowanym



Ryc. 1. Zmiana wartości dolnej granicy miesiący ekstremalnie ciepłych w 30-leciu 1981–2010 w stosunku do 30-lecia 1951–1980

Fig. 1. Change of values of lower limit of extremely hot class in years 1981–2010 in relation to years 1951–1980

odchyleniem od średniej wieloletniej, wynoszącym co najmniej jedno odchylenie standardowe (1s). Tymczasem w rzeczywistości udział takich odchyleń kształtował się od 25% w styczniu, lutym, marcu, kwietniu, czerwcu i grudniu do 50% w sierpniu i nawet 58% w lipcu. W przypadku pór roku najwięcej standaryzowanych odchyleń przekraczających 1 odchylenie standardowe wystąpiło w lecie (58%), a najmniej w zimie (17%). W przypadku wartości średnich rocznych można zauważyć, że po roku 1998 aż 58% stanowiły wartości przewyższające średnią wieloletnią o co najmniej jedno odchylenie standardowe.

Tabela 4. Klasyfikacja termiczna miesięcy, sezonów i lat w Lublinie w latach 1951–2010
Table 4. Thermal classification of months, seasons and years in Lublin (1951–2010)

ROK	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-II	I-XII
1951	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
1952	yellow	green	blue	orange	light blue	yellow	green	orange	light blue	blue	light blue	green	green	green	light blue	yellow	light blue
1953	green	green	green	green	green	yellow	yellow	light blue	light blue	light blue	light blue	green	green	yellow	light blue	green	green
1954	blue	blue	green	blue	green	orange	light blue	green	yellow	green	green	orange	light blue	green	green	blue	light blue
1955	green	green	light blue	blue	green	light blue	green	yellow	yellow	green	green	yellow	blue	light blue	green	green	light blue
1956	green	blue	blue	light blue	green	yellow	blue	light blue	light blue	green	blue	green	blue	light blue	blue	light blue	blue
1957	green	orange	green	green	blue	orange	green	light blue	light blue	green	green	yellow	light blue	green	green	yellow	green
1958	green	yellow	blue	blue	orange	light blue	green	green	green	yellow	green	yellow	blue	light blue	green	green	green
1959	green	green	yellow	green	green	green	orange	green	light blue	light blue	green	green	green	yellow	light blue	yellow	green
1960	green	green	green	light blue	green	green	light blue	light blue	light blue	yellow	yellow	orange	light blue	light blue	green	green	green
1961	green	yellow	orange	orange	light blue	yellow	light blue	light blue	yellow	orange	green	blue	yellow	light blue	orange	yellow	green
1962	yellow	green	blue	orange	green	blue	green	light blue	green	green	orange	blue	light blue	blue	green	blue	light blue
1963	blue	blue	light blue	green	orange	green	orange	orange	orange	green	orange	blue	green	orange	orange	blue	light blue

ROK	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-II	I-XII
1964																	
1965																	
1966																	
1967																	
1968																	
1969																	
1970																	
1971																	
1972																	
1973																	
1974																	
1975																	
1976																	
1977																	
1978																	
1979																	
1980																	
1981																	
1982																	
1983																	
1984																	
1985																	
1986																	
1987																	
1988																	
1989																	
1990																	
1991																	
1992																	
1993																	
1994																	
1995																	
1996																	
1997																	
1998																	
1999																	
2000																	
2001																	
2002																	
2003																	
2004																	
2005																	
2006																	
2007																	
2008																	
2009																	
2010																	

Legenda została zamieszczona w tab. 1.

WNIOSKI

1. Analizując wpływ zmiany okresu bazowego na klasyfikację termiczną miesięcy, sezonów i lat, możemy zauważyć, że na zmianę granic między poszczególnymi kategoriami termicznymi większy wpływ ma zmiana wartości średnich wieloletnich niż zmiana odchylenia standardowego.
2. Średnia roczna temperatura w ostatnim 30-leciu była wyższa o $+0,8^{\circ}\text{C}$ niż w latach 1951–1980. Nastąpił także wzrost wartości średnich sezonowych, przede wszystkim wiosną ($+1,3^{\circ}\text{C}$) i zimą ($+1,1^{\circ}\text{C}$). Również wartości średnie miesięczne w ostatnim 30-leciu (1981–2010) były na ogół wyższe niż w pierwszym (1951–1980), zwłaszcza w miesiącach od stycznia do marca (o $1,5$ – $1,6^{\circ}\text{C}$).
3. Zmiana okresu bazowego wyraźnie zaznacza się przy wyznaczaniu dolnej granicy tzw. okresów ekstremalnie ciepłych. Związane jest to z tym, że wzrost wartości średniej arytmetycznej może kumulować się ze wzrostem odchylenia standardowego (w przypadku okresów ekstremalnie ciepłych mnożony przez 2,5). Przez to w styczniu wyznaczona na podstawie 30-lecia 1981–2010 dolna granica miesięcy ekstremalnie ciepłych jest aż o $3,3^{\circ}\text{C}$ wyższa niż określona na podstawie wielolecia 1951–1980.
4. Zaklasyfikowanie danego miesiąca do określonej kategorii może ulec zmianie wraz z wydłużaniem się serii obserwacyjnej lub zmianą okresu bazowego wyznaczania średniej wieloletniej i odchylenia standardowego.
5. W ostatnich 12 latach (1999–2010) zwraca uwagę szczególnie duża koncentracja miesięcy i sezonów o wartościach standaryzowanych przekraczających wartość średnią 60-letnią o co najmniej jedno odchylenie standardowe. W lipcu, sierpniu oraz latem częstość ich wynosiła 50–58%.
6. Ostatnim należącym do kategorii lat chłodnych był rok 1996, czyli że przez 14 lat nie wystąpił żaden rok chłodny, a lat ciepłych i bardzo ciepłych było w tym okresie 7.

Literatura

- Angot A., 1913, *Sur un mode de classification des hivers*. Ann. Soc. Meteor., 109, Paris.
- Filipiuk E., 2006, *Właściwości empirycznych rozkładów średniej miesięcznej, sezonowej i rocznej temperatury powietrza w śródmieściu Lublina w latach 1947–2006*. [w:] M. Miętus, J. Filipiak, A. Wyszowski, *200 lat regularnych pomiarów i obserwacji w Gdańsku*. Monografie IMGW, UG, IMGW, GTN.
- Hellmann G., 1917, *Über strenge Winter*. Sitzunger K. Preuse Akad., 42, 738, Berlin.
- Hellmann G., 1918, *Über milde Winter*. Sitzunger K. Preuse Akad., 11, 313, Berlin.
- Lorenc H., 1994, *Ocena zmienności temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w okresie 1901–1993 na podstawie obserwacji z wybranych stacji meteorologicznych w Polsce*. Wiad. IMGW, 38, 43–59.

- Lorenc H., Suwalska-Bogucka M., 1996, *Thermal tendencies of winters in Poland as the indicator of climate variability*. Zesz. Nauk. UJ, 102, 365–374.
- Lorenc H., 2000, *Studia nad 220-letnią (1779–1998) serią temperatury powietrza w Warszawie oraz ocena jej wiekowych tendencji*. Mat. Bad. IMGW, 31.
- Miętus M., Owczarek M., Filipiak J., 2002, *Warunki termiczne na obszarze Wybrzeża i Pomorza w świetle wybranych klasyfikacji*. Mat. Bad. IMGW, 36.
- Miętus M. in, 2010, *Biuletyn Monitoringu Klimatu Polski* (on-line).
- Paczos S., 1985, *Zagadnienie klasyfikacji zim w świetle różnych kryteriów termicznych*. Annales UMCS, sec. B, 40, 133–155.
- Paczos S., 1990, *Ekstremalnie ciepłe i chłodne zimy w Polsce w okresie 1951–1990*. Mat. Ogólnopolskiej Sesji Naukowej „Meteorologia i hydrologia a ochrona środowiska”, Przesieka, PTGeof.
- Przybylak R., Maszewski R., 2007, *Zmienność temperatury powietrza w Arktyce Kandydyskiej w okresie 1951–2005*. Problemy Klimatologii Polarnej, 17, 31–43.
- Rackliff P.G., 1965, *Summer and winter indices at Armagh*. Weather, 20, 2, 38–44.
- Sneyers R., 1990, *On the statistical analysis of series of observations*. WMO Technical note, 415, Geneva.
- Thom H. C. S., 1966, *Some methods of climatological analysis*. WMO, Technical note 81, Geneva.
- Thomson A., 1964, *Mean winter temperature in Edinburgh 1764/75–1962/63*. Met. Magazine, 93, 1102, London.
- Uscka-Kowalkowska J., Kejna M., 2009, *Zmienność warunków termiczno opadowych w Koniczynie (Pojezierze Chełmińskie) w okresie 1994–2007*. Acta Agroph., 14(1), 203–219.
- von Storch H., Zwiers F. W., 1999, *Statistical analysis in climate research*. Cambridge University Press.
- Warakomski W., 1989/90, *W poszukiwaniu koncepcji anomalii klimatycznych*. Annales UMCS, sec. B, 44/45, 211–224.
- Warakomski W., 1994, *Zmienność i anomalie średniej rocznej temperatury powietrza w Puławach w latach 1871–1990*. Prz. Geof., 39, 29–39.
- Żmudzka E., 2007, *Zmienność zachmurzenia nad Polską i jej uwarunkowania cyrkulacyjne (1951–2000)*. Wyd. UW, Warszawa.