

Janusz KOZAK¹, Ewelina ZAJĄC²

¹ University of Bielsko-Biala, Institute of Engineering Sciences, Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biala, Poland

² Pieniny National Park, Jagiellońska 107B, 34-450 Krościenko nad Dunajcem, Poland

ORCID / e-mail:

¹ 0000-0002-9671-9268 / jkozak@ubb.edu.pl

² ezajac@pieninykn.pl

Zmienność temperatury powietrza na stacji klimatycznej Podłaźce w Sromowcach Niżnych w latach 1994-2023 (prezentacja wyników)

Słowa kluczowe:

Pieniński Park Narodowy, temperatura powietrza, zmiany klimatu

Variability of air temperature at weather station Podlaźce in Sromowce Niżne trough the years 1994-2023 (data presentation)

Keywords:

Pieniny National Park, air temperature, climate change

Abstract

The article presents results of air temperature measurements carried out at weather station located at the foot of Three Crowns (Trzy Korony) in the area of Pieniny National Park. The aim of the authors was to compile and evaluate basic meteorological data, i.e. air temperature, obtained from 30-year long monitoring. Weather station at Podlaźce was established in 1993 at the foot of Three Crowns (Trzy Korony) as a base and control point for automatic climate monitoring in the Pieniny National Park in order to record possible climate changes caused by the construction of Czorsztyn-Niedzica dam. Continuous measurements are taken there in a Stevenson screen to provide homogeneity of the climatic sequence.

The study discusses basic thermal indicators in relation to climate change and measurement carried out in this area as well as provides data for publications and research carried by authors and other institutions. The results show a noticeable deviation of values towards warm years starting from 2012 onwards, with two exceptions to this trend in 2017 and 2021. The analysis of average decadal and monthly temperatures and the occurrence of extreme values presents no significant changes in time. The frequency of very warm days tends to remain at a level above 50 per year (only the years 2003 and 2018 deviate from this generalization). There is a decrease in cool days after 2014. Winter is the fastest-warming season and warm winter days happened more often over analyzed 30 years.

1. WSTĘP

Obserwowany w skali globalnej proces zmian klimatu [Lorenc 2004, Feluch 2011, Starkeł i Kundzewicz 2008, Kundzewicz i Juda-Rezler 2010, Matuszko 2022] skutkuje zmianami w przebiegu podstawowych elementów pogody. Jednym z nich jest temperatura powietrza. Do tej pory opracowano charakterystykę termiczną w rejonie Trzech Koron na podstawie ciągłego monitoringu automatycznego prowadzonego w latach 1998-2017 [Kozak i Zając 2018]. Zmiany klimatyczne zachodzące na terenie Pienińskiego Parku Narodowego i jego otuliny stanowią ważny problem ze względu na występowanie roślin endemicznych [Perzanowska 1982]. Istotnym problemem jest również wybudowanie w sąsiedztwie Pienin zespołu zbiorników wodnych na Dunajcu [Kostrakiewicz 1979, Miczyński i in. 2010]. Pomiary prowadzone przez trzydzieści lat na stacji klimatycznej, zlokalizowanej na Polanie Podłaźce u podnóża najwyższego szczytu Pienińskiego Parku Narodowego – Trzy Korony (982 m n.p.m.), pozwoliły na ocenę przebiegu temperatury powietrza, tendencji zmian oraz jej klasyfikację.

2. OBSZAR BADAŃ I MATERIAŁY

Stacja klimatyczna zlokalizowana na Polanie Podłaźce u podnóża najwyższego szczytu Pienińskiego Parku Narodowego – Trzy Korony (982 m n.p.m.) powstała w 1993 roku dzięki staraniom ówczesnych władz Parku przy współudziale zespołu Katedry Meteorologii i Klimatologii Rolniczej Akademii Rolniczej w Krakowie pod kierunkiem prof. Janusza Miczyńskiego (Rys. 1). Położenie stacji klimatycznej (Rys. 2) określają następujące współrzędne: szerokość geograficzna 49°21'N, długość geograficzna 20°24'E.



Rys. 1. Wyznaczenie lokalizacji stacji klimatycznej Pieniny na Polanie Podłaźce, 1992 r. (fot. J. Kozak).

Fig. 1. Field meeting for the location of weather station at Podłaźce, 1992 (photo by J. Kozak).



Rys. 2. Stacja klimatyczna na Podlaźcach, 13.12.2022 r. (fot. E. Zając).

Fig. 2. Weather station at Podlaźce, 13.12.2022 (photo by E. Zając).

Stacja została założona jako bazowa i reperowa dla automatycznego monitoringu klimatycznego na terenie Pienińskiego Parku Narodowego w celu rejestrowania ewentualnych zmian klimatycznych, jakie mogły być spowodowane przez Zespół Zbiorników Wodnych Czorsztyn – Niedzica. Pomiary wykonywane są nadal w tradycyjny sposób w klatce meteorologicznej dla jednorodności ciągu klimatycznego. W celu określenia parametrów temperatury powietrza posłużono się wartościami temperatury średniej dobowej wyznaczanej dla stacji klimatycznych po roku 1994 jako średnia arytmetyczna z pomiarów temperatur ekstremalnych (minimum i maksimum dobowe) oraz z dwóch pomiarów terminowych – porannych (7:00) i wieczornych (19:00) wg czasu środkowoeuropejskiego. Niniejsze opracowanie miało na celu zestawienie i przetworzenie podstawowych danych meteorologicznych uzyskanych z 30 lat prowadzenia pomiarów.

Pozyskane wyniki zaprezentowano w formie tabelarycznej jako średnie dekadowe i miesięczne. W prezentowanym opracowaniu wyznaczono absolutne minima dobowe dla ww. okresów, jak również przedstawiono dni o ekstremalnych warunkach termicznych. Do oceny klasyfikacji termicznej lat przyjęto kryterium według Łyczko i in. [2000] (Tab. 1), natomiast do wyznaczenia wartości progowych ekstremalnych okresów temperatur dobowych przyjęto kryteria charakterystycznych dwóch termicznych typów pogody za J. Pruchnickim [1987]. W analizie pory roku zostały przyjęte jako meteorologiczne [Witryna internetowa IMGW 2024].

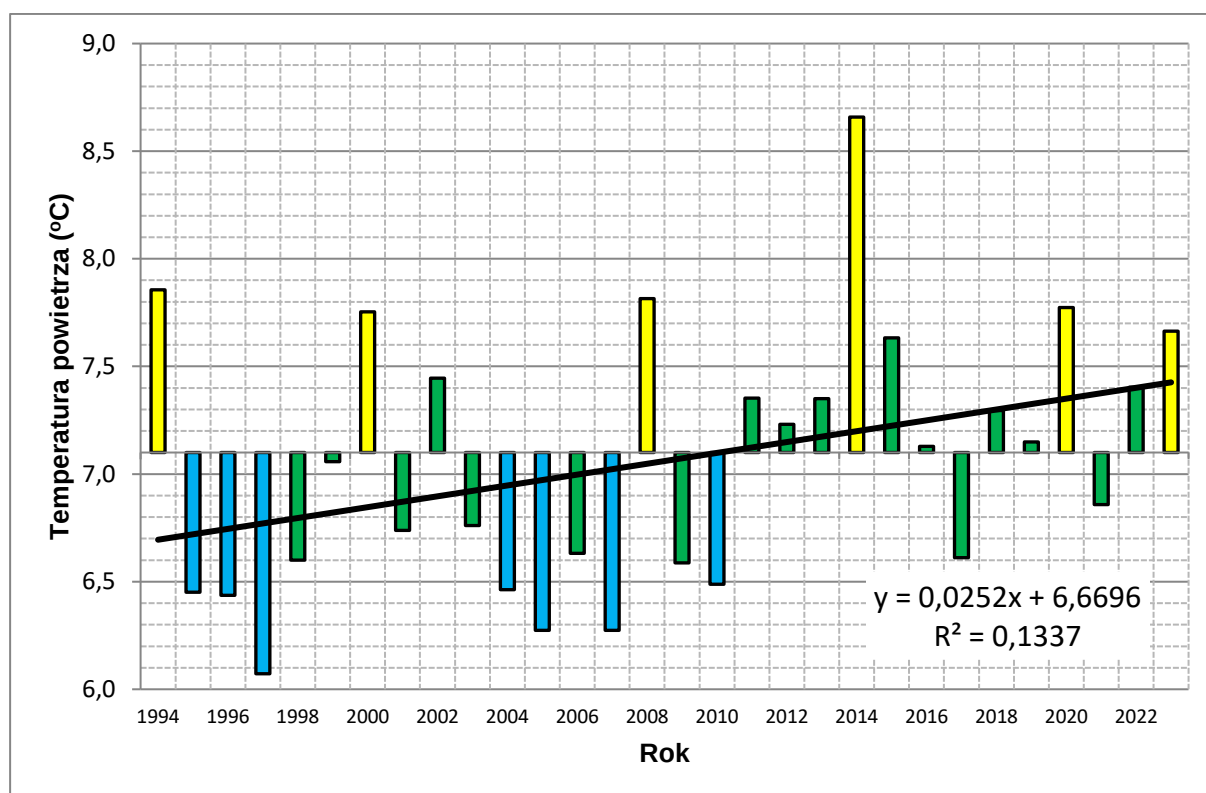
Tab. 1. Kryteria klasyfikacji temperatur powietrza [Łyczko i in. 2000].

Tab. 1. Classification of air temperature [Łyczko et al. 2000].

Typ roku	Przedział w °C	Oznaczenie	Liczba lat
bardzo ciepły	$> (+2,0)^{\circ}\text{C}$		0
ciepły	$(0,5) - (2,0)^{\circ}\text{C}$		7
normalny (średni)	$(-0,5) - (0,5)^{\circ}\text{C}$		16
chłodny	$(-2,0) - (-0,5)^{\circ}\text{C}$		7
bardzo chłodny	$< (-2,0)^{\circ}\text{C}$		0

3. WYNIKI

Średnia temperatura roku w całym okresie pomiarów wynosiła $7,1^{\circ}\text{C}$. Najniższa, równa $6,1^{\circ}\text{C}$, odnotowana została w 1997 r., natomiast najwyższa, równa $8,7^{\circ}\text{C}$, w roku 2014. Badane wielolecie 1994-2023 charakteryzowało się przewagą lat „normalnych” (17), natomiast lata ciepłe i chłodne wystąpiły w prawie równej liczbie – odpowiednio siedmiu i ośmiu. Zaobserwować natomiast można, że po 2010 roku przeważały lata ze średnią temperaturą roczną wyższą od średniej z wielolecia, a jedynie lata 2017 i 2021 nie wpisywały się w tę prawidłowość (Rys. 3). Linia trendu dla okresu trzydziestoletniego wskazuje na wzrost średniej rocznej temperatury powietrza o około $0,7^{\circ}\text{C}$ za cały okres (Rys. 3). W Tabelach 2-5 zamieszczono wyniki pomiarów uzyskane w całym wieloleciu uśrednione do wartości dekadowych oraz miesięcznych. Wartości te mogą być wykorzystane w innych kierunkach badań przyrodniczych, dlatego autorzy zdecydowali się na taką formę przedstawienia wyników pomiarów.



Rys. 3. Odchylenie średnich rocznych temperatur powietrza od średniej z wielolecia 1994-2023.
Fig. 3. Deviation of average annual air temperatures from the multi-year average of 1994-2023.

W całym trzydziestoletnim okresie pomiarowym najzimniejszym miesiącem był styczeń, a jego średnia miesięczna temperatura z wielolecia wyniosła $-3,7^{\circ}\text{C}$. Najzimniejszym styczniem okazał się ten z 2006 roku, kiedy średnia temperatura miesięczna osiągnęła $-10,1^{\circ}\text{C}$. Nie dostrzega się prawidłowości w przebiegu czasowym związanym z istotnym trendem w całym okresie badawczym. Miesiącem najcieplejszym w wieloleciu był lipiec ze średnią miesięczną dla całego wielolecia wynoszącą $17,1^{\circ}\text{C}$. Najcieplejszy lipiec odnotowano w roku 2021 z temperaturą średnią miesięczną $19,3^{\circ}\text{C}$.

Tab. 2. Temperatura powietrza – średnia dekadowa i miesięczna w styczniu, lutym i marcu (1994-2023).**Tab. 2.** Air temperature – decadal and monthly average in January, February and March (1994-2023).

Rok	Styczeń				Luty				Marzec			
	Dekada			Średnia miesięczna	Dekada			Średnia miesięczna	Dekada			Średnia miesięczna
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1994	3,2	0,3	0,6	1,3	0,3	-8,3	0,4	-2,7	3,3	3,7	4,9	4,0
1995	-5,8	-5,9	0,9	-3,4	-0,7	2,3	1,9	1,1	3,6	1,4	1,2	2,0
1996	-2,3	-2,8	-8,6	-4,7	-14,1	-4,6	-2,3	-7,2	-3,5	1,5	3,3	0,5
1997	-8,8	-7,2	-5,5	-7,1	-4,9	-2,6	4,2	-1,5	1,9	2,0	-0,6	1,0
1998	1,5	0,2	-7,5	-2,1	-5,5	4,6	5,1	1,1	4,0	-2,9	0,4	0,5
1999	-1,1	-2,1	-4,6	-2,7	-2,7	-5,0	-0,5	-2,9	2,8	-0,9	5,1	2,4
2000	-4,5	-5,6	-4,9	-5,0	1,8	-2,4	-2,5	-0,9	1,6	-2,3	4,5	1,3
2001	-0,4	-8,6	-1,5	-3,4	-1,0	0,1	-5,5	-1,9	2,7	4,9	2,2	3,2
2002	-8,4	-8,5	2,5	-4,6	2,2	2,5	1,6	2,1	2,6	4,9	2,2	3,2
2003	-8,3	-4,7	-0,2	-4,3	-6,6	-9,3	-6,1	-7,4	-0,9	1,3	1,8	0,8
2004	-8,5	-0,3	-7,9	-5,6	3,5	-4,3	-3,0	-1,2	-4,5	4,3	4,3	1,5
2005	1,2	-4,0	-7,3	-3,5	-10,2	-2,9	-2,0	-5,2	-7,4	-0,6	2,0	-1,9
2006	-4,2	-10,4	-15,2	-10,1	-8,5	-1,3	-4,0	-4,6	-5,3	-1,8	2,8	-1,3
2007	1,2	-4,0	-7,3	-3,5	-10,2	-2,9	-2,0	-5,2	-7,4	-0,6	2,0	-1,9
2008	-3,5	2,7	-0,1	-0,3	1,4	-3,2	4,0	0,5	2,2	3,5	1,2	2,2
2009	-11,0	-5,8	-0,1	-5,5	0,9	-5,4	-3,2	-2,5	1,5	-0,4	0,4	0,5
2010	-3,3	-5,1	-10,4	-6,4	-7,0	-2,3	0,9	-3,1	-4,6	0,4	7,9	1,4
2011	-3,8	0,9	-6,4	-3,2	-0,9	-2,2	-7,1	-3,1	-2,9	6,4	4,7	2,8
2012	-0,1	-2,3	-6,8	-3,2	-17,9	-7,4	-0,7	-9,0	-1,8	3,9	5,9	2,8
2013	-3,4	-4,0	-4,7	-4,0	-1,1	-1,4	-0,3	-1,0	2,4	-1,7	-3,3	-0,9
2014	2,2	3,1	-5,4	-0,2	2,8	2,1	2,6	2,5	3,2	5,0	6,6	5,0
2015	-4,0	1,5	-0,9	-1,1	-5,1	-2,4	1,9	-2,1	-0,1	1,3	3,9	1,8
2016	-7,1	-3,3	-2,6	-4,3	2,6	2,2	1,1	2,0	3,4	1,4	3,6	2,8
2017	-11,0	-8,6	-7,0	-8,8	-1,7	-2,3	2,4	-0,7	3,8	2,2	5,3	3,8
2018	1,7	-2,2	-1,9	-0,8	-3,0	-3,9	-9,5	-5,1	-5,5	-0,3	0,3	-1,8
2019	-5,9	-4,6	-7,2	-5,9	-1,5	-0,3	-0,5	-0,8	3,6	1,6	3,8	3,0
2020	-3,6	-1,5	-2,0	-2,4	0,1	2,2	1,1	1,1	2,6	4,5	-0,1	2,3
2021	-0,2	-6,8	-1,5	-2,8	-3,2	-4,8	2,5	-2,1	-1,2	-0,1	3,1	0,7
2022	-0,9	-3,0	-3,0	-2,3	-0,1	1,0	-0,2	0,3	-1,9	-1,5	3,5	0,1
2023	2,2	0,5	-2,4	0,0	-5,8	-0,3	1,0	-1,9	0,5	2,9	4,3	2,6
Średnia	-3,2	-3,4	-4,3	-3,7	-3,2	-2,1	-0,6	-2,1	0,0	1,5	2,9	1,5

Tab. 3. Temperatura powietrza – średnia dekadowa i miesięczna w kwietniu, maju i czerwcu (1994-2023).
Tab. 3. Air temperature – decadal and monthly average in April, May and June (1994-2023).

Rok	Kwiecień				Maj				Czerwiec			
	Dekada			Średnia miesięczna	Dekada			Średnia miesięczna	Dekada			Średnia miesięczna
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1994	3,9	7,6	9,5	7,0	7,2	14,1	12,1	11,2	13,1	13,1	17,4	14,5
1995	3,8	3,6	11,0	6,1	8,3	9,6	13,4	10,5	14,6	15,4	14,3	14,8
1996	3,7	5,3	12,0	7,0	13,3	13,8	13,2	13,4	16,2	15,8	15,8	15,9
1997	1,6	0,8	6,0	2,8	12,2	15,6	8,4	11,9	12,9	15,2	17,1	15,1
1998	8,9	6,4	10,6	8,6	10,8	11,1	11,3	11,1	18,2	14,9	16,0	16,3
1999	6,6	7,5	10,1	8,1	9,3	10,1	13,8	11,2	15,4	17,1	13,4	15,3
2000	4,3	10,3	13,2	9,3	12,5	12,7	12,7	12,6	15,0	15,5	14,2	14,9
2001	6,7	4,1	8,6	6,5	13,3	11,7	12,3	12,4	11,8	13,4	14,8	13,4
2002	1,4	8,6	9,5	6,5	14,5	13,7	15,5	14,6	13,9	17,5	17,1	16,1
2003	0,2	6,0	9,5	5,2	14,6	12,6	15,7	14,3	17,6	16,5	15,6	16,6
2004	4,9	7,1	8,7	6,9	11,0	9,8	8,5	9,7	13,0	13,3	13,3	13,2
2005	5,8	8,7	6,6	7,1	9,6	10,1	16,1	12,1	10,1	14,8	16,0	13,6
2006	5,0	6,4	10,9	7,4	9,2	12,4	12,1	11,3	9,1	15,6	20,0	14,9
2007	5,8	8,7	6,6	7,1	9,6	10,1	16,1	12,1	10,1	14,8	16,0	13,6
2008	5,2	9,3	7,8	7,5	9,2	11,8	14,4	11,9	15,2	13,6	18,8	15,9
2009	7,2	9,3	9,5	8,7	9,9	12,4	12,4	11,6	12,2	13,7	16,0	14,0
2010	6,3	7,3	8,8	7,5	12,7	10,6	13,3	12,2	15,2	16,0	14,9	15,4
2011	7,5	5,8	10,4	7,9	6,9	11,6	14,6	11,1	17,0	16,0	15,8	16,3
2012	4,1	7,7	12,0	7,9	13,3	11,0	14,3	12,9	14,5	17,6	17,6	16,5
2013	1,3	9,1	13,7	8,0	13,8	14,0	10,5	12,7	14,4	18,6	16,4	16,5
2014	7,6	6,3	11,5	8,5	9,8	10,6	14,8	11,9	15,2	14,5	14,3	14,7
2015	1,8	6,7	9,0	5,8	10,9	11,0	10,8	10,9	16,4	14,9	13,5	14,9
2016	8,1	9,2	5,1	7,5	9,9	8,6	14,6	11,1	13,5	15,9	19,4	16,3
2017	7,3	3,1	5,2	5,2	9,3	12,2	13,6	11,8	14,5	14,0	18,6	15,7
2018	7,7	11,4	12,6	10,6	13,8	11,1	15,0	13,4	16,9	16,7	13,7	15,7
2019	6,7	3,4	9,7	6,6	6,7	9,8	11,7	9,4	16,1	18,9	18,3	17,8
2020	3,7	5,3	8,3	5,8	8,7	9,2	9,6	9,2	14,3	17,2	17,6	16,4
2021	2,4	5,0	5,5	4,3	8,9	12,1	10,1	10,4	13,3	16,2	20,9	16,8
2022	2,8	4,0	7,8	4,9	10,8	12,5	12,3	11,9	15,8	15,7	18,5	16,7
2023	1,4	7,1	6,9	5,1	7,7	9,9	13,3	10,4	13,9	13,3	17,0	14,7
Średnia	4,8	6,7	9,2	6,9	10,6	11,5	12,9	11,7	14,3	15,5	16,4	15,4

Tab. 4. Temperatura powietrza – średnia dekadowa i miesięczna w lipcu, sierpniu i wrześniu (1994-2023).**Tab. 4.** Air temperature – decadal and monthly average in July, August and September (1994-2023).

Rok	Lipiec				Sierpień				Wrzesień			
	Dekada			Średnia miesięczna	Dekada			Średnia miesięczna	Dekada			Średnia miesięczna
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1994	16,8	18,7	19,8	18,5	20,6	15,2	15,6	17,1	17,5	13,9	13,3	14,9
1995	17,7	18,7	17,6	18,0	15,3	15,7	14,9	15,3	11,5	14,5	9,2	11,7
1996	18,6	14,3	16,3	16,4	16,7	15,8	17,0	16,5	14,3	9,7	9,9	11,3
1997	15,9	13,9	16,1	15,3	15,3	15,7	16,0	15,7	15,5	10,8	8,9	11,7
1998	13,5	15,8	19,2	16,3	18,8	17,3	11,7	15,8	12,7	11,6	11,7	12,0
1999	19,5	17,0	16,2	17,5	17,4	15,1	12,9	15,1	13,6	13,7	15,3	14,2
2000	16,4	13,7	15,3	15,1	16,0	18,3	14,9	16,3	11,1	11,3	9,4	10,6
2001	16,4	19,0	17,7	17,7	18,6	17,4	16,4	17,4	12,4	10,8	10,3	11,2
2002	18,5	18,8	16,8	18,0	18,1	17,2	16,6	17,3	15,1	10,1	7,7	11,0
2003	16,4	16,5	19,5	17,5	17,9	17,2	16,8	17,3	11,0	11,8	12,7	11,8
2004	15,4	14,6	16,4	15,5	15,9	16,7	15,6	16,1	12,6	11,6	9,3	11,2
2005	15,2	16,5	18,1	16,7	14,8	15,4	16,5	15,6	14,3	12,0	11,6	12,6
2006	16,9	17,4	19,1	17,9	16,2	16,8	13,8	15,5	15,3	14,1	13,2	14,2
2007	15,2	16,5	18,1	16,7	14,8	15,4	16,5	15,6	14,3	12,0	11,6	12,6
2008	16,2	17,1	16,2	16,5	16,8	17,2	15,6	16,5	16,3	7,6	8,2	10,7
2009	17,3	17,7	17,5	17,5	17,2	15,4	15,4	16,0	16,3	7,6	8,2	10,7
2010	16,3	20,7	16,9	17,9	18,3	17,9	15,0	17,0	10,6	12,2	10,7	11,2
2011	14,9	20,0	15,7	16,8	17,0	16,9	18,3	17,4	14,5	15,4	13,4	14,4
2012	21,1	15,5	17,7	18,1	19,2	14,9	17,4	17,2	16,7	12,1	12,2	13,7
2013	17,1	15,6	18,2	17,0	20,7	16,2	13,4	16,7	12,6	11,4	9,1	11,0
2014	16,7	17,5	19,0	17,8	18,9	16,2	12,9	15,9	16,2	14,0	9,7	13,3
2015	18,2	17,7	18,0	18,0	19,2	18,6	17,4	18,4	12,9	16,5	10,3	13,2
2016	16,3	16,3	18,7	17,1	16,5	14,1	15,6	15,4	15,4	14,8	9,6	13,3
2017	15,0	15,5	16,9	15,8	19,4	16,8	13,9	16,6	12,3	12,3	9,6	11,4
2018	14,3	16,7	18,5	16,6	18,9	17,5	15,2	17,1	14,7	13,6	7,6	11,9
2019	15,2	13,5	18,5	15,8	16,6	16,0	17,4	16,7	13,4	9,8	10,0	11,1
2020	17,7	14,4	17,9	16,7	18,0	18,1	18,3	18,1	13,9	13,9	12,3	13,4
2021	19,4	19,9	18,8	19,3	17,2	16,9	12,9	15,5	12,1	13,7	11,5	12,4
2022	17,3	15,8	18,4	17,2	17,3	18,7	17,8	17,9	13,8	13,8	9,1	12,3
2023	17,2	18,7	16,0	17,3	15,6	18,4	19,4	17,8	14,5	15,9	14,3	14,9
Średnia	16,7	16,8	17,6	17,1	17,4	16,6	15,7	16,6	13,9	12,4	10,7	12,3

Tab. 5. Temperatura powietrza – średnia dekadowa i miesięczna w październiku, listopadzie i grudniu (1994-2023).**Tab. 5.** Air temperature – decadal and monthly average in October, November and December (1994-2023).

Rok	Październik				Listopad				Grudzień			
	Dekada			Średnia miesięczna	Dekada			Średnia miesięczna	Dekada			Średnia miesięczna
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1994	6,9	5,1	7,4	6,5	7,0	0,7	2,3	3,4	-0,6	-1,8	-3,6	-2,0
1995	9,7	11,0	4,5	8,3	-0,7	-0,5	-7,6	-3,0	-1,8	-3,3	-7,7	-4,4
1996	10,3	9,8	4,9	8,2	6,3	7,3	3,1	5,6	-5,1	-2,7	-10,4	-6,2
1997	10,9	4,7	-0,4	4,9	6,2	2,7	0,6	3,1	-0,1	-3,0	1,2	-0,6
1998	8,8	8,3	5,8	7,6	2,9	-1,8	-5,5	-1,4	-7,4	-4,6	-7,7	-6,6
1999	9,7	4,4	8,8	7,7	6,1	-0,3	-4,0	0,6	0,2	-0,8	-6,3	-2,5
2000	13,5	14,2	7,1	11,4	8,0	7,2	5,4	6,9	1,2	2,0	-2,2	0,2
2001	13,8	10,9	6,9	10,4	3,7	-0,6	-1,5	0,5	-7,0	-7,0	-7,6	-7,2
2002	6,5	5,8	5,9	6,0	0,5	7,8	6,5	4,9	-2,9	-7,1	-8,0	-6,1
2003	9,3	4,2	1,7	5,0	5,9	1,1	7,3	4,7	-0,2	-1,2	-2,7	-1,4
2004	9,7	5,7	11,1	8,9	6,7	2,6	-1,5	2,6	-0,5	-3,8	-0,2	-1,5
2005	10,9	6,3	7,4	8,2	3,9	1,3	-2,0	1,1	0,5	-1,9	-3,8	-1,8
2006	11,6	7,5	8,7	9,2	1,9	5,1	5,0	4,0	3,8	0,0	-1,8	0,6
2007	10,9	6,3	7,4	8,2	3,9	1,3	-2,0	1,1	0,5	-1,9	-3,8	-1,8
2008	9,3	8,3	7,1	8,2	9,7	2,2	0,0	4,0	1,6	3,8	-5,2	-0,1
2009	9,5	2,7	6,2	6,1	2,6	3,6	3,3	3,2	3,0	-7,8	-0,5	-1,7
2010	7,1	4,3	3,1	4,8	9,6	6,3	0,4	5,4	-4,6	-9,6	-3,8	-6,0
2011	10,1	5,0	5,7	6,9	5,8	-2,0	-1,8	0,7	1,0	-0,7	-1,5	-0,5
2012	11,1	9,4	5,0	8,4	5,5	4,2	5,9	5,2	-6,1	-3,1	-4,0	-4,4
2013	5,9	10,2	11,1	9,1	6,2	3,8	1,3	3,7	-1,9	-3,8	2,1	-1,1
2014	11,0	11,7	3,7	8,6	9,9	8,2	-0,7	5,8	-0,4	1,9	-1,7	-0,2
2015	9,1	6,7	5,8	7,2	4,2	6,9	-1,4	3,3	2,2	-0,1	0,1	0,7
2016	7,0	6,4	5,5	6,3	2,1	1,1	2,7	2,0	-3,6	-4,0	-4,2	-3,9
2017	6,2	10,0	5,0	7,0	4,6	0,1	-0,1	1,5	-2,0	-0,4	0,8	-0,5
2018	8,1	9,0	7,5	8,2	8,3	2,0	-1,2	3,1	-1,7	-5,1	0,2	-2,1
2019	6,4	9,4	6,5	7,4	4,8	7,9	3,9	5,5	-4,2	0,6	-0,2	-1,2
2020	12,2	5,8	8,4	8,8	5,3	4,1	-1,3	2,7	2,7	-0,7	1,2	1,1
2021	8,6	5,2	5,9	6,5	5,2	3,7	2,0	3,6	-1,6	-0,9	-6,1	-3,0
2022	9,0	8,7	8,9	8,8	6,4	1,4	-0,7	2,4	0,5	-5,8	0,1	-1,7
2023	9,4	8,5	10,3	9,4	5,8	2,9	-2,2	2,2	-4,6	-0,7	1,3	-1,3
Średnia	9,4	7,5	6,4	7,7	5,6	3,5	1,1	3,4	-1,3	-2,5	-2,9	-2,2

W Tabelach 6 i 7 pokazano temperatury ekstremalne dobowe. Absolutne maksimum dla wielolecia, wynoszące 34,8°C, odnotowano 1 lipca 2019 r. Absolutne minimum z temperaturą -32,0°C zanotowano 3 lutego 2012 r.

Tab. 6. Temperatura powietrza – absolutne maksima dobowe w latach 1994-2023.

Tab. 6. Air temperature – absolute daily maxima from 1994 to 2023.

Rok	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październik	Listopad	Grudzień
1994	14,6	11,9	18,6	21,5	29,0	31,5	32,9	33,0	27,5	21,0	19,0	10,0
1995	9,9	11,7	15,4	25,0	26,6	26,4	31,0	28,5	23,4	24,5	9,0	8,8
1996	8,8	7,5	9,9	23,4	30,4	30,5	28,5	28,2	20,3	20,1	18,2	4,9
1997	2,0	13,8	16,5	19,7	28,6	30,7	26,8	25,8	25,2	22,6	17,0	9,2
1998	10,3	16,1	16,9	20,4	27,1	30,7	31,4	32,7	23,9	19,1	11,0	4,5
1999	9,2	8,7	17,1	20,0	25,5	27,1	30,2	30,1	24,6	22,3	17,0	8,5
2000	7,8	9,4	14,6	26,0	26,6	32,0	29,2	34,2	25,3	26,1	17,4	10,7
2001	9,5	12,5	15,0	24,0	26,0	25,8	30,0	29,4	21,8	24,5	11,7	3,1
2002	12,0	14,5	18,6	20,6	27,2	31,1	30,2	27,0	26,6	18,9	19,9	7,8
2003	6,6	9,3	17,9	26,3	28,7	30,1	30,4	31,6	29,1	20,7	15,7	11,4
2004	5,0	13,8	19,6	20,5	23,1	25,0	31,6	29,4	24,8	21,2	18,6	11,1
2005	8,2	4,5	15,7	19,9	30,4	27,9	32,6	27,3	26,4	21,0	16,8	12,0
2006	5,7	10,1	13,2	23,1	24,2	29,8	31,0	28,0	27,0	22,3	15,0	14,5
2007	8,2	4,5	15,7	19,9	30,4	27,9	32,6	27,3	26,4	21,0	16,8	12,0
2008	11,0	16,8	16,9	20,8	27,6	30,9	30,4	28,7	31,5	21,0	20,1	11,1
2009	9,0	12,0	12,4	21,9	26,0	26,3	31,3	29,4	31,5	23,5	13,5	12,5
2010	10,4	11,9	18,6	24,8	23,5	30,8	31,5	29,0	21,5	18,5	18,8	11,8
2011	6,9	12,5	19,0	22,4	26,1	28,5	30,5	31,2	27,5	24,4	18,1	11,1
2012	7,9	7,5	20,0	28,5	29,0	31,0	32,5	33,5	28,0	25,0	15,0	6,0
2013	7,4	10,0	11,7	26,7	26,0	32,5	33,2	34,2	24,5	23,0	16,1	14,0
2014	16,1	12,5	20,0	22,0	26,9	31,5	29,5	29,5	30,5	23,5	19,2	12,9
2015	12,3	10,1	17,0	23,1	24,9	30,4	33,3	35,2	35,0	22,6	18,3	13,9
2016	11,2	16,7	18,9	25,5	26,7	31,7	30,3	28,8	27,3	23,0	16,1	10,2
2017	4,6	13,1	20,6	23,2	28,5	30,4	32,0	32,8	26,2	22,0	14,1	11,9
2018	11,2	8,4	16,1	26,8	28,5	30,0	30,2	30,6	28,2	23,3	21,7	7,8
2019	5,7	15,0	20,4	27,6	23,9	33,0	34,8	31,2	28,0	25,1	18,1	14,8
2020	7,9	13,2	19,9	23,7	25,8	29,1	30,1	31,4	28,0	21,8	13,1	11,9
2021	9,2	17,8	22,8	24,2	31,3	34,3	32,4	31,2	26,7	22,5	15,5	8,2
2022	8,7	9,9	20,1	23,6	28,0	32,4	33,5	33,1	26,8	22,2	18,6	11,8
2023	12,0	10,6	19,1	21,2	25,3	29,7	32,0	31,6	29,5	24,8	14,9	14,1
Maksimum miesięczne 1994-2023	16,1	17,8	22,8	28,5	31,3	34,3	34,8	35,2	35,0	26,1	23,9	14,8

Tab. 7. Temperatura powietrza – absolutne minima dobowe w latach 1994-2023.**Tab. 7.** Air temperature – absolute daily minimum from 1994 to 2023.

Rok	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październik	Listopad	Grudzień
1994	-5,8	-21,5	-7,1	-4,9	0,2	0,4	5,4	4,5	4,4	-1,6	-6,1	-18,4
1995	-23,7	-10,5	-7,3	-8,9	-3,1	3,5	5,7	3,4	3,0	-6,6	-18,1	-26,6
1996	-18,1	-20,1	-17,6	-4,5	0,2	3,7	3,6	6,0	1,5	-1,7	-3,8	-31,1
1997	-22,5	-19,5	-11,2	-9,9	-0,6	2,4	6,5	4,7	0,0	-9,9	-6,5	-18,2
1998	-19,1	-25,3	-13,3	-4,1	-0,8	5,9	6,3	2,5	3,0	-3,5	-15,0	-25,0
1999	-11,7	-17,2	-9,5	-3,5	-3,5	3,3	6,4	3,1	1,0	-4,7	-16,6	-24,4
2000	-23,1	-17,1	-11,4	-4,0	-3,5	-0,7	3,6	6,8	0,0	-4,2	-4,3	-16,1
2001	-17,7	-21,0	-8,0	-6,7	-2,0	3,7	7,7	5,3	-0,7	-3,7	-12,0	-21,4
2002	-27,2	-8,6	-6,5	-7,9	0,6	4,2	4,9	9,0	1,9	-4,0	-8,0	-24,5
2003	-22,0	-24,1	-12,8	-8,0	0,2	5,3	7,4	5,5	-0,3	-10,0	-7,0	-21,3
2004	-18,8	-18,0	-20,9	-8,5	-2,6	0,5	2,5	5,7	0,3	-2,0	-11,9	-14,5
2005	-25,7	-25,2	-19,5	-7,5	-1,0	2,6	6,2	6,7	1,2	-5,6	-19,0	-17,0
2006	-28,8	-24,0	-17,3	-6,1	-0,9	2,5	5,0	7,5	3,5	-8,4	-7,0	-11,5
2007	-25,7	-25,2	-19,5	-7,5	-1,0	2,6	6,2	6,7	1,2	-5,6	-19,0	-17,0
2008	-14,8	-20,5	-10,5	-5,6	-1,5	3,0	4,1	2,2	0,1	-3,5	-11,3	-18,5
2009	-23,4	-22,7	-15,9	-6,0	-3,8	0,1	4,0	4,5	0,1	-4,0	-10,0	-25,0
2010	-22,8	-22,0	-19,2	-5,4	3,4	2,7	5,0	3,9	2,5	-9,0	-11,5	-24,3
2011	-19,5	-17,8	-14,4	-3,5	-5,0	4,5	6,8	4,5	2,4	-5,5	-11,5	-11,6
2012	-24,4	-32,0	-15,3	-9,0	-2,8	4,8	4,2	3,5	-1,0	-3,0	-5,0	-18,5
2013	-19,5	-15,4	-22,0	-4,5	2,4	5,2	4,4	3,6	-2,0	-8,0	-13,2	-12,5
2014	-16,0	-7,0	-9,0	-2,6	-4,0	3,2	4,5	3,6	1,0	-5,8	-9,5	-21,5
2015	-24,5	-15,6	-10,6	-6,2	-1,0	2,8	2,5	1,6	0,9	-6,0	-10,5	-12,8
2016	-22,5	-12,2	-8,4	-5,5	-2,8	-0,4	2,2	4,2	1,1	-5,1	-12,5	-18,2
2017	-31,4	-14,8	-8,2	-5,6	-5,0	-0,4	2,1	2,6	0,0	-4,5	-11,1	-11,6
2018	-16,6	-19,7	-27,0	-7,0	-2,6	2,2	-0,2	4,8	-5,6	-4,6	-18,0	-19,4
2019	-25,0	-15,5	-10,3	-10,4	-5,0	1,1	-0,1	2,4	-3,5	-9,9	-11,2	-16,4
2020	-13,4	-11,7	-13,7	-8,7	-3,5	3,2	4,4	6,2	2,5	-1,3	-8,3	-11,5
2021	-20,2	-17,9	-13,2	-9,3	-2,7	0,7	10,4	5,4	1,7	-4,3	-6,4	-20,9
2022	-18,2	-12,7	-16,2	-9,1	-1,8	3,4	3,2	5,6	0,0	-2,9	-9,0	-19,4
2023	-13,0	-20,0	-11,2	-5,0	-4,4	-1,2	5,5	4,6	4,7	-4,5	-15,1	-17,6
Minimum miesięczne 1994-2023	-31,4	-32,0	-27,0	-10,4	-5,0	-1,2	-0,2	1,6	-5,6	-10,0	-19,0	-31,1

Dla przyjętych dobowych przedziałów termicznych [Pruchnicki 1987] obliczono ilość dni ekstremalnych – gorących i mroźnych (Tab. 8 i 9).

Tab. 8. Liczba dni gorących w poszczególnych miesiącach wielolecia 1994-2023.

Tab. 8. Number of hot days in each month of the 1994-2023 multi-year period.

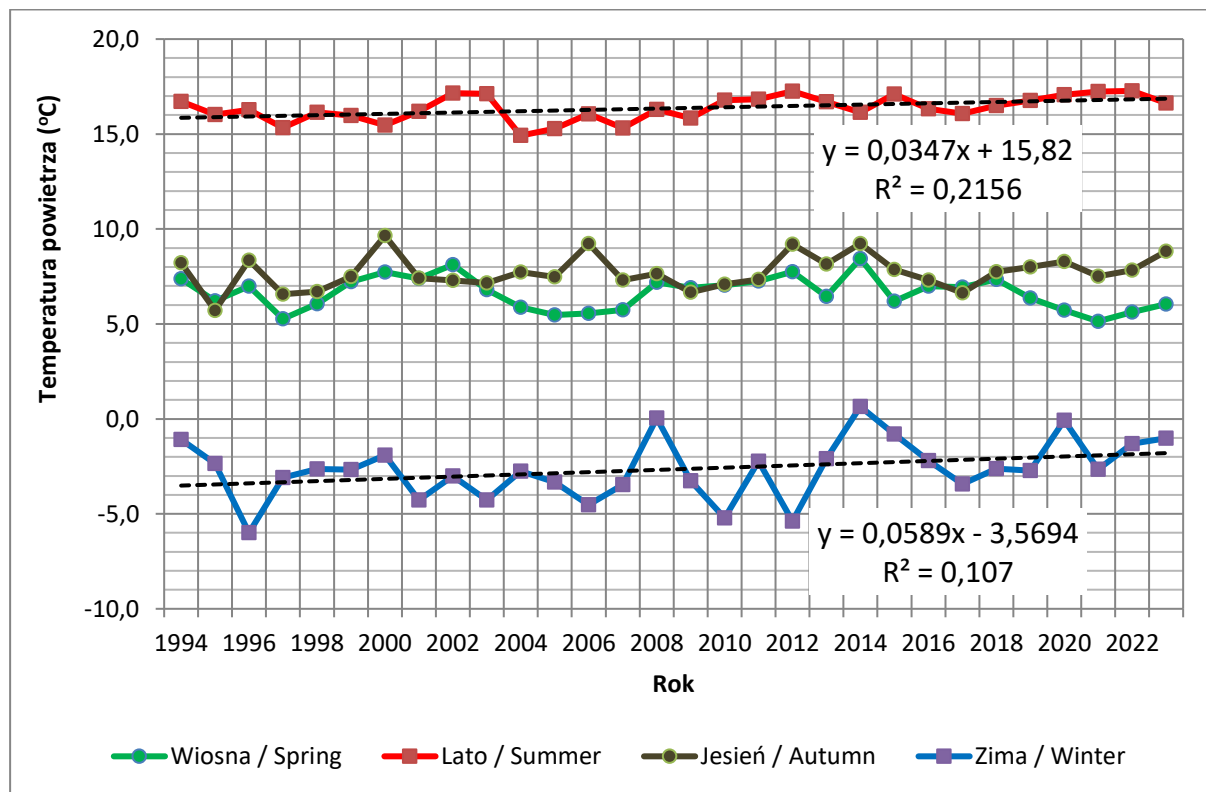
Rok	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październik	Listopad	Grudzień	Suma
1994					2	6	19	11	7				45
1995					4	2	14	12					32
1996					2	9	4	4					19
1997					5	5	1	5	2				18
1998					4	8	11	12					35
1999					2	6	7	6					21
2000				3	6	11	4	12	1	4			41
2001					2	1	11	17					31
2002					4	11	19	14	2				50
2003				2	8	13	13	20	4				60
2004							8	8					16
2005					7	6	8	3	2				26
2006						11	21	3	3				38
2007					7	6	8	3	2				26
2008					2	12	12	13	6				45
2009					3	4	14	9	6				36
2010						8	14	14					36
2011					3	5	10	13	6				37
2012				4	8	8	16	17	5				58
2013				5	2	9	12	13					41
2014					4	7	17	6	1				35
2015						6	17	20	5				48
2016				1	5	10	16	11	10				53
2017					5	12	13	17	3				50
2018				3	7	13	14	20	7				64
2019				1		20	15	20	1	1			58
2020					3	9	15	21	5				53
2021					3	17	20	11	3				54
2022					3	17	16	17	2				55
2023					1	8	18	17	9				53

Tab. 9. Liczba dni mroźnych w poszczególnych miesiącach wielolecia 1994-2023.**Tab. 9.** Number of days with freezing temperatures in each month of the 1994-2023 multi-year period.

Rok	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październik	Listopad	Grudzień	Suma
1994	3	8									3	9	23
1995	15		2								12	19	48
1996	24	14	6									22	66
1997	21	8	6							1	3	6	45
1998	11	3	5								12	23	54
1999	6	11	2								6	10	35
2000	20	6	3									4	33
2001	12	8	2								7	25	54
2002	18										2	22	42
2003	12	19	4	3								8	46
2004	20	9	4								3	7	43
2005	9	16	10								5	12	52
2006	23	12	5								1	1	42
2007	9	16	10								5	12	52
2008	5	3									1	8	17
2009	18	11	2									10	41
2010	20	11	5								1	22	59
2011	12	7	1									3	23
2012	13	17	1							1		14	46
2013	20	8	9									3	40
2014	7										1	5	13
2015	4	9										2	15
2016	15										1	9	25
2017	19	3										2	24
2018	3	9	6									7	25
2019	17	1										3	21
2020	2		1									3	6
2021	11	8	1									9	29
2022	9	1	1								1	6	18
2023	4	5		1							1	7	18

Dostrzec tu można tendencje wzrostową liczby dni ciepłych i bardzo ciepłych oraz spadek liczby dni chłodnych i bardzo chłodnych, szczególnie po roku 2010. Taka tendencja udziału dni charakterystycznych może nas informować o zmianach termiczno-klimatycznych w rejonie Pienińskiego Parku Narodowego.

Podobnie zestawienie średnich temperatur meteorologicznych pór roku (Rys. 4) pokazuje tendencje wzrostowe dla lata i zimy, z tym, że większe ocieplenie ($1,1^{\circ}\text{C}$) odnotowano w najchłodniejszej porze roku (zima). W lecie wzrost wynosił $0,9^{\circ}\text{C}$. Okresy zimowe cechowały się znacznie większym zakresem zmienności średnich rocznych temperatur powietrza niż pozostałe pory roku.



Rys. 4. Wyniki grubości kompozytów na poszczególnych etapach biodegradacji.

Fig. 4. Composite thickness results at individual stages of biodegradation.

4. PODSUMOWANIE

W opracowaniu zamieszczono wyniki pomiarów temperatury powietrza prowadzonych na stacji klimatycznej zlokalizowanej na Polanie Podłężce u podnóża masywu Trzech Koron na obszarze Pienińskiego Parku Narodowego. Przetworzono i zestawiono dane meteorologiczne temperatury powietrza w ciągu 30 lat istnienia stacji. Analizując średnie roczne temperatury powietrza można zauważyć odchylenie wartości w kierunku lat ciepłych począwszy od roku 2012 z dwoma wyjątkami od tej tendencji (w roku 2017 i 2021). Analizując temperatury średnie dekadowe i miesięczne oraz występowanie wartości ekstremalnych nie dostrzega się istotnych zmian w czasie. Częstość występowania dni charakterystycznych (gorących i mroźnych) wykazuje tendencję utrzymywania się w ostatnich latach dni gorących na poziomie powyżej 50 dni w skali roku, jak i spadek liczebności dni mroźnych po roku 2014. W meteorologicznych porach roku jedynie w zimie dostrzegamy większe ocieplenie na przestrzeni analizowanych 30 lat.

LITERATURA

- Feluch W. 2011. Cykliczne przyczyny zagrożeń gwałtownymi zmianami klimatu. *Zeszyty Naukowe SGSP*, 41, 55–79.
- Kostrakiewicz L. 1979. Stosunki mezoklimatyczne Pienińskiego Parku Narodowego i jego obrzeża oraz prognoza przypuszczalnych zmian klimatu po wybudowaniu zapory wodnej na Dunajcu w Czorsztynie – Niedzicy. *Ochrona Przyrody*, 42, 245–278.
- Kozak J., Zając E. 2018. Monitoring temperatury powietrza w rejonie Trzech Koron w latach 1998-2017. *Pieniny – Przyroda i Człowiek*, 15, 159–163.
- Kundzewicz Z.W., Juda-Rezler K. 2010. Zagrożenia związane ze zmianami klimatu. *Nauka* (Kwartalnik PAN), 4, 69–76.
- Lorenc H. 2004. Klimat. Wybrane zagadnienia. IMGW, Warszawa.
- Łyczko W., Pływaczyk L., Klaus R. 2000. Oddziaływanie budowli piętrzącej na wody gruntowe w terenie przyległym. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCCXLII, seria Melioracje i Inżynieria Środowiska*, 23, 267–278.
- Matuszko D. 2022. Klimat tu i teraz. [W:] Jasikowska K., Pałasz M. (red.) *Za pięć dwunasta koniec świata. Kryzys klimatyczno-ekologiczny głosem wielu nauk*. Uniwersytet Jagielloński, Biblioteka Jagiellońska, Kraków, 259–316.
- Miczyński J., Zuśka Z., Jabłońska-Korta U., Jurkiewicz T. 2010. Próba oceny zmiany klimatu lokalnego w wyniku oddziaływania zbiornika wodnego na przykładzie występowania mgieł w Czorsztynie. [W:] Soja R., Knutelski S., Bodziarczyk J. (red.) *Pieniny – Zapora – Zmiany. Monografie Pienińskie*, 2, 123–129.
- Perzanowska J. 1982. Klimat Pienin. [W:] Kaźmierczakowa R. (red.) *Charakterystyka i mapa zbiorowisk roślinnych Pienińskiego Parku Narodowego. Studia Naturae*, 49, 21–32.
- Pruchnicki J. 1987. Metody opracowań klimatologicznych. PWN, Warszawa.
- Starkel L., Kundzewicz Z.W. 2008. Konsekwencje zmian klimatu dla zagospodarowania przestrzennego kraju. *Nauka* (Kwartalnik PAN), 1, 85–101.
- Witryna internetowa IMGW 2024. <https://imgw.pl/wydarzenia/poczatek-kalendarzowej-jesieni-2020-roku> (dostęp: 6.03.2024 r.).