

dr hab. Andrzej Samborski, prof. AZ
Akademia Zamojska
e-mail: andrzej.samborski@akademiazamojska.edu.pl
<https://orcid.org/0000-0001-7437-1267>

Zarys bioklimatu Zamościa

THE BIOCLIMATE OF ZAMOŚĆ

Summary

The paper uses data from meteorological stations operating in Zamość in the period from 1976 to 2020. The variability of the values of selected meteorological elements and climatic characteristics on a time scale was presented using the most commonly used distribution statistics, i.e. average values and variability measures. The direction of the trend of changes in air temperature was determined as well. In order to determine the bioclimatic conditions, the values of selected indicators were calculated, including equivalent temperature, effective temperature, and air cooling quantity. The conducted research indicates that in Zamość optimal thermal conditions described as pleasantly cool occur in the summer (June, July, August), while in July they are mild. In April, May and September, the thermal sensation is characterized as cool. Generally, it is cold from November to March and very cold in January and February.

Keywords: air temperature; relative humidity; wind speed; precipitation; cooling magnitude indicator; equivalent temperature; effective temperature

Streszczenie

W pracy wykorzystano dane ze stacji meteorologicznych funkcjonujących na terenie Zamościa w okresie od 1976 do 2020 roku. Opisano zmienność wartości wybranych elementów meteorologicznych i charakterystyk klimatycznych w skali czasowej, wykorzystując najczęściej stosowane statystyki rozkładu, tzn. wartości średnie oraz miary zmienności. Wyznaczono kierunek trendu zmian temperatury powietrza. W celu określenia warunków bioklimatycznych obliczono wartości wybranych wskaźników, takich jak: temperatura ekwiwalentna, temperatura efektywna i wielkość ochładzająca powietrza. Przeprowadzone badania wskazują, że w Zamościu optymalne warunki termiczne określane jako przyjemnie chłodno występują w okresie letnim (czerwiec, lipiec, sierpień), przy czym w lipcu są one łagodne. W kwietniu, maju i we wrześniu odczucie ciepłe charak-

teryzowane jest jako chłodne. Generalnie w okresie od listopada do marca jest zimno, a w styczniu i w lutym bardzo zimno.

Słowa kluczowe: temperatura powietrza; wilgotność względna; prędkość wiatru; suma opadów atmosferycznych; wskaźnik wielkości ochładzającej; temperatura ekwiwalentna; temperatura efektywna

Wstęp

Podstawowym czynnikiem umożliwiającym prawidłowe funkcjonowanie organizmu człowieka jest zdrowie. Na jego stan fizyczny i psychiczny wpływa wiele różnorodnych czynników. Wśród nich ważną rolę odgrywają czynniki środowiskowe, w tym czynniki atmosferyczne, na co uwagę zwracał już w starożytności Hipokrates w dziele *O powietrzu, wodach i okolicach*, pisząc o wpływie stosunków klimatycznych oraz tellurycznych na człowieka¹.

Pogoda i klimat są określane za pomocą wartości poszczególnych elementów meteorologicznych charakteryzujących stan atmosfery. Opis i analiza przebiegu wartości tych elementów, następstwo pogód obserwowane w długim okresie oraz ocena ich wpływu na samopoczucie człowieka są tematem badań i dociekań wielu reprezentantów różnych dziedzin oraz dyscyplin naukowych, w tym przedstawicieli nauk medycznych i przyrodniczych.

Intensywność oddziaływania warunków pogodowych występujących na danym obszarze jest uzależniona od indywidualnych cech obszaru oraz od możliwości adaptacyjnych organizmu². Z tego względu, z punktu widzenia mieszkańców dowolnego obszaru i turystów odwiedzających ten obszar, bardzo ważna jest ocena warunków bioklimatycznych³. Według Czesława Koźmińskiego w miejscowościach uzdrowiskowych i w działających na ich terenie przedsiębiorstwach turystycznych występuje ogromny potencjał turystyczny, który należy wykorzystać do promocji i kształtowania zdrowego stylu życia⁴. Oddziaływanie poszczególnych typów bodźców środowiska przyrodniczego

1 „Kto sztukę lekarską dokładnie przyswoić sobie pragnie, tak postępować winien: najprzód zbadać ma pory roku, jaki każda z nich wpływ wywierać może? Żadna bowiem w niczem nie podobna do drugiej, a i pomiędzy sobą nawet różnią się znacznie przez zachodzące w nich zmiany” (*Dwie księgi Hipokratesa. O powietrzu, wodach i okolicach*, tłum. i oprac. H. Łuczkiwicz, Warszawa 1890, s. 7-8).

2 K. Błażejczyk, A. Kunert, *Biometeorologiczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*, wyd. 2 popr. i uzupełn., Warszawa 2011.

3 Racjonalne wykorzystanie klimatu i rozwój lecznictwa uzdrowiskowego w naszym kraju wymaga obiektywnej oceny lokalnych właściwości bioklimatycznych poszczególnych uzdrowisk w ich czasowym i przestrzennym zróżnicowaniu. Zob. *Bioklimat uzdrowisk polskich*, Warszawa 1975, s. 22.

4 Zob. *Turystyka zdrowotna, uzdrowiskowa i uwarunkowania bioklimatyczne*, red. C. Koźmiński, wyd. 2 poszerz., Szczecin 2016.

na człowieka z jednoczesną oceną przydatności turystyczno-rekreacyjnej wybranych zbiorowisk roślinnych, zróżnicowanych pod względem fizycznym, chemicznym, biologicznym oraz klimatycznym przedstawiła Alicja Krzymowska-Kostrowicka⁵.

Zamość z uwagi na swoje walory turystyczne, niepowtarzalną architekturę, zabudowę architektury i budownictwa⁶ (miasto wpisane na listę światowego dziedzictwa UNESCO) oraz różnorodność oferty turystycznej i specyficzny klimat należy do miejsc często odwiedzanych przez turystów krajowych i zagranicznych. Ocena bioklimatu tego obszaru oraz określenie warunków sanitarno-higienicznych panujących w mieście mogą być czynnikami dodatkowo podnoszącymi atrakcyjność turystyczną miasta i jego okolic, a także zachęcającymi do uprawiania różnych form turystyki aktywnej⁷.

1. Materiał i metody badań

Badania dotyczące zmienności bioklimatu wymagają stosowania długich serii obserwacji. Do oceny warunków bioklimatycznych Zamościa posłużyły wyniki obserwacji stacji meteorologicznych funkcjonujących w tym mieście w różnych okresach. Były to:

- stacja synoptyczna IMGW na osiedlu Zamczysko (okres: 1966-1999);
- stacja przy ul. Szczerbeskiej 102, należąca do Wydziału Nauk Rolniczych w Zamościu, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (1982-2013);
- stacja Uczelni Państwowej im. Szymona Szymonowica w Zamościu (obecnie Akademia Zamojska) zlokalizowana przy ul. J. Zamoyskiego 64 (2011-2015);
- stacja przy ul. I. Mościckiego 17 (2009-2020).

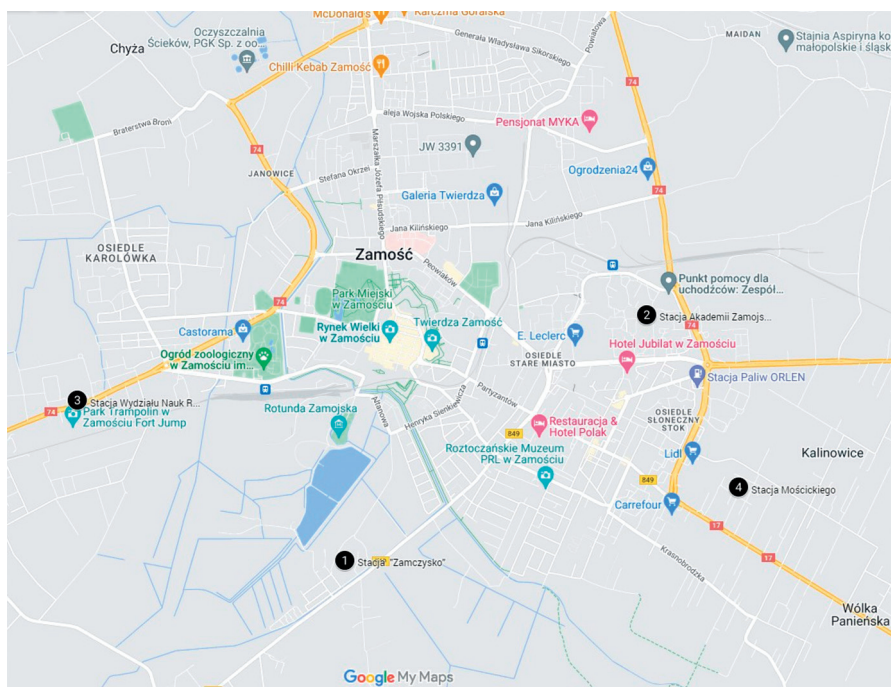
Na początku zweryfikowano wyniki obserwacji pod kątem jednorodności zebranego materiału. Dokonano jego rekonstrukcji i homogenizacji. Następnie obliczono średnie miesięczne lub sumy wartości wybranych elementów meteorologicznych, takich jak: zachmurzenie, usłonecznienie, temperatura powietrza, opady atmosferyczne, oraz ustalono częstość występowania zjawisk atmosferycznych wpływających na zdrowie i samopoczucie człowieka.

W celu określenia warunków solarnych zebrano wyniki pomiarów usłonecznienia rzeczywistego. Na podstawie usłonecznienia rzeczywistego i długości dnia, którą

5 Zob. A. Krzymowska-Kostrowicka, *Geoekologia turystyki i wypoczynku*, Warszawa 1997.

6 Miano pomnika historii uzyskał historyczny zespół miasta w zasięgu obwarowań z XIX wieku w Zamościu. T. Lijewski, B. Mikułowski, J. Wyrzykowski, *Geografia turystyki Polski*, Warszawa 1998, s. 132-133.

7 Czysta woda, gleba, a przede wszystkim czyste powietrze sprawiają, że obszar ten powinien odgrywać dość istotną rolę w klimatoterapii. A.S. Samborski, *Bioklimatyczne warunki Zamojszczyzny*, „Acta Agrophysica”, 6 (2005), nr 2 s. 529.



Mapa 1. Lokalizacja stacji meteorologicznych w Zamościu.

Źródło: opracowanie własne przy użyciu Google My Maps.

odczytano z *Tablic słonecznych*⁸ obliczono uśłonecznienie względne (w %). Ponadto oceniono stopień zachmurzenia nieba oraz obliczono średnią wieloletnią liczbę dni pogodnych i pochmurnych.

Na podstawie pomiarów temperatury powietrza na standardowej wysokości 2 m nad poziomem gruntu określono średnie miesięczne i wartości ekstremalne tego elementu meteorologicznego. W celu wyeliminowania krótkotrwałych fluktuacji dla określenia rocznych zmian wartości temperatury powietrza wykorzystano metodę średnich konsekwentnych 5-letnich.

Opierając się na pomiarach opadów atmosferycznych, określono ich średnie wieloletnie sumy w poszczególnych miesiącach i liczbę dni z opadem o wielkości: >0,1 mm; >1,0 mm; >10,0 mm.

Zmienność wartości wybranych elementów meteorologicznych i charakterystyk klimatycznych w skali czasowej przedstawiono, wykorzystując najczęściej stosowane charakterystyki, takie jak: średnie miesięczne lub sumy wybranych elementów meteorologicznych, średnie liczby dni z określonym zjawiskiem czy wartości odchylenia standardowego.

8 Zob. *Tablice społeczne do użytku obserwatorów stacji aktynometrycznych*, Warszawa 1976.

Ponadto w pracy przedstawiono wartości wybranych wskaźników bioklimatycznych, na podstawie których oceniono bodźcowość i uciążliwość warunków pogodowych panujących w Zamościu i jego okolicach.

Oceny odczuć i obciążeń cieplnych dokonano, obliczając⁹:

1) temperaturę ekwiwalentną:

$$T_e = t + 1,5 \cdot e$$

gdzie: t – temperatura powietrza,

e – prężność pary wodnej.

2) temperaturę efektywną:

$$TE = t - 0,4 \cdot (t - 10,0) \cdot (1 - 0,01 \cdot f) \quad \text{gdy } v \leq 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

oraz

$$TE = 37 - \frac{37 - t}{0,68 - 0,0014 \cdot f + \frac{1,0}{1,76 + 1,40 \cdot v^{0,75}}} - 0,29 \cdot t \cdot (1 - 0,01 \cdot f)$$

$$\text{gdy } v \leq 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

gdzie: t – temperatura powietrza,

f – wilgotność względna w %,

v – prędkość wiatru w $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

3) wielkość ochładzającą powietrza:

$$H = 41,868 \cdot [(36,5 - t) \cdot (0,20 + 0,40 \cdot v^{0,5})] \quad \text{gdy } v \leq 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

lub

$$H = 41,868 \cdot [(36,5 - t) \cdot (0,13 + 0,47 \cdot v^{0,5})] \quad \text{gdy } v \leq 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

gdzie: t – temperatura powietrza,

v – prędkość wiatru.

4. Wyniki badań

Do grupy czynników meteorologicznych, które w największym stopniu wpływają na zdrowie i samopoczucie człowieka, należą ściśle ze sobą powiązane czynniki charakteryzujące wielkość insolacji, tj. promieniowanie słoneczne, usłonecznienie oraz zachmurzenie nieba.

⁹ C. Koźmiński, B. Michalska, *Wybrane metody opracowań bioklimatu dla potrzeb rekreacji i turystyki. Ćwiczenia z bioklimatologii*, Szczecin 2011, s. 48-60.

W Zamościu wielkość natężenia promieniowania słonecznego jest zmienna i ściśle uzależniona od długości dnia. Największe wartości tego elementu są notowane w miesiącach letnich, gdy dni są najdłuższe, a najmniejsze zimą. Jako przykład w pracy podano średnie miesięczne wartości natężenia promieniowania z godz. 12 UTC w 2010 roku (tabela 1 na s. 348).

Ilość docierającej do powierzchni ziemi energii jest uzależniona nie tylko od długości dnia, lecz także od czasu bezpośredniej operacji słonecznej, czyli usłonecznienia. Suma rocznego usłonecznienia w Zamościu wynosi 1591 godzin, co oznacza, że średnio każdego dnia możemy liczyć na ponad 4 godziny ze słońcem. Najmniejsze sumy miesięczne usłonecznienia występują w grudniu – 36 godzin, a największe w lipcu – 225 godzin. Przeciętnie każdego dnia w grudniu przypada 1,2 godziny ze słońcem. W lipcu czas operacji słonecznej wzrasta do 7,3 godziny. Uwzględniając długość dnia w poszczególnych miesiącach, można stwierdzić, że najmniejsze prawdopodobieństwo bezpośredniej operacji słonecznej (14,3%) występuje w grudniu, a największe (47,1%) w sierpniu. Podobne wartości usłonecznienia rzeczywistego i względnego dla tego terenu podają Czesław Koźmiński i Bożena Michalska¹⁰.

Te wymierne wartości określające ilość i czas dopływu promieniowania słonecznego przekładają się bezpośrednio na odczucia osób chcących aktywnie uczestniczyć w różnych formach turystyki aktywnej oraz rekreacji na wolnym powietrzu. Warunki te określa również zachmurzenie nieba.

Zachmurzenie jest jednym z elementów meteorologicznych, który istotnie wpływa na stan psychofizyczny człowieka. Dni z zachmurzeniem całkowitym, a szczególnie długotrwałe okresy pogody z dużym zachmurzeniem oddziałują niekorzystnie na układ hormonalny i aktywność biologiczną organizmu, zmniejszają odporność, powodują zaburzenia snu i uczucie zmęczenia¹¹.

W Zamościu średnie roczne zachmurzenie, mierzone w oktanach (tabela 1), wynosi 5,7 (63%), podczas gdy średnie wieloletnie wartości tego elementu na terenie naszego kraju zmieniają się w zakresie od 60% do 70%¹². Najmniejsze wartości zachmurzenia występują w okresie od czerwca do września, z minimum w sierpniu 4,4, a największe w okresie jesienno-zimowym od listopada do lutego, z maksimum w listopadzie i grudniu wynoszącym 7,0.

Średnio w roku w Zamościu występuje 56 dni pogodnych i 116 pochmurnych. Najwięcej dni pogodnych (8) i najmniej pochmurnych (3,9) odnotowuje się w sierpniu.

Osoby, których organizm w niewielkim stopniu może korzystać z promieniowania słonecznego, co w Zamościu ma miejsce w okresie od listopada do stycznia (niecałe

10 Tamże.

11 M. Kuchcik, K. Błażejczyk, J. Szmyd i in., *Potencjał leczniczy klimatu Polski*, Warszawa 2013.

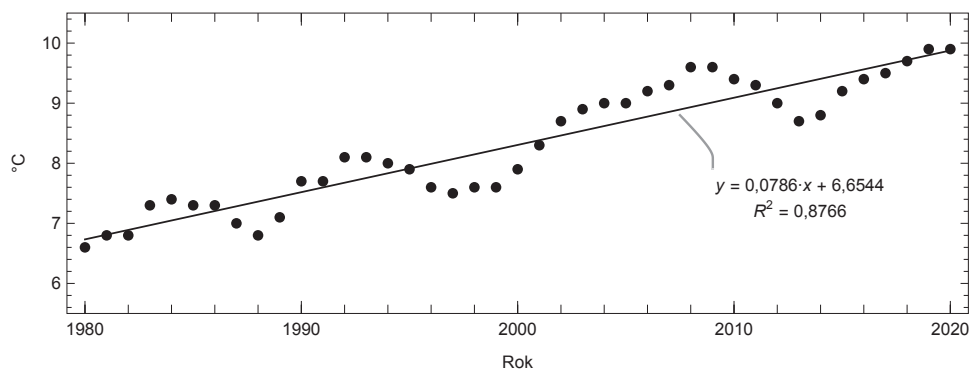
12 A. Schmuck, *Zarys klimatologii Polski*, Warszawa 1959.

2 godziny), mogą mieć objawy tzw. głodu słonecznego, który uwidacznia się m.in. białością skóry, zaburzeniami snu, nadmierną pobudliwością lub apatią, obniżeniem sprawności fizycznej i umysłowej oraz zmniejszeniem odporności organizmu na działanie drobnoustrojów chorobotwórczych¹³. Z kolei zbyt długa ekspozycja ciała na promieniowanie słoneczne jest niebezpieczna, ponieważ może prowadzić do poparzenia skóry i wystąpienia niebezpiecznych dla życia chorób nowotworowych skóry. W Zamościu takie warunki panują od maja do sierpnia, kiedy średnio w ciągu dnia notuje się około 7 godzin ze słońcem.

Do zespołu fizycznych bodźców atmosferycznych oddziałujących na organizm człowieka należą temperatura i wilgotność powietrza. W zależności od ich intensywności mogą mieć one działanie zarówno hartujące, jak i obciążające organizm ludzki. Te dwa elementy meteorologiczne wraz z promieniowaniem słonecznym i prędkością wiatru kształtują odczuwalne warunki termiczne.

W analizowanym okresie średnia roczna temperatura powietrza w Zamościu wynosiła 8,3°C. Najcieplejszym miesiącem był lipiec ze średnią miesięczną temperaturą 19,0°C. Średnia maksymalna temperatura w lipcu wynosiła 23,6°C, a minimalna 12,6°C. Z kolei najzimniej było w styczniu – średnia wieloletnia temperatura powietrza w tym miesiącu wynosiła –2,6°C (tabela 2 na s. 348).

W okresie od 1976 do 2020 roku obserwowano stały wzrost średniej rocznej temperatury powietrza, który przedstawiono na wykresie przebiegu średniej 5-letniej wartości tego elementu opisany równaniem: $y = 0,0786 \cdot x + 6,6544$, w którym x to kolejny rok obserwacji (il. 1). Na przestrzeni 45 lat średnia temperatura w Zamościu wzrosła o ponad 3,0°C.



Il. 1. Roczne średnie 5-letnie wartości temperatury powietrza w Zamościu w latach 1980-2020.

Źródło: obliczenia własne.

13 *Index UV a człowiek*, oprac. wersji pol. Z. Lityńska, B. Łapeta, H. Wolska, Warszawa 2001; A. Martynuska, M. Baranowska, *O wpływie promieniowania UV na człowieka*, „Gazeta Obserwatora IMGW”, 1996, nr 5, s. 3.

Tabela 1. Wielkości charakteryzujące zachmurzenie i aktywność słoneczną w Zamościu

Elementy meteorologiczne i charakterystyki klimatyczne	Miesiące												Rok *
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Średnie miesięczne natężenie promieniowania słonecznego z godzin 12 UTC w 2010 roku [W/m^2]	115	279	461	592	647	697	699	586	414	259	152	99	-
Zachmurzenie (0-8)	6,6	6,8	5,8	5,4	5,4	4,9	4,8	4,4	4,6	5,4	7,0	7,0	5,7
%	73	75	64	60	60	54	53	49	51	60	78	78	63
Liczba dni pogodnych	3,1	22,4	4,7	4,9	3,8	5,4	6,1	8,0	7,5	5,4	2,4	2,5	56,2
Liczba dni pochmurnych	15,11	13,8	10,7	7,9	7,1	5,7	5,2	3,9	5,7	8,8	16,1	16,7	116,7
Miesięczna suma usłonecznienia rzeczywistego (h)	53,9	70,5	109,3	151,9	216,8	208,4	225,4	211,7	138,9	113,1	55,3	36,0	1591,1
Średnie usłonecznienie dzienne (h)	1,7	2,5	3,5	5,1	7,0	6,9	7,3	6,9	4,6	3,6	1,8	1,2	4,4
Usłonecznienie względne w %	20,3	24,1	29,7	36,7	45,2	42,4	45,5	47,1	36,6	33,9	20,4	14,3	35,4

* Suma lub średnia.

Źródło: obliczenia własne.

Tabela 2. Temperatura powietrza w Zamościu

Temperatura	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Średnia miesięczna	-2,6	-1,7	2,5	8,5	14,0	17,4	19,0	18,1	13,4	8,5	3,4	-0,6	8,3
Odchylenie standardowe	3,4	3,7	2,6	4,9	1,8	1,9	2,0	1,8	1,7	1,7	2,5	2,5	1,3
Maksymalna	-0,2	1,4	5,9	13,4	19,3	21,6	23,6	23,3	18,0	13,0	5,8	1,2	12,3
Minimalna	-5,5	-4,6	-1,5	2,9	7,7	10,9	12,6	11,8	8,5	4,4	0,4	-3,0	3,7
Amplituda	5,5	6,0	7,4	10,5	11,6	10,7	11,0	11,5	9,5	8,6	5,4	4,2	8,6

Źródło: obliczenia własne.

Według Magdaleny Kuchcik i in. warunki termoneutralne o temperaturze zmieniającej się w zakresie 18-23°C nie wpływają na gospodarkę cieplną człowieka¹⁴. Dopiero skrajnie gorące lub zimne warunki termiczne utrzymujące się w dłuższym okresie mogą wywołać istotne zmiany w organizmie człowieka, doprowadzając do nasilenia objawów chorobowych, a w skrajnych przypadkach prowadzić do zgonu wskutek zaostrzenia istniejących chorób lub z powodu udaru cieplnego czy zamarznięcia¹⁵.

Z obserwacji prowadzonych w Zamościu wynika, że średnie miesięczne maksymalne wartości temperatury powietrza pozwalające wyznaczyć dni zimne ($0,1^{\circ}\text{C} > t_{\text{max}} > 10,0^{\circ}\text{C}$) występują w okresie od listopada do marca, a dni mroźne w styczniu ($0,0^{\circ}\text{C} > t_{\text{max}} > -10^{\circ}\text{C}$). Okres od maja do sierpnia to czas, w którym średnie maksymalne wartości temperatury powietrza w Zamościu przekraczają 18,0°C, a w lipcu i w sierpniu są wyższe od 23,0°C. Według C. Koźmińskiego i B. Michalskiej są to dni ciepłe, a w lipcu i w sierpniu gorące¹⁶.

Silnym bodźcem obciążającym organizm człowieka jest zmiana temperatury powietrza z dnia na dzień lub różnice wartości temperatury w ciągu doby. Największe średnie miesięczne wartości amplitudy temperatury powietrza występują w półroczu ciepłym od kwietnia do września: od 11,6°C w maju do 9,5°C we wrześniu, a najmniejsze w grudniu 4,2°C (tabela 2).

Z temperaturą powietrza ściśle powiązana jest wilgotność. W okresie późno-jesienim i zimowym w Zamościu wilgotność względna przekracza 85%, a od kwietnia do sierpnia jest poniżej 80%. Najwięcej pary wodnej w powietrzu określonej ciśnieniem, jakie wywiera para wodna zawarta w powietrzu, notuje się latem od czerwca do sierpnia. W tym okresie prężność pary wodnej (e) wynosi od 14,1 hPa w czerwcu do 15,4 hPa w lipcu (tabela 3 na s. 350).

Temperatura i wilgotność powietrza wpływają na pojawianie się i występowanie zjawisk atmosferycznych, które istotnie oddziałują na organizm człowieka, decydują o komforcie wypoczynku, o warunkach rekreacji czy możliwościach odnowy sił fizycznych i psychicznych. Do zjawisk tych należy zaliczyć występowanie opadów atmosferycznych, burz, rosy i mgły.

14 M. Kuchcik, K. Błażejczyk, J. Szmyd i in., *Potencjał leczniczy klimatu Polski*.

15 Wahania temperatury w zakresie 18-23°C (tzw. warunki termoneutralne) nie wpływają znacząco na zmiany temperatury wewnętrznej człowieka, która wynosi około 37°C. Poza tym zakresem nawet krótkotrwałe zmiany temperatury mogą powodować zaburzenia gospodarki cieplnej organizmu. M. Kuchcik, K. Błażejczyk, J. Szmyd i in., *Potencjał leczniczy klimatu Polski*, s. 49.

16 „W bioklimatologii uznaje się średnią dobową temperaturę powietrza w przedziale (18,1-23,0°C) za komfortową; wówczas zostaje zachowana równowaga bilansu cieplnego organizmu człowieka [...] przedział temperatury (18,1-23,0°C) wyróżniono na podstawie maksymalnej temperatury powietrza, określając te dni jako ciepłe” (C. Koźmiński, B. Michalska, *Zmienność liczby dni zimnych, chłodnych, ciepłych, gorących i upalnych w Polsce w okresie kwiecień-wrzesień*, „Przegląd Geograficzny”, 83 (2011), z. 1, s. 93).

Tabela 3. Średnia prężność pary wodnej w powietrzu i wilgotność względna w Zamościu

Temperatura	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Prężność pary wodnej (e)	4,0	4,6	5,4	8,0	11,3	14,1	15,4	14,9	12,1	9,1	6,8	4,9	9,2
Wilgotność względna (f)	86	85	80	75	75	76	77	78	80	83	87	87	81

Źródło: obliczenia własne.

Tabela 4. Opady atmosferyczne w Zamościu

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Suma opadów	23,5	24,1	30,3	41,5	65,0	75,5	82,8	58,7	55,2	43,7	32,5	29,0	561,9
Suma 1982	18,4	22,8	5,3	36,9	42,1	35,9	16,0	22,4	14,5	22,1	10,6	54,0	301,0
Suma 1996	50,0	76,0	15,0	19,0	123,0	17,0	120,0	182,0	94,0	39,0	67,0	44,0	846,0
liczba dni z opadem > 0,1 mm	15,5	14,6	12,3	11,5	14,6	12,7	14,2	11,7	11,4	11,4	16,1	16,6	162,6
liczba dni z opadem > 1,0 mm	7,4	7,6	7,0	7,2	10,0	9,5	10,2	8,1	7,2	7,6	8,2	8,6	98,6
liczba dni z opadem > 10,0 mm	0,1	0,3	0,3	0,7	2,0	2,4	2,8	2,6	1,8	1,1	0,6	0,2	14,9

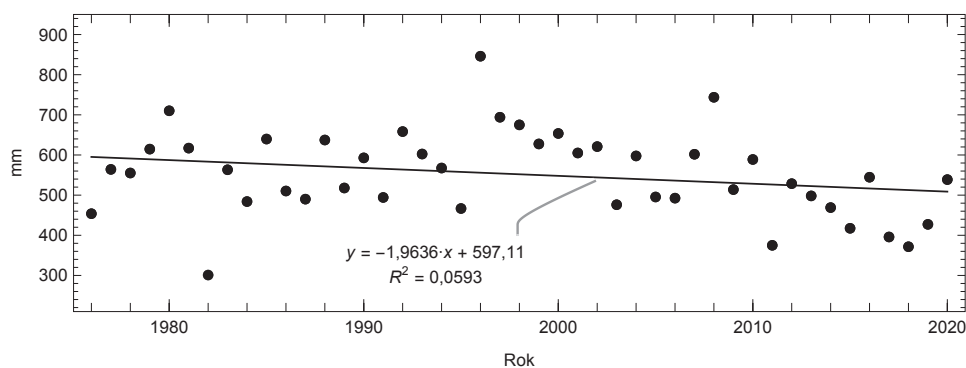
Źródło: obliczenia własne.

Elementem, który poważnie ogranicza możliwości rekreacji oraz wypoczynku na wolnym powietrzu, są opady atmosferyczne¹⁷. Średnia wieloletnia suma opadów atmosferycznych w Zamościu wynosiła blisko 562 mm. W latach 1976-2020 największe sumy opadów notowano w 1996 roku – 846 mm. Najmniej opadów notowano w 1982 roku, było to tylko 301 mm (tabela 4). Zazwyczaj najwięcej opadów występuje w cieplej połowie roku w miesiącach od maja do września (ponad 50 mm w każdym z tych miesięcy), a najmniej od października do marca. Przeciętnie w każdym miesiącu występuje od 11 dni z opadem powyżej 1 mm (kwiecień, sierpień, wrzesień, październik) do ponad 16 dni w listopadzie i w grudniu. Jak podaje M. Kuchcik i in. zgodnie z normami stosowanymi w bioklimatologii na terenach uzdrowiskowych i wypoczynkowych nie powinno być więcej niż 183 dni z opadem w ciągu roku¹⁸. W Zamościu przeciętnie w roku występuje 162 dni z opadem.

Na przestrzeni ostatnich 45 lat, szczególnie w ostatniej dekadzie, w Zamościu obserwuje się coraz mniejsze wartości rocznych sum opadów atmosferycznych. W przeciwieństwie do temperatury powietrza te zmiany są nieistotne statystycznie $R^2 = 0,0593$ (il. 2).

W okresie zimowym istotną rolę w rekreacji, z uwagi na różne formy aktywności ruchowej, poza temperaturą powietrza, odgrywają opady śniegu, od których zależy czas zalegania i grubość pokrywy śnieżnej.

Z obserwacji prowadzonych przez ponad 40 lat wynika, że po raz pierwszy jesienią pokrywa śnieżna w Zamościu i jego okolicach może pojawić się już w październiku, a jej zanik może nastąpić późną wiosną, w kwietniu (tabela 5 na s. 352). Charakterystyczne



Il. 2. Roczne sumy opadów atmosferycznych w Zamościu w latach 1976-2020.

Źródło: obliczenia własne.

17 Opady atmosferyczne wyraźnie ograniczają możliwości leczenia klimatycznego, wypoczynku i uprawiania turystyki. Są też jednym z najbardziej zmiennych elementów klimatu zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. M. Kuchcik, K. Błażejczyk, J. Wyrzykowski i in., *Potencjał leczniczy klimatu Polski*, s. 97.

18 Tamże.

Tabela 5. Średnia liczba dni ze zjawiskami w Zamościu

Zjawisko	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Liczba dni z pokrywą śnieżną	24,9	19,4	13,1	1,0	-	-	-	-	-	0,1	4,0	15,3	77,8
Liczba dni z burzą	-	0,0	0,2	1,5	5,2	6,7	7,5	5,4	1,8	0,1	0,0	0,0	28,4
Liczba dni z mgłą	3,6	3,6	2,4	2,2	2,0	2,0	1,6	2,4	4,0	6,0	4,5	4,5	38,8
Liczba dni z rosą	-	0,5	3,1	10,5	16,0	22,3	21,2	25,7	22,6	14,7	4,7	1,3	142,7

Źródło: obliczenia własne.

Tabela 6. Wartości wybranych wskaźników biometeorologicznych w Zamościu

Wskaźniki biometeorologiczne	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Temperatura ekwiwalentna (<i>Te</i>)	3,4	5,2	10,6	20,5	31,0	38,6	42,1	40,5	31,6	22,2	13,6	6,8	22,1
Temperatura efektywna (<i>TE</i>)	-1,9	-1,0	3,1	8,7	13,6	16,7	18,2	17,4	13,1	8,6	3,7	-0,1	8,4
Wielkość ochładzająca powietrza (<i>H</i>)	1712,6	1653,8	1472,0	1138,0	863,3	698,2	628,7	649,3	872,6	1106,7	1416,0	1567,7	-

Źródło: obliczenia własne.

dla klimatu Polski i tego regionu jest częste przeplatanie się okresów mroźnych z okresami odwilży. W ostatnich dwóch dekadach bieżącego wieku obserwuje się stosunkowo cieplejsze, łagodniejsze z mniejszą sumą opadów śniegu zimy, aniżeli miało to miejsce w ubiegłym wieku.

Wśród zjawisk, którym towarzyszą opady, są burze oddziałujące na organizm człowieka poprzez zmiany pola elektrycznego w czasie wyładowań i mogą być przyczyną różnych dolegliwości meteorotropowych¹⁹. Koncentracja jonów dodatnich przed nadejściem burzy powoduje podrażnienie błon śluzowych, wpływa niekorzystnie na układ krążenia i układ nerwowy człowieka, a także wywołuje uczucie zmęczenia. Ujemna jonizacja powietrza po burzy sprzyja dobremu samopoczuciu człowieka wzmacnia jego sprawność psychiczną i fizyczną.

W Zamościu przeciętnie w roku notuje się 28 dni z burzą. Najczęściej dni z burzą występują w okresie letnim od maja do sierpnia – ponad 5 dni w każdym z tych miesięcy, chociaż niewykluczone jest wystąpienie burzy także w innych porach roku, w tym również w miesiącach zimowych (tabela 5).

Spśród zjawisk atmosferycznych niekorzystne oddziaływanie na organizm człowieka wywierają mgły. Sprzyjają one utrzymywaniu się zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w powietrzu, ograniczają dopływ promieniowania słonecznego oraz zmniejszają widzialność. Wysoka wilgotność powietrza podczas mgły wzmacnia, w zależności od aktualnej temperatury powietrza, odczucie chłodu lub ciepła, powoduje zakłócenia w procesie oddawania ciepła z organizmu człowieka. W efekcie występowanie mgły może powodować pogorszenie samopoczucia człowieka i sprzyjać rozprzestrzenianiu się wielu chorób. Najwięcej dni mglistych w Zamościu oraz jego okolicach występuje jesienią. Do miesięcy o szczególnie dużym zamgleniu należą wrzesień, październik, listopad i grudzień (tabela 5).

Średnio w roku w Zamościu notuje się 142 dni z rosą. Zjawisko to jest obserwowane najczęściej w godzinach rannych lub wieczorem w miesiącach od czerwca do września (tabela 5).

Na organizm ludzki najczęściej oddziałuje zespół różnorodnych czynników. Wpływ warunków meteorologicznych najlepiej opisują tzw. zespołowe wskaźniki biometeorologiczne. Jednym z nich jest temperatura ekwiwalentna rozumiana jako temperatura, którą przyjęłoby powietrze, gdyby para wodna w nim zawarta uległa kondensacji, a wydzielone w ten sposób ciepło parowania zostało całkowicie zużytkowane na ogrzanie powietrza suchego. Średnia wieloletnia wartość temperatury ekwiwalentnej w Zamościu wynosi 22,1°C (tabela 6). Oceny odczucia cieplnego ludzi dokonuje się według skali

19 Tamże, s. 97-117.

opracowanej przez Leistnera²⁰. Według tej skali latem w Zamościu występują warunki komfortowe: temperatura ekwiwalentna zawiera się w przedziale od 32,1°C do 44,0°C, a od listopada do marca jest zimno $T_e < 18,0^\circ\text{C}$.

Z kolei N.Z. Michajłow zaproponował skalę subiektywnych odczuć ciepłych ludzi, opierając się na wartościach temperatury efektywnej²¹. Według tej skali wartości TE , które mieszczą się w przedziale od 17,0°C do 22,9°C, odpowiadają warunkom uważanym za komfortowe dla osób wykonujących lekką pracę. W Zamościu takie warunki panują w lipcu i w sierpniu (tabela 6 na s. 352). W miesiącach zimowych w mieście TE przyjmuje wartości ujemne, co oznacza, że w tym okresie jest bardzo zimno, natomiast wartości TE w przedziale od 9,0° do 16,9°C (kwiecień, maj, wrzesień) wyznaczają odczucie ciepłe określane jako „chłodno”.

Ocenę odczuć ciepłych osób, które są ubrane odpowiednio do panujących warunków pogodowych i znajdują się w ruchu, określa wskaźnik wielkości ochładzającej powietrza (H), określanej za pomocą katatermometru lub obliczanej za pomocą równania Hilla i in.²² Do oceny tych odczuć stosowana jest skala Petroviča i Kacvinsky'ego, według której wartości H zawierające się w przedziale od 420 Wm^2 do 840 Wm^2 odpowiadają optymalnym warunkom termicznym, natomiast sytuacje pogodowe sprzyjające przegrzaniu lub przechłodzeniu organizmu cechują się wartościami wielkości ochładzania $H < 210 \text{Wm}^2$ (upalnie) oraz $H > 2100 \text{Wm}^2$ (nieznośnie zimno i wietrznie)²³.

Wartości wielkości ochładzającej powietrza wskazują, że w Zamościu w okresie letnim występują optymalne warunki termiczne określane jako przyjemnie chłodno, w kwietniu, maju i we wrześniu zaś według tej metody są to warunki chłodne (tabela 6).

Zakończenie

Na przestrzeni ostatnich 45 lat w Zamościu obserwuje się stały wzrost średniej rocznej temperatury powietrza i zmniejszające się wartości sum opadów atmosferycznych. Uzyskane wyniki pomiarów poszczególnych elementów meteorologicznych i charakterystyk klimatycznych wskazują, że w Zamościu w okresie letnim występują korzystne warunki sprzyjające różnym formom aktywności na wolnym powietrzu. Szczególnie korzystne dla

20 C. Koźmiński, B. Michalska, *Wybrane metody opracowań bioklimatu*, s. 47-93.

21 E.M. Bajbakowa, G.A. Nevarev, L.A. Cubukov, *Metodika analiza klimata kurortov i meteorologičeskich uslovij klimatoterapii*, in: *Očerki po klimatologii kurortov*, Moskva 1963, s. 5-42.

22 L. Hill, O.W. Griffith, M. Flack, *The Measurement of the Rate of Heat-Loss at Body Temperature by Convection Radiation and Evaporation*, „Philosophical Transactions of the Royal Society of London”, series B: *Containing Papers of a Biological Character*, 207 (1916), s. 183-220.

23 C. Koźmiński, B. Michalska, *Wybrane metody opracowań bioklimatu*, s. 59.

rekreacji i wypoczynku są warunki atmosferyczne panujące w lipcu i w sierpniu. W tych miesiącach z powodzeniem można korzystać także z helioterapii, uważając jednak, by nie narazić skóry na poparzenia.

Biorąc pod uwagę wskaźniki, które charakteryzują warunki bioklimatyczne poprzez ich zbiorowy wpływ na organizm człowieka, należy stwierdzić, że optymalne warunki do wypoczynku i rekreacji, odnowy sił fizycznych i psychicznych panują w okresie tzw. letniego korzystania z walorów wypoczynkowych oraz krajobrazowych. W Zamościu i na Roztoczu takie warunki występują w okresie od kwietnia do września. W lipcu i w sierpniu na tym terenie warunki te określa się jako komfortowe.

W zimowym okresie korzystania z walorów wypoczynkowych oraz krajobrazowych (od listopada do marca) na terenie Zamościa zarówno wartości temperatury efektywnej, jak i ekwiwalentnej, wskazują, że jest zimno $T_e < 18,0^{\circ}\text{C}$. W miesiącach zimowych temperatura efektywna przyjmuje wartości ujemne, co oznacza że jest bardzo zimno, podobnie według wskaźnika określającego odczucia cieplne (skala Petrovica i Kacvinsky'ego) w styczniu jest bardzo zimno. Według skali Conrada od listopada do marca na tym terenie występują warunki silnie pobudzające, a w styczniu warunki sprzyjające przechłodzeniu.

Bibliografia

- Bajbakowa E.M., Nevarev G.A., Cubukov L.A., *Metodika analiza klimata kurortov i meteorologičeskich uslovij klimatoterapii*, in: *Očerki po klimatologii kurortov*, Moskwa 1963, s. 5-42.
- Bioklimat uzdrowisk polskich*, red. J. Jankowiak, W. Parczewski, Warszawa 1978.
- Błażejczyk K., Kunert A., *Biometeorologiczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*, wyd. 2 popr. i uzupełn., Warszawa 2011.
- Dwie księgi Hipokratesa. O powietrzu, wodach i okolicach*, tłum. i oprac. H. Łuczkiwicz, Warszawa 1890.
- Hill L., Griffith O.W., Flack M., *The Measurement of the Rate of Heat-Loss at Body Temperature by Convection Radiation and Evaporation*, „Philosophical Transactions of the Royal Society of London”, series B: *Containing Papers of a Biological Character*, 207 (1916), s. 183-220.
- Index UV a człowiek*, oprac. wersji pol. Z. Lityńska, B. Łapeta, H. Wolska, Warszawa 2001.
- Koźmiński C., Michalska B., *Ustłonecznienie w Polsce = Sunshine in Poland*, tłum. A. Kałuszyński, Szczecin 2005.
- Koźmiński C., Michalska B., *Wybrane metody opracowań bioklimatu dla potrzeb rekreacji i turystyki. Ćwiczenia z bioklimatologii*, Szczecin 2011.
- Koźmiński C., Michalska B., *Zmienność liczby dni zimnych, chłodnych, ciepłych, gorących i upalnych w Polsce w okresie kwiecień–wrzesień*, „Przegląd Geograficzny”, 83 (2011), z. 1, s. 91-107.
- Krzyszowska-Kostrowicka A., *Geoekologia turystyki i wypoczynku*, Warszawa 1997.
- Kuchcik M., Błażejczyk K., Szmyd J. i in., *Potencjał leczniczy klimatu Polski*, Warszawa 2013.
- Lijewski T., Mikułowski B., Wyrzykowski J., *Geografia turystyki Polski*, Warszawa 1998.

Martynuska A., Baranowska M., *O wpływie promieniowania UV na człowieka*, „Gazeta Obserwatora IMGW”, 1996, nr 5, s. 3.

Samborski A.S., *Bioklimatyczne warunki Zamojszczyzny*, „Acta Agrophysica”, 6 (2005), nr 2, s. 529-535.

Schmuck A., *Zarys klimatologii Polski*, Warszawa 1959.

Tablice słoneczne do użytku obserwatorów stacji aktynometrycznych, Warszawa 1976.

Turystyka zdrowotna, uzdrowiskowa i uwarunkowania bioklimatyczne, red. C. Koźmiński, wyd. 2 poszerz., Szczecin 2016.