

PRACE GEOGRAFICZNE

zeszyt 164, 2021, 9–25

doi: 10.4467/20833113PG.21.005.13430

Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ

Komisja Geograficzna, Polska Akademia Umiejętności

Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego

WARUNKI BIOMETEOROLOGICZNE KŁODZKA I ICH WPŁYW NA KLIMATOTERAPIĘ I TURYSTYKĘ

Bartłomiej Miszuk

Biometeorological conditions of Kłodzko and their influence on climatotherapy and tourism

Abstract: The region of Kłodzko belongs to the most important tourist areas in the Lower Silesia. It is also a very important region in the context of health resorts. Because of significant impact of weather conditions on both tourism and health issues, a crucial aspect is to evaluate the influence of weather on human organism and various forms of climatotherapy, tourism and recreation. The goal of the paper was to evaluate the biometeorological conditions of Kłodzko, considering its bio-thermal conditions as well as the usefulness of weather for climatotherapy, tourism and recreation. The basis for the analysis was meteorological data for 1971–2015 from the IMGW-PIB station in Kłodzko. The evaluation of biometeorological conditions included the bio-thermal index of UTCI and the weather suitability index for tourism and recreation (WSI). The WSI is calculated on the basis of the MENEX model which enables an assessment of the human heat balance. The climate tourism information scheme (CTIS) was also considered. It enables an evaluation of recreational potential with a consideration of bio-thermal conditions and the impact of particular meteorological variables. Based on the mentioned methods, a structure of heat stress categories and the annual course of usefulness of weather for climatotherapy, tourism and recreation were presented. The results of the research showed that weather conditions related to no thermal stress prevail on an annual scale. As for the context of the impact of weather on tourism issues, the best conditions are observed in the warm season, especially in the spring and autumn period. The results of the study can be a source of information for tourists and bathers visiting the region. They can also be a basis for increasing the knowledge on biometeorological conditions of the Sudetes.

Keywords: bioclimate, Kłodzko, tourism, UTCI, WSI, CTIS.

Zarys treści: Okolice Kłodzka należą do najpopularniejszych obszarów turystycznych Dolnego Śląska. Jednocześnie jest to bardzo ważny obszar dla lecznictwa sanatoryjnego. Z uwagi na istotny wpływ warunków pogodowych na zdrowie i samopoczucie człowieka, ważne jest określenie stopnia oddziaływania pogody na rozwój turystyki. Celem pracy była ocena klimatu odczuwalnego Kłodzka, z uwzględnieniem warunków biotermicznych, a także użyteczności warunków pogodowych dla rozwoju klimatoterapii, turystyki i rekreacji. Podstawą analiz były dane meteorologiczne z okresu 1971–2015 ze stacji IMGW-PIB w Kłodzku. Uwzględniono zarówno dane dobowe oraz z terminu obserwacyjnego 12.00 UTC. W ocenie warunków biometeorologicznych Kłodzka wykorzystano wskaźnik biotermiczny UTCI oraz wskaźnik użyteczności warunków pogodowych dla turystyki i rekreacji (WSI), obliczanego na podstawie modelu MENEX, który określa bilans wymiany ciepła między człowiekiem a otoczeniem. Wykorzystany został również diagram informacji klimatyczno-turystycznej (CTIS), który umożliwia ocenę potencjału rekreacyjnego poprzez uwzględnienie warunków biotermicznych oraz wpływu poszczególnych elementów meteorologicznych na turystykę. W oparciu o wymienione metody badań przedstawiono strukturę występowania poszczególnych klas obciążeń cieplnych organizmu człowieka oraz przebieg roczny użyteczności pogody dla różnych form klimatoterapii, turystyki i rekreacji. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że w skali roku przeważają sytuacje pogodowe z brakiem obciążeń cieplnych. Natomiast w przypadku wpływu pogody na kwestie turystyczne najlepsze warunki są obserwowane głównie w półroczu ciepłym, zwłaszcza w okresie wiosny i jesieni. Wyniki badań mogą stanowić źródło informacji dla turystów i kuracjuszy odwiedzających region, jak również przyczynić się do poszerzenia wiedzy z zakresu warunków biometeorologicznych Sudetów.

Słowa kluczowe: bioklimat, Kłodzko, turystyka, UTCI, WSI, CTIS

Wstęp

Jedną z najistotniejszych cech obszarów górskich jest ich odmienność klimatyczna. Niższe, w porównaniu z nizinami, wartości temperatury powietrza, większa prędkość wiatru, wyższa i częściej występująca pokrywa śnieżna, a także inna struktura warunków wilgotnościowych i nefologicznych sprawiają, że warunki klimatyczne w górach, w zakresie oddziaływania na organizm człowieka, cechują się zwykle większą surowością niż w regionach nizinnych. Obszary górskie, będące również popularnymi miejscami turystycznymi, są odwiedzane przez znaczną liczbę osób, które w ten sposób narażone są na nie zawsze korzystne oddziaływanie różnego rodzaju elementów pogodowych. W związku z tym, istotnym problemem jest określenie zakresu kompleksowego oddziaływania pogody na organizm człowieka, ze szczególnym uwzględnieniem sytuacji niekorzystnych, a także ocena cech klimatu, które w znacznym stopniu oddziałują na turystykę.

Przykładem takiego regionu jest Ziemia Kłodzka. Jest ona jednym z najpopularniejszych regionów turystycznych Dolnego Śląska, a o jej dużym znaczeniu świadczy fakt, że powiat kłodzki odznacza się trzecią największą bazą noclegową na

Dolnym Śląsku (Analizy statystyczne, 2018). Atrakcyjność turystyczna omawianego regionu jest związana przede wszystkim z wędrówkami górskimi oraz narciarstwem zjazdowym i biegowym (głównie w Masywie Śnieżnika i Górach Bystrzyckich), a także atrakcjami natury historycznej (m.in. Twierdza Kłodzka). Ważnym obszarem turystycznym jest również Park Narodowy Gór Stołowych. Niezwykle istotne jest występowanie w omawianym regionie licznych uzdrowisk, do których zaliczyć można m.in.: Łądek-Zdrój, Polanica-Zdrój, Duszniki-Zdrój, Długopole-Zdrój i Kudowa-Zdrój. O dużym znaczeniu potencjalnego oddziaływania pogody na zdrowie kuracjuszy świadczą liczne publikacje poświęcone temu zagadnieniu (m.in. Jankowiak, Parczewski 1978; Kozłowska-Szczęśna i in. 1975, 2002; Błażejczyk 2000).

Pod względem klimatycznym, zgodnie z klasyfikacją klimatyczną Sudetów Schmucka (1969), Kłodzko położone jest w obrębie regionu kłodzkiego, zaś z punktu widzenia bioklimatycznego należy do regionu sudeckiego (Kozłowska-Szczęśna i in. 2002; Błażejczyk 2004). W niniejszej pracy, w analizie warunków biometeorologicznych wykorzystano wskaźniki ukierunkowane na określenie obciążeń cieplnych organizmu ludzkiego oraz ocenę pogodowego potencjału rekreacyjnego. Pierwszy z nich, UTCI (Uniwersalny Wskaźnik Obciążeń Ciepłych), jest jednym z najnowocześniejszych wskaźników biotermicznych stosowanym w biometeorologii, w dużym stopniu uwzględniającym aspekty fizjologiczne. Był on wielokrotnie wykorzystany w ocenie warunków biotermicznych w Europie (m.in. Nemeth 2011; Novak 2013; Matzarakis i in. 2014; Pecelj i in. 2017; di Napoli i in. 2018), w tym również w Polsce (m.in. Błażejczyk, Kunert 2010; Błażejczyk i in. 2013b, 2014; Nowosad i in. 2013; Dobek i Krzyżewska 2015; Półrolniczak i in. 2016; Tomczyk i Owczarek 2020) oraz na Dolnym Śląsku (Milewski 2013; Bryś i Ojrzyńska 2016; Miszuk i in. 2016). Z kolei wpływ warunków pogodowych na turystykę i rekreację jest oceniany przy pomocy jednego z najbardziej popularnych wskaźników – WSI (wskaźnik użyteczności pogody dla turystyki i rekreacji), który określa użyteczność pogody dla różnych form klimatoterapii, turystyki i rekreacji (Błażejczyk 2004). Wykorzystując ten wskaźnik, przeprowadzono ocenę pogodowego potencjału rekreacyjnego różnych regionów Polski (Błażejczyk, Matzarakis 2007; Miszuk 2008; Wereski 2012; Błażejczyk i in. 2013a; Pełech, 2013; Radzka i Dragańska 2015; Wereski i Demczuk 2015; Mąkosza 2016; Wereski i in. 2018). Użyteczność warunków pogodowych dla turystyki może być również określana przy pomocy diagramu informacji klimatyczno-turystycznej CTIS (Matzarakis 2007; Matzarakis i in. 2010), który, podobnie jak WSI, uwzględnia wpływ warunków pogodowych w zakresie oddziaływania odczuć/obciążeń cieplnych, a także niektórych elementów meteorologicznych. W oparciu o tę metodę dokonano oceny pogodowego potencjału rekreacyjnego m.in. Alp oraz południowych regionów Europy (Matzarakis 2007; Matzarakis i in. 2007; Ketterer, Matzarakis 2010; Matzarakis i in. 2010; Matzarakis i in. 2012; Brosy i in. 2014; Mihailă i in. 2019), a także Sudetów (Miszuk i in. 2012, 2016) i Pomorza (Owczarek, Chlost 2017).

Celem pracy było określenie cech klimatu odczuwalnego Kłodzka w zakresie kształtowania obciążeń cieplnych organizmu człowieka według wskaźnika UTCI oraz ocena pogodowego potencjału regionu z punktu widzenia klimatoterapii, turystyki i rekreacji przy pomocy wskaźnika WSI i diagramu informacji klimatyczno-turystycznej CTIS. Z uwagi na turystyczny i uzdrowiskowy charakter regionu wyniki badań mogą znaleźć zastosowanie m.in. w folderach turystycznych, a także stanowić źródło informacji na temat uciążliwości warunków pogodowych i optymalnych okresów dla różnych form klimatoterapii.

Metody badań

Charakterystykę warunków biometeorologicznych Kłodzka przeprowadzono w oparciu o dane meteorologiczne z lat 1971–2015 ze stacji IMGW-PIB w Kłodzku, położonej na zachodnich obrzeżach miasta, na wysokości 356 m n.p.m. Wykorzystane zostały dane z terminu obserwacyjnego 12.00 UTC w zakresie: temperatury powietrza, wilgotności względnej powietrza, prędkości wiatru i zachmurzenia. W obliczeniach wskaźników biometeorologicznych uwzględniono również dane dotyczące wysokości słońca nad horyzontem o godzinie 12.00 UTC w poszczególnych dniach roku. W ocenie potencjału rekreacyjnego wykorzystano także dane dobowe, obejmujące informacje na temat wartości temperatury maksymalnej i minimalnej powietrza, sum opadów atmosferycznych i wysokości pokrywy śnieżnej.

Ocena warunków biotermicznych Kłodzka została przeprowadzona przy pomocy wskaźnika UTCI, który oparty jest na tzw. modelach wielowęzłowych, zwłaszcza na modelu Fiali (Fiala i in. 2001). W zależności od wartości UTCI warunki biotermiczne klasyfikowane są w dziesięciu klasach obciążeń cieplnych (tab. 1). Szczegółowy opis UTCI i jego założeń został zamieszczony w pracach poświęconych temu wskaźnikowi (m.in. Błażejczyk i in. 2010, 2012, 2013b; Jendritzky i in. 2012). Obliczenia UTCI zostały przeprowadzone dla terminu obserwacyjnego 12.00 UTC, przy pomocy programu BioKlima2.6 (Błażejczyk, Błażejczyk 2010). Na podstawie uzyskanych wyników dokonano oceny zmian średnich rocznych wartości UTCI w latach 1971–2015, a także przeanalizowano strukturę występowania poszczególnych klas obciążeń cieplnych w ciągu roku.

W kontekście oceny pogody z punktu widzenia jej wykorzystania dla potrzeb klimatoterapii, turystyki i rekreacji, wykorzystano wskaźnik użyteczności warunków pogodowych do rozwoju turystyki i rekreacji WSI (*Weather Suitability Index*), obliczany za pomocą modelu MENEX, który obrazuje wielkość wymiany ciepła między człowiekiem a otoczeniem (Błażejczyk 2004, 2006; Błażejczyk, Kunert 2011). Wskaźnik ten uwzględnia zarówno oddziaływanie warunków biotermicznych, jak i znaczenie poszczególnych elementów meteorologicznych (amplitudy

Tab. 1. Skala obciążeń cieplnych w świetle UTCI (na podstawie: Błażejczyk i in. 2010)
 Table 1. Stress categories according to the UTCI (on the basis of: Błażejczyk et al. 2010)

| Obciążenie cieplne / Stress category | UTCI [°C] |
|---|------------|
| Nieznosny stres ciepła / Extreme heat stress | > 46 |
| Bardzo silny stres ciepła / Very strong heat stress | 38 do 46 |
| Silny stres ciepła / Strong heat stress | 32 do 38 |
| Umiarkowany stres ciepła / Moderate heat stress | 26 do 32 |
| Brak obciążeń cieplnych / No thermal stress | 9 do 26 |
| Łagodny stres zimna / Slight cold stress | 0 do 9 |
| Umiarkowany stres zimna / Moderate cold stress | -13 do 0 |
| Silny stres zimna / Strong cold stress | -27 do -13 |
| Bardzo silny stres zimna / Very strong cold stress | -40 do -27 |
| Nieznosny stres zimna / Extreme cold stress | < -40 |

dobowe temperatury powietrza, opad atmosferyczny, pokrywa śnieżna). Wykorzystując program BioKlima2.6, określono typy pogody, które stanowiły podstawę do przypisania każdemu dniu omawianego okresu wartości wskaźnika WSI w trójstopniowej skali: pogoda przydatna bez ograniczeń (WSI=3), pogoda przydatna z ograniczeniami (WSI=1) oraz pogoda nieprzydatna (WSI=0). Takie wartości zostały określone dla pięciu form aktywności: kąpieli słonecznych (helioterapii), kąpieli powietrznych (aeroterapii), łagodnych i intensywnych form rekreacji oraz rekreacji narciarskiej w zakresie narciarstwa biegowego. Następnie, dla każdego dnia w roku, obliczono średnie wartości wieloletnie wskaźnika (WSI_{avg}). Ponadto, obliczony został również sumaryczny wskaźnik (WSI_{tot}), który jest sumą wartości wskaźnika WSI dla wymienionych wyżej form aktywności. W tab. 2 przedstawiono kategorie użyteczności warunków pogodowych dla WSI_{avg} i WSI_{tot} .

Diagram informacji klimatyczno-turystycznej CTIS, opracowany przez Matzarakisa (Matzarakis 2007; Matzarakis i in. 2007, 2010), zakłada ocenę pogodowego potencjału rekreacyjnego poprzez pokazanie wpływu warunków biotermicznych w trzech klasach obciążeń/odczuć cieplnych (stres zimna, brak obciążeń cieplnych, stres gorąca), a także oddziaływanie poszczególnych elementów meteorologicznych: zachmurzenia (N), wilgotności względnej powietrza (U), ciśnienia pary wodnej (e), opadów atmosferycznych (R), prędkości wiatru (v) i pokrywy śnieżnej (HS). Kryteria uwzględnione w CTIS zostały przedstawione w tab. 3.

Jako kryterium warunków biotermicznych został wykorzystany wskaźnik UTCI, którego klasy obciążeń cieplnych podzielono na trzy grupy: stres zimna (obejmujący

Tab.2. Kategorie użyteczności warunków pogodowych dla klimatoterapii, turystyki i rekreacji w świetle WSI_{avg} i WSI_{tot}

Tab. 2. Categories of favourability of weather conditions for climatotherapy, tourism and recreation according to the WSI_{avg} and WSI_{tot}

| Użyteczność warunków pogodowych Favourability of weather conditions | WSI _{avg} | WSI _{tot} |
|--|--------------------|--------------------|
| Warunki niekorzystne / Unfavourable conditions | <0,5 | < 3,5 |
| Warunki umiarkowanie korzystne / Moderately favourable conditions | 0,5 – 1,2 | 3,5 – 5,0 |
| Warunki korzystne / Favourable conditions | 1,2 – 2 | 5,0 – 6,5 |
| Warunki bardzo korzystne / Very favourable conditions | >2 | 6–5 – 8,0 |
| Warunki wybitnie korzystne / Extremely favourable conditions | – | > 8,0 |

Źródło: Błażejczyk 2004.

Source: Błażejczyk 2004.

Tab. 3. Diagram informacji klimatyczno-turystycznej CTIS

Tab. 3. Climate tourism information scheme CTIS

| Czynnik Factor | Kryterium Criterion | Zakres Range |
|--|---|-------------------|
| Warunki biotermiczne Bio-thermal conditions | Komfort termiczny / Thermal comfort | 0°C < UTCI < 26°C |
| | Stres gorąca / Heat stress | UTCI > 26°C |
| | Stres zimna / Cold stress | UTCI < 0°C |
| Dni słoneczne / Sunny days | Zachmurzenie / Cloudiness | N < 5/8 |
| Dni z cechami mgły Days with fog features | Wilgotność względna powietrza / Relative humidity | U > 93% |
| Dni parne / Sultry days | Ciśnienie pary wodnej / Vapour pressure | e > 18 hPa |
| Dni suche / Dry days | Opad atmosferyczny / Precipitations | R ≤ 1 mm |
| Dni wilgotne / Wet days | Opad atmosferyczny / Precipitations | R > 5 mm |
| Dni wietrzne / Windy days | Prędkość wiatru / Wind speed | v > 8 m/s |
| Potencjał śnieżny / Snow potential | Pokrywa śnieżna / Snow cover | HS > 10 cm |

Źródło: Matzarakis i in. 2010 (zmodyfikowane).

Source: Matzarakis et al. 2010 (modified).

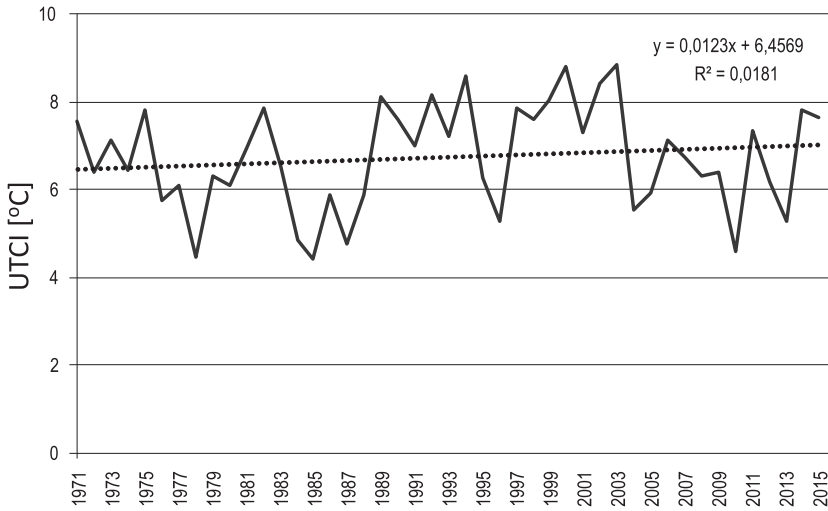
klasy od nieznośnego do umiarkowanego stresu zimna), komfort termiczny (łagodny stres zimna i brak obciążeń cieplnych) oraz stres gorąca (od umiarkowanego do nieznośnego stresu gorąca). Z kolei kryteria poszczególnych elementów meteorologicznych odpowiadały wartościom granicznym warunków sprzyjających lub uciążliwych dla organizmu człowieka. Wśród tych pierwszych wyróżnić można dni słoneczne, dni suche i potencjał śnieżny. Wyniki badań przeprowadzonych przy wykorzystaniu CTIS zostały przedstawione w postaci kalendarza atrakcyjności pogody dla turystyki i rekreacji, który został opracowany dla poszczególnych dekad przy pomocy programu CTIS.

Wyniki badań

Warunki biotermiczne w Kłodzku, określane przy pomocy wskaźnika UTCI, w omawianym okresie cechowały się najczęściej występowaniem pogody o charakterze termoneutralnym lub niewielkiego stresu zimna. Średnia roczna wartość UTCI wyniosła $6,7^{\circ}\text{C}$ i odpowiadała warunkom z klasy łagodnego stresu zimna. W latach 1971–2015 najniższą średnią roczną wartość stwierdzono w 1985 r. ($4,4^{\circ}\text{C}$), a najwyższą w 2003 r. ($8,9^{\circ}\text{C}$). W omawianym okresie przebieg średnich rocznych wartości UTCI wzrastał. Analiza regresji liniowej nie wykazała jednak istotności statystycznej na poziomie 0,05 (ryc. 2). W przypadku poszczególnych miesięcy trend rosnący, istotny statystycznie, został stwierdzony dla kwietnia i listopada. Wzrost średnich wartości UTCI w latach 1971–2015 wyniósł $1,0^{\circ}\text{C}$ na dekadę (kwiecień) oraz ponad $0,6^{\circ}\text{C}$ na dekadę (listopad).

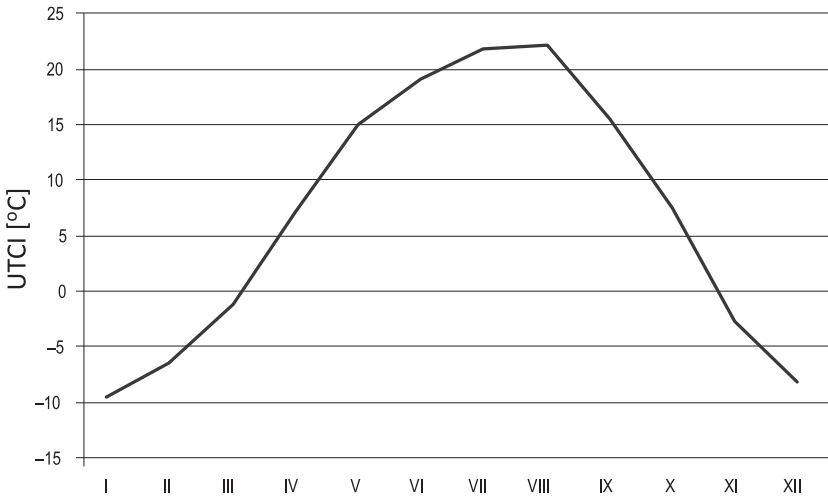
W przebiegu rocznym najwyższe średnie wartości omawianego wskaźnika obserwowane były w czerwcu, lipcu i sierpniu i wyniosły odpowiednio: $19,1^{\circ}\text{C}$, $21,8^{\circ}\text{C}$ i $22,1^{\circ}\text{C}$, co było równoznaczne z brakiem obciążeń cieplnych. W sezonie zimowym średnie wartości UTCI kształtowały się w zakresie od $-9,6^{\circ}\text{C}$ w styczniu do $-6,5^{\circ}\text{C}$ w lutym (ryc. 3). Tym samym odpowiadały one obciążeniom cieplnym z klasy umiarkowanego stresu zimna. Zakres średnich miesięcznych wartości w Kłodzku był porównywalny z notowanym dla Wrocławia i miejscowości nadmorskich (Bryś, Ojrzyńska 2016; Półrończak i in. 2016), a także dla większości regionów bioklimatycznych Polski (Kuchcik i in. 2013).

Zróżnicowanie wielkości wskaźnika UTCI w poszczególnych miesiącach znalazło odzwierciedlenie w strukturze obciążeń cieplnych organizmu człowieka (ryc. 4.). W skali roku w regionie Kłodzka najczęściej występowały sytuacje pogodowe odznaczające się brakiem obciążeń cieplnych, które były notowane podczas 38% dni. Niemal taki sam udział (39%) stwierdzono dla Lublina (Dobek i Krzyżewska 2015), zaś dla obszaru Pomorza kształtował się on w przedziale 35–42% (Półrończak i in. 2016). Pogoda odpowiadająca łagodnemu i umiarkowanemu natężeniu stresu zimna



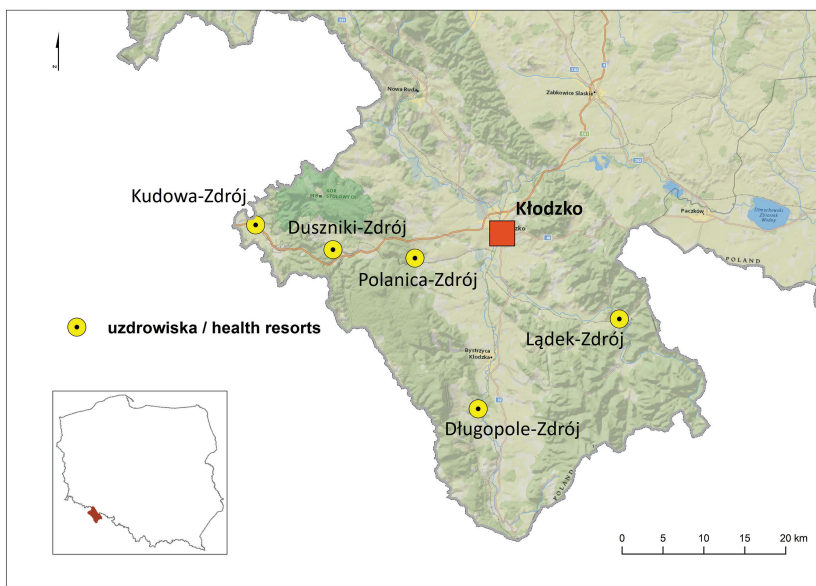
Ryc. 2. Przebieg średnich rocznych wartości UTCI w Kłodzku dla terminu obserwacyjnego 12.00 UTC w latach 1971–2015

Fig. 2. Mean annual values of the UTCI in Kłodzko for 12.00 UTC in 1971–2015

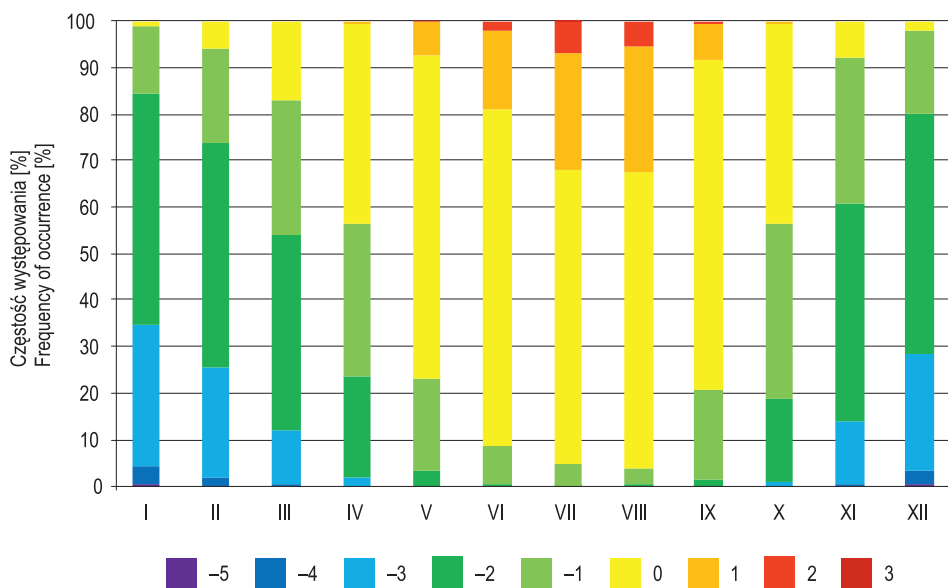


Ryc. 3. Przebieg średnich miesięcznych wartości UTCI w Kłodzku dla terminu obserwacyjnego 12.00 UTC, na podstawie danych z lat 1971–2015

Fig. 3. Mean monthly values of the UTCI in Kłodzko for 12.00 UTC, on the basis of 1971–2015 data



Ryc. 1. Położenie Kłodzka oraz ośrodków uzdrowiskowych na terenie powiatu kłodzkiego
 Fig. 1. Location of Kłodzko and health resorts in Kłodzko poviat



Ryc. 4. Przebieg roczny struktury obciążeń cieplnych w świetle UTCI w Kłodzku dla lat 1971–2015 w zakresie: nieznosnego stresu zimna (–5), bardzo silnego stresu zimna (–4), silnego stresu zimna (–3), umiarkowanego stresu zimna (–2), łagodnego stresu zimna (–1), braku obciążeń termicznych (0), umiarkowanego stresu ciepła (1), silnego stresu ciepła (2), bardzo silnego stresu ciepła (3)

Fig. 4. Annual structure of thermal stress according to the UTCI in Kłodzko, for 1971–2015 in the range of: extreme cold stress (–5), very strong cold stress (–4), strong cold stress (–3), moderate cold stress (–2), slight cold stress (–1), no thermal stress (0), moderate heat stress (1), strong heat stress (2), very strong heat stress (3)

była natomiast notowana w 20% i 24% przypadków. Z kolei częstość silnego stresu zimna wyniosła 9%. Można zatem stwierdzić, że w okolicach Kłodzka zdecydowana większość sytuacji pogodowych była związana z brakiem obciążeń cieplnych lub niewielkimi obciążeniami z zakresu stresu zimna. Łączna częstość występowania klas związanych ze stresem zimna wyniosła ponad 50% i była wyraźnie niższa niż w najwyższych piętrach gór (Błażejczyk, Kunert 2010; Błażejczyk i in. 2013a; Miszuk i in. 2016). W przypadku pozostałych klas znaczną częstością wyróżniał się również umiarkowany stres ciepła, które pojawiał się podczas 7% dni. Pozostałe klasy występowały rzadko lub sporadycznie, zaś obciążeń cieplnych z zakresu nieznosnego stresu ciepła w latach 1971–2015 nie stwierdzono.

W okresie półrocza ciepłego, zwłaszcza w sezonie letnim, zdecydowanie najczęściej notowane były typy pogody z brakiem obciążeń cieplnych. Od maja do września dni z tego rodzaju pogodą stanowiły 63–72% ogólnej liczby dni, przy czym w lipcu i sierpniu ich częstość malała na rzecz sytuacji pogodowych ze stresem ciepła. W przypadku klas związanych z niekorzystnym oddziaływaniem stresu ciepła najczęściej obserwowane były warunki odpowiadające umiarkowanemu stresowi ciepła, które występowały od kwietnia do października. Największa ich częstotliwość przypadła na lipiec i sierpień, kiedy były notowane przez ponad 25% dni. W miesiącach letnich wzrastała również liczba przypadków silnego stresu ciepła (do 6–7%), natomiast bardzo silny stres ciepła w latach 1971–2015 pojawił się jedynie dwukrotnie w lipcu. Częstość i struktura występowania umiarkowanego i silnego stresu ciepła w Kłodzku były porównywalne ze stwierdzonymi dla Leska (Nowosad i in. 2013), Lublina (Dobek, Krzyżewska 2015) i Świeradowa-Zdroju (Błażejczyk i in. 2015).

W półroczu chłodnym najczęściej obserwowane były warunki pogodowe o cechach umiarkowanego, silnego i łagodnego stresu zimna. Pierwsza z wymienionych klas występowała we wszystkich miesiącach, a jej największa częstość przypadła na okres od listopada do marca, kiedy dni z jej udziałem stanowiły 40–50% ogólnej liczby dni. Z kolei silny stres zimna zdecydowanie najczęściej występował w okresie zimowym. W lutym i grudniu jego częstość wyniosła 24–25%, a w styczniu 30%. Łagodny stres zimna, podobnie jak stres umiarkowany, był obserwowany we wszystkich miesiącach roku. Od października do marca jego częstość różnicowała się od 14% w styczniu do 31% w listopadzie i 37% w październiku. Zdecydowanie rzadziej notowane były obciążenia cieplne związane z bardzo silnym stresem zimna. Pojawiały się one od listopada do marca, przy największej liczbie przypadającej na styczeń i grudzień (3–4%). Natomiast obciążenia z zakresu nieznosnego stresu zimna, stanowiące największe zagrożenie dla osób przebywających w terenie otwartym, w latach 1971–2015 występowały sporadycznie w styczniu i grudniu.

Przedstawiona struktura i przebieg roczny warunków biotermicznych w znacznym stopniu wpłynęły na zróżnicowanie wskaźnika ogólnej użyteczności warunków pogodowych (ryc. 5). W przypadku uwzględnionych form klimatoterapii najlepsze warunki

pogodowe, według wskaźnika WSI, były notowane w okresie półroczu ciepłego. Okres, w którym możliwe było stosowanie kąpeli słonecznych, trwał od drugiej dekady marca do końca października, przy najbardziej optymalnych warunkach obserwowanych od połowy kwietnia do drugiej dekady czerwca oraz od sierpnia do połowy października. W tym czasie wartości wskaźnika WSI odpowiadały warunkom z klasy korzystnych. Pod koniec czerwca i w lipcu wartości WSI były niższe (warunki umiarkowanie korzystne) wskutek niekorzystnego oddziaływania stresu gorąca, a także zwiększonej częstości występowania typów pogody odznaczających się większymi wartościami zachmurzenia, opadów atmosferycznych i prędkości wiatru. W przypadku kąpeli powietrznych dogodny okres dla ich zażywania występował od końca lutego do pierwszej dekady listopada. Podobnie jak dla kąpeli słonecznych optymalne warunki były obserwowane od połowy kwietnia do połowy października, przy czym w tym przypadku zmniejszenie wartości wskaźnika WSI w lipcu nie spowodowało zmiany klasy użyteczności warunków pogodowych. Sprzyjające warunki pogodowe w półroczu ciepłym dla omawianych form klimatoterapii wynikały przede wszystkim z korzystniejszych, w stosunku do pozostałej części roku, warunków termiczno-wilgotnościowych, radiacyjnych oraz wietrznych.

Wartości wskaźnika WSI dla form rekreacji ruchowej, oprócz wpływu poszczególnych elementów meteorologicznych, są w dużym stopniu uwarunkowane również wielkością metabolizmu. Łagodne formy rekreacji, do których zaliczyć można m.in. spacery lub inne spokojne zajęcia terenowe, charakteryzują się umiarkowanym metabolizmem. Ich uprawianie skutkuje zwiększeniem obciążenia cieplnego organizmu. W przypadku tej formy aktywności wartości wskaźnika WSI przez zdecydowanie większą część roku odpowiadały warunkom korzystnym. Jedynie w drugiej połowie kwietnia i w pierwszej dekadzie października były one równoznaczne z warunkami z klasy bardzo korzystnych. W półroczu chłodnym czynnikami ograniczającymi były m.in. stres zimna oraz niekorzystne warunki nefologiczne. Natomiast w okresie letnim wyraźny spadek wartości WSI wynikał z nadmiernego oddziaływania stresu gorąca, który wraz ze zwiększoną metaboliczną produkcją ciepła powodował zwiększenie obciążeń cieplnych organizmu człowieka.

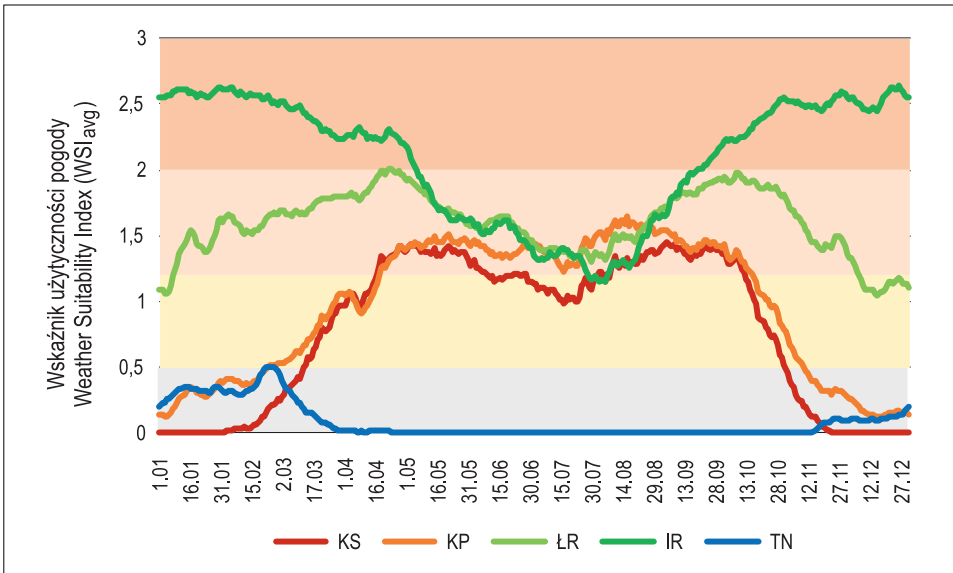
Wpływ metabolizmu jest jeszcze bardziej zauważalny podczas uprawiania intensywnych form rekreacji (np. trekking, jazda na rowerze). Cechują się one wysoką produkcją ciepła metabolicznego, dlatego też stres zimna w znacznie mniejszym stopniu ogranicza możliwość ich uprawiania niż ma to miejsce w przypadku wcześniej omówionych form. Z drugiej strony, czynnikiem w znacznym stopniu wpływającym na obniżenie wartości WSI jest stres gorąca, który wraz z wysokim metabolizmem potęguje obciążenia cieplne organizmu. W konsekwencji najwyższe wartości omawianego wskaźnika dla intensywnej rekreacji w regionie Kłodzka były notowane od połowy września do początku maja. W okresie tym odpowiadały one warunkom bardzo korzystnym. W ciepłej części roku były one

równoznaczne z warunkami korzystnymi, a na przełomie lipca i sierpnia, kiedy natężenie stresu gorąca jest największe, były nawet zbliżone do klasy warunków umiarkowanie korzystnych.

Można zatem stwierdzić, że najbardziej optymalne warunki pogodowe dla klimatoterapii występują w czasie półrocza ciepłego. Natomiast dla łagodnych form rekreacji przypadają na okres wiosny i jesieni, a dla form intensywnych na półrocze chłodne. Tego typu przebieg użyteczności dla wymienionych form jest charakterystyczny również dla innych obszarów Polski, reprezentujących część nizinną i niższe partie gór (Błażejczyk, Matzarakis 2007; Miszuk 2008; Wereski 2012; Kuchcik i in. 2013; Radzka, Dragańska 2015; Wereski, Demczuk 2015; Mąkosza 2016; Wereski i in. 2018).

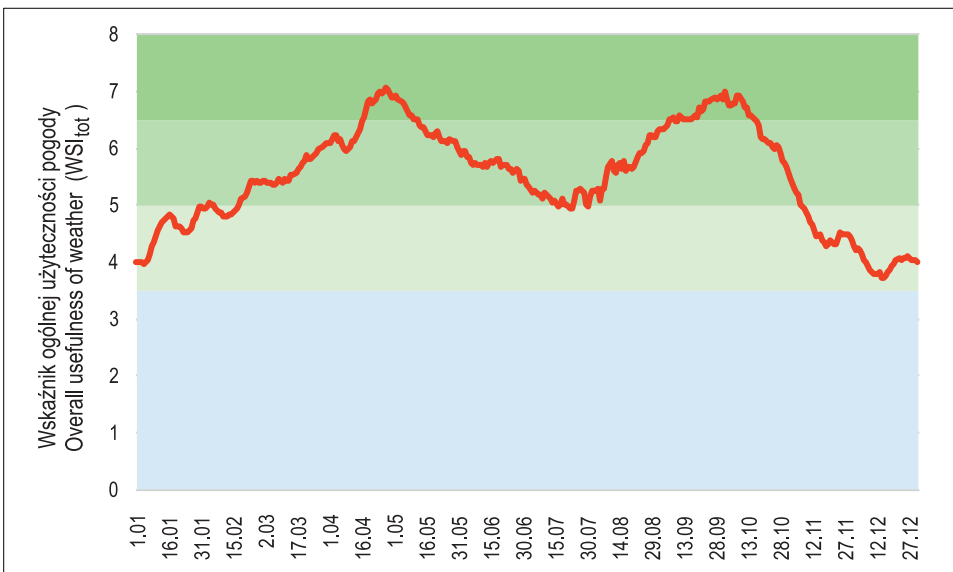
Turystyka i rekreacja narciarska są w największym stopniu związane z warunkami śnieżnymi, jak również z oddziaływaniem innych elementów meteorologicznych. W przypadku Kłodzka pokrywa śnieżna o wysokości co najmniej 10 cm, warunkująca możliwość uprawiania narciarstwa biegowego, występowała w styczniu, lutym i na początku marca. Okres ten cechował się również największymi wartościami WSI dla narciarstwa. Jednak nawet w tym okresie wartości wskaźnika przez większość dni odpowiadały warunkom niekorzystnym. Jedynie w trzeciej dekadzie lutego były one równoznaczne z warunkami umiarkowanie korzystnymi. Porównując potencjał narciarski okolic Kłodzka z innymi obszarami górskimi Polski, można stwierdzić, że cechuje się on gorszymi warunkami, zarówno w stosunku do szczytowej strefy Karkonoszy i Karpat, jak i ich niższych pięter (Błażejczyk, Matzarakis 2007; Miszuk 2008; Wereski 2012; Błażejczyk 2013a; Pelech 2013; Wereski, Demczuk 2015; Wereski i in. 2018).

W przebiegu wskaźnika ogólnej oceny użyteczności pogody dla klimatoterapii, turystyki i rekreacji, będącego sumą wskaźnika WSI dla omówionych wyżej form, uwagę zwracają dwa okresy odznaczające się warunkami z klasy bardzo korzystnych (ryc. 6). Trwały one od połowy kwietnia do końca pierwszej dekady maja oraz od początku września do połowy października. Wysokie wartości WSI_{tot} w tym czasie wynikały z faktu, że sprzyjające warunki pogodowe były wówczas notowane zarówno dla klimatoterapii, jak i form rekreacji ruchowej. We wspomnianych okresach warunki pogodowe odznaczały się niską intensywnością oddziaływania stresu zimna i gorąca oraz dobrymi warunkami solarnymi. Obniżenie wielkości WSI_{tot} w okresie letnim podyktowane było większym natężeniem stresu gorąca, który obniża użyteczność przede wszystkim dla łagodnych i intensywnych form rekreacji. W tym okresie wartości WSI_{tot} odpowiadały warunkom korzystnym, a w drugiej połowie lipca były nawet zbliżone do umiarkowanie korzystnych. Najmniejsze wartości wskaźnika WSI_{tot} były obserwowane od początku listopada do drugiej dekady lutego, głównie z uwagi na niskie WSI dla kąpiei słonecznych, kąpiei powietrznych i łagodnych form rekreacji.



Ryc. 5. Przebieg roczny wskaźnika WSIavg dla kąpiei słonecznych (KS), kąpiei powietrznych (KP), łagodnych (LR) i intensywnych (IR) form rekreacji oraz rekreacji narciarskiej (TN) w Kłodzku, na podstawie danych z lat 1971–2015

Fig. 5. Annual course of the WSIavg for sun baths (KS), air baths (KP), mild (LR) and intensive (IR) forms of recreation and ski tourism (TN) in Kłodzko, on the basis of 1971–2015 data



Ryc. 6. Przebieg wskaźnika ogólnej oceny użyteczności warunków pogodowych dla turystyki i rekreacji (WSI_tot) w Kłodzku na podstawie danych z lat 1971–2015

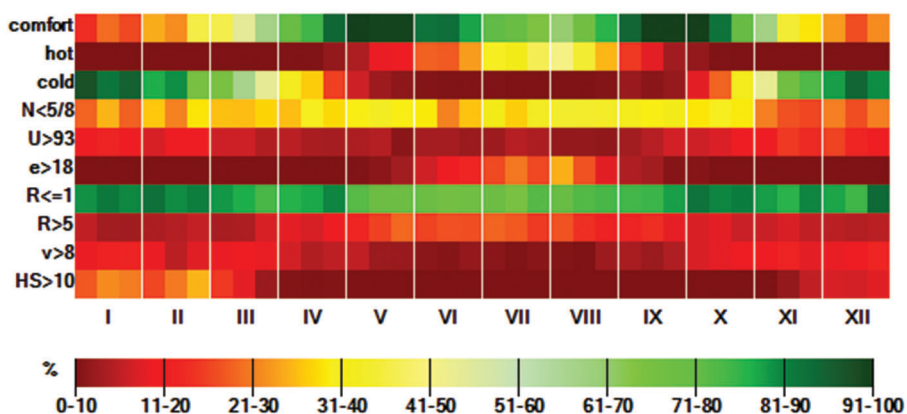
Fig. 6. Course of the index of overall usefulness of weather conditions for tourism and recreation (WSI_tot) in Kłodzko on the basis of 1971–2015 data

Pogodowy potencjał turystyczny można również określić przy pomocy diagramu informacji klimatyczno-turystycznej CTIS. Podobnie jak WSI, uwzględnia on wpływ zarówno warunków biotermicznych, jak również oddziaływanie poszczególnych elementów meteorologicznych. Użyteczność pogody z perspektywy turystyki i rekreacji została przedstawiona w postaci kalendarza, który w świetle uwzględnionych kryteriów prezentuje częstość występowania sytuacji pogodowych oddziałujących na osoby przebywające w terenie otwartym (ryc. 7).

Przebieg roczny warunków biotermicznych pokazuje, że najbardziej optymalne warunki pod względem komfortu termicznego, przy braku stresu zimna i gorąca, występowały na przełomie kwietnia i maja oraz września i października. Potwierdza to zatem wyniki uzyskane na podstawie WSI, które również wskazują ten okres jako najbardziej korzystny do uprawiania turystyki. W przypadku oddziaływania stresu gorąca najbardziej niekorzystne warunki były notowane na przełomie lipca i sierpnia. Natomiast najintensywniejsze oddziaływanie stresu zimna, obserwowane nawet przez ponad 90% dni, występowało w styczniu i grudniu.

Warunki solarne, określane na podstawie stanu zachmurzenia ogólnego, były najbardziej korzystne od kwietnia do października. W tym czasie liczba dni słonecznych w niektórych dekadach osiągała częstość powyżej 30%. Uwagę zwraca obniżenie ich frekwencji w niektórych dekadach czerwca i lipca, z uwagi na zwiększoną częstość pogody cyklonalnej. W przypadku warunków wilgotnościowych okres letni cechował się małą częstością dni z wysoką wilgotnością względną, natomiast więcej było dni parnych. W pierwszej dekadzie sierpnia pogoda z ciśnieniem pary wodnej przekraczającym 18 hPa pojawiała się przez 24% dni. W sezonie zimowym natomiast stosunkowo często obserwowana była wysoka wilgotność względna powietrza, nierzadko związana z występowaniem mgieł, notowana średnio w 15% dni.

W zakresie oddziaływania warunków opadowych najmniejszą liczbą dni z opadem do 1 mm cechowało się półrocze chłodne. W okresie letnim częstość występowania dni suchych wyniosła 65–75%. Natomiast opady o sumie dobowej ponad 5 mm najczęściej pojawiały się od maja do września, kiedy ich częstość różnicowała się od 10% do 18% dni. Warunki wietrzne cechowała mała uciążliwość dla człowieka, a liczba dni wietrznych z reguły kształtowała się poniżej 10%. Jedynie w niektórych dekadach listopada, grudnia i stycznia prędkość wiatru przekraczająca 8 m/s była notowana z częstością do 12%, co nierzadko związane było z sytuacjami fenowymi. Z kolei potencjał śnieżny dla narciarstwa biegowego, uwzględniający występowanie pokrywy śnieżnej powyżej 10 cm, był odzwierciedleniem wskaźnika WSI dla turystyki i rekreacji narciarskiej. Najlepsze warunki pod tym względem były obserwowane od stycznia do pierwszej dekady marca, kiedy pokrywa śnieżna o tej wysokości występowała przez co najmniej 14% dni. Największa częstość była obserwowana w trzeciej dekadzie lutego i wyniosła 24%.



Ryc. 7. Diagram informacji klimatyczno-turystycznej (CTIS) dla Kłodzka dla lat 1971–2015 (comfort – komfort termiczny, hot – stres gorąca, cold – stres zimna, N – zachmurzenie ogólne, U – wilgotność względna powietrza, e – prężność pary wodnej, R – suma dobową opadu atmosferycznego, v – prędkość wiatru, HS – grubość pokrywy śnieżnej)

Fig. 7. Climate tourism information scheme (CTIS) for Kłodzko for 1971–2015 (N – cloudiness, U – relative humidity, e – vapour pressure, R – daily precipitation totals, v – wind speed, HS – snow cover depth)

Niska częstość sytuacji pogodowych ze stresem zimna, duża liczba dni z brakiem obciążeń termicznych, a także dobre warunki solarne, wietrzne i wilgotnościowe sprawiają, że w przypadku kryteriów uwzględnionych w CTIS najbardziej optymalnym okresem do uprawiania turystyki było półrocze ciepłe. Powyższe cechy zostały również zaobserwowane dla nizin i niższych partii gór Austrii, Niemiec i Rumunii (Matzarakis 2010; Matzarakis i in. 2012; Mihăilă i in. 2019). W obszarach tych, podobnie jak w Kłodzku, najbardziej korzystne warunki biotermiczne występowały w okresie wiosny i jesieni, co odnotowano również w przypadku południowych regionów Europy (Matzarakis 2007, 2014; Brosy i in. 2014).

Podsumowanie i wnioski

Przedstawiona charakterystyka warunków biometeorologicznych Kłodzka pokazuje, że cechują się one znacznym zróżnicowaniem w przebiegu rocznym. Mając na uwadze wyniki uzyskane na podstawie trzech uwzględnionych wskaźników, można stwierdzić, że w przypadku zarówno oddziaływania na organizm człowieka, jak i wpływ na rozwój klimatoterapii, turystyki i rekreacji, najbardziej korzystne warunki najczęściej są obserwowane od kwietnia do października. W okresie tym, w porównaniu z pozostałymi miesiącami, więcej jest dni słonecznych, rzadziej natomiast występują dni wietrzne, mgły oraz opady atmosferyczne. Przebieg roczny i miesięczny wartości UTCI oraz struktura obciążeń cieplnych w Kłodzku są typowe dla terenów nizinnych Polski oraz obszarów górskich, reprezentujących piętra umiarkowanie ciepłe i umiarkowanie chłodne. Najczęściej występującą klasą jest brak obciążeń cieplnych, przy jednocześnie dość wysokiej liczbie dni z łagodnym i umiarkowanym stresem zimna. W lecie silniej zaznacza się oddziaływanie stresu gorąca, a w okresie zimowym silnego stresu zimna. Znajduje to odzwierciedlenie w kształtowaniu się użyteczności warunków pogodowych dla różnych form klimatoterapii, turystyki i rekreacji, określanych przy pomocy wskaźnika WSI. W przypadku kąpiele słonecznych wartości WSI w poszczególnych dniach są odzwierciedleniem rocznego przebiegu liczby dni słonecznych. Od kwietnia do października warunki pogodowe są określane przeważnie jako korzystne dla tej formy klimatoterapii, z obniżeniem wartości WSI w czerwcu i lipcu. Podobnym przebiegiem odznacza się druga z form klimatoterapii – kąpiele powietrzne. Z kolei w przypadku łagodnych i intensywnych form rekreacji, zaznacza się wpływ metabolizmu, który przyczynia się do wyraźnego obniżenia WSI w czasie występowania typów pogody o cechach stresu gorąca. W związku z powyższym najwyższe wartości WSI dla tych form, odpowiadające warunkom bardzo korzystnym, są obserwowane wiosną i jesienią oraz w półroczu chłodnym. W przypadku narciarstwa biegowego jego uprawianie w omawianym regionie jest ograniczone

ze względu na niską częstość pokrywy śnieżnej o wysokości powyżej 10 cm, która jedynie pod koniec lutego osiąga wartość ponad 20%.

Przedstawione cechy warunków biometeorologicznych i ich wpływ na turystykę pokazują, że okolice Kłodzka cechują się warunkami porównywalnymi z innymi obszarami Polski i Europy, położonymi na nizinach lub w niższych piętrach gór. Należy jednak pamiętać, że w regionie tym występuje dość duże zróżnicowanie hipsometryczne i morfologiczne, co znajduje odzwierciedlenie w kształtowaniu się warunków biotermicznych (Milewski 2013), a także pokrywy śnieżnej, której częstość zalegania w Sudetach wzrasta średnio ponad 8 dni na 100 m wysokości (Urban 2015).

Na podstawie uzyskanych wyników badań można przedstawić następujące wnioski:

- Okolice Kłodzka odznaczają się dobrymi warunkami do uprawiania klimatoterapii, turystyki i rekreacji, które jednak w okresie roku ulegają wyraźnemu zróżnicowaniu;
- Najkorzystniejsze warunki biotermiczne w Kłodzku są obserwowane w kwietniu i maju oraz we wrześniu i październiku, kiedy UTCI odpowiada głównie klasie braku obciążeń cieplnych lub niewielkiemu natężeniu stresu zimna;
- Najlepsze warunki pogodowe do stosowania klimatoterapii (kąpiele słoneczne i powietrzne), według wskaźnika WSI, przypadają na okres od połowy kwietnia do połowy października, przy nieco gorszych warunkach w czerwcu i lipcu z uwagi na zwiększoną częstość pogody cyklonalnej;
- W przypadku łagodnych i intensywnych form rekreacji najbardziej optymalne warunki są obserwowane w drugiej połowie kwietnia i w pierwszej dekadzie października (formy łagodne) oraz od połowy września do początku maja (formy intensywne);
- Najbardziej optymalnym okresem do uprawiania narciarstwa biegowego jest trzecia dekada lutego. W pozostałej części okresu zimowego warunki są zdecydowanie gorsze, głównie ze względu na niską częstość zalegania pokrywy śnieżnej;
- Wyniki badań mogą znaleźć zastosowanie w planowaniu turystycznym, a także stanowić uzupełnienie informacji dotyczących walorów uzdrowiskowych regionu.

Literatura

- Analizy statystyczne, 2018, *Turystyka w województwie dolnośląskim w latach 2015–2017*, Urząd Statystyczny we Wrocławiu, Dolnośląski Ośrodek Badań Regionalnych.
- Błażejczyk K., 2000, *Biotermiczne warunki klimatoterapii i rekreacji w wybranych uzdrowiskach Polski*, *Balneologia Polska*, 42 (3/4), 98–104.
- Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*, *Prace Geograficzne*, IGiPZ PAN, 192.
- Błażejczyk K., 2006, *MENEX_2005 – the Updated Version of Man-Environment Heat Exchange Mode*, https://www.igipz.pan.pl/tl_files/igipz/ZGiK/opracowania/indywidualne (dostęp: 06.03.2020).

- Błażejczyk K., Błażejczyk M., 2010, *Bioklima2.6*, Program komputerowy, <https://www.igipz.pan.pl/Bioklima-zgik.html> (dostęp: 19.06.2020).
- Błażejczyk K., Matzarakis A., 2007, *Assessment of bioclimatic differentiation of Poland based on the human heat balance*, *Geographia Polonica*, 80 (1), 63–82.
- Błażejczyk K., Broede P., Fiala D., Havenith G., Holmer I., Jendritzky G., Kampmann B., 2010, *UTCI – nowy wskaźnik obciążenia cieplnych człowieka*, *Przegląd Geograficzny*, 82 (1), 49–71.
- Błażejczyk K., Kunert A., 2010, *Obciążenie cieplne organizmu człowieka podczas letnich i zimowych wędrówek po Tatrach*, *Nauka a zarządzanie obszarem Tatr i ich otoczeniem*, III, Zakopane, 61–68.
- Błażejczyk K., Kunert A., 2011, *Bioklimatyczne warunki rekreacji i turystyki w Polsce*, Monografie IGIPIZ PAN, 13.
- Błażejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., Staiger H., Tinz B., 2012, *Comparison of UTCI to selected thermal indices*, *International Journal of Biometeorology*, 56 (3), 515–535.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Błażejczyk A., Szmyd J., 2013a, *Klimat i Bioklimat Hali Gąsienicowej*, [w:] Z. Rączkowska, A. Kotarba (red.), *Dolina Suchej Wody w Tatrach. Środowisko i jego współczesne przemiany*, *Prace Geograficzne*, 239, IGIPIZ PAN, 67–95.
- Błażejczyk K., Jendritzky G., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Epstein Y., Psikuta A., Kampmann B., 2013b, *An introduction to the Universal Thermal Climate Index (UTCI)*, *Geographia Polonica* 86 (1), 5–10.
- Błażejczyk K., Kuchcik M., Błażejczyk A., Milewski P., Szmyd J., 2014, *Assessment of Urban thermal stress by UTCI – experimental and modelling studies: an example from Poland*, *Die Erde*, 145 (1–2), 16–33.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Jendritzky G., Błażejczyk A., Broede P., Fiala D., 2015, *Regional features of the bioclimate of the central and southern Europe against the background of the Köppen-Geiger climate classification*, *Geographia Polonica*, 88 (3), 439–453.
- Brosy i in., 2014, *Quantification of climate tourism potential of Croatia based on measured data and regional modeling*, *International Journal of Biometeorology*, 58, 1369–1381.
- Bryś K., Ojrzyńska H., 2016, *Bodźcowość warunków biometeorologicznych we Wrocławiu*, *Acta Geographica Lodziensia*, 104, 193–200.
- Dobek M., Krzyżewska A., 2015, *Wybrane zagadnienia z bioklimatu Lublina*, *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B*, LXX, 2, 117–129.
- Di Napoli C., Pappenberger F., Cloke H. L., 2018, *Assessing heat-related health risk in Europe via the Universal Thermal Climate Index (UTCI)*, *International Journal of Biometeorology*, 62, 1155–1165.
- Fiala D., Lomas K.J., Stohrer M., 2001, *Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions*, *International Journal of Biometeorology*, 45 (3), 143–159.
- Jankowiak J., Parczewski W. (red), 1978, *Bioklimat uzdrowisk polskich*, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Jendritzky G., de Dear R., Havenith G., 2012, *UTCI – why another thermal index?*, *International Journal of Biometeorology*, 56 (3), 421–428.

- Ketterer C., Matzarakis A., 2010, The tourism climate of Engadin, Switzerland, [w:] A. Matzarakis, H. Mayer, F.-M. Chmielewski (red.), *Proceedings of the 7th Conference on Biometeorology*, Albert-Ludwigs-University of Freiburg, 398–403.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., Limanówka D., 2002, *Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie*, Monografie IGiPZ PAN, 3, Warszawa, 611.
- Kozłowska-Szczęśna T. (red.), 1975, *Problemy bioklimatologii uzdrowiskowej*, Dokumentacja Geograficzna, IGiPZ PAN, 3–4, 113.
- Kuchcik M., Błażejczyk K., Szmyd J., Milewski P., Błażejczyk A., Baranowski J., 2013, *Potencjał leczniczy klimatu Polski*, IGiPZ PAN, Warszawa, 270.
- Matzarakis, A., 2007, *Assessment method for climate and tourism based on daily data*, [w:] A. Matzarakis, C. R. de Freitas, D. Scott (red.), *Developments in Tourism Climatology*, 52–58.
- Matzarakis A., Koch E., Rudel E., 2007, *Analysis on summer tourism period for Austria based on climate variables on daily basis*, [w:] A. Matzarakis, C. R. de Freitas, D. Scott, *Developments in Tourism Climatology*, 122–128.
- Matzarakis A., 2010, *Assessment of weather and climate for tourism and health in the Alps*, [w:] *Metropolises and “their” Alps*. Proceedings of the Forum Alpinum 6 to 10 October 2010, Bayerische Akademie der Wissenschaften, Munich, 35–38.
- Matzarakis A., Muthers S., Rutz F., 2014, *Application and comparison of UTCI and PET in temperate climate conditions*, *Finisterra* 49 (98), 21–31.
- Matzarakis A., Schneevoigt T., Matuschek O., Endler C., 2010, *Transfer of climate information for tourism and recreation – the CTIS software*, [w:] A. Matzarakis, H. Mayer, F.M. Chmielewski (red.), *Proceedings of the 7th conference on biometeorology*. Albert-Ludwigs-University of Freiburg, 20, 392–397.
- Matzarakis A., Hammerle M., Koch E., Rudel E., 2012, *The climate tourism potential of Alpine destinations using the example of Sonnblick, Rauris and Salzburg*, *Theoretical and Applied Climatology*, 110, 645–658.
- Mąkosza A., 2016, *Zastosowanie biometeorologicznej klasyfikacji warunków pogodowych w rekreacji i turystyce w Polsce środkowo-zachodniej*, *Przegląd Geograficzny*, 88 (3), 369–382.
- Mihăilă D., Bistricean P.-I., Briciu A.-E., 2019, *Assessment of the climate potential for tourism. Case study: the North-East Development Region of Romania*, *Theoretical and Applied Climatology*, 137, 601–622.
- Milewski P., 2013, *Application of the UTCI to the local bioclimate of Poland's Ziemia Kłodzka region*, *Geographia Polonica*, 86 (1), 47–54.
- Miszuk B., 2008, *Charakterystyka warunków bioklimatycznych Karkonoszy z punktu widzenia różnych form turystyki i rekreacji*, *Prace Geograficzne IGiPZ UJ*, 120, 79–91.
- Miszuk B., Otop I., Owczarek M., 2012, *Warunki bioklimatyczne jako czynnik kształtujący potencjał rekreacyjny Sudetów*, *Przegląd Geograficzny*, 3, 437–446.
- Miszuk B., Otop I., Strońska M., Schwarzak S., Surke M., 2016, *Tourism-climate conditions and their future development in the Polish-Saxon border area*, *Meteorologische Zeitschrift*, 25 (4), 421–434.

- Nemeth A., 2011, *Changing thermal bioclimate in some Hungarian cities*, Acta Climatologica et Chorologica Universitatis Szegediensis, 44–45, 93–101.
- Novak M., 2013, *Use of the UTCI in the Czech Republic*, Geographia Polonica, 86, (1), 21–28.
- Nowosad M., Rodzik B., Wereski S., Dobek M., 2013, *The UTCI Index in Lesko and Lublin and its circulation determinants*, Geographia Polonica, 86 (1), 29–36.
- Owczarek M., Chlost I., 2017, *Klimatyczne elementy potencjału rekreacyjnego Słowińskiego Parku Narodowego*, [w:] M. Szmytkowska (red.), *Turystyka i turysta nad Bałtykiem*, Gdańskie Teki Turystyczno-Krajoznawcze, 2, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, 176–193.
- Pecelj M., Dorđević A, Pecelj M. R., Pecelj-Purković J., Filipović D., Ščerov V., 2017, *Bio-thermal conditions on Mt. Zlatibor based on thermophysiological indices*, Archives of Biological Sciences, 69 (3), 455–461.
- Pełech S., 2013, *Bioklimatyczne uwarunkowania turystyki i rekreacji w Tatrach Polskich*, [w:] R. Paulusiński (red.), *Współczesne uwarunkowania i problemy rozwoju turystyki*, IGiGP UJ, 403–412.
- Półrolniczak M., Szyga-Pluta K., Kolendowicz L., 2016, *Bioklimat wybranych miast pasa pobrzeży południowobałtyckich na podstawie uniwersalnego wskaźnika obciążenia cieplnego*, Acta Geographica Lodziensis, Folia Geographica Physica, 104, 147–161.
- Radzka U., Dragańska E., 2015, *Bioklimatyczne warunki turystyki i rekreacji w województwie warmińsko-mazurskim*, UWM, Olsztyn, 190.
- Schmuck A., 1969, *Klimat Sudetów*, Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, 5 (18), 93–154.
- Sikora S., 2008, *Bioklimat Wrocławia*, Rozprawy Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego, 5, Wrocław.
- Tomczyk A. M., Owczarek M., 2020, *Occurrence of strong and very strong heat stress in Poland and its circulation conditions*, Theoretical and Applied Climatology, 139, 893–905.
- Urban G., 2015, *Zaleganie pokrywy śnieżnej i jego zmienność w polskiej części Sudetów i na ich przedpolu*, Przegląd Geograficzny, 87 (3), 497–516.
- Wereski S., 2012, *Przydatność warunków bioklimatycznych do turystyki wypoczynkowej w Solinie (1981–1998)*, Przegląd Geograficzny, 84 (3), 447–456.
- Wereski S., Demczuk P., 2015, *Ocena warunków bioklimatycznych Leska pod kątem możliwości uprawiania wybranych form turystyki*, [w:] A. Wdowiak, A. Tucki (red.), *Aspekty środowiskowo-rekreacyjne i prawne zdrowia człowieka*, Międzynarodowe Towarzystwo Wspierania i Rozwoju Technologii Medycznej, Włodawa, 212–224.
- Wereski S., Dobek M., Kierklo K., 2018, *Ocena warunków bioklimatycznych Polski południowo-wschodniej do wybranych form rekreacji i turystyki*, Prace Geograficzne, 153, 89–103.

Bartłomiej Miszuk

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy

Zakład Badań Środowiskowych

ul. Parkowa 30, 51-616 Wrocław

Bartlomiej.Miszuk@imgw.pl