

## WYSTĘPOWANIE MIEJSKIEJ WYSPY CIEPŁA W BIELSKU-BIAŁEJ NA PODSTAWIE PRZESTRZENNYCH ROZKŁADÓW TEMPERATUR POWIETRZA

Janusz Kozak<sup>1\*</sup>, Barbara Zając<sup>2</sup>, Tadeusz Graczyk<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Katedra Ochrony i Inżynierii Środowiska, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała

<sup>2</sup> Absolwentka Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej

<sup>3</sup> Katedra Inżynierii Materiałowej, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała

\* Autor do korespondencji: [jkozak@ath.bielsko.pl](mailto:jkozak@ath.bielsko.pl)

### STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono problematykę występowania miejskiej wyspy ciepła. Zjawisko to zaobserwowano dla obszaru Bielska-Białej na podstawie danych rozkładu przestrzennego temperatur powietrza uzyskanych w 2015 roku. Do realizacji zaplanowanych badań wykonano mapy rozkładu przestrzennego temperatur powietrza – uśrednionych dla roku, jak również dla okresu letniego i zimowego. Dodatkowo, dla wybranych dzielnic Bielska-Białej rozpoznano występowanie termicznych typów pogody, a także określono czas trwania termicznych pór roku. W wyniku przeprowadzonych prac stwierdzono zróżnicowanie temperatur powietrza (dochodzące do 3,4°C) na badanym obszarze w skali roku. Potwierdzono ponadto zróżnicowanie czasu trwania termicznych typów pogody i termicznych pór roku. Uzyskane dane umożliwiły określenie obszaru występowania miejskiej wyspy ciepła.

**Słowa kluczowe:** temperatura powietrza, kontrast termiczny, miejska wyspa ciepła

## OCCURRENCE OF THE URBAN HEAT ISLAND IN BIELSKO-BIAŁA BASED ON SPATIAL DISTRIBUTION OF AIR TEMPERATURES

### ABSTRACT

The article presents the problem of the occurrence of an urban heat island. This phenomenon was observed for the Bielsko-Biała area on the basis of data on spatial distribution of air temperatures obtained in 2015. To carry out the planned research, maps of spatial distribution of air temperatures – averaged over the year, as well as for the summer and winter period – were made. Additionally, for selected districts of Bielsko-Biała the occurrence of thermal weather types was recognized and the duration of thermal seasons was determined. As a result of the works carried out, air temperature differences (reaching 3.4°C) were found in the studied area on an annual scale. Moreover, the differentiation in duration of thermal weather types and thermal seasons was confirmed. The data obtained made it possible to determine the area of the urban heat island.

**Keywords:** air temperature, thermal contrast, urban heat island

### WPROWADZENIE

Powszechna urbanizacja, w tym rozwój miast, a zwłaszcza dużych aglomeracji miejskich spowodował lokalne zakłócenia klimatyczne. Polegają one, między innymi, na kształ-

towaniu kontrastu termicznego między przestrzenią miejską, a terenami otaczającymi. Zjawisko to, określane jako miejska wyspa ciepła, jest coraz większym problemem zmieniającym stosunki termiczne na obszarach zurbanizowanych [Błażejczyk i in. 2014]. Klimat miejskiej

wyspy ciepła jest szeroko opisany w literaturze i udokumentowany badaniami z wykorzystaniem różnych technik pomiarowych [Lewińska 1996, Szymanowski 2004, Bokwa 2009, Stewart 2011]. Prace dotyczą raczej dużych aglomeracji, co skłania do rozpoznania skali problemu dla mniejszych miast [Szyłobryt i in. 2013], takich jak Bielsko-Biała, które jest zamieszkane przez około 170 tys. osób. Miasto to jest położone na Pogórzu Śląskim w rejonie pogranicza Beskidu Śląskiego i Beskidu Małego (rys. 1).

Wstępną analizę stosunków termicznych w Bielsku-Białej przeprowadzono już w latach 2010-2013 w oparciu o pomiary temperatury powietrza w centrum miasta oraz na obszarze pozamiejskim. Badania wykazały istotne różnice w termicznych typach pogody [Sikora i Kozak 2016]. Postanowiono rozszerzyć bazę danych. Wystarczający materiał zgromadzono w 2015 roku. Obejmował on wyniki monitoringu miejskiego oraz pomiary własne i instytucjonalne, co pozwoliło na opracowanie przestrzennych rozkładów temperatur powietrza.

## MATERIAŁY I METODY

W badaniach wykorzystano sieć monitoringu temperatury powietrza administrowanego przez Zakład Komunalny Therma, wykorzystywanego do sterowania stacjami ciepłowniczymi na terenie miasta. Zweryfikowano zewnętrzne rejestratory pod względem możliwości ich wykorzystania do pomiarów klimatycznych i wybrano 30 punktów pomiarowych. Dodatkowo do oceny włączono wyniki z 5 stanowisk

pomiarów własnych oraz ze stacji meteorologicznej IMGW w Bielsku-Białej Aleksandrowicach. Pomiary własne mieszczą się w ramach badań statutowych Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. Są to pomiary gradientowe temperatury powietrza na własnych posterunkach meteorologicznych ze szczególnym uwzględnieniem otaczających pasm górskich Beskidu Śląskiego oraz Beskidu Małego. Uzupełniły oraz zweryfikowały one bazę danych na obszarach, gdzie brakowało stanowisk monitoringu ciepłowniczego. Wykorzystanie tak dużej liczby punktów pomiarowych, wśród których dominowały stanowiska pomiarowe monitoringu ciepłowniczego, miało na celu próbę opracowania szczegółowej mapy rozkładu przestrzennego temperatury powietrza dla różnych okresów uśredniania.

Bazę danych z każdego punktu pomiarowego stanowiły cegodzinne wartości temperatury powietrza w ciągu 2015 roku, na podstawie których obliczono podstawowe wskaźniki termiczne (typy pogody oraz termiczne pory roku) dla sześciu dzielnic Bielska-Białej: Kamienicy, Mikuszowic, Lipnika, Leszczyn, Starego Bielska, Śródmieścia.

## ANALIZA WYNIKÓW

W pierwszym etapie badań ustalono, że średnia roczna temperatura powietrza (z 2015 roku) dla rozpatrywanego obszaru Bielska-Białej wynosiła 10,8°C. Różnica temperatury średniej między najcieplejszym, a najchłodniejszym obszarem była równa 3,4°C (rys. 2).



Rys. 1. Lokalizacja obszaru badań (na podkładzie obrazu Google Earth)  
Fig. 1. Location of the research area (on the basis of the Google Earth image)



**Rys. 2.** Średnia temperatura powietrza w Bielsku-Białej w 2015 roku  
**Fig. 2.** The average air temperature in Bielsko-Biała in 2015

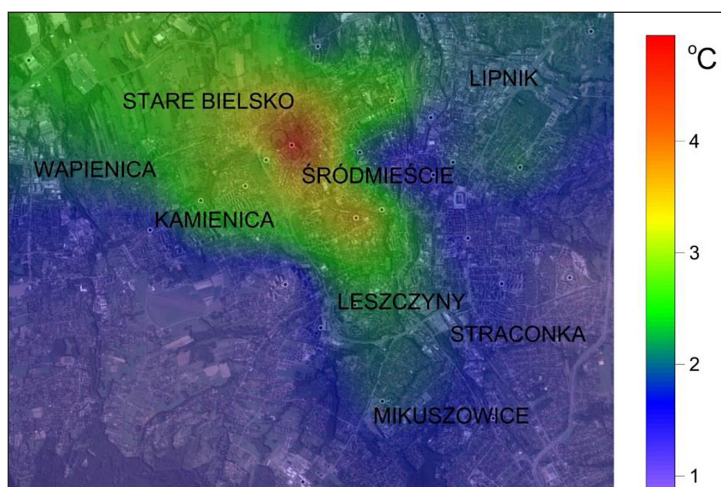
Południowa część Bielska-Białej charakteryzowała się wyraźnie niższą średnią roczną temperaturą powietrza – poniżej  $10,0^{\circ}\text{C}$ . Na obszarze tym przeważa luźna zabudowa jednorodzinna o stosunkowo dużej powierzchni zieleni. Tereny zielone (trawniki, zadrzewienia) powodują, że w ciepłej porze roku powierzchnia czynna akumuluje mniej ciepła, a w okresie zimowym dłużej utrzymuje się pokrywa śnieżna. Istotnym czynnikiem dla warunków termicznych może być też krótsza operacja słońca spowodowana zacienieniem północnych stoków Beskidu Śląskiego.

W kolejnym etapie przeanalizowano okres zimowy charakteryzujący się średnią roczną temperaturą powietrza dla całego obszaru na poziomie  $3,1^{\circ}\text{C}$  (rys. 3). Zmienność przestrzenna średniej temperatury powietrza tego okresu wahała się od wartości poniżej  $1,0^{\circ}\text{C}$  na terenach

podgórskich do prawie  $5,0^{\circ}\text{C}$  w centrum miasta. W okresie tym rejony dzielnic: Leszczyny, Mikuszowice oraz Straconka mogą być dodatkowo poddane zjawiskom inwersyjnym oraz splywowi zimnego powietrza wzdłuż rzeki Biała przez Bramę Wilkowicką, rozdzielającą Beskid Śląski od Beskidu Małego.

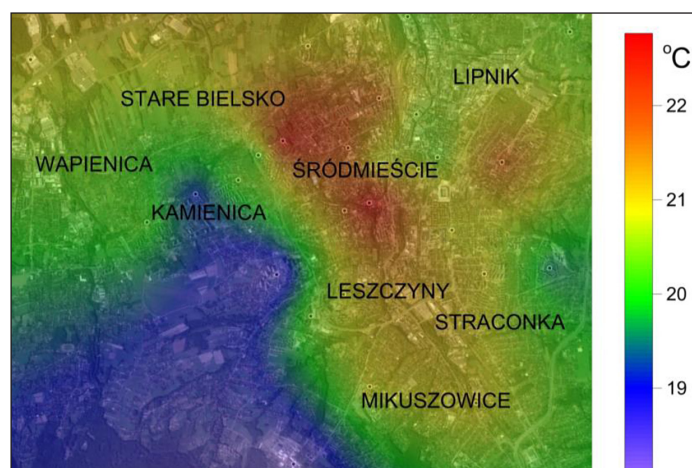
W 2015 roku średnia temperatura w okresie letnim dla całego badanego obszaru wyniosła  $20,9^{\circ}\text{C}$ . Amplituda temperatury średniej w okresie lata między najcieplejszym a najchłodniejszym obszarem wyniosła  $4,9^{\circ}\text{C}$ . Rozkład temperatur przedstawiony na rysunku 4 obrazuje znaczny kontrast termiczny pomiędzy centrum miasta a dzielnicami peryferyjnymi.

Zauważono, że w Bielsku-Białej, obok czynnika przestrzennego, o stosunkach termicznych decyduje również duża deniwelacja terenu, jego



**Rys. 3.** Średnia temperatura powietrza w okresie zimy w Bielsku-Białej (2015 rok)  
**Fig. 3.** Average air temperature during winter in Bielsko-Biała (2015)





Rys. 4. Średnia temperatura powietrza w okresie lata w Bielsku-Białej (2015 rok)  
 Fig. 4. Average air temperature in summer in Bielsko-Biała (2015)

ekspozycja oraz zacielenie przez otaczające pasma górskie. Wobec powyższego dalsze oceny stosunków termicznych na tym obszarze prowadzono z uwzględnieniem modelu terenu.

Do bardziej szczegółowego rozpoznania zmienności termicznej na badanym obszarze wykorzystano zmodyfikowaną klasyfikację typów pogody [Woś 1999]. Klasyfikację przyjęto dla okresu doby, a uwzględnionymi elementami meteorologicznymi były: średnia, minimalna i maksymalna temperatura powietrza. Wyróżniono 8 przedziałów wartości temperatur wyznaczających następujące typy pogody:

- pogoda gorąca ( $t_{\text{sr. dob.}} > 25,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{min}} > 0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{max}} > 0^{\circ}\text{C}$ );
- pogoda bardzo ciepła ( $t_{\text{sr. dob.}} 15,1\text{--}25,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{min}} > 0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{max}} > 0^{\circ}\text{C}$ );
- pogoda umiarkowanie ciepła ( $t_{\text{sr. dob.}} 5,1\text{--}15,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{min}} > 0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{max}} > 0^{\circ}\text{C}$ );
- pogoda chłodna ( $t_{\text{sr. dob.}} 0,1\text{--}5,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{min}} > 0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{max}} > 0^{\circ}\text{C}$ );
- pogoda przymrozkowa ( $t_{\text{sr. dob.}} 0,0^{\circ}\text{C}\text{--}(-5,0)^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{min}} \leq 0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{max}} > 0^{\circ}\text{C}$ );
- pogoda umiarkowanie mroźna ( $t_{\text{sr. dob.}} 0,0\text{--}(-5,0)^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{min}} \leq 0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{max}} \leq 0^{\circ}\text{C}$ );
- pogoda dość mroźna ( $t_{\text{sr. dob.}} -5,1\text{--}(-15,0)^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{min}} \leq 0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{max}} \leq 0^{\circ}\text{C}$ );
- pogoda bardzo mroźna ( $t_{\text{sr. dob.}} < -15,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{min}} \leq 0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{max}} \leq 0^{\circ}\text{C}$ ).

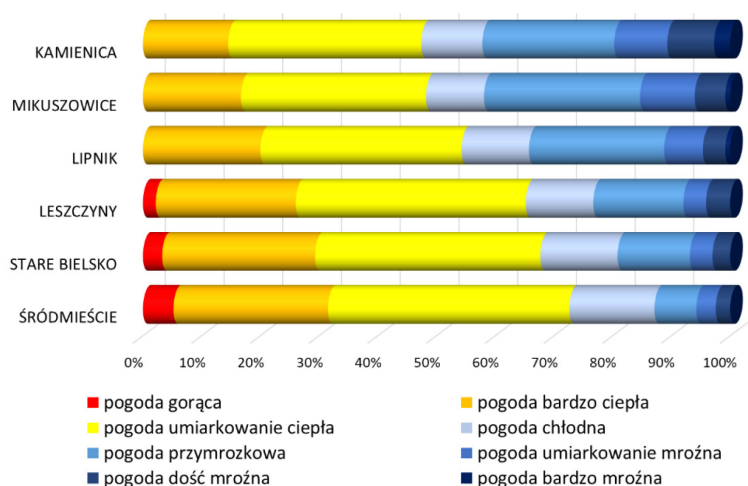
Pozyskane dane temperatury powietrza umożliwiły obliczenie czasu trwania dni z poszczególnymi typami pogody. Występowanie danej pogody określono dla wybranych dzielnic Bielska-Białej (rys. 5). W dzielnicach położonych w ścisłym centrum miasta (Śródmieście,

Stare Bielsko, Leszczyzny) odnotowano dni z pogodą gorącą, której nie stwierdzono w dzielnicach peryferyjnych. Jednocześnie w dzielnicach „śródmiejskich” nie odnotowano dni z pogodą bardzo mroźną. Na podstawie danych liczbowych stwierdzono, że liczba dni z pogodą bardzo ciepłą była w Śródmieściu o 43% większa niż w Kamienicy. Z kolei dni z pogodą dość mroźną było o 70% mniej w Śródmieściu niż w Kamienicy. Wyznaczenie obszaru znacznego kontrastu termicznego w centrum Bielska-Białej potwierdziło występowanie miejskiej wyspy ciepła.

Kolejnym rozpatrywanym w badaniach wskaźnikiem klimatycznym był czas trwania termicznych pór roku. Określono go na podstawie ogólnie przyjętych granicznych wartości średniej dobowej temperatury powietrza, których zakres jest następujący [Romer 1949, Niedźwiedz i Limanówka 1992]:

- zima:  $t \leq 0,0^{\circ}\text{C}$ ;
- przedwiosnie:  $0,0^{\circ}\text{C} < t \leq 5,0^{\circ}\text{C}$ ;
- wiosna:  $5,0^{\circ}\text{C} < t \leq 15,0^{\circ}\text{C}$ ;
- lato:  $t > 15,0^{\circ}\text{C}$ ;
- jesień:  $5,0^{\circ}\text{C} < t \leq 15,0^{\circ}\text{C}$ ;
- przedzima:  $0,0^{\circ}\text{C} < t \leq 5,0^{\circ}\text{C}$ .

W rozpatrywanym obszarze badań zaobserwowano różne wartości tego wskaźnika w zależności od wybranej dzielnicy miasta (tabela 1). Na podstawie średniej ze wszystkich stanowisk w roku 2015 lato w Bielsku-Białej trwało 87 dni. W Śródmieściu ta termiczna pora roku obejmowała 101 dni, w Mikuszowicach natomiast – 72 dni, zaś w Kamienicy – 69 dni. Na porę zimową przypadało średnio 64 dni, przy czym w Śródmieściu było ich tylko 46, a w Kamienicy aż 86, czyli prawie dwa razy więcej.



Rys. 5. Udział czasu trwania poszczególnych typów pogody w wybranych dzielnicach Bielska-Białej w 2015 roku

Fig. 5. The share of the duration of particular types of weather in selected districts Bielsko-Biala in 2015

Tabela 1. Czas trwania (liczba dni) termicznych pór roku w wybranych dzielnicach Bielsku-Białej (2015 rok)

Table 1. Duration (number of days) of thermal seasons in selected districts of Bielsko-Biala (2015)

Obszar	Przedwiośnie	Wiosna	Lato	Jesień	Przedzime	Zima
Śródmieście	40	63	101	75	40	46
Stare bielsko	39	71	98	70	38	49
Leszczyny	35	74	97	69	37	53
Lipnik	44	75	82	67	31	66
Mikuszowice	47	68	72	67	28	81
Kamienica	45	70	69	65	30	86
Średnia dla całego obszaru badawczego	42	70	87	69	34	64

## WNIOSKI

1. Na podstawie rozkładu przestrzennego temperatury powietrza (średniej z roku, zimy i lata) stwierdzono występowanie obszaru podwyższonej temperatury w centrum Bielska-Białej o 3–5°C w stosunku do peryferii miasta, co potwierdziło występowanie miejskiej wyspy ciepła.
2. Na terenie dzielnic śródmiejskich (Śródmieście, Stare Bielsko, Leszczyny) odnotowano dni z pogodą gorącą, przy czym nie stwierdzono dni z pogodą bardzo mroźną, zatem można uzasadnić wpływ miasta na lokalne ocieplenie klimatu.
3. Czas trwania termicznych pór roku znacznie się różnił w poszczególnych dzielnicach Bielska-Białej, umożliwiając wyznaczenie obszaru miejskiej wyspy ciepła.

4. Skonstruowane mapy przestrzennego rozkładu temperatur powietrza mogą być pomocne w planowaniu przestrzennym zabudowy miasta oraz projektowaniu terenów zielonych.

## LITERATURA

1. Błażejczyk K., Kuchcik M., Milewski P., Dudek W., Kręcisz B., Błażejczyk A., Szmyd J., Degórska B., Pałczyński C. 2014. Miejska wyspa ciepła w Warszawie. Wydawnictwo Akademickie SEDNO, IGiPZ PAN, Warszawa, ss. 170.
2. Bokwa A. 2009. Miejska wyspa ciepła na tle naturalnego zróżnicowania termicznego obszaru położonego we wklęsłej formie terenu (na przykładzie Krakowa). Prace Geograficzne IGiP UJ, 122, 111–132.
3. Lewińska J. 1996. Geneza i rozwój miejskiej wyspy ciepła w Krakowie oraz możliwości jej

- minimalizacji. *Folia Geographica, seria Geogr.-Phys.*, 26–27 (1994/1995), 75–87.
4. Niedźwiedź T., Limanówka D. 1992. Termiczne pory roku w Polsce. *Zeszyty Naukowe UJ – Prace Geograficzne*, 90, 53–69.
  5. Romer E. 1949. Regiony klimatyczne Polski. *Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego*, tom 16, seria B, ss. 26.
  6. Sikora K., Kozak J. 2016. Warunki termiczne w centrum Bielska-Białej. *Inżynieria Ekologiczna*, 46, 161–165.
  7. Stewart I.D. 2011. A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature. *International Journal of Climatology*, 31(2), 200–217.
  8. Szyłobryt K., Bednorz E., Kolendowicz L. 2013. Występowanie miejskiej wyspy ciepła w mieście średniej wielkości na przykładzie Stargardu Szczecińskiego. *Badania Fizjograficzne, R. IV, Seria A – Geografia Fizyczna (A64)*, 247–268.
  9. Szymanowski M. 2004. Miejska wyspa ciepła we Wrocławiu. *Acta Universitatis Wratislaviensis, Studia Geograficzne*, 77, ss. 211.
  10. Woś A., 1999. *Klimat Polski*. PWN, Warszawa, ss. 301.