



## Wieloletnia zmienność sytuacji meteorotropowych w Krakowie

*Long-term variability of meteotropic situations in Kraków*

**DOROTA MATUSZKO, KATARZYNA PIOTROWICZ**

Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński,  
30-387 Kraków, ul. Gronostajowa 7; [d.matuszko@uj.edu.pl](mailto:d.matuszko@uj.edu.pl), [k.piotrowicz@uj.edu.pl](mailto:k.piotrowicz@uj.edu.pl)

**Zarys treści.** W pracy określono tendencję zmian wybranych sytuacji meteorotropowych w Krakowie w latach 1901–2010. Analizowano liczbę dni: mroźnych ( $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ) i upalnych ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ ), nocy tropikalnych ( $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ ), dni z dobową amplitudą temperatury powietrza  $> 12^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\max} - t_{\min} > 12^{\circ}\text{C}$ ) i ze zmianami temperatury powietrza z dnia na dzień  $> 6^{\circ}\text{C}$  ( $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$ ) oraz dni z niedoborem promieniowania słonecznego (0 godz. usłonecznienia). Stwierdzono, że maleje liczba dni z  $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$  i z  $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$  – to przyczynia się do występowania w zimie słabych bodźców termicznych, które powodują utratę przystosowania organizmu człowieka do warunków pogodowych, natomiast w cieplej połowie roku wzrasta częstość pojawiania się dni z  $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$  i nocy z  $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ , które mogą wywoływać przegrzanie organizmu. Korzystny dla mieszkańców Krakowa jest spadek liczby dni bez usłonecznienia (0 godz.), szczególnie na wiosnę i w lecie oraz w listopadzie.

**Słowa kluczowe:** sytuacje meteorotropowe, dni mroźne, dni upalne, noce gorące, niedobór promieniowania słonecznego, Kraków.

### Wstęp

Ważnym problemem badawczym współczesnej klimatologii jest poznanie tendencji i zakresu zmian warunków klimatycznych, również w aspekcie ich oddziaływania na zdrowie i samopoczucie człowieka. Zmienność sytuacji meteorotropowych jest szczególnie istotna dla mieszkańców miast, którzy na skutek długotrwałego przebywania w pomieszczeniach mają obniżoną zdolność adaptacyjną do dużych zmian wartości poszczególnych elementów meteorologicznych w ciągu dnia, czy nawet godzin.

Według T. Kozłowskiej-Szczęsnej i innych (1997) sytuacje meteorotropowe – to aktywne biologicznie sytuacje pogodowe, podczas których obserwuje się subiektywne dolegliwości u ludzi zdrowych oraz nasilenie obiektywnych objawów chorobowych u większości chorych. Zaliczamy do nich przede wszystkim sytuacje cyklonalne (niżowe), przechodzenie frontów atmosferycznych (szcze-

gólnie chłodnych) i adwekcje mas powietrza o kontrastowych cechach fizycznych, a także pogodę burzową (chwiejny stan atmosfery) i sytuacje fenowe. Wymienionym sytuacjom synoptycznym towarzyszą gwałtowne zmiany warunków meteorologicznych, które działają silnie bodźcowo na organizm człowieka. Rozpatrując problem zmienności sytuacji meteorotropowych można analizować różne wskaźniki bioklimatyczne, takie jak temperatura odczuwalna, ekwiwalentna i efektywna, entalpia powietrza, wskaźnik ochładzania wiatrem, wskaźnik Humidex, wskaźnik stresu cieplnego, obciążenie cieplne organizmu, *UTCI* i inne. Można także analizować wieloletnią zmienność sytuacji meteorotropowych na podstawie częstości dni charakterystycznych.

Celem niniejszego opracowania jest określenie częstości występowania i tendencji zmian wybranych sytuacji meteorotropowych w Krakowie w ostatnich 110 latach. Wykorzystano wyniki pomiarów temperatury powietrza i usłonecznienia z lat 1901–2010, pochodzące ze stacji naukowej Zakładu Klimatologii Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ (Stacja Historyczna) oraz kalendarz typów cyrkulacji T. Niedźwiedzia (2011) z analogicznego okresu.

### Stan badań

Powstało wiele prac dotyczących bioklimatu Krakowa, lecz tylko w nielicznych poruszono problem zmienności sytuacji meteorotropowych. Częściej publikacje z zakresu bioklimatologii traktują o wpływie sytuacji synoptycznej lub warunków meteorologicznych na zdrowie i życie ludzi. D. Wiecha (1952), badając śmiertelność na terenie Krakowa, za sytuacje najbardziej meteorotropowe uznał front ciepły, następnie chłodny i okluzję. Według M. Morawskiej-Horawskiej i innych (1984) ogólna liczba zgonów wzrasta w dniach z frontem okluzji oraz w dniach następnym. Zespołowe wskaźniki biometeorologiczne były podstawą pracy M. Hessa i innych (1989). Stwierdzono w niej, że wpływ miejskiej wyspy ciepła powoduje złagodzenie bodźców cieplnych na wiosnę i w chłodnej połowie roku, a w lecie stwarza warunki obciążające ciepłem. T. Niedźwiedź i inni (1994–1995), analizując bioklimat Krakowa w XX w. doszli do wniosku, że najważniejszym czynnikiem decydującym o zmienności warunków bioklimatycznych jest cyrkulacja atmosfery, a jednymi z najbardziej niekorzystnych dla zdrowia są sytuacje fenowe. Zmienność warunków biotermicznych w Krakowie na tle wahań cyrkulacji atmosfery w XX wieku była przedmiotem badań K. Błażejczyka i innych (2003). Autorzy tej pracy stwierdzili, że cyrkulacja strefowa o składowej zachodniej łagodzi warunki biotermiczne zimą, a cyrkulacja południkowa o składowej południowej przynosi wiosną, latem i jesienią zwiększenie się stresu ciepła. D. Matuszko i K. Piotrowicz (2007) na podstawie 9 wskaźników biometeorologicznych wyliczonych przy wykorzystaniu danych z lat 1971–2000 wykazały, że osoby przebywające w Krakowie muszą liczyć się z wystąpieniem bardzo silnych bodźców meteorologicznych, m.in. długotrwałych upałów i dni

parnych w półroczu ciepłym, silnych mrozów i fal ciepła zimą, a także sytuacji fenowych oraz inwersji temperatury z dużą koncentracją zanieczyszczeń.

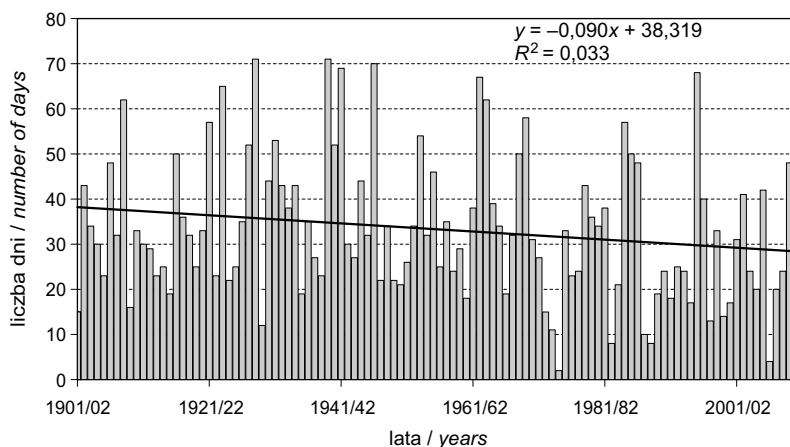
### Wybrane sytuacje meteorotropowe w Krakowie

Spośród licznej grupy warunków pogodowych, które powodują nasilone obiektywne objawy chorobowych i subiektywnych dolegliwości nawet u osób zdrowych, ograniczono się do analizy kilku wybranych, a mianowicie liczby: dni mroźnych ( $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ) i upalnych ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ ) oraz nocy tropikalnych ( $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ ), zmian dobowej amplitudy temperatury powietrza  $> 12^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\max} - t_{\min} > 12^{\circ}\text{C}$ ) i zmian temperatury z dnia na dzień  $> 6^{\circ}\text{C}$  ( $\Delta t_{\text{śr.}} > 6^{\circ}\text{C}$ ), a także dni z niedoborem promieniowania słonecznego (bez usłonecznienia).

#### Dni mroźne ( $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ )

Dla organizmu człowieka niebezpieczne są duże, nagłe spadki temperatury, powodujące zwiększenie lepkości krwi i skłonność do tworzenia się skrzepów, które mogą stać się przyczyną nagłych zgonów – zwłaszcza wśród osób starszych, z chorobami tętnic czy chorobą niedokrwinną serca. Dni mroźne występują w Krakowie najczęściej przy sytuacjach wyżowych (77%), w tym głównie przy klinie antycyklonalnym (Ka; 17%) oraz adwekcji powietrza ze wschodu (Ea; 16%) lub południowego wschodu (SEa; 14%) (Niedźwiedz, 2011).

W Krakowie średnio w roku występowało 33,3 dni z  $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ . Największą liczbę dni mroźnych zanotowano zimą 1928/29 i 1939/40 (71), natomiast najmniejszą w 1974/75 – zaledwie 2 (ryc. 1). W wieloletnim przebiegu liczby dni



Ryc. 1. Liczba dni mroźnych ( $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ) w Krakowie w latach 1901/02–2010/11. Opracowanie własne. Dotyczy także pozostałych rycin.

Number of frosty days ( $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ) in Kraków in the period 1901/02–2010/11. Authors' own elaboration, the other figures also.

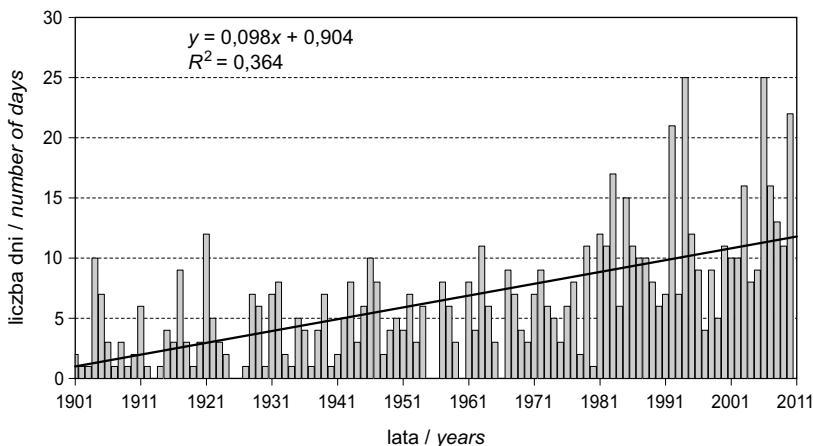
z  $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$  obserwuje się jej spadek od początku XX stulecia, przede wszystkim w latach 1970. i od drugiej połowy 1980. Warto jednak zwrócić uwagę, że pomimo występowania bardzo łagodnych zim z końcem XX i początkiem XXI w., stosunkowo często pojawiały się w tym czasie dni mroźne. Na przykład zimą 1995/96 liczba dni mroźnych (68) była tylko o 3 mniejsza od najwyższej w całym badanym wieloleciu. Tendencja zmian liczby dni z  $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$  wynosi 9 na 100 lat (trend istotny statystycznie na poziomie 0,05).

### Dni upalne ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ )

Dni upalne ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ ) należą do bardzo uciążliwych dla organizmu człowieka. Wysoka temperatura powoduje u ludzi złe samopoczucie (zmęczenie, rozdrażnienie), wzrost tętna i obniżenie ciśnienia krwi, przyspieszenie oddechu (zaburzenie termoregulacji). Przyczynia się także do wzrostu umieralności na choroby układu sercowo-naczyniowego i oddechowego oraz zwiększenia liczby zdarzeń na drogach i wypadków przy pracy.

Dni upalne, podobnie jak dni z  $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ , występują najczęściej przy sytuacjach antycyklonalnych (60%), w tym głównie w klinie antycyklonalnym (Ka; 24,1%) (Niedźwiedź, 2011).

Średnia liczba w roku dni z  $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$  w Krakowie w latach 1901–2010 wynosiła 6,3. W przebiegu wieloletnim zaznacza się tendencja do wzrostu liczby takich dni (9,7 na 100 lat, istotna na poziomie nawet 0,01) (ryc. 2). W ostatnich 20 latach (1990–2010) zdarzyło się kilka ekstremalnych przypadków dni z  $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ . Duża była ich liczba w 1992 (21), 1994 i 2006 (po 25) oraz 2010 r. (22).



Ryc. 2. Liczba dni upalnych ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ ) w Krakowie w latach 1901–2010  
Number of very hot days ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ ) in Kraków in the period 1901–2010

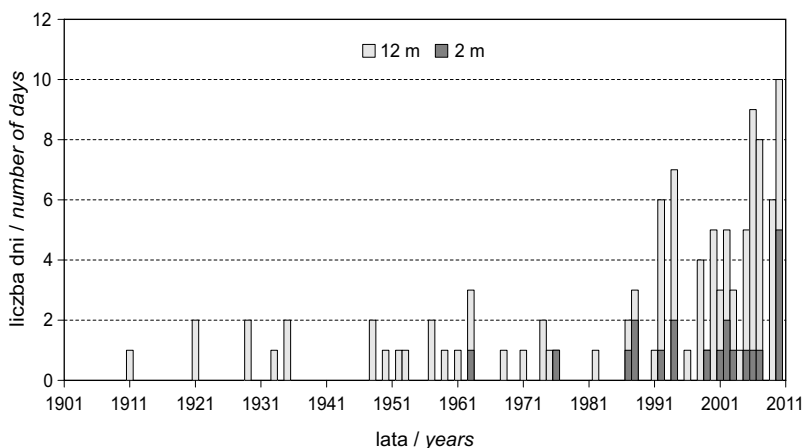
Dni z  $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$  pojawiają się w okresie od kwietnia do września, choć nie każdego roku. W badanym wieloleciu nie zanotowano ich jednak tylko w 7 latach, i to wyłącznie na początku XX stulecia. Od 1967 r. dni upalne pojawiają się już każdego lata.

### Noce gorące ( $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ )

Po upalnym dniu, przy spadku temperatury powietrza w ciągu nocy, organizm człowieka może zregenerować siły. Niestety ten proces zostaje zaburzony podczas występowania tzw. nocy gorących, do których zalicza się te, w których temperatura minimalna powietrza jest wyższa bądź równa  $20^{\circ}\text{C}$ . Najczęściej mamy z nimi do czynienia przy adwekcji mas powietrza zwrotnikowego (PZ) lub polarnego kontynentalnego (PPk).

Analiza nocy gorących w Krakowie, na podstawie danych z dwóch punktów pomiarowych: Stacji Historycznej (12 m npg.) i Stacji w Ogrodzie Botanicznym (2 m npg.), świadczy o wzrastającej częstości ich pojawiania się, szczególnie od początku lat 1990. (ryc. 3). Na Stacji Historycznej od 1901 r. rekordowo dużą liczbę nocy z  $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$  zanotowano w 2006 i 2010 r., odpowiednio 9 i 10 nocy. Wyjątkowe było również to, że analizowane noce pojawiły się w XXI w. w najdłuższych ciągach (licząc od 1901 r.): 5-dniowym (od 20/21 do 24/25 lipca 2006 r.) i 7-dniowym (16–22 lipca 2007 r.).

Na wzrost od początku XX stulecia liczby nocy gorących miały wpływ z pewnością czynniki antropogeniczne, w tym obecność miejskiej wyspy ciepła.



Ryc. 3. Liczba nocy gorących ( $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ ) w Krakowie na Stacji Historycznej (12 m npg.; 1901–2010) i Stacji w Ogrodzie Botanicznym (2 m npg.; 1958–2010)

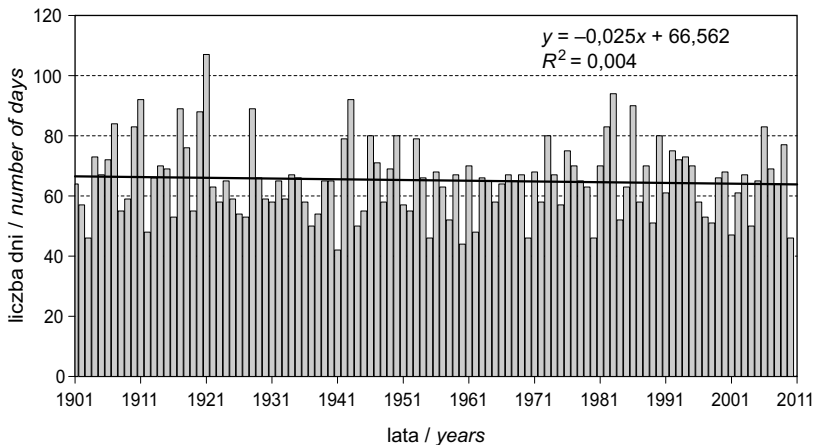
Number of hot nights ( $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ ) in Kraków at the Historical Station (12 m a.g.l.; 1901–2010) and the station in the Botanical Garden (2 m a.g.l.; 1958–2010)

Stacja Klimatologiczna w Krakowie położona jest bowiem w centrum miasta. Trudno jednak uznać tę przyczynę za dominującą, zwłaszcza że wyraźny wzrost liczby nocy z  $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$  zaobserwowano od 1992 r. W tych ostatnich 15 latach nie nastąpiły w Krakowie wyraźne zmiany w środowisku przyrodniczym ani w gospodarczej działalności mieszkańców miasta, czy najbliższych okolic, które mogłyby powodować tak znaczny wzrost częstości analizowanych nocy. Wydaje się więc, że główną przyczynę należy upatrywać w cyrkulacji atmosferycznej, zwłaszcza adwekcji powietrza zwrotnikowego i polarnego kontynentalnego.

Wyniki analizy porównawczej występowania nocy gorących w Krakowie na dwóch wysokościach nad poziomem gruntu prowadzą do wniosku o zdecydowanie mniej korzystnych warunkach biotermicznych dla osób mieszkających na wyższych kondygnacjach budynków.

### Dobowa amplituda temperatury powietrza $>12^{\circ}\text{C}$ ( $t_{\max}-t_{\min}>12^{\circ}\text{C}$ )

Silnie bodźcowe dla człowieka dni z dobową amplitudą temperatury powietrza powyżej  $12^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\max}-t_{\min}>12^{\circ}\text{C}$ ) nie wykazują żadnej tendencji zmian w analizowanych 110 latach (ryc. 4). Średnia ich liczba w roku wynosiła 65,2, przy czym wahała się od 42 w 1941 do 107 w 1921 r. Najczęściej pojawiają się one od kwietnia do sierpnia, średnio ponad 8 dni w miesiącu. Od listopada do stycznia średnia liczba takich dni nie osiąga nawet 1 w miesiącu.

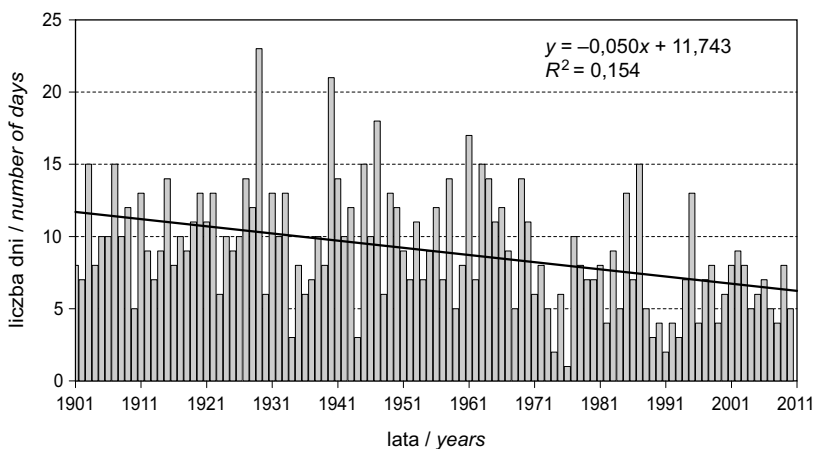


Ryc. 4. Liczba dni z dobową amplitudą temperatury powietrza powyżej  $12^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\max}-t_{\min}>12^{\circ}\text{C}$ ) w Krakowie w latach 1901–2010

Number of days with daily amplitude of air temperature exceeding  $12^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\max}-t_{\min}>12^{\circ}\text{C}$ ) in Kraków in the period 1901–2010

### Zmiany średniej dobowej temperatury powietrza z dnia na dzień $>6^{\circ}\text{C}$ ( $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$ )

Nie bez znaczenia dla organizmu człowieka i gospodarki są zmiany średniej dobowej temperatury powietrza z dnia na dzień. Jeśli wartość zmian przekracza  $6^{\circ}\text{C}$ , to takie dni zalicza się do silnie bodźcowych. Średnio w badanym wieloleciu zmian temperatury przekraczających  $6^{\circ}\text{C}$  z dnia na dzień było 9,0 przypadków w roku. Zdarzały się najczęściej w miesiącach zimowych: grudniu, styczniu i lutym. W przebiegu wieloletnim zaznacza się tendencja malejąca liczby przypadków z  $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$  (ryc. 5). Od lat 1970. zaledwie w 4 latach liczba dni ze zmianami średniej dobowej temperatury powyżej  $6^{\circ}\text{C}$  przekraczała średnią wieloletnią. Tendencja zmian – to  $-4,9$  dni/100 lat (istotna statystycznie nawet na poziomie 0,01).



Ryc. 5. Zmiany średniej dobowej temperatury powietrza z dnia na dzień  $>6^{\circ}\text{C}$  ( $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$ ) w Krakowie w latach 1901–2010

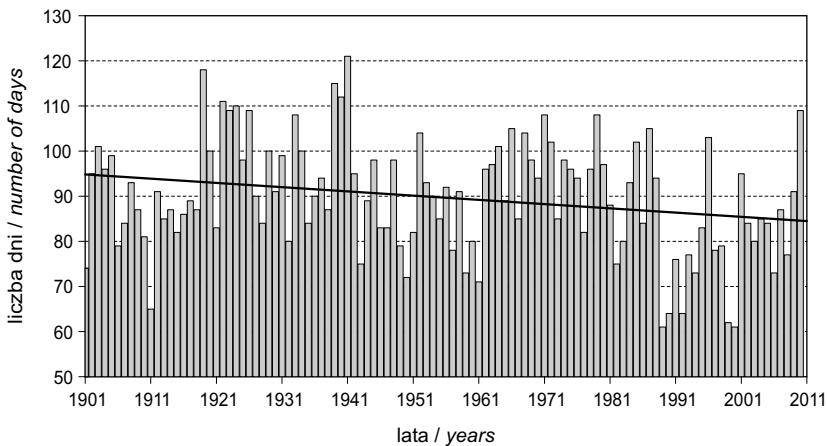
Interdiurnal variations of mean daily air temperature of  $>6^{\circ}\text{C}$  ( $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$ ) in Kraków in the period 1901–2010

### Dni z niedoborem promieniowania słonecznego

Dłuższe okresy pogody z brakiem dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego są uciążliwe psychicznie i biologicznie, z powodu niedoboru bodźców świetlnych. Osoby, których organizm w niewystarczającym stopniu korzysta z promieniowania słonecznego mają oznaki tzw. głodu słonecznego. Przejawia się on m.in. błądnością skóry, zaburzeniami snu, nadmierną pobudliwością lub zmęczeniem i apatią, obniżeniem sprawności fizycznej i umysłowej oraz zmniejszeniem odporności organizmu na działanie drobnoustrojów chorobotwórczych

(Daniłowa, 1988). W Krakowie, podobnie jak w wielu innych polskich miastach, niedobory promieniowania słonecznego występują w zimie. Związane jest to przede wszystkim z położeniem geograficznym i czynnikami astronomicznymi, a także z warunkami meteorologicznymi – całkowitym zachmurzeniem i przezroczystością atmosfery ograniczoną przez zanieczyszczenia.

W badanym okresie w Krakowie średnio w roku było 90 dni bez usłonecznienia rzeczywistego (0 godz.), najczęściej (121) w 1941 r., najmniej (61) w 1989 i 2000 r. W pierwszej dekadzie XXI w. liczba dni bez usłonecznienia zmniejszyła się (ryc. 6), szczególnie w kwietniu i listopadzie. W cyklu rocznym najczęściej dni bez usłonecznienia przypada na miesiące zimowe z maksimum w grudniu (16), najmniej jest ich w lipcu i sierpniu (poniżej 3). Analiza rozkładu dni bez usłonecznienia w poszczególnych porach roku wykazuje, że połowa ich zdarza się w zimie, podczas gdy lato obejmuje jedynie 10%, a wiosna i jesień po około 20% ich rocznej sumy.



Ryc. 6. Liczba dni bez usłonecznienia w Krakowie w latach 1901–2010  
Number of days without sunshine duration in Kraków in the period 1901–2010

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że w Krakowie od 1901 r. zmniejsza się liczba dni mroźnych ( $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ) oraz z szybkimi (z dnia na dzień) i bardzo dużymi zmianami średniej dobowej temperatury powietrza ( $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$ ). Przyczynia się to do występowania w zimie słabych bodźców termicznych, które jednak powodują utratę przystosowania się do nagłych zmian lub wydolikacenie organizmu.



W cieplej połowie roku wzrasta częstość uciążliwych dla człowieka warunków termicznych – dni upalnych ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ ) i nocy gorących ( $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ ), które występują w coraz dłuższych ciągach. Od początku XX w. analizowane sytuacje tworzyły najdłuższe ciągi w latach 2002–2010.

W Krakowie w ostatnich 110 latach (1901–2010) maleje liczba dni bez usłonecznienia rzeczywistego (0 godz. w ciągu dnia), szczególnie na wiosnę i w lecie oraz w listopadzie, co ma korzystny wpływ na zdrowie i samopoczucie mieszkańców miasta.

Podsumowując, należy stwierdzić, że pod względem meteorotropowym sytuacja w Krakowie z jednej strony się poprawia, bo w zimie temperatura jest łagodniejsza niż na początku XX wieku oraz coraz rzadziej występują dni z brakiem dopływu promieniowania bezpośredniego, z drugiej zaś ulega pogorszeniu, z powodu wzrastającej w lecie liczby dni upalnych i nocy gorących, a w zimie – słabych bodźców termicznych.

## Piśmiennictwo

- Błażejczyk K., Twardosz R., Kunert A., 2003, *Zmienność warunków biotermicznych w Krakowie w XX wieku na tle wahań cyrkulacji atmosferycznej*, Prace Geograficzne, IGiPZ PAN, 188, Warszawa, s. 233–246.
- Daniłowa N.A., 1988, *Przyroda i nasze zdrowie*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Hess T.M., Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., 1989, *Bioklimat Krakowa*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 73, s. 7–57.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka*, Monografie IGiPZ PAN, 1, Warszawa.
- Matuszko D., Piotrowicz K., 2007, *Warunki bioklimatyczne*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, s. 169–186.
- Morawska-Horawska M., Powroźnik M., Rysz M., Tumidajski T., 1984, *Wpływ warunków meteorologicznych i zanieczyszczeń powietrza na liczby zgonów i częstość interwencji pogotowia ratunkowego w Krakowie*, [w:] *Materiały I Ogólnopolskiej Konferencji „Klimat i bioklimat miast”*, Uniwersytet Łódzki, Łódź, s. 134–139.
- Niedźwiedz T., 2011, *Kalendarz typów cyrkulacji atmosfery dla Polski południowej* (zbiór komputerowy), Katedra Klimatologii, Uniwersytet Śląski, Sosnowiec.
- Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., Limanówka D., Mroczyńska A., Ustrnul Z., 1994–1995, *Zmienność bioklimatu Krakowa*, Folia Geographica, ser. Geographica-Physica, 36–37, s. 89–105.
- Wiecha D., 1952, *Wpływ warunków meteorologicznych na śmiertelność na terenie miasta Krakowa w roku 1950*, Rozprawy Wydziału Lekarskiego PAU, XIII, Kraków.

[Wpłynęło; styczeń; poprawiono: lipiec 2012 r.]

DOROTA MATUSZKO, KATARZYNA PIOTROWICZ

## LONG-TERM VARIABILITY OF METEOTROPIC SITUATIONS IN KRAKÓW

The aim of the work described in this paper has been to determine the frequency of occurrence of certain meteotropic situations in Kraków over the last 110 years, as well as to identify any trends over time for these situations.

The analysis made use of measurements of air temperature and sunshine duration for the period 1901–2010 at the Meteorological Station of the Climatology Department of the Jagiellonian University in Kraków, as well as the calendar of circulation types for the same period (Niedźwiedź, 2011).

The situations taken into account in the study concerned the number of frosty days ( $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ), very hot days ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ ), hot nights ( $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ ), days with a daily amplitude of air temperature greater than  $12^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\max} - t_{\min} > 12^{\circ}\text{C}$ ), days with more than a  $6^{\circ}\text{C}$  change in air temperature from the previous day ( $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$ ) and days with insolation deficit (no direct sunlight).

In Kraków, the period since 1901 has seen downward trends for the number of frosty days ( $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ), days with rapid (day-to-day) temperature changes and days with a very high amplitude of average 24-hour temperature ( $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$ ). This implies reduced stimulation of the human immunological system.

During the warm half of the year, there has been an increase in the frequency of occurrence of thermal conditions considered detrimental to human health, such as hot days ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ ) and hot nights ( $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ ), both of which have also been occurring in the context of increasingly long unbroken sequences.

The 110 year period also brought a decrease in the number of days in Kraków without direct sunlight, especially in spring and summer and in November. This can be thought to have had a positive effect on the health and wellbeing of the local population.

On the one hand, therefore, the meteotropic situation in Kraków can be said to be improving, as temperatures in winter are milder than at the beginning of the 20th century, and there are fewer days with no direct sunlight. On the other hand, thanks to climate warming and a consequent increasing in the number of very hot days and hot nights in summer, as well as weaker thermal stimulation in winter, the meteotropic situation in Kraków can be described as “worsening”.