

## SYTUACJE METEOROTROPOWE W RZESZOWIE

### The meteorotropic situations in Rzeszów

KATARZYNA KUDŁACZ\*, DOROTA MATUSZKO\*\*

**Zarys treści.** Celem pracy jest charakterystyka zmienności występowania sytuacji meteorotropowych w Rzeszowie w latach 2001–2012. Na podstawie analizy wybranych sytuacji meteorotropowych, takich jak: sytuacje cyklonalne, fronty atmosferyczne, burze oraz zjawiska fenowe, dokonano oceny budości klimatu Rzeszowa. W opracowaniu wykorzystano Kalendarz typów cyrkulacji ... (Niedźwiedz 2013) oraz dane meteorologiczne ze stacji Rzeszów-Jasionka, a także badania ankietowe. Obliczono częstość występowania dni charakterystycznych o określonych wartościach progowych: dni mroźne ( $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ) i upalne ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ ), fale upałów, dni parne, noce gorące ( $t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ ), dni z dobową amplitudą powietrza  $> 12^{\circ}\text{C}$  ( $t_{\max} - t_{\min} > 12^{\circ}\text{C}$ ) i ze zmianami temperatury powietrza z dnia na dzień  $> 6^{\circ}\text{C}$  ( $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$ ), a także dni z niedoborem bezpośredniego promieniowania słonecznego oraz ze znacznymi wahaniami ciśnienia atmosferycznego. Analiza wykazała, iż dla meteoropatów najbardziej niekorzystną porą roku w Rzeszowie jest lato, z uwagi na obciążające warunki termiczno-wilgotnościowe, kształtowane przez układy niskiego ciśnienia atmosferycznego, a także przechodzące z dużą częstością fronty chłodne i towarzyszące im burze. Powyższe wyniki zostały potwierdzone przez badania ankietowe przeprowadzone w latach 2013–2015 wśród mieszkańców Rzeszowa.

**Słowa kluczowe:** bioklimat miast, sytuacje meteorotropowe, Rzeszów

**Abstract.** The main objective of the paper is to determine the variability in the occurrence of meteorotropic situations in Rzeszów, in the years 2001–2012. An assessment of the bioclimate of Rzeszów was performed according to the analysis of the selected meteorotropic situations, including cyclonic situations, atmospheric fronts, storms and dry winds, such as the Foehn. The calendar with the circulation types (Niedźwiedz 2013), the database from meteorological station Rzeszów-Jasionka and questionnaire surveys were used in this thesis. The study took into account the characteristic days, such as frosty days ( $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ), very hot days ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ ), heat waves, sultry days, 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 ( $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$ ), days with insolation deficit and days with high fluctuations of air pressure. The research indicated that the most meteorotropic season of the year in Rzeszów is summer, due to its very adverse thermal-moisture conditions. During the warm half of the year, the weather is influenced by cyclonic situations, moving fronts and frequently occurring storms. The study also presents the results of the questionnaire, which confirms that the most meteorotropic season of the year is summer (June, July and August).

**Key words:** bioclimate of cities, meteorotropic situations, Rzeszów

## Wprowadzenie

Badania dotyczące bioklimatu miast są ciągle aktualne i ważne, gdyż liczba mieszkańców obszarów zurbanizowanych nieustannie rośnie, a, jak wskazują wyniki opracowań bioklimatycznych, mieszkańcy miast mają obniżoną zdolność adaptacyjną do dużych zmian wartości poszczególnych elementów meteorologicznych, ze względu na osłabienie mechanizmów przystosowawczych oraz wydolikacenie organizmu na skutek długotrwałego przebywania w sztucznie

wytworzonym mikroklimacie pomieszczeń (Kozłowska-Szczęśna i in. 2004). Szczególnie niekorzystne dla zdrowia ludzi są sytuacje meteorotropowe, takie jak niskie ciśnienie, przechodzenie frontów atmosferycznych i adwekcje mas powietrza o kontrastowych cechach fizycznych, pogoda burzowa i sytuacje fenowe, podczas których obserwuje się subiektywne dolegliwości u ludzi zdrowych oraz nasilenie obiektywnych objawów chorobowych u większości chorych (Błażejczyk, Kozłowska-Szczęśna 2008; Matuszko, Piotrowicz 2012).

\* Instytut Rozwoju Miast w Krakowie, ul. Cieszyńska 2, 30-015 Kraków; e-mail: kkudlacz@irm.krakow.pl

\*\* Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków; e-mail: d.matuszko@uj.edu.pl

Celem niniejszej publikacji jest charakterystyka zmienności występowania sytuacji meteorotropowych w Rzeszowie.

## Materiały źródłowe i metoda

Do analizy sytuacji meteorotropowych wykorzystano Kalendarz typów cyrkulacji ... (Niedźwiedz 2013). Oceny zmienności sytuacji meteorotropowych dokonano na podstawie charakterystyki występowania układów niżowych, przechodzenia frontów atmosferycznych, burz, potencjalnych warunków fenowych oraz analizy liczby dni charakterystycznych o określonych wartościach progowych. Uwzględniono także wyniki badań ankietowych, które odzwierciedlały subiektywne odczucia mieszkańców podczas nagłych zmian warunków pogodowych. W opracowaniu wykorzystano wyniki pomiarów z lat 2001–2012 ze stacji synoptycznej Rzeszów-Jasionka oraz badania ankietowe przeprowadzone w latach 2013–2015. Baza danych meteorologicznych pochodziła ze strony internetowej OGIMET (<http://www.ogimet.com/>).

Dni mroźne, upalne oraz noce tropikalne rozpatrywano na podstawie temperatury maksymalnej z godziny 06 UTC oraz 18 UTC. Do wyznaczenia fali upałów przyjęto założenie, iż jest to okres minimum trzech dni z temperaturą maksymalną w ciągu doby powyżej 30°C. Dni z dużą dobową amplitudą temperatury powietrza (powyżej 12°C) wyliczono na podstawie różnicy pomiędzy maksymalną i minimalną wartością temperatury. Zmienność temperatury z dnia na dzień przekraczającą 6°C obliczono jako różnicę pomiędzy temperaturą średnią dobową w danym dniu i dniu poprzednim (Kossowska-Cezak i in. 2000).

W celu dokonania analizy częstości występowania dni parnych, wyliczono wartość rzeczywistego ciśnienia pary wodnej, stosując wzór ze strony internetowej: National Weather Service Southern Region Headquarters (<http://www.srh.noaa.gov/>), z uwzględnieniem temperatury punktu rosy:

$$e = 6,11 \cdot 10^{\left( \frac{7,5 \cdot T_d}{237,3 + T_d} \right)} \quad (1)$$

Następnie, na podstawie wyliczonych wartości ciśnienia pary wodnej, wykorzystano kryterium Scharlau'a ( $e \geq 18,8$  hPa) do wyznaczenia dni parnych (Dubaniewicz i in. 1988).

Za dzień z niedoborem bezpośredniego promieniowania słonecznego przyjęto przypadek, w którym średni stopień pokrycia nieba

chmurami, wyliczony na podstawie pomiarów z następujących godzin obserwacyjnych: 06 UTC, 12 UTC, 18 UTC, osiągnął wartość 8/8.

Do analizy częstości występowania dni z odczuwalnymi wahaniami ciśnienia atmosferycznego uwzględniono zmiany ciśnienia z dnia na dzień z godziny 12 UTC oraz zmian w ciągu dnia z godzin – 03 UTC, 06 UTC, 09 UTC, 12 UTC, 15 UTC, 18 UTC, 21 UTC. Jeżeli różnica ciśnienia była równa lub wyższa niż 8 hPa, klasyfikowano dany dzień jako silnie bodźcowy.

Wyznaczono także częstość występowania sytuacji fenowych na podstawie pomiarów kierunku (135°–225°) i prędkości (powyżej 4 m·s<sup>-1</sup>) wiatru, zmian ciśnienia atmosferycznego pomiędzy kolejnymi godzinami pomiarowymi o co najmniej 2 hPa, spadku wilgotności względnej powietrza z dnia na dzień o ponad 10%, wzrostu z dnia na dzień średniej dobowej temperatury o co najmniej 3°C, oraz obserwacji występowania chmur *Alto-cumulus* lub *Stratocumulus lenticularis*.

Badania ankietowe posłużyły do określenia subiektywnych odczuć mieszkańców Rzeszowa podczas występowania wybranych sytuacji meteorotropowych. Ankiety przeprowadzono na próbie 200 osób, z czego 99 stanowiły kobiety, a 101 mężczyźni.

Respondentów podzielono ze względu na wiek, płeć oraz aktywność fizyczną. Wyróżniono 5 grup wiekowych (tab. 1). Ankiety przeprowadzono wśród osób związanych z różnym środowiskiem zawodowym. Ankieta zawierała 15 pytań zamkniętych, jednokrotnego bądź wielokrotnego wyboru oraz 3 pytania otwarte. Ankietowani wypełniali kwestionariusz samodzielnie.

Tabela 1

Liczba respondentów w podziale na grupy wiekowe oraz płeć

The number of respondents by age and sex

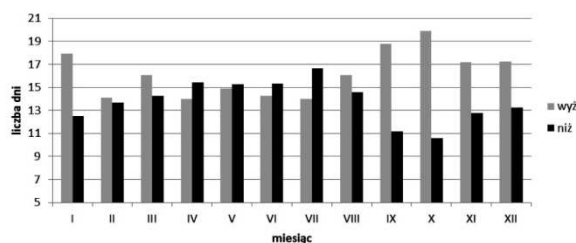
Grupy wiekowe (lata)	Kobiety (liczba osób)	Mężczyźni (liczba osób)
do 15	13	12
15–25	32	11
26–40	22	38
41–60	17	19
powyżej 60	15	21

## Wyniki

W biometeorologii pod względem barycznym za silnie bodźcowe uważa się sytuacje niżowe. Według badań Machalka (1997) układ

niskiego ciśnienia oddziałuje niekorzystnie na organizm ludzki, w szczególności na układy: kostny, więzadłowy i mięśniowy (Kozłowska-Szczęśna i in. 2004). Gwałtowne spadki ciśnienia powodują rozszerzenie błony oraz płynów znajdujących się w stawach. Wpływa to na zwiększenie nacisku na tkankę chrzęstną szklistą otaczającą powierzchnie stawowe, w wyniku czego osoby cierpiące na reumatyzm odczuwają wzrost intensywności bólu w torebkach stawowych (Kaiser 2006). Przy niskim ciśnieniu atmosferycznym obserwuje się również zaburzenia pracy układu sercowo-naczyniowego, oddechowego, a nawet problemy związane z trawieniem. Niże, w połączeniu z adwekcją mas powietrza arktycznego oraz polarnego morskiego, stanowią niekorzystne warunki biometeorologiczne i przyczyniają się do wzrostu liczby zawałów serca, w szczególności u osób starszych (Dubaniewicz i in. 1981). Układy niżowe, poprzedzone przejściem frontu ciepłego zimą oraz frontu chłodnego latem, stanowią niekorzystne warunki pogodowe dla osób cierpiących na choroby związane z układem oddechowym (Kozłowska-Szczęśna i in. 2004).

Na podstawie Kalendarza typów cyrkulacji ... (Niedźwiedź 2013) w latach 2001–2012 w Rzeszowie odnotowano 1985 przypadków, w których sytuację synoptyczną zaklasyfikowano jako cyklonalną. Największy udział (25,4%) stanowił typ cyrkulacji Bc – bruzda cyklonalna oraz układy niżowe z adwekcją mas powietrza z zachodu (18,1%). W ciągu roku układy niżowe przeważały nad wyżowymi w kwietniu oraz w czerwcu i lipcu. Najwięcej dni z niskim ciśnieniem wystąpiło w lipcu, średnio 17 dni w miesiącu, najmniej we wrześniu i październiku, średnio 11 przypadków (rys. 1). Najczęściej sytuacje cyklonalne występowały w połączeniu z napływem mas powietrza polarnego morskiego.



Rys. 1. Średnia miesięczna liczba dni z układem niskiego i wysokiego ciśnienia (Rzeszów, 2001–2012)

Average numbers of days with low and high pressure systems (Rzeszów, 2001–2012)

Głębokie niże (od 940 do 1000 hPa) występowały w Rzeszowie od stycznia do kwietnia oraz w listopadzie i grudniu. Sporadyczne zdarzały się również przypadki w maju oraz w październiku. Najczęściej utrzymywały się podczas jednego dnia, ale niekiedy trwały dłużej i zalegały kolejno przez pięć lub cztery dni z rzędu (21–25.03 i 21–24.11.2008 roku).

W biometeorologii za najbardziej aktywne biologicznie sytuacje meteorotropowe uznano fronty chłodne, z uwagi na towarzyszące im okresowe wahania ciśnienia atmosferycznego, gwałtowne spadki temperatury oraz burze (Kozłowska-Szczęśna i in. 2004). W wyniku przemieszczania się chłodnego frontu atmosferycznego obserwuje się nasilenie dolegliwości związanych z układem krążenia (Berke-Nowak 1998). Spadki temperatury powietrza wywołują w organizmie skurczenie naczyń krwionośnych, wzrost ciśnienia i lepkości krwi oraz ograniczenia w dostarczaniu tlenu do narządów wewnętrznych (Kozłowska-Szczęśna i in. 2004). Powyższe reakcje, w szczególności u osób ze zdiagnozowaną miażdżycą naczyń krwionośnych, zwiększają ryzyko wystąpienia udaru oraz zawału mięśnia sercowego (Berke-Nowak 1998). Przed nadejściem frontu chłodnego wartość ciśnienia atmosferycznego spada do minimum, natomiast po przejściu obserwuje się gwałtowny wzrost analizowanego elementu. Wahania ciśnienia atmosferycznego powodują odkształcanie błony bębenkowej. Według Jankowiaka (1976) na przemiany rozprężające oraz sprężające powietrze w uchu, może być przyczyną okresowego osłabienia słuchu (Kozłowska-Szczęśna i in. 2004). Przed nadejściem frontu atmosferycznego meteoropaci skarżą się w szczególności na bóle głowy i wystąpienie migreny. W trakcie przechodzenia frontu chłodnego odnotowuje się wzrost liczby: zawałów mięśnia sercowego, udarów oraz przypadków wystąpienia ataków astmy oskrzelowej i przyspieszonych porodów. Napływ chłodnych i wilgotnych mas powietrza, w połączeniu z przechodzącym frontem, jest niekorzystny dla chorych cierpiących na reumatyzm (Kaiser 2006). Nawet u 80% osób zmagających się z dolegliwościami układów: kostno-więzadłowego i mięśniowego obserwuje się nasilenie bólów reumatycznych, związanych z przemieszczającym się frontem (Kozłowska-Szczęśna i in. 2004).

W analizowanym okresie (lata 2001–2012) średnio w roku notowano 146 dni z frontem atmosferycznym. Największa liczba dni z frontem przypadała na styczeń, marzec, czerwiec oraz lipiec. Średnio było to około 13 dni w mie-

siącu. We wrześniu i październiku, w wyniku osłabienia aktywności niżowego ośrodka barycznego nad Islandią, notowano najmniejszą

liczbę dni z przemieszczającym się frontem atmosferycznym. Było to średnio 10 dni w miesiącu (tab. 2).

Średnia miesięczna i roczna liczba dni z poszczególnymi rodzajami frontów atmosferycznych w Rzeszowie (2001–2012)

Tabela 2

Monthly and annual average number of days with different atmospheric fronts in Rzeszów (2001–2012)

Rodzaj frontu	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
chłodny	3,7	4,0	4,4	3,9	6,0	5,4	5,2	4,8	4,8	4,7	4,6	4,0	55,5
ciepły	3,4	3,1	3,6	3,0	2,2	3,1	2,1	1,8	1,4	2,4	3,4	2,9	32,4
okluzji	2,8	2,7	1,8	1,0	0,9	1,2	1,1	2,1	1,4	1,3	1,9	2,1	20,3
stacjonarne	1,1	0,6	1,3	2,2	1,8	1,6	2,9	2,0	1,5	1,3	1,0	1,5	18,8
różne	2,3	1,5	2,1	1,8	1,1	1,5	1,9	0,8	1,3	1,2	1,6	1,7	18,8

W Rzeszowie największy udział wszystkich frontów atmosferycznych stanowiły fronty chłodne (tab. 2), które najczęściej występowały od maja do lipca, średnio ponad 5 dni w miesiącu. W przypadku frontu ciepłego znaczna liczba przypadków wystąpiła w okresie od listopada do kwietnia. Średnio było to około 3 dni w miesiącu. Najrzadziej nad Rzeszowem przemieszczały się fronty zokludowane i stacjonarne, które nie wykazywały aż tak dużego zróżnicowania w przebiegu rocznym, w porównaniu do pozostałych rodzajów frontów (tab. 2).

Przechodzeniu frontu chłodnego towarzyszą często burze, które silnie bodźcowo oddziałują na organizm człowieka ze względu na zmiany pola elektrycznego i dużą ilość (nawet 2000 na  $\text{cm}^3$ ) jonów dodatnich (Heßmann-Kosaris 1998). Złe samopoczucie, uczucie lęku, niepokoju oraz problemy z koncentracją, to negatywne reakcje organizmu związane z wystąpieniem burzy (Błażejczyk 2004). Wraz z dolegliwościami układu nerwowego występują także nasilenia zaburzeń związanych z układem krążenia, trawiennym oraz oddechowym. Najczęściej u osób cierpiących na choroby układu krwionośnego występują także nieprawidłowości związane z przepływem krwi w naczyniach włosowatych. Zaburzenia pola magnetycznego Ziemi wpływają negatywnie na układ nerwowy człowieka oraz na wzrost liczby wypadków odnotowanych przy pracy (Kozłowska-Szczęsna i in. 2004).

W latach 2001–2012 w Rzeszowie wystąpiło 184 dni z burzą. Średnio w roku było to 15,5 przypadków. Wartość ta wydaje się być zaniżona w porównaniu z wynikami otrzymanymi przez innych Autorów dla wcześniejszego okresu. Według Kuchcik i in. (2013) w latach 1991–

2000 wystąpiło średnio w roku 32,1 dni z burzą. Stopa (1962) podaje, że w latach 1946–1955 średnia roczna liczba dni z burzą w Rzeszowie wyniosła 25,5, natomiast według Michny (1965) było to 26,7 dnia. W opracowaniu Bielec-Bąkowskiej (2013) średnia roczna wartość za lata 1949–2006 wyniosła 28 dni. Analiza danych meteorologicznych ze stacji Rzeszów-Jasionka wykazała, że w latach 2001–2005 liczba dni z burzą osiągała wartość powyżej 20 dni w ciągu roku, natomiast spadek liczby burz zaczęto notować w drugiej części analizowanego okresu, tj. w latach 2006–2012, w którym średnia roczna liczba dni z burzą wyniosła zaledwie 11,4. Warto zaznaczyć, iż burzę na stacji lotniskowej w Rzeszowie klasyfikuje się na dwa różne sposoby: w wyniku bezpośredniej obserwacji oraz poprzez zastosowanie pomiarów automatycznych. Można przypuszczać, iż spadek częstości obserwowania omawianego zjawiska jest wynikiem zastosowania automatycznych przyrządów pomiarowych. Burze notowane były przeważnie w sezonie letnim, od maja do sierpnia, z maksimum w lipcu – średnio 5 przypadków w miesiącu. W analizowanym okresie, od listopada do stycznia, nie wystąpiła ani jedna burza (tab. 3).

Sytuacje fenowe oraz towarzyszące im gwałtowne zmiany ciśnienia atmosferycznego, temperatury i wilgotności powietrza, stanowią niekorzystne bodźce biometeorologiczne oddziałujące negatywnie na organizm ludzki (Kozłowska-Szczęsna i in. 2004). W trakcie wystąpienia fenu obserwuje się nasilenie dolegliwości chorobowych związanych przede wszystkim z układem sercowo-krążeniowym oraz wegetatywnym. Meteoropaci skarżą się również na bóle głowy, migrenę oraz niskie ciśnienie tętnicze krwi (Ma-

chalek 1997). Zespół reakcji fizjologicznych powiązanych z tego typu wiatrem nazwano w klimatologii chorobą fenową. Szczególnie istotne objawy omawianej patogenezы stanowią zaburzenia równowagi układu nerwowego. Obniżenie komfortu psychicznego człowieka przekłada się na wzrost agresywności, uczucie niepokojу oraz stany lękowe, a niekiedy prowadzi

do zachwiania sfery emocjonalnej, co w najgorszej sytuacji może skończyć się próbą samobójczą. W wyniku odmiennej reakcji organizmu na stres, wyróżnia się także pozytywne aspekty sprzyjające wiatrom fenowym, tj. większa chęć i motywacja do pracy oraz działania (Kozłowska-Szczęсна i in. 2004).

Tabela 3

Średnia miesięczna liczba dni z burzą w Rzeszowie (2001–2012)

Monthly average number of days with a storm in Rzeszów (2001–2012)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
0,0	0,1	0,2	0,2	3,3	3,3	5,0	2,8	0,4	0,2	0,0	0,0	15,5

Na podstawie analizы literatury (Schiffer 1986; Ustrnul 1992; Lewińska 2000–2001; Trepіńska i in. 2006), przy wyznaczaniu potencjalnego okresu występowania wiatru fenowego w Rzeszowie, autorki opracowania zastosowały własne kryteria potencjalnego występowania fenu:

1. wiatr z sektora południowego ( $135^\circ$  do  $225^\circ$ ) o prędkości powyżej  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,
2. wzrost z dnia na dzień średniej dobowej temperatury o co najmniej  $3^\circ\text{C}$  oraz spadek wilgotności względnej powietrza o 10% i więcej,
3. zmiany ciśnienia atmosferycznego, pomiędzy kolejnymi godzinami pomiarowymi przekraczające 2 hPa.

Na wstępie przeanalizowano wartości średniej dobowej temperatury oraz wilgotności względnej powietrza. W przypadku, gdy warunki meteorologiczne w danym dniu uznano za sprzyjające sytuacji fenowej, analizowano dane 1-godzinne, pod

kątem zmian wartości ciśnienia oraz kierunku i prędkości wiatru. Układy baryczne, w obrębie których wystąpiły omawiane zjawiska, wyróżniono na podstawie archiwalnych map synoptycznych (<http://www.wetterzentale.de>).

W Rzeszowie, w latach 2001–2012, wyróżniono 107 przypadków, w których warunki meteorologiczne sprzyjały wystąpieniu sytuacji fenowej. Średnio w ciągu roku było to około 9 przypadków. Na podstawie Kalendarza typów cyrkulacji ... (Niedźwiedź 2013) stwierdzono, iż najczęściej sytuacje fenowe wystąpiły przy układach cyklonalnych, z adwekcją z południowego zachodu (45,9%), z dominującymi masami powietrza polarnego morskiego. Najczęściej feny pojawiały się w miesiącach przejściowych, tj. marzec, październik oraz listopad, najrzadziej od czerwca do sierpnia (tab. 4).

Tabela 4

Częstość występowania sytuacji fenowych w Rzeszowie (2001–2012)

The frequency of occurrence of Foehn situations in Rzeszów (2001–2012)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Liczba dni z fenem	8	8	17	11	7	3	4	5	5	16	16	7	107

Jednym ze sposobów oceny wpływu sytuacji meteorotropowych na zdrowie ludzi jest analiza częstości występowania dni charakterystycznych, szczególnie uciążliwych dla organizmu (Kozłowska-Szczęсна i in. 1997; Matuszko, Piotrowicz 2012). W niniejszej pracy ograniczono się do charakterystyki dni mroźnych ( $t_{\text{max}} < 0^\circ\text{C}$ ), upalnych ( $t_{\text{max}} > 30^\circ\text{C}$ ), parnych, nocy tropikalnych ( $t_{\text{min}} \geq 20^\circ\text{C}$ ), zmiany dobowej amplitudy powietrza ( $t_{\text{max}} - t_{\text{min}} > 12^\circ\text{C}$ ), zmiany temperatury z dnia na dzień ( $\Delta t_{\text{sr}} > 6^\circ\text{C}$ ), dni

z niedoborem bezpośredniego promieniowania słonecznego oraz zmienności ciśnienia atmosferycznego.

W Rzeszowie dni mroźne wystąpiły głównie przy sytuacjach wyżowych (66%, najczęściej: klin wyżowy (17%) i w warunkach z adwekcją ze wschodu i południowego wschodu (po 9%). Średnia roczna liczba dni mroźnych w latach 2001–2012 wyniosła 61, co stanowi wyższą wartość w porównaniu do wyników otrzymanych przez Michnę (1965) w latach 1947–1961

(40 dni). Najwięcej dni mroźnych przypadało na zimę (grudzień, styczeń, luty), kiedy nad obszar Polski Południowo-Wschodniej napływało powietrze polarne kontynentalne, sprzyjające wysokiemu, nocnemu wypromieniowaniu ciepła. Sporadycznie dni mroźne zdarzały się także w marcu, kwietniu, październiku oraz listopadzie. W tych dniach przeważała sytuacja cyklonalna z adwekcją powietrza z północy, której towarzyszyły masy powietrza arktycznego.

Dni upalne wystąpiły w Rzeszowie zarówno przy sytuacjach cyklonalnych (55%), jak i antycyklonalnych (45%). Sprzyjająca upałom sytuacja baryczna to bruzda cyklonalna (24%), klin antycyklonalny (19%) oraz sytuacja cyklonalna z adwekcją z południa (9%). Średnia roczna liczba dni z  $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$  w latach 2001–2012 wyniosła w Rzeszowie ponad 10, czyli była około dwukrotnie większa niż w latach 1947–1961 (Michna 1965) i 1951–2005 (Cebulak, Limanówka 2007), natomiast porównywalna do wyników Kuchcik i in. (2013) w latach 1991–2000 (8,8 dni upalnych). Dni upalne pojawiały się głównie od czerwca do sierpnia, sporadycznie w maju i wrześniu, a pojedyncze przypadki zdarzały się również w październiku oraz listopadzie. W Rzeszowie zjawisko fal upałów występowało przeważnie przy sytuacjach antycyklonalnych (58%), głównie przy klinie antycyklonalnym (29%). Fale upałów pojawiały się głównie w lipcu, ale także w maju, czerwcu i sierpniu. W analizowanych latach przeważały ciągi trzydniowe (tab. 5), ale zdarzały się także 8-dniowe.

Tabela 5

Liczba fal upałów o różnej długości  
w Rzeszowie (2001–2012)

The number of different length heat waves  
in Rzeszów (2001–2012)

Długość (liczba dni)	3	4	5	6	7	8
Fale upałów	7	–	1	1	1	3

Występowaniu dni parnych towarzyszyły sytuacje cyklonalne (63%), głównie bruzda cyklonalna (31%). Pogoda parna przeważała w lecie, z maksimum w lipcu. Dni z pogodą parną wystąpiły głównie w sezonie letnim, od czerwca do sierpnia. Sporadyczne przypadki pojawiły się w maju. Średnia roczna liczba dni z  $e \geq 18,8$  hPa wyniosła 17,6. Według Kuchcik i in. (2013) w latach 1991–2000 średnio w roku

wystąpiło 29,8 dni o obciążających warunkach wilgotnościowych. W Rzeszowie, podobnie jak w Krakowie (Matuszko, Piotrowicz 2012), zjawisku nocy tropikalnych sprzyjała adwekcja masy powietrza zwrotnikowego lub polarnego kontynentalnego oraz sytuacje bezadwekcyjne – bruzda cyklonalna (18%) i klin antycyklonalny (18%). Noce tropikalne pojawiały się w Rzeszowie głównie od czerwca do sierpnia, sporadycznie zdarzały się w kwietniu, maju, wrześniu, a nawet w październiku. Największą liczbą nocy tropikalnych charakteryzowały się lata 2006 (26 przypadków), 2010 (28 przypadków) i 2012 (28 przypadków).

Dni z dużą dobową amplitudą temperatury powietrza (powyżej  $12^{\circ}\text{C}$ ) stanowią silnie bodźcowe warunki termiczne dla człowieka przebywającego długotrwale na świeżym powietrzu. W takich dniach odnotowuje się negatywny wpływ wysokich kontrastów termicznych na samopoczucie człowieka (Błażejczyk 2004).

W Rzeszowie dni cechujące się wysokimi dobowymi kontrastami termicznymi wystąpiły głównie przy sytuacjach wyżowych (78%). Sprzyjający układ baryczny to klin antycyklonalny (29%) oraz adwekcja masy z południowego zachodu (14%) i południa (10%). Średnia roczna liczba dni z  $dt > 12^{\circ}\text{C}$  wyniosła 34, przy czym w roku 2003 stwierdzono 49 dni silnie bodźcowych, natomiast w 2008 roku – zaledwie 13. Duże kontrasty termiczne w ciągu doby notowano głównie w miesiącach przejściowych, tj. w marcu, kwietniu, maju oraz wrześniu i październiku. Najczęściej pojawiały się we wrześniu, średnio w około 7 dniach. Zmiany temperatury z dnia na dzień przekraczające wartość  $6^{\circ}\text{C}$  stanowiły średnio 8,6 przypadków w ciągu roku. Najczęściej tak wysokie wahania temperatury obserwowano w sezonie zimowym, tj. grudniu, styczniu oraz lutym. Duże wahania temperatury z dnia na dzień występowały zazwyczaj pojedynczo lub w ciągach dwudniowych. W roku 2008 odnotowano zaledwie 5 przypadków, gdzie  $dt_s > 6^{\circ}\text{C}$ . Rok 2003 cechował się największą liczbą przypadków, bo aż 15, przy czym aż 6 z nich wystąpiło w lutym. Zmiany średniej dobowej temperatury powietrza z dnia na dzień przekraczające wartość  $6^{\circ}\text{C}$  zdarzały się stosunkowo rzadko (poniżej 9 dni w ciągu roku), najczęściej podczas bruzdy cyklonalnej (20%) oraz południowo-zachodniej adwekcji masy powietrza (19%). Dużym międzydobowym wahaniom temperatury sprzyjała zmiana kierunku napływu masy powietrza. Najczęściej duże wahania temperatury obserwowano w zimie, zazwyczaj pod-

czas pojedynczych dni lub w ciągach dwudniowych.

Dni z niedoborem bezpośredniego promieniowania słonecznego wystąpiły głównie przy adwekcji mas powietrza z północnego wschodu (12%) oraz przy bruździe cyklonalnej (11%) i klinie antycyklonalnym (10%). Największe zachmurzenie obserwowano w chłodnej porze roku, z maksimum w grudniu. Dni z całkowitym zachmurzeniem występowały zazwyczaj pojedynczo lub tworząc ciągi dwu- lub trzydniowe, ale zdarzały się także ciągi pięciodniowe.

Duże wahania ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień ( $\geq 8$  hPa) występowały głównie podczas bruźdy cyklonalnej (14%), klina antycyklonalnego (11%) oraz adwekcji mas powietrza z zachodu (Wc – 10%, Wa – 9%). Najczęściej duże różnice pomiędzy wartościami ciśnienia

zdarzały się od listopada do marca, z maksimum w grudniu (8 dni). Istotne z punktu widzenia biometeorologii są zwłaszcza duże wahania ciśnienia w ciągu dnia, które stanowią silniejszy bodziec dla organizmu człowieka, niż wahania międzydobowe. W latach 2001–2012 było 184 dni, w których różnica ciśnienia między pomiarami z godziny 06 UTC oraz 18 UTC osiągnęła wartość większą bądź równą 8 hPa. Średnio w roku dni z tak wysokimi wahaniami ciśnienia było 15. Najczęściej duże różnice ciśnienia obserwowano od listopada do marca, sporadycznie w miesiącach letnich. Rekordowy skok ciśnienia, o około 22 hPa, zanotowano 29 stycznia 2007 roku, kiedy to o godzinie 06 UTC ciśnienie atmosferyczne wynosiło 994,2 hPa, natomiast o 18 UTC już 1016 hPa (tab. 6).

Tabela 6

Wybrane dni z dużymi wahaniami ciśnienia atmosferycznego (hPa) w Rzeszowie, w latach 2001–2012 oraz sytuacja synoptyczna w dorzeczu górnej Wisły (Niedźwiedź 2013)

Selected days with high fluctuations of air pressure (hPa) in Rzeszów (2001–2012) and synoptic situations in the upper basin of the Vistula river (Niedźwiedź 2013)

Data	Typ cyrkulacji	Masy powietrza	Fronty atmosferyczne	06 UTC	09 UTC	12 UTC	15 UTC	18 UTC
09.11.2001	Bc	PA	chłodny	996,2	1000,7	1005,2	1009,6	1010,1
27.10.2002	Wc	PPm	różne fronty	1018,1	1017,8	1014,4	1009,5	1004,2
19.11.2004	Cc	różne mp	różne fronty	996,4	991,1	986,6	985,7	996,9
21.09.2005	Ea	PPk	–	1025,6	1024,8	1023,7	1023,8	1009,6
24.11.2006	SWc	PPms	okluzja	1012,6	1013,5	1013,1	1016,9	1017,2
24.12.2006	NWa	PPms	–	1035,3	1034,4	1030,1	1030,5	1031,0
29.01.2007	NWc	PA	chłodny	994,2	1003,2	1006,0	1003,5	1016,0
18.11.2008	Ka	PPk	–	1024,4	1023,2	1020,4	1017,8	1009,1
23.12.2009	Bc	różne mp	chłodny	997,9	995,2	994,2	997,0	1002,8
09.12.2010	Bc	PA	chłodny	996,4	1004,5	1007,6	1008,0	1009,4
12.02.2011	Na	różne mp	różne fronty	1006,8	1013,6	1016,6	1017,0	1019,4
05.01.2012	Wc	PPm	chłodny	1003,8	997,4	990,8	987,9	985,4

Badania ankietowe stanowiły uzupełnienie analizy danych meteorologicznych i synoptycznych. Ich wyniki wykazały, że najbardziej wrażliwe na gwałtowne zmiany warunków meteorologicznych są kobiety, dzieci oraz osoby starsze. Szczególnie uciążliwe warunki meteorologiczne latem, wpływają niekorzystnie na osoby zmagające się z dolegliwościami reumatycznymi oraz problemami z układem sercowo-naczyniowym. Ponad 58% osób w grupie wiekowej powyżej 60 lat odczuwało dyskomfort oraz nasilenie bólów reumatycznych przed nadejściem burzy. Około 35% ankietowanych zadeklarowało, iż odczuwa dyskomfort termiczny w trakcie trwania wielodniowego upału. W czasie pochmurnej pogody

71% respondentów odczuwało zniechęcenie, senność oraz zdenerwowanie. We wszystkich przebadanych grupach wiekowych respondenci zgodnie twierdzili, iż całkowite zachmurzenie stanowiło negatywny bodziec meteorologiczny dla organizmu człowieka. Warto zaznaczyć, iż na brak słońca częściej skarżyły się kobiety. Nawet 78% ankietowanych kobiet deklarowało, że pogoda pochmurna wpływa niekorzystnie na ich samopoczucie. Około 34% respondentów podało, iż podczas pogody z silnym wiatrem odczuwa niepokój, niechęć do pracy, bóle głowy, przyspieszoną akcję serca oraz lekkie poirytowanie. Najbardziej odporne na sytuacje fenowe były osoby młodsze (< 40 lat). Osoby starsze (> 60 lat), od-

czuwały dyskomfort w trakcie wystąpienia silnego, porywistego wiatru (76%). Warto zaznaczyć, iż bardziej wrażliwe na zmienne warunki pogodowe obserwowane w trakcie wystąpienia fenu były kobiety.

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy sytuacji meteorotropowych i dni charakterystycznych stwierdzono, iż dla meteoropatów najbardziej niekorzystną porą roku w Rzeszowie jest lato, szczególnie lipiec. W lecie, zalegającym często układom niskiego ciśnienia towarzyszą fronty chłodne oraz charakterystyczne dla nich burze. Podczas tych sytuacji meteorotropowych występują duże wahania ciśnienia atmosferycznego i silny wiatr. Również na lato przypada większa niż w innych porach roku częstość uciążliwych dla organizmu człowieka warunków termiczno-wilgotnościowych: dni upalnych, fal upałów, nocy gorących oraz dni parnych.

W półroczu chłodnym najbardziej niekorzystne są sytuacje cyklonalne, którym towarzyszą dni z niedoborem bezpośredniego promieniowania słonecznego, dużymi wahaniami ciśnienia i temperatury powietrza oraz silnym wiatrem.

Sytuacje fenowe nie stanowią w Rzeszowie dużego problemu, gdyż występują stosunkowo rzadko (średnio 9 przypadków w ciągu roku), przeważnie w miesiącach przejściowych (marzec, październik oraz listopad).

Wyniki badań ankietowych potwierdzają, że w Rzeszowie najbardziej uciążliwe warunki atmosferyczne panują latem, ze względu na częste występowanie upału, stanów parności i burz. Według respondentów najlepsze warunki pogodowe pod względem meteorotropowym występują wiosną oraz jesienią, z uwagi na optymalne wartości temperatury powietrza i wilgotności, a także dużą częstość występowania dni pogodnych.

## Literatura

- Berke-Nowak Grażyna. 1998. *Pogoda a zdrowie*. Kraków: Agencja Wydawniczo-Usługowa Emilia.
- Bielec-Bąkowska Zuzanna. 2013. „Burze i grady w Polsce”. *Prace Geograficzne IGiGP UJ* 132: 99-132.
- Błażejczyk Krzysztof. 2004. „Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce”. *Prace Geograficzne IGiGP PAN* 192: 1-291.

- Błażejczyk Krzysztof, Teresa Kozłowska-Szczęśna. 2008. „Klimat a zdrowie”. *Kosmos* 57 (3-4): 269-279.
- Cebulak Elżbieta, Danuta Limanówka. 2007. Dni z ekstremalnymi temperaturami powietrza w Polsce. W: Katarzyna Piotrowicz, Robert Twardosz (red.). *Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych*, 185-194. Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Dubaniewicz Henryk, Teresa Nurek, Alicja Zawadzka. 1988. *Biometeorologia turystyki. Wybrane zagadnienia z bioklimatologii człowieka*, cz. I. Gdańsk: Wydawnictwo Uczelniane Akademii Wychowania Fizycznego w Gdańsku.
- Dubaniewicz Henryk, Ludwik Pawłowski, Janusz Świątczak. 1981. „Próba określenia zależności zgonów na udar mózgu i zawał serca od warunków meteorologicznych i aerosanitarnych w Łodzi w latach 1971–1974”. *Problemy Uzdrowiskowe* 1/2 (159/162): 147-156.
- Heßmann-Kosaris Anita. 1998. *Wpływ pogody na samopoczucie*. Warszawa: Diogenes.
- Jankowiak Józef (red.). 1976. *Biometeorologia człowieka*. Warszawa: Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich.
- Kaiser Manfred. 2006. *Jak pogoda wpływa na zdrowie*. Warszawa: Wydawnictwo Klub Dla Ciebie.
- Kossowska-Cezak Urszula, Danuta Martyn, Krzysztof Olszewski, Maria Kopacz-Lembowicz. 2000. *Meteorologia i klimatologia: pomiary, obserwacje, opracowania*. Warszawa-Łódź: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kozłowska-Szczęśna Teresa, Krzysztof Błażejczyk, Barbara Krawczyk. 1997. *Bioklimatologia człowieka: metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski*. Monografie Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN 1. Warszawa: Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego.
- Kozłowska-Szczęśna Teresa, Barbara Krawczyk, Magdalena Kuchcik. 2004. *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*. Monografie IGiPZ PAN 4. Warszawa: Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego.
- Kuchcik Magdalena, Krzysztof Błażejczyk, Jakub Szmyd, Paweł Milewski, Anna Błażejczyk, Jarosław Baranowski. 2013. *Potencjał leczniczy klimatu Polski*. Warszawa: Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego, Wydawnictwo Akademickie SEDNO.
- Lewińska Janina. 2000–2001. „Wiatry halne w Polsce. Przegląd literatury i ocena wyników”. *Folia Geographica, Series Geographica-Physica* 31-32: 35-150.



- Machalek Alois. 1997. Czy jestem meteoropata? Warszawa: W.A.B.
- Matuszko Dorota, Katarzyna Piotrowicz. 2012. „Wieloletnia zmienność sytuacji meteorotropowych w Krakowie”. *Przegląd Geograficzny* 84 (3): 413-422.
- Michna Edward. 1965. „Klimat Rzeszowa (w zarysie)”. *Annales Universitatis Mariae Curie Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* 20 (8): 177-202.
- Niedźwiedz Tadeusz. 2013. Kalendarz typów cyrkulacji atmosfery dla Polski południowej - zbiór komputerowy. Uniwersytet Śląski, Katedra Klimatologii, Sosnowiec.
- Schiffer Zofia. 1986. Wiatr halny a samobójstwa i bójki. W: Roman J. Wojtusiak (red.) *Biometeorologia a organizm ludzi i zwierząt*, 35-43. Warszawa: PWN.
- Stopa Maria. 1962. „Burze w Polsce”. *Prace Geograficzne IG PAN* 34: 109-179.
- Trepińska Janina, Katarzyna Piotrowicz, Rafał Bąkowski, Filip Bolechała. 2006. „Pogoda a samobójstwa”. *Balneologia Polska* 48 (1): 51-55.
- Ustrnul Zbigniew. 1992. „Potencjalne warunki występowania wiatrów fenowych w Karpatach Polskich”. *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne* 90: 97-112.
- <http://www.ogimet.com/>  
<http://www.srh.noaa.gov/>  
<http://www.wetterzentale.de/>

## Summary

During meteorotropic situations (cyclonic situations, atmospheric fronts, storms and dry winds, such as the Foehn) there are subjective symptoms observed in case of healthy people and intensification of objective symptoms in case of the majority of sick people. Urban residents are particularly sensitive to sudden weather changes. The main objective of the thesis is to determine the variability in the occurrence of meteorotropic situations in Rzeszów, in the years 2001–2012. The

calendar with the circulation types, the database from meteorological station Rzeszów-Jasionka and questionnaire surveys were used in the thesis. The study took into account the characteristic days, such as frosty days ( $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ), very hot days ( $t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ ), heat waves, sultry days, 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 ( $\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$ ), days with insolation deficit and days with high fluctuations of air pressure.

Based on the analysis of the meteorotropic situations and characteristic days it was found, that the most unfavorable season for meteoropaths in Rzeszów is summer, especially July. In summer, the low-pressure systems are accompanied by cold fronts and storms. During these meteorotropic situations there are large variations in atmospheric pressure and strong winds. Moreover, summer is the season when most adverse thermal-moisture situations occur: hot days, heat waves, hot nights and sultry days.

In the cool half of the year the most adverse are cyclonic situations, accompanied by days with insolation deficit, large air pressure and air temperature fluctuations and strong winds.

Foehn situations are relatively rare in Rzeszów (9 cases per year on average) occurring mostly in March, October and November, hence they are not very problematic.

The results of the survey confirm that the most unfavorable weather conditions in Rzeszów occur during the summer, due to the frequent occurrence of hot days and nights and storms. According to the respondents, the best weather conditions in meteorotropic context occur in spring and autumn, thanks to the optimum air temperature and humidity, and high frequency of sunny days.