

WYSTĘPOWANIE SYTUACJI METEOROTROPOWYCH W POLSCE W LATACH 2000–2020

MONIKA CHABOWSKA, LESZEK KOLENDOWICZ*, MAREK PÓLROLNICZAK**

Zakład Meteorologii i Klimatologii, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska
Przyrodniczego, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu, ul. B. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań

*ORCID: 0000-0003-0197-4563, **ORCID: 0000-0002-2322-9217

Abstract: *The occurrence and variability of meteorotropic situations in Poland in 2000–2020.* Meteorotropic situations are defined as weather that may affect human health and exacerbate diseases, especially in sensitive persons. The main objective of the paper is to determine the occurrence of meteorotropic situations in Poland in years 2000–2020. The study took into account the characteristic elements such as very hot days ($t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$), frosty days ($t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$), day-to-day changes of mean daily air temperature ($\Delta t_{\text{sr}} > 6^{\circ}\text{C}$), day-to-day changes of mean daily air pressure ($\geq 8 \text{ hPa}$) and days with insolation deficit. The research indicated that the highest heat stress strain is typical of the western and central parts of Poland and the highest low air temperature stimuli intensity of high mountain regions. Then, the highest fluctuations of the air temperature interdiurnal variation are characteristic of high mountain regions with the air pressure interdiurnal changes typical of the coastal region. According to our research, the most frequent meteorotropic situation was associated with the insolation deficit occurring mostly in the north-eastern and high mountain regions of Poland.

Keywords: meteorotropic situations, very hot days, frosty days, interdiurnal changes of the air temperature, interdiurnal changes of the atmospheric pressure, insolation, Poland

WSTĘP

Wszystkie organizmy żywe są ściśle powiązane z procesami zachodzącymi w środowisku zewnętrznym. Klimat jest jednym z elementów, którego zmiany mogą powodować zarówno pozytywne, jak i negatywne konsekwencje dla organizmu człowieka. Zmieniające się zjawiska pogodowe wystawiają organizm ludzki na szereg bodźców, które oddziałują na niego nieustannie ze zmieniającym się natężeniem. Jednym ze wskaźników określających warunki bioklimatyczne danego obszaru jest występowanie sytuacji meteorotropowych. Sytuacje meteorotropowe są określane jako aktywne biologicznie sytuacje pogodowe wpływające bezpośrednio na występowanie dolegliwości chorobowych u człowieka. Ponadto analiza sytuacji meteorotropowych jest niezwykle ważna dla osób wrażliwych, u których zmiany czynników meteorologicznych powodują osłabienie reakcji przystosowawczych, wywołując tym samym patologiczne reakcje w sferze psychicznej i fizycznej. Nadwrażliwość organizmu na zmiany warunków meteorologicznych, czyli tzw. meteoropatia, może być uwarunkowana genetycznie lub

nabyta. W tym drugim przypadku istotnymi czynnikami są między innymi proces starzenia się organizmu, niehigieniczny tryb życia, a także aktualny stan zdrowia człowieka związany istotnie z historią jego chorób. Obecnie meteoropatia uważana jest również za chorobę cywilizacyjną, która w większości dotyczy mieszkańców miast (Kozłowska-Szczęсна i in. 2004).

Wpływ środowiska atmosferycznego na organizm człowieka jest szeroko opisywanym przedmiotem badań w licznych pracach naukowych. Podstawowe pojęcia dotyczące biometeorologii człowieka oraz charakterystyka bodźców atmosferycznych została przedstawiona w jednej z monografii Polskiej Akademii Nauk (Kozłowska-Szczęсна i in. 2004). W publikacji tej przedstawiona została również charakterystyka meteoropatii oraz sytuacje pogodowe, które uznawane są za silnie bodźcowe dla organizmu człowieka.

Liczne prace z dziedziny bioklimatologii dotyczą oceny bioklimatu wybranych obszarów. Przykładem jest praca Błażejczyka (2003), w której opisano między innymi biotermiczne cechy klimatu Polski (Błażejczyk 2003). Warunki bioklimatyczne Polski zostały również opisane na podstawie bilansu cieplnego ciała człowieka. Ocena bioklimatu w wielu pracach została przedstawiana w ujęciu regionów oraz miast. Analizie zostały poddane warunki bioklimatyczne dla regionów polskich, takich jak Ziemia Kłodzka (Milewski 2011), Hala Gąsienicowa (Błażejczyk i in. 2013) oraz Karkonosze (Miszuk 2008). W przypadku polskich miast opisane zostały warunki bioklimatyczne Lublina (Dobek i Krzyżewska 2016), Krasnobrodu (Kozłowska-Szczęсна i in. 2001), Szczecina (Chabior 2011), Nowego Sącza (Kotarba 2014) oraz wybranych aglomeracji Europy i Polski (Błażejczyk i Kunert 2010).

Publikacje z zakresu bioklimatologii często dotyczą występowania sytuacji meteorotropowych, a także ich zmienności w czasie. Charakterystyka oraz zmienność występowania sytuacji meteorotropowych w Polsce została przedstawiona na przykładzie dwóch miast, takich jak Rzeszów (Kudłacz i Matuszko 2016) oraz Kraków (Matuszko i Piotrowicz 2012). W obu pracach poddano analizie wybrane warunki pogodowe, przekraczające określone wartości progowe, które uznawane są za silnie obciążające organizm człowieka.

Poszczególne sytuacje meteorotropowe zostały ujęte w różnych publikacjach naukowych. Zajmowano się między innymi występowaniem ekstremalnych warunków termicznych w Polsce północno-wschodniej (Grabowska i in. 2007), a także w Sudetach (Głowicki 2008). Przedmiotem zainteresowań było również występowanie dni upalnych, a także fal upałów, które scharakteryzowano dla obszaru polskiego wybrzeża Bałtyku (Koźmiński i Michalska 2010) oraz Lublina (Krzyżewska i in. 2015).

W dotychczasowych badaniach analizie poddano również występowanie dni mroźnych i fali chłodu. Przykładem takich prac są analizy dla Poznania (Tomczyk 2016) oraz Krakowa i Pragi (Piotrowicz 1999). Fale upałów oraz chłodu zostały zaprezentowane również na tle regionów bioklimatycznych (Krzyżewska i We-

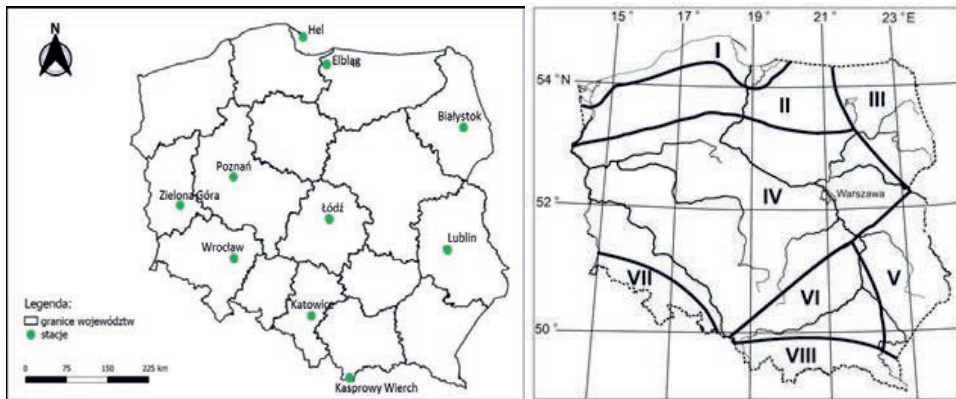
reski 2011) oraz dla południowo-wschodniego regionu bioklimatycznego (Krzyżewska 2014).

Silnie bodźcowymi sytuacjami meteorotropowymi są duże międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego. W jednej z nielicznych publikacji dotyczących bodźcowości zmian ciśnienia Koźmiński i Michalska (2012) analizowali częstość przypadków występowania dni według kategorii intensywności bodźców mechanicznych oraz ich zmienność wieloletnią, biorąc pod uwagę niekorzystny wpływ zmiany tego wskaźnika na organizm człowieka. Negatywne oddziaływanie na samopoczucie i zdrowie człowieka ma również niedobór promieniowania słonecznego, które zostało przedstawione na przykładzie mieszkańców Krakowa (Matuszko 2011).

Celem niniejszej pracy jest charakterystyka sytuacji meteorotropowych oraz określenie ich bodźcowości w wybranych regionach Polski.

DANE ŹRÓDŁOWE ORAZ METODY BADAŃ

W niniejszej pracy poddano analizie występowanie sytuacji meteorotropowych na obszarze Polski w latach 2000–2020. Za sytuacje meteorotropowe uznano dni upalne z temperaturą maksymalną wyższą od 30°C, dni mroźne z temperaturą maksymalną niższą od 0°C, zmiany średniej dobowej temperatury powietrza z dnia na dzień większe od 6°C, zmiany średniego dobowego ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień większe lub równe 8 hPa oraz dni z niedoborem bezpośredniego promieniowania słonecznego. Opracowanie bazuje na danych meteorologicznych, pochodzących z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW-PIB) (<https://danepubliczne.imgw.pl/>). Analiza wybranych regionów Polski została przeprowadzona ze wskazaniem reprezentatywnych stacji meteorologicznych dla danej części kraju (ryc. 1). Wybrane stacje (10) różnią się od siebie nie tylko położeniem, ale także odmiennymi warunkami klimatycznymi. Obszar nadmorski charakteryzuje stacja meteorologiczna w Helu, natomiast obszary górskie stacja meteorologiczna na Kasprowym Wierchu. Północną część kraju reprezentuje stacja meteorologiczna w Elblągu, a południową stacja meteorologiczna w Katowicach. Dla wschodniej części badanego obszaru wybrano takie stacje, jak Białystok i Lublin, natomiast zachodnią część reprezentują stacje meteorologiczne zlokalizowane we Wrocławiu oraz Zielonej Górze. Ponadto analizie poddano również centrum kraju, a za stacje reprezentatywne uznano stacje meteorologiczne w Poznaniu oraz Łodzi. Pobrane dane meteorologiczne z lat 2000–2020 dla wybranych 10 stacji umożliwiły w pierwszej kolejności analizę występowania dni charakteryzujących się silną bodźcowością w różnych częściach Polski. Dodatkowo analizie poddano trendy liczby dni uciążliwych dla każdej badanej sytuacji meteorotropowej w kolejnych latach badanego okresu.



Ryc. 1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych uwzględnionych w opracowaniu na tle regionów bioklimatycznych Polski. I – nadmorski, II – pojezierny, III – północno-wschodni, IV – centralny, V – południowo-wschodni, VI – świętokrzysko-malopolski, VII – sudecki, VIII – karpacki (Błażejczyk 2011)

Fig. 1. Distribution of meteorological stations included in the study against the background of bioclimatic regions of Poland. I – coastal, II – lakeside, III – north-eastern, IV – central, V – south-eastern, VI – Świętokrzyskie-Malopolskie, VII – Sudety, VIII – Carpathian

Zgodnie z klasyfikacją bioklimatyczną Błażejczyka (2004), Polska dzieli się na siedem regionów o odmiennych warunkach biometeorologicznych. Stacje meteorologiczne wybrano w niniejszym opracowaniu w taki sposób, aby reprezentowały wybrane regiony bioklimatyczne (ryc. 1). Region nadmorski reprezentowany jest przez stację meteorologiczną na Helu. Region ten charakteryzuje się najsilniejszym wpływem Bałtyku, a także najwyższymi wartościami usłonecznienia w porównaniu do innych obszarów Polski. Regiony górskie reprezentuje stacja meteorologiczna na Kasprowym Wierchu. Zgodnie z regionalizacją bioklimatyczną, stacja ta należy do regionu karpackiego, który wyróżnia się najbardziej zróżnicowanymi warunkami bioklimatycznymi. Kolejnym wyróżnionym obszarem w regionalizacji Błażejczyka jest region pojezierny reprezentowany przez stację meteorologiczną w Elblągu. Klimat tego regionu jest związany z wpływem Bałtyku, ale zdecydowanie słabszym niż w regionie nadmorskim. Z kolei południowa część kraju jest reprezentowana przez stację meteorologiczną zlokalizowaną w Katowicach. Stacja ta należy do centralnego regionu bioklimatycznego. Wschodnią część kraju reprezentują dwie stacje (Białystok oraz Lublin), które różnią się od siebie warunkami klimatycznymi, a tym samym przynależą do innych regionów bioklimatycznych. Stacja w Białymstoku położona jest w regionie północno-wschodnim, który charakteryzuje się silnymi wpływami kontynentalizmu i tym samym niskimi wartościami temperatury powietrza. Natomiast stacja w Lublinie, która należy do regionu południowo-wschodniego, wyróżnia się zdecydowanie wyższymi wartościami temperatury powietrza w porównaniu do regio-

na północno-wschodniego. Kolejnym wyróżnionym regionem w niniejszej pracy jest region zachodni, który również reprezentują dwie stacje (Wrocław oraz Słubice). Zachodnia część kraju, zgodnie z regionalizacją bioklimatyczną Błażejczyka, należy do regionu centralnego. Region ten jest określany jak słabo bodźcowy dla organizmu człowieka. Ostatnim wziętym pod uwagę obszarem w niniejszej pracy jest centralna część kraju. W tym przypadku warunki bioklimatyczne analizowano na podstawie danych meteorologicznych ze stacji w Poznaniu oraz Łodzi.

REZULTATY BADAŃ

Dni upalne

Ekstremalnie wysokie wartości temperatury powietrza są jednym z najbardziej bodźcowych czynników meteorologicznych. Dni upalne powodują szereg obciążeń organizmu człowieka, takich jak przegrzanie, odwodnienie, zakłócenie pracy układu pokarmowego, oddechowego i krwionośnego, jak również omdlenia oraz bóle i zawroty głowy. Wysoka temperatura powietrza wpływa także negatywnie na zdrowie psychiczne człowieka. Ponadto w części badań dotyczących dni upalnych stwierdzono wzrost liczby zgonów podczas dni upalnych (Błażejczyk i in. 2015).

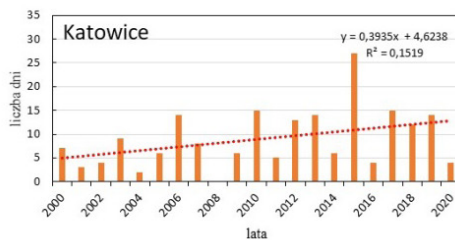
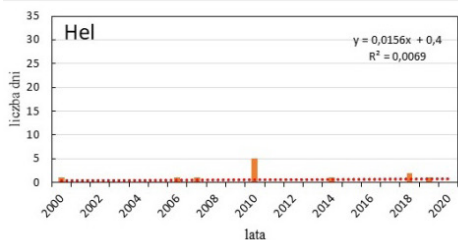
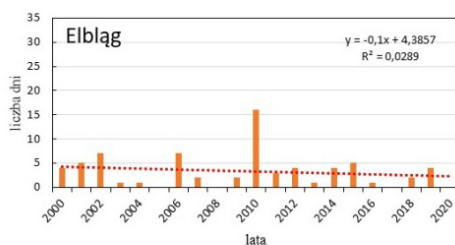
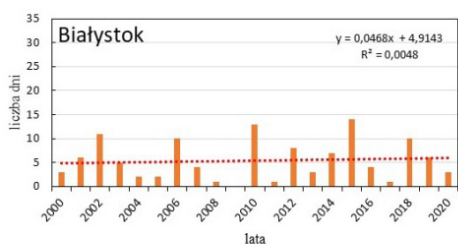
Analiza występowania dni upalnych na terenie Polski w latach 2000–2020 wskazuje na najmniejsze obciążenie organizmu człowieka wysokimi temperaturami powietrza na obszarze górskim. Na stacji meteorologicznej zlokalizowanej na Kasprowym Wierchu nie odnotowano w całym wieloleciu dni z temperaturą maksymalną powyżej 30°C. Pojedyncze epizody dni upalnych dotyczą również obszaru nadmorskiego, w którym dni uciążliwe występowały sporadycznie (średnio 0,6 dnia w Helu). Największą bodźcowością pod względem wysokiej temperatury powietrza cechuje się obszar zachodniej i centralnej części Polski, w których liczba dni upalnych była największa (od 9,5 w Łodzi do ponad 13 dni w roku we Wrocławiu). Regiony te charakteryzują się najbardziej niekorzystnymi warunkami termicznymi dla życia i zdrowia człowieka podczas lata. Ponadto stwierdzono mniejszy stres związany z falami gorąca na obszarze północnej Polski niż w południowej części kraju; różnica liczby dni uciążliwych między tymi obszarami wynosi średnio około 3 dni w roku (tab. 1).

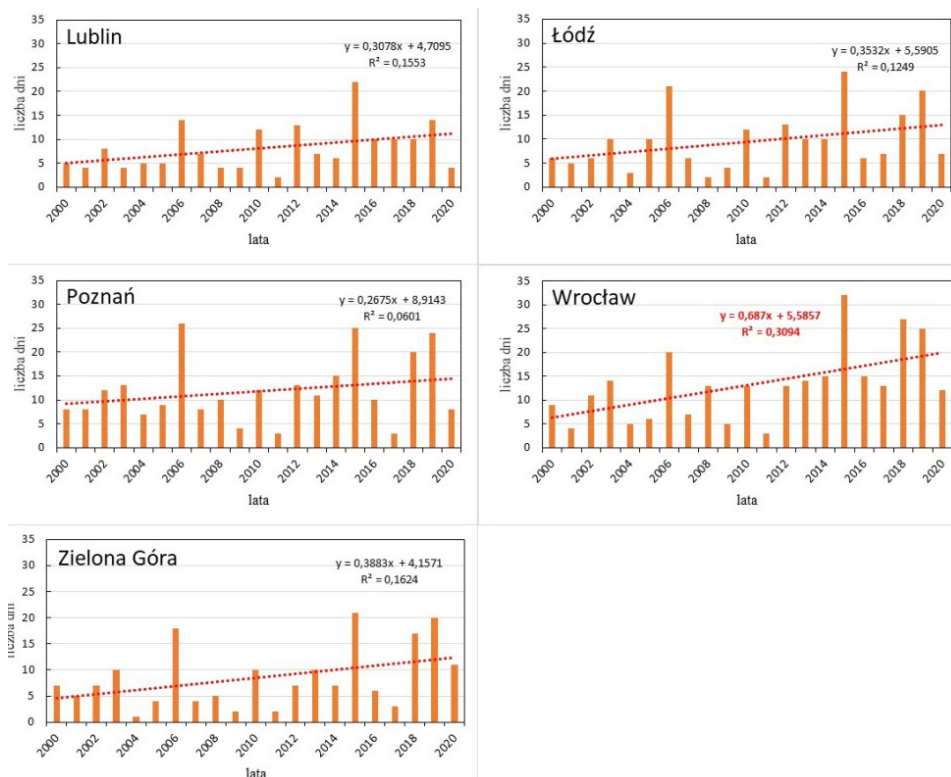
Tab. 1. Liczba dni upalnych (DU), mroźnych (DM), z dobową zmianą temperatury większą od 6°C (DZT), dobową zmianą ciśnienia atmosferycznego większą lub równą 8hPa (DZC) oraz z brakiem bezpośredniego promieniowania słonecznego (BBPS)

Tab. 1. Number of hot days (DU), frosty days (DM), with a daily temperature change greater than 6°C (DZT), a daily change in atmospheric pressure greater than or equal to 8hPa (DZC) and no direct solar radiation (BBPS)

Miasto	Liczba dni				
	DU	DM	DZT	DZC	BBPS
Białystok	5.4	40.8	7.7	48.3	94.0
Elbląg	3.3	29.5	5.6	54.4	85.3
Hel	0.6	19.3	1.1	57.6	74.1
Kasprowy Wierch	0.0	130.9	18.3	13.2	90.3
Katowice	9.0	27.9	7.5	36.7	76.0
Lublin	8.1	38.8	8.0	39.4	81.0
Łódź	9.5	30.8	7.4	43.5	80.2
Poznań	11.9	23.1	6.3	49.9	83.9
Wrocław	13.1	18.3	6.2	43.8	67.8
Zielona Góra	8.4	25.4	6.2	46.3	70.1

Analiza danych meteorologicznych wskazała na występowanie największej liczby dni upalnych w roku 2015. Rok ten wyróżniał się na tle innych lat pod tym względem aż w 7 z 10 badanych stacji. Wyjątkiem były stacje meteorologiczne zlokalizowane w północnych częściach kraju, gdzie wyróżniającym się rokiem pod względem liczby dni upalnych był rok 2010. Analiza trendu zmian liczby dni upalnych wskazuje na ich wzrost na większości obszaru kraju. Wyjątkiem jest stacja zlokalizowana w Elblągu (ryc. 2).





Ryc. 2. Wieloletni przebieg rocznej liczby dni upalnych w latach 2000–2020 w wybranych stacjach meteorologicznych. Na czerwono zaznaczono równanie trendu istotnego statystycznie

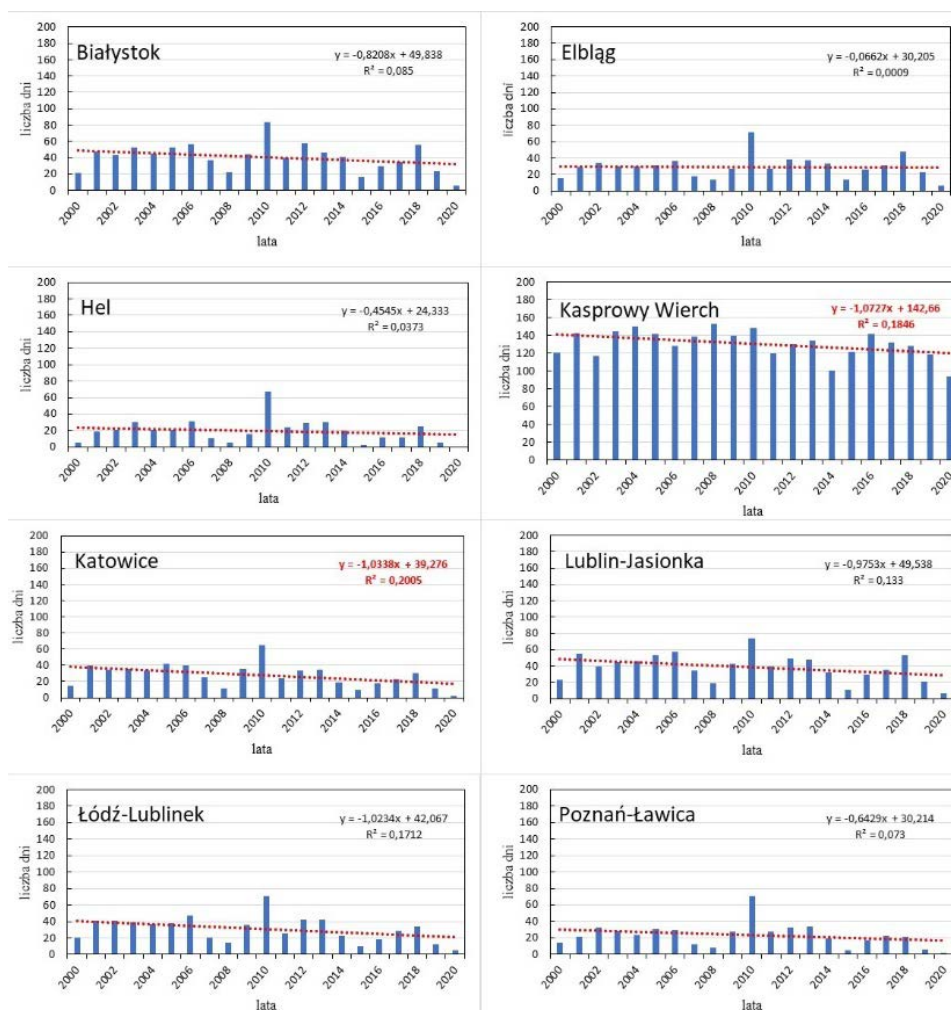
Fig. 2. Long-term course of the annual number of hot days in the years 2000–2020 in selected meteorological stations. Statistically significant trend equation is marked in red

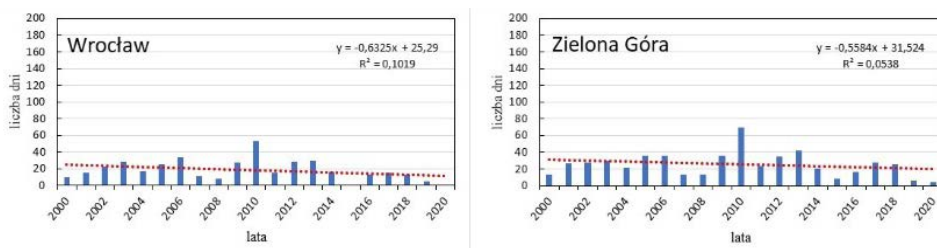
Dni mroźne

Gdy temperatura maksymalna powietrza spada poniżej 0°C, następuje silne obciążenie organizmu stresem zimna. Deficyt ciepła prowadzić może do wychłodzenia oraz stanowi bezpośrednie ryzyko odmrożenia organizmu. Ponadto obciąża układ krwionośny i oddechowy, a także osłabia układ odpornościowy, zwiększając ryzyko przeziębień i zachorowalności na grypy sezonowe (Błażejczyk i in. 2015).

Analiza wielolecia 2000–2020 wskazuje, że obszarem z najniższą bodźcością związaną z niską temperaturą powietrza jest północna i południowo-zachodnia część kraju. Średnia liczba wspomnianych dni na stacji we Wrocławiu i Helu w ciągu roku wynosi odpowiednio 18,3 i 19,3. Zauważono znaczne różnice występowania dni mroźnych w zachodniej oraz wschodniej części kraju. Na zachodzie Polski liczba dni mroźnych w roku wynosiła średnio około 40, gdy na wschodzie Polski była o 15 dni mniejsza. Takie różnice zaobserwowano

również między północną a południową częścią Polski – północna (wyłączając obszar nadmorski) okazała się bardziej surowa pod względem występowania niskiej temperatury powietrza (tab. 1). Analiza występowania dni mroźnych w latach 2000–2020 wskazuje rok 2010 jako najbardziej obciążający organizm człowieka niskimi temperaturami powietrza na wszystkich badanych stacjach meteorologicznych. Rokiem wyróżniającym się był również rok 2020, w którym odnotowano we wszystkich częściach kraju najmniejszą liczbę dni mroźnych, a na niektórych stacjach nie notowano ich wcale. Analiza współczynników kierunkowych funkcji liniowej wskazała na spadek liczby dni z tą sytuacją meteorotropową w kolejnych latach na obszarze całej Polski. Wpływ na taki trend zdecydowanie ma ocieplenie klimatu w drugiej dekadzie badanego wielolecia. Największy spadek liczby dni mroźnych w kolejnych latach dotyczy stacji meteorologicznej na Kasprowym Wierchu (ryc. 3).



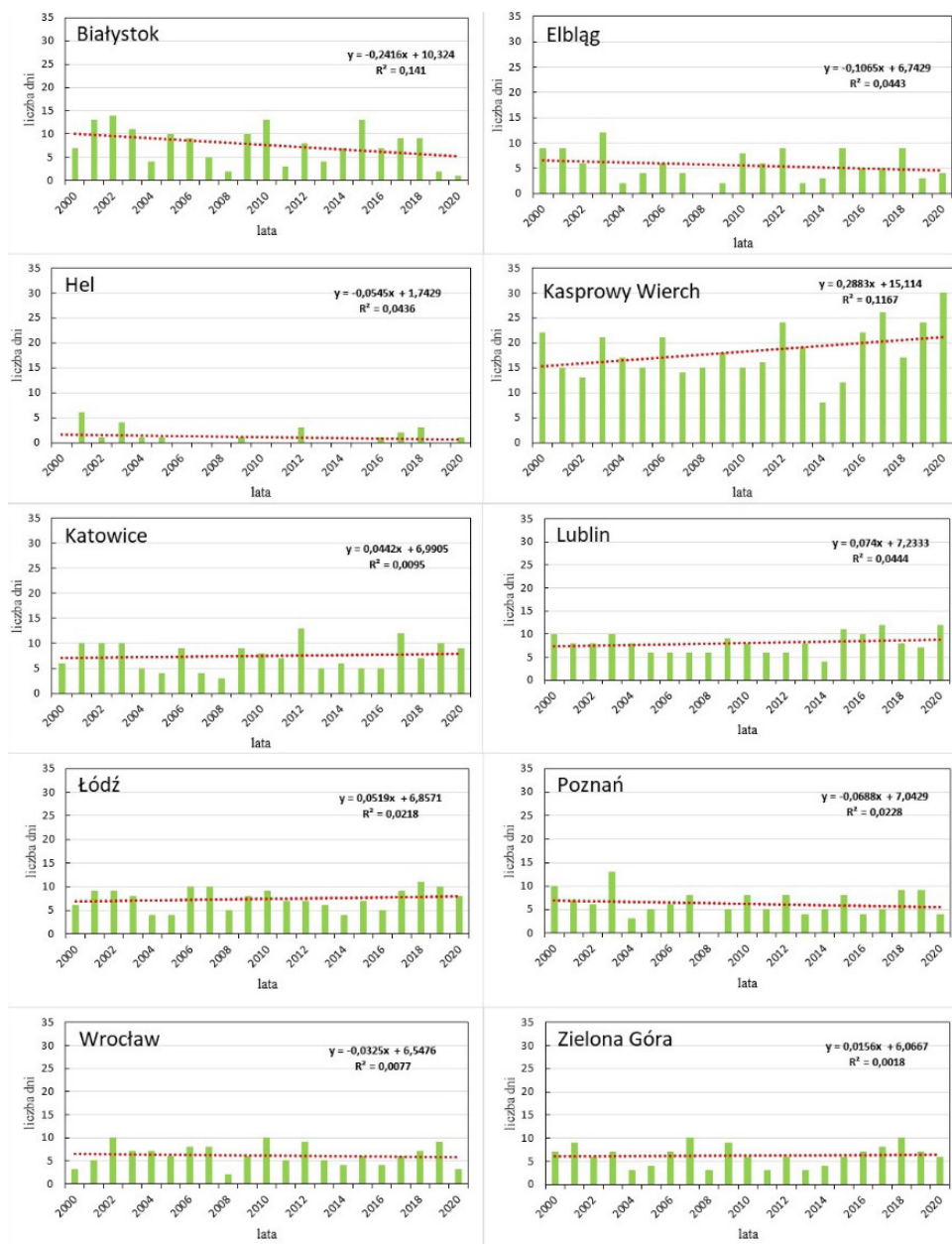


Ryc. 3. Wieloletni przebieg rocznej liczby dni mroźnych w latach 2000–2020 w wybranych stacjach meteorologicznych. Na czerwono zaznaczono równanie trendu istotnego statystycznie

Fig. 3. Long-term course of the annual number of frost days in the years 2000–2020 in selected meteorological stations. Statistically significant trend equation is marked in red

Międzydobowe zmiany temperatury powietrza większe od 6°C

Duże, większe od 6°C, zmiany temperatury powietrza z dnia na dzień uważane są za silnie bodźcowe. Wahania temperatury powietrza mają negatywny wpływ na zdrowie oraz samopoczucie człowieka, powodując szereg dolegliwości, takich jak bóle i zawroty głowy, bóle stawów, a także zmęczenie i rozdrażnienie. Analiza międzydobowych zmian temperatury powietrza w wieloleciu 2000–2020 wskazuje obszar górski jako najbardziej meteorotropowy w porównaniu do pozostałych regionów Polski. Średnia liczba dni z międzydobową zmianą temperatury powietrza w ciągu roku jest większa od 18 na większości obszaru Polski. Obszarem, który wyróżnia się na tle innych regionów słabą bodźcowością związaną ze zmianami temperatury powietrza z dnia na dzień, jest obszar nadmorski, gdzie ich liczba jest nieco większa od 1 (stacja w Helu). Analiza wskazała również na mniejsze obciążenie organizmu człowieka zachodniej Polski w porównaniu do obszarów wschodnich. Na zachodzie kraju średnia liczba dni w roku z dużą zmianą temperatury jest nieco większa od 6, z kolei na wschodzie Polski osiąga wartość na poziomie 8 dni (tab. 1). W badanym wieloleciu nie można bezpośrednio określić roku najbardziej uciążliwego dla obszaru całej Polski. Wahania temperatury powietrza często są zależne od czynników lokalnych, dlatego też lata z największą liczbą dni uciążliwych różnią się w zależności od stacji meteorologicznej. Analiza współczynników kierunkowych funkcji liniowej dla międzydobowych zmian temperatury powietrza powyżej 6°C wskazuje na brak istotnego trendu zmian tego wskaźnika w Polsce na przestrzeni badanych lat (ryc. 4).



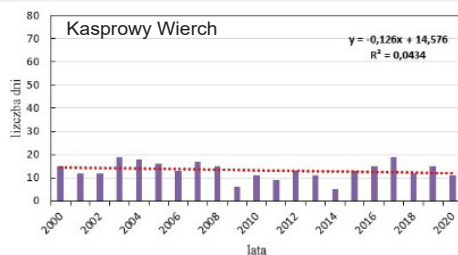
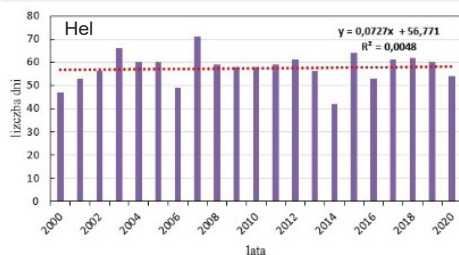
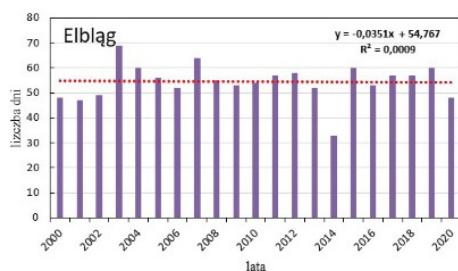
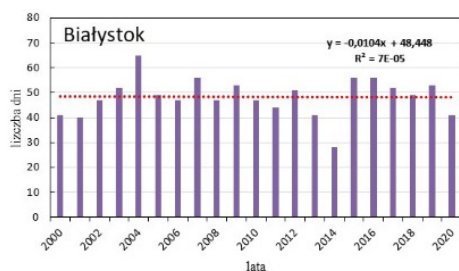
Ryc. 4. Wieloletni przebieg rocznej liczby dni z międzydobową zmianą temperatury powietrza większą od 6°C w latach 2000–2020 w wybranych stacjach meteorologicznych

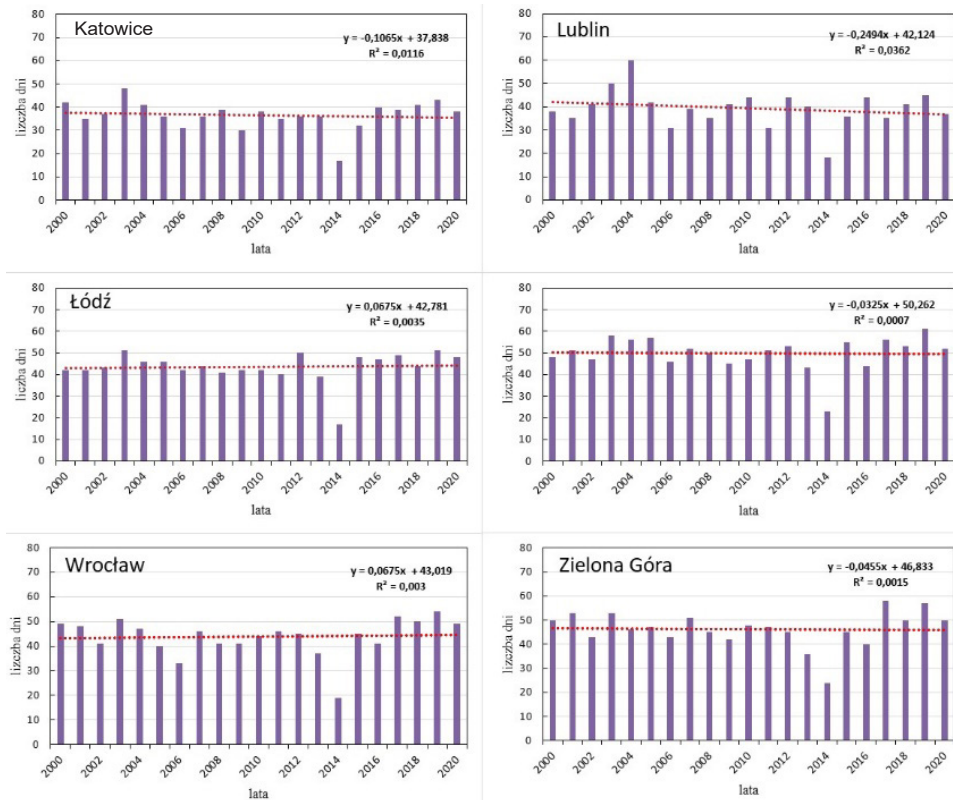
Fig. 4. Long-term course of the annual number of days with an inter-diurnal change in air temperature greater than 6°C in the years 2000–2020 at selected meteorological stations

Międziodobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego większe lub równe 8 hPa

Jedną z najsilniej oddziałujących na organizm człowieka sytuacji meteorologicznych jest sytuacja z międziodobową zmianą ciśnienia atmosferycznego powyżej 8 hPa. Wysokie wahania ciśnienia atmosferycznego są szczególnie niebezpieczne dla osób cierpiących na dolegliwości układu krążenia, a w szczególności nadciśnienie tętnicze. Ponadto zmiany ciśnienia często związane są z pojawianiem się dolegliwości takich jak: bóle i zawroty głowy, bóle stawów, rozdrażnienie, senność, nudności oraz trudności w oddychaniu (Błażejczyk i in. 2015).

W latach 2000–2020 na obszarze Polski stwierdzono największą bodźcowość związaną z międziodobowymi zmianami ciśnienia atmosferycznego powyżej 8 hPa na obszarze nadmorskim, gdzie odnotowuje się średnio niemal 60 takich dni w roku. Obszarem, który wyróżnił się pod względem najmniejszej liczby dni z wysokimi zmianami ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień, jest region górski (13,2 dni). Analiza wskazała również na większą bodźcowość obszaru północno-wschodniej Polski niż południowo-wschodniej. Liczba dni uciążliwych, związanych ze zmianami ciśnienia atmosferycznego jest na północnym wschodzie około 9 dni większa na stacji Białymstoku niż w Lublinie. Zachodnia część Polski charakteryzuje się większą uciążliwością pod względem tych sytuacji niż część wschodnia, jednak różnica ta nie jest duża (tab. 1). Analiza trendów w poszczególnych stacjach wskazuje na brak istotnych statystycznie zmian wieloletnich liczby dni z dużymi międziodobowymi zmianami ciśnienia atmosferycznego (ryc. 5).





Ryc. 5. Wieloletni przebieg rocznej liczby dni z międzydobową zmianą ciśnienia atmosferycznego większą od 8 hPa w latach 2000–2020 w wybranych stacjach meteorologicznych

Fig. 5. Long-term course of the annual number of days with an inter-diurnal change in atmospheric pressure greater than 8 hPa in the years 2000–2020 at selected meteorological stations

Niedobór bezpośredniego promieniowania słonecznego

Niedobór bezpośredniego promieniowania słonecznego ma negatywny wpływ na organizm człowieka, a w szczególności na jego samopoczucie i zdrowie psychiczne. Brak usłonecznienia powoduje uczucie zmęczenia, senność, stany depresyjne oraz rozdrażnienie. Ponadto brak promieniowania słonecznego prowadzi do niedoboru witaminy D, powodując nieprawidłowości w gospodarce wapniowo-fosforanowej skutkujące na przykład krzywicą w dzieci i osteoporozą u osób dorosłych. Z kolei promieniowanie UV ma działanie bakteriobójcze i wspomaga leczenie łuszczycy (Błażejczyk i in. 2015). Za dni o wysokiej bodźcowości związanej z brakiem promieniowania słonecznego uznaje się takie, w których liczba godzin słonecznych jest równa zero.



Ryc. 6. Wieloletni przebieg rocznej liczby dni z brakiem bezpośredniego promieniowania słonecznego w latach 2000–2020 w wybranych stacjach meteorologicznych. Na czerwono zaznaczono równanie trendu istotnego statystycznie

Fig. 6. Long-term course of the annual number of days with no direct solar radiation in the years 2000–2020 at selected meteorological stations. Statistically significant trend equation is marked in red

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że spośród wszystkich badanych sytuacji meteorotropowych brak dopływu promieniowania słonecznego występuje najczęściej. Najmniej uciążliwym obszarem związanym z brakiem promieniowania słonecznego jest obszar południowo-zachodniej Polski oraz nadmorski. Liczba dni z brakiem dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego waha się tutaj od ponad 67 we Wrocławiu do ponad 74 na Helu. Największe obciążenie analizowaną sytuacją meteorotropową dotyczy północno-wschodnich obszarów kraju oraz obszaru górskiego, gdzie liczba dni z opisywanym zjawiskiem wynosi od ponad 85 w Elblągu i 94 w Białymstoku do ponad 90 na Kasprowym Wierchu (tab. 1). Największą liczbę opisywanych epizodów meteorotropowych zaobserwowano w roku 2010, najmniejszą natomiast pod koniec drugiej dekady badanego wielolecia. Analiza trendów wskazuje na spadek liczby dni z brakiem bezpośredniego promieniowania słonecznego na wszystkich badanych stacjach, co przekłada się na mniejszy udział dni uciążliwych w kolejnych latach. Analiza wskazała na największy spadek liczby dni z brakiem usłonecznienia na stacji meteorologicznej w Elblągu, która reprezentuje północną część Polski (ryc. 6).

PODSUMOWANIE

Pomimo znaczącego rozwoju współczesnej medycyny obserwowany wpływ różnorodnych czynników środowiskowych wciąż pozostaje istotnym elementem codziennego życia człowieka. Jego zdrowie i samopoczucie bezustannie wystawione jest na szereg bodźców mających wpływ w sposób bezpośredni i pośredni. Jednym z czynników bezpośrednich, silnie obciążających organizm człowieka, jest wpływ elementów meteorologicznych i zjawiska pogodowe. Sytuacje mające związek z negatywnym wpływem warunków meteorologicznych na organizm człowieka określane są jako meteorotropowe, a osoby cechujące się nadwrażliwością na wzrost, spadek lub zmiany poszczególnych elementów meteorologicznych nazywane są meteopatami. Dolegliwości zdrowotne podczas sytuacji meteorotropowych są szczególnie odczuwane również przez osoby starsze oraz przewlekle chore. Ponadto stwierdza się większy udział meteopatów na obszarach dużych aglomeracji, w których dodatkowym czynnikiem obciążającym są złe warunki aerosanitarne, głównie zanieczyszczenia powietrza pyłami i substancjami chemicznymi. W niniejszej pracy poddano analizie występowanie oraz zmienność sytuacji meteorotropowych w Polsce w latach 2000–2020. Pierwszym analizowanym typem sytuacji meteorotropowych były dni upalne, w których temperatura maksymalna powietrza osiągnęła wartości powyżej 30°C (silny stres gorąca). Występowanie tak ekstremalnie wysokiej temperatury powietrza powoduje szereg obciążeń organizmu, przyczyniając się do osłabienia narządów wewnętrznych, a nawet do zgonów. Występowanie dni upalnych jest związane z letnią porą roku.

Analiza ich występowania wskazała na stosunkowo rzadkie pojawianie się tego typu epizodów na obszarze Polski. Pomimo to zaznacza się duża rozbieżność bodźcowości poszczególnych obszarów. Najbardziej obciążonymi stresem gorąca jest zachodnia oraz centralna część Polski, reprezentowane przez stacje meteorologiczne we Wrocławiu, w Poznaniu oraz Łodzi. Duża liczba dni z wysokimi temperaturami powietrza na tych stacjach może być również uwarunkowana większymi powierzchniami tych miast i ich wpływem na kształtowanie się temperatury. Najmniejsza bodźcowość związana z występowaniem dni upalnych dotyczy natomiast obszaru górskiego, w którym nie odnotowano dni upalnych. Łagodne obciążenie stresem gorąca występuje również na obszarze nadmorskim oraz w północnej części kraju. Kluczowym wynikiem przeprowadzonej analizy jest rosnący trend liczby dni upalnych w kolejnych latach na niemalże całym obszarze Polski, co warunkują postępujące zmiany klimatu. Przeprowadzona przez Błażejczyka i innych analiza dotycząca występowania dni upalnych w latach 1973–2014 wskazała na istotny statystycznie trend wzrostowy liczby dni z wysoką temperaturą powietrza na obszarze Polski (Błażejczyk i in. 2015). Krzyżewska i Wereski (2011), badając występowanie fal upałów w latach 2000–2010 na obszarze Polski, wskazali na najczęstsze oraz najdłużej trwające fale upałów w bioklimatycznym regionie centralnym, który obejmuje zachodnią oraz centralną część kraju.

Kolejną sytuacją meteorotropową, jaką poddano analizie na obszarze Polski, jest występowanie dni mroźnych, czyli dni z temperaturą maksymalną powietrza poniżej 0°C. Dni z niską temperaturą powietrza dotyczą zimowej pory roku, w której zaznacza się najwięcej zgonów spowodowanych odmrożeniami organizmu. Występowanie dni mroźnych na obszarze Polski jest zjawiskiem częstszym niż występowanie dni upalnych. Największe obciążenie organizmu stresem zimna dotyczy obszaru górskiego, w którym suma dni mroźnych w badanym wieloleciu była o prawie 2000 dni większa w porównaniu do pozostałych obszarów. Z kolei najmniejsza liczba dni mroźnych została odnotowana na stacji meteorologicznej na Helu, reprezentującej obszar nadmorski. Duża różnica zaznacza się również między zachodnią a wschodnią częścią Polski. Wschodnie regiony kraju charakteryzują się silną bodźcowością związaną z niską temperaturą powietrza. Stwierdzono również spadek liczby dni mroźnych w kolejnych latach na obszarze całego kraju, co również wynika ze zmian klimatycznych, tj. wzrastającej temperatury powietrza na kuli ziemskiej. Przeprowadzona przez Krzyżewską i Wereskiego (2011) analiza występowania fal mrozów na obszarze Polski w latach 2000–2010 wskazuje wprost na wyraźne różnice pomiędzy występowaniem fal mrozów, z dużą przewagą dni mroźnych na obszarach górskich. Ponadto wspomniani Autorzy stwierdzili również brak występowania fali mrozów na obszarze nadmorskim, co potwierdza uzyskane w niniejszej pracy rezultaty wskazujące na najmniejszą liczbę dni mroźnych na stacji nadmorskiej.

Międzydobowe zmiany temperatury powietrza zostały uznane w niniejszym opracowaniu za kolejną sytuację meteorotropową. Za negatywnie oddziałujące

na organizm człowieka uznaje się wahania temperatury powietrza z dnia na dzień powyżej 6°C. Największe wahania temperatury na obszarze Polski odnotowano w regionie górskim, najmniejsze natomiast na obszarze nadmorskim. W pozostałych analizowanych stacjach meteorologicznych liczba dni z uciążliwymi zmianami temperatury powietrza jest podobna, z przewagą liczby takich dni we wschodniej części kraju. Międzydobowa zmienność temperatury powietrza z wartościami obciążającymi organizm człowieka nie wykazuje istotnego trendu zmian wieloletnich w żadnym z regionów bioklimatycznych Polski.

Sytuacją meteorotropową poddaną analizie w niniejszej pracy były również międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego wyższe od 8 hPa. Wahania ciśnienia atmosferycznego są zjawiskiem o silnej bodźcowości, odczuwalne przez większość meteoropatów. Liczba dni z uciążliwymi zmianami ciśnienia atmosferycznego w badanym wieloleciu jest większa niż zmienność dni z dużą międzydobową zmianą temperatury powietrza. Analiza występowania tej sytuacji meteorotropowej na obszarze Polski wskazała obszar nadmorski oraz region północny jako obszary najbardziej bodźcowe pod tym względem. Najmniejszy stres związany z dużymi wahaniami ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień dotyczy regionu górskiego. Przeprowadzona w roku 2012 przez Koźmińskiego i Michalską analiza regionalna międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego w Polsce wskazuje w sposób jednoznaczny na zwiększoną uciążliwość obszaru nadmorskiego i północnego związaną z dużymi wahaniami wartości ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień (Koźmiński i Michalska 2012).

Ostatnią poddaną analizie, a zarazem najczęściej pojawiającą się na obszarze Polski sytuacją meteorotropową jest niedobór bezpośredniego promieniowania słonecznego. Brak usłonecznienia jest czynnikiem o silnej bodźcowości wpływającym negatywnie na samopoczucie i zdrowie fizyczne i psychiczne człowieka. Największym stresem związanym z niedoborem usłonecznienia charakteryzuje się obszar północno-wschodni, jak również region górski. Najmniejszą liczbę dni z brakiem usłonecznienia odnotowano natomiast w zachodniej części kraju, co jednocześnie wskazuje na korzystniejsze warunki solarne tego obszaru w porównaniu do regionów wschodnich. Przeprowadzona analiza trendów wskazała na spadek średniej liczby dni w roku z brakiem bezpośredniego promieniowania słonecznego na większości obszaru Polski w tempie około 7-17 dni na 10 lat (Hel, Elbląg, Wrocław, Zielona Góra) oraz wzrost trendu tych dni w tempie około 12/10 lat w Poznaniu. Błażejczyk i inni przeprowadzili w 2015 r. analizę zmian warunków radiacyjnych w kolejnych dekadach XXI w. na obszarze Polski. Wyniki przeprowadzonej prognozy sum promieniowania słonecznego wskazują na ich wzrost w kolejnych dekadach (Błażejczyk i in. 2015).

Podsumowując, stwierdzić należy, że największym obciążeniem stresem ciepła charakteryzuje się obszar zachodniej oraz centralnej Polski, natomiast największa bodźcowość związana z niską temperaturą powietrza dotyczy obszaru górskiego. Największe wahania temperatury powietrza z dnia na dzień występują

na obszarze górskim, natomiast międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego są najbardziej odczuwalne na obszarze nadmorskim. Niedobór bezpośredniego promieniowania słonecznego pojawia się najczęściej w badanym wieloleciu, z przewagą występowania takich dni w północno-wschodniej części kraju oraz na obszarze górskim.

LITERATURA

- Błażejczyk K., 2003: *Biotermiczne cechy klimatu Polski*. Przegląd Geograficzny, Polska Akademia Nauk, 75 (4), 525–543.
- Błażejczyk K., Adamczyk A.B., Szmyd J., 2012: *Ogólne cechy potencjału leczniczego klimatu i bioklimatu Uniejowa*. Biuletyn Uniejowski, 1, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 43–46.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Błażejczyk A., 2015: *Wpływ klimatu na stan zdrowia w Polsce: stan aktualny oraz prognoza do 2100 roku*. Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego, Warszawa.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Błażejczyk A., Szmyd J., 2013: *Klimat i bioklimat Hali Gąsienicowej*, [w:] Rączkowska Z., Kotarba A. (red.), *Dolina Suchej Wody w Tatrach*. Środowisko i jego współczesne przemiany, 239, Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego, Warszawa, 67–96.
- Błażejczyk K., Kozłowska-Szczęsna T., 2008: *Klimat a zdrowie*. Kosmos, 57 (3–4), 269–279.
- Błażejczyk K., Kunert A., 2010: *Warunki bioklimatyczne wybranych aglomeracji Europy i Polski*, [w:] Bednorz E., Kolendowicz L. (red.), *Klimat Polski na tle klimatu Europy. Zmiany i konsekwencje*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 93–106.
- Błażejczyk K., Kunert A., 2011: *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*, 13. Polska Akademia Nauk. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego, Warszawa.
- Chabior M., 2011: *Wybrane aspekty bioklimatu Szczecina*. Prace i Studia Geograficzne, 47, 293–300.
- Dobek M., Krzyżewska A., 2016: *Wybrane zagadnienia z bioklimatu Lublina*. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, sectio B–Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia, 70 (2), 117.
- Głowicki B., 2008: *Ekstremalne zjawiska termiczne w Sudetach w okresie współczesnych zmian klimatu. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich*. Kraków.
- Grabowska K., Panfil M., Olba-Zięty E., 2007: *Ekstremalne warunki termiczne w latach 1951–2005 w Polsce północno-wschodniej*. Acta Agrophysica, 10 (2), 341–347.
- Kaiser M., 2006: *Jak pogoda wpływa na zdrowie*. Wydawnictwo Klub Dla Ciebie, Warszawa.
- Kotarba A., Piotrowicz K., Matuszko D., 2014: *Ocena warunków bioklimatycznych Nowego Sącza* (n.d.).
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., Limanówka D., 2002: *Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie*, 3. Polska Akademia Nauk. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997: *Bioklimatologia człowieka*, 1. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego, Polska Akademia Nauk, Warszawa.

- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 2001: *Bioklimat Krasnobrodu*, Dokumentacja Geograficzna nr 4. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego, Polska Akademia Nauk, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęsna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004: *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*, 4. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego, Polska Akademia Nauk, Warszawa.
- Koźmiński C., Michalska B., 2010: *Zmienność liczby dni gorących i upalnych oraz odczucia ciepłe w strefie polskiego wybrzeża Bałtyku*. Acta Agrophysica, 15 (2), 347–357.
- Koźmiński C., Michalska B., 2012: *Międziodobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego w Polsce niekorzystne dla organizmu człowieka*. Przegląd Geograficzny, Polska Akademia Nauk, 84, 3, 361–374.
- Krawczyk B., 1993: *Typologia i ocena bioklimatu Polski na podstawie bilansu ciepłego ciała człowieka*. IGiPZ PAN, Warszawa.
- Krzyżewska A., 2014: *Fale ciepła i fale chłodu w południowo-wschodnim (V) regionie bioklimatycznym w latach 1981–2010*. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, sectio B–Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia, 69 (2), 143.
- Krzyżewska A., Wereski S., 2011: *Fale upałów i mrozów w wybranych stacjach Polski na tle regionów bioklimatycznych (2000–2010)*. Przegląd Geograficzny, Polska Akademia Nauk, 1, 2, 100–109.
- Krzyżewska A., Dobek M., Domżał-Drzewicka R., Rząca M., 2015: *Upały a zdrowie i życie człowieka na przykładzie Lublina*, [w:] A. Wdowiak, A. Tucki (red.), *Aspekty środowiskowo-rekreacyjne i prawne zdrowia człowieka*. Międzynarodowe Towarzystwo Wspierania i Rozwoju Technologii Medycznej, Włodawa, 39–51.
- Kudłacz K., Matuszko D., 2016: *Sytuacje meteorotropowe w Rzeszowie*. Acta Geographica Lodziensis, 104, 163–171.
- Matuszko D., Piotrowicz K., 2012: *Wieloletnia zmienność sytuacji meteorotropowych w Krakowie*. Przegląd Geograficzny, 84, 3, 413–422.
- Matuszko D., 2011: *Niedobory promieniowania słonecznego i ich wpływ na życie mieszkańców miasta (na przykładzie Krakowa)*. Polska Energetyka Słoneczna (2–4), 17–22.
- Milewski P.M., 2011: *Lokalne zróżnicowanie warunków bioklimatycznych Ziemi Kłodzkiej*. Uniwersytet Warszawski Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Warszawa.
- Miszuk B., 2008: *Charakterystyka warunków bioklimatycznych Karkonoszy z punktu widzenia różnych form turystyki i rekreacji*. Prace Geograficzne, 120, Instytut Gospodarki Przestrzennej UJ, 79–91.
- Piotrowicz K., 1999: *Wieloletnie zróżnicowanie liczby dni mroźnych i bardzo mroźnych w Krakowie i Pradze*. Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica, 3.
- Tomczyk A., 2016: *Fale mrozów w Poznaniu i ich cyrkulacyjne uwarunkowania*. Badania Fizjograficzne (A67), 257–269.