

Zmienność dobowa warunków biotermicznych w Polsce w różnych masach powietrza w okresie letnim i zimowym (1991-2000) na podstawie wskaźnika fizjologicznej temperatury odczuwalnej

Daily variability of biothermal conditions in Poland in different air masses, during summer and winter season (1991-2000), based on Physiological Subjective Temperature index

Биотермические условия в Польше, суточная вариабельность воздушных масс в летний и зимний периоды (1991-2000) в соответствии с индексом физиологически воспринимаемой температуры

Monika Okoniewska

Zakład Geografii Fizycznej i Ochrony Krajobrazów, Instytut Geografii, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

STRESZCZENIE

Masy powietrza wpływając w odmienny sposób w poszczególnych porach roku na warunki termiczne oddziałują również na warunki klimatu odczuwalnego. Opracowanie ma na celu zbadanie przebiegu dobowego warunków biotermicznych w różnych masach powietrza w Polsce w okresie letnim i zimowym. Do analizy wykorzystane zostały dane terminowe z lat 1991-2000 z sześciu stacji reprezentujących różne regiony kraju: Koszalin, Białystok, Poznań, Warszawa, Wrocław, Rzeszów. Na podstawie danych temperatury powietrza, temperatury punktu rosy, zachmurzenia nieba i prędkości wiatru obliczono wskaźnik temperatury odczuwanej fizjologicznie (PST) dla każdego dnia w okresie kalendarzowego lata i zimy, a następnie wybierając dni z określonymi masami powietrza obliczono wartości średnie wymienionego wskaźnika. Wskaźnik obliczony został w programie BioKlima 2.5. W analizie ograniczono się do podziału na 4 masy powietrza: powietrze arktyczne, polarno-morskie – PPM, polarno-kontynentalne – PPK i powietrze zwrotnikowe. Przebieg dobowy analizowano w tych przypadkach, gdy przez całą dobę zalegała ta sama masa powietrza, określona według założeń klasyfikacji geograficznej. Przeprowadzone analizy dotyczyły określenia przebiegów dobowych wskaźnika PST, procentowego udziału odczuć cieplnych występujących w różnych masach powietrza w okresie letnim i zimowym oraz występowania wartości maksymalnych i minimalnych wskaźnika. Wybrane miejscowości umożliwiły zbadanie rozkładu przestrzennego zmienności dobowej warunków biotermicznych w Polsce.

Przeprowadzone analizy wskazują że latem w godzinach nocnych we wszystkich masach powietrza przeważają odczucia typu „zimno”. Nieco bardziej zróżnicowane warunki występują w godzinach dziennych. W przypadku mas arktycznych dominują odczucia typu „chłodno”. Masy polarno-morskie z kolei są masami, w których warunki termiczne są najbardziej zbliżone do warunków komfortowych, przy czym w Polsce północnej są to masy warunkujące również występowanie odczuć chłodu, w Polsce południowej natomiast obok komfortu masy te są przyczyną odczuwania ciepła. Masy zwrotnikowe i polarno-kontynentalne są masami najcieplejszymi i w ciągu dnia przynoszą odczucia typu gorąco, a w Polsce południowej bardzo gorąco. W okresie zimowym w godzinach nocnych w przypadku mas arktycznych i polarno-kontynentalnych zanotowano występowanie odczuć typu „bardzo zimno”, w pozostałych masach odczucia „zimno”. W ciągu dnia natomiast dominującym rodzajem odczuć we wszystkich masach powietrza są odczucia zimna, a w sporadycznych przypadkach pojawiają się odczucia chłodu.

Słowa kluczowe: bioklimatologia, temperatura odczuwana fizjologicznie, masy powietrza, przebieg dobowy

SUMMARY

The influence of air masses on thermal conditions varies between seasons. This is also true in case of biothermal conditions. The purpose of this paper is to evaluate daily cyclic behaviour of biothermal conditions in different air masses in Poland using direct comparison data for summer and winter seasons. The analysis uses data from six geographically dispersed stations; Koszalin, Białystok, Poznań, Warszawa, Wrocław, and Rzeszów. The data was gathered in time frames covering calendar summers and winters from 1991 to 2000.

Based on air temperature, dew point, cloud cover and wind speed physiological subjective temperature (PST, °C) was calculated. Next, days with particular air masses were chosen and the PST averaged. The index was calculated in BioKlima ver. 2.5. Air masses were divided into four groups: arctic air (PA), maritime polar air (PPm), continental polar air (PPk) and tropical air (PZ). Data was only included where air mass remained consistent over a 24 hour period.

The analysis contains evaluation of daily cycle of Physiological Subjective Temperature, the frequency of occurrence of thermal sensations in different air masses and appearance of minimal and maximal values of the index.

The chosen cities enabled us to research the spatial range of daily variability of the biothermal conditions in Poland.

The analysis show that there is a domination of the cold sensations at night hours during summer in all air masses. Day hours were more variable. The cool sensations are dominant in arctic masses. The comfortable conditions occurred in polar maritime masses however in the northern part of Poland this kind of masses cause cool conditions, whereas in the southern warm conditions. Polar continental and tropical masses are the warmest and they cause hot sensations, and in the southern part of Poland very hot sensations. There were very cold sensations in arctic and polar continental air masses at night hours during winter. The other masses in the same period caused cold sensations. There is domination of cold sensations during day hours in all types of air masses and cool sensations occurs occasionally,

Key words: bioclimatology, Physiological Subjective Temperature, air masses

РЕЗЮМЕ

Вариабельность различных воздушных масс в зависимости от времени года, влияют на термические условия климата. Целью работы является исследование сезонной (зима-лето) изменчивости биотермических условий в Польше. Для анализа были использованы данные за период 1991-2000 годов шести станций, представляющих различные регионы страны: Кошалин, Бялосток, Познань, Варшава, Вроцлав, Жешув. Принимая за основу данные температуры воздуха, температуры точки росы, облачности и скорости ветра, рассчитывали индекс физиологически воспринимаемой температуры (PST) для каждого календарного дня лета и зимы, в последующем выбирали дни с описанными воздушными массами и рассчитывали дни и средние значения исследуемого индекса. Индекс был рассчитан согласно с программой BioKlima 2.5. Анализ ограничивался распределением на четыре типа воздушных масс: арктический воздух, полярно – океанический ПОВ, полярно континентальный ПКВ и воздух тропический. Суточные различия анализировали в тех случаях, когда в течении суток сохранялась одна и та же воздушная масса, определяя ее в соответствии с географическими классификациями. Анализу подверглись изменения индекса PST, процентное соотношение ощущений духоты, возникающие при различных воздушных массах летом и зимой, а также ситуаций, сопровождающихся максимальными и минимальными значениями индекса. В отдельных местностях удалось провести исследование суточного изменения биотермического режима в Польше.

Произведенный анализ выявил, что в летние ночи, при всех воздушных массах преобладает ощущение типа «зябко». Несколько разнообразнее ощущения регистрируются в светлое время суток. В случаях преобладания арктических воздушных масс доминирует ощущение типа «холодно». Полярно-океанические воздушные массы, являются теми, температурные условия которых наиболее близки к комфорту. В северной части Польши эти воздушные массы чаще ощущаются как холод, в южной Польше наоборот – чаще ощущаются как тепло. Тропические и полярно- континентальные воздушные массы являются самыми теплыми и в течение дня чаще ощущаются как жара, а южной Польше как зной. Зимой, в ночное время, наличие арктических и полярно- континентальных воздушных масс регистрировалось как ощущение «очень холодно», в остальных случаях как ощущение «холодно». В течение дня, доминирующим ощущением при всех воздушных массах было чувство зябкости, в отдельных случаях чувством холода.

Ключевые слова: биоклиматология, физиологически воспринимаемая температура, воздушные массы, суточные изменения

Acta Balneol., TOM LV, Nr 2 (132)/2013, s. 134-140

WSTĘP

Tematyka wpływu mas powietrza atmosferycznego na dobowy przebieg warunków biotermicznych nie jest zbyt często podejmowana w literaturze bioklimatycznej. Zalegające masy powietrza oddziałując na poszczególne elementy meteorologiczne przyczyniają się również do znacznej ingerencji w warunki klimatu odczuwalnego [4]. Pracą podejmującą tego rodzaju tematykę była próba charakterystyki wybranych wskaźników biotermicznych w zależności od masy powietrza przeprowadzona dla Bydgoszczy w okresie 2002-2007 [1]. W wymienionym opracowaniu stwierdzono znaczącą korelację między napływającymi masami powietrza a odczuciami termicznymi. Okazało się, że warunki najtrudniejsze w okresie zimowym są związane z adwekcją powietrza arktycznego i polarnego kontynentalnego. W okresie letnim z kolei, występowanie mas zwrotnikowych i polarno-kontynentalnych powoduje zbyt duże przegrzanie organizmu. Wymieniona praca dotyczyła wskaźników temperatury odczuwalnej, stresu termofizjologicznego, przewidywanej termoizolacyjności odzieży oraz dopuszczalnego poziomu aktywności fizycznej, obejmowała jedną miejscowość. W niniejszym opracowaniu poszerzono zasięg przestrzenny badań, tak aby wyniki były reprezentatywne dla każdego z regionów kraju. Wykorzystano również wskaźnik temperatury odczuwanej fizjologicznie, który we wcześniejszej pracy nie był brany pod uwagę.

Celem badań było określenie przebiegu dobowego warunków biotermicznych w różnych masach powietrza w Polsce w okresie letnim i zimowym.

MATERIAŁ I METODY

Do analizy wykorzystano dane terminowe z lat 1991-2000 z sześciu stacji reprezentujących różne regiony kraju: Koszalin, Białystok, Poznań, Warszawa, Wrocław, Rzeszów. Dane obejmowały wartości następujących elementów meteorologicznych: temperaturę powietrza ($^{\circ}\text{C}$), temperaturę punktu rosy ($^{\circ}\text{C}$), zachmurzenie nieba (%) i prędkość wiatru (ms^{-1}). Przeprowadzone badania dotyczyły okresu kalendarzowego lata, obejmując dni od 22 czerwca do 22 września i kalendarzowej zimy – od 22 grudnia do 20 marca lat 1991-2000. Rodzaje mas powietrza określono na podstawie dolnych map synoptycznych Europy [3]. Ograniczono się do podziału na 4 masy powietrza: powietrze arktyczne, polarno-morskie – PPM, polarno-kontynentalne – PPK i powietrze zwrotnikowe.

Napływające nad Polskę powietrze arktyczne pochodzi głównie znan Grenlandii i pobliskich akwenów morskich, Spitsbergenu i północnej części Skandynawii. Przynosi ono pogodę zmienną, ze znacznymi ochłodzeniami. Ze względu na małą zawartość pary wodnej powietrze to odznacza się małym zachmurzeniem, dużą przezroczystością, co warunkuje silne wypromieniowanie ciepła z podłoża i znaczne spadki temperatury.

Masy polarno-morskie napływające nad Polskę z zachodu, znan północnej części Oceanu Atlantyckiego są masami cechującymi się dużą wilgotnością. W zimie

sprowadzają one okresowe ocieplenia i odwilże, wzrost zachmurzenia oraz opady atmosferyczne w postaci śniegu lub deszczu. Latem powietrze to przynosi ochłodzenie z jednoczesnym wzrostem zachmurzenia i wystąpienie opadów, niekiedy o charakterze burzowym.

Powietrze polarno-kontynentalne nad obszar Polski napływa z rejonów umiarkowanych szerokości geograficznych Azji i Europy Wschodniej, z rozbudowanych na tych obszarach układów wyżowych. Odznacza się ono małą wilgotnością, w zimie przynosi znaczne spadki temperatury z mroźną, bezchmurną pogodą. W lecie adwekcja tych mas formuje pogodę słoneczną, gorącą i suchą.

Powietrze zwrotnikowe napływa bądź z rejonu Azorów i Morza Śródziemnego, ma wówczas cechy powietrza morskiego, bądź znan północnej części Afryki i znan Małej Azji, jest bardzo gorące i suche. Ogólnie z napływem tych mas związane są gwałtowne ocieplenia zimą i występowanie bardzo gorącej pogody latem [5].

Przebieg dobowy mas powietrza analizowano w tych przypadkach, gdy przez całą dobę zalegała ta sama masa, określona według założeń klasyfikacji geograficznej.

Na podstawie posiadanych danych elementów meteorologicznych w programie BioKlima ver. 2.5 obliczono wskaźnik temperatury odczuwanej fizjologicznie (PST, $^{\circ}\text{C}$). Wskaźnik ten ilustruje specyficzne warunki termiczne, kształtujące się w otoczeniu receptorów ciepła i zimna, znajdujących się w skórze (pod warstwą odzieży), po trwających 15-20 minut procesach adaptacyjnych organizmu. Fizjologiczne odczucia ciepła lub zimna powstają w obrębie mózgu jako efekt sygnałów, docierających tam z receptorów ciepła i zimna, znajdujących się w skórze i wzdłuż rdzenia kręgowego. Wskaźnik PST uwzględnia bodźce termiczne otoczenia, charakteryzowane średnią temperaturą promieniowania pod warstwą odzieży oraz wynikową wartość salda wymiany ciepła, kształtującą się po okresie 15-20 minut trwania procesów dostosowawczych organizmu [2].

Na podstawie wskaźnika oszacować można odczucia termiczne wg następującej skali:

PST ($^{\circ}\text{C}$)	
poniżej -36,0	– mroźnie
od -36,0 do -16,1	– bardzo zimno
od -16,0 do 4,0	– zimno
od 4,1 to 14,0	– chłodno
od 14,1 to 24,0	– komfortowo
od 24,1 to 34,0	– ciepło
od 34,1 to 44,0	– gorąco
od 44,1 to 54,0	– bardzo gorąco
powyżej 54,0	– upalnie

Przeprowadzone analizy dotyczyły:

- określenia przebiegów dobowych wskaźnika PST w różnych masach powietrza,
- określenia wartości minimalnych i maksymalnych wskaźnika PST w poszczególnych masach powietrza, odczytanych z danych terminowych i uśrednionych dla badanych 10 lat

- określenia amplitudy rocznej, liczonej jako różnica między wartością maksymalną w ciągu lata a wartością minimalną w ciągu zimy w różnych masach powietrza,
- charakterystyki procentowego udziału odczuć ciepłych występujących w różnych masach powietrza.

Wybrane miejscowości umożliwiły zbadanie rozkładu przestrzennego zmienności dobowej warunków biotermicznych w Polsce.

WYNIKI

Przebieg dobowy wskaźnika temperatury odczuwanej fizjologicznie

Okres letni

Latem najniższe wartości wskaźnika temperatury odczuwanej fizjologicznie notowane są przy napływie mas arktycznych. Wahają się one w południe od 10°C w Rzeszowie do 13,6°C we Wrocławiu. W nocy w masach tych najcieplej jest w Koszalinie, gdzie między godziną 21 a 3 PST mieści się w przedziale od -3,2 do -5,2°C, najchłodniej natomiast w Warszawie i Rzeszowie z wartościami wskaźnika między -5,1 a -7,2°C. W czasie występowania mas polarno-morskich najwyższe wartości w ciągu dnia notowane są w Rzeszowie i Wrocławiu (ok. 19°C), przy czym maksimum w tych stacjach występuje o godzinie 15. Najniższa wartość PST przy napływie powietrza polarno-morskiego występuje z kolei w Koszalinie, zaledwie 13,2°C. W nocy wartości wskaźnika we wszystkich stacjach są podobne i oscylują w granicach -3,5-0,2°C. Przy napływie mas polarno-kontynentalnych najwyższe wartości wskaźnika występują we Wrocławiu i Poznaniu, gdzie maksimum dobowe występujące o godzinie 12 wynosi 35,7 i 34,7°C, najchłodniejszy w tym czasie jest Koszalin z 33,3°C. W nocy najniższe wartości wskaźnika występują w Rzeszowie i Białymstoku (-2,2°C o godz. 3). W masach zwrotnikowych wartość wskaźnika najwyższa jest w godzinach dziennych w Rzeszowie i Białymstoku, gdzie wynoszą one 42,2 i 41,7°C, najniższa w Koszalinie – jedynie 37°C. W nocy sytuacja zmienia się, Rzeszów jest stacją o najniższej wartości wskaźnika PST, Koszalin zaś o najwyższej.

Okres zimowy

Zimą masy polarno-kontynentalne są masami najchłodniejszymi. Najwyższe wartości wskaźnika PST przy napływie tego rodzaju powietrza występują w godzinach dziennych i nocnych w Koszalinie, gdzie wynoszą od -16,5°C o godz. 3 do -9,1°C w południe. Najniższe wartości notowane są w Warszawie i Rzeszowie, gdzie wahają się one w granicach od -11,9 do -19,4°C. Przy napływie powietrza arktycznego najwyższe wartości wskaźnika PST osiąga w ciągu doby ponownie w Koszalinie (od -9 do -16°C), a następnie Poznaniu (od -9,5 do -16,8°C), najniższe w Rzeszowie (od -11,3 do -18,3°C) i Warszawie (od -10,9 do -17,9°C). Przy napływie cieplejszego od mas ark-

tycznych i polarno-kontynentalnych powietrza polarno-morskiego, wskaźnik waha się w godzinach dziennych od -4,3°C we Wrocławiu do -6,7°C w Koszalinie i Białymstoku. W nocy natomiast przy napływie tych ciepłych mas najwyższe wartości notuje się w Koszalinie i Białymstoku (-13,4°C), najniższe w Warszawie (ok. -14,3°C). W badanym okresie zimowym występowania mas zwrotnikowych nie zanotowano.

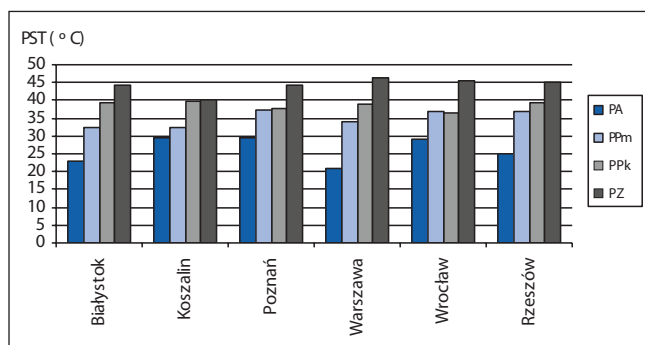
Wartości dobowe maksymalne i minimalne wskaźnika Temperatury odczuwanej fizjologicznie

Okres letni

Latem najwyższe wartości zarówno maksymalne, jak i minimalne występują przy masach zwrotnikowych, najniższe przy napływie powietrza arktycznego, co wynika z charakterystyki termicznej tych mas.

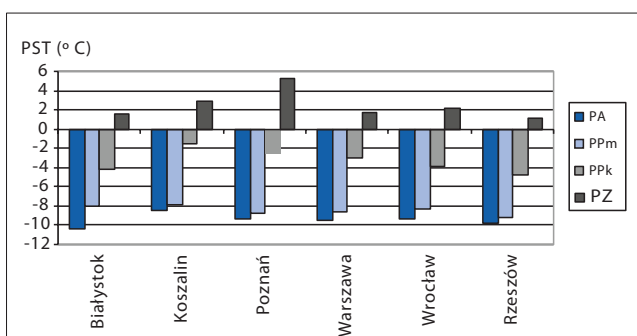
W najzimniejszej masie, czyli w powietrzu arktycznym, najwyższe maksima występują w Poznaniu i Koszalinie, gdzie wskaźnik PST sięga średnio 30°C, najniższe – o 10°C mniejsze w Warszawie. Przy napływie powietrza polarno-morskiego najwyższe maksymalne wartości wskaźnika, sięgające ok. 36°C, notowane są w Poznaniu, Wrocławiu i Rzeszowie, najniższe zaś w Koszalinie, jedynie 32°C. W masach polarno-kontynentalnych największe maksimum występuje w Koszalinie, najniższe we Wrocławiu – odpowiednio 40 i 36°C. W najcieplejszej masie – zwrotnikowej najwyższym maksimum temperatury odczuwanej fizjologicznie cechuje się Warszawa, gdzie przekracza ona wartość 45°C, najniższym natomiast Koszalin z wartością 40°C. Taki układ wartości maksymalnych w poszczególnych masach powietrza wskazuje na okolice Warszawy, jako miejsce pojawiania się najbardziej skrajnych maksimów w okresie letnim, oznaczających komfort termiczny w masach arktycznych i odczucia bardzo gorąco w powietrzu zwrotnikowym. Najmniej zróżnicowany pod tym względem jest Koszalin, gdzie w powietrzu arktycznym notowane są odczucia typu ciepło, przy napływie powietrza zwrotnikowego i polarno-kontynentalnego zaś typu gorąco (ryc. 1).

W przypadku minimalnych dobowych wartości wskaźnika prawie wszystkie wartości mieszczą się w przedziale



Rycina 1. Maksymalne wartości wskaźnika temperatury odczuwanej fizjologicznie (PST, °C) w różnych masach powietrza w okresie lata (1990-2000).

zimno. Stacją o najniższym minimum jest Białystok, gdzie w przypadku powietrza arktycznego wartość minimalna wskaźnika spada poniżej -10°C . Przy masach polarno-morskich i polarno-kontynentalnych najniższe minima notuje się w Rzeszowie, przy czym masy polarno-morskie są zdecydowanie chłodniejsze. Koszalin jest stacją z najwyższymi wartościami minimum wskaźnika we wspomnianych trzech masach, mimo to są one wciąż ujemne. Dopiero w przypadku mas zwrotnikowych minima temperatury odczuwalnej przekraczają 0°C . W tych ciepłych masach najniższe minimum występuje w Rzeszowie (ok. 1°C), najwyższe w Poznaniu, gdzie przekracza wartość 5°C , wchodząc w przedział odczuć typu „chłodno” (ryc. 2).



Rycina 2. Minimalne wartości wskaźnika temperatury odczuwanej fizjologicznie (PST, °C) w różnych masach powietrza w okresie lata (1990-2000).

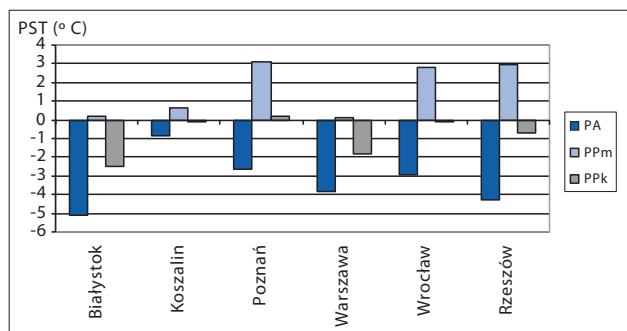
Okres zimowy

Zimą wartości maksymalne najniższe są przy powietrzu arktycznym w Białymstoku i Rzeszowie, gdzie wynoszą poniżej -4°C . Najcieplejszy w tych masach jest Koszalin gdzie wartości maksymalne nie przekraczają -1°C . Wyższe maksymalne wartości temperatury odczuwalnej fizjologicznie notowane są w masach polarno-kontynentalnych, choć i tu Białystok jest stacją najchłodniejszą. Ze wszystkich miejscowości jedynie w Poznaniu masy te warunkują występowanie dodatnich wartości maksymalnych wskaźnika PST ($0,2^{\circ}\text{C}$). Również bliskie zera, choć wciąż ujemne są wartości maksymalne wskaźnika w Koszalinie i Wrocławiu. Masy polarno-morskie, jako najcieplejsze, dają też najwyższe maksima wskaźnika, zwłaszcza w Poznaniu, Wrocławiu, Rzeszowie, gdzie przekraczają one 2°C . Najniższe są w Białymstoku i Warszawie – blisko $0,2^{\circ}\text{C}$ (ryc. 3).

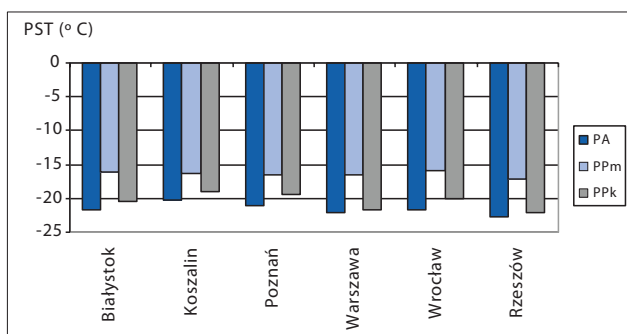
Wartości minimalne wskaźnika PST w okresie zimowym są najniższe przy masach arktycznych, nieco tylko wyższe przy powietrzu polarno-kontynentalnym. Przebieg minimów jest tutaj dość wyrównany – najniższe wartości notuje się w Rzeszowie (poniżej -22°C), najwyższe w Koszalinie (ok. -20° – wg skali są to odczucia „bardzo zimno”). Przy powietrzu polarno-morskim przebieg minimów jest jeszcze bardziej wyrównany – we wszystkich stacjach, waha się on między 16 a 17°C (ryc. 4).

Wartość amplitudy rocznej wskaźnika PST

Amplitudę roczną obliczono jako różnicę między maksymalną wartością wskaźnika w okresie letnim a mini-



Rycina 3. Maksymalne wartości wskaźnika Temperatury odczuwanej fizjologicznie (PST, °C) w różnych masach powietrza w okresie zimy (1990-2000).



Rycina 4. Minimalne wartości wskaźnika Temperatury odczuwanej fizjologicznie (PST, °C) w różnych masach powietrza w okresie zimy (1990-2000).

malną w okresie zimowym. Z analizy wyłączone zostały masy zwrotnikowe ze względu na to, że nie zostały odnotowane w okresie zimowym.

Najwyższe i dość wyrównane amplitudy występują w masach powietrza polarno-kontynentalnego, średnio 59°C , najniższe zaś przy napływie powietrza arktycznego $47,8^{\circ}\text{C}$. Świadczy to o dużym zróżnicowaniu wskaźnika PST w powietrzu polarno-kontynentalnym w zależności od pory roku. Powietrze arktyczne wydaje się wpływać w mniejszym stopniu na zmienność temperatury odczuwalnej fizjologicznie w okresie letnim i zimowym. Obliczone różnice między stacjami z najwyższą i najniższą wartością amplitudy w obrębie każdej masy wskazują na podobny wpływ mas polarno-kontynentalnych na terenie całego kraju (różnica między stacjami wynosi jedynie $4,8^{\circ}\text{C}$) oraz nieco większe zróżnicowanie przestrzenne w przypadku mas arktycznych (z różnicą wynoszącą $7,8^{\circ}\text{C}$). W rozkładzie przestrzennym najwyższe roczne amplitudy notowane są w Rzeszowie w masach kontynentalnych, gdzie wynoszą one aż $61,24^{\circ}\text{C}$. Najniższą amplitudą roczną cechuje się natomiast Warszawa w powietrzu arktycznym, z wartością ok. 43°C (tab. 1).

Przebieg dobowy odczuć ciepłych według wskaźnika temperatury odczuwanej fizjologicznie

Okres letni

Latem odczucia „bardzo gorąco” pojawiają się najczęściej w masach zwrotnikowych, zazwyczaj występując

Tabela 1. Wartości amplitudy rocznej w poszczególnych stacjach w różnych masach powietrza; pogrubione wartości – najwyższe amplitudy w obrębie każdej masy, wartości podkreślone – amplitudy najniższe.

Stacja	Amplituda w °C		
	PA	PPm	PPk
Białystok	44,75	<u>48,51</u>	59,85
Koszalin	49,58	48,70	58,79
Poznań	50,81	53,62	57,03
Warszawa	<u>43,05</u>	50,50	60,67
Wrocław	50,66	53,01	<u>56,41</u>
Rzeszów	47,71	54,11	61,24
średnia wartość amplitudy ze wszystkich stacji	47,76	51,41	59,00
różnica między stacjami o najniższej i najwyższej wartości amplitudy	7,76	5,60	4,83

między godziną 9 a 15 z częstotliwością od 33% w Koszalinie do 50% w Rzeszowie i Poznaniu (najczęściej w południe). W sporadycznych przypadkach notowane są również w masach polarno-kontynentalnych ale tylko w Koszalinie, Poznaniu, Warszawie i Wrocławiu. Odczucia „gorąco” notowane są zazwyczaj przy napływie powietrza zwrotnikowego i polarno-kontynentalnego, przy czym najczęściej pojawiają się o godzinie 15 w masach zwrotnikowych w Poznaniu i Rzeszowie, gdzie ich częstość występowania wynosi powyżej 80%. Natomiast w Poznaniu, Wrocławiu i Rzeszowie odczucia te notowane są również w masach polarno-morskich i arktycznych z częstością nie przekraczającą 10%, najczęściej o godzinie 12. Odczucia typu „ciepło” w powietrzu zwrotnikowym i polarno-kontynentalnym pojawiają się między godziną 6 i 18. Najczęściej są notowane w Poznaniu o godzinie 18 – w 80% przypadków. W masach polarno-morskich, występują one z częstością około 20% w godzinach od 9 do 15 we wszystkich badanych stacjach oprócz Koszalina. W masach arktycznych odczuwanie ciepła występuje sporadycznie, najczęściej w Poznaniu i Wrocławiu z częstością ok. 11% w południe. Warunki komfortowe notowane są najczęściej w godzinach przed – i popołudniowych, jedynie w Koszalinie występują w godzinach nocnych. Częstość ich występowania dochodzi do 30% w masach polarno-morskich, z kolei w masach zwrotnikowych i polarno-kontynentalnych ich liczba zmniejsza się na rzecz odczuć ciepło i bardzo ciepło. W powietrzu arktycznym częstotliwość komfortu w godzinach okołopołudniowych nie przekracza 25%, największa jest w Białymstoku. Odczucia chłodno notowane są we wszystkich masach, przy czym w powietrzu zwrotnikowym i polarno-kontynentalnym występują najczęściej w godzinach nocnych, w masach polarno-

-morskich i arktycznych z kolei dominują w godzinach dziennych, najczęściej przy napływie powietrza arktycznego w Białymstoku i Warszawie (w ponad 55% przypadków). Odczucia „zimno” dominują w nocy, zwłaszcza w masach arktycznych i polarno-morskich, kiedy w godzinach od 21 do 3 blisko 100% odczuć to odczucia typu „zimno”. W powietrzu arktycznym notowane są one również w ciągu dnia z częstotliwością ponad 30%, zwłaszcza w Koszalinie i Rzeszowie.

Okres zimowy

Zimą zakres występujących odczuć jest mniejszy. W powietrzu arktycznym i polarno-kontynentalnym dominują w godzinach nocnych odczucia typu „bardzo zimno”, które najczęściej notowane są w Białymstoku, Warszawie i Rzeszowie. W wymienionych miejscowościach bowiem między godziną 21 a 6 rano częstotliwość tych odczuć wynosi powyżej 60%. W masach polarno-morskich odczucia „bardzo zimno” występują rzadko, najczęściej w godzinach nocnych w Warszawie i Rzeszowie z częstotliwością blisko 20%. Odczuwanie „zimna” przy napływie zimnych mas powietrza arktycznego i polarno-kontynentalnego dominuje w godzinach dziennych, w nocy zmniejsza się na rzecz odczuć „bardzo zimno”. Z kolei w powietrzu polarno-morskim odczuwanie „zimna” przeważa w ciągu całej doby. Ponadto, w Poznaniu, Wrocławiu i Rzeszowie w masach polarno-morskich w godzinach okołopołudniowych z częstotliwością około 10% notowane są odczucia chłodu.

WNIOSKI

Przeprowadzone analizy wskazują na znaczący wpływ mas powietrza na warunki klimatu odczuwalnego, jednocześnie informują o pewnych zróżnicowaniach przestrzennych przebiegu dobowego.

W godzinach dziennych miejscami o najwyższych wartościach wskaźnika, bez względu na rodzaj masy powietrza, są Wrocław i Poznań, dodatkowo zimą Koszalin. W godzinach nocnych najwyższe wartości zarówno latem, jak i zimą notuje się w Koszalinie i Poznaniu.

Biorąc pod uwagę napływający rodzaj powietrza, latem najcieplej jest w ciągu dnia w masach zwrotnikowych w Rzeszowie, kiedy odczuciami występującymi w tym czasie są odczucia typu „bardzo gorąco”. Najchłodniejsze są masy arktyczne, przynoszące również w Rzeszowie odczuwanie zimna. W nocy najcieplej jest w Koszalinie w powietrzu zwrotnikowym, najchłodniej natomiast w masach arktycznych w Poznaniu i Warszawie. Warunkami najbardziej komfortowymi odznaczają się masy powietrza polarno-morskiego, nie występują wówczas ani zbyt częste odczucia gorąca ani chłodu. Zimą najcieplej jest w masach polarno-morskich, w ciągu dnia we Wrocławiu i Rzeszowie, w nocy natomiast w Koszalinie. W tym okresie najchłodniejsze są masy polarno-kontynentalne występujące zwłaszcza w Warszawie i Rzeszowie. Dominujące odczucia w ciągu doby przy tych masach to odczucia typu „bardzo zimno”.

Piśmiennictwo

1. **Bąkowska M., Więclaw M.:** Dobowy przebieg wybranych wskaźników biometeorologicznych w różnych masach powietrza w Bydgoszczy. *Ekologia i Technika*, 2009, vol. XVII, nr 2.
2. **Błażejczyk K., Matzarakis A.:** Assessment of bioclimatic differentiation of Poland based on human heat balance. *Geographia Polonica*, 2007, vol. 80 no. 1.
3. IMGW, 1991-2000. *Codzienny Biuletyn Meteorologiczny*, Warszawa.
4. **Kozłowska-Szczesna T., Błażejczyk K., Krawczyk B.:** *Bioklimatologia człowieka*, IGI PAN PAN, Warszawa, 1997, 1.
5. **Woś A.:** *Meteorologia dla geografów*, PWN, Warszawa, 1997.

Konflikt interesu:

Autorka nie zgłasza konfliktu interesów

Pracę nadesłano: 11.03.2010 r.

Zaakceptowano: 15.05.2013 r.

ADRES DO KORESPONDENCJI:

Monika Okoniewska

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego

Instytut Geografii

ul. Mińska 15, 85-428 Bydgoszcz

ul. Kąkolowa 7/41

85-811 Bydgoszcz

tel. 697-586-631

e-mail: monikaokoniewska5@gmail.com