

Agnieszka MAKOSZA<sup>1</sup>, Bożena MICHALSKA<sup>2</sup>

## OCENA WARUNKÓW BIOTERMICZNYCH W POLSCE ŚRODKOWOZACHODNIEJ NA PODSTAWIE TEMPERATURY ODCZUWALNEJ (*STI*)

### EVALUATION OF BIO-THERMAL CONDITIONS IN CENTRAL-WEST POLAND ON THE BASIS OF SUBJECTIVE TEMPERATURE (*STI*)

<sup>1</sup>Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy w Szczecinie, ul. Czesława 9, 71-504 Szczecin, agnieszka\_makosza@op.pl

<sup>2</sup>Zakład Meteorologii i Klimatologii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie ul. Papieża Pawła VI, 71-459 Szczecin, bozena.michalska@zut.edu.pl

**Abstract.** In studies of the bio-thermal conditions, index of sensitive temperature *STI* (*Subjective Temperature Index*) was applied. It was based on the analysis of human heat balance – Menex 2005 model (from 12 UTC values of meteorological data). Data in the period of 1971–2006 was used, including: air temperature, relative humidity of air, clouds and wind speed from 7 stations IMGW Słubice, Gorzów Wielkopolski, Toruń, Poznań, Koło, Zielona Góra, Leszno. The sensation of cool was the most often occurring – exceeding 40% of days per year in the all stations, and cold sensation ranged depending on location from 21 to 26% of days from October to April. The sensation of warm occurred in 30% of days in every months from May to September. Biothermal comfort was noticed from February and was appeared even in November but the highest frequency of occurrence was in May and August. *Hot* sensation ranged from 5.6 to 7%, whereas *very hot* from 0.5 to 3% of days per year. In the period of 1971–2006 increase number of days causing hot sensation discomfort (1.7 day per 10 years) and decrease of days causing cold sensation discomfort (4.3 days per 10 years) was noticed. Number of comfortable days with the least load organism, shows a positive trend (2.6 day / 10 years).

**Słowa kluczowe:** dni obciążające, przestrzenne zróżnicowanie, temperatura odczuwalna, warunki biotermiczne.

**Key words:** bio-thermal conditions, load days, sensitive temperature, spatial diversification.

## WSTĘP

Polska środkowozachodnia jest obszarem o licznych walorach naturalnych (czyste powietrze, lasy, jeziora, rzeki) oraz wielu interesujących walorach kulturowych, co przyczynia się do atrakcyjności tego regionu dla turystyki i rekreacji (Lijewski i in. 2002; Gołębowski i in. 2005). Z punktu widzenia potrzeb wypoczynku, warunki pogodowe i klimatyczne stanowią cenny walor środowiska przyrodniczego. Wpływ pogody i klimatu na człowieka jest problemem złożonym, bowiem z jednej strony mamy tu do czynienia z wieloma zmieniającymi się w czasie i przestrzeni czynnikami fizycznymi, a z drugiej – z reakcjami fizjologicznymi zachodzącymi w organizmie pod wpływem bodźców środowiska atmosferycznego (Krawczyk 1995). Miarą warunków biotermicznych, rozumianych jako zespół czynników meteorologicznych oddziałujących na organizm człowieka i wywołujących w nim różne reakcje dostosowawcze do otoczenia, jest temperatura odczuwalna – *STI* (*Subjective Temperature Index*) – Błażejczyk 2004.

Celem niniejszej pracy jest ocena warunków odczuwalnych oraz charakterystyka ich zmienności przestrzenno-czasowej w latach 1971–2006 na obszarze Polski środkowozachodniej.

## MATERIAŁ I METODY

Podstawę obliczeń stanowiły terminowe wartości (12 UTC) temperatury powietrza, wilgotności względnej powietrza, prędkości wiatru i zachmurzenia z lat 1971–2006. Wszystkie dane pochodziły ze stacji meteorologicznych wchodzących w skład państwowej sieci obserwacyjno-pomiarowej IMGW: Słubice, Gorzów Wlkp., Toruń, Poznań, Koło, Zielona Góra, Leszno.

Prędkości wiatru zostały zredukowane z wysokości wiatromierzy (10–17 m w zależności od stacji) do wysokości 1,2 m (wysokość tułowia dorosłego człowieka) – (Błażejczyk 2004) za pomocą wzoru O.G. Suttona (Kozłowska-Szczęсна i in. 1991, 1997; Lorenc 1996):

$$v_z = v_w \cdot \left( \frac{h_z}{h_w} \right)^\alpha,$$

gdzie:

$v_z$  – prędkość wiatru na wysokości 1,2 m;

$v_w$  – prędkość wiatru na wysokości wiatromierza na stacji;

$h_z$  – badana wysokość (tu 1,2 m);

$h_w$  – wysokość wiatromierza na stacji;

$\alpha$  – współczynnik szorstkości zależny od szorstkości terenu. Przyjęta wartość współczynnika szorstkości zależna była od klasy szorstkości terenu (od 1 do 3) dla 10-minutowego czasu uśredniania prędkości wiatru (Lorenc 1996).

Ocenę warunków biotermicznych przeprowadzono za pomocą wskaźnika bioklimatycznego jakim jest temperatura odczuwalna – *STI*. Wskaźnik ten obliczono na podstawie modelu bilansu cieplnego człowieka MENEX\_2005 (Błażejczyk 2006) i programu BioKlima<sup>®</sup> 2.5. Wartości *STI* zależą zarówno od warunków otaczających, jak też od wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a środowiskiem zewnętrznym. Podstawą wskaźnika *STI* jest wartość średniej temperatury promieniowania (*Mrt*), która odzwierciedla natężenie bodźców termicznych otoczenia w bezpośrednim sąsiedztwie skórnych receptorów ciepła i zimna. Fizjologiczna odpowiedź organizmu jest reprezentowana przez saldo wymiany ciepła (*mS*) – Błażejczyk 2006.

Temperaturę odczuwalną *STI* obliczono według wzoru podanego przez Błażejczyka (2006). Przedziałom wartości *STI* wyrażonym w °C odpowiadają określone odczucia cieplne:

- < -38,0 – ekstremalnie zimno;
- 38,0 – -20,1 – bardzo zimno;
- 20,0 – -0,5 – zimno;
- 0,4 – 22,4 – chłodno;
- 22,5 – 32,0 – komfortowo;
- 32,1 – 46,0 – ciepło;
- 46,1 – 55,0 – gorąco;
- 55,1 – 70,0 – bardzo gorąco;
- > 70,0 – upalnie.

W pracy przedstawiono przebieg średnich rocznych wartości temperatury odczuwalnej, celem określenia tendencji zmian czasowych przy zastosowaniu regresji liniowej. Istotność statystyczną równań regresji oszacowano testem t-Studenta na dwóch poziomach istotności:  $\alpha = 0,01$  i  $0,05$ . Wartości miesięczne i sezonowe wskaźnika *STI* dla analizowanych stacji meteorologicznych zestawiono w formie tabelarycznej, a procentowy udział dni oraz częstość lat z różną odczuwalnością ciepłą – w formie graficznej. Zbadano również tendencję zmian w latach 1971–2006 różnych odczuć cieplnych człowieka, przedstawiając wyniki w postaci współczynników korelacji. Efektem końcowym pracy było wyznaczenie w środkowozachodniej Polsce obszarów o różnej liczbie dni z warunkami obciążającymi organizm człowieka.

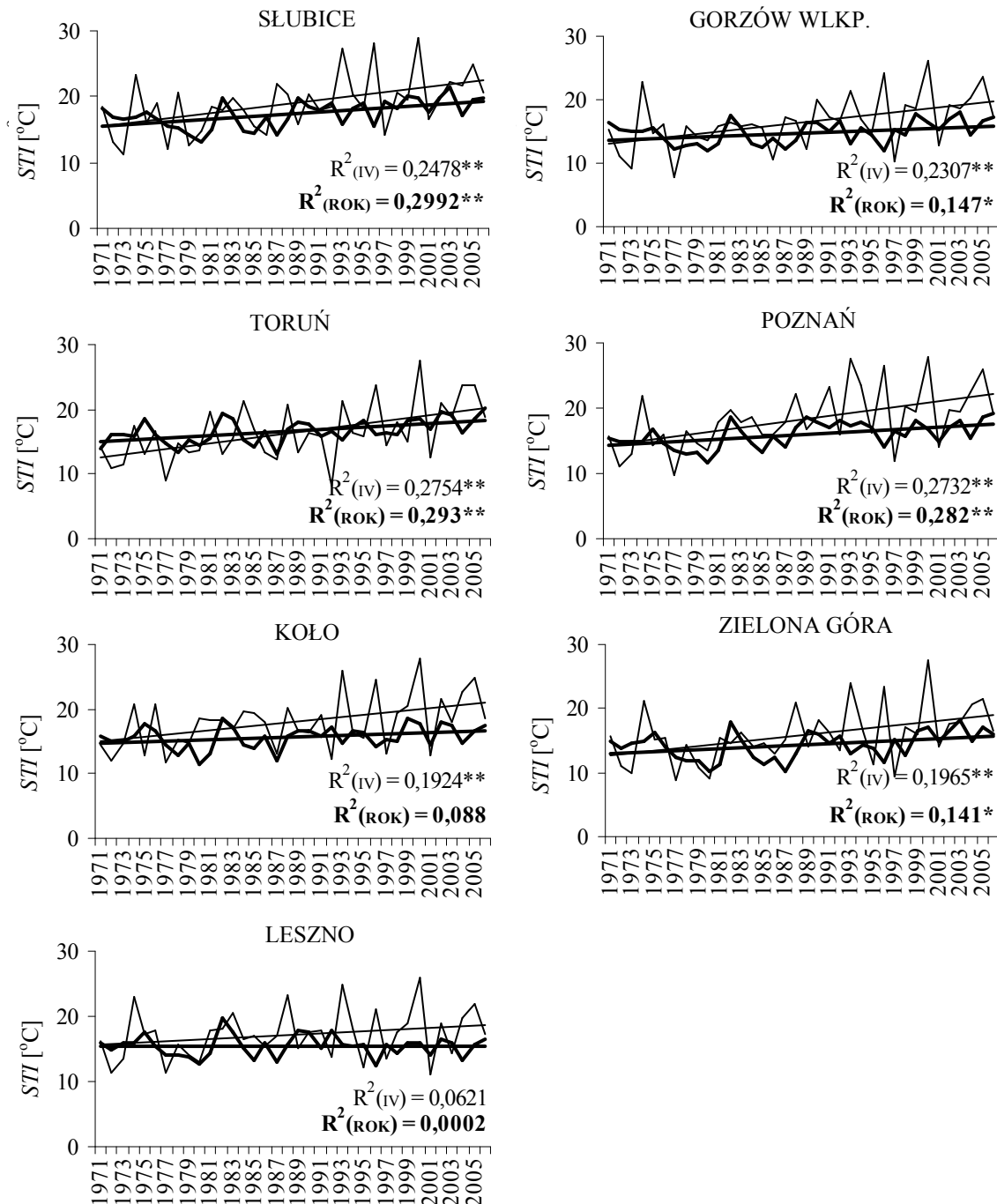
## WYNIKI I DISKUSJA

Średnie roczne (1971–2006) wartości *STI* z godz. 12 UTC wahają się od  $14,1^{\circ}\text{C}$  w Zielonej Górze do  $17,3^{\circ}\text{C}$  w Słubicach. We wszystkich miejscowościach (za wyjątkiem Leszna) zaobserwowano dodatni trend średnich rocznych wartości *STI*, nieistotny statystycznie jedynie w Kole (rys. 1). Najwyższe średnie wartości *STI* występują zazwyczaj w sierpniu i lipcu – ponad  $30^{\circ}\text{C}$ , a najniższe notowane są w styczniu: od  $-5,7$  do  $0,7^{\circ}\text{C}$ . Wiosna (III–V) na analizowanym obszarze charakteryzuje się wyższymi wartościami *STI* w stosunku do jesieni: od  $0,8^{\circ}\text{C}$  w Toruniu do  $4,8^{\circ}\text{C}$  w Kole. Po przeanalizowaniu trendu liniowego dla poszczególnych miesięcy stwierdzono, iż najwyższe wysoce istotne wzrosty wartości *STI* odnotowano w kwietniu, zwłaszcza od lat 90. – co również przedstawiono na rysunku 1.

Absolutnie najwyższa wartość *STI* w godzinach południowych w okresie 1971–2006 wyniosła  $67,5^{\circ}\text{C}$  w Słubicach 30 lipca 1994 roku i mieściła się w zakresie klasy odczuwalności *bardzo gorąco* – (*STI*  $55$ – $70^{\circ}\text{C}$ ). Występujące w tym dniu warunki meteorologiczne to: temperatura powietrza  $35,3^{\circ}\text{C}$ , wilgotność względna  $40\%$ , brak zachmurzenia ( $0\%$ ) i prędkość wiatru  $0,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , a różnica między maksymalną a minimalną temperaturą powietrza tego dnia wyniosła  $22,1^{\circ}\text{C}$ . Natomiast absolutnie najniższą wartość *STI* w latach 1971–2006 stwierdzono w Gorzowie Wlkp. 30 grudnia 1978 roku i wyniosła ona  $-39,6^{\circ}\text{C}$ , co odpowiadało klasie odczuwalności *ekstremalnie zimno*. Przy tak niskiej wartości *STI* temperatura powietrza wyniosła  $-19^{\circ}\text{C}$ , wilgotność względna  $77\%$ , przy całkowitym zachmurzeniu ( $100\%$ ) i prędkości wiatru  $8,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  oraz dobowej amplitudzie temperatury powietrza  $3,3^{\circ}\text{C}$ . Odczucie *ekstremalnie zimno*, któremu odpowiadają wartości *STI* poniżej  $-38^{\circ}\text{C}$ , wystąpiło o 12 UTC w analizowanym wieloleciu 1971–2006 czterokrotnie: jak już wspomniano 30 grudnia 1978 roku w Gorzowie Wlkp., ale także tego samego dnia w Kole i w Poznaniu oraz 11 stycznia 1987 roku w Poznaniu. Według Owczarek (2007), 31 grudnia 1978 roku w Gdyni również wystąpiła najniższa wartość *STI* w godzinach południowych wynosząca  $-25,8^{\circ}\text{C}$ , co było odczuwane jako *bardzo zimno*.

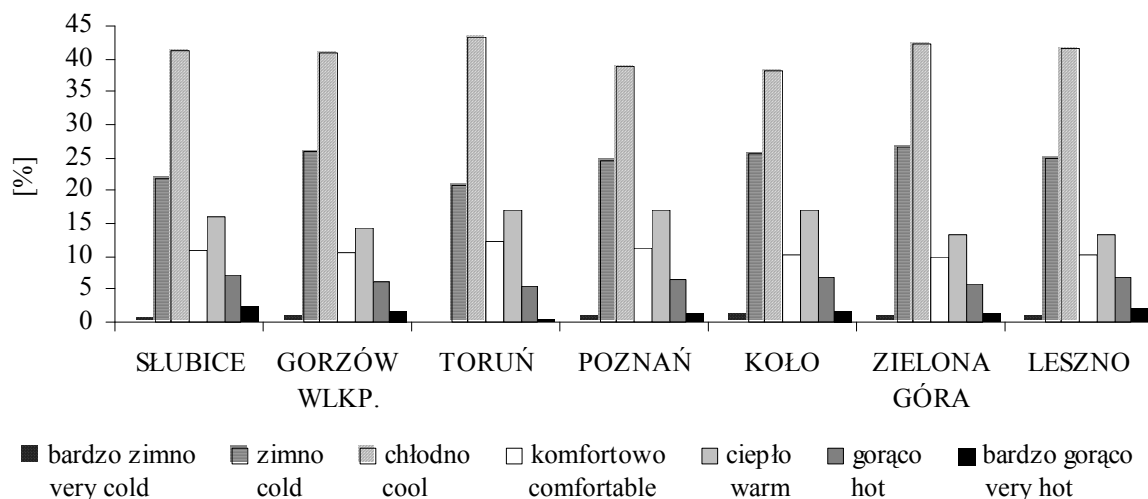
Najczęściej w analizowanym wieloleciu występowało odczucie *chłodno*, przekraczając  $40\%$  dni w roku w północnej i południowej części regionu (rys. 2 i 3). Jest to klasa odczuć, która jako jedyna występuje w każdym z miesięcy w roku. Najwięcej dni z odczuciem *chłodno* występuje w okresie wiosny i jesieni – nawet ponad  $50\%$  dni w miesiącu, najmniej – średnio 10 dni w miesiącu – w lipcu i sierpniu oraz w styczniu i grudniu. Opracowania

Chabiora i Michalskiej (2009) oraz Cymes i in. (2009) dotyczące Polski północno-wschodniej pokazują, że dni z odczuciem *chłodno* występują na tym terenie w zdecydowanej przewadze w ciągu roku. Potwierdza to także Owczarek (2007) w swoim opracowaniu dotyczącym warunków odczuwalnych Gdyni, gdzie stwierdziła od 50% przypadków odczucia *chłodno* w kwietniu i październiku do ponad 82% w listopadzie.



– kwiecień (IV) / April    – rok / Year    \*  $\alpha = 0,05$ ; \*\*  $\alpha = 0,01$

Rys. 1. Średnie wartości temperatury odczuwalnej (STI) z godz. 12 UTC w latach 1971–2006 wraz z trendem  
Fig. 1. Mean values of subjective temperature (STI) in years 1971–2006 (12 p.m. UTC), with the linear trend



Rys. 2. Częstość (%) występowania dni w ciągu roku z określoną odczuwalnością cieplną według wskaźnika temperatury odczuwalnej – *STI*. Lata 1971–2006

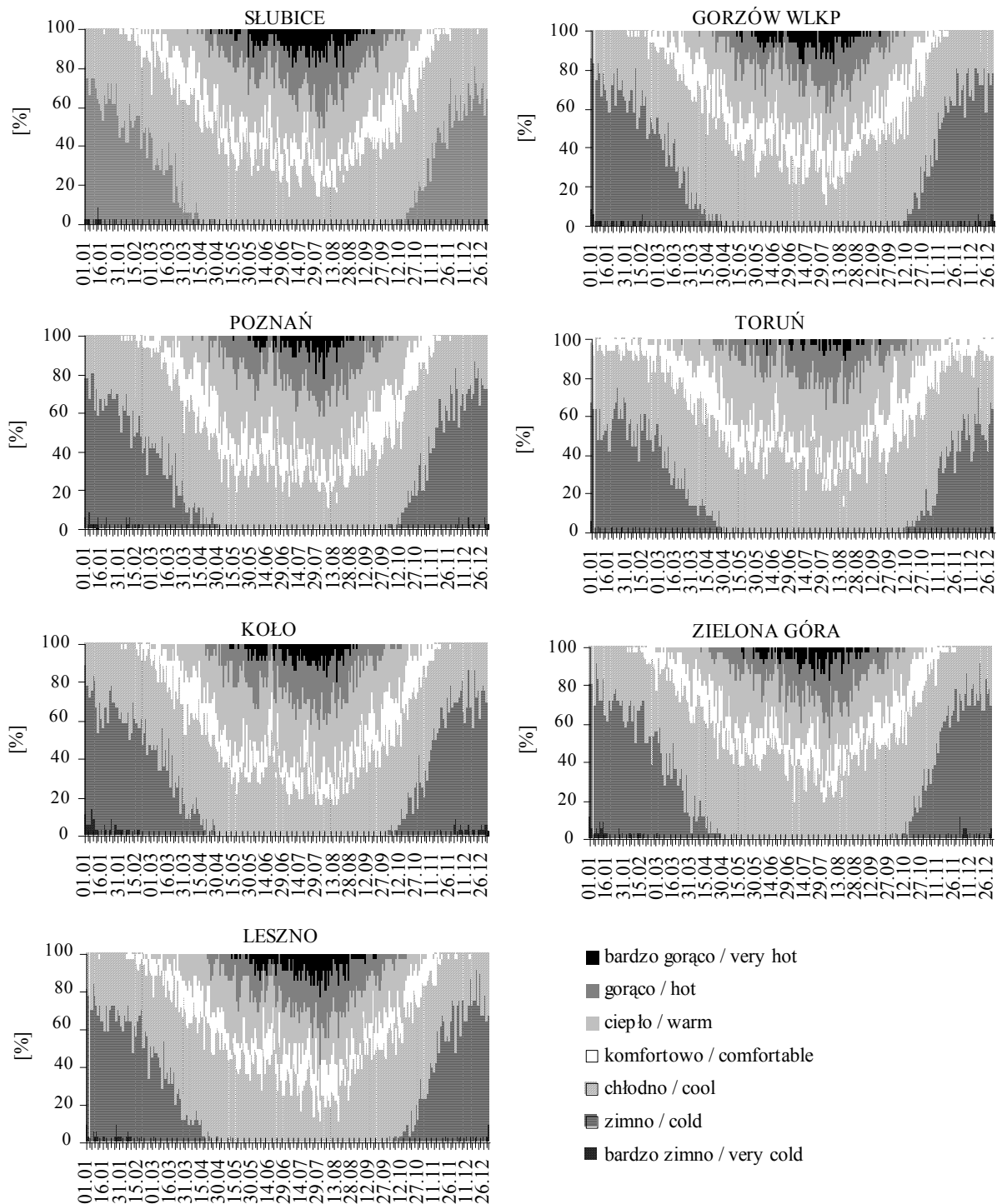
Fig. 2. Frequency of the occurrence of thermal sensation according to *STI* index during a year. Years 1971–2006

Na analizowanym obszarze Polski środkowozachodniej w drugiej kolejności odczucia ciepłe kształtowane są przez wartości *STI* odpowiadające klasie *zimno*. Średnia roczna liczba dni z tym odczuciem może się wahać, w zależności od miejscowości, od 21% w Toruniu do 26% w Zielonej Górze (rys. 2). Jest to co najmniej dwukrotnie więcej niż np. w Gdyni – 11% (Owczarek 2007), ale dwukrotnie mniej niż w Suwałkach – 33% (Chabior i Michalska 2009). Dni zimne występują od przełomu 1. i 2. dekady października (Koło, Słubice) do połowy (Słubice) lub do końca kwietnia (Poznań, Zielona Góra) z maksimum w styczniu i grudniu (rys. 3). Zdarza się jednak, że dni z odczuciem *zimno* mogą pojawić się już w pierwszych dniach października, jak to miało miejsce w 1998 r., albo skończyć dopiero w pierwszej dekadzie maja – 1978 r.

Odczucie *ciepło* (*STI* 32–46°C) występuje od 13 do 17% dni w roku i notowane jest od maja do października, a w okresie od maja do września przez 1/3 dni w miesiącu, zwłaszcza w Kotlinie Toruńskiej i Kolskiej oraz na Pojezierzu Poznańskim. Dni z odczuciem *ciepło* mogą wystąpić również w lutym, jednak są to pojedyncze przypadki (rys. 2 i 3).

Warunki *komfortowe* – najmniej obciążające organizm człowieka – odpowiadające zakresowi temperatury odczuwalnej od 22,5 do 32°C stanowią czwartą, co do frekwencji, klasę odczuć, występującą z częstością od 10% (Zielona Góra) do 12,4% (Toruń) dni w roku. Notowane są zazwyczaj od lutego do listopada, a jedynie w Toruniu we wszystkich miesiącach roku. Na całym analizowanym obszarze najwięcej dni komfortowych występuje w kwietniu i październiku (do 23%), natomiast w Kole wyróżniają się maj i sierpień, gdzie określono istotny statystycznie wzrost dni komfortowych w latach 1971–2006.

Odczucie *gorąco* najliczniej pojawia się w Słubicach i Lesznie – 7% dni w roku, a w pozostałych miejscowościach od 5,6 do 6,8% dni w roku (rys. 3). Dni takie zazwyczaj występują w lipcu i sierpniu, ale zdarzało się, że pojawiały się także już od 20 kwietnia i notowane były jeszcze w drugiej dekadzie października. W Toruniu epizodyczny przypadek dnia gorącego wystąpił 21 marca 1974 r. Wzrost liczby dni obciążających z powodu dyskomfortu gorąca jest szczególnie widoczny w kwietniu, zwłaszcza od lat 90. Jak piszą Kozłowska-Szczęsna i in. (2004), pojawienie się po raz pierwszy po okresie zimowym stresu gorąca jest bardzo obciążające dla organizmu.



Rys. 3. Częstość (%) występowania lat z określonymi odczuciami cieplnymi, na podstawie wskaźnika temperatury odczuwalnej  $STI$ , w kolejnych dniach roku. Lata 1971–2006

Fig. 3. The frequency of occurrence years in designated thermal sensation classes according to  $STI$  index, in successive days of year. Years 1971–2006

Przestrzennym zróżnicowaniem występowania odznacza się odczucie *bardzo gorąco*, które podobnie jak *gorąco*, najczęściej występuje w Słubicach i Lesznie – odpowiednio 2,6 i 2,2% dni w roku (rys. 2). Najmniejszą częstość, bo zaledwie 0,5% – co odpowiada średnio dwóm dniom w roku – notuje się w Toruniu, na pozostałym obszarze wynosi ona od 1,3 do 1,7%.

Najmniej liczną klasę, z ujemną tendencją, stanowią dni z odczuwalnością *bardzo zimno*. Ich częstość nie przekracza 1%, a jeżeli występują, to częściej w Kole i w Zielonej Górze. Dni *bardzo zimne* sporadycznie, ale zdarzają się od połowy listopada aż do pierwszych dni marca. Jedynie w Toruniu występują od 29 grudnia (rys. 3).

Tabela 1. Współczynnik korelacji trendu liniowego miesięcznej liczby dni według klas odczuwalności na podstawie temperatury odczuwalnej (*STI*). Lata 1971–2006

Table 1. Correlation coefficient of linear trend of the monthly number of days according to thermal sensation *STI* index. Years 1971–2006

Stacje Stations	Odczucia cieplne Thermal sensation	Miesiące / Months											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SŁUBICE	G				0,157	0,000	0,126	0,14	0,097	<b>0,364*</b>	-0,047		
	C				<b>0,416*</b>	0,278	0,215	0,236	0,06	0,229	0,254	0,042	
	K		0,148	0,045	0,014	0,062	-0,091	-0,067	-0,126	-0,191	-0,274	0,061	
	Ch	0,317	0,159	-0,036	-0,314	-0,306	-0,261	-0,294	-0,199	-0,312	-0,285	0,275	0,12
	Z	-0,252	-0,179	0,014	-0,214						0,213	-0,267	-0,096
GORZÓW WLKP.	G				0,302	-0,083	0,014	0,181	0,000	0,295	0,01		
	C			-0,042	<b>0,379*</b>	0,182	-0,039	-0,314	-0,057	-0,077	-0,148		
	K		0,152	-0,122	0,02	0,163	-0,174	0,287	-0,02	-0,232	0,12	0,104	
	Ch	0,261	0,249	0,111	-0,222	0,014	0,039	-0,104	-0,086	0,000	0,19	0,262	0,156
	Z	-0,14	-0,202	-0,014	<b>-0,353*</b>						<b>-0,463**</b>	-0,288	-0,127
TORUŃ	G				0,239	-0,045	-0,171	0,138	0,042	-0,045	0,107		
	C			-0,039	<b>0,368*</b>	0,102	0,275	0,285	0,213	0,322	0,182	0,186	
	K	-0,045	-0,033	<b>-0,328*</b>	0,297	0,219	-0,066	0,139	-0,026	0,040	0,213	0,279	
	Ch	0,229	<b>0,418**</b>	<b>0,541**</b>	-0,246	-0,190	-0,106	-0,319	0,170	-0,298	-0,177	0,085	0,153
	Z	0,130	<b>-0,344*</b>	<b>-0,287</b>	<b>-0,545**</b>						-0,289	-0,235	-0,131
POZNAŃ	G				0,295	0,048	0,000	0,104	0,221	0,187	-0,020		
	C			-0,058	<b>0,400*</b>	0,182	0,225	0,186	0,171	0,174	0,157		
	K		0,151	-0,096	0,110	-0,172	-0,081	-0,267	0,124	-0,122	0,045	0,086	
	Ch	0,220	0,253	0,294	0,254	0,079	0,280	0,240	0,313	0,183	0,070	0,128	0,151
	Z	-0,217	-0,223	0,053	<b>-0,462**</b>						-0,266	-0,165	-0,147
KOŁO	G				0,247	0,055	-0,020	0,243	-0,113	-0,026			
	C			0,170	0,276	0,046	0,224	0,068	-0,165	0,202	0,160	-0,044	
	K			-0,192	0,192	<b>0,334*</b>	0,055	0,052	<b>0,325*</b>	-0,122	0,163	0,062	
	Ch	0,035	0,208	<b>0,413*</b>	0,319	0,255	0,179	0,226	0,046	0,092	0,044	0,119	0,088
	Z	0,014	-0,138	-0,179	-0,205						0,301	-0,119	0,094
ZIELONA GÓRA	G				0,236	0,131	-0,035	0,190	0,087	0,311	-0,020		
	C			0,014	0,244	0,030	0,119	0,055	0,191	0,094	0,100		
	K		0,273	0,010	0,212	0,085	0,180	0,270	0,097	0,073	0,119		
	Ch	0,198	0,106	0,060	0,264	0,127	0,202	0,295	0,096	0,164	0,091	0,159	0,033
	Z	-0,045	-0,165	-0,039	-0,198						-0,302	-0,149	0,026
LESZNO	G				0,236	0,131	-0,035	0,190	0,087	0,311	-0,020		
	C			0,014	0,244	0,030	0,119	0,017	0,081	0,094	0,100	0,089	
	K		0,273	0,010	0,212	0,085	0,180	0,271	0,097	0,073	0,119		
	Ch	0,198	0,106	0,060	0,264	0,127	0,202	0,295	0,096	0,164	0,091	0,159	0,033
	Z	-0,045	-0,165	-0,039	-0,198						-0,302	-0,149	-0,026

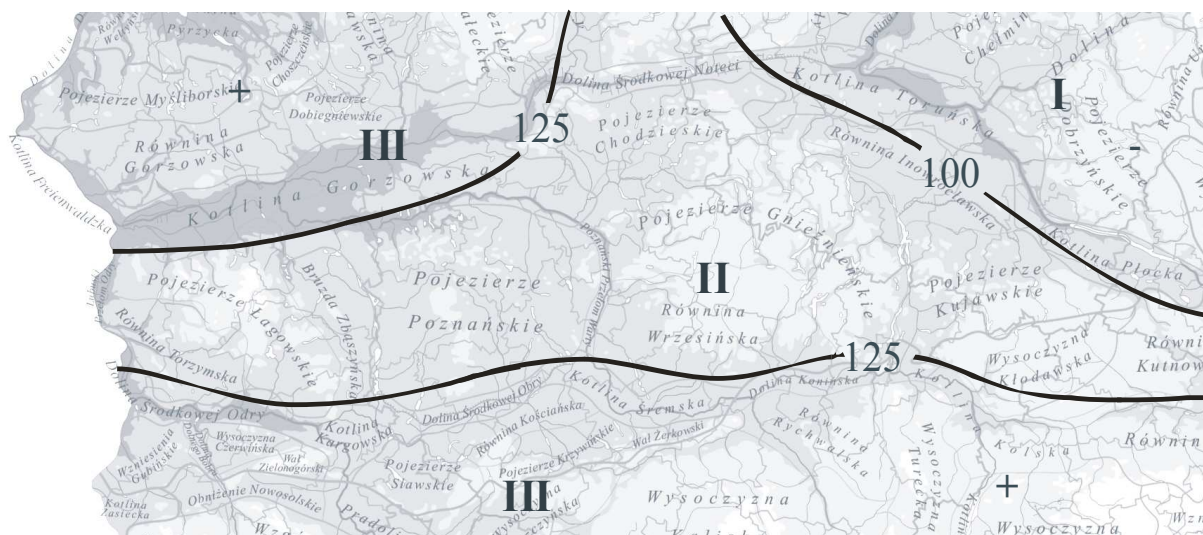
G – gorąco / hot; C – ciepło / warm; K – komfort / comfortable; Ch – chłodno / cool; Z – zimno / cold; \*  $\alpha = 0,05$ ; \*\*  $\alpha = 0,01$ .

Prezentowane w tabeli 1 wyniki zawierają tylko te klasy odczuwalności, w których stwierdzono wystarczającą liczbę przypadków do określenia zależności. I tak w chłodnej porze roku na analizowanym obszarze występuje spadek liczby dni *zimnych*, istotny

statystycznie ( $\alpha = 0,05$ ) w kwietniu w Gorzowie Wlkp. i w lutym w Toruniu, oraz wysoce istotny statystycznie ( $\alpha = 0,01$ ) w kwietniu (Toruń, Poznań) i w październiku (Gorzów Wlkp.). Koźmiński i Michalska (2008), w latach 1986–2005, bazując na wartościach średnich dobowych, również określili ujemną tendencję dni *zimnych* na Wybrzeżu (Świnoujście) w listopadzie i od stycznia do marca.

Liczba dni *chłodnych* wykazuje tendencję wzrostową w każdym miesiącu roku w centralnej i południowej części regionu, a w chłodnej porze roku tylko na południu regionu. Wzrost liczby dni *chłodnych* w miesiącach zimowych, istotny statystycznie w styczniu i lutym, dla Świnoujścia określili Koźmiński i Michalska (2008), a dla Gdyni Owczarek (2007). Liczba dni *komfortowych* w każdym z miesięcy rośnie głównie w Zielonej Górze i Lesznie. Na pozostałym obszarze istotny spadek dni *komfortowych* występuje w marcu (Toruń), a wzrost w maju i sierpniu (Koło). Dla liczby dni *ciepłych* w wieloleciu 1971–2006 określono tendencję dodatnią prawie we wszystkich miesiącach na całym obszarze (wyjątek Gorzów Wlkp.), ale istotną statystycznie ( $\alpha = 0,05$ ) tylko w kwietniu (Słubice, Gorzów Wlkp. Toruń). Liczba dni z odczuciem *gorąco*, powodującym już dyskomfort gorąca dla organizmu, na przeważającym obszarze Polski środkowozachodniej wykazuje tendencję wzrostową, jednak wzrost ten jest istotny statystycznie tylko we wrześniu w Słubicach.

Występowanie dni ekstremalnych i obciążających pod względem odczuwalności cieplnej ( $STI$  poniżej  $-0,4$  i ponad  $46,1^{\circ}\text{C}$ ) jest niesprzyjające turystyce i rekreacji na świeżym powietrzu. Analizując występowanie czasowe i przestrzenne w Polsce środkowozachodniej dni z różnymi odczuciami ciepłymi (korzystnymi lub niekorzystnymi) stwierdzono, iż dni z odczuciami powodującymi dyskomfort zimna występują dwukrotnie częściej w Słubicach i Lesznie, a na pozostałym obszarze trzykrotnie częściej niż dni z dyskomfortem gorąca.



Rys. 4. Rozkład średniej rocznej liczby dni obciążających według wskaźnika  $STI$  z godz. 12 UTC. Lata 1971–2006

Fig. 4. Distribution of the average annual number of thermal load days, according to  $STI$  index (12 p.m. UTC). Years 1971–2006

Na całym analizowanym terenie wyznaczono trzy obszary (rys. 4) ze względu na występowanie ogólnej rocznej liczby dni obciążających:

Obszar I – o najmniejszej liczbie dni uciążliwych, nieprzekraczających 100 w ciągu roku – to północno-wschodnia część Polski środkowozachodniej – głównie Kotlina Toruńska i Płocka.



Obszar II – o średniej liczbie dni obciążających od 100 do 125 rocznie – obejmuje pojezierza: Lubuskie, Poznańskie, Gnieźnieńskie, Chodzieskie, Kujawskie, Równinę Wrzesińską i część Równiny Kutnowskiej, Kotlinę Śremską, Dolinę Środkowej Noteci,

Obszar III – z liczbą dni obciążających ponad 125 rocznie – to obszar Kotliny Gorzowskiej oraz Wzniesienia Zielonogórskie, Pojezierze Leszczyńskie, Wysoczyzna Kłodawska i Turecka, Kotlina Kolska, Równina Rychwalska.

## WNIOSKI

1. Na obszarze Polski środkowozachodniej stwierdzono dodatni trend średniej miesięcznej w kwietniu oraz rocznej wartości temperatury odczuwalnej (*STI*) w latach 1971–2006.

2. Warunki odczuwalne w Polsce środkowozachodniej w ciągu roku kształtowane były głównie przez odczucia chłodno, a w następnej kolejności przez zimno i ciepło.

3. W analizowanych latach wykazano wzrost liczby dni z odczuciami powodującymi dyskomfort gorąca i spadek liczby dni z odczuciami powodującymi dyskomfort zimna. Stwierdzono także dodatni trend liczby dni z warunkami komfortowymi, najmniej obciążającymi organizm.

4. W Polsce środkowozachodniej wyróżniono trzy obszary o zróżnicowanej liczbie dni obciążających zarówno z powodu dyskomfortu ciepła, jak i zimna od poniżej 100 do ponad 125 rocznie.

## PIŚMIENNICTWO

**BioKlima@2.5.** Wersja darmowa dostępna na stronie internetowej IGiPZ PAN: [www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/bioklima.html](http://www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/bioklima.html).

**Błażejczyk K.** 2004. Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce. Pr. Geogr. 192, IGiPZ PAN Warszawa, 291.

**Błażejczyk K.** 2006. MENEX\_2005 – the updated version of man-environment heat exchange model – wersja pdf dostępna on-line na stronie internetowej IGiPZ PAN: [www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/MENEX\\_2005.pdf](http://www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/MENEX_2005.pdf)

**Chabior M., Michalska B.** 2009. Variability of sensible temperature (*STI*) in North-East Poland. EJPAU 12 (4) T. Agronomy.

**Cymes I., Szwejkowski Z., Dragańska E., Olba-Zięty E.** 2009. Characterisation of the bioclimatic conditions in north-eastern Poland in the years 1991–2000 [w: Environmental aspects of climate change]. Red. Z. Szwejkowski, Monogr., Univ. Warmia and Mazury in Olsztyn, Olsztyn, 151–168.

**Gołembski G.** 2005. Kompendium wiedzy o turystyce. Red. G. Gołembski. PWN, Warszawa, 430.

**Kozłowska-Szczęsna T.** red. 1991. Wyniki badań bioklimatu Polski cz. II. Dok. Geogr. T.1., IGiPZ PAN, Warszawa, 83.

**Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B. i in.** 1997. Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowania w badaniach bioklimatu Polski. Monografia 1, IGiPZ PAN, Warszawa, 200.

**Kozłowska-Szczęsna T., Krawczyk B., Kuchcik M.** 2004, Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka. Monogr. 4, IGiPZ PAN, Warszawa, 194.

**Koźmiński C., Michalska B.** 2008. Ocena warunków pogodowych dla rekreacji i turystyki w rejonie Świnoujścia [w: Problemy turystyki i rekreacji t.1]. Red. M. Dutkowski., Szczecin, US Oficyna IN PLUS, 31–42.

**Krawczyk B.** 1995. Bioklimat Polski a możliwość klimatoterapii, wypoczynku i pracy na wolnym powietrzu. Pr. Geofiz. LXVII (1–2). IGiPZ PAN, Warszawa, 29–43.

**Lijewski T. i in.** 2002. Geografia turystyki Polski. Warszawa, PWE.

**Lorenc H.** 1996. Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce, IMGW Warszawa.

**Owczarek M.** 2007. Zmienność warunków biotermicznych w Gdyni (1951-2005) [w: Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych]. Red. K. Piotrowicz i R. Twardosz, UJ Kraków, 297–306.