

**Małgorzata Owczarek**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej,  
Oddział Morski w Gdyni  
81–342 Gdynia, ul. Waszyngtona 42  
e-mail: malgorzata.owczarek@imgw.pl

**ZRÓŻNICOWANIE SUBIEKTYWNEGO ODCZUCIA CIEPLNEGO  
W POLSCE, 1951–2008 (REZULTATY PROJEKTU KLIMAT)**

**Spatial variability of subjective sensation of the thermal environment  
by man in Poland, 1951–2008 (Results of the KLIMAT Project)**

**Summary.** The frequency of occurrence of Physiological Subjective Temperature (PST) ranges derived from MENEX\_2005 model has been applied to describe spatial variability of thermal sensation in man. “Cold” is the most frequent subjective sensation in Poland (54% to over 60% within the whole year). “Very cold” sensation in January can be noticed in 10% of cases in the western Poland and it increases from the west to the east (to over 35%). “Very hot” can be noticed mostly in July and increases from the north to the south (1% to over 6%). The greatest frequency of occurrence of “comfortable” sensation within the whole year and in July falls on the Baltic coast, in October – on the south Poland. Radiation according to latitude, air circulation, the Atlantic and the Baltic Sea surface temperature, cooling wind impact, relief and elevation are the main factors that forms subjective sensation in man in Poland.

**Słowa kluczowe:** bioklimat, model MENEX\_2005, wskaźniki biotermiczne, Fizjologiczna Temperatura Odczuwalna (PST)

**Key words:** bioclimate, model MENEX\_2005, bio-thermal indices, Physiological Subjective Temperature (PST)

**WPROWADZENIE**

Subiektywnie odbierane przez człowieka odczucie ciepłe jest jednym ze skutków wspólnego oddziaływania bodźców atmosferycznych i reakcji organizmu uruchamianych pod ich wpływem. Wpływ pogody i warunków klimatycznych na zdrowie i samopoczucie człowieka wykazywano niejednokrotnie (Bła-

żejczyk, McGregor 2007). Zagadnienie to jest zatem ważnym elementem badań środowiska, w jakim żyje człowiek.

Celem niniejszego opracowania jest wskazanie prawidłowości mających wpływ na zróżnicowanie subiektywnego odczucia ciepłego w Polsce. Prace były prowadzone w ramach Projektu KLIMAT „Wpływ zmian klimatu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo”, którego rezultaty zostaną bezpośrednio wykorzystane przez strategiczne resorty gospodarcze kraju (<http://klimat.imgw.pl>).

### METODYKA BADAŃ

Charakterystykę subiektywnego odczucia ciepłego umożliwiają wskaźniki obliczane z użyciem modeli bilansu ciepłego ciała człowieka. W pracy zastosowano model wymiany ciepła między człowiekiem a otoczeniem MENEX\_2005 (Błażejczyk 2004, 2005). Materiał wejściowy stanowiły codzienne dane meteorologiczne z 54 stacji meteorologicznych IMGW w Polsce z godz. 12 UTC, z wielolecia 1951–2008: temperatura powietrza ( $^{\circ}\text{C}$ ), wilgotność względna (%) prędkość wiatru ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , zredukowana do wysokości tułowia dorosłego człowieka 1,2 m nad powierzchnią gruntu) i wielkość zachmurzenia (%). Przyjęto parametry fizjologiczne człowieka podczas spaceru z prędkością  $1,1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  w terenie płaskim (Błażejczyk 2004).

Obliczono temperaturę odczuwaną fizjologicznie (*Physiological Subjective Temperature* – PST,  $^{\circ}\text{C}$ ), która jest wskaźnikiem subiektywnych odczuć ciepłych, jakie kształtują się po około 15–20 minutach trwania procesów adaptacyjnych organizmu do warunków otoczenia. Wartości wskaźnika obliczono z użyciem programu BioKlima\_2.5 (Błażejczyk 2004, 2005). Szczegółowe formuły obliczeń można znaleźć w opisie tego programu oraz w literaturze (np. Błażejczyk, Matzarakis 2007).

Wartościom PST odpowiadają odczucia ciepłe według następującej skali:

PST ( $^{\circ}\text{C}$ )	fizjologiczne odczucie ciepłe
$< -36,0$	mroźnie
$-36,0$ do $-16,1$	bardzo zimno
$-16,0$ do $4,0$	zimno
$4,1$ do $14,0$	chłodno
$14,1$ do $24,0$	komfortowo
$24,1$ do $34,0$	ciepło
$34,1$ do $44,0$	gorąco
$44,1$ do $54,0$	bardzo gorąco
$> 54,0$	upalnie

Obliczono częstość występowania wartości PST w poszczególnych przedziałach w roku oraz w miesiącach reprezentujących poszczególne pory roku: styczniu, kwietniu, lipcu i październiku. Wyniki zaprezentowano na rysunkach w formie izolinii skonstruowanych metodą krigingu z użyciem programu Surfer w wersji 8.0. Wyniki ze stacji wysokogórskich (Śnieżki i Kasprowego Wierchu) oraz, w kilku przypadkach, Nowego Sącza i Tarnowa pominięto przy kreśleniu izolinii, a wartości umieszczono obok nazw tych stacji. Pozwoliło to uniknąć znacznego zagęszczenia izolinii, co mogłoby zaburzyć czytelność rysunku.

### WYNIKI BADAŃ

Fizjologiczna temperatura odczuwalna PST o godz. 12 UTC w Polsce przyjmowała w analizowanym wieloleciu wartości od poniżej  $-37,0^{\circ}\text{C}$  (na Śnieżce) do  $54,4^{\circ}\text{C}$ , którym odpowiadały subiektywne odczucia ciepłe z zakresu od „mroźnie” do „upalnie”.

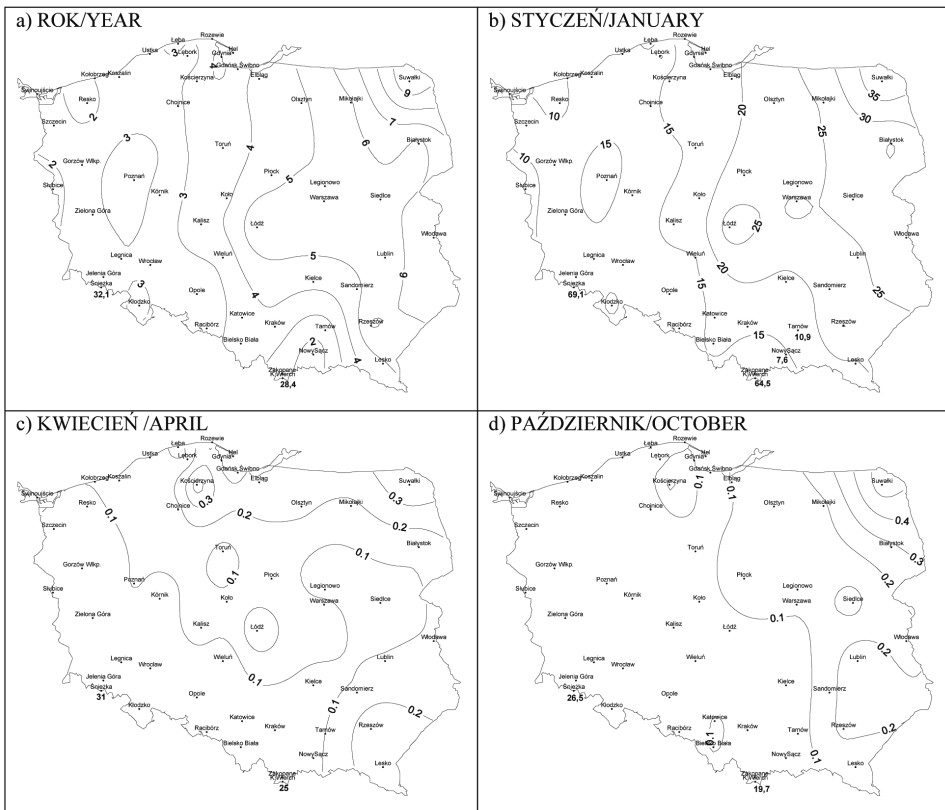
Odczucie ciepłe „mroźnie”, o charakterze skrajnym, pojawia się w Polsce tylko wysoko w górach: na Śnieżce z częstością 1,3% w roku, 4,6% w styczniu, 0,11% w kwietniu i 0,7% w październiku; na Kasprowym Wierchu występuje zimą, z częstością 0,06% w styczniu.

Poza górami średnia roczna częstość występowania odczucia ciepłego „bardzo zimno” zwiększa się z zachodu na wschód od około 2% na zachodzie do nawet 10% na Suwalszczyźnie (ryc. 1a). Podobny układ izolinii występuje w styczniu (ryc. 1b). Ich wartości rosną od około 10% w zachodniej części kraju do ponad 25% na wschodzie i nawet do 40% w okolicy Suwałk. W górach częstość występowania odczucia „bardzo zimno” w roku wynosi około 30%, a w styczniu może sięgać nawet 70% (Śnieżka). W kwietniu odczucie „bardzo zimno” występuje najczęściej w górach (w około 30% przypadków na Śnieżce), na obszarze od wschodniej części Pomorza po krańce północno-wschodnie Polski oraz na południowym wschodzie kraju (ryc. 1c). W październiku odczucie to pojawia się przede wszystkim w górach (w około 27% przypadków na Śnieżce i 20% w Tatrach), na Pojezierzu Kaszubskim (około 0,1%) i od 0,1% do ponad 0,4% we wschodniej połowie Polski (ryc. 1d).

Fizjologiczne odczucie ciepłe „zimno” występuje w Polsce najczęściej, stanowiąc od 51% do 62% przypadków w roku, najwięcej w środkowej części wybrzeża i Pojezierza Pomorskiego oraz w górach. W styczniu jego częstość maleje z zachodu na wschód, co wiąże się ze wzrostem częstości odczucia „bardzo zimno” w tym kierunku. W kwietniu i październiku, poza górami, największe wartości przypadają na wybrzeżu i w Polsce północno-wschodniej. W lipcu odczucie „zimno” pojawia się najczęściej w górach, na wybrzeżu i Pojezierzach. Odczucie ciepłe „chłodno” występuje w około 14% do 18% przypadków w roku.

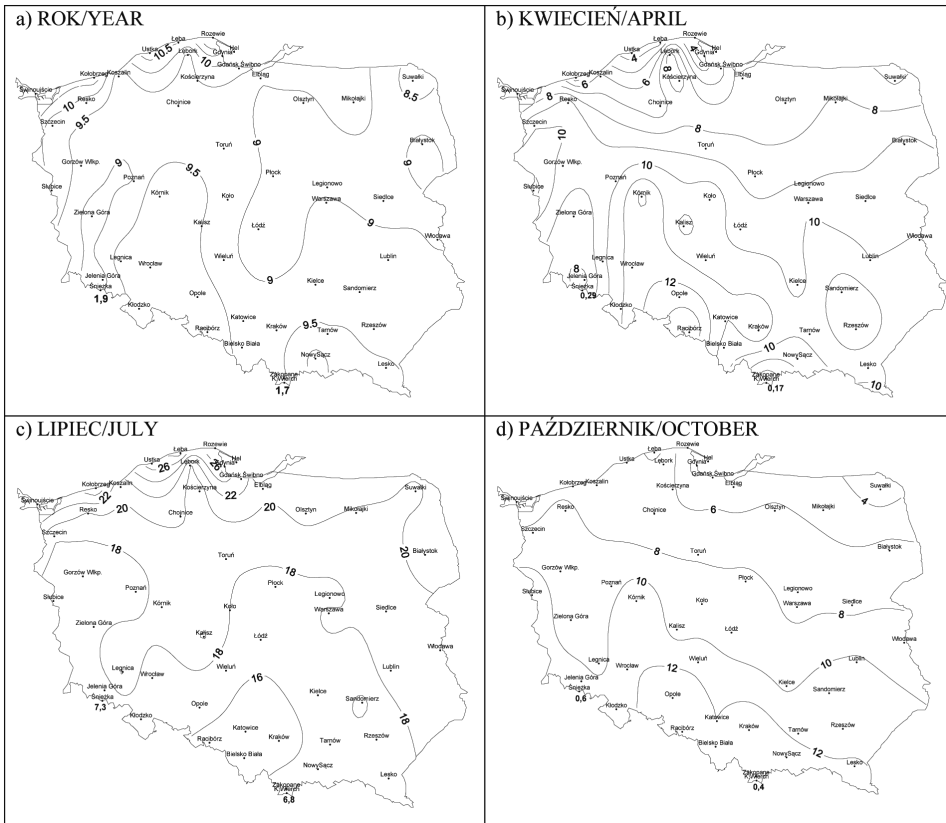
Komfort termiczny może być odczuwany we wszystkich porach roku, oprócz zimy (ryc. 2). Częstość jego występowania w roku na większości obszaru Polski wynosi około 10%, największy gradient zaznacza się na Pomorzu (ryc. 2a). Wiosną i jesienią częstość ta zwiększa się z północy na południe. W kwietniu wynosi od około 4% w strefie brzegowej morza do 13% na Śląsku i Przedgórzach (ryc. 2b). W październiku wykazuje wzrost z północnego wschodu na południowy zachód, od 3% w Suwałkach do ponad 12% na południu (ryc. 2d). Latem komfort najczęściej jest odczuwany na Pomorzu (ryc. 2c) – od 20% do ponad 25% przypadków.

Fizjologiczne odczucie „ciepło” występuje w 6% do 8% przypadków w roku. W kwietniu jego częstość wynosi od 1% do około 6%, w lipcu od 16% do 21%, a w październiku od 1% do 7%.



**Ryc.1.** Średnia roczna i miesięczna częstość występowania (%) odczucia „bardzo zimno” według fizjologicznej temperatury odczuwalnej (PST) o godz. 12 UTC w Polsce (1951–2008)

**Fig.1.** Annual and monthly mean frequency of occurrence (%) of “very cold” thermal sensation acc. to Physiological Subjective Temperature (PST) in Poland, 12 UTC (1951–2008)

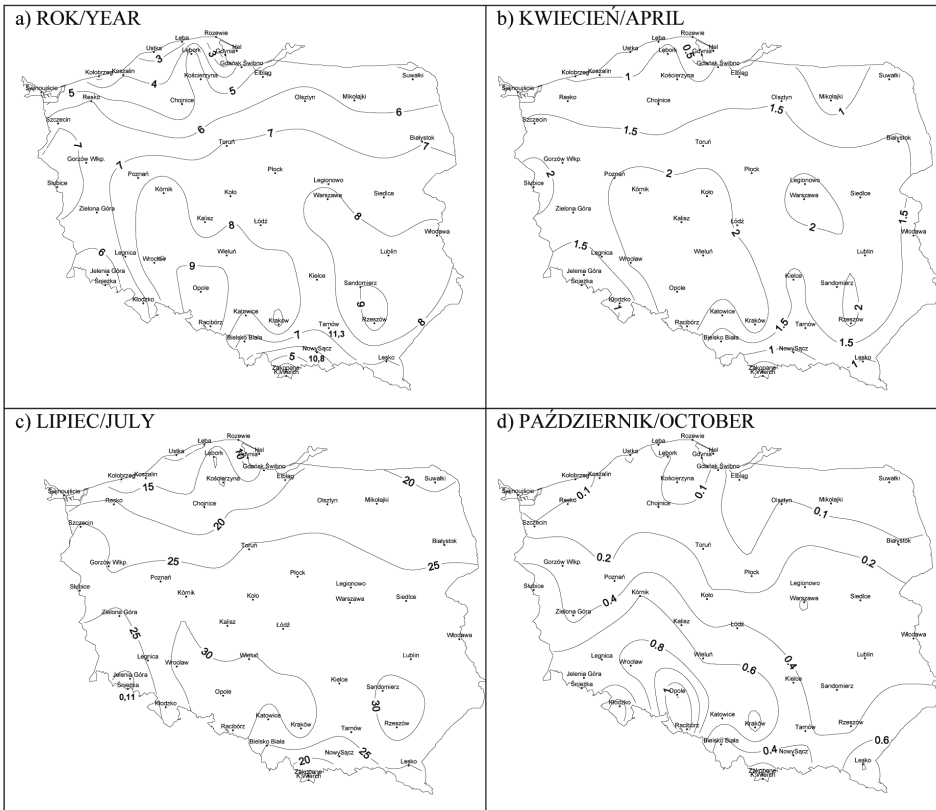


**Ryc. 2.** Średnia miesięczna i roczna częstość występowania (%) odczucia „komfortowo” według fizjologicznej temperatury odczuwalnej (PST) o godz. 12 UTC w Polsce (1951–2008)

**Fig. 2.** Annual and monthly mean frequency of occurrence (%) of “comfortable” thermal sensation acc. to Physiological Subjective Temperature (PST) in Poland, 12 UTC (1951–2008)

Częstość dyskomfortowego odczucia „gorąco” lub „bardzo gorąco” poza górami we wszystkich porach roku zwiększa się z północy na południe (ryc. 3), w roku od około 2% w strefie brzegowej morza do nawet około 11% na Podkarpaciu (ryc. 3a). W kwietniu w rejonie Zatoki Gdańskiej nie przekracza 1%, a na Śląsku i Podkarpaciu sięga prawie 3% (ryc. 3b). W lipcu częstość tych odczuć wynosi na wybrzeżu około 10%, a na wyżynach ponad 25% (ryc. 3c). W październiku natomiast nie przekracza 1% (ryc. 3d).

Niekorzystne dla organizmu odczucie ciepłe „bardzo gorąco” pojawia się w całej Polsce poza górami; w roku jego częstość waha się od 0,2% na wybrzeżu do 1,5% w Kotlinie Sądeckiej (ryc. 4a). W kwietniu występuje w Polsce Zachodniej, Wielkopolsce, Mazowszu, Podkarpaciu. W lipcu dyskomfort związa-



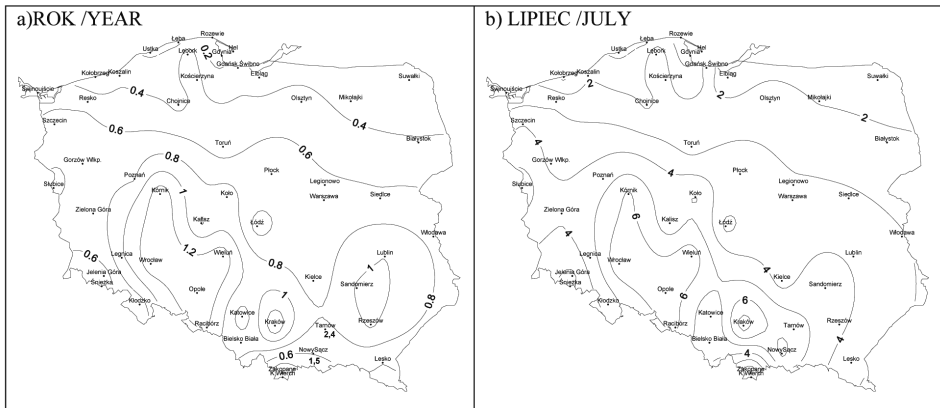
**Ryc. 3.** Średnia miesięczna i roczna częstość występowania (%) odczucia „gorąco” lub „bardzo gorąco” według fizjologicznej temperatury odczuwalnej (PST) o godz. 12 UTC w Polsce (1951–2008)

**Fig. 3.** Annual and monthly mean frequency of occurrence (%) of “hot” or “very hot” thermal sensation acc. to Physiological Subjective Temperature (PST) in Poland, 12 UTC (1951–2008)

ny z tym odczuciem nasila się w z północy na południe: na wybrzeżu odczucie „bardzo gorąco” występuje w 1 do 2% przypadków, w środkowej Polsce w 3–4%, a na południu kraju w 5–8% (ryc. 4b). W październiku odczucie „bardzo gorąco” wystąpiło jedynie w Lesku.

## DYSKUSJA WYNIKÓW

Na podstawie wyników pracy można wyróżnić w Polsce obszary o najbardziej i najmniej korzystnych warunkach z punktu widzenia subiektywnego odczucia ciepłego. Jako najmniej korzystne ze względu na najczęściej występu-



**Ryc. 4.** Średnia roczna i miesięczna częstość występowania (%) odczucia „bardzo gorąco” według fizjologicznej temperatury odczuwalnej (PST) o godz. 12 UTC w Polsce (1951–2008)

**Fig. 4.** Annual and monthly mean frequency of occurrence (%) of “very hot” thermal sensation acc. to Physiological Subjective Temperature (PST) in Poland, 12 UTC (1951–2008)

jące odczucia powodujące dyskomfort zimna należy ocenić warunki panujące w wysokich partiach gór. Poza górami zimą i wiosną najkorzystniejsze warunki panują w zachodniej Polsce, gdzie najrzadziej występuje odczucie ciepłe „bardzo zimno”. Na tym obszarze najbardziej zaznacza się wpływ termiczny Oceanu Atlantyckiego, który przejawia się złagodzeniem subiektywnych odczuć ciepłych i zmniejsza się z zachodu na wschód. Latem, wskutek zróźnicowania dopływu promieniowania słonecznego związanego z szerokością geograficzną, odczucia ciepłe związane z niekorzystnym dla organizmu dyskomfortem gorąca nasilają się z północy na południe. Na wybrzeżu odczucie gorąca jest łagodzone przez ochładzające oddziaływania wód Morza Bałtyckiego oraz wiatru. Najmniej korzystne latem są warunki występujące na południu Polski, zwłaszcza na Przedgórzach oraz w obszarach zlokalizowanych w obniżeniu terenu (np. Kraków, Nowy Sącz). Odczucia „gorąco” i „bardzo gorąco” pojawiają się tam najczęściej. Ich występowanie jest związane także z adwekcją gorącego powietrza ze wschodu lub południa. Jesienią na południu kraju warunki są najkorzystniejsze: najczęściej pojawia się odczucie „komfortowo”.

Na obszarach o większej wysokości n.p.m. niż obszary sąsiadujące – w górach, a także na Pojezierzach, szczególnie Pojezierzu Kaszubskim – zaznacza się wzrost częstości odczuć powodujących dyskomfort zimna. Wyniki uzyskane z niektórych stacji mogą świadczyć o wpływie warunków lokalnych na odczucie ciepłe. Lokalizacja stacji w Nowym Sączu i Tarnowie może mieć wpływ na złagodzenie dyskomfortu zimna i nasilenie odczucia gorąca w porównaniu

z innymi stacjami w południowej Polsce. Urbanizacja może zwiększać częstość występowania odczuć powodujących dyskomfort gorąca (np. w rejonie Krakowa i Warszawy).

## WNIOSKI

Subiektywne odczucie ciepłe według Fizjologicznej Temperatury Odczuwalnej (PST) w Polsce jest przestrzennie zróżnicowane. Do czynników kształtujących zmienność przestrzenną omawianego elementu można zaliczyć zróżnicowanie dopływu promieniowania słonecznego związane z szerokością geograficzną, cyrkulację atmosferyczną, wysokość n.p.m., wpływ termiczny wód Oceanu Atlantyckiego i Morza Bałtyckiego, ochładzający wpływ wiatru, lokalizację stacji w zagłębieniu terenu, urbanizację.

Wyniki niniejszej pracy stanowią informację o charakterze aplikacyjnym, przede wszystkim z punktu widzenia rekreacji i turystyki, zdrowia, warunków pracy, mogą również stanowić element monitoringu bioklimatu Polski. Szczególne znaczenie ma znajomość zróżnicowania odczuć cieplnych, z którymi wiąże się występowanie dyskomfortu zimna i gorąca.

## Literatura

- Błażejczyk K., 2004, 2005, *MENEX, model* [www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/menex](http://www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/menex)
- Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*. Prace Geogr., IGiPZ PAN, 192.
- Błażejczyk K., McGregor G., 2007, *Warunki biotermiczne a umiERALNOŚĆ w wybranych aglomeracjach europejskich*. Prz. Geogr., 79, 3/4, 401–423.
- Błażejczyk K., Matzarakis A., 2007, *Assessment of bioclimatic differentiation o Poland based on the human heat balance*. Geographia Polonica, 80, 1, 63–82.
- Projekt KLIMAT, 2010, <http://klimat.imgw.pl>