

**Marek Chabior**

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie,  
Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa,  
Katedra Ekologii Hydrosfery i Ochrony Środowiska  
71–550 Szczecin, ul. Księcia Królewicza 4  
e-mail: marek.chabior@zut.edu.pl

**WYBRANE ASPEKTY BIOKLIMATU SZCZECINA**

**Selected aspects of the bioclimate of Szczecin**

**Summary.** The paper presents evaluation of biothermal conditions in Szczecin with the use of new UTCI index. The special thermal sensation scale was proposed in this purpose basing on Baranowska's scale. Baranowska's scale was developed for the territory of Poland taking into consideration usual clothing habits for particular seasons. The new scale bases on close relationships between UTCI and Effective Temperature Index and it can be the used as a background for future research of universal thermal sensation scale for Poland.

**Słowa kluczowe:** warunki bioklimatyczne, UTCI, skala odczuwalności cieplnej  
**Key words:** bioclimatic conditions, UTCI, thermal sensation scale

**WPROWADZENIE**

Rozwój turystyki ma istotny wpływ na rozwój i funkcjonowanie miast i odgrywa coraz większą rolę w strategii ich rozwoju. Pogoda i klimat są zasobami naturalnymi wykorzystywanymi w rekreacji i turystyce. W świetle zachodzących zmian klimatu są istotne także badania dotyczące odpowiedzi na pytanie, jak te zmiany mogą wpłynąć na rozwój turystyki. W literaturze bioklimatycznej podkreśla się znaczenie jakościowej informacji o klimacie dla potrzeb turystyki, jednak mimo dużej liczby różnego rodzaju wskaźników bioklimatycznych, bardzo rzadko są one stosowane w praktyce. Niezbędne są także badania nad wpływem klimatu i pogody na zachowania społeczne człowieka oraz na jego psychikę (Kozłowska-Szczęsna, Błażejczyk 2010).

W materiałach promocyjnych i strategiach polskich miast zazwyczaj są pomijane informacje na temat wpływu warunków bioklimatycznych na turystykę. W *Strategii rozwoju turystyki Polski na lata 2007–2013* (2007) wskazano na wzrost zainteresowania turystyką do wielkich miast i konieczność wspierania rozwoju infrastruktury uzupełniającej, istotnej dla konkurencyjności produktów turystycznych oraz sprzyjającej wydłużeniu sezonu turystycznego. Zabrakło jednak w tej strategii informacji na temat uwarunkowań klimatycznych. Dominuje więc przekonanie, że rola pogody i klimatu, mimo że bardzo ważna dla turystyki, jest oczywista i nie wymaga specjalnych badań. W *Zaktualizowanej prognozie oddziaływania na środowisko projektu strategii rozwoju turystyki na lata 2007–2013* (Kamieniecka i in. 2006), mimo że wielokrotnie pada pojęcie klimat, to jednak jedynie w aspekcie zmian klimatu i to głównie w skali globalnej. Autorzy wskazują nawet, że przewidywany w Polsce rozwój ruchu turystycznego, a wraz z nim rozwój transportu, będzie przyczyniał się w istotny sposób do zmian klimatycznych. Potrzebne są jednak także badania dotyczące wpływu zmian i zmienności klimatu Polski na rozwój turystyki, w tym turystyki miejskiej.

Cechą charakterystyczną klimatu Polski jest znaczna zmienność warunków pogodowych, zarówno w ciągu roku jak i z roku na rok, co stanowi ograniczenie dla turystyki i wypoczynku. To zmienne środowisko jest jednak naszym środowiskiem optymalnym, niezbędnym do podtrzymania sprawności działania naszych mechanizmów fizjologicznych. I to te aspekty powinny być uwzględniane w ocenie możliwości wydłużenia sezonu turystycznego. Dlatego też niezrozumiałe jest pomijanie oceny warunków bioklimatycznych w opracowaniach i strategiach turystycznych.

Ocenę warunków biotermicznych przedstawiono na przykładzie Szczecina, ponieważ jest to duże miasto, dla którego powstało stosunkowo mało opracowań warunków bioklimatycznych. Z istniejących opracowań należy wymienić pracę Czarneckiej i in. (w druku), w której przedstawiono ocenę warunków biometeorologicznych Szczecina na podstawie danych z okresu 2005–2007, m.in. obliczając temperaturę efektywną. Chabior (2008), wychodząc z założenia, że na potrzeby polskich turystów indeksy klimatyczne powinny uwzględniać odczuwalność biotermiczną właściwą dla klimatu Polski, na przykładzie Szczecina zaproponował wskaźnik klimatyczno-turystyczny, którego podstawą była temperatura efektywna. Informacje dotyczące warunków bioklimatycznych Szczecina można znaleźć także w literaturze dotyczącej bioklimatu Pomorza i Polski (Kozłowska-Szczęsna i in. 1997, Błażejczyk 2004, Chabior 2006).

W warunkach klimatu Polski jedynie „sinusoidalna” skala odczuwalności cieplnej opracowana przez Baranowską uwzględnia efekt regionalnego przystosowania się ludzi do zmieniających się warunków meteorologicznych oraz uwzględnia wpływ zmieniającej się w ciągu roku termoizolacyjności odzieży.

Skala ta została opracowana na podstawie wyników badań ankietowych w terenie otwartym prowadzonych przez IMGW na obszarze Polski w latach 1965–1967 (Baranowska i in. 1986, Baranowska, Gabryl 1981). Temperatura efektywna nie ma jednak bezpośredniego odniesienia do reakcji fizjologicznych zachodzących w organizmie pod wpływem zmieniających się warunków termicznych otoczenia.

W latach 2005–2009 w ramach akcji COST 730 powstał nowy wskaźnik obciążeń cieplnych człowieka UTCI (*Universal Thermal Climate Index*), który dostarcza informacji na temat rzeczywistych procesów regulacji temperatury ciała, zależnych od warunków meteorologicznych otoczenia. Założenia metodyczne wskaźnika znajdują się w pracach Błażejczyka i in. (2009, 2010). Opracowano skalę oceny obciążeń cieplnych organizmu na podstawie wskaźnika UTCI, ale nie powstała jeszcze skala odczuwalności cieplnej.

Ze względu na zalety skali odczuwalności cieplnej opracowanej przez Baranowską dla temperatury efektywnej, postanowiono zastosować ją w odniesieniu do wskaźnika UTCI. Wykorzystano metodę korelacyjno-regresyjną.

Celem pracy jest także przedstawienie czasowej zmienności odczuwalności cieplnej w Szczecinie na podstawie zmodyfikowanej skali Baranowskiej w odniesieniu do wskaźnika UTCI.

## MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

W pracy do obliczenia wskaźnika UTCI wykorzystano dane meteorologiczne z godz. 12 UTC ze stacji IMGW w Szczecinie z 40-lecia 1966–2005: temperaturę i wilgotność względną powietrza, ciśnienie pary wodnej, prędkość wiatru oraz zachmurzenie przez chmury piętra niskiego ( $C_L$ ) i średniego ( $C_M$ ). Do celów porównawczych wykorzystano dane ze stacji IMGW w Chojnicach i Kołobrzegu.

Wskaźnik UTCI, definiowany jako temperatura ekwiwalentna, opiera się na analizie bilansu cieplnego człowieka, dokonywanej przy zastosowaniu wielowęzłowego modelu wymiany ciepła Fiali. Niezbędną do obliczenia wskaźnika UTCI, tzw. średnią temperaturę promieniowania ( $T_{mrt}$ ), obliczono za pomocą procedury zaimplementowanej w programie BioKlima@2.5 (Błażejczyk i in. 2009).

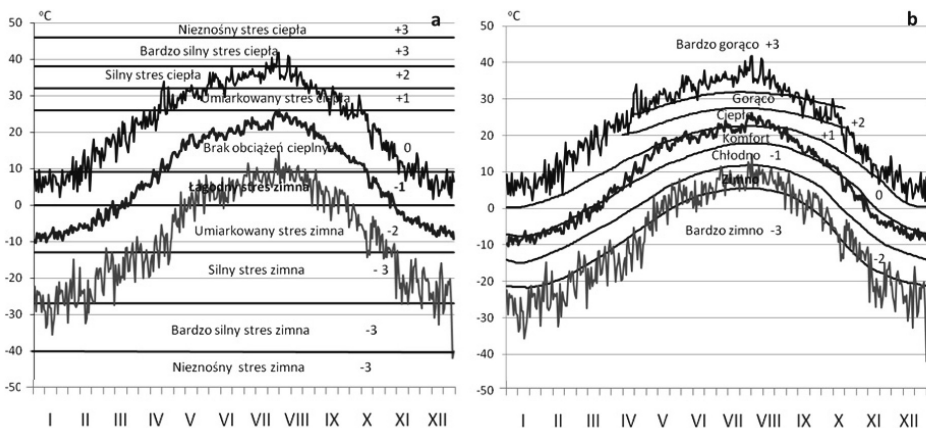
Porównanie wskaźnika UTCI ze wskaźnikami odczuwalności cieplnej, zarówno tzw. prostymi jak i opartymi na analizie bilansu cieplnego, wskazuje na bardzo silne związki korelacyjne (Błażejczyk i in. 2010). Współczynnik korelacji między średnimi dziennymi wartościami wskaźnika UTCI a temperaturą efektywną o godz. 12 UTC w Szczecinie (1966–2005) wynosi aż 0,998. Z tego względu możliwe było określenie nowej skali odczuwalności cieplnej według

wskaźnika UTCI, metodą korelacyjno-regresyjną, ze skali opracowanej przez Baranowską na podstawie temperatury efektywnej z wykorzystaniem danych ze Szczecina z okresu 1966–2005. Uzyskaną skalę wstępnie zweryfikowano na podstawie wyników badań ankietowych przeprowadzonych przez autora na Pomorzu w latach 2008 i 2009. Ze względu na przyjętą metodę jest to jednak skala odczuwalności cieplnej, która może być stosowana do mieszkańców Niziny Szczecińskiej.

Opracowaną w ramach akcji COST 730 skalę obciążeń cieplnych sprowadzono dla celów porównawczych do skali 7-stopniowej (od  $-3$  do  $+3$ ), co przedstawiono na ryc. 1a. W celu dokładniejszego określenia zróżnicowania odczuwalności cieplnej w ciągu roku na potrzeby turystyki przeprowadzono analizę częstości występowania poszczególnych odczuć cieplnych i typów pogody w okresach 10-dniowych (trzecia dekada miesiąca trwa więc 8–11 dni). Określono także zmiany wskaźnika UTCI w analizowanym 40-leciu w Szczecinie i porównano je ze zmianami zachodzącymi w Chojnicach i Kołobrzegu.

## WYNIKI

Według skali obciążeń cieplnych w Szczecinie średnie wartości UTCI w okresie lata nie osiągają poziomu umiarkowanego stresu ciepła, a od drugiej dekady listopada do drugiej dekady marca mieszczą się w przedziale odpowiadającym umiarkowanemu stresowi zimna (ryc. 1a).



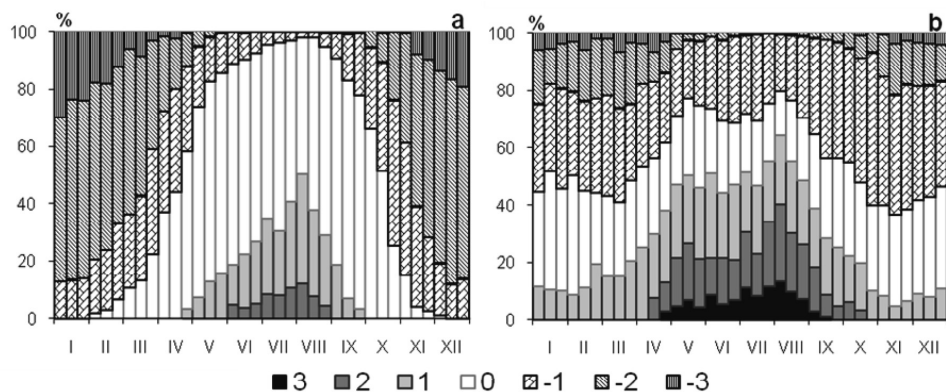
**Ryc. 1.** Maksymalna, minimalna i średnia wartość wskaźnika UTCI w Szczecinie (1966–2005) na tle skali oceny obciążeń cieplnych organizmu opracowanej na podstawie wskaźnika UTCI (a) oraz nowej skali odczuwalności cieplnej opracowanej na podstawie skali Baranowskiej (b)

**Fig. 1.** Maximum, minimum and average values of UTCI in Szczecin (1966–2005) on

the background of standard UTCI heat stress scale (a) and new thermal sensation scale derived from Baranowska's approach (b)

Ze względu na „sinusoidalny” przebieg nowej skali odczuwalności cieplnej według wskaźnika UTCI (ryc. 1b) średnia wartość UTCI w półroczu ciepłym mieści się w przedziale odczucia cieplnego „komfort” lub „ciepło”, a w półroczu chłodnym w przedziale „chłodno” lub „komfort”.

Najczęściej silny lub bardzo silny stres zimna występuje w pierwszej dekadzie stycznia (30%), a umiarkowany stres zimna w pierwszej i trzeciej dekadzie grudnia (67%). Warunki biotermiczne charakteryzujące się brakiem obciążeń cieplnych z częstością powyżej 50% występują od trzeciej dekady kwietnia do drugiej dekady października. Są to warunki korzystne do uprawiania turystyki. Od drugiej dekady listopada do drugiej dekady lutego takie sytuacje występują już tylko w poniżej 5% przypadków. Silny lub bardzo silny stres ciepła z częstością powyżej 10% występuje tylko w trzeciej dekadzie lipca i pierwszej dekadzie sierpnia (ryc. 2a).

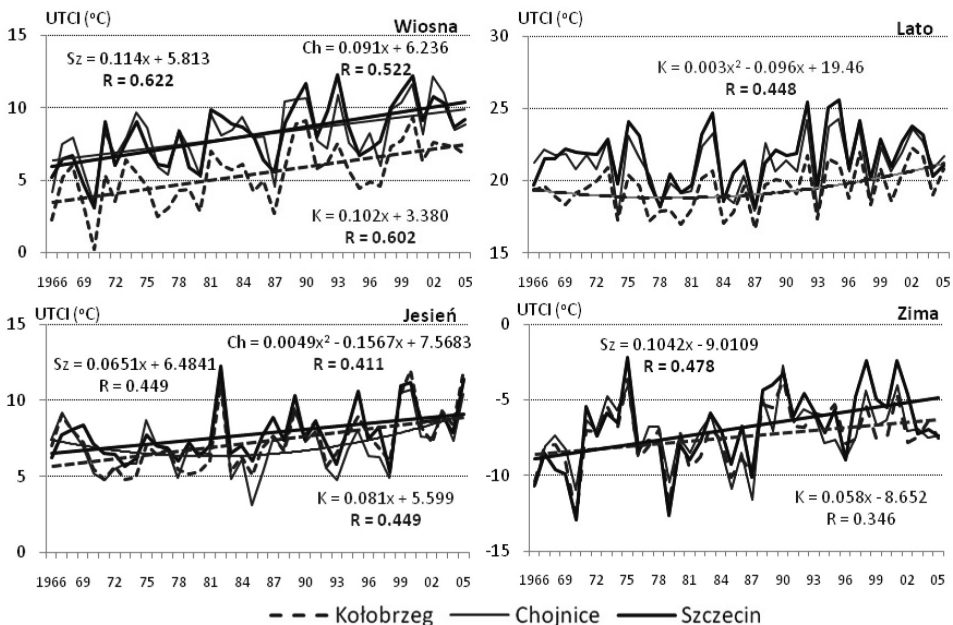


**Ryc. 2.** Częstość odczuć cieplnych w Szczecinie określonych na podstawie: a – zmodyfikowanej skali obciążeń cieplnych na podstawie UTCI (–3 – silny i bardzo silny stres zimna, +3 – bardzo silny i nieznośny stres ciepła) oraz b – nowej skali odczuwalności cieplnej opracowanej na podstawie skali Baranowskiej (–3 – bardzo zimno, –2 – zimno, –1 – chłodno, 0 – komfort, +1 – ciepło, +2 – gorąco, +3 – bardzo gorąco) (1966–2005)  
**Fig. 2.** Frequency of thermal sensations in Szczecin defined by: a – modified UTCI heat stress scale (–3 – strong and very strong cold stress, +3 – very strong and extreme heat stress), and b – new thermal sensation categories, derived from Baranowska's scale (–3 – very cold, –2 – cold, –1 – cool, 0 – comfortable, +1 – warm, +2 – hot, +3 – very hot) (1966–2005)

W przypadku przyjęcia skali „sinusoidalnej” odczucie cieplne „bardzo zimno” występuje z największą częstością w drugiej dekadzie marca i kwietnia (6,8%), a „zimno” – w trzeciej dekadzie marca, z częstością 21,4% (ryc. 2b). Przyjmując za kryterium korzystnych warunków biotermicznych dla turystyki

częstość występowania odczucia ciepłego od „komfort” do „gorąco” na poziomie powyżej 50%, stwierdzamy, że warunki te występują w Szczecinie w drugiej dekadzie stycznia, pierwszej dekadzie lutego oraz od pierwszej dekady kwietnia do pierwszej dekady października (ryc. 2b).

Analiza zmienności wieloletniej wskaźnika UTCI wskazuje, że w Szczecinie w latach 1966–2005 tylko w okresie lata nie wystąpiły istotne statystycznie prostolinijne trendy wzrostowe wskaźnika UTCI. Najsilniej wartości wskaźnika UTCI wzrastały wiosną –  $1,14^{\circ}\text{C}$  na 10 lat oraz zimą –  $1,04^{\circ}\text{C}$  na 10 lat. Wiosną i jesienią trendy były także istotne statystycznie w Kołobrzegu i Chojnicach, a zimą – w Kołobrzegu. Zimą i wiosną wskaźnik UTCI charakteryzuje się szczególnie dużą zmiennością z roku na rok (ryc. 3).



**Ryc. 3.** Przebieg wieloletni średnich sezonowych wartości wskaźnika UTCI z godz. 12 UTC w Szczecinie, Kołobrzegu i Chojnicach i ich trendy (1966–2005). Współczynniki korelacji istotne na poziomie  $\alpha = 0,01$  – czcionka pogrubiona,  $\alpha = 0,05$  – normalna

**Fig. 3.** Multiannual changes of mean seasonal UTCI values from 12:00 UTC in Szczecin, Kołobrzeg and Chojnice as well as their trends (1966–2005). Correlation coefficients significant at level  $\alpha = 0.01$  are marked in bold, and at  $\alpha = 0.05$  – as not bolded

## DYSKUSJA WYNIKÓW

Niniejsze opracowanie stanowi próbę praktycznego zastosowania skali odczuwalności cieplnej na podstawie wskaźnika UTCI. Ze względu na fakt, że

w skali opracowanej przez Baranowską uwzględnia się dostosowanie organizmu do zmieniających się w ciągu roku warunków meteorologicznych i zmieniającą się termoizolacyjność odzieży, zimą może wystąpić odczucie ciepłe „komfort”, jak i „ciepło”, co w większości skal odczuwalności cieplnej nie jest uwzględnione (ryc. 1b).

Niezbędne jest jednak dalsze prowadzenie badań eksperymentalnych, ponieważ mimo że zmodyfikowana skala Baranowskiej odzwierciedla wzrost średniej rocznej temperatury powietrza, to jednak nie uwzględnia zmian żywieniowych oraz zmian związanych ze sposobem i rodzajem ubioru, jakie zaszły w ciągu ponad 40 lat od czasu badań przeprowadzonych przez IMGW.

W przypadku skali obciążeń cieplnych korzystne warunki biotermiczne dla turystyki występują od trzeciej dekady kwietnia do drugiej dekady października, a niekorzystne – od drugiej dekady listopada do drugiej dekady marca (ryc. 2a).

W świetle zaproponowanej „sinusoidalnej” skali odczuwalności cieplnej korzystne warunki biotermiczne dla turystyki, dla osób stosownie ubranych do pory roku, występują w Szczecinie w drugiej dekadzie stycznia, pierwszej dekadzie lutego oraz od pierwszej dekady kwietnia do pierwszej dekady października (ryc. 2b). Bioklimat Szczecina charakteryzuje znaczna zmienność warunków biotermicznych w ciągu roku i z roku na rok, co także stanowi ograniczenie dla turystyki.

Z uwzględnionych trzech stacji z obszaru Pomorza tylko w Szczecinie w trzech porach roku (poza okresem letnim) zaznacza się istotna statystycznie tendencja wzrostowa wartości wskaźnika UTCI (ryc. 3).

## WNIOSKI

1. W Szczecinie najkorzystniejsze warunki biotermiczne dla uprawiania turystyki występują od trzeciej dekady kwietnia do pierwszej dekady września.
2. Zimą, wiosną i jesienią w latach 1966–2005 wystąpił w Szczecinie istotny statystycznie trend wzrostowy wskaźnika UTCI.
3. Zmodyfikowana skala Baranowskiej zaproponowana dla wskaźnika UTCI może być wykorzystywana do oceny warunków biotermicznych Niziny Szczecińskiej.
4. Zaproponowana „sinusoidalna” skala odczuwalności cieplnej na podstawie wskaźnika UTCI może być podstawą do dalszych badań eksperymentalnych.

## Literatura

- Baranowska M., Boniecka-Żółcik H., Gurba A., 1986, *Weryfikacja skali klimatu odczuwalnego dla Polski*. Prz. Geof., 41, 1, 27–40.
- Baranowska M., Gabryl B., 1981, *Biometeorological norm as tolerance interval of man to weather stimuli*. Int. Jour. of Biomet., 25, 123–126.
- Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*. Prace Geogr., IGiPZ PAN, 192.
- Błażejczyk K., Broede P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., Kunert A., 2009, *Nowy wskaźnik oceny warunków klimatoterapii uzdrowiskowej (UTCI)*. Balneologia Polska, 118, 4, 313–321.
- Błażejczyk K., Broede P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., 2010, *UTCI – nowe narzędzie badania warunków bioklimatycznych w różnych skalach czasowych i przestrzennych*. Prz. Geof., 55, 1–2, 5–19.
- Chabior M., 2006, *Wybrane aspekty bioklimatu Pomorza*. Balneologia Polska, 48, 2, 128–132.
- Chabior M., 2008, *Ocena warunków bioklimatycznych Szczecina dla potrzeb turystyki*. [w:] K. Kłysik, J. Wibig, K. Fortuniak (red.), *Klimat i bioklimat miast*. Wyd. UŁ, Łódź, 361–370.
- Czarnecka M., Mąkosza A., Nidzgorska-Lencewicz J., w druku, *Variability of meteorological elements shaping biometeorological conditions in Szczecin*. Poland. Theor. Appl. Climatol.
- Kamieniecka J., Kamieniecki K., Karaczun Z., Kassenberg A., Kędra A., Wójcik B., 2006, *Zaktualizowana prognoza oddziaływania na środowisko projektu strategii rozwoju turystyki na lata 2007–2013*. Warszawa. Instytut na rzecz Ekorozwoju, [http://www.mg.gov.pl/NR/rdonlyres/5E7BE1CB-5FF9-41ED-A123-DC7E088D70BA/33940/2006\\_EkspInE\\_Prognoza\\_SRT\\_zaktualiz2.pdf](http://www.mg.gov.pl/NR/rdonlyres/5E7BE1CB-5FF9-41ED-A123-DC7E088D70BA/33940/2006_EkspInE_Prognoza_SRT_zaktualiz2.pdf)
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., 2010, *Wpływ środowiska atmosferycznego na społeczeństwo jako przedmiot badań biometeorologii społecznej*. Prz. Geogr., 82, 1, 5–48.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowania w badaniach bioklimatu Polski*. Monografie, 1, IGiPZ PAN.
- Strategia rozwoju turystyki w Polsce na lata 2007–2013*, 2007, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, [http://www.mg.gov.pl/Wiadomosci/Archiwum/Rok+2007/Strategia+rozwoju +turystyki.htm](http://www.mg.gov.pl/Wiadomosci/Archiwum/Rok+2007/Strategia+rozwoju+%20turystyki.htm)