
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej,
Zakład Meteorologii i Klimatologii WNoZiGP, Al. Kraśnicka 2 CD, 20-718 Lublin
mateusz.dobek@umcs.pl.; agnieszka.krzyzewska@umcs.pl

MATEUSZ DOBEK, AGNIESZKA KRZYŻEWSKA

Wybrane zagadnienia z bioklimatu Lublina

Selected aspects of Lublin bioclimate

Słowa kluczowe: bioklimat miasta, wielkość ochładzająca powietrza, UTCI, Lublin
Key words: urban bioclimate, cooling value (H), Universal Thermal Climate Index (UTCI),
Lublin

WSTĘP I CEL PRACY

Dotychczasowe badania bioklimatu Lublina dotyczyły głównie pojedynczych elementów meteorologicznych, natomiast brakowało kompleksowej analizy bioklimatu miasta. Badania warunków biometeorologicznych i bioklimatycznych Lublina podejmowane były przez różnych badaczy. Z. Kruczko (1962) analizowała częstość występowania dni parnych na opisywanym obszarze, a W. Zinkiewicz (1969) analizował warunki klimatyczne i bioklimatyczne pod kątem gospodarczym. Wielkości ochładzania katatermometrycznego w Lublinie charakteryzowali S. Mrugała (1980, 1992) oraz B. M. Kaszewski i in. (2006). Wskaźnik Humidex (Masterton, Richardson 1979) wykorzystany został do opisu warunków termiczno-wilgotnościowych w latach 1997–2006 (Dobek i in. 2008), a na podstawie temperatury odczuwalnej (STI) porównano częstości występowania poszczególnych odczuć cieplnych w Lublinie i w Lesku, w okresie 1991–2005 (Wereski i in. 2010). Na podstawie temperatury ekwiwalentnej prześledzono przestrzenne zróżnicowanie warunków termiczno-wilgotnościowych w Lublinie w latach 2009–2010 (Dobek 2013b). Wykorzystując nowy wskaźnik bioklimatyczny UTCI, scharakteryzowano obciążenia ciepłe w latach 2005–2009 (Dobek 2013a), a także dokonano analizy rozkładu przestrzennego warunków bioklimatycznych na obszarze miasta (Dobek i in. 2013).

Niniejsza praca ma na celu zbadanie warunków bioklimatycznych Lublina w latach 1952–2010. W tym celu wykorzystano tradycyjny wskaźnik wielkość ochładzającą powietrza (H), a także najnowszy wskaźnik obciążeń cieplnych organizmu człowieka Universal Thermal Climate Index (UTCI), opracowany przez zespół kierowany przez G. Jendritzky'ego (2012). Wskaźnik wielkość ochładzająca powietrza jest szeroko wykorzystywany w literaturze. Przykłady zastosowania tego wskaźnika można odnaleźć m. in. w pracach: M. Gregorczyka (1970), który przedstawił jego charakterystykę i rozkład na obszarze Polski w latach 1958–1963, B. Obrębskiej-Starkłowej i M. Bąbki (1990) dla obszaru Kotliny Podhalańskiej, A. Mąkoszy i B. Michalskiej (2006) na przykładzie stacji agrometeorologicznej w Lipkach, A. Araźnego i in. (2007) w Koniczynie, S. Sikorę we Wrocławiu (2008), M. Dobka i W. Bochenka (2009) w Szymbarku, w Beskidzie Niskim oraz K. Szyga-Pluta (2011) w Wolińskim Parku Narodowym. W obszarach zurbanizowanych wskaźnik wykorzystali m. in.: w Lublinie S. Mrugała (1980, 1992) i B. M. Kaszewski i in. (2006), w Aglomeracji Gdańskiej T. Nurek i in. (1991), w Łodzi K. Kłysik i in. (1995) oraz Ż. Papiernik (2004), w Kielcach G. Żarnowiecki (2002), a także S. Sikora we Wrocławiu (2008). M. Baranowska i in. (1986) zaproponowały skalę odczuć ochładzania dostosowaną do warunków klimatycznych Polski, a G. Dąbrowska (2001) scharakteryzowała ochładzanie w Polsce na podstawie pomiarów katatermometrycznych.

Z kolei nowszy wskaźnik UTCI, powstały jako wynik programu COST 730 w latach 2005–2009, nie doczekał się jeszcze opracowań dla wielu obszarów. Jako przykłady prac, w których wykorzystano wskaźnik UTCI można przytoczyć opracowania dla wybranych regionów (Chabior 2011, Dobek i in. 2013, Mąkosza 2013, Milewski 2013).

Do pracy wybrano te dwa wskaźniki, aby umożliwić porównanie warunków bioklimatycznych tradycyjnym i bardziej nowoczesnym narzędziem.

OBSZAR BADAŃ

W podziale fizycznogeograficznym Polski wg J. Kondrackiego i A. Richlinga (2000) Lublin położony jest na granicy czterech mezoregionów Wyżyny Lubelskiej: Płaskowyżu Nałęczowskiego, Równiny Bełżyckiej, Płaskowyżu Świdnickiego oraz Wyniosłości Giełczewskiej.

W regionalizacji bioklimatycznej Polski według T. Kozłowskiej-Szczęsnej (1997), zmodyfikowanej przez Błażejczyka (2004), Lublin znajduje się w V regionie – południowo-wschodnim. Region ten cechuje duża liczba dni związanych z warunkami obciążającymi organizm człowieka (Kozłowska-Szczęsna i in., 1997). Obszar ten, na podstawie analizy częstości występowania typów, podtypów i klas pogody, charakteryzuje się najbardziej uciążliwymi warunkami bioter-

micznymi w porównaniu z innymi regionami Polski, z dużym udziałem pogody bardzo gorącej oraz dużą liczbą dni z silną parnością.

MATERIAŁ I METODY

Charakterystyka warunków bioklimatycznych w okresie 1952–2010 wykonana została na podstawie danych meteorologicznych ze stacji zlokalizowanej na Placu Litewskim w Lublinie. Wybrane wskaźniki biometeorologiczne, wraz z odpowiednimi skalami odczuć cieplnych, obliczone zostały dla godziny 12 UTC, uważanej w bioklimatologii za reprezentatywną dla pory doby o największej aktywności człowieka (Kozłowska-Szczęсна i in. 1997).

Dane dotyczące prędkości wiatru, wykorzystywane przy obliczaniu wskaźników biometeorologicznych, zostały zredukowane do wysokości 2 m n.p.g (w przypadku wskaźnika UTCI redukcji dokonano do wysokości 10 m n.p.g). W tym celu posłużono się wzorem (Liopo, Cicenکو 1971, za Błażejczyk 2004):

$$V_z = V_w (h_z/h_w)^{0.2}$$

gdzie:

- V_z – prędkość wiatru na wysokości h_z ,
- h_z – badana wysokość z,
- V_w – prędkość wiatru na wysokości wiatromierza h_w ,
- h_w – wysokość wiatromierza.

Charakterystyki biometeorologiczne obliczone zostały za pomocą programu komputerowego „BioKlima 2.6” autorstwa K. Błażejczyka i M. Błażejczyka (2010). Za pomocą tego oprogramowania, wykorzystując wielkości zachmurzenia ogólnego nieba oraz wysokości Słońca nad horyzontem, wyznaczone zostały wartości natężenia całkowitego promieniowania słonecznego.

Wielkość ochładzająca powietrza (H), wyrażona w $[W \cdot m^{-2}]$, określa straty ciepła z powierzchni ciała ludzkiego w jednostce czasu u ludzi ubranych odpowiednio do warunków pogodowych i będących w ruchu. Wartości H mają wymiar fizyczny i nie uwzględniają one reakcji fizjologicznych organizmu ludzkiego, wywołanych warunkami meteorologicznymi (Kozłowska-Szczęсна i in. 1997; Błażejczyk 2004). Do wyznaczenia wielkości wskaźnika wykorzystano wzory empiryczne Hilla, które w zależności od prędkości wiatru przyjmują postać (Błażejczyk 2004):

$$H = 41,868 [(36,5 - t) (0,20 + 0,40 \cdot v^{0.5})] \text{ kiedy } v \leq 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ lub}$$

$$H = 41,868 [(36,4 - t) (0,13 + 0,47 \cdot v^{0.5})] \text{ kiedy } v > 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

gdzie:

t – temperatura powietrza [$^{\circ}\text{C}$],
v – prędkość wiatru [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$].

Uzyskanym wartościom H przypisano klasy odczuć cieplnych wg skali S. Petrovica i M. Kacvinsky'ego (za Błażejczyk, 2004):

$H [W\cdot m^{-2}]$	<i>Odczucie cieplne</i>
≤ 210	upalnie,
210,1 – 420,0	gorąco,
420,1 – 630,0	łagodnie,
630,1 – 840,0	przyjemnie chłodno,
840,1 – 1260,0	chłodno,
1260,1 – 1680,0	zimno,
1680,1 – 2100,0	bardzo zimno,
$> 2100,1$	nieznośnie zimno i wietrznie.

Wskaźnik **Universal Thermal Climate Index** (UTCI) bazuje na rozbudowanym modelu bilansu cieplnego człowieka, tzw. Fiala Model (Fiala i in. 2001; Fiala i in. 2012), który uwzględnia dwa parametry regulacji wymiany ciepła między organizmem człowieka a otoczeniem. Pierwszy, tzw. pasywny, obejmuje transport ciepła wewnątrz organizmu i na powierzchni ciała. Drugi, zwany aktywnym, określa fizjologiczne mechanizmy termoregulacji. Wielkości wskaźnika UTCI wyrażone są w [$^{\circ}\text{C}$]. Wskaźnik UTCI można zapisać jako funkcję (Bröde i in. 2012, Havenith i in. 2012, Jendritzky i in. 2012, Błażejczyk i in. 2013):

$$\text{UTCI} = f(T_a, v_p, v_a, dT_{\text{mrt}})$$

gdzie:

T_a – temperatura powietrza [$^{\circ}\text{C}$],
 v_p – ciśnienie pary wodnej [hPa],
 v_a – prędkość wiatru na wysokości 10 m nad gruntem [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],
 dT_{mrt} – różnica pomiędzy średnią temperaturą promieniowania, a temperaturą powietrza [$^{\circ}\text{C}$].

T_{mrt} , zwana średnią temperaturą promieniowania, odzwierciedla wartości temperatury cienkiej warstwy powietrza otaczającego ciało człowieka. Wielkość ta jest kształtowana przez strumienie promieniowania krótkofalowego i długofalowego dochodzące do człowieka. Szczegóły konstrukcji wskaźnika, opis jego wszystkich składowych oraz weryfikację, zamieścili w swoich pracach m. in.

P. Brödei in. (2012), G. Havenithi in. (2012), G. Jendritzkyi in. (2012) oraz K. Błażejczyk i in. (2010a, 2010b, 2010c, 2013), A. Psikuta i in. (2012). Tabela1 zawiera klasy obciążeń cieplnych organizmu człowieka według wskaźnika UTCI.

Tabela 1. Skala oceny obciążeń cieplnych organizmu według wskaźnika UTCI (Błażejczyk i in. 2013)

Table 1. The human body heat load scale according to UTCI index (Błażejczyk i in. 2013)

UTCI [°C]	Obciążenie cieplne	Sposób przeciwdziałania
>46,0	nieznośny stres ciepła extreme heat stress	Niezbędne okresowe schładzanie organizmu, konieczne uzupełnianie płynów > 0,5 l/godz. Należy unikać dużego wysiłku fizycznego Periodical cooling and drinking > 0.5 l/h necessary; stay without activity
38,1 – 46,0	bardzo silny stres ciepła very strong heat stress	Konieczne okresowe korzystanie z pomieszczeń klimatyzowanych lub miejsc zacienionych, niezbędne uzupełnianie płynów > 0,5 l/godz. Należy ograniczyć wysiłek fizyczny Periodical use of fair conditioning or shaded sites and drinking > 0.5 l/h necessary; reduce activity
32,1 – 38,0	silny stres ciepła strong heat stress	Niezbędne uzupełnianie płynów 0,25 l/godz., pożądane korzystanie z miejsc zacienionych i okresowe zmniejszanie wysiłku fizycznego Drinking > 0.25 l/h necessary, use shaded places and reduce activity
26,1 – 32,0	umiarkowany stres ciepła moderate heat stress	Niezbędne uzupełnianie płynów 0,25 l/godz. Drinking > 0.25 l/h necessary
9,1 – 26,0	brak obciążeń cieplnych thermoneutral zone	Fizjologiczne procesy termoregulacji są wystarczające do zachowania komfortu cieplnego Physiological thermoregulation sufficient to keep comfort
0,1 – 9,0	łagodny stres zimna slight cold stress	Pożądane używanie rękawiczek i nakrycia głowy Use gloves and cap
-13,0 – 0,0	umiarkowany stres zimna moderate cold stress	Należy zwiększyć wysiłek fizyczny oraz chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem Increase activity, protect extremities and face against cooling

c.d. Tabeli 1

-27,0 – -13,1	silny stres zimna strong cold stress	Należy zwiększyć wysiłek fizyczny oraz chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem. Pożądane zwiększenie termoizolacyjności odzieży Strongly increase activity, protect face and extremities; use better insulated clothing
-40,0 – -27,1	bardzo silny stres zimna very strong cold stress	Należy zwiększyć wysiłek fizyczny oraz chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem. Niezbędne zwiększenie termoizolacyjności odzieży i ograniczenie czasu przebywania w terenie otwartym Strongly increase activity, protect face and extremities; use better insulated clothing; reduce stay outdoor
< -40,0	nieznośny stres zimna extreme cold stress	Czas przebywania na dworze ograniczyć do niezbędnego minimum. Niezbędne zwiększenie termoizolacyjności i wiatrochronności odzieży Stay indoor or use heavy, wind protected clothing

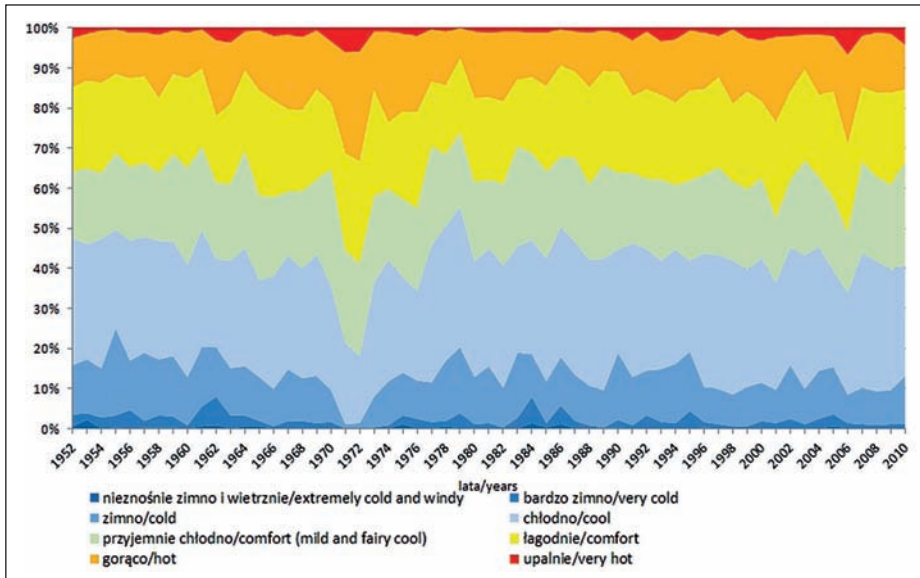
WYNIKI

Wielkość ochładzająca powietrza

W latach 1952–2010 zaobserwowano stosunkowo dużą zmienność wielkości ochładzającej powietrza (H) z roku na rok (Ryc. 1).

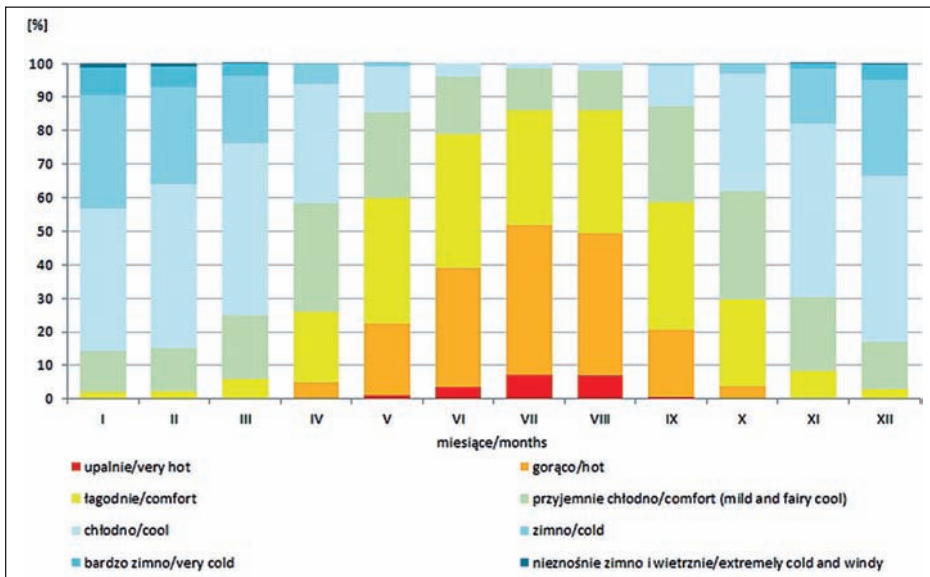
W analizowanym wieloleciu nastąpił niewielki spadek udziału procentowego odczuć chłodu („nieznośnie zimno i wietrznie”, „bardzo zimno” i „zimno”). Najmniejszą zmienność wartości H zaobserwowano w latach 1980–2000, natomiast dekadami o większej zmienności H z roku na rok były 1970–1979 i 2001–2010. Szczególnie dużą zmiennością wskaźnika charakteryzowały się lata 70-te, kiedy to zaobserwowano wzrost zarówno częstości odczuć ciepłych („upalnie” i „gorąco”), jak i chłodnych („chłodno” i „zimno”). W analizowanym wieloleciu wyróżniają się lata 1971–1972 i rok 2005, z wyraźnie większą częstością cieplejszych odczuć.

Najczęściej występującym odczuciem ciepłym w skali Petrovica i Kacvinsky’ego było „chłodno”. Odczucia takie notowano ze średnią częstością 29% w roku (Ryc. 2), która zawierała się w przedziale od 17% (1972 r.) do 35% (1979 r.). W przebiegu rocznym klasa ta występowała średnio we wszystkich miesiącach, z największą częstością w marcu i listopadzie. Warunki uznawane za komfortowe, czyli „łagodnie” i „przyjemnie chłodno”, pojawiały się łącznie z częstością 41%. Odczucia łagodnie charakteryzowały głównie okres od kwietnia do września, natomiast przyjemnie chłodno – miesiące jesienne i wiosenne. Najwyższe wartości H, odpowiadające odczuciom „gorąco” i „upalnie”, występowały ze średnią częstością 16%. Klasa „gorąco” pojawiała się z częstością 14% w okresie od maja do października. Średnio w 2% przypadków w roku notowano warunki powodu-



Ryc. 1. Częstości odczuć ciepłych wg wielkości ochładzającej powietrza [%] wg skali Petrovica i Kacvinsky'ego w Lublinie w latach 1952–2010

Fig. 1. Frequency of heat sensation H [%] according to Petrovic & Kacvinsky scale in Lublin in the years 1952–2010



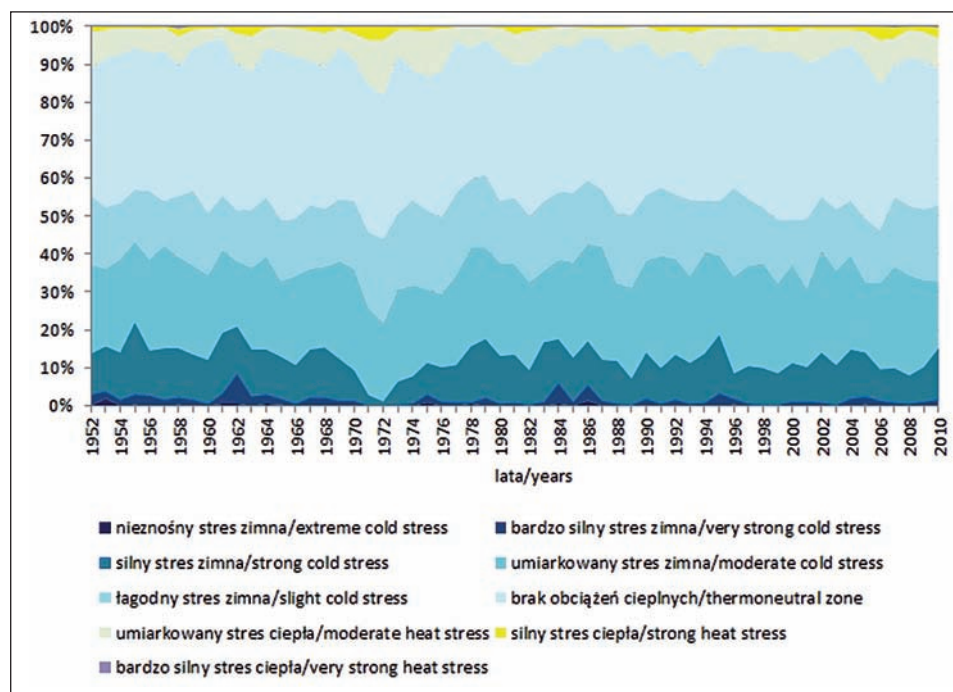
Ryc. 2. Przebieg roczny częstości występowania odczuć ciepłych H [%] wg skali Petrovica i Kacvinsky'ego w Lublinie w latach 1952–2010

Fig. 2. The annual course of frequency of occurrence of heat sensation H [%] according to Petrovic & Kacvinsky scale in Lublin in the years 1952–2010

jące najwyższe odczucia ciepłe – „upalnie”. W analizowanym okresie występowały one od maja do września, najczęściej w lipcu i sierpniu (po 7 przypadków w całym analizowanym wieloleciu). Odczucia chłodu, charakteryzowane jako „zimno”, „bardzo zimno” i „nieznośnie zimno i wietrznie” występowały łącznie ze średnią częstością 14% dni w roku. H z przedziału wartości „zimno” notowano od września do czerwca ze średnią częstością 12% w roku, najczęściej w grudniu (29%), styczniu (34%) i lutym (29%). W okresie od listopada do marca pojawiały się również wyższe wartości H, czyli powodujące odczucia „bardzo zimno” (2%). Z częstością mniejszą niż 1% w roku notowano wielkości H powodujące największe odczucia chłodu – „nieznośnie zimno i wietrznie”. Warunki takie występowały w styczniu i w lutym.

Universal Thermal Climate Index

Pomimo różnic częstości z roku na rok, w przebiegu wieloletnim nie obserwuje się istotnych tendencji zmian (Ryc. 3). Największe zmiany widoczne są na początku lat 70-tych, kiedy zwiększył się udział odczuć związanych ze stresem ciepła, natomiast klasy odczuć zimna pojawiały się rzadziej. W niektórych latach (np. 1955, 1961, 1978, 1983, 1995) zaobserwowano nieco większy udział klas

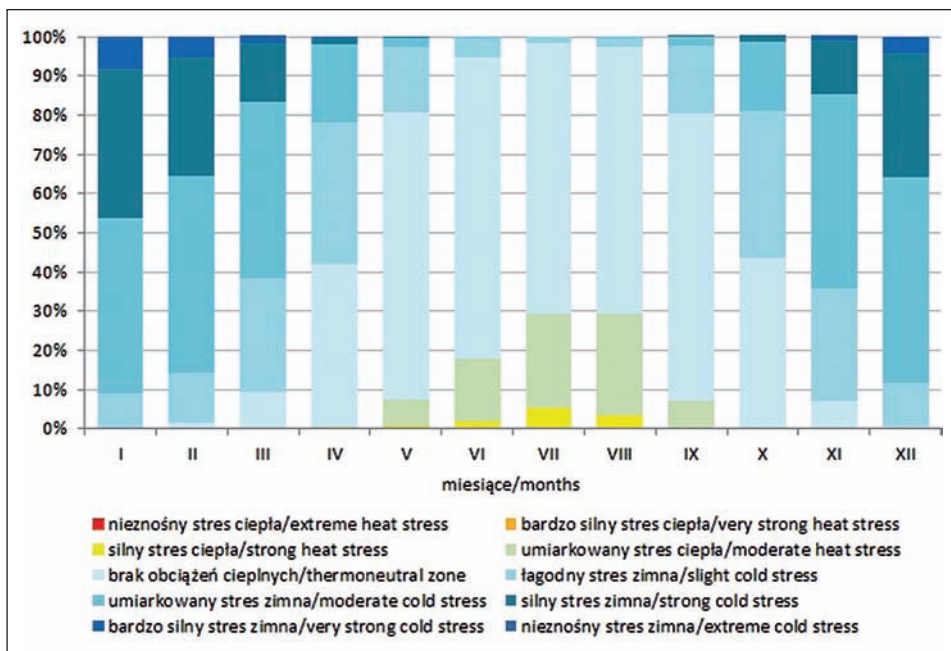


Ryc. 3. Przebieg wieloletni częstości występowania obciążeń cieplnych UTCI w Lublinie w latach 1952–2010

Fig. 3. The long-term course of frequency of occurrence of UTCI heat load in Lublin in the years 1952–2010

związanych z odczuciem chłodu. Klasa obciążeń cieplnych „nieznośny stres zimna”, chociaż nie pojawiała się w każdym roku, występowała wyraźnie częściej przed 1986 rokiem, a w późniejszym okresie zanotowano jedynie dwa przypadki. W porównaniu z przebiegiem wieloletnim H, wskaźnik UTCI charakteryzuje się łagodniejszą zmiennością z roku na rok.

W latach 1952–2010 najczęściej występujące wielkości UTCI należały do klasy „brak obciążeń cieplnych”, która pojawiała się z częstością 39% (Ryc. 4). Te korzystne dla funkcjonowania organizmu warunki występowały głównie od kwietnia do października, z największą częstością w czerwcu. Zdecydowanie częściej notowano klasy obciążeń cieplnych z grupy odczuć chłodu niż ciepła. W 17% przypadków w roku notowano obciążenia „łagodny stres zimna”. Częściej, z częstością 24%, notowano klasy obciążeń cieplnych „umiarkowany stres zimna”. Warunki takie głównie charakteryzowały miesiące od listopada do lutego, najczęściej występując w grudniu. Również w tym okresie, z częstością 11%, notowano klasę „silny stres zimna”. Ze zdecydowanie mniejszą częstością, 2% w roku, notowano klasę „bardzo silny stres zimna”. Pojawiała się ona ze średnią częstością 7% wszystkich klas charakteryzujących styczeń. Najniższe zanotowane wartości UTCI należały do klasy obciążeń „nieznośny stres zimna”. Wystąpi-



Ryc. 4. Przebieg roczny częstości występowania poszczególnych przedziałów klas UTCI w Lublinie w latach 1952–2010

Fig. 4. The annual course of frequency of occurrence of particular UTCI classes in Lublin in the years 1952–2010

ły one jednak tylko w trzydziestu przypadkach w ciągu wielolecia 1952–2010, (mniej niż 1%) i zgodnie z zaleceniami dla takich warunków, czas przebywania na wolnym powietrzu należało ograniczyć do niezbędnego minimum. Wartości UTCI charakteryzujące warunki ciepłe występowały od maja do września. Największą częstością w roku (7%) charakteryzowała się klasa „umiarkowany stres ciepła”, najczęściej pojawiając się w lipcu (24%) i sierpniu (26%). Wielkości UTCI z klasy obciążeń cieplnych „silny stres ciepła” pojawiały się z częstością 1% dni w roku. Najczęściej warunki takie występowały w lipcu. Podczas ich wystąpienia, według klas obciążeń uznawane za niezbędne było uzupełnianie płynów w tempie 0,25 l/godz., jak najczęstsze przebywanie w cieniu oraz ograniczenie wysiłku fizycznego. Klas „bardzo silny stres ciepła” oraz „nieznośny stres ciepła” nie zanotowano w analizowanym wieloleciu.

PODSUMOWANIE

Praca jest wstępem do kompleksowej charakterystyki warunków bioklimatycznych Lublina w wieloleciu 1952–2010. Badania wykazały, że:

- Najczęściej występującym odczuciem cieplnym wg wskaźnika wielkość ochładzająca powietrza było „chłodno” (29% dni w roku). Najwyższe odczucia ciepłe – „upalnie” notowano w 2% przypadków w roku. Z częstością mniejszą niż 1% w roku notowano warunki powodujące największe odczucia chłodu – „nieznośnie zimno i wietrznie”. W opisywanych latach nastąpił niewielki spadek udziału procentowego odczuć chłodu. Zjawisko to najbardziej nasiliło się na początku lat 70-tych, kiedy to zaobserwowano wzrost częstości odczuć ciepłych.
- Według wskaźnika UTCI najczęściej w ciągu roku występowały warunki bioklimatyczne charakteryzowane jako „brak obciążeń cieplnych” (39%). Klasa obciążeń „nieznośny stres zimna” pojawiała się sporadycznie (mniej niż 1% dni w wieloleciu), zaś klas „bardzo silny stres ciepła” i „nieznośny stres ciepła” nie zanotowano. Pomimo różnic częstości z roku na rok, w przebiegu wieloletnim nie zaobserwowano istotnych tendencji zmian.

DYSKUSJA

Warunki biometeorologiczne w Lublinie w latach 1952–2010 charakteryzowały się dużą zmiennością z roku na rok. Choć nie obserwuje się istotnych tendencji zmian poszczególnych klas warunków biometeorologicznych, widoczne jest zwiększenie częstości warunków sprzyjających wystąpieniu stresu ciepłakosztom warunków sprzyjających stresowi zimna, co jest zgodne z badaniami z innych miast (m.in. Sikora 2008, Chabior 2011, Dobek i in. 2013, Mąkosza 2013).

W przypadku analizowanych wskaźników bioklimatycznych dotychczas nie prowadzono w Lublinie badań dla tak długiej serii pomiarowej. Badania wielkości ochładzającej powietrza w tym mieście prowadzono jedynie pod kątem wartości ekstremalnych (Kaszewski i in. 2006) i brak było kompleksowego opracowania tego wskaźnika. Z kolei wskaźnik UTCI wykorzystany był tylko do analizy pięciolecia 2005–2009 (Dobek 2013a).

LITERATURA

- Araźny A., Uscka-Kowalkowa J., Kejna M., 2007. *Wielkość ochładzająca powietrza w Koniczynie w latach 1998–2006*, [w:] *Zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego*. Program Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego a zadania ochrony obszarów Natura 2000, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, s. 91–100.
- Baranowska M., Boniecka-Żółcik H., Gurba A., 1986. *Weryfikacja skali klimatu odczuwalnego dla Polski*, *Przegląd Geofizyczny*, 31, 1, 27–40.
- Błażejczyk K., 2004. *Bioklimatyczne uwarunkowania turystyki i rekreacji w Polsce*, *Prace Geograficzne*, 192, ss. 291.
- Błażejczyk K., Błażejczyk M., 2010. *BioKlima© 2.6*, Program komputerowy, <http://www.igipz.pan.pl/Bioklima-zgik.html>, (31.01.2012).
- Błażejczyk K., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., Kunert A., 2009. *Nowy wskaźnik oceny warunków klimatoterapii uzdrowiskowej UTCI*, *Balneologia Polska*, 4, 313–321.
- Błażejczyk K., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., 2010a. *Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale*, *Miscellanea Geographica* 14, 91–102.
- Błażejczyk K., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Ingvar Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., 2010b. *UTCI – nowe narzędzie badania warunków bioklimatycznych w różnych skalach czasowych i przestrzennych*, *Przegląd Geofizyczny*, 55, 1–2, 5–19.
- Błażejczyk K., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Ingvar Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., 2010c. *UTCI – Nowy wskaźnik oceny obciążeń cieplnych człowieka*, *Przegląd Geograficzny*, 1, 82, 49–68.
- Błażejczyk K., Jendritzky G., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Epstein Y., Psikuta A., Kampmann B., 2013. *An introduction to the Universal Thermal Climate Index (UTCI)*, *Geographia Polonica*, vol. 86, iss. 1, pp. 5–10.
- Błażejczyk K., Kunert A., 2011. *Bioclimatic conditionings of recreation and tourism in Poland*, *Monografie IGiPZ PAN*, 13, Warszawa, ss. 366.
- Bröde P., Fiala D., Błażejczyk K., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., Tinz B., Havenith G., 2012. *Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI)*, *International Journal of Biometeorology*, 56 (3), 481–94.
- Chabior M., 2011. *Wybrane aspekty bioklimatu Lublina*, *Prace i Studia Geograficzne*, 47, 293–300
- Dąbrowska G., 2001. *Próba charakterystyki wielkości ochładzającej powietrza w warunkach klimatu Polski na podstawie wyników pomiarów katatermometrem Hilla*, *Wiadomości IMWG*, 24, 4, 95–107.
- Dobek M., 2013a. *Warunki biotermiczne Lublina (na podstawie wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI)*, *Acta Balneologica*, vol. LV, s. 141–145.
- Dobek M., 2013b. *Zróźnicowanie temperatury ekwiwalentnej w Lublinie w latach 2009–2010*, *Annales UMCS sec. B*, vol. LXVIII, 2, 79–90.

- Dobek M., Bochenek W., 2009. *Charakterystyka wielkości ochładzającej powietrza w Szymbarku (1996–2005)*, [w:] (red.) W. Bochenek, M. Kijowska, *Funkcjonowanie geoekosystemów Polski w okresie przemian gospodarczych w Polsce*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Szymbark, 79–83.
- Dobek M., Demczuk P., Nowosad M., 2013. *Spatial variation of the Universal Thermal Climate Index in Lublin in specified weather scenarios – Annales UMCS sec.B*, vol. LXVIII, s. 21–38.
- Dobek M., Siłuch M., Wereski S., Bartoszek K., Skiba K., 2008. *Czas trwania i częstość występowania uciążliwych warunków bioklimatycznych w Lublinie na podstawie wskaźnika Humidex*, [w:] (red.) K. Kłysik, J. Wibig, K. Fortuniak, *Klimat i bioklimat miast*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 415–422.
- Fiala D., Havenith G., Bröde P., Kampmann B., Jendritzky G., 2012. *UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation*, *International Journal of Biometeorology*, 56 (3), 429–41
- Fiala D., Lomas K.J., Stohrer M., 2001. *Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions*, *International Journal of Biometeorology*, 45, 143–159.
- Gregorczyk M., 1970. *Analiza warunków bioklimatycznych Polski w latach 1958–1963 w świetle ważniejszych wskaźników kompleksowych*, *Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego*, Seria B, 155, ss. 189.
- Havenith G., Fiala D., Błażejczyk K., Richards M., Bröde P., Holmér I., Rintamaki H., Benschabat Y., Jendritzky G., 2011. *The UTCI-clothing model*, *International Journal of Biometeorology*, 56 (3), 461–70
- Jendritzky G., de Dear R., Havenith G. 2012. *UTCI – why another thermal index?*, *International Journal of Biometeorology* 56 (3), 421–8.
- Kaszewski B. M., Siwek K., Gluza A., 2006. *Cyrkulacyjne uwarunkowania występowania ekstremalnych wartości ochładzania katatermometrycznego w Lublinie (1961–2000)*, [w:] L. Krzysztosiak (red.) *Funkcjonowanie i monitoring geoekosystemów Polski w warunkach narastającej antropopresji*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2006, 183–192.
- Kłysik K., Fortuniak K., Zawadzka A., 1995. *Charakterystyka bioklimatu Łodzi-Lublinka w świetle zmienności ochładzania w latach 1951–1990*, [w:] (red.) K. Kłysik, *Klimat i bioklimat miast*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 271–279.
- Kondracki J., Richling A., 2000. *Regiony fizycznogeograficzne Polski*, [w:] Kondracki J., *Geografia regionalna Polski*, PWN, Warszawa, ss. 440.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997. *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski*, *Monografie IGiPZ PAN*, 1, ss. 200.
- Kruczek Z., 1962. *Dni parne w Lublinie*, *Annales UMCS*, sec. B, 17, 12, 297–306.
- Masterton J. M., Richardson, F. A., 1979. *Humidex: a method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity*. Environment Canada, CLI 1–79. Ontario, Downsview: Atmospheric Environment Service.
- Mąkosza A., 2013. *Bioclimatic conditions of the Lubuskie Voivodeship*, *Geographia Polonica*, 86, 1, 37–46
- Mąkosza A., Michalska B., 2006. *Ocena bodźcowości pogody w różnych terminach pomiarowych w ciągu dnia na przykładzie stacji agrometeorologicznej w Lipkach*, *Annales UMCS*, sec. B., 61, 35, 297–307.
- Milewski P., 2013. *Application of the UTCI to the local bioclimate of Poland's Ziemia Kłodzka region*, *Geographia Polonica*, 86, 1, 47–54
- Mrukała S., 1980. *Ochładzanie powietrza w Lublinie*, *Folia Societatis Scientiarum Lublinensis*, 22, 45–48.
- Mrukała S., 1992. *Wybrane aspekty zmienności ochładzania katatermometrycznego w Lublinie*, *Folia Societatis Scientiarum Lublinensis*, 33, 19–23.

- Nurek T., Trapp J., Korzeniowski J., Wyszowski A., 1991. *Właściwości klimatu i bioklimatu Aglomeracji Gdańskiej*, Acta Universitatis Wratislaviensis, 1213, 299–307.
- Obrębska-Starkłowa B., Bąbka M., 1990. *Ochładzania suche i wilgotne w Kotlinie Podhalańskiej*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 77, 69–80.
- Papiernik Ż., 2004. *Warunki bioklimatyczne Łodzi w drugiej połowie XX wieku*, Acta Geographica-Lodziensis, 89, 147–159.
- Psikuta A., Fiala D., Laschewski G., Jendritzky G., Richards M., Błażejczyk K., Mekjavič I., Rintamäki H., Dear R. de, Havenith G., 2012. *Validation of the Fiala multi-node thermophysiological model for UTCI application*, International Journal of Biometeorology, 56 (3), 443–460.
- Sikora S., 2008. *Bioklimat Wrocławia*, Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego, 5, Wrocław, ss. 169.
- Szyga-Pluta K., 2011. *Wielkość ochładzająca powietrza – na wybrzeżu klifowym w rejonie Białej Góry – w sezonach letnich 2008–2009 (Woliński Park Narodowy)*, Badania Fizjograficzne, R. II, A, (62), 027–039.
- Wereski S., Dobek M., Wereski S., 2010. *Częstość występowania poszczególnych odczuć cieplnych w Lublinie i w Lesku na podstawie temperatury odczuwalnej (STI) w latach 1991–2005*, [w:] (red.) A. Richling, Krajobrazy rekreacyjne – kształtowanie, wykorzystanie, transformacja, Problemy Ekologii Krajobrazu, 27, Polska Asocjacja Ekologii Krajobrazu, Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, 371–377.
- Zinkiewicz Z., 1969. *Warunki klimatyczne i bioklimatyczne na obszarze Lubelszczyzny – dla celów gospodarczych*, Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, 9, 49–53.
- Żarnowiecki G., 2002. *Zróżnicowanie bioklimatu Kielc w sezonie letnim*, Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego, 3, 109–116.

SUMMARY

The aim of this paper is to elaborate the bioclimatic conditions in Lublin in the years 1952–2010. For this purpose the cooling air power and the latest indicator of the thermal load of the human body Universal Thermal Climate Index (UTCI) were studied.

According to bioclimatic index air cooling power (H) conditions considered as comfort conditions (mild and pleasantly cool) occurred with total frequency of 41%. In the years 1952–2010 there was a slight decrease of percentage of cold conditions (unbearably cold and windy and cold).

In the years 1952–2010 thermoneutral zone was the most often occurring conditions from UTCI scale (39% of days). Despite the year-to-year differences during long-term course there are no significant changes. The biggest changes are visible at the beginning of the 70's, when the share of conditions connected to the heat stress increased and the share of classes connected with cold stress decreased.