

MATEUSZ DOBEK

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki
Przestrzennej, Zakład Meteorologii i Klimatologii
al. Kraśnicka 2cd, 20-718 Lublin, e-mail: mateusz.dobek@umcs.pl

Zróźnicowanie temperatury ekwiwalentnej w Lublinie
w latach 2009–2010

Differentiation equivalent temperature in Lublin (2009–2010)

Słowa kluczowe: warunki biotermiczne, temperatura ekwiwalentna, Lublin
Key words: biothermal conditions, equivalent temperature, Lublin

WPROWADZENIE

Warunki biotermiczne danego miejsca kształtowane są przez zespolone oddziaływanie elementów meteorologicznych, do których należą głównie: temperatura powietrza, wilgotność powietrza, prędkość wiatru, natężenie promieniowania słonecznego oraz zachmurzenie.

Zainteresowanie badaczy wpływem środowiska atmosferycznego na organizm człowieka doprowadziło do opracowania wielu różnych wskaźników biometeorologicznych odzwierciedlających wpływ określonych warunków meteorologicznych na ludzi. Poszczególnym wartościom wskaźników przypisane zostały odpowiednie odczucia cieplne wyznaczone na podstawie badań w komorach klimatycznych lub w warunkach naturalnych (Kozłowska-Szczęsna i in. 1997; Błażejczyk 2004). Przykładem jednego z najstarszych wskaźników jest wielkość ochładzająca powietrza. Jej pomiaru dokonuje się za pomocą przyrządu zwanego katatermometrem Hilla (za Kozłowska-Szczęsna i in. 1997) lub oblicza się ją na podstawie prędkości wiatru i temperatury powietrza (Gregorcuk 1970, 1976; Kozłowska-Szczęsna i in. 1997). Inne wskaźniki biometeorologiczne, jak

np. temperatura ekwiwalentna, entalpia powietrza czy Humidex, odzwierciedlają łączny wpływ temperatury i wilgotności powietrza na organizm człowieka. Najpełniejszy obraz oddziaływania warunków pogodowych na ludzi uzyskać można, wykorzystując wskaźniki bazujące na modelach bilansu cieplnego człowieka, m.in. Physiologically Equivalent Temperature (PET) (Matzarakis i in. 2007), Subjective Temperature Index (STI) (Błażejczyk 2004) czy Universal Thermal Climate Index (UTCI) (Błażejczyk i in. 2010). Do wyznaczenia tych charakterystyk, obok temperatury powietrza i wilgotności powietrza, potrzebna jest znacznie większa liczba danych meteorologicznych, np. wartości całkowitego promieniowania słonecznego czy też prędkości wiatru.

Celem niniejszej pracy jest ogólna charakterystyka zróżnicowania warunków biotermicznych Lublina. Do analizy zróżnicowania biotermicznego wykorzystano dwa elementy meteorologiczne – temperaturę i wilgotność względną powietrza, które posłużyły do obliczenia wielkości wskaźnika biometeorologicznego – temperatura ekwiwalentna (Tek). Jest to jedna z najstarszych charakterystyk biometeorologicznych i może być również wykorzystywana do wyznaczania stanów parności. Tek określa temperaturę, jaką przyjąłoby powietrze (przy stałym ciśnieniu 755 mm Hg), gdyby zawarta w nim para wodna uległa kondensacji, a wydzielone w tym czasie ciepło parowania zostało zużyte na ogrzanie powietrza suchego (Kozłowska-Szczęsna i in. 1997). Należy pamiętać, iż wskaźnik Tek nie uwzględnia innych, istotnych z punktu widzenia kształtowania odczuć ciepłych organizmu człowieka, elementów meteorologicznych, takich jak np. prędkości wiatru i promieniowania słonecznego. Wybór tego tradycyjnego wskaźnika poddyktowany był brakiem innych danych meteorologicznych niż temperatura powietrza i wilgotności względnej powietrza.

Wskaźnik Tek był często stosowany do charakterystyki warunków biotermicznych miast. W obszarach zurbanizowanych wskaźnik wykorzystali m.in.: E. Michna (1970) dla Krosna, M. Hess i in. (1989) dla Krakowa, T. Nurek i in. (1991) dla Aglomeracji Gdańskiej, K. Kozuchowski (2000, 2003) i Ż. Papiernik (2004) dla Łodzi, G. Żarnowiecki (2002) dla Kielc oraz S. Sikora (2008) dla Wrocławia. Na świecie podobne analizy wykonali np. Z. Čabajova (1980) dla Bratysławy i Jeziora Szczyrbskiego oraz dla Homburga i Krakowa O. Kűchne i D. Matuszko (2002). Dla większych obszarów Tek wykorzystano przy określaniu warunków bioklimatycznych w Wielkopolskim Parku Narodowym (Szyga-Pluta 2011). Rozkład temperatury ekwiwalentnej dla obszaru całej Polski przedstawili M. Cena i M. Gregorczyk (1966).

MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano dane meteorologiczne dotyczące temperatury i wilgotności względnej powietrza z lat 2009–2010. Pomiary wykonywane były z często-

tliwością co 30 minut rejestratorami firmy Onset (HOBO U23–001), umieszczonymi w osłonach antyradiacyjnych na wysokości 2 m n.p.g., nad powierzchniami trawiastymi. Stanowiska pomiarowe zlokalizowano w pięciu punktach Lublina i reprezentowały one różne typy użytkowania terenu oraz zabudowy (ryc. 1):

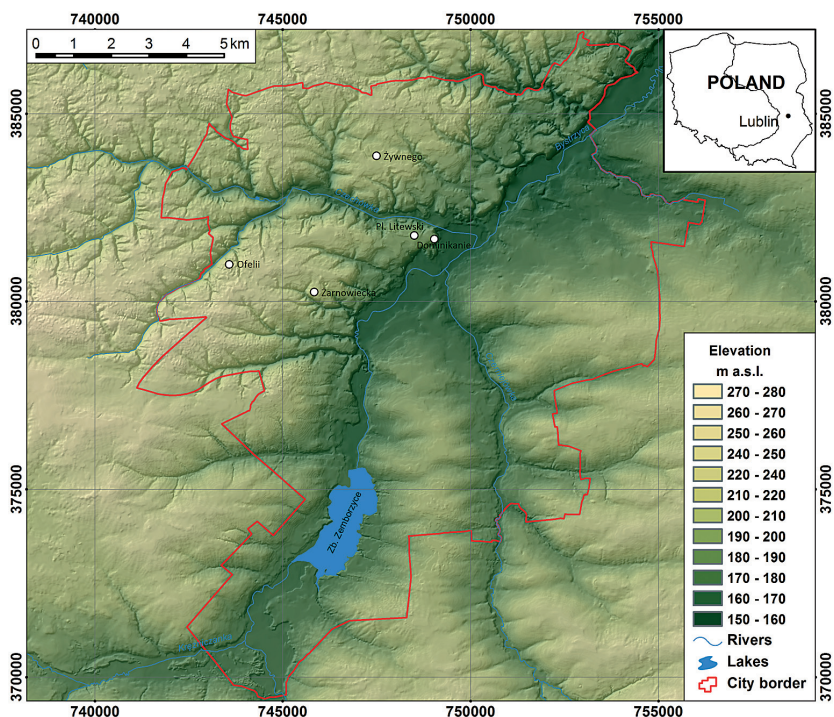
1) pl. Litewski – porośnięty wysokimi drzewami skwer zlokalizowany w centrum miasta, nazywany dalej „punkt pl. Litewski”,

2) klasztor oo. Dominikanów – dziedziniec otoczony dwukondygnacyjnymi budynkami, nazywany dalej „punkt Dominikanie”; stanowisko pomiarowe reprezentuje typ zwartej zabudowy śródmiejskiej,

3) ul. Żarnowiecka – parking na osiedlu mieszkaniowym, otoczony zabudową wielokondygnacyjną, nazywany dalej „punkt Żarnowiecka”; w jego pobliżu (ok. 300 m w kierunku S) przebiega krawędź rozległego wąwozu lessowego,

4) ul. Żywnego – parking na osiedlu mieszkaniowym w sąsiedztwie zabudowy wielokondygnacyjnej, nazywany dalej „punkt Żywnego”,

5) ul. Ofelii – osiedle domów jednorodzinnych (dwukondygnacyjnych) na obrzeżach miasta, nazywane dalej „punkt Ofelii”; w otoczeniu czujnika duży udział zieleni niskiej.



Ryc. 1. Lokalizacja punktów pomiarowych
Fig. 1. Location of the measurement points

Wartości Tek wyznaczono według wzoru:

$$\mathbf{Tek = t + 1,5 \times e}$$

gdzie:

t – temperatura powietrza (°C),

e – aktualne ciśnienie pary wodnej (hPa).

Aktualne ciśnienie pary wodnej (e), niezbędne do obliczenia wskaźnika Tek, wyznaczono na podstawie wzoru:

$$e = 6,112 \times 10^{\frac{7,5 \times t}{237,7 + t} - 0,01 \times f}$$

gdzie:

e – aktualne ciśnienie pary wodnej (hPa),

t – temperatura powietrza (°C),

f – wilgotność względna powietrza (%).

Do obliczenia wartości aktualnego ciśnienia pary wodnej oraz wskaźnika Tek wykorzystano program komputerowy BioKlima 2.6 (Błażejczyk, Błażejczyk 2010).

Wartościom Tek (w °C) przypisano odpowiednie klasy odczuwalności cieplej człowieka wg W. Leitsnera (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997; Błażejczyk, Błażejczyk 2010), a następnie wyznaczono częstość ich występowania o godzinie 12 UTC:

<i>Tek</i> (°C)	<i>Odczucia cieplne</i>
< 18,0	zimno
18,0–24,0	chłodno
24,0–32,0	lekko chłodno
32,0–44,0	komfortowo
44,0–56,0	lekko parno
> 56,0	parno

WYNIKI

W 2009 roku najwyższą średnią roczną temperaturą powietrza, wynoszącą 9,4°C, charakteryzowało się śródmieście Lublina, otoczone zwartą zabudową starego miasta (punkt Dominikanie) (tab. 1). To samo miejsce okazało się najcieplejsze również w 2010 roku, ze średnią roczną temperaturą powietrza 8,6°C. Najniższa średnia roczna wartość temperatury powietrza w opisywanych latach charakteryzowała osiedle domów jednorodzinnych na obrzeżach miasta (punkt Ofelii), osiągając w 2009 roku wartość 8,6°C, a w 2010 roku 7,9°C. Najwyższa średnia miesięczna temperatura powietrza wystąpiła w lipcu 2010 roku w śród-

mieściu (punkt Dominikanie), przyjmując $22,5^{\circ}\text{C}$. Miesiąc ten był również najcieplejszy w każdej z badanych części miasta. Z kolei najchłodniejszym miesiącem w opisywanym okresie był styczeń, z najniższą średnią miesięczną temperaturą powietrza wynoszącą $-8,2^{\circ}\text{C}$ na obrzeżach Lublina (punkt Ofelii) i na osiedlu z zabudową wielokondygnacyjną (punkt Żywnego) w 2010 roku.

W opisywanym okresie najwyższa średnia wartość wilgotności względnej powietrza charakteryzowała punkt Ofelii, przyjmując w 2009 roku średnią roczną wartość $82,0\%$, a w 2010 roku $84,9\%$. Z kolei najniższa średnia roczna wilgotność względna powietrza występowała w punkcie pl. Litewski, osiągając w 2009 roku wartość $76,8\%$, a w 2010 roku $80,4\%$. Miesiącem o najwyższej średniej miesięcznej wartości wilgotności względnej powietrza w 2009 roku we wszystkich punktach był październik, a w 2010 roku grudzień. Najniższa średnia miesięczna wartość wilgotności względnej przypadała w obu analizowanych latach w kwietniu, przy czym 2009 rok charakteryzowała niższa wartość niż 2010 rok.

Średnia roczna wartość Tek o godzinie 12 UTC w 2009 roku w opisywanych punktach przyjmowała wartości od $26,2^{\circ}\text{C}$ na zadrzewionym skwerze w centrum miasta (punkt pl. Litewski) do $27,6^{\circ}\text{C}$ w śródmieściu, wśród zwartej zabudowy (punkt Dominikanie) (tab. 2). Najwyższa zanotowana wielkość wskaźnika w 2009 roku, $65,5^{\circ}\text{C}$, wystąpiła w lipcu, w otoczeniu punktu Dominikanie, a najniższa w grudniu w punkcie pl. Litewski, gdzie zarejestrowano $-10,8^{\circ}\text{C}$. W 2010 roku średnia roczna Tek o godzinie 12 UTC zmieniała się w zakresie od $26,2^{\circ}\text{C}$ do $27,6^{\circ}\text{C}$ i podobnie jak rok wcześniej wielkości te charakteryzowały odpowiednio punkt pl. Litewski i punkt Dominikanie. Najwyższa wartość Tek w całym okresie pomiarowym zanotowana została w lipcu 2010 roku na osiedlu mieszkaniowym (punkt Żarnowiecka), gdzie wyniosła $72,1^{\circ}\text{C}$. Najniższą wartość Tek opisywanego okresu zarejestrowano w styczniu na zadrzewionym skwerze w centrum miasta (punkt pl. Litewski) i wyniosła ona $-16,8^{\circ}\text{C}$.

O godzinie 12 UTC najczęściej występującymi odczuciami cieplnymi Tek była klasa „zimno”, pojawiająca się od października do kwietnia, głównie jednak w grudniu, styczniu i lutym (ryc. 2). Największą częstością klasy „zimno” w analizowanym terminie charakteryzował się punkt pl. Litewski, na co mógł mieć wpływ duży udział roślinności (głównie drzew) w otoczeniu. Klasy odczuć „chłodno” i „lekkie chłodno” występowały głównie wiosną (kwiecień, maj) oraz jesienią (październik, listopad), najczęściej w punkcie pl. Litewski. Odczucia „komfortowo”, a więc najbardziej sprzyjające człowiekowi, największą częstością wystąpień o 12 UTC osiągały na osiedlu mieszkaniowym, w punkcie Żywnego (22%) w 2009 roku oraz w punktach Dominikanie i Żywnego (23%) w 2010 roku. Warunki takie najczęściej pojawiały się w maju i we wrześniu. Sytuacje termiczno-wilgotnościowe nieco bardziej obciążające organizm człowieka, odpowiadające klasie „lekkie parno”, w 2009 roku częściej niż w pozostałych punk-

Tab. 1. Średnie miesięczne i roczne wartości temperatury powietrza, temperatury maksymalnej i temperatury minimalnej (°C) w punktach: pl. Litewski (L), Dominikanie (D), Żarnowiecka (Za), Żywnego (Zy) i Ofelii (O) w latach 2009–2010

Tab. 1. Mean monthly and annual values of air temperature, maximum air temperature and minimum air temperature (°C) at points: Pl. Litewski (L), Dominikanie (D), Żarnowiecka (Za), Żywnego (Zy) and Ofelii (O) in 2009–2010

Rok Year	Mies. Month	Temperatura średnia miesięczna Mean monthly temperature						Temperatura maksymalna Max. air temperature						Temperatura minimalna Min. air temperature					
		L	D	Za	Zy	O	L	D	Za	Zy	O	L	D	Za	Zy	O			
2009	I	-2,3	-2,3	-2,5	-2,7	8,9	9,2	9,4	8,9	9,3	8,9	-17,9	-18,1	-18,3	-18,6	-18,5			
	II	-0,7	-0,6	-0,8	-1,1	13,4	13,4	14,0	13,4	13,4	12,8	-13,4	-13,4	-13,7	-13,5	-14,9			
	III	2,0	2,2	1,8	1,9	17,7	13,3	13,4	13,2	13,5	13,0	-7,6	-7,6	-7,8	-7,8	-7,3			
	IV	11,6	12,1	11,8	11,6	11,2	24,8	26,4	25,2	25,6	25,0	1,0	1,0	0,9	-0,5	-0,6			
	V	13,8	14,4	13,9	13,9	13,5	25,2	26,2	24,7	25,6	24,7	3,7	4,2	3,1	3,0	1,9			
	VI	16,6	16,9	16,6	16,7	16,3	29,2	31,1	29,9	30,0	30,4	6,6	5,9	5,7	6,1	5,3			
	VII	20,5	21,0	20,5	20,8	20,0	31,7	33,2	32,4	32,9	31,9	11,6	12,2	11,2	10,8	10,3			
	VIII	19,1	19,7	19,1	19,3	18,4	30,0	31,2	30,6	31,2	30,1	10,8	11,2	10,1	10,3	9,1			
	IX	16,0	16,6	16,0	16,0	15,2	26,6	28,2	27,1	27,2	26,4	5,0	4,6	4,0	4,9	4,3			
	X	7,4	7,6	7,2	7,3	6,9	23,3	23,6	23,1	23,7	22,8	-2,2	-1,2	-2,2	-2,6	-3,3			
	XI	5,7	5,8	5,6	5,7	5,4	11,7	11,9	11,9	12,1	11,4	-3,4	-3,3	-3,6	-3,5	-3,6			
	XII	-1,1	-1,0	-1,3	-1,2	-1,4	11,7	11,3	12,0	12,1	11,7	-17,7	-17,9	-17,5	-17,7	-18,2			
średnia mean	9,1	9,4	9,0	9,1	8,6	20,9	21,7	21,0	21,4	20,8	-1,9	-1,9	-2,3	-2,4	-3,0				
2010	I	-8,0	-8,0	-8,1	-8,2	-8,2	0,9	0,9	0,8	0,9	0,6	-24,3	-24,3	-23,7	-24,5	-23,8			
	II	-1,8	-1,8	-2,0	-1,9	-2,0	9,0	10,1	9,4	9,4	9,1	-10,4	-10,4	-10,6	-10,6	-10,7			
	III	3,7	3,9	3,5	3,6	3,3	19,7	20,1	19,0	19,6	18,6	-9,4	-9,6	-10,1	-10,3	-11,8			
	IV	9,8	10,1	9,8	9,8	9,5	24,1	24,6	24,3	25,2	24,3	1,5	1,4	0,7	0,9	0,4			
	V	14,8	15,1	14,7	14,8	14,3	23,0	25,3	24,2	24,1	23,9	7,7	7,9	6,5	6,5	5,9			
	VI	18,4	18,9	18,5	18,6	18,0	31,2	32,5	31,9	32,4	31,5	8,9	9,3	8,7	8,3	8,0			
	VII	21,9	22,5	22,1	22,1	21,3	32,9	34,3	33,7	33,8	32,8	12,1	12,7	11,6	11,5	11,0			
	VIII	20,4	20,8	20,4	20,6	19,9	33,9	35,1	34,3	34,3	33,5	9,0	8,8	8,6	9,4	8,2			
	IX	12,5	12,8	12,4	12,5	12,1	22,5	23,9	23,0	23,1	22,5	5,4	5,6	4,7	5,1	4,9			
	X	6,0	6,3	6,0	5,9	5,5	16,3	16,6	16,2	16,7	15,5	-1,5	-1,7	-2,1	-1,8	-2,1			
	XI	6,7	6,8	6,5	6,6	6,3	17,5	18,2	17,3	17,8	16,6	-16,4	-16,1	-17,7	-18,9	-19,8			
	XII	-4,3	-4,2	-4,4	-4,4	-4,6	8,0	7,0	8,2	7,8	8,6	-18,7	-18,1	-19,2	-20,5	-20,5			
średnia mean	8,3	8,6	8,3	8,3	7,9	19,9	20,7	20,2	20,4	19,8	-3,0	-2,9	-3,5	-3,6	-4,2				

Tab. 2. Średnie miesięczne i roczne oraz maksymalne i minimalne wartości Tek (°C) w punktach: pl. Litewski, Dominikanie, Żarnowiecka, Żywnego i Ofelii o godzinie 12 UTC w latach 2009–2010

Tab. 2. Mean monthly and annual and maximum and minimum values of Tek (°C) at points: Pl. Litewski (L), Dominikanie (D), Żarnowiecka (Za), Żywnego (Zy) and Ofelii (O) in 2009–2010

Punkt Point	Rok Year	Tek	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Średnia Mean
pl. Litewski	2009	średnia/mean	6,0	8,6	12,9	26,7	32,5	42,4	48,6	45,1	39,6	23,8	20,4	8,0	26,2
		maksimum/max.	17,8	24,5	24,1	36,7	46,5	59,4	62,7	62,7	57,6	49,3	50,1	28,2	27,6
Pl. Litewski	2010	minimum/min.	-10,3	0,1	7,7	15,7	19,6	26,2	37,6	35,0	33,1	9,3	5,0	-10,8	13,2
		średnia/mean	-2,4	7,8	15,6	25,4	38,2	44,9	53,1	50,9	34,1	21,3	22,8	3,1	26,2
Pl. Litewski	2010	maksimum/max.	7,0	20,6	36,6	37,3	46,5	62,8	68,2	68,0	45,5	31,0	36,3	20,1	40,0
		minimum/min.	-16,8	-3,3	-0,1	15,8	26,6	32,6	38,1	31,3	19,2	13,6	-5,5	-10,3	11,8
Dominikanie	2009	średnia/mean	6,7	9,5	13,7	28,7	34,8	44,1	50,4	47,4	41,7	24,6	21,3	8,5	27,6
		maksimum/max.	20,5	27,1	24,5	37,7	48,2	62,9	65,5	60,3	51,0	51,2	29,4	27,4	42,2
Dominikanie	2010	minimum/min.	-10,2	1,8	7,9	18,3	21,5	27,0	39,2	36,2	23,9	9,6	5,2	-10,2	14,2
		średnia/mean	-1,3	8,5	16,6	26,7	39,6	47,0	55,7	53,2	35,6	22,4	23,5	3,5	27,6
Dominikanie	2010	maksimum/max.	7,3	22,3	38,4	40,5	47,2	65,3	70,0	69,7	46,8	31,8	37,5	19,3	41,3
		minimum/min.	-14,4	-3,0	0,4	17,0	27,3	35,3	39,2	32,2	20,1	14,1	-4,8	-9,8	12,8
Żarnowiecka	2009	średnia/mean	6,4	9,1	13,0	27,5	33,5	43,1	49,5	46,4	40,7	24,2	21,0	8,2	26,9
		maksimum/max.	20,8	25,8	24,3	37,3	48,1	60,8	63,4	59,4	50,0	50,6	29,0	27,1	41,4
Żarnowiecka	2010	minimum/min.	-10,0	1,3	7,1	16,1	20,4	26,6	39,1	36,5	23,4	9,3	5,3	-10,6	13,7
		średnia/mean	-1,7	7,9	15,8	25,9	39,0	46,1	54,5	52,2	35,0	21,7	23,0	3,1	26,9
Żarnowiecka	2010	maksimum/max.	7,0	21,3	37,1	39,1	47,8	66,3	72,1	70,3	46,7	31,0	37,4	20,2	41,4
		minimum/min.	-14,2	-3,7	-0,1	16,2	26,6	34,3	38,5	31,7	19,1	13,7	-5,7	-10,4	12,2
Żywnego	2009	średnia/mean	6,5	9,3	13,3	27,6	33,5	43,4	49,4	46,1	40,8	24,3	21,2	8,4	27,0
		maksimum/max.	20,7	26,3	24,7	37,3	47,3	61,4	63,4	60,8	49,4	50,7	29,4	27,0	41,5
Żywnego	2010	minimum/min.	-9,9	0,9	7,9	16,2	20,3	26,8	38,7	36,3	23,5	9,1	5,1	-10,4	13,7
		średnia/mean	-1,6	8,0	16,0	25,9	39,1	45,9	54,5	52,1	35,3	21,8	23,2	3,2	26,9
Żywnego	2010	maksimum/max.	7,2	20,9	37,2	39,3	47,6	64,7	70,3	69,5	46,2	31,5	37,3	20,2	41,0
		minimum/min.	-15,1	-3,1	0,1	16,9	26,8	33,4	38,5	31,7	19,1	14,0	-5,6	-10,0	12,2
Ofelii	2009	średnia/mean	6,2	9,1	13,2	28,0	34,6	44,0	51,4	47,9	41,9	24,5	20,9	8,2	27,5
		maksimum/max.	19,9	25,8	24,8	38,3	48,4	63,6	65,3	63,3	51,2	50,6	28,9	26,8	42,2
Ofelii	2010	minimum/min.	-10,5	0,7	7,6	16,7	20,6	26,9	39,2	39,2	25,5	9,4	5,3	-10,6	14,2
		średnia/mean	-1,6	8,0	16,1	26,4	39,6	47,2	56,4	53,4	35,7	21,9	22,9	3,1	27,4
Ofelii	2010	maksimum/max.	7,0	20,8	37,6	40,5	48,4	65,4	69,7	69,8	46,2	31,6	36,7	20,7	41,2
		minimum/min.	-13,6	-3,4	-0,3	15,5	26,6	34,9	38,7	31,4	19,5	13,9	-5,0	-10,3	12,3

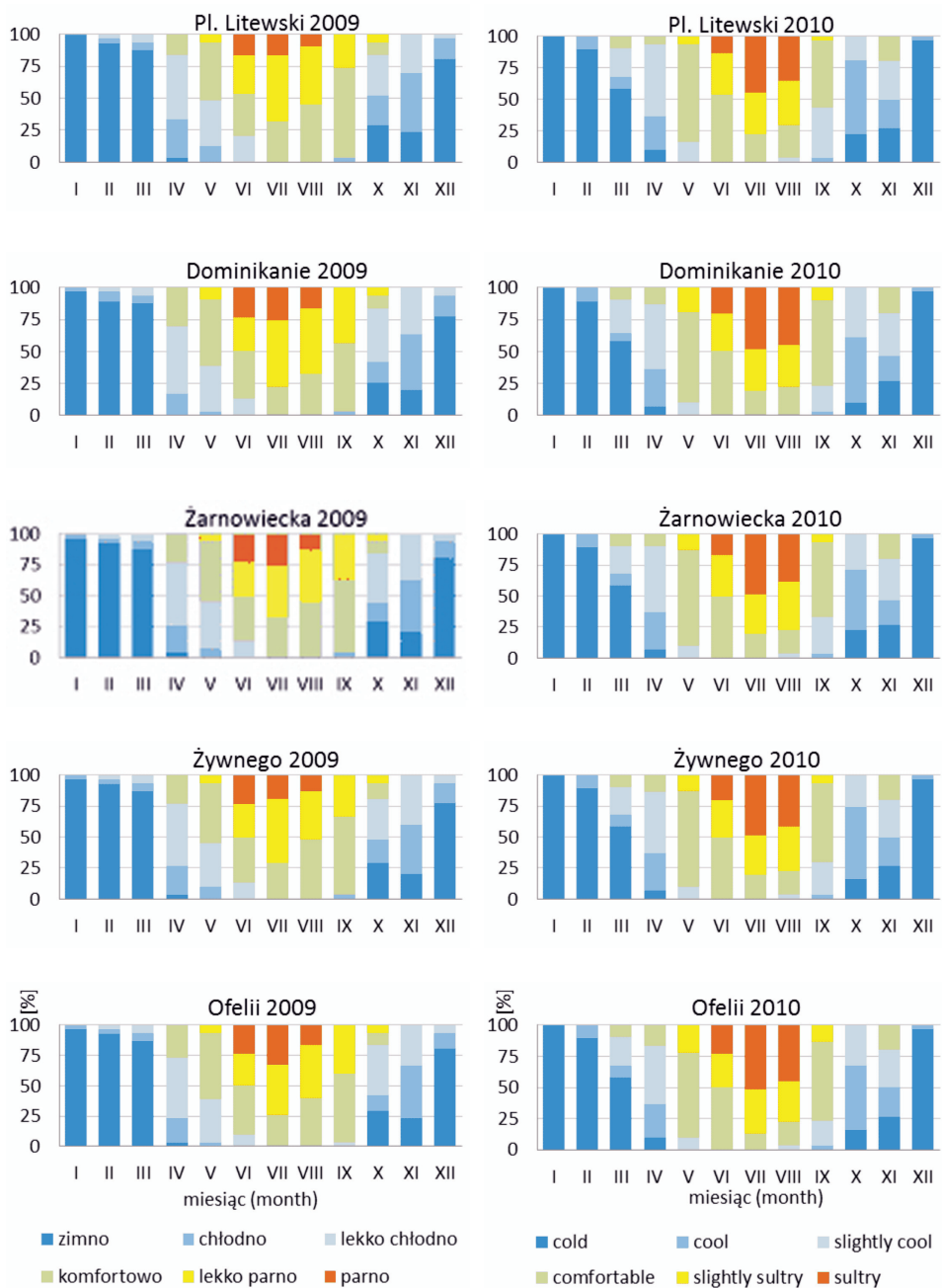
tach notowano w śródmieściu (punkt Dominikanie), a w 2010 roku na peryferiach miasta (punkt Ofelii). Wartości Tek zaliczane do tej klasy w opisywanych latach najczęściej miały miejsce w lipcu i sierpniu. Odczucia najsilniej obciążające organizm człowieka i wywołujące największe zagrożenie dla zdrowia, a więc „parno”, występowały w obydwóch latach od czerwca do sierpnia, z większą częstością w 2010 roku. Warunki takie najczęściej charakteryzowały osiedle domów jednorodzinnych (punkt Ofelii), gdzie w 2009 roku stanowiły 6%, a w 2010 roku 10% przypadków klas odczuć ciepłych w roku.

W opisywanym okresie największe średnie dobowe różnice Tek między punktem Ofelii, położonym na obrzeżach Lublina (obszar najmniej zurbanizowany), a pozostałymi miejscami pomiarowymi w mieście dotyczyły śródmieścia (ryc. 3). Różnice te, osiągające wartości 2,0–4,0°C w 2009 roku oraz 2,0–3,0°C w 2010 roku, były największe od czerwca do września, w godzinach wieczornych i nocnych. W zbliżonych terminach notowano również średnie dobowe różnice Tek między punktem Ofelii a osiedlami z wysoką zabudową (punkty Żarnowiecka i Żywnego), lecz osiągały one niższe wartości niż w ścisłym centrum miasta (1,0–2,0°C). Najmniejszymi średnimi dobowymi różnicami wielkości Tek charakteryzował się zacieniony punkt pl. Litewski. Osiedle domów jednorodzinnych charakteryzowało się wyższymi wartościami Tek niż w pozostałych opisywanych miejscach od godzin porannych do popołudniowych, szczególnie w okresie od kwietnia do września. Mogło być to wywołane położeniem stanowiska w niezacienionym miejscu, co sprzyjało nagrzewaniu powierzchni czynnej.

PODSUMOWANIE

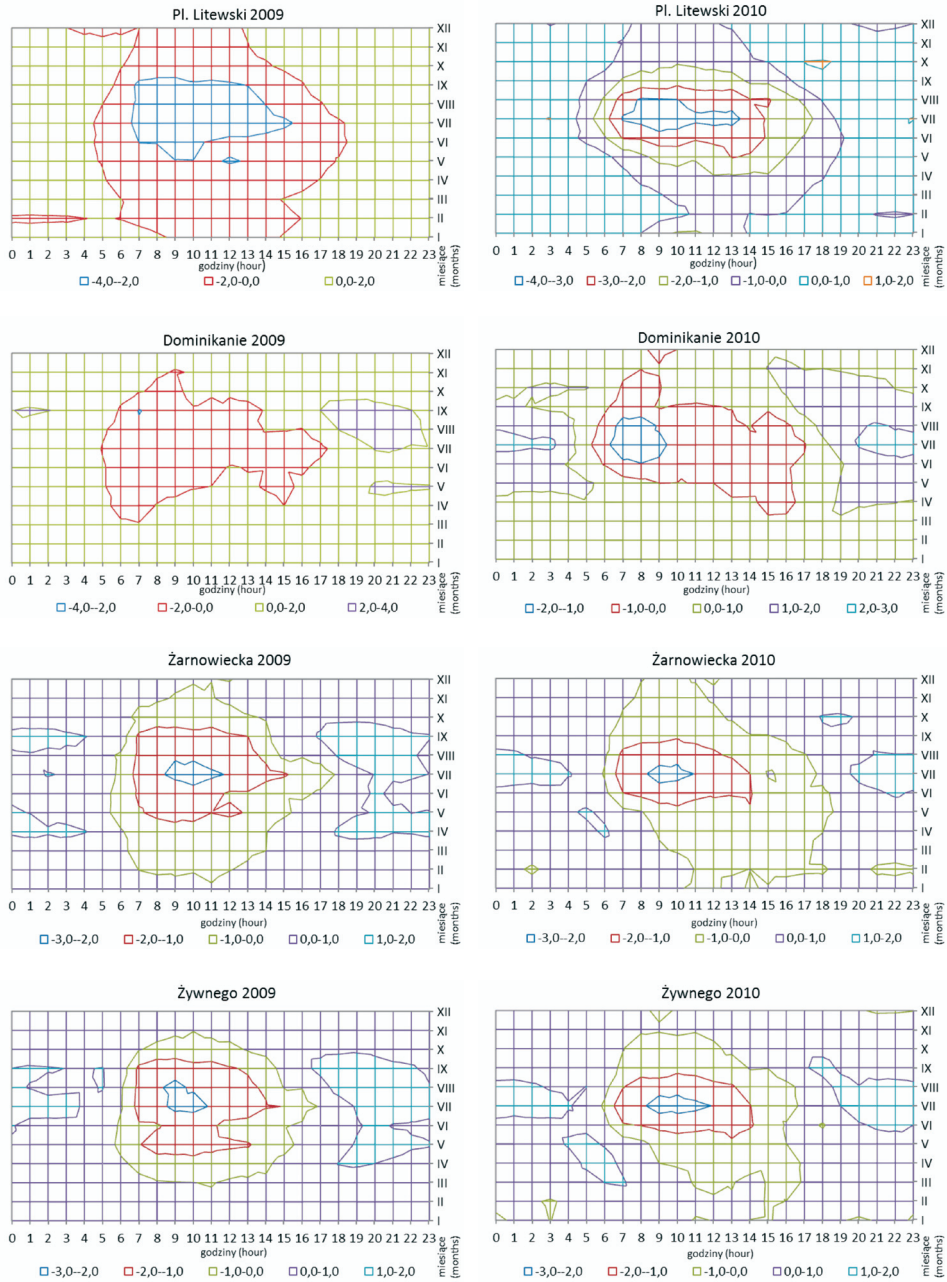
Analiza wielkości wskaźnika Tek w Lublinie w okresie 2009–2010 wykazała, iż warunki najsilniej obciążające organizm człowieka (klasa odczuć „parno”) najczęściej występowały na peryferiach miasta, na osiedlu domów jednorodzinnych (stanowisko pomiarowe Ofelii). Tak dużą częstość warunków silnie obciążających organizm człowieka w godzinach południowych w obrębie zabudowy jednorodzinnej można wiązać z niewielkim zasłonięciem horyzontu umożliwiającym duży dopływ energii słonecznej do powierzchni czynnej. Należy zwrócić uwagę, iż w obrębie śródmieścia występowały nieco bardziej sprzyjające warunki termiczno-wilgotnościowe niż na obrzeżach Lublina. Zwarta zabudowa ograniczała dopływ promieniowania słonecznego do powierzchni czynnej, a minimalny udział roślinności w pokryciu terenu sprzyjał utrzymywaniu się niskich wartości wilgotności względnej powietrza. Znalazło to odzwierciedlenie w niższych wartościach wskaźnika Tek w tej części miasta.

Odmienne warunki biometeorologiczne występowały na skwerze położonym w centrum miasta (plac Litewski). Duży udział zieleni w tej części Lublina, m.in. drzew, które powodowały silne zacienienie podłoża, wpływał na obniżenie warto-



Ryc. 2. Przebieg roczny częstości występowania odczuć ciepłych Tek (%) w punktach: pl. Litewski, Dominikanie, Żarnowiecka, Żywnego i Ofelii o godzinie 12 UTC w latach 2009 i 2010

Fig. 2. Monthly frequency of Tek (%) thermal sensation in points: Pl. Litewski, Dominikanie, Żarnowiecka, Żywnego and Ofelii at 12 UTC in 2009 and 2010



Ryc. 3. Średni dobowy przebieg różnic Tek ($^{\circ}\text{C}$) między punktami: pl. Litewski, Dominikanie, Żarnowiecka i Żywnego a Ofelii w latach 2009 i 2010

Fig. 3. Mean daily course of Tek ($^{\circ}\text{C}$) differences between points: Pl. Litewski, Dominikanie, Żarnowiecka, Żywnego and Ofelii in 2009 and 2010

ści charakterystyk biometeorologicznych w porównaniu z pozostałymi badanymi częściami miasta. Na placu Litewskim zanotowano największą częstość występowania klas odczuć cieplnych „zimno”, „chłodno” i „lekkie chłodno”. Stawiska zlokalizowane na dwóch osiedlach mieszkaniowych z wysoką zabudową (Żarnowiecka, Żywnego) cechowały zbliżone do siebie warunki biometeorologiczne. W miejscach tych, w porównaniu z innymi omawianymi obszarami miasta, o godzinie 12 UTC stosunkowo często występowały sytuacje biotermiczne najkorzystniejsze dla człowieka – klasa „komfortowo”. Jest to bardzo korzystne z uwagi na dużą liczbę mieszkańców tych części Lublina.

LITERATURA

- Błażejczyk K., 2004: *Bioklimatyczne uwarunkowania turystyki i rekreacji w Polsce*. Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 192, ss. 291.
- Błażejczyk K., Błażejczyk M., 2010: BioKlima© 2.6, *Program komputerowy*. <http://www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/BioKlima.htm>
- Błażejczyk K., Bröede P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., 2010 a: *UTCI – nowe narzędzie badania warunków bioklimatycznych w różnych skalach czasowych i przestrzennych*. Przegląd Geofizyczny, LV, 1–2, 5–19.
- Čabajova Z., 1980: *Ekvivakentna teplota na Strabskom Plese a v Bratislavie*. Acta Universitatis Lodzensis, 2, 28, 167–176.
- Cena M., Gregorczyk M., 1966: *Rozkład temperatury ekwiwalentnej na obszarze Polski*, Rocznik Nauk Rolniczych, D, 119, 191–211.
- 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.
- Gregorczyk M., 1976: *O wielkości ochładzania na obszarze Polski*. Czasopismo Geograficzne, 47, 3, 255–263.
- Hess T. M., Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., 1989: *Bioklimat Krakowa*. Prace Geograficzne 73, Prace Instytutu Geograficznego UJ 95, 7–57.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997: *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski*. Monografie IGiPZ PAN, 1, ss. 200.
- Kożuchowski K. (red.), 2000: *Pory roku w Polsce. Sezonowe zmiany w środowisku a wieloletnie tendencje klimatyczne*. Zakład Dynamiki Środowiska i Bioklimatologii Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, ss. 315.
- Kożuchowski K., 2003: *Wieloletnie zmiany warunków bioklimatycznych w okresie 1961–2000 (na przykładzie Łodzi)*. Postępy w badaniach klimatycznych i bioklimatycznych, Prace Geograficzne 188, 273–282.
- Küchne O., Matuszko D., 2002: *Differentiation of equivalent temperature in a town (with Cracow and Humburg as examples)*. Prace Geograficzne, z. 110, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 77–86.
- Matzarakis A., Rutz F., Mayer H., 2007: *Modelling radiation fluxes in simple and complex environments – application of the RayMan model*. International Journal of Biometeorology, 51: 323–334 DOI 10.1007/s00484-006-0061-8.
- Michna E., 1970: *Temperatura ekwiwalentna w Krośnie jako wskaźnik klimatu odczuwalnego*. Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, sec. A–D, 9–10, 91–92.

- Nurek T., Trapp J., Korzeniowski J., Wyszowski A., 1991: *Właściwości klimatu i bioklimatu Aglomeracji Gdańskiej*. Acta Universitatis Wratislaviensis, 1213, 299–307.
- Papiernik Ż., 2004: *Warunki bioklimatyczne Łodzi w drugiej połowie XX wieku*. Acta Geographica Lodziensis, 89, 147–159.
- Sikora S., 2008: *Bioklimat Wrocławia*. Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego, 5, Wrocław, ss. 169.
- Szyga-Pluta Sz., 2011: *Warunki bioklimatyczne Wielkopolskiego Parku Narodowego w świetle wybranych wskaźników bioklimatycznych*. Prace i Studia Geograficzne, 47, 327–334.
- Żarnowiecki G., 2002, *Zróżnicowanie bioklimatu Kielc w sezonie letnim*. Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego, 3, 109–116.

SUMMARY

In 2009–2010, in five points in Lublin, located in areas of different land use and built-up, measurements of air temperature and humidity were taken. Based on the data collected, the following elements were calculated: the difference in average monthly air temperature between the coldest point and the others, equivalent temperature (Tek) and Tek thermal sensations. Differences in average monthly air temperature in relation to the outskirts of Lublin were the highest at the point Dominikanie, in the built-up area of the old town. Most frequently “sultry” sensation was reported for the estate houses, at the point Ofelii. Different biothermal conditions were observed in the center of the city – Litewski square. It is characterized by a high proportion of vegetation. Green areas influenced the reduction of the biothermal stress compared to other points. The highest frequency of thermal sensation “cold”, “cool” and “slightly cool” were recorded there. Measurements points located in two housing estates with high buildings close to each other were characterized by similar biothermal conditions. In these areas, comparing to other discussed areas of the city, at 12 UTC relatively often there were noticed the best biothermal conditions – “comfortable” according to equivalent temperature index.