

Charakterystyka warunków biometeorologicznych w Warszawie-Ursynowie od 1 IX 1997 r. do 30 IX 1998 roku

Characteristic of biometeorological conditions in Warsaw-Ursynów since 1 IX 1997 to 30 IX 1998

Wstęp

Biometeorologia człowieka jest nauką zajmującą się badaniem wpływu pogody na stan zdrowia i samopoczucie człowieka. Przedmiotem oceny są przede wszystkim odczucia cieplne człowieka, kształtujące się pod wpływem różnych warunków meteorologicznych. Analizując warunki bioklimatyczne należy pamiętać, że na człowieka nie oddziałują pojedyncze elementy meteorologiczne, ale cały ich kompleks. Dlatego w badaniach bioklimatycznych stosuje się tzw. kompleksowe wskaźniki biometeorologiczne, które ujmują w postać wzorów empirycznych związek między wartościami kilku elementów meteorologicznych i subiektywnymi odczuciami cieplnymi ludzi poddawanych eksperymentom w komorach klimatycznych lub przebywających na otwartym powietrzu. (Kozłowska-Szczęsna i in. 1997).

Wybór wskaźników biometeorologicznych uwarunkowany jest celem jakie-

mu ma służyć dane obliczenie oraz możliwością uzyskania odpowiednich danych meteorologicznych. Wskaźniki biometeorologiczne mają różne zastosowanie, np. temperatura efektywna TE stosowana jest do oceny mikroklimatu pomieszczeń do pracy w przemyśle (fabryki, kopalnie), do opracowań charakterystyk bioklimatu różnych rejonów geograficznych i kuli ziemskiej oraz przy wyborze odpowiedniej formy klimatoterapii, jak np. helioterapii i aeroterapii. Różnorodność tych zastosowań sprawia, że interpretacja wyników jest trudna.

Odczucie termiczne u człowieka zależy nie tylko od pogody, ale także od charakteru pracy i wrażliwości na bodźce cieplne, które wynikają ze stopnia przystosowania organizmu do danego klimatu i środowiska kulturowego. Ponadto u każdego człowieka dużą rolę odgrywają czynniki fizjologiczne, tj. metabolizm, termoregulacja i temperatura skóry człowieka. Najkorzystniejsze dla człowieka warunki określa się mianem komfortu.

Występuje wówczas równowaga bilansu cieplnego organizmu między ciałem człowieka a otoczeniem. Niekorzystnie natomiast wpływają na samopoczucie człowieka i mogą prowadzić do przegrzania lub przechłodzenia organizmu warunki dyskomfortu gorącego i dyskomfortu zimnego. Organizm człowieka posiada pewną możliwość termoregulacji dostosowując się do wymiany ciepła z otoczeniem w granicach $37 \pm 2^\circ\text{C}$.

Metoda i materiał pomiarowy

Do oceny klimatu odczuwalnego w Warszawie-Ursynowie posłużono się najczęściej stosowanymi wskaźnikami biometeorologicznymi w postaci wzorów empirycznych:

- Wielkość ochładzająca powietrza $[H_s]$ – określa straty ciepła z powierzchni ciała człowieka, następujące w wyniku oddziaływania temperatury powietrza i prędkości wiatru, wyrażana jest w $\text{mcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Na jej podstawie można scharakteryzować odczuwalność cieplną osoby będącej w ruchu i ubranej stosownie do pory roku, a więc ocenić warunki do uprawiania kinezyterapii (leczenia ruchem):

$$H_s = (0,20 + 0,40 \cdot \sqrt{v}) \cdot (36,5 - t_p)$$

$$v \leq 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$H_s = (0,13 + 0,47 \cdot \sqrt{v}) \cdot (36,5 - t_p)$$

$$v > 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

gdzie:

v – prędkość wiatru $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$

t_p – temperatura powietrza $[\text{°C}]$

- Temperatura efektywna (odczuwalna) $[TE]$ obliczona wzorem A. Misonarda w $^\circ\text{C}$, która uwzględnia łączny wpływ temperatury powietrza, wilgotności powietrza i prędkości wiatru na kształtowanie się odczuwalności cieplnej człowieka:

$$TE = t - 0,4 \cdot (t - 10,0) \cdot (1 - 0,01 \cdot f),$$

$$\text{gd } v \leq 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$TE = \frac{37,0 - t}{0,68 - 0,0014 \cdot f + \frac{1,0}{1,76 + 1,4 \cdot v^{0,75}}} +$$

$$- 0,29 \cdot t (1 - 0,01 \cdot f)$$

$$\text{gd } v > 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

gdzie:

t – temperatura powietrza $[\text{°C}]$

f – wilgotność względna powietrza $[\%]$

v – prędkość wiatru na wysokości 2 m n.p.g. $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$

- Temperatura ekwiwalentna obliczona wg wzoru Robitscha $[Te]$ w $^\circ\text{C}$:

$$T_e = t + \frac{1570}{p} \cdot e$$

gdzie:

t – temperatura powietrza $[\text{°C}]$

e – ciśnienie aktualne pary wodnej $[\text{mmHg}]$

p – ciśnienie atmosferyczne $[\text{mmHg}]$

Jest to temperatura, którą przyjąłoby powietrze (przy stałym ciśnieniu), gdyby cała para wodna uległa kondensacji, a wydzielone w ten sposób ciepło parowania zostało całkowicie zużytkowane na ogrzanie powietrza suchego.

- Niedosyt fizjologiczny D [mm Hg], który stosunkowo obiektywnie pokazuje stopień parności powietrza odczuwanego przez człowieka:

$$D = E_{37} - e$$

$E_{37} = 47,0$ mm Hg – ciśnienie maksymalne pary wodnej w powietrzu w temperaturze wewnątrz ciała człowieka.

Wyżej przedstawione wskaźniki biometeorologiczne zostały wybrane ze względu na opracowaną przez M. Baranowską dla trzech z wyżej wymienionych wskaźników (TE , Te , Hs) skalę klimatu odczuwalnego dla warunków Polski. Skala ta została opracowana na podstawie badań odczucia termicznego wśród obserwatorów 36 stacji meteorologicznych w latach 1965–1967. O wyborze stacji decydował zakres pomiarów meteorologicznych i dobry stan zdrowia obserwatorów, stwierdzony na podstawie badań lekarskich. Obserwatorzy notowali odczucia termiczne podczas wykonywania pomiarów, a więc przy jednakowym wysiłku fizycznym, w naturalnych warunkach klimatycznych; byli ubrani stosownie do pory roku. Ponieważ skala M. Baranowskiej została opracowana dla warunków klimatu Polski, pozwoli na weryfikację i porównanie wyników uzyskanych za pomocą innych skal w opracowanym okresie 1 IX 97 – 30 IX 98 roku w Warszawie-Ursynowie.

- Dla wskaźnika entalpia powietrza i [kcal · kg⁻¹] posłużono się skalą odczuć cieplnych, opracowaną przez D. Brazola, której zakres obejmuje wartości:
< 2,5 – mroźno; 8,5–10,0 – optimum komfortu; > 31,0 – udar cieplny.

Dla porównania wyników skalę Brazola zastosowano również do oceny odczuć cieplnych w przypadku temperatury ekwiwalentnej, której zakres obejmuje wartości:

< 10 – mroźno; 35–40 – optimum komfortu; > 119 – udar cieplny.

- Niedosyt fizjologiczny [D], którego kryteria stopnia parności przyjmuje się za Tyczką (1959), gdzie:
< 34 mm Hg – parno; 34–40 mm Hg – komfort; > 40 mm Hg – sucho.

Obliczenia wyżej przedstawionych wskaźników biometeorologicznych wykonano kolejno dla każdego dnia z 8 wybranych terminów pomiarowych i obliczono średnie dobowe wartości oraz według odpowiedniej skali odczuć cieplnych wyznaczono odczucie cieplne. Takie same obliczenia wykonano dla średnich miesięcznych wartości wskaźników biometeorologicznych (tab. 2). Następnie zsumowano liczbę przypadków występowania poszczególnych rodzajów odczuć cieplnych dla każdego miesiąca według średnich dobowych wartości, a następnie obliczono częstość (%) występowania odczuć cieplnych dla wybranych wskaźników biometeorologicznych według miesięcy i pór roku (wiosna III–V 1998 r.; lato VI–VIII 1998 r.; jesień IX 1997 i 1998 r. –XI 1997 r.; zima XII–II 1997/1998 r.) (tab. 1). Ponadto z całego opracowanego okresu dla każdej z pór roku wybrano dwa różne dni, dla których szczegółowo przedstawiono dobowe przebiegi wybranych elementów meteorologicznych i obliczonych wskaźników biometeorologicznych z przypisanymi im odpowiednimi odczuciami cieplnymi w wybranych skalach klimatu odczuwalnego (tab. 3). Dane

meteorologiczne wykorzystane do niniejszego opracowania pochodzą ze stacji meteorologicznej SGGW Warszawa-Ursynów z 1 IX 1997 r. – 30 IX 1998 r. Przyjęto następujące terminy pomiarowe: 100, 400, 700, 1000, 1300, 1600, 1900 i 2200 CSE.

Wyniki opracowań

W opracowanym okresie 1 IX 97 – 30 IX 98 r. w Warszawie-Ursynowie warunki biometeorologiczne były bardzo zróżnicowane zarówno w ciągu doby, miesiąca, pory roku i roku. W tabeli 2. zostały przedstawione średnie miesięczne wartości poszczególnych wskaźników biometeorologicznych i odpowiadające im odczucia cieplne według skal odczuć cieplnych. Widzimy, że w przypadku niedosytu fizjologicznego D w ciągu roku dominuje odczucie suchości, szczególnie zaznaczające się zimą przez wszystkie miesiące, a najkorzystniejsze warunki w odczuciu ciepłym – komfortu wystąpiły latem, a także w maju i we wrześniu 1997 i 1998 r. Wskaźniki temperatury ekwiwalentnej Te (średnie miesięczne) zostały sklasyfikowane według różnych skal: Baranowskiej i Brazola. Można stwierdzić, że rodzaje odczuć cieplnych wyznaczone według tych skal są podobne. Całkowita zgodność występuje w maju, czerwcu i lipcu 1998 r. Na przykład w maju według skali Baranowskiej wystąpiło odczucie komfortu, a u Brazola warunki przyjemnego chłodu, co odpowiada odczuciu komfortu termicznego. Ogólnie można stwierdzić, że najbardziej zbliżone odczucia cieplne w obu skalach wystą-

piły wiosną, ale i w pozostałych miesiącach nie różnią się znacznie. Dla wskaźnika temperatury efektywnej TE odczucia cieplne są bardzo podobne jak w dwóch wyżej opisanych wskaźnikach, mianowicie prawie przez pół roku występowały warunki komfortu (IV–IX), wyjątkiem był czerwiec – „ciepły”, a przez drugą połowę roku dominowało odczucie „chłodu” (X–III) oprócz stycznia 1998 r. Podobną tendencję oceny odczuć cieplnych można zauważyć w przypadku dwóch kolejnych wskaźników, tj. entalpia powietrza i ochładzanie suche powietrza. W tabeli 1 została przedstawiona częstość [%] występowania poszczególnych rodzajów odczuć cieplnych wyznaczonych dla wybranych wskaźników biometeorologicznych według różnych skal odczuć cieplnych dla miesięcy i pór roku w Warszawie-Ursynów 1 IX 1997–30 IX 1998 r.

Według wskaźnika niedosytu fizjologicznego D miesiącem o największej częstości występowania odczucia parności był czerwiec (43,3%), o największej częstości występowania odczucia komfortu wrzesień 1998 r. (96,7%) i odczucia suchości styczeń i marzec (100%). Natomiast najbardziej komfortową porą roku było lato (69,4% dni) i jesień (57,9%), a najbardziej uciążliwą zima (94,3% dni) z odczuciem suchości.

Dla temperatury efektywnej TE odczucia cieplne dla poszczególnych miesięcy kształtowały się w następujący sposób: miesiącem o odczuciu ciepłym najbardziej komfortowym był wrzesień 1998 r. (63,4%), najmniej październik 1997 r. (12,9%). Miesiącami o bardzo skrajnych odczuciach cieplnych, a zara-

zem nie mieszczących się w skali Baranowskiej były: odczucie upału w czerwcu (6,7%) i lipcu (3,2%) oraz mroźno w październiku (22,6%), listopadzie, grudniu, lutym, a nawet jeden dzień z odczuciem – mroźno wystąpił w marcu i maju. Bardzo dobre warunki biometeorologiczne (komfortu) wystąpiły zimą 44,1%, pozostałe pory roku (ok. 30%), a niezwykle mroźną w odczuciu cieplnym porą roku była jesień, aż 6,5% dni, której wartości nie mieściły się w skali klimatu odczuwalnego według Baranowskiej.

Dla ochładzania suchego najbardziej komfortowym miesiącem w skali odczuć cieplnych był kwiecień (50% dni). Miesiącami z odczuciem gorąco najczęściej było we wrześniu 1997 r. (13,3%) oraz maju (6,5%) i lipcu (6,4%), a miesiącami z największą częstością odczucia mroźno były: luty (39,3%), marzec (38,7%) i październik (29%). W miesiącach tych odczucie mroźno było szczególnie uciążliwe i został utworzony dodatkowy przedział odczuć cieplnych – mroźno.

Według pór roku najczęściej odczuć komfortu wystąpiło wiosną (23,1%) oraz latem (21,8%), jednak wiosną było stosunkowo dużo dni z odczuciem mroźno (16,2%), a w lecie dużo dni zimnych (utworzony dodatkowy przedział odczuć cieplnych – zimno) 32,4% dni. Jesienią poza skalą wystąpiło 10,6% dni o odczuciu mroźno i najczęściej z wszystkich pór roku dni z odczuciem chłodu 33,1%.

Dla temperatury ekwiwalentnej T_e zostały użyte jak już wspomniano wyżej dwie skale odczuć cieplnych: Baranowskiej i Brazola. Najbardziej komfortowym miesiącem według skali Baranowskiej był grudzień 41,9% tj. 13 dni

w miesiącu, w czasie których było bardzo przyjemnie, a według skali Brazola najbardziej komfortowym miesiącem był czerwiec 33,3%, tj. 10 dni. Miesiącem o dużej częstości wystąpienia odczucia mrozu był nietypowy miesiąc marzec 22,6%, w którym wartości wychodziły poza skalę Baranowskiej oraz październik 19,3%. Według skali Brazola było podobnie: w marcu 54,8% i w listopadzie 46,6%. Najwięcej dni z odczuciem cieplnym komfortu było zimą 34,4% dni komfortowych, najmniej jesienią – 10% dni komfortowych. Jesień ogólnie była odczuwana jako zimna 47,3%, wiosna jako ciepła 25,2%, a lato dość chłodne 20,5%, a nawet zimne 33,3%.

Ostatnim wskaźnikiem jest entalpia powietrza. Według skali Brazola najbardziej komfortowymi były miesiące letnie (VI–VIII) 25%, najbardziej uciążliwymi miesiące zimowe o odczuciu cieplnym mroźno 36,2%, upalnymi miesiące letnie (VI–VIII) 22,9%.

W tabeli 3. zamieszczono dobowe przebiegi wybranych wskaźników biometeorologicznych i ocenę odczuć cieplnych i suchości przez człowieka przebywającego na wolnym powietrzu, ubranego stosownie do pory roku, wykonującego lekką pracę fizyczną dla wybranych dni z opracowanego okresu.

Jesień. Dzień 2 IX 97 r. był słonecznym, gorącym dniem jesiennym. Wysoka temperatura powietrza i bardzo słaby wiatr sprawiały, że w tym dniu odczucia cieplne nie spadły poniżej – odczucia ciepła. Warunki bioklimatyczne były najbardziej uciążliwe w ciągu dnia (10^{00} – 19^{00}), niż wieczorem, np. według wskaźnika i było upalnie, H_s – gorąco, T_e – upalnie

TABELA 1. Częstość [%] występowania poszczególnych rodzajów odczuć cieplnych wyznaczonych na podstawie wybranych wskaźników biometeorologicznych wg różnych skal odczuć cieplnych dla miesięcy i pół roku w Warszawie-Ursynowie I IX 97 r. – 30 IX 98 r.

TABLE 1. Frequency [%] of individual kinds of thermal feelings calculated on the base biometeorological indices according different scales of thermal feelings for months in Warsaw-Ursynów I IX 97–30 IX 98

Niedosyt fizjologiczny wg skali odczuć cieplnych S. Tyczki/ Physiological saturation deficit according to S. Tyczka scale of thermal feelings

Odczucie cieplne/ thermal feeling	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IX-XI	XII-II	III-V	VI-VIII
Parno/ sultrity - p	10,0									43,3	35,5	12,9	3,3	3,3			30,6
Komfort/ comfort - k	70,0	38,7	26,7	6,5	10,7			53,3	80,6	56,7	64,5	87,1	96,7	57,9	5,7	44,6	69,4
Sucho/ dry - s	20,0	61,3	73,3	93,5	100,0	89,3	100,0	46,7	19,4					38,8	94,3	55,4	

Ochładzanie suche wg skali odczuć cieplnych M. Baranowskiej \ Cooling power according to M. Baranowska scale of thermal feelings

Odczucie cieplne/ thermal feeling	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IX-XI	XII-II	III-V	VI-VIII
Upalnie/ heat - u																	
Gorąco/ hot - g	13,3								6,5		6,4			3,3		2,2	2,1
Ciepło/ warm - c	30,0	3,2	25,8					6,7	32,2	43,3	9,7	9,7	10,0	10,8	1,6	12,9	20,9
Komfortowo/ comfortable - k	20,0	3,2	20,0	12,9	19,4	7,1	3,2	50,0	16,1	23,3	19,4	22,6	33,3	19,2	10	23,1	21,8
Chłodno/ cool - ch	33,3	22,6	43,3	42,0	25,8	21,4	42,0	13,3	22,6	16,7	29,0	22,6	33,3	33,1	31,7	26,0	22,8
Zimno/ cold - z	3,4	42,0	23,3	29,0	12,9	32,2	16,1	26,7	16,1	16,7	35,5	45,1	23,4	23,0	30,6	19,6	32,4
Mroźno/ frost - m		29,0	13,4	12,9	16,1	39,3	38,7	3,3	6,5					10,6	26,1	16,2	

Temperatura efektywna wg skali odczuć cieplnych M. Baranowskiej/ Effective temperature according to M. Baranowska scale of thermal feelings

Odczucie cieplne/ thermal feeling	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IX-XI	XII-II	III-V	VI-VIII
Upalnie/ heat - u										6,7	3,2						3,3
Gorąco/ hot - g	3,3		10,0						22,6	23,3	6,5	6,5	3,3			7,5	12,1
Ciepło/ warm - c	13,4	3,2		9,7	29,0	14,3	30,0	30,0	22,6	26,7	29,0	19,3	4,2	12	17,5	25	
Komfortowo/ comfortable - k	36,7	12,9	20,0	41,9	41,9	46,4	19,4	36,7	35,5	30,0	29,0	35,6	63,4	33,2	44,1	30,5	31,5
Chłodno/ cool - ch	43,3	41,9	36,7	29,0	12,9	25,0	48,4	23,3	6,4	10,0	25,8	19,3	33,3	38,8	27	26,1	18,4
Zimno/ cold - z	3,3	19,4	30,0	6,5	9,7	3,6	29,0	10,0	9,7	3,3	6,5	19,3	3,3	14	5,1	16,2	9,7
Mroźno/ frost - m		22,6	3,3	12,9	6,5	10,7	3,2		3,2				6,5	11,8		2,2	

Temperatura ekwiwalentna wg skali odczuć cieplnych M. Baranowskiej\ Equivalent temperature according to M. Baranowska scale of thermal feelings

Odczucie cieplne/ thermal feeling	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IX-XI	XII-II	III-V	VI-VIII
Upalnie/ heat - u											27						8,9
Gorąco/ hot - g		6,5	3,3				3,2		23	30	3,2	3,2	2,4			8,6	12,1
Ciepło/ warm - c		6,5	10	19	41,9	50	6,5	43	26	6,7	6,5	3,2	4,1	37,1	25,2	5,5	
Komfortowo/ comfortable - k		6,5	23	42	29	32	6,5	33	29	30	19	9,7	10	10	34,4	23	19,7
Chłodno/ cool - ch	30	32	17	16	6,5	7,1	29	17	16	6,7	29	25,8	13,3	23	9,9	20,6	20,5
Zimno/ cold - z	70	29	43	9,7	19,4	3,6	32,2	6,7	6,5	42	58,1	46,7	47,3	10,9	15,1	33,3	
Mroźno/ frost - m		19	3,4	13	3,2	7,1	22,6						30	13,2	7,7	7,5	

Tabela 1. cd. / Table 1. Cont.

Temperatura ekwiwalentna wg skali odczuć cieplnych D. Brazola \ Equivalent temperature according to D. Brazola scale of thermal feelings

Odczucie cieplne/ thermal feeling	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IX-XI	XII-II	III-V	VI-VIII
Mroźno/ frost- m	19	47	39	32,2	18	54,8											
Zimno/ cold - z	19	17	39	45,2	29	25,8											
Umiarkowanie zimno/restrainedly	10	29	17	23	22,6	46	16,2	37	13	3,3	16,1	60	28,9	16,5	29,6	21,9	6,5
Chłodno/ cool - ch	83	16	13			7,2	3,2	37	19	32	29	26,6	34,9	2,4	2,4	19,7	20,4
Przyjemnie chłodno/ pleasantly cool - pch	6,7	3,2	6,6					27	29	10	26	35,6	6,7	5,8		18,6	23,8
Optimum komfortu/ optimum																	
comfort - ok Przyjemnie ciepło/pleasantly	6,4							100	16	33	19	12,9	6,7	3,3		5,4	21,8
warm - pc Bardzo ciepło/ very warm - bc	6,4								23	3,3	13	3,2		1,6		7,5	6,5
Upalnie/heat - u Parno/ sultrity - p										20	6,4	3,2					9,9
Nieznosny upał/ unbearable heat - nu										33							11,1
Udar cieplny/ heatstroke - uc																	

Entalpia powietrza wg skali odczuć cieplnych D. Brazola \ Enthalpy of air according to D. Brazola scale of thermal feelings

Odczucie cieplne/ thermal feeling	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IX-XI	XII-II	III-V	VI-VIII
Mroźno/ frost - m		19,4	46,6	51,6	35,5	21,4	64,6							16,5	36,2	21,4	
Zimno/ cold - z		16,0	16,7	25,8	38,7	25,0	16,1	3,3						8,2	29,8	6,5	
Umiarkowanie zimno/restrainedly																	
cool - uz	20,0	32,3	16,7	22,6	25,8	46,4	16,1	40,0	12,9				3,3	18	31,6	23	
Chłodno/ cool - ch						7,2	3,2	40,0	25,7	3,3		9,7	33,3	25,7	2,4	23	4,3
Przyjemnie chłodno/ pleasantly cool - pch																	
Optimum komfortu/ optimum comfort - ok	16,7	3,2	3,3					16,7	22,6	20,0	6,5	25,7	26,7	12,5		13,1	17,4
Przyjemnie ciepło/pleasantly warm - pc																	
Bardzo ciepło/ very warm - bc																	
Upalnie/heat - u	10,0																
Parno/ sultrity - p																	
Nieznosny upał/ unbearable heat - nu																	
Udar cieplny/ heatstroke - uc																	

TABELA 2. Średnie miesięczne wartości wskaźników biometeorologicznych i odczuć cieplnych wg wybranych skal odczuć cieplnych w Warszawie-Ursynowie 1 IX 97 r. – 30 IX 98 r.

TABLE 2. Mean monthly values of biometeorological indices and thermal feelings according some scales of thermal feelings in Warsaw-Ursynów 1 IX 97 – 30 IX 98

	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Wskaźniki biometeorologiczne													
Biometeorological indices													
<i>D</i>	38,2 k	40,5 s	41,7 s	42,7 s	42,8 s	42,0 s	43,2 s	40,1 s	38,5 k	34,5 k	34,7 k	35,8 k	37,5 k
<i>Te₁</i>	27,0 z	20,4 ch	14,5 ch	9,0 ch	9,7 k	14,3 k	10,2 ch	25,4 k	33,3 k	45,4 g	33,7 ch	31,0 z	25,5 z
<i>Te₂</i>	ch	uz	z	m	m	z	z	ch	p	b	pch	pch	ch
									c	c			
									h				
<i>TE</i>	10,6 k	-0,8 ch	-4,0 ch	-8,0 ch		-6,3 ch	-5,5 ch	4,4 k	9,9 k	14,3 c	13,8 k	12,2 k	9,3 k
<i>i</i>	7,7 pch	4,9 uz	3,4 z	2,1 m	2,3 m	3,4 z	2,4 m	6,1 ch	8,0 pch	11,0 pc	10,8 pc	9,9 ok	8,2 pch
<i>Hs</i>	12,2 k	24,7 z	24,4 ch	27,9 ch		31,4 z	28,5 z	19,8 ch	15,9 k	12,8 k	13,8 ch	14,8 ch	15,4 ch

TABELA 3. Wartości elementów meteorologicznych, wskaźników biometeorologicznych oraz ocena klimatu odczuwanego dla wybranych dni w Warszawie-Ursynowie 1 IX 97 – 30 IX 98 r.

TABLE 3. Values of meteorological elements, biometeorological indices, and an assessment of sensed climate for selected days in Warsaw-Ursynów 1 IX 97 r. – 30 IX 98 r.

Date	godz. hour	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>v</i>	<i>p</i>	<i>i</i>	<i>Hs</i>	<i>D</i>	<i>Te</i>	<i>TE</i>							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2 IX 97	1	16,7	95,4	13,7	0,0	755,9	10,9	pc	4,0	g	33,3	p	45,2	c	bc	16,6	c
	4	15,8	95,2	12,9	0,0	755,8	10,3	pc	4,1	g	34,1	k	42,6	c	pc	15,7	c
	7	16,3	96,9	13,6	0,2	756,0	10,8	pc	7,8	g	33,4	p	44,6	c	pc	16,2	c
	10	21,7	76,5	15,1	0,7	756,0	12,9	u	7,8	g	31,9	p	53,1	u	u	19,1	g
	13	24,1	61,2	14,0	0,9	756,1	12,9	u	7,1	g	33,0	p	53,2	u	u	20,3	g
	16	23,5	62,0	13,7	0,6	756,1	12,6	u	6,5	g	33,3	p	51,9	g	u	20,5	g
	19	20,6	74,5	13,7	0,0	756,1	11,9	bc	3,2	u	33,3	p	49,1	g	bc	19,5	g
	22	18,5	71,6	11,6	0,2	756,3	10,3	pc	7,0	g	35,4	k	42,5	c	pc	17,5	c

22 X 97	1	-0,9	74,1	3,2	2,1	756,8	1,3	m	30,5	m	43,8	s	5,6	m	-9,6	m
	4	-0,9	75,2	3,2	1,8	756,0	1,4	m	28,3	m	43,8	s	5,7	m	-8,6	m
	7	0,2	73,9	3,4	1,1	755,5	1,7	m	22,3	z	43,6	s	7,3	m	-4,5	z
	10	3,9	62,3	3,8	2,0	754,7	2,8	z	25,8	z	43,2	s	11,8	z	-3,0	z
	13	5,8	45,8	3,2	3,1	753,6	3,0	z	29,5	m	43,8	s	12,4	z	-2,2	z
	16	5,0	51,8	3,4	2,0	752,5	2,9	z	25,0	z	43,6	s	12,1	z	-1,3	z
	19	4,2	55,6	3,4	1,6	750,5	2,7	z	23,6	z	43,6	s	11,4	z	-1,4	z
	22	3,1	63,1	3,6	2,2	749,5	2,5	m	27,6	m	43,4	s	10,7	m	-4,4	z
17 XII 97	1	-18,6	58,3	0,5	3,1	774,0	-4,2	m	52,9	m	46,5	s	-17,6	m	-30,6	m
	4	-19,5	61,3	0,5	2,4	773,8	-4,4	m	48,2	m	46,5	s	-18,5	m	-29,9	m
	7	-19,3	68,2	0,6	2,2	772,2	-4,4	m	46,2	m	46,4	s	-18,1	m	-30,1	m
	10	-16,4	62,5	0,7	2,8	771,2	-3,6	m	48,8	m	46,3	s	-15,0	m	-28,0	m
	13	-11,9	52,1	0,9	2,8	769,8	-2,4	m	44,6	m	46,1	s	-10,2	m	-21,4	m
	16	-13,8	60,0	0,8	2,6	768,2	-2,9	m	44,9	m	46,2	s	-12,1	m	-24,0	m
	19	-15,5	64,6	0,8	2,2	767,0	-3,3	m	43,0	m	46,2	s	-13,9	m	-25,2	m
	22	-16,8	75,5	0,8	2,0	766,0	-3,6	m	42,3	m	46,2	s	-15,2	m	-27,6	m
25 II 98	1	4,1	67,5	4,1	1,9	761,0	3,0	z	25,3	ch	42,9	s	12,7	k	-2,9	k
	4	1,1	72,7	3,6	1,5	763,0	2,0	m	24,9	ch	43,4	s	8,5	ch	-5,2	k
	7	0,2	74,8	3,5	1,6	763,3	1,8	m	26,5	ch	43,5	s	7,4	ch	-6,8	ch
	10	2,9	55,5	3,1	2,1	766,0	2,2	m	27,4	ch	43,9	s	9,3	ch	-4,0	k
	13	5,6	41,8	2,9	1,7	766,3	2,8	z	23,0	k	44,1	s	11,4	k	0,4	c
	16	6,6	43,4	3,2	1,6	766,1	3,2	z	21,8	k	43,8	s	13,1	k	1,5	c
	19	5,1	57,0	3,8	2,0	765,8	3,1	z	24,9	ch	43,2	s	12,8	k	-1,4	k
	22	4,9	63,1	4,1	2,7	764,8	3,2	z	28,5	z	42,9	s	13,3	k	-3,4	k
3 III 98	1	3,5	78,5	4,6	4,1	746,5	3,1	z	35,8	m	42,4	s	13,2	ch	-8,3	z
	4	4,0	70,8	4,3	5,6	747,0	3,1	z	40,4	m	42,7	s	13,1	ch	-8,8	z
	7	3,5	80,2	4,7	4,2	748,0	3,2	z	36,0	m	42,3	s	13,4	ch	-8,6	z
	10	6,8	79,7	5,9	4,0	748,4	4,6	uz	31,7	m	41,1	s	19,2	k	-4,0	ch
	13	7,2	85,0	6,5	3,8	748,2	5,0	uz	30,8	z	40,5	s	20,8	k	-3,6	ch
	16	7,3	89,8	6,9	2,1	747,7	5,2	uz	23,8	ch	40,1	s	21,8	c	-0,8	k
	19	8,1	79,4	6,4	3,1	746,0	5,2	uz	27,0	z	40,6	s	21,7	c	-1,1	k
	22	6,9	91,3	6,8	2,8	744,0	5,0	uz	27,0	z	40,2	s	21,3	c	-2,7	ch

tabela 3. cd
table 3. cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
28 V 98	1	12,8	88,5	8,5	0,3	751,2	7,3	ch	9,8	c	38,5	k	30,5	k	pch	12,1	c
	4	11,7	94,4	9,8	1,0	751,6	7,7	pch	14,9	k	37,2	k	32,1	k	pch	7,6	k
	7	19,0	75,3	12,5	0,1	752,0	10,9	pc	5,4	g	34,5	k	45,2	g	bc	18,1	g
	10	25,9	45,6	11,7	0,8	752,5	12,1	u	5,9	g	35,3	k	50,2	u	u	21,3	u
	13	26,8	40,1	10,8	1,3	752,5	11,9	bc	6,4	g	36,2	k	49,4	u	bc	21,2	u
	16	27,5	33,7	9,5	1,7	753,0	11,4	bc	6,7	g	37,5	k	47,3	u	bc	21,1	u
	19	23,8	47,6	10,7	2,4	752,9	11,1	bc	10,9	c	36,3	k	46,1	u	bc	17,6	g
	22	18,4	65,9	10,6	1,6	753,0	9,7	ok	13,0	k	36,4	k	40,4	g	pc	13,5	c
3 VIII 98	1	21,9	96,2	19,2	1,1	754,2	15,1	u	9,0	k	27,8	p	44,4	c	pc	19,1	g
	4	21,5	95,1	18,6	2,0	753,2	14,6	u	11,9	k	28,4	p	43,3	c	pc	17,1	c
	7	23,9	88,2	20,0	1,6	753,9	16,0	u	9,2	k	27,0	p	47,3	g	bc	20,2	g
	10	29,4	70,7	22,3	1,8	753,6	18,6	u	5,5	g	24,7	p	55,5	u	u	25,4	u
	13	30,6	61,4	20,8	4,0	754,4	18,1	u	6,3	c	26,2	p	54,9	u	u	25,3	u
	16	29,1	63,4	19,6	2,4	754,7	17,1	u	6,4	c	27,4	p	52,1	g	u	24,2	u
	19	25,1	72,3	17,7	2,4	754,4	15,1	u	9,7	k	29,3	p	45,9	c	bc	20,3	g
	22	22,9	82,0	17,5	3,0	754,7	14,4	u	12,8	ch	29,5	p	43,3	c	pc	17,4	c
28 VIII 98	1	8,3	90,9	7,5	1,7	748,9	5,7	uz	21,0	z	39,5	k	17,1	z	uz	1,5	z
	4	8,0	91,0	7,3	1,1	748,5	5,6	uz	17,5	z	39,7	k	16,7	z	uz	3,2	z
	7	9,5	90,6	8,1	1,7	748,5	6,3	ch	20,1	z	38,9	k	19,0	z	uz	2,9	z
	10	13,5	74,9	8,7	2,7	748,9	7,6	pch	20,7	z	38,3	k	23,8	z	uz	6,2	z
	13	14,0	62,6	7,6	3,0	749,0	7,1	ch	21,2	z	39,4	k	22,9	z	uz	6,5	z
	16	16,2	54,1	7,5	3,1	749,0	7,7	pch	19,5	z	39,5	k	25,1	z	ch	8,9	ch
	19	13,1	74,2	8,4	2,2	749,3	7,4	ch	19,4	z	38,6	k	23,0	z	uz	6,5	z
	22	12,6	80,3	8,8	2,0	749,7	7,4	ch	18,9	z	38,2	k	23,0	z	uz	6,2	z

t – temperatura powietrza [$^{\circ}\text{C}$], f – wilgotność względna [%], e – ciśnienie aktualne pary wodnej [mm Hg], p – ciśnienie atmosferyczne [mm Hg],
 v – prędkość wiatru [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$];
 t – air temperature [$^{\circ}\text{C}$], f – relative humidity [%], e – water vapour pressure [mm Hg], p – atmospheric pressure [mm Hg], v – wind speed [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
dalsze objaśnienia jak w tabeli 1
other explanation see table 1.

i gorąco, czy także bardzo ciepło według skali Brazola i *TE* – gorąco. Niedośyt fizjologiczny jako wskaźnik parności wskazywał w ciągu całego dnia odczucie parności oprócz godzin nocnych i rannych, gdzie warunki odczuwalne były komfortowe. Zupełnie innym dniem był drugi wybrany dzień jesieni 22 X 97 r. w którym temperatura powietrza była bardzo niska ($-0,9^{\circ}\text{C}$ o godz. 1^{00} – $5,8^{\circ}\text{C}$ o godz. 13^{00}), wiał umiarkowanie silny wiatr i zaznaczył się dość znaczny spadek ciśnienia atmosferycznego ($756,8-749,5$ mm Hg). To spowodowało odczucie suchości według skali Tyczki przez cały dzień. Uciążliwe warunki meteorologiczne sprawiły także, że wartości wskaźników biometeorologicznych według skali Baranowskiej pomiędzy godz. $1^{00}-7^{00}$ nie mieściły się w powyższej skali. Utworzono więc dodatkowy przedział odczuć cieplnych – mroźno. W późniejszych godzinach aż do godz. 22^{00} zgodnie, we wszystkich wskaźnikach biometeorologicznych były odczuwane warunki termiczne jako zimno. Wyjątek stanowiło *Hs* o godz. 13^{00} , gdzie uczucie to wzmogło się i było odczuwane jako mroźno.

Zima. Dzień 17 XII 97 r. był szczególnie mroźny, gdyż temperatura powietrza w nocy spadła do około -19°C , z umiarkowanie silnym wiatrem i malejącym ciśnieniem atmosferycznym. Natomiast 25 II 98 r. było ciepło jak na tę porę roku (temperatura powietrza powyżej 0°C) i wiał słaby wiatr. W obu dniach wskaźnik niedosytu fizjologicznego wskazywał odczucie suchości, ze względu na małą wilgotność względną i dość słaby wiatr. 17 XII 97 r. prawie wszystkie wskaźniki wskazywały zgodnie odczucie

termiczne – mroźno przez całą dobę, z zaznaczeniem, że według skali Baranowskiej przedział mroźno został utworzony dodatkowo ze względu na zbyt małe wartości wskaźników biometeorologicznych, które nie mieściły się w skali. 25 II 98 r. odczucia cieplne były bardziej zróżnicowane w ciągu dnia. Wskaźniki *Hs*, *Te* i *TE* skali Baranowskiej wskazywały w ciągu dnia podobne odczucia cieplne – komfortu, a nawet ciepła (przedział utworzony dodatkowo) w *TE*. Natomiast wieczorem i w nocy warunki były mniej sprzyjające od chłodno do mroźno (mroźno wg skali Brazola).

Wiosna. 3 III 98 r. temperatura powietrza wynosiła od $3,5-7,3^{\circ}\text{C}$, wiał dość silny wiatr (ok. $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), ciśnienie atmosferyczne było niskie i wykazywało tendencję malejącą oraz wystąpiły opady deszczu. Według wskaźnika niedosytu fizjologicznego dzień odczuwany był jako suchy. W godzinach nocnych największą zgodność oceny uzyskuje się między wskaźnikami *i*, *Te*, *TE* (odczucie zimna). Wskaźnik *Hs* pokazuje bardziej skrajne odczucie – mroźno. W ciągu dnia występowały znaczne różnice pomiędzy wskaźnikami, większą czułość w ciągu dnia wykazują *TE* i *Hs*, które obliczane są wzorami uwzględniającymi większą liczbę parametrów, przede wszystkim prędkość wiatru. Według *TE* w godz. $10^{00}-13^{00}$ i o 22^{00} występowało odczucie chłodu, a między $16^{00}-19^{00}$ komfortu. Natomiast według wskaźnika *Hs* o godz. 16^{00} wystąpiło odczucie chłodu, a o godz. 13^{00} i popołudniu odczucie zimna. Natomiast 28 V 98 r. pod względem warunków meteorologicznych był odmienny od poprzedniego dnia. Temperatura powietrza była znacznie wyższa od dnia poprze-

dniego, wręcz nietypowa dla tej pory roku (o godz. 13⁰⁰ wynosiła 26,8°C), wiał słaby wiatr, a wilgotność względna była bardzo mała. Wskaźnik *D* pokazywał w tym dniu odczucie komfortu. Pod względem odczuć cieplnych według wybranych wskaźników dzień ten był bardzo zróżnicowany. W ciągu dnia zgodne odczucia ciepłe (upału) przedstawiały wskaźniki *TE* i *Te*. Pozostałe były bardzo zbliżone, *Hs* wskazywało gorąco, *i* – od przyjemnie ciepło o godz. 7⁰⁰ przez upalnie o godz. 10⁰⁰ i do końca dnia bardzo ciepło. Wieczorem i w nocy warunki termiczne były mniej uciążliwe i w wielu wskaźnikach pojawiły się odczucia komfortu, ciepła czy przyjemnego chłodu według skali Brazola.

Lato. W dniach 3 i 28 VIII 98 r. przebiegi dobowe wilgotności względnej i prędkości wiatru były podobne. Najbardziej zróżnicowana była temperatura powietrza, która była wyższa 3 VIII 98 r. i wynosiła około 30°C o godz. 13⁰⁰. Pod względem wskaźnika suchości *D* 3 VIII 98 r. był dniem parnym, a 28 VIII 98 r. komfortowym. W ciągu dnia 3 VIII 98 r. wskaźniki zgodnie wskazywały odczucie upału *TE*, *Te* oraz *i* (przez całą dobę). Bardziej zróżnicowane odczucia wskazywało *Hs*. Nocą wskaźniki były bardziej zróżnicowane i warunki były komfortowe *Hs* lub zbliżone do tego odczucia. 28 VIII 98 r. panowały przez cały dzień bardziej stabilne odczucia ciepłe. Zgodne były odczucia (zimna) w *TE*, *Te* i *Hs*. Odczucie zimna o tej porze roku jest bardzo nietypowe i przedział ten jest również utworzony dodatkowo. Inaczej i bardziej zróżnicowanie przedstawiają się odczucia ciepłe w *i* oraz *TE* w których została zastosowana skala Brazola.

Podsumowanie i wnioski

1. Najbardziej komfortową porą roku w opracowanym okresie 1 IX 97–30 IX 98 r. pod względem odczucia wilgotności według wskaźnika niedosytu fizjologicznego *D* było lato (69,4% dni), najmniej zima (5,7%).
2. Pod względem odczuć cieplnych człowieka ubranego stosownie do pory roku najbardziej komfortową porą roku zgodnie ze wskaźnikami *TE* i *Te* była zima. Natomiast najbardziej uciążliwą zarówno pod względem dyskomfortu zimnego – wiosna, lato; jak i dyskomfortu gorącego – lato.
3. Na szczególną uwagę pod względem nietypowych odczuć cieplnych zasługują takie miesiące jak:
 - bardzo ciepły czerwiec 1998 r., w którym według wskaźnika *Te* było 8 dni upalnych (26,6% według skali Baranowskiej i 33,4% według skali Brazola), według wskaźnika *TE* było odczuwane ciepło, a według pozostałych wskaźników były odczuwane warunki komfortu termicznego.
 - komfortowy styczeń 1998 r. według wskaźnika *Te* na podstawie skali Baranowskiej z wieloma dniami ciepłymi.
 - październik 1997 r. głównie z odczuciami chłodu i zimna według różnych wskaźników biometeorologicznych. Na uwagę zasługuje dość duża liczba dni o odczuciu mroźno i bardzo duża liczba dni (%) o odczuciu chłodno.
 - sierpień jako dość chłodny jak na lato (58,1% dni) o odczuciu zimna według wskaźnika *Te* (skala Baranowskiej) i po 19,3% dni z odczuciem

chłodu i zimna według TE . Średnia miesięczna wartość Te wynosi 31°C (zimno), TE 12°C (komfort) i Hs $14,8 \text{ mcal} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (chłodno).

4. Wybrane dni z opracowanego okresu o przebiegu dobowym wartości wskaźników biometeorologicznych i odczuć cieplnych z poszczególnych pór roku pokazują, że bez względu na porę roku mogą wystąpić u człowieka wszystkie odczucia ciepłe, nawet te nietypowe dla danej pory roku, jak: odczucie ciepłe – zimno latem (28 VIII 98 r.) czy odczucie ciepła – zimą (25 II 98 r.). Inna jest oczywiście częstotliwość występowania tych nietypowych odczuć cieplnych w poszczególnych porach roku.
5. Należy podkreślić, że bardzo duży zakres zmian wartości wskaźników biometeorologicznych, spowodowany zróżnicowanym przebiegiem poszczególnych elementów meteorologicznych, utrudnia interpretację wyników i ocenę odczuć cieplnych.

Literatura

BARANOWSKA M., BONIECKA-ŻÓŁCIK H., GURBA A. 1986: *Weryfikacja skali klimatu odczuwalnego dla Polski*. Przegł. Geofiz., R. XXXI, z. 1, Warszawa.

KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA T., BŁAŻEJCZYK K., KRAWCZYK B. 1997: *Bioklimatologia człowieka*. Monografie I PAN, IGiPZ, Warszawa.

ŁYKOWSKI B., MADANY R., SZWED-ILNICKA C. 1995: *Wybrane zagadnienia z klimatologii ogólnej i stosowanej*. Fundacja „Rozwój SGGW”, Wydż. MiIŚ SGGW, Warszawa.

Summary

Characteristic of biometeorological conditions in Warsaw-Ursynów since IX.1997 to 30. IX.1998. Biometeorological indices as: physiological saturation deficit, equivalent temperature, effective temperature, cooling power and enthalpy of air were used for assessing sensed climate in the Ursynów area. Thermal feelings of some biometeorological indices considered season have been as follows: according the equivalent temperature and the effective temperature winter was the most „comfortable” season for human being and summer was the most „heaviest” one. It refers especially to days with extreme thermal feeling „hot” has been ascertained for autumn, spring and summer, „cold” and sometimes „frost” has been ascertained for autumn, summer and winter.

Author's address:

K. Rozbicka
Warsaw Agricultural University – SGGW
02-787 Warsaw, ul. Nowoursynowska 166
Poland