

## ODDZIAŁYWANIE BUDOWNICTWA KUBATUROWEGO I SZTUCZNYCH ŹRÓDEŁ CIEPŁA NA INTENSYWNOŚĆ MIEJSKIEJ WYSPIY CIEPŁA W WARSZAWIE

Dariusz Gołaszewski, Grzegorz Majewski,  
Wiesława Przewoźniczuk

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Streszczenie.** Wykorzystując dane meteorologiczne pochodzące z automatycznych stacji pomiarowych, podjęto próbę oszacowania intensywności miejskiej wyspy ciepła w Warszawie. Podstawę opracowania stanowiły wartości temperatury powietrza (udostępnione przez WIOŚ) pomierzone na wysokości 2 m n.p.g., zgromadzone w okresie od 01.09.2003 r. do 31.08.2006 r. na czterech stacjach tła miejskiego w Warszawie, jednej w Piastowie oraz na stacji tła regionalnego w Legionowie, zlokalizowanej poza zasięgiem wpływu aglomeracji warszawskiej. Na podstawie danych określono różnice temperatury powietrza między poszczególnymi stacjami a stacją w Legionowie, pozwalające na określenie intensywności i czasu występowania wyspy ciepła. Sporządzono także rozkłady częstości tych różnic oraz graficznie zobrazowano rozwój i zanik wyspy w różnych porach doby z uwzględnieniem pór roku.

**Słowa kluczowe:** wyspa ciepła, klimat miasta, temperatura powietrza

### WSTĘP

Pod wpływem gęstej zabudowy miejskiej ulegają modyfikacji wszystkie składniki bilansu cieplnego podłoża atmosfery. Pomimo iż dopływ promieniowania słonecznego jest tu nieco mniejszy niż na terenach podmiejskich, obszar miasta, jak wykazały liczne badania, stanowi „wyspę ciepła” w porównaniu z otoczeniem niezabudowanym. Spowodowane jest to wprowadzeniem budownictwa kubaturowego akumulującego ciepło, materiałów o większej pojemności cieplnej, powierzchni sztucznych o zróżnicowanym albedo, wydzielaniem ciepła podczas procesów spalania paliw i utrudnionym wypromieniowaniem tego ciepła, zmniejszoną wielkością parowania rzeczywistego.

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Dariusz Gołaszewski, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska, Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, e-mail: [dariusz\\_golaszewski@sggw.pl](mailto:dariusz_golaszewski@sggw.pl)

Zjawisko miejskiej wyspy ciepła (MWC) i przyczyny jej występowania są opisywane w literaturze zarówno krajowej, jak i zagranicznej. Bada się i próbuje oszacować jej intensywność, czyli różnicę temperatury między miastem a terenami je otaczającymi. Jest stwierdzone, że intensywność MWC jest ściśle zależna zarówno od pory roku, jak i od pory dnia. Oprócz tego każda MWC posiada cechy indywidualne, zależne od wielkości i układu urbanistycznego miasta, emisji ciepła sztucznego, charakteru rzeźby terenu, rodzaju materiałów budowlanych [Klimat miasta 1991, Lorenc 2004].

Dotychczasowe badania wykazały, że termiczna wyspa ciepła w Warszawie jest częstym zjawiskiem, ale nie występuje codziennie. W niniejszej pracy podjęto próbę określenia intensywności MWC wywołanej aglomeracją warszawską.

## MATERIAŁ I METODA

Badania oparto na danych meteorologicznych udostępnionych przez WIOŚ, pochodzących z automatycznych stacji pomiarowych, pracujących na rzecz monitoringu jakości powietrza w województwie mazowieckim, zlokalizowanych w różnych dzielnicach Warszawy i poza granicami miasta. Były to następujące stacje:

- MzWarUrsynów (stacja tła miejskiego),
- MzWarTarKondra (stacja tła miejskiego),
- MzWarNiepodKom (stacja komunikacyjna),
- MzWarKrucza (stacja tła miejskiego),
- MzLegionZegIMGW (stacja tła regionalnego),
- MzPiastrPułask (stacja tła miejskiego).

Wyżej wymienione stacje są elementami Systemu Oceny Jakości Powietrza, a wyniki pomiarów udostępniane są w trybie on-line.

W celu określenia intensywności miejskiej wyspy ciepła obliczano różnice między temperaturą powietrza na poszczególnych stacjach a temperaturą zmierzoną na stacji tła regionalnego w Legionowie (MzLegionZegIMGW), która znajduje się poza Warszawą. Stacja ta położona jest w odległości około 10 km od północnych granic tego miasta, co powoduje, iż przy stosunkowo małej częstotliwości wiatrów z kierunku południowego zaznacza się tu mały wpływ aglomeracji.

Podstawę do obliczeń stanowiły średnie 10-minutowe wartości temperatury powietrza mierzonej na wysokości 2 m n.p.g. za pomocą czujników umieszczonych w osłonach radiacyjnych, zarejestrowane na wyżej wymienionych stacjach w okresie od 01.09.2003 roku do 31.08.2006 roku. Korzystając z tych danych, określono następujące charakterystyki klimatologiczne:

- średnie godzinowe, dobowe, miesięczne i roczne wartości temperatury powietrza, temperatury ekstremalne (tab. 1),
- liczbę dni charakterystycznych: przymrozkowych, mroźnych, bardzo mroźnych i gorących według kryteriów:  $t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\max} < -10$ ,  $t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$  (tab. 1)

Na podstawie średnich godzinowych różnic temperatury powietrza między stacjami w Warszawie a stacją w Legionowie sporządzono:

- rozkłady częstości tych różnic w ciepłej (miesiące IV–IX) i chłodnej (miesiące X–III) porze roku, podczas dnia i nocy,
- wykres przebiegu rocznego średnich miesięcznych różnic dla wszystkich stacji pomiarowych i porównanie wartości średnich rocznych tych różnic (tab. 1, rys. 1, 2),
- graficzny obraz rozwoju i zaniku miejskiej wyspy ciepła w ciągu roku, w różnych porach doby, przedstawiony za pomocą izoplek średnich różnic temperatury między stacjami położonymi w Warszawie a stacją zamiejską (rys. 3). Do sporządzenia tych wykresów użyto programu Surfer-8.

### **Opis stacji (na podstawie danych WIOŚ w Warszawie)**

Stacja Legionowo (MzLegionZegIMGW), położona na terenie IMGW, na podłożu trawiastym. Odległość od przeszkód typu drzewa, budynki jest duża. Stacja charakteryzuje się dobrym przewietrzaniem, odległość od głównych ulic wynosi około 80 m. Przyjęta reprezentatywność obszarowa tej stacji wynosi kilkadziesiąt kilometrów średnicy.

Stacja Krucza (MzWarKrucza), położona w centrum Warszawy, na terenie o zwartej zabudowie (tworzącej rodzaj studni), którą stanowią pięciopiętrowe budynki, spełniające funkcję mieszkaniową i handlową. W odległości około 10 m od stacji znajduje się parking, natomiast w odległości około 50 m od stacji znajduje się ulica Krucza, charakteryzująca się natężeniem ruchu około 20 000 poj./dobę.

Stacja komunikacyjna (MzWarNiepodKom), położona w Alejach Niepodległości, w centrum Warszawy, zlokalizowana jest w kanionie ulicznym, przy jezdni 6-pasmowej ulicy, z linią tramwajową. Po zachodniej stronie stacji, w odległości 5 m, znajdują się budynki 5-kondygnacyjne, a od strony wschodniej, w odległości około 30 m, równie wysokie budynki.

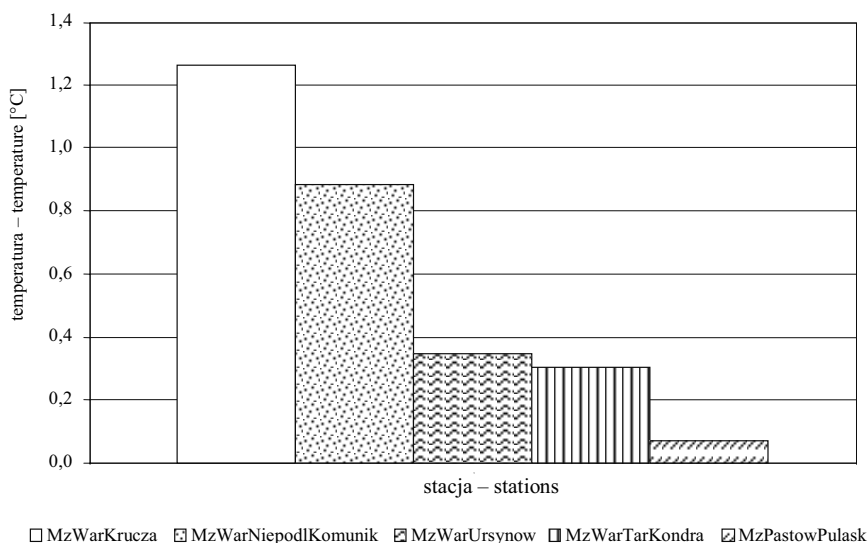
Stacja Targówek (MzWarTarKondra), usytuowana przy ulicy Kondratowicza w Warszawie, w północnej części miasta, znajduje się na terenie Szpitala Bródnowskiego. W odległości około 5 m od strony zachodniej znajduje się park, a od strony wschodniej, w odległości 50 m, budynki szpitala. Odległość od szerokiej i ruchliwej ulicy Kondratowicza wynosi około 100 m.

Stacja Wokalna (MzWarUrsynów), położona na Ursynowie, tj. w południowej części miasta na podłożu trawiasto-betonowym. W odległości 150–300 m znajdują się budynki 4-piętrowe, pobliska zabudowa jest luźna. Odległość do ulicy Bartoka, charakteryzującej się dość dużym natężeniem ruchu, wynosi około 200 m.

Stacja Piastów (MzPiastPułask), zlokalizowana przy ulicy Pułaskiego, poza aglomeracją warszawską (ok. 2 km od zachodniej granicy Warszawy), tak aby reprezentowała tło obszaru miasta o liczbie mieszkańców mniejszej niż 50 tysięcy. Znajduje się na terenie szkoły, na podłożu trawiastym i betonowym, odległość od jezdni pobliskiej ulicy wynosi 25–30 m (ulica charakteryzuje się małym natężeniem ruchu). Od strony północnej znajduje się droga i budynki jednorodzinne, a od strony wschodniej, w odległości 100 m, budynki 8-piętrowe. Od strony południowej, w odległości 30 m, znajduje się sala gimnastyczna szkoły, a od strony zachodniej, w tej samej odległości, 3-kondygnacyjne budynki szkoły.

## WYNIKI

Na podstawie różnic temperatury powietrza uśrednionej dla całego okresu badawczego można stwierdzić, że kontrasty termiczne między stacjami położonymi w centrum miasta a stacją w Legionowie nie są duże, a największe wynoszą:  $1,3^{\circ}\text{C}$  – dla stacji przy ulicy Kruczej i  $0,9^{\circ}\text{C}$  dla stacji komunikacyjnej w Alejach Niepodległości (rys. 1). Wartości średnie miesięczne różnic temperatury nie przekraczają  $2^{\circ}\text{C}$ , a ich przebieg roczny, przedstawiony na rysunku 2, świadczy o istnieniu miejskiej wyspy ciepła przez cały rok. Dotyczy to wszystkich stacji położonych w mieście, z wyjątkiem stacji w Piastowie, na której pojawiają się ujemne kontrasty termiczne w stosunku do stacji w Legionowie. Największe różnice zaobserwowano w miesiącach letnich, z wyraźnym maksimum w lipcu na wszystkich stacjach (rys. 2). W okresie zimowym różnice te nie przekraczały  $1^{\circ}\text{C}$ . Taka prawidłowość była też zaobserwowana przez innych badaczy [Kossowska-Cezak 1999, Klimat i bioklimat miast 1995, Lorenc 2004].

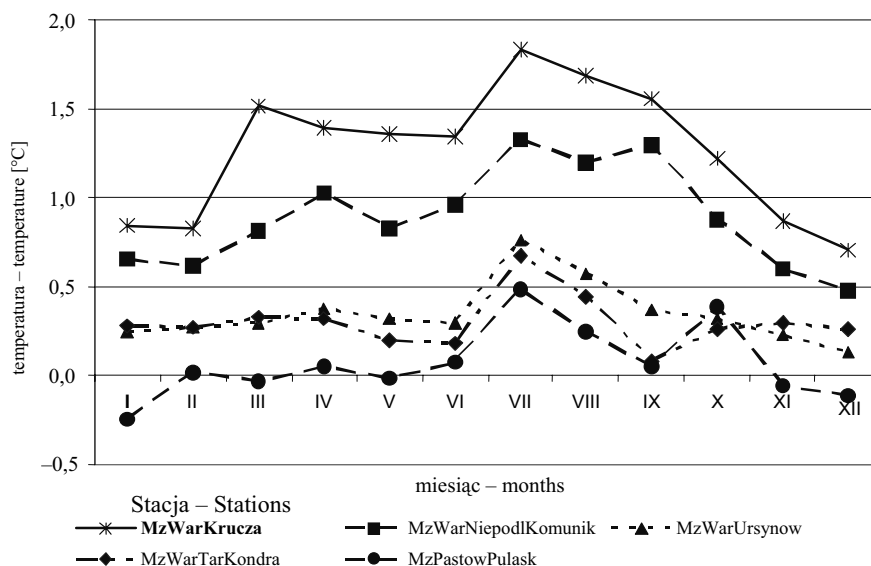


Rys. 1. Średnie różnice temperatury powietrza (z okresu od 01.09.2003 r. do 31.08.2006 r.) między analizowanymi stacjami a stacją w Legionowie

Fig. 1. Mean values difference of air temperature (from a period 01.09.2003–31.08.2006) between analyzed stations and the station in Legionowo

Występowanie MWC w Warszawie potwierdzają wartości podstawowych charakterystyk klimatologicznych zestawione w tabeli 1, zarówno średnich i ekstremalnych wartości temperatury, jak i liczby dni charakterystycznych w badanym okresie.

Wartości średniej temperatury powietrza dla całego okresu badawczego na stacji zamiejsczej w Legionowie i na stacji w Piastowie różnią się o zaledwie  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Natomiast największe wartości tych średnich występowały na stacjach znajdujących się w centrum Warszawy, przy ulicy Kruczej i w Alejach Niepodległości, a więc położonych wśród wy-



Rys. 2. Średnie miesięczne wartości różnic temperatury powietrza między analizowanymi stacjami a stacją w Legionowie

Fig. 2. Monthly mean values difference of air temperature between analyzed stations and the station in Legionowo

Tabela 1. Wybrane charakterystyki klimatyczne na analizowanych stacjach w okresie od 01.09.2003 r. do 31.08.2006 r.

Table 1. Selected climate statistics at analyzed station from 01.09.2003 to 31.08.2006

Stacja Station	$t_{max}$ [°C]	$t_{min}$ [°C]	$\Delta t$ [°C]	Liczba dni z temperaturą Number of days with temperature				$t_{sr}$
				$t_{min} < 0$ [°C]	$t_{max} < 0$ [°C]	$t_{max} < -10$ [°C]	$t_{max} > 25$ [°C]	
MzWarKrucza	35,1	-22,7	57,8	244	108	32	121	9,4
MzWarNiepodlKom	33,5	-22,6	56,1	280	135	32	92	8,9
MzWarTarKondra	35,4	-25,7	61,1	305	131	41	107	8,2
MzWarUrsynów	34,8	-26,1	60,9	310	137	43	108	8,3
MzPiastPułask	35,1	-26,6	61,7	320	147	53	109	8,1
MzLegionZegIMGW	35,1	-25,9	61,0	319	136	52	98	8,0

sokiej i gęstej zabudowy, pozbawionej zieleni. W miarę oddalania się od centrum temperatura obniża się, zmniejsza się też liczba dni gorących, a wzrasta liczba dni mroźnych. Wyjątek stanowi stacja MzWarNiepodKom, gdzie liczba dni gorących jest najmniejsza – 92. Na uwagę zasługuje też najniższa amplituda temperatury powietrza na obu stacjach śródmiejskich. Na jej wielkość wpłynęła nieco wyższa niż na innych stacjach temperatura minimalna, co można wytłumaczyć tym, że w centrum miasta jest więcej sztucznych źródeł ciepła, zwłaszcza przy ruchliwych arteriach komunikacyjnych. Latem natomiast

budynki mogą ograniczać dopływ promieniowania słonecznego, co wyraźnie widać na przykładzie stacji komunikacyjnej zlokalizowanej w kanionie ulicznym. W odległości kilku metrów od aparatury pomiarowej, od strony zachodniej, znajduje się zacieniąca ją kilkukondygnacyjna zabudowa. Wystąpiła tu nie tylko najmniejsza liczba dni gorących, ale też niższa niż na innych stacjach temperatura maksymalna, przy stosunkowo wysokiej temperaturze średniej.

Analiza przebiegu średnich godzinnych wartości różnic temperatury między miastem a stacją zamieszką wykazała, że w pojedynczych przypadkach MWC miała intensywność dochodzącą do 5°C. Najbardziej znamienne jest to, że różnice przekraczające 1,1°C występowały tylko na dwóch stacjach: w Alejach Niepodległości i przy ulicy Kruczej (tab. 2, rys. 1) i podczas letnich nocy stanowiły około 80% wszystkich przypadków. Zimą wyspa ciepła o takiej intensywności pojawiała się rzadziej, przeważały wówczas różnice w zakresie 0,6–1,1°C. Na tych dwóch stacjach nie zanotowano w badanym okresie

Tabela 2. Rozkład częstości różnic temperatury powietrza między stacjami w Warszawie a stacją w Legionowie w okresie 01.09.2003 r do 31.08.2006 r.

Table 2. Frequency distribution of values difference of air temperature between stations in Warsaw and the station in Legionowo in a period 01.09.2003–31.08.2006

Stacja Station	Pora dnia Time of the day	Zakres różnic – Range of differences					
		< 0°C	0–0,2°C	0,3–0,5°C	0,6–0,8°C	0,9–1,1°C	> 1,1°C
Sezon chłodny – Cold season							
MzWarKrucza	noc – night [%]	–	–	–	25,0	47,2	27,8
	dzień – day [%]	–	–	2,8	45,8	36,1	15,3
MzWarNiepodlKom	noc – night [%]	–	–	26,4	40,3	27,8	5,6
	dzień – day [%]	–	12,5	34,7	41,7	9,7	1,4
MzWarTarKondra	noc – night [%]	10,7	32,1	57,1	–	–	–
	dzień – day [%]	–	48,6	50,0	1,4	–	–
MzWarUrsynów	noc – night [%]	–	36,1	63,9	–	–	–
	dzień – day [%]	–	66,7	33,3	–	–	–
MzPiastPułask	noc – night [%]	30,6	69,4	–	–	–	–
	dzień – day [%]	54,2	45,8	–	–	–	–
Sezon ciepły – Warm season							
MzWarKrucza	noc – night [%]	–	–	1,4	11,1	8,3	79,2
	dzień – day [%]	–	–	–	8,3	20,8	70,8
MzWarNiepodlKom	noc – night [%]	–	1,4	4,2	6,9	6,9	80,6
	dzień – day [%]	–	23,6	34,7	20,8	13,9	6,9
MzWarTarKondra	noc – night [%]	26,4	45,8	27,8	–	–	–
	dzień – day [%]	4,2	22,2	50,0	20,8	2,8	–
MzWarUrsynów	noc – night [%]	1,4	19,4	44,4	34,7	–	–
	dzień – day [%]	1,4	54,2	36,1	8,3	–	–
MzPiastPułask	noc – night [%]	25,6	60,3	14,1	–	–	–
	dzień – day [%]	26,4	56,9	12,5	4,2	–	–

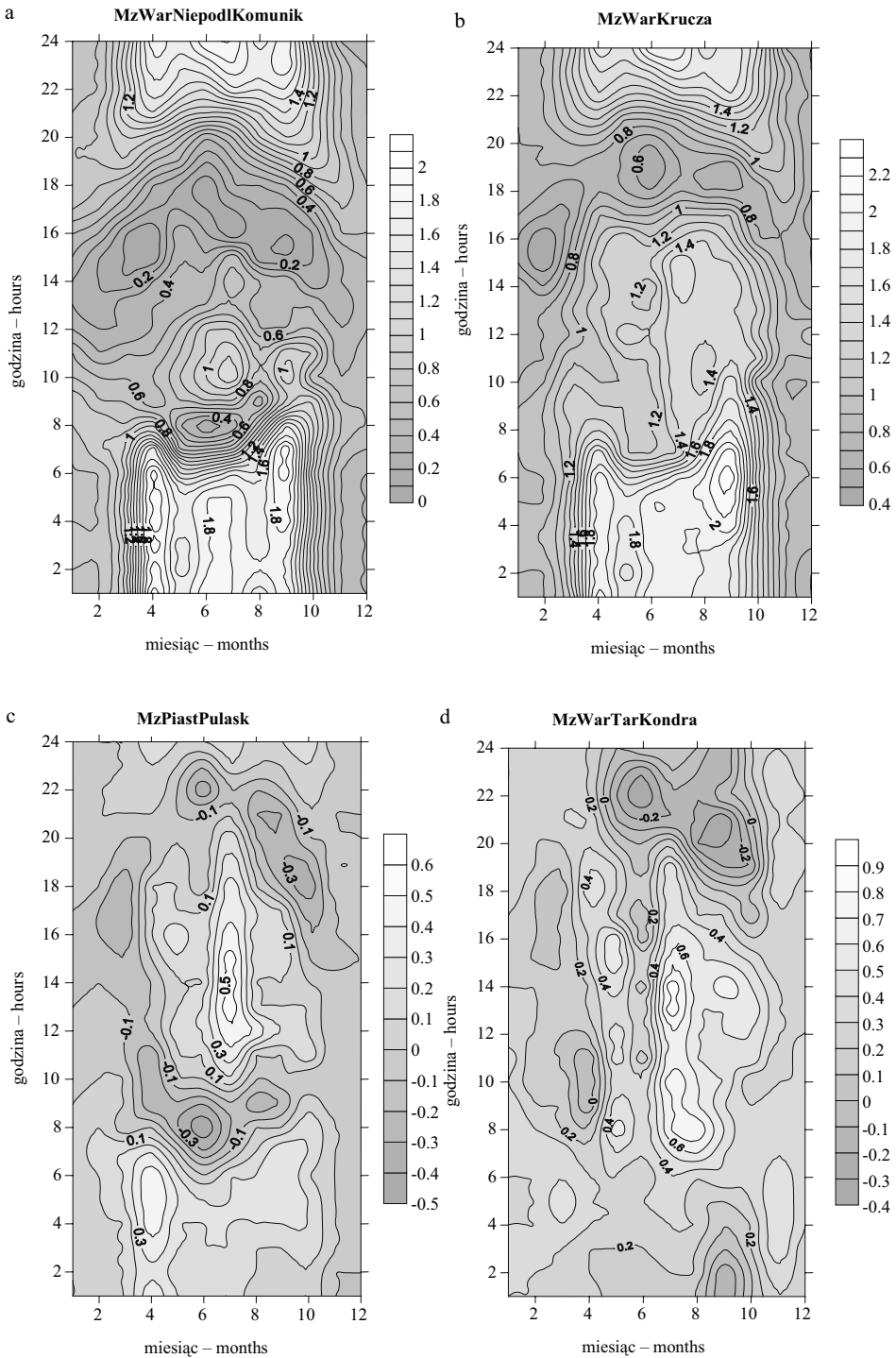
ani jednego przypadku „wyspy chłodu”, czyli ujemnych kontrastów termicznych. Takie przypadki występowały stosunkowo często (tab. 2) na stacjach oddalonych od śródmieścia Warszawy (Piastów i Targówek) oraz sporadycznie – 1,4% przypadków, tylko w okresie lata, na stacji przy ulicy Wokalnej na Ursynowie. Uogólniając, można stwierdzić, że wyspa ciepła o największej intensywności pojawiała się najczęściej w samym centrum miasta podczas letnich nocy i słabła w miarę oddalania się od centrum.

Najbardziej obrazowo powstawanie i zanik MWC w ciągu doby podczas całego roku przedstawiają izoplety na rysunku 3. Można tu zauważyć mikroklimatyczne różnice między poszczególnymi stacjami, pomimo podobnej zmienności dobowej i rocznej natężenia MWC. Bardzo podobny jest przebieg izolunii na obu stacjach w centrum Warszawy (rys. 3a, b). Występuje tu zależność rozwoju MWC od pory dnia w cieplej porze roku. Widać wyraźnie, że intensywny rozwój MWC występuje po zachodzie słońca i utrzymuje się przez całą noc. Ten duży kontrast termiczny, w stosunku do stacji zamiejskiej, stopniowo zmniejsza się po wschodzie słońca, ale występuje przez całą dobę, osiągając minimum około godziny 18 latem. W miesiącach zimowych nie widać tak wyraźnej różnicy w intensywności wyspy ciepła między dniem i nocą jak latem; miejska wyspa ciepła, charakteryzująca się kontrastem termicznym poniżej 1°C, występuje przez całą dobę, z tendencją do minimum, przypadającego na czas zachodu słońca.

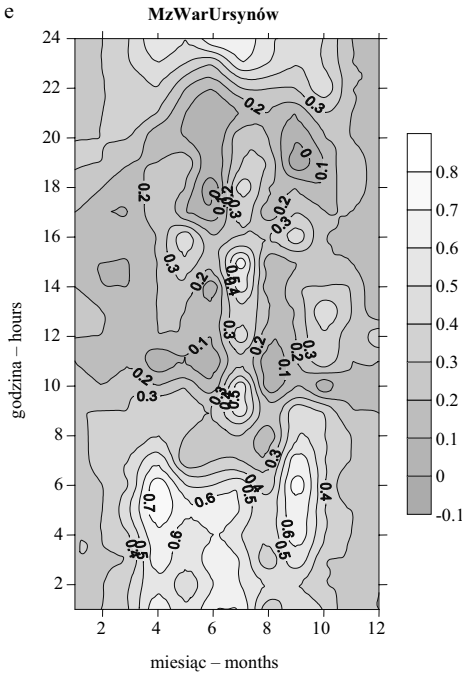
Zupełnie inaczej wygląda przebieg izoplei na stacjach pomiarowych oddalonych od centrum Warszawy, przy czym można mówić o pewnym podobieństwie tego przebiegu na stacjach Piastów i Targówek. Jak widać na rysunku 3c, d, najsilniej zaznaczona miejska wyspa ciepła pojawiła się w badanym okresie w lipcu i sierpniu w zupełnie innym okresie doby niż na wyżej omawianych stacjach w centrum miasta i miała znacznie mniejszą intensywność. Ta odmienność wynika oczywiście ze specyfiki położenia tych stacji. Obie sąsiadują z terenami zielonymi, posadowione w pobliżu wysokie budynki i betonowa nawierzchnia nie mają tu takiego wpływu na modyfikację bilansu cieplnego jak w centrum miasta. Niemniej jednak na stacji Targówek (rys. 3d), która leży na terenie Warszawy, przez cały rok występują niewielkie, dodatnie różnice temperatury w stosunku do stacji zamiejskiej. Natomiast na stacji Piastów (rys. 3c), leżącej poza aglomeracją warszawską, w chłodnej porze roku na ogół brak jest dodatnich kontrastów lub są bardzo niewielkie – rzędu 0,2°C. Ponadto można tu zauważyć „wyspy chłodu” o intensywności sięgającej -0,3°C. Można stwierdzić, że przez większą część roku miejska wyspa ciepła na tym terenie nie występuje, co ma również swoje odbicie w wartości temperatury średniej policzonej dla całego okresu badawczego (tab. 1).

Na rysunku 3e przedstawione są izoplety różnic temperatury powietrza między stacją Wokalna, znajdującą się na terenie osiedla mieszkaniowego Ursynów, a stacją zamiejską. Również tu widać występowanie w cieplej porze roku miejskiej wyspy ciepła podczas nocy, o intensywności mniejszej niż w centrum miasta, dochodzącej do 0,7°C, oraz pojawiające się latem w różnych porach dnia kontrasty termiczne wysokości 0,5°C. W chłodnej porze roku różnica temperatury w stosunku do obszarów zamiejskich rzędu 0,2–0,3°C utrzymywała się przez całą dobę.

Podsumowując uzyskane w pracy wyniki, można zauważyć, że zasadniczą cechą przebiegu rocznego warszawskiej miejskiej wyspy ciepła jest jej większa intensywność latem niż zimą. Latem częściej występują warunki pogodowe sprzyjające jej powstawaniu, takie jak małe lub całkowity brak zachmurzenia i mała prędkość wiatru. Zimą średnie







Rys. 3. Graficzny obraz rozwoju i zaniku miejskiej wyspy ciepła w ciągu roku w różnych porach doby dla analizowanych stacji  
 Fig. 3. Graphical image of appearance and disappearance of the urban heat island in the sequence of the year, at different time of twenty-four hours for analyzed stations

pole temperatury jest mniej zróżnicowane, gdyż silny wiatr utrzymuje się często przez całą dobę.

Na przebieg dobowy MWC, charakteryzujący się większymi kontrastami termicznymi w nocy niż w dzień, ma wpływ: specyfika budownictwa kubaturowego akumulującego ciepło i rodzaj użytych materiałów budowlanych stosowanych w mieście – głównie w jego centrum. Duże ilości ciepła nagromadzone w betonowych ścianach budynków i nawierzchniach ulic wolniej tracą ciepło w nocy niż tereny poza miastem. Dużą rolę odgrywa tu także struktura przestrzenna miasta. Wielu badaczy proponuje redukcję oddziaływania MWC przez m.in. wprowadzenie na terenach miejskich odpowiednich rozmiarów i wysokości obszarów zieleni. Zmniejszenie intensywności i powierzchni wyspy ciepła może być osiągnięte przez rozluźnienie zabudowy i pokrycie wszystkich wolnych przestrzeni zielenią. Może to być osiągnięte także za pomocą sprawnego przewietrzania tych rejonów, co można osiągnąć poprzez zaprojektowanie ciągów zieleni niskiej, zbiorników wód otwartych, kierunku zabudowy uwzględniającej topografię oraz cyrkulację zarówno lokalną, jak i regionalną powietrza.

## WNIOSKI

Z przeprowadzonej w niniejszej pracy analizy średnich godzinnych różnic temperatury powietrza między stacjami monitoringu atmosfery na terenie aglomeracji warszawskiej i stacją tła regionalnego w Legionowie wynika, że w badanym okresie:

- warszawska miejska wyspa ciepła występowała przez cały rok i podczas całej doby,
- jej intensywność mierzona wielkością w/w różnic temperatury powietrza była największa w centrum miasta podczas nocy letnich,
- w miarę oddalania się od centrum miasta, na obszarach o rzadszej zabudowie, warszawska miejska wyspa ciepła również występowała, ale jej intensywność słabła i miała inny przebieg dobowy niż w centrum, z maksimum latem i w ciągu dnia,
- na stacji w Piastowie, zlokalizowanej poza aglomeracją warszawską, niewielkie dodatnie kontrasty termiczne w stosunku do stacji zamiejskiej pojawiały się w ciepłej porze roku w ciągu dnia.

## PIŚMIENNICTWO

- Fortuniak K., 2003. Miejska wyspa ciepła. Wydawnictwo UŁ, Łódź.
- Klimat i bioklimat miast, 1995 (red.) K. Kłysik. Wydawnictwo UŁ, Łódź.
- Klimat miasta. Vademecum urbanisty, 1991 (red.) J. Lewińska. Wydawnictwo IGPIK, Kraków.
- Kłysik K., 1998. Struktura przestrzenna miejskiej wyspy ciepła w Łodzi. *Acta Univ. Lodz., Folia Geogr. Phys.* 3, 385–391.
- Kłysik K., Fortuniak K., 1998. Dobowy i roczny cykl występowania miejskiej wyspy ciepła w Łodzi. *Acta Univ. Lodz., Folia Geogr. Phys.* 3, 23–32.
- Kossowska-Cezak U. 1999: Wpływ rozwoju terytorialnego Warszawy na warunki termiczne [w:] *Klimat i bioklimat miast* (red.) K. Kłysik. Wydawnictwo UŁ, Łódź, 22–36.
- Lorenc H., 2004. *Klimat*, rozdz. 3 *Klimat miasta* (na przykładzie Warszawy). Wydawnictwo IMGW, Warszawa.

## THE EFFECT OF BUILDING AND ANTHROPOGENIC SOURCES ON HEAT ISLAND INTENSITY IN WARSAW

**Abstract.** Taking advantage of meteorological data which come from automatic stations, published by WIOŚ, it was tried to assess the intensity of urban heat island in Warsaw. This was based on air temperature values measured at the height of 2 m above the ground which were gathered in a period from IX 2003 to VIII 2006 in four urban background stations in Warsaw, one of them in Piastów and one regional background station in Legionowo. The last one was situated behind the influence of Warsaw agglomeration. On the base temperature values the differences between each of Warsaw and Legionowo stations were stated what allowed to define the intensity and the time of occurrence of the urban heat island. The schedule of frequency of those differences was made and the special graphs shows development and disappearance of the heat island in various parts of the day depending on different seasons.

**Key words:** urban heat island, urban climate, air temperature

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 2.02.2007