

**Agnieszka Mąkosza\* ,  
Jadwiga Nidzgorska-Lencewicz\*\***

## **BODŹCOWOŚĆ WARUNKÓW TERMICZNYCH NA OBSZARZE AGLOMERACJI SZCZECIŃSKIEJ**

### **Stimuli character thermal conditions in the agglomeration of Szczecin**

**Summary.** Thermal conditions and variability of temperature from day to day of the agglomeration Szczecin was characterized on the basis of 24 hours average, maximum and minimum air temperature for the years 2005–2008 from automatic stations located in diverse urban building conditions. In the center, within the built-up area a higher air temperature (from 0.4 to 1.2°C) than on the outskirts of the city, as well as more frequent of occurrence of feelings of heat to the classes „very warm” and „hot” was found. Whereas, on the outskirts, especially the southern more frequently occurred thermal sensations associated with classes of „moderately cold” and „very cold”. On the southern outskirts of the city the largest share of variability from day to day minimum air temperature over 6°C was observed. Generally, the smallest thermal stimuli in the area of least urbanized represented by the Łączna Street was characterized.

**Słowa kluczowe:** temperatura powietrza, bodźce termiczne, zmienność międzydobowa, wzrosty i spadki temperatury powietrza

**Key words:** air temperature, thermal stimuli, change from day to day, increases and decreases air temperature

### **WSTĘP**

W wyniku postępu cywilizacyjnego i rozwoju wielu dziedzin gospodarki zmienia się bilans cieplny powierzchni czynnych, co jest szczególnie widoczne

---

\* Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy w Szczecinie, 71–504 Szczecin, ul. Czesława 9, e-mail: agnieszka\_makosza@op.pl

\*\* Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Zakład Meteorologii i Klimatologii, 71–469 Szczecin, ul. Papieża Pawła VI 3, e-mail: jadviga.nidzgorska-lencewicz@zut.edu.pl

w dużych aglomeracjach miejskich poprzez występowanie miejskiej wyspy ciepła. Wskutek tego procesu wzrasta bodźcowość temperatury powietrza, zarówno w ujęciu czasowym, jak i przestrzennym (Kłysik 1998, Olejniczak 2003, Fortuniak i in. 2006, Dudek i in. 2008, Czarnecka i in. 2011). Spośród elementów meteorologicznych to właśnie temperatura powietrza jest bodźcem fizycznym najbardziej odczuwanym przez organizm człowieka, przede wszystkim w sytuacjach dużych jej wahań występujących w krótkim czasie. W literaturze wiele jest pozycji poświęconych określaniu odczuwalności czy bodźcowości temperatury powietrza na podstawie: wartości średnich dobowych (Kossowska-Cezak 2005), zmienności międzydobowej, w tym również ekstremalnych wartości temperatury (Kossowska-Cezak 1988, Olejniczak 2003, Fortuniak i in. 2004, Panfil 2007, Panfil i in. 2007, Michalska, Mąkosza 2008, Panfil, Dragańska 2009, Michalska i in. 2010) czy też z terminu na termin (Mąkosza, Michalska 2006).

Głównym celem pracy była charakterystyka warunków odczuwalnych określonych na podstawie temperatury powietrza, ze szczególnym uwzględnieniem jej międzydobowej zmienności na obszarze aglomeracji szczecińskiej.

## METODY BADAŃ

Podstawę opracowania stanowiły godzinne wartości temperatury powietrza pochodzące z trzech automatycznych stacji monitoringu jakości powietrza, zlokalizowanych na obszarze aglomeracji szczecińskiej i nadzorowanych przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. W analizie uwzględniono dane z okresu 2005–2008. Stacje reprezentują różne typy zabudowy miejskiej w Szczecinie. Centrum miasta reprezentuje stacja przy ul. Piłsudskiego zlokalizowana pośród zwartej zabudowy blokowej w obszarze o bardzo dużym natężeniu ruchu. Kolejne dwa punkty reprezentują obrzeża Szczecina od strony północnej i południowej. W południowej (prawobrzeżnej) części miasta stacja znajduje się przy ulicy Andrzejewskiego, w obrębie wielokondygnacyjnej zabudowy blokowej w pobliżu głównej drogi dojazdowej do Szczecina, natomiast na północy miasta stacja przy ulicy Łącznej jest usytuowana w terenie najbardziej otwartym, w pobliżu niskiej, luźnej zabudowy jednorodzinnej.

Odczucia termiczne określono na podstawie średnich dobowych wartości temperatury powietrza, a do oceny bodźcowości wykorzystano zakres zmian z dnia na dzień średniej oraz maksymalnej i minimalnej wartości temperatury. Przeanalizowano także częstość występowania wzrostu lub spadku temperatury powietrza z dnia na dzień. Wyniki przedstawiono za pomocą częstości określonych zakresów odczuwalności.

W przypadku oceny warunków termicznych na podstawie średniej dobowej temperatury powietrza zastosowano niższą skalę odczuć termicznych za

Kozłowską-Szczęsną i in. (1997) z późniejszą jej modyfikacją przez Kossowską-Cezak (2005):

<b>tp (°C)</b>	<b>odczucie termiczne</b>
> 25,0	gorąco
20,1–25,0	bardzo ciepło
15,1–20,0	ciepło
10,1–15,0	chłodno (orzeźwiająco)
0,1–10,0	łagodnie zimno
–9,9–0,0	umiarkowanie zimno
–19,9 – –10,0	bardzo zimno
≤ –20,0	skrajnie zimno

Dla określenia bodźców termicznych związanych z międzydobową zmiennością temperatury powietrza (średniej, maksymalnej i minimalnej) posłużono się za Kozłowską-Szczęsną i in. (1997) skalą odczuć Bajbakowej i in.

<b>tp (°C)</b>	<b>bodźce termiczne</b>
≤ 2,0	obojętne
2,1–4,0	odczuwalne
4,1–6,0	znaczne
≥ 6,0	ostre, działające rozdrażniająco

## ANALIZA WYNIKÓW I DYSKUSJA

W latach 2005–2008 najwyższą średnią temperaturę powietrza stwierdzono w centrum miasta, reprezentowanym przez ul. Piłsudskiego. Średnie roczne wartości temperatury powietrza były od 0,4 do 1,2°C wyższe w centrum niż na obrzeżach (tab. 1). Termiczne uprzywilejowanie śródmieścia w porównaniu z jego peryferiami było widoczne praktycznie przez cały rok, z wyjątkiem grudnia, kiedy to nieco cieplej było na północnych krańcach miasta (ul. Łączna). W okresie od marca do czerwca na stacji przy ul. Piłsudskiego stwierdzono większą, w porównaniu z pozostałymi punktami pomiarowymi, zmienność maksymalnych i średnich dobowych wartości temperatury powietrza, wyrażoną przez odchylenie standardowe. W ciągu roku największą międzydobową zmiennością (z wyjątkiem sezonu letniego) i zarazem najniższą temperaturą minimalną odznaczał się rejon ul. Andrzejewskiego. Przy tym zwraca uwagę przeciętnie dwukrotnie większa w styczniu niż w pozostałych miesiącach zmienność temperatury minimalnej, najsilniej zaznaczająca się w południowej części miasta – ul. Andrzejewskiego.

**Tabela 1.** Średnie, maksymalne i minimalne wartości temperatury powietrza oraz odchylenie standardowe na stacjach przy ulicach: Andrzejewskiego (A), Piłsudskiego (P) i Łącznej (Ł) w Szczecinie (2005–2008)

**Table 1.** Mean, maximum and minimum of the air temperature values and standard deviation at the streets: Andrzejewskiego (A), Piłsudskiego (P) and Łączna (Ł) in Szczecin (2005–2008)

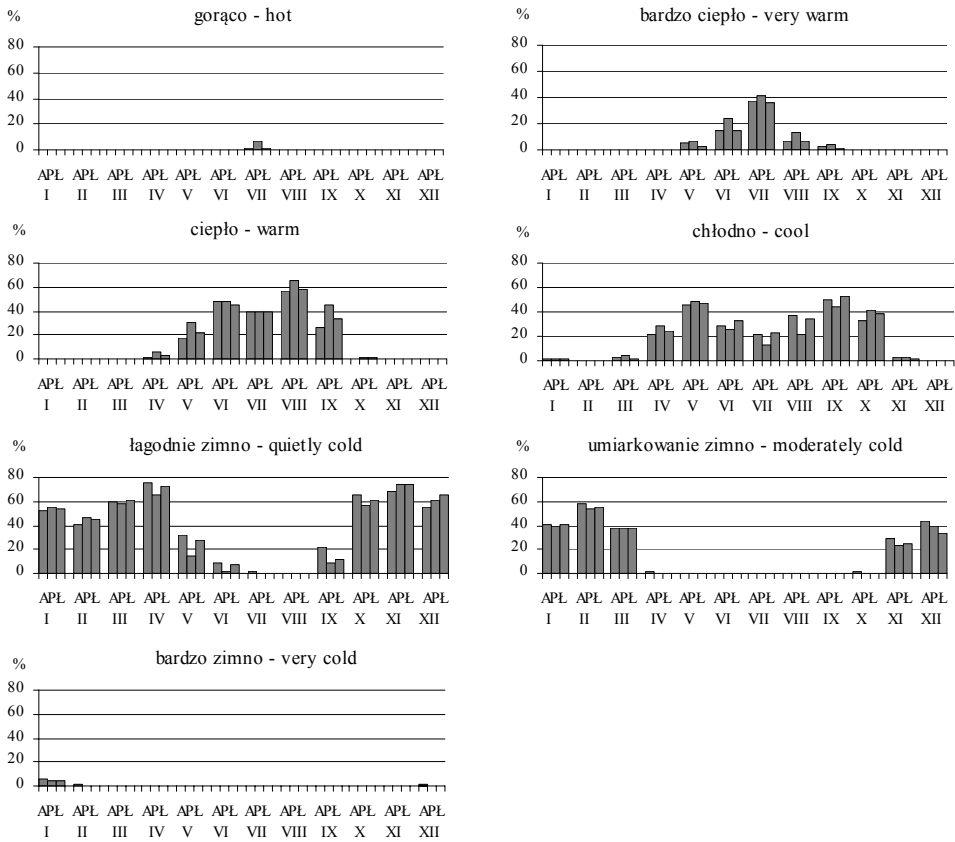
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I–XII
<b>Średnia</b>														
A	a	-1,1	-1,2	2,0	7,4	12,6	16,0	18,4	16,1	13,1	8,4	3,3	0,6	8,0
	b	6,1	3,8	4,1	3,7	3,7	3,6	3,8	2,5	3,2	3,0	3,8	3,9	7,9
P	a	-0,2	-0,3	2,4	8,8	13,8	17,2	19,7	17,2	14,6	9,4	3,9	1,0	9,0
	b	5,7	3,3	4,6	3,8	3,8	3,7	3,9	2,6	3,2	2,9	3,8	3,5	8,1
Ł	a	-0,3	-0,4	2,0	8,0	12,6	15,8	18,3	16,2	13,6	8,9	3,7	1,1	8,3
	b	5,3	3,3	4,4	3,6	3,7	3,6	3,6	2,6	3,0	2,8	3,6	3,3	7,6
<b>Maksymalna</b>														
A	a	1,3	1,3	5,8	12,4	17,8	21,0	23,5	20,4	17,7	12,2	5,6	2,4	12,0
	b	5,5	3,8	4,8	4,9	4,9	4,9	5,1	3,5	4,3	3,7	3,9	3,9	9,1
P	a	1,9	2,0	6,1	13,8	19,0	22,2	24,8	21,5	19,1	13,2	6,1	2,6	12,7
	b	5,4	3,5	5,4	5,1	5,0	4,9	5,0	3,6	4,3	3,7	4,0	3,7	9,4
Ł	a	1,9	1,7	5,3	12,5	17,2	20,3	22,8	20,0	17,5	12,3	5,9	2,7	11,7
	b	5,0	3,5	5,0	4,6	4,7	4,7	4,6	3,4	4,0	3,4	3,7	3,5	8,7
<b>Minimalna</b>														
A	a	-3,6	-3,9	-1,8	2,4	7,0	10,6	13,2	12,1	8,9	4,9	0,9	-1,2	4,3
	b	7,0	4,6	4,4	3,2	3,5	3,1	2,8	2,4	3,1	3,4	3,8	4,1	7,1
P	a	-2,6	-2,6	-0,8	4,1	8,9	12,4	14,9	13,4	10,6	6,2	1,6	-0,7	5,5
	b	6,2	3,6	4,2	3,1	3,4	3,2	3,0	2,4	2,8	2,9	3,8	3,4	7,2
Ł	a	-2,4	-2,5	-1,0	3,7	8,1	11,3	13,9	12,7	9,9	5,9	1,6	-0,5	5,1
	b	5,7	3,6	4,2	3,0	3,2	3,1	2,7	2,4	2,5	2,7	3,6	3,2	6,8

a – średnie/mean; b – odchylenie standardowe/standard deviation

Kolejnym etapem analizy była charakterystyka warunków odczuwalnych. Do realizacji tego celu wykorzystano średnie dobowe wartości temperatury powietrza, które stanowiły podstawę określenia odczuwalności cieplnej według przyjętej skali. Przeprowadzona analiza wykazała, że na terenie aglomeracji szczecińskiej najczęściej występowały dni ze średnią temperaturą powietrza poniżej 10°C. W centrum Szczecina w roku stwierdzono 193 takich dni, a na peryferiach miasta od 204 (ul. Łączna) do 207 (ul. Andrzejewskiego). Wśród tej ogólnej liczby dni zimnych (ze średnią dobową poniżej 10°C) najwięcej dni

zaklasyfikowano do „łagodnie zimnych” (z temperaturą dodatnią nieprzekraczającą 10°C), od 134 w centrum do 145 na ulicy Łącznej. Odczucia te występowały w okresie od września do czerwca na obszarze całego miasta, jednak zdecydowanie najczęściej wiosną – w kwietniu do 75% i jesienią – w listopadzie do 74% dni w miesiącu (ryc. 1). Drugie pod względem częstości w Szczecinie były dni odczuwane jako „chłodne”. Stanowiły one około 20% dni roku, częściej występowały na obrzeżach (średnio 74–79 dni) niż w centrum (70 dni). Zwraca uwagę przeciętnie dwukrotnie większa częstość tych dni w maju i we wrześniu niż w pozostałych miesiącach, w których notowano to odczucie. Jak podaje Kossowska-Cezak (2005), dni „chłodne” występują ze zmienną częstością nie tylko w ciągu roku, ale także i w wieloleciu, a odczucia z pogranicza chłodu i zimna mogą wystąpić niezależnie od pory roku. W ciągu roku na terenie Szczecina z podobną częstością występowały dni „umiarkowanie zimne” i „ciepłe”, przy czym dni „umiarkowanie zimne” z niemal taką samą częstością występowały we wszystkich punktach, natomiast dni „ciepłe” nieco częściej (o 4%) były w centrum. Dni „umiarkowanie zimne” stwierdzono na obszarze aglomeracji w okresie od listopada do marca, a przy ulicy Andrzejewskiego pojedyncze dni zdarzały się również w październiku i w kwietniu. Dni „ciepłe” występowały od kwietnia do września, sporadycznie w październiku (z wyjątkiem ulicy Andrzejewskiego). Największa częstość „dni ciepłych” przypadła na sierpień, przede wszystkim w centrum – nawet do 66% dni (ryc. 1). Odczucie termiczne „bardzo ciepło” na obszarze aglomeracji szczecińskiej występowało znacznie rzadziej niż „ciepło” i notowane było w okresie maj-wrzesień, najczęściej w centrum – przeciętnie 28 dni w roku, z maksimum częstości przypadającym na lipiec (średnio około 13 dni). Natomiast skrajne odczucia termiczne, zarówno dni „gorące” jak i „bardzo zimne”, występowały sporadycznie i stanowiły niewielki procent dni w ciągu roku – zaledwie po 1%. Dni „gorące” częściej zdarzały się w centrum, a „bardzo zimne” na ulicy Andrzejewskiego.

W pracy podjęto również próbę określenia intensywności bodźców termicznych na obszarze aglomeracji szczecińskiej na podstawie zmienności z dnia na dzień średniej, maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza. Jak piszą Fortuniak i in. (2004) oraz Kossowska-Cezak (2005) charakterystyka zmian temperatury powietrza z dnia na dzień dostarcza istotnych informacji o dynamicznych cechach klimatu, jak również jest cennym wskaźnikiem biometeorologicznym pomocnym przy określaniu bodźcowości i warunków odczuwalnych w danym miejscu. Przeprowadzona analiza wskazuje, że zarówno w przypadku średniej, jak i minimalnej temperatury powietrza, z największą częstością, niezależnie od miesiąca i miejsca pomiaru, występują zmiany nieprzekraczające 2°C. W przypadku temperatury maksymalnej ta prawidłowość dotyczy tylko półroczna chłodnego. W ciągu roku daje się zauważyć większą częstość zmian „obojętnych” określonych na podstawie temperatury maksymalnej na obrze-

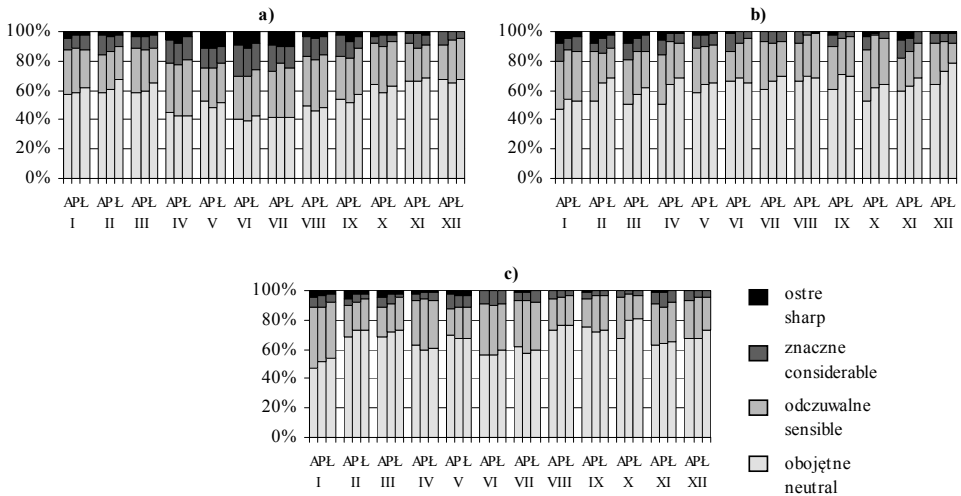


**Ryc. 1.** Przebieg roczny częstości występowania odczuć ciepłych na stacjach przy ulicy: Andrzejewskiego (A), Piłsudskiego (P) i Łącznej (Ł) w Szczecinie (2005–2008)

**Fig. 1.** Annual course of the frequency of occurrence of thermal stimuli at the streets: Andrzejewskiego (A), Piłsudskiego (P) and Łączna (Ł) in Szczecin, according the months (2005–2008)

zach miasta niż w śródmieściu. Zmiany temperatury powietrza wynoszące 2–4°C i określane jako „odczuwalne”, podobnie jak „obojętne”, występowały przez cały rok, jednak zdecydowanie rzadziej, i stanowiły przeciętnie 26% dni w przypadku średniej dobowej, 29% maksymalnej i 27% w przypadku minimalnej (ryc. 2). Panfil i in. (2007) w północno-wschodniej Polsce oraz Miętus i in. (2006) na Pojezierzu Kaszubskim, a także Michalska i in. (2010) w Ostoi (stacja podmiejska Szczecina) stwierdzili na podstawie międzydobowej zmienności średniej temperatury powietrza podobne prawidłowości występowania w ciągu roku bodźców „obojętnych” i „odczuwalnych”. Częstość silniejszych bodźców, z zakresu od 4 do 6°C, zdefiniowanych jako „znaczne” była niewielka, najmniej przypadków z takimi zmianami stwierdzono w odniesieniu do średniej dobowej (do 10%), nieco więcej – minimalnej (13%), a najwięcej – maksymalnej tempe-

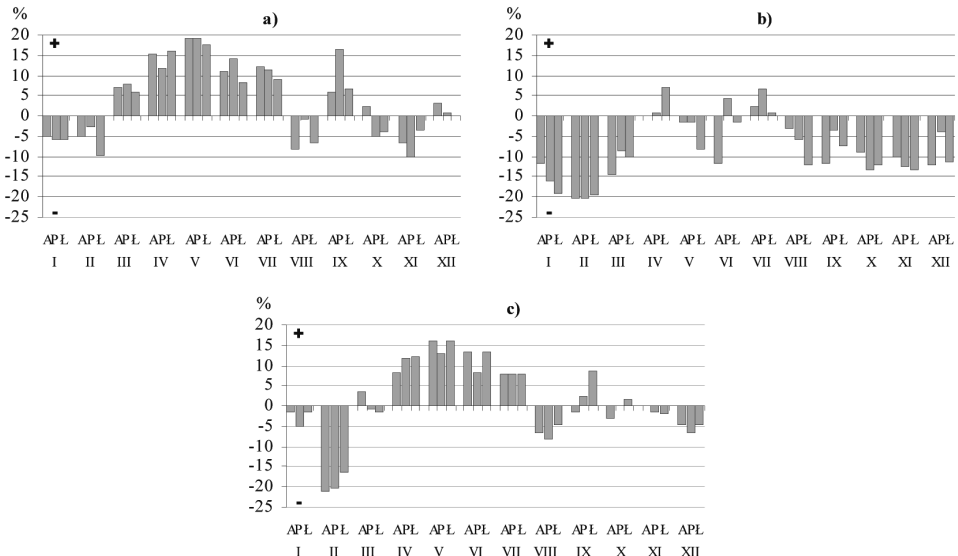
ratury powietrza (21%). Największy udział „znacznych” międzydobowych zmian średniej i maksymalnej temperatury powietrza przypadł na czerwiec. Zmiany „ostre”, czyli przekraczające 6°C, w większym stopniu uwidoczniły się w przypadku zmian ekstremalnych wartości temperatury, co potwierdza wyniki badań Panfil i Dragańskiej (2009). Większa częstość zmian „ostrych” temperatury maksymalnej wystąpiła w miesiącach od maja do lipca, a temperatury minimalnej podczas chłodnej pory roku, zwłaszcza w okresie styczeń – marzec, szczególnie przy ul. Andrzejewskiego (ryc. 2).



**Ryc. 2.** Przebieg roczny częstości występowania zmian z doby na dobę maksymalnej (a), minimalnej (b) oraz średniej (c) temperatury powietrza na stacjach przy ulicach: Andrzejewskiego (A), Piłsudskiego (P) i Łącznej (Ł) w Szczecinie (2005–2008)

**Fig. 2.** Annual course of the frequency of occurrence of maximum (a), minimum (b) and mean (c) air temperature change from day to day at the streets: Andrzejewskiego (A), Piłsudskiego (P) and Łączna (Ł) in Szczecin (2005–2008)

W kolejnym etapie pracy przeanalizowano zmienność temperatury powietrza z doby na dobę w zależności od jej znaku: wzrosty i spadki. W aglomeracji szczecińskiej częściej występowały wzrosty (50,1–51,1%) niż spadki (48,6–49,9%) temperatury średniej dobowej i maksymalnej. W przypadku temperatury minimalnej spadki miały większy udział wśród wszystkich zmian (ryc. 3). Znajduje to potwierdzenie w wynikach uzyskanych przez Kossowską-Cezak (1988) w odniesieniu do Warszawy, Olejniczaka (2003) w Krakowie i okolicach oraz przez Fortuniaka i in. (2004) w Łodzi. Analizując zmiany międzydobowe temperatury średniej, stwierdzono zaledwie trzy przypadki (ul. Łączna) z brakiem zmian. W przypadku ekstremalnych wartości temperatury stanowiły one przeciętnie tylko 2%.



**Ryc. 3.** Przewaga częstości wzrostów nad spadkami (+) lub spadków nad wzrostami (-) maksymalnej (a), minimalnej (b) i średniej (c) temperatury powietrza z dnia na dzień przy ulicach: Andrzejewskiego (A), Piłsudskiego (P) i Łącznej (Ł) w Szczecinie (2005–2008)

**Fig. 3.** Dominance of the frequency of increases over decreases (+) or decreases over increases (-) maximum (a), minimum (b) and mean (c) air temperature from day to day at the streets: Andrzejewskiego (A), Piłsudskiego (P) and Łączna (Ł) in Szczecin, according to the months. Years 2005–2008.

W miesiącach od kwietnia do lipca na całym obszarze aglomeracji szczecińskiej stwierdzono większą częstość wzrostów niż spadków średniej temperatury powietrza. W maju i w czerwcu wzrosty temperatury średniej były częstsze na obrzeżach miasta niż w centrum. Największą przewagą wzrostów nad spadkami charakteryzował się maj, zarówno w przypadku średniej, jak i maksymalnej temperatury powietrza. Największe zróżnicowanie przestrzenne przewagi częstości wzrostów nad spadkami wystąpiło we wrześniu w przypadku temperatury maksymalnej. Z kolei w przypadku temperatury minimalnej przez 9 miesięcy w roku, stwierdzono przewagę spadków. Zwraca uwagę luty, który wyróżniał się zdecydowaną przewagą spadków nad wzrostami, sięgającą nawet 21% zarówno w przypadku temperatury minimalnej, jak i średniej (ryc. 3).

## WNIOSKI

1. W latach 2005–2008 w obrębie aglomeracji szczecińskiej średnie roczne wartości temperatury powietrza były przeciętnie od 0,4 do 1,2°C wyższe



- w centrum niż na obrzeżach, co potwierdza powszechną opinię o wyraźnym zróżnicowaniu warunków termicznych na obszarach miejskich.
2. Skrajne warunki odczuwalności cieplnej (średnia dobowa powyżej 20°C) najczęściej występowały na obszarze zwartej zabudowy w centrum Szczecina. Największa częstość dni ze średnią dobową poniżej 0°C była natomiast charakterystyczna dla południowej części miasta.
  3. Na obrzeżach miasta 3,5-krotnie, a w centrum około 2,5-krotnie częściej występowały dni z grupy chłodnych i zimnych (średnia dobowa  $\leq 15^\circ\text{C}$ ) niż z grupy ciepłych (średnia dobowa  $> 15^\circ\text{C}$ ).
  4. Zmiany temperatury powietrza z doby na dobę, określane jako „obojętne”, stanowiły przeciętnie największy odsetek zmian w roku, a ich udział wynosił od 54% w przypadku temperatury maksymalnej do 66% – średniej dobowej. Duże zmiany międzydobowe (powyżej 6°C), określane jako „ostre”, szczególnie uwidoczniły się w zmienności ekstremalnych wartości temperatury – maksymalnej w okresie od maja do lipca, a minimalnej w styczniu i w lutym. Największa częstość „ostrych” zmian temperatury minimalnej wystąpiła na południowych obrzeżach miasta.
  5. Wyraźna przewaga częstości wzrostów nad spadkami temperatury średniej i maksymalnej występowała w cieplej połowie roku (z wyjątkiem sierpnia), podczas gdy w przypadku temperatury minimalnej, zwłaszcza w okresie od sierpnia do marca, utrzymywała się przewaga częstości spadków nad wzrostami.

## Literatura

- Czarnecka M., Mąkosza A., Nidzgorska-Lencewicz J., 2011, *Variability of meteorological elements shaping biometeorological conditions in Szczecin, Poland*. Theor. Appl. Climatol., 104, 1–2, 101–110.
- Dudek S., Kuśmierk R., Żarski J., 2008, *Porównanie wybranych elementów meteorologicznych w Bydgoszczy i jej okolicy*. Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 17, 1 (39), 35–41.
- Fortuniak K., Kłysik K., Wibig J., 2004, *Międzydobowa zmienność temperatury powietrza w Łodzi*. Acta Geogr. Lodziensis, 89, 35–46.
- Fortuniak K., Kłysik K., Wibig J., 2006, *Urban-rural contrasts of meteorological parameters in Łódź*. Theor. Appl. Climatol. 84, 91–101.
- Kłysik K., 1998, *Struktura przestrzenna miejskiej wyspy ciepła w Łodzi*. Acta Univ. Lodz., Folia Geogr. Phys., 3, 385–391.
- Kossowska-Cezak U., 1988, *Zmienność temperatury powietrza z dnia na dzień w warunkach miejskich*. Prz. Geof., 33, 4, 429–439.
- Kossowska-Cezak U., 2005, *Warunki odczucia cieplnego określone na podstawie temperatury średniej dobowej (na przykładzie Warszawy)*. Balneologia Polska, 47, 1–2, 49–55.

- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski*. Monografie, 1, IGiPZ PAN.
- Mąkosza A., Michalska B., 2006, *Ocena bodźcowości pogody w różnych terminach pomiarowych w ciągu dnia na przykładzie stacji agrometeorologicznej w Lipkach*. Annales UMCS, sectio B, 61, 35, 297–307.
- Michalska B., Mąkosza A., 2008, *Dobowe kontrasty termiczne terenów miejskiego i rolniczego*. Balneologia Polska, 4, 331–340.
- Michalska B., Mąkosza A., Nidzgorska-Lencewicz J., 2010, *Wstępne badania nad zmianami warunków termicznych w krajobrazach podmiejskim i rolniczym*. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech. 281 (16) ZUT w Szczecinie, 63–72.
- Miętus M. (red.), 2006, *Klimat rynny Jezior Raduńskich*, IMGW, Warszawa.
- Olejniczak J., 2003, *The day-to-day variability of air temperature in Cracow and its surroundings*. Prace Geogr., 112, IGiP UJ, Kraków, 93–103.
- Panfil M., 2007, *Duże zmiany międzydobowe temperatur ekstremalnych w drugiej połowie XX wieku*. Acta Agroph., 10 (3), 649–658.
- Panfil M., Dragańska E., 2009, *Zmienność temperatury powietrza z dnia na dzień w Polsce północno-wschodniej w ujęciu przestrzennym*. Acta Agroph., 13 (2), 435–444.
- Panfil M., Dragańska E., Cymes I., 2007, *Selected thermal indicators in northeastern Poland during the second half of the XX century*. Pol. Jour. Natur. Sci., 22 (4), 543–552.