

**Bohdan Mucha\*,  
Jolanta Wawer\*\***

**WPLYW RZEŻBY, ZABUDOWY I ZIELENI  
NA ZRÓŻNICOWANIE KLIMATU LOKALNEGO LWOWA**

**Role of terrain relief, buildings and green spaces  
in the diversification of Lviv's local climate**

**Summary.** This paper outlines the results of a study of Lviv's specific thermal characteristics. The study relied on a series of measurements taken over a 15-month period (from February 2007, through April 2008) at 6 automatic meteorological stations, representing a variety of physiogeographic conditions and land use. The study reveals substantial variations of temperature levels (annual [1–3°C], seasonal [2–4°C], and daily [2–12°C] averages), indicating the presence of an urban heat island. The result of the study is a map of the distribution of average annual air temperatures on the territory of Lviv.

**Słowa kluczowe:** temperatura powietrza, różnice temperatury, miejska wyspa ciepła, pionowy gradient temperatury, mapa rozkładu temperatury, Lwów

**Key words:** air temperature, temperature variation, urban heat island, vertical temperature gradient, temperature distribution map, Lviv

**WPROWADZENIE**

Charakterystyczne cechy klimatu Lwowa wyrażają się wyraźnym przebiegiem rocznym podstawowych elementów klimatu, uprzywilejowaniem solarnym (usłonecznienie ok. 1800 godzin w roku), występowaniem pór roku, wahaniami temperatury (w najchłodniejszym miesiącu średnio poniżej  $-4^{\circ}\text{C}$ , a najcieplejszym powyżej  $17^{\circ}\text{C}$ ), zmianami wilgotności powietrza i zachmurzenia (wyższe wartości w porze jesienno-zimowej) i opadów (740 mm w roku,

---

\* I. Franko National University of Lviv, Department of Physical Geography, e-mail: b.mukha@gmail.com

\*\* Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Zakład Klimatologii, 00-927 Warszawa, ul. Krakowskie Przedmieście 30, e-mail: jgwawer@uw.edu.pl

z wyższymi sumami w porze letniej) (CLINO 1996, Martyn 1992). Historia pomiarów meteorologicznych we Lwowie sięga prawie 200 lat.

Prowadzono również pomiary monitoringowe Państwowej Służby Meteorologicznej, wykonywane w wybranych punktach śródmieścia i innych dzielnic Lwowa oraz krótkie serie pomiarów w czasie praktyk terenowych studentów geografii Uniwersytetu Lwowskiego, ale dały one tylko ogólną orientację o warunkach topoklimatycznych miasta. Doniosły wkład w badania klimatu zachodniej Ukrainy i Lwowa wniósł M. S. Andrianow (1951). W nowszej publikacji *Klimat Lwowa* dokonano próby ukazania zróżnicowania termicznego dzielnic Lwowa, podkreślając wpływ zieleni miejskiej (Babiczenko, Zuzuk 1998).

## CECHY TERMICZNE KLIMATU LOKALNEGO LWOWA

Celem niniejszego opracowania jest określenie specyficznych cech termicznych klimatu Lwowa, poprzez charakterystykę zróżnicowania przestrzennego warunków termicznych w mieście. Stopień ich deformacji jest funkcją naturalnych i antropogenicznych przekształceń środowiska geograficznego i przejawia się podwyższeniem temperatury powietrza w stosunku do otoczenia. Zjawisko to w literaturze określane jest mianem miejskiej wyspy ciepła (Oke 1987, Landsberg 1981). Wyspa ciepła nie jest zjawiskiem stabilnym i wykazuje wahania w cyklu dobowym i rocznym. Najsilniej się zaznacza w porze letniej, a w ciągu doby – wieczorem i nocą. Jej kształtowaniu i większej intensywności sprzyja wyraźnie pogoda wyżowa, bezchmurna i bezwietrzna.

W celu ukazania przestrzennego zróżnicowania temperatury powietrza (miejskiej wyspy ciepła) wykorzystano ponad roczną serię (z okresu 1.02.2007–1.05.2008) badań wykonanych z użyciem rejestratorów elektronicznych (model Tinytag Ultra TGU–1500). Tego typu przyrządy wykorzystywano już wcześniej (od 2002 r.) do badań topoklimatycznych Karpat, Podkarpacia i Podola, a otrzymane wyniki były zadowalające, potwierdziły ich uniwersalność i przewagę nad tradycyjnymi metodami (duża dokładność i częstość pomiarów) (Boryczka i in. 2006, Mucha 2001, Mucha i in. 2008).

Rejestratory zlokalizowano w 6 punktach Lwowa, uwzględniając strukturę jednostek krajobrazowych (Lwów jest położony na styku pięciu jednostek krajobrazowych). Stacje automatyczne umieszczano na balkonach pierwszego piętra, z północnej strony budynku, aby wyeliminować wpływ bezpośredniego promieniowania słonecznego. Zaprogramowano je na odczyt mierzonych parametrów z interwałem 30 minut.

Rejestrator nr 1 był zlokalizowany w centrum Lwowa, w pobliżu Opery. Śródmieście Lwowa jest położone w kotlinie, uformowanej przez dopływy rzeki Połtwa. Z kotliną sąsiadują Roztocze i Płaskowyż Lwowski. Wysokości

w śródmiejskiej części miasta sięgają 280–290 m n.p.m. i powoli obniżają się dopiero w dolinie Połtwy w kierunku dzielnicy Zbojs'ka, leżącej w Pobużu Pa-smowym. Tam właśnie, wśród niskiej zabudowy, znajdował się rejestrator nr 6. Dzielnicą mieszkaniową najwyżej położoną (370 m n.p.m.), leżącą w sąsiedztwie parków leśnych, jest Majoriwka (ulica Pasiczna, rejestrator nr 2). Nieco na południe, w zwartej, wysokiej zabudowie Sychiwa pracował rejestrator nr 3. Kolejny punkt pomiarowy nr 4 był wśród niskiej zabudowy jednorodzinnej z ogrodami w Kulparkowie, należącej do falistej powierzchni Płaskowyżu Lwowskiego. Rejestrator nr 5 został zlokalizowany w dzielnicy Lewandówka, wśród zabudowy o różnej wysokości, w niedużej odległości od obszarów leśnych Roztocza i terenów podmokłych doliny Bilogorszczo-Malczyckiej (jednostka krajo-brazowa Równina Grodecko-Szczerzecka).

Ze wszystkich zebranych danych (ok. 22 tysięcy) obliczono podstawowe wartości temperatury: miesięczne, sezonowe i roczne (tab. 1). Z wcześniejszych opracowań wynika, że w drugiej połowie XX wieku zaznaczające się ocieplenie klimatu jest dość wyraźne we Lwowie, bowiem średnie roczne wartości z ostatnich lat wyraźnie odbiegają od wartości wieloletnich, nawet o 3–4°C, jak w okresie naszych badań terenowych (Boryczka i in. 2006).

**Tabela 1.** Średnie roczne oraz skrajne wartości temperatury powietrza we Lwowie (2007–2008)

**Table 1.** Annual averages and extreme air temperature values in Lviv (2007–2008)

Okres obserwacyjny	Dzielnice Lwowa, w których przeprowadzono pomiary					
Okresy obliczeń	Centrum	Majoriwka	Sychiw	Kulparków	Lewandówka	Zbojs'ka
1.02.07–1.02.08	11,46	9,50	9,74	10,23	9,63	10,01
1.03.07–1.03.08	11,60	9,71	9,93	10,40	9,88	10,19
1.04.07–1.04.08	11,34	9,53	9,74	10,18	9,75	9,96
1.05.07–1.05.08	11,31	9,55	9,82	10,18	9,88	9,99
Średnie wartości z okresu badań	<b>11,4</b>	<b>9,6</b>	<b>9,8</b>	<b>10,2</b>	<b>9,8</b>	<b>10,0</b>
Absolutne maksimum temperatury	37,5	33,9	37,1	38,0	34,8	35,7
Absolutne minimum temperatury	-13,9	-16,5	-14,8	-16,5	-14,2	-15,6
Odchylenie standardowe	0,11	0,08	0,08	0,09	0,10	0,09

Ponadroczna seria pomiarów ujawniła znaczne zróżnicowanie warunków termicznych we Lwowie. Z pomiarów wynika, że:

- średnia roczna temperatura powietrza zmieniała się od 9,6–9,8°C na krańcach miasta do 11,4°C w śródmieściu. W punktach Kulparków i Zbojs'ka było chłodniej o ok. 1°C niż w centrum (dzielnice położone niżej i w bliskim sąsiedztwie terenów rolniczych), a najniższymi wartościami wyróżniła się Majoriwka (najwyżej położona 370 m n.p.m.) oraz Sychiw (położony nieco niżej) i Lewandiwka (nisko położona w sąsiedztwie terenów podmokłych). Punkty te są położone w otoczeniu leśnych kompleksów Roztocza;
- maksimum absolutne temperatury powietrza wahało się od 33,9 do 38,0°C, jednak nie wystąpiło jednocześnie, co wskazuje na przyczyny lokalne; wartości najwyższe zanotowano w centrum i w dzielnicy Kulparków;
- minimum absolutne temperatury we Lwowie wahało się od –13,9 w centrum do –16,5°C w dzielnicy Kulparków (odległość ok. 4 km).

Na rycinie 1 przedstawiono profile temperatury średniej rocznej, miesięcznej w styczniu i lipcu oraz maksymalnej i minimalnej w różnych dzielnicach Lwowa. Średnia temperatura w lipcu w roku 2007 okazała się dość wysoka i przekraczała 20°C (w wieloleciu 18,3°C). Średnia temperatura w styczniu zaś jeszcze bardziej odbiegała od wartości wieloletnich (–4,0°C), bowiem wahała się około zera. Jest to zgodne z ogólną tendencją ocieplania się klimatu, zwłaszcza w porze zimowej (Boryczka i in. 2006).

Średnie wartości temperatury powietrza w poszczególnych porach roku w różnych dzielnicach Lwowa ujawniły również istotne różnice, bowiem latem najcieplej było w dzielnicach śródmiejskiej i Kulparków, a w zimie śródmieściu i w Sychiwie – w związku z największą gęstością zabudowy i „sztucznym” ciepłem. Zimą najchłodniej było w dzielnicy Majoriwka (gdzie ujawnił się wpływ wysokości) oraz Kulparków (teren otwarty na swobodne przemieszczanie się powietrza). Wiosna okazała się cieplejsza niż jesień (tab. 2), chociaż oba sezony należą do przejściowych i wzrost temperatury do lata nie powinien być większy niż spadek od lata do zimy. Pewne różnice wynikają ze zmienności dat początku i końca pór roku w poszczególnych latach.

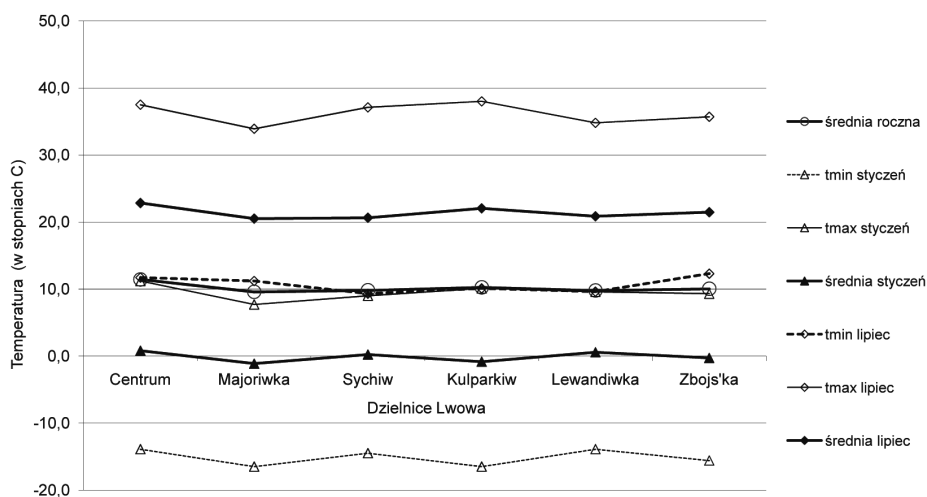
**Tabela 2.** Średnia temperatura powietrza w porach roku w dzielnicach Lwowa z okresu badań

**Table 2.** Average seasonal air temperature in Lviv neighbourhoods during the period of study

Pory roku	Centrum	Majoriwka	Sychiw	Kulparków	Lewandiwka	Zbojs'ka
Wiosna	13,3	11,0	10,9	11,8	10,7	11,3
Lato	22,3	20,1	20,2	21,3	20,2	20,8
Jesień	9,2	7,8	7,7	8,4	7,6	8,1
Zima	1,5	–0,2	0,7	–0,1	0,9	0,4

Różnice średniej miesięcznej temperatury w granicach Lwowa nie są duże (od 0,5 do 3,5°C), ale większe niż różnice średniej rocznej. Na rycinie 2 pokazano, jak duże jest to zróżnicowanie w 15-miesięcznej serii badań. Wielkość różnic średniej miesięcznej temperatury powietrza między centrum a innymi dzielnicami jest niestabilna w czasie i przestrzeni. Najczęściej największymi różnicami w stosunku do śródmieścia wyróżniają się Lewandówka, Sychiw i Majorówka – dzielnice najodleglejsze i najwyżej położone. Najmniejsze różnice były między śródmieściem a Kulparkiwem.

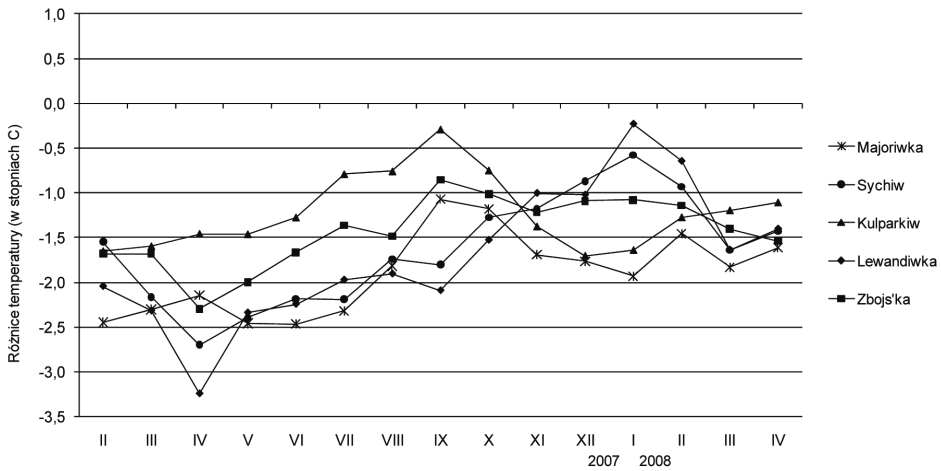
W ciągu roku największe różnice temperatury między dzielnicami powstawały na wiosnę (zwłaszcza w kwietniu) i latem, a najmniejsze w zimie. Największa różnica wystąpiła w kwietniu między Lewandówką a centrum (3,3°C), nieco mniejsze różnice (2,3–2,7°C) zaś między dzielnicami Sychiw i Zbojs'ka a śródmieściem. W dzielnicach zewnętrznych miasta jest chłodniej i warunki termiczne są bardziej zbliżone do peryferyjnych.



Ryc. 1. Temperatura powietrza w dzielnicach Lwowa z okresu badań  
 Fig. 1. Air temperature in Lviv neighbourhoods during the measurement period

### ZALEŻNOŚĆ MIEJSKIEJ WYSPI CIEPŁA OD WARUNKÓW POGODOWYCH

Badanie zróżnicowania termicznego między dzielnicami Lwowa w różnych warunkach pogodowych (typach pogody) ujawnia więcej szczegółów wpływów lokalnych. Różnice temperatury zmieniają swój charakter w zależności od zachmurzenia, zwłaszcza w dni ze zmiennym zachmurzeniem. Największe różnice są w czasie pogody antycyklonalnej – cieplej, bezchmurnej i bezwietrznej, najmniejsze zróżnicowanie zaś występuje przy pogodzie cyklonalnej, wietrznej.



**Ryc. 2.** Różnice średniej miesięcznej temperatury powietrza między wybranymi dzielnicami Lwowa a śródmieściem

**Fig. 2.** Differences of monthly average air temperatures measured in selected Lviv neighbourhoods and in the city centre

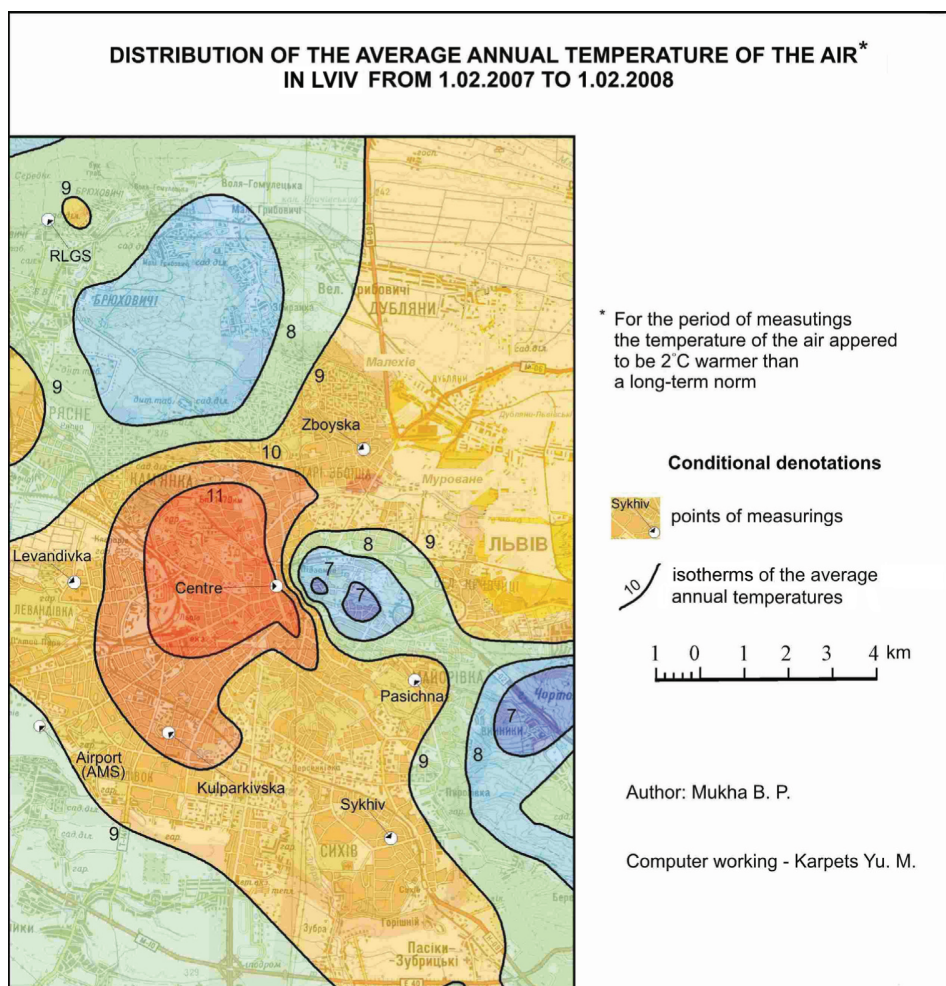
Podczas najchłodniejszych pogód w 2008 r., z amplitudą dobową 10–16°C, różnice dobowe wahały się od 2 do 3°C. W chłodne noce różnice sięgały nawet 4°C, wtedy najcieplej było w Lewandiwce i śródmieściu, a najchłodniej w Majoriwce i Kulparkowie (ryc. 2).

Podczas gorącej pogody antycyklonalnej obserwujemy największe amplitudy dobowe temperatury i największe zróżnicowanie przestrzenne. W centralnej części miasta okazuje się najcieplej w ciągu dnia i nocy, natomiast najchłodniej jest w Majoriwce. W godzinach popołudniowych między tymi częściami miasta różnica temperatury powietrza sięgała 9–10°C, a chwilowo nawet ponad 12°C. Jest to bardzo duża różnica, wynikająca z różnego tempa nagrzewania się i potem wychładzania obszarów śródmiejskich i peryferyjnych miasta, świadcząca o umocnieniu się miejskiej wyspy ciepła.

Analiza przebiegów temperatury w warunkach zmieniającej się pogody (zmiana mas powietrznych) ujawniła, że są one niesynchroniczne i zachodzą w różnym tempie oraz ukazała specyfikę warunków termicznych (choćby przejawy inwersji) w granicach Lwowa. Zależy ona od modyfikacji pola temperatury w mieście i na peryferiach, od kierunku przemieszczania się mas powietrznych, od reakcji obszarów zurbanizowanych na zmiany pogody.

W celu scharakteryzowania pola temperatury powietrza we Lwowie spróbowano zjawisko miejskiej wyspy ciepła pokazać na mapie (ryc. 3), wykorzystując program Map-Info<sup>1</sup>. Do stworzenia mapy cyfrowej posłużyły wartości śred-

<sup>1</sup> Komputerową część mapy wykonał Yu. M. Karpets



**Ryc. 3.** Rozkład średniej rocznej temperatury powietrza we Lwowie (1.02.2007–1.02.2008)  
**Fig. 3.** Average annual air temperature distribution in Lviv (1.02.2007–1.02.2008)

niej rocznej temperatury powietrza z punktów rejestracji automatycznej, z Rostockiej stacji krajobrazowo-geofizycznej i państwowej stacji meteorologicznej zlokalizowanej na lwowskim lotnisku Sknyliw (która bezpośrednio przylega do miasta). Kartograficzną bazą dla lokalizacji punktów była mapa topograficzna Lwowa w skali 1:100 000, z 2007 r. Na tej podstawie w pierwszej kolejności wykonano szkic rozkładu temperatury z wykorzystaniem interpolacji, bez uwzględnienia rzeźby i wysokości powierzchni n.p.m. Już na tym schematycznym obrazie pola temperatury powietrza wyodrębniła się wyspa ciepła w centralnej części miasta, która powoli słabła w kierunku dzielnic Kulparków, Sknyliw i Zbojs'ka. W kierunku Sychowa zaznaczył się szybki spadek tempera-

tury do chłodniejszych dzielnic: Majoriwka (na północo-wschodzie miasta) i Lewandiwka (na zachód od centrum). W obu tych dzielnicach wyraźnie ujawnia się wpływ lesistej wyżyny Roztocza.

W celu osiągnięcia w miarę rzeczywistego rozkładu temperatury na obszarze miasta Lwowa w związku z oddziaływaniem rzeźby terenu obliczono pionowe gradienty temperatury powietrza między nisko położonym śródmieściem i otaczającymi wysoczyznami bądź obniżeniami. Otrzymane średnie gradienty przekraczały wielkość średniego pionowego gradientu temperatury i dochodziły do 2°C na 100 metrów wysokości. Takie wielkości gradientu pionowego są możliwe w obszarze wpływu takich czynników geograficznych, jak: kotlinne położenie śródmieścia, dostawa „sztucznego” ciepła z miasta, osłabiona wentylacja, zwarta zabudowa. Stosując obliczone miejscowe gradienty temperatury do elementów rzeźby w granicach miasta i w jego najbliższym otoczeniu, uzupełniono sieć punktów na kulminacjach terenowych, otrzymując jednocześnie dodatkowe wirtualne punkty do konstrukcji mapy rozkładu przestrzennego średniej rocznej temperatury powietrza. Otrzymany wariant mapy pozwolił wyszukać nowe punkty do pomiarów automatycznych. Rejestratory pracują od 1 stycznia 2009 roku w centrum Lwowa oraz okolicznych wsiach: Pidbrici, Sokolniki, Rudno i Dubljany, co daje nadzieję na kolejną, ulepszoną wersję mapy pola temperatury powietrza we Lwowie i na jego peryferiach.

## PODSUMOWANIE

Przedstawione studium oparte na 15-miesięcznej serii synchronicznych, całodobowych, wykonywanych z dużą częstością, automatycznych pomiarów temperatury powietrza uważamy za pierwsze i wstępne do dalszych badań. Cennym wynikiem było rozpoznanie zakresu zmian temperatury powietrza w przebiegu rocznym i dobowym oraz w różnych warunkach pogodowych. Wielkość średnich rocznych różnic temperatury na obszarze Lwowa wahała się od 1 do 3°C, w porach roku od 2 do 4°C, a w pojedynczych dniach od 2 do 12°C. W większości sytuacji w centrum Lwowa okazywało się cieplej niż w otoczeniu o 2–3°C, co potwierdza stabilne i częste pojawianie się miejskiej wyspy ciepła. Podobnie cieplej w okresie lata było w dzielnicy Kulparków, ale zimą chłodniej. Dostyc ciepło było też w dzielnicy Zbojs’ka, przylegającej do Małego Polesia. Najchłodniej w większości przypadków było w dzielnicy Majoriwka, dość chłodno było też w dzielnicach Sychiw i Lewandiwka.

Na powstawanie różnic termicznych na obszarze Lwowa największy wpływ ma zabudowa miejska, zwłaszcza zwarta, „sztuczne” ciepło pochodzące z różnych źródeł, bezwzględna wysokość miejsca obserwacji, kompleksy zieleni miejskiej, jak i obecność sąsiednich obszarów leśnych lub terenów rolniczych.



## Literatura

- Andrianow M.S., 1951, *Mikroklimaticzeskije osobiennosti goroda Lwowa*. Geograficzeskij sbornik, 1, Lwów, Izdat. Lwowskogo Uniwersiteta.
- Babiczenko W.M., Zuzuk F.W. (red.), 1998, *Klimat Lwowa*. Derzhawnyj Komitet Ukrainy po hydrometeorologii, Ukrain'skij naukowo-doslidnyj hidrometeorologicznyj Instytut, Łuck.
- Boryczka J., Mucha B., Stopa-Boryczka M., Wawer J., 2006, *The influence of the North Atlantic Oscillations (NAO) on the climate of Warsaw and Lviv*. *Miscellanea Geographica*, 12, 75–80.
- CLINO (*Climatological normals for the period 1961–1990*), 1996, WMO, Geneva.
- Landsberg H.E., 1981, *The urban climate*. Int. Geophisics Series, 28, Academic Press, New York.
- Martyn D., 1992, *Climates of the World*. PWN – Polish Scientific Publisher, Warszawa.
- Mucha B., 2001, *Zmiany elementów klimatycznych w dorzeczu górnego Dniestru w drugiej połowie XX wieku*. *Prace i Studia Geogr.*, 29, 155–160.
- Mucha B., Kicińska B., Wawer J., 2008, *Differentiation of thermal conditions In the vertical profile of Natural National Park of Carpathians*. *Miscellanea Geographica*, 13, 105–111.
- Oke T.R., 1987, *Boundary layer climate*. Routledge, London.