

Spatial aspects of selected air temperature characteristics in urban and suburban landscape of the Olomouc region

Prostorové aspekty vybraných teplotních charakteristik v městské a příměstské krajině Olomouce

Renata PAVELKOVÁ-CHMELOVÁ^a, Pavel SEDLÁK^b, Martin TOMÁŠ^c, Miroslav VYSOUDIL^d

^aUniverzita Palackého, chmelova@prfnw.upol.cz

^bUniverzita Pardubice, pavel.sedlak@upce.cz

^cOstravská univerzita, martin.tomas@email.com

^dUniverzita Palackého, miroslav.vysoudil@upol.cz

Abstract

The study of spatial aspects on air temperature regime complicate a few factors. That is why is necessary:

- to dispose of suitable data from urban and suburban meteorological stations with regards to microclimate conditions of their surrounding

- to use relevant instruments, and methodology of observation (measurement)

Presented results are based on analyze of air temperature measurement on selected station in functional network in the Olomouc city and its surroundings in the days with radiative weather during the years 2008 and 2009. The observation was done in the high 1,5 meters above active surface with sample rate 30', resp. 10'. Discussed are average, maximal and minimal daily temperatures according to station location.

Keywords: urban and suburban landscape, Olomouc city, air temperature, spatial variability

Klíčová slova: městská a příměstská krajina, Olomouc, teplota vzduchu, prostorová variabilita

1. Úvod

Městská krajina představuje vzhledem ke své prostorové struktuře specifickou oblast pro tvorbu klimatu, označovaného jako klima města. Se složitou prostorovou strukturou městské krajiny, na rozdíl od krajiny příměstské, souvisí i značná nehomogenita aktivního povrchu. Různorodý charakter aktivního povrchu je tedy jedním z hlavních znaků, kterými se odlišuje městská krajina od příměstské.

Albedo jednotlivých typů aktivního povrchu se spolupodílí na energetické bilanci místa a tak i na množství tepelné energie emitované do atmosféry. Ovlivňuje míru a intenzitu prohřívání přízemní vrstvy atmosféry. Výsledkem bývá odlišný režim teploty vzduchu v různých částech města i příměstské krajiny, resp. jejich odlišné klimatické poměry. Studium městského klimatu na základě energetické bilance představuje tradiční přístup (Oke 1978, Leroyer a kol. 2010). Z toho vyplývá fakt, že největší pozornost při studiu klimatu měst a jejich okolí je věnována režimu teploty aktivního povrchu a vzduchu (např. Carlowicz, M. 2010, Offerle, B. a kol. 2006, Souch, Grimmond 2006, Bonan 2008, Polčák, Soták 2002 aj.).

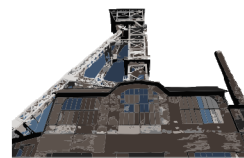
Vyjádření předpokládaných odlišností v režimu teploty vyžaduje její soustavné měření současně v městské a příměstské krajině a to s ohledem na charakter převládajícího aktivního povrchu v okolí stanic. Rozdíly

v režimu teploty se obecně projevují maximálně ve dnech s radičním počasím a především v nočních hodinách na úrovni minimálních teplot vzduchu. V příspěvku je proto analyzován režim teploty vzduchu na vybraných městských a příměstských stanicích Olomouce právě ve dnech s radičním počasím v roce 2009.

2. Staniční síť, data a metody

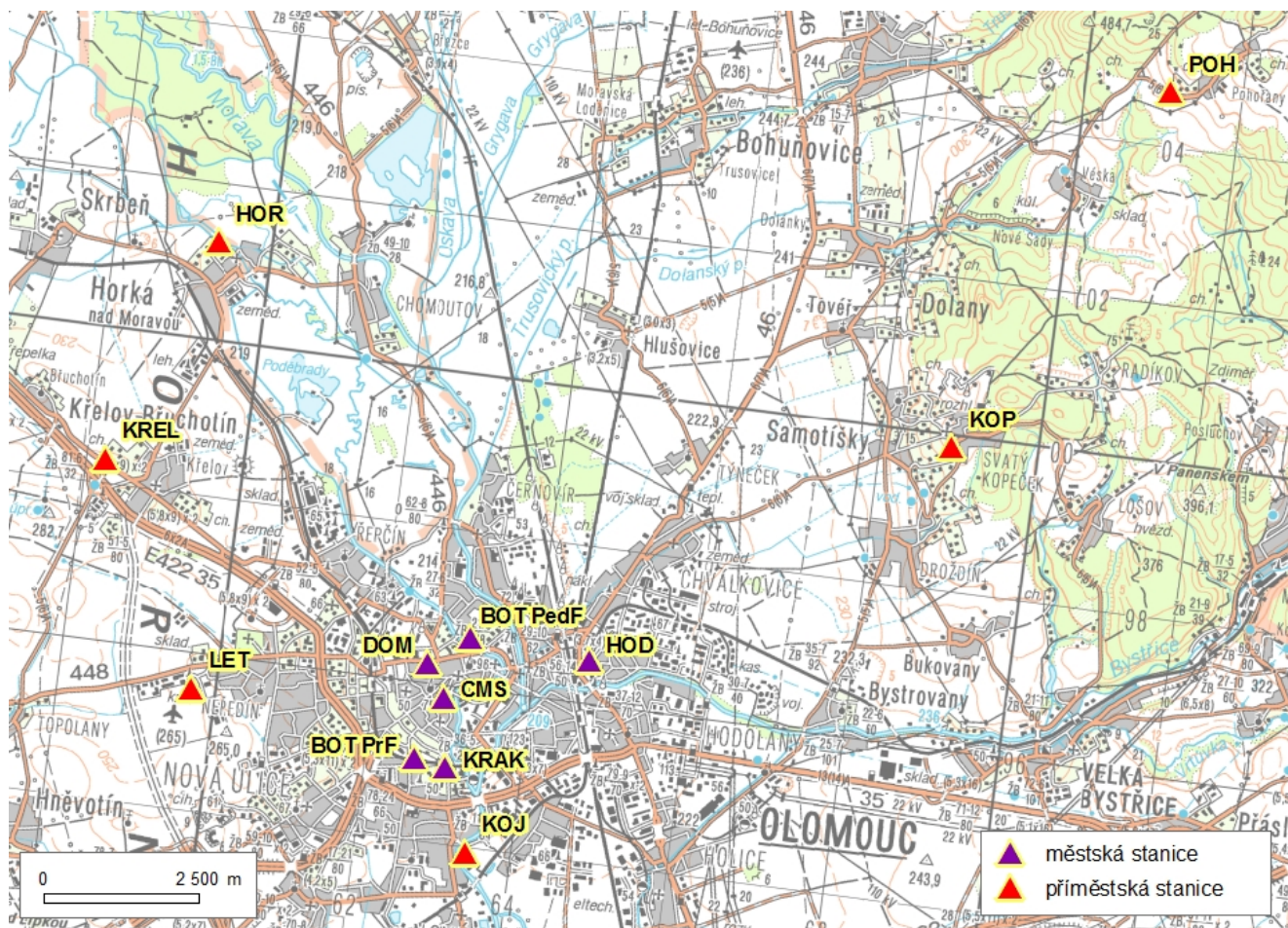
2.1 Staniční síť

Účelová síť městských a příměstských stanic v Olomouci a okolí byla v r. 2009 osazena automatickými dataloggery Fourier MicroLog pro registraci teploty a vlhkosti vzduchu. Dostupné byly údaje o teplotě vzduchu ze stanic Botanická zahrada PřF (dále BOT_PřF), Cyrilskometodějská teologická fakulta (CMS), Horka nad Moravou (HOR), kojenecký ústav (KOJ), Hodolany (HOD), Olomouc Krakovská ulice (KRAK), Křelov (KREL) a Pohořany (POH). V teplém půlroce doplňovaly síť automatické stanice Fourier WeatherLab, ale vzhledem k uvedenému typu studovaných dnů byly naměřené údaje nepoužitelné. V dubnu pak byly instalovány automatické stanice Fiedler-Mágr v Botanické zahradě PdF (BOT_PdF), Dominikánském klášteře (DOM), na Svatém Kopečku (KOP) a na olomouckém letišti (LET).



Za městské byly považovány stanice BOT_PrF, BOT_PdF, CMS, HOD, DOM, KRAK, za příměstské

HOR, KOJ, KREL, POH, KOP, LET.



Obr. 1: Lokalizace městských a příměstských stanic (Pavelková-Chmelová, Sedlák, Tomáš, Vysoudil, 2010)

Charakterem aktivního povrchu a nejbližšího okolí si byly podobné městské stanice BOT_PrF, BOT_PdF, DOM (zahrada s travnatým povrchem, stromy), dvojice stanic HOD a KRAK (dvůr v řadové zástavbě). Zcela specifické bylo umístění stanice CMS (dvůr v centru města zastíněný vysokými budovami v nejbližším okolí).

V případě příměstských stanic HOR, KOJ, KREL, POH, KOP, LET byly poměry na stanicích velmi podobné (travnatý povrch, v okolí jednotlivé stromy s výjimkou stanice LET). Za zmínku stojí blízkost vodních toků u stanic KOJ a HOR a v porovnání se zbývajícími vyšší nadmořská výška stanice POH.

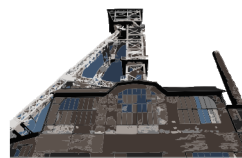
2. 2 Data

Pro rok 2009 byly dispozici teplotní řady ze 6 městských a 6 příměstských stanic. Vzhledem k datu instalace automatických stanic Fiedler-Mágr chyběly údaje pro radiační dny 8. 1., 3. 4. a 4. 4. V případě dataloggerů chyběly údaje ze stanic KRAK (8. 1.), KREL (22. 4.) a POH (31. 10.).

Sledované a prezentované charakteristiky (průměrná denní teplota, průměrná maximální a průměrná minimální teplota) byly zjišťovány pro soubor městských a příměstských stanic v radiačních dnech z aktuálně dostupných dat. U denních absolutních maximálních (minimálních) teplot byl sledován a porovnán čas jejich nástupu (SELČ).

2. 3 Metody

Radiační dny byly vyčleněny na základě záznamů meteorologických pozorování na stanici ČHMÚ Olomouc – Holice, kdy průměrná denní rychlost větru byla $\leq 2 \text{ m/s}$ a průměrná oblačnost byla $\leq 2/10$. Takových dnů bylo v r. 2009 patnáct. Údaje poskytl ČHMÚ, pobočka Ostrava. Informace o povětrnostní situaci v jednotlivých dnech byla získána z Katalogu povětrnostních situací pro území Česká republika (cit. 2010-15-04, dostupné z WWW <http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/typps09.html>, 15. 4. 2010).



Hodnoty teploty vzduchu byly získány měřením ve výšce 1,5 m nad aktivním povrchem. Dataloggery byly chráněny proti slunečnímu záření plastovými kryty a během roku z důvodů lepší ventilace nahrazeny profesionálními radiačními kryty. Přesnost byla lepší než 0,2 °C, pro postižení rozdílů mezi stanicemi tedy dostačující.

Zamýšlené statistické zpracování teplotních charakteristik proběhlo v programu Microsoft® Excel 2002. V této fázi se v podstatě jednalo o zjištění průměrných a extrémních hodnot, stanovení rozdílu od průměru zvlášť na městských a příměstských stanicích a mezi těmito dvěma skupinami. Zahrnuje popis prostorové diferenciace průměrné, maximální a minimální teploty vzduchu ve výšce 1,5 m s ohledem na lokalizaci stanic v městské (příměstské) krajině Olomouce. V případě denních extrémních teplot byl sledován čas nástupu.

Pro lokalizaci stanic a interpolaci teplotního pole byl použit software ArcGIS Desktop 9.3 a extenze 3D Analyst a Spatial Analyst. Jako podkladová data bylo využito DMÚ25. Pro interpolaci průměrné teploty byla využita metoda „kriging“, pro interpolaci maximálních a minimálních teplot byla využita interpolační metoda „spline“.

3. Prostorové aspekty (diferenciace) teplotního pole

Předpokládané faktory prostorové diferenciace teplotního pole v městské a příměstské krajině města

Olomouce (pokud existují a projevují se) jsou výrazné rozdíly v typu aktivních povrchů stanic a celkový charakter mikroklimatu v jejich okolí.

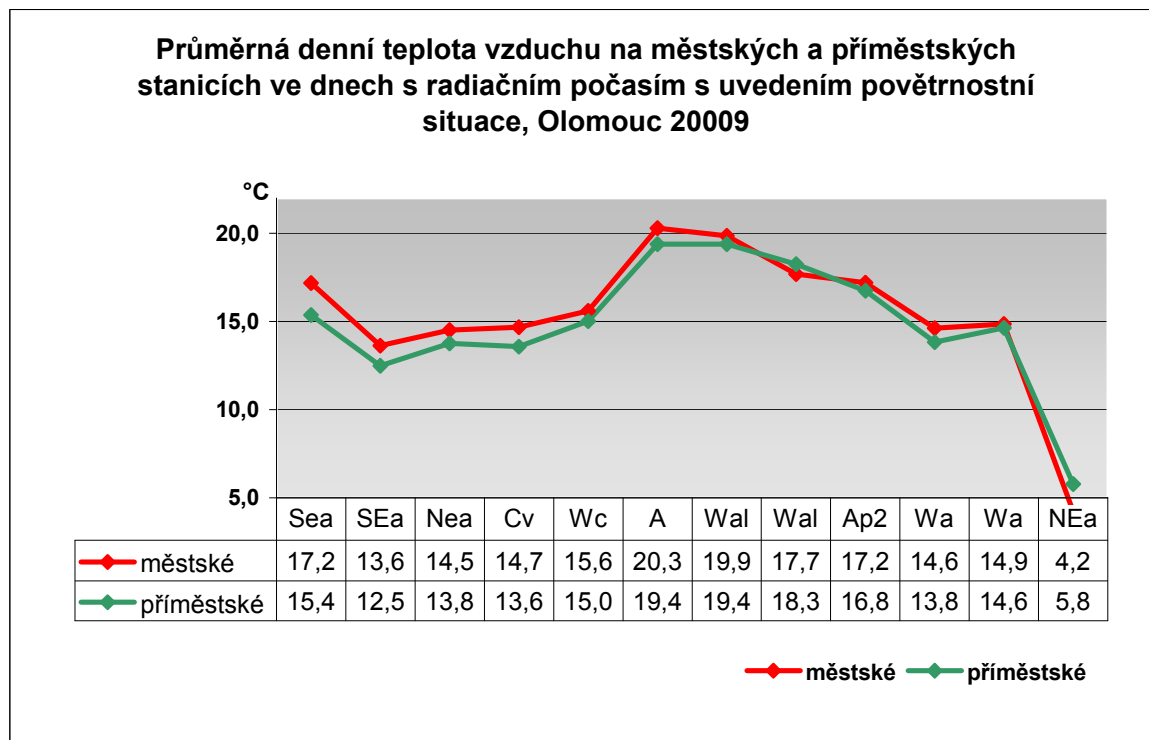
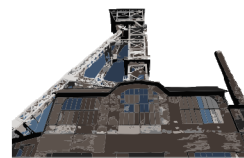
3.1 Průměrná denní teplota vzduchu

Celkové hodnoty průměrných denních teplot vzduchu v radiačních dnech se mezi skupinou městských (15,4 °C) a příměstských stanic (14,9 °C) liší minimálně. Tento rozdíl může vyplývat z relativní podobnosti charakteru aktivního povrchu mezi vlastním městem a příměstskou krajinou Olomouce a také podobným charakterem nejbližšího okolí a tím i mikroklimatu stanic v uvedených typech krajiny. Zřetelnější jsou rozdíly v jednotlivých dnech. Obrázek 1 vyjadřuje režim průměrných teplot v jednotlivých radiačních dnech a doplňuje jej typ povětrnostní situace. Z tabulky je patrné povaha rozdílu mezi hodnotami průměrné denní teploty vzduchu mezi městskými a příměstskými stanicemi v jednotlivých dnech a typech povětrnostní situace. Až na dva dny byly průměrné hodnoty vždy vyšší u skupiny městských stanic. Nejvyšší zaznamenaný rozdíl mezi průměrnými teplotami v jednotlivých dnech (1,8 °C) byl ve prospěch skupiny městských stanic.

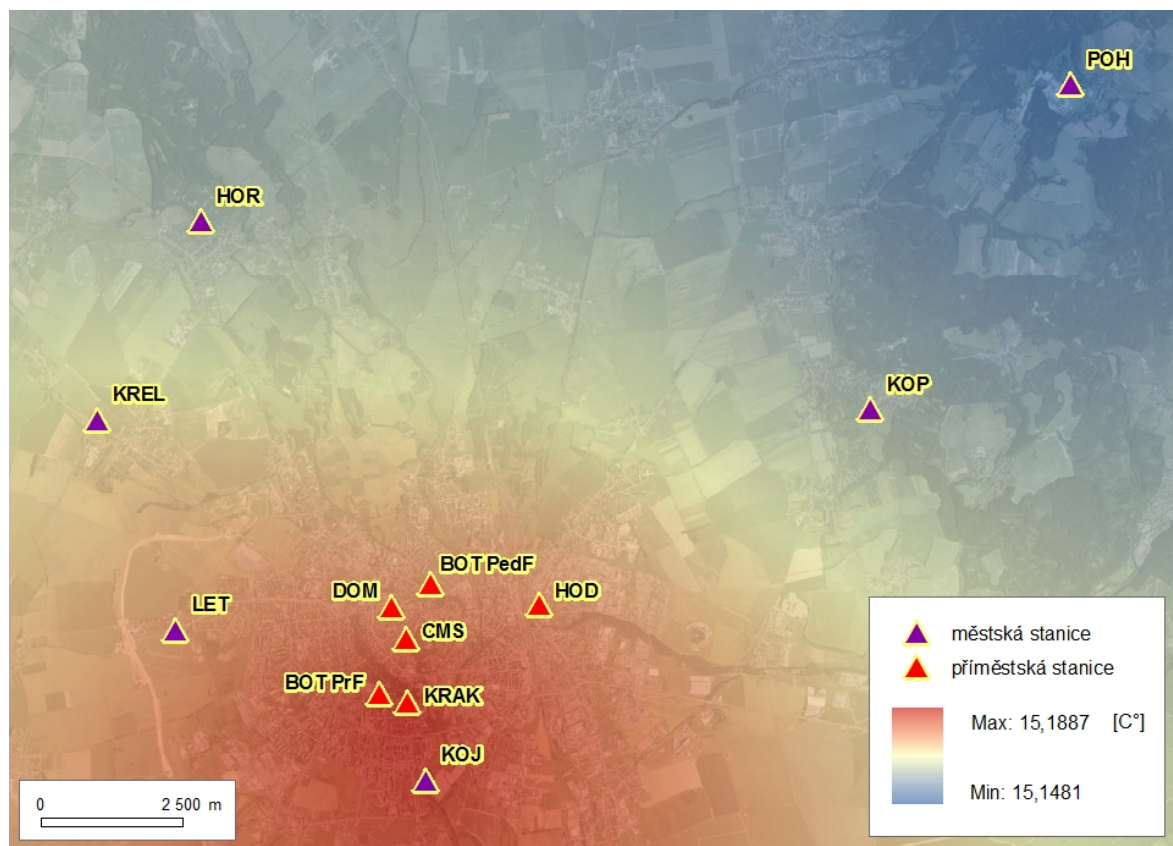
Maximální rozdíl mezi průměrnými denními teplotami v radiačních dnech na městských stanicích byl 2,2 °C (KRAK 16,9 °C - BOT_PdF 14,7 °C), v případě příměstských stanic to bylo 1,2 °C (KREL 15,6 °C - POH 14,4 °C). Největší absolutní rozdíl byl zjištěn mezi stanicemi BOT-PrF a POH (5,4 °C, 31. 8.).

Tab. 1: Průměrná denní teplota vzduchu na městských (td_pr_M °C) a příměstských (td_pr_P °C) stanicích a její rozdíl (td_pr_M - td_pr_P °C) ve dnech s radiačním počasím v r. 2009 v Olomouci

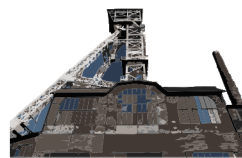
Datum	td_pr_M (°C)	td_pr_P (°C)	td_pr_M - td_pr_P (°C)
11.4.	17,2	15,4	1,8
13.4.	13,6	12,5	1,2
20.4.	14,5	13,8	0,8
22.4.	14,7	13,6	1,1
3.5.	15,6	15,0	0,6
25.5.	20,3	19,4	0,9
19.8.	19,9	19,4	0,5
31.8.	17,7	18,3	-0,6
9.9.	17,2	16,8	0,4
26.9.	14,6	13,8	0,8
27.9.	14,9	14,6	0,2
31.10.	4,2	5,8	-1,6



Obr. 2: Průměrná denní teplota vzduchu na městských a příměstských stanicích ve dnech s radiačním počasím s uvedením povětrnostní situace, Olomouc 2009



Obr. 3: Pole průměrných denních teplot vzduchu v Olomouci a okolí ve dnech s radiačním počasím v r. 2009
Zdroj: Pavelková-Chmelová, Sedlák, Tomáš, Vysoudil, 2010



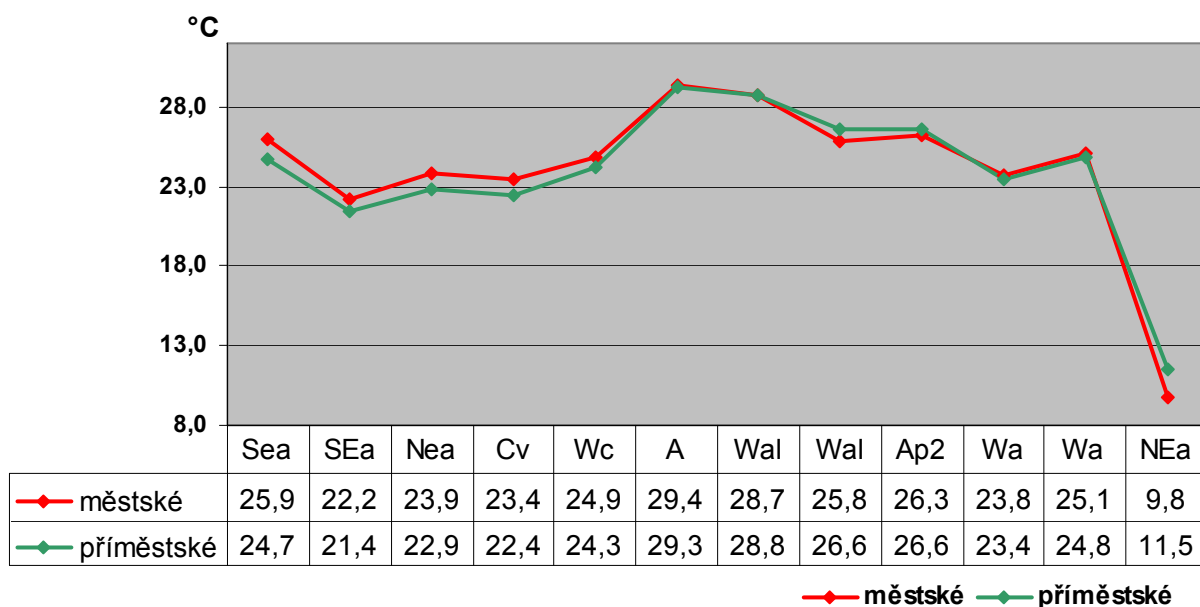
3.2 Průměrná maximální denní teplota vzduchu

Je obvyklé, že maximální denní teploty a tak i jejich průměrné hodnoty v městské krajině vykazují v porovnání s hodnotami v příměstské krajině mešší rozdíly. Rozhodující úlohu hraje podobnost či odlišnost celkového charakteru aktivního povrchu mezi těmito typy krajin. Pokud jsou si podobné, může k takové situaci dojít (Carlowicz 2010). Průměrné maximální denní teploty vzduchu u skupiny městských (24,1 °C) a

příměstských (23,9 °C) stanic Olomouce se od sebe lišily opravdu minimálně (na úrovni přesnosti použitých přístrojů).

Rozdíly v jednotlivých dnech byly výraznější. Celkem ve čtyřech případech (33 %) byly hodnoty průměrných denních maxim vyšší u skupiny příměstských stanic. Paradoxně nejvyšší rozdíl (1,8 °C) byl ve prospěch vyšší průměrné maximální teploty u příměstských stanic.

Průměrná maximální denní teplota vzduchu na městských a příměstských stanicích ve dnech s radiačním počasím s uvedením povětrnostní situace, Olomouc 2009



Obr. 4: Průměrná maximální denní teplota vzduchu na městských a příměstských stanicích ve dnech s radiačním počasím s uvedením povětrnostní situace, Olomouc 2009

Nejvyšší rozdíl mezi průměrnými maximálními denními teplotami na městských stanicích byl 6,9 °C (KRAK 27,3 °C - CMS 20,4 °C), v případě příměstských stanic to bylo 2,9 °C (KOJ 26,0 °C - POH 23,1 °C). Absolutně největší rozdíl byl zjištěn mezi stanicemi KRAK a POH (8,1 °C, 3. 5.).

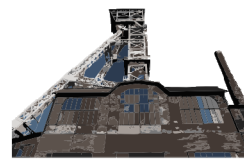
3.3 Průměrná minimální denní teplota vzduchu

Obvykle nejzřetelnější rozdíly teplot jsou spojeny s minimálními hodnotami, kdy se především za radiačního počasí v nočních a časných ranních hodinách plně uplatňují rozdíly mezi aktivními povrchy a jejich tepelnými vlastnostmi. Pokud jsou si ale podobné, může

dojít k situaci, že rozdíly se stírají. To se projevilo i v této případové studii.

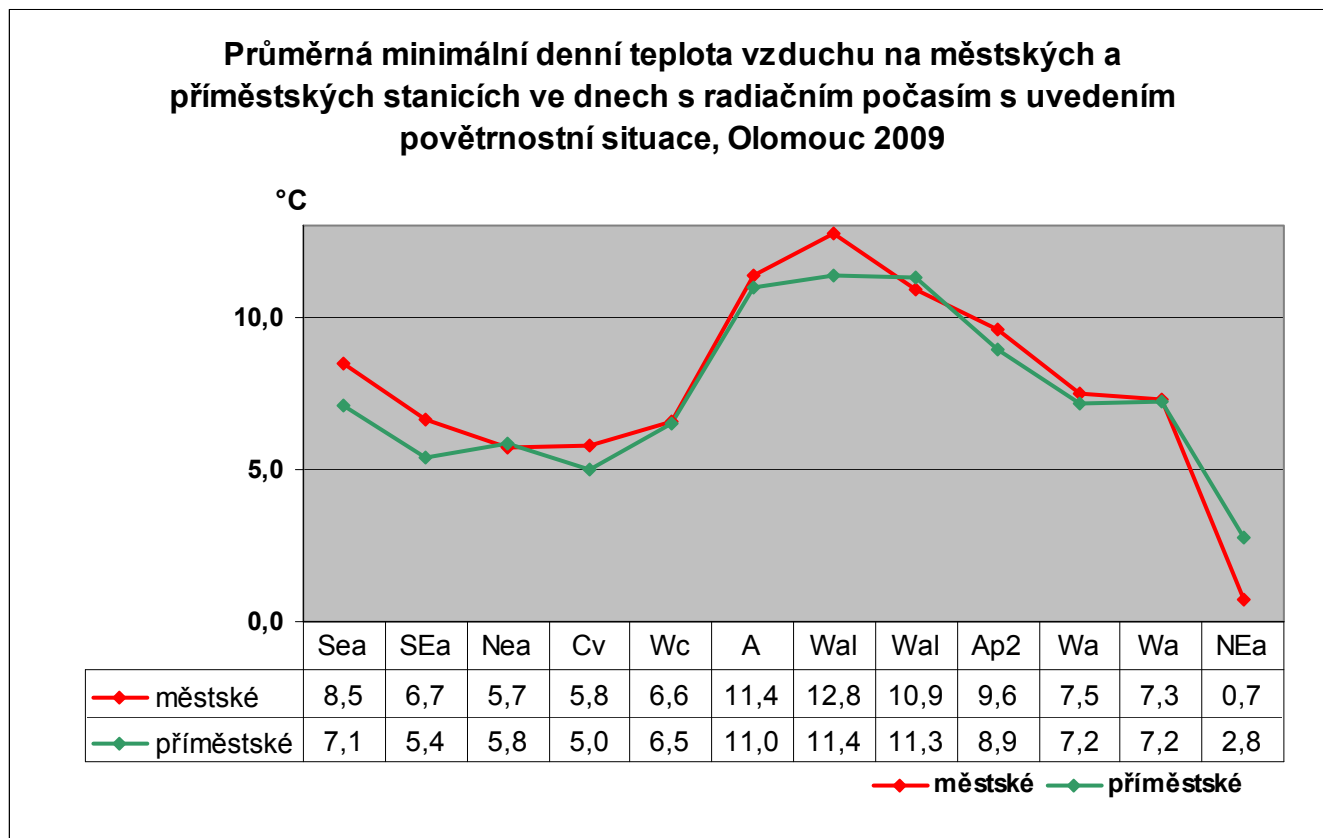
Hodnoty průměrné minimální denní teploty vzduchu u skupiny městských (7,8 °C) a příměstských stanic (7,5 °C) se od sebe lišily o pouhých 0,3 °C. Možnou příčinu lze spatřovat v relativní podobnosti aktivních povrchů na porovnávaných lokalitách. Až na tři dny byly nižší průměrné minimální denní teploty u skupiny příměstských stanic. Paradoxně nejvyšší rozdíl (2 °C) byl ve prospěch vyšší průměrné hodnoty u příměstských stanic.

Nejvyšší rozdíl mezi průměrnými minimálními denními teplotami na městských stanicích byl 4,1 °C (KRAK 9,5



°C, BOT_PdF 5,4 °C), v případě příměstských stanic 3,5 °C (KOJ 9,5 °C a HOR 6,0 °C). Absolutně největší byl rozdíl mezi stanicemi. Absolutně největší rozdíl 7,3 °C,

byl zjištěn mezi stanicemi HOD a HOR (19. 8.) a KRAK a POH (31. 8.).



Obr. 5: Průměrná minimální denní teplota vzduchu na městských a příměstských stanicích ve dnech s radičním počasím s uvedením povětrnostní situace, Olomouc 2009

3.4 Čas nástupu denní maximální teploty

Průměrný čas nástupu denní maximální teploty byl v případě městských stanic 14:45 hod. a příměstských 15:04 hod. Individuální rozdíly průměrných časů mezi stanicemi ale byly výraznější.

V městské krajině nastupovalo nejdříve denní maximum průměrně na stanici BOT_PdF (14:34 hod.), nejpozději na stanici KRAK (15:45 hod.). Absolutně nejdříve nastoupilo denní maximum v 12:30 hod. na stanici HOD, nejpozději na stanici CMS v 16:50 hod.

Průměrný nejčasnější nástup denních maxim mezi příměstskými stanicemi byl zjištěn na stanici POH (14:45 hod.), nejpozdější na stanici KREL (15:22 hod.). Absolutně nejdříve nastoupilo denní maximum v 12:30 hod. na stanici KOP, nejpozději na stanici HOR v 17:30 hod.

3.5 Čas nástupu denní minimální teploty

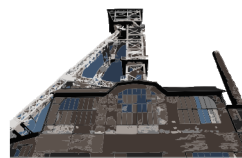
Průměrný čas nástupu denní minimální teploty (SELČ) byl v případě městských stanic 5:59 hod. a příměstských 5:41 hod. I v tomto případě jsou individuální rozdíly mezi stanicemi značné.

Na městských stanicích nastupují průměrně nejčasněji denní minima na stanici CMS (5:49 hod.), nejpozději na stanici KRAK (6:22 hod.). Absolutně nejdříve nastoupilo denní minimum v 3:40 hod. na stanici BOT_PdF, nejpozději na stanici HOD v 7:30 hod.

Průměrný nejčasnější nástup denních minim mezi příměstskými stanicemi byl zjištěn na stanici KOP a HOR (5:37 hod.), nejpozdější na stanici POH (6:49 hod.). Absolutně nejdříve nastoupilo denní minimum v 1:00 hod. na stanici POH, nejpozději na stanici LET v 23:40 hod.

4. Diskuse výsledků

Prezentované teplotní charakteristiky pro radiční dny v Olomouci v r. 2009 ve většině případů potvrdily rozdíly



v prostorové struktuře teplotního pole v městské a příměstské krajině, byť v některých případech ne tak výrazně ve prospěch města, jak by se dalo očekávat. Čas nástupu denních maximálních a minimálních teplot vykázal rozdíly mezi skupinami stanic v souladu s předpoklady. Ve většině případů bylo dosaženo maximální denní teploty na městských stanicích dříve, než na příměstských. Na městských stanicích obecně nastupovaly denní minimální teploty později než na příměstských.

Je třeba zohlednit fakt, že se jednalo o data z prvních experimentálních měření. Vzhledem k teoretickým předpokladům byly zjištěny nejmenší rozdíly mezi průměrnými denními teplotami a naopak nejvyšší u denních minim.

Proto budou prováděny analýzy opakovaně, kdy budou k dispozici data za delší časové období z vyššího počtu stanic. Současně se zvýší počet radiálních dnů. To umožní pokročilejší GIS analýzy, které umožní reprezentativní popis vlivů prostorových aspektů na režim teploty v městské a příměstské krajině Olomouce.

5. Závěr

Úvahy o prostorové diferenciaci teploty vzduchu vycházejí z účelových měření v Olomouci a okolí v roce 2009. Zpracována byla teplotní data ze souboru 12 stanic (6 městských a 6 příměstských). Ne příliš průkazné první výsledky poukazují na nutnost v měřeních pokračovat, což se realizuje. Do analýz v dalších letech bude zahrnut větší počet stanic. Pro zajištění reprezentativnosti výsledků studia vlivu prostorových aspektů na režim teploty v městské a příměstské stanici se ukazuje vhodné zahrnout větší počet dnů, např. všechny dny s anticyklonálním bezvětřným počasím. Ukazuje se jako přínosné aplikovat další pokročilejší metody prostorových analýz vhodných pro popis diferenciaci teplotního pole v Olomouci a okolí.

Použité zdroje:

BONAN, G. (2008). Ecological Climatology: Concepts and Applications. 2. Cambridge: Cambridge

University Press, 550 p. ISBN :978-0-521-87221-8.

CARLOWICZ, M. (2010): Ecosystem, Vegetation Affect Intensity of Urban Heat Island Effect. The Earth Observer, January – February 2010, Volume 22, Issue 1, p. 36-37.

ČHMÚ, 2010. Katalog povětrnostních situací pro území České republiky. [on line]

[cit. 2010-15-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.chmi.cz/meteo/om/mk/typps09.html>>

LEROYER, S. (2010). Modeling the Surface Energy Budget during the Thawing Period of the 2006 Montreal Urban Snow Experiment. Journal of Applied Meteorology and Climatology [online]. 49, 1, s. 68 – 84 [cit. 2010-05-30]. Dostupný z WWW: <<http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/2009JAMC2153.1>>. ISSN 0021-8952.

OKE, T. R. (1978). Boundary Layer Climates. Londýn : Methuen & Co., 372 p.

OFFERLE, B., et al. (2006). Intraurban Differences of Surface Energy Fluxes in a Central European City. Journal of applied meteorology and climatology [online]. 45, 1, p. 125 – 136 [cit. 2010-06-03]. Dostupný z WWW: <http://www.kcl.ac.uk/ip/suegrimmond/publishedpapers/JAMC_Offerle_etal2006.pdf>. ISSN 1558-8424

POLČÁK, N., SOTÁK, Š. (2002). Analýza terénnych meraní teploty vzduchu v Banskej Bystrici. In: Baran, V.: Banská Bystrica v geografickej realite času a priestoru. Mesto Banská Bystrica, pp. 152-159. ISBN 80-8055-706-3

SOUCH, K., GRIMMOND, S. (2006). Applied climatology: Urban climate. Progress in Physical Geography [online]. 30, 2, s. 270 – 279 [cit. 2010-05-28]. Dostupný z WWW: <http://www.kcl.ac.uk/ip/suegrimmond/publishedpapers/PPG_2005_SouchGrimmond.pdf>. ISSN 1477-0296

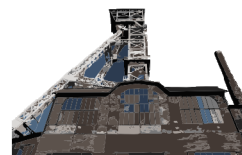
Prezentovaný příspěvek vznikl za podpory grantového projektu Grantové agentury ČR číslo 205/09/1297, které touto cestou děkují autoři za podporu.

Adresy autorů:

RNDr. Renata Pavelková-Chmelová, Ph.D.
Katedra geografie, odd. fyzické geografie
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého
Třída 17. listopadu 12
771 46 Olomouc
Česká republika



XXII SJEZD ČESKÉ GEOGRAFICKÉ SPOLEČNOSTI OSTRAVA 2010



chmelova@prfnw.upol.cz

Mgr. Pavel Sedlák, Ph.D.
Ústav systémového inženýrství a informatiky
Fakulta ekonomicko-správní
Univerzita Pardubice
Studentská 84
532 10 Pardubice
pavel.sedlak@upce.cz

Mgr. Martin Tomáš
Katedra fyzické geografie a geoekologie
Přírodovědecká fakulta OU
Chittussiho 10
710 00 Ostrava
martin.tomas@email.com

doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.
Katedra geografie, odd. fyzické geografie
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého
Třída 17. listopadu 12
771 46 Olomouc
miroslav.vysoudil@upol.cz