

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Katedra geografie

Bc. Bořek NAVRÁTIL

TEPLOTNÍ POMĚRY VSETÍNA

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

Olomouc 2013

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu doc. RNDr. Miroslavu Vysoudilovi, CSc., za věnovaný čas, cenné rady, odborné vedení a motivaci při zpracovávání této práce. Za poskytnutí dat a důležité rady k jejich zpracování děkuji panu Ing. Pavlu Lipinovi z ČHMÚ, pobočky v Ostravě. Za dobrou spolupráci, rady a dílčí data děkuji Mgr. Jířímu Hassovi, Ing. Martinu Leskovjanovi, Miroslavu Jedličkovi a † Emilu Březinovi z meteorologické stanice Vsetín, Miloši Čermákovi ze stanice Maruška a Mgr. Tomáši Dopitovi ze ZŠ Vsetín Rokytnice. Za přínosnou a zajímavou spolupráci také děkuji všem členům týmu mobilního měření.

ABSTRAKT

Časová a prostorová variabilita teploty vzduchu může být ve městě studována s využitím různých zdrojů dat. Mezi standardní metody patří meteorologická měření, ke zvláštním metodám patří mobilní měření. Tato práce popisuje dlouhodobé kolísání teploty vzduchu a teplotních extrémů ve městě Vsetín na základě měření ČHMÚ. Charakteristické rysy reliéfu, aktivního povrchu a produkce odpadního tepla výrazně ovlivňují teplotní variabilitu ve Vsetíně, středně velkém městě s kotlinovou polohou. Tyto teplotní rozdíly byly popsány za radiálního počasí pomocí metody mobilních měření, která jako jediná z dostupných metod nabízela okamžité a přesné výsledky o prostorové diferenciaci teploty vzduchu v městské a příměstské krajině. Na základě těchto měření byla popsána místa s výskytem rizikových místních klimatických efektů. Syntézou dlouhodobého kolísání teploty vzduchu a prostorové variability teploty vzduchu ve městě byla popsána možná zdravotní rizika obyvatel.

Klíčová slova: *Vsetín, městské klima, teplota vzduchu, tepelný ostrov, mobilní měření, dlouhodobé kolísání*

ABSTRACT

Various sources of data may be used to study a temporal variability and a spatial variability of the air temperature in a town. Standard methods of measurement include meteorological measurements, to the unusual ones belongs a mobile measurement. This thesis describes a long-term variation of the air temperature and temperature extremes in the town of Vsetín using data of the Czech Hydrometeorological Institute. The variability of the air temperature in Vsetín, the moderate-sized town with a basinal location, is influenced by characteristic features of relief, an active surface and a production of waste heat. These differences in the air temperature were described during radiative weather by means of methods of the mobile measurements, which offers as the only one of available methods immediate and precise results of spatial air temperature differentiation in urban and suburban landscape. On the basis of these measurements spaces with risk local climate effects were described. Potential health risks of residents were pointed out with the use of synthesis of the long-term variation of the air temperature and the spatial variability of the air temperature in the town.

Key words: *Vsetín, urban climate, air temperature, urban heat island, mobile measurement, long-term variation*

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem veškerou použitou literaturu a zdroje uvedl v seznamu.

V Olomouci 1. 4. 2013

.....

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
Pedagogická fakulta
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Bořek NAVRÁTIL**
Osobní číslo: **D110426**
Studijní program: **N7504 Učitelství pro střední školy**
Studijní obory: **Učitelství technické a informační výchovy pro střední školy a 2. stupeň základních škol**
Učitelství geografie pro střední školy
Název tématu: **Teplotní poměry Vsetína**
Zadávající katedra: **Katedra geografie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem diplomové práce je popsat teplotní poměry města Vsetína. Práce bude popisovat dlouhodobý vývoj základní klimatologické charakteristiky - teplota vzduchu (průměrná, maximální, minimální). Významnou součástí práce budou tvořit výsledky mobilních měření, pomocí kterých bude popsána prostorová variabilita teploty vzduchu ve městě a jeho okolí.

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Rešerše literatury
4. Metody zpracování
5. Výsledky práce a jejich diskuze
6. Závěr
7. Seznam literatury

Summary

Přílohy

Práce bude obsahovat 20 000 slov (kromě shrnutí, seznamu literatury a příloh včetně tabulek).

Rozsah grafických prací: Podle potřeb zadání
Rozsah pracovní zprávy: 20 000 - 24 000 slov
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury: viz příloha

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.
Katedra geografie

Datum zadání diplomové práce: 28. listopadu 2011
Termín odevzdání diplomové práce: 10. dubna 2013

Prof. RNDr. Juraj Ševčík, Ph.D.
děkan

L.S.

Doc. RNDr. Zdeněk Szczyrba, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 28. listopadu 2011

Příloha zadání diplomové práce

Seznam odborné literatury:

- KLYSIK, K., FORTUNIAK, K. (1999): Temporal and spatial characteristics of the urban heat island of Łódź. *Atmospheric Environment, Poland*, 33, p. 3885-3895.
- KONČEK, M. (1956): Teplotné pomery Bratislavy. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 80 s.
- LAZAR, R., PODESSER, A. (1999): An urban analysis of Graz and its significance for urban planning in the tributary valleys east of Graz (Austria), *Atmospheric Environment*, 33, p. 4195-4209.
- 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, s. 152-159. ISBN 80-8055-706-3.
- NOSEK, M. (1972): Metody v klimatologii. Academia, Praha, 434 s.
- PETROCIČ, Š. (1960): Klimatické poměry Hurbanova. HMÚ, Praha, 280 s.
- QUITT, E. (1972): Měřicí jízdy jako jedna z cest k racionalizaci mezoklimatického výzkumu. *Meteorologické zprávy*, 6, s. 172-176.
- SNOWDON, A. a kol. (2007): Klimaanalyse Stadt Witten. Regionalverband Ruhr. Referat Geoinformation und Raumbeobachtung. Essen, 158 p.
- ŠTASTNÝ, P. (1996): Výsledky mobilných meraní teploty a vlhkosti vzduchu v Košiciach. In Zborník práci SHMÚ. SHMÚ, Bratislava, s. 79-111.
- TOMÁŠ, M., VYSOUDIL, M. (2010): Mobilní měření: Prostředek při studiu prostorové variability teploty vzduchu v městské a příměstské krajině. Sborník abstraktů, XXII. Sjezd ČGS Ostrava 2010, Optys s.r.o. Ostrava, 109 s.
- VYSOUDIL, M., JUREK, M. (2005): Summer Air Temperatures in Ljubljana (Slovenia) and Olomouc (Czech Republic) in the Period 1961-2000. Dela 23. Geographical View of Regional Development. Department of Geography. Faculty of Arts, University of Ljubljana, s. 245-258.

OBSAH

ÚVOD	10
1 CÍLE.....	11
2 REŠERŠE LITERATURY	12
2.1 Teplotní poměry měst a změna klimatu	12
2.2 Mobilní měření.....	15
3 METODY ZPRACOVÁNÍ.....	19
3.1 Data	19
3.2 Dlouhodobé pozorování	20
3.3 Staniční měření.....	20
3.4 Mobilní měření.....	20
3.4.1 Automobilová měření.....	21
3.4.2 Pěší měření	22
3.4.3 Průjezdové a průchozí trasy	23
4 GEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA MĚSTA A OKOLÍ.....	24
4.1 Teplotní poměry Vsetína v porovnání s Českem	27
4.1.1 Průměrná teplota vzduchu.....	27
4.1.2 Letní dny	28
4.1.3 Tropické dny	28
4.1.4 Mrazové dny.....	29
5 STANIČNÍ SÍŤ	30
6 TEORETICKÁ VÝCHODISKA	33
6.1 Teplota vzduchu	33
6.2 Historie měření teploty vzduchu	35
6.3 Charakteristické dny.....	35
6.4 Městské a příměstské klima	36
6.5 Dlouhodobé kolísání teploty vzduchu.....	40

7 ROZBOR VÝSLEDKŮ	41
7.1 Denní chod teploty vzduchu	41
7.2 Roční chod teploty vzduchu	43
7.3 Meziroční kolísání teploty vzduchu	46
7.3.1 Průměrná roční teplota	46
7.3.2 Průměrná měsíční teplota	47
7.3.3 Průměrná roční maximální a minimální teplota	49
7.4 Charakteristické dny	50
7.5 Inverze teploty	53
7.5.1 Stacionární měření	54
7.5.2 Mobilní měření	57
7.6 Teplota vybraných aktivních povrchů	60
7.7 Prostorová variabilita teploty vzduchu	61
7.7.1 Staniční měření	61
7.7.2 Mobilní měření automobilem	62
7.7.3 Mobilní měření pěší	75
7.7.4 Hodnocení prostorové variability teploty vzduchu	85
7.7.5 Doporučení pro územní plánování	88
7.8 Teplotní extrémny	89
ZÁVĚR	90
SUMMARY	92
SEZNAM ZKRATEK	94
LITERATURA	95
PŘÍLOHY	102

ÚVOD

Téma teplotní poměry měst patří mezi zajímavá a v poslední době frekventovaná témata vědecko-výzkumných prací. Poměrně významná část prací se zabývá středně velkými až velkými městy. Je zajímavé, že doposud nebyla předmětem hlubšího zájmu menší a středně velká města s kotlinovou nebo horskou polohou. Mnohé odborné publikace informují o probíhajícím dlouhodobém kolísání klimatu představovaném globálním oteplováním. To je ve velkých městech reprezentováno především většími vlnami veder, výraznějšími klimatickými extrémny.

Předkládaná diplomová práce se pokouší alespoň z části doplnit na Českém území ne příliš poznané teplotní poměry středně velkého města s kotlinovou polohou na modelovém příkladu města Vsetína. Práce nabízí nejen náhled na dlouhodobý vývoj teploty vzduchu, výskyt charakteristických dní, ale především popisuje časoprostorovou variabilitu teploty vzduchu ve městě. Teplotní poměry jednotlivých částí města byly popsány na základě vlastního měření, které bylo provedeno formou mobilních měření. Mobilní měření i v tomto případě potvrdila fakt, že při studiu městského a příměstského klimatu mají zásadní úlohu. Pro svou operativnost je tato metoda takřka nenahraditelná.

Práce je rozdělena do sedmi kapitol rozštěpených do tří tematických celků. První celek tvoří zdroje dat, rešerši literatury a použitou metodiku, druhý celek je věnovaný teoretickým východiskům práce. Třetí část práce nabízí pohled na výsledky dlouhodobého kolísání a prostorovou diferenciaci teploty vzduchu.

1 CÍLE

Cílem diplomové práce je analýza časové a prostorové variability teploty vzduchu ve Vsetíně, jako příkladu středně velkého města s kotlinovou polohou. Práce popisuje dlouhodobé kolísání základní klimatologické charakteristiky, teploty vzduchu v období 1924–2012 na základě dat získaných ze stanice ČHMÚ-Hvězdárna Vsetín. Dalšími hodnocenými klimatologickými charakteristikami jsou maximální, minimální teploty vzduchu a výskyt charakteristických dní. Práce nabízí náhled na problematiku teplotních inverzí v této oblasti. Dílčí data jsou doplněna ze stanic ČHMÚ-Marůška a ZŠ Vsetín Rokytnice. Významnou součástí práce tvoří výsledky mobilních měření, na základě kterých je popsána prostorová variabilita teploty vzduchu v městské a příměstské krajině. Trasy mobilních měření byly zvoleny tak, aby maximálně zohledňovaly diferenciaci prostorové struktury města a nabídly komplexní pohled na vznik místních klimatických efektů v této oblasti.

2 REŠERŠE LITERATURY

Problematika klimatu středně velkých a velkých měst patří v současné klimatologii k frekventovaným tématům, věnuje se jí řada autorů. V Česku se touto problematikou například zabývají odborníci v rámci projektu Víceúrovňová analýza prostorové variability teplotních poměrů středně velkých měst na příkladu Olomouce a Brna.

2.1 Teplotní poměry měst a změna klimatu

Městská krajina utváří díky své prostorové struktuře typické městské klima. Jeho studium vyžaduje použití řady charakteristických metod a přístupů.

Oke (1999) se zabýval rozmisťováním účelových stanic v městské a příměstské krajině tak, aby byla získaná data v dostatečném množství a reprezentativní kvalitě. Při rozmisťování stanic je podle autora důležité vzít v úvahu polohu stanic nad nestandardními městskými povrchy, blízkost staveb, které vyzařují teplo nebo jejich expozici.

V každé urbanizaci se objevuje tepelný ostrov, jev, díky kterému vykazuje oblast znatelně vyšší teploty vzduchu než jeho okolí. Této problematice se věnuje řada autorů. Ozawa (2004) se zaměřuje na vliv různých aktivních povrchů při vzniku teplotního ostrova. Nejvíce tepla absorbují zastavěné oblasti vyznačující se neschopností odrážet sluneční záření, čímž zvyšují schopnost zastavěných oblastí udržovat teplo. Teploty obchodních čtvrtí města vykazují stejné hodnoty jako holé půdy. Naopak ochlazující účinek má městská vegetace, řeky, vodní plochy a lesní porosty. Vznik tepelného ostrova byl pozorován u sídel s počtem obyvatel větším než 10 000. Klima Štýrského Hradce a jeho tepelného ostrova studovali Lazar a Podesser (1999). Studii zaměřili na denní a noční cirkulaci vzduchu ve městě, denní chod teploty vzduchu, výskyt mlh a inverzí v městské a příměstské oblasti. Potvrdili teplotní rozdíl mezi centrem města a okolím až 2,2 °C, rozdíl průměrných nočních teplot činil 1,4 °C. Studii zaměřenou na tepelný ostrov města Lodži prezentovali Klysik a Fortuniak (1999). Zjistili, že v 80 % nocí jsou v centrech měst teploty vzduchu, v porovnání s příměstskou oblastí, vyšší o 2–4 °C. V ojedinělých případech až o 8 °C. Největší rozdíly potvrdily v letních nocích za radiačního počasí, nejmenší rozdíly zjistili v zimě. Beranová a Huth (2003) popisují tepelný ostrov v Praze za různých synoptických podmínek. Zjistili maximální intenzitu přehřátého centra při anticyklonálních situacích a dominantním severním a severovýchodním prouděním. Vzrůst intenzity je největší v létě a nejmenší v zimě.

Při klimatické charakteristice města Witten, poukazuje Snowdon (2007) na nižší průměrnou rychlost větru v centru města v porovnání s volnou krajinou. Rozdílná intenzita provětrávání vnitřních částí města přispívá ke vzniku tepelného ostrova. Dobrovolný (2011a) popisuje hlavní faktory, které formují specifické teplotní poměry měst v porovnání s přírodní krajinou. Mezi hlavní faktory patří specifický aktivní povrch, produkce odpadního tepla a znečištění atmosféry. Vysoudil a Jurek (2005) hodnotili maximální denní teploty v Olomouci a Lublani. Ve sledovaném období 1961-2000, na základě maximálních teplot počtu letních a tropických dní, hodnotili projevy globální změny klimatu ve střední Evropě. U všech sledovaných charakteristik potvrdili nárůst. V rámci projektu Víceúrovňová analýza klimatu Brna a Olomouce vzniká řada zajímavých publikací, které doplňují nedostatečně zmapovanou problematiku na našem území. Například Rožnovský (2010) popisuje teplotní ostrov v Brně a jeho vývoj. Časovou a prostorovou diferenciaci vybraných meteorologických prvků v Brně popsali Dobrovolný a kol. (2012). Pro studii využil staniční síť ČHMÚ, vlastní účelová měření, mobilní měření a dálkovou detekci. Teplotní řada ČHMÚ dlouhá přes 200 let, dokládá dlouhodobé kolísání teploty vzduchu s otepující tendencí v posledních desetiletích. Porovnání teplotních charakteristik v městské a příměstské krajině na příkladu Olomouce prezentovala Pavelková-Chmelová a kol. (2010). Středová a kol. (2011) se věnuje mikroklimatu a mezoklimatu měst na příkladu Brna, Olomouce a Krakova. Zabývá se vztahem mezi režimem teploty půdy a reliéfem. Řada dalších publikací byla věnována například problematice mobilních měření.

V posledních letech je při studiu klimatu věnována velká pozornost teplotnímu režimu aktivního povrchu (Carlowicz, 2010). Možnosti jak ochladit přehřáté centrum města hledal Akbari (2005). Zabýval se především hustější výsadbou městské zeleně nebo použitím reflexních materiálů na střeších domů a chodnících. Předpokládal, že zvýšením evapotranspirace od zeleně a zvýšením odrazivosti aktivního povrchu se může v letních měsících ochladit centrum města v řádu několika stupňů. Problematikou aktivního povrchu ve městech se zabýval Jacobson (2012), který navázal na Akbariho. Jacobson varuje před velkou schopností umělých povrchů pohlcovat teplo. Proto navrhuje natírat tmavé střechy bílou barvou. Střechy domů pokrývají v některých městech až 60 % plochy zástavby, díky vhodnému natření by výrazně zvýšily albedo. V současné době se podílí tepelné ostrovy z 2 až 4 % na globálním oteplování. Tento podíl by se díky nátěru snížil. Vědci očekávají, že průměrná globální teplota by poklesla až o 0,07 °C. Hlavní úspora by byla díky nátěru především v menší spotřebě elektrické

energie. Ta by poklesla podle odhadu ve velkých městech v letních měsících o 10 až 15 %, díky úsporám především na klimatizacích. Této problematice se věnoval také Akbari (2012), který při aplikaci bílé barvy a nahrazení tmavé městské dlažby bílou očekává zvýšení městského albeda o 10 %. Tento efekt by podle autora mohl částečně kompenzovat očekávané globální zvýšení teploty. Při aplikaci této metody ve světě by se v porovnání s produkcí CO₂ snížila produkce emisí o 25–150 miliard tun CO₂. Již v průběhu těchto studií reagoval Chameides (2011), že snížení teplotních rozdílů v městské a příměstské krajině by mělo přesně opačný efekt. Usuzuje, že menší teplotní rozdíly by zpomalily tvorbu oblačnosti, k zemskému povrchu by pronikalo více slunečního záření a země by se více prohřívala než by tomu bylo s původními povrchy střech.

Charakter aktivního povrchu neovlivňuje pouze tepelné znečištění atmosféry, ale má vliv na organizmy a na výskyt možných zdravotních rizik obyvatelstva. Podíl městského obyvatelstva neustále narůstá, proto problematika výzkumu potenciálních negativních dopadů městského klimatu na obyvatelstvo patří v posledních letech k frekventovaným tématům. Jsou studovány například zdravotní rizika obyvatelstva v době extrémních projevů počasí. Jako problematické se pro zdraví obyvatelstva podle Pokladníkové (2009) stávají především horké vlny. Ve své práci na příkladu Brna uvádí, že počet horkých vln silně kolísá, extrémně vysoký výskyt byl především v roce 1994. Zvýšenou úmrtnost v době vln horka potvrdil například Schär (2004) v roce 2003 v Paříži. Mezi další autory, kteří se zabývají negativními dopady městského klimatu na zdraví obyvatelstva, jsou např. Akbari (2008), Kyselý (2004), Pokladníková (2009a). Tomáš (2012) potvrdil, že v Olomouci je největší teplotní zátěž pro obyvatelstvo žijící v centru města v letních měsících. Na druhou stranu zjistil, že v období okolo poledních hodin dochází ke stírání teplotních rozdílů mezi městem a příměstskou volnou krajinou. Kvalitou života lidí v přehřátých centrech měst se zabýval Katzschner (2009). Ve své studii navrhuje předběžné opatření pro územní plánování tak, aby byla eliminována tepelná zátěž obyvatelstva.

Problematikou teplotních inverzí v horské oblasti s drobnými sídly v Pavlovských vrších se zabývá práce Litschmanna (2010). Sledovaná oblast se rozkládala mezi Brnem a Pavlovskými vrchy. Podobnou studii zaměřenou na teplotní inverze provedl Polčák (2001) v Bánské Bystřici.

Katzschner (2006) vyzdvihuje význam klimatologických výzkumů měst pro účely územního plánování. Zdůrazňuje, že informace o teplotních podmínkách

ve městech jsou nezbytné pro městské architekty. Každé plánované využití volných plochy by mělo být hodnoceno z klimatologického hlediska. Mělo by být hodnoceno potenciální riziko vzniku místních klimatických efektů. Chao (2010) připomíná, že výsledky studií by měly být prezentovány co nejjednodušeji a nejjasněji pro snadné pochopení této problematiky projektanty, developery a městskými politiky.

Popis klimatických změn popsali Metelka a Tolasz (2009) se všemi předpokládanými důsledky. Dopady se podle autorů mohou řetězit. Nejprve budou změny působit na rostliny, mikroorganismy (i ve střední Evropě se budou moci vyskytovat tropické choroby) zvířata a v další řadě na lidské zdraví, zemědělství a energetiku. Rizikem jsou zejména změny celkové stability přirozených ekosystémů. Více energie a vodní páry v klimatickém systému způsobí vyšší výskyt extrémních jevů, jako jsou velmi silné srážky s bleskovými povodněmi, vichřice, hurikány a další.

Schuttenhelm (2011) potvrdil přímou souvislost mezi výskytem slunečních skvrn a evropským zimním počasím. Domnívá se, že sluneční skvrny mají dopad na Severoatlantickou oscilaci. Díky maximální sluneční aktivitě v roce 2013 předpokládá, že nadcházející zimy budou v Evropě mírné. Změnu klimatu do souvislosti se Severoatlantickou oscilací dává i Hughes (2012), který připomíná kolísání průměrné teploty vzduchu korespondující s intenzitou oscilace. Ta začíná vzrůstat po roce 1960, svého vrcholu měla dosáhnout v období 2000–2009.

Lipina a Řepka (2010) popsali digitalizaci dat z meteorologických stanic na severní Moravě a ve Slezsku. Popisují kontrolní mechanismy datové základy po roce 1961. Dále se zabývají zpracováním a kontrolováním historických dat před rokem 1961.

2.2 Mobilní měření

Jako problematické se jeví vyjádření odlišností v režimu chodu teploty a její prostorové variability bez kvalitních dat. Datová základna ze sítě stanic ČHMÚ je pro tuto charakteristiku nepoužitelná, zejména díky malé hustotě stanic, které se často nacházejí na okraji měst. Při nedostatečně husté síti stanic ČHMÚ i nedostatečné hustotě vlastní účelové staniční sítě, nebo v oblastech s nedostatečnou dostupností historických klimatických dat a také pro oblasti, kde umístění meteorologických stanic dostatečně nereprezentuje určité území, například město, nachází velké uplatnění metoda mobilních měření. Tato metoda patří mezi využívané metody klimatologického výzkumu především pro svoji operativnost a schopnost poskytovat specifický pohled na zkoumanou problematiku (Tomáš, Vysoudil 2010).

Průkopníkem v metodě mobilních měření, dříve nazývané teploměrné jízdy, se stává v roce 1927 Schmidt, který prováděl měření ve Vídni (Schmidt, 1930). První jízdy měly za cíl získat data o prostorové variabilitě teploty a vlhkosti vzduchu ve městech. Teploměr byl vždy umístěn tak, aby byl eliminován vliv motoru na naměřené hodnoty. Metodika měření se postupně měnila, staniční teploměr používaný při jízdách byl nahrazen odporovým (elektrickým) teploměrem, umístěným před čelním sklem vozu. Quitt (1972) upozorňuje, že tuto modifikaci aplikoval v roce 1931 H. Tollner ve Vídni. Na tato měření podle Yoshina (1984) navazuje Pepple, který tento přístup aplikoval při hodnocení klimatu německého Karlsruhe. Quitt (1956) dále zmiňuje aplikaci stejné metody postupně v Hannoveru, Berlíně a Nové Anglii. Významnou studii pro město Uppsala vytvořil Sundgborg (1950). Výsledkem byly izotermické mapy a teplotní profily sledované oblasti. Výzkum se odehrál v průběhu zimy až léta 1948. Bylo provedeno celkem 20 jízd za různých povětrnostních podmínek a v různou denní dobu. Zjistil, že největší teplotní rozdíly mezi městem a okolím bývají dosahovány ve večerních hodinách. Dopoledne je naopak teplotní rozdíl nejmenší. Metodu mobilních měření využil také Kopec (1970), který se zaměřil na studium teplotních rozdílů na příkladu souměstí Chapel Hill a Carrboro. Souměstí mělo asi 25 000 obyvatel. V letních měsících, zhruba po dobu 3 týdnů, prováděl mobilní měření. Výskyt teplotního ostrova byl potvrzen i v tomto souměstí. Byla potvrzena teorie, že tepelný ostrov se utváří i u řady malých měst, jeho intenzita je nižší než u velkoměst. Otázkou vlivu turbulencí vzduchu a jejich dopadech na teplotu vzduchu při průjezdových měřeních se zabýval Persson (1986). Prováděl mobilní měření ve Švédském městě Kiviku. Měření bylo opakováno každou hodinu v průběhu jasné noci. Pomocí mobilních měření v kombinaci s účelovou staniční sítí hodnotí Šťastný (1996) teplotní a vlhkostní poměry Košic. Zjištěné rozdíly mezi centrem města a přilehlým okolím hodnotí v souvislosti s orografií a geometrií města. Autor se v této práci odkazuje na historická mobilní měření, která byla provedena v Bratislavě a Košicích. Polčák (2001) a Polčák a Soták (2002) využili metodu mobilních měření při charakteristice teplotních rozdílů Bánské Bystrice. Jernej (2000) věnuje zvýšenou pozornost vymezení a charakteristice tepelného ostrova v Lublani. V letech 1998 a 1999 provedl celkem 14 mobilních jízd, na jejichž základě popsal teplotní rozdíly ve městě. Snowdon (2007) provedl v letech 2005 a 2006 v německém Wittenu celkem 12 průjezdových měření a i u tohoto města potvrdil amplitudu teploty 8 °C v porovnání městské a příměstské krajiny.

V bývalém Československu aplikoval Quitt (1972) Schmidtovu metodu mobilních měření. Využil ji jako prostředek pro zpřesnění výzkumu klimatu Pavlovských vrchů. Soustředil se porovnání teplotních rozdílů v různě hlubokých údolích. Popisuje poměry na různě orientovaných svazích, na místech s odlišnou vegetační pokrývkou nebo různou hustotou zástavby. Potvrdil, že i v mělkých údolích se ve večerních a nočních hodinách shromažďuje studený vzduch stékající z výše položených svahů. Zjistil významné teplotní rozdíly mezi centrem měst, přilehlými částmi měst a okolní krajinou. Vyzdvihuje význam opakovaných jízd, díky kterým je možné upřesnit rozdíly způsobené charakterem reliéfu, intenzitou zástavby, vegetační pokrývkou na zjištěnou teplotu a vyvrátit například vliv projíždějícího nákladního automobilu na měřenou teplotu.

Posledními pracemi vzniklými na území České republiky jsou práce Tomáše a Vysoudila (2010, 2011), provedené v rámci projektu Víceúrovňová analýza městského a příměstského klimatu na příkladu středně velkých měst. Hodnoty teploty vzduchu, které byly získány při mobilním měření v konkrétních průjezdových bodech, byly průběžně porovnávány s hodnotami naměřenými na některé ze stanic metropolitní sítě, která se v daný okamžik nacházela v bezprostřední blízkosti. Byly zjištěny rozdíly, které činily místy až 2 °C, což odráží výrazný vliv umělého aktivního povrchu (asfaltová vozovka) na teplotu vzduchu. Prokázali v několika případech výskyt silného inverzního zvrstvení ve vertikálním profilu. Bylo potvrzeno, že mobilní měření při studiu městského nebo příměstského klimatu má zásadní úlohu pro svou aktuálnost a operativnost. Mobilní měření jsou prakticky nenahraditelná.

Mimo klasické mobilní měření, kdy je použit automobil jako pojízdná „laboratoř“, se občas můžeme setkat i s jinými charakteristickými metodami mobilního měření.

V Mnichově, ve 40. letech, použil Geiger (1950) jako první pro mobilní měření jízdní kolo, místo doposud užívaného automobilu. Staniční teploměr měl připevněný na řídítku. Quitt (1956) ve své práci uvádí, že v únoru 1948 provedl W. Bussem několik měřících jízd u St. Blasien na motocyklu s leteckým meteorografem. V poslední době využil Takagi (2005) v Japonském Naganu pro mobilní měření automobil i jízdní kolo. Autor poukazuje na typická mikroklimata vznikající v naganské aglomeraci. Katzschner (2006) využil „pojízdného vozíku“, aby získal podrobné informace o teplotních podmínkách malých prostorů ve městě Kassel, které byly určeny pro potřeby městských architektů. Své výsledky hodnotil v souvislosti s využíváním volných ploch s ohledem na teplotní komfort obyvatel.



Obr. 1 Mobilní systém pro hodnocení oblasti městského klimatu města Kassel
(Katzschner, 2006)

Na našem území zatím jako jediný využil charakteristického mobilního měření Quitt (1956), který pro makroklimatický výzkum teplotních poměrů Brna použil elektrické pouliční dráhy – tramvaje. Během 4 hodin jízdy bylo možné projet celé město a získat tak několik stovek naměřených hodnot. Pro měření využíval odporový teploměr, umístěný 60 cm před vozem a 160 cm nad vozovkou. Zjistil rozdíly okamžitých hodnot až 9,3 °C. Velké rozdíly teplot byly zjištěny i u nepříliš vzdálených ulic, místy až 3 °C. Byl potvrzen ochlazující účinek městské vegetace a městských parků na místní klima.

3 METODY ZPRACOVÁNÍ

Téma teplotní poměry města pro svou časovou a prostorovou variabilitu vyžaduje dostatek kvalitních dat a informací. Jedná se o různorodá statistická data získaná stacionárním a mobilním měřením. Významným zdrojem informací umožňující komplexní náhled na danou problematiku se staly odborné texty a mnohaleté zkušenosti meteorologických pozorovatelů stanice Vsetín.

3.1 Data

Základním zdrojem dat pro klimatickou analýzu byla data ČHMÚ a vlastního měření. Teplotní řady ze stanice Hvězdárna byly získány po osobní domluvě se zástupci ČHMÚ pobočky v Ostravě. Datová základna z období 1961–2012 byla pracovníky ČHMÚ homogenizovaná. U použitých historických dat z období před rokem 1961 proběhly pouze základní kontroly. Aktuálních teploty poskytli zaměstnanci hvězdárny z vlastní meteorologické stanice. Data ze stanice Maruška byla získána po osobní diskuzi s jejím správcem. Řady měření ze stanice ZŠ Rokytnice byly získány po osobní návštěvě školy a ústní dohodě s vedoucím projektu Globe a správcem stanice.

Práce obsahuje údaje o nejvyšších, nejnižších, průměrných a mimořádných teplotách. Výsledné hodnoty byly zaneseny do grafů. Nadnormální a podnormální hodnoty byly vymezeny podle Noska (1972) 80. percentilem a 20. percentilem. Dlouhodobé trendy režimu teploty jsou analyzovány absolutními hodnotami, klouzavými průměry a lineárními trendy.

Pro nedostatečnou hustotu staniční sítě, která nenabízela dostatečně reprezentativní data a pro zpřesnění prostorového rozložení teploty vzduchu byla použita metoda mobilních měření. Ta byla provedena ve dvou fázích. V první fázi bylo použito auto jako pojízdná laboratoř na měření, podle metodiky použité např. Quittem (1956). Teploměr byl umístěn na anténě vozu. Ve druhé fázi byla získávána data mobilním měřením při chůzi. Jednalo se o vlastní metodu. Čidlo teploměru bylo nainstalováno na tyči, která byla uchycena v batohu.

Veškeré získané hodnoty byly zaneseny do grafů, kde byly přepočteny jako odchylky od střední hodnoty.

3.2 Dlouhodobé pozorování

Při sestavování některých kapitol (především Teplotní inverze a Hodnocení prostorové variability teploty vzduchu) bylo vycházeno z osobních dlouholetých zkušeností pozorovatelů na stanici Hvězdárna. Tyto informace se ukázaly jako značně důležité pro další identifikaci klimatických efektů ve sledované oblasti.

3.3 Staniční měření

Hlavní stanicí pro hodnocení teplotních poměrů Vsetína byla stanice Hvězdárna. Na základě těchto dat byly popsány základní charakteristiky. Řada měření byla doplněna o dvě historické stanice. Přestože se historické stanice nacházely na území města, místní geografické podmínky ovlivňující teplotu vzduchu se v okolí stanic lišily. Proto mohlo docházet k jejich působení na měřené teploty vzduchu. Obecně se uvádí, že není vhodné pouhé spojení teplotních řad do jedné, i když delší (<http://mestskeklima.upol.cz>).

Teplotní inverze byly porovnány mezi stanicí Hvězdárna a Maruška. Stanice Rokytnice sloužila jako stanice na doplňování vybraných charakteristik naměřených na území města. Na základě měření této stanice byly hodnoceny termíny maximálních a minimálních teplot za radiačního počasí. Tyto výsledky posloužily pro určování termínů mobilních měření.

Historický výskyt dní s radiačním počasím byl hodnocen podle dat ze stanice Hvězdárna.

3.4 Mobilní měření

Všechna mobilní měření byla plánována na základě využití meteorologických předpovědí počasí ČHMÚ, výstupu modelu a meteogramu ALADIN. Pro kontrolu byl využíván aktuální graf ČHMÚ chodu meteorologických prvků ze stanice Hvězdárna.

Pro vlastní určení měřících termínů bylo využíváno statistických termínů maximálních a minimálních teplot vzduchu a doby s intenzivním ochlazováním ze stanice Rokytnice.

Pro odečet hodnot teploty vzduchu při mobilních měřeních byl používán digitální měřicí přístroj MULTIMETER AX-18B-USB.

Tento měřicí přístroj byl použit i při namátkovém měření teploty aktivních povrchů a teploty vzduchu nad nimi, ve vybraných výškách. Měření probíhalo během jednoho radiačního dne ve třech statistických termínech. Teploty povrchů a vzduchu nad nimi byly měřeny v Rokytnici U stavebnin.



Obr. 2 Měření teploty vzduchu 10 cm nad travnatým povrchem 10. 7. 2011 v 16:32 hod.

3.4.1 Automobilová měření

V roce 2010 byla ve Vsetíně provedena 3 pokusná měření, která prokázala význam této metody při popisu prostorové teplotní diferenciace. V období 2011 až 2012 bylo uskutečněno 8 mobilních měření v různém ročním období za použití osobního automobilu. Pro lepší charakteristiku mezoklimatických a mikroklimatických zvláštností byla každá trasa na základě studií Quitta (1972) projeta minimálně 2x. Vždy za různých povětrnostních podmínek a v různém ročním období. Teplotní čidlo bylo umístěno na anténě osobního automobilu ve výšce 170 cm nad zemí. Ve směru jízdy bylo chráněno umělohmotným krytem, aby byl eliminován vliv proudícího vzduchu přes kapotu vozu. Pro co nejpřesnější podchycení teplotní variability bylo měření zahájeno vždy po západu Slunce v době nejintenzivnějšího ochlazování. Automobil se pohyboval průměrnou rychlostí $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Teplotní čidlo bylo propojeno s měřicím přístrojem a ten byl propojen s notebookem. Měřené hodnoty se automaticky zaznamenávaly v intervalu 20 sec. (1x za 222 m). Ve vybraných místech probíhalo manuální zapisování naměřených údajů. Průjezd každé trasy zabral průměrně 35 minut, za jízdu bylo získáno průměrně 100 hodnot.



Obr. 3 Instalace teplotního čidla pro automobilové mobilní měření
(Navrátil, 15. 6. 2011)

3.4.2 Pěší měření

Pro doplnění nedostatečných dat z reprezentativních poloh ve městě získaných ze staniční sítě a průjezdových měřeních byla zvolena vlastní mobilní metoda. V roce 2010 byla vykonána tři zkušební měření, která potvrdila vhodnost této metody pro porovnání teplotních rozdílů na relativně krátké vzdálenosti. V období 2011 až 2012 bylo provedeno dalších 10 měření tohoto typu na šesti trasách. Ve čtyřech případech probíhalo měření v době po západu Slunce. Dvě měření využívala tvrzení Duckwortha (1954), že relativně stálé teploty vzduchu bývají okolo maximálních a minimálních teplot. Na základě zjištěných termínů teplotního maxima a minima na stanici Rokytnice, bylo ve dvou případech provedeno měření v těchto termínech a v době nejintenzivnějšího ochlazování. Teplotní čidlo bylo přichyceno na dřevěné tyčce ve výšce 185 cm, bylo kryté umělohmotným krytem. Naměřené hodnoty byly při chůzi manuálně odečítány z měřicího přístroje ve vybraných místech. Vzdálenost mezi nimi byla průměrně 150 m. Délka trasy dosahovala průměrně 3,5 km, trvání 35 min.



Obr. 4 Mobilní měření při chůzi (Navrátil, 25. 8. 2012)

3.4.3 Průjezdové a průchozí trasy

Při měřicích jízdách a chůzi byly trasy městem voleny tak, aby reprezentativně pokryly charakteristické ulice různé orientace, šířky a s různou výškou zástavby. Trasy vedly přes sídliště, hřiště, náměstí, kolem parků i kulturní krajinou. Snahou bylo při průjezdových měřeních projet v příměstské krajině nejvýznamnější různě hluboká údolí s různě orientovanými svahy a odlišnou vegetační pokrývkou. Některé trasy byly zvoleny podle Vysoudila a Tomáše (2011), kteří zjistili, že metoda mobilních měření je vhodná při identifikaci teplotních inverzí při výškovém rozdílu trasy >50 m. Průchozí trasy byly voleny tak, aby pokryly co největší spektrum aktivních povrchů ve městě a zpřesnily výsledky průjezdových měření.

Na základě výsledků mobilních měření a dlouhodobého pozorování meteorologů z Hvězdárny Vsetín bylo vymezeno teplotní členění města. Mezi vymezenými oblastmi bývá za radiačního počasí teplotní rozdíl průměrně $0,5$ °C.

4 GEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA MĚSTA A OKOLÍ

Město Vsetín se rozkládá v jihozápadní nejnižší části Moravskoslezských Beskyd, ve Zlínském kraji. K 26. 3. 2011 mělo město podle ČSÚ 27 150 obyvatel. Plocha katastrálního území zabírá 5 761,49 ha (Nekuda a kol. 2002). Nadmořská výška se pohybuje od 335 m n. m. do 841 m n. m. (vrch Cáb). Střed náměstí se nachází 49°20'22'' severní zeměpisné šířky a 17°59'36'' východní zeměpisné délky, je položeno 343,64 m n. m. Vyšší polohy s výrazně větším podílem lesních ploch jsou situovány především na sever, východ a jih od studovaného území. Pro příměstský jihovýchodní a západní části je typický plošší reliéf, v němž převládají zemědělsky využívané plochy.



Obr. 5 Geografická poloha města Vsetína (Zdroj: Geoportál)

Město se rozprostírá na dně kotliny obklopené vysokými zaoblenými horskými hřbety s hluboce zaříznutými údolími. Velká lesnatost dosahující v katastru města 56 % staví okres Vsetín mezi nejvíce zalesněné okresy v Česku (Pavelka a kol., 2001).

Vsetínsko náleží podle Svobody (1990) geologicky k Západním Karpatům, které v rámci západního karpatského oblouku lemují východ Česka. Jsou součástí soustavy mladých pásečných pohoří vzniklých ve třetihorách v rámci několika fází alpínského

vrásnění. Podloží je tvořeno flyšovými horninami, které se zde usadily v rámci mořské transgrese ve třetihorách. Flyšové horniny jsou podle Pavelky a kol. (2001) složeny z rytmicky usazovaných pískovců, prachovců, jílovců, slínovců, vzácně i slepenců a vápenců. Pro karpatský flyš je charakteristická příkrovová stavba, díky této deformaci se zde setkáváme s geologickou inverzí.

Z geomorfologického hlediska náleží podle Demka (2006) Vsetínsko do provincie Západní Karpaty, subprovincie Vnější Západní Karpaty a oblasti Západní Beskydy, celek Vsetínské vrchy. Jednotlivé okrsky jsou Valašskobystřická vrchovina, Liptálské hřbety, Vsetínskobečevská niva a Hornobečevská vrchovina. Značná pestrost reliéfu byla modelována od mladších třetihor, ve čtvrtohorách pokračuje vývoj reliéfu reprezentovaný především zdvihem krajiny. Na Vsetínsku převažuje erozně denudační reliéf vrchovin karpatského flyše. Nestabilní flyšové podloží zde podmiňuje vznik svahových deformací, především sesouvání půdy. K těmto pohybům dochází nejčastěji po vydatných deštích (Pavelka a kol. 2001).

Podnebí má rysy podnebí mírného teplotního pásu s převažujícím kontinentálním rázem nad oceánským. Kontinentální klima je typické vysokými teplotami v létě a nízkými v zimě (Tolasz 2007). Quitt (1971) charakterizuje tuto oblast jako teplejší a sušší než v Moravskoslezských Beskydech. Projevuje se zde mírný srážkový stín za Hostýnskými vrchy a vyšší kontinentalita území. Široká údolí jsou poměrně teplá, představují vhodné cesty pro šíření druhotné teplomilné vegetace. Kyselý (2006) zmiňuje, že významnou roli při utváření podnebí severovýchodní Moravy má tlaková níže ve středomoří. Díky ní a orografii zde často proudí velmi teplý vzduch od jihu doprovázený vyššími průměrnými a extrémními srážkovými úhrny a vyšší vlhkostí vzduchu. Podle Quitta (1971) spadá Vsetínská kotlina do mírně teplé oblasti MT2. Pro tuto oblast je charakteristické krátké, mírně chladné a vlhké léto, přechodné období velmi dlouhé s mírně chladným jarem a mírným podzimem, zima normálně dlouhá, chladná, suchá až mírně suchá s dlouhým trváním sněhové pokrývky. Oblast Jasenky, Jasenic a hřbetů na sever od města spadá do chladné oblasti CH7, s velmi krátkým až krátkým, mírně chladným a vlhkým létem, přechodné období pak dlouhé s mírně chladným jarem a mírným podzimem, zima dlouhá, mírná, mírně vlhká s dlouhým trváním sněhové pokrývky.

Tab. 1 Klimatické oblasti Vsetínska a srovnání s plošnými průměry v Česku podle Quitta (1971)

Parametr	Klimatická charakteristika oblastí		
	MT2	CH7	Plošný průměr Česka
Počet letních dní	20–30	10–30	35,2
Počet dní s průměrnou teplotou 10°C a více	140–160	120–140	155,2
Počet dní s mrazem	110–130	140–160	121,5
Počet ledových dní	40–50	50–60	37,5
Průměrná lednová teplota	-3–-4	-3–-4	-2,5
Průměrná červencová teplota	16–17	15–16	17
Průměrná dubnová teplota	6–7	4–6	7,3
Průměrná říjnová teplota	6–7	6–7	7,9
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	120–130	120–130	109,5
Srážkový úhrn ve vegetačním období	450–500	500–600	409,1
Srážkový úhrn v zimním období	250–300	350–400	257,3
Počet dní se sněhovou pokrývkou	80–100	100–120	65,3
Počet zatažených dní	150–160	150–160	150,2
Počet jasných dní	40–50	40–50	45,1

Vsetínem protéká řeka Vsetínská Bečva náležící k úmoří Černého moře. Vsetínská Bečva pramení pod vrchem Trojačka (938 m n. m.), její tok je dlouhý 59,5 km. Významnými přítoky v oblasti Vsetínska jsou Senice, Jasenice, Rokytenka a Ratibořka. Podle povrchového odtoku patří tato oblast k nejvodnatějším územím Česka, také proto je zařazena na seznam chráněných oblastí s přirozenou akumulací podzemních vod. (Pavelka a kol., 2001)

Z hlediska biogeografie spadá území do provincie Středoevropské listnaté lesy, provincie Západokarpatský a Hostýnský region. Vyskytují se zde biocenózy 4. a 5. vegetačního stupně tvořené karpatskými bučinami a suťovými lesy (Culek 1995). Lesnaté porosty kolem města tvoří především druhotné smrkové monokultury, v hlubokých údolích se dochovaly zlomky bučin, tisů, dubů a původního smrku. Z listnatých dřevin je nejrozšířenější buk, dub, habr a jasan. Na dobře osvětlených místech se hojně objevují vstavačovité rostliny. (Pavelka a kol. 2001).

Veškeré fyzicko-geografické charakteristiky Vsetínska tvoří charakterizující součást klimatického systému, mají přímý vliv na vývoji místního klimatu.

Těsně za východní hranicí města prochází hranice CHKO Beskydy, vyhlášená v roce 1973. Město je tvořeno sídelními, dopravními, průmyslovými, vodohospodářskými a pohřebními antropogenními tvary. Nej hustší koncentrace zástavby s množstvím specifických aktivních povrchů vyplňuje centrum města v oblasti náměstí a vlakového nádraží. Západní okraj města je tvořen průmyslovou oblastí se slévárnou a teplárnou. Na východním okraji města v údolí Jasenice zabírá rozsáhlou plochu průmyslový areál bývalé Zbrojovky Vsetín. V příměstské krajině jsou významné zemědělské tvary.



Obr. 6 Vsetín ze Vsetínského zámku směrem k jihu (Navrátil, 8. 8. 2009)

4.1 Teplotní poměry Vsetína v porovnání s Českem

4.1.1 Průměrná teplota vzduchu

Výsledky studie Vozničkové (2010) ukazují, že průměrná teplota vzduchu na 24 vybraných stanicích Česka se za uplynulých sto let zvýšila. Byly porovnávány hodnoty z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) v období 1901–1950 a Atlasu podnebí Česka (2007) v období 1961–2000. Průměrné zvýšení teploty bylo v rozmezí 0,1–0,35 °C. Extrémní zvýšení průměrné teploty zaznamenala stanice Cheb 0,7 °C. Jedinou oblastí Česka, kde došlo ke snížení průměrné teploty vzduchu ve druhém období, byly stanice rozmístěné v geomorfologické soustavě Vnější Západní Karpaty (Lysá Hora, Strážnice, Vsetín a Luhačovice). Průměrná teplota zde poklesla o 0,02 °C, ve Vsetíně o 0,3 °C.

Ve Vsetíně byla zjištěna nižší průměrná teplota vzduchu v deseti měsících v roce. Pokles se pohyboval v rozmezí 0,1–0,9 °C. Jedinými měsíci, kdy došlo v průměru k oteplení, byly měsíce leden a únor.

Tab. 2 Průměrná měsíční a roční teplota vzduchu (°C) ve Vsetíně podle atlasů podnebí (Vozničková, 2010)

období	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
1901-1950	-3,1	-1,7	2,8	8,0	13,4	16,3	18,1	17,1	13,6	8,5	3,5	-0,5	8,0
1961-2000	-2,8	-1,4	2,3	7,3	12,6	15,7	17,1	16,5	12,7	8,3	3,4	-0,8	7,7
rozdíl	0,3	0,3	-0,5	-0,7	-0,8	-0,6	-0,7	-0,6	-0,9	-0,2	-0,1	-0,3	-0,3

4.1.2 Letní dny

Statisticky se podle Vozničkové (2010) v celém Česku zvýšil počet letních dní. Průměrné zvýšení počtu letních dní se pohybuje v rozmezí 1,17 dne v Česko-moravské soustavě po 5,2 dne v Opavě. Největší nárůst zaznamenal Litomyšl, průměrně 9 letních dní za rok. Nejvýraznější úbytek počtu letních dní byl zaznamenán na stanicích ve Vněkarpatské sníženině, průměrně 5,75 dne za rok. To i přes to, že v této oblasti bylo zaznamenáno průměrné roční oteplení vzduchu o 0,35 °C v porovnání sledovaných období. Absolutně největší úbytek zaznamenala stanice Rožmitál pod Třemšínem, celkem 12,8 dne za rok.

Stanice ve Vnějších Západních Karpatech zaznamenaly průměrný úbytek 0,93 letního dne za rok. Na stanici Vsetín to byl úbytek 2,4 dne za rok. Nejvíce letních dní na této stanici ubylo v červenci, průměrně 1,8 dne za rok. Naopak v srpnu byl zaznamenán nárůst 0,8 letního dne za měsíc.

Tab. 3 Průměrný počet letních dní v roce ve Vsetíně podle atlasů podnebí (Vozničková, 2010)

období	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	rok
1901-1950	0,3	3,3	8,1	13,3	10,8	9,1	0,2	40,2
1961-2000	0,8	3,5	7,5	11,5	11,6	2,7	0,2	37,7
rozdíl	0,5	0,2	-0,6	-1,8	0,8	-1,4	0,0	-2,4

4.1.3 Tropické dny

Stejně jako průměrný nárůst počtu letních dní zaznamenal podle Vozničkové (2010) nárůst i počet tropických dní na území Česka. Největší nárůst průměrného počtu tropických dní za rok zaznamenala stanice Klatovy, o 8,6 dne za rok. Úbytek tropických dní byl zaregistrován v Karlových Varech, průměrně 2,6 dne za rok.

Ve Vnějších Západních Karpatech ubylo tropických dní průměrně 0,08 dne za rok. Stanice Vsetín vykazují průměrný roční úbytek 0,6 tropického dne za rok.

Průměrně 0,5 tropického dne ubylo v červenci a září. O 0,6 tropického dne přibylo průměrně v srpnu.

Tab. 4 Průměrný počet tropických dní v roce ve Vsetíně podle atlasů podnebí (Vozničková, 2010)

období	V	VI	VII	VIII	IX	rok
1901-1950	0,0	1,1	2,2	1,6	0,6	5,5
1961-2000	0,1	0,8	1,7	2,2	0,1	4,9
rozdíl	-0,1	-0,3	-0,5	0,6	-0,5	-0,6

4.1.4 Mrazové dny

Počet mrazových dní na území Česka je ve znamení sestupu. Oblastí, kde došlo k největšímu úbytku těchto dní je Vněkarpatská sníženina, průměrný roční úbytek zde činí 9,5 dne. Tento úbytek podporuje dlouhodobý trend zvyšování průměrné teploty vzduchu v této oblasti. Absolutně nejvíc mrazových dní ubylo v Rožmitálu pod Třemšínem, průměrně 23,2 dne za rok. Nárůst počtu těchto charakteristických dní vykazuje celá Česká Tabule, ale především Karlovy Vary, kde se ročně objevuje v průměru o 21,8 mrazového dne víc.

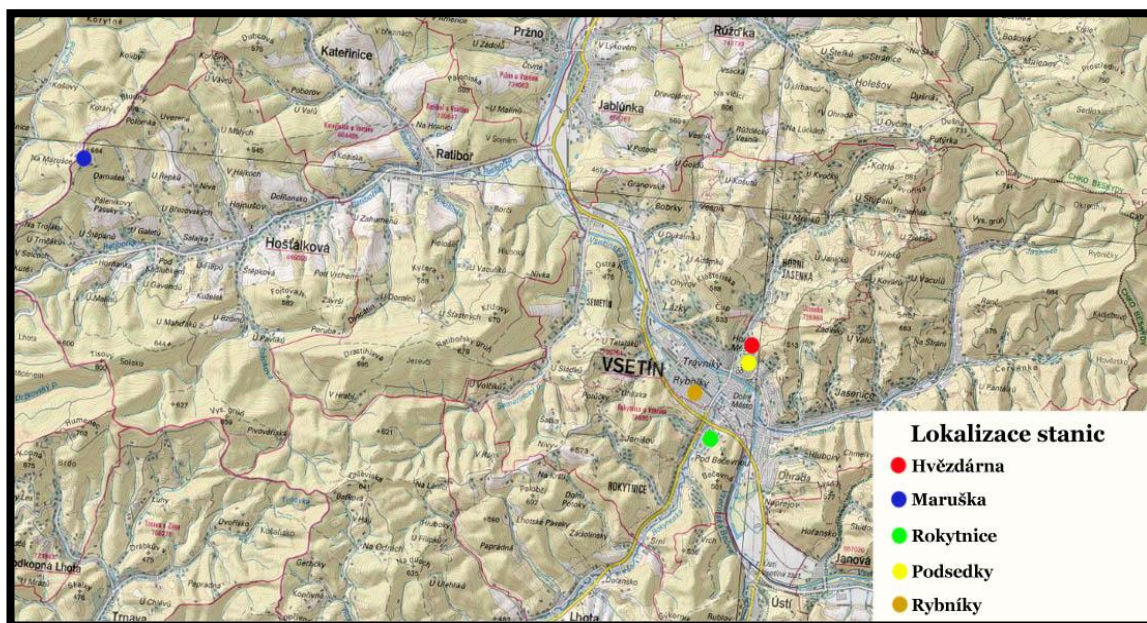
Vnější Západní Karpaty vykazují totožnou tendenci jako Česko, v průměru zde ubylo 4,8 mrazového dne za rok. Ve Vsetíně to je ovšem průměrný úbytek 9,1 dne za rok. Nejvýznamněji je tento fakt znát v březnu, kdy v průměru ubylo 3,1 dne mrazového dne za rok.

Tab. 5 Průměrný počet mrazových dní v roce ve Vsetíně podle atlasů podnebí (Vozničková, 2010)

období	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	rok
1901-1950	0,6	6,1	13,0	23,8	27,1	23,6	22,1	9,9	2,5	0,1	128,8
1961-2000	0,5	5,5	13,4	23,1	25,7	22,0	19,1	9,4	1,2	0,1	119,7
rozdíl	-0,1	-0,6	0,4	-0,7	-1,4	-1,6	-3,1	-0,5	-1,3	0,0	-9,1

5 STANIČNÍ SÍŤ

Staniční síť tvořily tři meteorologické stanice. Dvě jsou na území města, stanice ČHMÚ Hvězdárna Vsetín a ZŠ Vsetín–Rokytnice. Stanice Hvězdárna se nachází na severním okraji města, na svahu ukloněném k jihu. Při porovnání s Dolním náměstím se stanice nachází o 38 m výš. V okolí stanice převažuje vegetace, výjimku tvoří pouze J směr, kde se nachází městský hřbitov a V směr, kde se rozkládá nepříliš hustá zástavba. Stanici Rokytnice najdeme v jižní části města nad sídlištěm Rokytnice, na západním svahu, ze dvou stran obklopenou vegetací. Stanice se také nachází výš než Dolní náměstí, výškový rozdíl činí 20 m. Charakterem aktivního povrchu a nejbližšího okolí jsou si tyto dvě stanice podobné. Příměstská stanice je reprezentována stanicí ČHMÚ Maruška. Ta je umístěna na horském hřbetu, 12 km od centra Vsetína, obklopena vegetací. Stanice díky své horské poloze umožňuje dobré srovnání naměřené hodnoty s údolními stanicemi a na jejich základě hodnotit teplotní inverze.



Obr. 7 Lokalizace meteorologických stanic
(Mapový podklad: <http://geoportal.gov.cz>)

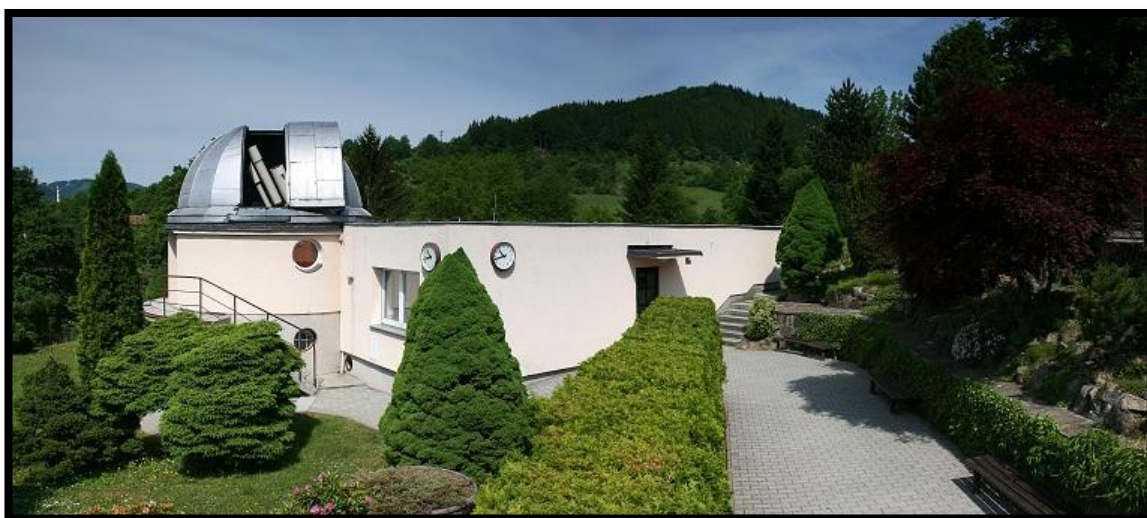
Meteorologická stanice Vsetín, 387 m n. m.

Zeměpisná šířka a délka: 49° 20' s. z. š.; 17° 59' v. z. d.

Měřené meteorologické prvky: teplota vzduchu, srážky, sníh, vlhkost vzduchu, sluneční svit a vítr.

Historie přístrojových měření sahá do roku 1900. Měření nejprve probíhalo do roku 1950 v Zemědělské škole na Rybníkách. Historický název stanice byl podle Lipiny (2010) Wsetin. Od roku 1921 se nám dochovala takřka kompletní řada měření teploty vzduchu a srážek. V historii pozorování počasí ve Vsetíně stojí za zmínku tzv. Loukotkovy deníky. Hostinský, astronom a amatérský meteorolog Loukotka každodenně prováděl zápisy o aktuálním stavu počasí a teploty vzduchu na vlastní stanici v období 1903–1923. Věrohodnost těchto zápisů je v současné době studována v ČHMÚ a Geografickém ústavu v Brně. V poválečném období byla oficiální stanice přesunuta do ulice Podsedky, nedaleko dnešní stanice. Během přesunu bylo vynecháno měření, proto v období 1950–1952 není datová řada kompletní. V roce 1957 byla tato stanice nahrazena novou stanicí, která byla instalována na nově postavené hvězdárně. Stanice byla uvedena do provozu 1. 4. 1957. Prvními měřeními meteorologickými prvky byla teplota vzduchu, srážky, rychlost a směr větru. Postupně byly měřeny i další prvky. V prosinci roku 1997 byla stará manuální stanice modernizována na automatickou stanici. Od roku 1998 se zde měří čistota ovzduší (Hass–osobní diskuze). V roce 2012 byla do areálu hvězdárny umístěna další automatická meteorologická stanice, jejím majitelem a provozovatelem je Muzeum regionu Valašsko ve Vsetíně.

Délkou datové řady se stanice Vsetín řadí na 21. místo v České republice (Tolasz 2012).



Obr. 8 Hvězdárna Vsetín (Navrátil, 7. 6. 2010)

Meteorologická stanice Vsetín, ZŠ Rokytnice, 365 m n. m.

Zeměpisná šířka a délka: 49° 20' s. z. š.; 17° 59' v. z. d.

Měřené meteorologické prvky: teplota vzduchu, srážky a vítr

Stanice Rokytnice byla podle Dopity (osobní diskuze) vybudována v dubnu roku 2004, v rámci projektu GLOBE. Tento projekt se zabývá studiem životního prostředí. Do roku 2007 probíhalo odečítání naměřených hodnot z meteorologické budky, v tomto roce byla doplněna ke stávající stanici automatická stanice Davis Vantage Pro2 .



Obr. 9 ZŠ Vsetín, Rokytnice (Navrátil, 10. 10. 2010)

Meteorologická stanice Maruška, 664 m n. m.

Zeměpisná šířka a délka: 49° 21' s. z. š.; 17° 49' v. z. d.

Měřené meteorologické prvky: teplota vzduchu, srážky, vlhkost vzduchu a vítr

Meteorologická stanice Maruška byla vybudována v říjnu roku 2005. K 1. listopadu byla zařazena do sítě stanic ČHMÚ. V prosinci 2006 byla automatická stanice zařazena do sítě INTER (Čermák 2006).



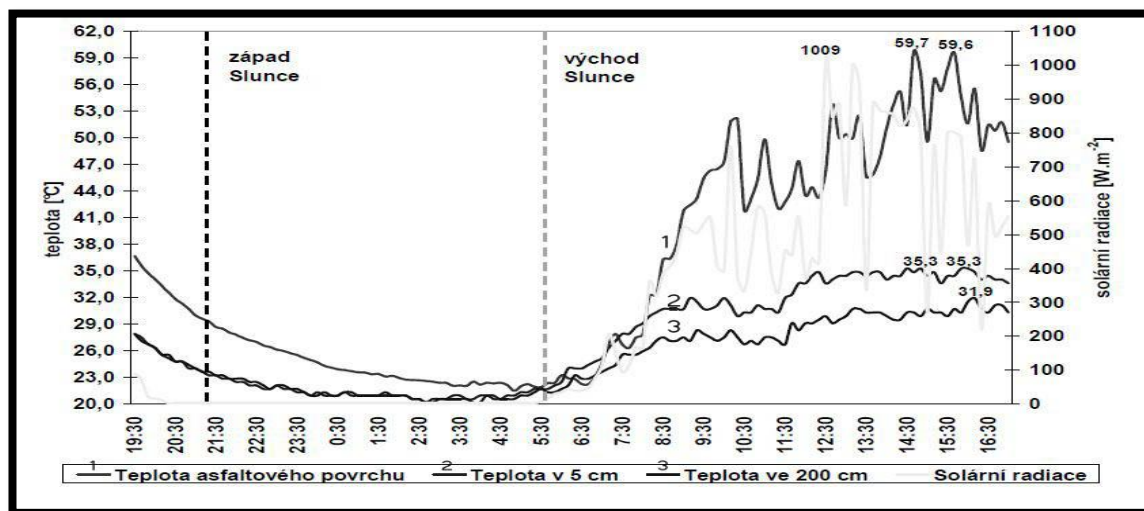
Obr. 10 Meteorologická stanice Maruška (Zdroj:www.maruska.ordoz.com)

6 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

6.1 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu je základní meteorologický prvek, který udává tepelný stav atmosféry. V současnosti se udává ve stupních Celsia (°C). Měří se staničním teploměrem ve standardní žaluziové budce 2 m nad zemí v klimatologických termínech 7, 14 a 21 hod. místního středního času (MSSČ). V žaluziové budce je mimo jiné umístěn minimální a maximální teploměr, každý den ve 21 hod. je z něj odečítáno teplotní maximum a minimum. Přízemní minimální teplota se měří ve výšce 0,05 m (Tolasz a kol. 2007).

Vzduch se nejintenzivněji ohřívá od zemského povrchu. Ten pohlcuje krátkovlnné sluneční záření a do atmosféry emituje dlouhovlnné tepelné záření. Rozhodujícími činiteli denního a ročního chodu teploty vzduchu jsou denní režim insolace, albedo, efektivní vyzařování aktivního povrchu a změna nadmořské výšky. Teplota vzduchu úzce koresponduje s chodem teploty aktivního povrchu. U vzduchu jsou teplotní výkyvy méně výrazné než u aktivního povrchu (Vysoudil 2006).

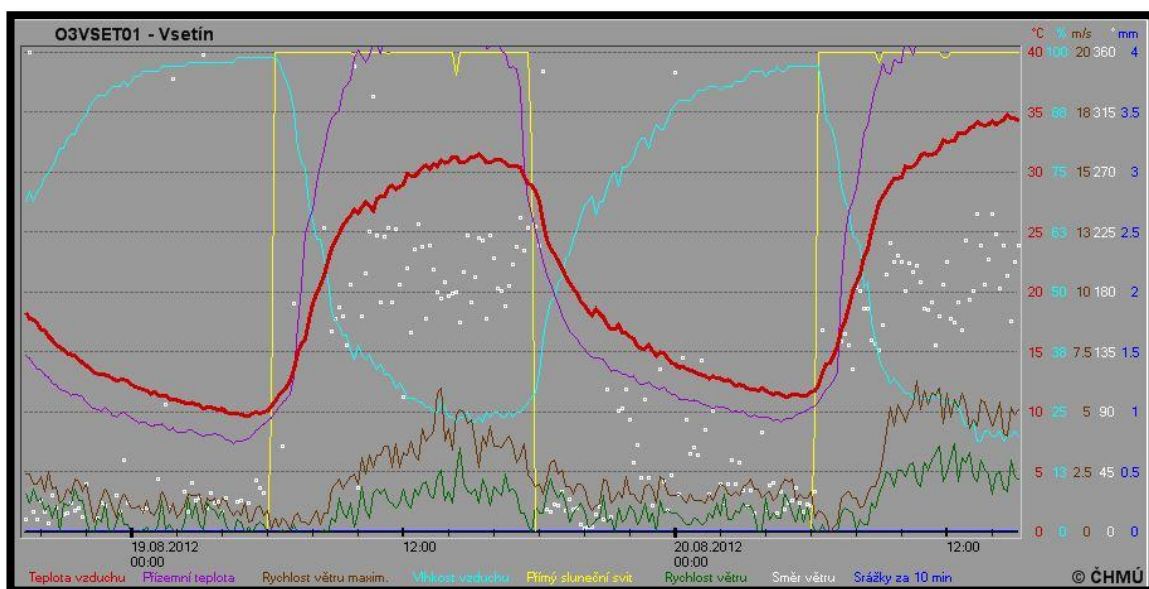


Obr. 11 Teplota asfaltového povrchu a teplota vzduchu nad povrchem asfaltu ve srovnání s intenzitou solární radiace (Středová a kol., 2011–upraveno Navrátil, 2012)

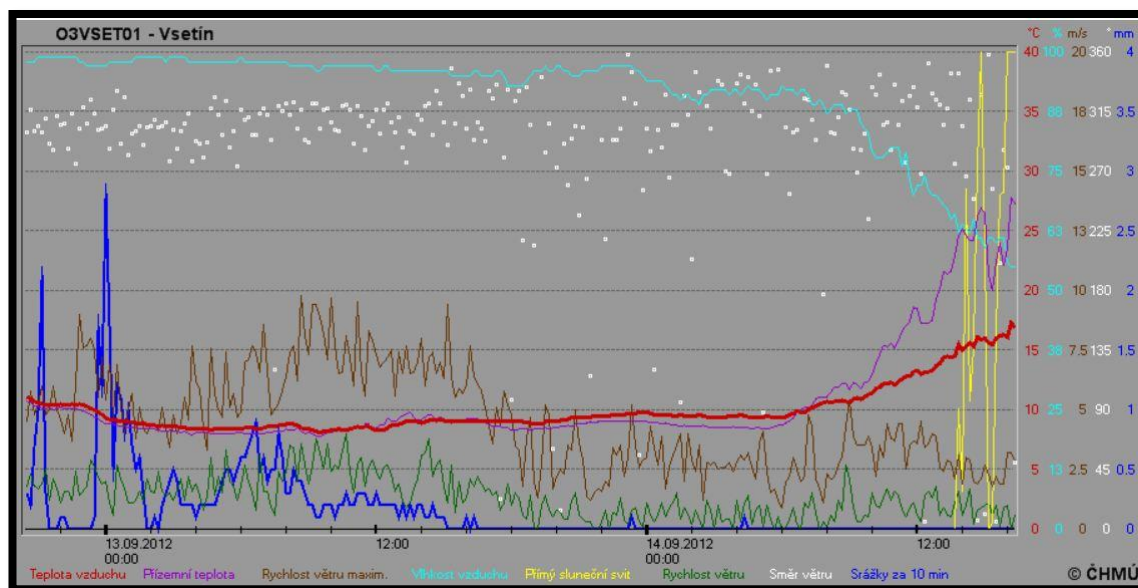
Denní průběh teploty má zpravidla minimum v ranních hodinách a maximum odpoledne. Velikost této amplitudy je nepřímě úměrná množství a typu oblačnosti. Čas nástupu denního maxima teploty vzduchu se s výškou zpožďuje. Časy nástupu minimální teploty se při různých nadmořských výškách prakticky shodují. Teplota vzduchu běžně klesá s rostoucí nadmořskou výškou, běžně o 0,65 °C na 100 m. Tento

vztah platí pouze pro troposféru. V zimních měsících je Tolaszem (2007) popisován častý výskyt inverzních situací, kdy teplota vzduchu s rostoucí nadmořskou výškou vzrůstá. Při těchto situacích bývá v nížinách velmi často nepříjemné chladné počasí s nízkými amplitudami teplot (advektivní počasí), na horách je touto dobou bezoblačné počasí s poměrně vysokými teplotami ve dne a nízkými v noci (radiační počasí). Chod teploty vzduchu bývá podle Tolasze (2007) mimo nadmořskou výšku ovlivňován tvarem terénu a konkrétní povětrnostní situací. Pro Česko je typický celoroční výskyt frontálních systémů střídaných nástupem tlakových výší. S nástupem frontálního systému bývá často spojeno zvýšení oblačnosti a střídání teploty následkem výměny a promíchání vzduchových hmot různých fyzikálních vlastností.

Při převládajícím radiačním počasí má křivka denního chodu teploty vzduchu charakteristický tvar. Naopak nevýrazný a nepravidelný tvar mívá křivka denního chodu teploty při změnách oblačnosti a při advekci vzduchových hmot (Vysoudil 2006). Teplota vzduchu má zásadní vliv pro utváření a charakter životního prostředí, především pro vegetační poměry (Tolasz 2007).



Obr. 12 Křivka denního chodu teploty vzduchu při radiačním typu počasí, Vsetín 19. 8. 2012 (Zdroj: ČHMÚ)



Obr. 13 Křivka denního chodu teploty vzduchu při advektivním typu počasí, Vsetín 13. 9. 2012 (Zdroj: ČHMÚ)

6.2 Historie měření teploty vzduchu

Na území Česka jsou pravidelná meteorologická pozorování prováděna od roku 1752. Kompletní teplotní záznamy jsou k dispozici až od roku 1775. Od této doby začíná počet měřících klimatologických stanic postupně vzrůstat. V roce 1848 měřilo na našem území 5 stanic, v roce 1914 to bylo 90 stanic, po roce 1961 celkem 202 stanic (Tolazs 2007). Největšího počtu klimatologických stanic bylo dosaženo v roce 2000. Díky automatizaci a přechodně souběžným měřením bylo využíváno 208 stanic. V roce 2012 bylo na území Česka, i díky úsporám 185 klimatologických stanic (Tolazs 2012).

6.3 Charakteristické dny

V klimatologii se často v souvislosti s teplotou vzduchu setkáváme s termínem charakteristický den. Jedná se o den, který je podle dosažené teploty vzduchu zařazen do některé z kategorií.

Pro charakteristiku chladného období se používají tzv. „chladné“ charakteristické dny, mezi které patří mrazový, ledový a arktický den. Mrazový den je ten, ve kterém byla minimální teplota vzduchu nižší než 0 °C, ledový den je ten, ve kterém byla maximální dosažená teplota vzduchu nižší než 0 °C. Během arktického dne byla maximální teplota vzduchu -10 °C nebo nižší. Souvislé minimálně třídní období, kdy minimální teplota je trvale menší než 0 °C, bývá označováno jako vlna ledových dní (Sobíšek 1993). Vlny mrazivých dní způsobují podle Tolazse (2007) problémy

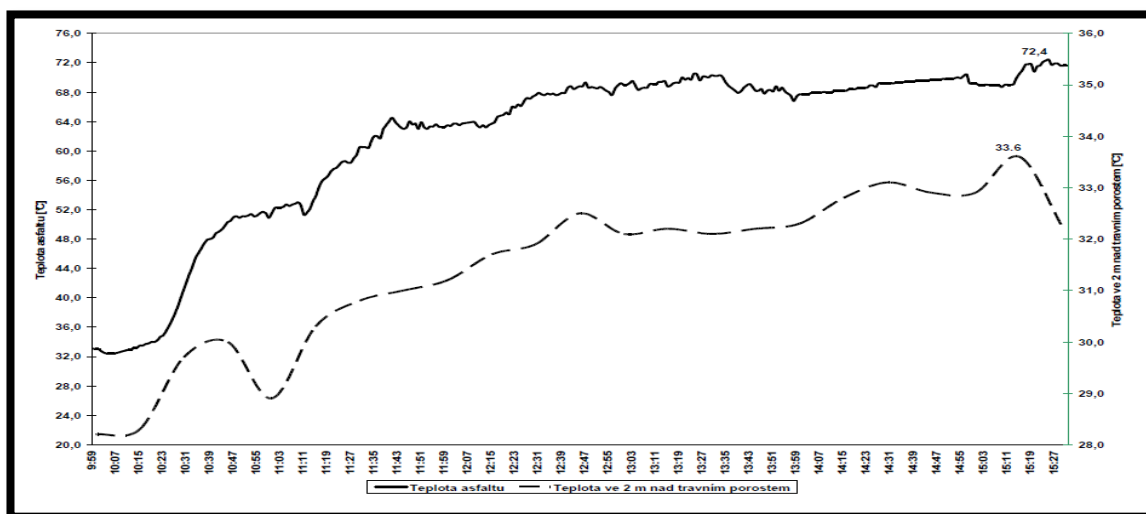
v dopravě, zvětšuje se spotřeba energií, objevují se zdravotní problémy obyvatelstva spojené s podchlazením. Ve Vsetíně jsou dále zaznamenávány holomrazové dny, kdy minimální teplota byla pod bodem mrazu, bez sněhové pokrývky.

Mezi charakteristické „teplé“ dny patří letní a tropický den, dále bývají vyhodnocovány vlny veder (horké dny). Letní den je takový, v němž maximální teplota vzduchu dosáhla 25 °C nebo byla vyšší. Tropický den je den, v němž maximální teplota byla 30 °C nebo vyšší. Během tropické noci nebyla teplota nižší než 20 °C (Sobíšek 1993). Pro účely této studie byla použita definice horké vlny podle Rožnovského (2010), který ji popisuje jako: „*minimálně třídní období letních veder, během něhož dosahují maximální denní teploty 30 °C a více*“. K této definici se ve svých studiích klaní také například Kyselý (2004) nebo Pokladníková (2009b). Řadu dalších definic horké vlny prezentovala Souch (2004), mezi kterými je i definice WMO, která definuje horkou vlnu jako: „*období, během něhož maximální denní teplota vzduchu v pěti po sobě jdoucích dnech byla minimálně o 5 °C vyšší, než je průměrné denní normálové maximum pro dané období*“. Vlny horkých dní podle Tolasze (2007) mohou výrazně přispět k zesílení sucha a způsobit mnoho problému, např. snížení produktivity práce, zvýšení nehodovosti a úrazovosti, zdravotní problémy, destrukci železnic a silnic. Ve střední Evropě je podle Pokladníkové (2009) existence horké vlny podmíněna advekcí tropického vzduchu nad pevninou nebo velmi intenzivním prohříváním polárního vzduchu, který setrvává v oblasti anticyklón nad přehřátou pevninou. Pro označení největších veder se v Česku používá termín „psí dny“.

6.4 Městské a příměstské klima

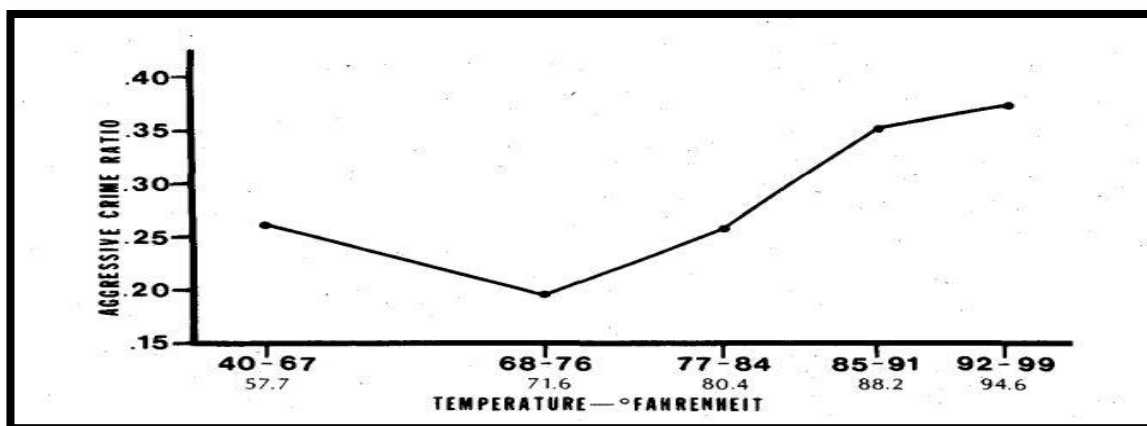
Klima města se vytváří společným působením charakteristických aktivních povrchů, antropogenních producentů tepelné energie, dopravní a průmyslové činnosti. Aktivní povrch měst je tvořen stěnami, střechami budov, komunikacemi s asfaltovým, kamenným či betonovým povrchem. Prostorově je několikanásobně větší než aktivní povrch ve volné přírodě. Pro klima měst je typická, na rozdíl od sídel s malou hustotou zástavby nebo volnou přírodou, vyšší denní i roční průměrná teplota vzduchu, nižší vlhkost vzduchu, snížená dohlednost, snížená hodnota slunečního záření, vyšší hodnota oblačnosti, nižší průměrná rychlost větru, vyšší hodnota znečištění a vyšší hodnota srážkových úhrnů (Vysoudil 2006). Teplotní rozdíl mezi centrem města, sady

a venkovem se začíná podle Quitta (1972) zvětšovat od 16. hodiny a svého maxima nabude po západu slunce.



Obř. 14 Průběh teploty asfaltového povrchu a teploty vzduchu nad travním porostem (Středová a kol., 2011)

Města jsou oblasti, kde se v současné době koncentruje okolo 50 % světové populace. Ve vyspělých státech to bývá i kolem 75 %. Díky klimatickým změnám zde vzniká zcela charakteristické klima, které má řadu negativních dopadů především na jeho obyvatelstvo (Kyselý 2004). Řada autorů (Akbari 2008, Kyselý 2004, Pokladníková 2009b apod.) upozorňuje na negativní důsledky městského klimatu pro lidské zdraví. Z meteorologických prvků, které mají dominantní vliv na organizmy, z pohledu možných zdravotních rizik, jsou podle Rožnovského (2010) nejrizikovější teplota vzduchu, teplotní extrémy a vlhkost vzduchu. Nejvíce zdravotních komplikací se objevuje při výskytu dlouhodobých vysokých teplot v letních měsících, tzv. horkých vln. Během těchto dní dochází k narušení regulačního termosystému populace, které mají za následek nárůst křečí z horka, respiračních obtíží, srdečních potíží a úmrtnosti obyvatelstva. Rožnovský (2010) připomíná, že řada autorů prokázala přímou souvislost zvýšené úmrtnosti obyvatelstva v důsledku výskytu vln z horka. Příkladem uvádí Chicago v roce 1995, Lisabon 2002, Paříž 2003 atd. Podle Akberihho (2008) jsou nejvíce ohrožené děti a staří lidé žijící v oblastech tepelných ostrovů v horních patrech zděných domů s tmavou střechou s okny na jedné straně domu a bez klimatizace. Baron (1975) prokázal výrazný nárůst agresivních lidí během horkých letních večerů. Největšímu riziku jsou vystaveni především lidé žijící v přehřátých centrech měst.

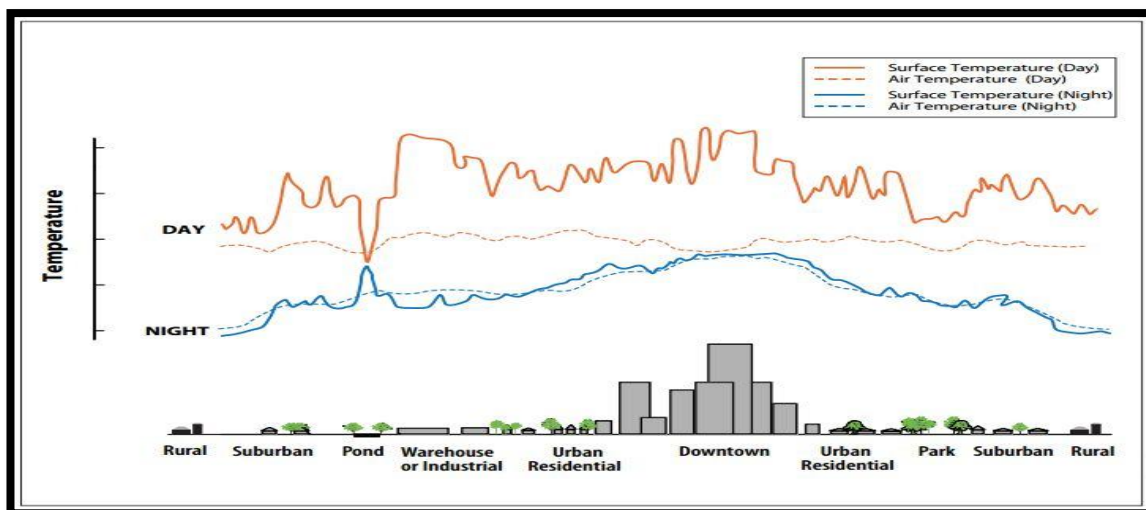


Obr. 15 Nárůst počtu přepadení, loupeží a vraž v souvislosti s rostoucí teplotou vzduchu (Baron, 1975)

Antropogenní činnost vede podle Vysoudila (2009) k zesilování klimatických anomálií, tzv. místních klimatických efektů. Nejrizikovějším faktorem je změna ve využití země reprezentovaná především urbanizací a odlesňováním. Intenzivní občanská, průmyslová a zemědělská činnost významně mění tvář krajiny a vyvolávají tím změny v režimu meteorologických prvků na místní úrovni. Jde například o vznik teplotních inverzí nebo mlh. K významné modelaci místního klimatu dochází především ve městech. Vysoudil (2006) upozorňuje na vznik tepelného ostrova města. Jeho intenzita závisí na velikosti města, geografické poloze, regionálních klimatických poměrech a čase měření. Nejzřetelněji je tento rozdíl vyjádřen při bezvětrném počasí. Akberi (2008) uvádí, že tepelný ostrov u velkých a středně velkých měst vykazuje vyšší roční průměrnou teplotu vzduchu v porovnání s volnou krajinou o 1 až 3 °C. Za jasných a klidných nocí může být teplotní rozdíl až 12 °C. U menších měst má tento trend klesající tendenci.

Vysoudil (2009) popisuje riziko lokálně přehřátého aktivního povrchu, díky němuž vzniká výrazná termická konvekce, která mívá za následek vznik místní bouřkové oblačnosti, riziko extrémních srážkových úhrnů nebo bleskové povodně. K producentům tepelné energie v aglomeracích patří také automobilová doprava. Ta přispívá k znečišťování města aerosolovými částicemi. Jejich koncentrace je nejvyšší v přehřátých částech měst. Díky častým prachovým vírům dochází k rozmíchání těchto částic a následné snížení dohlednosti. Ta může být doprovázena kondenzací vody na jádrech aerosolů a následnému vypadávání srážek nebo vzniku lokální mlhy. Frekvence mlh může být až 100x vyšší v městské oblasti v porovnání se zemědělskou krajinou. V zastavěné oblasti dochází k výrazné modifikaci větru. Sobíšek (1993)

upozorňuje na výskyt kaňonového efektu. Ten se vyskytuje ve vnitřních částech města, v ulicích s převažujícími vícepodlažními domy, kde uliční čára je kolmá k převládajícímu směru větru. Podle směru větru dochází k charakteristickému proudění větru, který znemožní odvádění škodlivých látek nad střechy domů. Ve městech se vyskytují mimo přehřátá místa také ostrovy chladu.



Obr. 16 Variabilita povrchové teploty a atmosférické teploty (Akberi, 2008)

V příměstské kulturní krajině se nejčastěji objevují místní klimatické efekty ve zvlněném reliéfu. Různě ukloněné plochy umožňují podle Vysoudila (2009) vznik oblastí s různými teplotami. Významné je především katabatické stékání studeného vzduchu. Tento jev se objevuje po západu slunce v době nejintenzivnějšího ochlazování. Jedná se o sestupný klouzavý pohyb chladného vzduchu podél ukloněného georeliéfu. Studený vzduch se podsouvá jako klín pod teplý vzduch, na dně údolí dochází ke vzniku mrazové kotliny, jezera studeného vzduchu, teplotní inverze, což může vést ke zhoršení kvality ovzduší, zhoršení rozptylových podmínek nebo poškození, či úhynu vegetace. Rizikový je především konkávní, špatně ventilovaný reliéf. Katabatické stékání bývá lokalizováno nejčastěji na okraji lesních průseků. V údolích s častým výskytem mrazové kotliny, jezera studeného vzduchu nebo teplotní inverze může vznikat vegetační inverze. Důsledkem teplotní inverze je větší denní a roční amplituda teploty vzduchu, větší délka trvání sněhové pokrývky v důsledku menší insolace slunečního svitu. Různý úklon svahů umožňuje modifikaci režimu teploty vzduchu na závětrných a návětrných stranách. Jihozápadní návětrné svahy jsou například v zimě velmi chladné a v létě naopak silně přehřáté. Na více ukloněných svazích, kde dojde ke katabatickému stékání dříve, je stékající vzduch teplejší než ten, který stéká z méně ukloněných svahů nebo plošin. Na nejvíce ukloněné části svahu je proto relativně teplejší přízemní vrstva

atmosféry, než na méně ukloněných. Tato část svahu se nazývá teplá svahová zóna (Vysoudil, 2006). Na Vsetínsku bylo podle Pavelky a kol. (2001) lokalizováno místo se vznikem teplé svahové zóny v PP Vršky, v oblasti výskytu teplomilných vstavačů.

V případě měst s kotlinovou polohou je významný také Vojejkovův zákon.

6.5 Dlouhodobé kolísání teploty vzduchu

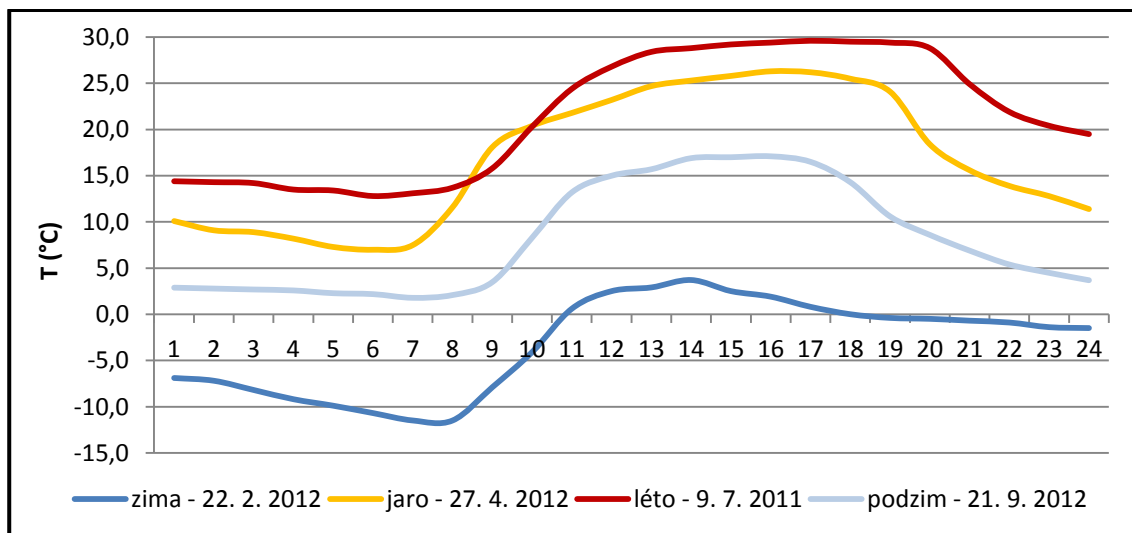
Nová práce Hansena (2012) prezentuje výsledky studie, podle které se teplota vzduchu mění rychleji, než se doposud předpokládalo, její důsledky by měly být horší. Autor vychází z dat získaných z celého světa v posledních šedesáti letech. Extrémní vlny veder, které zasáhly Evropu v roce 2003, Rusko v roce 2010 nebo USA v roce 2011, jsou připisovány probíhajícím klimatickým změnám. Práce Allisona (2010) upozorňuje na prohlubující se klimatické extrémy. Potvrzuje, že od 70. let 20. století bylo pozorováno mnoho změn v chodu klimatických extrémů v souvislosti s oteplováním klimatu. Mezi nejvýznamnější změny patří přibývání horkých dní a nocí, vln veder, úbytek studených dní, studených nocí a mrazů, častější výskyt silných srážek, zvýšený výskyt a intenzivnější sucha. Autor upozorňuje na neustálé oteplování zemské atmosféry. Trend posledních padesáti let ukazuje průměrné oteplení $0,187\text{ °C} \pm 0,052\text{ °C}$ za desetiletí. V Česku vykazuje teplotní řada podle Brázdila (1998) také trvalý vzestup. Výrazně je tato tendence pozorovaná mezi léty 1910–1940. Po tomto období nastává v důsledku tuhých zim ochlazení. Od roku 1950, ale zejména od poloviny 70. let, pak nastává trvalý vzestup průměrných teplot. Statisticky byl zaznamenán významný vzestupný trend růstu teploty. V období 1828–1995 byl kolem $0,8\text{ °C}/100\text{ let}$, v období 1856–1995 dokonce $0,9\text{ °C}/100\text{ let}$. Tolasz (2007) dokládá, že v Česku se průměrná teplota vzduchu (průměr ze 311 stanic) zvýšila v období 1961–2000 o $0,028\text{ °C}$ za rok. V teplém půlroce byl oteplující trend $0,025\text{ °C}$ za rok, v chladném půlroce $0,031\text{ °C}$ za rok. Každý rok období 2001–2010 je z globálního hlediska mezi jedenácti nejteplejšími roky za dobu přístrojového měření (Allison, 2010). Řada autorů upozorňuje na význam Severoatlantické oscilace při utváření Evropského klimatu. Oteplování klimatu není podle nich tak nevratného charakteru, jak je mnohdy prezentováno. Celý mechanismus Severoatlantické oscilace podle Schuttenhelma (2011) ovlivňuje počasí a podnebí v Evropě v rámci krátkých cyklů. Ty trvají v řádu několika let až desetiletí. Celý tento systém je založený na rozdílu tlaků mezi azorskou tlakovou výší a islandskou tlakovou níží. Hughes (2012) se domnívá, že v nadcházejících letech lze očekávat díky oslabení intenzity této oscilace drobný pokles teploty vzduchu.

7 ROZBOR VÝSLEDKŮ

Z termického hlediska je podnebí Vsetína na pomezí kontinentálního a oceánského typu klimatu (0 % oceánské, 100 % kontinentální klima - Sibiř). V Česku dosahuje Gorzyńského index kontinentality průměrně 19 až 31 % (Tolasz 2007). Ve Vsetíně je za období 1953 až 2012 průměr 29,4 %. To potvrzuje fakt, že východ Česká má více kontinentální klima než západ. Míra kontinentality ve Vsetíně značně kolísá rok od roku. Nejintenzivněji se ve sledovaných letech projevila v roce 1955 s průměrem 46,1 %. Kontinentální klima je typické vysokými letními teplotami a nízkými v zimě. Klima podobné oceánskému bylo ve sledovaných letech nejzřetelnější v roce 1978 s průměrem 18,1 %.

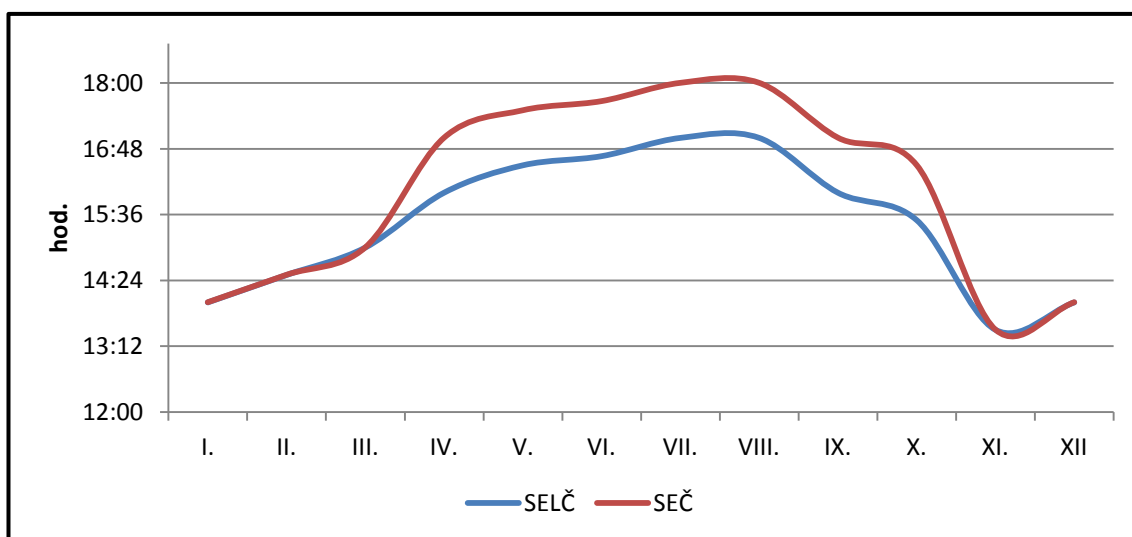
7.1 Denní chod teploty vzduchu

Denní chod teploty vzduchu ve Vsetíně vykazuje v průběhu roku značné odchylky. Sinusoidní průběh bývá nejčastěji potlačen nebo zcela zarovnan při přechodu atmosférické fronty nebo inverzní situaci. Velikost denní amplitudy bývá dále ovlivňována ročním obdobím. Při radičním průběhu teploty v různých ročních obdobích sledujeme, že v letních měsících bývají teplotní maxima dosahována výrazně později než v zimě. Naopak teplotní minima bývají v létě výrazně dřív nad ránem než v zimě. Ročním obdobím bývá ovlivněna mimo jiné délka teplé části dne. Ta je v létě výrazně delší než v zimě. Během chladného ročního období bývá dříve dosaženo teplotního maxima, dochází i v porovnání s létem k dřívějšímu výraznému poklesu teploty v důsledku ochlazování. Denní chod teploty vzduchu je významný pro místní cirkulaci atmosféry, která ovlivňuje rozptylové podmínky. Ty jsou v první řadě výrazně narušeny za inverzních situací, za nevýrazného denního chodu teploty vzduchu. Tyto špatné podmínky mají především v zimním období dopad na lidi s plicním nebo srdečním onemocněním, zejména na astmatiky.



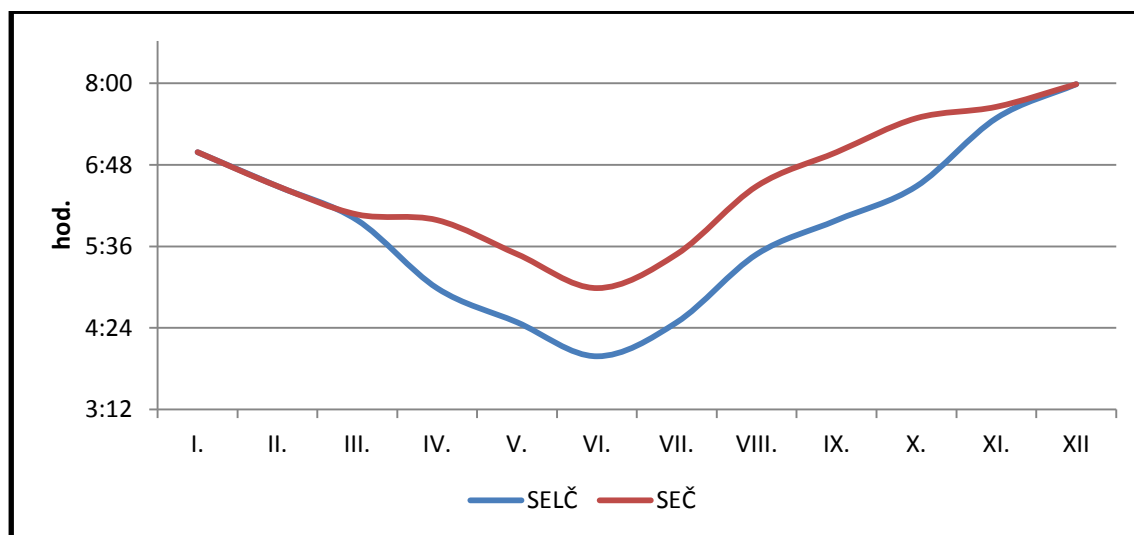
Obr. 17 Denní chod teploty vzduchu za radiačního počasí ve vybraných dnech ročních období na stanici Hvězdárna

Nástupu teplotního maxima bývá statisticky nejdříve dosahováno v listopadu ve 13:30 hod. Ve dvě hodiny odpoledne bývá dosahováno teplotního maxima v prosinci a lednu. V jarních měsících bývá nástup teplotního maxima přímo ovlivněn vzrůstající délkou dne. V dubnu bývá maximum zhruba v 16:00 hod. Silné letní prohřívání aktivního povrchu má za následek statistické dosahování teplotního maxima v červenci a srpnu až v 17:00 hod. V září, ale zejména v říjnu je zřejmé dřívější dosažení maxim, jako dopad kratší části prosluněného dne a menšího množství dopadajících slunečních paprsků.



Obr. 18 Průměrná doba dosažení teplotního maxima v jednotlivých měsících za radiačního počasí na stanici Rokytnice za období 2007-2011

Teplotní minima bývají dosahována těsně po východu Slunce, v době kdy je již tepelná kapacita aktivního povrchu vyčerpána. Je to okamžik, kdy nastává přechod od negativní k pozitivní radiační bilanci. V období od září do ledna nastupuje teplotní minimum relativně pozdě, průměrně v 7:00 až 8:00 hod. Nejpozději je dosaženo v prosinci v 8:00 hod. Letní měsíce jsou charakteristické brzkým ranním nástupem teplotního minima, které je nejdříve v červnu ve 4:00 hod.



Obr. 19 Průměrná doba dosažení teplotního minima v jednotlivých měsících za radiačního počasí na stanici Rokytnice za období 2007-2011

Průměrné časy nástupu denní maximální i minimální teploty se mohou v jednotlivých částech města lišit i o několik desítek minut. Záleží na geografických podmínkách daného místa. Ve dnech s převládajícím advekčním počasím nebo po přechodu atmosférických front dochází k dosažení maximálních nebo minimálních teplot v různých denních hodinách.

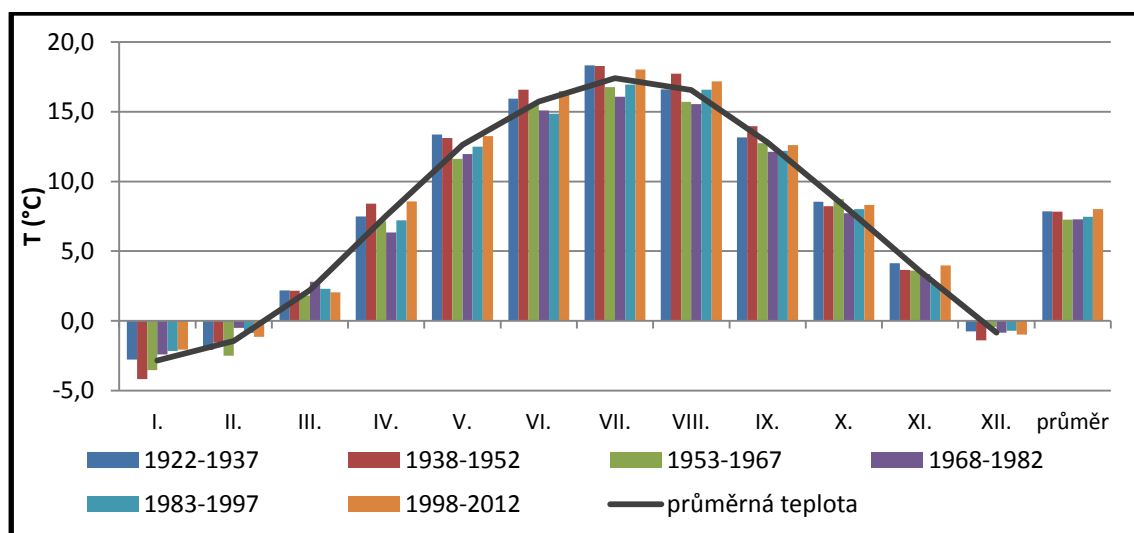
Extrémní změna teploty nastala z 31. 12. 1978 na 1. 1. 1979, kdy došlo k poklesu z 8,9 °C (21:00 hod.) na -14,3 °C (7:00 hod.). To znamená, že za 10 hodin teplota poklesla o 23,2 °C.

7.2 Roční chod teploty vzduchu

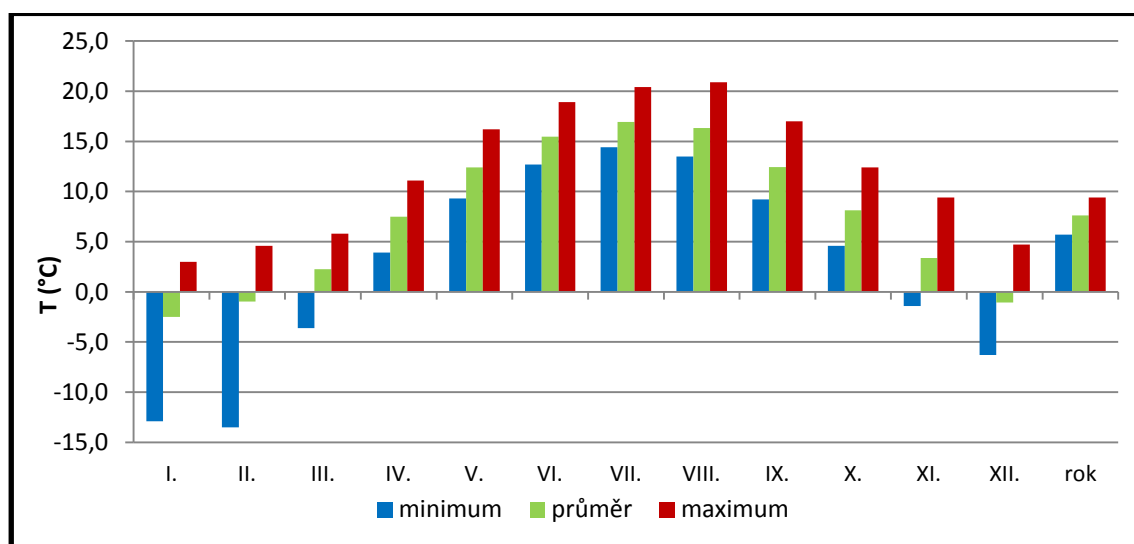
Roční chod teploty vzduchu ve Vsetíně je charakteristický svým středoevropským režimem s jedním letním teplotním maximem a jedním zimním teplotním minimem. Díky setrvačnosti zemské atmosféry jsou roční maximální i minimální teploty posunuty zhruba o měsíc vůči nejvyššímu a nejnižšímu postavení Slunce.

Za období 1924–2012 byl nejchladnějším měsícem leden s průměrnou teplotou - 2,5 °C, nejteplejším měsícem byl červenec s průměrnou teplotou 16,9 °C. Zimní měsíce mají jako jediné v roce dlouhodobě průměrnou teplotu nižší než 0 °C. Během jarního období dochází ke strmému nárůstu průměrné teploty. Březen je stále chladný, s průměrnou teplotou 2,2 °C, květnový průměr dosahuje 12,4 °C. Přesto se objevuje poslední sněžení, které nastává nejčastěji mezi 17. březnem a 6. dubnem. Druhá polovina sledovaného jarního období deklaruje v posledních letech trend růstu průměrné teploty vzduchu. Díky tomu se prodlužuje vegetační období. Veškerá květena je ovšem ohrožována jarními mrazy. Letní období s průměrnou teplotou v červnu 15,5 °C, červenci 16,9 °C a srpnu 16,3 °C je nejteplejším obdobím roku. Vysoké teploty jsou doprovázeny příchodem vln veder, které jsou často střídány bouřkami z tepla a nebezpečnými atmosférickými jevy. Nejstálejší a nejhezčí počasí přichází na přelomu července a srpna, během „psích dnů“. Podzimní měsíce jsou v první fázi ještě relativně teplé, září s průměrnou teplotou 12,4 °C, říjen 8,1 °C. Tyto vyšší teploty bývají důsledkem několikátýdenního teplého období označovaného jako „babí léto“. Listopadová průměrná teplota klesá k 3,4 °C. Na přelomu října a listopadu (14. 10.–19. 11.) přichází první sněžení.

Zajímavé je rozložení průměrných měsíčních teplot vzduchu do patnáctiletých období. Pozoruhodné je porovnání prvních dvou období 1922–1937 a 1938–1952 s posledním obdobím 1998–2012. Ve všech ročních obdobích mimo zimu jsou průměrné měsíční teploty za celé období takřka stejně teplé. To i přes fakt, že období po roce 1992 je obecně uznáno jako nejteplejší za poslední století (Allison, 2010). Nižší průměrné hodnoty naopak dosahují období mezi lety 1953–1997. Průměrná teplota v obou obdobích byla 7,3 °C. Nejteplejší bylo poslední období s průměrnou teplotou 8,0 °C. Velmi teplá byla i doba mezi roky 1922–1937 s průměrnou teplotou 7,9 °C. Nadcházející patnáctiletá éra byla jen o 0,1 °C chladnější než toto období. Tyto výsledky poukazují na cyklický průběh vývoje teploty vzduchu bez významného projevu oteplování.



Obr. 20 Kolísání průměrné měsíční a roční teploty vzduchu v patnáctiletých obdobích a průměrný roční chod teploty vzduchu na stanici Hvězdárna za období 1922–2012



Obr. 21 Nejnižší a nejvyšší hodnoty průměrné měsíční a roční teploty vzduchu na stanici Hvězdárna za období 1922–2012

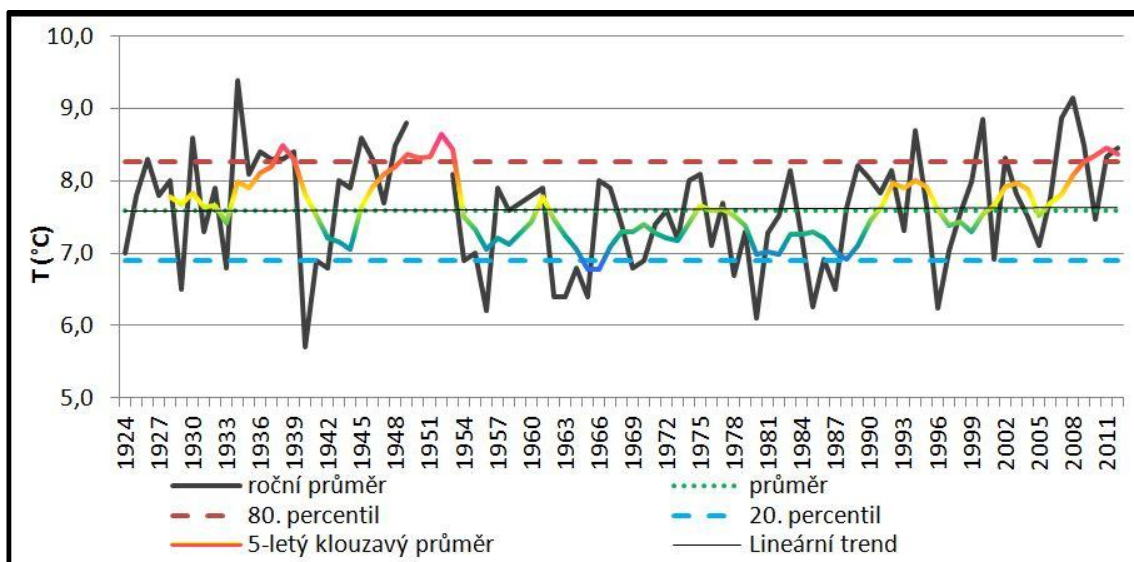
Porovnáním průměrných měsíčních maximálních a minimálních teplot vzduchu v období 1922–2012 zjistíme, že největší amplitudy extrémních měsíčních hodnot dosahují zimní a podzimní měsíce. Vykazují tak značnou variabilitu v průběhu let. Absolutně největšího rozdílu v průměrné teplotě nejteplejšího a nejchladnějšího měsíce dosáhl únor s rozdílem 18,1 °C. Nejmenší amplitudy dosahují letní měsíce, s maximální odchylkou průměrných hodnot 6,0 °C v červenci.

7.3 Meziroční kolísání teploty vzduchu

7.3.1 Průměrná roční teplota

Analyzovaná teplotní řada je vymezena obdobím, kdy dochází k výraznému kolísání teploty vzduchu. Především poslední tři dekády jsou všeobecně považovány za nejteplejší roky v historii klimatologických měření (Allison, 2010).

Průměrná roční teplota období 1924–2012 byla 7,6 °C. Neúplná teplotní řada v období 1900–1923 vykazuje průměrnou roční teplotu 7,7 °C. Výrazně teplé roky jsou patrné mezi léty 1900–1939. Pouze rok 1929 díky „zimě dvacátého století“ vykázal průměrnou teplotu o 1,1 °C nižší než je průměr. Nejteplejším rokem v historii měření byl rok 1934 s ročním průměrem 9,4 °C. Opět v roce 1940 přichází teplotně podnormální zimy, které setrvaly do roku 1942. Rok 1940 byl vůbec nejchladnějším rokem za historii měření s ročním průměrem 5,7 °C. Po tomto období přichází nadnormálně teplé roky 1948 a 1949. Bohužel z důvodu přesunu stanice v datové řadě chybí následujících 15 měsíců měření. Teplota v dalších letech kolísá, významně chladná období byla 1940–1942, 1962–1965, a 1985–1987. Teplotně podnormální byly roky 1929, 1933, 1940, 1941, 1942, 1954, 1956, 1962–1965, 1969, 1978, 1980, 1986, 1987 a 1996. Nadnormálně teplé roky se nejčastěji objevují od roku 2000. V historii měření byly nadnormálně teplé roky 1926, 1930, 1934, 1936, 1939, 1945, 1948, 1949, 1994, 2000, 2002, 2007, 2008, 2009, 2011 a 2012. V rámci posledních nadnormálně teplých let byly teplotně nejvýznamnější, rok 2000 s průměrnou teplotou 8,9 °C, rok 2007 s průměrnou teplotou 8,9 °C a 2008 s průměrnou teplotou 9,1 °C. Pokud budeme při hodnocení kolísání průměrné teploty vzduchu brát v úvahu celé sledované období, dojdeme k závěru, že průměrná teplota ve Vsetíně kolísá, ale statisticky zůstává stejná. Když ale porovnáme průměrnou teplotu od roku 1961, stejně jako většina uznávaných publikací, zjistíme, že za toto období se teplota ve Vsetíně zvýšila o 1 °C. Nárůst je pravidelný, zhruba 0,2 °C za 10 let. Tento závěr podporuje domněnku, že teplota vzduchu se v posledních desetiletích obecně zvyšovala. Celá teplotní řada nepředstavuje zatím žádné alarmující oteplování. Byly potvrzeny výsledky Atlasů podnebí ČSR (1958) a Atlasu podnebí Česka (2007), které nepoukázaly na trend v oteplování klimatu Vsetína.



Obr. 22 Kolísání průměrné teploty vzduchu na stanici Hvězdárna
za období 1924–2012

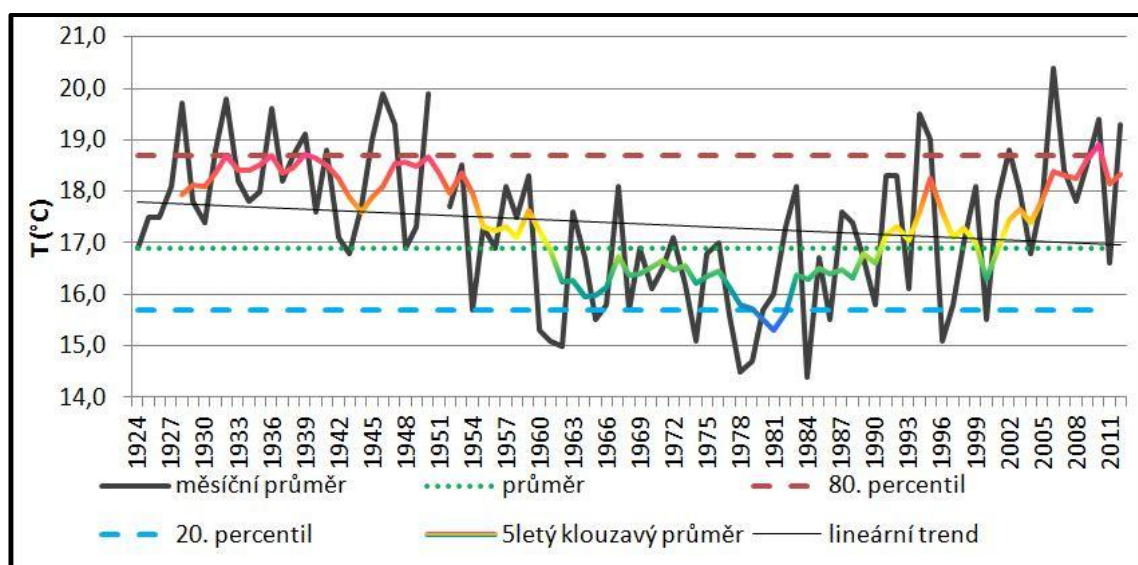
7.3.2 Průměrná měsíční teplota

V chodu průměrných měsíčních teplot vzduchu v období 1924–2012 je patrná značná variabilita ve výskytu normálních, nadnormálních a podnormálních období. Byla potvrzena domněnka, že nadnormální teploty posledních desetiletí postihují spíše zimní měsíce (příloha A).

Průměrná měsíční teplota nejvýrazněji vzrostla o 1,5 °C v lednu. K tomuto trendu přispěly mimo jiné teplotně podprůměrné zimy v letech 1940 a 1942. Leden 1940 byl s průměrnou teplotou -12,9 °C nejchladnějším a leden 2007 s průměrem 3 °C nejteplejším měsícem v historii měření. Stejně tak i únor, březen, duben a prosinec vykázaly ve zpracovávaném období vzestupný lineární trend průměrné teploty. Únorová průměrná teplota vzrostla o 1 °C. V únoru 1929 byl naměřen teplotní rekord v absolutním minimu -37 °C, celý měsíc byl naprosto nejchladnější ze všech měsíců s průměrnou teplotou -13,5 °C. Březen vykazuje lineární růst o 0,4 °C, nejchladnější měsíc měl v roce 2001 průměrnou teplotu pouze -3,6 °C. Duben s průměrným růstem 0,2 °C za sledované období je ve znamení teplotního růstu zejména po roce 1997. To může přispívat k dřívějšímu příchodu jara a drobnému prodloužení vegetačního období. Výrazně teplé období bylo v letech 1945–1954. Nejvyšší průměrná teplota byla 11,1 °C v roce 2009. Celé analyzované období vykazuje průměrný pokles teploty vzduchu v měsících květen až říjen. Díky teplému poválečnému období poklesla průměrná květnová teplota za sledované období o 0,2 °C. Červnové období bylo chladné mezi roky 1965–1991, dále dochází k mírnému nárůstu teploty. Červenec byl analyzovaný

jako měsíc s druhým největším průměrným ochlazením. I přes fakt, že v roce 2006 byl naměřen nejteplejší měsíc s průměrnou teplotou 20,4 °C. V posledních letech jsou tyto měsíce nadprůměrně teplé, klesající trend teploty způsobilo zejména studené období 1960–1990. Měsíc srpen, podobně jako ostatní letní měsíce, byl chladný v období 1953–1986. Teplá poválečná a nedávná léta způsobila statisticky stabilní průměrnou teplotu. V roce 1992 byl během horké vlny naměřen absolutně nejteplejší měsíc za dobu měření s hodnotou 20,9 °C. Září nevykazuje mimo poválečné období výraznější výkyvy, přesto je měsícem, ve kterém se za sledované roky průměrně nejvíc ochladilo, celkem o 1,4 °C. Záříjové ani říjnové měsíce neprocházejí zřejmým cyklem. Listopad byl chladnější v období 1972–2000, následně průměrná teplota mírně vzrostla. Prosinec je o 0,2 °C teplejší.

Některé měsíce procházejí podle Brázdila a Štěpánka (1998) cyklickým vývojem teploty s dobou trvání 2–12 let. Ve Vsetíně nebyl na základě zjištěných výsledků detekován žádný zřejmý cyklus.



Obr. 23 Kolísání průměrné červencové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna za období 1924–2012

Při hledání chybějících údajů do historické teplotní datové řady Vsetína se podařilo nalézt v SOkA Vsetín Loukotkovy deníky. V těchto denících je popisován každodenní chod teploty vzduchu a aktuální počasí v období 1903–1923. Nalezená data budou porovnána s dostupnými daty v ČHMÚ v Ostravě, ten potvrdí jejich validitu. V tomto případě by bylo možné doplnit stávající řadu měření, která by tím patřila k nejdelším řadám v Česku. Porovnání měření je uvedeno v příloze E.

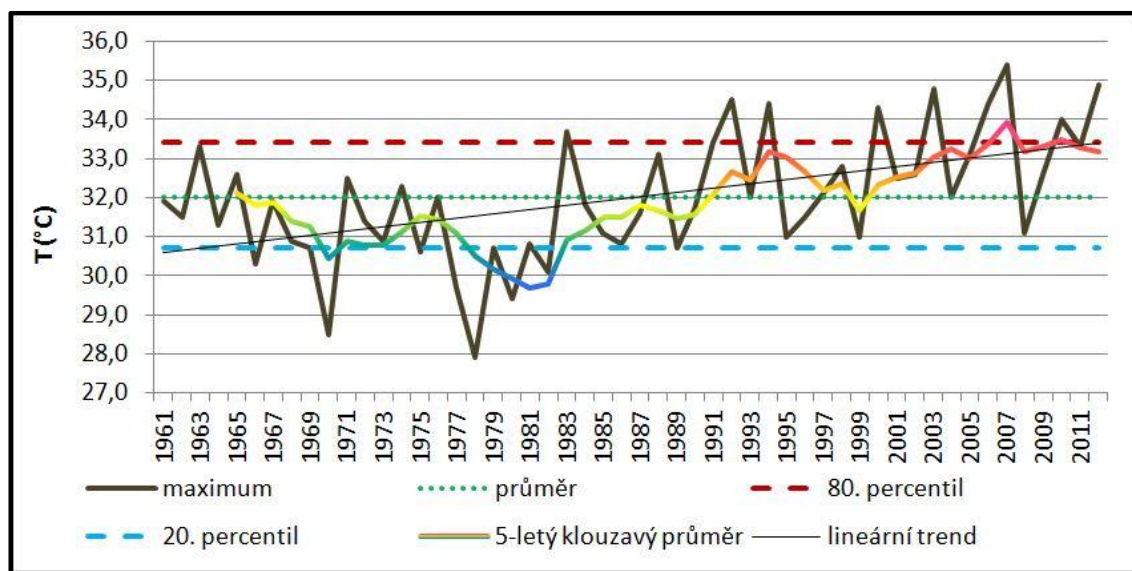
7.3.3 Průměrná roční maximální a minimální teplota

Při hodnocení meziročního kolísání průměrné teploty byla analyzována řada let 1900–2012. Toto období vykazovalo cyklický průběh teploty s konstantním ročním průměrem 7,6 °C. K významnému nárůstu průměrných teplot došlo po odeznění chladného období po roce 1960. Proto roční průměrné maximální i minimální teploty byly hodnoceny mezi lety 1961–2012.

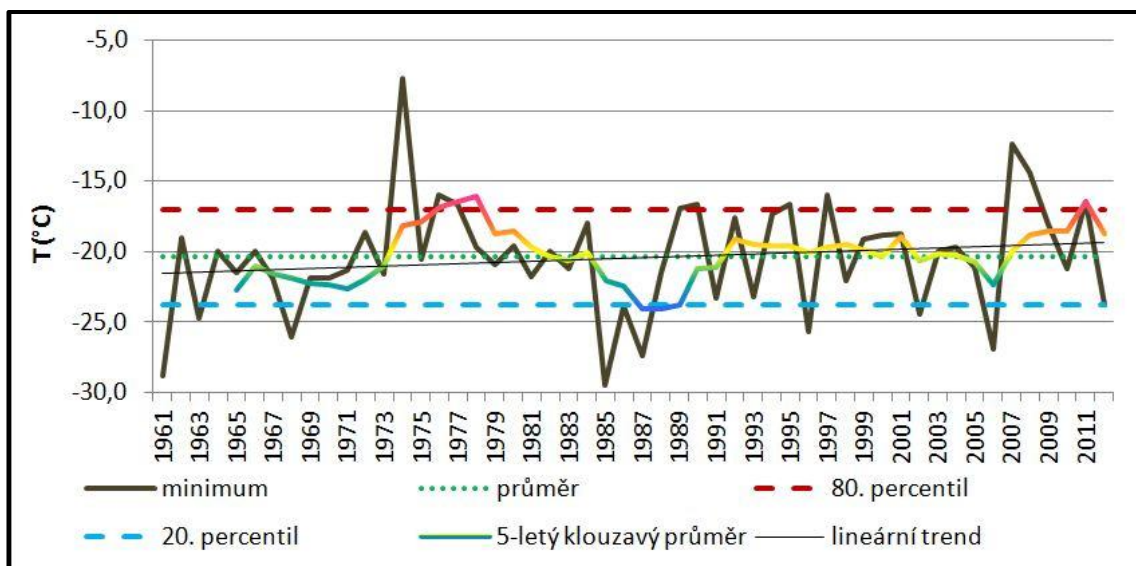
Spojnice lineárních trendů v průběhu ročních maximální i minimálních teplot odhalila nárůst o více než 2 °C. V průběhu ročních maximálních teplot bylo období 1961–1990 ve většině let chladnější než je dlouhodobý průměr. V roce 1978 byla naměřena minimální hodnota roční maximální teploty 27,9 °C. Od roku 1991 do roku 2012 přichází období s vysokými maximálními teplotami, ty dosáhly svého maxima teplotním rekordem v roce 2007 s hodnotou 35,4 °C.

Roční minimální teploty za období 1961–2012 vykazují výraznější amplitudu mezi extrémními hodnotami než roční maximální teploty. Nejvýraznější teplá anomálie se v průběhu minimálních teplot odehrála v roce 1974 s ročním minimem jen -7,7 °C. Největší mráz byl zaznamenán v roce 1985, -29,5 °C. Mimo extrémní roky padají minimální teploty každoročně k teplotě kolem -20 °C.

Na základě analyzovaných výsledků bylo potvrzeno všeobecně známé tvrzení, že extrémy ročních maximálních teplot jsou v posledních letech výraznější. U ročních minimálních teplot je vývoj nevýrazný.



Obr. 24 Kolísání ročních maximálních teplot vzduchu na stanici Hvězdárna za období 1961–2012



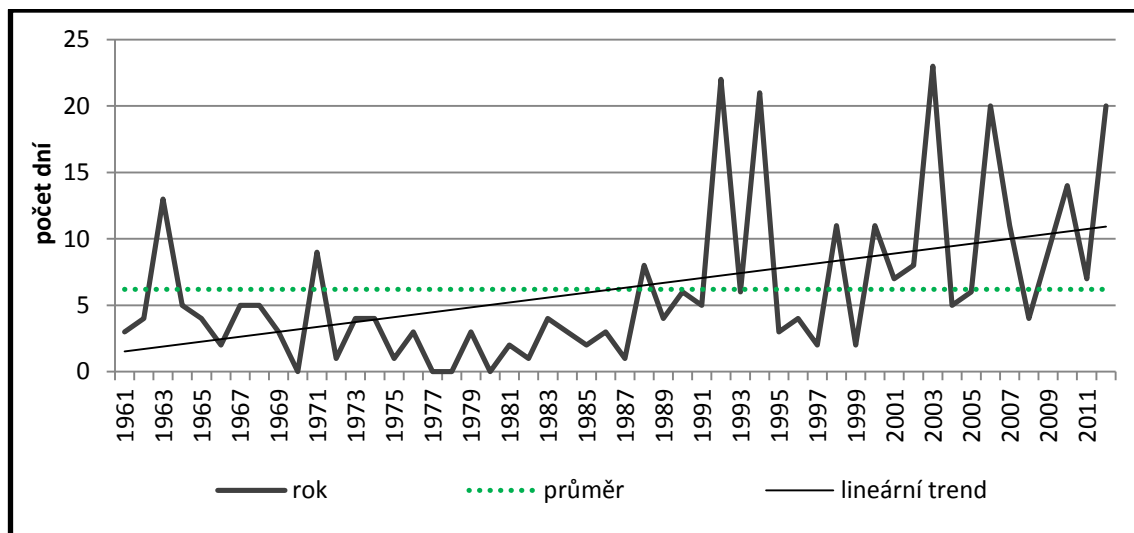
Obr. 25 Kolísání ročních minimálních teplot vzduchu na stanici Hvězdárna v období 1961–2012

7.4 Charakteristické dny

Výskyt charakteristických dní byl popisován za období 1961–2012. Pouze výskyt tropických nocí byl hodnocen od roku 1965, vlny veder od roku 1966 a holomrazové dny od roku 1973. Grafické znázornění meziročního kolísání počtu charakteristických dní je uvedeno v příloze B.

Letní dny se ve Vsetíně vyskytují od dubna do října. Jejich největší výskyt bývá zaznamenán v červenci a srpnu. Z dlouhodobého hlediska je roční průměr 41,1 letního dne za rok. Období s nízkým výskytem těchto dní je ukončeno rokem 1980 s pouhými 10 letními dny za rok. Od tohoto roku dochází k jejich výraznému nárůstu, který trvá doposud. Maximálního počtu 79 letních dní za rok bylo dosaženo v roce 2003.

Tropické dny bývají zaznamenávány od května do září. Průměrný počet tropických dní za rok činí 6,2 dne. Do roku 1987 nastala čtyřikrát situace, kdy za rok nebyl zjištěn ani jeden tropický den. Od tohoto roku dochází k jejich strmému nárůstu, který dosáhl vrcholu v roce 2003 s celkovým počtem 23 tropických dní. Tropické dny s tropickou nocí bývají ve Vsetíně vzácné. Za sledované období jich bylo zjištěno celkem pouze 7. Rok 1998 byl výjimečný s výskytem dvou tropických nocí.

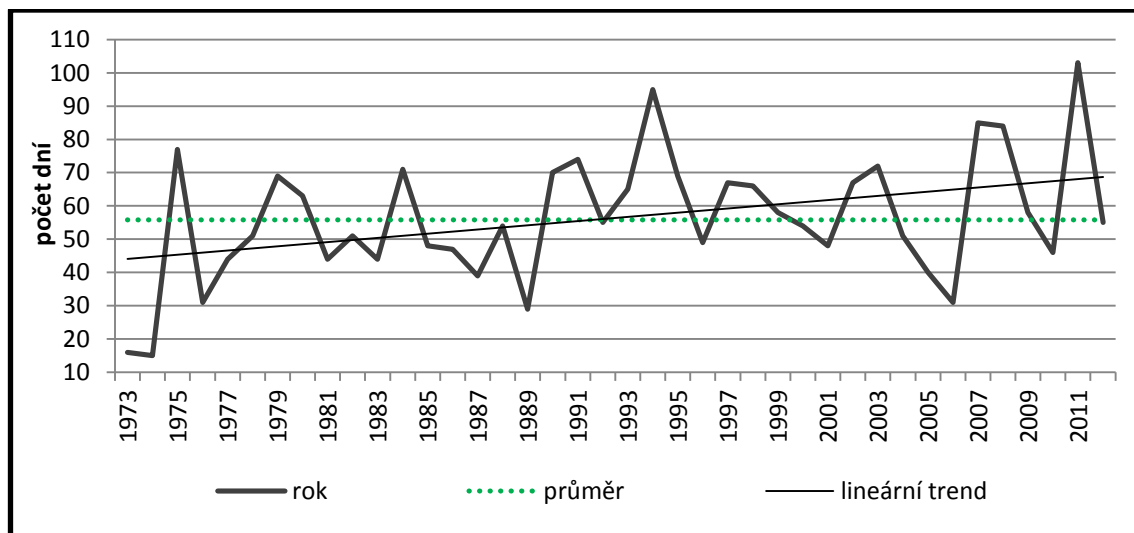


Obr. 26 Kolísání ročního počtu tropických dní na stanici Vsetín v období 1961–2012

Velké zdravotní riziko pro obyvatele měst přináší vlny veder, během kterých bývají zaznamenávány teplotní rekordy. Absolutní teplotní rekord 35,4 °C byl zaznamenán během horké vlny v roce 2007. Stejně jako ostatní teplé dny i počet a délka vln veder ve Vsetíně každou dekádu vzrůstá. Zlomový je tok 1984. Horké vlny se vyskytují v červenci a srpnu. Od roku 1994 i v červnu. Maximální roční počet 3 horké vlny byl zaznamenán v roce 2012. Nejdelší vlny s trváním 11 dní byly v letech 1996 a 2004 (příloha C). Jejich důsledkem bývá přehřívání organismu, nedostatek vody pro zemědělství a městskou vegetaci, vysoké riziko požáru nebo deformace ocelových konstrukcí, např. u železnice.

Mrazové dny se vyskytují od září do června. Zřejmé kolísání, které se drží na průměru 115,2 mrazového dne na rok. Výrazně malý počet mrazových dní byl detekován mezi lety 1985–1987.

Díky prodlužování vegetačního období představuje vzrůstající počet holomrazových dní hrozbu pro vegetaci. Především ve statisticky teplejším dubnu dochází k dřívějšímu kvetení vegetace, která bývá často za holomrazových dní spálena nebo zničena. Průměr činí 55,8 holomrazového dne za rok. V roce 2011 bylo zaznamenáno rekordních 103 holomrazových dní.



Obr. 27 Kolísání ročního počtu holomrazových dní na stanici Vsetín v období 1961–2012

Ledové dny se po extrémních sedmdesátých letech s maximem 67 ledového dne v roce 1969, ustálily na ročním průměru 34,4 dne, který jen nepatrně klesá. Pouhé 4 ledové dny byly zaznamenány v roce 1974.

Arktické dny se objevují nepravidelně. Ročně se průměrně objeví 1,2 arktického dne. Za sledované období došlo 33 krát k situaci, že během zimy nebyl zaznamenán ani jeden arktický den. Maximální počet 12 arktických dní byl zapsán v roce 1963. Během chladných vln s arktickými dny bývají zaznamenávány rekordy v minimálních teplotách vzduchu. Nejdelší chladné vlny se objevují nejčastěji v lednu a únoru. Neznamenají pro zdraví obyvatelstva taková rizika jako horké vlny.

Porovnáním zjištěných výsledků s daty v Atlase podnebí ČSR (1958) a Atlase podnebí Česka (2007) vyplývá fakt, že i přes velký nárůst teplých dní v posledních letech bylo období 1901–1950 teplejší, než období po roce 1961. Obecně známá informace (Brázdil, 1988), že zimy jsou v posledních dekádách teplejší, byla na základě porovnání počtu ledových dní a průměrných měsíčních teplot potvrzena.

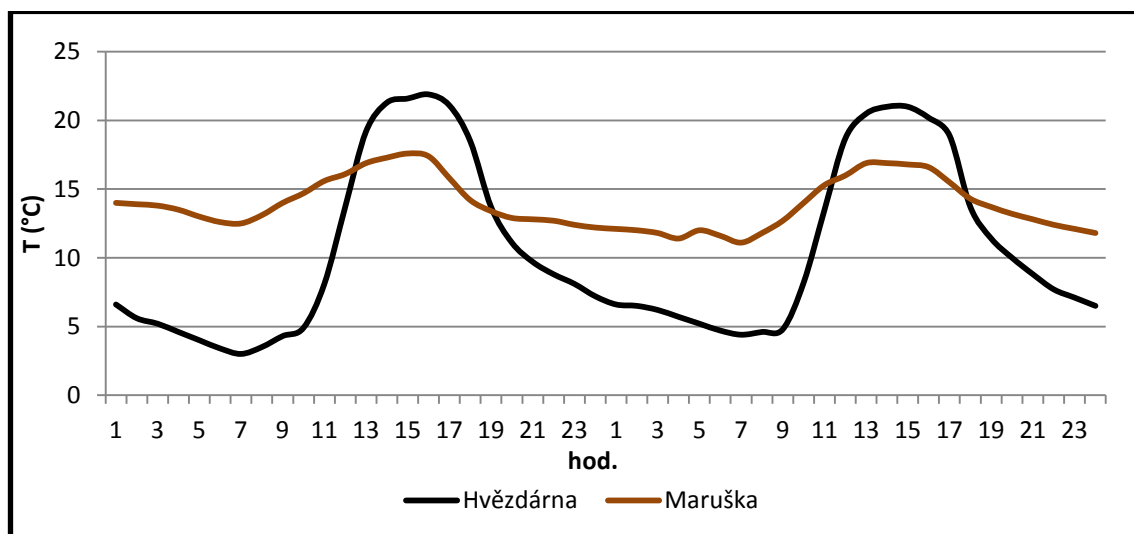
7.5 Inverze teploty

V oblasti Vsetínska je podle pozorovatelů stanice Hvězdárna prostorová variabilita průměrné teploty vzduchu ovlivňována nejen rostoucí nadmořskou výškou, ale především členitostí reliéfu, jeho orientací ke světovým stranám a místními přírodními podmínkami.

V zimě byl vypořádan při normálním zvrstvení atmosféry pokles teploty s rostoucí nadmořskou výškou přibližně $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ na 100 m. Celá oblast je v tomto ročním období postižena nedostatkem dopadajících slunečních paprsků, proto průměrné teploty nevykazují větší rozdíly. V jarních měsících, kdy na horských hřebenech stále leží sníh a údolí jsou intenzivně prohřívána slunečním zářením, dochází k výraznějšímu poklesu teploty v závislosti na nadmořské výšce. Tento rozdíl se zvětšuje v létě, které je charakteristické silnou konvekcí. Vzduch se při výstupu do vyšších poloh intenzivně ochlazuje. Teplotní gradient je v takovém případě $0,7$ až $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ na 100 m.

V zimním období, při stacionárním zvrstvení vzduchu, dochází ke vzniku teplotních inverzí. Při inverzích dochází k sesouvání chladnějšího vzduchu z vrchovinných hřebenů po úbočích do údolí, kde se studený vzduch jako klín nasouvá pod teplý vzduch. Ten je vytlačován do vyšších vrstev atmosféry. Vznik teplotních inverzí je v zimním období podporován sněhovou pokrývkou, po které se stékající vzduch pohybuje rychleji než ve členitém terénu. Počátek tohoto jevu závisí na celkové povětrnostní situaci, terénu a ročním období. Inverze se na Vsetínsku podle pozorovatelů nejčastěji vyskytuje v oblastech s nadmořskou výškou od 500–900 m. Inverzní situace se tvoří nejintenzivněji v místech s největším výškovým rozdílem. Zimní inverze jsou často doprovázeny vznikem poměrně husté mlhy. V údolí Vsetína často vzniká výrazná inverzní situace, kdy je údolí zalito podchlazeným, těžkým studeným vzduchem. Stacionární vzduchová hmota setrvává na dně údolí několik dní. Teplotní rozdíly za těchto podmínek dosahují $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Předpoklad pro zánik této situace je příchod studené fronty doprovázené silným větrem. Prochlazená vzduchová hmota, která několik dní setrvala na dně údolí, je nově přichodící studenou frontou rozmíchána. Významnými zdrojnicemi vzniku mlhy jsou údolí Jasenice a Jasenka. Zejména na Jasence se v posledních letech tvoří mlha velmi intenzivně. Pozorovatelé hledají jednu z příčin v lyžařském areálu Jasenka. V zimních obdobích zde probíhá umělé zasněžování sjezdovek. Krystalky umělého sněhu rozptýleného ve vzduchu tvoří kondenzační jádra,

na kterých dochází ke kondenzaci vody a ty podporují vznik mlhy. V letních měsících vzniká během nočních inverzí teplotní rozdíl zřídka překračující 3 °C.



Obr. 28 Denní chod teploty vzduchu za inverzního počasí na stanicích Hvězdárna a Maruška, ve dnech 20. 10. 2012 a 21. 10. 2012

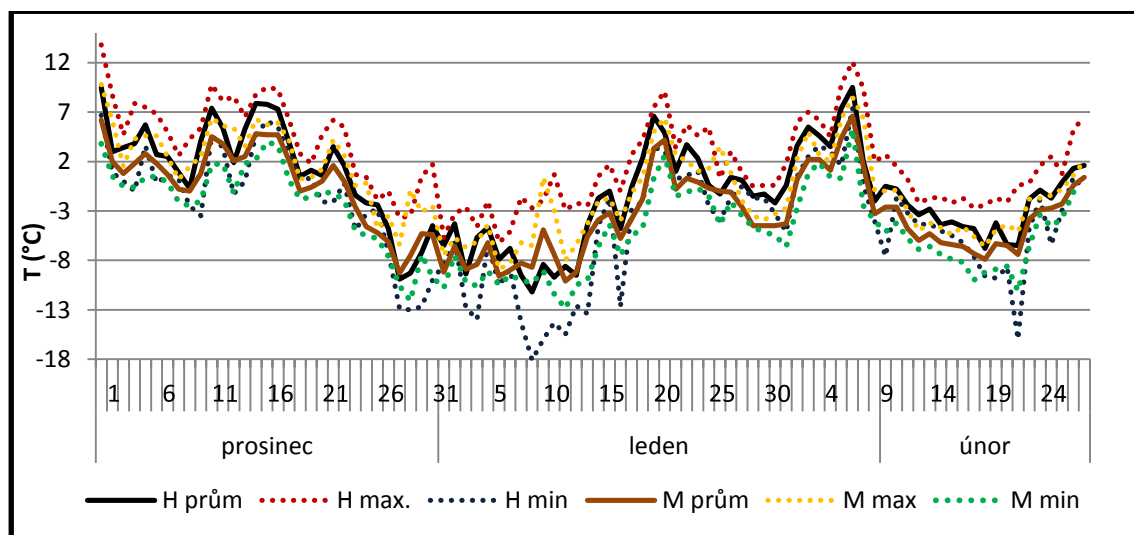
7.5.1 Stacionární měření

Při hodnocení teplotních inverzí na modelovém příkladu stanic Hvězdárna a Maruška v prosinci 2008 a lednu až listopadu 2009 byl potvrzen velmi častý výskyt inverzního zvrstvení atmosféry. Při porovnání minimálních teplot na obou stanicích dojdeme k faktu, že nestabilní zvrstvení teploty vzduchu je v této oblasti po většinu nocí. Ve výjimečných případech byl prokázán teplotní rozdíl až 12,8 °C, to znamená přepočtený teplotní gradient skoro 4,3 °C na 100 m. Nejvýraznější teplotní rozdíly byly zjištěny na jaře, na podzim a v zimě. Masivní inverze se v zimě a na jaře utvářejí především při povětrnostní situaci A-anticyklóna nad střední Evropou. V jarním období dochází k silným inverzím také při povětrnostní situaci Ap₁-putující anticyklóna. V létě a na podzim se toto zvláštní zvrstvení atmosféry nejsilněji utváří při povětrnostní situaci Wa-západní cyklonální situace, Wal-západní cyklonální situace letního typu a NWc-severozápadní cyklonální situace.

Na základě porovnaných ročních teplotních charakteristik byl potvrzen Vojejkovův zákon, kdy vypouklé tvary reliéfu reprezentované stanicí Maruška mají denní amplitudy teploty vzduchu menší než údolí a kotliny reprezentované stanicí Hvězdárna.

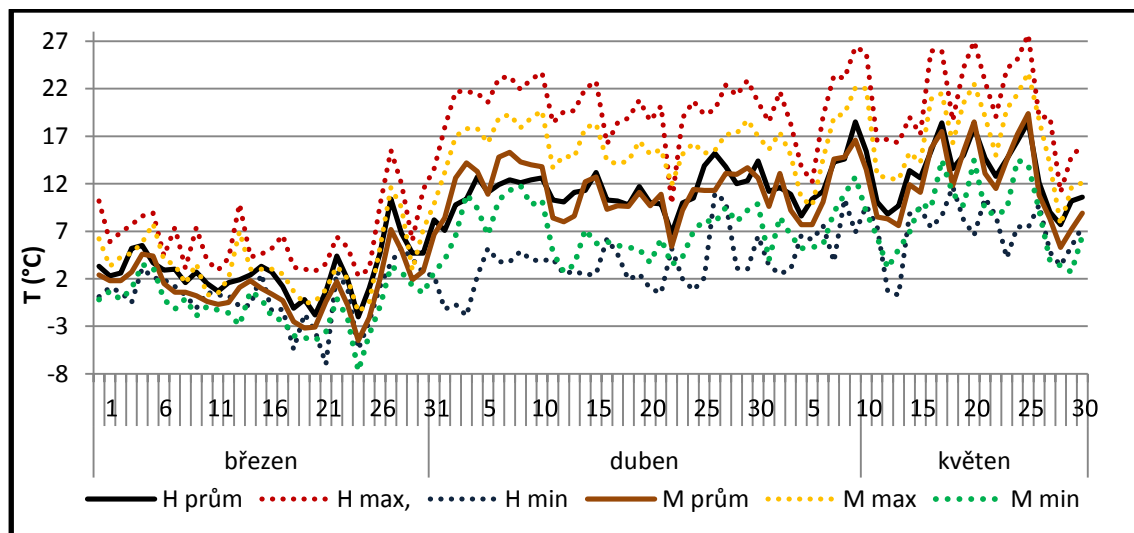
V zimním období dosahovala vyšších hodnot průměrná a maximální teplota vzduchu po většinu dní na stanici Hvězdárna. V tomto období bylo dosaženo největšího

rozdílu v průměrné teplotě vzduchu ze všech ročních období. Teplotní diference dosáhla 1,6 °C. Toto období bylo charakteristické nejmenší odchylkou v maximálních denních teplotách při srovnání stanic. Často se vyskytovalo inverzní zvrstvení atmosféry, které na základě změřených minimálních teplot průměrně dosahovalo 2 až 7 °C. Dne 9. 1. bylo dosaženo teplotního rozdílu 7,8 °C (povětrnostní situace A) a 10. 1. byla teplotní odchylka 7,1 °C (povětrnostní situace A).



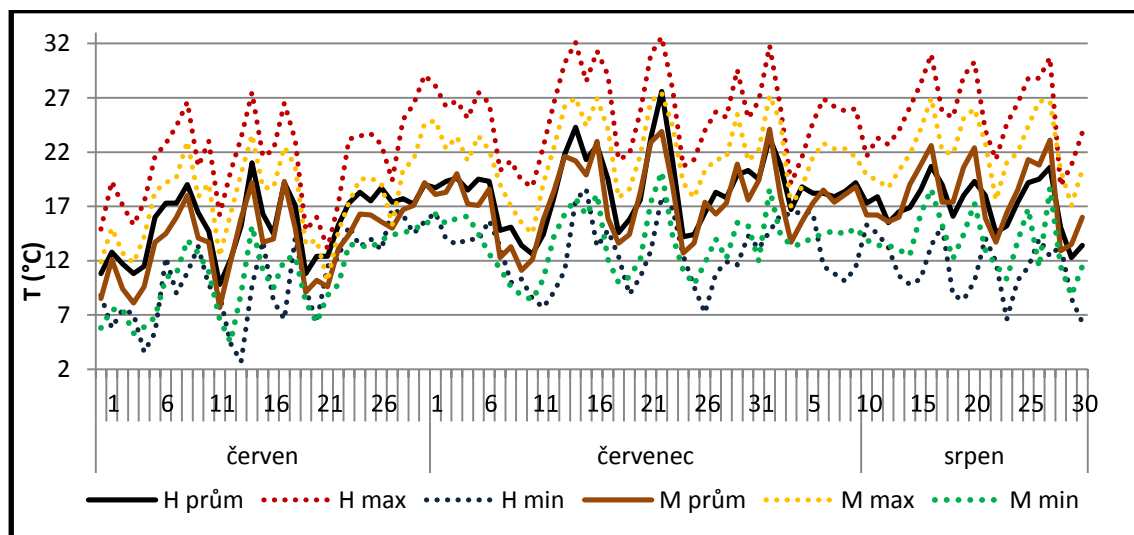
Obr. 29 Chod průměrné, maximální a minimální teploty vzduchu na stanicích Hvězdárna (H) a Maruška (M) v zimě 2008–2009

Na jaře byla ve většině případů vyšší průměrná i maximální teplota vzduchu na stanici Hvězdárna. Největšího rozdílu v průměrné denní teplotě bylo dosaženo 1. 4. (povětrnostní situace A), který činil 5,5 °C. Celkově byla průměrná maximální teplota vyšší na stanici Hvězdárna o 7,5 °C. Průměrná minimální teplota byla na stanici Hvězdárna nižší o 1,5 °C. To napovídá faktu, že v naprosté většině nocí se vyskytovalo velmi silné inverzní zvrstvení, které dosahovalo při porovnání minimálních teplot ve většině případů 2 až 7 °C. Dne 3. 4. dosahoval teplotní rozdíl 7,3 °C (povětrnostní situace A), 5. 4. byl zjištěn rozdíl 7,1 °C (povětrnostní situace Ap₁). Extrémně silná inverze se objevila 4. 4., dosáhla odchylky 12,8 °C (povětrnostní situace A).



Obr. 30 Chod průměrné, maximální a minimální teploty vzduchu na stanicích Hvězdárna (H) a Maruška (M) na jaře 2009

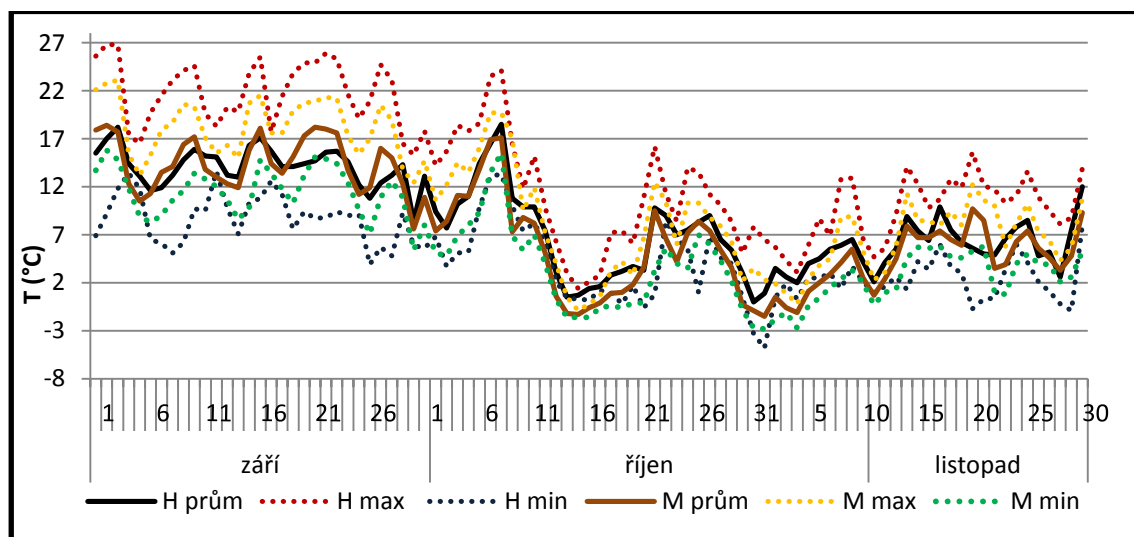
Letní období bylo ve znamení střídajících se vyšších průměrných teplot na obou stanicích. Konečná průměrná i průměrná maximální teplota byla vyšší na stanici Hvězdárna. Frekvence a intenzita inverzí byla nejmenší za celý sledovaný rok. Většina těchto anomálií byla při porovnání minimálních teplot většinou v rozmezí 1 až 5,5 °C. Pouze 16. 8. byl rozdíl 6 °C (povětrnostní situace Wal), 28. 8. dosáhla odchylka 6,3 °C (povětrnostní situace Wal). K největší teplotní propasti došlo 21. 8., ta dosáhla 7,2 °C (povětrnostní situace Wal).



Obr. 31 Chod průměrné, maximální a minimální teploty vzduchu na stanicích Hvězdárna (H) a Maruška (M) v létě 2009

Podzim byl charakteristický vyššími průměrnými a maximálními teplotami na stanici Hvězdárna. Četnost inverzních situací při porovnání minimálních teplot se

v porovnání s uplynulým obdobím zvýšila. Jejich intenzita se pohybovala nejčastěji v rozmezí 1 až 6 °C. Pouze 2. 9. byla odchylka 6,6 °C (povětrnostní situace NWc).

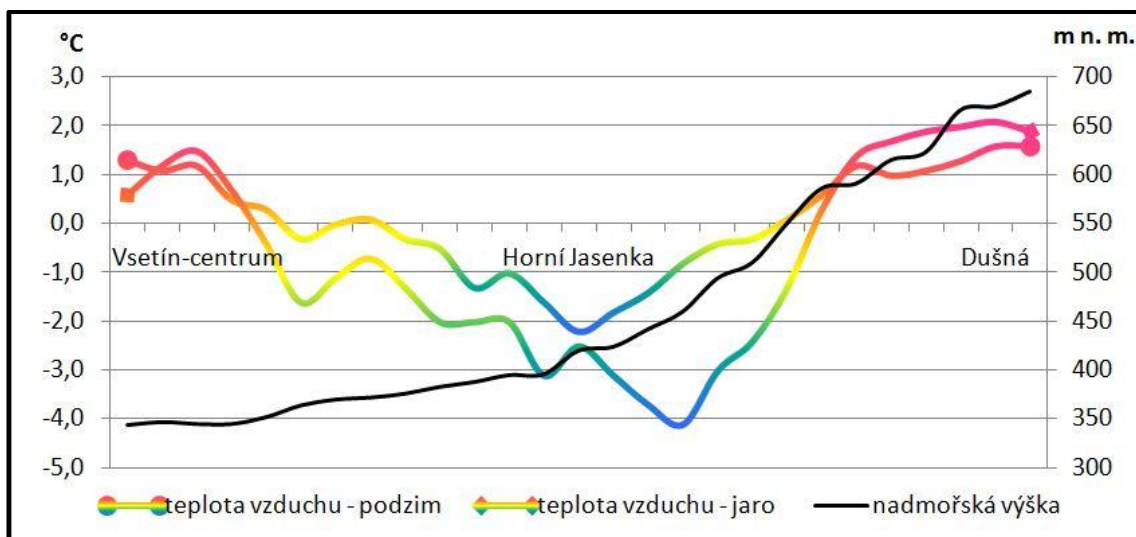


Obr. 32 Chod průměrné, maximální a minimální teploty vzduchu na stanicích Hvězdárna (H) a Maruška (M) na podzim 2009

7.5.2 Mobilní měření

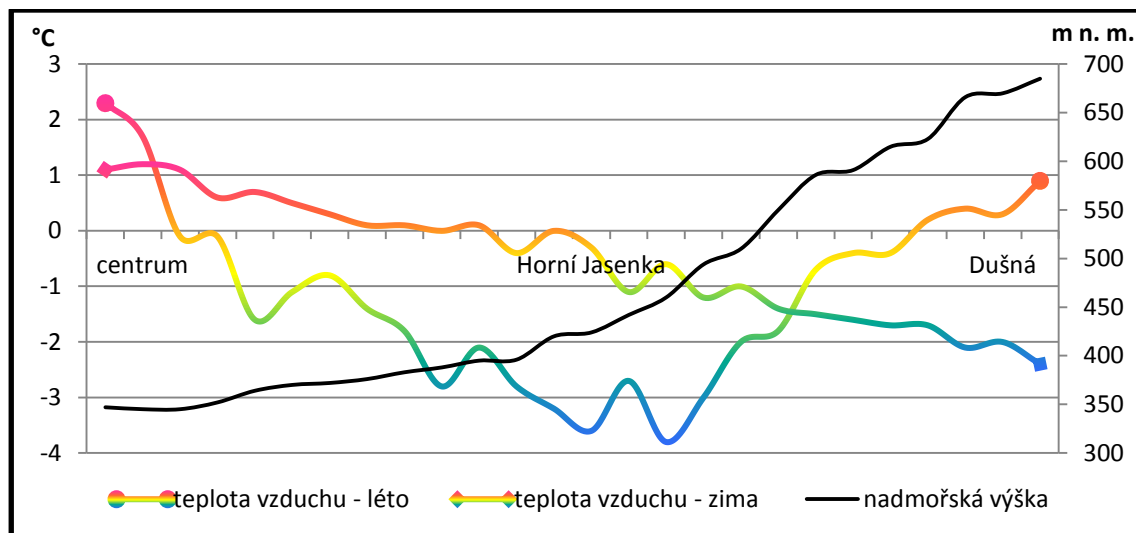
K porovnání teplotních rozdílů v horizontálním teplotním profilu ve všech ročních obdobích posloužila metoda mobilních měření.

Při podzimním (11. 11. 2011) i jarním (19. 5. 2012) měření z centra města na Dušnou byla detekována inverze teploty. V obou případech byl zjištěn teplotní ostrov města na ulici Mostecká, na podzim zde dosahovala teplota -2,3 °C, na jaře 17,4 °C. Byl znát oteplovací účinek sídliště Jasenka, který narušil normální chod teploty s rostoucí nadmořskou výškou. Minimální teplota byla na podzim zjištěna pod Lyžařským areálem -5,8 °C, na jaře na točně U Zemánků 11,8 °C. V jarním období se při průjezdu tímto místem začínala tvořit přízemní mlha v důsledku vznikající radiační inverze. Od těchto míst (430 až 460 m n. m.) je zřejmé ovlivnění teplot inverzí, jejíž mocnost byla zjištěna až na vrchol Dušné. Zde teplotní čidlo na podzim ukázalo -2 °C, na jaře 18 °C. Teplotní odchylka byla při porovnání centra s Dušnou na podzim 3,8 °C, na jaře 6,2 °C. Bylo potvrzeno, že na jaře se tvoří inverze s největším rozdílem teplot. V době, kdy mobilní měření bylo ukončeno na vrcholu Dušná, teploty na vybraných meteorologických stanicích ukázaly tyto hodnoty: Hvězdárna podzim -3,1 °C, jaro 14,1 °C, Maruška – podzim -2,5 °C, jaro 16,6 °C. Při porovnávání výsledků je třeba vzít v úvahu fakt, že Hvězdárna se nachází 38 m nad centrem města, proto inverze teploty vzduchu nemusí být zjištěna v celé mocnosti.



Obr. 33 Výškový a teplotní profil trasy centrum města – Dušná v podzimním období (11. 11. 2011) a jarním období (19. 5. 2012) vyjádřený odchylkou teploty od střední hodnoty

Mobilní měření dokládají významnou prostorovou variabilitu teploty vzduchu na malém prostoru. Při letním měření (15. 06. 2011) byla potvrzena opakující se teplotní inverze. Teplota v centru na ulici Mostecká byla 19,9 °C, znovu je zřejmý vliv teplotního ostrova a sídliště Jasenka na měření. Minimální teplota byla pod Lyžařským areálem 14 °C. Spodní hladina inverze byla detekována na Točně u Zemánků (460 m n. m.). Na Dušné dosahovala teplota 18,5 °C. Zimní měření (11. 2. 2012) naopak ukázalo, že výskyt každovečerních inverzí není pravidlem. Bylo zjištěno normální zvrstvení atmosféry s teplotou v centru -9,5 °C a na Dušné -13 °C. Za této situace byl teplotní gradient zhruba 1 °C na 100 m. Je důležité vzít v úvahu započtený teplotní ostrov města, který tento gradient výrazně ovlivnil. Při ukončení měření byla na stanicích dosažena teplota: Hvězdárna – léto 17,5 °C, zima -11 °C, Maruška – léto 18,6 °C, zima -12,3 °C.



Obr. 34 Výškový a teplotní profil trasy centrum města – Dušná v letním období (15. 06. 2011) a zimním období (11. 2. 2012) vyjádřený odchylkou teploty od střední hodnoty

Drobná teplotní inverze byla na této trase zjištěna i při pokusných měřeních 1. 7. 2010. Teplotní rozdíl centrum – Dušná byl 4,3 °C. Nejchladněji bylo pod Lyžařským areálem. Vznikající radiační inverze byly podchyceny takřka na všech dalších trasách mobilních měření kulturní krajinou (kapitola 7.7.2).

Metody staničních měření i mobilních měření potvrdily velmi častý výskyt anomálního zvrstvení atmosféry, které v extrémních situacích má za následek vznik výrazných teplotních rozdílů občas přesahujících 10 °C. Při inverzní situaci dochází k omezenému nebo takřka žádnému provětrávání údolí a kotlin zalitých inverzní oblačností. Díky tomu dochází ke koncentraci exhalací z komínů a automobilů v přízemní vrstvě atmosféry. Veškeré škodliviny zůstávají řadu dní v údolích a kotlinách, než dojde k rozpuštění oblačnosti a rozmíchání stabilního vzduchu do volné atmosféry. Tyto situace způsobují, že teplota vzduchu na hřbetech podél města je mnohdy vyšší, než teplota v samém centru města.

7.6 Teplota vybraných aktivních povrchů

Zjištěné výsledky prostorové diferenciacie teplot aktivních povrchů dokazují jejich význam při utváření charakteristického městského klimatu. Teplotní poměry aktivních povrchů vykazují v denním chodu značné výkyvy. Příčiny je třeba hledat především v jejich tepelných vlastnostech a barvě.

Orientační měření prokázala podstatný význam přírodních povrchů ve městech, především vegetace a travnatých povrchů na místní klima. Tyto povrchy značně přispívají k ochlazování oblasti. Významnými akumulátory tepelné energie se ukázaly asfaltové, šterkové a betonové povrchy. Vlastnosti šterkových a žulových povrchů byly při měření takřka totožné. Teplotní rozdíly ve vybraných výškách jsou i přes radiační počasí ovlivněny místní turbulencí vzduchu.

Tab. 6 Teplota vybraných aktivních povrchů v domě maximálních teplot vzduchu (16:30 hod.), v době nejintenzivnějšího ochlazování (20:30 hod.) a minimálních teplot vzduchu (5:00 hod.) , ve Vsetíně 10. 7. 2011

výška	asfalt			beton			Tráva		
	max.	ochlaz.	min.	max.	ochlaz.	min.	max.	ochlaz.	min.
0 cm	45,6	34,0	22,9	40,9	24,7	20,8	28,3	24,6	20,4
5 cm	36,5	28,2	22,2	35,0	24,5	20,1	29,0	24,5	20,2
10 cm	33,5	25,9	22,6	31,0	24,5	19,4	28,5	24,5	20,1
50 cm	30,5	25,1	22,5	29,6	25,3	19,3	28,8	23,5	20,1
100 cm	30,1	25,8	22,1	29,7	25,5	19,3	28,8	23,5	19,9
200 cm	29,9	25,7	20,4	29,6	25,6	19,1	28,9	23,6	20,1

Tab. 7 Teplota vybraných aktivních povrchů v domě maximálních teplot vzduchu (16:30 hod.), v době nejintenzivnějšího ochlazování (20:30 hod.) a minimálních teplot vzduchu (5:00 hod.), teplota ve vybraných termínech na stanici Hvězdárna, ve Vsetíně 10. 7. 2011

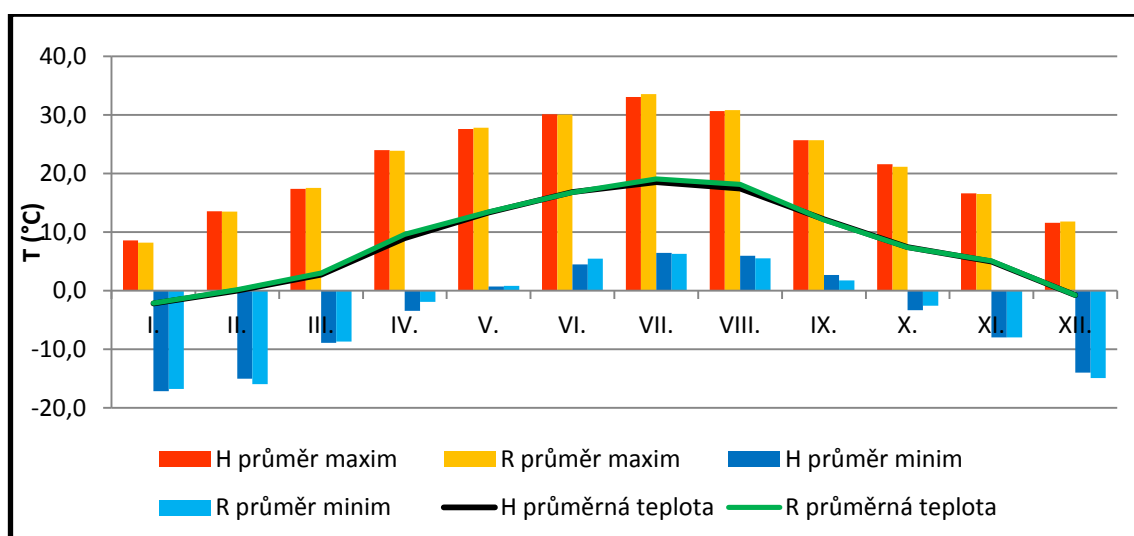
výška	písek			šterk			teplota vzduchu na stanici Hvězdárna 2 m		
	max.	ochlaz.	min.	max.	ochlaz.	min.	max.	ochlaz.	min.
0 cm	38,9	29,7	18,0	43,8	33,5	20,7	29,5	23,5	18,3
5 cm	35,0	28,0	19,1	38,6	31,5	21,8			
10 cm	31,5	27,1	19,5	32,3	28,0	21,9			
50 cm	30,3	26,7	19,8	31,6	26,5	21,8			
100 cm	29,7	25,5	20,1	31,3	18,0	21,6			
200 cm	29,1	25,3	20,3	31,8	26,5	21,6			

7.7 Prostorová variabilita teploty vzduchu

7.7.1 Staniční měření

Na základě analýzy datových souborů ze stanic Hvězdárna a Rokytnice bylo možné porovnat základní charakteristické rysy variability teploty ve Vsetíně. Porovnáním denních průměrných teplot za radiačního počasí v roce 2010 byla zjištěna takřka při všech povětrnostních situacích vyšší teplota na stanici Hvězdárna. Největší teplotní rozdíly v průměrné denní teplotě 1,2–1,6 °C byly dosaženy za situací SWc₂, BP a A. Jediná situace, kdy v polovině případů byla vyšší průměrná teplota na stanici Rokytnice, byla situace B. Teplotní rozdíl v tomto případě nepřesáhnul 0,5 °C.

Srovnáním průměrných měsíčních maximálních a minimálních teplot dojdeme k závěru, že průměrné maximální i minimální teploty jsou v létě vyšší na stanici Rokytnice. V zimním období je tomu naopak. Při porovnání studovaného období 2007–2011 zjistíme, že na obou stanicích byla totožná roční průměrná maximální teplota 21,7 °C i roční průměrná minimální teplota -4,1 °C. Roční průměrná teplota je v Rokytnici za sledované období 8,5 °C, což je o 0,2 °C vyšší než na Hvězdárně. Tento rozdíl vyplývá z měsíců červenec a srpen, kdy v Rokytnici jsou při porovnání průměrných teplot o 0,6 °C teplejší. Celkově nevýrazné teplotní rozdíly mohou vyplývat z podobnosti aktivního povrchu a nejbližšího okolí stanic. Menší roční průměrná teplota na Hvězdárně bude s největší pravděpodobností způsobena polohou stanice, která se nachází při západním i jižním proudění vzduchu na návětrné straně kopce.



Obr. 35 Průměrný roční chod maximální, minimální a průměrné teploty vzduchu na stanicích Hvězdárna (H) a Rokytnice (R) za období 2007–2011

7.7.2 Mobilní měření automobilem

Vzhledem ke členitosti města a absenci rozsáhlejší staniční sítě nebylo možné podchytit teplotní rozdíly města v horizontálním profilu bez důkladných mobilních měření. Potenciál těchto měření byl spatřen při identifikaci rizikových poloh, míst, kde dochází k lokálnímu přehřívání nebo k akumulaci chladného vzduchu. Výšková členitost jednotlivých tras umožnila prokázat teplotní variabilitu ve vertikálním profilu. Hlavním rizikem při mobilní metodě je ovlivnění měřených hodnot jiným automobilem. Především při měření v chladném období několikrát došlo k momentu, kdy kolem měřícího vozu projel autobus nebo nákladní automobil, rozvířil spodní vrstvu vzduchu, který následně výrazně ovlivnil naměřené hodnoty. Proto bylo nezbytné měřící trasy navrhovat tak, aby byla eliminována hrozba hustšího automobilového provozu na silnici. Při mobilních měřeních se ukázalo, že před vlastním zahájením měření musí být automobil zahřátý na provozní teplotu, aby teplý vzduch proudící od motoru měl stálou teplotu a neovlivňoval tak měřené hodnoty. To stejné platí i při mobilním měření chůzí. Člověk provádějící měření musí být při zahájení měření zahřátý, aby vyzařoval konstantní teplo. Při zimním měření je třeba si dát pozor na topení v autě, které má jasný oteplovací vliv v řádu desetin stupně na měřené hodnoty. Nevyvarováním se těchto chyb dojde k měřicí chybě a oblast, kde bylo měření zahájeno, vyjde ve výsledcích jako chladnější v porovnání s jinak stejně teplou oblastí.

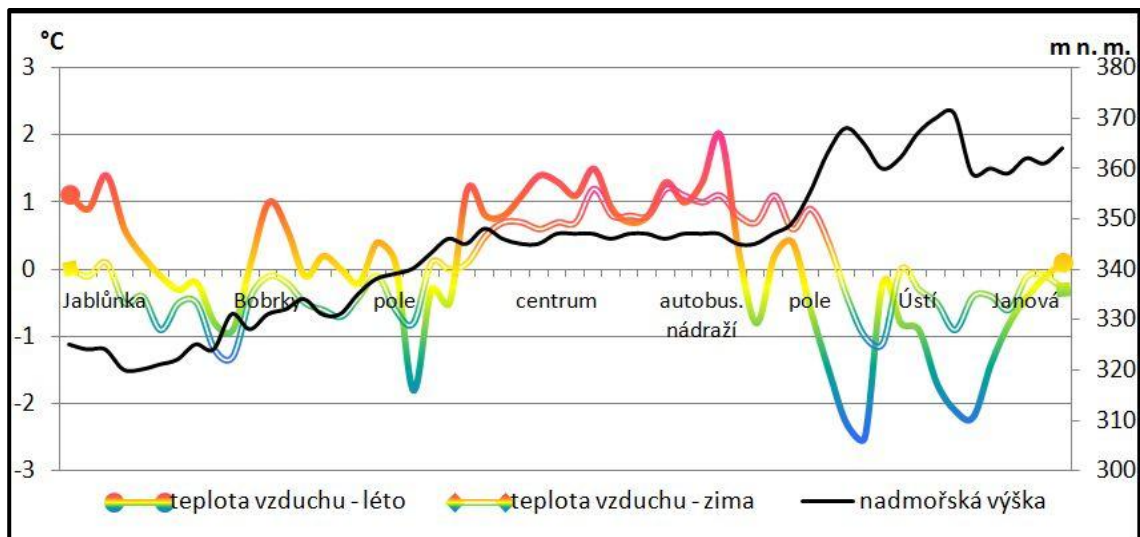
Tab. 8 Charakteristika měřicí trasy 1 Jablůnka-Janová

Trasa:	obec Jablůnka-centrum města Vsetína-obec Janová					
Datum:	7. 7. 2011			8. 2. 2012		
Čas:	19:55-20:17			17:50-18:13		
Povětrnostní situace:	SW _{C1}	jihozápadní cyklonální situace		Ec	východní cyklonální situace	
Délka trasy (km):	13,1					
Nadmořská výška (m n. m.):	počátek		konec	minimum		Maximum
	325		361	320		371
Teplota vzduchu za jízdy (°C):	maximum	průměr	minimum	maximum	Průměr	Minimum
	23,4	21,4	18,9	-8,4	-9,6	-10,9
Teplota vzduchu Hvězdárna (°C):	začátek		konec	začátek		Konec
	21,3		21,1	-11,6		-11,8

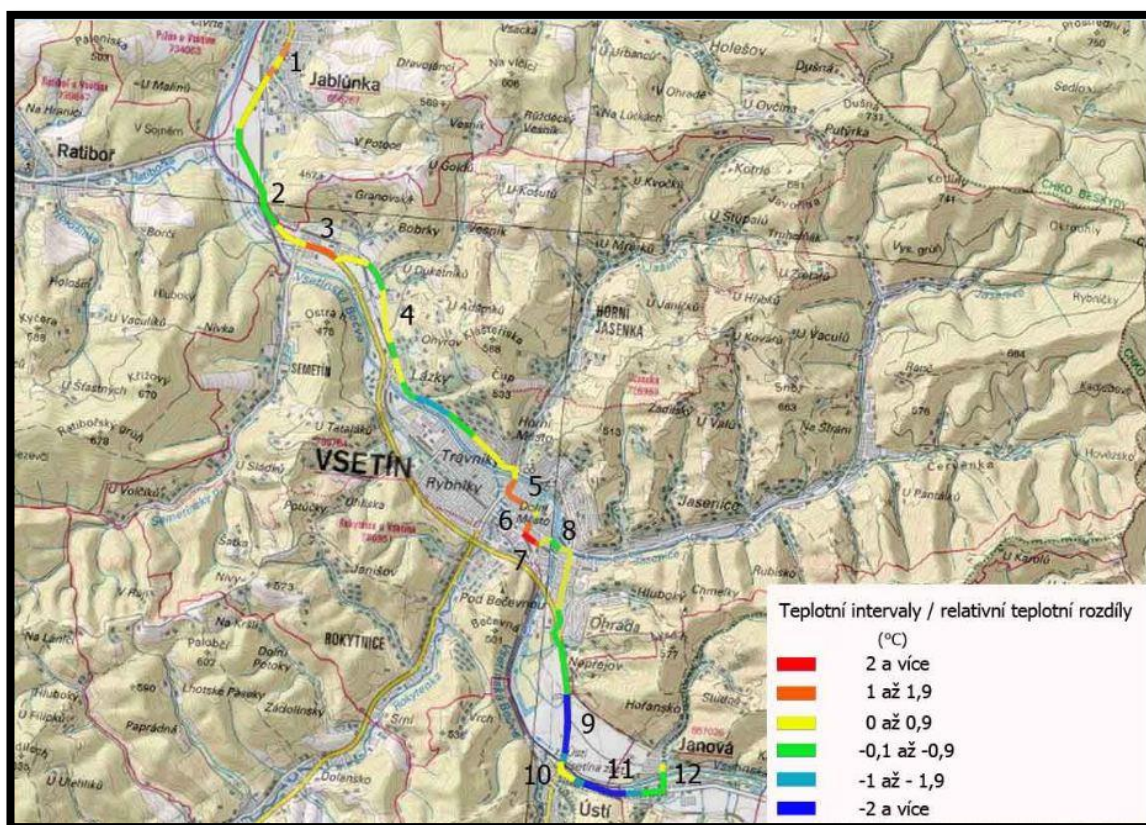
Mobilní automobilová měření byla vykonána na této trase v letním a zimním období, pro lepší porovnání naměřených hodnot za různých povětrnostních situací a ročních období. Celá trasa je typická svou malou výškovou členitostí, významná část

vede suburbánní oblastí. Začátek trasy byl stanoven v centru obce Jablůnka (1). Již zde byla zjištěna trvale zvýšená teplota vzduchu z důvodu antropogenní činnosti, vyzařování odpadního tepla z domů a aktivních povrchů. Zemědělské plochy za Jablůnkou vykazovaly nižší teploty v obou obdobích. Za zmínku stojí problémový úsek Pod Kobylou (2), kde byla zjištěna v nepřehledném úseku vozovky nižší teplota z důvodu malého proslunění a ve večerních hodinách stékajícího chladného vzduchu z přilehlých lesů. Vyšší teploty byly prokázány na Bobrkách (3), kde se projevila koncentrace průmyslových staveb a značné množství asfaltového povrchu. Oblast od Vesníku po Lázký (4) byla vyzorována jako riziková pro častý výskyt radiční inverze. Obě měření tuto tezi potvrdila. V centru města byl potvrzen tepelný ostrov, který se silně projevil na vzniku teplotních polí, zejména v ulicích Hlásenka, Tyršova (5), Smetanova (6), dále v oblasti vlakového a autobusového nádraží (7). V letních měsících se projevil silný ochlazující účinek řeky Bečvy (8). V zimě byla zjištěna srovnatelná teplota z centra města až po sídliště Ohrada. Důsledkem prochlazené zemědělské půdy na Žebračce (9) vznikla v těchto místech teplotní inverze. Drobný teplotní ostrov byl dále zjištěn v obci Ústí (10) a Janová (12). Prochlazená teplotní zóna byla lokalizována mezi obcemi Ústí a Janová, v těsné blízkosti řeky Bečvy (11). Příčinou této anomálie je malá prosluněnost a svah nad silnicí ukloněný k severu. Tento svah umožňuje ve večerních hodinách sestoupení chladného vzduchu z horské oblasti na dno údolí.

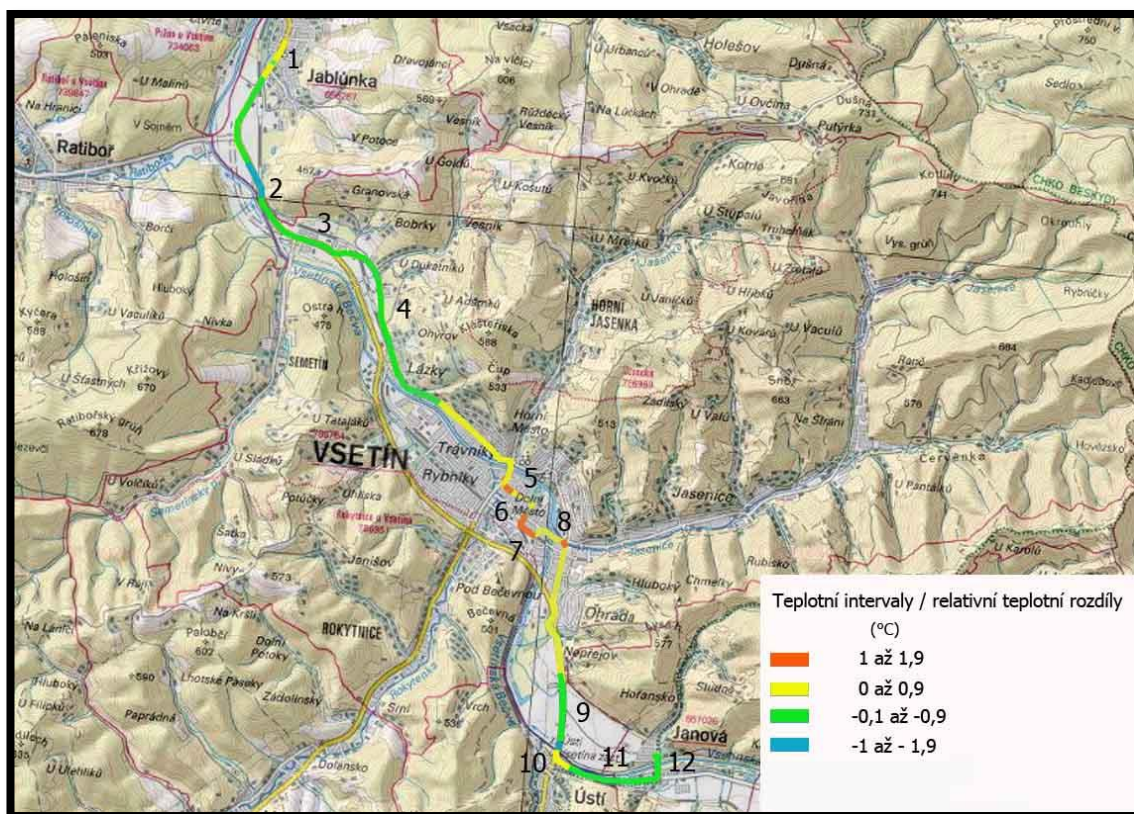
Na několika místech této trasy se projevilo inverzní zvrstvení v příměstské krajině. Nehomogenita aktivních povrchů v urbanizované krajině má podle měření přímý vliv na režim teploty vzduchu. Při letním měření byla teplota vzduchu v centru města průměrně o 1,5 °C vyšší než ve volném přírodním prostranství. V zimě byla teplota vzduchu vyšší o 1 °C. V létě byl největší teplotní rozdíl 4,5 °C při porovnání naměřených hodnot u autobusového nádraží a oblastí na Žebračce. V zimě bylo dosaženo největšího rozdílu 2,5 °C při porovnání oblastí u Městského úřadu v centru města a rizikové oblasti pod Kobylou (2).



Obr. 36 Teplotní a výškový profil trasy 1 Jablůnka-Janová



Obr. 37 Horizontální teplotní profil trasy 1 Jablůnka-Janová 7. 7. 2011



Obr. 38 Horizontální teplotní profil trasy 1 Jablůnka-Janová 8. 2. 2012

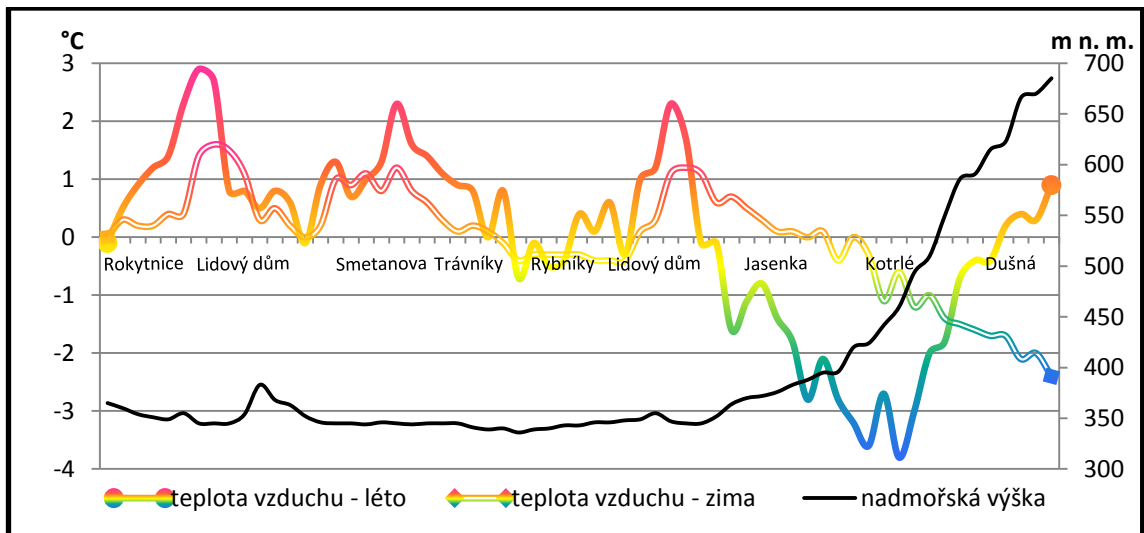
Tab. 9 Charakteristika měřicí trasy 2 Rokytnice-Dušná

Trasa:	Vsetín část Rokytnice-centrum města Vsetína-Dušná					
Datum:	15. 6. 2011			11. 2. 2012		
Čas:	20:48-21:22			16:45-17:14		
Povětrnostní situace:	Wal	západní anticyklonální situace letního typu		Ea	východní anticyklonální situace	
Délka trasy (km):	17,4					
Nadmořská výška:	počátek	konec		minimum	Maximum	
	353	685		336	685	
Teplota vzduchu za jízdy (°C):	maximum	průměr	minimum	maximum	průměr	Minimum
	20,5	17,6	13,8	-9,0	-10,6	-13,0
Teplota vzduchu Hvězdárna (°C):	začátek	konec		začátek	Konec	
	18,2	17,5		-11,0	-12,3	
Teplota vzduchu Maruška (°C):	začátek	konec		začátek	Konec	
	18,6	18,6		-10,5	-11,0	

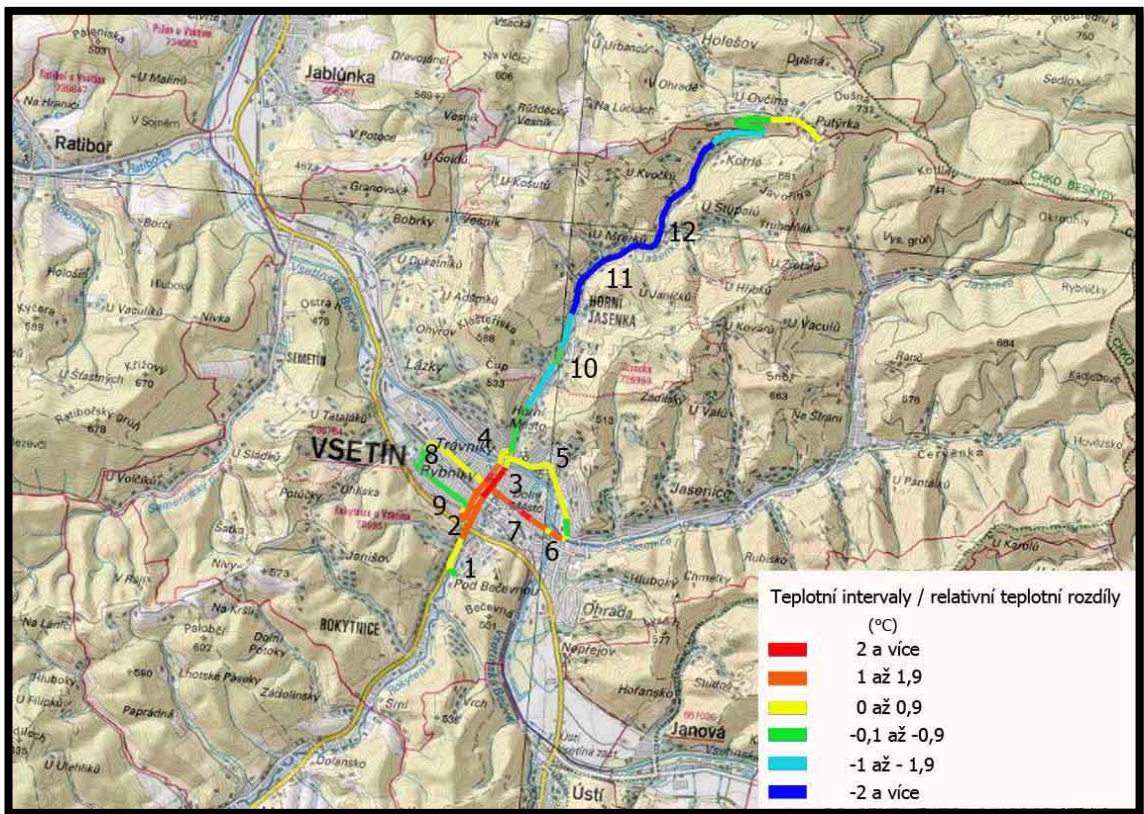
Trasa ze sídliště Rokytnice přes centrum města k vrcholu Dušná patřila na základě výškového profilu k cestám se značným výškovým odstupňováním. Měření bylo zahájeno na konci sídliště Rokytnice u stavebnin (1). Dlouhodobě zde byl ve večerních hodinách pozorován vliv katabatického stékání chladného vzduchu na místní klima. V obou obdobích bylo ve spodní části sídliště Rokytnice zjištěno pole chladného vzduchu, které se silněji projevilo v zimě. Sídlíště je položeno v údolí směřovaném

ze severovýchodu na jihovýchod. Členitost dna údolí, zástavba a vegetace částečně znemožňují dobré provětrávání, strmé svahy na jihozápad od údolí zvedající se 150 m nad údolí zabraňují dobrému proslunění. V létě je zde zřejmý ochlazující účinek říčky Rokytka. To vše je doplňováno předpokládanými katabatickými toky chladného vzduchu a místními větry, které společně s dalšími vlivy způsobují na dně údolí za jasných večerů značné prochlazení. Části sídliště kolem základní školy (stanice Rokytka), které se nacházejí minimálně 20 m nad dnem údolí na svahu západní orientace, nejsou díky lepšímu provětrávání tímto jevem postiženy. Ve vyšší výškové hladině údolí díky orientaci horských hřbetů převažuje po většinu roku severoseverovýchodní, v jarních měsících jihozápadní proudění, které zde přináší teplejší vzduch. Projevy městského klimatu s vyšší teplotou vzduchu začaly u čerpací stanice Shell (2) a zesilovaly se až k řece Bečvě. Nejvyšší teplota v létě 20,5 °C byla naměřena na kruhovém objezdu u Sokolovny (3). V zimě bylo zjištěno nejteplejší místo v ulici Mostecká u Lidového domu (4) s teplotou -9 °C. Rekordně teplá místa jsou od sebe vzdálena pouhých 133 m. V porovnání s nejstudenější oblastí v Rokytce zde bylo v létě o 3 °C v zimě o 1,6 °C tepleji. Snížení teploty vzduchu v obou obdobích bylo potvrzeno v nepříliš hustě zastavěné oblasti s významným podílem vegetace mezi restaurací Snaha a křižovatkou u Růžičků. Větší pokles byl pouze v oblasti Horního náměstí (5) a ulice Pod Pecníkem. V obou místech jsou příhodné podmínky pro stékání chladného vzduchu. Pravděpodobně díky tomu bylo v těchto místech zhruba o 0,5 °C chladněji než v nejbližším okolí. Můžeme předpokládat, že chladný vzduch na Horní náměstí stéká zejména ulicí Pod Vršky. Vyšší naměřená teplota byla dále zjištěna mezi křižovatkou u Růžičků a Základní školou na sídlišti Trávníky. V létě byl znovu detekován chladící účinek Bečvy. Výrazněji teplejší oblasti byly u školy Kostka (6) a na ulici Smetanova u ČSOB (7). Zde byla opět potvrzena jedna z nejsilnějších oblastí tepelného ostrova města. Teplota zde v létě dosáhla 19,9 °C, v zimě -9,4 °C. Přesto byla tato oblast zhruba o 1,5 °C chladnější než ulice Mostecká. Sídliště Trávníky vykázalo nižší teploty než centrum města. Čím více trasa směřovala na periferii města, tím byla teplota nižší. Jako nepříliš teplé oblasti byly zhodnoceny místa u firmy BLOCK na Trávníkách a celé sídliště Rybníky (8). Ve večerních hodinách zde zapadá dříve Slunce a předpokládá se, že mikroklima této oblasti bude formováno katabatickým stékáním chladného vzduchu lesními průseky po svazích ze Žambošky (481 m n. m.) a údolím Potůčky. V létě bylo teplejší místo shledáno na mostě nad železniční tratí mezi sídlišti Trávníky a Rybníky. Bylo to způsobeno zřejmě typem povrchu na železniční trati.

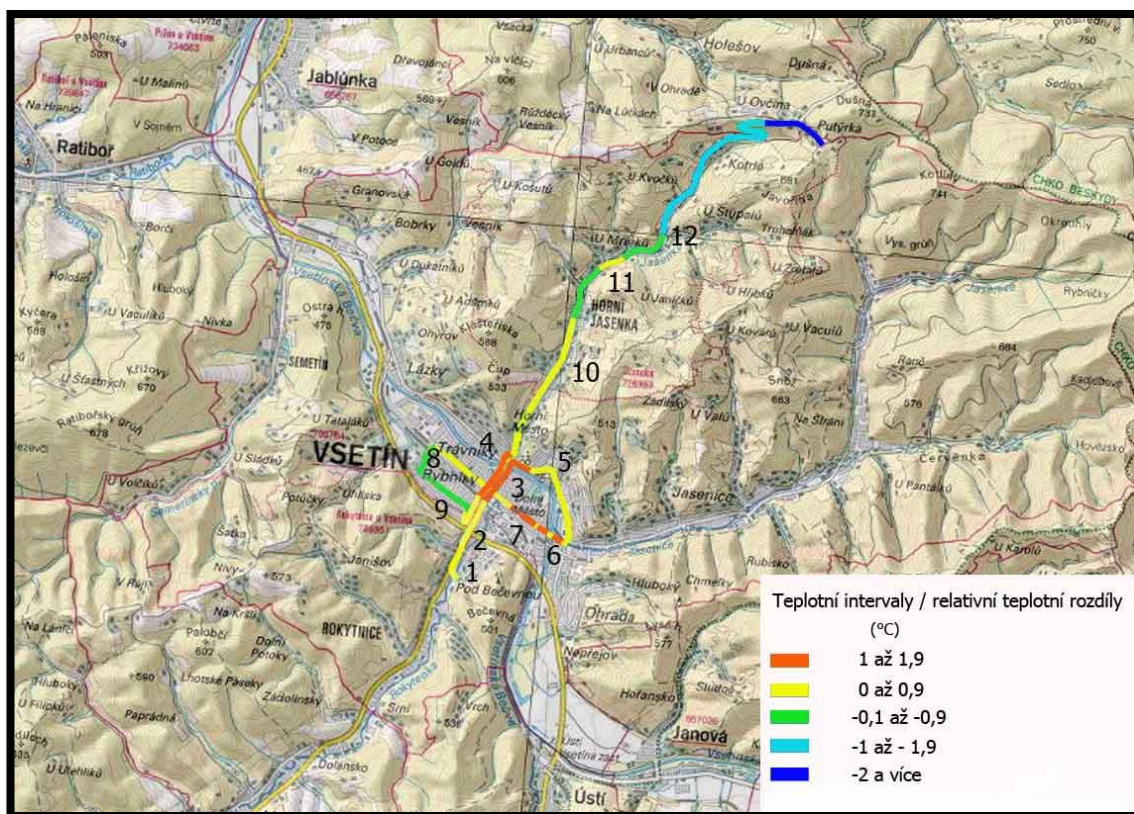
Tento teplotní rozdíl byl pouze lokálního charakteru. V létě bylo chladné místo lokalizováno ještě na ulici Štěpánská u Penny marketu (9). Příčinou je opět katabatické stékání vzduchu po svahu bývalého lyžařského vleku. Úsek mezi čerpací stanicí Shell a restaurací Snaha posloužil k porovnání aktuálně naměřených hodnot s hodnotami naměřenými po zahájení měření. Při opakovaném průjezdu se projevilo celkové ochlazování spodní vrstvy atmosféry. V létě byly teploty při druhém měření nižší o 0,4–1 °C, největší rozdíl teploty byl v půlce nadjezdu, který spojuje Rokytnici s centrem města. V zimě byly teploty nižší v rozmezí od 0,1–0,4 °C. Trasa dále pokračovala údolím Jasenka přes stejnojmenné sídliště (10), které způsobilo mírné zvýšení teploty při měření. Od tohoto místa při zimním měření ležela na vozovce vrstva ujetého sněhu. Dále za sídlištěm je patrný vliv hlubokého údolí, v němž se v létě shromažďuje chladnější vzduch stékající z výše položených poloh. Vzniká zde pravděpodobně jezero studeného vzduchu. To je jednou z hlavních příčin časté tvorby mlh, která opětovaně z této oblasti sestupuje až do centra města. Jako velmi chladné oblasti byly v létě zhodnoceny místa pod Lyžařským areálem (11) a U Zemánků (12), kde bylo o 6,1 °C chladněji než při druhém měření v centru města. Na základě těchto výsledků provedli někteří zaměstnanci stanice Hvězdárna ve spolupráci s biology z Masarykova gymnázia Vsetín pozorování, zda v tomto údolí nevzniká na základě výrazných teplotních rozdílů ve vertikálním směru vegetační inverze. Tato domněnka byla na jaře roku 2012 vyvrácena. Alespoň bylo zjištěno, že rostlinstvo v tomto údolí kvete později než na okolních hřbetech. Při mobilním měření byla U Zemánků detekována spodní hranice inverze, která měla za následek, že na vrcholu Dušné bylo stejně teplo jako například na křižovatce u Růžičků nebo u Integrované školy na Rybníkách. Katabatické stékání bylo patrně dále zjištěno v průseku osady Kotrlé a mezi serpentiniami pod Dušnou. Zimní měření potvrdilo ve vertikálním profilu normální zvrstvení atmosféry. Mimo chladnější oblast pod Lyžařským areálem s teplotním rozdílem 0,5 °C v porovnání s okolím nebyly detekovány žádné další významné teplotní anomálie.



Obr. 39 Teplotní a výškový profil trasy 2 Rokytnice-Dušná



Obr. 40 Horizontální teplotní profil trasy 2 Rokytnice-Dušná 15. 6. 2011



Obr. 41 Horizontální teplotní profil trasy 2 Rokytnice-Dušná 11. 2. 2012

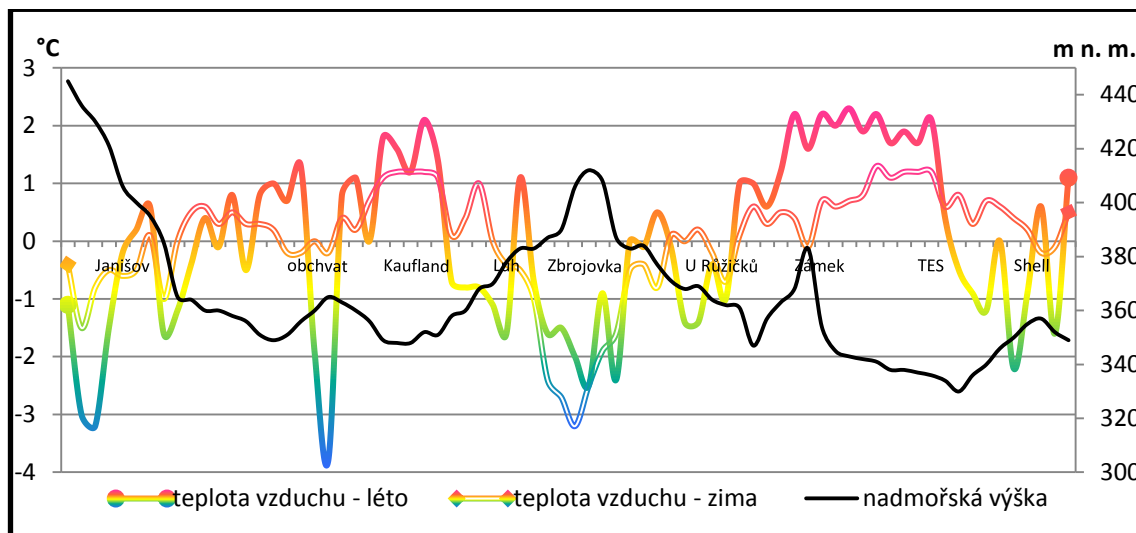
Tab. 10 Charakteristika měřicí trasy 3 Janišov-Rokytnice (Shell)

Trasa:	Vsetín část Janišov-Ohrada-areál Zbrojovky-centrum-Poschlá-Rokytnice					
Datum:	13. 7. 2011			10. 2. 2012		
Čas:	21:15-21:45			18:25-18:57		
Povětrnostní situace:	Bp	brázda nad střední Evropou (s pomalým postupem)		Ea	východní anticyklonální situace	
Délka trasy (km):	19,4					
Nadmořská výška (m n. m.):	počátek		konec	minimum		Maximum
	445		349	330		445
Teplota vzduchu za jízdy (°C):	maximum	průměr	minimum	maximum	průměr	Minimum
	28,8	26,5	22,7	-8,6	-10,1	-13,3
Teplota vzduchu Hvězdárna (°C):	začátek		konec	začátek		Konec
	25,8		25,0	-12,5		-13,3

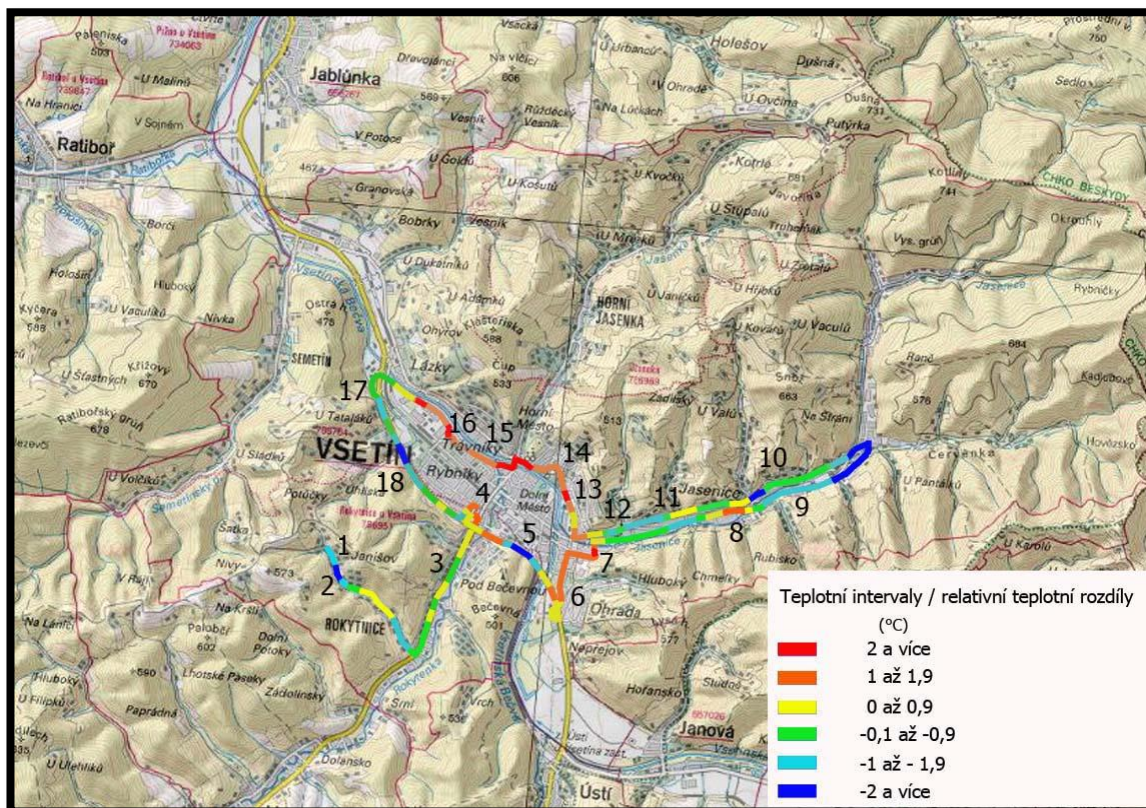
Naměřená teplota na trase z Janišova přes areál Zbrojovky a centrum vykazuje značnou prostorovou variabilitu. Podprůměrné teploty byly prokázány na úpatí všech malých, nedostatečně prosluněných údolích s absencí orografických překážek. Tato údolí se patrně stávají zdrojnicí chladného vzduchu, který se ve večerních hodinách dále šíří do přilehlých údolí nebo městských čtvrtí. Měření v letním období bylo provedeno během tropické noci. Jako počáteční bod byla vybrána točna v údolí Janišov (1). V rámci celého údolí bylo zjištěno několik klimatických anomálií. Jezero

studeného vzduchu bylo změřeno u „Zubíkovy stavby“ (2). Katabatické stékání studeného vzduchu by mohlo být příčinou dlouhodobě podprůměrných hodnot u dětského hřiště v ústí údolí. Údolí Rokytnice vykazuje vyšší teploty mimo oblast kolem stavebnin (3), kde bylo znovu prokázáno studené teplotní pole. Vyšší teplota byla potvrzena u čerpací stanice Shell (4). Odtud měřicí trasa mířila na obchvat města, kde byla v létě potvrzena podprůměrně teplá oblast sahající až k Penny marketu. Na obchvatu města byla Pod Bečevnou (5) objevena oblast, kde pravděpodobně katabatické stékání studeného vzduchu velmi silně ovlivňuje teplotu vozovky. Toto místo bylo o celých 5 °C chladnější než nedaleká místa. Tato anomálie byla zjištěna již při pokusných měřeních v roce 2010. Jedná se o místo častých dopravních nehod, jejichž příčinou bývá většinou namrznutá vozovka. Měření dále směřovalo přes sídliště Ohrada (6) k nákupnímu centru na Ohradě (7). Obě tyto oblasti byly v porovnání s měřenou trasou teplejší. Od teplých parkovacích ploch u nákupního centra směřovala měřicí trasa novou cestou do údolí Jasenice až k areálu bývalé Zbrojovky a starou cestou zpět ke křižovatce u Růžičků. Celá údolní část trasy vykazovala výrazný pokles teploty s rostoucí nadmořskou výškou. Klesající teplota byla podporována velmi častým výskytem míst s nedostatečným úhrnem slunečních paprsků a místy s vhodnými podmínkami pro katabatické stékání studeného vzduchu. Lokální teplá zóna byla detekována v létě u Technických služeb (8). Zaměstnanci stanice Hvězdárna v údolí Jasenice dlouhodobě pozorují zvýšenou četnost dní se sněžením. Pravidelně, když v zimním období v městské kotlině vypadávají dešťové srážky, v areálu Zbrojovky sněží. Výškový rozdíl mezi centrem města a Zbrojovkou činí více než 80 m, ale teplota ve večerních hodinách byla v létě o 4,8 °C nižší než teplota v centru u městských lázní. V zimě bylo ve Zbrojovce chladněji o 4,5° C než u MEZu v průmyslové části. Značný teplotní rozdíl těchto oblastí umožňuje dřívější tvorbu sněhových vloček v závěru údolí Jasenice. Katabatické stékání studeného vzduchu má příhodné podmínky ke svému vzniku na úpatí údolí Dlouhé (9), Velký Skalník (10), Malý Skalník (11) a Za Díly (12). V ústí údolí Za Díly byl zjištěn lokální rozdíl teplot 1 °C v porovnání trasy směrem Luh, při srovnání trasy směrem centrum byl rozdíl teplot 2 °C. Křižovatka u Růžičků byla potvrzena jako teplá čtvrť města. Pod Pecníkem (13) a u zámku (14) byla opět potvrzena chladnější místa, která by mohlo být díky příhodným podmínkám způsobena katabatickým stékáním studeného vzduchu. Trasa od zámku, kolem lázní a městské teplárny (15) po slévárnu (16) byla v porovnání s celou trasou výrazně teplejší. Byla potvrzena přímá souvislost mezi průmyslovou oblastí a vyšší teplotou vzduchu. Periferní

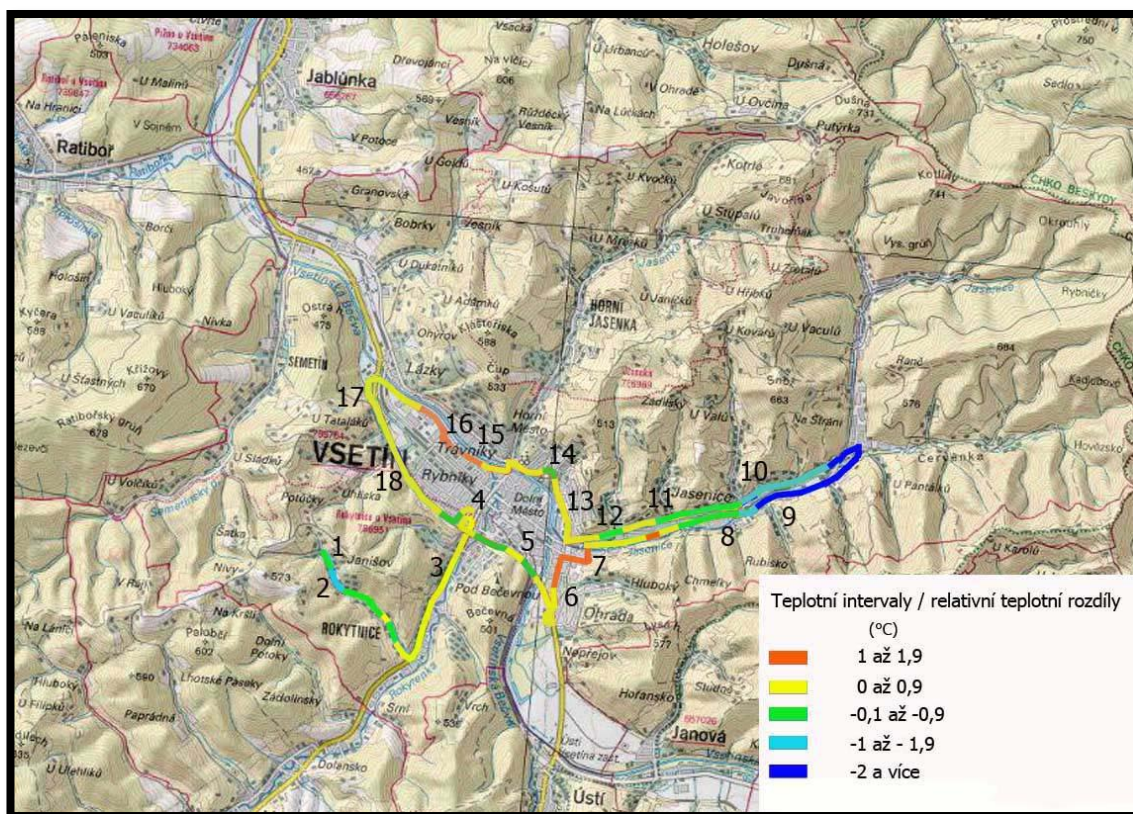
oblast města byla u čističky (17) o několik stupňů chladnější. Zde se měřicí trasa vrátila na městský obchvat, na kterém bylo naměřením nižších teplot potvrzeno domnělé katabatické stékání na úpatí údolí Potůčky (18) a znovu nad Penny marketem. Při porovnání aktuálně naměřených teplot u stanice Shell na počátku měření a na konci ukázalo, že v létě bylo při ukončení měření v tomto místě o 0,1 °C tepleji než na začátku měření. V zimě zde bylo při ukončení měření o 0,3 °C chladněji.



Obr. 42 Teplotní a výškový profil trasy 3 Janišov-Rokytnice (Shell)



Obr. 43 Horizontální teplotní profil trasy 3 Janišov-Rokytnice 13. 7. 2011



Obr. 44 Horizontální teplotní profil trasy 3 Janišov-Rokytnice 10. 2. 2012

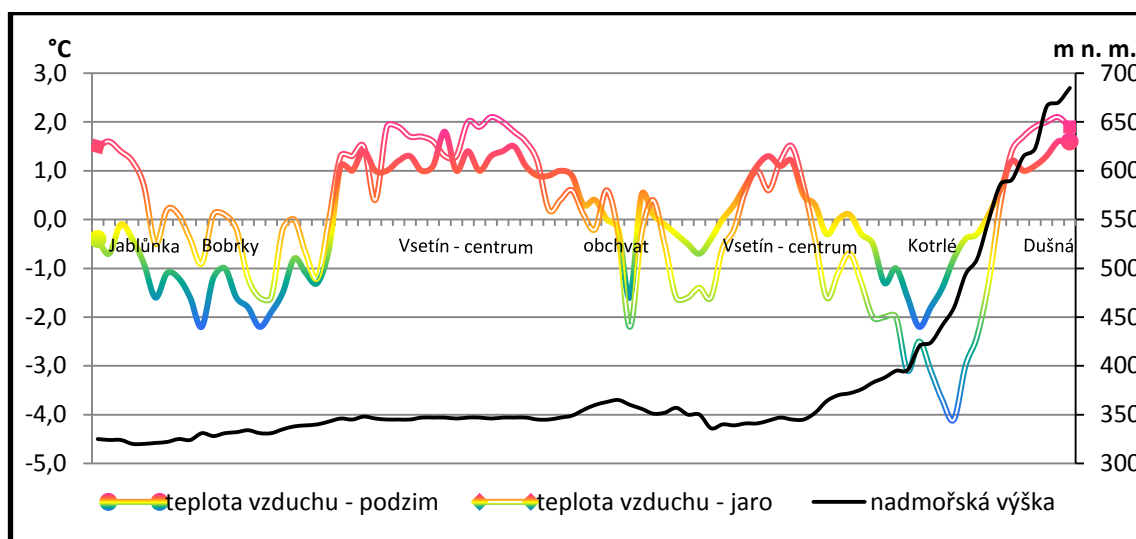
Tab. 11 Charakteristika měřicí trasy 4 z Jablůnky na Dušnou

Trasa:	obec Jablůnka-centrum města Vsetína-Dušná					
Datum:	11. 11. 2011			19. 5. 2012		
Čas:	17:00-17:40			20:20- 21:58		
Povětrnostní situace:	SEa	jihovýchodní anticyklonální situace		Sa	jižní anticyklonální situace	
Délka trasy (km):	21,1					
Nadmořská výška:	počátek	konec		minimum	Maximum	
	325	685		320	685	
Teplota vzduchu za jízdy (°C):	maximum	průměr	minimum	maximum	průměr	Minimum
	-1,8	-3,6	-5,8	18,0	15,9	11,8
Teplota vzduchu Hvězdárna (°C):	začátek	konec		začátek	Konec	
	-2,5	-3,1		14,4	14,1	
Teplota vzduchu Maruška (°C):	začátek	konec		začátek	Konec	
	-2,3	-2,5		16,8	16,6	

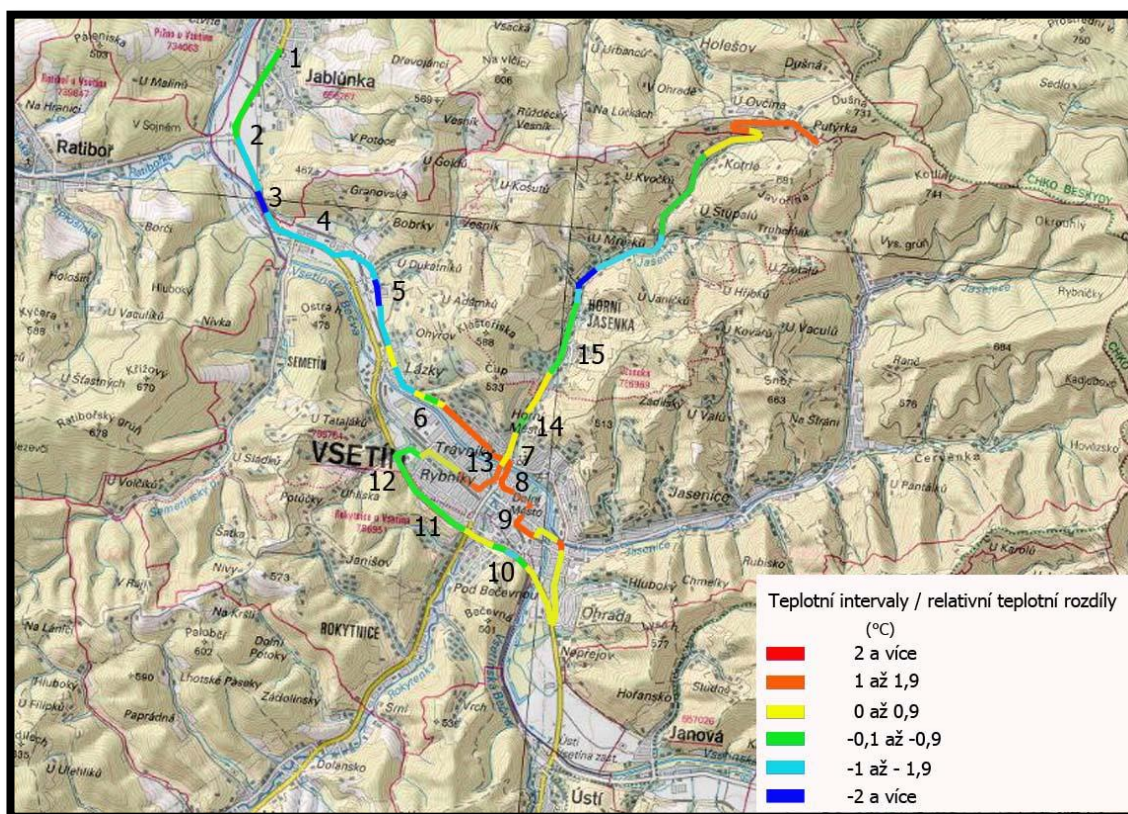
Trasu z Jablůnky na Dušnou charakterizuje největší výškový rozdíl ze všech čtyř tras. Byla zvolena jako modifikace trasy jedna a dva. Počátek trasy byl účelově zvolen v obci Jablůnka a konec byl lokalizován na vrcholu Dušná. Cílem bylo identifikovat teplotní rozdíly ve vertikálním profilu. Na otázku zda se teplotní rozdíly změřené při uplynulých měřících jízdách budou opakovat i při jízdách na podzim a na jaře přinesla metoda mobilních měření kladnou odpověď.

Hodnoty teploty vzduchu měly v první části trasy podobný průběh jako při předcházejících měřeních. Na jaře byl zjištěn silně se projevující teplotní ostrov v Jablůnce (1), jehož intenzita v nejteplejším bodě byla pouze o 0,5 °C menší než u teplotního ostrova v centru Vsetína. Na periférii Jablůnky se opět projevila zemědělská plocha svými, ve večerních hodinách, ochlazujícími účinky. Mírný teplotní vzrůst byl detekován na křížení hlavní silnice do Vsetína se silnicí mířící z Ratiboře (2). Domnělé katabatické stékání studeného vzduchu mohlo být příčinou nižších teplot Pod Kobylou (3) a silněji u Hirschmana za Vesníkem (5). Průmyslová oblast Bobrky (4) byla znovu v porovnání s okolím teplejší. Nově byl odhalen potenciální katabatický tok studeného vzduchu odlesněným korytem potoka u Pozemních staveb (6). Od tohoto místa začal své projevy zvyrazňovat městský tepelný ostrov. Na jaře byl výjimkou kruhový objezd u Snahy (7), kde byla detekována výrazně chladnější teplotní zóna. Nejsilnější projev měl teplotní ostrov na podzim u Městského úřadu (8). V létě byla jeho teplotní mohutnost nejextrémnější na Smetanově ulici u ČSOB (9). Teplotní rozdíl centra města a suburbánní krajiny byl v obou obdobích zhruba 2 °C. Cesta k městské periférii přes sídliště Ohrada byla v režii poklesu teploty vzduchu, která dosáhla na okraji sídliště svého minima. Trasa po obchvatu města znovu přispěla k zpřesnění teplotního rozdílu v lokalitě Pod Bečevnou (10). Díky pravděpodobnému katabatickému stékání studeného vzduchu byl teplotní rozdíl v obou obdobích 2 °C v porovnání s přilehlým okolím. Stejně klimatické efekty mírnější intenzity byly potvrzeny i na obchvatu města nad sídlištěm Rybníky (11). Měřicí trasa znovu zamířila do centra na křižovatce u Potůčků (12), kde bylo naměřením podprůměrných hodnot opakovaně potvrzeno předpokládané katabatické stékání studeného vzduchu. Sídliště Rybníky díky zdejšími anomáliím bylo znovu o několik stupňů chladnější než ostatní městské čtvrti. Teplá kontrolní část trasy (13), která byla během měření projeta podruhé, vykazala v porovnání naměřených hodnot na podzim teploty nižší o 0,1 až 0,4 °C. Jarní měření mělo na tomto 350 m dlouhém úseku nižší teploty v rozmezí 0,2 až 1 °C. Při zahájení stoupání směrem sídliště Jasenka (14) byla detekována nižší teplota vzduchu. Příčinou by mohl být místní vítr údolím Jasenka, který by mohl být i příčinou nižších teplot na kruhovém objezdu u Snahy (7). Znovu změřený chladný závěr tohoto údolí výrazně přispívá za výrazných situací k ochlazování centra města kolem Městských lázní. Drobným teplotním nárůstem se projevilo sídliště Jasenka (15). Dále byla na trase znovu potvrzena v obou případech mocná teplotní inverze s domnělým jezerem studeného vzduchu ve stejném místě jako při uplynulých měřeních. Na podzim bylo na vrcholu

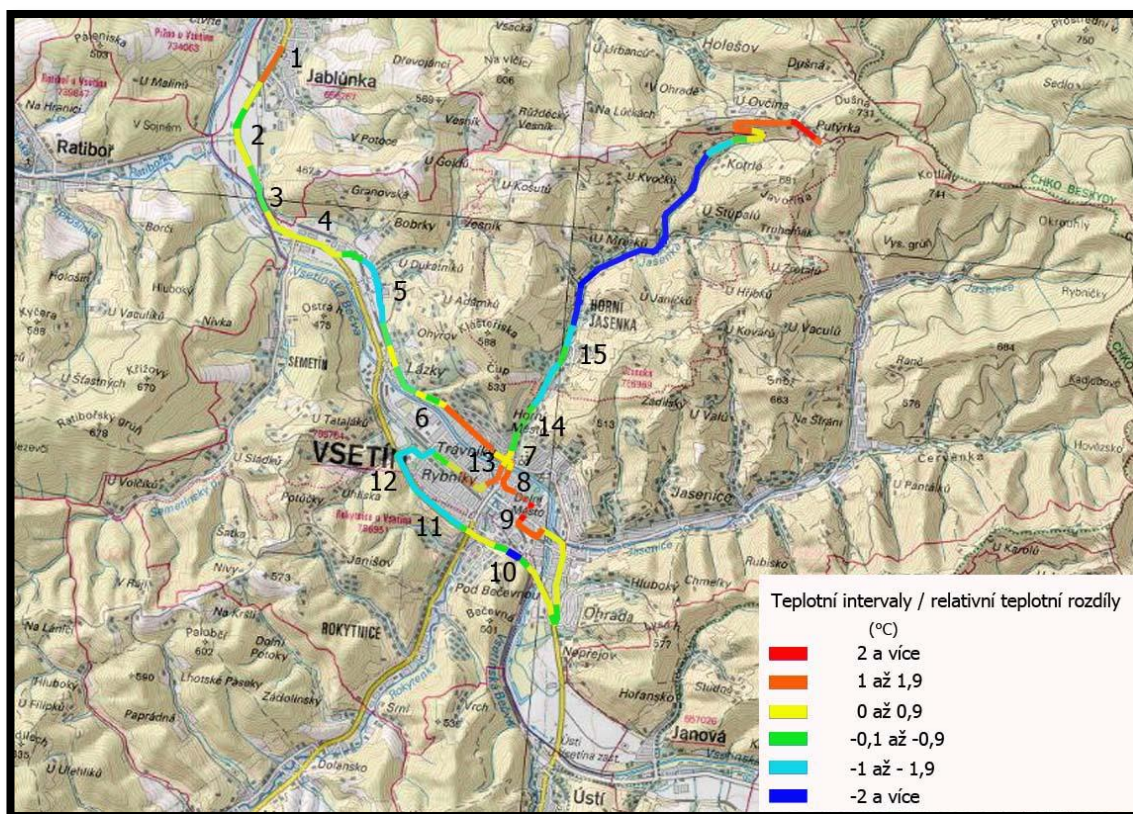
Dušné jen o 0,2 °C chladněji než v nejteplejším místě města. Jarní měření detekovalo v centru a na konci trasy totožnou teplotu 18 °C. Po ukončení jarního měření se v údolí Jasenky začínala tvořit inverzní oblačnost.



Obr. 45 Teplotní a výškový profil trasy 4 Jablůnka-Dušná



Obr. 46 Horizontální teplotní profil trasy 4 Jablůnka-Dušná 11. 11. 2011



Obr. 47 Horizontální teplotní profil trasy 4 Jablunka-Dušná 19. 5. 2012

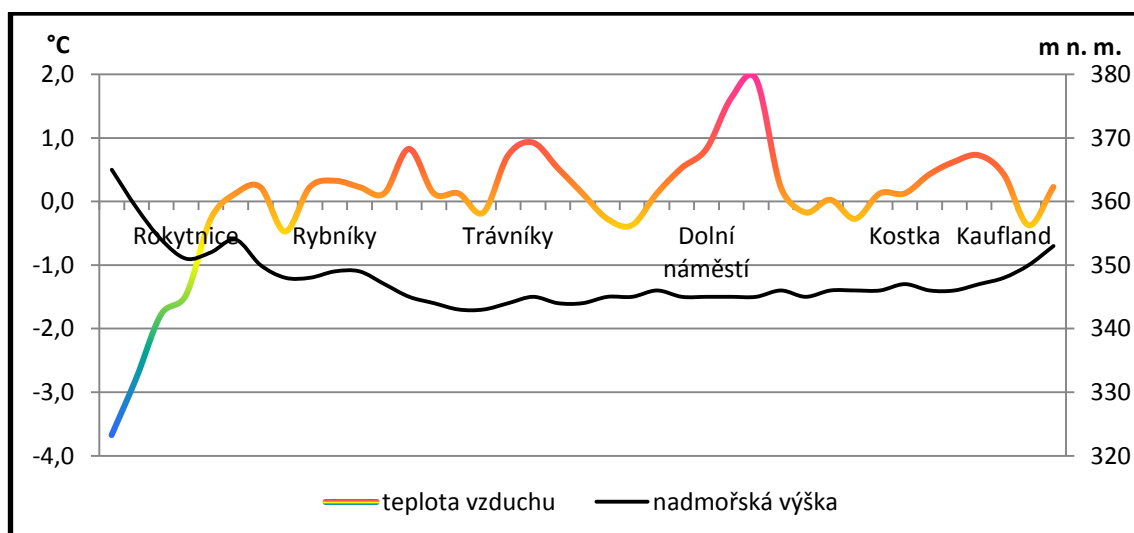
7.7.3 Mobilní měření pěší

Automobilová mobilní měření poskytla náhled na teplotní diferenciaci v městské i příměstské krajině. Nedostupnost některých městských oblastí automobilem neumožnila porovnání teplotních rozdílů v těchto částech města. Doplňkové výsledky prostorové variability teploty byly získány při mobilním měření chůzí. Tato metoda potvrdila svou jedinečnost a nepostradatelnost při hodnocení teplotních poměrů prostorově pestrých oblastí s řadou povrchů. Přináší data z poloh nedostupných pro měřící vůz.

Tab. 12 Charakteristika měřící trasy A Rokytnice-Kaufland

Trasa:	Rokytnice-Rybníky-Trávníky-centrum-Luh-Kaufland			
Datum:	19. 8. 2012			
Čas:	20:15- 20:57			
Povětrnostní situace:	A	anticyklóna nad střední Evropou		
Délka trasy (km):	3,9			
Nadmořská výška:	počátek	konec	minimum	Maximum
	365	353	343	365
Teplota vzduchu za chůze (°C):	maximum	průměr		Minimum
	25,7	23,7		20,1
Teplota vzduchu Hvězdárna (°C):	začátek	Konec		
	20,7	19,2		

Trasa měření začínala u stavebnin na konci sídliště Rokytnice. Zde bylo na základě naměřených teplotních rozdílů potvrzeno katabatické stékání studeného vzduchu, které bylo zjištěno již při měření automobilem. Celé sídliště Rokytnice vykázalo ve své nejnižší části velmi nízké teploty, které potvrdily přítomnost předpokládané chladné teplotní zóny. Oblast s relativně teplým vzduchem začala u Domu služeb na okraji sídliště. Od tohoto místa byla zjištěna anomálie ve vyšší teplotě vzduchu, výjimkou byl pouze začátek sídliště Rybníky u Kohútku, kde bylo znovu potvrzeno domnělé katabatické stékání. Na plošně malých územích sídliště Rybníky i Trávníky teplota prokázala značnou variabilitu. V centru Rybníků byla v místech s absencí zeleně detekována teplejší zóna, stejně jako v centru sídliště Trávníky. Park U Trati způsobil ochlazení okolního vzduchu díky převaze hustých stromů. Stejný efekt byl potvrzen i u parků s převahou travních porostů, kde ochlazující účinky byly mírnější. Podprůměrné teploty byly dále ve studovaném území detekovány v bezprostřední blízkosti řeky Bečvy u městských lázní. K tomuto efektu dochází vlivem ochlazujícího účinku řeky Bečvy, pravděpodobně zde ústí i tok chladného vzduchu z údolí Jasenka. Předpokládané katabatické stékání chladného vzduchu a místní údolní větry mají pravděpodobně značný vliv při formování klimatu v městských čtvrtích rozložených poblíž ústí postiženého údolí. Nejsilnější teplotní ostrov byl rozpoznán v úseku mezi Dolním náměstím a hasičskou stanicí. Teplota zde byla o 5,6 °C vyšší než na okraji sídliště Rokytnice, o 1,7 °C vyšší než byla průměrná teplota na Rybníkách a Trávníkách. Stabilní nízká teplota byla detekována v úseku trasy od gymnázia, podél parku, ke křižovatce u Růžičků. Křižovatka díky velké asfaltové ploše byla o 0,7 °C teplejší, než byla průměrná teplota na celé trase. K drobnému snížení teploty došlo ještě vlivem drobné vegetace a vodního toku Jasenice. Významné parkovací plochy u Kauflandu nevykázaly výraznější teplotní rozdíly, zřejmě díky působení chladného vzduchu proudícího z údolí Jasenice.



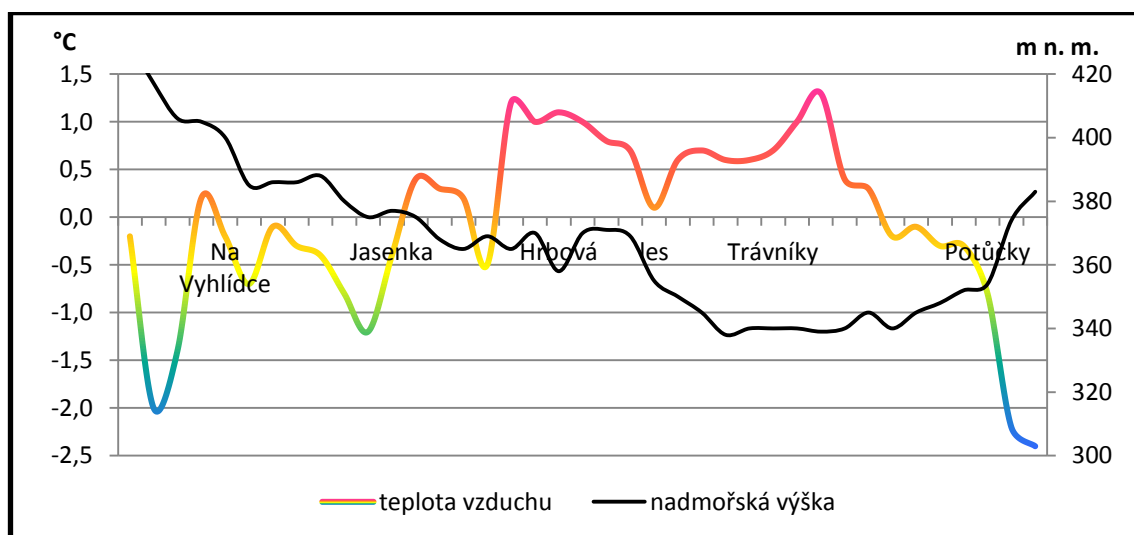
Obr. 48 Teplotní a výškový profil trasy A Rokytnice-Kaufland

Tab. 13 Charakteristika měřicí trasy B Sychrov-Rybníky

Trasa:	vodárna Sychrov-Jasenka-Hrbová-U slévárny-Trávníky-Rybníky			
Datum:	1. 7. 2012			
Čas:	21:00-21:51			
Povětrnostní situace:	B	brázda nízkého tlaku nad střední Evropou		
Délka trasy (km):	4,8			
Nadmořská výška:	počátek	konec	minimum	Maximum
	430	383	338	430
Teplota vzduchu za chůze (°C):	maximum	průměr	Minimum	
	24,3	26,7	28,0	
Teplota vzduchu Hvězdárna (°C):	začátek		Konec	
	25,2		24,9	
Teplota vzduchu Maruška (°C):	začátek		Konec	
	26,7		22,7	

Variabilita teploty v severních a západních okrajových částech města byla sledována na trase ze Sychrova do údolí Potůčky na Rybníkách. Značné kolísání teploty vzduchu bylo v první třetině trasy způsobeno množstvím vegetace, přírodními aktivními povrchy střídajícími se s umělými povrchy. Před ulicí Na Vyhlídce byl zřejmě v mělkém, nezalesněném údolí detekován katabatický tok studeného vzduchu. Tento úkaz byl na základě změřených podprůměrných teplot již zjištěn při automobilovém měření o několik desítek výškových metrů níže, u zámku. Při průchodu kolem stanice Hvězdárna byla teplota na staničním čidle o 1,6 °C nižší než na mobilním čidle. Toto zjištění potvrdilo výsledky měření Tomáše a Vysoudila (2010), že i na velmi malé vzdálenosti se odráží vliv umělého aktivního povrchu (asfaltová vozovka) na teplotu vzduchu. Před příchodem na sídliště Jasenka byl znatelný pokles teploty v lese pod Jabloňovou a u potoka Jasenka. Samotné sídliště bylo o několik desetin stupně teplejší než uplynulé části trasy. Na odbočce ulice Jasenecká směřující na Hrbovou byl

opět potvrzen pokles teploty vzduchu, který byl již zjištěn při automobilovém měření. Čtvrť Hrbová podle očekávání vykazovala vyšší teploty vzduchu. Zastavěná oblast se rozkládá na svahu ukloněném k jihu. Na základě diskuze s místními obyvateli a pozorovateli ze stanice Hvězdárna jsme došli k závěru, že na Hrbové zřejmě vzniká teplá svahová zóna. V historii zde byl vysazen dokonce meruňkový sad. Trasa z Hrbové byla zvolena lesem pod ulicí Na Výšině. Znovu byl potvrzen ochlazující účinek vegetace. Průmyslová oblast na Trávníkách byla opět velmi teplá. Díky průmyslu zde vzniká jedno z nejteplejších míst města. Cesta přes Rybníky, do údolí Potůčky byla v trendu poklesu teploty. Ve střední části údolí je předpokládán občasný vznik jezera studeného vzduchu. Prochlazený vzduch z této oblasti výrazně přispívá k ochlazování západní části sídliště Rybníky. Nejchladnější místo v údolí Potůčky vykazovalo o 3,7 °C nižší teplotu než průmyslový areál na Trávníkách.



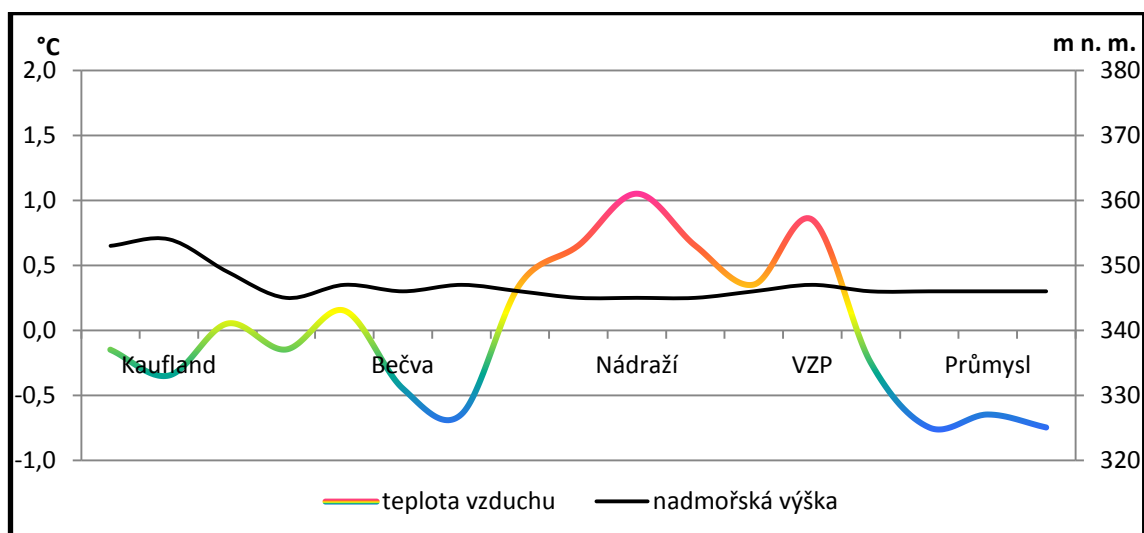
Obř. 49 Teplotní a výškový profil trasy B Sychrov-Rybníky

Tab. 15 Charakteristika měřicí trasy C Kaufland-Náhon

Trasa:	Kaufland -autobusové a vlakové nádraží-U Křivačkářny			
Datum:	19. 8. 2012			
Čas:	20:58-21:12			
Povětrnostní situace:	A	anticyklóna nad střední Evropou		
Délka trasy (km):	1,5			
Nadmořská výška:	počátek	konec	minimum	Maximum
	353	346	345	354
Teplota vzduchu za chůze (°C):	maximum	průměr		Minimum
	25,2	24,1		23,4
Teplota vzduchu Hvězdárna (°C):	začátek		Konec	
	18,9		18,5	

Počátek analýzy teploty byl totožný s koncem trasy Rokytnice-Kaufland. Proto průběh teploty na začátku trasy vykazuje stejné výsledky jako předcházející měření.

Teplejší oblasti se ukázaly jen na parkovišti u Hypernovy a na křižovatce k Hypernově. Měření na mostě nad řekou Bečvou ukázalo o 1 °C nižší teplotu než u Kauflandu. Mimo ochlazující účinek vody byl dlouhodobě pozorován silnější proud vzduchu korytem řeky, který tuto oblast zásobuje čerstvým chladným vzduchem z příměstských oblastí. Celá oblast podél řeky Bečvy byla zhodnocena jako značně provětrávaná zóna, která je trvale ovlivňována proudícím vzduchem. Stejně jako při mobilním měření s použitím auta, byly i průchodem detekovány teplotní ostrovy u autobusového a vlakového nádraží. V nezastavěné oblasti mezi vlakovým nádražím a VZP došlo díky převaze přírodních ploch a absenci větších staveb k poklesu teploty. Okraj tepelného ostrova byl zjištěn u VZP. Ve zbývající části trasy došlo k poklesu teploty, tyto nízké hodnoty se udržely i v průmyslovém areálu U Křivačkárný. Zdejší nejchladnější místo z celé trasy, vykázalo teploty o 1,8 °C nižší než přehřátá oblast u nádraží.



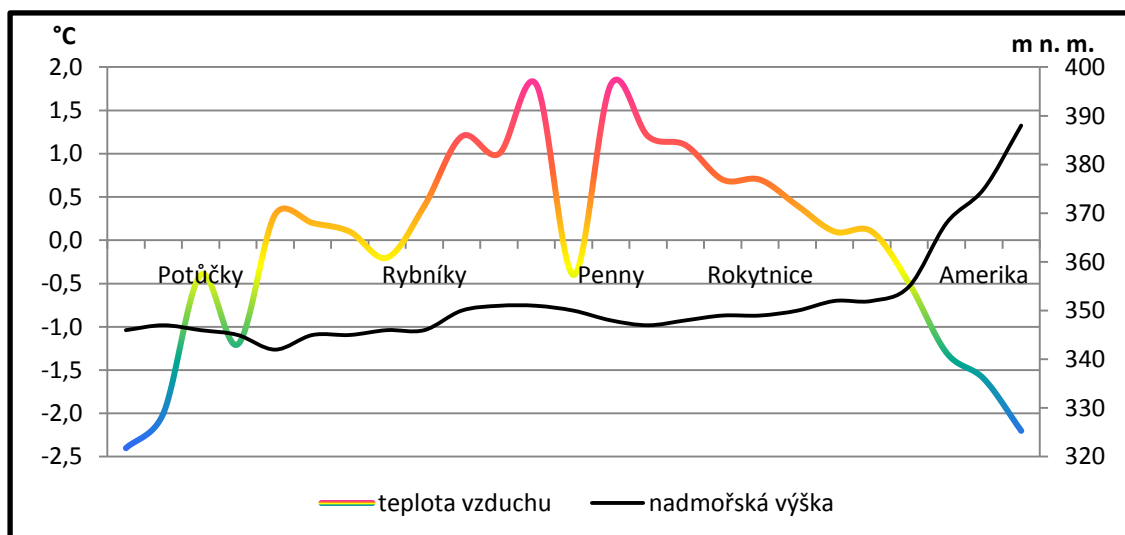
Obr. 50 Teplotní a výškový profil trasy C Kaufland-Náhon

Tab. 16 Charakteristika měřicí trasy D Rybníky-Amerika

Trasa:	Rybníky-Rokytnice-Amerika			
Datum:	20. 8. 2012			
Čas:	19:45- 20:07			
Povětrnostní situace:	A	anticyklóna nad střední Evropou		
Délka trasy (km):	2,3			
Nadmořská výška:	počátek	konec	minimum	Maximum
	346	388	342	388
Teplota vzduchu za chůze (°C):	maximum		průměr	Minimum
	27,3		25,5	23,1
Teplota vzduchu Hvězdárna (°C):	začátek		Konec	
	25,6		24,0	

Celá trasa z Rybníků od úpatí údolí Potůčky přes Rokytnici až do údolí Amerika vedla úmyslně oblastí v jižní části města, která vykazuje trvale nižší teploty vzduchu

v porovnání s centrální částí města. Cílem bylo podchytit vliv orografie na teplotní poměry trasy. Teplota na trase byla pravděpodobně ovlivňována katabatickým stékáním studeného vzduchu stékajícího po holých svazích, průsecích pod vedením velmi vysokého napětí a po svahu bývalé sjezdovky u Domu s pečovatelskou službou poblíž Penny marketu. Nejvyšší teplota se projevila u Základní školy na ulici Pod Žamboškou a u Penny marketu. Byla v obou bodech o 1,8 °C vyšší, než průměrná teplota trasy a o 4,2 °C vyšší v porovnání s ústím údolí Potůčky. Dvě nejteplejší místa trasy byla prořata předpokládaným katabatickým tokem studeného vzduchu podél Domu s pečovatelskou službou. V údolí Amerika byla potvrzena akumulace studeného vzduchu na dně údolí. Vzduch se zde pravidelně usazuje při večerech s nedostatečnou ventilací. Na celé trase se vlivy orografie projevily výrazněji než vlivy různých aktivních povrchů. I v mělkých údolích se shromažďuje chladnější vzduch přesunutý z výše položených poloh.

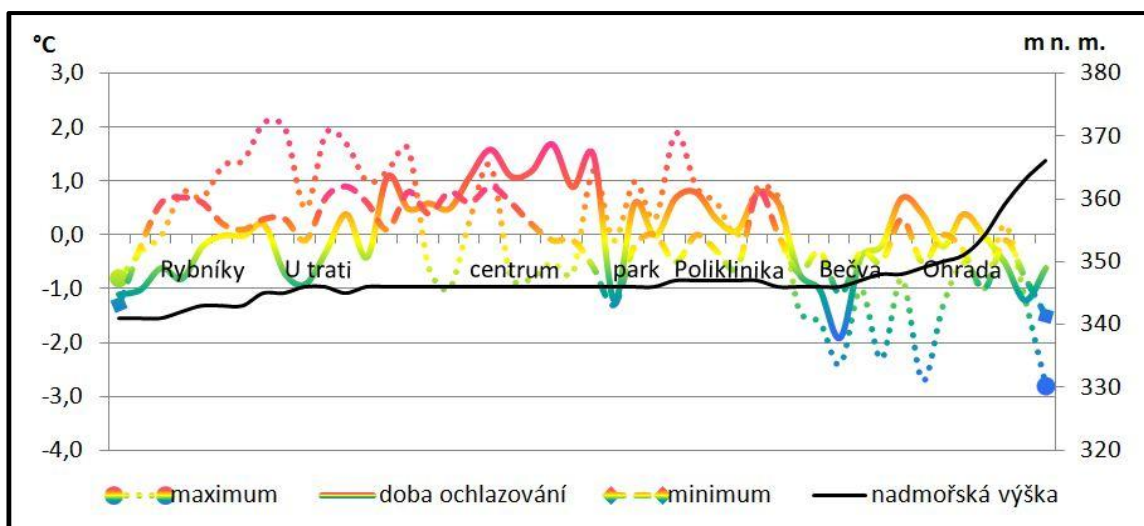


Obr. 51 Teplotní a výškový profil trasy D Rybníky-Amerika

Tab. 17 Charakteristika měřicí trasy E Rybníky-Ohrada

Trasa:	Rybníky-centrum-Ohrada									
Datum:	9. 7. 2011			9. 7. 2011			10. 7. 2011			
Čas:	16:40-17:10			20:57-21:30			6:20-6:51			
Povětrnostní situace:	SW _{c2}	JZ cyklonální situace		SW _{c2}	JZ cyklonální situace		SW _{c2}	JZ cyklonální situace		
Délka trasy (km):	3,0									
Nadmořská výška:	počátek			konec			minimum		Maximum	
	341			366			341		366	
Teplota vzduchu za chůze (°C):	max.	prům.	min.	max.	prům.	min.	max.	prům.	min.	
	30,1	28,0	25,2	25,5	23,9	21,9	22,3	21,4	19,9	
Teplota vzduchu Hvězdárna (°C):	začátek		konec		začátek		konec		začátek Konec	
	29,4		29,5		21,9		21,0		19,0 19,4	

Mobilní měření z Rybníků na Ohradu přes centrum města bylo provedeno ve třech charakteristických termínech, v době denních maximálních teplot, nejintenzivnějšího ochlazování a denních minimálních teplot vzduchu. Při měření v době teplotních maxim byla teplota vzduchu nejvíce ovlivněna specifickými aktivními povrchy. Měření v tomto termínu mohlo být ovlivněno slunečními paprsky, které ohřívaly plastový kryt měřicího čidla. Při porovnání oblastí přímo prosluněných a zastíněných byla detekována velká teplotní variabilita i na plošně malých územích. Všechny termíny potvrdily značný vliv vegetace na ochlazování vzduchu. Projevy ochlazení byly nejsilnější v sadu U trati, u městského parku a v závěru trasy za ZŠ Ohrada. Znovu byl detekován ochlazující účinek řeky Bečvy. Teplotní ostrov měl nejsilnější projev u městského úřadu. Ve večerních hodinách byla tato oblast teplejší průměrně o 1,5 °C, v ranních hodinách o 1 °C. V době teplotních maxim byl účinek teplotního ostrova nejmenší, s nejvyššími teplotami na Rybníkách, těsně u železniční trati a u Polikliniky. Jednalo se o lokální efekty ovlivněné zřejmě šterkovými povrchy bez zeleně.

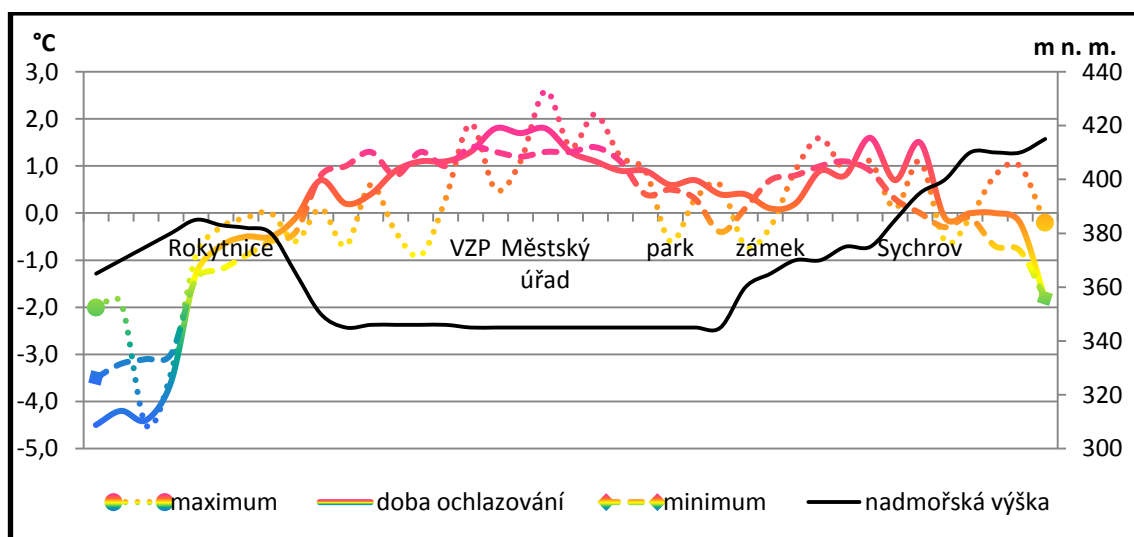


Obr. 52 Teplotní profil trasy v čase výskytu maximálních a minimálních teplot a v době nejintenzivnějšího ochlazování a výškový profil trasy E Rybníky-Ohrada

Tab. 18 Charakteristika měřicí trasy F Rokytnice-Sychrov

Trasa:	Rokytnice-centrum-Sychrov								
Datum:	21. 8. 2011			21. 8. 2011			22. 8. 2011		
Čas:	16:30- 17:10			20:30- 21:07			6:30- 7:09		
Povětrnostní situace:	SWa	brázda nad střední Evropou		SWa	brázda nad střední Evropou		SWa	brázda nad střední Evropou	
Délka trasy (km):	3,8								
Nadmořská výška:	počátek			konec			minimum		Maximum
	365			415			345		415
Teplota vzduchu za chůze (°C):	max.	prům.	min.	max.	prům.	min.	max.	prům.	min.
	29,3	26,7	22,2	22,9	21,1	16,6	20,1	18,7	15,0
Teplota vzduchu Hvězdárna (°C):	začátek		konec	začátek		konec	začátek		Konec
	26,5		26,6	18,0		17,2	13,6		13,9

Měřicí trasa z Rokytnice na Sychrov byla provedena ve třech termínech. Trasa po zahájení měření v Rokytnici vedla oblastí postiženou dlouhodobě nižšími teplotami. Předpokládanou příčinou je katabatické stékání chladného vzduchu po travnatém povrchu a nižší úhrn slunečního svitu. Tyto podmínky se projeví v chodu teploty vzduchu, byla zde detekována nejnižší teplota z celé trasy. Na trase směrem do centra města byl trend teploty vzduchu ve znamení růstu. V centru města byl opět potvrzen teplotní ostrov vykazující o více než 1 °C vyšší teplotu vzduchu. Lokálně teplejší oblast byla detekována u samoobsluhy na Sychrově. Nízké stavby jsou doplněny rozlehlou parkovací plochou. Travnaté povrchy v samotném závěru trasy přispěly k ochlazení nejvyšší části sídliště Sychrov. Park v centru města ovlivňuje v průběhu celého dne významné ochlazování přehřátého centra. Část parku u řeky Bečvy bývá ve večerních hodinách dodatečně ochlazována studeným vzduchem, který zde podle měření pravděpodobně přitéká ulicí Na Vyhlídce, teče kolem zámku, zámeckým parkem, až do městského parku. Důsledkem je, mimo nižší teplotu, častý výskyt mlhy v parku a nad řekou Bečvou. Mlha z vyzařování se nad Bečvou podél koryta vytváří nejčastěji na podzim. Největší hustotu mívá tato mlha v oblasti kolem parku. Měření v době teplotních maxim potvrdila fakt, že kroupení vozovky při horkých letních dnech má v nejteplejších částech města významný ochlazující efekt.



Obr. 53 Teplotní profil trasy v čase výskytu maximálních a minimálních teplot a v době nejintenzivnějšího ochlazování a výškový profil trasy trasy F Rokytnice-Sychrov

Významným výsledkem všech mobilních měření chůzí je prostorová variabilita teploty vzduchu na jednotlivých stranách panelových domů postavených podél volných svahů ukloněných směrem k domu. Díky svahové expozici a večernímu sesouvání chladného vzduchu se na straně domu ke kopci ochlazuje vzduch intenzivněji než na

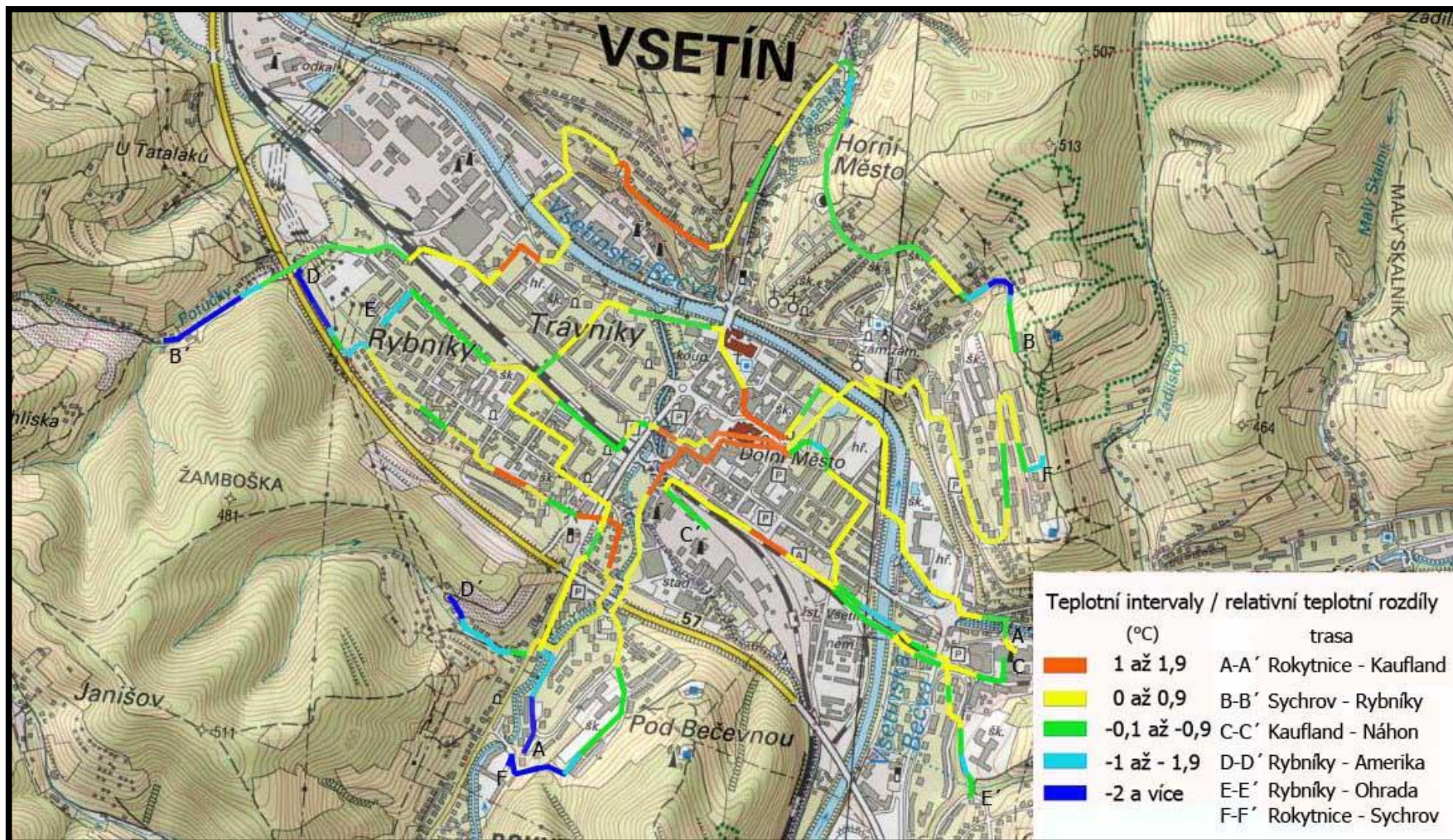
odvrácené straně domu. Tento rozdíl za jasných večerů dosahuje několika stupňů. Tímto úkazem bývají postižena všechna sídliště v okrajových částech města. Názorný příklad byl detekován i v Rokytnici na ulici Okružní u domů s číslem popisným 444 a 446. V průduchu mezi domy je každý jasný večer i pocitově možné vnímat výrazný teplotní rozdíl, který je způsoben volně se pohybujícím chladným vzduchem směrem na dno údolí. Teplotní rozdíl zde průměrně dosahuje 1–3 °C.



Obr. 54 Mlha stékající chladnými údolními do centra Vsetína (Navrátil 8. 10. 2010, 8:30 hod., povětrnostní situace SEa)

Z hlediska teplotního komfortu obyvatelstva se pro bydlení nejpříhodněji jeví okrajová sídliště města, která nejsou rozložena v údolí. Údolní části vykazují zdravotní zatížení především chladnějším vzduchem, vyšší vlhkostí vzduchu doprovázenou tvorbou plísní, vyšším výskytem mlhy. V zimě se zde ve vzduchu hromadí znečišťující látky, které za inverzních situací zůstávají na dně údolí řadu dní. Naopak centrální část města (velmi teplá oblast) je především v létě pro lidi s kardiovaskulárními onemocněními z hlediska teploty nevhodná pro delší pobyt.

Jedním z cílů mobilních měření bylo porovnat geografickou polohu jednotlivých meteorologických stanic a popsat jejich vliv na teplotu vzduchu. Historická stanice Podsedy se nacházela na zahradě rodinného domu, vzdušnou čarou 200 metrů od současné stanice. Díky malé vzdálenosti mezi stanicemi lze označit jejich geografické podmínky jako totožné. Proto lze předpokládat, že při napojení těchto měření není potřeba provádět homogenizaci. Stanice Rybníky se nacházela vzdušnou čarou 1,2 km od dnešní stanice. Vzhledem k faktu, že se stanice Rybníky nacházela na dně údolí, lze se domnívat, že mohlo častěji docházet k ovlivnění měřených hodnot teplotní inverzí. Nedaleko stanice se nacházel i rybník. Předpokládané katabatické stékání studeného vzduchu z údolí Potůčky mohlo nepatrně ovlivňovat i měření na této stanici. Domníváme si, že porovnáním geografických podmínek a naměřených hodnot na stanicích Rybníky a Hvězdárna, byly měřené hodnoty teploty vzduchu na obou stanicích takřka srovnatelné, případně Rybníky by měla hodnoty nepatrně nižší.



Obr. 55 Prostorové rozložení teploty vzduchu na jednotlivých měřících trasách ve Vsetíně v roce 2011 a 2012

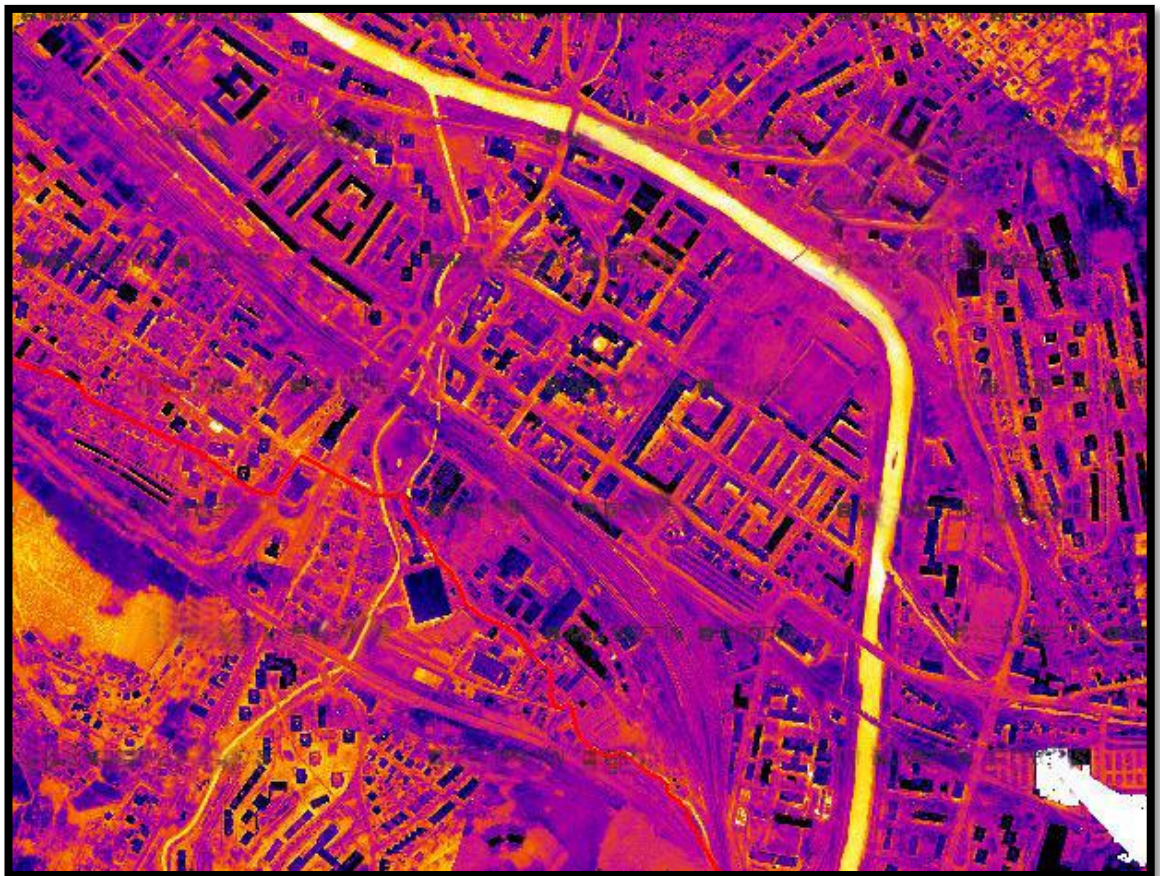
(www.geoportal.cenia.cz)

7.7.4 Hodnocení prostorové variability teploty vzduchu

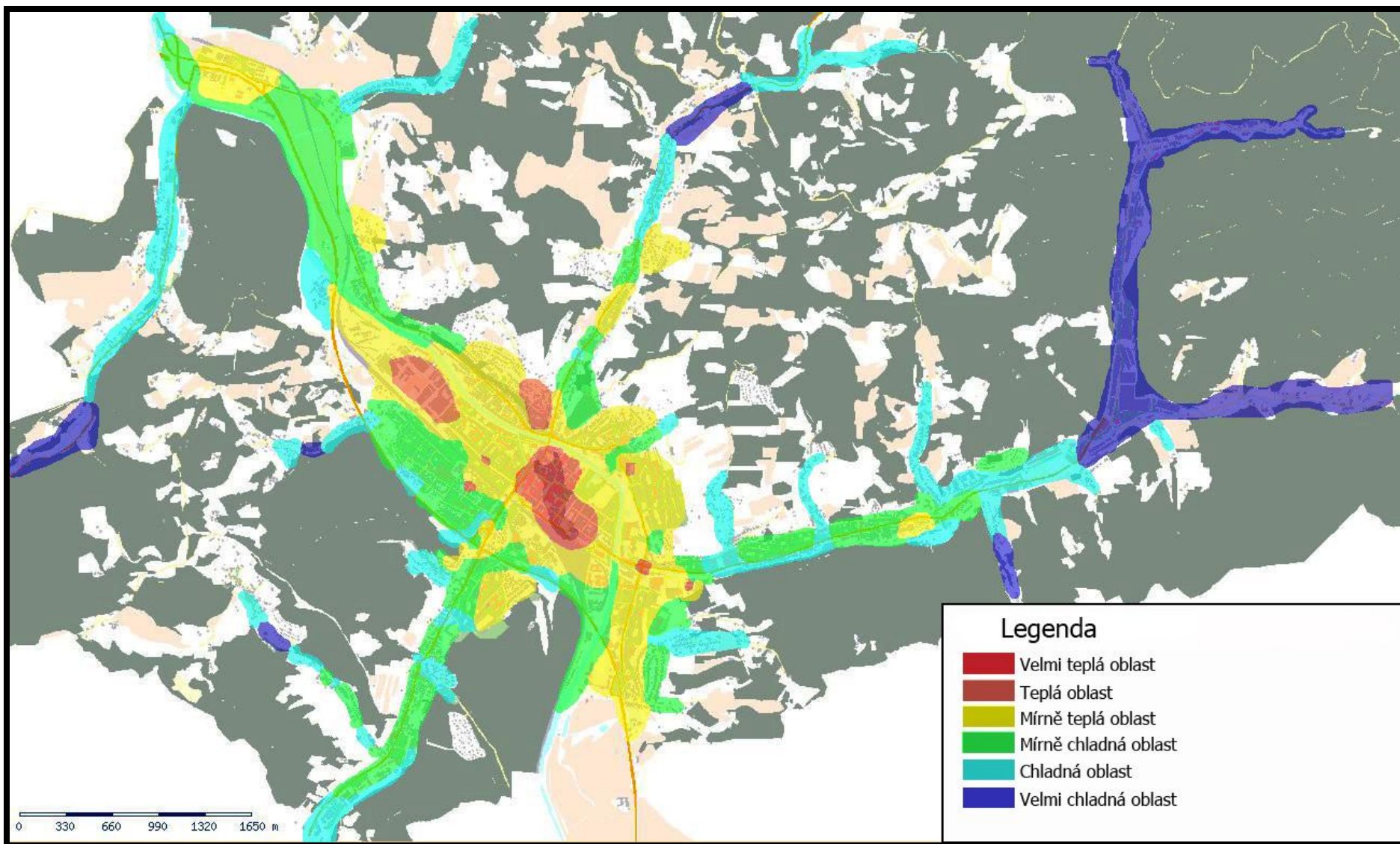
Při mobilních měření bylo potvrzeno, že největší teplotní rozdíly v městské a příměstské krajině jsou za jasných bezvětrných nocí. Největší teplotní diference je v létě, nejmenší v zimě.

Rozdíly povrchových teplot v centru města byly zachyceny při leteckém termosnímkování 8. 2. 2011 a 23. 4. 2011. Vyhodnocený letecký snímek ukazuje teplé (fialové, červené) a studené (žluté, bílé) oblasti města. Rozdíly povrchových teplot naznačují významné teplotní rozdíly v městských čtvrtích. Přehřáté centrum je ochlazováno řekou Bečvou. Zřejmým zdrojem tepla je průmyslová oblast, na snímku vlevo nahoře. Uprostřed snímku dominuje vlakové a autobusové nádraží. V dolní části snímku je zřejmé chladné teplotní pole na sídlišti Rokytnice, posílené chladnou říčkou Rokytenkou. Les nad Rybníky je předpokládaným zdrojem chladného vzduchu, který způsobuje zřejmé zchlazení této čtvrti.

Teplotní rozdíly zachycené leteckým termosnímkováním se shodují s výsledky mobilních měření.



Obr. 56 Prostorové rozložení teplotního pole ve Vsetíně na termálním leteckém snímku z 8. 2. 2011 a 23. 4. 2011 (Mapový portál města)



Obr. 57 Teplotní členění města Vsetína na základě měření a pozorování (Mapový portál města)

Velmi teplá oblast – oblast tvořena městskou zástavbou s převažujícími specifickými aktivními povrchy s velkou tepelnou kapacitou a absencí vegetace. Jedná se o teplotní ostrov v centru města, vykazující trvale vyšší teploty v porovnání s ostatními částmi města. Následkem antropogenní činnosti je vyzařováno množství odpadního tepla. Vzniká zde výrazně termická konvekce. Díky malému zastoupení vegetace je omezený výpar. Celková ventilace vnitřní části města je díky vysokým budovám potlačena.

Teplá oblast – zastavěná oblast se zastoupením vegetace. Při extrémně teplých situacích teplotní ostrov města zasahuje do přilehlé teplé oblasti. Do této kategorie spadají velké průmyslové oblasti s produkcí tepelné energie. Lokálně se může objevovat na plošně malých oblastech s převahou umělých povrchů. Celá oblast je velmi dobře prosluněna, ventilace vzduchu bývá v omezeném rozsahu.

Mírně teplá oblast – plošně velká oblast s dostatkem vegetace, která znesnadňuje silnější přehřívání vzduchu. Parkové zóny způsobují jeho ochlazování. Části s převahou zahradních čtvrtí vykazují jen o málo vyšší teploty než příměstské oblasti. Dobré proslunění je doprovázeno pravidelným provětráváním s přísunem čerstvého vzduchu z příměstských oblastí.

Mírně chladná oblast – oblast s významným podílem travnatých porostů a vysokými, hustými stromy, ve kterých se vytváří vlastní chladná miniaturní vzduchová hmota. Menší úhrn slunečních paprsků a působení chladné oblasti podporují drobné teplotní rozdíly, které vedou ke vzniku chladných teplotních polí. Teplotní rozdíly jsou během jasných dní stírány, největších rozdílů dosahují za radiačních večerů.

Chladná oblast – projevuje se zde vliv katabatických stékání studeného vzduchu, které tuto oblast dotvářejí. K celkovému ochlazení této oblasti přispívají vodní toky. Jedná se o okrajové části města, často špatně prosluněné, s významným podílem vegetace. Za radiačního počasí jsou teploty vzduchu o několik stupňů nižší než v teplé oblasti. Teplotní rozdíly v porovnání s teplou částí města se stírají pouze v době teplotních maxim.

Velmi chladná oblast – údolní polohy ovlivňované katabatickým stékáním studeného vzduchu, který vede k častému vzniku jezera studeného vzduchu. Celodenní nižší teploty v porovnání s ostatními částmi města se projevují pozdějším kvetením vegetace. Konkávní reliéf je díky okolním horským hřbetům málo prosluněn, špatně ventilován.

7.7.5 Doporučení pro územní plánování

Na základě výsledků mobilních měření bylo zjištěno, že nejrizikovější oblastí města je centrum vymezené teplotním ostrovem a přilehlou teplou oblastí. Při budování nových umělých povrchů by měly dostat přednost přírodní nebo mlatové povrchy před asfaltovými, betonovými nebo žulovými povrchy, které mají velkou tepelnou kapacitu a přispívají k ohřívání centra. Množství parkovacích ploch na úkor zeleně by se mělo eliminovat budováním parkovacích domů nebo podzemních parkovišť na okrajích sídlišť. Na vzniklých plochách by se měly rozšířit travnaté plochy. Nejzřetelněji chybí travnaté plochy se stromy u asfaltových prostranství poblíž autobusového a vlakového nádraží. Doplnění zeleně by prospělo prostranství kolem hotelu Vsacan, Polikliniky a Dolního náměstí. Zachování a budování přírodního stínu tvořeného stromy v centru by mohlo být podpořeno zvýšením počtu laviček a přírodních odpočinkových zón. Vzrostlé parky, sady nebo aleje by se neměly kácet najednou, ale postupně se doplňovat tak, aby koruny stromů mezi sebou nevytvářely velké mezery. Dospělé stromy mají nenahraditelný ochlazující a zvlhčující účinek pro přilehlé okolí. Z hlediska vlhkosti vzduchu a možnosti osvěžení pro kolemjdoucí by byly vhodné v centru vodní prvky, ty zde úplně chybí. Ochlazování silnic a vzduchu letním kropením vozovky má největší efekt v centru města. Vydátným zdrojem tepla je díky svému povrchu železniční trať procházející městem. Pro omezení šíření teplého vzduchu by bylo dobré podél trati vysadit keře. S omezováním množství přehříváných ploch je třeba počítat při stavbě nových nákupních center. Při výstavbě nových budov ve městě je důležité vyvarovat se budování slepých ulic nebo prostorově komplikovaných staveb, které by omezily proudění vzduchu a jeho výměnu.

Při údržbě silnic v zimních měsících, by bylo dobré více se soustředit na lokálně podchlazená místa, kde může docházet k dřívějšímu namrznání vozovky. Domy postavené podél svahů se stékáním chladného vzduchu by měly mít stěnu přilehlou ke svahu lépe zateplenou. Na této straně domu by se neměly budovat zbytečně balkóny, velká okna nebo dveře. Pro částečné omezení večerního stékání chladného vzduchu je možné ve svahu sázet nízké keře. K omezení šíření chladu od řeky Bečvy by pomohla výsadba řady keřů podél koryta. Při obnovování a výměně vegetace je důležité brát zřetel na přibývajícím počtem holomrazových dní v jarním období a předcházet tak možnosti poškození nebo úhynu vegetace.

7.8 Teplotní extrémy

Z hodnot extrémních teploměrů a průměrných teplot byly sestaveny tabulky s teplotními extrémy za období 1924–2012.

Tab. 19 Teplotní extrémy ve Vsetíně v období 1924–2012

Charakteristika	(°C)	Den, měsíc	Rok
Maximální denní teplota (1)	35,4	20. 7.	2007
Druhá nejvyšší denní teplota (1)	34,8	1. 7.	2003
Nejteplejší den s průměrnou teplotou (1)	28,7	29. 8.	1992
Nejvyšší měsíční teplotní průměr	20,9	srpen	1992
Druhý nejvyšší měsíční teplotní průměr	20,4	červenec	2006
Nejteplejší rok s průměrnou teplotou (S)	9,4	-	1934
Druhý nejteplejší rok s průměrnou teplotou	9,1	-	2008
Nejčasnější příchod tropického dne (1)	30,1	1. 5.	2012
Druhý nejčasnější příchod tropického dne (1)	30,0	8. 5.	2003
Minimální denní teplota (S)	-37,0	11. 2.	1929
Minimální denní teplota na současné stanici (1)	-29,5	7. 1.	1985
Minimální přízemní teplota (1)	-31,5	7. 1.	1985
Minimální maximální denní teplota (1)	-20,7	12. 1.	1987
Nejstudenější den s průměrnou teplotou (1)	-24,1	12. 1.	1987
Minimální měsíční průměrná teplota (S)	-13,5	únor	1929
Druhá nejnižší měsíční průměrná teplota (S)	-12,9	leden	1940
Nejchladnější rok s průměrnou teplotou (S)	5,7	-	1940
Druhý nejchladnější rok s průměrnou teplotou (S)	6,1	-	1980

(S)-naměřeno na historických stanicích

(1)- období 1961–2012

Tab. 20 Charakteristické dny ve Vsetíně v období 1961–2012

Charakteristika	Počet	Rok
Maximální roční počet tropických dní	23	2003
Maximální počet dní horké vlny	11	1994,2006
Maximální roční počet horkých vln	4	1992
Maximální roční počet dní s tropickou nocí	2	1998
Maximální roční počet letních dní	79	2003
Minimální roční počet letních dní	10	1980
Maximální roční počet mrazových dní	145	1965
Minimální roční počet mrazových dní	64	1987
Maximální roční počet holomrazových dní	103	2011
Minimální roční počet holomrazových dní	15	1974
Maximální roční počet ledových dní	67	1969
Minimální roční počet ledových dní	9	2008
Maximální roční počet arktických dní	12	1963

ZÁVĚR

I přes malou rozlohu nabízí město Vsetín a přilehlé okolí poměrně pestrou prostorovou variabilitu teploty vzduchu. Ke standardním metodám použitým pro hodnocení dlouhodobého kolísání teploty vzduchu posloužila meteorologická měření ČHMÚ. Historie meteorologických pozorování ČHMÚ sahá ve Vsetíně do roku 1900, takřka úplná datová řada se dochovala od roku 1924. Zajímavým zdrojem pro doplnění datové řady by mohly být v budoucnu Loukotkovy deníky, které popisují každodenní počasí v období 1903–1923. Jejich relevantnost je v současné době studována v ČHMÚ. Doplňková data z dlouhodobého pozorování byla získána ze stanice ČHMÚ-Maruška a ZŠ Vsetín, Rokytnice, kde byla meteorologická stanice vybudována v rámci projektu GLOBE. Ke zvláštním metodám patřila metoda mobilních měření. Automobilové mobilní měření bylo provedeno po vzoru měření provedených v Brně nebo Olomouci. Toto zvláštní měření bylo doplněno o vlastní pěší mobilní měření.

Sedmá, stěžejní kapitola práce byla věnována nejprve analýze dlouhodobého kolísání roční průměrné teploty vzduchu v období 1924–2012. Hodnocením celého sledovaného období bylo zjištěno, že období 1924–1952 bylo stejně teplé, jako období 1998–2012. Dlouhodobá průměrná teplota dosahuje 7,6 °C. Při porovnání průměrných teplot od roku 1961 byla potvrzena všeobecně známá skutečnost, že průměrná roční teplota pravidelně narůstá, zhruba o 0,2 °C za 10 let. Tato analýza potvrdila výsledky Atlasu podnebí ČSR (1958) a Atlasu podnebí Česka (2007). Nejvíce se oteplily zimní měsíce, především leden o 1,5 °C. To se projevilo i na celkovém úbytku ledových dní. Naopak k mírnému ochlazení došlo v létě a v září, kdy se ochladilo o 1,4 °C. Na základě analyzovaných výsledků bylo potvrzeno všeobecně známé tvrzení, že extrémy ročních maximálních teplot jsou v posledních letech výraznější. To potvrzuje i výskyt horkých vln, které jsou v posledních letech častější a extrémnější. U ročních minimálních teplot je vývoj nevýrazný. Významný nárůst byl zjištěn u holomrazových dní, které jsou rizikové především pro vegetaci. Porovnáním stacionárních měření na území města nebyly zjištěny významnější teplotní rozdíly. Další část práce nabízí náhled na teplotní inverze. Ty se na Vsetínsku vyskytují především v zimě a na jaře nejčastěji při povětrnostních situacích A a AP₁. Ve výjimečných případech vznikají masivní inverze s teplotním gradientem až 4,3 °C na 100 m. Tento jev způsobuje, že teplota vzduchu na hřbetech podél města je mnohdy vyšší, než teplota v samém centru města. Častý výskyt inverzí byl potvrzen při stacionárním i mobilním měření.

Pro nedostatečnou hustotu staniční sítě, která nenabízela dostatečně reprezentativní data a zpřesnění prostorového rozložení teploty vzduchu byla použita metoda mobilních měření. Metoda dokázala svůj velký přínos a praktickou nenahraditelnost při studiu klimatu středně velkého města s kotlinovou polohou. Byl potvrzen výskyt teplotního ostrova v centru města s největší intenzitou při jasných letních večerech. Jeho poloha, tvar a velikost je ovšem ve Vsetíně formována katabatickými proudy studeného vzduchu. Teplé zóny se utvářejí i v malých příměstských obcích, jejich intenzita je většinou výrazně menší než ve Vsetíně. Měření prokázala velkou prostorovou variabilitu teploty vzduchu na plošně malých územích. Především v údolích by jejich příčinou mohl být výskyt jezer studeného vzduchu a katabatického stékání studeného vzduchu. Katabatické stékání a místní větry v nejnižších částech údolí pravděpodobně přetváří klima přilehlých městských čtvrtí. Při trasách s velkým převýšením byl potvrzen pravidelný výskyt teplotních inverzí. Pěší mobilní měření se stala nezbytná pro zpřesnění měření. Jejich hlavní přínos spočívá v porovnání prostorové variability teploty vzduchu na plošně malém území, například při porovnávání teplotních rozdílů na jednotlivých stranách domů, přesné lokalizaci teplejších a chladnějších oblastí.

Syntézou všech měření bylo navrženo teplotní členění města z hlediska teplotního komfortu obyvatelstva. Nejvhodněji se pro bydlení jeví okrajová sídliště města, která nejsou rozložena v údolí.

Přínos této práce spočívá mimo hmotné výstupy též v navázání vzájemné spolupráce mezi Hvězdárnou Vsetín, Masarykovým gymnáziem Vsetín a ZŠ Vsetín, Rokytnice. Spolupráce těchto organizací má již dnes svůj jasný rámec a tím je zajištěna udržitelnost spolupráce i v dalších letech.

Klima Vsetína nabízí řadu potenciálních možností pro další výzkum. Jedná se především o oblast spolupráce s ČHMÚ, pobočka v Ostravě. Předmětem výzkumu by bylo například hodnocení dlouhodobého kolísání dalších klimatických prvků a dohledávání historických dat ze stanice Rybníky.

SUMMARY

Despite its small area, the town of Vsetín and its surroundings offer rather varied spatial variability of the air temperature. Meteorological measurements of the Czech Hydrometeorological Institute were used as a standard method to assess a long-term variation of the air temperature. Additional data from a long-term observation were gained from the CHMI-Marůška station and the Rokytnice Basic school in Vsetín. To the specific methods belonged a mobile measurement method. A car-mobile measurement was carried out according to measurements performed in Brno or Olomouc city. This specific measurement was completed by a walking-mobile measurement. A crucial part of this thesis dedicated, at first, to the analysis of a long-term variation of the annual average air temperature for the period 1924–2012. By assessing whole observed period it was found out that period 1924–1952 had been as warm as period 1998–2012. A long-term average air temperature reaches 7,6 °C. Comparison of average temperature from 1961 confirmed a well-known fact that annual average air temperature regularly increases approximately 0,2 °C per 10 years. The highest increase was noticed in winter period, especially in January the air temperature increased of 1,5 °C. This could be seen on general decrease in icy days. On the other side, in summer and September it got a little colder of about 1,4 °C.

On the basis of results analysed it was confirmed that extremes of annual maximal air temperature were more significant. This is affirmed as well by more frequent and stronger heat waves in the last years. As for annual minimal air temperature, its development is not important enough. At black frost days, risky especially for vegetation, there was found a significant increase. After comparison of stationary measurements no significant temperature variations were found in the area of the town. The following part of the thesis offers a view of air temperature inversions. These occur in the town of Vsetín and its surroundings mostly in winter and in spring. Massive inversions with the air temperature gradient even 4,3 °C per 100 m arise rarely. Frequent incidence of the inversions was confirmed both by stationary and mobile measurement. Because of the insufficient station density which did not provide enough representative data of spatial variability of the air temperature, the mobile measurement method was used. The method proved its great benefit and seemed to be irreplaceable in studying climate of the moderate-sized town with a basinal location. A urban heat island in the centre of the town with the highest intensity during summer clear nights was proved. Its

location, shape and size is probably formed by the catabathic cold airstream in Vsetín. Warm areas form in small suburban villages, too, but their intensity is much smaller. Measurements confirmed a great spatial variability of the air temperature across the small areas. Frequent incidence of the cold air lakes and cathabatic cold airstreams was found mainly in valleys. The cathabatic cold airstreams change probably climate of the surrounding town quarters in the lower parts of the valley. The walking-mobile measurements became essential for making the measurement more accurate. Their major benefit is a possibility to compare the spatial variability of the air temperature in small areas, for example the comparison of the air temperature variation on individual sides of the house. By synthesis of all measurements an air temperature division of the town from the view of the population thermal comfort was suggested. Peripheral estates of the town, which are not laying in the valley, seem to be the most suitable for housing.

SEZNAM ZKRATEK

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
MZA	Moravský zemský archiv
SOkA	Státní okresní archiv Vsetín
ZŠ	Základní škola

LITERATURA

- AKBARI, H. (2005): *Energy Potentials and Air Quality Benefits of Urban Heat Island Mitigation*. LBNL-58285. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory
- AKBARI, H., DAMON, M., SETO D. (2012): *The long-term effect of increasing the albedo of urban areas*. Environmental Research Letters, č. 2. DOI: 10.1088/1748-9326/7/2/024004.
- ALLISON, I., BINDOFF, L., BINDSCHADLER, A. (2010): *Kodaňská diagnóza: zpráva světa o nových poznatcích klimatologie*. Brno: ZO ČSOP Veronica.
- BARON, R. A., BELL, P. A. (1975). *Aggression and heat: Mediating effects of prior provocation and exposure to an aggressive model*. Journal of Personality and Social Psychology, 31, s. 825–832.
- BRÁZDIL, R., MACKOVÁ, J. (1998): *Řada průměrných ročních teplot vzduchu pro Českou republiku v období 1828–1995*. Meteorologické zprávy, 51, 1, s. 17-21.
- BRÁZDIL, R., ŠTĚPÁNEK, P. (1998): *Kolísání teploty vzduchu v Brně v období 1891-1995*. Geografie-Sborník ČGS, Praha: ČGS, roč. 103, č. 1, s. 13-30.
- CARLOWICZ, M. (2010): *Ecosystem, Vegetation Affect Intensity of Urban Heat Island Effect*. The Earth Observer, January – February 2010, Volume 22, Issue 1, s. 36-37.
- CULEK, M. (1995): *Biogeografické členění ČR*. Praha: Enigma, s. 348,
- DOBROVOLNÝ, P. (2011a): *Analýza teploty aktivních povrchů v oblasti Brna*. In: Středová, H., Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds): *Mikroklima a mezoklima krajinných struktur a antropogenních prostředí*. Skalní mlýn, 2. – 4. 2. 2011. 8 s.
- DOBROVOLNÝ, P., BRÁZDIL, R., KRAHULA L., ROŽNOVSKÝ, J. (2011b): *Multilevel analysis of temperature spatial variability in Brno region (Víceúrovňová analýza prostorové variability teplotních poměrů v oblasti města Brna)*. In: Geografie pro život ve 21. století: Sborník příspěvků z XXII. sjezdu České geografické společnosti pořádaného Ostravskou univerzitou v Ostravě 31. srpna – 3. září 2010. Ostravská univerzita v Ostravě, Ostrava, s. 177–183.
- DOBROVOLNÝ, P. a kol. (2012): *Klima Brna. Víceúrovňová analýza městského klimatu*. Masarykova univerzita, Brno, 200 s.
- DUCKWORTH, F. S., SANDBERG, J. S. (1954): *The effect of cities upon horizontal and vertical temperature gradients*. Bulletin of the American Meteorological Society, 35, s. 198–206.

- GEIGER, R. (1950): *The Climate Near The Ground*. (3. vydání) Cambridge: Harvard University Press, 518 s.
- JACOBSON, M. Z., JOHN, E. (2012): *Effects of Urban Surfaces and White Roofs on Global and Regional Climate*. *J. Climate*, 25, s. 1028–1044.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00032.1>
- JERNEJ, S. (2000): *Planungsrelevante Stadtklimaanalyse Laibach / Ljubljana*. Graz, 286 s. Dizertační práce. Univerzita Karla-Franze Graz.
- KLYSIK, K., FORTUNIAK, K. (1999): *Temporal and spatial characteristics of the urban heat island of Łódź*. *Atmospheric Environment, Poland*, 33, s. 3885–3895.
- KOLEKTIV. (1958): *Atlas podnebí Československé republiky*. Praha, HMÚ, Ústřední správa geodézie a kartografie.
- KYSELÝ, J., HUTH, R. (2004): *Mortality associated with heat stress in the Czech Republic in the current and future climate*. *Meteorological reports* 57, s. 113–121. ISSN 0026-1173 (in Czech).
- LAZAR, R., PODESSER, A. (1999): *An urban analysis of Graz and its significance for urban planning in the tributary valleys east of Graz (Austria)*, *Atmospheric Environment*, 33, s. 4195–4209.
- LIPINA, P., ŘEPKA, M. (2010): *Digitalizace klimatologických dat ze stanic na severní Moravě a ve Slezsku*. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 132 s.
- METELKA, L., TOLASZ, R. (2009): *Klimatické změny: Fakta bez mýtů*. Centrum pro otázku životního prostředí, UK Praha, 35 s.
- NEKUDA, V. a kol. (2002): *Okres Vsetín*. Valašské Meziříčí: Muzejní a vlastivědná společnost v Brně. 963 s.
- NOSEK, M. (1972): *Metody v klimatologii*. Academia, Praha, 434 s.
- QUITT, E. (1956): *Príspevek k metodice výzkumů teplotních poměrů měst*. *Meteorologické zprávy*, č. 1, s. 69–74.
- QUITT, E. (1971): *Klimatické oblasti Československa*. *Studia Geographica*. GgÚ ČSAV, Brno, 73 s.
- QUITT, E. (1972): *Měřicí jízdy jako jedna z cest k racionalizaci mezoklimatického výzkumu*. *Meteorologické zprávy*, 6, s. 172–176.
- PAVELKA, J. a kol. (2001): *Příroda Valašska*. Vsetín: ČSOP, ZO 76/06 Orchidea, 487 s.
- PAVELKOVÁ-CHMELOVÁ, R., SEDLÁK, P., TOMÁŠ, M., VYSOUDIL, M. (2010): *Prostorové aspekty vybraných teplotních charakteristik v městské a příměstské krajině*

Olomouce. Sborník abstraktů, XXII. Sjezd ČGS Ostrava 2010, Optys s.r.o. Ostrava, 109 s.

PERSSON, P. (1986): *Differential nocturnal cooling in the landscape detected by mobile measurements*. Theoretical and applied klimatology, 56, s. 215–224.

POKLADNÍKOVÁ, H., CHUCHMA, F., STŘEDA, T., ROŽNOVSKÝ, J. (2009a): *Výskyt horkých vln a tropických dnů v městském a příměstském prostředí*. In: Sborník z 30. konference Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí, Úpice, CD ROM.

POKLADNÍKOVÁ, H., FUKALOVÁ, P., ROŽNOVSKÝ, J. (2009b): *Specifics of temperature extremes in the conditions of the urban climate*. In: Sustainable development and bioclimate: Reviewed Conference Proceedings, Stará Lesná 5. – 8. 10. 2009. Eds. Pribullová and Bičarová. Geophysical Institute of the Slovak Academy of Science and Slovak Bioclimatological Society of the Slovak Academy of Science, Stará Lesná, s. 217–218.

POLČÁK, N. (2001). *Analýza teplotných inverzií v Banskej Bystrici na základe terénnych pozorovaní*. In. Turisová, I. (edit.): Ekologická diverzita modelového územia Banskobystrického regiónu. FPV UMB, Štátna ochrana prírody SR, Stredoslovenské múzeum, Banská Bystrica, s. 55–65.

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, s. 152–159.

SCHÄR, C., VIDALE, P. L., LUTHI, D. (2004): The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature* 427. s. 332–336.

SCHMIDT, W. (1930): *Kleinklimatische Aufnahmen durch Temperaturfahrten*. *Meteorologische Zeitschrift*, 47, s. 92–106.

SNOWDON, A. a kol. (2007): *Klimaanalyse Stadt Witten*. Regionalverband Ruhr. Referat Geoinformation und Raumbeobachtung. Essen, 158 s.

SOBÍŠEK, B. a kol. (1993): *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha. 594 s.

STŘEDOVÁ, H., BOKWA, A., DOBROVOLNÝ, P. a kol. (2011): *Mikroklima a mezoklima měst, mikroklima porostů*. 1. vyd. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 102 s.

ŠŤASTNÝ, P. (1996): *Výsledky mobilných meraní teploty a vlhkosti vzduchu v Košiciach*. In Zborník prác SHMÚ. SHMÚ, Bratislava, s. 79–111.

SVOBODA, J. (1990): *Okres Vsetín–vlastivědná mapa 1:100 000*. Geodetický a kartografický podnik, Praha, 38 s.

TOLASZ, R. a kol. (2007): *Atlas podnebí Česka / Climate atlas of Czechia*. UP Olomouc, Olomouc, 255 s.

TOMÁŠ, M., VYSOUDIL, M. (2010): *Mobilní měření: Prostředek při studiu prostorové variability teploty vzduchu v městské a příměstské krajině*. Sborník abstraktů, XXII. Sjezd ČGS Ostrava 2010, Optys s. r. o. Ostrava, 109 s.

TOMÁŠ M., VYSOUDIL M. (2011): Identifikace teplých a chladných skrvn v městské a příměstské krajině Olomouce metodou mobilních měření. (Identification of Hot and Cold Spots in Olomouc Urban and Suburban Area Using Mobile Measurement Method). In: Středová, H., Rožnovský J., Litschmann, T. (eds.): *Sborník příspěvků z vědecké konference Mikroklima a mezoklima krajinných struktur a antropogenních prostředí. Česká bioklimatologická společnost v nakladatelství ČHMÚ, Praha, s. 46.*

TOMÁŠ, M. (2012): *Letní teploty 2010 a 2011 v Olomouci z pohledu teplotního komfortu člověka*. Meteorologické zprávy, roč. 65, č. 3.

VYSOUDIL, M., JUREK, M. (2005): *Summer Air Temperatures in Ljubljana (Slovenia) and Olomouc (Czech Republic) in the Period 1961-2000*. Dela 23. Geographical View of Regional Development. Department of Geography. Faculty of Arts, University of Ljubljana, s. 245-258.

VYSOUDIL, M. (2006): *Meteorologie a klimatologie*. UP Olomouc, 281 s.

VYSOUDIL, M. (2009): Klasifikace místních klimatických efektů. *Geografický časopis*, roč. 61, č. 3, s.

Internetové zdroje:

AKBARI, H., BELL, R., BRAZEL, T. (2008): *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Urban Heat Island Basics*. [online]. [cit. 2012-08-03]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/hiri/resources/pdf/BasicsCompendium.pdf>

ČERMÁK, M. (2006): *Meteorologická stanice Maruška* [online]. [cit. 2012-08-17]. Dostupné z: http://maruska.ordoz.com/o_stanici/automatizace

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Sčítání lidu, domů a bytů 2011* [online]. 2011 [cit. 2012-07-25]. Dostupné z: http://vdb.czso.cz/sldbvo/#!stranka=vse-o-uzemi&tu=0&th=&v=&vo=H4sIAAAAAAAAAAHWPv07DMBDGry2hf4UKAxuP0EpMdAMXu8RqEldJGkQmDI1aUKAhcUsmJBYYWGFnYOxLIJ6AlQmxMzPCpUgwIE6ydSff7_s-z95BS2JYPpZT2Zyoo7Cpy2Rkykgrjw-

re4_FyDfgUo4loOOPFTjmENZjeIgyGY3DQRptbkFWtfMS3nU8VQXlvsPsHrGJmZzB
 BcCfndyPYShPh01-qoJhEK-
 83T98XF638pDjoE1lOAnSGOq_e9bk5CCIr2Z3a9Xb15s8QBqhWoe_EwW5HQXaIFl
 vbaQpxnJ0sTuPhS-
 WgqIuqCVcEilY7Aq6zR3sKpS4wiMOoURBAcmMc4knusLgyAmc3b2eL9o28TPjEtI
 W0Q1Gswl_r3nM9tk81MInloIaAh3b_GbQ1yXtvtFF_RKnzHJ7HooouOQZtNzyHNf-M
 Geoportál [online]. 2012 [cit. 2012-08-01]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map?openNode=Soil&keywordList=inspire>

HANSEN, J. (2012): *Climate change is here — and worse than we thought*. The Washington Post [online]. [cit. 2012-08-05]. Dostupné z: http://www.washingtonpost.com/opinions/climate-change-is-here--and-worse-than-we-thought/2012/08/03/6ae604c2-dd90-11e1-8e43-4a3c4375504a_story.html

HUNGHERS, S., P. HOLLIDAY a F. GAILLARD. (2012): *Variability in the ICES/NAFO region between 1950 and 2009: observations from the ICES Report on Ocean Climate*. ICES Journal of Marine Science [online]. č. 69 [cit. 2012-11-07]. Dostupné z: <http://icesjms.oxfordjournals.org/content/69/5/706>

CHAMEIDES, B. (2011): *Climate Change, White Roofs, and Common Sense*. Nicholas school of the environment [online]. [cit. 2012-09-10]. Dostupné z: <http://www.nicholas.duke.edu/thegreengrok/whiteroofs-revisited>

CHAO, R., KUTZSCHNER, L. (2010): *Urban climatic map studies: a review*. International Journal of klimatology [online]. [cit. 2012-08-15]. DOI: 10.1002/joc.2237. Dostupné z: <http://www.arch.cuhk.edu.hk/server1/staff1/edward/www/jnl2010/rc2010-ijc.pdf>

KATZSCHNER, L. (2006): *Microclimatic thermal comfort analysis in cities for urban planning and open space design. Paper presented at the Windsor Conference* [online]. [cit. 2012-08-15]. Dostupné z: <http://nceub.org.uk/uploads/Katzschner.pdf>

KATZSCHNER, L. (2009): *Thermal komfort evaluatin for planning in cities under consideration of global klimata chase. Institute of Environmental Meteorology* [online]. [cit. 2012-09-12]. Dostupné z: http://www.sasbe2009.com/proceedings/documents/SASBE2009_paper_THERMAL_COMFORT_EVALUATION_FOR_PLANNING_IN_CITIES_UNDER_CONSIDERATION_OF_GLOBAL_CLIMATE_CHANGE.pdf

Klima Olomouce. *Městské klima: Městské a příměstské klima Olomouce a okolí* [online]. 2012 [cit. 2012-09-20]. Dostupné z: <http://mestskeklima.upol.cz/olomouc.html>

- KOPEC, R. J. (1970): *Further Observations of the Urban Heat Island in a Small City*. Bulletin of the American Meteorological Society [online]. 51, 7, s. 602 - 606 [cit. 2012-03-04]. Dostupný z WWW: <<http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/15200477%281970%29051%3C0602%3AFOOTUH%3E2.0.CO%3B2>>. ISSN 1520-0477.
- KYSELÝ, J., PICEK J., HUTH, R. (2006): *Formation of homogeneous regions for regional frequency analysis of extreme precipitation events in the Czech republic*. [online]. [cit. 2012-07-27]. Dostupné z:http://www.ufa.cas.cz/html/climaero/kysely/2007_sgg_Kysely_Picek_Huth.pdf
- Mapový projekt města Vsetína. *Město Vsetín* [online]. 2011 [cit. 2012-10-15]. Dostupné z: <http://twist.mestovsetin.cz/tms/zaklad/index.php?frame>
- LITSCHMANN, T., HADAŠ, P. (2010): *Teplotní inverze v oblasti Pavlovických vrchů*. Bioklima. Sborník příspěvků z mezinárodní konference, Praha 7.–9. 9. 2010 [online]. 2010 [cit. 2012-09-12]. Dostupné z: <http://www.amet.cz/TeplotniInverzeDevin.pdf>
- OKE, T., SMITH, R. (1999): *The energy balance of central Mexico City during the dry season*. Atmospheric Environment [online]. č. 33 [cit. 2012-09-10]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135223109900134X>
- OZAWA, A et al. (2004): *Aiborne hyperspectral and thermal information for assessing the heat island in urban areas of Japan*. [cit. 2012-03-09]. Dostupné na WWW: <http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm7/papers/9.pdf>
- Prohlížeč webových kamer ČHMÚ. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2012 [cit. 2012-10-22]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/kam/prohlizec.html?cam=vsetin>
- Prohlížeč webových kamer ČHMÚ. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. 2012 [cit. 2012-10-22]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/kam/prohlizec.html?cam=maruska>
- RACKO, S. (2012): Typizace povětrnostních situací pro území České republiky. *Český hydrometeorologický úřad* [online]. [cit. 2012-09-15]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_12_Typizace_situaci&nc=1&portal_lang=cs#PP_Typizace_situaci
- ROŽNOVSKÝ, J., POKLADNÍKOVÁ, H., STŘEDA, T. (2010): *Specifika městského klimatu na příkladu středně velkého města: Specifics of the urban climate on the*

example of medium-sized city. Český hydrometeorologický ústav [online]. s. 108-117 [cit. 2012-08-15]. Dostupné z: <http://www.cbks.cz/upice2010/108.pdf>

SCHUTTENHELM, R. (2011): *No reason to assume cold European winter ahead – too many sunspots*. Nature Geoscience [online]. [cit. 2012-11-07]. Dostupné z: <http://www.bitsofscience.org/solar-no-cold-winter-europe-sunspot-4122/>

SOUCH, C., GRIMMOND, C. (2004): *Applied climatology: 'heat waves'*. Progress in Physical Geography [online]. 2004, roč. 4, č. 28, s. 599–606 [cit. 2012-08-24]. Dostupné z: http://www.kcl.ac.uk/ip/suegrimmond/publishedpapers/PPG_2004_SouchGrimmond.pdf

SUNDBORG, A. (1950): *Local Climatological Studies of the Temperature Conditions in an Urban Area*. Tellus [online]. 2, 3, [cit. 2012-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2153-3490.1950.tb00333.x/pdf>>.

TAKAGI, N. et al. (2005): *Moving Measurement Research on The Actual Condition of Urban Climate in Inlying Provincial Cities*. The 4th Japanese-German Meeting on Urban Climatology - Climate Analysis for Urban Planning, Tsukuba 30. 11.–2. 12. 2005 [cit. 2012-02-20] Dostupné z WWW: <<http://www.kenken.go.jp/japanese/information/information/event/jgmuc/report/a3.pdf>>.

TOLASZ, R. Klimatologie na začátku století. In: *Blog.aktuálně.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-10-28]. Dostupné z: <http://blog.aktualne.centrum.cz/blogy/radimtolasz.php?itemid=17038>

VOZNIČKOVÁ, J. (2010): *Prostorové změny vybraných klimatických charakteristik na území ČR (1901–1950 a 1961–2000)* [online]. Olomouc, [cit. 2012-08-17]. Dostupné z: http://geography.upol.cz/soubory/studium/dp/2010/2010_Voznickova.pdf. Diplomová práce. UP Olomouc.

YOSHINO, M. M. (1984): Editorial. GeoJournal [online]. 8, 3, [cit. 2012-07-14]. Dostupné z WWW: <<http://www.springerlink.com/content/lt246w282v50/?p=ce53b40cf40147f693edf48013ec4be4π=0>>. ISSN 1572-9893.

Archivní prameny:

MZA v Brně - SOKA Vsetín, Archiv města Vsetína, inv. č. 132b

MZA v Brně - SOKA Vsetín, Archiv města Vsetína, inv. č. 133

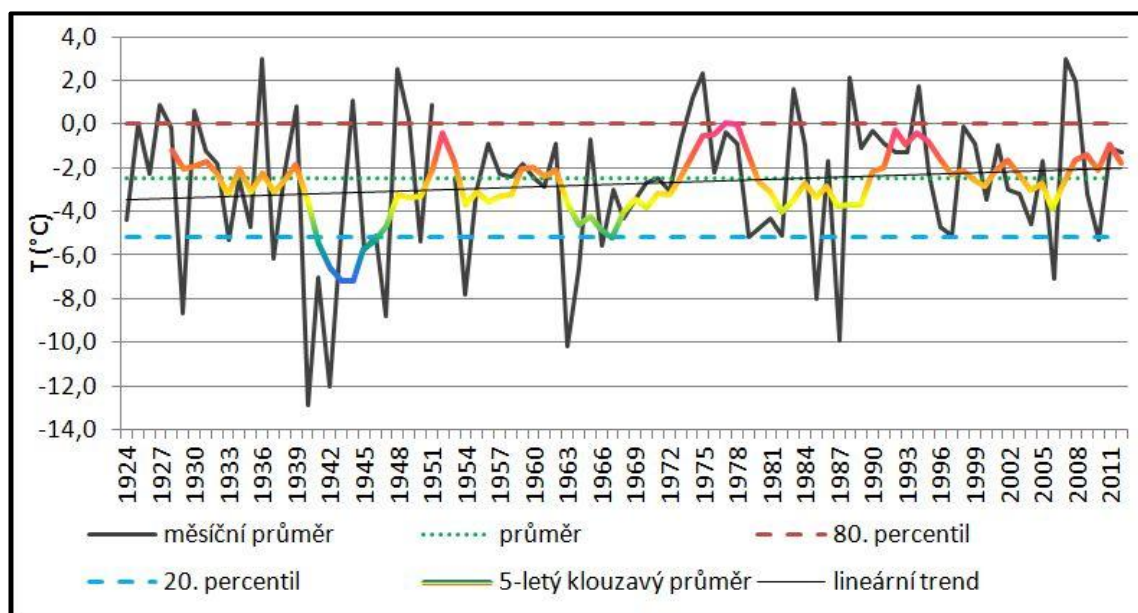
MZA v Brně - SOKA Vsetín, Archiv města Vsetína, inv. č. 133b

PŘÍLOHY

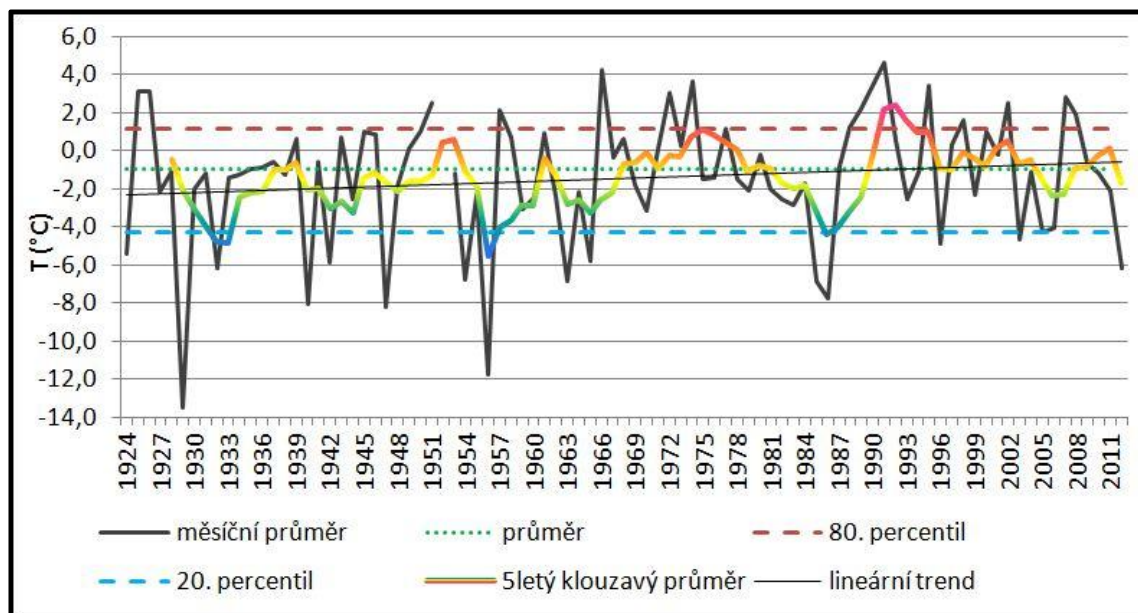
Seznam vázaných příloh:

- Příloha A** Meziroční kolísání průměrných měsíčních teplot ve Vsetíně v období 1924–2012
- Příloha B** Výskyt charakteristických dní v období 1961–2012
- Příloha C** Horké vlny v období 1966–2012
- Příloha D** Vybrané výsledky automobilového mobilního měření
- Příloha E** Vybraná Loukotkova měření a jejich kvalita

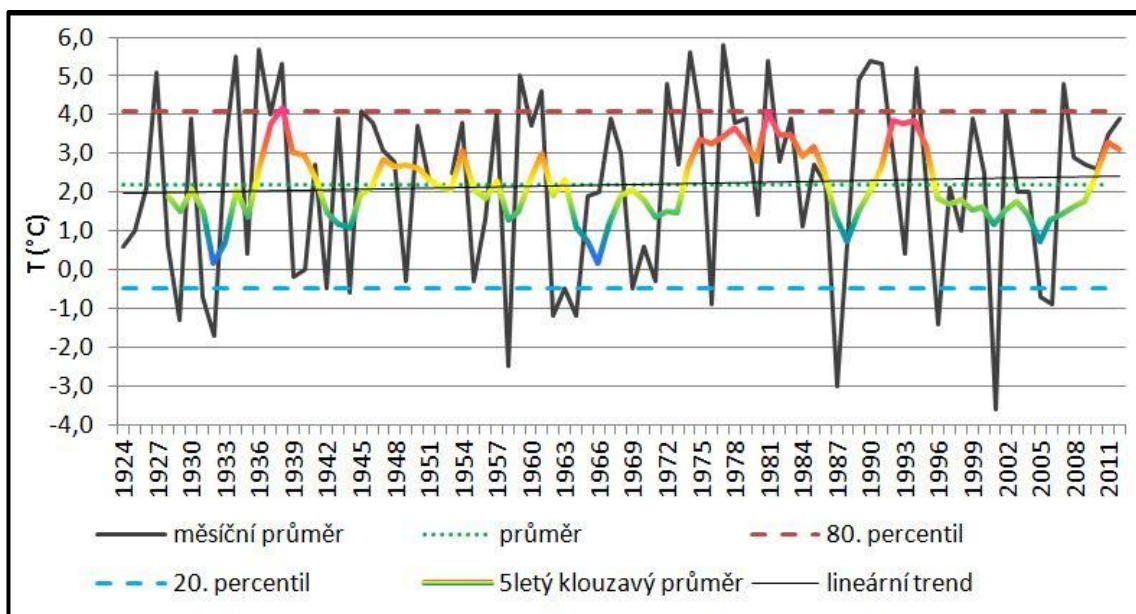
Příloha A Meziroční kolísání průměrných měsíčních teplot ve Vsetíně v období 1924–2012



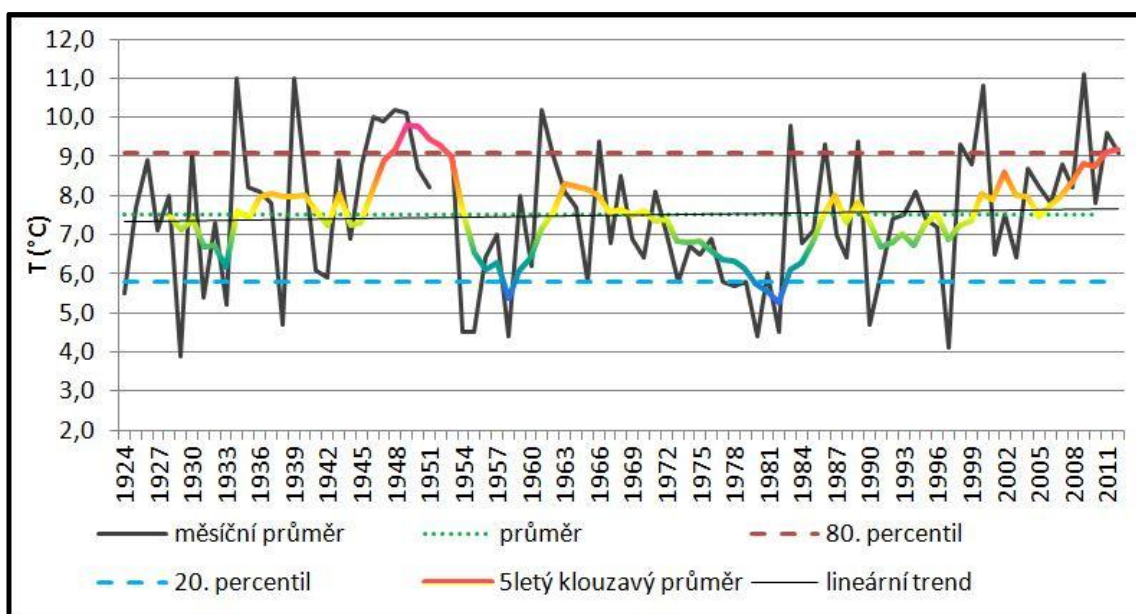
Obr. A. 1 Kolísání průměrné lednové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna v období 1924–2012



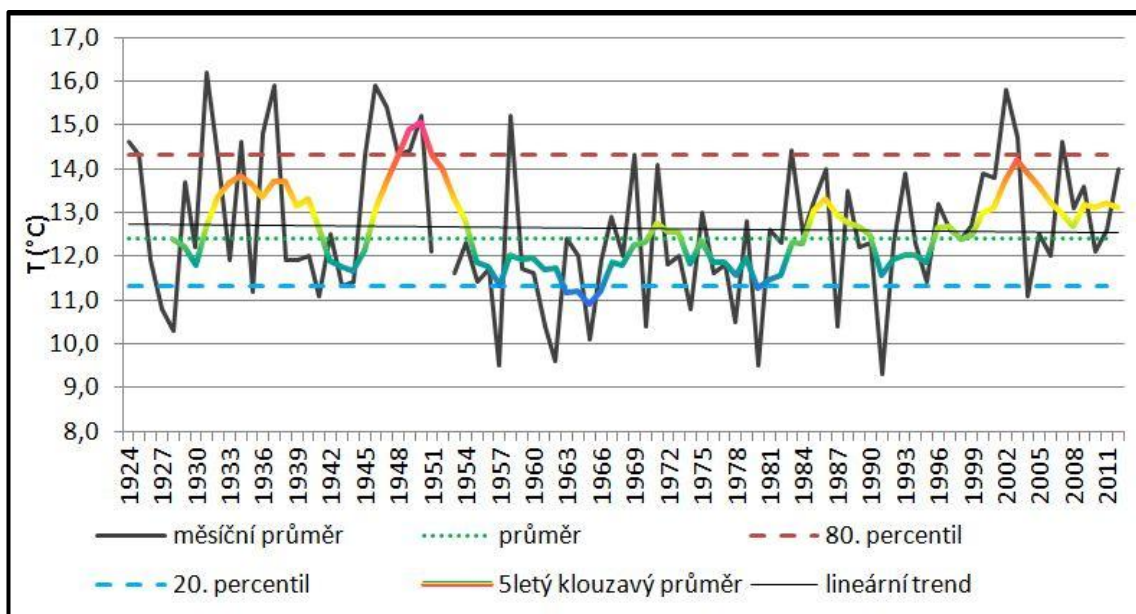
Obr. A. 2 Kolísání průměrné únorové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna v období 1924–2012



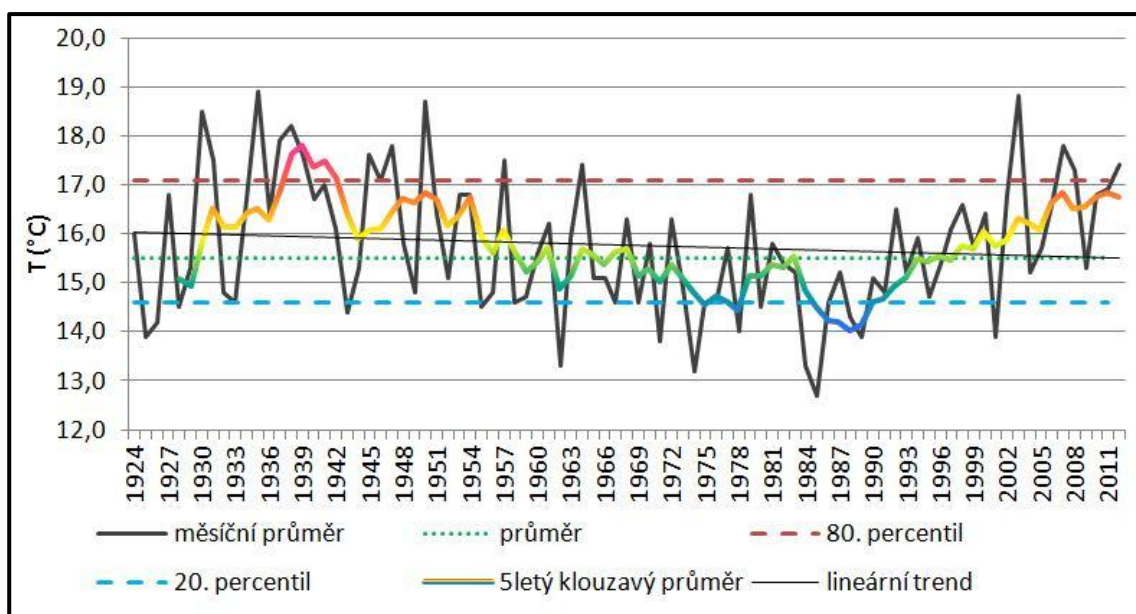
Obr. A. 3 Kolísání průměrné březnové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna v období 1924–2012



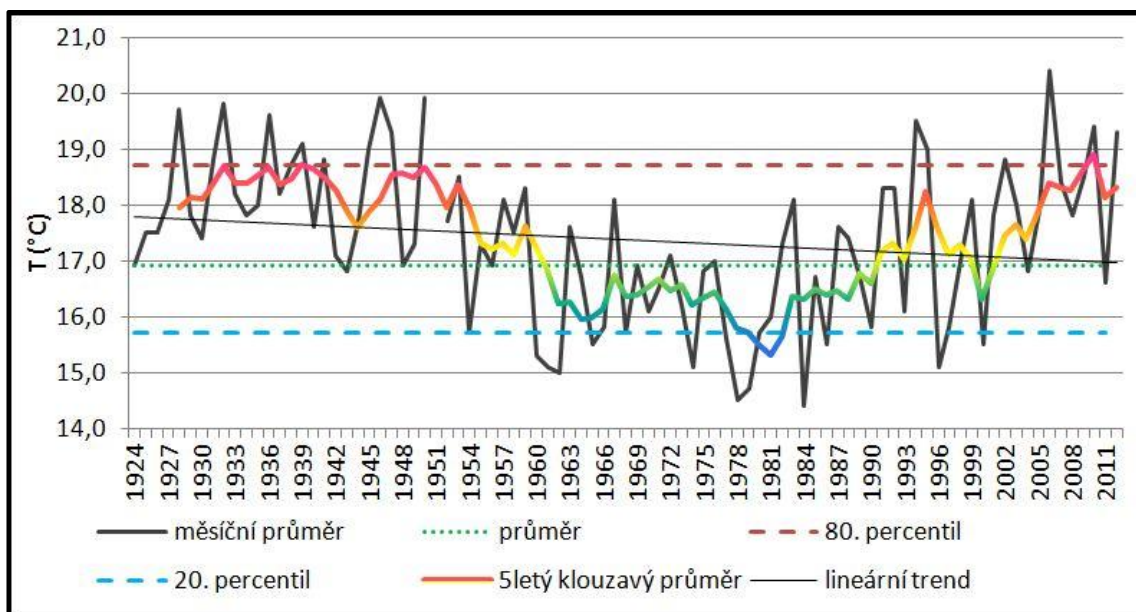
Obr. A. 4 Kolísání průměrné dubnové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna v období 1924–2012



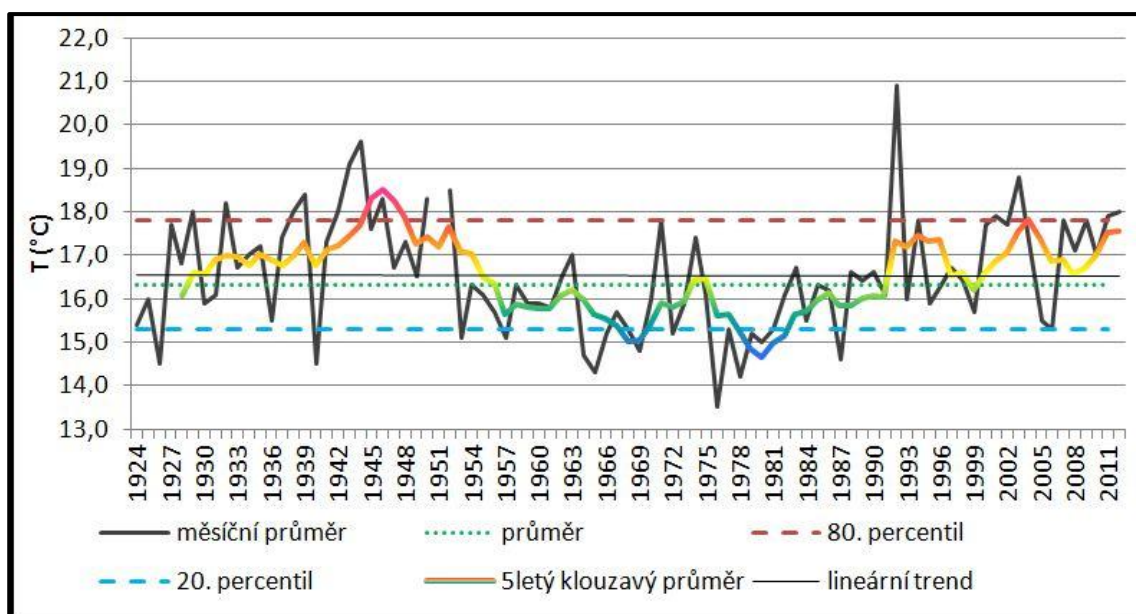
Obr. A. 5 Kolísání průměrné květnové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna v období 1924–2012



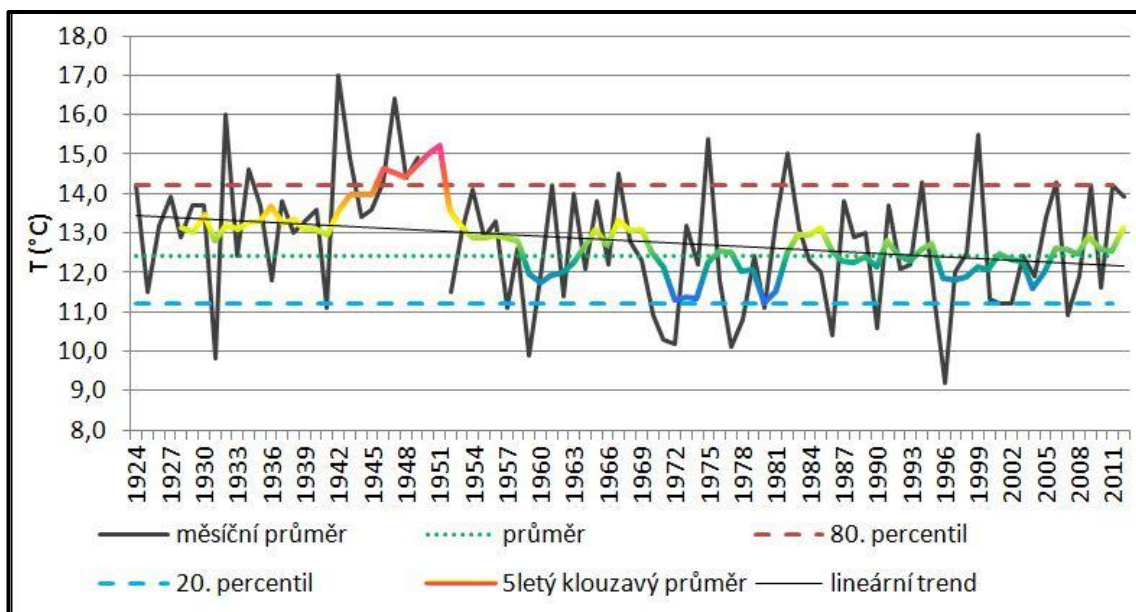
Obr. A. 6 Kolísání průměrné červnové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna v období 1924–2012



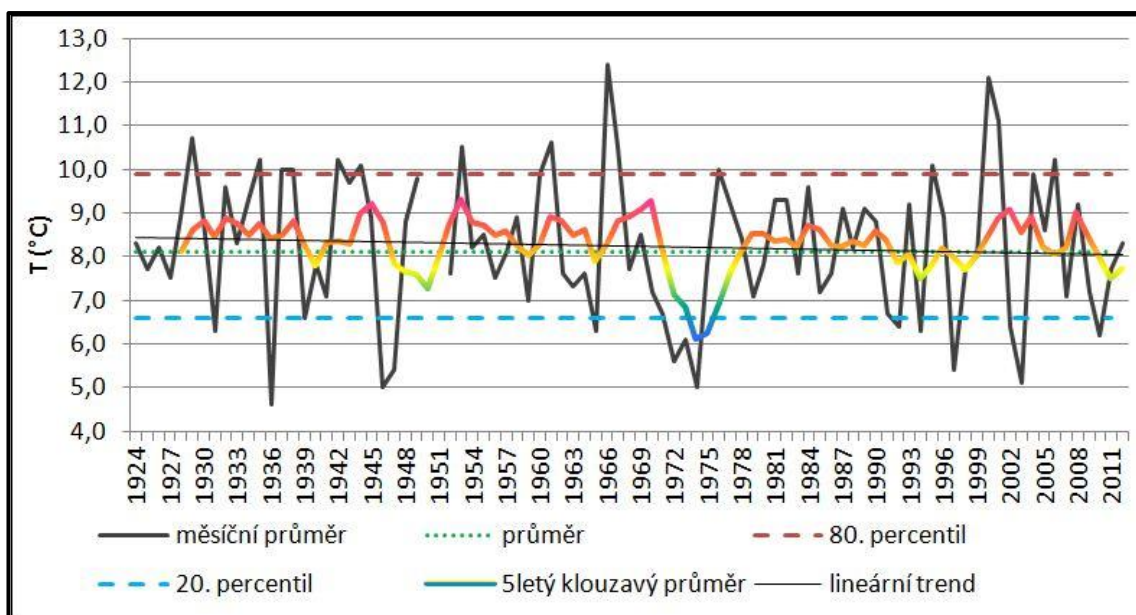
Obr. A. 7 Kolísání průměrné červencové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna v období 1924–2012



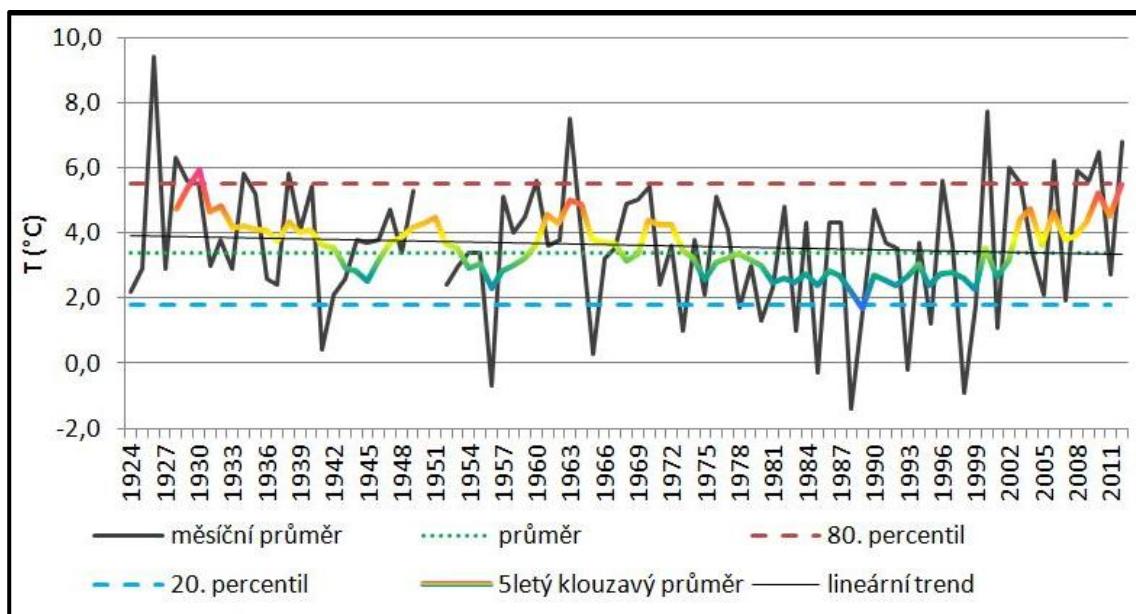
Obr. A. 8 Kolísání průměrné srpnové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna v období 1924–2012



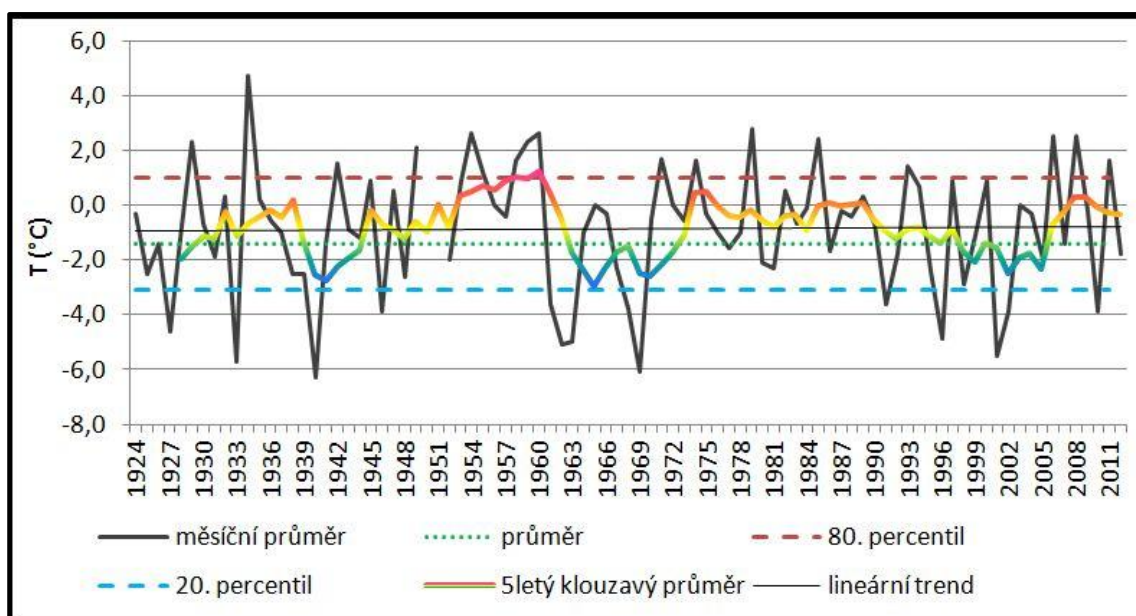
Obr. A. 9 Kolísání průměrné teploty vzduchu v září na stanici Hvězdárna
v období 1924–2012



Obr. A. 10 Kolísání průměrné říjnové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna
v období 1924–2012

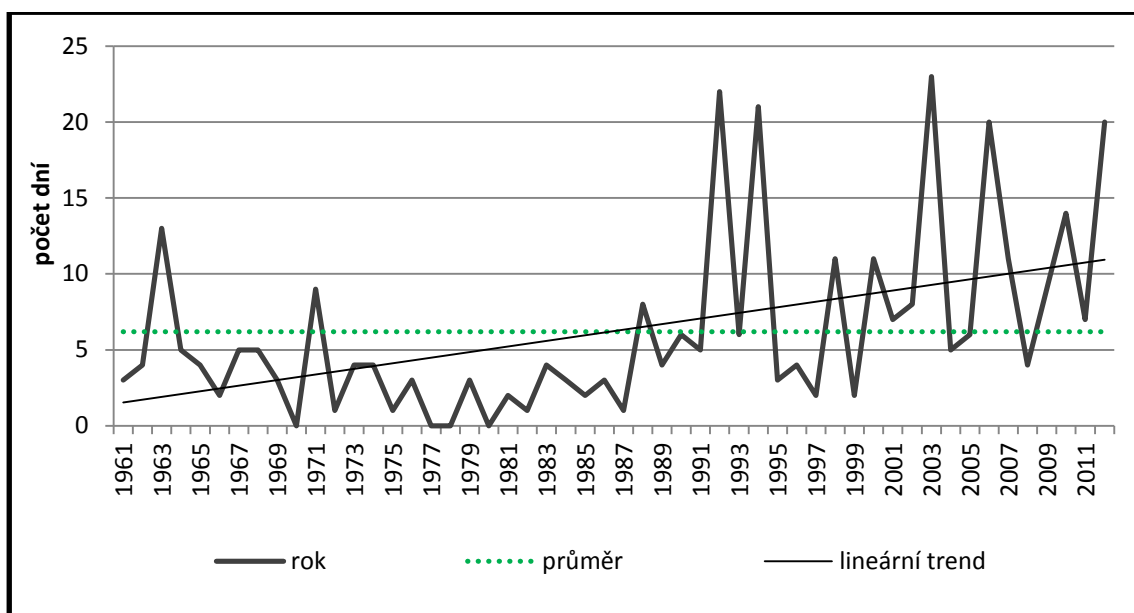


Obr. A. 11 Kolísání průměrné listopadové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna v období 1924–2012

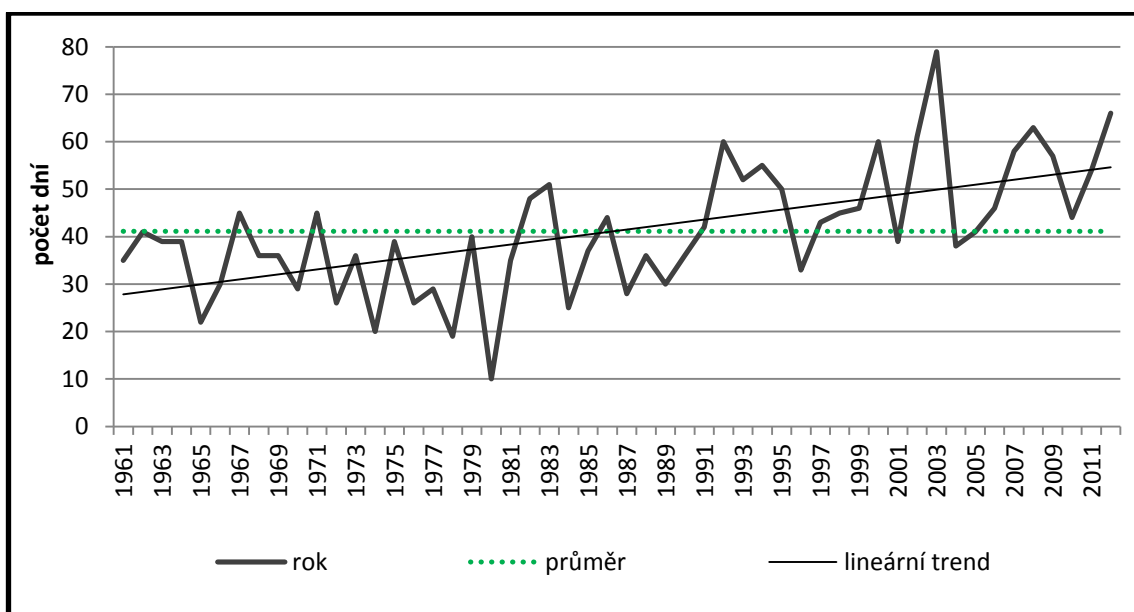


Obr. A. 12 Kolísání průměrné prosincové teploty vzduchu na stanici Hvězdárna v období 1924–2012

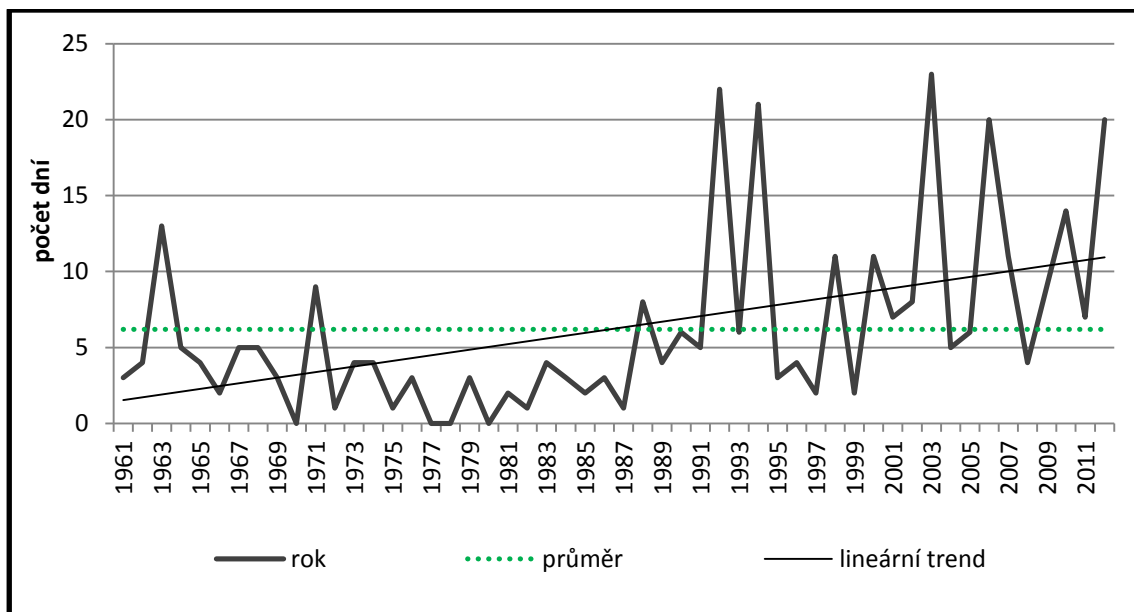
Příloha B Výskyt charakteristických dní v období 1961–2012



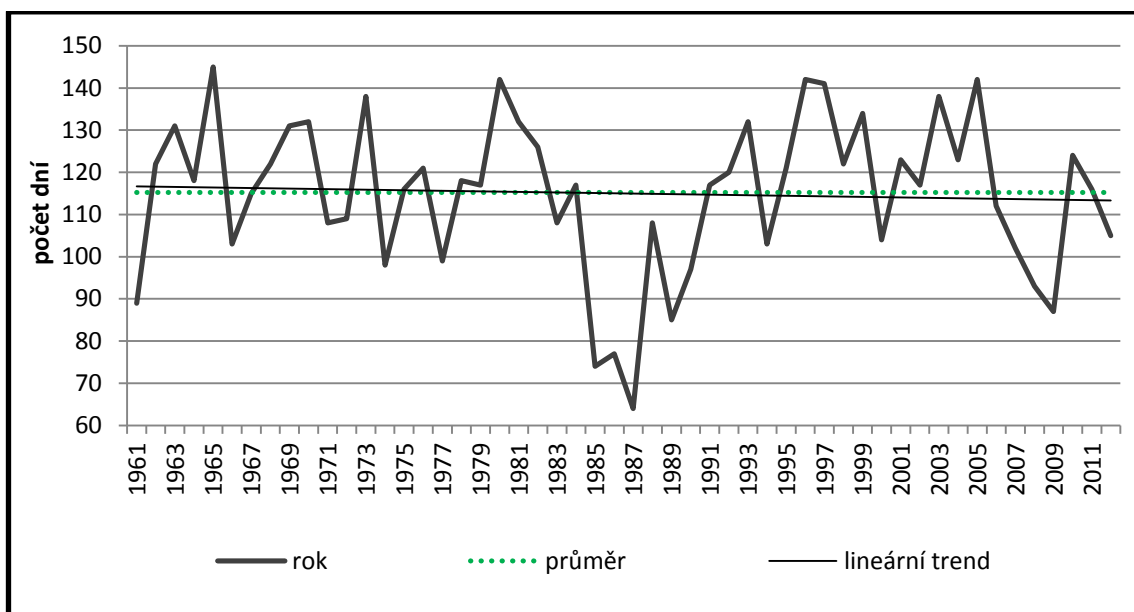
Obr. B. 1 Kolísání ročního počtu tropických dní na stanici Hvězdárna v období 1961–2012



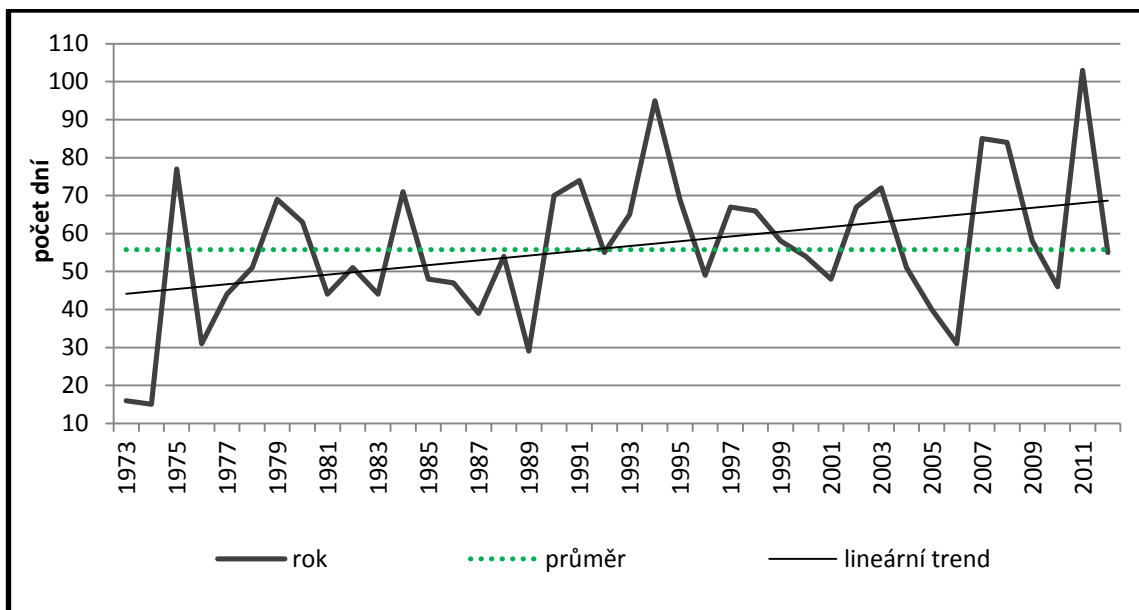
Obr. B. 2 Kolísání ročního počtu letních dní na stanici Hvězdárna v období 1961–2012



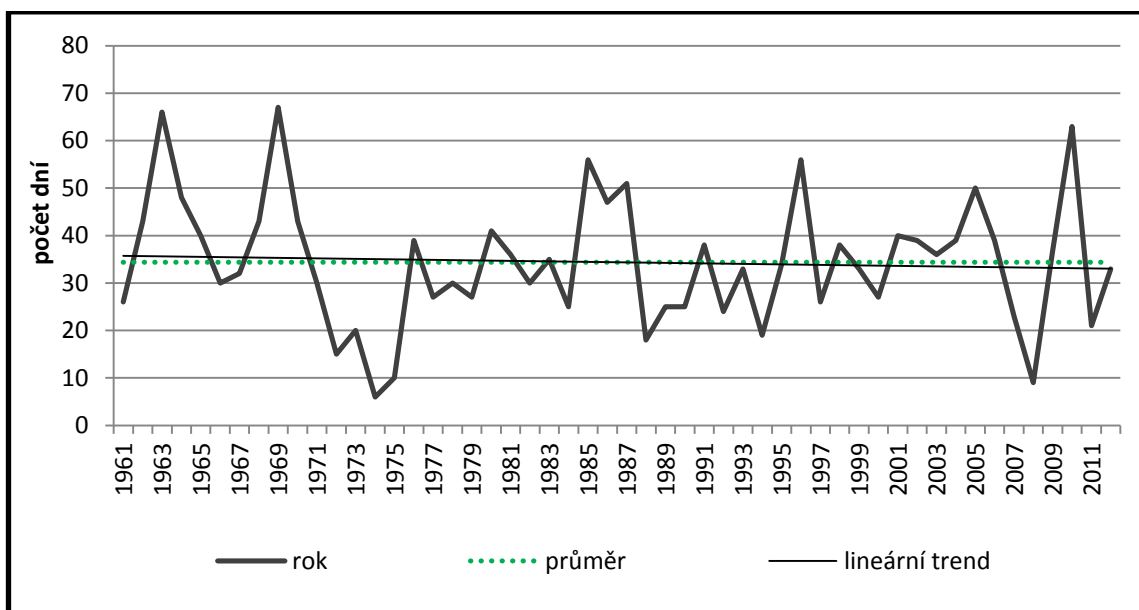
Obr. B. 3 Kolísání ročního počtu tropických dní s tropickou nocí na stanici Hvězdárna v období 1965–2012



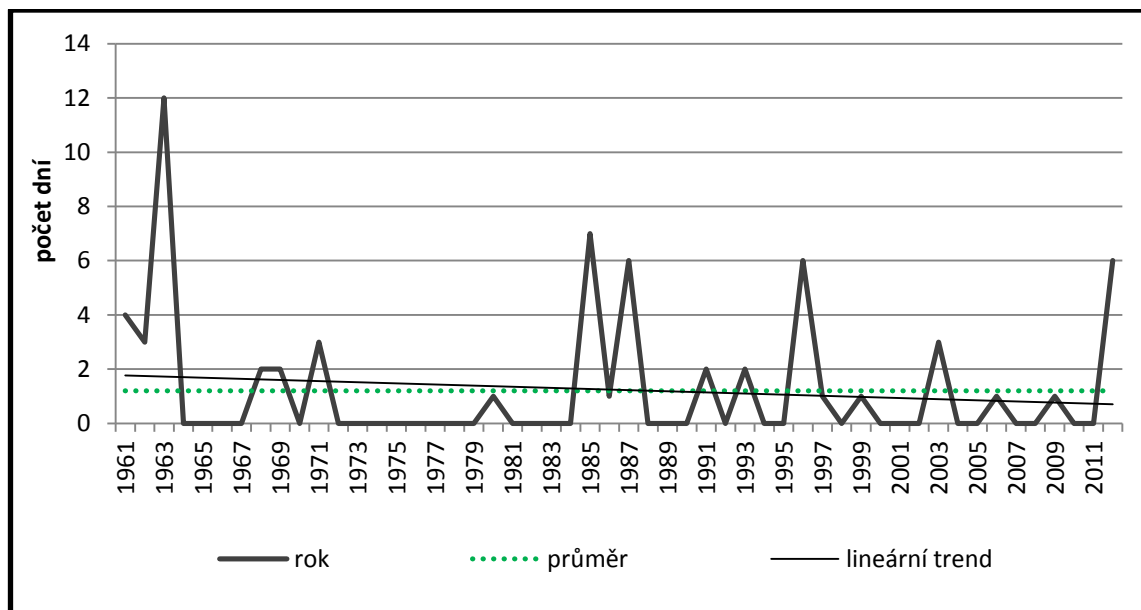
Obr. B. 4 Kolísání ročního počtu mrazových dní na stanici Hvězdárna v období 1961–2012



Obr. B. 5 Kolísání ročního počtu holomrazových dní na stanici Hvězdárna v období 1973–2012



Obr. B. 6 Kolísání ročního počtu ledových dní na stanici Hvězdárna v období 1961–2012



Obr. B. 7 Kolísání ročního počtu arktických dní na stanici Hvězdárna
v období 1961–2012

Příloha C Horké vlny v období 1966–2012

Tab. C. 1 Horké vlny, maximální délky vlny, maximální teploty a mezní termíny výskytu na stanici Hvězdárna za období 1966–2012

rok	počet vln	maximální délka vlny (dny)	maximální teplota (°C)	datum prvního výskytu	datum posledního výskytu
1966	0	-	-	-	-
1967	0	-	-	-	-
1968	0	-	-	-	-
1969	1	3	30,7	25. 7.–27. 7.	25. 7.–27. 7.
1970	0	-	-	-	-
1971	2	2 krát 3	32,5	26. 7.–28. 7.	1. 8.–3. 8.
1972	0	-	-	-	-
1973	0	-	-	-	-
1974	1	3	32,3	15. 8.–17. 8.	15. 8.–17. 8.
1975	0	-	-	-	-
1976	0	-	-	-	-
1977	0	-	-	-	-
1978	0	-	-	-	-
1979	0	-	-	-	-
1980	0	-	-	-	-
1981	0	-	-	-	-
1982	0	-	-	-	-
1983	0	-	-	-	-
1984	1	3	31,8	11. 7.–13. 7.	11.7.-13.7.
1985	1	3	30,6	14. 8.–16. 8.	14.8.-16.8.
1986	0	-	-	-	-
1987	1	4	31,6	16. 7.–19. 7.	16.7.19.7.
1988	0	-	-	-	-
1989	1	3	30,5	7. 7.–9. 7.	7.7.-9.7.
1990	0	-	-	-	-
1991	0	-	-	-	-
1992	4	3 krát 5	34,5	20. 7.–22. 7.	26. 8.–30. 8.
1993	1	3	32,0	14. 8.–16. 8.	14. 8.–16. 8.
1994	2	11	34,4	27. 6.–29. 6.	24. 7.–3. 8.
1995	1	3	31,0	10. 7.–12. 7.	10. 7.–12. 7.
1996	1	4	31,5	9. 6.–12. 6.	9. 6.–12. 6.
1997	0	-	-	-	-
1998	1	4	32,2	20. 7.–23. 7.	20. 7.–23. 7.
1999	0	-	-	-	-
2000	1	5	34,0	17. 8.–21. 8.	17. 8.–21.8.

2001	1	3	31,0	18. 8.–20. 8.	18. 8.–20. 8.
2002	1	4	31,9	18. 7.–21. 7.	18. 7.–21. 7.
2003	2	3	33,2	11. 6.–13. 6.	2. 8.–4. 8.
2004	0	-	-	-	-
2005	2	3	33,1	28. 5.–30. 5.	28. 7.–30. 7.
2006	2	11	34,4	19. 6.–21. 6.	19. 7.–29. 7.
2007	1	6	35,4	15. 7.–20. 7.	15. 7.–20. 7.
2008	0	-	-	-	-
2009	0	-	-	-	-
2010	1	8	34,0	10. 7.–17. 7.	10. 7.–17. 7.
2011	1	6	33,3	22. 8.–27. 8.	22. 8.–27. 8.
2012	3	3 krát 4	34,9	30. 6.–3. 7.	19. 8.–22. 8.

Příloha D Vybrané výsledky automobilového mobilního měření**Tab. D. 1** Trasa Jablůnka–Janová

číslo bodu	poloha	teplota (°C)	
		7. 7. 2011	8. 2. 2012
1	Jablůnka	22,8	-9,5
2	Pod Kobylou	20,5	-10,9
3	Bobrky	22,4	-9,7
4	Lázky	21,4	-10,3
5	Tyršova	22,9	-8,4
6	Smetanova ulice	22,7	-8,4
7	autobusové nádraží	23,4	-8,5
8	Bečva	20,6	-8,9
9	Žebračka	18,9	-10,6
10	Ústí	20,6	-9,6
11	u Bečvy	19,3	-10,5
12	Janová	21,0	-9,7

Tab. D. 2 Trasa Rokytnice–Dušná

číslo bodu	poloha	teplota (°C)	
		15. 6. 2011	11. 2. 2012
1	Rokytnice	17,5	-10,6
2	Shell	19,0	-10,2
3	Sokolovna	20,5	-9,2
4	Lidový dům	20,3	-9,0
5	Horní náměstí	18,1	-10,3
6	Kostka škola	18,9	-9,6
7	ČSOB	19,9	-9,4
8	Rybníky	16,9	-11,0
9	Penny market	17,3	-11,0
10	Jasenka	16,8	-10,3
11 a 12	Lyžařský areál a U Žalmánků	14,0	-10,9

Tab. D. 3 Trasa Janišov–Rokytnice

číslo bodu	poloha	teplota (°C)	
		13 .7. 2011	10. 2. 2012
1	Janišov	25,4	-10,5
2	U Zubíka	23,5	-11,6
3	Rokytnice	26,0	-9,8
4	Shell	27,5	-9,9
5	Pod Bečevnou	24,6	-10,1
6	Ohrada	28,6	-8,9
7	Nákupní centrum Ohrada	28,6	-8,9
8	Technické služby	27,6	-10,6
9	Dlúhé	24,9	-12,5
10	Velký Skalník	24,1	-11,7
11	Malý Skalník	26,4	-10,0
12	Za Díly	25,5	-10,8
13	Pod Pecníkem	27,1	-9,8
14	U Zámku	28,1	-10,2
15	teplárna	28,7	-8,8
16	slévárna	28,6	-8,9
17	Potůčky	24,3	-9,7

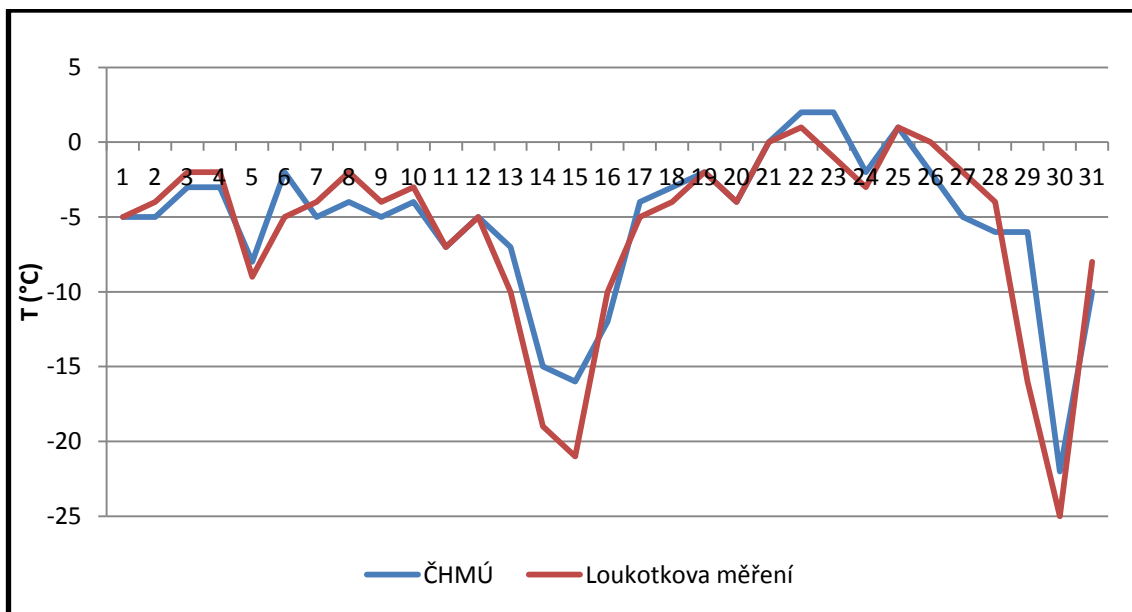
Tab. D. 4 Trasa Jablůnka–Dušná

číslo bodu	poloha	teplota (°C)	
		11. 11. 2011	19. 5. 2012
1	Jablůnka	-4,0	17,4
2	křižovatka Ratiboř	-4,8	16,0
3	Pod Kobylou	-5,8	15,0
4	Bobrky	-4,6	16,0
5	Vesník	-5,8	14,3
6	Pozemní stavby	-4,9	14,7
7	Snaha	-2,6	16,3
8	Městský úřad	-1,8	17,2
9	ČSOB	-2,3	18,0
10	Pod Bečevnou	-5,2	13,7
11	Rybníky	-3,9	14,3
12	Potůčky	-4,1	14,3
13	Lidový dům	-2,4	17,1
14	Jasenka	-3,3	15,5
15	sídliště Jasenka	-3,5	15,2

Příloha E Vybraná Loukotkova měření a jejich kvalita

Tab. E. 1 Únor 1913 přepis z Loukotkova deníku

den	7 hod. (°C)	12 hod. (°C)	21 hod. (°C)	popis počasí
1	-5,0			mírné sněžení
2	0,0	0,0		odpoledne sněžení
3	-2,0			ráno sněžení, večer déšť
4	5,0			déšť
5	5,0			jasno, na slunci 15 °C
6	0,0			jasno
7	0,0		-2,5	zataženo
8	2,0	10,0	0,0	zataženo, později jasno
9	0,0	7,0		jasno, zataženo, večer mráz
10	-1,0	8,0		zataženo
11	-1,0			zataženo, večer mráz
12	-2,0			zataženo
13	-5,0			zataženo
14	-2,0		-5,0	SZ vítr, sněžení
15	-8,0	3,0		jasno
16	-5,0	-2,0		skoro jasno, severozápadní vítr
17	-8,0	-6,0		severní vítr
18	-12,0	-7,0		jasno
19	-13,0			
20	-12,0			jasno, J vítr
21	-10,0		-10,0	zataženo, odpoledne skoro jasno
22	-7,0			zataženo, v 11. hodin sněžení
23	-5,0	-1,0		sněžení
24	-12,0	10,0		jasno
25	-4,0	5,0		jasno, jihovýchodní vítr
26	-3,0			jasno, jihovýchodní vítr
27	0,0	7,0		jasno, jihovýchodní vítr
28	-7,0	3,0		zataženo, déšť se sněhem



Obr. E. 1 Srovnání měsíčního termínovaného měření v 7 hod. na stanici ČHMÚ a Loukotkova měření ve Vsetíně, leden 1913