

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Katedra geografie

Mgr. Bořek NAVRÁTIL

POČASÍ A PODNEBÍ VSETÍNA

Rigorózní práce

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

Olomouc 2014

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce doc. RNDr. Miroslavu Vysoudilovi, CSc., za věnovaný čas, cenné rady, motivaci a inspiraci při zpracovávání této práce. Za poskytnutí dat a důležité rady k jejich zpracování děkuji Ing. Pavlu Lipinovi z ČHMÚ, pobočky v Ostravě a Mgr. Miroslavu Řepkovi z ČHMÚ, pobočky v Ostravě za poskytnutí a zpracování historických informací o meteorologickém pozorování ve Vsetíně. Dále za přínosnou a zajímavou spolupráci děkuji všem členům týmu mobilního měření a MUDr. Pavlíně Staňkové z neurologického oddělení Vsetínské nemocnice za zajímavé náměty dopadu meteorologických prvků na zdraví člověka.

BIBLIOGRAFICKÝ ZÁZNAM

Autor: Mgr. Bořek NAVRÁTIL
Studijní obor: Rigorózní řízení
Název práce: Počasí a podnebí Vsetína
Title of thesis: Weather and Climate of Vsetín
Vedoucí práce: doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.
Rozsah práce: 162 stran

Abstract: Časová a prostorová variabilita klimatických poměrů měst může být studována na různých prostorových úrovních a z různých zdrojů meteorologických dat. Mezi standardní metody patří stacionární meteorologická měření, ke zvláštním metodám použitým v této práci patří mobilní měření a metody termálního monitoringu. V práci je popsáno kolísání základních meteorologických prvků ve Vsetíně v období 1961–2010 a dlouhodobé kolísání nejvýznamnějších prvků za období 1900–2012 na základě měření ČHMÚ. Vybrané charakteristiky jsou srovnány s některými stanicemi na území Česka a místními meteorologickými stanicemi ČHMÚ Maruška, Hošťálková a amatérskou stanicí Rokytnice. Syntézou všech pozorování meteorologických pozorování byly popsány možné dopady vybraných klimatických prvků na zdraví člověka.

Klíčová slova:

Vsetín, 1961–2010, dlouhodobé kolísání, městské klima, tepelný ostrov města, mobilní měření

Abstract:

The temporal and spatial variability in town climate conditions can be studied in different spatial level and by using several sources of meteorological data.

Standard methods of measurement include stationary meteorological measurements, to the unusual ones used in this thesis belong mobile measurement and methods of thermal monitoring.

This thesis describes a variation of basic meteorological elements in homogenized period 1961-2010 and a long-term variation of the most significant elements in period 1900-2012 in Vsetín using data of the Czech Hydrometeorological Institute.

Characteristics selected were compared with some of the stations in the Czech republic, with local weather stations of CHMI - Maruška, Hošťálková and amateur station Rokytnice.

Using synthesis of all the meteorological observations, possible impact on human health was described.

Keywords:

Vsetín, 1961–2010, long-term fluctation variation, urban climate, urban heat island, mobile measurement

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

Ve Vsetíně 20. 3. 2014

.....

OBSAH

ÚVOD	9
1 CÍLE	10
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRO STUDIUM REŽIMU METEOROLOGICKÝCH PRVKŮ MĚSTSKÉHO KLIMATU A REŠERŠE LITERATURY	11
2.1 Režim hlavních meteorologických prvků v městské a příměstské krajině	12
2.2 Metody získávání dat ke studiu městského klimatu	15
2.2.1 Měření v účelových staničních sítích	16
2.2.2 Metody dálkového průzkumu země	16
2.2.3 Mobilní měření	17
2.3 Dopady městského klimatu a výkyvů počasí na lidské zdraví	21
3 METODY ZPRACOVÁNÍ	24
3.1 Data	24
3.2 Zpracování dat	25
3.2.1 Dlouhodobá a historická pozorování	25
3.2.2 Mobilní měření	26
3.2.3 Automobilová měření	26
3.2.4 Pěší měření	27
4 PŘÍRODNÍ POMĚRY VSETÍNA A OKOLÍ	29
5 HISTORIE A SOUČASNOST METEOROLOGICKÝCH MĚŘENÍ VE VSETÍNĚ	33
5.1 Poloha současných meteorologických stanic na území města	38
5.2 Vybrané meteorologické stanice v okolí Vsetína	40
5.3 Dosavadní poznatky o klimatu Vsetína	42
6 TEPLOTA VZDUCHU	43
6.1 Meziroční kolísání teploty vzduchu	43
6.2 Roční chod teploty vzduchu	45
6.3 Denní chod teploty vzduchu	46
6.4 Amplituda teploty vzduchu	48
6.5 Maximální a minimální teplota vzduchu	49
6.5.1 Maximální teplota vzduchu	49
6.5.2 Minimální teplota vzduchu	51

6.6 Charakteristické dny podle maximálního a minimálního teploměru	53
6.6.1 Tropické dny	53
6.6.2 Letní dny	54
6.6.3 Mrazové dny a dny s přízemním mrazem	54
6.6.4 Holomrazové dny	55
6.6.5 Ledové dny	55
6.6.6 Arktické dny	56
6.7 Horké a chladné vlny	57
6.7.1 Horké vlny	57
6.7.2 Chladné vlny	58
6.8 Prostorová variabilita teploty vzduchu	60
6.8.1 Variabilita teploty vzduchu na stanicích HVEZ a ROKY	60
6.8.2 Inverze teploty vzduchu	61
6.8.3 Stacionární měření (HVEZ, MARU a HOST)	61
6.8.4 Mobilní měření	64
6.9 Dlouhodobé kolísání teploty vzduchu	66
6.9.1 Meziroční kolísání teploty vzduchu v období 1900–2012	67
6.9.2 Meziroční kolísání maximální teploty vzduchu v období 1923–2012	74
6.9.3 Meziroční kolísání minimální teploty vzduchu v období 1923–2012	74
6.10 Výsledky mobilních měření	75
6.10.1 Mobilní měření automobilem	76
6.10.2 Mobilní měření pěší	88
6.11 Prostorová diferenciací povrchových teplot	98
7 SRÁŽKY	99
7.1 Meziroční kolísání úhrnu srážek	99
7.2 Sezónní kolísání úhrnu srážek	99
7.3 Roční chod srážek	100
7.4 Počet dnů se srážkami	101
7.5 Absolutní maxima srážek	103
7.6 Prostorová variabilita srážkových úhrnů	104
7.6.1 Variabilita úhrnu srážek na stanicích HVEZ a ROKY	104

7.6.2 Variabilita úhrnu srážek na stanicích HVEZ a MARU	105
7.7 Dlouhodobé kolísání atmosférických srážek	106
7.7.1 Meziroční kolísání ročních srážkových úhrnů (1900–2012) ve Vsetíně	106
8 SNÍH	112
8.1 Počet dnů se sněžením	112
8.2 Výška nově napadlého sněhu	112
8.2.1 Maximální denní úhrny nového sněhu	112
8.3 Charakteristické dny podle denní výšky sněhu	112
8.4 Maximální výška sněhové pokrývky	113
8.5 Počet dnů se sněhovou pokrývkou	114
8.6 Vodní hodnota celkové sněhové pokrývky	115
8.7 Sníh na stanicích HVEZ a MARU	116
8.8 Dlouhodobé kolísání sněhových poměrů ve Vsetíně (1923/24–2012/13)	116
8.8.1 Úhrn nově napadlého sněhu	116
8.8.2 Maximální denní úhrny nového sněhu	117
8.8.3 Maximální roční výška sněhové pokrývky	117
8.8.4 Počet dnů se sněhovou pokrývkou	118
9 VLHKOST VZDUCHU	119
9.1 Roční relativní vlhkost vzduchu	119
9.2 Měsíční a sezónní vlhkost vzduchu	119
9.3 Denní chod vlhkosti vzduchu	119
9.4 Dusné dny	120
9.5 Vlhkost vzduchu na stanicích HVEZ a MARU	121
9.5.1 Měsíční chod vlhkosti vzduchu na stanicích HVEZ a MARU	121
10 SLUNEČNÍ SVIT A OBLAČNOST	122
10.1 Meziroční kolísání slunečního svitu	122
10.2 Roční chod slunečního svitu	123
10.3 Denní úhrn slunečního svitu	124
10.4 Dny se slunečním svitem	125
10.5 Charakteristické dny podle oblačnosti	126
10.6 Prostorová variabilita úhrnu slunečního svitu	126

10.6.1 Simulace úhrnů slunečního svitu ve Vsetíně	126
10.6.2 Sluneční svit na stanici HVEZ a MARU	127
11 VÍTR	129
11.1 Průměrná roční a sezónní rychlost větru.....	129
11.2 Nárazovitý vítr	130
11.3 Silný a bouřlivý vítr	130
11.4 Směr větru.....	131
11.5 Vítr na stanicích HVEZ, ROKY a MARU	133
11.5.1 Průměrná rychlost větru na stanicích HVEZ a ROKY	133
11.5.2 Průměrná a maximální rychlost větru na stanicích HVEZ a MARU.....	134
11.6 Místní větry	135
12 VYBRANÉ HYDROMETEOROLOGICKÉ JEVY	136
12.1 Bouřka a doprovodné jevy	136
12.1.1 Důsledky bouřek a frontální činnosti	137
12.2 Kroupy	138
12.3 Mlha	139
12.4 Rosa.....	140
12.5 Den s námrazkovým jevem.....	141
12.6 Den s náledím a ledovkou.....	141
12.7 Tornáda, tromby a příbuzné jevy	142
13 APLIKACE VE VÝUCE ZEMĚPISU	145
ZÁVĚR	149
SUMMARY	152
LITERATURA	154

ÚVOD

Studium podnebí měst patří mezi zajímavá a v poslední době frekventovaná témata vědecko-výzkumných klimatologických prací. Poměrně významná část prací se zabývá středně velkými městy. Je zajímavé, že doposud nebyla předmětem hlubšího zájmu menší a středně velká města s kotlinovou polohou. Předložená rigorózní práce se pokouší alespoň z části doplnit na Českém území ne příliš studované klimatické poměry středně velkého města s kotlinovou polohou na modelovém příkladu Vsetína. Obsahová struktura práce byla sestavena podle podobných klimatologických prací vzniklých na území Česka (Vysoudil et al. 2012, Dobrovolný et al 2012, Tolasz et al. 2007). To usnadňuje čtenáři orientaci v textu, umožňuje snadné srovnání vybraných charakteristik s jinými stanicemi.

Práce je rozdělena do třinácti kapitol rozdělených do dvou tematických okruhů. První celek tvoří zdroje dat, teoretická východiska s rešerší literatury a historii meteorologického pozorování. Druhá, obsáhlejší část práce nabízí pohled na výsledky dlouhodobého kolísání hlavních meteorologických prvků a jejich časovou a prostorovou proměnlivost. Ta byla analyzována na základě standardních meteorologických pozorování. Největší pozornost byla věnována teplotě vzduchu, která byla důkladně studována na základě standardních i méně obvyklých metod.

Poznání režimu meteorologických prvků a specifik městského klimatu má nepopiratelný význam pro život obyvatel a běžné fungování města. Práce proto byla koncipována tak, aby její dílčí části mohly být využity veřejnými a soukromými institucemi na území města.

1 CÍLE

Cílem rigorózní práce je analýza časové a prostorové variability hlavních meteorologických prvků ve Vsetíně, jako příkladu středně velkého města s kotlinovou polohou. Práce popisuje dlouhodobé kolísání klimatu na základě analýzy dat Českého hydrometeorologického ústavu, pobočka v Ostravě. Vybrané časové řady meteorologických prvků z meteorologické stanice ČHMÚ Vsetín jsou porovnány s řadami z dalších profesionálních i amatérských meteorologických stanic v okolí města tak, aby nabízela komplexní pohled na klimatické poměry města Vsetína a přilehlého okolí. Výskyt nebezpečných meteorologických jevů ohrožuje lidskou společnost, proto byl jejich výskyt, projevy a dopady v městské a příměstské krajině také podrobně popsán. Zvýšená pozornost v práci byla věnována časové a prostorové diferenciaci teploty vzduchu. Tato proměnlivost byla studována na několika prostorových úrovních s různých zdrojů dat. Stacionární měření byla doplněna o data získaná metodami termálního leteckého snímkování a o výsledky vlastních mobilních měření.

Důležitým cílem práce je přispět k popularizaci meteorologie a klimatologie ve Vsetíně. Nabízí řadu zajímavých informací pro učitele zeměpisu, zájmové skupiny, orgány veřejné správy i širší veřejnost.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRO STUDIUM REŽIMU METEOROLOGICKÝCH PRVKŮ MĚSTSKÉHO KLIMATU A REŠERŠE LITERATURY

První vědeckou studii zaměřenou na porovnání teplotního režimu města a venkova na příkladu Londýna provedl Howerd v roce 1833. V Česku se první práce studující městské klima objevují od roku 1781, kdy Antonín Strnad dochází k závěru, že klementinská řada měření teploty vzduchu může být ovlivněna spalováním tuhých paliv v centru města (Munzar 1988). V bývalém Československu byly významné studie zaměřené na teplotní poměry a klima Bratislavy (Konček 1956, 1979). Studium klimatu měst se od té doby stalo frekventovaným tématem vědecko-výzkumných prací. Poslední nejvýznamnější práce v Česku věnované klimatu Brna a Olomouce jsou založeny na víceúrovňové analýze, která spočívá ve využití dat různého rozlišení v čase i v prostoru a jejich následné syntéze (Dobrovolný et al. 2012, Vysoudil et al. 2012). Další významné světové práce věnované klimatu měst se zabývají především středně velkými až velkými městy. Klima menších a středně velkých měst s kotlinovou nebo horskou polohou nebyla předmětem hlubšího zájmu.

Studium klimatu měst je v soudobé klimatologii stále studovanějším tématem, což přímo souvisí, mimo jiné, s rostoucím podílem městského obyvatelstva, s případným rizikem ztrát na lidských životech a také s rizikem materiálních škod v případě extrémních projevů počasí. Ve velkých městech žije v současné době 50 % světové populace a ve vyspělých státech světa dokonce až 75 % (Lambin a Geist 2006).

Městské klima se vytváří společným spolupůsobením aktivních povrchů typických pro města, antropogenních producentů tepelné energie, dopravních, průmyslových a dalších činností. Aktivní povrch měst je plošně větší než ve volné krajině. Ve městě je tvořen i stěnami a střechami staveb, komunikacemi s asfaltovým, betonovým či kamenným povrchem, zelenými plochami apod. Nejen současná velkoměsta, ale i středně velká města v Česku vykazují silné znečištění ovzduší, zvyšuje se především koncentrace tzv. fotochemického smogu a prašného aerosolu (Oke 1997, Vysoudil et al. 2012). Území měst formuje specifické městské klima, které se odráží v charakteristickém režimu většiny meteorologických prvků odlišných od poměrů ve volné venkovské krajině (Dobrovolný et al. 2012).

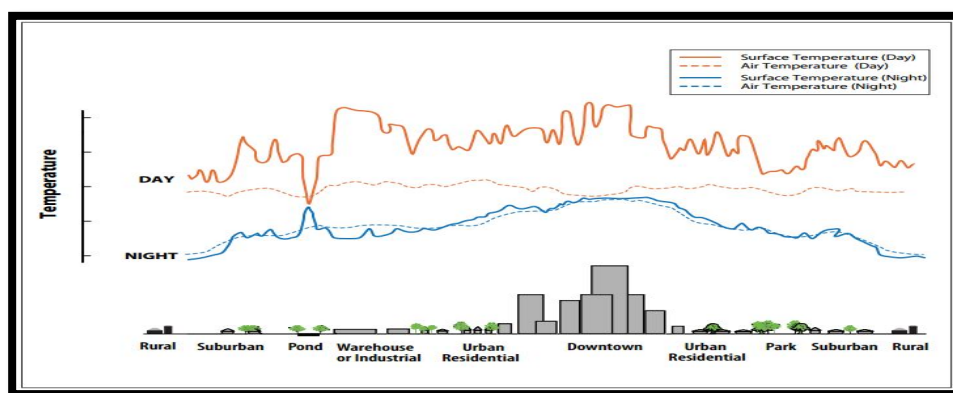
2.1 Režim hlavních meteorologických prvků v městské a příměstské krajině

Největší pozornost při studiu klimatu měst je věnována detekci prostorové variability režimu teploty vzduchu. Ten výrazně ovlivňují aktivní povrchy s tepelnou kapacitou, které umožňují absorpci velkého množství tepla v období s pozitivní energetickou bilancí. Vzhledem k modifikaci energetické bilance mohou být zastavěné oblasti měst výrazně teplejší než okolní krajina. Velký podíl nepropustných povrchů snižuje množství vody k evapotranspiraci, následně se tak snižuje latentní tok tepla. I turbulentní přenos tepla je redukován v důsledku geometrie městské zástavby. Teplotní poměry zastavěných ploch souvisí i s nízkým albedem zastavěné plochy a znečištění atmosféry (Oke 1997). Charakteristickou energetickou bilancí v městském prostředí ovlivňují podle Klysika (1996) i antropogenní faktory, např. výfuky automobilů a komíny budov.

Mezi nejlépe zdokumentované příklady modifikace meteorologických prvků ve městě patří tepelný ostrov města (UHI – Urban Heat Island, viz–Arnfield 2003). Je to oblast zvýšené teploty vzduchu v mezní a přízemní vrstvě atmosféry nad městem nebo průmyslovou aglomerací v porovnání s venkovským okolím města (Sobíšek a kol. 1993). Změnou meteorologických prvků v tepelném ostrovu Prahy se zabývali Baranová a Huth (2005), v zahraničí podobné studie publikovali Bottyán et al. (2005) pro Debrecín nebo Alcoforado a Andrade (2006) pro Lisabon. 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. Již Sundgborg (1950) zjistil, že největší teplotní rozdíly mezi městem a jeho okolím bývají dosahovány ve večerních hodinách, nejmenší teplotní rozdíl je dopoledne. Intenzita tepelného ostrova vypočtená z denních průměrných teplot vzduchu podle práce Bokwa (2011) dosahuje v Krakově na jaře 1,4 °C, v létě 1,5 °C, na podzim 1,7 °C a v zimě 1,0 °C. Vyšší teplota vzduchu

v centru města v porovnání s příměstskou krajinou má přímý vliv nejen na lidské zdraví, ale má důsledky i na ekonomiku (Oke 1997).

V posledních letech je při studiu klimatu věnována velká pozornost teplotnímu režimu aktivního povrchu (Carlowicz, 2010). Na vlastnosti různých aktivních povrchů při vzniku teplotního ostrova se zaměřil Ozawa (2004). Nejvíce tepla absorbují zastavěné oblasti vyznačující se neschopností odrazet 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. Možnosti jak ochladit přehřáté centrum města hledal Abkari (2005). Zabýval se především hustější výsadbou městské zeleně nebo použitím reflexních materiálů na střechách 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.



Obr. 1 Variabilita povrchové teploty a atmosférické teploty (Abkari 2008)

Problematikou aktivního povrchu ve městech se zabýval Jacobson (2012), který navázal na Abkariho. 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 se výrazně zvýšily albedo. V současné době se podílí tepelné ostrovy z 2 až 4 % na globálním oteplování. Tento podíl by se díky nátěru snížil. Problematice nátěru střech se věnoval také Abkari et al. (2012), který při aplikaci bílé barvy a nahrazení tmavé městské dlažby bílou očekává zvýšení městského albeda o 10 %. 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.

Tab. 1 Průměrná změna vybraných meteorologických prvků a procesů pro města středních zeměpisných šířek s velikostí do 1 mil. obyvatel (Oliver 2004, upraveno)

prvek	typ změny	velikost změny/komentář
intenzita turbulence	vyšší	10–50 %
rychlost větru	snížení	5–30 % v 10 m za silného proudění
	zvýšení	za slabého proudění jako důsledek UHI
směr větru	vyšší proměnlivost	1–10 °
UV záření	snížení	25–90 %
sluneční záření	snížení	1–25 %
infračervené záření	zvýšení	5–40 %
Dohlednost	redukována	-
evapotranspirace	snížení	okolo 50 %
konvektivní přenos tepla	zvýšení	50 %
absorpce a ukládání tepla	zvýšení	200 %
teplota vzduchu	zvýšení	roční průměr cca o 2 °C, pro extrémní hodnoty (min/max) rozdíl ještě vyšší
vlhkost vzduchu	snížení	letní dny
	zvýšení	letní noci, zimní dny
Oblačnost	zvýšení	platí i pro výskyt mlh
Srážky	zvýšení	Projevy antropogenních srážek díky vyššímu výskytu kondenzačních jader nad městem

Vysoudil et al. (2012) shrnul, že pro klima měst je na rozdíl od venkovských sídel nebo volné krajiny charakteristický tento režim meteorologických prvků:

- nižší průměrná rychlost větru,
- vyšší denní i noční průměrná teplota vzduchu,
- nižší průměrná vlhkost vzduchu,
- snížená dohlednost,
- vyšší hodnota znečištění vzduchu v důsledku vyšších emisí látek znečišťujících ovzduší,
- snížená hodnota slunečního záření,
- vyšší hodnota oblačnosti,
- vyšší hodnota srážkových úhrnů.

Města s kotlinovou nebo údolní polohou vytvářejí ještě pestřejší podmínky pro jejich klima, než města v rovinaté krajině. Například Bokwa (2011) zjistila, že vliv vertikálně členitého georeliéfu na pole teploty vzduchu v přízemní vrstvě atmosféry je v případě města v údolní poloze (Krakov) větší, než vliv způsobu využití země (land

use). Význam reliéfu, jako důležitého faktoru při utváření městského klimatu v místním měřítku, byl zpracován jen v několika studiích (např. Arnfield (2003), Grimmond 2006). Oba autoři i další doporučili věnovat větší pozornost modifikaci městského klimatu vlivem georeliéfu.

Výskyt možných místních klimatických efektů, které se můžou projevit i v příměstské oblasti popsal Vysoudil (2009). Různě ukloněné plochy umožňují vznik oblastí s různými teplotami. Významné mohou být důsledky katabatického stékání studeného vzduchu. Tento jev se objevuje po západu Slunce v době nejintenzivnějšího ochlazování. Jedná se o sestupný klouzavý pohyb chladného vzduchu podél ukloněného reliéfu. Studený vzduch se podsouvá pod teplý vzduch, na dně údolí dochází ke vzniku jezera studeného vzduchu, teplotní inverze a případně mrazové kotliny, 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 výskytem jezera studeného vzduchu nebo teplotní inverze může docházet ke vzniku. 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. Na Vsetínsku bylo podle Pavelky a kol. (2001) lokalizováno místo se vznikem teplé svahové zóny v PP Vršky, v oblasti výskytu teplomilných vstavačů.

2.2 Metody získávání dat ke studiu městského klimatu

Městská krajina utváří díky své prostorové struktuře typické městské klima, které vyžaduje pro svou studii řadu různých metod. K analýze prostorové variability teploty vzduchu a dalších meteorologických prvků ve městech se nejčastěji používá dostatečně hustá účelová staniční síť nebo dálkový průzkum země, či metody mobilních měření. V současnosti je preferován víceúrovňový přístup ke studiu klimatu měst, proto bývá většinou kombinováno více metod.

2.2.1 Měření v účelových staničních sítích

Rozmíst'ováním účelových meteorologických stanic v městské a příměstské krajině tak, aby byla získána data v dostatečném množství a reprezentativní kvalitě se zabývali např. Oke, Smith (1999). Při rozmíst'ování stanic je podle autora důležité vzít v úvahu polohu stanice nad nestandardními povrchy, blízkost staveb, které vyzařují teplo nebo expozici stanic. Staniční síť ve svých pracích primárně využili např. Pigeon, Masson (2009) nebo Bokwa (2010). Řada dalších autorů použila kombinaci různých datových zdrojů pro studium klimatických poměrů města (Snowdon 2007, Dobrovolný et al. 2012, Vysoudil et al. 2012).

2.2.2 Metody dálkového průzkumu země

Dálkový průzkum ve výzkumu městského klimatu se začíná uplatňovat od 70. let 20. stol. Jedním z průkopníků byl Rao (1972), který použil termální snímkování k detekci povrchového tepelného ostrova a studiu rozdílných teplot aktivních povrchů. V současné době existuje několik družicových systémů, které poskytují či poskytovaly termální snímky. Pro účely studia městského klimatu jsou využívány především snímky z družic LANDSAT (radiometr TM či ETM+) a snímky z radiometru ASTER umístěného na družicích TERRA a AQUA. Dalším zdrojem družicových snímků vhodných ke studiu městského klimatu jsou snímky z radiometru MODIS (Dobrovolný et al. 2012).

V posledních letech začíná vzrůstat význam družicových termosnímků měst. Stávají se významným podkladovým materiálem při víceúrovňových studiích městského klimatu. To dokládá např. i práce Li et al. (2004). Výsledky studia družicových snímků potvrdily, že teplotní pole ve městech má výraznou návaznost na geometrii aktivního povrchu, land use, vegetaci a zdroje odpadního antropogenního teplota (Souch, Grimmond 2006). Termální snímky byly použity i pro zkoumání vlastností městské vegetace (Leuzinger et al. 2010).

Metoda dálkového průzkumu země byla uplatněna i v Česku, především při studiu klimatu Brna, Olomouce a Prahy. Tepelný ostrov Brna na základě termálních snímků studovali Dobrovolný a Jelínek (2009). Klasifikace snímků byly sestaveny z map základních druhů povrchů potřebných pro kvantifikaci jejich emisivity, následně byla odhadnuta intenzita celého tepelného ostrova na základě rozdílu mezi teplotou aktivních povrchů ve městě a v přírodní krajině. Pole povrchových teplot v Brně a okolí zkoumal Dobrovolný (2012) na základě dvou termálních snímků pořízených družicí

LANDSAT 5 a LANDSAT 7. V případě Olomouce se problematikou teplotního pole na základě družicových termálních snímků zabývali Geletič, Vysoudil (2012), výsledky jsou popsány i v publikaci Vysoudil et al. (2012).

Tab. 2 Porovnání typických hodnot albeda (α) a emisivity (ϵ) pro vybrané druhy urbánních a přirozených povrchů (Dobrovolný et al. 2012, upraveno podle Bretz et al. 1998, Oke 1987 a Snyder et al. 1998)

Materiál	albedo (α)	emisivita (ϵ)
Asfalt	0,05–0,20	0,95
Beton	0,30	0,71–0,94
červená cihla	0,30	0,90
bílá omítka	0,93	0,91
tráva (dlouhá ~ krátká)	0,16–0,26	0,90–0,95
půda (vlhká ~ suchá)	0,05–0,40	0,98–0,90
listnatý les	0,15–0,25	0,97–0,99
jehličnatý les	0,10–0,15	0,97–0,99

2.2.3 Mobilní měření

Jako komplikované se jeví studium a analýza odlišností režimu chodu teploty vzduchu a její prostorové variability. Datová základna ze stanic ČHMÚ je pro tento účel nepoužitelná stejně jako měření ve vlastní účelové staniční síti. Stanice ČHMÚ jsou velmi řídce rozmístěné, často se nacházejí na okraji měst. Účelová staniční síť obvykle z technických i ekonomických důvodů dostatečně husté pokrytí plochy města. Doplnění a zpřesnění těchto měření nabízí mobilní měření, poskytuje i údaje z míst s nedostatečnou hustotou stacionárních stanic, což je typické většinou pro město (Steward 2000). Tato metoda patří mezi dlouhodobě 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 stali v roce 1927 W. Schmidt a A. Peppler, kteří 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. Metoda mobilních měření začala být postupně aplikovaná i u menších měst a aglomerací. Kopec (1970) 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. Mobilní měření byla postupně využívána nejen k detekci prostorové variability teploty a vlhkosti vzduchu, ale i pro analýzu znečištění ovzduší. Bach (1971) na příkladu amerického města Cincinnati poukázal na fakt, že oblast tepelného ostrova města je častěji zasažena vyšší koncentrací znečišťujících látek. 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. Jednou z nejvýznamnějších studií pomocí mobilních měření publikoval Unger et al. (2001), který prováděl v Maďarském Debrecínu mobilní měření v průběhu celého roku a identifikoval tak charakteristické rysy tepelného ostrova.

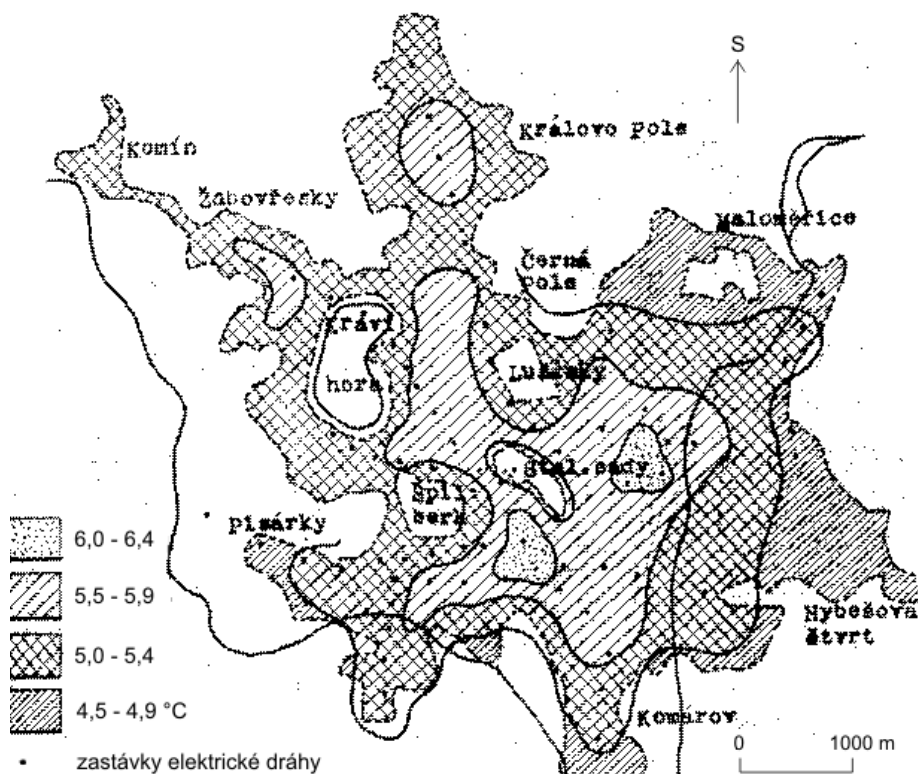
V současné době lze provádět mobilní měření dvěma způsoby. První způsob byl aplikován v historických měřeních, kdy byla předem definována síť bodů, ve kterých byla při každém průjezdu teplota vzduchu změřena. Tuto metodu v nedávné době použili např. Melhuish a Pedder (1998) nebo Tumanov et al. (1999). Druhým

způsobem, který našel uplatnění v posledních letech je mobilní měření teploty vzduchu, které probíhá společně s GPS měřením. Měření probíhá v určitém časovém intervalu, ve kterém je pomocí GPS zaznamenávána přesná poloha měřícího vozu. Tato metoda byla použita např. Tomáš, Vysoudil (2010, 2011).

V bývalém Československu byl hlavním propagátorem metody mobilních měření Evžen Quitt, který aplikoval Schmidtovu metodu mobilních měření. Nejprve pomocí mobilních měření automobilem popsal teplotní poměry Brna (Quitt 1956), později tuto metodu využil jako prostředek pro zpestření výzkumu klimatu Pavlovských vrchů (Quitt 1972). Soustředil se na 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 Česka 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. Jízdní kolo jako jiný dopravní prostředek pro mobilní měření dále použili např. v Japonském Naganu

Takagi (2005), v Holandsku van Hove et al. (2011) nebo Heusinkvald et al., (2010), Brandsma a Wolters (2012). Dalšími použitými dopravními prostředky pro mobilní měření byl i autobus městské hromadné dopravy v Německém Aachenu (Buttstädt et al. 2011). V Česku použil pro makroklimatický výzkum teplotních poměrů Brna elektrické pouliční dráhy – tramvaje Quitt (1956). Během 4 hodin jízdy bylo možné projet celé město a získat tak několik stovek naměřených hodnot (Obr. 2). 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. V Brně použil ve své práci mobilní měření automobilem, s použitím jízdního kola a vlaku i Krahula (2013). Katzschner (2006) využil „pojízdného vozíku“ (Obr. 3), 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. 2 Rozložení teploty vzduchu (°C) v Brně na základě mobilních měření tramvají (Quitt 1957)



Obr. 3 Mobilní systém pro hodnocení oblasti městského klimatu města Kassel
(Katzschner, 2006)

2.3 Dopady městského klimatu a výkyvů počasí na lidské zdraví

Podle Sitar (2005), již Hippokrates upozorňoval, že změny počasí a klimatu mohou mít vliv na člověka, zejména nemocného. Této problematice se začínají odborníci intenzivněji věnovat od 40. let dvacátého století především v Německu. Mezi průkopnické práce bývá řazen Ungeheuer (1955). Mezi významné autory zabývajícími se touto problematikou v Česku patřili v minulých letech především Sitar (2005, 2009) a Střeštík, Sitar (1996).

V posledních letech bývá často prezentováno tzv. globální oteplování, především jeho extrémní dopady na zdraví obyvatelstva. Významnou zátěží pro zdraví obyvatelstva je mimo globální oteplování i tepelný ostrov měst a jeho zvětšující se intenzita (Parker 2006). Proto studium režimu meteorologických prvků a specifík, jejich časové a prostorové variability v městském prostředí má nesporný význam mimo jiné pro každodenní život obyvatel a běžné fungování města (Dobrovolný et al. 2012).

Na lidský organismus působí zcela bezprostředně většina meteorologických prvků, některým vlivům počasí se snaží organismus bránit, jiné jsou pro něj příznivé. Lidský organismus vnímá především místní počasí, mimo to i bližší a vzdálené jevy v atmosféře (atmosférické fronty, bouřky), změny v chemismu dýchaného vzduchu, tj. imisní hodnoty chemického znečištění, změny koncentrací přirozených iontů (Dykast, Novák 2010). V posledních letech se objevuje pojem „meteosenzitivita“, citlivost lidí na změnu počasí. Podle Novák, Hejkrlik (2005), Mitrofanová (2013) nemůže za zvýšenou citlivost lidí na změnu počasí pouze reakce na výkyvy teploty a tlaku vzduchu nebo dlouhodobé meteorologické změny. Příčinou je odloučení člověka

od vnějšího prostředí, kdy člověk tráví většinu času v umělém klimatu domů, pracovišť, dopravních prostředků. V tomto umělém prostředí mnohdy funguje klimatizace, která rozdíly v porovnání s přirozeným prostředím zvětšuje. Člověk tak ztrácí schopnost přizpůsobovat se náhlým změnám v atmosféře. V dřívější době se uvádělo, že na lidi přichází únava při poklesu tlaku o 10 hPa, v posledních letech někteří lidé reagují stejně při poklesu tlaku i jen o několik hPa.

Z meteorologických prvků, které mají dominantní vliv na organizmy z pohledu možných zdravotních rizik, jsou podle Rožnovského (2010) nejrizikovější teplota vzduchu a její extrémy a vlhkost vzduchu.

Vlivem dopadu náhlé změny teploty a tlaku vzduchu na úmrtnost se zabývali Plavcová a Kyselý (2009). Vzestup úmrtnosti detekovali druhý den po výrazné kladné změně teploty a poklesu tlaku vzduchu. K poklesu úmrtnosti dochází po výrazných vzestupech tlaku a výrazných ochlazeních v létě. Většina úmrtí po výrazných změnách teploty vzduchu připadá na kardiovaskulární nemoci.

Díky klimatickým změnám ve městech vzniká zcela charakteristické klima, které má řadu negativních dopadů především na jeho obyvatelstvo (Kyselý, Huth 2004). Možná zdravotní rizika podle Pokladníkové a kol. (2009) jsou nejpravděpodobnější během horkých vln. Během horkých vln dochází podle Rožnovského (2010) k narušení regulačního termosystému populace, ty mají za následek nárůst křečí z horka, respiračních obtíží, a úmrtnosti obyvatelstva. Podle Pokladníkové a kol. (2009) jsou v době teplotních extrémů nejvíce postiženi zejména starší a dlouhodobě nemocní lidé. Během těchto situací dochází ke vzniku zvýšené úmrtnosti spojené s chronickými onemocněními zejména kardiovaskulárními, mozkovými a cévními a onemocněními dýchacího ústrojí. Zvýšenou úmrtnost v době vln horka potvrdil např. Schär et al. (2004) v roce 2003 v Paříži. Mezi další autory, kteří se zabývají negativními dopady městského klimatu na zdraví obyvatelstva jsou např. Abkari (2008), Kyselý a Huth (2004), Pokladníková a kol. (2009). Tomáš (2012) potvrdil, že v Olomouci je největší teplotní zátěž pro obyvatelstvo žijící v centru města v letních měsících. 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.

Na základě mnoholetých zkušeností a dlouhodobých pozorování pracovníků neurologického oddělení Vsetínské nemocnice se jeví duben nejméně vhodným měsícem pro složitější operace. Přes naše území přechází množství atmosférických

front, které zatěžují zdraví pacienta. Mezi obecně známé zkušenosti lékařů patří zvětšující se množství porodů před bouřkou nebo častější výskyt zdravotních problémů před přechodem atmosférické fronty. Zajímavý je i fakt, že lidé v bezvědomí se nejčastěji probírají za jasných nocí s úplňkem (MUDr. Leška, MUDr. Staňková – osobní diskuze).

Vybrané dopady počasí na lidské zdraví podle původu jsou zařazeny v jednotlivých kapitolách věnujících se meteorologickým prvkům.

3 METODY ZPRACOVÁNÍ

Řešení tématu klimatické poměry města vyžaduje dostatek reprezentativních a homogenních dat a informací. Jedná se o meteorologická data a informace získaná stacionárním měřením, mobilním měřením a termální detekcí. Významným zdrojem informací umožňující komplexní pohled na danou problematiku se staly i odborné texty a mnohaleté osobní zkušenosti meteorologických pozorovatelů stanice Vsetín.

3.1 Data

Základním zdrojem dat pro klimatologickou analýzu byla data z archivu ČHMÚ a vlastní mobilní měření. Teplotní a srážkové řady ze stanice Vsetín (HVEZ) za období 1961–2012 byly homogenizovány pracovníky ČHMÚ, pobočka v Ostravě. U použitých historických dat z období před rokem 1961 proběhly pouze základní kontroly. Stanice Vsetín nemá k dispozici dlouhou nepřerušovanou řadu pozorování bez přemístění stanice. Historické řady meteorologických pozorování před rokem 1961 vznikly složením měření ze stanic RYBN (Rybníky), ZUSK (Základní umělecká škola), PODS (Podsedy) a HVEZ (Hvězdárna). Kompilovaná řada vykazuje nepřetržitá měření teploty vzduchu a srážek od června 1952. Chybějící měsíční data byla vypočtena pracovníky ČHMÚ, pobočka v Ostravě metodou lokální lineární regrese z datových vrstev teploty vzduchu příslušných měsíců. Chybějící historická měsíční data teploty vzduchu a srážek byla dopočtena pro období 1901–1/1903, 12/1903–2/1904, 1905–1906, 2–3/1907, 6/1907–9/1908, 1909, 1911, 1915–4/1923, 9–12/1950, 7/1951–5/1952. Použitá data ostatních meteorologických prvků začala nejčastěji rokem 1961, popřípadě 1923 s dopočtenými obdobími 9–12/1950, 7/1951–5/1952. Pouze data délky trvání úhrnů slunečního svitu byla dopočtena ještě pro období 5/1991–9/1994. Vybrané klimatické charakteristiky posledních let (2005–2012) ze stanice Vsetín byly porovnány s daty ČHMÚ ze stanic Hošťálková (HOST) a Maruška (MARU). Dílčí porovnání meteorologických prvků bylo provedeno neprofesionálními stanicemi Rokytnice (ROKY) a Hovězí. Data ze stanice Hovězí poskytl majitel stanice Evžen Růžička zaměstnancům hvězdárny Vsetín. Data ze stanice ROKY byla získána v rámci projektu GLOBE. Tato stanice sloužila jako stanice na doplňování vybraných charakteristik naměřených na území města. Na základě měření této stanice byly v práci Navrátil (2013) hodnoceny termíny maximálních a minimálních teplot za radiačního počasí. Tyto výsledky posloužily pro určování termínů mobilních měření.

Pro zpřesnění prostorového rozložení teploty byla použita metoda mobilních měření. Ta byla provedena ve dvou fázích. V první fázi bylo použito jako pojízdná laboratoř k měření auto, a to podle metodiky použité např. Quittem (1956). Ve druhé fázi byla získávána data mobilním měřením při chůzi. Jednalo se o původní vlastní metodu.

Víceúrovňový monitoring režimu teploty vzduchu byl doplněn o výsledky leteckého termosnímkování. Leteckým termosnímkováním (23. 4. 2011, 8. 2. 2011 a 18. 3. 2011) na objednávku města Vsetín byla zdokumentována zastavěná část města a vytvořena teplotní mapa města. Význam této metody spočívá v detekci tepelných ztrát domů, tepelných rozvodů a výměníků. Z této detekce jsou zřejmé teplotní rozdíly mezi umělými a přírodními povrchy. Termosnímkování bylo prováděno těsně před východem slunce, během jasného dne, bez sněhové pokrývky a s bezvětřím. K simulaci délky slunečního svitu v horském terénu Vsetínska byla použita 3D aplikace Google Earth.

3.2 Zpracování dat

Práce prezentuje údaje o nejvyšších, nejnižších, průměrných a mimořádných klimatických charakteristikách. Použité statistické charakteristiky byly aritmetický průměr, odchylka od průměru, variační odchylka a interval normality. Vybrané hodnoty analyzovaných meteorologických prvků byly vyjádřeny graficky pomocí aktuálních hodnot, klouzavých průměrů, lineárními trendy, dlouhodobými průměry, mediány a mezemi normality. Pro medián neboli 50. percentil platí, že 50 % hodnot je menších nebo rovných a 50 % je větších nebo rovných mediánu. Nadnormální a podnormální hodnoty byly vymezeny podle Noska (1972) 80. percentilem a 20. percentilem. Pokud průměrná roční teplota vzduchu nebo srážkový úhrn leží uvnitř tohoto intervalu, považujeme hodnotu za normální. Pravděpodobnost výskytu normální hodnoty je 60 %.

Hodnoty teploty vzduchu získané při mobilních měřeních byly přepočteny jako odchylky od střední hodnoty a byly zaneseny do grafů a map.

3.2.1 Dlouhodobá a historická pozorování

Při sestavování kapitol 6–12 bylo vycházeno z osobních dlouholetých zkušeností pozorovatelů na stanici HVEZ. Především díky Mgr. Jiřímu Hassovi, který na stanici dobrovolně slouží od roku 1971, se ve Vsetíně kvalitně sleduje velké množství jevů. Zápisky Emila Březiny posloužily k popisu vybraných nebezpečných atmosférických

jevů. Zkušenosti, informace a zápisy od všech pozorovatelů stanice se ukázaly jako značně důležité pro další identifikaci místních klimatických efektů ve sledované oblasti.

Historie profesionálních a amatérský pozorování ve Vsetíně byla dohledána ve Státním okresním archívu Vsetín a archívu ČHMÚ, pobočka v Ostravě. Kapitola 5 (Historie a současnost meteorologických pozorování ve Vsetíně) a byla sepsána za významné podpory Mgr. Miroslava Řepky z ČHMÚ, pobočka v Ostravě.

3.2.2 Mobilní měření

Primárním cílem mobilních měření bylo zjistit prostorové rozložení teploty vzduchu ve městě a okolí, detekce ostrovů tepla a chladu, identifikace inverzí teploty vzduchu.

Trasy měření automobilových i pěších měření městem byly 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 dle metodiky Vysoudila a Tomáše (2011), kteří zjistili, že metoda mobilních měření je vhodná při identifikaci inverzí teploty 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.

Všechna mobilní měření byla plánována na základě využití meteorologických předpovědí počasí ČHMÚ, výstupu modelu a meteogramu ALADIN. Pro kontrolu byl využíván aktuální graf ČHMÚ vyjadřující chod meteorologických prvků ze stanice Vsetín. Všechna mobilní měření byla realizována ve dnech s radiálním počasím (oblačnost $< 2/10$, průměrná denní rychlost větru $< 2 \text{ m.s}^{-1}$). Výsledné mapy byly zpracovány v programu Adobe Photoshop CS4.

Pro určení termínů mobilních měření bylo využíváno průměrných termínů maximálních a minimálních teplot vzduchu a doby s intenzivním ochlazováním ze stanice ROKY.

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

3.2.3 Automobilová měření

V roce 2010 byla ve Vsetíně provedena 3 pokusná měření, která prokázala význam této metody při popisu prostorové teplotní diferenciace. Mobilní měření za použití

automobilu byla realizována v 8 termínech od 15. června 2011 do 19. května 2012. Pro lepší charakteristiku mezoklimatických a mikroklimatických zvláštností byla každá trasa, na základě studií Quitta (1972), projeta minimálně 2x, a to vždy za různých povětrnostních podmínek a v různém ročním období. Teplotní čidlo bylo umístěno na anténě osobního automobilu ve výšce 170 cm nad povrchem. 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 km.h^{-1} . Teplotní čidlo bylo propojeno s měřicím přístrojem a ten s notebookem. Měřené hodnoty se automaticky zaznamenávaly v intervalu 20 sec., v předem definovaných bodech. Síť měřicích bodů byla pro měřicí jízdy na jedné trase vždy stejná. Stejnou metodiku použili při svých měřeních např. Melhuish a Peder (1998). Ve vybraných bodech probíhalo manuální zapisování naměřených údajů. Průjezd každé trasy trval průměrně 35 minut, za jízdu bylo získáno průměrně 100 hodnot.

3.2.4 Pěší měření

Pro doplnění nedostatečných dat z reprezentativních poloh ve městě získaných ze staniční sítě a průjezdových měřeních byla zvolena vlastní mobilní metoda pěších měření. Podobnou metodu použil i Krahula (2013). V roce 2010 byla vykonána tři zkušební měření, která potvrdila vhodnost této metody pro porovnání teplotních rozdílů na relativně krátké vzdálenosti. V období letních měsíců roku 2011 a 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 et al. (1954), že relativně stálé teploty vzduchu bývají okolo času výskytu denních maximálních a minimálních teplot. Na základě zjištěných termínů teplotního maxima a minima na stanici ROKY bylo ve dvou případech provedeno měření v těchto termínech a v době nejintenzivnějšího ochlazování podle Quitta (1972). Teplotní čidlo bylo přichyceno na dřevěné tyči ve výšce 185 cm a kryto umělohmotným krytem (Obr. 4). Naměřené hodnoty byly při chůzi manuálně odečítány z měřicího přístroje ve vybraných bodech. Vzdálenost mezi nimi byla průměrně 150 m. Délka trasy dosahovala průměrně 3,5 km, trvání měření 35 min.



Obr. 4 Instalace teplotního čidla pro automobilové mobilní měření (vlevo) a ukázka pěšího mobilního měření (vpravo) (Navrátil 15. 6. 2011; 25. 8. 2012)

Na základě výsledků mobilních měření a dlouhodobého pozorování meteorologů ze stanice HVEZ bylo vytvořeno pravděpodobné rozložení teploty vzduchu v době nejintenzivnějšího ochlazování. Mezi vymezenými oblastmi bývá za radiačního počasí teplotní rozdíl průměrně $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4 PŘÍRODNÍ POMĚRY VSETÍNA A OKOLÍ

Město Vsetín, ve kterém žije 26 817 obyvatel (ČSÚ, stav 1. 1. 2013), se nachází v jihozápadní nejnižší části Moravskoslezských Beskyd. Rozkládá se na ploše 5 761,49 ha (ČSÚ, 2013). Díky nepříznivým geografickým podmínkám bylo území Vsetínska v historii objevováno a osídlováno spíše náhodně. První písemná zmínka o Vsetíně je z roku 1308, popisuje městečko Setteinz s kostelem a mlýnem. Od 19. stol. začíná rychlý rozvoj průmyslu. V roce 1909 se Vsetín stal okresním městem. Období mezi válkami bylo ve znamení orientace města na těžký průmysl a příchodu několika vln uprchlíků. První vlna dorazila v roce 1937 po otevření závodu Zbrojovka. Druhá, větší vlna dorazila po okupaci 15. března 1939. Počet obyvatel vzrostl o 9 000, důsledkem byl velký rozvoj a nová výstavba města (Tab. 3). V roce 1949 byly k městu připojeny obce Jasenka, Rokytnice a Semetín. V období 1975–1991 byly ke Vsetínu připojeny obce Janová a Ústí, v letech 1980–1998 Lhota u Vsetína (Baletka 2008). Po roce 2000 se město začíná potýkat s novými problémy, úbytkem počtu obyvatel a odchodem mladých vzdělaných lidí (ČSÚ, 2013).

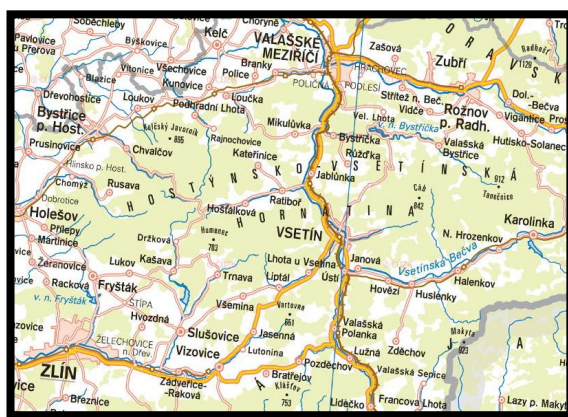
Město Vsetín patří k nejvýznamnějším střediskům východní Moravy s potenciálem dynamického rozvoje města.

Tab. 3 Vývoj počtu obyvatel a domů ve Vsetíně za období 1666–2011 (ČSÚ 2013, Baletka 2008)

rok	počet obyvatel	počet domů (bytů)
1666	918	-
1791	2 624	391
1850	3 313	-
1869	3 706	566
1880	4 585	622
1890	6 057	619
1900	6 736	699
1910	7 584	810
1921	7 025	869
1930	7 229	1 041
1950	16 225	1 522
1961	18 213	2 118
1970	22 108	2 088
1980	29 927	2 873
1991	31 591	2 891 (11 598)
2001	29 256	2 368 (11 608)
2011	26 976	2 293 (11 175)

Nejvýraznějším rysem georeliéfu města Vsetína je jeho výrazná horizontální i vertikální členitost. Tento charakter krajiny je dán komplikovanou geomorfologickou

historií a geologickou stavbou. Území Vsetína podle Demka (2006) patří do geomorfologické podsoustavy Vnější Západní Karpaty, rozkládá se v centrální části celku Hostýnsko-Vsetínská hornatina, která je rozdělena hlubokým údolím Vsetínské Bečvy. Město se rozprostírá na dně kotliny, která je tvořena Vsetínskobečevskou nivou, obklopenou zaoblenými horskými hřbety s hluboce zaříznutými údolími. Jednotlivá údolí od sebe oddělují geomorfologické okrsky Valašskobystřická vrchovina, Liptálské hřbety a Hornobečevská vrchovina. Reliéfu města dominují na severu nejvyšší vrch katastrálního území města Cáb (841 m) na západě vrch Křížový (670 m), na jihu Bečevná (501 m), východní hranici města tvoří Lysá hora (577 m).



Obr. 5 Geografická poloha města Vsetína (Zdroj: www.geoportal.gov.cz)

Z geologického hlediska náleží Vsetínská kotlina podle Svobody (1990) k Západním Karpatům, které v rámci západního karpatského oblouku lemují východ Česka. Jsou součástí soustavy mladých pásemných pohoří vzniklých ve třetihorách v rámci několika fází alpského vrásnění. Vývoj pestrého reliéfu reprezentovaný především zdvihem krajiny pokračuje dodnes. Údolní dna jsou vyplněna mocnými nánosy fluvialních štěrků. Podloží je tvořeno flyšovými horninami, které se zde usadily v rámci mořské transgrese ve třetihorách. Flyšové horniny jsou složeny z rytmicky usazovaných pískovců, prachovců, jílovců, slínovců, vzácně i slepenců a vápenců (Pavelka et al. 2001). Pro karpatský flyš je charakteristická příkrovová stavba, díky této deformaci se zde setkáváme s geologickou inverzí. Nestabilní flyšové podloží zde podmiňuje vznik svahových deformací, především sesouvání půdy. K těmto pohybům dochází nejčastěji po vydatných deštích.

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 et al. 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 koridory pro šíření druhotné teplomilné vegetace. Kyselý et al. (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 (2007) 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.

Vsetínem protéká řeka Vsetínská Bečva náležící k úmoří Černého moře. Vsetínská Bečva pramení pod vrchem Trojačka (938 m), její tok je dlouhý 59,5 km. Nejvyšší úroveň vodní hladiny dosahuje řeka nejčastěji v dubnu, nejnižší v září. Řeka Vsetínská Bečva je takřka od svého pramene regulovaná, protéká úzkým, hlubokým údolím, až před Vsetínem začíná dominovat širokému údolí s vyvinutou nivou. Ve Vsetíně přijímá řeka Vsetínská Bečva levostranné přítoky Rokytenka a Semetínský potok. Významnými pravostrannými přítoky jsou Jasenice a Jasenka. Ve Valašském Meziříčí, po soutoku s Rožnovskou Bečvou, vytváří společně řeku Bečvu. Ta je dlouhá 120,2 km s plochou povodí 1 627 km². Řeka Bečva je levostranným přítokem řeky Moravy, s průměrným průtokem u soutoku 18 m³.s⁻¹ (Vlček 1984). Vsetínská Bečva je charakteristická malými průměrnými průtoky, ovšem v době extrémních srážkových úhrnů jsou na ní zaznamenávány díky malým retenčním schopnostem podloží vysoké kulminační průtoky povodňových vln. Oblast Vsetínska podle povrchového odtoku patří k nejvodnatějším územím Česka, specifický odtok činí 10 a 251 s . km². Proto je zařazena na seznam chráněných oblastí s přirozenou akumulací podzemních vod (Pavelka et al. 2001).

Z pedologického hlediska je území Vsetína tvořeno především urbáními antropozeměmi. Podél řeky Vsetínské Bečvy a v údolích kolem města převládají mladé nivní půdy (fluvizemě), které vznikají v dočasně zaplavovaných údolních nivách. V horských polohách podél města dominují kambizemě, tvořené prachovci (zdroj: www.geoportál.gov.cz)

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 vstavačovitě rostliny (Pavelka et al. 2001). Vyšší polohy s výrazně větším podílem lesních ploch jsou situovány především na sever, východ a jih od studovaného území. Velká lesnatost dosahující v katastru města 56 % řadí okres Vsetín mezi nejvíce zalesněné v Česku. Lesní porost zabírá v katastru města 3 241,73 ha (ČSÚ, 2013).

Komplexní fyzicko-geografické charakteristiky Vsetínska představují součást klimatického systému a mají přímý vliv na formování místního klimatu.



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

Celá niva i původní biota byly značně pozměněny v důsledku výstavby města, průmyslu a venkovské zástavby. Ve využití půdy na území města dominují zastavěné plochy (198,63 ha), následovány lesy a zemědělskou půdou. 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. Zemědělská půda se nachází v okrajových částech města s typickým plošším reliéfem především na západ a jihovýchod od města. Významným mezníkem v urbanistickém rozvoji Vsetína byl rok 1937 po otevření Zbrojovky Vsetín, kdy dochází k rychlé výstavbě města.

5 HISTORIE A SOUČASNOST METEOROLOGICKÝCH MĚŘENÍ VE VSETÍNĚ

Nejstarší informace o počasí a příbuzných jevech ve Vsetíně je možné dohledat v obecní kronice. Historické dokumenty o extrémních projevech počasí ve Vsetíně jsou ovšem v porovnání s velkými městy na Moravě výrazně chudší. První významnější zápis o extrémním úhrnu srážek a následné rekordní povodni v dějinách Vsetína je možné dohledat v zápisech z roku 1854. Vytrvalé deště způsobily povodeň, která zatopila Dolní město. Dne 19. srpna 1854 dosahovala výška vodní hladiny v parku 165 cm nad terénem. Povodňová značka s popisem události se dodnes dochovala na kříži na Dolním náměstí.

Na rozdíl od historických informací o extrémech počasí, má město Vsetín poměrně bohatou historii meteorologických pozorování. První záznam o meteorologické stanici ve Vsetíně z roku 1879 se nachází v ročence C a K. Hydrografického Zemského úřadu – Meteorologická pozorování na Moravě a ve Slezsku. Stanice měla začít pozorovat od března tohoto roku. Byla situována v nadmořské výšce 347 m n. m. Měřila se teplota vzduchu v termínech 7, 14 a 21 hod., a srážky. Od roku 1881 se stanice objevuje v ročence Meteorologické komise Přírodopysného spolku v Brně. Zde se nachází kromě průměrných měsíčních termínových a průměrných teplot vzduchu a srážek také tlak vzduchu a pozorované prvky – oblačnost, směr a rychlost větru a informace o dni s prvním a posledním sněžením. Prvním pozorovatelem byl Emanuel Widimsky, ke kterému v roce 1880 přibyl W. Fernand, v roce 1882 se stal dobrovolným pozorovatelem L. Buják. V ročence z roku 1883 je uvedena profese pozorovatele – učitel. Je tedy možné se domnívat, že stanice byla umístěna v některé z tehdejších škol.

V roce 1883 byla stanice přemístěna na lesní správu nebo myslivnu v nadmořské výšce 370 m n. m., přesné umístění stanice však není známo. Pozorovatelem byl nadlesní A. Johnen. Stanice měřila ve stejném rozsahu a termínech až do roku 1890, kdy bylo z důvodu úmrtí pozorovatele pozorování přerušeno.

O obnovení stanice v březnu roku 1893 se postaral německý podnikatel Michael Thonet (Obr. 7), který měl od roku 1870 ve Vsetíně továrnu na ohýbaný nábytek. Pozorovatelem byl zahradník Stephan Vrbecky, uváděná nadmořská výška stanice je 350 m n. m. Stanice byla od tohoto roku pravděpodobně umístěna v areálu Hospodářské školy. V roce 1895 se stává pozorovatelem zahradník Wilhelm Strauch, který pozoroval

až do března 1908. Od tohoto roku jsou k dispozici měsíční výkazy meteorologických pozorování s denními daty, kde je uváděno místo stanice Hospodářská škola (RYBN) v části Rybníky (dnes budova ALCEDA, Obr. 8). Od března 1908 vystřídal Wilhelma Straucha Josef Matoušek a toho pak v březnu 1910 Emil Klega. Denní data (termínové teploty a úhrny srážek) jsou však od tohoto data dosti neúplná, v některých letech chybí i několik měsíců, roky 1901-1902, 1905-1906 chybí úplně. Pozorování bylo ukončeno v prosinci 1914.



Obr. 7 Michael Thonet s rodinou (vlevo) dle Baletka (2008), Poloha meteorologické stanice Rybníky při pohledu ze zámekové věže, směr JZ, v roce 1907 (vpravo—zdroj: www.mestovsetin.cz)

Pozorování bylo na stejném místě obnoveno v květnu roku 1923. Pozorovatelem byl zahradník Jan Hagen, pozorovací program stanice byl již plně klimatologický. Měřily se termínové teploty a relativní vlhkosti vzduchu, vlhká i přízemní minimální teplota, maximální a minimální teplota vzduchu, pozorovala se oblačnost, odhadoval se směr a rychlost větru, měřil se denní úhrn srážek, výška nového a celkového sněhu, zaznamenávaly se atmosférické jevy. Od roku 1941 přibýlo pozorování stavu půdy a od roku 1945 vodní hodnota sněhu. Pozorování a měření probíhá nepřetržitě i během druhé světové války a končí až v srpnu 1950. Do tohoto roku nesla stanice název Wsetin (Lipina, Řepka 2010).



Obr. 8 Budova Zemské odborné školy hospodářské v roce 1937 (zdroj: www.vsetinvobrazech.cz)

V prosinci 1950 byla stanice přemístěna na Střední chlapeckou školu na Horním městě (dnešní ZUŠ, Obr. 9). Zde stanice měřila se stejným pozorovacím programem do června 1950. Pozorovateli byli Zdeněk Láska a Rudolf Mlýnek. Klimatologické pozorování bylo poté na rok přerušeno. V červnu 1952 byla stanice obnovena nedaleko předchozího místa pozorování, na zahradě rodinného domu na ulici Podsedky (375 m n. m.). Pozorovatelé byli manželé Tomáš a Marie Fišerovi. Podle Josefa Goláně (kronikář obce Liptál), bylo po roce 1952 obnoveno i amatérské klimatologické pozorování u Zemědělské školy. Pozorování prováděl zaměstnanec lesní správy Smrčina až do roku 1971. Z tohoto pozorování se doposud nepodařilo dohledat žádná data.



Obr. 9 Budova střední chlapecké školy v 50. letech 20. století (vlevo—zdroj: www.zus-vsetin.org), poloha budoucí meteorologické stanice Vsetín v roce 1948, pohled ze Žambošky směrem k SV (vpravo—zdroj: www.mestovsetin.cz)

Již 30. července 1950 byla ve Vsetíně dostavěna nová hvězdárna, asi 200 m od stanice na Podsedkách. Meteorologická stanice byla do areálu hvězdárny přemístěna v dubnu 1957 (390 m n. m.), kde se nachází dodnes (Obr. 10). První pozorovatelkou byla Marie Skaláková. Od roku 1961 J. Skalák, kterého v červenci 1969 nahradila Marta Študentová, ta byla v červenci vystřídána Janem Tkadlecem. Od září 1971 začal meteorologická pozorování provádět Mgr. Jiří Hass, který na stanici slouží dodnes.

V červnu 1966 bylo na stanici zahájeno měření úhrnu slunečního svitu. Do roku 1987 se měřil i výpar z vodní hladiny. V roce 1990 došlo k drobnému přesunu meteorologické budky v rámci zahrady hvězdárny.

Od roku 1953 je datová řada meteorologických pozorování ve Vsetíně kompletní. S dopočtenými chybějícími daty jsou ve Vsetíně dostupné řady většiny meteorologických prvků od ledna 1900.



Obr. 10 Hvězdárna Vsetín s meteorologickou stanicí na počátku 60. let 20. století (vlevo—zdroj: www.hvezdarna-vsetin.cz), současná stanice Vsetín (Březina 2010)

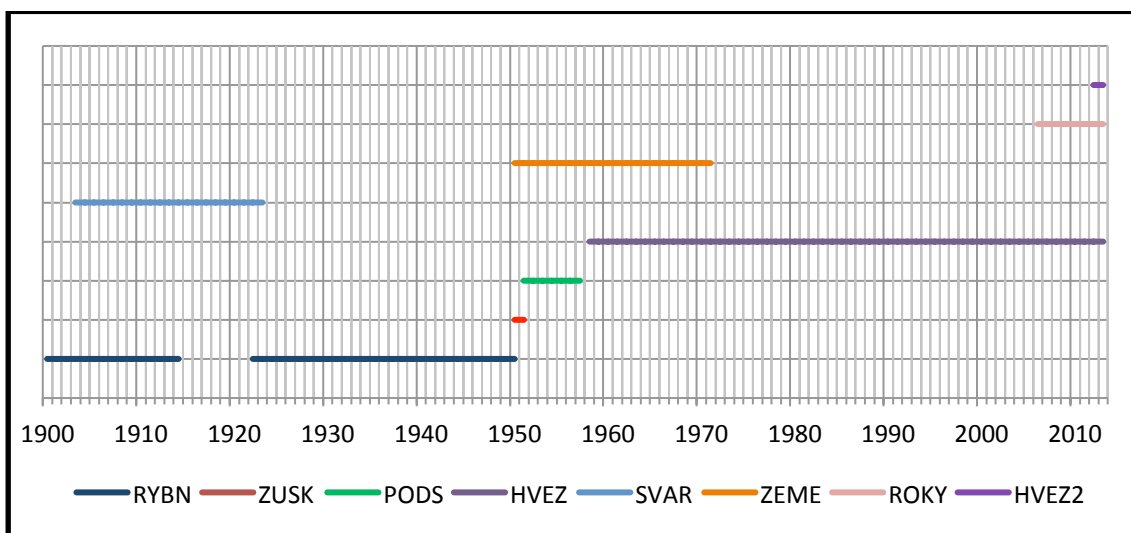
Dle struktury staniční sítě ČHMÚ patří stanice Vsetín k automatickým klimatologickým stanicím. Klimatologické stanice jsou obsluhovány dobrovolnými spolupracovníky ČHMÚ. Ve Vsetíně je jím Mgr. Jiří Hass, který patří na 22. místo v délce dobrovolné služby pro ČHMÚ, pobočka v Ostravě (Lipina, Řepka 2010). Pozorovatel stanice průběžně sleduje a zaznamenává meteorologické jevy, jejich druh, intenzitu a časový výskyt. Měření a pozorování všech základních meteorologických prvků se provádí třikrát denně v tzv. klimatologických termínech (7, 14 a 21 hod. MSSČ). Kromě toho stanice měří množství spadlých srážek, výšku sněhové pokrývky a její vodní hodnotu v klimatologickém termínu 7 hod. Klasický pozorovací program stanice se změnil výstavbou automatické stanice, která je v provozu od roku 1998. Automatická stanice snímá hodnoty meteorologických prvků pomocí elektronického či mechanického čidla. Data byla nejprve snímána v 15ti min. kroku a od dubna 2010 v 10 minutovém kroku. Všechna data jsou ukládána a zpracována řídicím počítačem. Automatická stanice měří teplotu vzduchu (okamžitou, maximální i minimální), vlhkost vzduchu ve 2 metrech nad zemí, přízemní minimální teplotu, půdní teploty v pěti hloubkách, směr, rychlost a nárazy větru v 10 m, sluneční svit (každou sekundu) ve 4 m, a úhrn srážek v minutovém kroku. Od prosince 2008 je pod střechou hvězdárny umístěna webová kamera, snímající každou minutu pohled na jihovýchodní část města.

Ve Vsetíně probíhala mimo oficiální, též amatérská meteorologická pozorování. Vybrané případy extrémního počasí a extrémních hydrometeorologických jevů byly ve Vsetíně popsány například v obecní kronice nebo soukromých kronikách. Nejvýznamnější amatérské meteorologické pozorování prováděl hostinský, astronom a amatérský meteorolog Josef Lukotka, který každodenně prováděl zápisy o aktuálním stavu počasí a teplotě vzduchu na dvoře vlastního domu na Svárově (Obr. 11).

Svá pozorování prováděl v období 1903–1923. Teplotu měřil každý den v 7 hod. a namátkově ve 12 a 21 hod. Prvních patnáct let měření probíhalo duplicitně s oficiální stanicí Rybníky. Srovnáním vybraných hodnot se jeví přínos zápisů především z hlediska pozorování jevů a průběhu počasí. Klimatologická hodnota dat je sporná. Dalším amatérským pozorovatelem byl pan Smrčina na Rybníkách, který provozoval stanici pravděpodobně v období 1952–1971. Od poloviny roku 2004 se začalo s přístrojovým meteorologickým měřením v ZŠ Vsetín, Rokytice (ROKY) v rámci projektu GLOBE. Většina měření byla přepisována žáky školy, proto je reprezentativnost výsledků spekulativní. Manuální stanice byla v roce 2007 doplněna stanicí Davis Vantage Pro2, která přináší data vhodná k interpretaci při studiu klimatických podmínek Vsetína. V roce 2012 přibyla ve Vsetíně další amatérská automatická stanice, která byla instalována do areálu hvězdárny. Jejím majitelem a provozovatelem je Muzeum regionu Valašsko ve Vsetíně.



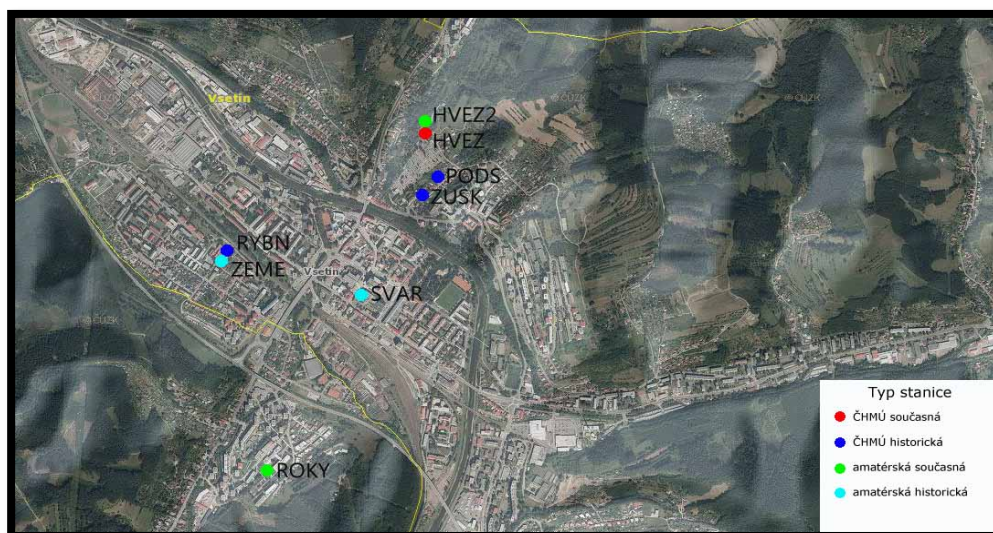
Obr. 11 Lukotkovo stavení (vpravo) asi v roce 1974 (Baletka 2008)



Obr. 12 Doba pozorování jednotlivých profesionálních a amatérských stanic na území města Vsetína

Tab. 4 Základní údaje profesionálních meteorologických stanic na území města Vsetína

Stanice	Indikativ	Indikativ CLIDATA	Začátek pozorování	Konec pozorování	Typ	Aktivní povrch	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadmořská výška
Vsetín, Rybníky	RYBN	03VSET01	1.1.1900	31.12.1914	MSS	hnědá půda, travnatý porost, zast. plocha	49.3422	17.9783	340
			1.5.1923	31.8.1950	MKS	hnědá půda, travnatý porost			
Vsetín	ZUSK		1.12.1950	30.6.1951	MKS	hnědá půda	49.345	17.9944	380
	PODS		1.6.1952	31.3.1957	MKS	hnědá půda, travnatý porost, zahrada	49.3425	17.9972	375
	HVEZ		1.4.1957	30.9.1959	MKS	hnědá půda, travnatý porost, zast. plocha	49.3444	17.9961	388
			1.10.1959	31. 12. 1989	MKS	hnědá půda, travnatý porost, zast. plocha	49.3444	17.9961	388
			1.1.1990	31. 12. 1997	MKS	hnědá půda, travnatý porost, zast. plocha	49.3442	17.9961	387
			1.1.1998	doposud	AKS1	hnědá půda, travnatý porost, zast. plocha			



Obr. 13 Historické a současné meteorologické stanice na území města Vsetína

5.1 Poloha současných meteorologických stanic na území města

V současné době se na území města nacházejí tři meteorologické stanice (Obr. 13). Klimatologická stanice ČHMÚ Vsetín (HVEZ) a amatérská stanice Rokytice (ROKY) a amatérská stanice v areálu hvězdárny (HVEZ2), která díky velmi podobné poloze jako profesionální stanice HVEZ nebyla do studie zařazena.

Hvězdárna

Zeměpisná šířka a délka 49° 20' s. z. š.; 17° 59' v. z. d. 387 m n. m.

Stanice je lokalizována na severním okraji městské kotliny na mírně svažitém terénu s jihozápadní orientací v nadmořské výšce 387 m. Je umístěna v areálu Hvězdárny Vsetín. Meteorologická čidla se nachází na volném prostranství, pouze západním směrem je postavena nízká budova, ve vzdálenosti asi 7 m, za kterou zhruba 20 m od budky začíná smíšený les. Ve vzdálenosti asi 15 metrů na východ se nachází budova hvězdárny. Pouze východním a jihovýchodním směrem od stanice začíná jednoposchod'ové domy, 12 m jihovýchodně od budky se rozkládá městský hřbitov. V areálu hvězdárny se nacházejí četné vzrostlé stromy a keře (Obr. 14). Při porovnání s Dolním náměstím se stanice nachází o 38 m výš. V současné době měřenými meteorologickými prvky jsou: teplota vzduchu, srážky, sníh, vlhkost vzduchu, sluneční svit, vítr a pokrytí oblohy oblačností.

V úvodu roku 1998 byla do areálu hvězdárny umístěna stanice ČHMÚ na měření čistoty ovzduší. Měřena je koncentrace prашného aerosolu, oxidu siřičitého a oxidů dusíku.

Od roku 1964 je v areálu hvězdárny umístěn počítač bleskových výbojů, který zde instaloval Výzkumný ústav energetický pro studium vlivu bleskových výbojů na elektrická vedení. V roce 1999 byl tento přístroj rekonstruován do podoby, v jaké je používán dodnes. Zaznamenává po celý rok bleskové výboje v okruhu 12 km kolem stanice.



Obr. 14 Meteorologická stanice Vsetín (Březina 2010)

Rokytnice

Zeměpisná šířka a délka 49° 20' s. z. š.; 17° 59' v. z. d. 365 m n. m.

Stanice se nachází v jižní část města nad sídlištěm Rokytnice, na svahu se západní orientací v nadmořské výšce 365 m. Je umístěna v areálu ZŠ Vsetín–Rokytnice. Automatická meteorologická stanice je umístěna na střeše školní budovy. Díky své poloze není zastíněna žádnou stavbou. Stanice měří teplotu vzduchu, srážky a vítr. V areálu školy je umístěna i meteorologická budka. Ta se nachází 60 m od automatické stanice. Meteorologická budka je instalována na travnatém povrchu. Pouze 25 m severním a 60 m severovýchodním směrem je školní budova. V meteorologické budce se měří teplota vzduchu a srážky. V areálu školní zahrady se nachází několik menších stromů. Výškový rozdíl mezi stanicí a Dolním náměstím činí 20 m

5.2 Vybrané meteorologické stanice v okolí Vsetína

Maruška

Zeměpisná šířka a délka 49° 21' s. z. š.; 17° 49' v. z. d., 664 m n. m.

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. Stanice se nachází na odlesněném vrchu Maruška, na jednom z hřbetů Hostýnských vrchů. V okolí stanice se pouze 8m severovýchodním směrem rozkládá drobná, jednopatrová technická budova stanice (Obr. 15).

Stanice díky své horské poloze umožňuje studium inverzí teploty vzduchu v porovnání s daty ze stanice Vsetín nebo Hošťálková.



Obr. 15 Meteorologická stanice Maruška (Navrátil 3. 7. 2013)

Hošťálková

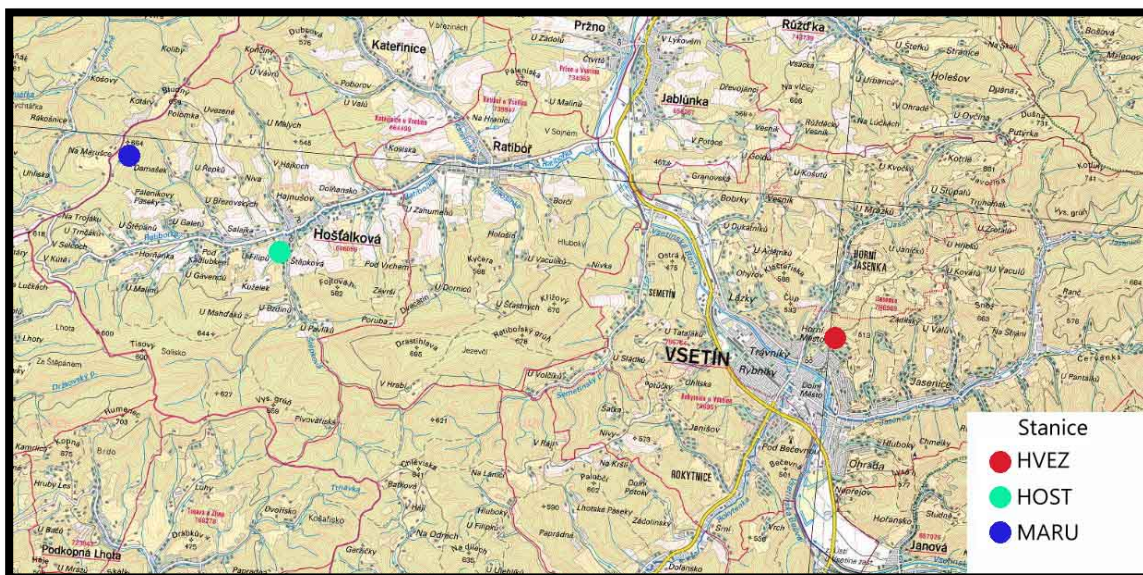
Zeměpisná šířka a délka 49° 21' s. z. š.; 17° 52' v. z. d., 385 m n. m.

Meteorologická stanice Hošťálková byla uvedena do provozu 1. ledna 1883. Stanice svou činnost ukončila z důvodu úsporných opatření ČHMÚ 30. června 2008.

Na jejím místě zahájila provoz srážkoměrná stanice. Dne 11. června 2012 byla srážkoměrná stanice doplněna teplotně-vlhkostním čidlem ve dvou metrech nad zemí a čidlem na měření minimální teploty vzduchu v 5 cm. Stanice se nachází o 279 m níže než stanice Maruška, vzdálenost mezi nimi činí 3,4 km. Stanice je situovaná v ústí údolí Štěpková na zahradě rodinného domu. Několik metrů od stanice jižním směrem se nachází vícepatrová budova. Západním směrem je skupina vzrostlých stromů (Obr. 16). Ve vzdálenosti 19 m od stanice, východním směrem je lokalizován vícepatrový rodinný dům.



Obr. 16 Meteorologická stanice Hošťálková (Čermák 2012)



Obr. 17 Městská stanice Vsetín (HVEZ) a příměstské stanice Hošťálková (HOST) a Marušku (MARU)

5.3 Dosavadní poznatky o klimatu Vsetína

Přes poměrně dlouhou tradici meteorologických měření a pozorování ve Vsetíně není k dispozici mnoho prací klimatologické povahy, které by se věnovaly této problematice.

Obečnou představu o klimatu města lze získat z klimatologických prací zabývajících se celou Českou republikou. Období 1901–1950 popisuje HMÚ (1958, 1961) nebo období 1961–2000 Tolasz et al. (2007). Porovnání hodnot z Atlasu podnebí Československé republiky (1958) v období 1901–1950 a Atlasu podnebí Česka (2007) v období 1961–2000 na vybraných 24 stanicích provedla Vozničková (2010). Mezi vybranými stanicemi je i stanice Vsetín, která vykázala období 1961–2000 chladnější o 0,3 °C než 1901–1950.

Rozčlenění území Česka podle klimatických charakteristik provedl Quitt (1971). Vysoudil (1989) publikoval sekulární kolísání srážek na vybraných stanicích severní Moravy v období 1881–1980, mezi kterými je i stanice Vsetín.

Z regionální literatury je klima Vsetínska, Rožnovska a Valašskomeziříčska nejlépe zpracováno v publikaci Nekuda a kol. (2002). Publikace popisuje okres Vsetín komplexně, proto je klimatické charakteristice věnovaná pouze dílčí část.

Nejobsáhlejší informace o podnebí Vsetína jsou obsaženy v bakalářské a diplomových pracích. Křupalová (2010) porovnává základní klimatologické charakteristiky na vybraných stanicích Hostýnsko-Vsetínských vrchů za období 2006–2009. Porovnávanými stanicemi jsou Bystřice pod Hostýnem, Maruška, Hošťálková, Vsetín a Huslenky. Navrátil (2010) se věnoval analýze základních klimatologických charakteristik ze stanice Vsetín v období 1981–2010. Teplotní poměry Vsetína v období 1924–2012 a prostorovou variabilitu teploty vzduchu ve Vsetíně a okolí metodou mobilních měření popsal Navrátil (2013).

6 TEPLOTA VZDUCHU

6.1 Meziroční kolísání teploty vzduchu

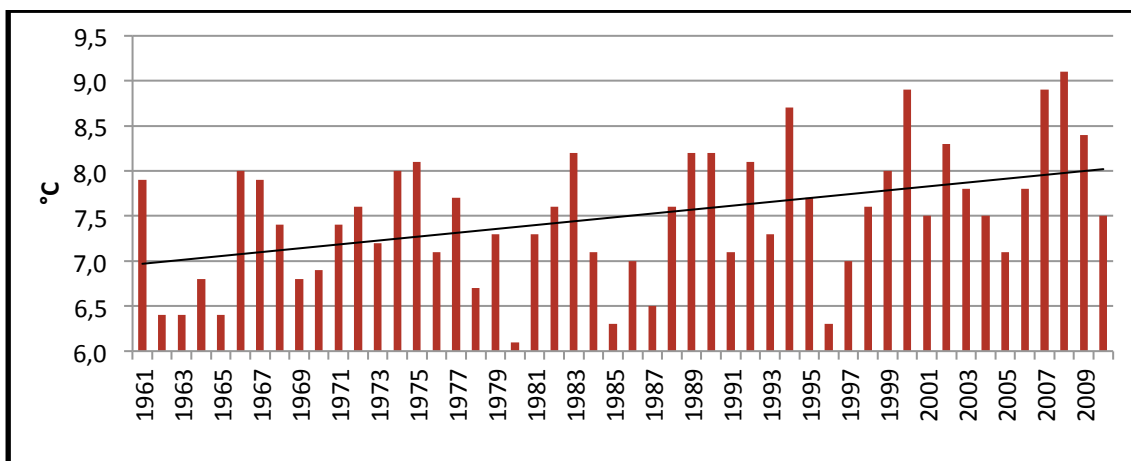
Na stanici Vsetín dosáhla v období 1961–2010 průměrná roční teplota vzduchu 7,5 °C. Nejteplejšími byly roky 2008 s teplotou 9,1 °C a roky 2000 a 2007 s teplotou 8,9 °C, naopak nejchladnějším byl rok 1979 s teplotou 6,1 °C a roky 1985 a 1996 s teplotou 6,3 °C (Obr. 18).

Vybrané klimatické meze dosahují následujících hodnot, medián 7,5 °C, dvacátý percentil je 6,9 °C, osmdesátý percentil dosahuje 8,1 °C.

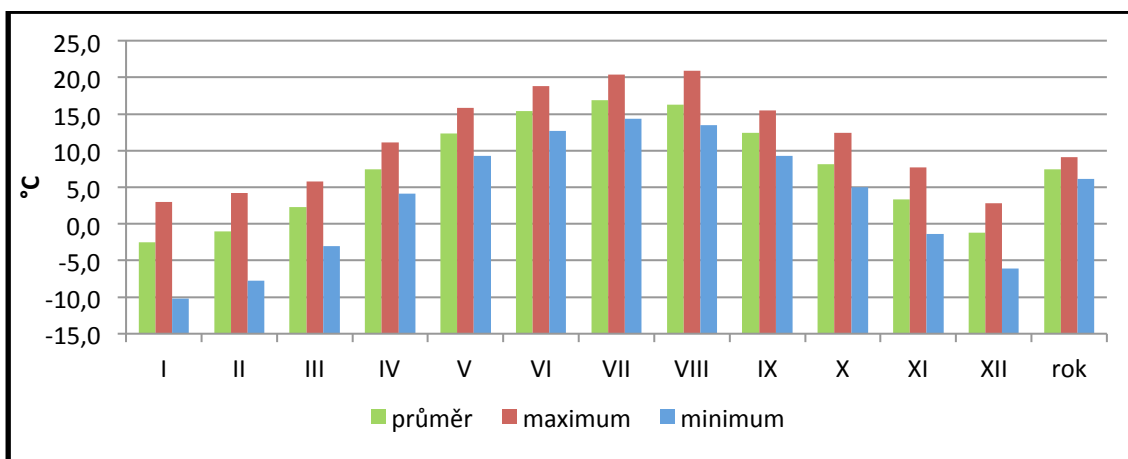
Sledovaná padesátiletá řada vykazuje lineární růst průměrné teploty zhruba o 1 °C, to znamená o 0,2 °C/100 roků, výsledek je ve shodě např. s Brázdilem (1998), Brázdil et al. (2012) poukázal již na plošný trend na území Česka v průměru 0,3 °C/100 roků.

Srovnáním průměrných teplot v dekadách detekujeme také výrazný lineární nárůst průměrné teploty vzduchu (Obr. 18). První dekáda 1961–1970 vykázala roční průměrnou teplotu 7,1 °C, následující dekáda 7,3 °C, období let 1981–1990 mělo průměrnou teplotu 7,4 °C, období let 1991–2000 dosahovala 7,7 °C a v poslední dekádě dosahovala průměrná teplota dokonce 8,1 °C, to je hranice nadnormálních hodnot. V teplotní řadě Vsetína (1961–2010) koresponduje významný pozitivní trend zrychlování oteplování od roku 1970 s výsledky Brázdila et al. (2012), který tento trend detekoval na 12 modelových stanicích v Česku.

V následující studii kolísání průměrných teplot vzduchu v období 1900–2012 (kapitola 6.9.1) stejně jako v publikacích Kolektiv (1961) a Tolasz et al. (2007) nebylo poukázáno na dlouhodobě významný trend oteplování klimatu Vsetína.



Obr. 18 Průměrná roční teplota vzduchu ve Vsetíně v období 1961–2010 a lineární trend



Obr. 19 Průměrné, maximální a minimální hodnoty měsíční a roční teploty vzduchu ve Vsetíně za období 1961–2010

Srovnáním ročních průměrných teplot ve Vsetíně s vybranými stanicemi v Česku podle Vozničkové (2010) zjistíme, že město Vsetín se svým průměrem 7,4 °C patří mezi mírně teplé oblasti Česka. Stejného průměru dosahuje v Česku například stanice v Liberci, Rožmitálu pod Třemšínem. O desetinu stupně je průměrně tepleji v Chebu a Táboře.

Průměrná jarní teplota vzduchu je ve Vsetíně 7,4 °C, letní 16,2 °C, podzimní 8,0 °C a zimní -1,6 °C. Srovnáním dekád zjistíme, že nejvýznamnější nárůst průměrné teploty byl v letním období, opakem je zima (Tab. 5).

Na základě zjištěných výsledků o nárůstu průměrné teploty vzduchu je možné se domnívat, že díky relativně rychlému vývoji průměrné teploty vzduchu může dojít i ve Vsetíně k posunu fenologických fází, tak jak to popsali Bauer a Lipina a kol. (2012). Na růst jarní teploty reagovaly vybrané druhy bylin (sněženka podsněžník, sasanka hajní a česnek medvědí) fenologickým posunem o 8 dnů do dřívější doby a u ptačího druhu (sýkora koňadra) posunem do dřívější doby o 9 dnů.

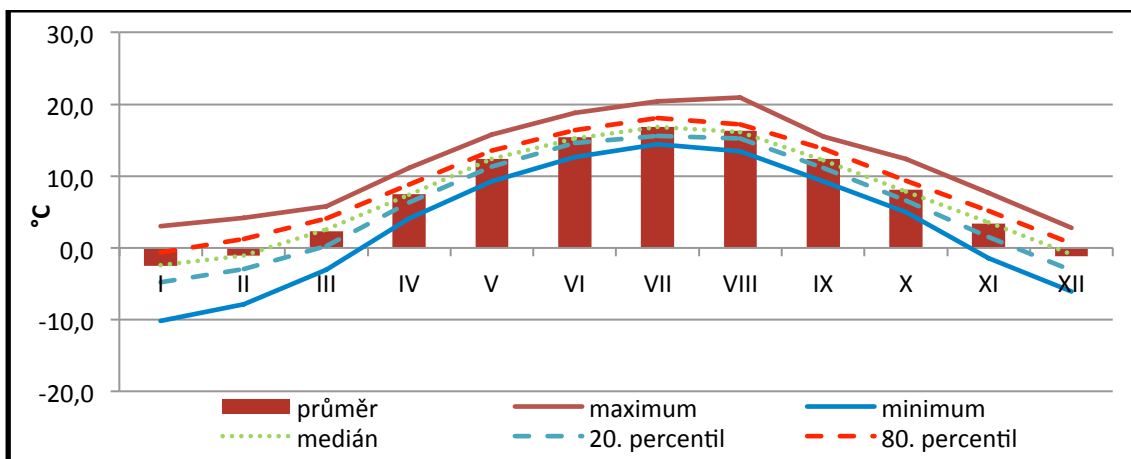
Tab. 5 Průměrná teplota vzduchu (°C) v ročních obdobích ve Vsetíně za období 1961–2010

období	jaro	léto	podzim	zima
1961-2010	7,4	16,2	8,0	-1,6
1961-1970	6,9	15,7	8,5	-2,8
1971-1980	7,0	15,4	7,3	-0,6
1981-1990	7,6	15,7	7,9	-1,6
1991-2000	7,5	16,7	7,8	-1,3
2001-2010	7,9	17,3	8,5	-1,5

6.2 Roční chod teploty vzduchu

Roční chod teploty vzduchu je ve Vsetíně charakteristický středoevropským režimem s jedním letním maximem (průměrná červencová teplota 16,3 °C) a jedním minimem (průměrná lednová teplota -2,5 °C).

Během jarního období dochází ke strmému nárůstu průměrné teploty. Březen je stále chladný, s průměrnou teplotou 2,3 °C, duben má průměr 7,4 °C, květnový průměr dosahuje 12,4 °C. 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 15,4 °C, červenci 16,9 °C a srpnu 16,3 °C je nejteplejším obdobím roku. Nejstálější 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 přichází první sněžení. V zimním období se průměrné měsíční teploty drží pod bodem mrazu, v prosinci -1,2 °C, v lednu -2,5 °C a únoru -1,0 °C (Obr. 20).



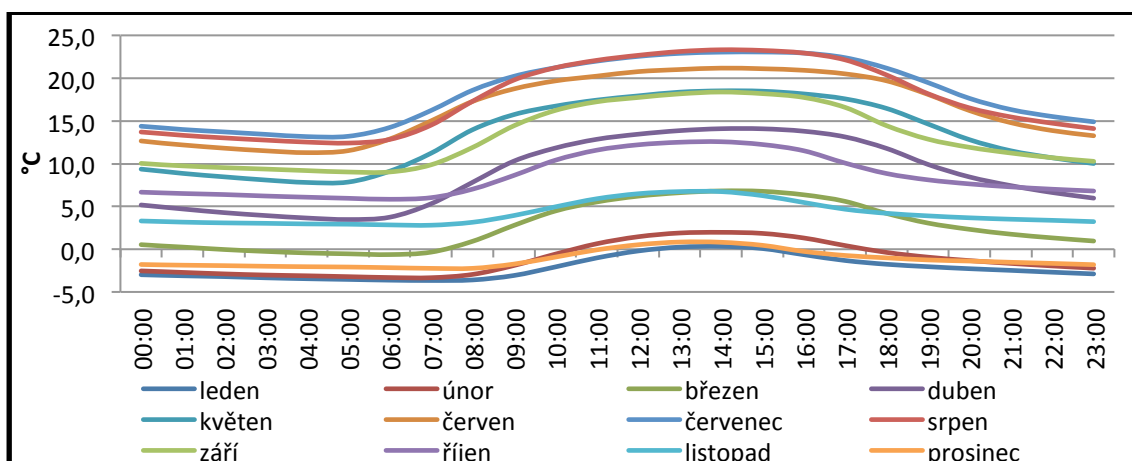
Obr. 20 Klimatické zjištění měsíčních průměrných teplot vzduchu ve Vsetíně za období 1961–2010

Tab. 6 Základní statistické charakteristiky roční průměrné, maximální a minimální teploty vzduchu (°C) ve Vsetíně za období 1961–2010

charakteristika	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
průměr	-2,5	-1,0	2,3	7,4	12,4	15,4	16,9	16,3	12,4	8,1	3,4	-1,2	7,5
maximum	3,0	4,2	5,8	11,1	15,8	18,8	20,4	20,9	15,5	12,4	7,7	2,8	9,1
rok	2007	1966	1977	2009	2002	2003	2006	1992	1999	1966	2000	1979	2008
minimum	-10,2	-7,8	-3,0	4,1	9,3	12,7	14,4	13,5	9,3	5,0	-1,4	-6,1	6,1
rok	1963	1986	1987	1997	1991	1985	1984	1976	1996	1974	1988	1969	1980

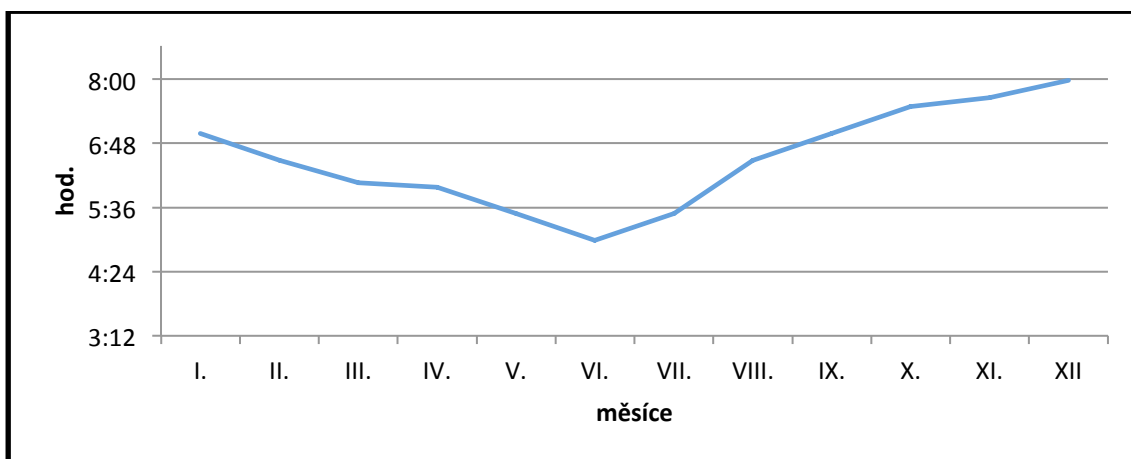
6.3 Denní chod teploty vzduchu

Denní chod teploty vzduchu vykazuje ve Vsetíně v průběhu roku značné rozdíly (Obr. 21). Velikost denní amplitudy teploty vzduchu je ovlivňována ročním obdobím. V teplém půlroce bývá zpravidla denní amplituda teploty vzduchu větší než v chladném půlroce. Nejzřetelněji je tento fakt znát při porovnání denního chodu teploty vzduchu v červenci a prosinci. Teplé období vykazuje větší délku teplé části dne, než chladné období.



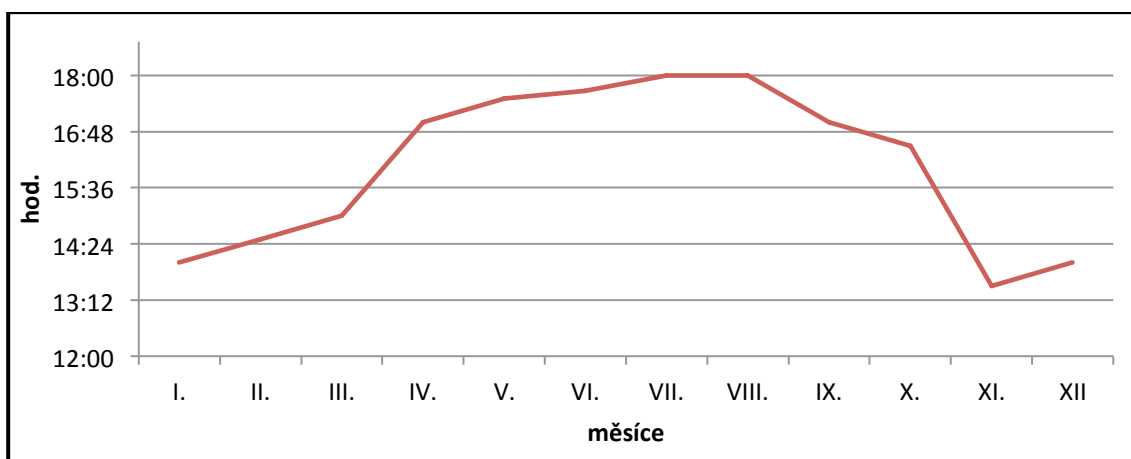
Obr. 21 Průměrný denní chod teploty vzduchu v jednotlivých měsících za období 1961–2010, stanice HVEZ

Rozdíl je zřejmý i v čase výskytu nejnižší a nejvyšší teploty vzduchu. Minimální teplota vzduchu bývá za radiačního počasí dosahována těsně po východu Slunce v době, kdy je již tepelná kapacita aktivního povrchu vyčerpaná. 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 charakterizuje brzký ranní nástup teplotního minima, které je nejdříve v červnu v 5:00 hod (Obr. 22).



Obr. 22 Průměrný čas dosažení teplotního minima (v SEČ) v jednotlivých měsících za radiačního počasí na stanici ROKY za období 2007-2011

Nástupu teplotního maxima za radiačního počasí bývá statisticky dosahováno nejdříve na stanici ROKY 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 důsledek kratší části prosluněného dne (Obr. 23).



Obr. 23 Průměrný čas dosažení teplotního maxima (v SEČ) v jednotlivých měsících za radiačního počasí na stanici ROKY za období 2007-2011

Denní chod teploty vzduchu je významný pro charakter místní cirkulace 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.

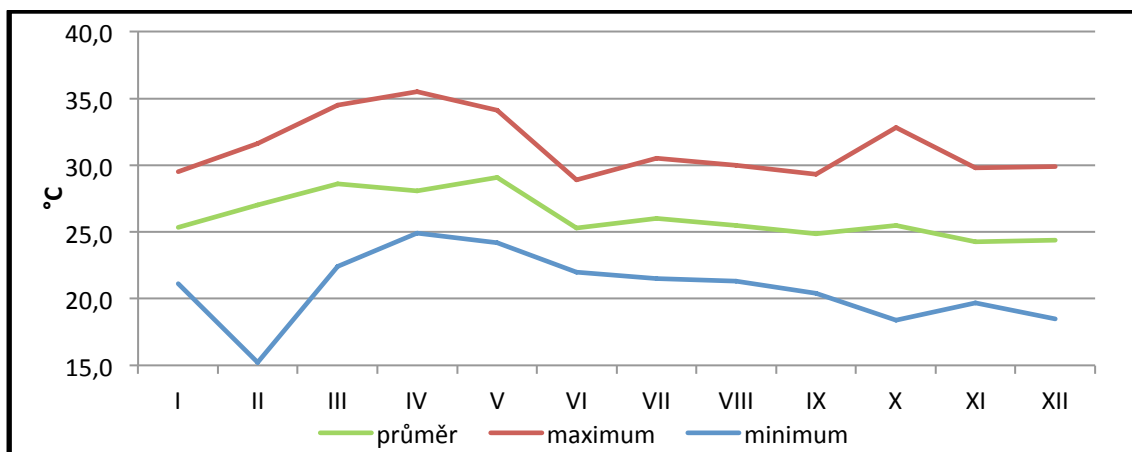
Průměrné časy nástupu denní maximální i minimální teploty se mohou v jednotlivých částech města lišit i o několik desítek minut. Záleží na geografických podmínkách daného místa. Ve dnech s převládajícím advekčním počasím nebo po přechodu atmosférických front dochází k dosažení maximálních nebo minimálních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

6.4 Amplituda teploty vzduchu

Amplituda denní teploty vzduchu bývá v zimním období ve Vsetíně za jasných dnů nejčastěji 5–10 °C, při dnech s výraznou oblačností ještě menší. Teplý půlrok mívá amplitudu denní teploty vzduchu nejčastěji v rozmezí 10–15 °C, občas i více než 20 °C (např. 1. 5. 2012 - 21,2 °C, vypočtená z denního minima 8,9 °C a denního maxima 30,1, °C; dne 19. 8. 2012 - 21,9 °C. vypočtená z denního minima 9,7 °C a denního maxima 31,6 °C). Denní amplituda teploty vzduchu bývá největší na přelomu jaro–léto a léto–podzim, kdy se objevují ranní mrazíky a denní teploty dosahují tropických hodnot. Příznivé podmínky pro vznik velké amplitudy denní teploty vzduchu má Vsetín i díky své kotlinové poloze. V noci stéká chladný vzduch z kopců kolem města na dno kotliny, horské překážky podél města zabraňují výraznějšímu provětrávání.

K významné denní změně teploty vzduchu došlo v noci 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.

Amplituda průměrné měsíční teploty vzduchu bývá ve Vsetíně za období 2003–2012 nejvyšší v jarních měsících, s průměrným maximem v květnu (29,1 °C), nejnižší v listopadu (24,3 °C). Maximální amplituda průměrné měsíční teploty vzduchu byla dosažena v dubnu 2012 (35,5 °C) (Obr. 24).



Obr. 24 Průměrná, maximální a minimální měsíční amplituda teploty vzduchu, stanice Vsetín za období 2003–2012

Na základě roční amplitudy teploty vzduchu bývá podle Tolasze et al. (2007) Gorzyńského indexem hodnocena míra kontinentality území (0 % oceánské, 100 % kontinentální klima). V Česku dosahuje Gorzyńského index kontinentality průměrně 19 až 31 %. Ve Vsetíně dosahuje Gorzyńského index za stejné období 1961 až 2000 průměr 28,9 %. To potvrzuje fakt, že východní část území Česka má více kontinentální klima než západní. Míra kontinentality ve Vsetíně značně kolísá rok od roku, v období po roce 2000 je ve znamení mírného růstu. Nejintenzivněji se ve sledovaných letech kontinentalita projevila v roce 1987 s průměrem 43,6 %. Kontinentální klima je typické vysokými teplotami v létě a nízkými v zimě. Klima podobné oceánskému bylo ve sledovaných letech nejzřetelnější v roce 1978 s průměrem 18,3 %.

6.5 Maximální a minimální teplota vzduchu

Díky kotlinové poloze města Vsetín vykazují prostorové rozdíly v chodu maximálních a minimálních teplot vzduchu značné rozdíly. Podle Vysoudila et al. (2012) klesají maximální denní teploty vzduchu s rostoucí nadmořskou výškou, u minimálních teplot není tato závislost zřejmá. Nejnížší teploty jsou dosahovány ve vysokých polohách, na horských pláních i v mrazových kotlinách. Jezera studeného vzduchu jsou ve Vsetíně prokázána na základě mobilních měření v centrální části údolí Jasenka, Janišov, Semetín a závěrečné části Jasenic.

6.5.1 Maximální teplota vzduchu

Roční chod průměrných měsíčních maxim teploty vzduchu má stejný průběh jako roční chod průměrné teploty vzduchu s jednoduchou vlnou s maximem v červenci (30,9 °C) a minimem v lednu (7,9 °C).

Za 113 let meteorologických měření ve Vsetíně (1900–2013) byla maximální teplota vzduchu naměřena 8. 8. 2013 (36,7 °C). Za období 1900–2012 byla maximální teplota (34,5 °C) naměřena 20. 7. 2007. Maximální hodnoty teploty vzduchu vykazují vzestupný trend a váží se na červenec a srpen (Tab. 7).

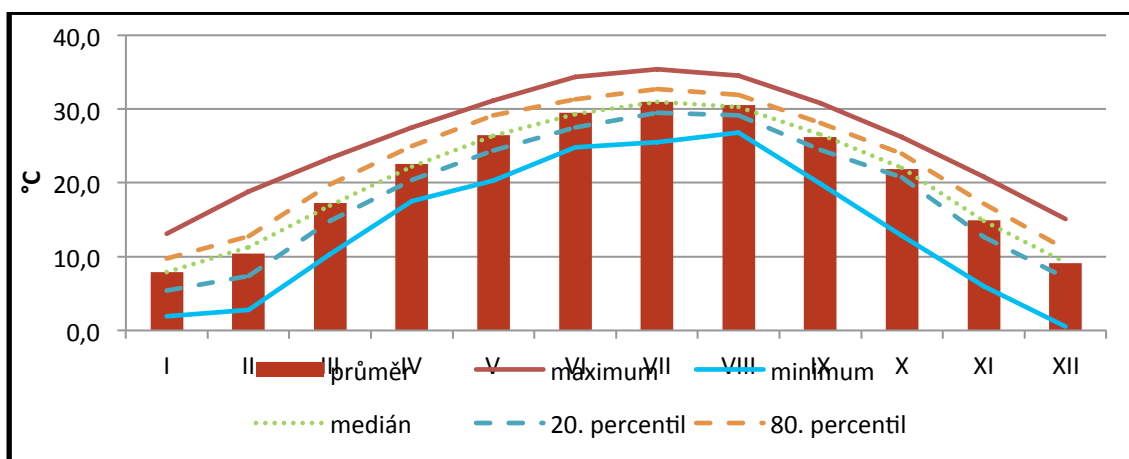
Za období 1900–2012 byla pouze jednou naměřena teplota vyšší než 35,1 °C, teplota v rozmezí 34,1–35,0 °C byla naměřena ve 20 dnech, 33,1–34,0 °C byla ve 37 dnech, 32,1–33,0 °C byla dohromady v 55 dnech.

Tab. 7 Dvacet nejvyšších denních maximálních teplot vzduchu (°C) podle extrémního teploměru ve Vsetíně za období 1900–2012 s uvedením data výskytu

den	teplota (°C)	den	teplota (°C)
20. 7. 2007	35,4	22. 8. 1943	34,5
17. 7. 2007	35,0	31. 7. 1994	34,4
8. 7. 1957	35,0	3. 7. 2012	34,4
20. 8. 2012	34,9	21. 7. 2006	34,4
1. 7. 2003	34,8	22. 6. 2000	34,3
16. 7. 1928	34,7	29. 8. 1992	34,3
15. 7. 1928	34,7	30. 7. 1994	34,2
7. 8. 1992	34,5	28. 8. 1992	34,2
5. 7. 2012	34,5	8. 8. 1992	34,2
14. 8. 1943	34,5	13. 8. 2003	34,2

Nejvyšší denní průměrná teplota vzduchu (28,7 °C) za období 1900–2012 byla naměřena 29. 8. 1992. Na rozdíl od maximálních denních teplot nejsou nejvyšší průměrné denní teploty dosahovány v posledních letech. Výjimku tvoří rok 2013, kdy byla 29. 7. překonána nejvyšší denní průměrná teplota vzduchu (29,5 °C).

Za sledované období byla průměrná denní teplota vyšší než 28,1 °C ve 2 dnech, v rozmezí 27,1–28,0 °C v 8 dnech, 26,1–27,0 °C v 10 dnech a 25,1–26,0 °C ve 33 dnech.



Obr. 25 Roční chod a klimatické zjištění průměrných měsíčních maxim a minim teploty vzduchu ve Vsetíně za období 1961–2010

Tab. 8 Dvacet nejvyšších denních průměrných teplot vzduchu (°C) podle staničního teploměru ve Vsetíně za období 1900–2012 s uvedením data výskytu

datum	teplota (°C)	datum	teplota (°C)
29. 8. 1992	28,7	1. 7. 2012	26,9
10. 8. 1992	28,3	28. 7. 1936	26,6
22. 8. 1943	27,9	6. 7. 1999	26,6
5. 7. 1957	27,8	3. 7. 1900	26,6
23. 7. 2009	27,6	27. 7. 1945	26,4
7. 6. 1998	27,6	26. 8. 2011	26,2
4. 7. 1900	27,4	29. 6. 1997	26,2
5. 8. 1947	27,4	5. 7. 2012	26,2
27. 6. 1935	27,3	29. 6. 1938	26,2
8. 7. 1957	27,1	7. 8. 1963	26,1

6.5.2 Minimální teplota vzduchu

Roční chod průměrných měsíčních minim teploty vzduchu má jedno minimum v lednu (-17,6 °C) a maximum v červenci (5,9 °C).

Období 1900–2010 vykázalo nejnižší denní minimální teplotu (-37,0 °C) dne 11. 2. 1929, tento den byla přízemní minimální teplota -38,8 °C (Tab. 9,10).

Za sledované období byla denní minimální teplota vzduchu v rozmezí -20,1–21,0 °C ve 44 dnech, -21,1–25,0 °C ve 125 dnech, -25,1–30,0 °C ve 39 dnech a teplota nižší než -30,1 °C byla pouze v 6 dnech.

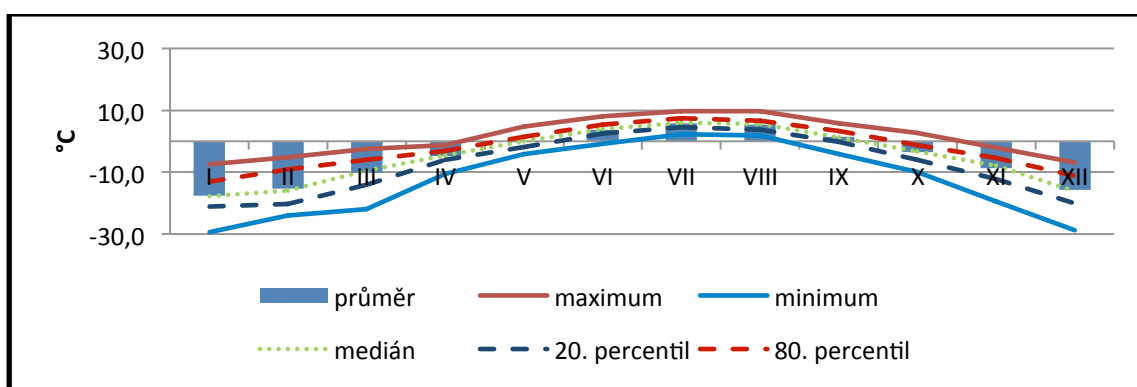
Od roku 1900 bylo detekováno 83 dnů s přízemní (v 0,05 m) minimální teplotou vzduchu nižší než -25,0 °C.

Tab. 9 Dvacet nejnižších minimálních teplot vzduchu (°C) podle extrémních teploměrů ve Vsetíně za období 1900–2012 s uvedením data výskytu

den	teplota (°C)	den	teplota (°C)
11. 2. 1929	-37,0	12. 1. 1940	-29,0
20. 2. 1929	-36,4	25. 12. 1961	-28,8
11. 1. 1940	-32,8	1. 2. 1940	-28,8
3. 2. 1929	-32,0	16. 1. 1942	-28,6
25. 1. 1947	-31,5	17. 2. 1940	-28,5
23. 1. 1942	-30,2	9. 2. 1956	-28,5
7. 1. 1985	-30,0	24. 1. 1942	-28,4
12. 2. 1929	-29,5	11. 1. 1943	-27,8
21. 12. 1927	-29,5	9. 1. 1985	-27,8
12. 1. 1940	-29,0	11. 2. 1936	-27,6

Tab. 10 Dvacet nejnižších přízemních minimálních teplot vzduchu (°C) podle extrémních teploměrů ve Vsetíně za období 1900–2012 s uvedením data výskytu

den	teplota (°C)	den	teplota (°C)
11. 2. 1929	-38,8	7. 1. 1985	-31,5
10. 2. 1929	-38,5	11. 1. 1943	-31,1
3. 2. 1929	-35,4	24. 1. 1942	-30,5
13. 2. 1929	-34,7	1. 2. 1929	-30,5
11. 1. 1940	-33,8	16. 1. 1942	-30,2
11. 1. 1935	-33,5	8. 2. 1929	-30,2
12. 2. 1929	-33,2	11. 2. 1936	-30,1
25. 1. 1947	-33,0	20. 1. 1935	-30,0
23. 1. 1942	-32,2	1. 2. 1940	-30,0
2. 2. 1929	-31,7	17. 2. 1940	-29,8



Obr. 26 Roční chod a klimatické zjištění průměrných měsíčních maxim a minim teploty vzduchu ve Vsetíně za období 1961–2010

Nejnižší průměrná denní teplota vzduchu (-27,1 °C) byla naměřena 11. 2. 1929 (Tab. 11). Úvod roku 1929 byl extrémní v počtu dnů s nízkou teplotou vzduchu.

Za sledované období byla průměrná denní teplota nižší než -20,1 °C ve 25 dnech, v rozmezí -18,1–20,0 °C ve 28 dnech, -16,1–18,0 °C v 64 dnech a -15,1–16,0 °C v 55 dnech.

Tab. 11 Dvacet nejnižších denních průměrných teploty vzduchu (°C) podle extrémních teploměrů ve Vsetíně za období 1900–2012 s uvedením data výskytu

datum	teplota (°C)	datum	teplota (°C)
11. 2. 1929	-27,1	2. 2. 1929	-22,5
10. 2. 1929	-27,0	3. 2. 1929	-22,2
11. 1. 1940	-25,8	11. 1. 1943	-22,0
12. 2. 1929	-25,3	7. 1. 1985	-21,8
9. 2. 1956	-24,8	13. 2. 1929	-21,3
23. 1. 1942	-24,1	5. 1. 1947	-21,3
12. 1. 1987	-24,1	8. 1. 1985	-21,0
10. 1. 1940	-23,3	31. 1. 1956	-20,9
31. 1. 1940	-22,8	27. 1. 1954	-20,8
25. 1. 1947	-22,6	6. 1. 1947	-20,7

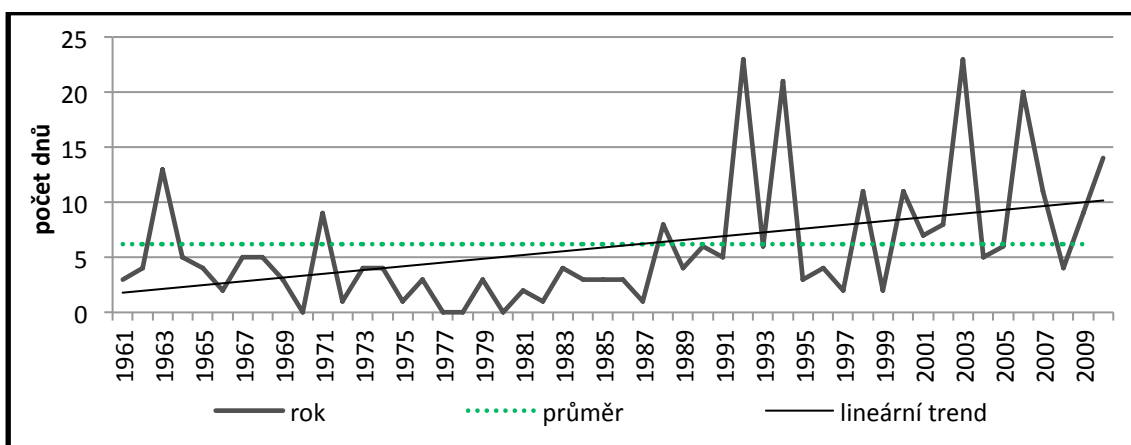
6.6 Charakteristické dny podle maximálního a minimálního teploměru

Teplotní poměry vybraných míst lze vhodně popsat četností výskytu charakteristických dnů. Jsou to dny zařazené do některé z kategorií na základě dosažené nebo překročené extrémní teploty vzduchu.

Pro charakteristiku teplého období se používají tzv. „teplé charakteristické dny“. Patří mezi ně tropický a letní den. Mezi „chladné charakteristické dny“ patří mrazový, ledový a arktický den. Ve Vsetíně jsou dále zaznamenávány holomrazové dny, kdy minimální denní teplota vzduchu byla pod bodem mrazu, aktivní povrch byl bez sněhové pokrývky (Sobíšek a kol. 1993).

6.6.1 Tropické dny

Tropické dny bývají ve Vsetíně zaznamenávány od května do září. Průměrný počet tropických dnů 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 nárůstu, který dosáhl vrcholu v roce 2003 s celkovým počtem 23 tropických dnů. Dvacet a více tropických dnů bylo zaznamenáno ještě v letech 1992 (22 dnů), 1994 (21 dnů), 2006 (20 dnů) a 2012 (20 dnů). V letech 1970, 1977, 1978 a 1980 nebyl zaznamenán žádný tropický den. Vývoj počtu dnů za období 1961–2010 má významný stoupající trend. V období 1961–1970 byl roční průměr 4,4 dne, v následující dekádě 2,5 dne, období 1981–1990 byl roční průměr 3,4 dne. Následující dvě dekády vykazují značný nárůst 1991–2000 (8,7 dnů) a 2001–2010 (10,7 dnů). Dny s tropickou nocí bývají ve Vsetíně vzácné. Za sledované období jich bylo zjištěno celkem pouze 5. Zaznamenány byly v letech 1981, 1997, 1998 a 2005. Rok 1998 byl výjimečný s výskytem dvou tropických nocí během roku (Obr. 27).

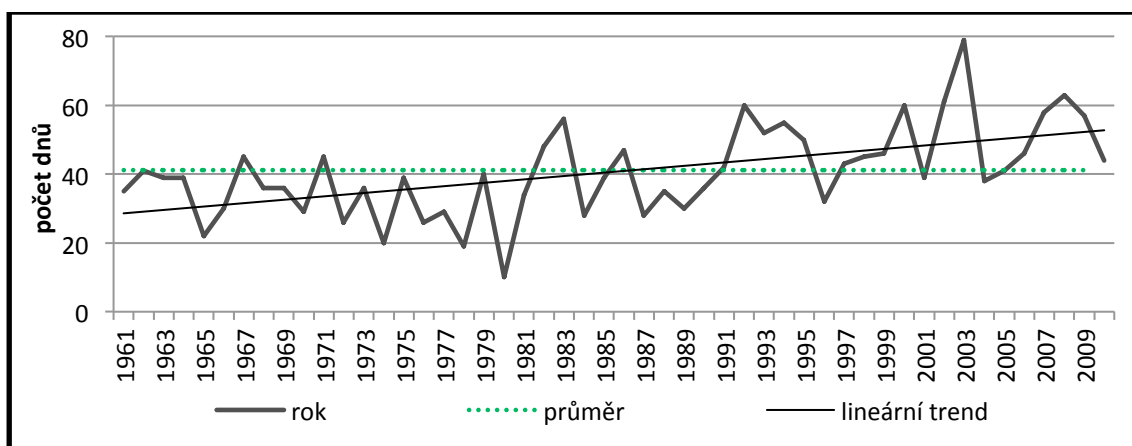


Obr. 27 Počet tropických dnů na stanici Vsetín za období 1961–2010

6.6.2 Letní dny

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 dnů je ukončeno rokem 1980 s pouhými 10 letními dny za rok. Od tohoto roku dochází k jejich výraznému nárůstu, který trvá doposud. Nejvíce jich bylo v roce 2003, celkem 79. Šedesát a více letních dnů bylo zaznamenáno ještě v letech 1992 (60 dnů), 2000 (60 dnů), 2002 (61 dnů), 2008 (63 dnů) a 2012 (66 dnů). Vývoj počtu dnů za období 1961–2010 má významný stoupající trend. V období 1961–1970 byl roční průměr 35,2 dne, v následující dekádě 29 dne, od následujícího období 1981–1990 kdy byl roční průměr 37 dne je zřejmý nárůst. Následující dvě dekády vykazují značný nárůst 1991–2000 (48,6 dne) a 2001–2010 (52,6 dne) (Obr. 28).

V období 1961–2000 byl ve Vsetíně roční průměr 37,5 letního dne za rok. Plošný průměr letních dnů na území Česka byl podle Quitta (2007), 35,2 dne.

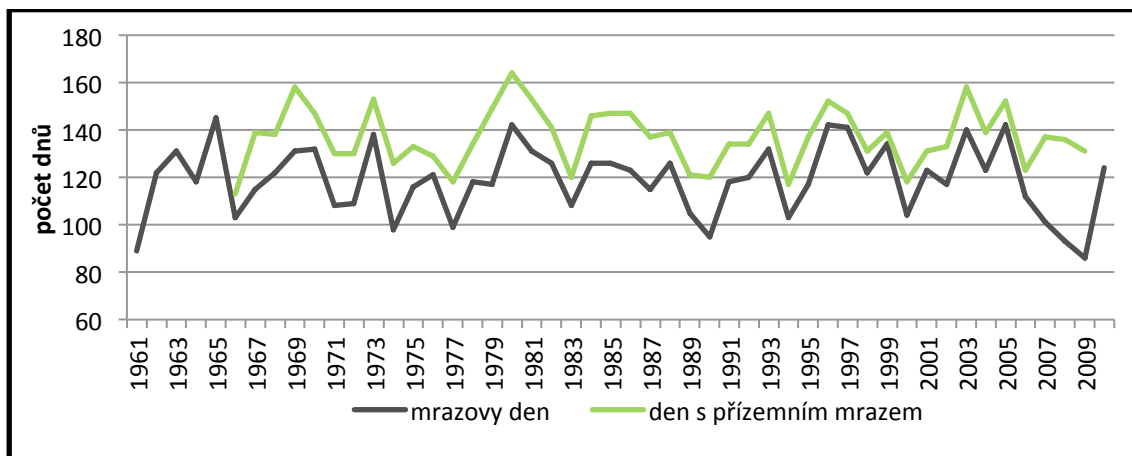


Obr. 28 Počet letních dnů na stanici Vsetín za období 1961–2010

6.6.3 Mrazové dny a dny s přízemním mrazem

Mrazové dny a dny s přízemním mrazem se ve Vsetíně vyskytují od září do června. U obou je zřejmé kolísání, které se drží u mrazových dnů na průměru 115,2. U dnů s přízemním mrazem je roční průměr 137,3 dne. Nejvíce mrazových dnů bylo v roce 1965, celkem 145. Nejméně jich bylo v roce 1987, jen 64. Výrazně malý počet mrazových dnů byl detekován mezi lety 1985–1987. Vývoj počtu mrazových dnů a dnů s přízemním mrazem za období 1961–2010 má mírný klesající trend. V období 1961–1970 byl roční průměr 120,8 mrazových dnů, mírný pokles nastal v období 1971–1990 (116,6 a 98,8 dnů). Následující dvě dekády vykazují mírný nárůst 1991–2000 (123,6 dne) a 2001–2010 (116,1 dne) (Obr. 29).

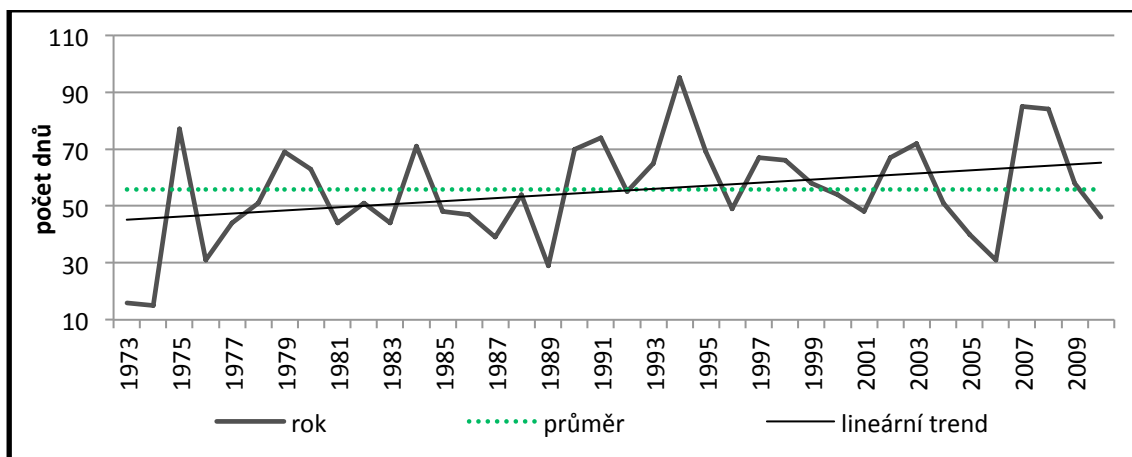
V období 1961–2000 byl ve Vsetíně roční průměr 115 mrazového dne za rok. Plošný průměr mrazových dnů na území Česka byl podle Quitta (2007), 121,5.



Obr. 29 Počet mrazových dnů a dnů s přízemním mrazem na stanici Vsetín za období 1961–2010

6.6.4 Holomrazové dny

Díky prodlužování vegetačního období představuje ve Vsetíně vzrůstající počet holomrazových dnů 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 dnů (Obr. 30).



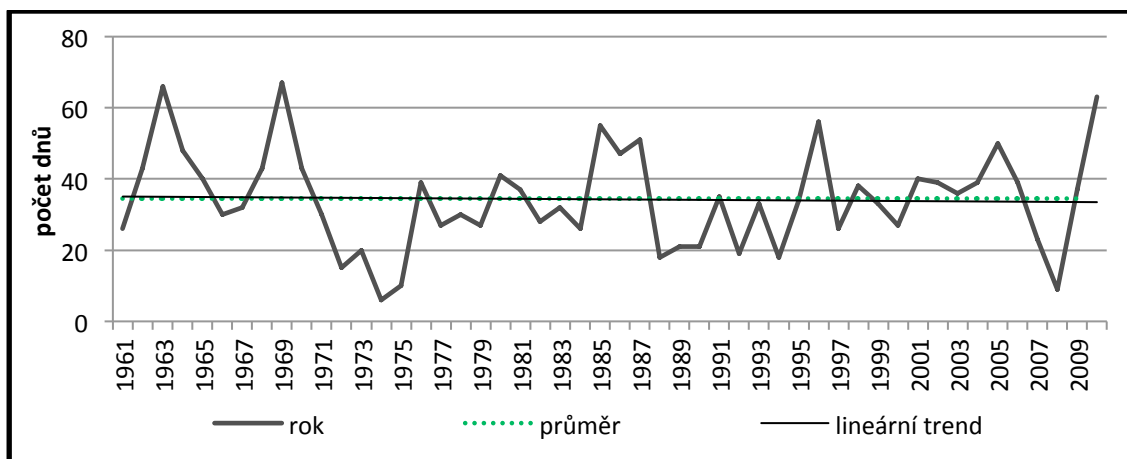
Obr. 30 Počet holomrazových dnů na stanici Vsetín v období 1961–2010

6.6.5 Ledové dny

Ve Vsetíně je průměrný počet ledových dnů 34,4. Nejvíce jich bylo v roce 1969, celkem 67. Nejméně jich bylo v roce 1974, jen 4. Vývoj počtu dnů v období za období 1961–2010 má mírný klesající trend. V období 1961–1970 byl roční průměr 41 dnů, pokles byl v období 1971–1980 (24,5 dnů). V posledních třech dekádách se průměrný

počet ledových dnů ustálil nad počtem 30 dnů za rok, 1981–1990 (34,8 dnů), 1991–2000 (32,8 dnů) a 2001–2010 (37,5 dnů) (Obr. 31).

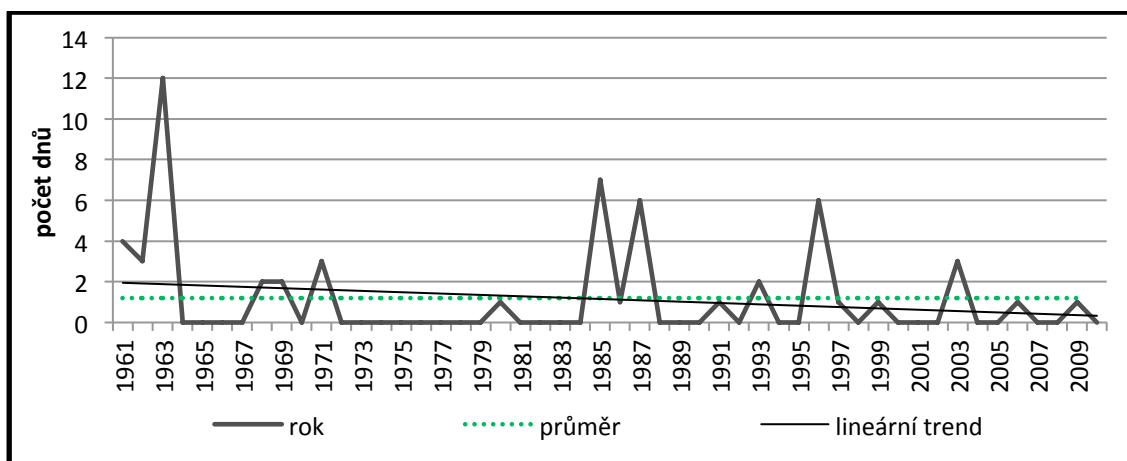
V období 1961–2000 byl ve Vsetíně roční průměr 34 ledového dne za rok. Plošný průměr mrazových dnů na území Česka byl podle Quitta (2007), 37,5.



Obr. 31 Počet mrazových dnů na stanici Vsetín v období 1961–2010

6.6.6 Arktické dny

Arktické dny se ve Vsetíně 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. Díky velkému počtu arktických dnů v roce 1963 vykazuje dlouhodobý trend mírný sestup. Období 1961–1970 vykazuje roční průměr 2,3 arktického dne, dekáda 1971–1980 průměr 0,4 dne, následující dekáda průměr 1,4 dne. Od dekády 1991–2000 dochází k postupnému úbytku arktických dnů (1,1 dnů) a poslední dekáda 0,5 dnů (Obr. 32).



Obr. 32 Počet arktických dnů na stanici Vsetín v období 1961–2010

6.7 Horké a chladné vlny

6.7.1 Horké vlny

Horká vlna bývá definována jako různě dlouhá epizoda extrémně horkého počasí. Sobíšek a kol. (1993) definují horkou vlnu jako vícedenní období letních veder, během něhož dosahují maximální denní teploty vzduchu 30 °C a více. Pro účely této studie byla použita definice horké vlny, která primárně slouží k analýze úmrtnosti. Popsali ji Kyselý a Huth (2004), přiklání se k ní i Rožnovský a kol. (2010): „*minimálně tří denní období letních veder, během něhož dosahují maximální denní teploty 30 °C a více*“. 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*“. Existence horké vlny bývá podle Pokladníkové a kol. (2009) podmíněna advekcí tropického vzduchu nad pevninu nebo intenzivním radiačním ohříváním polárního vzduchu setrvávajícího nad přehřátou pevninou v oblasti anticyklón.

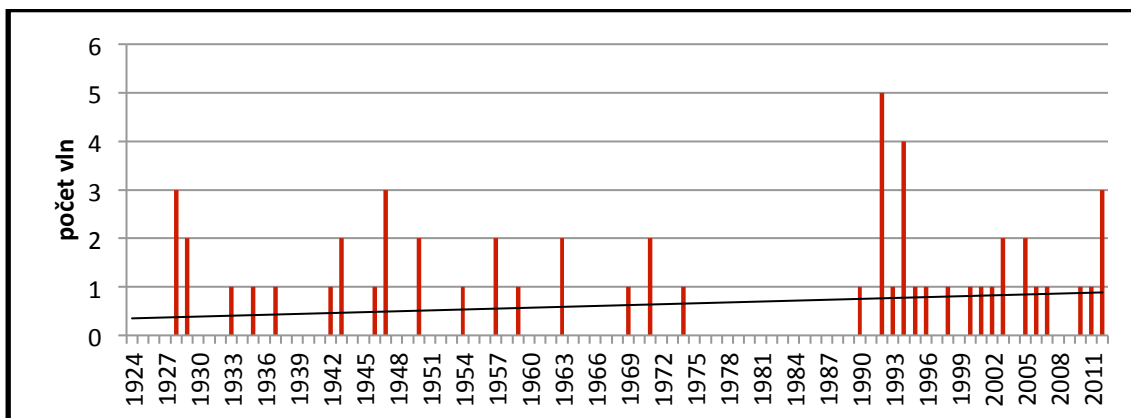
Během horkých vln dochází k narušení regulačního termosystému populace, které má za následek nárůst křečí z horka, respiračních obtíží, srdečních potíží a úmrtnost obyvatelstva. V řadě studií se podle Rožnovského (2010) podařilo prokázat přímou souvislost zvýšené úmrtnosti obyvatelstva v důsledku horkých vln. Příkladem uvádí Chicago 1995, Lisabon 2002, Paříž 2003, atd. Baron (1975) dokonce prokázal výrazný nárůst agresivních lidí během horkých vln.

Ve Vsetíně za období 1924–2012 bylo detekováno 55 horkých vln. Nejvyšší roční počet horkých vln (5) bylo v roce 1992, roků bez výskytu bylo celkem 55 (Obr. 33). Absolutní počet dnů v horkých vlnách byl za sledované období 226 dnů, roční průměr 1,8 dnů. Nejvyšší roční počet dnů v horké vlně byl (19 dnů) v letech 1992 a 1994. Nejdelší horká vlna (11 dnů) byla zaznamenána v roce 1994, druhá nejdelší (10 dnů) v roce 2006 (Obr. 34).

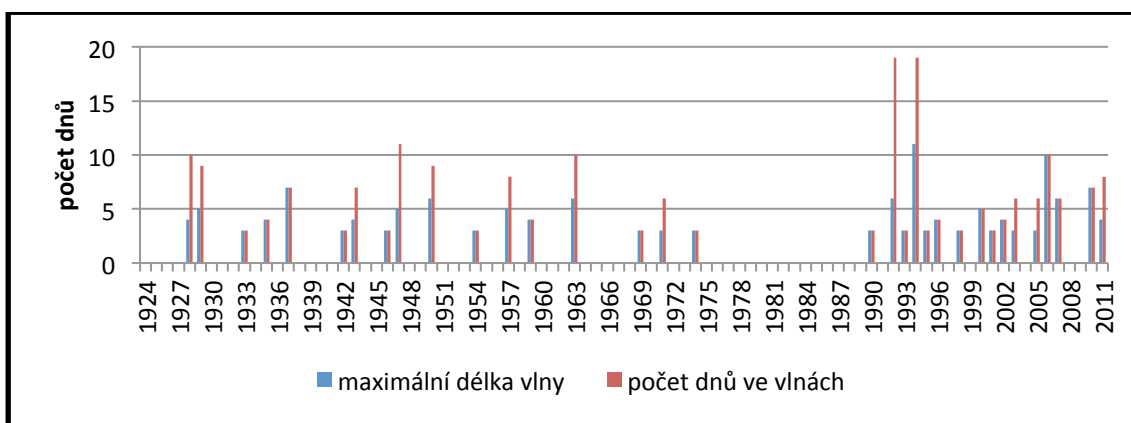
Z dlouhodobého pohledu bylo výjimečné období 1975–1989, za které nebyla zaznamenána ani jedna horká vlna. Jako extrémní se podle Obr. 33 jeví roky 1992 a 1994, kdy byly zaznamenány nejvyšší počty horkých vln. Od těchto let se horké vlny objevují pravidelně, je možné konstatovat, že jejich četnost se zvyšuje.

Horké vlny se ve Vsetíně nejčastěji objevují na přelomu července a srpna, kdy bývají v posledních fázích vlny zaznamenány nejvyšší roční teploty vzduchu.

Nejčasnější horká vlna začala 2. 6. 1942 s dobou trvání 3 dny, nejpozdější začala 13. 9. 1947 s dobou trvání 5 dnů.



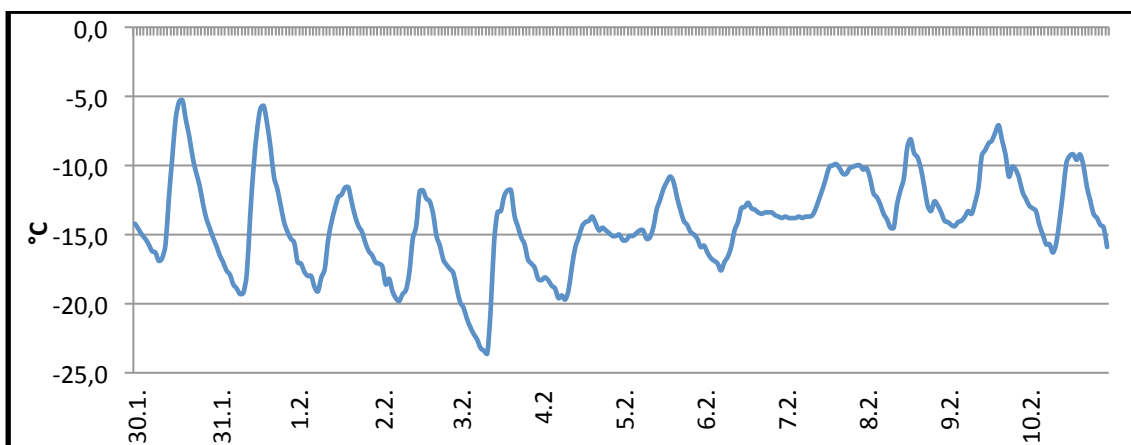
Obr. 33 Roční počet horkých vln ve Vsetíně za období 1924–2012



Obr. 34 Roční maximální délky horkých vln a počty dnů v horkých vlnách ve Vsetíně za období 1924–2012

6.7.2 Chladné vlny

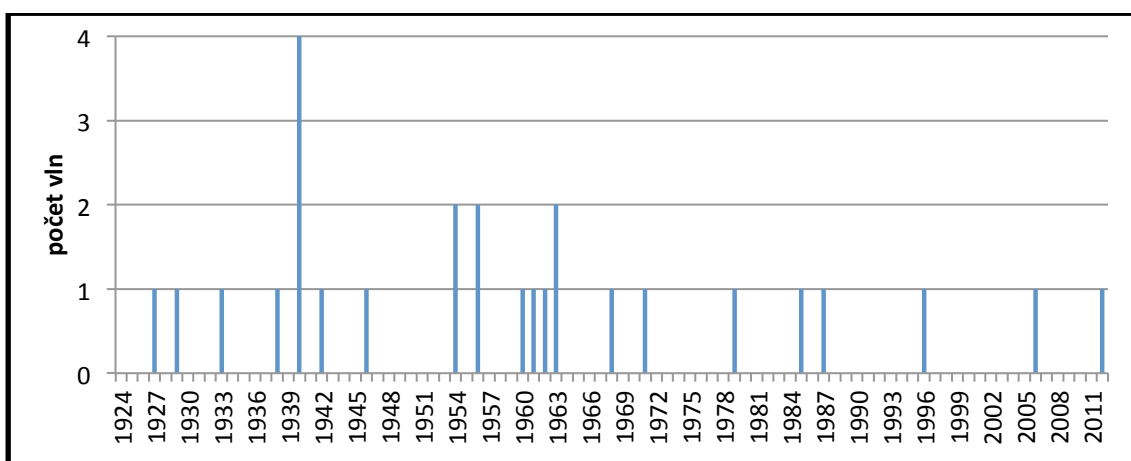
Stejně negativní důsledky jako horké vlny mohou mít na obyvatelstvo i vlny chladné. Těm v literatuře není věnováno tolik pozornosti jako horkým vlnám, proto není jejich vymezení jednotné. Sobíšek a kol. (1993) popisuje ledovou vlnu jako minimálně třídní období s minimální teplotou nižší než 0 °C. V této práci bylo zvoleno kritérium podle Vysoudila et al. (2012), který za chladnou vlnu považuje časový úsek alespoň pěti dnů, ve kterých byly průměrné denní teploty vzduchu ≤ -10 °C (Obr. 35).



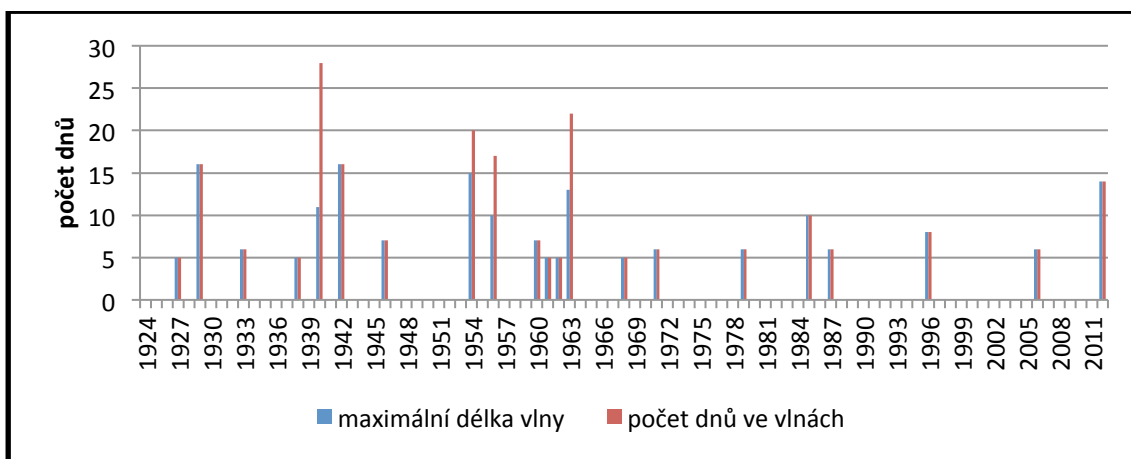
Obr. 35 Chod teploty vzduchu během chladné vlny ve Vsetíně 30. 1.–10. 2. 2012

Za období 1924–2012 bylo ve Vsetíně zaznamenáno celkem 27 chladných vln. V roce 1940 byl zaznamenán nejvyšší roční počet chladných vln (4 vlny), bez výskytu bylo celkem 68 roků (Obr. 36). Absolutní počet dnů v chladných vlnách byl za sledované období 220 dnů, roční průměr 2,5 dnů. Nejvyšší roční počet dnů v chladné vlně byl (28 dnů) v roce 1940. Nejdelší chladná vlna (16 dnů) byla detekována během zimy století v roce 1929 a v roce 1942 (Obr. 37).

Chladné vlny se neobjevují tak často jako horké vlny, za to jejich trvání bývá výrazně delší. Jejich nejpravděpodobnější výskyt je v měsíci lednu a na začátku února. Od roku 1964 je zřejmý úbytek počtu chladných vln. Nejčasnější chladná vlna byla zaznamenána 14. 12. 1985 s dobou trvání 7 dnů, nejpozdější začala 13. 2. 1940 s dobou trvání 6 dnů (Obr. 37).



Obr. 36 Roční počet chladných vln ve Vsetíně za období 1924–2012



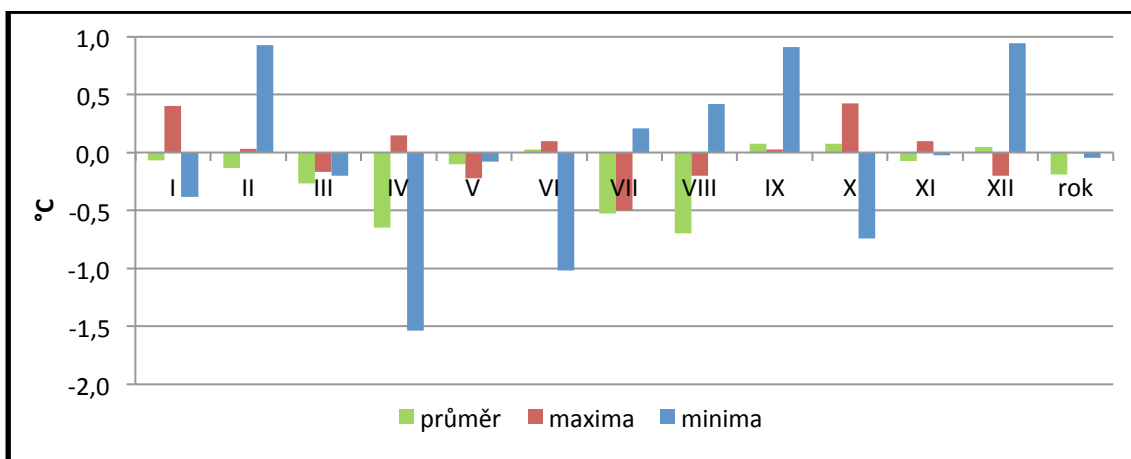
Obr. 37 Roční maximální délky chladných vln a počty dnů v chladných vlnách ve Vsetíně za období 1924–2012

6.8 Prostorová variabilita teploty vzduchu

6.8.1 Variabilita teploty vzduchu na stanicích HVEZ a ROKY

Na základě analýzy datových souborů ze stanic HVEZ a ROKY bylo možné porovnat základní charakteristické rysy variability teploty ve Vsetíně a okolí. Porovnáním denních průměrných teplot za radiačního počasí v roce 2010 byla zjištěna takřka při všech povětrnostních situacích vyšší teplota na stanici HVEZ. 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 ROKY byla situace B. Teplotní rozdíl v těchto případech nepřesáhl 0,5 °C.

Ze srovnání průměrných měsíčních maximálních a minimálních teplot za období 2007–2011 vyplývá, že průměrné měsíční maximální i minimální teploty jsou v létě vyšší na stanici ROKY, v zimním období je tomu naopak. Na obou stanicích byla za sledované roky totožná průměrná měsíční maximální teplota 21,7 °C i průměrná měsíční minimální teplota -4,1 °C. Roční průměrná teplota byla na stanici ROKY za sledované období 8,5 °C, což je o 0,2 °C vyšší než na HVEZ. Tento rozdíl vyplývá z měsíců červenec a srpen, které jsou při porovnání průměrných teplot o 0,6 °C teplejší na stanici ROKY (Obr. 38). Celkově nevýrazné teplotní rozdíly mohou vyplývat z podobnosti aktivního povrchu a nejbližšího okolí stanic. Nižší roční průměrná teplota na stanici HVEZ bude s největší pravděpodobností způsobena polohou stanice, která se nachází při západním i jižním proudění vzduchu na návětrné straně.



Obr. 38 Odchylka průměrné, maximální a minimální teploty vzduchu na stanici ROKY od průměrných hodnot na stanici HVEZ za období 2007–2011

6.8.2 Inverze teploty vzduchu

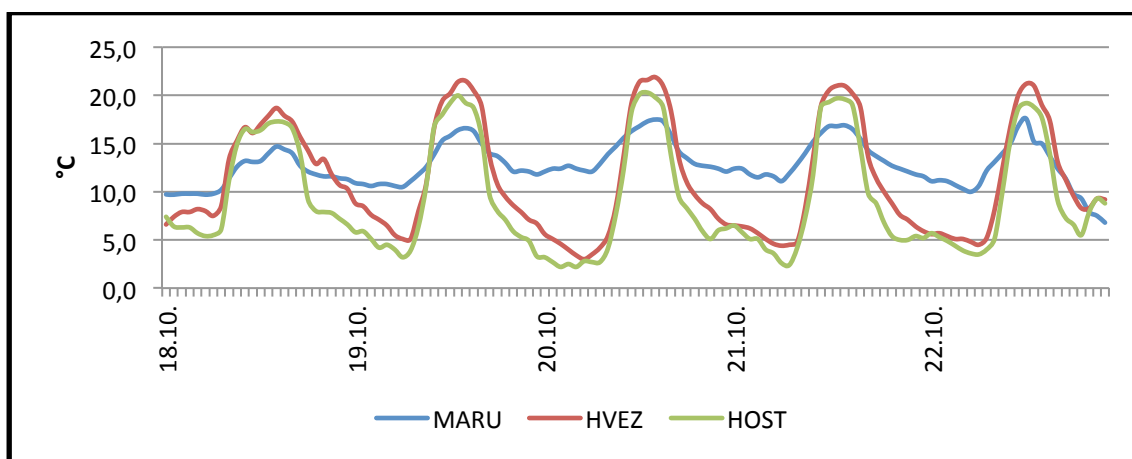
V oblasti Vsetínska je prostorová variabilita teploty vzduchu ovlivňována nejen rostoucí nadmořskou výškou, ale především členitostí reliéfu, jeho orientací ke světovým stranám a místními geografickými podmínkami. Inverze teploty vzduchu se nejčastěji vyskytují v oblastech s nadmořskou výškou 500–900 m, objevují se v průběhu roku po většinu nocí, nejvýraznější teplotní rozdíly bývají dosahovány na jaře, na podzim a v zimě. Ve Vsetínské kotlině v chladném půlroce často vzniká výrazná inverzní situace, kdy je údolí vyplněno studeným vzduchem. Setrvává na dně kotliny několik dní. Teplotní rozdíly za těchto podmínek dosahují 5–9 °C (porovnání stanic HVEZ a MARU). Chladný půlrok je jediná část roku, ve které bývají překročeny limity znečištění ovzduší. Předpoklad pro zánik mohutné inverzní situace je příchod studené fronty doprovázené silným větrem. Prochlazená vzduchová hmota, která několik dní setrvala na dně údolí, je nově přichozí studenou frontou rozmíchána.

6.8.3 Stacionární měření (HVEZ, MARU a HOST)

Během inverzí teploty vzduchu na stanicích HVEZ a HOST bývá v porovnání se stanicí MARU intenzivnější projev inverzí mezi stanicemi HOST a MARU. V průběhu vybraného období 18. 10.–22. 10. 2012 byl největší teplotní rozdíl (20. 10. 2012) mezi stanicemi HOST a MARU 10,2 °C (2.–4. hod. ranní), mezi stanicemi HVEZ a MARU 9,2 °C (5. hod. ranní). Inverze mají často počátek v Hošťálkové dřív odpoledne, ráno mají konec ve stejný čas jako ve Vsetíně (Obr. 39).

Přes velmi podobnou nadmořskou výšku stanic HVEZ a HOST jsou výraznější teplotní inverze v údolí Hošťálková způsobeny pravděpodobně uzavřenějším a užším

údolím, než je tomu ve Vsetíně, kde může intenzitu inverze eliminovat i teplotní ostrov města.



Obr. 39 Záznam chodu teploty vzduchu během inverzní situace na stanicích Maruška (MARU), Vsetín (HVEZ) a Hošťálková (HOST) 18. 10.–22. 10. 2012

Do další studie (Tab. 12, 13 a 14) byly zahrnuty inverze, kdy teplotní gradient mezi stanicemi HVEZ a MARU dosáhl alespoň 1,8 °C na 100 m (absolutní rozdíl 5 °C), zahrnuty byly všechny dny vždy za období 1. 10.–28. 2., bez ohledu na režim počasí.

Tab. 12 Charakteristika teplotních inverzí mezi stanicemi HVEZ a MARU za období 1.10.2010–28.2.2011

den	začátek	konec	Tmax (°C)	průměr (°C)
11.10.	19:00	9:00	5,2	3,5
12.10.	18:00	10:00	8,5	4,5
4.12.	16:00	11:00	9,6	6,0
16.12.	18:00	04:00	5,2	3,4
17.1.	18:00	12:00	6,3	4,0
27.1.	19:00	11:00	8,6	4,7
28.1.	18:00	11:00	8,9	4,4
29.1.	18:00	10:00	7,1	4,7
31.1.	18:00	11:00	9,9	6,0
7.2.	17:00	11:00	6,7	4,9
11.3.	18:00	09:00	6,6	4,9
21.3.	20:00	09:00	5,3	3,5
22.3.	19:00	09:00	5,6	4,2
23.3.	20:00	08:00	5,6	3,9
24.3.	20:00	08:00	6,8	4,2
29.3.	19:00	09:00	8,6	6,4
30.3.	19:00	08:00	8,3	6,2

Tab. 13 Charakteristika teplotních inverzí mezi stanicemi HVEZ a MARU za období 1.10.2011–28.2.2012

den	začátek	konec	Tmax (°C)	Průměr (°C)
1.10.	18:00	08:00	5,8	4,8
2.10.	19:00	09:00	7,2	4,4
3.10.	18:00	09:00	7,0	5,1
4.10.	18:00	08:00	5,8	4,2
16.10.	18:00	09:00	5,4	3,9
21.10.	19:00	09:00	5,4	3,4
1.11.	18:00	10:00	5,5	3,4
7.11.	18:00	10:00	7,2	5,0
9.11.	17:00	04:00	5,2	3,6
11.11.	18:00	10:00	6,8	4,0
12.11.	17:00	11:00	8,5	5,1
13.11.	17:00	10:00	8,5	5,4
16.11.	21:00	09:00	5,2	3,4
28.11.	17:00	09:00	5,8	4,4
27.1.	18:00	11:00	6,3	4,3
28.1.	17:00	14:00	6,9	3,9
29.1.	20:00	12:00	10,3	7,1
31.1.	23:00	13:00	11,5	6,5
12.2.	19:00	11:00	11,1	7,1
21.2.	22:00	10:00	6,5	3,6
10.3.	19:00	09:00	5,6	3,3
15.3.	19:00	09:00	5,6	3,9
16.3.	18:00	09:00	9,9	7,3
17.3.	18:00	08:00	9,9	7,1
18.3.	19:00	08:00	6,0	3,5
19.3.	20:00	09:00	5,2	3,5
20.3.	19:00	09:00	8,7	5,9
21.3.	19:00	07:00	5,1	2,6
22.3.	22:00	10:00	8,3	4,4
23.3.	19:00	09:00	6,9	4,7
24.3.	20:00	09:00	8,6	5,7
26.3.	19:00	9:00	6,4	4,4

Tab. 14 Charakteristika teplotních inverzí mezi stanicemi HVEZ a MARU, HOST a MARU za období 1.10.2012–28.2.2013

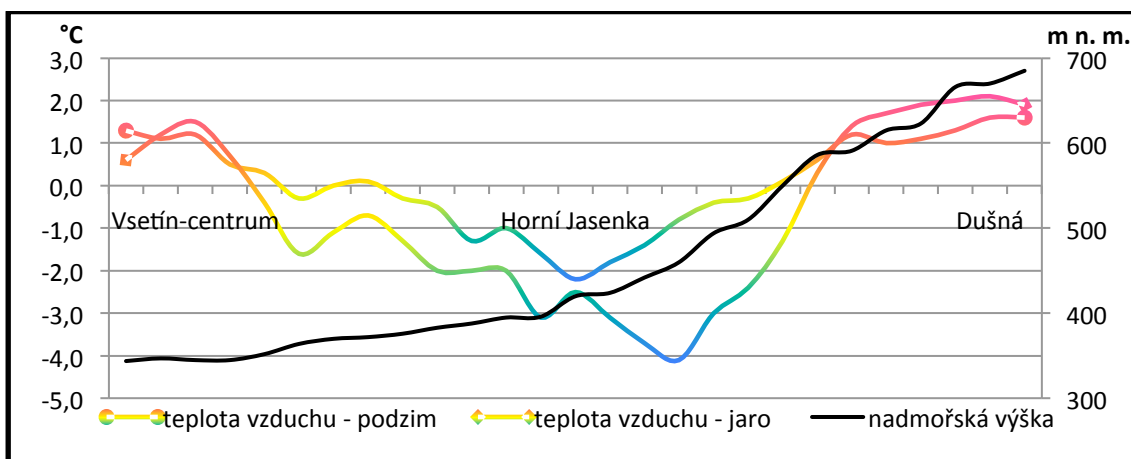
den	začátek		konec		Tmax (°C)		průměr (°C)	
	HVEZ	HOST	HVEZ	HOST	HVEZ	HOST	HVEZ	HOST
3.10.	18:00	17:00	09:00	09:00	7,1	8,3	4,7	5,8
11.10.	18:00	17:00	09:00	10:00	5,3	6,7	3,4	4,8

18.10.	22:00	18:00	09:00	09:00	6,0	7,3	3,3	5,0
19.10.	17:00	17:00	10:00	10:00	9,2	10,2	6,0	8,0
20.10.	17:00	16:00	10:00	10:00	8,1	9,5	5,1	6,5
21.10.	17:00	16:00	10:00	10:00	7,0	8,2	4,6	6,1
14.11.	18:00	16:00	09:00	10:00	5,7	6,8	4,2	4,6
7.12.	17:00	17:00	11:00	11:00	6,6	9,2	4,4	6,8
8.12.	18:00	18:00	12:00	01:00	8,6	9,5	4,8	4,3
29.12.	23:00	22:00	11:00	11:00	7,1	7,8	3,6	4,3

6.8.4 Mobilní měření

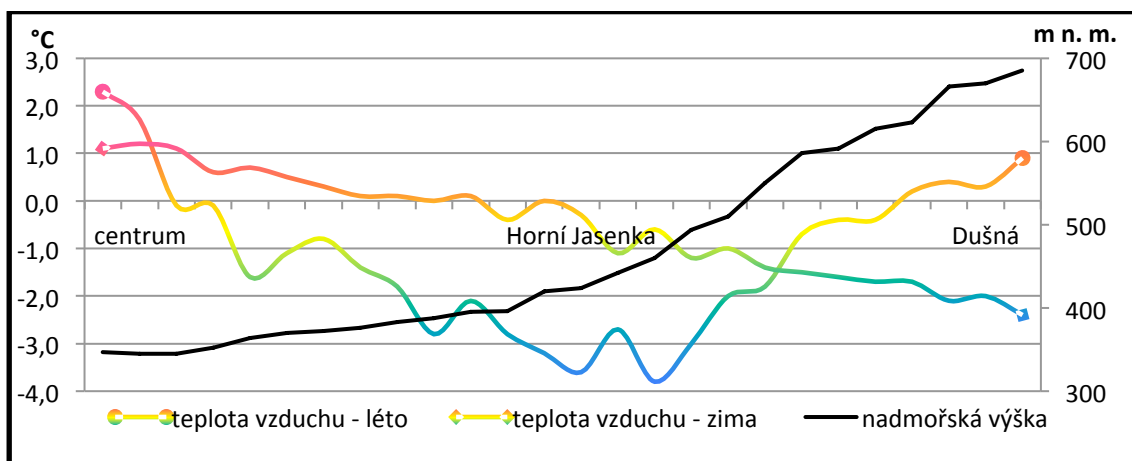
K detekci inverzí teploty vzduchu v okolí Vsetína posloužila mobilní měření. Podrobný popis měřicích tras je v kapitole 6.10

Při podzimním (11. 11. 2011) i jarním (19. 5. 2012) měření z centra města na Dušnou byla detekována inverze teploty. V obou případech byla nejvyšší naměřená teplota na ulici Mostecká, na podzim zde dosahovala teplota vzduchu $-2,3^{\circ}\text{C}$, na jaře $17,4^{\circ}\text{C}$. Minimální teplota byla na podzim zjištěna pod Lyžařským areálem $-5,8^{\circ}\text{C}$, na jaře na točně U Zemánků $11,8^{\circ}\text{C}$. V jarním období se při průjezdu tímto místem začínala tvořit přízemní mlha v důsledku počínající radiační inverze. Od těchto míst (430 až 460 m n. m.) je zřejmé ovlivnění teplot inverzí, jejíž mocnost byla zjištěna až po vrchol Dušné. Zde teplotní čidlo na podzim ukázalo -2°C , na jaře $18,0^{\circ}\text{C}$. Teplotní odchylka byla při porovnání centra s Dušnou na podzim $3,8^{\circ}\text{C}$, na jaře $6,2^{\circ}\text{C}$ (Obr. 40). V době, kdy mobilní měření bylo ukončeno na vrcholu Dušná, teploty na vybraných meteorologických stanicích ukazovaly tyto hodnoty: HVEZ podzim $-3,1^{\circ}\text{C}$, jaro $14,1^{\circ}\text{C}$, MARU – podzim $-2,5^{\circ}\text{C}$, jaro $16,6^{\circ}\text{C}$.



Obr. 40 Výškový a teplotní profil trasy Centrum města–Dušná v podzimním (11. 11. 2011) a jarním období (19. 5. 2012) vyjádřený odchylkou teploty od průměrné teploty

Mobilní měření dokládají výraznou 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 tepelného ostrova a sídliště Jasenka na měření. Minimální teplota byla pod Lyžařským areálem 14,0 °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 (Obr. 41). Za této situace byl teplotní gradient zhruba 1,0 °C na 100 m. Je důležité vzít v úvahu započtený teplotní ostrov města, který tento gradient ovlivnil. Při ukončení měření byla na stanicích dosažena teplota: HVEZ – léto 17,5 °C, zima -11,0 °C, MARU – léto 18,6 °C, zima -12,3 °C.



Obr. 41 Výškový a teplotní profil trasy Centrum města–Dušná v letním období (15. 06. 2011) a zimním období (11. 2. 2012) vyjádřený odchylkou teploty od průměru

Nevýrazná 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 detekovány takřka na všech dalších trasách mobilních měření kulturní krajinou (kapitola 6.10).



Obr. 42 Radiační mlha doprovázející teplotní inverzi nad Vsetínem (foto Březina 2008)

6.9 Dlouhodobé kolísání teploty vzduchu

Teplotní řada pro hodnocení dlouhodobého režimu teploty vzduchu ve Vsetíně (1900–2012) vznikla spojením a dopočítáním nejvýznamnějších teplotních řad ze stanic Rybníky (RYBN), Zuška (ZUSK), Podsedky (PODS) a Hvězdárna (HVEZ). Dopčet byl proveden ČHMÚ metodou lineární regrese. Jako dlouhodobě podnormální nebo nadnormální období bylo bráno minimálně 3leté souvislé období s podnormálními hodnotami, či nadnormálními hodnotami.

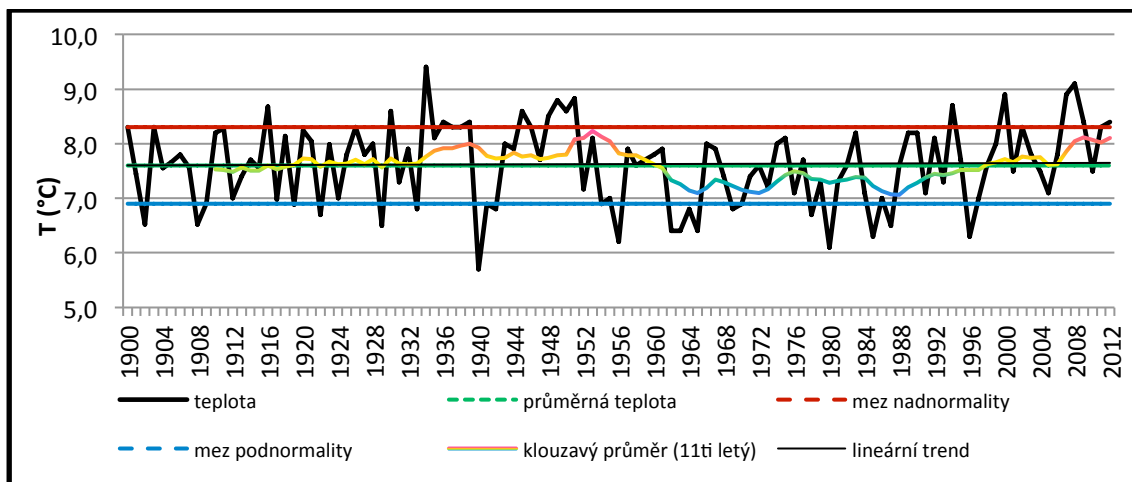
Nová práce Hansena (2012) prezentuje výsledky studie, podle které se teplota vzduchu zvyšuje rychleji, než se doposud předpokládalo, tudíž její důsledky by měly být závažnější. Autor vychází z dat získaných z celého světa v posledních šedesáti letech. Extrémní vlny veder, které zasáhly Evropu v roce 2003, Rusko v roce 2010 nebo USA v roce 2011, jsou připisovány probíhajícím klimatickým změnám. Práce Allisona et al. (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 dnů a nocí, vln veder, úbytek studených dnů, 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 $0,187\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,052\text{ }^{\circ}\text{C}$ za desetiletí. V Česku vykazuje teplotní řada podle Brázdila (1998a,b) 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 $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ let}$, v období 1856–1995 dokonce $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ let}$. Tolasz et al. (2007) dokládá, že v Česku se průměrná teplota vzduchu (průměr ze 311 stanic) zvýšila

v období 1961–2000 o $0,028\text{ }^{\circ}\text{C}$ za rok. V teplém půlroce byl oteplovací trend $0,025\text{ }^{\circ}\text{C}$ za rok, v chladném půlroce $0,031\text{ }^{\circ}\text{C}$ za rok. Každý rok období 2001–2010 je z globálního hlediska mezi jedenácti nejteplejšími roky za dobu přístrojového měření (Allison et al. 2010). Dlouhodobá analýza Možného et al. (2012) na základě dozrávání obilovin v období 1501–2008 potvrdila, že epizoda po roce 1951 je nejteplejší na celém území Česka za posledních 500 let.

6.9.1 Meziroční kolísání teploty vzduchu v období 1900–2012

Průměrná roční teplota vzduchu za období 1900–2012 byla $7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Maximální roční průměrná teplota, připadla na rok 1934 a dosáhla $9,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hodnota $9,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ byla přesažena znovu v roce 2008, dosahovala $9,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rokem s nejnižší roční průměrnou teplotou $5,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ byl rok 1940. Normálový teplotní interval je $6,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $8,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dlouhodobější podnormální teplota byla v období 1962–1965. Teplotně nadprůměrné roky se vyskytovaly v obdobích 1948–1951 a 2007–2009 (Obr. 43).



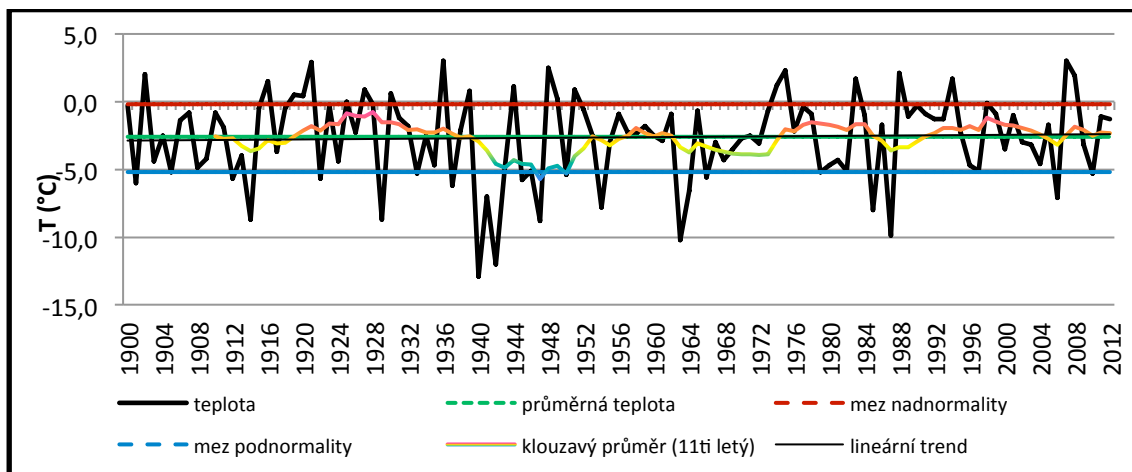
Obr. 43 Dlouhodobé kolísání průměrných ročních teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

V případě Vsetína je zajímavá především v období před a po 2. světové válce koncentrace nadnormálně teplých let. Je možné konstatovat, že tato období byla stejně teplá jako poslední dvě dekády měření. V 60. letech došlo k významnému poklesu roční průměrné teploty vzduchu, od té doby neustále pomalu vzrůstá (Obr. 43). Dlouhodobý chod roční teploty vzduchu je v souladu s prezentovanými výsledky Brázdila (1998).

Podle něj je pro teplotní řady v Česku možné pozorovat od třetí dekády 20. stol. do současnosti cyklus kolísání roční průměrné teploty vzduchu v délce 7,8 roků.

Leden

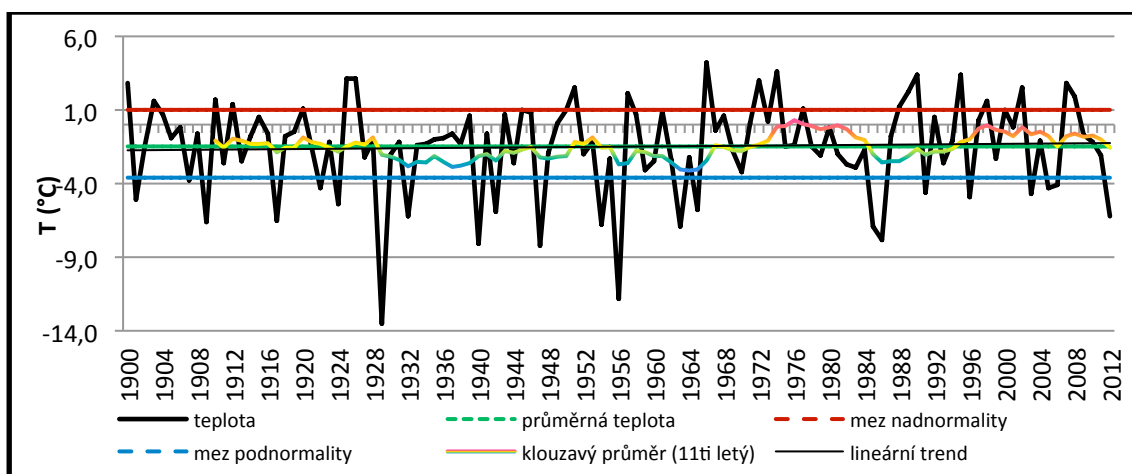
Dlouhodobý lednový teplotní průměr je $-2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Maximální měsíční průměrná teplota, připadla na rok 1936 a dosahovala $3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Minimální měsíční průměrná teplota $-12,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ náleží roku 1940. Normálový teplotní interval je $-5,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dlouhodobější podnormální teplota byla zjištěna v období 1940–1942. Dlouhodoběji teplotně nadnormální období bylo 1919–1921 (Obr. 44).



Obr. 44 Dlouhodobé kolísání průměrných lednových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Únor

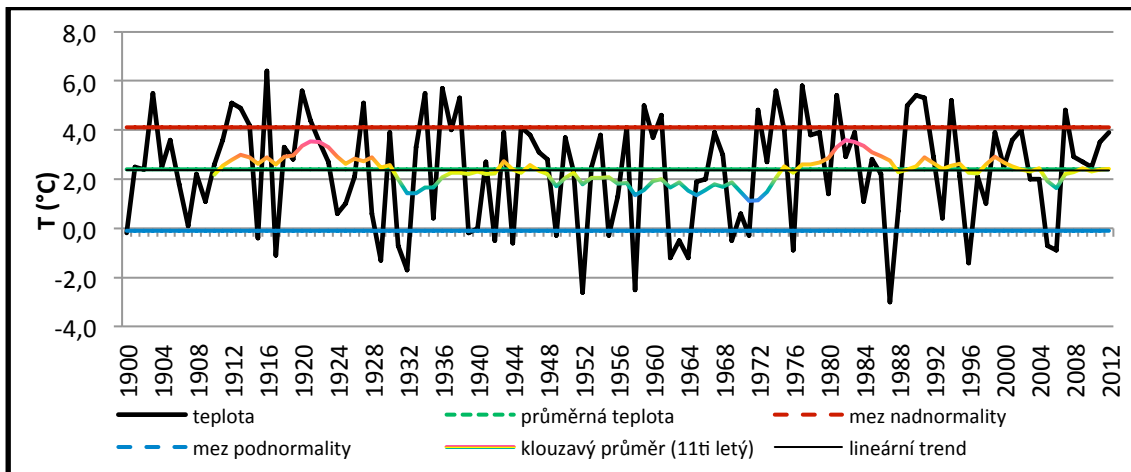
Dlouhodobý únorový teplotní průměr je $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Maximální měsíční průměrná teplota, připadla na rok 1966 a dosahovala $4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Minimální měsíční průměrná teplota $-13,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ náleží roku 1929. Normálový teplotní interval je $-3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dlouhodobě teplotně nadnormální období bylo 1988–1990 (Obr. 45).



Obr. 45 Dlouhodobé kolísání průměrných únorových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Březen

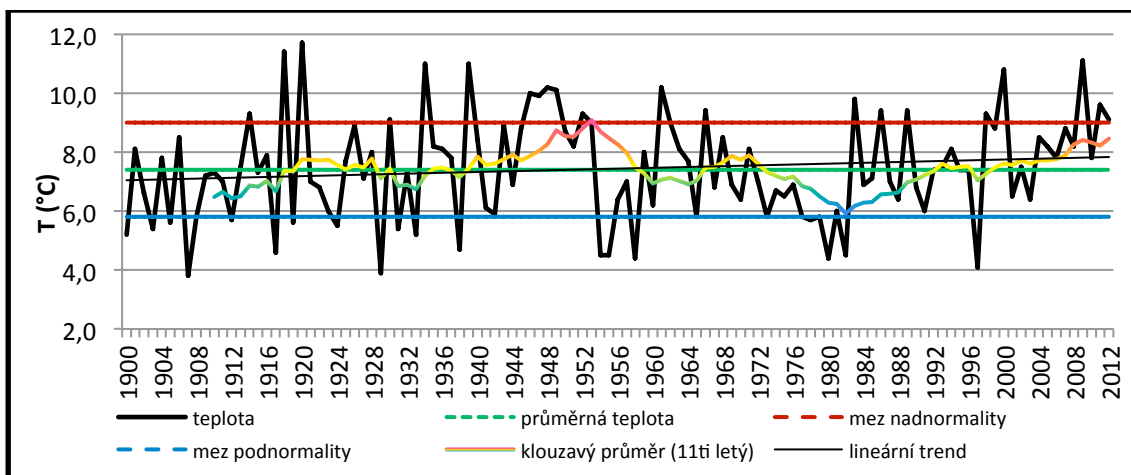
Dlouhodobý březnový teplotní průměr je $2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Maximální měsíční průměrná teplota připadla na rok 1916, dosahovala $6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Minimální měsíční průměrná teplota $-3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ náleží roku 1987. Normálový teplotní interval je $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dlouhodoběji podnormální teplota byla zjištěna v obdobích 1962–1964. Dlouhodobě teplotně nadnormální období byla 1912–1914 a 1989–1991 (Obr. 46).



Obr. 46 Dlouhodobé kolísání průměrných březnových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Duben

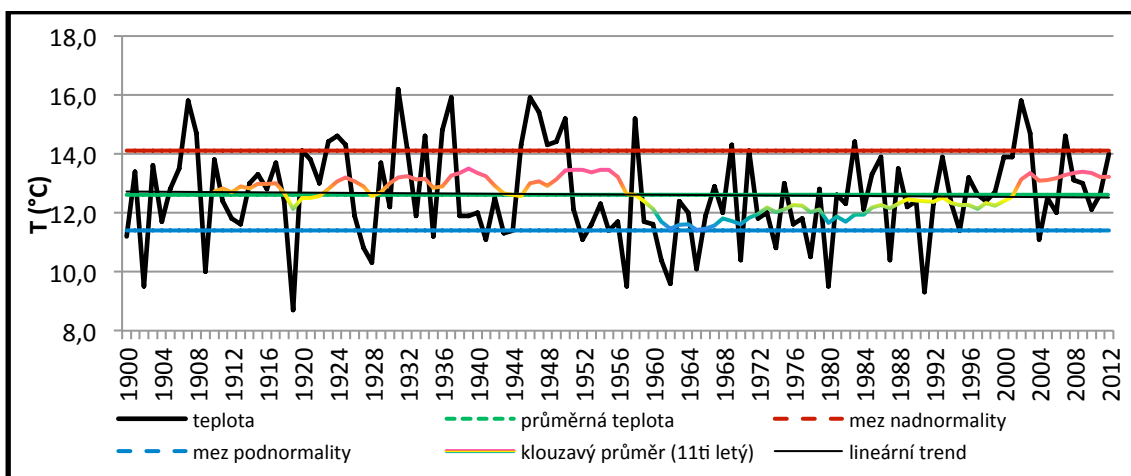
Dlouhodobý dubnový teplotní průměr je $7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Maximální měsíční průměrná teplota připadla na rok 1920, dosahovala $11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Minimální měsíční průměrná teplota $3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ náleží roku 1907. Normálový teplotní interval je $5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $9,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dlouhodoběji teplotně nadnormální období byla 1946–1949 (Obr. 47).



Obr. 47 Dlouhodobé kolísání průměrných dubnových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Květen

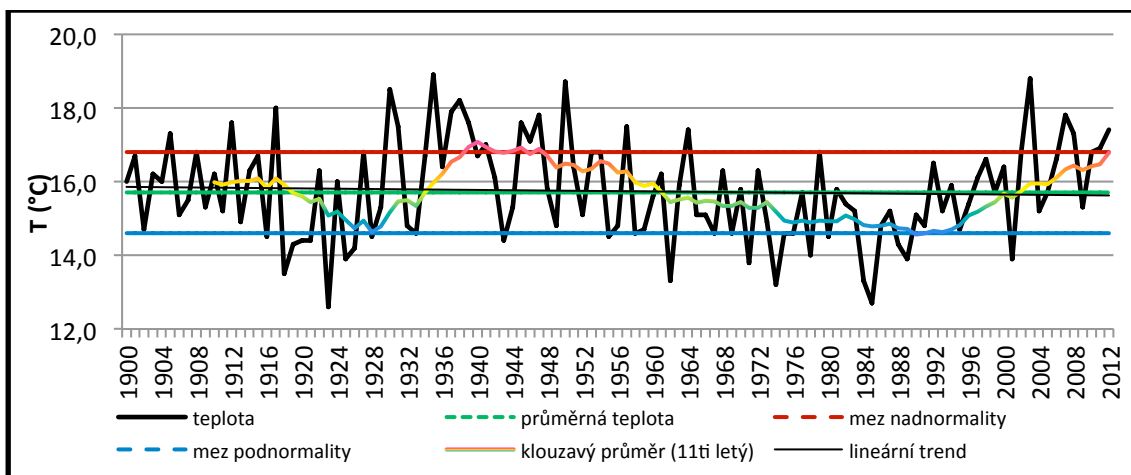
Dlouhodobý květnový teplotní průměr je 12,6 °C. Maximální měsíční průměrná teplota připadla na rok 1931, dosahovala 16,2 °C. Minimální měsíční průměrná teplota 8,7 °C náleží roku 1919. Normálový teplotní interval je 11,4 °C až 14,1 °C. Dlouhodoběji teplotně nadnormální období byla 1923–1925 a 1945–1950 (Obr. 48).



Obr. 48 Dlouhodobé kolísání průměrných květnových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Červen

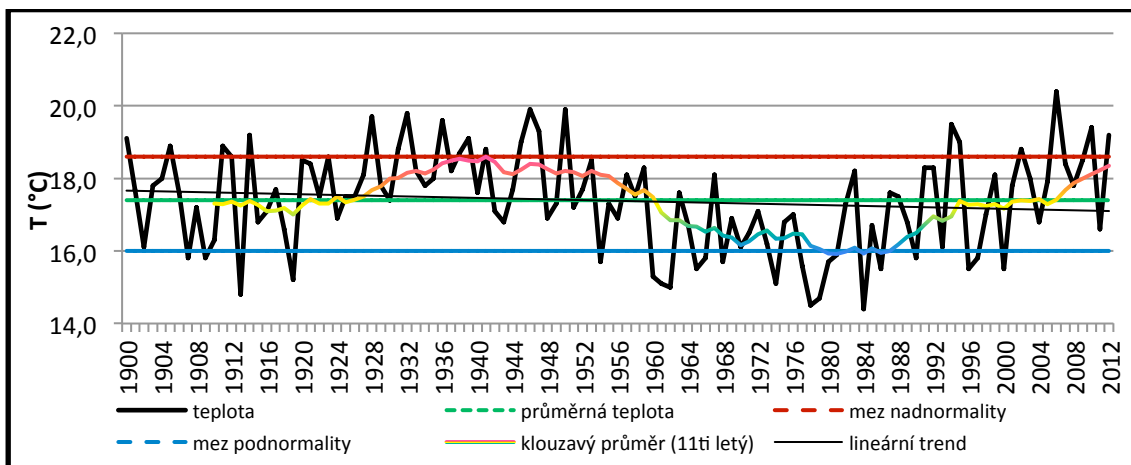
Dlouhodobý dubnový teplotní průměr je 15,7 °C. Maximální měsíční průměrná teplota připadla na rok 1935, dosahovala 18,9 °C. Minimální měsíční průměrná teplota 12,6 °C náleží roku 1923. Normálový teplotní interval je 14,6 °C až 16,8 °C. Dlouhodoběji podnormální teplota byla v období 1918–1921. Dlouhodobě teplotně nadnormální období byla 1937–1939 a 1945–1947 (Obr. 49).



Obr. 49 Dlouhodobé kolísání průměrných červnových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Červenec

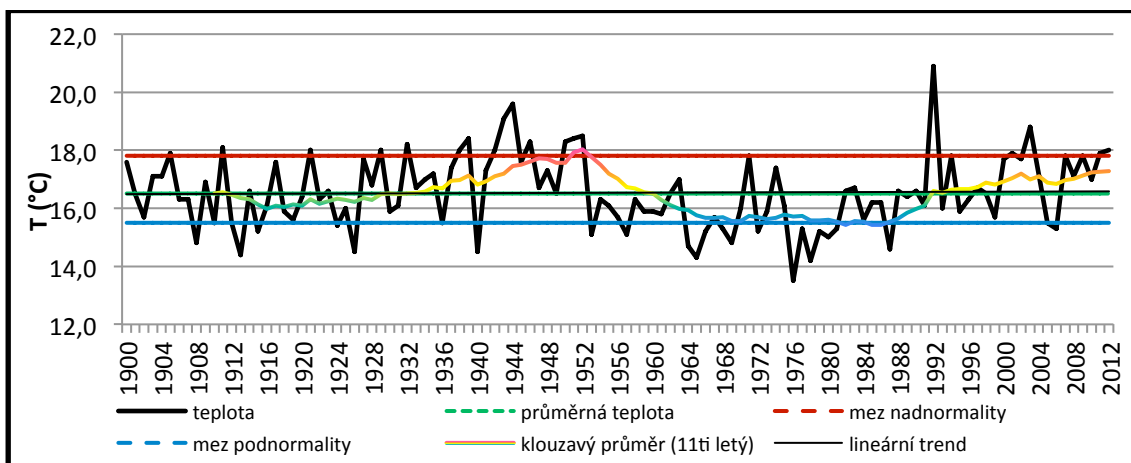
Dlouhodobý červencový teplotní průměr je 16,9 °C. Maximální měsíční průměrná teplota připadla na rok 2006, dosahovala 20,4 °C. Minimální měsíční průměrná teplota 14,4 °C náleží roku 1984. Normálový teplotní interval je 16,0 °C až 18,6 °C. Dlouhodobě podnormální teplota byla zjištěna v obdobích 1960–1962 a 1977–1981. Dlouhodoběji teplotně nadnormální období bylo 1945–1947 (Obr. 50).



Obr. 50 Dlouhodobé kolísání průměrných červencových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzávými průměry.

Srpen

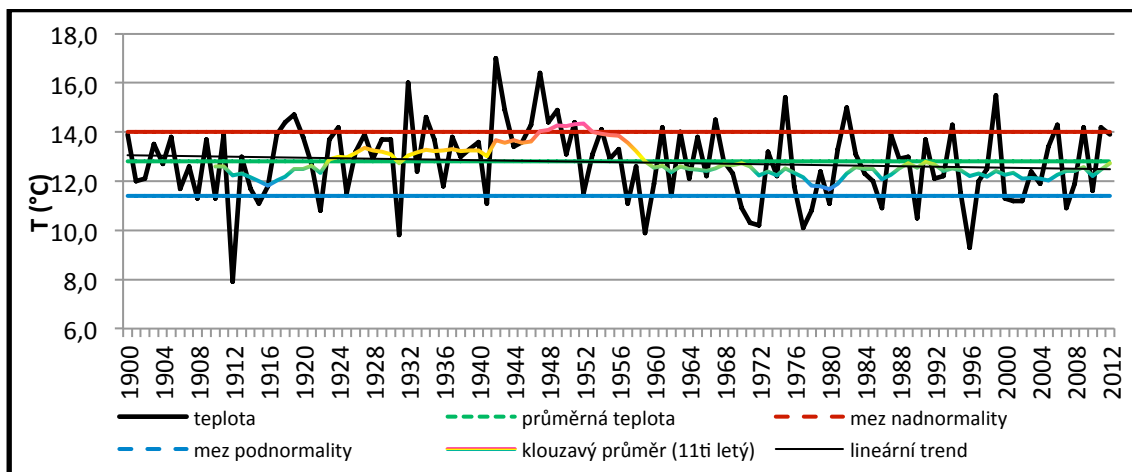
Dlouhodobý srpnový teplotní průměr je 16,5 °C. Maximální měsíční průměrná teplota připadla na rok 1992, dosahovala 20,9 °C. Minimální měsíční průměrná teplota 13,5 °C náleží roku 1976. Normálový teplotní interval je 15,5 °C až 17,8 °C. Dlouhodoběji podnormální teplota byla zjištěna v obdobích 1964–1966, a 1976–1981. Dlouhodobě teplotně nadnormální období byla 1942–1944 a 1950–1952 (Obr. 51).



Obr. 51 Dlouhodobé kolísání průměrných srpnových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzávými průměry.

Září

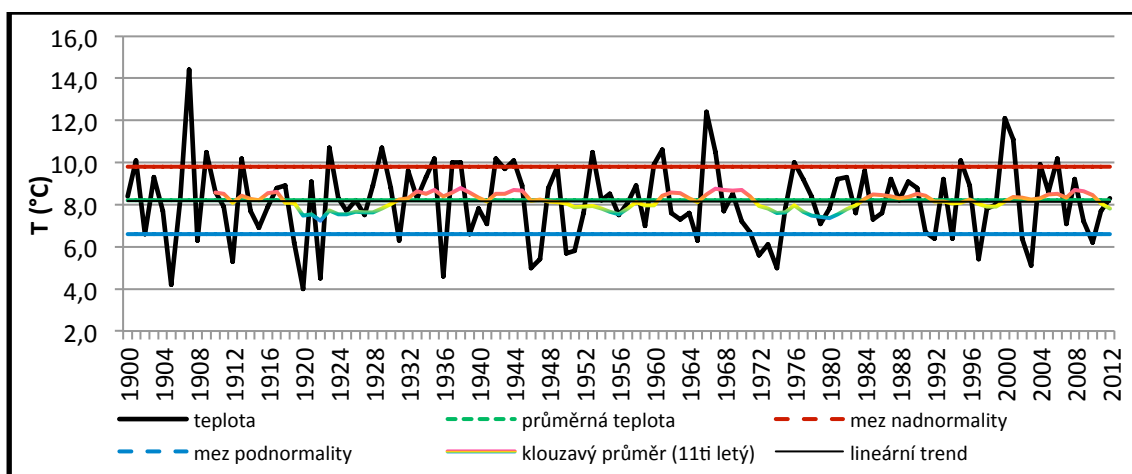
Dlouhodobý zářijový teplotní průměr je 12,8 °C. Maximální měsíční průměrná teplota připadla na rok 1942, dosahovala 17,0 °C. Minimální měsíční průměrná teplota 7,9 °C náleží roku 1912. Normálový teplotní interval je 11,4 °C až 14,0 °C. Dlouhodoběji podnormální teplota byla zjištěna v období 1970–1972. Dlouhodobě teplotně nadnormální období byla 1946–1949 (Obr. 52).



Obr. 52 Dlouhodobé kolísání průměrných zářijových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Říjen

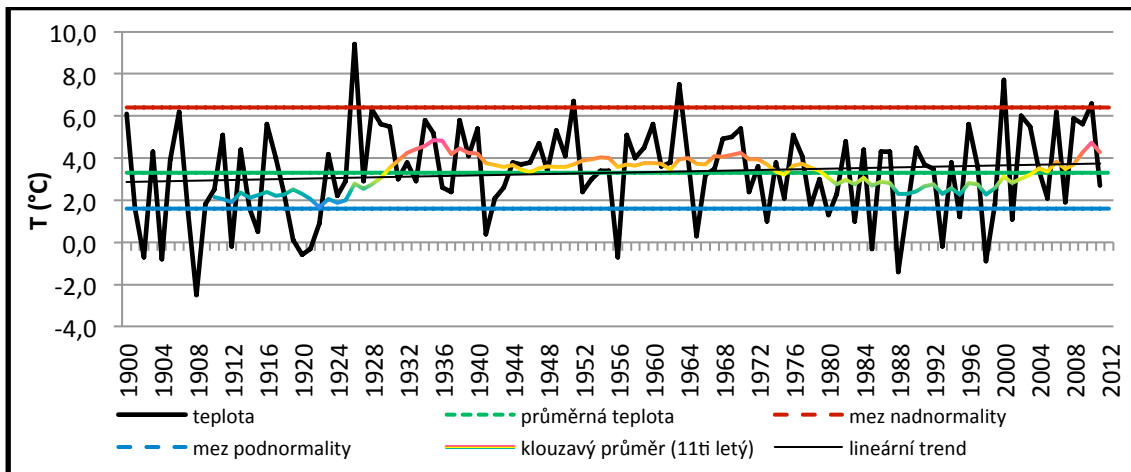
Dlouhodobý říjnový teplotní průměr je 8,2 °C. Maximální měsíční průměrná teplota připadla na rok 1907, dosahovala 14,4 °C. Minimální měsíční průměrná teplota 4,0 °C náleží roku 1920. Normálový teplotní interval je 6,6 °C až 9,8 °C. Dlouhodobě teplotně nadnormální období bylo 1972–1974 (Obr. 53).



Obr. 53 Dlouhodobé kolísání průměrných říjnových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Listopad

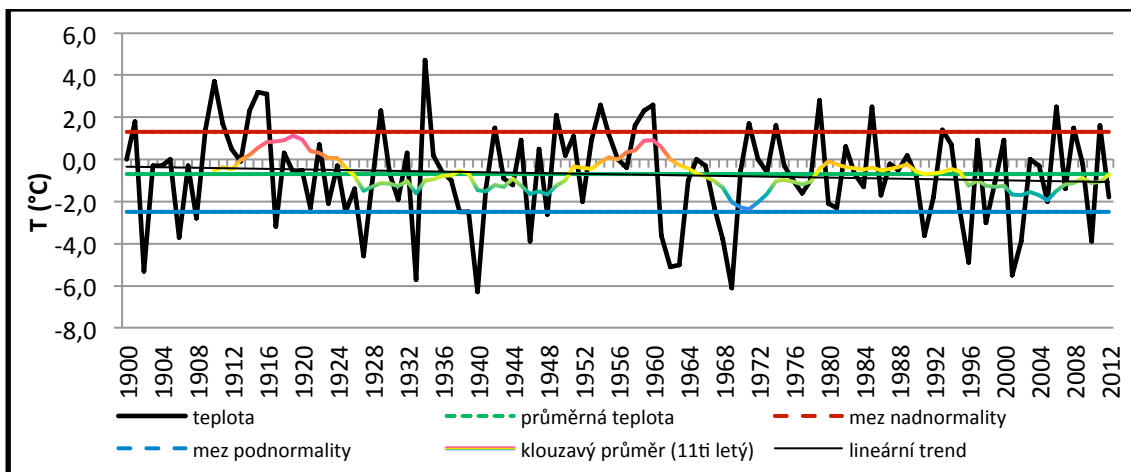
Dlouhodobý listopadový teplotní průměr je 3,3 °C. Maximální měsíční průměrná teplota připadla na rok 1926, dosahovala 9,4 °C. Minimální měsíční průměrná teplota - 2,5 °C náleží roku 1908. Normálový teplotní interval je 1,6 °C až 5,4 °C. Dlouhodobější podnormální teplota byla zjištěna v období 1919–1921. Dlouhodobě teplotně nadnormální období byla 1928–1930 a 2008–2010 (Obr. 54).



Obr. 54 Dlouhodobé kolísání průměrných listopadových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzávými průměry.

Prosinec

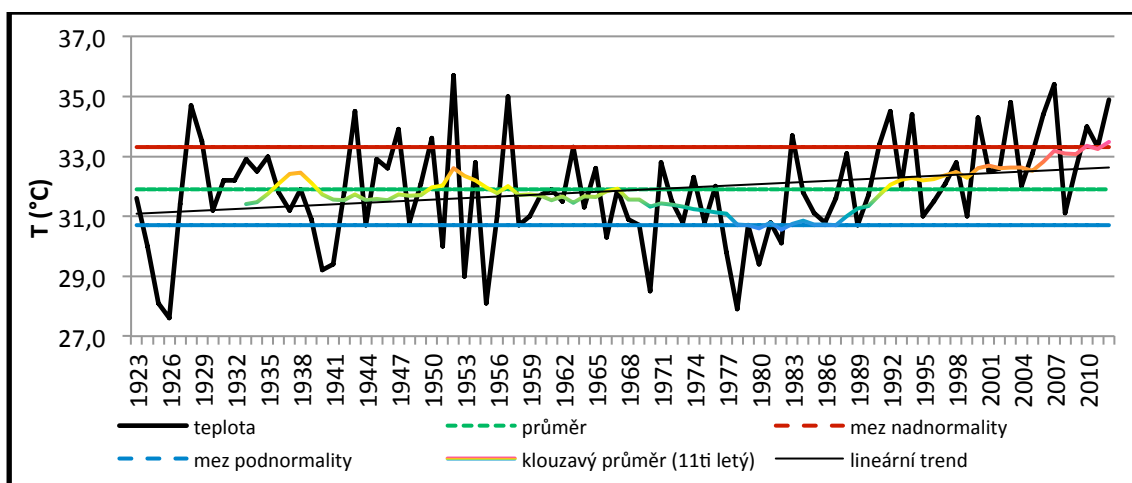
Dlouhodobý prosincový teplotní průměr je -0,7 °C. Maximální měsíční průměrná teplota připadla na rok 1934, dosahovala 4,7 °C. Minimální měsíční průměrná teplota - 6,3 °C náleží roku 1940. Normálový teplotní interval je -2,5 °C až 1,3 °C. Dlouhodobější podnormální teplota byla zjištěna v období 1961–1963. Dlouhodobě teplotně nadnormální období byla 1909–1911, 1914–1916 a 1958–1960 (Obr. 55).



Obr. 55 Dlouhodobé kolísání průměrných prosincových teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzávými průměry.

6.9.2 Meziroční kolísání maximální teploty vzduchu v období 1923–2012

Dlouhodobý průměr ročních maximálních teplot vzduchu ve Vsetíně za období 1923–2012 činí 31,9 °C. Maximální roční teplota vzduchu 35,4 °C připadá na rok 2007. Rok 1926 byl rokem s nejnižší hodnotou maximální roční teploty vzduchu 27,6 °C. Normálový teplotní interval je 30,7 °C až 33,3 °C (Obr. 56).



Obr. 56 Dlouhodobé kolísání průměrných ročních maximálních teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1923–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

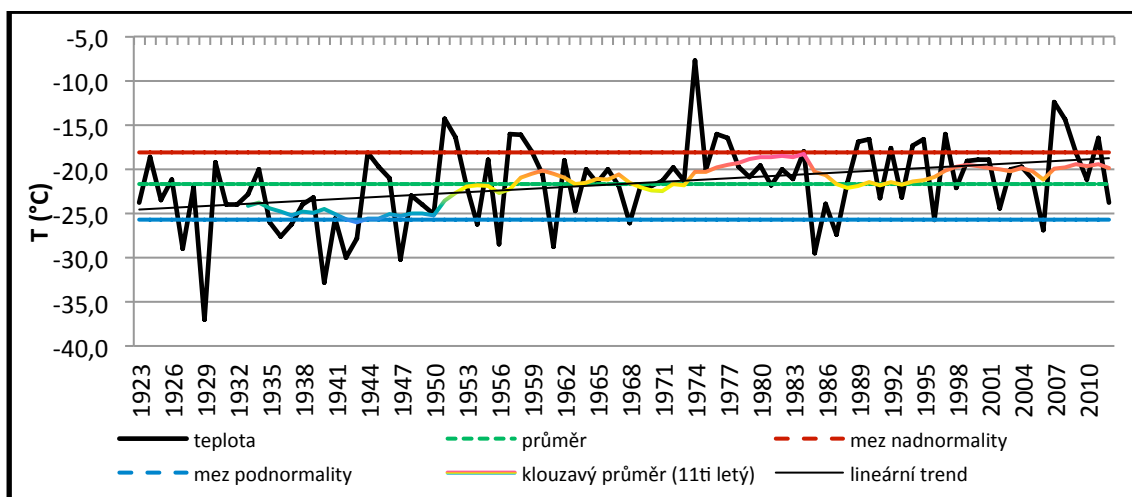
V posledních 10ti letech byly naměřeny 4 z 10 nejvyšších hodnot maximální roční teploty vzduchu. Většina měsíčních maximálních teplot v dlouhodobém pohledu byla naměřena po roce 1999 (Tab. 15).

Tab. 15 Průměrné, maximální a minimální měsíční hodnoty maximální teploty vzduchu ve Vsetíně za období 1923–2012

charakteristika	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
průměr	7,6	10,1	16,8	22,4	26,5	29,2	30,8	30,5	26,7	21,7	15,0	9,3	20,6
maximum	13,1	18,8	23,3	29,1	31,1	34,3	35,4	34,9	32,5	26,4	21,1	15,1	35,4
rok	2002	1990	1977	1923	2005	2000	2007	2012	1947	2000	1927	1989	2007
minimum	0,0	2,8	5,1	15,3	20,3	24,8	25,5	26,0	19,9	12,8	6,0	0,5	27,6
rok	1940	1965	1944	1958	1991	1974	1980	1926	1996	1974	1988	1969	1926

6.9.3 Meziroční kolísání minimální teploty vzduchu v období 1923–2012

Dlouhodobý průměr ročních minimálních teplot vzduchu ve Vsetíně za období 1923–2012 je -21,7 °C. Rok 1974 (-7,4 °C) rokem s nejvyšší minimální teplotou vzduchu. V roce 1929 byla roční minimální teplota -37,0 °C. Normálový teplotní interval je -18,1 °C až -25,2 °C (Obr. 57).



Obr. 57 Dlouhodobé kolísání průměrných ročních minimálních teplot vzduchu na stanici Vsetín v období 1923–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Meziroční kolísání ročních minimálních ročních teplot vzduchu dokládá úbytek extrémně nízkých teplot. Je možné konstatovat, že na růstu průměrné teploty vzduchu od 80. let minulého století se podílejí především vyšší minimální teploty. Nejnižší hodnoty měsíčních minimálních teplot vzduchu byly nejčastěji naměřeny po roce 1998 (Tab. 16).

Tab. 16 Průměrné, maximální a minimální měsíční hodnoty minimální teploty vzduchu ve Vsetíně za období 1923–2012

charakter- ristika	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
průměr	-18,3	-17,0	-11,2	-5,2	-0,6	3,2	5,9	5,2	1,2	-3,5	-8,1	-15,8	-5,3
maximum	-7,5	-5,2	-2,5	-1,2	4,7	8,1	9,7	9,7	5,9	2,8	-1,7	-4,1	-7,7
rok	1974	2007	1981	2009	2010	1979	2001	2002	1999	2001	1951	1959	1974
minimum	-32,8	-37,0	-24,0	-14,2	-4,5	-3,4	-0,5	1,8	-4,1	-10,0	-19,5	-29,0	-37,0
rok	1940	1929	1949	1944	1927	1928	1923	1948	1970	2003	1975	1927	1929

6.10 Výsledky mobilních měření

Stanice ČHMÚ, HVEZ, MARU i amatérská stanice ROKY představují velmi cenný zdroj informací pro studium klimatických poměrů Vsetína. Tato měření jsou stacionární, a proto je nebylo možné vzhledem ke členitosti města použít pro popis horizontálního teplotního pole. Proto byla realizována mobilní měření. Potenciál těchto měření představuje možnost identifikace rizikových poloh, míst, kde dochází k lokálnímu přehřívání nebo k akumulaci chladného vzduchu. Výškové rozdíly jednotlivých tras umožnily prokázat teplotní variabilitu ve vertikálním profilu.

6.10.1 Mobilní měření automobilem

Vlastní mobilní měření byla uskutečněna pro přesnější detekci prostorové variability teploty vzduchu.

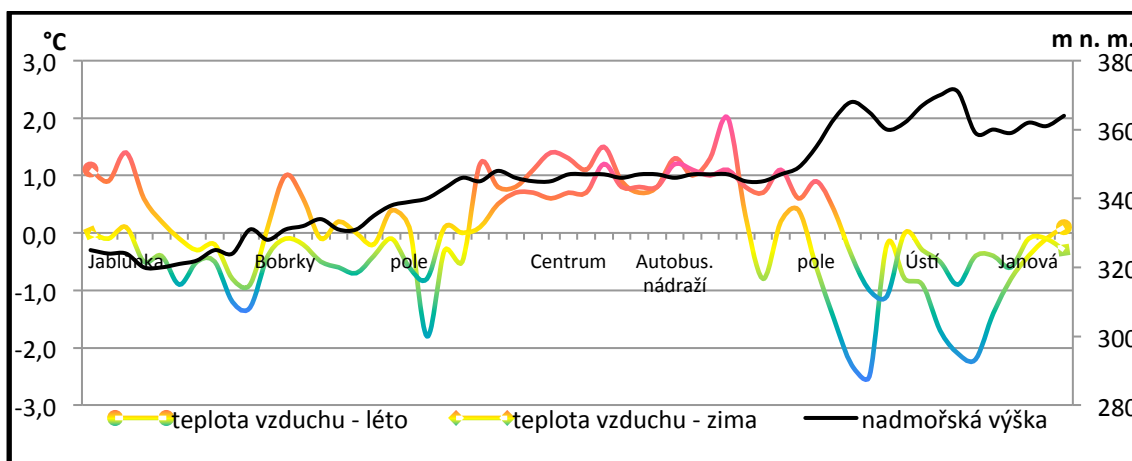
Tab. 17 Charakteristika měřicí trasy 1 Jablůnka-Janová

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:	SWc ₁	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

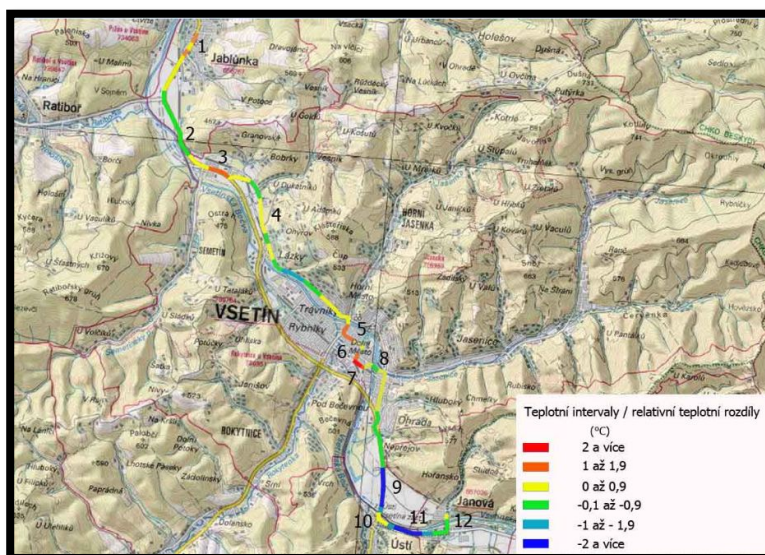
Mobilní automobilová měření byla vykonána na této trase v letním a zimním období, pro lepší porovnání naměřených hodnot za různých povětrnostních situací a ročních období. Celá trasa je typická svou malou výškovou členitostí, významná část vede suburbánní oblastí. Začátek trasy byl stanoven v centru 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 Lásky (4) byla vypořazována jako riziková pro častý výskyt radiační 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 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 nízká míra insolace a severně orientovaný svah nad silnicí.

Tento svah umožňuje ve večerních hodinách katabatické stékání z vrcholových oblastí na dno údolí.

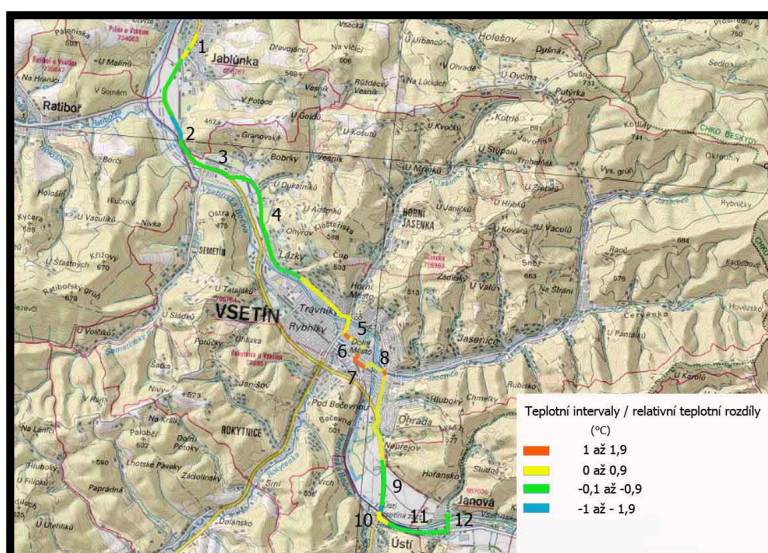
Na několika místech trasy byla zjištěna inverze. Nehomogenita aktivních povrchů v urbanizované krajině má podle měření přímý vliv na režim teploty vzduchu. Při letním měření byla teplota vzduchu v centru města průměrně o 1,5 °C vyšší než ve volném přírodním prostoru, v zimě byl tento rozdíl 1 °C. V létě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



Obr. 58 Teplotní a výškový profil trasy 1 Jablunka-Janová



Obr. 59 Horizontální teplotní profil trasy 1 Jablunka-Janová 7. 7. 2011



Obr. 60 Horizontální teplotní profil trasy 1 Jablunka-Janová 8. 2. 2012

Tab. 18 Teploty vzduchu ve vybraných bodech mobilního měření trasy 1 Jablunka-Janová 8. 2. 2012

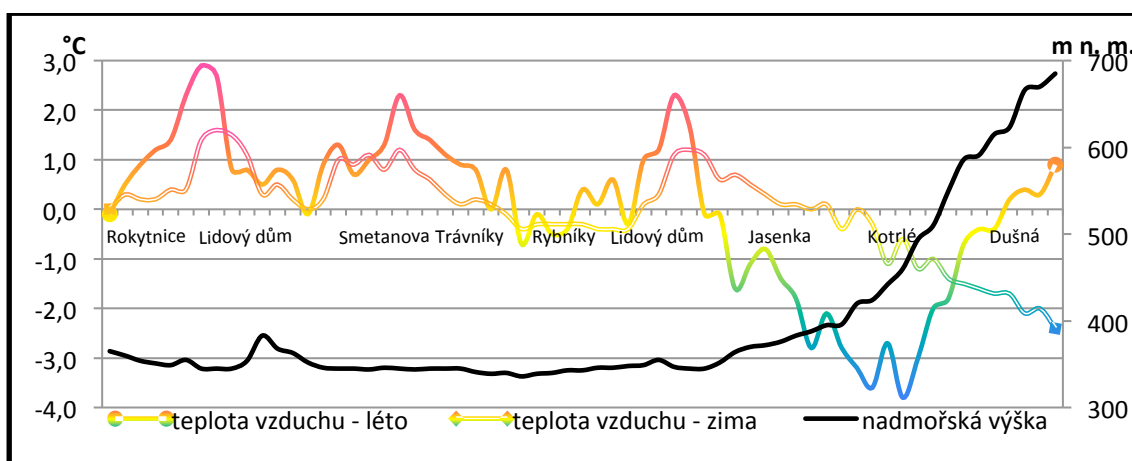
číslo bodu	poloha	teplota (°C)	
		7. 7. 2011	8. 2. 2012
1	Jablunka	22,8	-9,5
2	Pod Kobylou	20,5	-10,9
3	Bobrky	22,4	-9,7
4	Lázky	21,4	-10,3
5	Tyršova	22,9	-8,4
6	Smetanova ulice	22,7	-8,4
7	autobusové nádraží	23,4	-8,5
8	Bečva	20,6	-8,9
9	Žebračka	18,9	-10,6
10	Ústí	20,6	-9,6
11	u Bečvy	19,3	-10,5
12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

Tab. 19 Charakteristika měřicí trasy 2 Rokytnice-Dušná

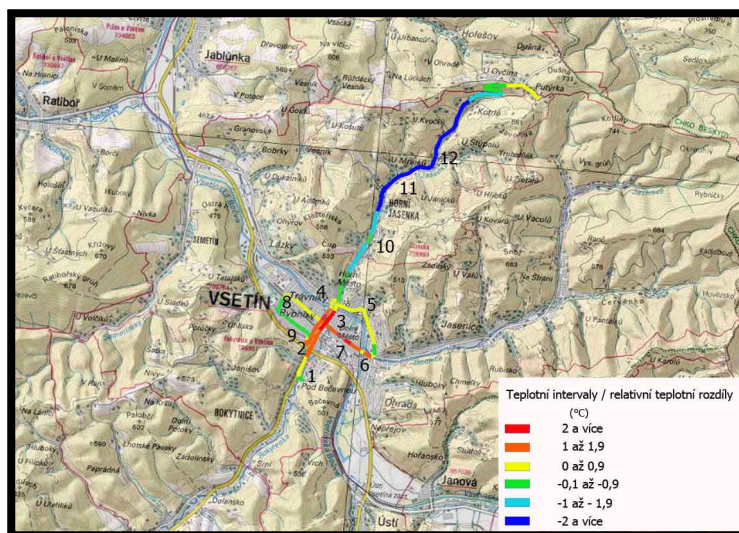
Trasa:	Vsetín část Rokytnice-centrum města Vsetína-Dušná					
Datum:	15. 6. 2011			11. 2. 2012		
Čas:	20:48-21:22			16:45-17:14		
Povětrnostní situace:	Wal	západní anticyklonální situace letního typu		Ea	východní anticyklonální situace	
Délka trasy (km):	17,4					
Nadmořská výška:	počátek		konec	minimum		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 profilům se značnými výškovými rozdíly. Měření bylo zahájeno na konci sídliště Rokytnice u stavebnin (1). Dlouhodobě zde byl ve večerních hodinách pozorován vliv katabatického stékání 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 orientovaném ve směru SV-JZ. Členitost dna údolí, zástavba a vegetace částečně znemožňují dobré provětrávání. Strmé svahy na jihozápad od údolí se zvedají do výšky 150 m nad dno údolí a zabráňují normální insolaci. V létě je zde zřejmý ochlazující účinek říčky Rokytanky. To vše je doplňováno předpokládanými místy s katabatickým stékáním a místními větry. Ty společně s dalšími vlivy způsobují na dně údolí za jasných večerů značné prochlazení. Při měřicí jízdě se vyšší teploty vzduchu jako projev městského klimatu se začaly projevovat u čerpací stanice Shell (2) a zvyšovaly se až k toku Bečvy. 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. V porovnání s nejtudenější oblastí v Rokytnici zde bylo v létě o 3,0 °C a 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. Můžeme předpokládat, že chladný vzduch na Horní náměstí stéká zejména ulicí Pod Vršky. V létě byl znovu detekován chladicí 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. 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 Slunce zapadá dříve 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 chladné místo lokalizováno ještě na ulici Štěpánská u Penny marketu (9). Příčinou je opět katabatické stékání 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

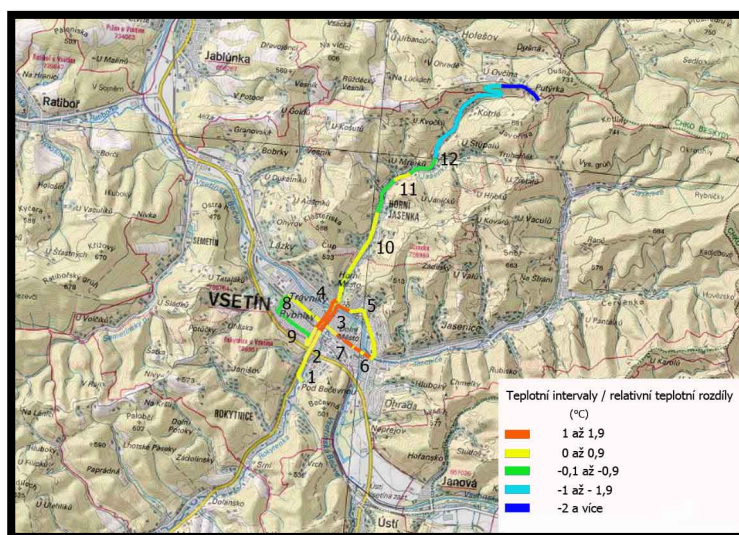
vrstvy atmosféry. V létě byly teploty při druhém měření nižší o 0,4–1 °C, největší rozdíl teploty byl v půlce nadjezdu, který spojuje Rokytnici s centrem města. V zimě byly teploty nižší v rozmezí od 0,1–0,4 °C. Trasa dále pokračovala údolím Jasenka přes stejnojmenné sídliště (10), které způsobilo mírné 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 bylo provedeno 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 hřebetech. 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. 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. 61 Teplotní a výškový profil trasy 2 Rokytnice-Dušná



Obr. 62 Horizontální teplotní profil trasy 2 Rokytnice-Dušná 15. 6. 2011



Obr. 63 Horizontální teplotní profil trasy 2 Rokytnice-Dušná 11. 2. 2012

Tab. 20 Teploty vzduchu ve vybraných bodech mobilního měření trasy 2 Rokytnice-Dušná 11. 2. 2012

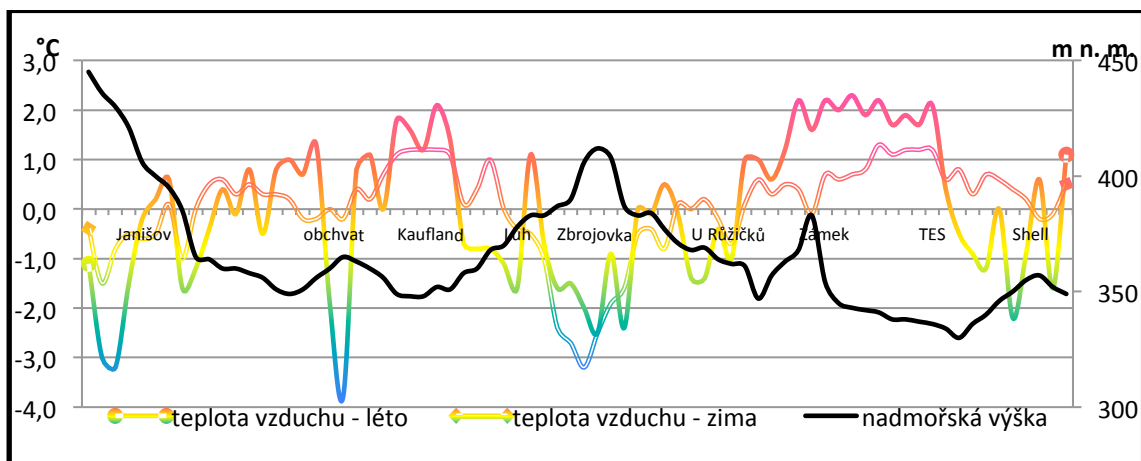
číslo bodu	poloha	teplota (°C)	
		15. 6. 2011	11. 2. 2012
1	Rokytnice	17,5	-10,6
2	Shell	19,0	-10,2
3	Sokolovna	20,5	-9,2
4	Lidový dům	20,3	-9,0
5	Horní náměstí	18,1	-10,3
6	Kostka škola	18,9	-9,6
7	ČSOB	19,9	-9,4
8	Rybníky	16,9	-11,0
9	Penny market	17,3	-11,0
10	Jasenka	16,8	-10,3
11 a 12	Lyžařský areál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

Tab. 21 Charakteristika měřicí trasy 3 Janišov-Rokytnice (Shell)

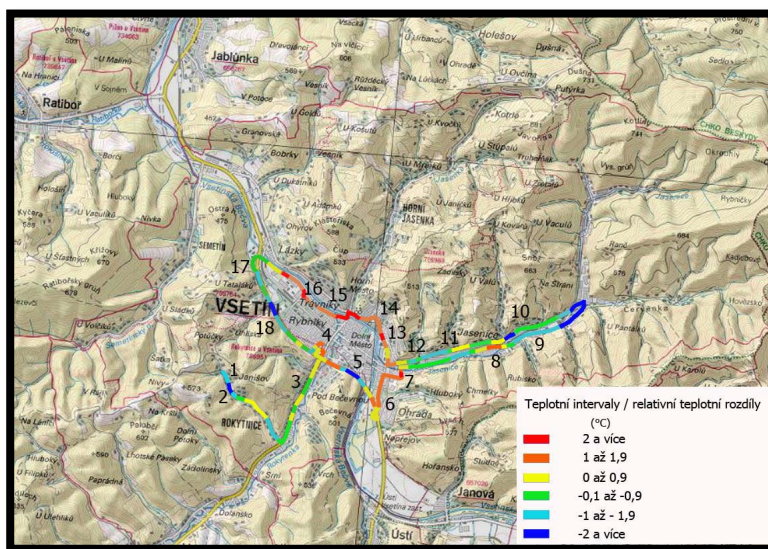
Trasa:	Vsetín část Janišov-Ohrada-areál Zbrojovky-centrum-Poschlá-Rokytnice					
Datum:	13. 7. 2011			10. 2. 2012		
Čas:	21:15-21:45			18:25-18:57		
Povětrnostní situace:	Bp	brázda nad střední Evropou (s pomalým postupem)		Ea	východní anticyklonální situace	
Délka trasy (km):	19,4					
Nadmořská výška (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 ve večerních hodinách postupuje 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 údolí bylo zjištěno jezero studeného vzduchu u „Zubíkovy stavby“ (2). Katabatické stékání by mohlo být příčinou dlouhodobě podprůměrných hodnot v ústí údolí. Údolí Rokytnice vykazuje vyšší teploty mimo oblast kolem stavebnin (3), kde bylo znovu prokázáno pole studeného vzduchu. Vyšší teplota byla potvrzena u čerpací stanice Shell (4). Na obchvatu města byla Pod Bečevnou (5) objevena oblast, kde katabatické stékání pravděpodobně velmi silně ovlivňuje teplotu vozovky. Toto místo bylo o celých 5,0 °C chladnější než nedaleká místa na silnici. Měření dále směřovalo přes sídliště Ohrada (6) k nákupnímu centru na Ohradě (7). Obě tyto oblasti byly v porovnání s měřenou trasou teplejší. Postupně klesající teplota v údolí Jasnice byla podporována velmi častým výskytem míst s nedostatečným úhrnem slunečních paprsků a místy s vhodnými podmínkami pro katabatické stékání. Lokální teplá zóna byla detekována v létě u Technických služeb (8). Zaměstnanci stanice HVEZ v údolí Jasnice dlouhodobě pozorují zvýšenou četnost dní se sněžením. 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 chladnější o 4,5° C než u MEZu v průmyslové části. Značný teplotní rozdíl těchto oblastí umožňuje dřívější tvorbu sněhových vloček v závěru údolí Jasnice. Příhodné

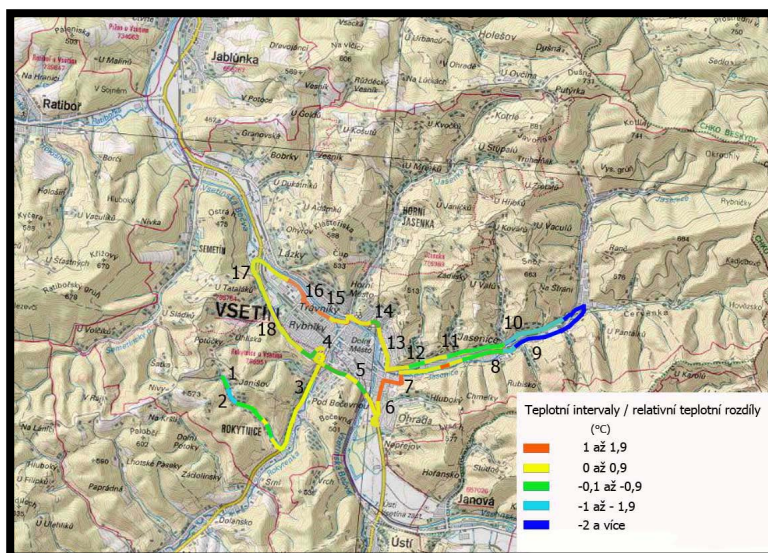
podmínky jsou pro výskyt katabatického stékání jsou v úpatí údolí Dlhé (9), Velký Skalník (10), Malý Skalník (11) a Za Díly (12). Pod Pecníkem (13) a u zámku (14) byla opět potvrzena chladnější místa, která by mohla být díky příhodným podmínkám důsledkem katabatického stékání. Trasa od zámku, kolem lázní a městské teplárny (15) po slévárnu (16) byla v porovnání s celou trasou výrazně teplejší. 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. 64 Teplotní a výškový profil trasy 3 Janišov-Rokytnice (Shell)



Obr. 65 Horizontální teplotní profil trasy 3 Janišov-Rokytnice 13. 7. 2011



Obr. 66 Horizontální teplotní profil trasy 3 Janišov-Rokytnice 10. 2. 2012

Tab. 22 Teploty vzduchu ve vybraných bodech mobilního měření trasy 3 Janišov-Rokytnice 10. 2. 2012

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

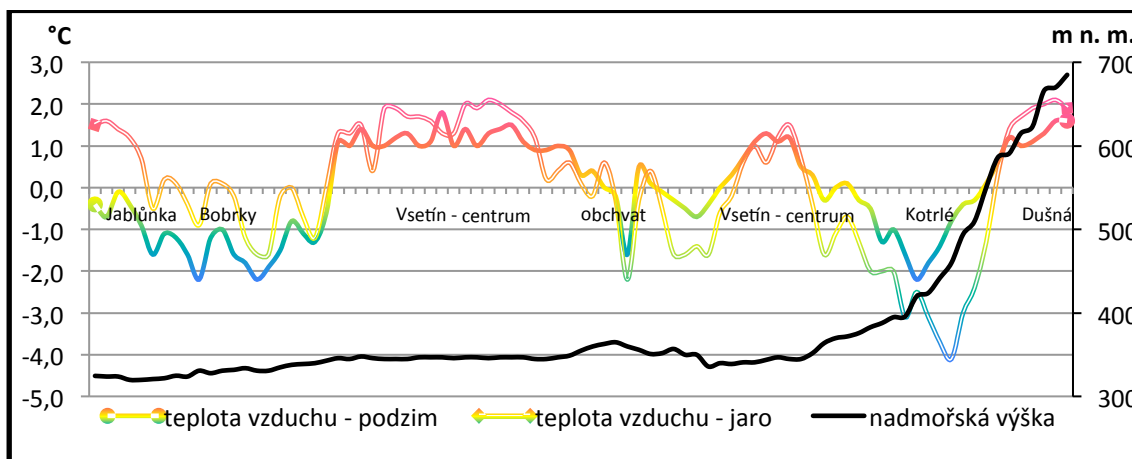
Tab. 23 Charakteristika měřicí trasy 4 z Jablůnky na Dušnou

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

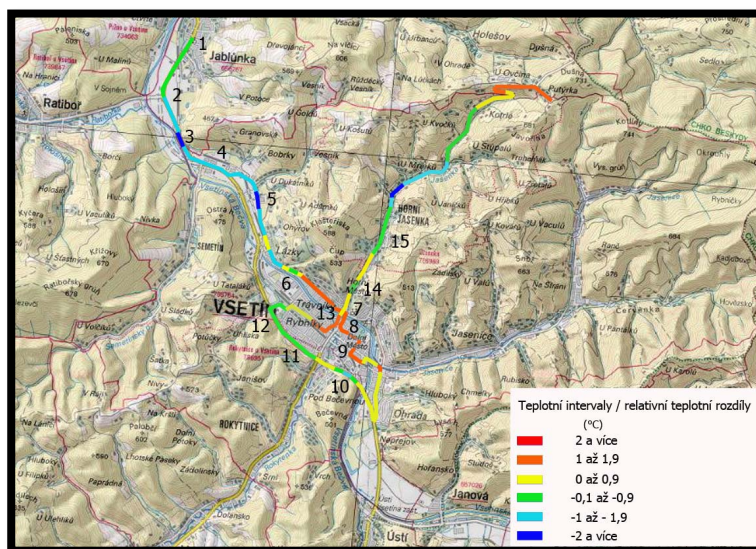
Trasa z Jablůnky na Dušnou je charakterizována největším výškovým rozdílem ze všech tras. Byla zvolena jako modifikace trasy jedna a dva, kdy počátek trasy byl účelově zvolen v obci Jablůnka a konec byl na vrcholu Dušná.

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. Mírný teplotní vzrůst byl detekován na křížení hlavní silnice do Vsetína se silnicí mířící z Ratiboře (2). Domnělé katabatické stékání mohlo být příčinou nižších teplot Pod Kobylou (3) a silněji u Hirschmana za Vesníkem (5) a u Pozemních staveb (6). Průmyslová oblast Bobrky (4) byla znovu v porovnání s okolím teplejší. Od chladnějšího kruhového objezdu u Snahy (7) se začal projevovat teplotní ostrov města. Nejsilnější projev měl 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 2,0 °C. Trasa po obchvatu města znovu přispěla k zpřesnění teplotního rozdílu v lokalitě Pod Bečevnou (10). Díky pravděpodobnému katabatickému stékání byl teplotní rozdíl v obou obdobích 2,0 °C v porovnání s přilehlým okolím. Katabatické stékání mírnější intenzity bylo potvrzeno i na obchvatu města nad sídlištěm Rybníky (11) a na křižovatce u Potůčků (12). Kontrolní část trasy (13), která byla během měření projeta opakovaně, vykazovala v porovnání naměřených hodnot na podzim teploty nižší o 0,1–0,4 °C. Jarní měření mělo na tomto 350 m dlouhém úseku nižší teploty v rozmezí 0,2–1,0 °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

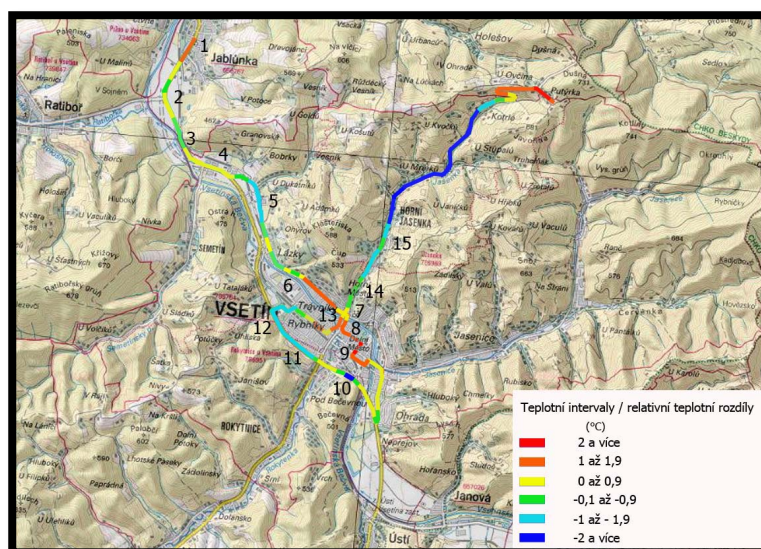
kruhovém objezdu u Snahy (7). Mírným růstem teploty se projevilo sídliště Jasenka (15). Dále byla na trase znovu potvrzena v obou případech mocná teplotní inverze s domnělým jezerem studeného vzduchu ve stejném místě jako při uplynulých měřeních. Na podzim bylo na vrcholu Dušné jen o 0,2 °C chladněji než v nejteplejším místě města. Jarní měření detekovalo v centru a na konci trasy totožnou teplotu 18,0 °C. Po ukončení jarního měření se v údolí Jasenky začínala tvořit inverzní oblačnost.



Obr. 67 Teplotní a výškový profil trasy 4 Jablůnka-Dušná



Obr. 68 Horizontální teplotní profil trasy 4 Jablůnka-Dušná 11. 11. 2011



Obr. 69 Horizontální teplotní profil trasy 4 Jablunka-Dušná 19. 5. 2012

Tab. 24 Teploty vzduchu ve vybraných bodech mobilního měření trasy 4 Jablunka-Dušná 19. 5. 2012

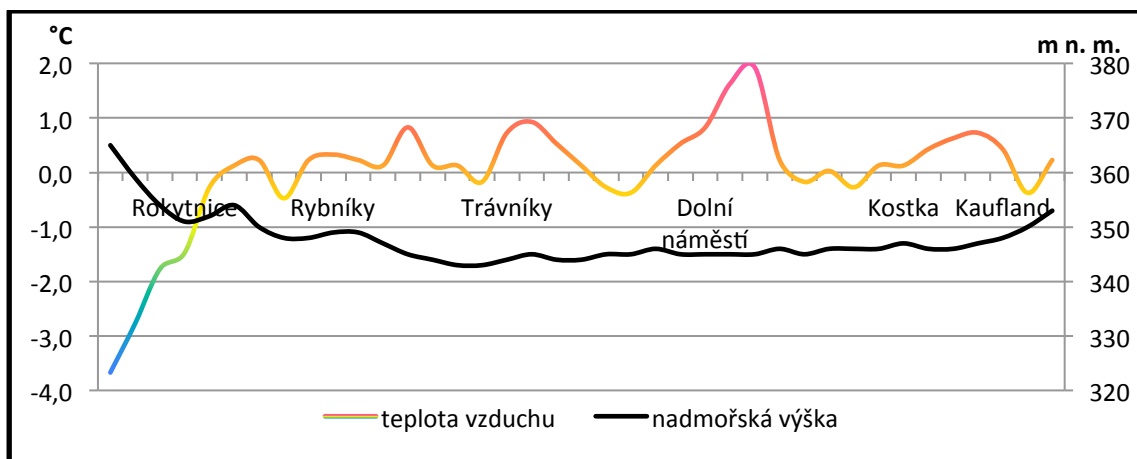
číslo bodu	poloha	teplota (°C)	
		11. 11. 2011	19. 5. 2012
1	Jablunka	-4,0	17,4
2	křižovatka Ratibor	-4,8	16,0
3	Pod Kobylou	-5,8	15,0
4	Bobrky	-4,6	16,0
5	Vesník	-5,8	14,3
6	Pozemní stavby	-4,9	14,7
7	Snaha	-2,6	16,3
8	Městský úřad	-1,8	17,2
9	ČSOB	-2,3	18,0
10	Pod Bečevnou	-5,2	13,7
11	Rybníky	-3,9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

6.10.2 Mobilní měření pěší

Tab. 25 Charakteristika měřicí 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 začínala u stavebnin na konci sídliště Rokytnice. Zde bylo na základě naměřených teplotních rozdílů potvrzeno katabatické proudění, které bylo zjištěno již při měření automobilem. Oblast s relativně teplým vzduchem začala u Domu služeb na okraji sídliště. Od tohoto místa byla zjištěna anomálie ve smyslu vyšší teploty vzduchu, výjimkou byl pouze začátek sídliště Rybníky u Kohútka, kde bylo znovu potvrzeno domnělé katabatické stékání. Na plošně malých územích sídliště Rybníky i Trávníky prokazovala teplota značnou variabilitu. V centru Rybníků byla v místech s absencí zeleně detekována teplejší zóna, stejně jako v centru sídliště Trávníky. Podprůměrné teploty byly dále ve studovaném území detekovány v bezprostřední blízkosti řeky Bečvy u městských lázní. Nejvýraznější 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 a o 1,7 °C vyšší než byla průměrná teplota na Rybníkách a Trávníkách. Významné parkovací plochy u Kauflandu nevykázaly výraznější teplotní rozdíly, zřejmě díky působení chladného vzduchu proudícího z údolí Jasenice.

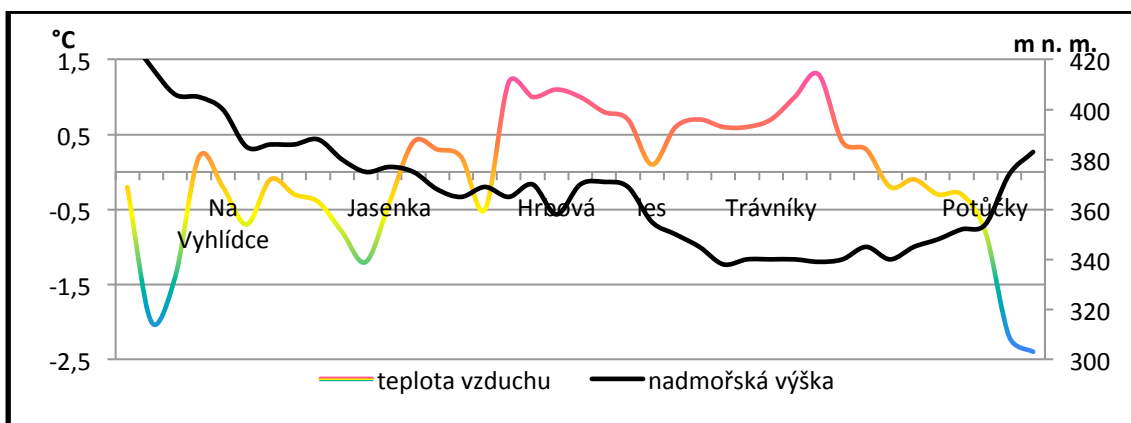


Obr. 70 Teplotní a výškový profil trasy A Rokytnice-Kaufland

Tab. 26 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 HVEZ byla teplota na staničním čidle o 1,6 °C nižší než na mobilním čidle. Toto zjištění bylo v souladu s výsledky měření Tomáše a Vysoudila (2010), kteří uvádějí, že i na velmi malé vzdálenosti se odráží vliv umělého aktivního povrchu (asfaltová vozovka) na teplotu vzduchu. Čtvrť Hrbová podle očekávání díky své expozici vykazovala vyšší teploty vzduchu. Trasa z Hrbové byla zvolena lesem pod ulicí Na Výšině. Znovu byl potvrzen ochlazující účinek vegetace. Cesta přes Rybníky, do údolí Potůčky jevila trend poklesu teploty. Ve střední části údolí se dá předpokládat občasný vznik jezera studeného vzduchu. Prochlazený vzduch z této oblasti současně výrazně přispívá k ochlazení západní části sídliště Rybníky. Nejchladnější místo v údolí Potůčky vykazovalo o 3,7 °C nižší teplotu než průmyslový areál na Trávníkách.

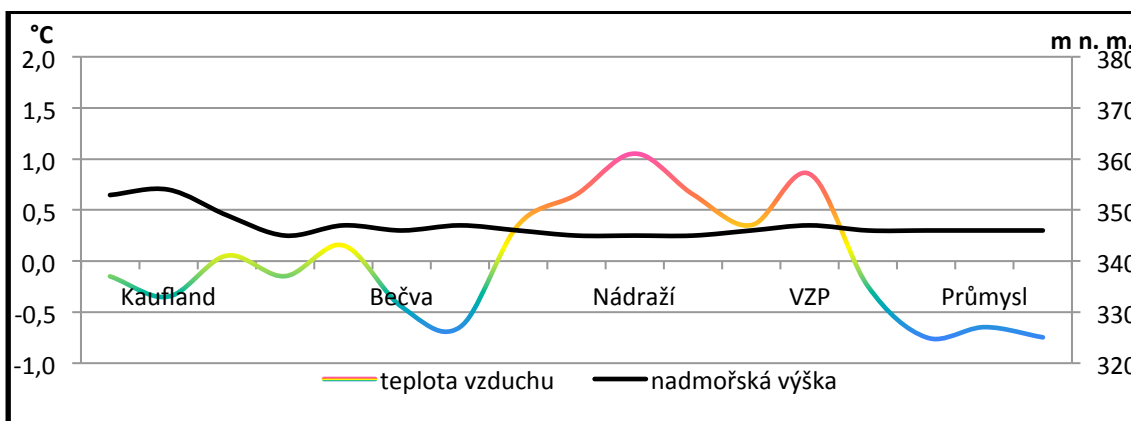


Obr. 71 Teplotní a výškový profil trasy B Sychrov-Rybníky

Tab. 27 Charakteristika měřicí trasy C Kaufland-Náhon

Trasa:	Kaufland -autobusové a vlakové nádraží-U Křivačkárný			
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 měření teploty byl totožný s koncem trasy Rokytnice-Kaufland. Stejně jako při automobilovém mobilním měření, 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. Ve zbývající části trasy došlo k poklesu teploty, tyto nízké hodnoty přetrvávaly i v průmyslovém areálu U Křivačkárny, kde bylo v porovnání s vlakovým nádražím chladnější o 1,8 °C.

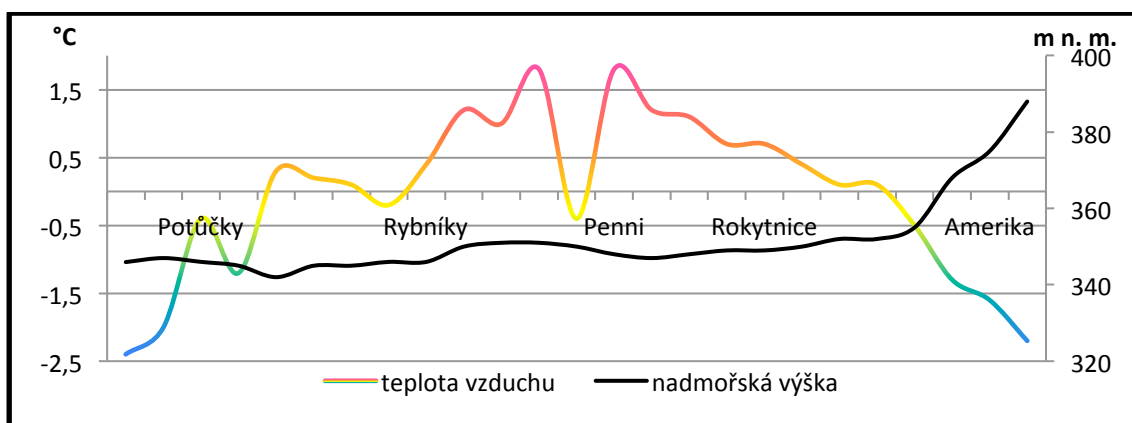


Obr. 72 Teplotní a výškový profil trasy C Kaufland-Náhon

Tab. 28 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	

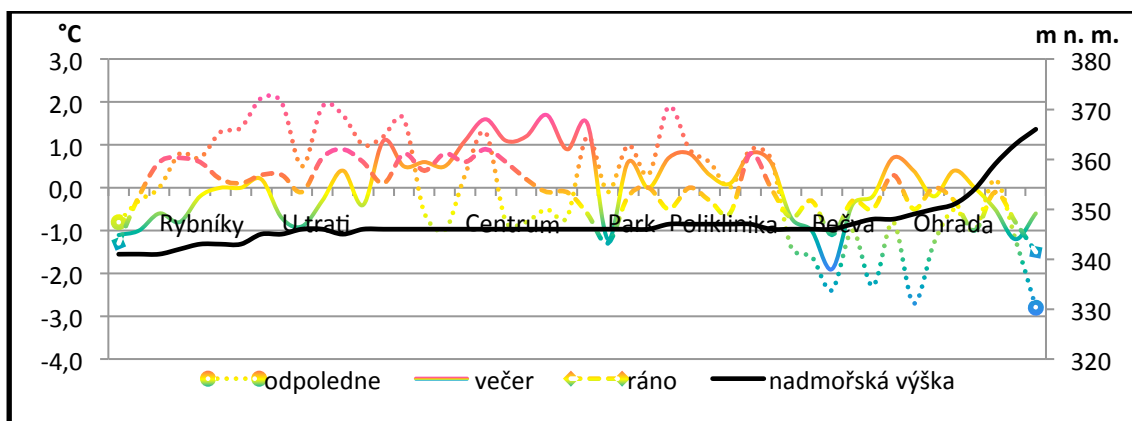
Trasa z Rybníků od úpatí údolí Potůčky přes Rokytnici až do údolí Amerika vedla úmyslně oblastí v jižní části města, která vykazuje trvale nižší teploty vzduchu v porovnání s centrální částí města. Cílem bylo podchytit vliv orografie na teplotní poměry trasy. Teplota na trase byla pravděpodobně ovlivňována katabatickým stékáním 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 stékáním podél Domu s pečovatelskou službou. V údolí Amerika byla potvrzena akumulace studeného vzduchu na dně údolí. Vzduch se zde pravidelně hromadí při večerech s nedostatečnou ventilací. Na celé trase se vlivy orografie projevovaly výrazněji než vlivy různých aktivních povrchů. I v mělkých údolích se shromažďuje chladnější vzduch přesunutý z vyšších poloh.

**Obr. 73** Teplotní a výškový profil trasy D Rybníky-Amerika

Tab. 29 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:	SWc ₂	JZ cyklonální situace		SWc ₂	JZ cyklonál ní situace		SWc ₂	JZ cyklon ální 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

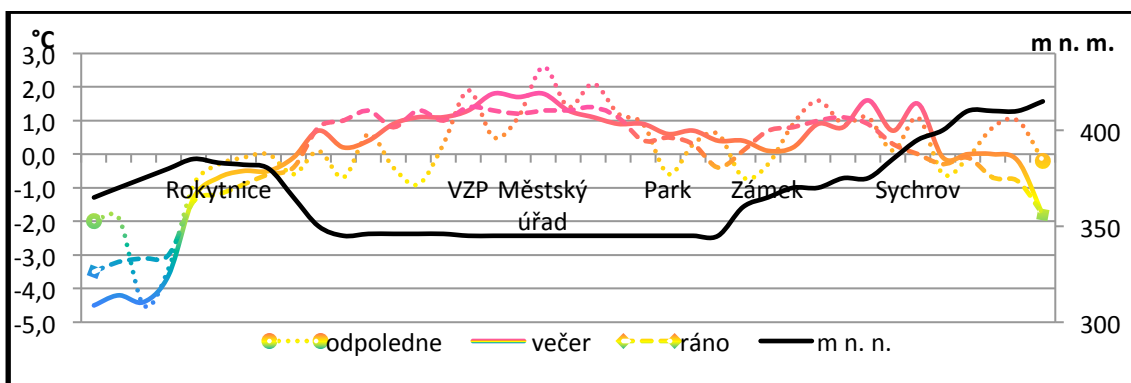
Mobilní měření z Rybníků na Ohradu přes centrum města bylo provedeno ve třech termínech, tj. v době denních maximálních teplot, nejintenzivnějšího ochlazování a denních minimálních teplot vzduchu. Při měření v době teplotních maxim byla teplota vzduchu nejvíce ovlivněna specifickými aktivními povrchy. Měření v tomto termínu mohlo být ovlivněno ohřevem platového krytu 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. 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 anomálie ovlivněné šterkovými povrchy bez zeleně.

**Obr. 74** Teplotní profil trasy v čase výskytu maximálních a minimálních teplot a v době nejintenzivnějšího ochlazování a výškový profil trasy E Rybníky-Ohrada

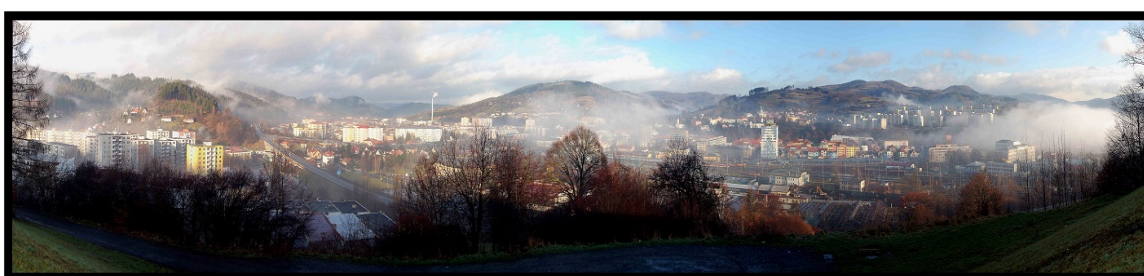
Tab. 30 Charakteristika měřicí trasy F Rokytnice-Sychrov

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	
	26,5		26,6		18,0		17,2		13,6	

Měření z Rokytnice na Sychrov bylo provedeno ve třech termínech. Trasa po zahájení měření v Rokytnici vedla oblastí s dlouhodobě nižšími teplotami. Na trase směrem do centra města byl trend teploty vzduchu rostoucí. V centru města byl opět potvrzen teplotní ostrov vykazující o více než 1,0 °C vyšší teplotu. 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 výrazné ochlazování přehřátého centra. Část parku u řeky Bečvy bývá ve večerních hodinách dodatečně ochlazována studeným vzduchem, který zde podle měření pravděpodobně proniká ulicí Na Vyhlídce, teče kolem zámku, zámeckým parkem, až do městského parku. Důsledkem je, mimo nižší teploty, častý výskyt mlhy v parku a nad řekou Bečvou. Mlha z vypařování se nad Bečvou podél koryta vytváří nejčastěji na podzim. Měření v čase teplotních maxim potvrdila fakt, že kropení vozovky při horkých letních dnech má v nejteplejších částech města významný ochlazující efekt.



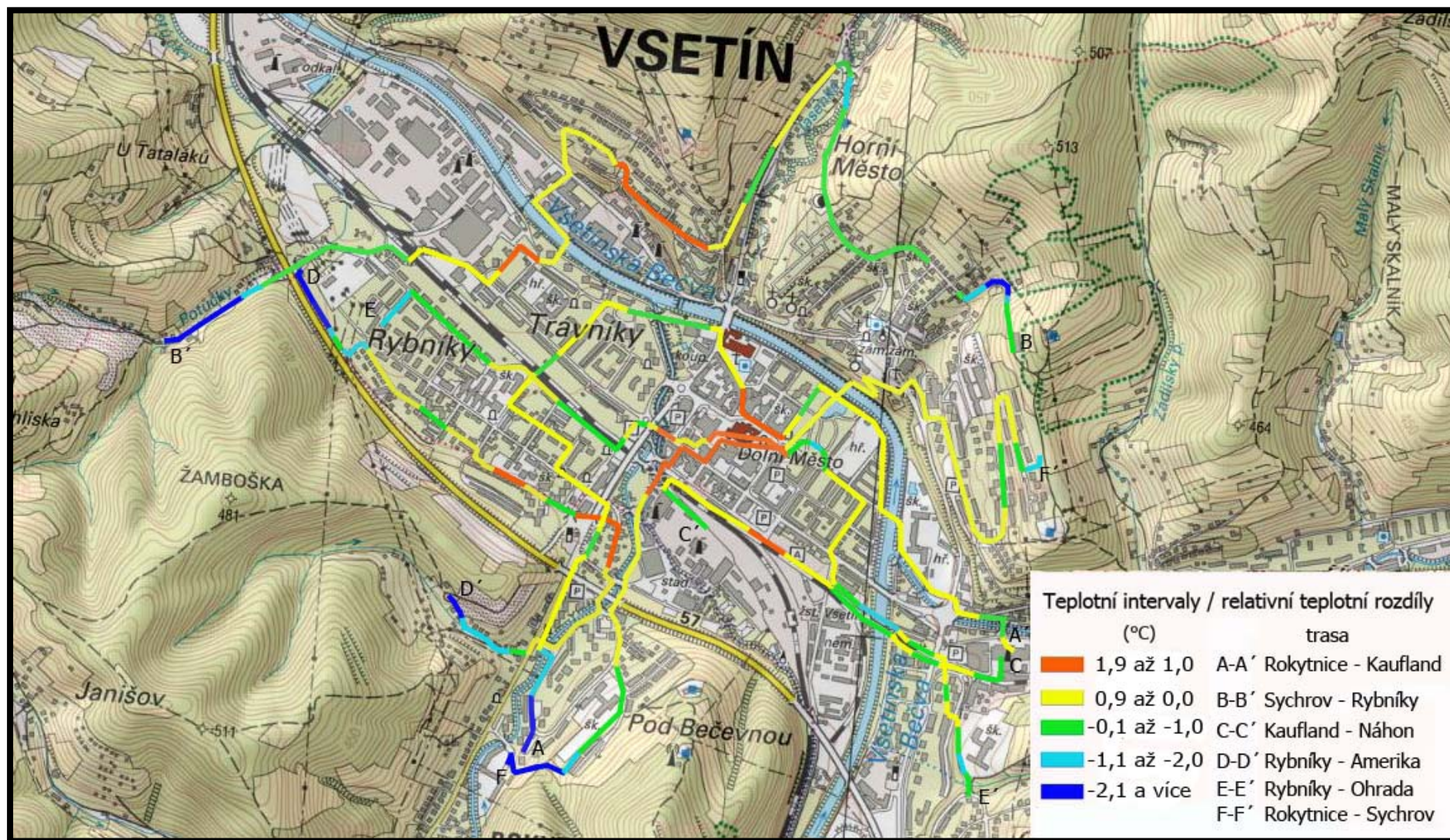
Obr. 75 Teplotní profil trasy v čase výskytu maximálních a minimálních teplot a v době nejintenzivnějšího ochlazování a výškový profil trasy F Rokytnice-Sychrov



Obr. 76 Mlha stékající chladnými údolími do centra Vsetína (Navrátil 8. 10. 2010, 8:30 hod., povětrnostní situace SEa)

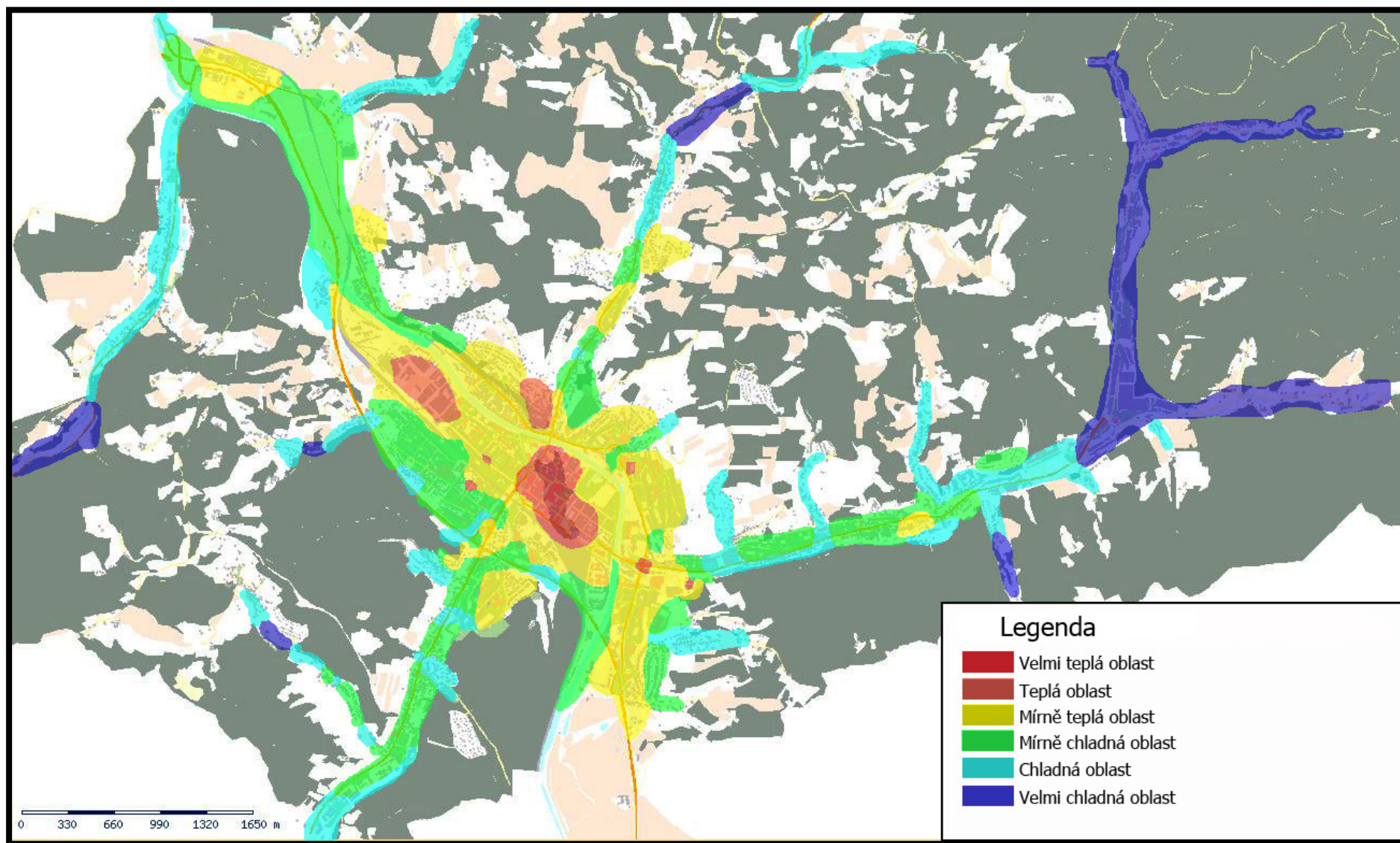
Jedním z cílů mobilních měření bylo porovnat geografickou polohu jednotlivých meteorologických stanic a popsat jejich vliv na teplotu vzduchu. Historická stanice PODS se nacházela vzdušnou čarou 200 metrů od současné stanice. Díky malé vzdálenosti mezi stanicemi lze označit jejich geografické podmínky jako totožné. Stanice RYBN 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 teplotních inverzí. Nedaleko stanice se nacházel i rybník. Předpokládané katabatické stékání z údolí Potůčky mohlo patrně ovlivňovat i měření na této stanici. Domníváme se, že porovnáním geografických podmínek a naměřených hodnot na stanicích RYBN a HVEZ, byly měřené hodnoty teploty vzduchu na obou stanicích takřka srovnatelné, případně RYBN by měla hodnoty nepatrně nižší.

Mobilní měření potvrdila, že největší teplotní rozdíly v městské a příměstské krajině jsou za jasných bezvětrných nocí. Dle ročního období jsou největší teplotní rozdíly v létě, nejmenší v zimě. Proto bylo na základě mobilních měření sestaveno pravděpodobné rozložení pole teploty vzduchu v první části noci za radičního počasí, kdy teplotní rozdíl mezi vymezenými oblastmi činí asi 0,5 °C (Obr. 78).



Obr. 77 Režim teploty vzduchu na jednotlivých měřících trasách ve Vsetíně v roce 2011 a 2012

(www.geoportal.cenia.cz)



Obr. 78 Teplotní členění města Vsetína (Mapový portál města)

Na základě výsledků mobilních měření bylo mnou navrženo následující teplotní členění města (Obr. 78).

Velmi teplá oblast – jedná se o teplotní ostrov v centru města, vykazující trvale vyšší teploty v porovnání s ostatními částmi města.

Teplá oblast – území kde se při extrémně teplých situacích rozšiřuje teplotní ostrov města. Do této kategorie spadají velké průmyslové oblasti v západní části města a zástavba na Hrbové. Lokálně se může objevovat na plošně malých oblastech s převahou umělých povrchů, např. U Růžičků.

Mírně teplá oblast – část Vsetínské nivy s převahou vilových čtvrtí a sídlišť s množstvím zeleně. Oblast je nepatrně teplejší než příměstské oblasti.

Mírně chladná oblast – oblast s významným podílem travnatých porostů a menší mírou insolace. Spadá zde sídliště Rybníky, významná část sídliště Rokytnice a Luh. Teplotní rozdíly jsou během jasných dní stírány, největších rozdíly dosahují za radiačních večerů.

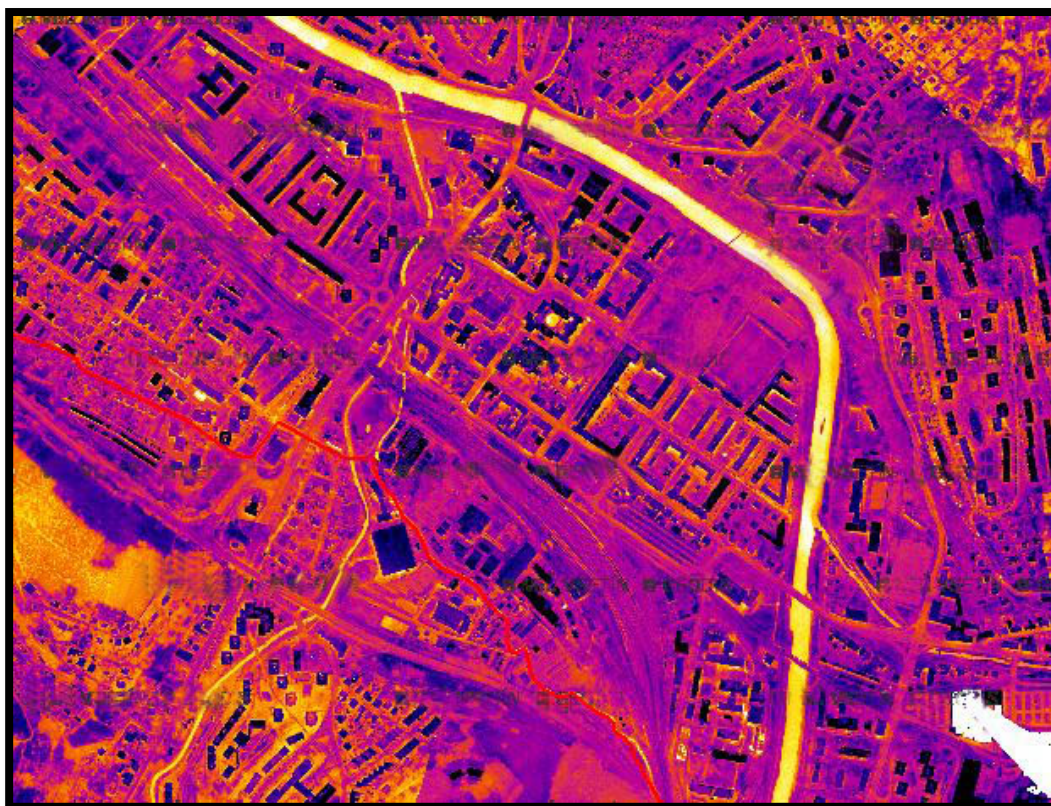
Chladná oblast – projevuje se zde vliv katabatických stékání. K celkovému teplotnímu režimu této oblasti přispívají vodní toky. Jedná se o okrajové části města, často rozložená v údolí např. Dlouhé, Velký a Malý Skalník. Jsou špatně prosluněné, s významným podílem vegetace. Za radiačního počasí jsou 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 ovlivňovány katabatickým stékáním, které vede k častému vzniku jezera studeného vzduchu. Celodenní nižší teploty v porovnání s ostatními částmi města se projevují zpožděním nástupu fenologických fází, např. u Třešně ptačí. Konkávní formy reliéfu jsou díky výraznému převýšení horských hřbetů hůřeji prosluněny a současně špatně ventilovány, např. oblast bývalé Zbrojovky Vsetín, střed údolí Jasenka, Janišov, Potůčky nebo Semetín.

6.11 Prostorová diferenciace povrchových teplot

Pro detekci tepelných ztrát a produkci tepelného znečištění byl pro centrum Vsetína dne 8. 2. 2012 realizován letecký termální monitoring. V době snímkování byla teplota vzduchu na stanici HVEZ asi $-4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Vyhodnocený letecký snímek vymezuje oblasti s významnou produkcí tepelné energie (žlutá, bílá barva) především u tepelných výměníků, průmyslových staveb a domů, které nejsou opatřeny účinnou izolací stěn a střech. Zřejmě jsou například významné tepelné ztráty v okolí kina Vatra (kruhový objekt uprostřed snímku). K významným producentům tepelné energie během mrazových dní patří řeka Bečva s místními přítoky a také lesy, které v zimním období plní opačnou funkci než v létě, tedy nepatrně přehřívají centrum města. Fialová a červená oblast znázorňuje chladná místa bez produkce odpadního tepla, železniční trať, travnaté povrchy, silnice atd. (Obr. 79).



Obr. 79 Prostorové rozložení povrchových teplot v centru Vsetína na termálním leteckém snímku z 8. 2. 2011 a 23. 4. 2011 (zdroj: Mapový portál města)

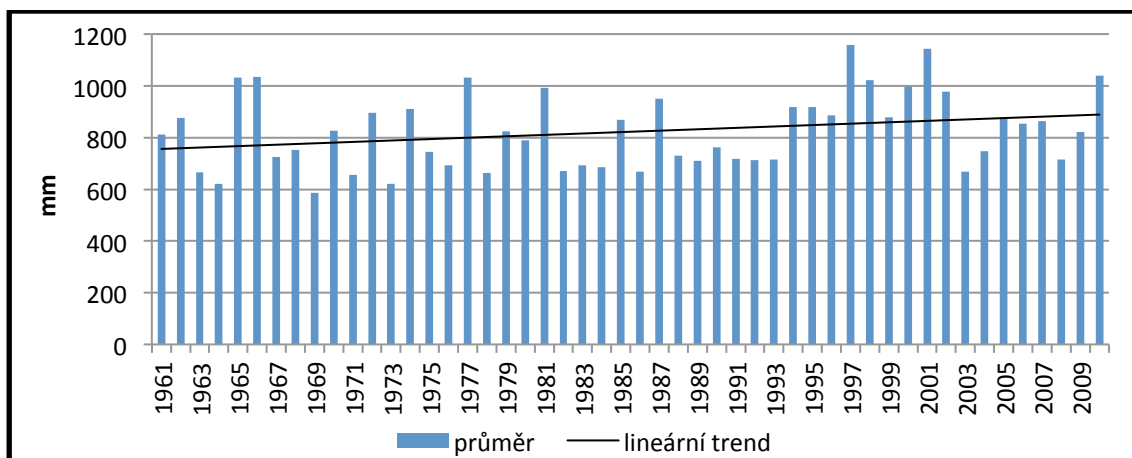
7 SRÁŽKY

Úhrny srážek jsou v Česku výrazně ovlivněny orografickými podmínkami, vlivy srážkového návětrí a závětrí. Průměrné roční úhrny srážek kolísají od 426 mm v Podkrušnohoří po 1442 mm na Labské Boudě, Jizerských horách, Šumavě, Orlických horách, Hrubém Jeseníku a Beskydech. (Tolasz et al. 2007).

7.1 Meziroční kolísání úhrnu srážek

Průměrný roční úhrn srážek ve Vsetíně za období 1961–2010 je 823 mm. Medián za vybrané období je 817,5 mm. Nadnormální hodnoty byly rovny nebo vyšší 962,8 mm, podnormální hodnoty byly rovny nebo menší než 689,5 mm. Nejvyšší srážkový úhrn za vybrané období byl naměřen v roce 1997, dosahoval 1159,3 mm (140,8 % vzhledem k dlouhodobému průměru). Druhý nejvyšší srážkový úhrn byl zaznamenán v roce 2001 s hodnotou 1143,9 mm. Nejnižší srážkový úhrn za posledních 50 let byl zaznamenán v roce 1969, kdy bylo naměřeno 586,6 mm (71,2 % vzhledem k dlouhodobému průměru). Druhý nejnižší srážkový úhrn 621,2 mm byl v roce 1973.

V posledních padesáti letech vykazuje srážková řada ze Vsetína mírný vzrůstající trend (Obr. 80).



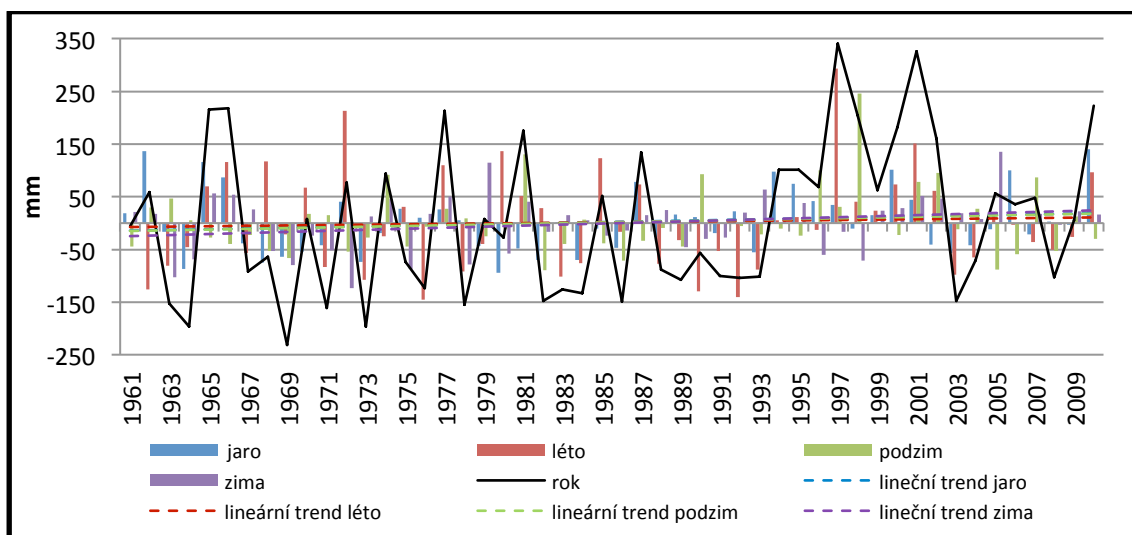
Obr. 80 Roční úhrn srážek ve Vsetíně za období let 1961–2010 a jejich lineární trend

7.2 Sezónní kolísání úhrnu srážek

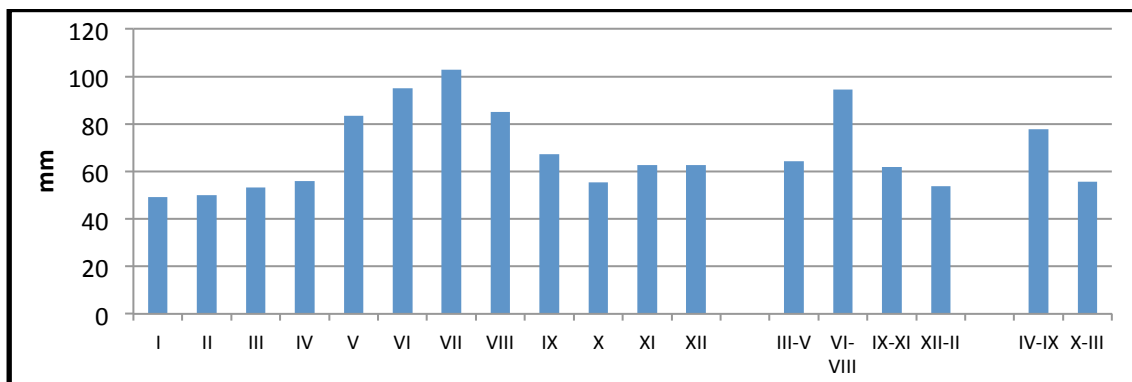
Průměrný srážkový úhrn ve Vsetíně za období 1961–2010 v jarním období činí 192,7 mm. Nejvyšší hodnota 331,2 mm byla zaznamenána v roce 2010, nejnižší hodnota 95,7 mm spadá do roku 1980. Léto je ve znamení nejvyššího průměrného srážkového úhrnu ze všech ročních období s průměrem 283,1 mm. Nejvyšší úhrn 574,3 mm byl v roce 1997, nejnižší 136,2 mm v roce 1976. Průměrný srážkový úhrn

na podzim činí 185,4 mm. Nejvyšší srážkový úhrn 429,5 mm byl v roce 1998, nejnižší 95 mm v roce 1982. Zimní období je ve znamení průměrného úhrnu srážek ve výši 161,8 mm. Nejvyšší hodnota 297,8 mm byla zaznamenána v roce 2005, nejnižší úhrn 1972 spadá do roku 1972 (Obr. 82)

Lineární trendy sledovaného padesátiletého období detekují nárůst úhrnu srážek ve všech ročních obdobích, jako odraz lineárního trendu ročního úhrnu srážek. Nejvýznamnější nárůst byl zjištěn v zimním období, nejmenší v létě (Obr. 81).



Obr. 81 Dlouhodobé kolísání sezónních a ročních úhrnů srážek ve Vsetíně vyjádřené odchylkami od průměru za období 1961–2010



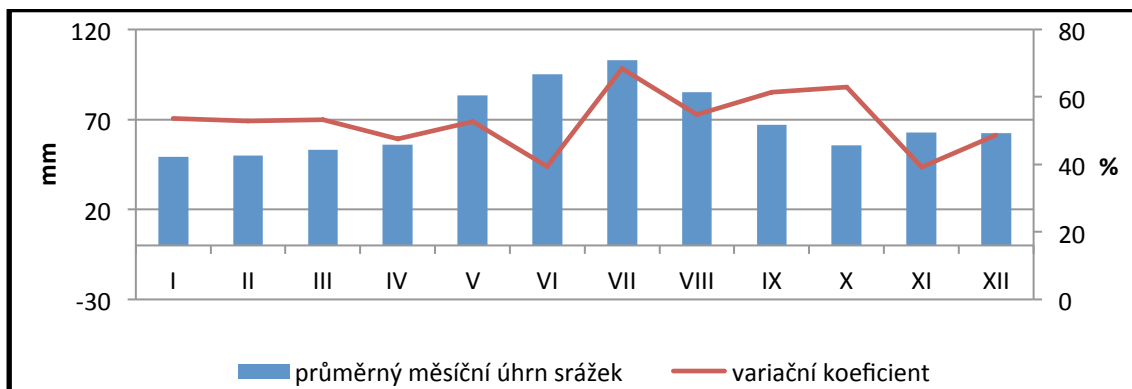
Obr. 82 Průměrné měsíční a sezónní úhrny srážek ve Vsetíně za období 1961–2010

7.3 Roční chod srážek

Roční chod úhrnu srážek vykazuje ve Vsetíně maximum v červenci (102,8 mm) a minimum v lednu (49,2 mm).

Měsíční proměnlivost chodu srážek je vyjádřena variačním koeficientem (Obr. 83). Největší průměrnou variabilitu na území Česka vykazuje měsíc říjen, nejmenší červen. Ve Vsetíně je srážkově nejproměnlivější měsíc červenec (68,3 %), druhý

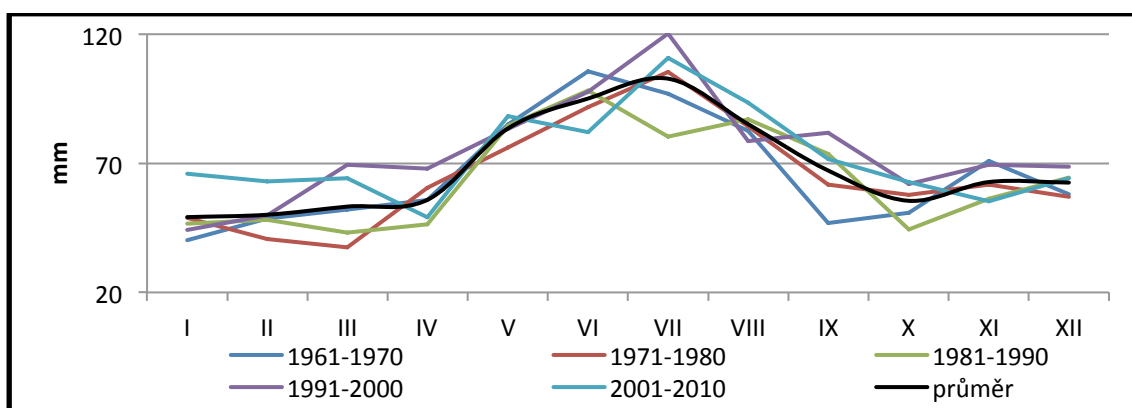
nejproměnlivější je říjen (62,9 %). Nejméně proměnlivý měsíc je listopad (39,1 %), dále červen (39,4 %) (Obr. 83).



Obr. 83 Roční chod průměrných měsíčních úhrnů srážek a jejich variabilita vyjádřená variačním koeficientem ve Vsetíně za období 1961–2010

Lineární nárůst ročního úhrnu srážek se projevil v celkových úhrnech srážek v jednotlivých dekádách posledních padesáti let. První dekáda 1961–1970 měla průměrný úhrn srážek 793,7 mm, druhá dekáda 783,4 mm, třetí dekáda měla pouze 773,4 mm. Dekáda 2001–2010 měla ze všech nejvyšší průměrný roční srážkový úhrn 893,4 mm, poslední dekáda vykázala 871,2 mm.

Při porovnání průměrného ročního chodu srážek v jednotlivých dekádách vykazuje největší rozdíl měsíc červenec (39,9 mm) mezi dekádami 1961–1970 a 2001–2010. Nejmenší rozdíl v dekádách vykazuje prosince (11,5 mm) v porovnání dekád 1971–1980 a 2001–2010 (Obr. 84).



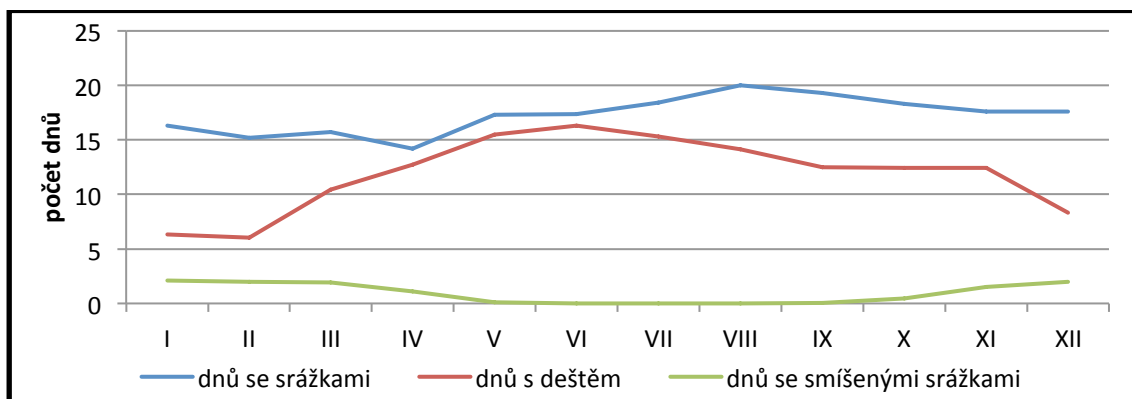
Obr. 84 Porovnání průměrného ročního chodu srážek ve Vsetíně za období 1961–2010 s chodem srážek v jednotlivých dekádách

7.4 Počet dnů se srážkami

Za období 1961–2010 byl průměrný roční počet dnů se srážkami 205. Z toho bylo 142,7 dnů s deštěm. Srážky byly nejčastěji zaznamenány v srpnu (20 dnů), nejchudší na

srážky byl měsíc duben (14,2 dne). Nejvíce dnů s deštěm bývá průměrně v červnu (16,3 dne) a květnu (15,5). V zimních měsících je déšť nahrazen smíšenými srážkami nebo sněžením. Smíšené srážky se ve Vsetíně objevují v období říjen–duben.

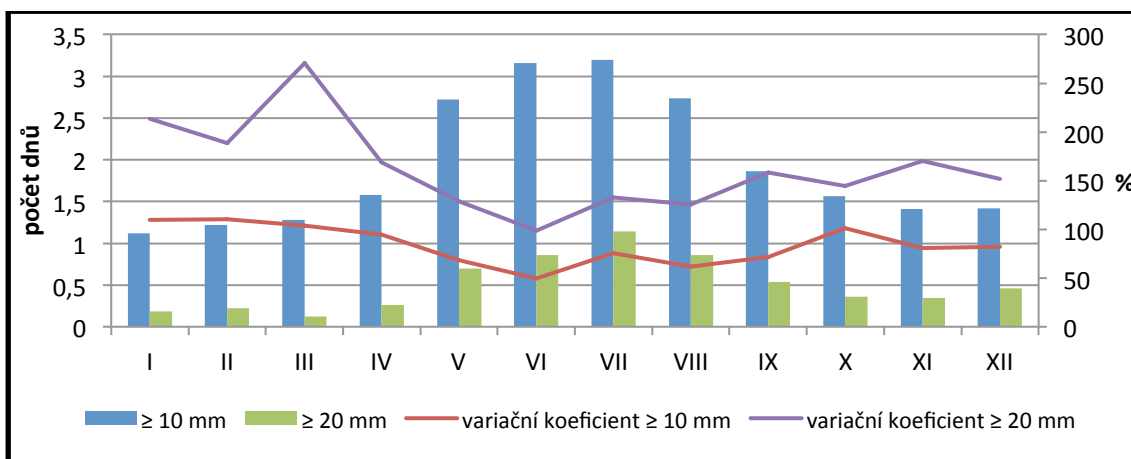
Nejvyšší roční počet dnů se srážkami (246 dnů) byl zaznamenán v roce 1970, nejchudší byl rok 2011 (144 dnů). Počet dnů s deštěm byl nejvyšší v roce 2002 (172 dnů), nejnižší (104 dnů) v roce 1973 (Obr. 85)



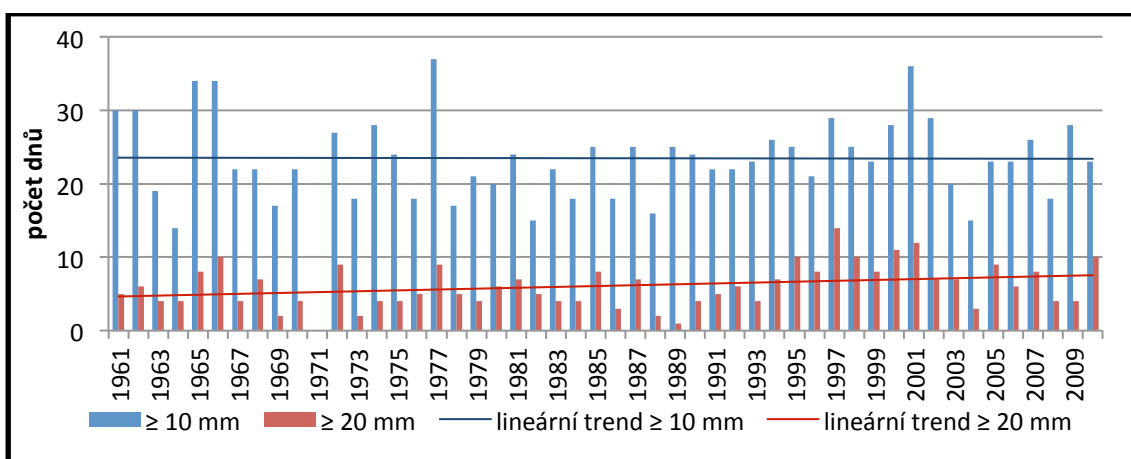
Obr. 85 Roční průměrný počet dnů se srážkami, deštěm a smíšenými srážkami ve Vsetíně za období 1961–2010

Průměrný roční počet dnů s úhrnem srážek ≥ 10 mm je ve Vsetíně 23,5. Nejvíce v červnu a červenci 3,2 dne a nejméně v lednu 1,1 dne. Dnů se srážkou ≥ 20 mm je průměrně za rok 6,1, nejvíce v červnu (1,1 den), nejméně v březnu (0,1 dne).

Největší roční počet dnů s úhrnem srážek ≥ 10 mm byl zaznamenán v roce 1977 (37 dnů) ve Vsetíně, nejmenší v roce 1982 (10 dnů). Největší roční počet dnů s úhrnem srážek ≥ 20 mm byl v roce 1997 (14 dnů), v roce 1989 byl zaznamenán pouze jeden takovýto den. Podle lineárního trendu počtu dnů s úhrnem srážek ≥ 10 mm nezaznamenáváme vzestupnou ani sestupnou tendenci, naopak u dnů s úhrnem srážek ≥ 20 mm je zřejmý nárůst (Obr. 87). To potvrzuje fakt, že extrémita srážek bývá v posledních letech větší (Brázdil 2002). Variační koeficient detekuje u dnů s úhrnem srážek ≥ 10 mm jako nejproměnlivější měsíc únor (110 %), nejméně proměnlivý červen (49,6 %). U dnů se srážkovým úhrnem ≥ 20 mm je nejproměnlivější měsíc březen (270,1 %), nejmenší proměnlivost je průměrně v červnu (98,7 %). Vysoká proměnlivost u dnů s úhrnem srážek ≥ 20 mm je způsobena malým počtem těchto dnů v průběhu roku (Obr. 86, 87).



Obr. 86 Roční chod počtu srážkových dnů s úhrnem srážek větším nebo rovným 10 mm a 20 mm a jejich proměnlivost vyjádřená variačním koeficientem ve Vsetíně za období 1961–2010



Obr. 87 Kolísání chodu počtu srážkových dnů s úhrnem srážek větším nebo rovným 10 mm a 20 mm ve Vsetíně za období 1961–2010

7.5 Absolutní maxima srážek

Nejvyšší denní úhrn srážek za stodvanáctileté období byl zaznamenán dne 6. července 1997, kdy vypadlo 103,2 mm (100 % průměrného červencového úhrnu srážek). Celkem s následujícím dnem (7. červencem), bylo zaznamenáno dvoudenní maximum 163,8 mm (159 % průměrného červencového úhrnu srážek).

Za období 1900–2012 byl ve Vsetíně zaznamenán 1 den s úhrnem srážek nad 101 mm, 1 den s úhrnem srážek 81–100 mm, 10 dnů se srážkovým úhrnem 61–80 mm, 23 dnů se srážkovým úhrnem v rozmezí 51–60 mm, 39 dnů s úhrnem 41–50 mm, 135 dnů se srážkovým úhrnem 31–40 mm (Tab. 31).

Tab. 31 Dvacet nejvyšších maximálních jednodenních úhrnů srážek ve Vsetíně za období 1900–2012 s uvedením data výskytu

datum	úhrn (mm)	datum	úhrn (mm)
6. 7. 1997	103,2	18. 7. 1970	63,1
8. 8. 2006	92,0	14. 8. 1935	61,2
1. 9. 1938	79,5	7. 7. 1997	60,6
26. 6. 1987	78,7	17. 5. 1934	59,0
16. 5. 2010	73,5	26. 7. 1939	58,3
31. 8. 2010	71,2	20. 8. 1972	58,2
28. 7. 2000	68,5	28. 9. 1998	57,6
25. 7. 1939	68,2	26. 8. 1931	57,4
24. 5. 1990	67,8	7. 8. 1994	57,3
7. 9. 1996	65,8	24. 9. 1931	56,9

7.6 Prostorová variabilita srážkových úhrnů

Podrobný popis prostorové variability srážkových poměrů komplikuje nedostatečná hustota staniční síť ČHMÚ.

Vsetínská kotlina se podle Quitta (1971) nachází ve srážkovém stínu za Hostýnskými vrchy a Moravskoslezskými Beskydy. Výrazný projev tohoto jevu byl podle Čermáka (2011) dne 30. června 2011, kdy přes Moravu přecházela mohutná oblačnost, která byla doprovázena intenzivním vypadáváním srážek (povětrnostní situace Bp). V Bystřici pod Hostýnem se projevil návětrný efekt s celkovým denním úhrnem srážek 135,0 mm. Horská meteorologická stanice Maruška vykázala srážkový úhrn 52,6 mm, údolní stanice Hošťálková 69,2 mm. Stanice Vsetín (HVEZ) tento den zaznamenala srážkový úhrn 41,6 mm.

7.6.1 Variabilita úhrnu srážek na stanicích HVEZ a ROKY

Vliv městské zástavby na variabilitu srážkových úhrnů nebyl doposud prokázán (Doležalová a Dobrovolný 2010). Ve Vsetíně byla dlouhodobě pozorovaná značná proměnlivost srážkových úhrnů na plošně malém území. Analýzou denních srážkových úhrnů za období 2007–2010 na stanicích HVEZ a ROKY byly zjištěny pravidelné rozdíly v denním úhrnu srážek. Při zvolení kritéria minimálního rozdílu denního úhrnu srážek 15 mm, nalezneme ve sledovaném období 15 dnů splňujících toto kritérium. To potvrzuje fakt, že i na tak malém území dochází k významným srážkovým rozdílům. Projevuje se zde návětrný efekt, kdy při převládajícím severozápadním a jižním proudění jsou dosahovány větší srážkové úhrny na stanici HVEZ. Povětrnostní situace nemá zřejmý vliv na rozdíl v úhrnu srážek na stanicích. K největšímu rozdílu (58,4 mm)

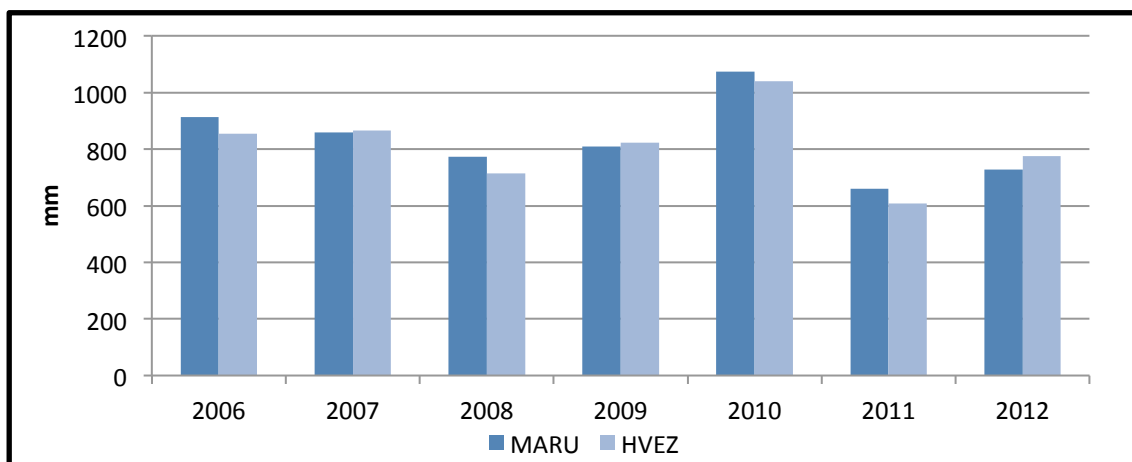
v denním úhrnu srážek za sledované roky došlo 31. srpna 2010. Dnů s denním rozdílem srážkových úhrnů větším než 20 mm bylo za sledované roky 11 (Tab. 32).

Tab. 32 Denní srážkové úhrny (mm) s rozdílem větším než 15 mm na stanicích HVEZ a ROKY za období 2007–2010

datum	HVEZ	ROKY	rozdíl	situace	popis srážek za 24 hod.
9. 8. 2007	12,5	29,4	16,9	NWc	děšť, přeháňka
6. 9. 2007	46,9	23,8	23,1	Ec	bouřka, děšť, přeháňka
7. 9. 2007	9,9	36,2	26,3	Ec	Děšť
15. 8. 2008	49,5	21,8	27,7	Bp	bouřka, děšť, přeháňka, kroupy
16. 8. 2008	8,9	32,6	23,7	Bp	bouřka, děšť, přeháňka, kroupy, mrholení
19. 6. 2009	29,6	0,4	29,2	B	bouřka, rosa, děšť, přeháňka
17. 9. 2009	11,1	32,8	21,7	AP2	děšť, rosa, srážky z mlhy
10. 10. 2009	20,6	46,6	26,0	Bp	děšť, přeháňka, srážky z mlhy
12. 10. 2009	18,7	34,4	15,7	Nc	děšť, přeháňka
16. 5. 2010	73,5	42,2	31,3	NEc	Děšť
17. 5. 2010	15,4	36,6	21,2	NEc	Děšť
1. 6. 2010	40,5	9,0	31,5	NEc	Děšť
2. 6. 2010	5,9	23,0	17,1	NEc	děšť, přeháňka, srážky z mlhy
30. 8. 2010	22,2	3,6	18,6	C	Děšť
31. 8. 2010	71,2	12,8	58,4	C	Děšť

7.6.2 Variabilita úhrnu srážek na stanicích HVEZ a MARU

Roční průměrný úhrn srážek na stanici HVEZ za období 2006–2012 činí 811,6 mm, na stanici MARU 831,1 mm. V tomto případě každoročně neplatí, že výše položená stanice mívá vyšší úhrny srážek. Rozdíly v ročním chodu srážek bývají v rozmezí 6,4–59,8 mm (Obr. 88).



Obr. 88 Roční srážkové úhrny na stanici Vsetín (HVEZ) a Maruška (MARU) za období 2006–2012

Výskyt denních maximálních úhrnů srážek na stanici MARU v porovnání s totožným termínovým měřením srážek na stanici HVEZ za období 2006–2012 vykázal

největší rozdíl 4. června 2006 (41,3 mm), nejmenší rozdíl byl dosažen 19. června 2009 (4,8 mm) (Tab. 33)

Tab. 33 Maximální denní úhrny srážek (mm) na stanici Maruška (MARU) porovnané s totožným denním úhrnem na stanici Vsetín (HVEZ) za období 2006–2012

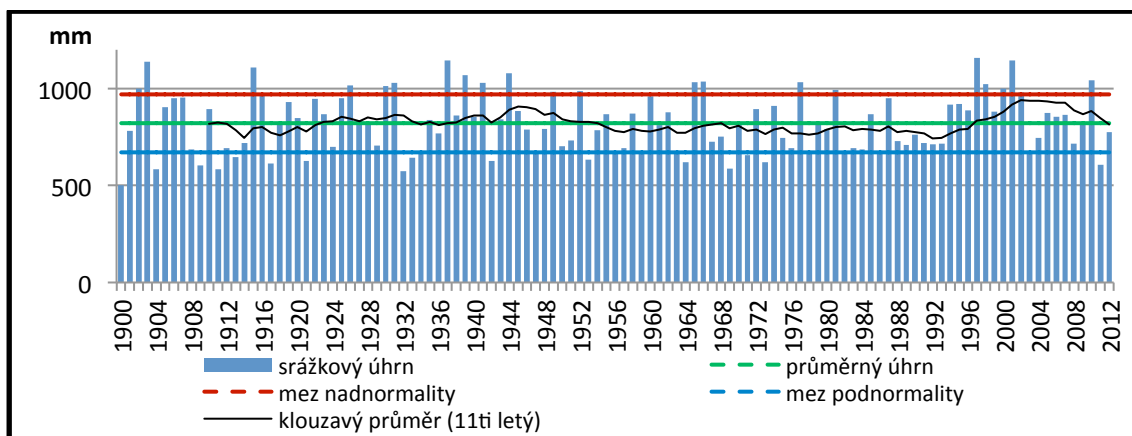
datum	MARU	HVEZ
	úhrn (mm)	
30. 6. 2006	55,5	29,3
6. 9. 2007	69,6	46,7
4. 6. 2008	41,7	0,4
19. 6. 2009	34,4	29,6
31. 8. 2010	53,2	71,2
30. 6. 2011	52,6	41,6
12. 6. 2012	52,1	20,5

7.7 Dlouhodobé kolísání atmosférických srážek

Dlouhodobá řada srážkových úhrnů byla stejně jako teplotní řada sestavena zaměstnanci ČHMÚ z měření stanic Rybníky (RYBN), Zuška (ZUSK), Podsedky (PODS) a Hvězdárna (HVEZ).

7.7.1 Meziroční kolísání ročních srážkových úhrnů (1900–2012) ve Vsetíně

Průměrný roční úhrn srážek za období 1900–2012 byl 820,1 mm. Tuto hodnotu je možné považovat z celorepublikového hlediska za mírně nadprůměrnou. Hodnoty tzv. normálových ročních srážkových úhrnů srážek jsou vymezeny intervalem 671,1–969,9 mm. Medián činí 822,8 mm. Maximální roční úhrn srážek (1159,3 mm) spadá do roku 1997, druhá nejvyšší hodnota z roku 2001 dosahuje 1143,9 mm. Minimální roční úhrn (501,1 mm) byl v roce 1900, druhý nejnižší úhrn z roku 1932 byl 574,9 mm. Meziroční variační koeficient dosáhl 18,6 %. Z pohledu dlouhodobého lineárního trendu dochází stejně jako u období 1961–2010 k mírnému nárůstu ročního úhrnu srážek (Obr. 89).



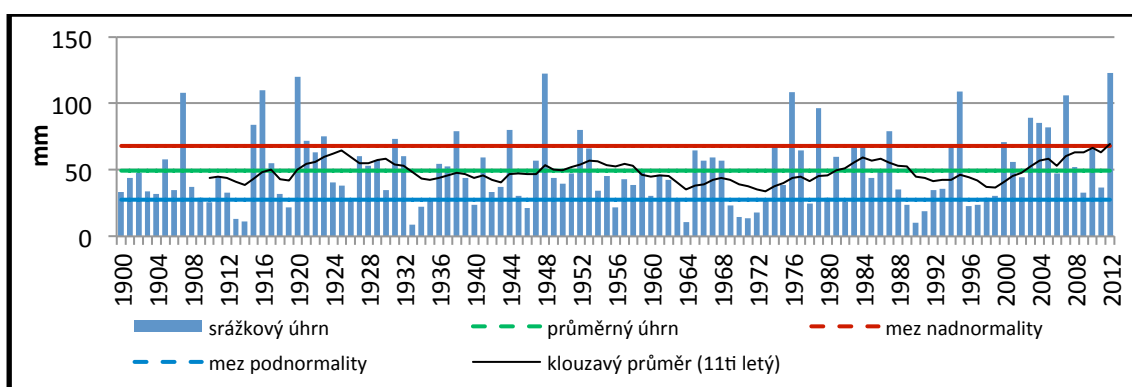
Obr. 89 Dlouhodobé kolísání ročních úhrnů srážek na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Tab. 34 Statistické charakteristiky průměrných, maximálních a minimálních měsíčních srážkových úhrnů (mm) ve Vsetíně za období 1900–2012

charakteristika	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
průměr	49,4	47,8	51,3	57,8	79,4	96,0	103,0	89,2	66,6	61,2	60,2	58,2	820,1
maximum	122,9	132,5	172,2	177,0	261,7	218,5	392,6	227,0	215,1	204,2	159,0	150,5	1159,3
rok	2012	1946	1944	1903	2010	1926	1997	1915	1998	1930	1903	1954	1997
minimum	8,9	3,7	6,7	6,0	9,4	16,0	8,0	15,5	3,4	0,0	0,1	2,6	501,1
rok	1933	1954	1950	2009	1947	2003	1911	2003	1909	1908	2011	1972	1900

Leden

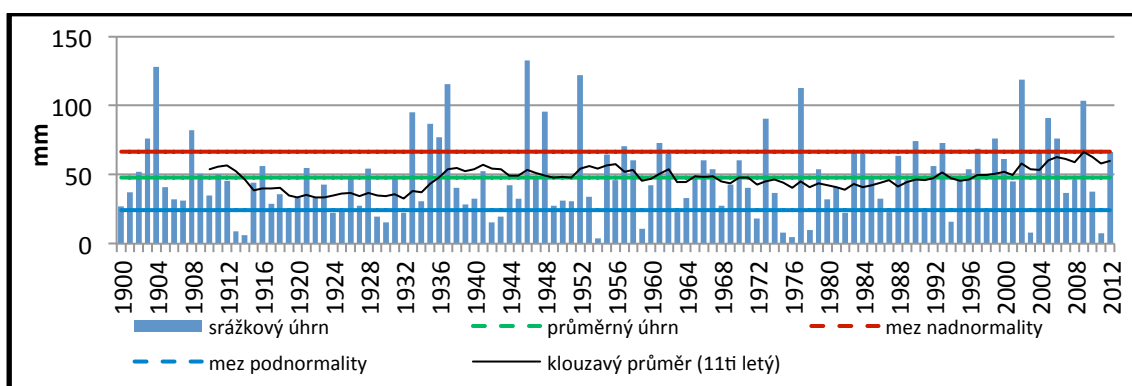
Dlouhodobý lednový průměr srážek činí 49,4 mm. Normálový interval je od 27,6–67,9 mm. Medián dosahuje 43,9 mm. Hodnota variačního koeficientu je 53,3 % (Obr. 90).



Obr. 90 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v lednu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Únor

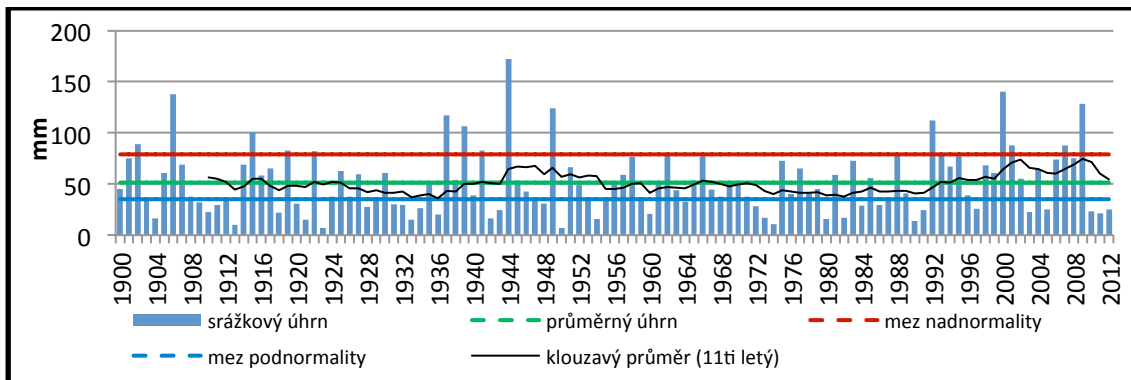
Dlouhodobý únorový průměrný úhrn srážek je 47,8 mm. Normálový interval je od 24,2–66,6 %. Medián činí 43,0 mm. Hodnota variačního koeficientu je 58,6 % (Obr. 91).



Obr. 91 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v únoru na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Březen

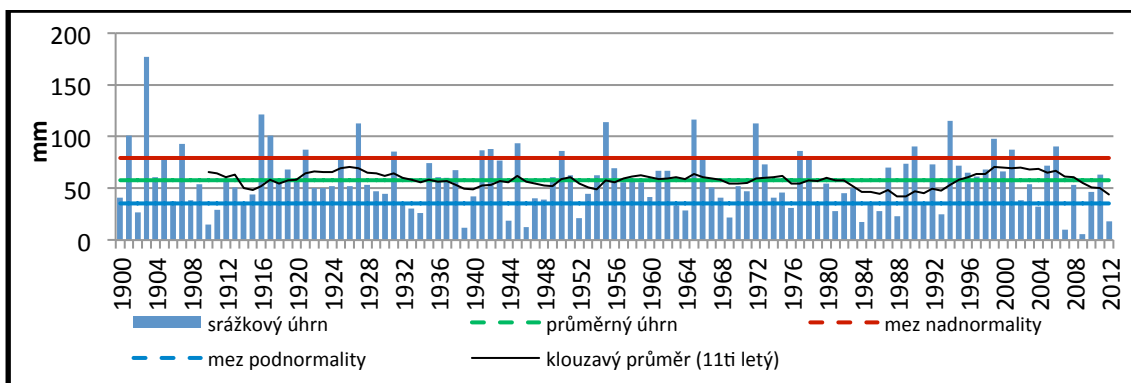
Průměrný úhrn srážek v březnu je 51,3 mm. Normálový interval je od 25,0–74,6 mm. Medián je 44,2 mm. Hodnota variačního koeficientu dosahuje třetí nejvyšší hodnoty 60,5 % (Obr. 92).



Obr. 92 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v březnu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Duben

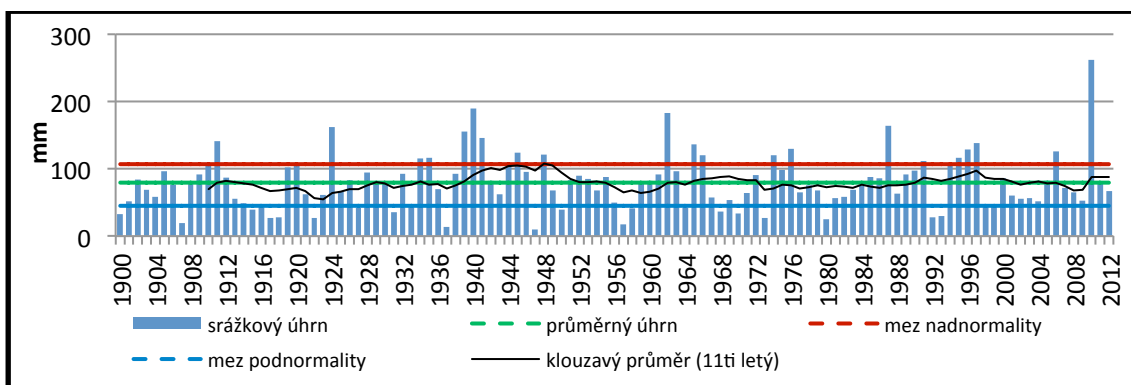
Průměrný dubnový úhrn srážek je 57,8 mm. Normálový interval je vymezen od 35,1–79,0 mm. Medián činí 54,1 mm. Hodnota variačního koeficientu je 49 % (Obr. 93).



Obr. 93 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v dubnu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry

Květen

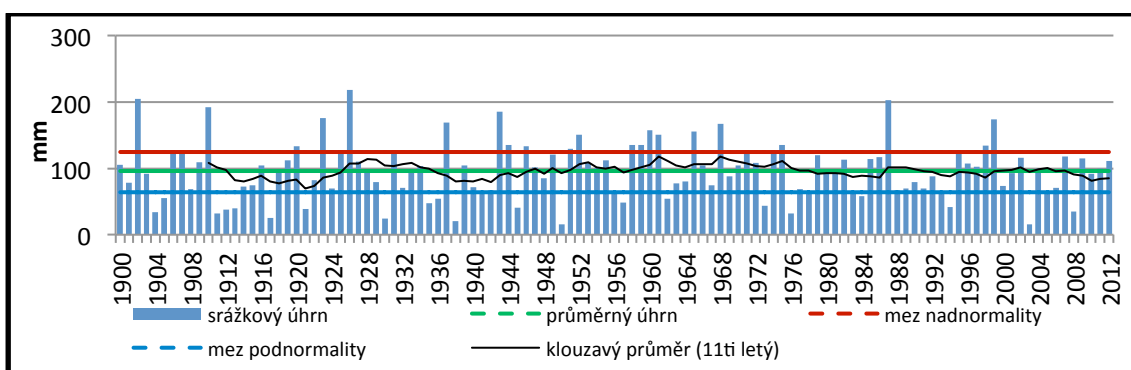
Dlouhodobý květnový úhrn srážek činí 79,4 mm. Normálový interval je od 44,8–106,8 mm. Medián je 76,0 mm. Hodnota variačního koeficientu je 50,8 % (Obr. 94).



Obr. 94 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v květnu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Červen

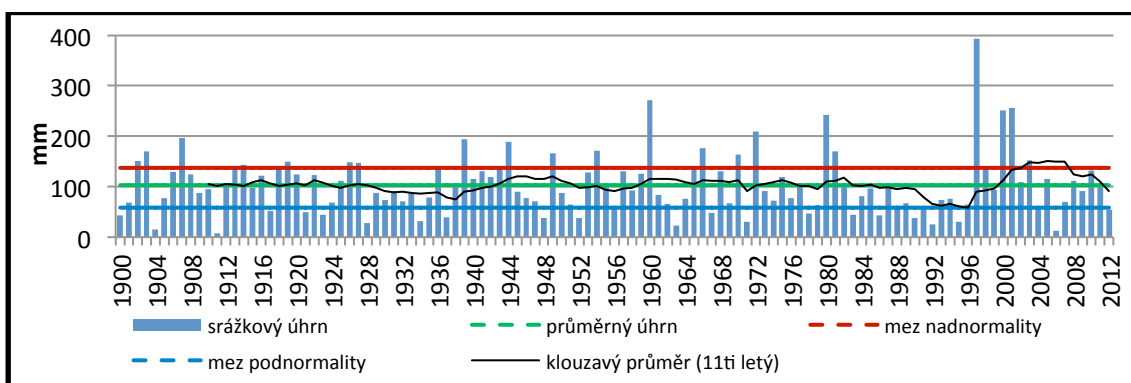
Průměrný úhrn srážek v červnu je 96,0 mm. Normálový interval je od 63,8–124,4 mm. Medián je 98,0 mm. Hodnota variačního koeficientu je ze všech měsíců nejnižší 44,4 % (Obr. 95).



Obr. 95 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v červnu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Červenec

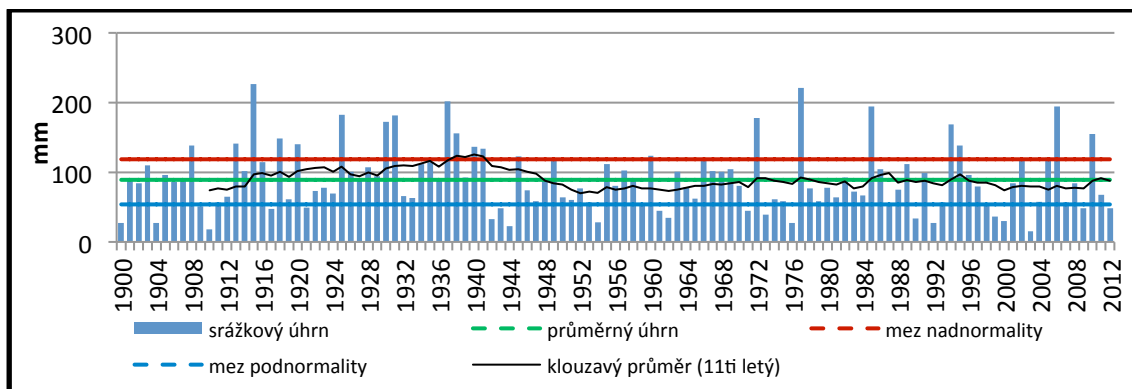
Dlouhodobý červencový úhrn srážek činí 103,0 mm. Normálový interval je od 58,4–137,3 mm. Medián je 92,6 mm. Hodnota variačního koeficientu dosahuje 57,7 % (Obr. 96).



Obr. 96 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v červenci na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Srpen

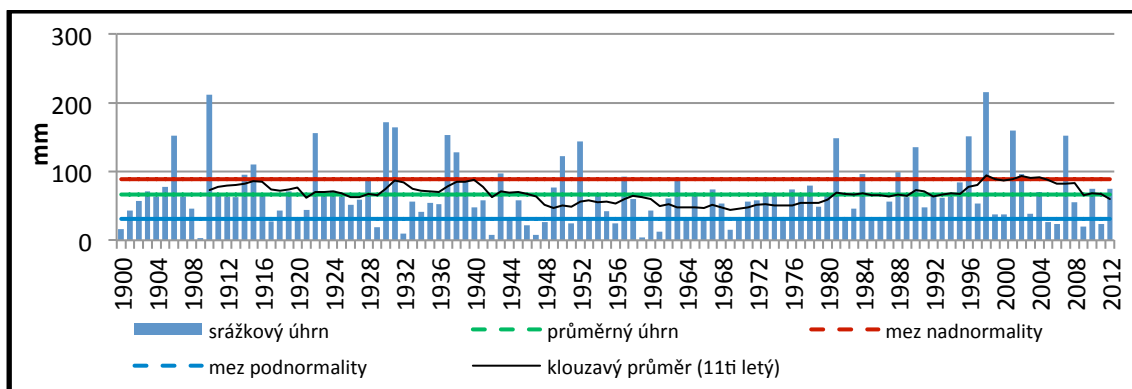
Dlouhodobý průměrný úhrn srážek v srpnu je 89,2 mm. Normálový interval je vymezen od 53,4–118,7 mm. Medián dosahuje 80,8 mm. Hodnota variačního koeficientu je 51,1 % (Obr. 97).



Obr. 97 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v srpnu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Září

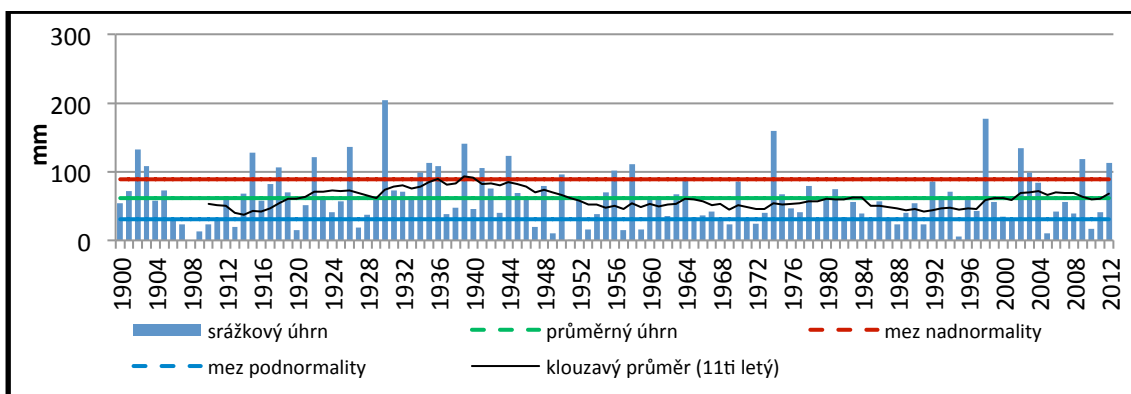
Průměrný úhrn srážek v září je 66,6 mm. Normálový interval je od 31,0–88,7 mm. Medián je 59,9 mm. V tomto měsíci je dosahována nejvyšší hodnota variačního koeficientu 64,7 % (Obr. 98).



Obr. 98 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v září na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Říjen

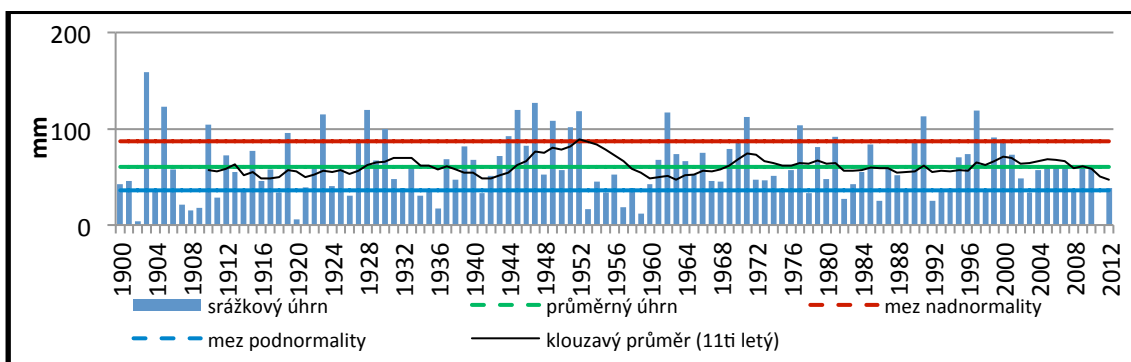
Dlouhodobý říjnový průměrný úhrn srážek je 61,2 mm. Normálový interval je od 30,7–89,0 mm. Medián je 56,7 mm. Hodnota variačního koeficientu dosahuje druhé nejvyšší hodnoty 63,0 % (Obr. 99).



Obr. 99 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v říjnu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Listopad

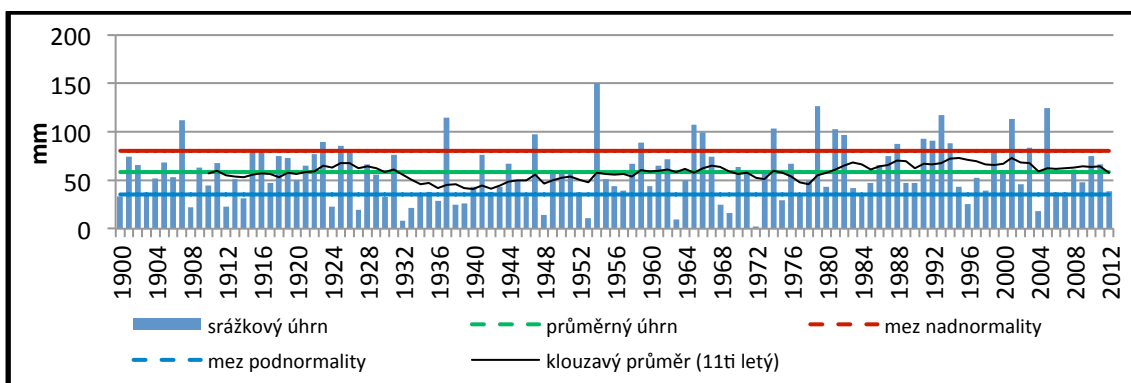
Dlouhodobý průměrný listopadový úhrn srážek činí 60,2 mm. Normálový interval je od 35,1–80,3 mm. Medián je 55,4 mm. Hodnota variačního koeficientu dosahuje 51,4 % (Obr. 100).



Obr. 100 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v listopadu na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

Prosinec

Průměrný úhrn srážek v prosinci je 58,2 mm. Normálový interval je od 35,1–80,3 mm. Medián je 53,0 mm. Hodnota variačního koeficientu je 49,4 mm (Obr. 101)



Obr. 101 Dlouhodobé kolísání úhrnů srážek v prosinci na stanici Vsetín v období 1900–2012. Zhlazeno 11ti letými klouzavými průměry.

8 SNÍH

8.1 Počet dnů se sněžením

První sněžení v posledních deseti letech přicházelo ve Vsetíně nejčastěji mezi 14. říjnem a 20. listopadem. Od roku 1961 se v jednom roce objevilo první sněžení již v září (rok 1961) Poslední sněžení se objevovalo mezi 17. březnem a 7. dubnem. Ve třech letech se sněžení objevilo i v průběhu měsíce května (roky 1962, 1970 a 1978).

V průběhu zimní sezóny se ve Vsetíně za období 1961/62–2010/11 vyskytuje průměrně 58,4 dnů se sněžením (rozptí 33 v sezóně 2006/07 po 89 v sezóně 1966/67). Medián počtu dnů se sněžením za rok je ve Vsetíně 56,5 dnů (Tab. 35).

Tab. 35 Průměrný měsíční počet dnů se sněžením ve Vsetíně za období 1961/62–2010/11

IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	rok
0,0	0,8	6,4	12,5	13,5	12,5	9,4	2,9	0,1	0	58,4

8.2 Výška nově napadlého sněhu

Ve Vsetíně je za období (sezóny 1961/62–2010/11) průměrný úhrn nově napadlého sněhu 142 cm. Nejvyšší sezónní úhrn nového sněhu 293 cm (sezóna 2005/06), nejnižší 58 cm (sezóny 1997/98 a 2007/08). Úhrn nově napadlého sněhu vyšší než 200 cm byl v 6 sezónách, vyšší než 100 cm ve 34 sezónách.

8.2.1 Maximální denní úhrny nového sněhu

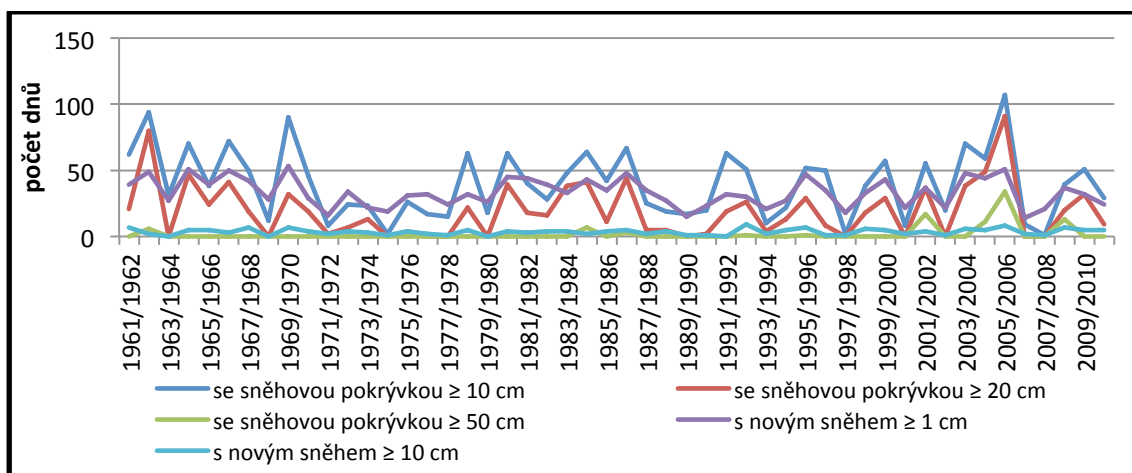
Maximální denní úhrn nového sněhu ve Vsetíně za období 1923/24–2012/13 byl 30. 12. 2005 (34 cm), druhý nejvyšší 19. 2. 1985 (33 cm), třetí nejvyšší 31. 3. 2013 (31 cm) a čtvrtý nejvyšší 8. 11. 1952 (30 cm). Za sledované období se objevilo 31 dnů s denním úhrnem nového sněhu vyšším než 20 cm.

8.3 Charakteristické dny podle denní výšky sněhu

Mezi standardní sněhové charakteristiky patří počty dnů s výškou nového sněhu 1, 5, 10, 20, 50 cm a více.

Ve Vsetíně bývá průměrně za sezónu 33,3 dnů (rozptyl 14–53 dnů) s výškou nového sněhu ≥ 1 cm a 3,6 dnů (rozptyl 0–9 dnů) s výškou nového sněhu ≥ 10 cm. Dohromady bylo za období sezón 1961/62–2010/11 zaznamenáno 1732 dnů s výškou nového sněhu ≥ 1 cm a 185 dnů s výškou nového sněhu ≥ 10 cm).

Počet dnů se sněhovou pokrývkou ≥ 10 cm je průměrně za rok 40,3 dnů (rozptyl 1–107 dnů), se sněhovou pokrývkou ≥ 20 cm je za rok 19,4 (0–91 dnů) a dnů se sněhovou pokrývkou ≥ 50 cm je průměrně 1,8 dnů za rok (rozptyl 0–34 dnů) (Obr. 102).



Obr. 102 Meziroční kolísání ročního počtu dnů se sněhovou pokrývkou ≥ 10 cm, 20 cm a 50 cm a s novým sněhem ≥ 1 cm a ≥ 10 cm ve Vsetíně za období 1961/62–2010/11

8.4 Maximální výška sněhové pokrývky

Za sledované období (1923/24–2012/13) byla maximální výška sněhové pokrývky ve Vsetíně 20. 1. 1941, kdy sněhová pokrývka dosahovala 93 cm. Za období od zimní sezóny 1961/62 do sezóny 2012/13 byla maximální výška sněhové pokrývky 87 cm dosažena 12. a 13. 2. 2006 (Obr. 103, Tab. 36).

Od zimní sezóny 1923/24 byla maximální výška sněhové pokrývky ve 4 dnech ≥ 90 cm, ve 21 dnech v rozmezí 80–89 cm, v 17 dnech byla v rozmezí 70–79 cm, v 72 dnech dosahovala 60–69 cm, ve 117 dnech v rozmezí 50–59 cm.

Průměrná maximální měsíční výška sněhové pokrývky ve Vsetíně za období 1961/62–2010/11 je nejvyšší v měsíci únoru (24,9 cm), dále v lednu (24,4 cm), prosinci (19,0 cm), březnu (17,9 cm), listopadu (9,2 cm), dubnu (3,6 cm) a říjnu (0,5 cm).



Obr. 103 Sněhoměrná lat' ve Vsetíně 12. 3. 2006 (Březina)

Tab. 36 Dvacet absolutních maxim výšky sněhové pokrývky (cm) ve Vsetíně za sezóny 1923/24–2012/13 s uvedením data výskytu

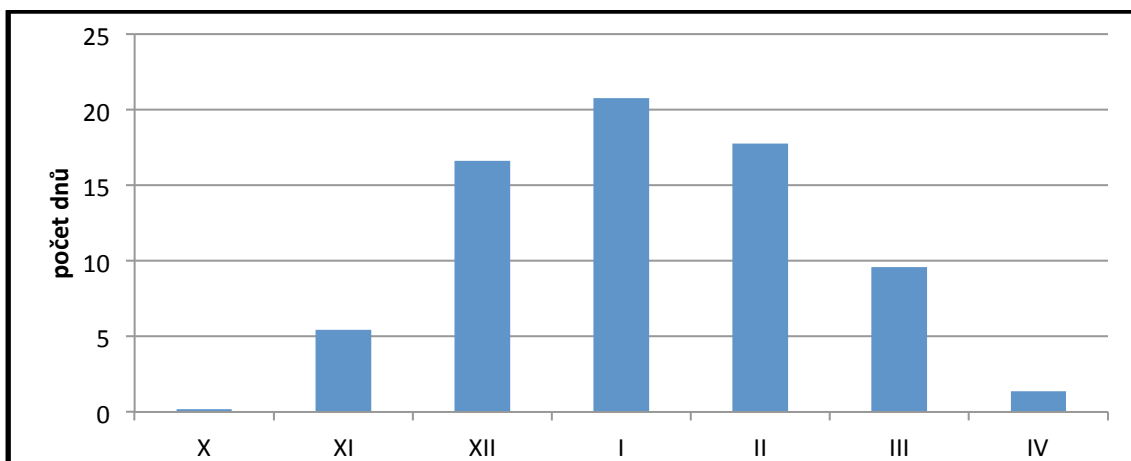
datum	výška (cm)	datum	výška (cm)
20. 1. 1941	93	14. 1. 1941	84
18. 1. 1941	92	12. 1. 1941	84
17. 1. 1941	91	8. 1. 1938	83
19. 1. 1941	90	21. 1. 1941	83
13. 2. 2006	87	14. 2. 2006	83
12. 2. 2006	87	6. 1. 1941	82
7. 1. 1938	85	30. 3. 1944	82
28. 3. 1944	85	15. 1. 1941	82
13. 1. 1941	85	16. 1. 1941	81
5. 1. 1941	84	9. 1. 1938	81

8.5 Počet dnů se sněhovou pokrývkou

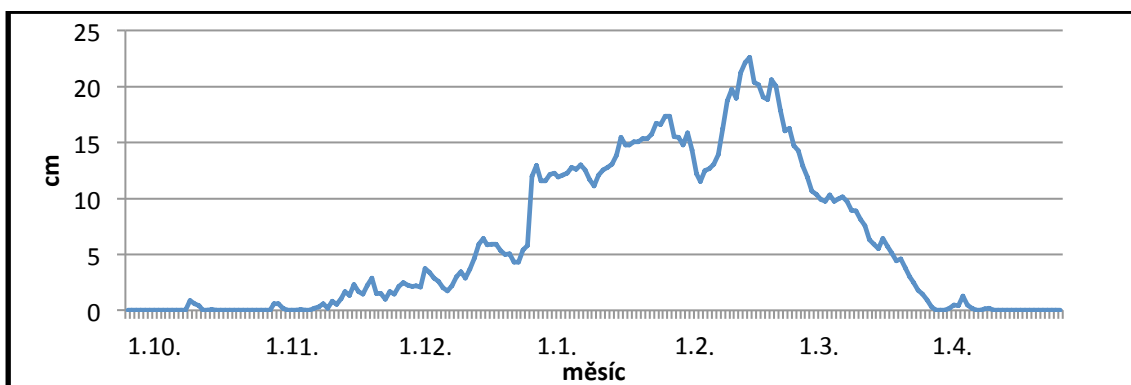
Ve Vsetíně se průměrně za období 1961/62–2010/11 vyskytuje v zimní sezóně 72 dnů se sněhovou pokrývkou. Nejvíce v lednu 20,8 dnů a únoru 17,8 dnů (Obr. 104).

V posledních letech dosahovala souvislá sněhová pokrývka nejdelšího trvání (115 dnů) v zimě 2005/2006 (7. 12.–31. 3.).

Souvislá sněhová pokrývka na Štědrý den (24. 12.) v posledních 25 letech (období 1988/89–2012/13) byla v 16 letech, Štědrý den bez sněhu byly v 9 letech. Štědrý den na sněhu byly v 64 % případů. Průměrná výška sněhu dosahovala 6,8 cm. Nejvyšší sněhová pokrývka 53 cm byla v roce 2001, druhá nejvyšší 22 cm v roce 1999 a třetí nejvyšší 20 cm v roce 2005. Vánoce bez sněhu byly v letech 1989, 1993, 1994, 1995, 1997, 2000, 2006, 2009 a 2010.



Obr. 104 Průměrný měsíční počet dnů se souvislou sněhovou pokrývkou ve Vsetíně za období 1961/62–2010/11



Obr. 105 Průměrná výška sněhové pokrývky ve Vsetíně za období 1998/99–2012/13

8.6 Vodní hodnota celkové sněhové pokrývky

Maximální vodní hodnota sněhové pokrývky ve Vsetíně 167,8 mm (tj. 167,8 kg.m⁻²) byla dosažena 20. 2. 2006 (Tab, 37). Dosažení této hodnoty předcházela 12.–13. 2. 2006 pátá nejvyšší hodnota maximální výšky sněhové pokrývky. Několik dnů po tomto datu přecházela přes Vsetín teplá fronta doprovázená vypadáváním srážek. Došlo ke zvlhnutí sněhu a dosažení maximální hodnoty vodní hodnoty sněhové pokrývky. Horské oblasti kolem Vsetína dosahovaly v těchto dnech jedenkrát vyšších vodních hodnot sněhové pokrývky než stanice Vsetín (stanice MARU 335,2 mm). Velké množství mokrého sněhu na střechách vedlo v nadcházejících dnech nejen na Vsetínsku k destrukci mnoha starších a konstrukčně špatně řešených budov.

Tab. 37 Dvacet nejvyšších maximálních hodnot vodní hodnoty sněhové pokrývky (mm) ve Vsetíně za období 1961/62–2012/13 s uvedením data výskytu

datum	mm	datum	mm
20. 2. 2006	167,8	23. 3. 2006	119,7
13. 2. 2006	163,6	21. 1. 2002	117,0
13. 3. 2006	154,9	6. 2. 2006	115,1
6. 3. 2006	147,7	23. 1. 2006	112,4
14. 3. 2005	135,2	14. 1. 2002	110,0
20. 3. 2006	135,2	30. 1. 2006	109,3
28. 2. 2005	133,0	20. 2. 2012	108,5
21. 2. 2005	131,4	31. 12. 2001	107,0
7. 3. 2005	130,3	7. 1. 2002	107,0
9. 2. 2006	128,1	25. 2. 1985	104,5

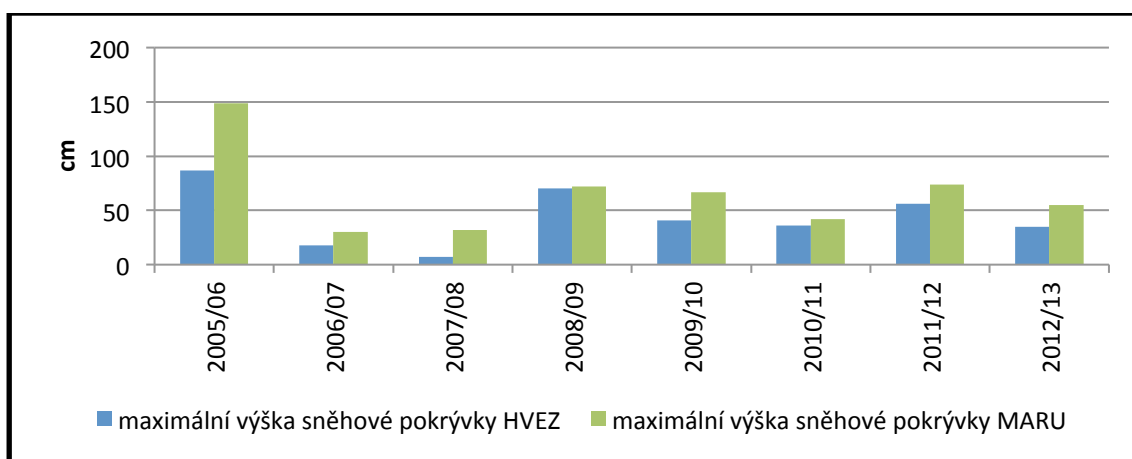
8.7 Sníh na stanicích HVEZ a MARU

Výška sněhové pokrývky závisí podle Tolasze et al. (2007) na množství a charakteru srážek vpadlých v zimním období, teplotě vzduchu a expozici k převládajícímu směru proudění a slunečním zářením, tvarem terénu a vegetace.

Prostorová proměnlivost průměrné výšky sněhové pokrývky na Vsetínsku byla popsána Křupalovou (2010), podle které jsou největší rozdíly způsobeny nadmořskou výškou. Sněhová pokrývky má delší trvání na horských hřebenech než v údolích, výjimku tvoří pouze ty okrajové části údolí, které jsou zastíněné a v průběhu zimy se zde nahromadí větší množství sněhu.

8.7.1 Maximální výška sněhové pokrývky na stanicích HVEZ a MARU

Průměrná maximální výška sněhové pokrývky za období 2005/06–2012/13 byla na stanici HVEZ 43,8 cm, na MARU 65,1 cm. Největší rozdíl v maximální výšce sněhové pokrývky byl 62 cm (zima 2005/06), nejmenší rozdíl 2 cm (zima 2008/09) (Obr. 106).



Obr. 106 Maximální výška sněhové pokrývky na stanicích Vsetín (HVEZ) a Maruška (MARU) za období 2005/06–2012/13

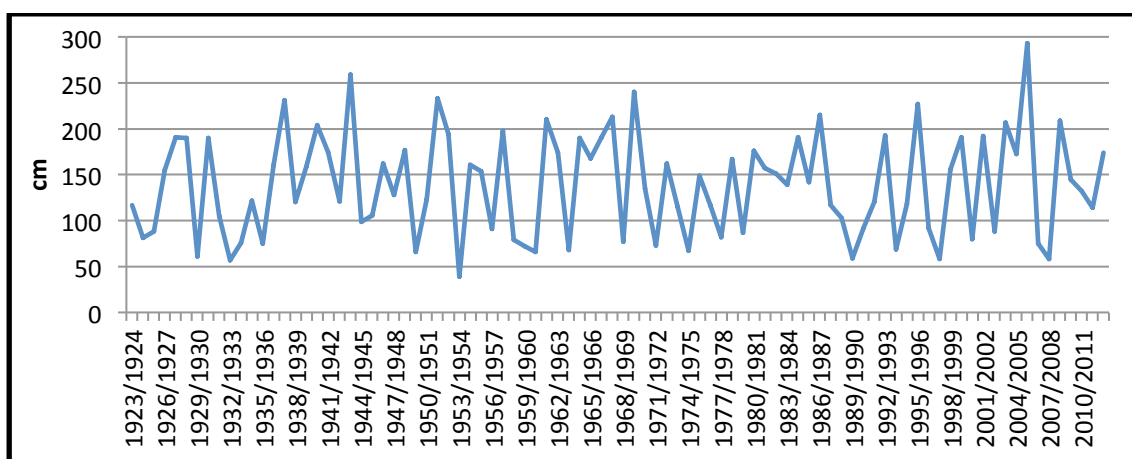
8.8 Dlouhodobé kolísání sněhových poměrů ve Vsetíně (1923/24–2012/13)

Dlouhodobá řada sněhových poměrů byla stejně jako teplotní a srážková řada sestavena z měření stanic Rybníky (RYBN), Zuška (ZUSK), Podsedky (PODS) a Hvězdárna (HVEZ).

8.8.1 Úhrn nově napadlého sněhu

Průměrný sezónní úhrn nového sněhu za období (sezóny 1923/24–2012/13) byl 138,6 cm. Normálové sezónní úhrny jsou vymezeny v intervalu 79,8–191 cm. Medián

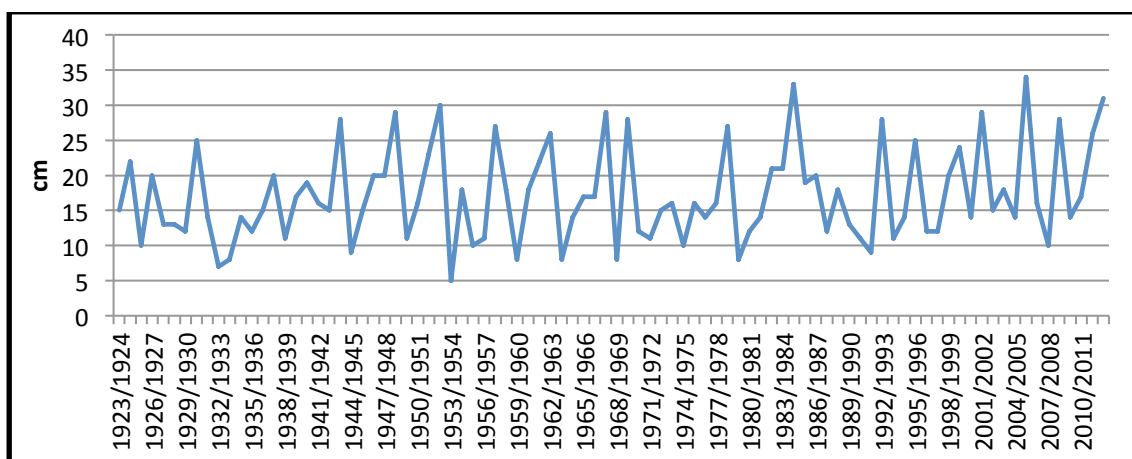
činí 137 cm. Maximální sezónní úhrn nově napadlého sněhu byl 293 cm (sezóna 2005/06), druhá nejvyšší hodnota 259 cm (sezóna 1943/44), nejnižší hodnota byla 39 cm (sezóna 1953/1954), druhá nejnižší hodnota 57 cm (sezóna 1932/33) (Obr. 107).



Obr. 107 Sezónní úhrny nového sněhu ve Vsetíně za období 1923/24–2012/13

8.8.2 Maximální denní úhrny nového sněhu

Průměrná denní maximální výška nového sněhu za sezónu za období (sezóny 1923/24–2012/13) byla 17,1 cm. Normálový interval byl stanoven v rozmezí 11,0–23,2 cm. Medián činí 16,0 cm. Maximální denní výška nového sněhu za sezónu byla 34 cm (sezóna 2005/06). Minimální maximální denní výška nového sněhu za sezónu (1953/54) byl 5 cm (Obr. 108).

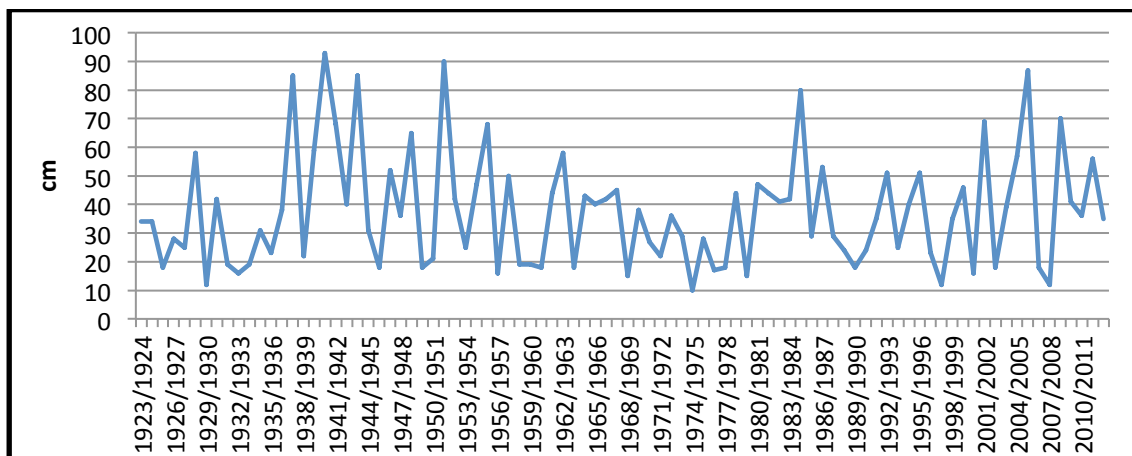


Obr. 108 Maximální denní výška nového sněhu za sezónu ve Vsetíně za období 1923/24–2012/13

8.8.3 Maximální roční výška sněhové pokrývky

Průměrná maximální roční výška sněhové pokrývky za období (sezóny 1923/24–2012/13) byla 37,5 cm. Normálové hodnoty byly vymezeny intervalem 35,0–51,2 cm.

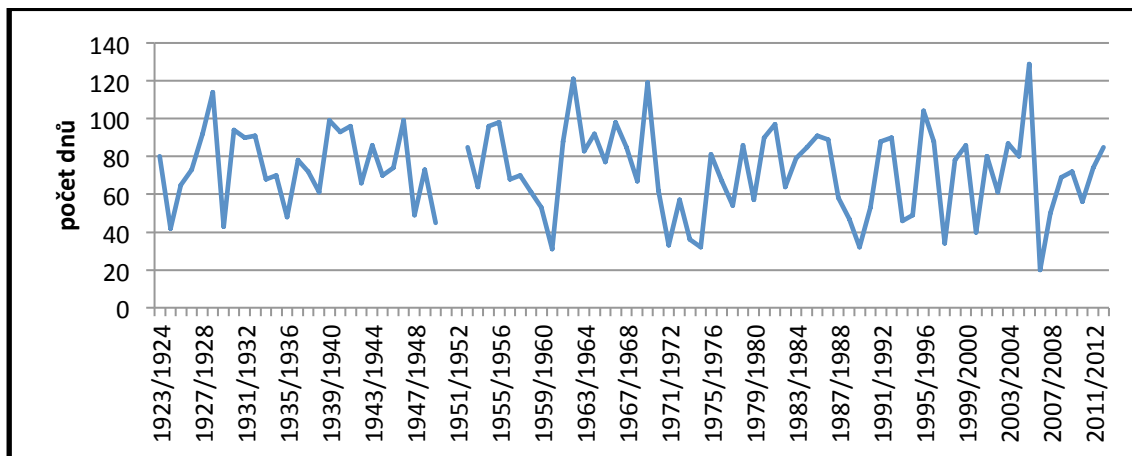
Medián činí 35,0 cm. Maximální roční výška sněhové pokrývky 93 cm (sezóna 1940/41), minimální 10 cm (sezóna 1974/75) (Obr. 109).



Obr. 109 Maximální roční výška nového sněhu ve Vsetíně za období 1923/24–2012/13

8.8.4 Počet dnů se sněhovou pokrývkou

Průměrný sezónní počet dnů se sněhovou pokrývkou za období (sezóny 1923/24–2012/13) dosahoval 78,8 dnů. Normálový interval je v rozmezí 53–90,6 dnů. Medián činí 73,5 dnů. Nejvyšší počet dnů 129 byl dosažen v sezóně 2005/06, nejnižší 20 dnů v sezóně 2006/07 (Obr. 110).



Obr. 110 Počet dnů se sněhovou pokrývkou ve Vsetíně za období 1923/24–2012/13

9 VLHKOST VZDUCHU

9.1 Roční relativní vlhkost vzduchu

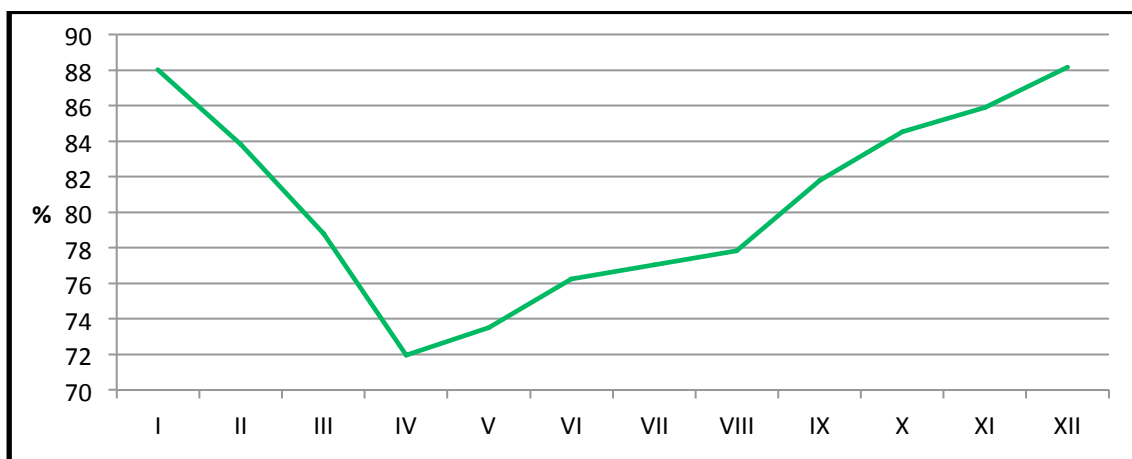
V Česku vykazuje prostorové rozložení průměrných ročních i měsíčních hodnot relativní vlhkosti vzduchu malou variabilitu. Nejnižší hodnoty průměrné vlhkosti vzduchu se vyskytují v nížinách, s rostoucí nadmořskou výškou vlhkost vzduchu nepravidelně stoupá. Oblasti nad 900 m n. m. v zimním období nevykazují díky inverzní oblačnosti vzrůst relativní vlhkosti vzduchu. Za těchto situací může na horách při jasném počasí klesnout relativní vlhkost vzduchu i na hodnoty pod 10 %.

Roční chod vlhkosti vzduchu ve Vsetíně vykazuje kontinentální typ vlhkosti vzduchu, tzn. minimum na jaře a maximum v zimě. Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu ve Vsetíně za období 1998–2012 dosáhla 80,6 %.

9.2 Měsíční a sezónní vlhkost vzduchu

Nejvyšší hodnoty průměrné vlhkosti vzduchu jsou ve Vsetíně v zimě (91,4 %) a na podzim (86,2 %), nejnižší vlhkost vzduchu je na jaře (74,8 %) a léte (77 %).

Nejvlhčí měsíc je prosinec (88,2 %), dále leden (88 %) a listopad (85,9 %). Dlouhodobě nejsušším měsícem je za patnáct let měření duben (72 %), květen (73,5 %) a červen (76,2 %) (Obr. 111).



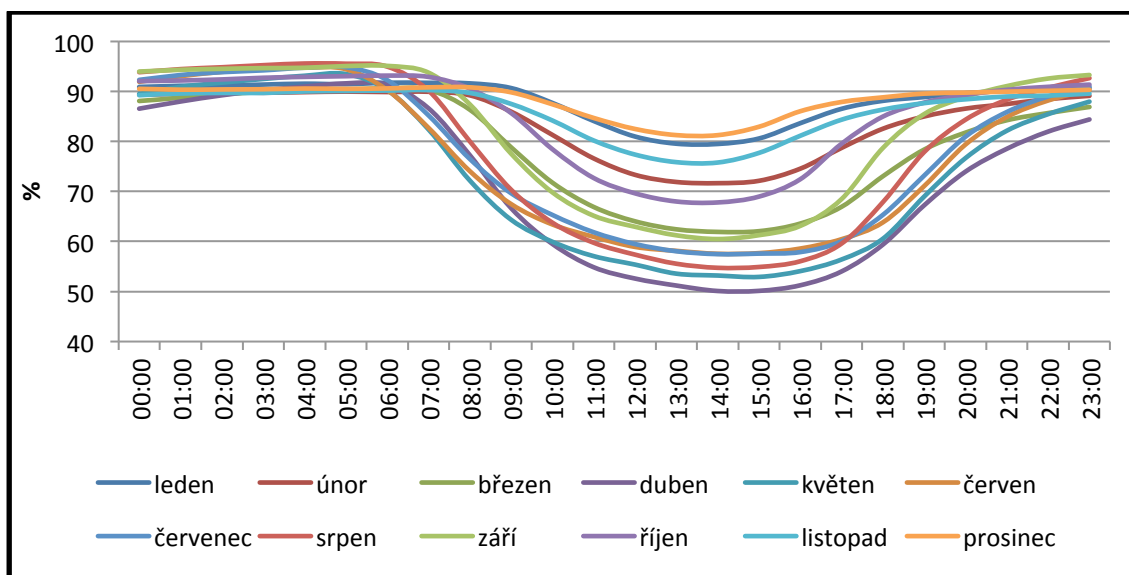
Obr. 111 Roční chod relativní vlhkosti vzduchu ve Vsetíně za období 1998–2012

9.3 Denní chod vlhkosti vzduchu

Denní chod vlhkosti vzduchu má ve Vsetíně za období 1998–2012 průměrné maximum okolo 5. hod. ránní, kdy je dlouhodobý průměr 92,5 %. Od této hodiny dochází k poklesu vlhkosti vzduchu, nejnižší průměrná relativní vlhkost vzduchu 64,3 % je okolo 14. hod. Po této hodině začíná vlhkost statisticky vzrůstat (Obr. 112).

Jednotlivé měsíce v průběhu roku vykazují značný rozdíl v denním chodu vlhkosti vzduchu. Během teplého půlroku je maximum v denní vlhkosti vzduchu dosahováno v dřívějších hodinách (červen, srpen ve 4 hod.), minimum naopak později (srpen v 15 hod.). V zimním období je průměrná denní vlhkost vzduchu vyšší, nedosahuje však tak výrazné vlny jako teplé měsíce. Nejmenší denní rozdíl (9,6 %) v denním chodu vlhkosti vzduchu je v listopadu, následuje leden (12,2 %). Největší rozdíly v denním chodu průměrné vlhkosti jsou v dubnu (41,5 %), srpnu (40,8 %).

Za jasného dne je denní amplituda vlhkosti vzduchu větší než při zataženém či polojasném dnu.



Obr. 112 Denní chod relativní vlhkosti vzduchu ve Vsetíně za období 1998–2012

9.4 Dusné dny

Z klimatologického hlediska je za dusný považován den, v němž tlak vodní páry dosáhl v kterémkoliv z pozorovacích termínů hodnotu alespoň 18,8 hPa. Nejvyšší výskyt dusných dnů je zaznamenáván v letním období v nížinách, s rostoucí nadmořskou výškou jejich počet klesá. V nadmořských výškách nad 1000 m se téměř nevyskytují (Tolasz et al. 2007).

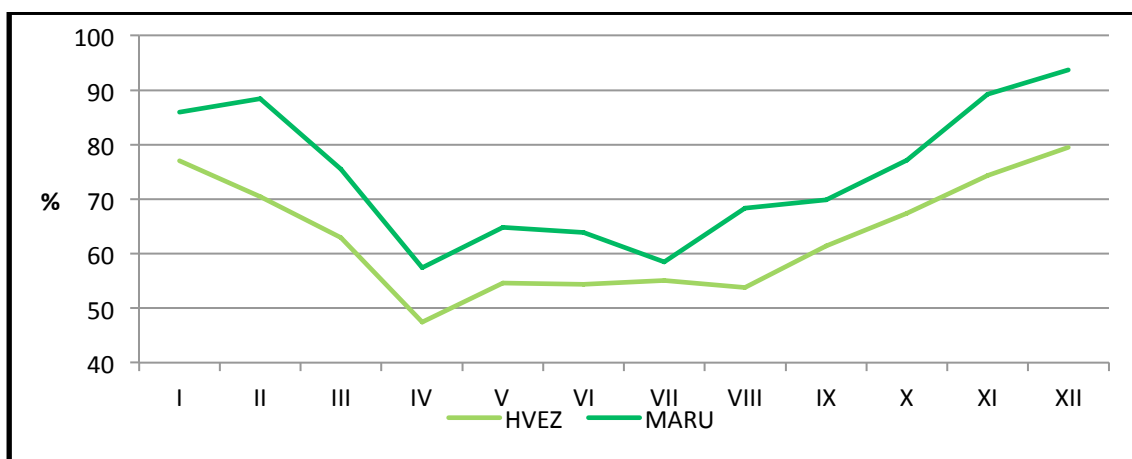
Za sledované období 1961–2010 se ve Vsetíně vyskytlo 234 dusných dnů, což odpovídá průměru 4,8 dnů za rok. Nejvíce dusných dnů (19) bylo ve Vsetíně zaznamenáno v roce 2002. Dusné dny se ve Vsetíně objevují v červnu s ročním průměrem 0,8 dnů, nejvíce bylo zaznamenáno 6 dnů v roce 2006. Dále v červenci s průměrem 2,2 dnů, maximum 11 dnů v roce 2002. V srpnu s průměrem 1,6 dnů,

s celkovým maximem 9 dnů v roce 2001 a září s průměrem 0,04 dnů. Za sledované roky byly dusné dny v září zaznamenány jen v roce 1994, a to 2.

9.5 Vlhkost vzduchu na stanicích HVEZ a MARU

9.5.1 Měsíční chod vlhkosti vzduchu na stanicích HVEZ a MARU

Za období 2007–2009 byla průměrná vlhkost vzduchu ve Vsetíně (HVEZ) 63,1 %, na stanici Maruška (MARU) 74,4 %. Průměrná vlhkost vzduchu byla v průběhu celého roku vyšší na stanici Maruška. Nejvyšší průměrná vlhkost vzduchu byla na obou stanicích v měsíci prosinci Vsetín (79,4 %), Maruška (93,6 %). Nejnižší vlhkost bývá průměrně v dubnu Vsetín (47,4 %), Maruška (57,3 %) (Obr. 113). Malá průměrná vlhkost vzduchu v dubnu bývá dosahována díky relativně malému úhrnu srážek a vysokým teplotám vzduchu. Letní měsíce s dostatkem srážek i přes vysoké teploty vzduchu vykazují na obou stanicích vyšší průměrnou vlhkost vzduchu v porovnání s dubnem vyšší takřka o 10 %. Nižší roční vlhkost vzduchu ve Vsetíně (o 11,2 %) může být způsobena působením města. Landsberg (1981) popsal roční průměrný rozdíl vlhkosti vzduchu mezi městem a neurbanizovanou krajinou 6 %. Důležitý vliv na rozdíl ve vlhkosti vzduchu má i nadmořská výška.



Obr. 113 Roční chod relativní vlhkosti vzduchu na stanici Vsetín (HVEZ) a Maruška (MARU) za období 2007–2009

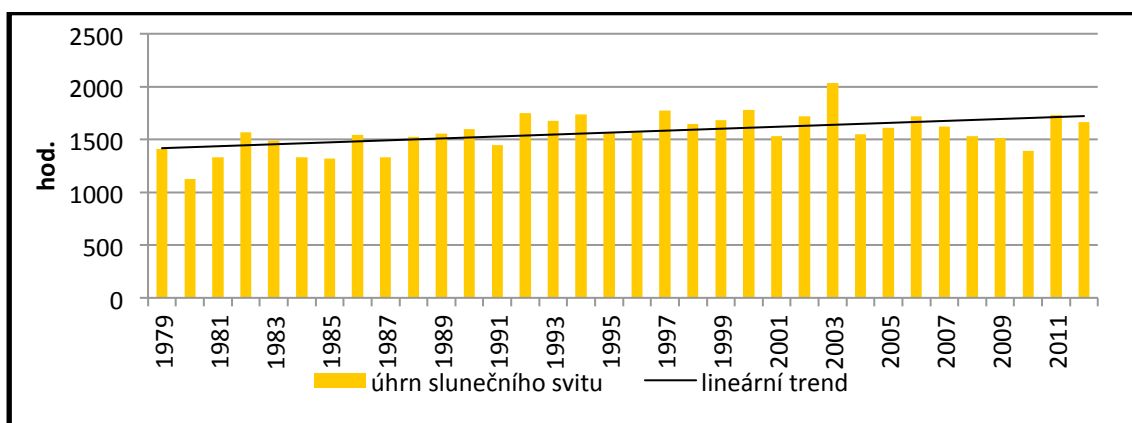
10 SLUNEČNÍ SVIT A OBLAČNOST

10.1 Meziroční kolísání slunečního svitu

Statistické roční úhrny slunečního svitu na území Česka vykazují variabilitu několik stovek hodin ročně. Nejvyšších hodnot trvání slunečního svitu bývá podle Tolasze et al. (2007) dosahováno v Dolnomoravském a Dyjsko-svrateckém úvalu. V Brně je podle Dobrovolného et al. (2012) za období 1961–2010 průměrný roční úhrn slunečního svitu 1750,6 hod. Vysoké roční úhrny zaznamenává Českomoravská vrchovina a Hornomoravský úval, Olomouc 1664 hod. (denní průměr téměř 4,6 hod.) (Vysoudil et al. 2012). Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu je nejmenší v horských oblastech na severu Česka, ve Vsetíně za vybrané období 1979–2012 dosahuje 1570,2 hod. (denní průměr 4,3 hod.). Nejvyšší roční úhrn slunečního svitu za sledované období byl ve Vsetíně zaznamenán v roce 2004 (2037,6 hod.), nejméně slunce svítilo v roce 1980 (1123,5 hod.) (Obr. 114).

Meziroční kolísání ročních úhrnů slunečního svitu zaznamenává ve Vsetíně meziročně významnou variabilitu. Rozdíl v celkovém ročním úhrnu slunečního svitu mezi roky s nejvyšším (2003) a nejnižším (1980) činí 914,1 hod. (58,2 % průměrného ročního úhrnu). Za dekádu 1981–1990 byl vykázán roční průměr 1460,1 hod slunečního svitu. Následující dekáda měla dokonce 1661,7 hod, poslední dekáda 2001–2010 zaznamenala mírný pokles průměrného ročního slunečního svitu na 1623,4 hod. Roky s nejvyšším (2003) a nejnižším (1980) úhrnem slunečního svitu výrazně ovlivnily dekádový průměr slunečního svitu.

Roční úhrn slunečního svitu ve Vsetíně za období 1979–2012 vykazuje rostoucí lineární trend, analýzou poslední dekády (2001–2010) byla detekován mírně klesající trend.



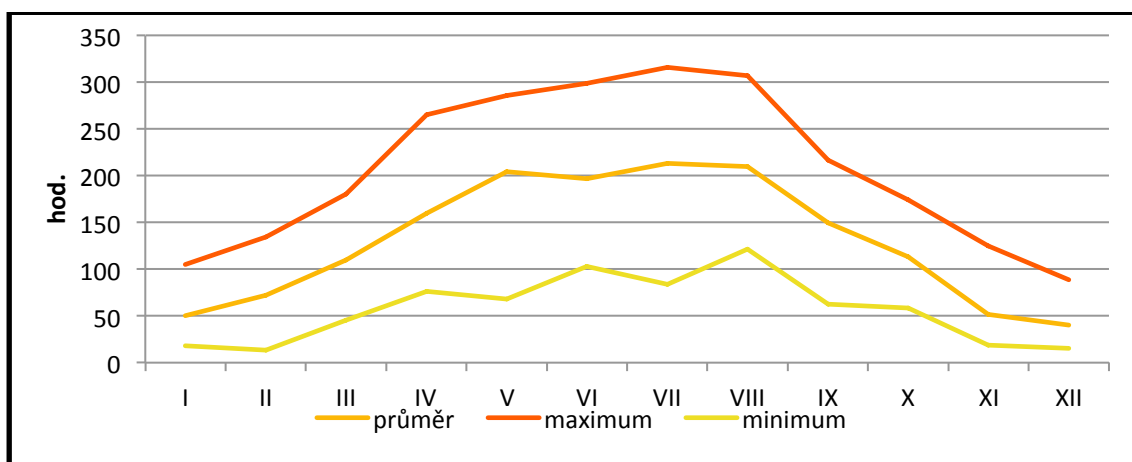
Obr. 114 Roční úhrn doby trvání slunečního svitu ve Vsetíně za období 1979– 2012

10.2 Roční chod slunečního svitu

Chod průměrných měsíčních úhrnů slunečního svitu má ve Vsetíně v průběhu roku maximum v červenci (213,3 hod.), následuje srpen (209,9 hod.). Minimum v prosinci (40,2 hod.), následuje leden (49,9 hod.). Absolutního měsíčního maxima bylo dosaženo v červenci roku 1994 (316,1 hod.) V únoru roku 2009 byl zaznamenán absolutně nejnižším úhrn slunečního svitu 13,4 hod (Tab. 38).

Tab. 38 Průměrný měsíční úhrn, maximum a minimum doby trvání slunečního svitu ve Vsetíně za období 1979–2012

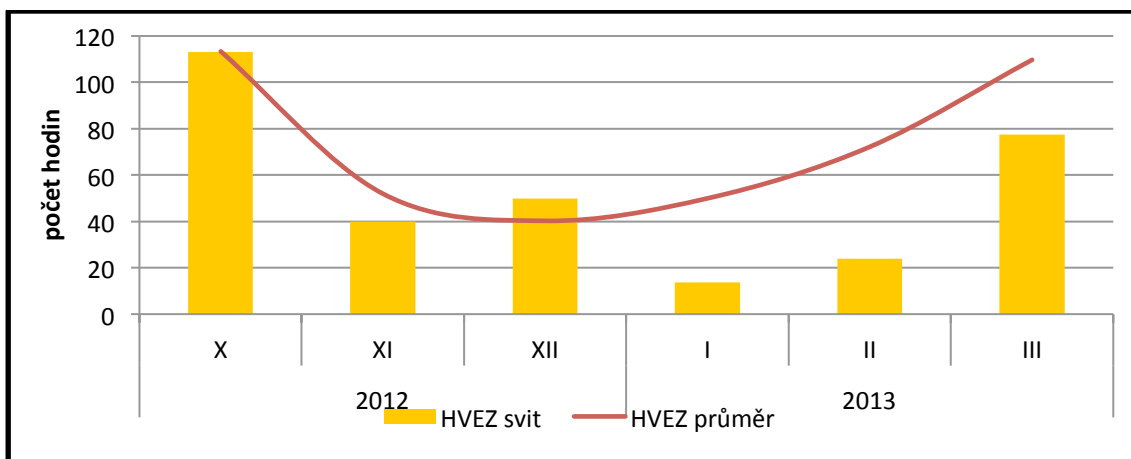
charakteristika	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
průměr	49,9	72,1	109,6	160,0	204,2	196,6	213,3	209,9	149,3	113,2	51,9	40,2	1570,2
maximum	105,3	134,6	180,4	265,1	285,7	299,2	316,1	307,2	217,0	174,0	124,6	88,7	2037,6
rok	2006	2003	2011	2009	2001	2000	1994	2003	2006	2006	2011	1989	2003
minimum	18,3	13,4	45,3	76,2	68,2	102,8	84,0	121,2	62,6	58,4	18,9	15,1	1123,5
rok	1983	2009	2009	1980	2010	1985	1980	2006	1996	2009	1987	1982	1980



Obr. 115 Průměrný měsíční úhrn, maximum a minimum doby trvání slunečního svitu ve Vsetíně za období 1979–2012

Roční úhrny trvání slunečního svitu jsou ve Vsetíně o více než 200 hod. menší než oblast na jižní Moravě. Objevují se delší období s podprůměrným měsíčním úhrnem doby trvání slunečního svitu. Nejvýraznější rozdíl v úhrnu slunečního svitu ve Vsetíně se projevuje porovnáním období říjen–březen s průměrným měsíčním úhrnem (72,8 hod.) a období duben–září (188,9 hod.) Příkladem výrazně podprůměrného úhrnu slunečního svitu jsou měsíce říjen–březen v zimním období 2012–2013. Mimo prosinec byly na stanici HVEZ dosaženy výrazně podprůměrné hodnoty v délce trvání slunečního svitu (Obr. 116). Ve Vsetíně byl v tomto období úhrn slunečního svitu pouze 63,2 % v porovnání s průměrem. Při dlouhodobě podprůměrné délce slunečního svitu

v zimních měsících se může u lidí projevovat podle Jacobsena et al. (1987) tzv. SADS „*Seasonal Affective Disorder Syndrom*“. Podle Mayo clinic je SADS soubor příznaků vznikající každý rok ve stejnou dobu, začíná na podzim a pokračuje v zimních měsících. Příznaky jsou deprese, úzkost, beznaděj, ztráta energie a pocit sociální izolace.

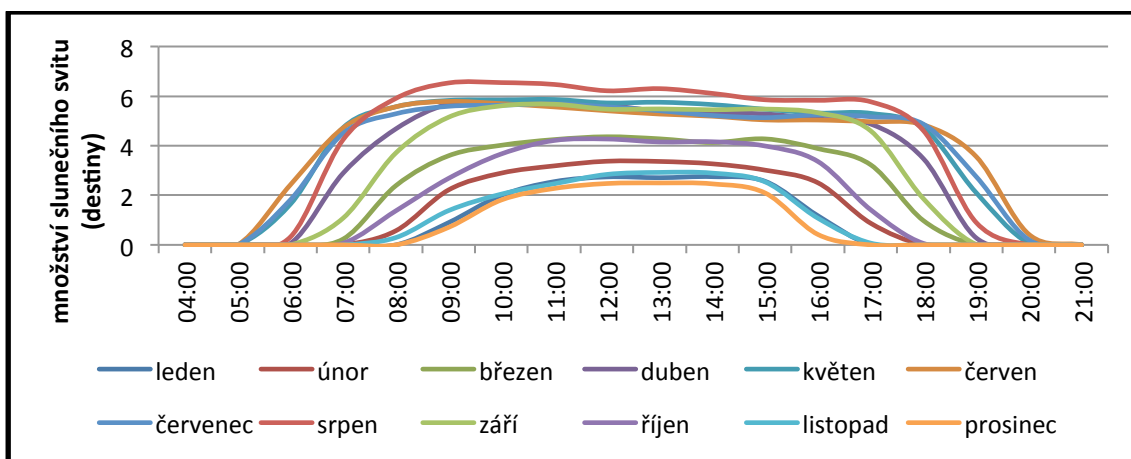


Obr. 116 Průměrný úhrn doby trvání slunečního svitu v říjnu–březnu na stanici Vsetín za období 2007–2012 a úhrn chladném období 2012–2013

10.3 Denní úhrn slunečního svitu

Průměrná délka denního slunečního svitu je nejvyšší v době kolem letního slunovratu, v červnu Slunce průměrně vychází před 6 hod. ranní a zapadá po 20 hod., Nejkratší délka slunečního svitu je naopak kolem zimního slunovratu, v prosinci a lednu, Slunce v těchto měsících průměrně vychází v 9 hod. a zapadá v 16 hod.

Úhrn slunečního svitu v poledne je průměrně největší v srpnu a květnu, nejmenší v prosinci a lednu (Obr. 117).



Obr. 117 Denní průběh slunečního svitu ve Vsetíně za období 1998–2012

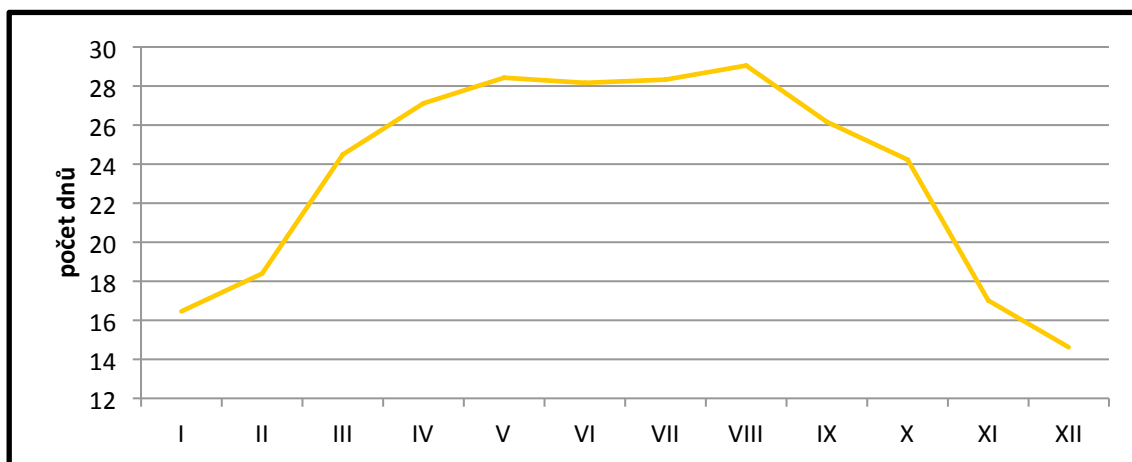
Nejvyšší denní maxima slunečního svitu jsou dosahována v červnu. Z Tab. 39 je zřejmé, že červen je jediným měsícem, kdy bylo denní trvání slunečního svitu delší než 13,8 hod. Absolutní denní maximum slunečního svitu bylo ve Vsetíně zaznamenáno dne 19. června 2002 s dobou trvání 14,2 hod. Vsetínská řada za období 1979–2012 vykazuje 3 dny s denním úhrnem slunečního svitu nad 14 hod. a 31 dnů s denním úhrnem slunečního svitu nad 13,5 hod.

Tab. 39 Dvacet absolutně nejvyšších denních úhrnů slunečního svitu ve Vsetíně za období 1979–2012 s uvedením data výskytu

datum	hodin	datum	Hodin
19. 6. 2002	14,2	29. 5. 2003	13,8
20. 6. 2002		25. 5. 2001	
7. 6. 2003	14,1	15. 7. 2003	13,7
26. 6. 1999	13,9	8. 6. 2003	
18. 6. 2002		3. 6. 2000	
27. 6. 2001		24. 5. 2001	
21. 6. 2000		23. 5. 2001	
10. 6. 2000	13,8	15. 6. 2001	13,6
4. 7. 1999		19. 6. 2000	
20. 6. 2000		21. 6. 1997	

10.4 Dny se slunečním svitem

Průměrný roční počet dnů se slunečním svitem za období 1995–2012 ve Vsetíně dosahuje 282,4 (rozpětí 260 až 297 dnů). Nejvíce dnů se slunečním svitem je průměrně v měsíci srpnu (29,1 dnů), dále v květnu (28,4 dnů). Nejméně dnů se slunečním svitem je průměrně v prosinci (14,6 dnů) a lednu (16,4 dnů). Počet dnů se slunečním svitem přímo souvisí s množstvím oblačnosti. Nízký počet dnů se slunečním svitem na podzim a v zimě je ve Vsetíně podpořen častým výskytem dnů s mlhou a inverzní oblačností (Obr. 118).



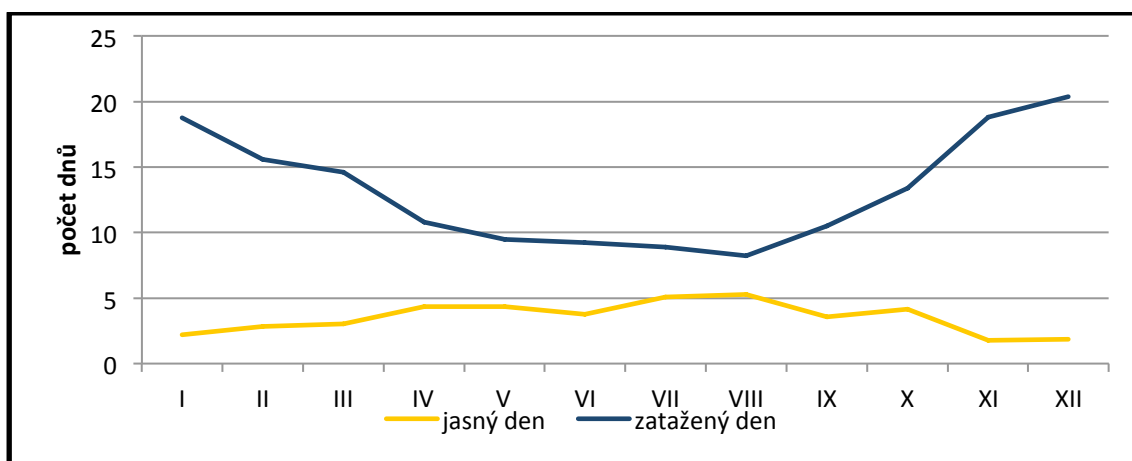
Obr. 118 Počet dnů se slunečním svitem ve Vsetíně za období 1995–2012

10.5 Charakteristické dny podle oblačnosti

Ve Vsetíně se za období 1961–2010 objevuje průměrně za rok 42,6 jasných dnů. Maximální počet jasných dnů za rok (70) byl zaznamenán v roce 1992, minimální počet (20) v roce 1981. Nejvíce jasných dnů za rok připadá průměrně na měsíc srpen (5,3) dále na květen (4,5) a duben (4,3). Na jasné dny jsou průměrně nejchudší měsíce prosinec (1,8) a listopad (1,9) (Obr. 119).

Roční průměr v počtu zatažených dnů za období 1961–2010 ve Vsetíně činí 158,1 dnů. Průměrně nejvíce zatažených dnů je v prosinci (20,5), pak v listopadu (18,8), nejméně zatažených dnů bývá v srpnu (8,2) a červenci (8,8).

Počet jasných a zatažených dnů ve Vsetíně za rok vykazuje největší oblačnost v zimě, pak na podzim a na jaře. Nejmenší oblačnost s nejvyšším počtem jasných dnů je v létě (Obr. 119).



Obr. 119 Průměrný měsíční počet jasných a zatažených dnů ve Vsetíně za období 1961–2010

10.6 Prostorová variabilita úhrnu slunečního svitu

10.6.1 Simulace úhrnů slunečního svitu ve Vsetíně

Míra ozáření georeliéfu Vsetína je ovlivněna především velkou vertikální členitostí reliéfu v okolí města. Simulace úhrnu slunečního svitu v době slunovratů je znázorněna na Obr. 120 a 121. Nejmenší úhrny se dají předpokládat na svazích orientovaných k severu. Příkladem je sídliště Rybníky pod Žamboškou nebo údolí Jasenice. Nedostatkem slunečního svitu, v porovnání s centrem města, trpí většina malých údolí podél města (např. Potůčky, Janišov, Amerika, Dlúhé, Velký a Malý Skalník). Nadprůměrné úhrny slunečního svitu se dají předpokládat na svazích s jižní, jihozápadní nebo jihovýchodní orientací (Horní město, Sychrov, Hrbová). Rozdíl

v délce trvání slunečního svitu mezi částmi města v uzavřených údolích a naopak nadprůměrně osluněnými se dá předpokládat v řádu desítek hodin za rok.



Obr. 120 Simulace oslunění Vsetína 21. 6. po východu Slunce v 5:50 hod. (vlevo) a před západem Slunce v 19:38 hod. (vpravo)



Obr. 121 Simulace oslunění Vsetína 21. 12. po východu Slunce v 9:55 hod. (vlevo) a před západem Slunce v 15:31 hod. (vpravo)

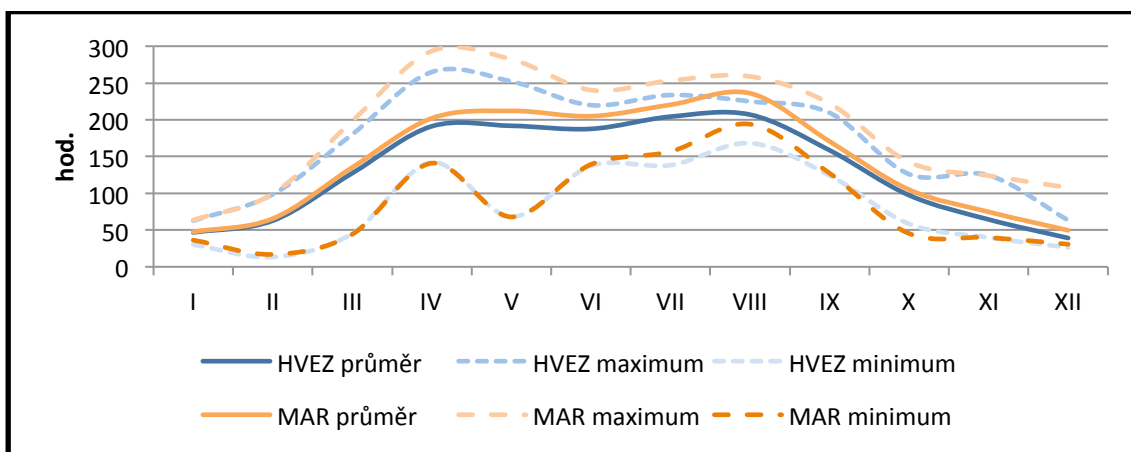
10.6.2 Sluneční svit na stanici HVEZ a MARU

Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu za období 2007–2012 byl ve Vsetíně 1578,5 hod. (denní průměr 4,3 hod.), na horské stanici MARU 1724 hod. (denní průměr 4,7 hod.). Roční chod úhrnu slunečního svitu má v průběhu roku dvě maxima. První menší v dubnu, kdy byly zaznamenány v roce 2009 maximální měsíční úhrny slunečního svitu Vsetín (265,1 hod.) a MARU (293,6 hod.). Druhé maximum bývá statisticky v červenci a srpnu, kdy je dosahováno nejdelšího průměrného trvání slunečního svitu. Průměrně nejvyšší hodnotu slunečního svitu má měsíc srpen, ve Vsetíně 207 hod. (rozpětí 168,2–225 hod.) na MARU, 236,1 hod. (rozpětí 194–259 hod.). Průměrně nejnižší hodnotu slunečního svitu má ve Vsetíně měsíc prosinec (39,2 hod.), na MARU měsíc leden (47,3 hod.).

Průměrný měsíční úhrn trvání slunečního svitu je v průběhu celého roku vyšší na stanici MARU. Nejmenší rozdíl mezi stanicemi je v lednu 0,7 hod., největší v srpnu

29 hod. Maximální měsíční úhrny slunečního svitu byly za celé sledované období mimo měsíc listopad vyšší na stanici Maruška. Rozdíl minimálních měsíčních úhrnů je v průběhu roku nepatrný, vyšší rozdíly byly jen v červenci (18,5 hod.) a srpnu (25,8 hod.) (Obr. 122).

Vyšší průměrný roční i měsíční úhrn doby trvání slunečního svitu na stanici MARU je způsoben horskou polohou stanice, která umožňuje delší trvání slunečního svitu než kotlinová stanice Vsetín (HVEZ). Na stanici MARU Slunce vychází o několik desítek minut dříve než ve Vsetíně a zapadá později. Tento fakt se nejzřetelněji projevil v období duben–srpen. Na zjištěných výsledcích se nikterak výrazně neprojevila inverzní oblačnost ani častá mlha, která v zimním období vyplňuje vsetínskou kotlinu. Pro lepší detekci vlivu inverzí na úhrny slunečního svitu by bylo potřeba vybudovat stanici v nadmořské výšce okolo 900 m (Obr. 123).



Obr. 122 Průměrný měsíční úhrn, maximum a minimum doby trvání slunečního svitu na stanici Vsetín (HVEZ) a Maruška (MARU) za období 2007–2012



Obr. 123 Pohled ze stanice Maruška východním směrem na Vsetín zahalený mlhou, (Čermák, 2012)

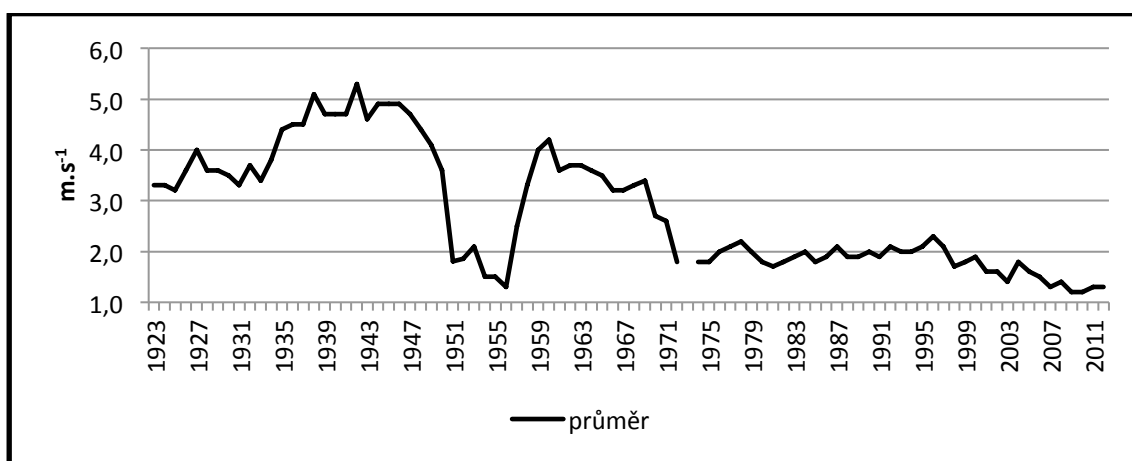
11 VÍTR

11.1 Průměrná roční a sezónní rychlost větru

Průměrná roční rychlost větru se na většině území Česka pohybuje mezi $2\text{--}4\text{ m.s}^{-1}$. Rychlosti pod 2 m.s^{-1} se vyskytují v údolích řek a pánevních oblastech na jihozápadě a jihu Čech. Rychlost větru vyšší než 5 m.s^{-1} se vyskytuje v horských oblastech. Největřnější polohy jsou v Krkonoších a Jeseníkách nad $1\,000\text{ m}$. Zde dosahují roční rychlosti větru $7\text{--}9\text{ m.s}^{-1}$ (Tolasz et al. 2007).

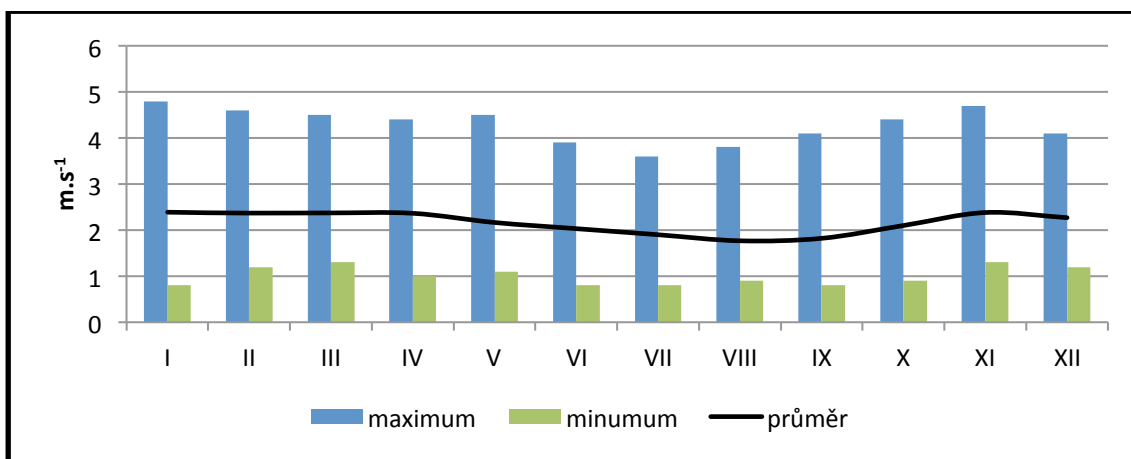
Ve Vsetíně průměrná roční rychlost větru za období 1961–2010 dosahuje $2,3\text{ m.s}^{-1}$. V roce 1962 a 1963 byla zaznamenána nejvyšší průměrná roční rychlost vzduchu a to $3,7\text{ m.s}^{-1}$. Od roku 1923 byla nejvyšší roční průměrná rychlost větru $5,3\text{ m.s}^{-1}$ v roce 1942. Nejnižší roční průměr rychlosti větru $1,2\text{ m.s}^{-1}$ byla zaznamenána v letech 2009 a 2010.

Dlouhodobá průměrná rychlost větru ve Vsetíně za období 1923–2012 vykazuje známky ovlivnění výsledků měření polohou stanice. Řada měření byla složena z dat stanic RYBN (1923–1950), ZUSK a PODS (1951–1956) a HVEZ (1957–2012). Nejzřetelněji je fakt ovlivnění měření polohou stanice znát v období 1951–1956, kdy byla průměrná rychlost vzduchu výrazně podprůměrná. Klesající trend průměrné rychlosti větru na stanici HVEZ v posledních letech může být způsobena vzrostlými lesními porosty v okolí stanice, které redukují rychlost větru (Obr. 124).



Obr. 124 Roční chod rychlosti větru ve Vsetíně za období 1923–2012

Průměrná sezónní rychlost větru za období 1961–2010 je největší v zimě a na jaře ($2,3\text{ m.s}^{-1}$), dále na podzim ($2,1\text{ m.s}^{-1}$) a v létě ($1,9\text{ m.s}^{-1}$). Největřnějšími měsíci jsou prosinec–duben s průměrnou rychlostí větru $2,4\text{ m.s}^{-1}$. Nejnižší průměrná měsíční rychlost větru je v srpnu a září $1,8\text{ m.s}^{-1}$ (Obr. 125).



Obr. 125 Průměrná roční, maximální a minimální rychlost větru ve Vsetíně za období 1961–2010

11.2 Nárazovitý vítr

Ročně se ve Vsetíně za období 1981–2012 objevuje 9 dnů s nárazovitým větrem. Největší denní nárazy větru se ve Vsetíně objevují nejčastěji v lednu–květnu. Během roku 1996 bylo zaznamenáno extrémních 46 dnů s nárazovitým větrem. To je 16 % všech nárazů za sledovaných 31 let. K největším nárazům větru za období 1993–2012 došlo 21. 7. 1995, kdy bylo dosaženo rychlosti větru v nárazech $36,0 \text{ m.s}^{-1}$

11.3 Silný a bouřlivý vítr

Silný vítr je vítr o průměrné rychlosti $10,8$ až $17,1 \text{ m.s}^{-1}$ (Sobíšek a kol. 1993). Ve Vsetíně bylo za období 1961–2012 průměrně za rok zaznamenáno 13,5 dnů se silným větrem. Nejvíce (49) bylo zaznamenáno v roce 1961, nejméně v roce 2004 (bez výskytu). Průměrně nejvíce dnů za měsíc se silným větrem je v listopadu, lednu a únoru (1,6), nejméně v červenci (0,5), v srpnu (0,6) a v září (0,8).

Bouřlivý vítr je vítr o průměrné rychlosti $17,2$ až $20,7 \text{ m.s}^{-1}$ (Sobíšek a kol. 1993). Za období 1961–2012 se ve Vsetíně průměrně za rok objevilo 0,7 dne s bouřlivým větrem. V roce 1984 byly zaznamenány 4 dny s bouřlivým větrem, což je nejvíce za sledované období. Největší pravděpodobnost výskytu bouřlivého větru je v listopadu, v září za sledované roky nebyl zaznamenán ani jeden den s bouřlivým větrem.

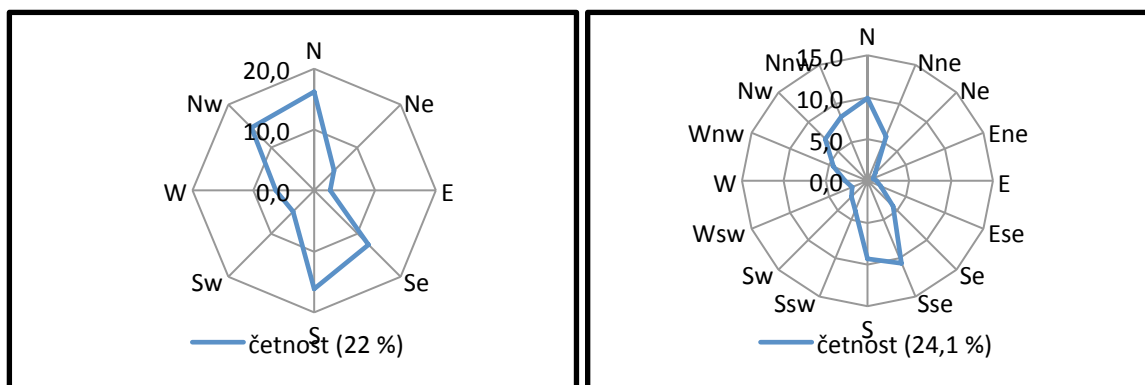
Tab. 40 Dvacet nejvyšších ročních hodnot rychlosti větru (m.s^{-1}) ve Vsetíně za období 1993–2012 s uvedením data výskytu

Datum	(m.s^{-1})	Datum	(m.s^{-1})
25. 1. 1993	17,3	5. 4. 2003	19,6
17. 3. 1994	18,0	19. 11. 2004	18,0
21. 7. 1995	36,0	16. 12. 2005	18,0
8. 7. 1996	18,0	8. 12. 2006	17,4
7. 4. 1997	19,0	19. 1. 2007	17,6
1. 11. 1998	20,9	16. 1. 2008	18,0
15. 4. 1999	21,3	30. 11. 2009	16,1
6. 11. 2000	21,1	31. 10. 2010	17,1
19. 3. 2001	23,6	5. 9. 2011	16,2
2. 1. 2002	18,6	29. 4. 2012	19,8

11.4 Směr větru

Směr proudění vzduchu na meteorologických stanicích popisují meteorologické růžice, udávají relativní četnost směru větru v jednotlivých směrech v % doplněné procentním zastoupením bezvětrí (Tolasz et al. 2007). Převládající směr větru je silně modifikován terénem. Významným způsobem se na změně směru větru ve Vsetíně podílejí horské masívy kolem města, orientace svahů a městská zástavba.

Převládající směr větru ve Vsetíně v dlouhodobém hodnocení (1961–2010) je severní s průměrnou četností 16,2 %. Druhý převládající směr je jižní (16,1 %), třetí je směr severozápadní (14,6 %). Na výsledcích se pravděpodobně podílí místní údolní větry Jaseňkou. Podíl bezvětrí činí 22 %. Stanice ROKY dlouhodobě vykazuje podíl bezvětrí větší než 50 % (Obr. 126, Tab. 41).

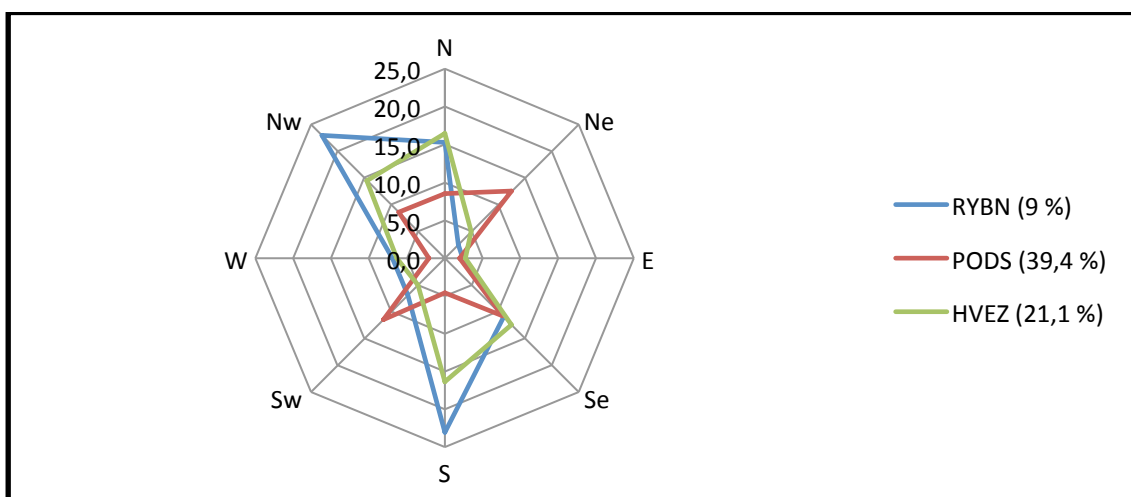


Obr. 126 Relativní četnost směru větru ve Vsetíně za období 1961–2010 (8 směrů – vlevo) a za období 2001–2010 (16 směrů vpravo), čísla v závorce představují frekvenci výskytu bezvětrí.

Tab. 41 Měsíční relativní četnost směru větru ve Vsetíně za období 2001–2010

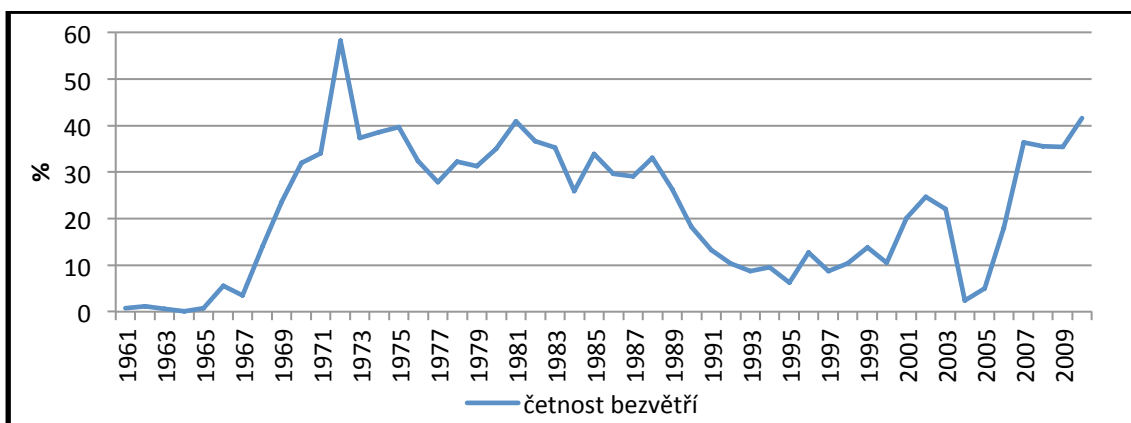
směr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
N	8,5	14,6	15,3	18,3	19,5	20,5	19,8	16,8	16,3	10	8,8	10	14,9
Ne	4	5,8	8	7,7	9,8	8,6	8,2	7,5	7,2	4,9	4,4	3,8	6,7
E	3,5	3,2	2,8	2,3	1,9	1,5	1,7	1,6	2,3	2,3	2,9	2,3	2,4
Se	16,7	13,6	9,8	8,4	7,8	7,3	6,5	8,1	7,5	11,6	14,2	15	10,5
Se	22,8	19	16,1	13,9	12,8	10,1	10,3	13,5	11	21	25,7	22,8	16,6
Sw	6,5	5,2	6,3	4,6	5,9	5,1	5,4	5,8	6,2	4,9	6,3	5,2	5,6
W	6,1	6,7	7,2	5,4	6,6	7,2	6,5	5,1	4,5	4,2	5,1	5,7	5,9
Nw	13,6	15,4	15	14,5	15,6	16	14,9	11,1	13,3	10,5	9,5	12,2	13,5
bezvětří	18,3	16,4	19,6	24,9	20,1	23,7	26,7	30,6	31,7	30,6	23,2	23,1	24,1

Obecně platí, že tvar větrných růžic se v jednotlivých letech mění, podobně jako kolísá podíl bezvětří. Porovnáním měření směru větru na historických a současné meteorologické stanici ve Vsetíně detekujeme značnou variabilitu směru větru způsobenou zřejmě orografií v okolí stanic. Na stanici Rybníky (RYBN) převládá severozápadní vítr (23 %), Podsedky (PODS) jihozápadní (11,9 %) a na hvězdárně (HVEZ) severní 16,5 %. Na podílu bezvětří (39,4 %) na stanici Podsedky se podílela závětrná poloha stanice, naopak široké údolí v okolí bývalé stanice Rybníky je častěji provětrávané (podíl bezvětří 9 %). Dlouhodobě je ve Vsetíně nejmenší podíl východního větru, stanice HVEZ vykazuje 2,4 % (Obr. 127).



Obr. 127 Relativní četnost směru větru ve Vsetíně za období 1923–2010 na stanici Rybníky (1923–1950, Zuška a Podsedky (1951–1956) a Hvězdárna (1957–2012), čísla v závorce představují četnost výskytu bezvětří.

Průměrný podíl bezvětří ve Vsetíně je za období 1961–2010 je 22,1 %. Rok 1972 byl jediným rokem, kdy bylo bezvětří více než v 50 % měření (58,2 %). Podíl bezvětří 0,1 % byl v roce 1964 (Obr. 128).



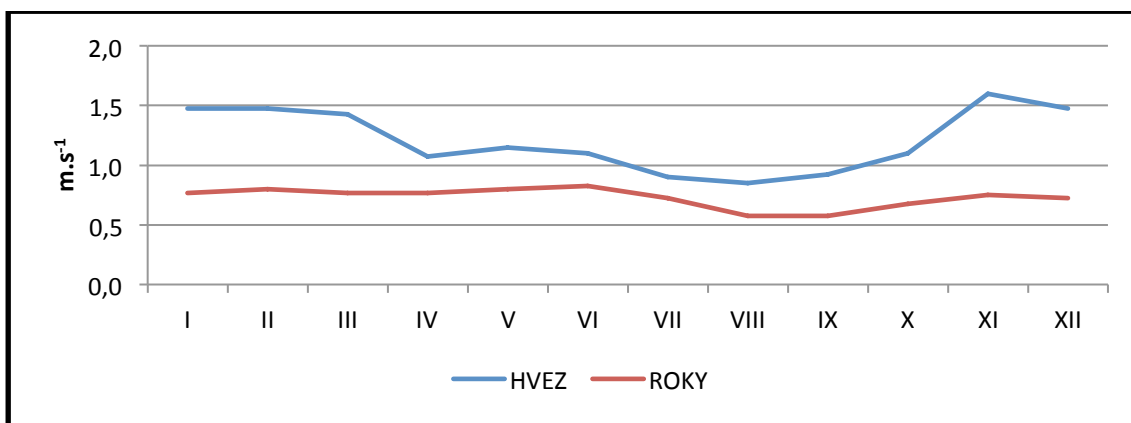
Obr. 128 Relativní četnost bezvětrí ve Vsetíně v jednotlivých letech za období 1961–2010

11.5 Vítr na stanicích HVEZ, ROKY a MARU

Antropogenní činnost podobně jako orografie ovlivňuje směr a rychlost proudění vzduchu. K největším modifikacím větru dochází ve větších městech s vyššími domy, především na panelových sídlištích. Zástavba s vegetací nacházející se v kotlině výrazně zmenšuje rychlost větru (Gajdoš 2002, Pouš 2006). Proto jsou ve Vsetíně v porovnání s celorepublikovým průměrem rychlosti větru podprůměrné.

11.5.1 Průměrná rychlost větru na stanicích HVEZ a ROKY

Průměrná měsíční rychlost větru dosahuje ve Vsetíně značné variability. Průměrná rychlost větru v období 2007–2009 se na stanici HVEZ pohybuje v rozmezí $1,1\text{--}1,3\text{ m.s}^{-1}$, stanice ROKY vykazuje průměrnou rychlost větru v rozmezí $0,5\text{--}0,9\text{ m.s}^{-1}$. Průměrná roční maximální rychlosti větru dosahuje ve sledovaných letech na stanici HVEZ $13,5\text{--}14,7\text{ m.s}^{-1}$, na stanici ROKY $11,1\text{--}13,5\text{ m.s}^{-1}$. Nižší měsíční průměrná rychlost vzduchu na stanici ROKY je způsobena pravděpodobně orografií a blízkostí sídliště Rokytnice. Stanice HVEZ se při převládajícím severozápadním i jižním proudění vzduchu nachází na návětrné straně kopce. Maximální rychlost větru na stanici ROKY je díky členitosti zástavby v okolí stanice menší než na stanici HVEZ (Obr. 129).



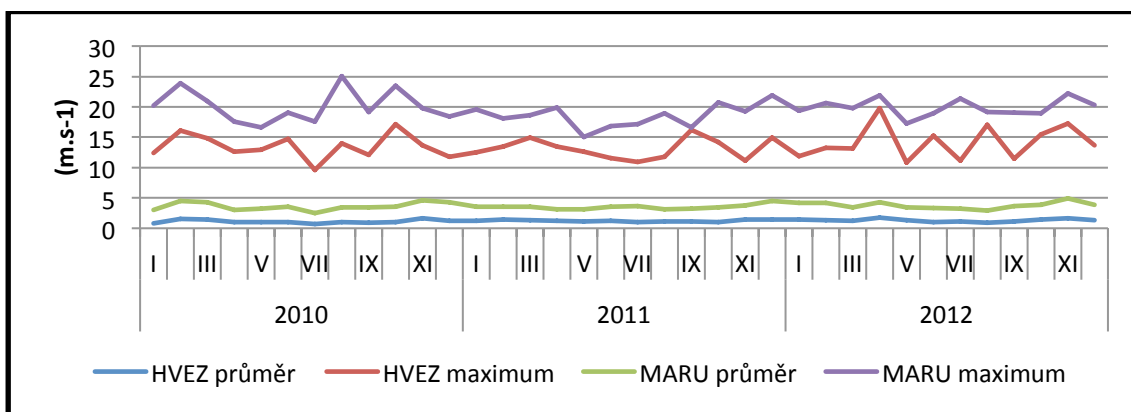
Obr. 129 Průměrná měsíční rychlost větru na stanici HVEZ a ROKY v období 2007–2009

Přístrojové vybavení stanic neumožňuje porovnání delšího období. Stanice Davis Vantage 2, která je instalována na stanici ROKY stejně jako všechny neprofesionální stanice měří rychlost větru ve srovnatelné kvalitě s profesionálními stanicemi 2–3 roky. Každý další rok nad tento interval se díky opotřebovaným ložiskům zvětšuje podíl bezvětrí zhruba o 5 % ročně, klesá naměřená průměrná i nárazovitá rychlost větru (ČHMÚ, Ing. Lipina–osobní diskuze).

11.5.2 Průměrná a maximální rychlost větru na stanicích HVEZ a MARU

Průměrná rychlost větru za sledované období dosahovala na stanici HVEZ $1,2 \text{ m.s}^{-1}$, na stanici MARU $3,6 \text{ m.s}^{-1}$. Na obou stanicích je v průměru větrněji v zimním období, nejnižších průměrných rychlostí větru je dosahováno v létě.

Rozdíl v nadmořské výšce mezi oběma stanicemi se ještě zřetelněji, než u průměrné měsíční rychlosti větru, projevil v porovnání maximálních rychlostí větrů. Průměrná maximální rychlost větrů za sledované období je na stanici MARU $19,5 \text{ m.s}^{-1}$, HVEZ $13,6 \text{ m.s}^{-1}$ (Obr. 130).



Obr. 130 Průměrná a maximální měsíční rychlost větru na stanicích Vsetín (HVEZ) a Maruška (MARU) v období 2010–2012

11.6 Místní větry

Při komplexním pohledu na charakter reliéfu Vsetína a okolí může hrát značnou roli při formování cirkulačních poměrů systém horských a údolních větrů v podélném a příčném směru. Během dne se na dobře ozářených svazích mohou vytvářet výstupné pohyby vzduchu (anabatické proudění). Během jasných letních dnů byly nejvýznamnější výstupné pohyby vzduchu dlouhodobě vypořovány údolím Jasenky, dále po jižním svahu vrchu Dušná (731 m n. m.). V nočních hodinách může naopak docházet ke stékání studeného vzduchu na dno údolí, kde se jako klín podsouvá pod teplý vzduch (katabatické proudění). Katabatické proudění po dně nejvýznamnějších údolí ústících do Vsetínské kotliny bylo dlouhodobě vypořováno pozorovateli na stanici HVEZ. Potvrzení přinesla i mobilní měření detekováním teplotních rozdílů. Katabatické proudění bývá pravděpodobně podporováno za radiačních večerů vznikem místní cirkulace větrů, jak ji popsal Radics et al. (2002). Díky vyzařování tepla z aktivního povrchu města vzniká za radiačních večerů nad centrem města termická konvekce. Ochlazený vzduch znovu sesedá v okrajových částech města a vrací se údolními zpět do města. Vysoudil (2009) popisuje, že katabatické proudění studeného vzduchu může vést ke vzniku jezera studeného vzduchu, teplotní inverze nebo dokonce mrazové kotliny. Jezera studeného vzduchu se pravděpodobně vyskytují v údolí Jasenka pod vlekem, areálu Zbrojovky, v údolí Potůčky, a centrální části údolí Janišov. Na Jasence má jezero studeného vzduchu zřejmě za následek pozdější nástup kvetení vegetace na dně údolí, než na okolních horských hřebetech. K tomuto závěru bylo dospěno na základě společných pozorování s biology Masarykova gymnázia Vsetín. Katabatické proudění bylo pravděpodobně lokalizováno na základě teplotních rozdílů na okraji lesních průseků v Rokytnici u stavebnin, v ústí údolí Janišov nebo v lesních průsecích po severním svahu Žambošky. Ve všech zmíněných případech lze za radiačních večerů chladný proud vzduchu vnímat i pocitově.

12 VYBRANÉ HYDROMETEOROLOGICKÉ JEVY

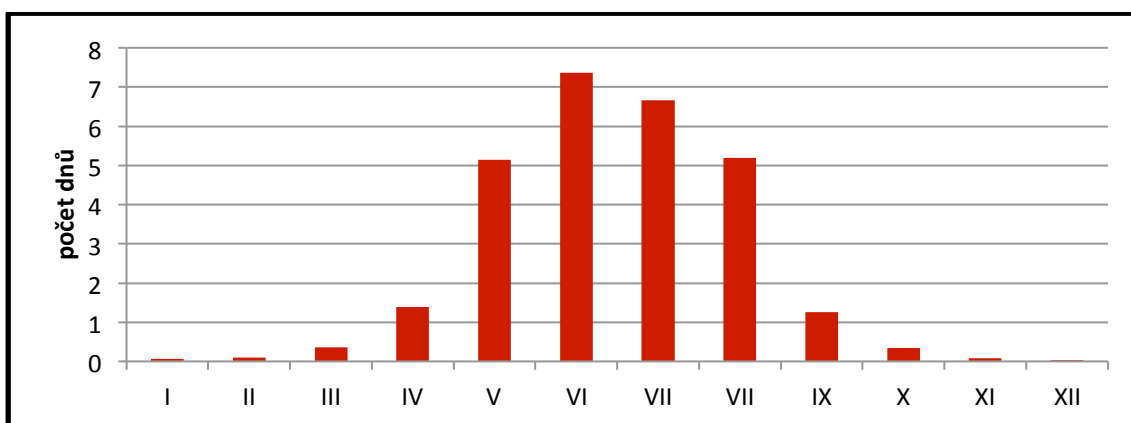
12.1 Bouřka a doprovodné jevy

V práci jsou zahrnuty bouřky blízké, vzdálené i velmi vzdálené bez ohledu na způsob vzniku.

Průměrný roční počet dnů s bouřkou se v Česku pohybuje od 17 (Kralovice) po 35 (Churáňov). Nejvyšší výskyt bývá zaznamenán v letním půlroce (duben–září), kdy bývá zaznamenáno 96 % všech bouřek (Tolasz et al. 2007).

Za období let 1961–2010 bylo ve Vsetíně zaznamenáno 1377 dnů s bouřkou. Ročně se průměrně vyskytuje 28 dnů s bouřkou, z celostátního průměru má Vsetín nadprůměrný počet dnů s bouřkou. Nejvíce (50) bylo zaznamenáno v roce 2002, nejméně (8) v roce 1973. Bouřky byly za sledované roky zaznamenány ve všech měsících, nejčastěji v červnu s průměrem 7,4 dnů, červenci 6,7 dnů, srpnu 5,2 dnů, květnu 5,1 dnů a dubnu 1,4 dnů (Obr. 131).

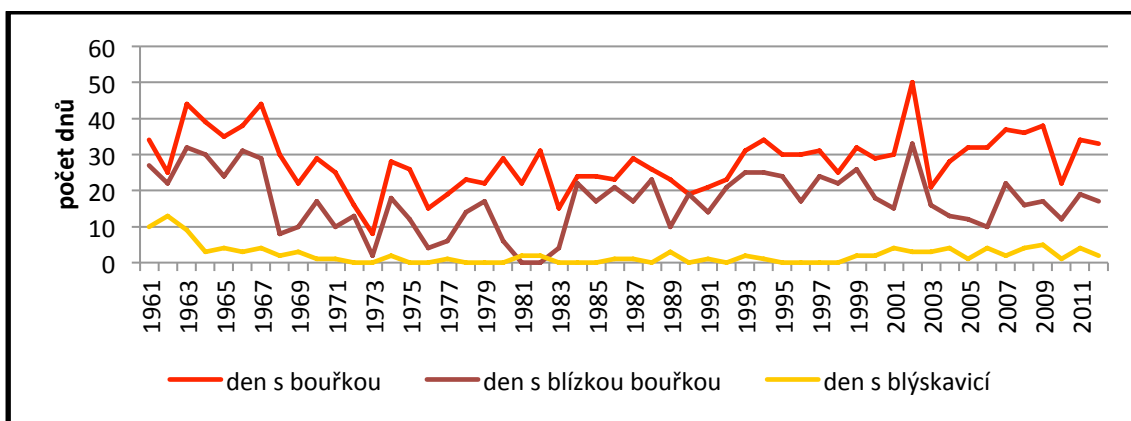
Zajímavá bouře byla ve Vsetíně pozorována 21. 6. 2007 mezi 15:30–20:15 hod. Bouře byla doprovázena JZ větrem s oblakem kumulonimbus arcus, který vytvořil mohutnou clonu slunečním paprsků. Již okolo 16. hod. muselo být rozsvíceno pouliční osvětlení.



Obr. 131 Průměrný měsíční počet dnů s bouřkou ve Vsetíně za období 1961–2010

Z celkového počtu dnů s bouřkou bylo 883 dnů s blízkou bouřkou, roční průměr 16,9 dnů. Blýskavice má roční průměr 2,1 dnů. Nejvíce (13) bylo v roce 1962, v 17 letech nebyla zaznamenána žádná blýskavice (Obr. 132). Zajímavá blýskavice byla ve Vsetíně zaznamenána 20. 6. 2002, kdy byla pozorována bouře nad SSZ obzorem (nad Polskem) ve vzdálenosti 120 km. Byl zaznamenán Red Spirites (skřítek) v časech (22:46:00, 22:50:30, 22:58:40, 23:10:35 hod.).

Ve Vsetíně pomáhá k detekci bouřek počítač detekující bouřkové výboje mezi nebem a zemí. Za období 2002–2013 bylo průměrně za rok zaznamenáno 805 výbojů (rozptyl 459–1157).



Obr. 132 Roční počet dnů s bouřkou, blízkou bouřkou a blýskavicí

12.1.1 Důsledky bouřek a frontální činnosti

Přiblížování bouře nebo silné přeháňky bývá doprovázeno vznikem húlavy a bouřkovým nosem. Podle Sobíška a kol. (1993) se húlava projevuje náhlým zvýšením rychlosti větru, který je značně nárazovitý a často mění směr. Podobná situace může být pozorována i před přechodem atmosférické fronty, obvykle studené, v teplém pololetí. Náhlý vzestup tlaku vzduchu v souvislosti s průchodem húlavy se nazývá bouřkový nos. Před výskytem bouřkového nosu bývá zpravidla zaznamenáno minimum tlaku vzduchu. Nejčastější případy dosahují vzestupu 1–3 hPa. Ojediněle je během několika minut dosaženo i větších rozdílů.

Ve Vsetíně za období 2000–2008 se húlava jako doprovodný jev bouře objevovala nejčastěji v letních měsících, především v odpoledních hodinách. Výrazný bouřkový nos (6 hPa), s nárazovitým větrem 19 m.s^{-1} byl zaznamenán 20. 7. 2001. Celá situace byla na čele bouře doprovázena vznikem gust front (přední závan). Jedná se o přední okraj silného sestupného proudu studeného vzduchu. Ten se po dosažení zemského povrchu rozlévá do všech směrů a proniká pod okolní teplejší vzduch. Za předním okrajem studeného vzduchu dochází ke vzniku mimořádně silných nárazů větru (Sobíšek a kol. 1993). Ve Vsetíně došlo během této bouře k mnoha vývrátům stromů, v některých částech města byla přerušena dodávka elektrické energie. V roce 2001 (19. 3.) byla zaznamenána ještě jedna podobná situace s bouřkovým nosem 4 hPa, nárazovitým větrem $23,6 \text{ m.s}^{-1}$, čelo bouře tvořil cumulonimbus arcus.

Prudké změny počasí v důsledku bouří, či přechodu atmosférických front ovlivňují podle Sitara (2009) lidské zdraví. Výrazné změny teploty vzduchu působí na člověka jako tepelný stres. Zvyšuje se metabolismus myokardu, krevní srážlivost a agregabilita krevních elementů. Případná dehydratace člověka tomuto stavu napomáhá. Důsledkem bývá srdeční bolest i dušnost. Lidé se domnívají, že na jejich potíže má vliv změna tlaku vzduchu. Změna tlaku vzduchu ovšem nebývá vlastní příčinou zdravotních potíží, výkyvy tlaku vzduchu nejsou během dne větší, než zaznamenáváme při jízdě výtahem ve vysokopodlažních budovách. Citlivost vůči bolestivým podnětům (revmatické potíže, bolesti srůstů, jizev atd.) se objevují u některých lidí už 1–2 dny před změnou počasí, většinou deštěm. Jediným vysvětlením těchto pocitů je změna bioelektrického potenciálu ovzduší, kdy se člověk ocitá jakoby mezi dvěma opačně nabitými listy kondenzátoru. Jedním listem je povrch Země, druhým je rozhraní vzduchových hmot ve výšce, kde se studený vzduch nasouvá pod teplý vzduch. Třením vzniká na velké ploše opačný náboj. Sklon nasouvání teplého vzduchu je dlouhý několik set kilometrů, proto se u citlivých lidí objevují zdravotní obtíže v předstihu před příchodem samotné fronty. Po jejím příchodu doprovázeném vypadáváním srážek dojde k vyrovnání bioelektrického potenciálu a subjektivnímu ukončení zdravotních potíží.

V případě změn tlaku vzduchu Sitar (2005, 2009) opakovaně prokázal, že výskyt akutních srdečních infarktů je významnější ve dnech, kde je povětrnostní situace spojena se zvyšováním tlaku vzduchu, méně často s poklesem tlaku.



Obr. 133 Bleskový výboj nad Vsetínem (Březina, 28. 6. 2008)

12.2 Kroupy

Kroupy se vyskytují především v letním půlroce s maximem v květnu a červnu. Ojedinele se mohou kroupy objevovat i v půlroce zimním. Počet dnů s výskytem krup meziročně značně kolísá. Během dne se kroupy nejčastěji vyskytují v odpoledních hodinách, kdy jsou nejvhodnější podmínky pro vznik bouřkových oblaků (Tolasz etl

al. 2007). Většina případů výskytu krup bývá zaznamenávána mezi 11. až 21 hodinou občanského času (Vysoudil et al. 2012). Vypadávání krup z cumulonimbu trvá zpravidla jen několik minut, zasažená bývá jen malá oblast (Sobíšek a kol. 1993).

Ve Vsetíně se ročně vyskytuje průměrně 2,2 dnů s kroupami. Nejvíce, celkem 6 dnů s kroupami za rok, bylo zaznamenáno v letech 1965, 1999, 2002 a 2005. Během sledovaného období 1961–2010 bylo pouze 9 let bez zaznamenaného výskytu krup. Za celé období bylo celkem 112 dnů s kroupami. Průměrně se nejčastěji kroupy objevují v květnu a červnu (0,4), nejméně v únoru (0,04) a lednu (0,06).



Obr. 134 Cumulonimbus arcus (Březina, 23. 6. 2007)

12.3 Mlha

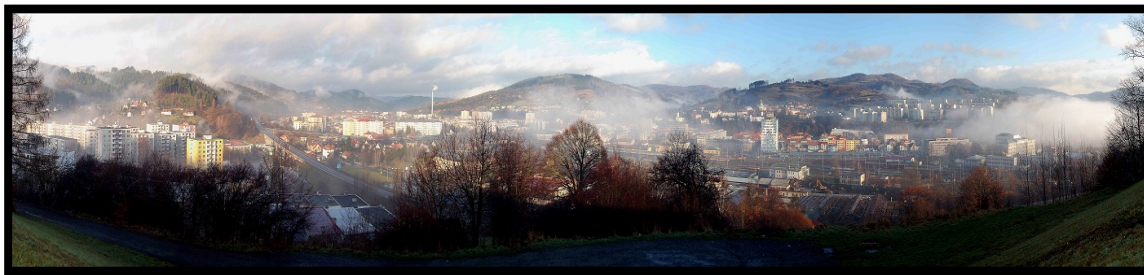
Mlha se v Česku vyskytuje celoročně, nejčastější výskyt bývá zaznamenan na podzim a v zimě. Počet dnů s mlhou roste s rostoucí nadmořskou výškou, od 28 dnů (Kralovice) po 287 dnů (Praděd) (Tolasz et al. 2007).

Ve Vsetíně se za rok průměrně vyskytne 145,7 dnů s mlhou. Nejvíce dnů s mlhou (235) bylo v roce 1986, nejméně (70) v roce 1969. Mlha se nejčastěji objevuje v říjnu (17,4 dnů) a září (16,4 dnů), nejméně v červnu (8 dnů) a květnu (8,4 dnů) (Obr. 136).

Díky kotlinové poloze Vsetína vzniká mlha často v hlavních údolích v okolí města, odkud stéká do města (Obr. 135). Nejvýznamnějšími zdrojnicemi vzniku mlhy jsou údolí Jasenice a Jasenka. Zejména na Jasence se v posledních letech tvoří mlha velmi intenzivně. Pozorovatelé stanice Vsetín 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 chladném období roku vzniká mlha nad řekou Bečvou a v okolí jejího koryta mlha z vypařování. Největší hustotu mívá mlha podle vlastního pozorování v oblasti

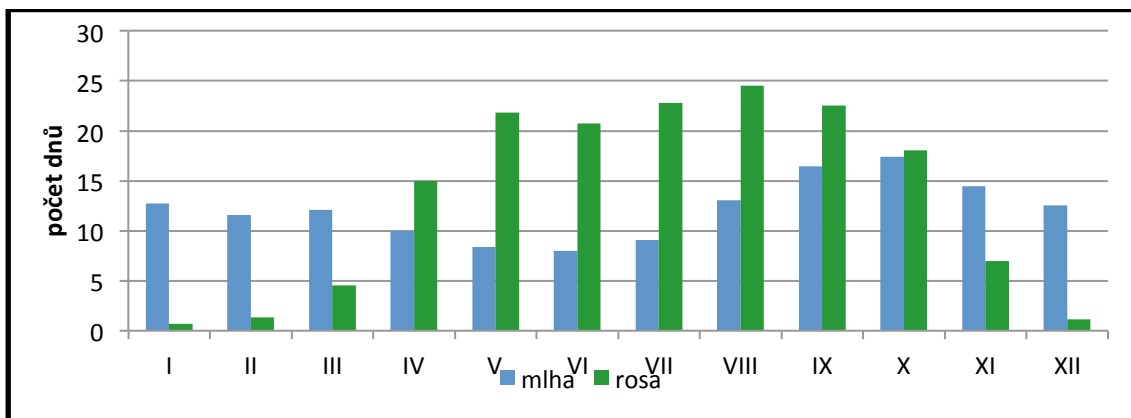
kolem městského parku. Vznik tohoto jevu bývá pravděpodobně podporován domnělým stékáním studeného vzduchu Zámeckým parkem.



Obr. 135 Mlha stékající chladnými údolími do centra Vsetína (Navrátil 8. 10. 2010, 8:30 hod., povětrnostní situace SEa)

Hydrometeorem snižujícím vodorovnou dohlednost je dle Sobiška a kol. (1993) i kouřmo, které snižuje dohlednost na 1 až 10 km.

Ve Vsetíně se za období 1998–2012 ročně objevilo průměrně 225 dnů s kouřmem (rozptyl 101–338). Kouřmo se podobně jako mlha hojněji vyskytuje v chladném půlroce, nejvíce v lednu (22,1 dnů), prosinci (22 dnů), nejméně v červnu (13,4 dnů) a srpnu, září (15,2 dnů).



Obr. 136 Průměrný měsíční počet dnů s mlhou a rosou ve Vsetíně za období 1961–2010

12.4 Rosa

Ve Vsetíně se ročně vyskytuje průměrně 160,1 dnů s rosou. Nejvíce jich bylo zaznamenáno (203 dnů) v roce 1994 a nejméně (86 dnů) v roce 1973. Rosa se nejčastěji objevuje v teplém půlroce, nejvíce průměrně v srpnu (24,5 dnů), červenci (22,8 dnů) a září (22,6 dnů), nejméně v lednu (0,7 dne) (Obr. 136).

12.5 Den s námrazkovým jevem

Námrazové jevy se ve Vsetíně v období 1961–2010 objevili průměrně ve 43,4 dnech za rok (rozptyl 10–79).

Námraza se objevila celkem ve 12 dnech (roční průměr 0,2 dne), v roce 1997 byla zaznamenána ve třech dnech. Jeden den s námrazou během roku byl zaznamenán v 9-ti letech. Námraza se objevuje v období říjen–březen, nejčastěji v říjnu (průměr 0,04 dne) (Obr. 138). Ve Vsetíně se ročně vyskytne průměrně 49,3 dnů s jinovatkou nebo jíním (Obr. 137). Nejvíce (78) se vyskytlo v roce 1996, nejméně (25) v roce 1973. Jinovatka nebo jíní se objevuje ve všech měsících mimo měsíce červenec a srpen, nejvíce se průměrně objevují v lednu (8,4), březnu (8,3) a prosinci (8,0).



Obr. 137 Jíní (Březina 2010)



Obr. 138 Námraza (Březina 2010)

12.6 Den s náledím a ledovkou

Za období let 1961–2010 bylo ve Vsetíně průměrně za rok zaznamenáno 2,8 dnů s náledím nebo ledovkou. Nejvíce těchto dnů se objevuje v lednu (0,9 dne), v prosinci (0,7 dne) a únoru (0,5 dne), neobjevují se v období duben–září. V roce 1971 bylo zaznamenáno výrazné maximum v celkovém počtu 13 dnů s náledím nebo ledovkou, bez výskytu tohoto jevu bylo 9 let. Z těchto jevů se častěji objevuje ledovka, která bývá zaznamenána průměrně ve 2,1 dnech za rok (Obr. 139).



Obr. 139 Ledovka (Březina 2010)

12.7 Tornáda, tromby a příbuzné jevy

Ve Vsetíně se pozorováním tornád, downburstů a doprovodných nebezpečných atmosférických jevů zabýval spolupracovník ČHMÚ Emil Březina, který zdokumentoval všechny nejvýznamnější úkazy v období 1998–2012. Díky jeho zápiskům víme o všech případech výskytu tornád na Vsetínsku.

V Česku nepatří tornáda z hlediska frekvence výskytu k nejvýznamnějším nebezpečným meteorologickým jevům. Přes jejich nízkou četnost za sebou zanechávají značné škody. Průměrně se v České republice ročně objeví 14 tromb, z nichž 2 jsou klasifikovány jako tornáda (Brázdil 2012b).

Ve Vsetíně a okolí byla podle Březinových poznámek z období 1998–2012 zaznamenána tornáda v následujících termínech a lokalitách.

9. 6. 2004

Na Vsetínsku v obcích Seninka a Lačnov bylo v rozmezí časů od 14:15–15:00 hod. zaznamenáno tornádo s dobou trvání 10 min. Byla poškozena řada staveb a vzniklo množství polomů. Nejvýznamnější polom měl tvar pásů v délce 700–800 m při šířce 50–80m.

14. 7. 2005

Během bouře byla v čase od 15:36–15:38 na západním obzoru nad Vsetínem pozorována nevelká tromba. Kondenzační chobot končil vysoko nad zemí (Obr. 140).



Obr. 140 Tromba na západním obzoru od Vsetína 14. 7. 2005 v 15:36:36 hod. (Březina)

Zjištěná tornáda byla Březinou podrobně popsána pro ČHMÚ. Další informace k těmto jevům je možné získat na stránce ČHMÚ, odkaz tornáda (<http://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/tornada/tortabcz.html>). Další slabá tornáda

se mohla objevit během bouří doprovázené downbursty, jejich výskyt ovšem Březina jistě neprokázal.

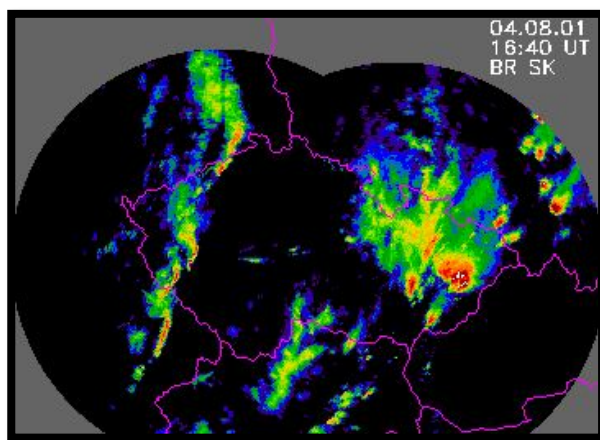
V okolí Vsetína zaznamenal Březina v období 1998–2008 na základě svých pozorování tyto downbursty.

21. 7. 1999

Výskyt downburstu v obci Liptál, který za sebou zanechal několik zlomených stromů a poškozených střech domů. Někteří obyvatelé vypovídali, že viděli tornádo, vzhledem k charakteru škod to bylo podle Březiny nepravděpodobné.

4. 8. 2001

Přes pás území od Brna ke Vsetínu přecházela studená fronta, doprovázená silným nárazovitým větrem a krupobitím. Rozsáhlé škody na Vsetínsku byly způsobeny downbursty. Referát životního prostředí odhadoval v okrese Vsetín 40 000 kubíků polomového dřeva. Byla poškozena i řada budov (Obr. 141)



Obr. 141 Studená fronta postupující 4. 8. 2001 od JZ (Zdroj:ČHMÚ)

14. 5. 2002

Členitá bouře nad Vsetínem na čele s húlavovými oblaky a downbursty připomínající supercelu. Byly zaznamenány jen drobné škody. Březina se domníval, že některé škody mohlo způsobit slabé tornádo.

23. 6. 2002

Výskyt slabého microburstu a silně turbulentního húlavového oblaku nad Vsetínem, který za sebou zanechal polom v areálu Zbrojovky Vsetín. Déšť velmi silné intenzity byl doprovázen vypadáváním krup o průměru 15 mm.

22. 7. 2003

Výrazná konvektivní bouře doprovázená húlavou a downburstem. Na Vsetínsku došlo k vývratu stromů jedním směrem a nástupu ničivého větru současně s krupobitím

a silným deštěm. Březina v tento den zdokumentoval downburst v Halenkovicích, kde se podle svědectví místních obyvatel a následků mohlo objevit slabé tornádo na čele bouře. Březina se domníval, že podobný úkaz se mohl objevit na základě škod i na Vsetínsku.

9. 6. 2004

Frontální bouře doprovázená vznikem downburstu, který za sebou zanechal malé polomy v Senince a Lačnově. V těchto dvou lokalitách se objevilo i slabé tornádo.

22. 6. 2005

Mohutná bouře s húlavou a silnými srážkami. V Hovězí a na Jasence se dá předpokládat na základě škod výskyt downbuburstu.

30. 8. 2005

Silná bouře s výskytem mnoha vzdušných vírů a downburstu, možná i slabého tornáda.

4. 10. 2012

Silný nárazovitý vítr, pravděpodobně v důsledku downburstu, se objevil v údolí u obce Hovězí (6,3 km od stanice Vsetín). Stanice Vsetín naměřila nárazovitou rychlost větru $14,6 \text{ m.s}^{-1}$, na amatérské meteorologické stanici Evžena Táborského v místě nejsilnějších poryvů větru byla nárazovitá rychlost větru $42,8 \text{ m.s}^{-1}$. Při těchto nárazech byly škody velmi lokální, došlo například k odtržení střechy na nedaleké budově ZŠ Hovězí. Polovina školního hřiště měla odtržený umělý trávník, druhá polovina byla v pořádku. Zlomený strom, cedule od něj vzdálená 10 m byla bez poškození. Bylo potvrzeno, že v místech kde se široké údolí náhle zužuje nebo v místech kde aerodynamicky hladké dno údolí je následováno zalesněnou nebo zastavěnou krajinou dochází ke zvyšování rychlosti větru. Při převládajícím západním proudění je to právě oblast kolem obce Hovězí, kde se údolí Bečvy náhle zužuje. K podobné situaci zde došlo v roce 2000 u Bradovského mlýna.

Vybrané extrémní nárazy větru z Hovězí dokládají, že pojistné plnění škod způsobených větrem nemůže být posuzováno v okolí Vsetína pouze na základě měření stanice Vsetín (HVEZ). Na vzniklé škody musí být nahlíženo i s ohledem na geografické podmínky postiženého místa.

13 APLIKACE VE VÝUCE ZEMĚPISU

Obsah rigorózní práce poskytuje řadu zajímavých informací pro veřejnost i zájmové skupiny, vybraný obsah je možné aplikovat do výuky zeměpisu na základní i střední škole, především v regionu Vsetínsko. Studovaná problematika může být ve školské praxi použita i v průřezových tématech, či školních projektech (GLOBE, apod.).

Z pohledu Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (dále jen RVP ZV) a Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (RVP G) zasahuje toto téma do několika tematických okruhů.

Ve vzdělávací oblasti člověk a příroda, vzdělávací obor zeměpis (geografie) je možné vybrané informace aplikovat při výuce tematických okruhů (RVP ZV) geografické informace, zdroje dat, kartografie a topografie, přírodní obraz Země a Česká republika. V RVP G se jedná o tematické okruhy přírodní prostředí, životní prostředí, geografické informace a terénní vyučování a regiony s výukou o České republice a místním regionu. V první řadě tematický okruh Česká republika s výukou o místním regionu (Vsetín) nabízí největší prostor k využití vybraných poznatků. Žáci se seznámí s charakteristickými rysy místního klimatu Vsetína, klimatickými extrémy a jejich dopady na život a přírodu. Vybrané klimatické charakteristiky je možné srovnat s některými meteorologickými stanicemi v České republice. Výuku je možné doplnit návštěvou meteorologické stanice Vsetín, která je součástí hvězdárny Vsetín. Při výuce o přírodním obrazu Země (RVP ZV), přírodním prostředí (RVP G) je možné využít práci pro lepší pochopení základních přírodních zákonitostí a jejich dopady na člověka a přírodu. V tematickém okruhu o zpracování geografických informací a terénním vyučování lze pracovat s konkrétními statistickými údaji, grafy, mapkami či kartodiagramem.

Vzdělávací obsah nabízí řadu možných využití v mezipředmětové výuce, nejvýznamnější při výuce informačních technologií, kde se žáci učí vyhledávat a zpracovávat informace. Ve výuce fyziky je možné žáky seznámit s meteorologickými přístroji a jejich funkcí.

Vybrané téma je možné zařadit i do průřezových témat, nejlépe do Environmentální výchovy, především do tematického okruhu Lidské aktivity a problémy životního prostředí.

Předkládaný pracovní list byl vytvořen pro žáky základních škol, pro zpestření výuky o místním regionu.

Příprava na vyučovací hodinu

Nástin přípravy na vyučovací hodinu je připraven pro základní školu. Je koncipován ve smyslu převažující samostatné činnosti žáků s možným využitím informačních technologií (jsem učitelem ICT). Po vypracování pracovního listu by následovala diskuze správných výsledků.

Vzhledem k časově omezenému prostoru ve výuce je vhodné v rámci jedné vyučovací hodiny zařadit ještě další problematiku související s klimatologií (např. hydrologické poměry).

V úkolech odkazujících se na internetové stránky hvězdárny Vsetín se předpokládá, že po dokončení této rigorózní práce budou vybrané charakteristiky na internetové stránky doplněny.

PŘEDMĚT: Zeměpis

TEMATICKÝ CELEK: Česká republika

TÉMA: Místní region Vsetínsko – klimatické poměry

CÍLE: žák vyhledá vybrané informace ve Školním atlase a na internetu

žák porovná klimatické podmínky Vsetína s vybranými městy v Česku

žák správně zařadí Vsetín do klimatického členění

žák vyhledá aktuální předpověď počasí pro Vsetín

žák je ochoten diskutovat nad výhodami a nevýhodami klimatických podmínek Vsetína ze společenského a ekonomického hlediska

žák namaluje a popíše klimadiagram Vsetína

METODY: řízená diskuze, práce s pracovním listem, samostatná práce

POMŮCKY: Atlas české republiky, PC, pracovní list

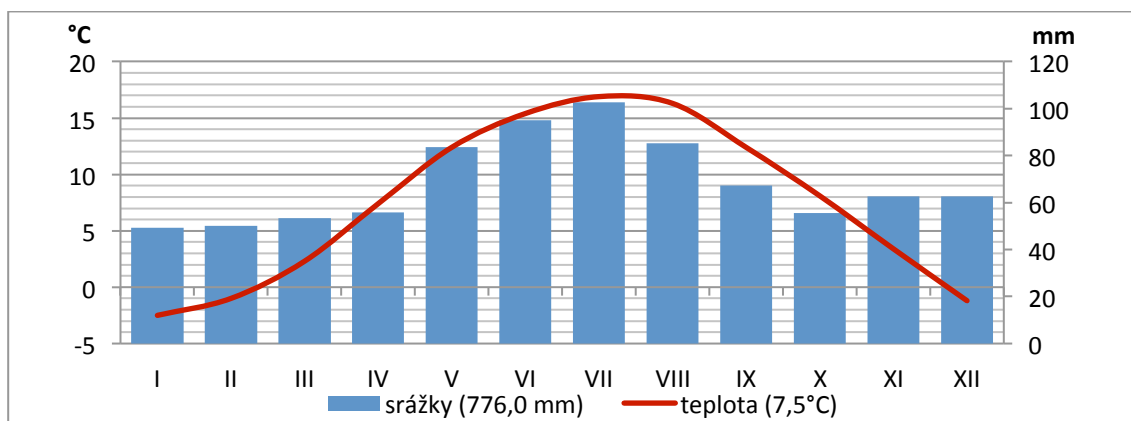
MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY: informatika, přírodopis, člověk a svět práce

PROVĚŘENÍ UČIVA: skupinová práce (poster) na konci bloku učiva

Pracovní list:

1 Pomocí obrázku 142 zjisti, ve kterém měsíci je ve Vsetíně nejtepleji a nejchladněji, kolik °C je průměrně v těchto měsících? Ve kterých měsících jsou největší a nejmenší průměrné měsíční srážkové úhrny. Pokus se zjistit, kolik mm srážek v těchto měsících naprší.

Měsíc	Hodnota
Nejteplejší	°C
Nejchladnější	°C
Nejdeštivější	Mm
Nejsušší	Mm



Obr. 142 Klimadiagram ze stanice Vsetín za období 1961–2010

2 Ve školním atlase České republiky vyhledej stránku o Podnebí České republiky. Pomocí mapy (uprostřed stránky) zjisti, do které podnebné oblasti (tabulka na stránce dole) patří Vsetín. Klimatické charakteristiky pro Vsetín přepiš do tabulky (níže).

Klimatické charakteristiky	Oblast:
Počet letních dnů	
Počet mrazových dnů	
Počet ledových dnů	
Průměrná teplota v lednu	
Průměrná teplota v červenci	
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	
Srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	
Srážkový úhrn v zimním období (mm)	
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	

3 Porovnej, zda nejteplejší a nejchladnější měsíc v roce ve Vsetíně podle Obr. 142 odpovídá výsledkům v úkolu 2.

4 S využitím školního atlasu České republiky porovnej, který klimadiagram na str. 16 se nejvíce podobá klimadiagramu Vsetína.

5 Která tři města v České republice se nacházejí ve stejné klimatické oblasti jako Vsetín, která 3 města jsou v chladnější oblasti a která 3 v teplejší oblasti než Vsetín?

6 Na internetových stránkách hvězdárny Vsetín vyhledej extrémní projevy počasí, doplň je do tabulky níže a napiš roky, ve kterých byly zaznamenány.

charakteristika	hodnota a rok
maximální denní teplota vzduchu (°C)	
minimální denní teplota vzduchu (°C)	
nejvyšší roční průměrná teplota (°C)	
nejnižší roční průměrná teplota (°C)	
nejvyšší roční úhrn srážek (mm)	
nejnižší roční úhrn srážek (mm)	

7 Úkol na zamyšlení: Ve které části Vsetína si myslíš, že budou průměrné teploty vzduchu nejvyšší a naopak nejnižší. Své tvrzení odůvodni.

8 Úkol na zamyšlení: Zdůvodni, proč jsou ve Vsetíně v porovnání s Českem nadprůměrné srážkové úhrny a podprůměrné teploty vzduchu.

9 Namaluj a popiš na tebou namalovaném obrázku změnu teploty vzduchu s rostoucí nadmořskou výškou za inverzního počasí. Jaká bude oblačnost na horách a v údolích?

10 Pomocí internetových stránek Českého hydrometeorologického ústavu, meteogramu ALADIN popiš, jaké počasí se dá ve Vsetíně očekávat zítra.

11 Ve Vsetíně probíhají meteorologická pozorování od roku 1879, pomocí internetu zjisti, kde se v České republice pozoruje počasí nejdéle, o kolik roků se zde pozoruje déle než ve Vsetíně?

ZÁVĚR

I přes malou rozlohu vytváří město Vsetín a přilehlé okolí prostor pro poměrně pestré projevy prostorové variability většiny meteorologických prvků. Ke standardním metodám použitým v této studii posloužila meteorologická pozorování ČHMÚ na stanicích Vsetín, Hošťálková a Maruška. Historie meteorologických pozorování ČHMÚ sahá ve Vsetíně do roku 1879, kompilovaná řada teploty vzduchu a srážkových úhrnů je k dispozici od roku 1900. Tato řada byla složena z měření 4 stanic, nejdelší řadu pozorování od roku 1957 má současná stanice na hvězdárně, na kterou byla přepočtena všechna historická měření. Mimo oficiální měření se ve Vsetíně dochovaly v obecní kronice další zmínky o klimatických extrémech, nejzajímavějším zdrojem informací jsou deníky Josefa Lukotky z období 1903–1923 popisující každodenní počasí.

Pro přesnější charakteristiku místního klimatu byla použita měření amatérské stanice Rokytnice, metoda mobilních měření a metoda dálkové termální detekce leteckým snímkováním. Mobilní měření byla formou automobilových měření a vlastní metodou pěších měření.

Teplotní řada Vsetína vykazuje průměrnou roční teplotu 7,5 °C. V období (1961–2010) byl zaznamenán nárůst průměrných teplot. Poslední dekáda byla s hodnotou 8,1 °C o 1,0 °C teplejší než dekáda 1961–1970. V poslední dekádě zřetelně vzrostl počet pozitivních teplotních rekordů, počet tropických a letních dnů, ale i roční počet horkých vln. Z pohledu dlouhodobého kolísání průměrných teplot (1900–2012) je možno konstatovat, že období před a po 2. světové válce bylo stejně teplé jako poslední dvě dekády měření. U maximální roční teploty vzduchu (1923–2012) byly v posledních 10ti letech naměřeny 4 z 10 nejvyšších hodnot. Dokladem nárůstu teploty vzduchu jsou i měsíční maximální teploty, které byly v šesti měsících nejvyšší za sledované roky po roce 2000. Kolísání ročních minimálních teplot reprezentuje od 80. let úbytek extrémně nízkých minimálních teplot vzduchu.

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 detekovanou intenzitou 6,1 °C při jasných letních večerech. Jeho poloha, tvar a velikost je ovšem ve Vsetíně formována katabatickými

stékáními. 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. 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 údolích.

Metody staničních i mobilních měření potvrdily velmi častý výskyt inverzního zvrstvení atmosféry, které v extrémních situacích má za následek vznik výrazných teplotních rozdílů občas přesahujících 10,0 °C, mezi stanicí Vsetín a Maruška.

Průměrný roční úhrn srážek za období 1961–2010 ve Vsetíně je 823,0 mm. Nejdeštivějším obdobím roku je léto s průměrným úhrnem 283,1 mm, nejsušším je zima s průměrem 161,8 mm. Vsetínská kotlina se nachází ve srážkovém stínu za Hostýnskými vrchy, to dokládají časté vyšší srážkové úhrny na stanici Maruška. Díky orografii bývá na území města Vsetína značná variabilita úhrnu srážek. V posledních letech byl největší rozdíl v denním úhrnu srážek na stanicích Vsetín-Hvězdárna a Rokytnice 58,4 mm

První sněžení přichází ve Vsetíně nejčastěji mezi 14. říjnem a 20. listopadem, během zimní sezóny se průměrně vyskytuje 58,4 dnů se sněžením. Nejvíce dnů se sněhovou pokrývkou (20,8) bývá v lednu, průměrná nejvyšší výška sněhu bývá v únoru. Maximální vodní hodnota sněhu 167,8 mm (tj. 167,8 kg.m⁻²) byla dosažena 20. 2. 2006.

Průměrná vlhkost vzduchu za období 1998–2012 dosáhla 80,6 %. Nejvyšší hodnoty průměrné vlhkosti vzduchu jsou v zimě (91,4 %) nejnižší vlhkost vzduchu je na jaře (74,8 %). Ve Vsetíně je průměrná roční vlhkost nižší o 11,2 % než na stanici Maruška.

Průměrná hodnota ročního úhrnu slunečního svitu za období 1979–2012 dosahuje 1570,2 hod. Roční chod průměrných měsíčních úhrnů má maximum v červenci (213,3 hod.) a minimum v prosinci (40,2 hod.).

Roční průměrná rychlost větru za období 1961–2010 dosahuje $2,3 \text{ m.s}^{-1}$. Dlouhodobá průměrná rychlost větru i podíl bezvětří (1923–2012) vykazuje jasné známky ovlivnění výsledků polohou stanice. Ve Vsetíně převládá severní směr větru (16,2 %), východní směr větru se vyskytuje vzácně. Díky své poloze na návětrné straně kopce vykazuje stanice Hvězdárna vyšší roční průměrnou rychlost větru o $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ než stanice Rokytnice. Vypouklý reliéf na stanici Maruška vykazuje průměrnou rychlost větru o $2,4 \text{ m.s}^{-1}$, maximální rychlost o $5,9 \text{ m.s}^{-1}$ vyšší než stanice Vsetín.

Ve Vsetíně se průměrně za rok vyskytuje 28 dnů s bouřkou, nejvíce v červnu s průměrem 7,4 dnů. Mlha se vyskytne průměrně za rok ve 145,7 dnech, kroupy ve 2,2 dnech. Výskyt tornád a doprovodných jevů byl ve Vsetíně kvalitně popsán Emilem Březinou, který také jako jediný vyfotografoval v roce 2005 drobné tornádo nad Vsetínem.

Lze konstatovat, že jeden z cílů práce, popularizovat meteorologii a klimatologii ve Vsetíně byl již částečně naplněn. Do areálu ZŠ Vsetín, Rokytnice byla v rámci vzájemné spolupráce darována z ČHMÚ, pobočka v Ostravě, profesionální manuální meteorologická stanice, která zde bude sloužit při výuce meteorologie. Některé výsledky práce byly využity v projektu GLOBE 2014, kde se žáci této školy zabývají detekcí tepelného ostrova ve Vsetíně a jeho přesnějším vymezením. Práce přispěla i ke zpestření výuky přírodopisu a zeměpisu v mezipředmětovém vztahu s informatikou. Za pomoci robotické stavebnice LEGO mindstorms byly porovnávány tepelné vlastnosti různých povrchů. Práce najde uplatnění i u zaměstnanců hvězdárny Vsetín, jako zdroj zpracovaných výsledků.

Další deklarované cíle budou naplněny v dohledné době publikováním této práce, o které se postarají zaměstnanci hvězdárny Vsetín.

SUMMARY

Despite its small area, the town of Vsetín offers varied samples of most of the meteorological elements. To describe these elements, meteorological observations of the CHMI stations Vsetín, Maruška, Hošťálková and amateur station Rokytnice were used.

The history of meteorological observations in Vsetín starts in 1879, the compiled series of an air temperature and precipitations is available from 1900.

Another interesting records describing the weather in Vsetín after the year 1900 are preserved in the municipal chronicle and in diaries of Josef Loukotka, apart from the official measurements.

To characterise the local climate more accurate the method of mobile measurements and a long-range thermal imaging were used.

The annual average air temperature in Vsetín is 7,5 °C in period 1969–2010, the warmest decade was the last one with the temperature of 8,1 °C.

There is significant increase in number of positive temperature records, number of tropic days, summer days and number of annual heat waves observed in the last decade.

In the annual minimal temperature there is decrease of extremely low temperature found from the 80th.

Using the method of mobile measurements there was a heat island with the highest intensity of 6,1 °C in summer proved in the centre of Vsetín.

To make the mobile measurements more accurate, the walking-mobile measurement was used. Its greatest benefit was seen in a possibility to compare air temperature spatial variability in a small area.

There often occur temperature inversions in Vsetín, the temperature difference between the station Vsetín and Maruška reaches in extreme conditions more than 10,0 °C.

Annual average precipitation total in Vsetín is 823,0 mm, summer is the wettest season with the average precipitation total 283,1 mm and the driest season is winter with the average precipitation total 161,8 mm. Significant differences in the daily precipitation total on the area of the town were detected thanks to the orography.

It is annually snowing in 58,4 days in Vsetín in average. Most days with the snow covering are in January, in average 20,8. Maximal water value of snow reached in the last years 167,8 mm.

Annual average air humidity in Vsetín reaches 80,6 % in period 1998–2012, it is lower 11,2 % compared to the station Maruška.

Average annual sunshine duration in Vsetín reaches 1570,2 hours in period 1979–2012 with its maximum in July (213,3 hours) and minimum in December (40,2 hours).

Average wind velocity reaches $2,3 \text{ m.s}^{-1}$ in period 1961–2010, predominant wind direction is north direction. West wind direction occurs rarely. The station Maruška records average wind velocity $2,4 \text{ m.s}^{-1}$ and maximal wind velocity recorded there is $5,9 \text{ m.s}^{-1}$ higher compared to the station Vsetín.

Thunderstorm appear in 28 days in the annual average in Vsetín in period 1961–2010, fog in 145,7 days and hail in 2,2 days.

The thesis helps to popularize meteorology and climatology in Vsetín. Series of results and methods are used at Primary school Vsetín Rokytnice, which gained a manual meteorological station thanks to the co-operation with the CHMI. Results of the thesis will be available for the interested groups and the municipality of Vsetín.

LITERATURA

ABKARI, H. (2005): *Energy Potentials and Air Quality Benefits of Urban Heat Island Mitigation*. LBNL-58285. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory

ABKARI, 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.

ALCOFORADO, M., ANDRADE, H. (2006): *Nocturnal urban heat island in Lisbon (Portugal): main features and modeling attempts*. Theoretical and Applied Climatology, č. 84: 151 – 159.

ARNFIELD, A. J., 2003. *Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island*. International Journal of Climatology, 23, s. 1 – 26.

BACH, W. (1971): *Atmospheric Turbidity and Air Pollution in Greater Cincinnati*. Geographical Review, s. 573-594.

BALETKA, L. (2008): *Vsetín město a čas*. Masarykova veřejná knihovna Vsetín, Vsetín, 238 s.

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.

BAUER, Z., LIPINA, P. a kol. (2012): *Vliv klimatické změny na populace rostlin a živočichů v lužním lese v období let 1951–2010 a poznámky k roků 2001–2010*. Sborník prací Českého hydrometeorologického ústavu. Praha, 78 s.

BARANOVÁ, R., HUTH, R., (2005): *Long-term changes in the heat island of Prague under different synoptic conditions*. Theor. Appl. Climatol. 82, 1 – 2, s. 113 – 118.

BOKWA, A. (2010). *Wieloletnie zmiany struktury mezoklimatu miasta na przykładzie Krakowa*. Kraków: IGiGP UJ.

BOKWA, A. (2011): *Impact of relief on air temperature in urban area*. Prace i Studia Geograficzne, 47, 347–354.

BOTTYÁN, Z., KIRCSI, A., SZEGEDI, S., UNGER, J. (2005): *The relationship between built-up areas and the spatial development of the mean maximum urban heat island in Debrecen, Hungary*. International Journal of Climatology, č. 25, s. 405 – 418.

BRANDSMA, T., WOLTERS, D. (2012): *Measurement and statistical modeling of the urban heat island of the city of Utrecht (the Netherlands)*. Journal of Applied Meteorology, 51, 1046–1060.

BRÁZDIL, R., MACKOVÁ, J. (1998a): *Řada průměrných ročních teplot vzduchu pro Českou republiku v období 1828–1995*. Meteorologické zprávy, 51, 1, s. 17-21.

- BRÁZDIL, R., ŠTĚPÁNEK, P. (1998b): *Kolísání teploty vzduchu v Brně v období 1891-1995*. Geografie-Sborník ČGS, Praha: ČGS, roč. 103, č. 1, s. 13-30.
- BRÁZDIL, R., ŠTĚPÁNEK, P., VAIS, T. (1998c): Časová a prostorová analýza bouřek, krupobití a extrémních srážek v jižní části Moravy v období 1946-1995. Meteorologické zprávy, 51, č. 2, s. 45-52.
- BRÁZDIL, R. (2002): *Meteorologické extrémy a povodně v České republice - přirozený trend nebo následek globálního oteplování?* Geografie - Sborník České geografické společnosti, Praha: Česká geografická společnost, roč. 107, č. 4, s. 349-370.
- BRÁZDIL, R., ZAHRADNÍČEK, P., PIŠOFT, P., ŠTĚPÁNEK, P., BĚLINOVÁ, M., DOBROVOLNÝ, P. (2012): *Temperature and precipitation fluctuations in the Czech Republic during the period of instrumental measurements*. Theoretical and Applied Climatology, roč. 110, č. 1-2, s. 17-34.
- BRÁZDIL, R., CHROMÁ, K., DOBROVOLNÝ, P., ČERNOCH, Z. (2012b): *The tornado history of the Czech Lands, AD 1119-2010*, Atmospheric Research, Amsterdam: ELSEVIER, roč. 118, s. 193-204.
- BUTTSTÄDT, M., SACHSEN, T., KETZLER, G., MERBITZ, H., SCHNEIDER, C. (2011): *A new approach for highly resolved air temperature measurements in urban areas*, Atmos. Meas. Tech. Discuss., 4, 1001-1019, doi:10.5194/amtd-4-1001-2011.
- 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, 348 s.
- DEMEK, J. a kol. (2006): *Hory a nížiny zeměpisný lexikon ČR*. AOPKČR, Brno, 543 s.
- DOBROVOLNÝ, P., JELÍNEK, K. (2009): *Detekce tepelného ostrova města Brna s využitím družicových dat*. Mezinárodní vědecká konference k 50. výročí geografie na PřF UP v Olomouci, Olomouc 10. – 11. 6. 200.
- DOBROVOLNÝ, P. a kol. (2012): *Klima Brna. Víceúrovňová analýza městského klimatu*. Masarykova univerzita, Brno, 200 s.
- DOBROVOLNÝ, P. (2012): *The surface urban heat island in the city of Brno (Czech Republic) derived from land surface temperatures and selected reasons for its spatial variability*. Theoretical and Applied Climatology, on-line first, DOI: 10.1007/s00704-012-0717-8.
- DOLEŽELOVÁ, M., DOBROVOLNÝ, P. (2010): *Přístupy ke studiu atmosférických srážek v urbánní oblasti na příkladu 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. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 184-192. ISBN 978-80-7368-903-2.

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.

DYKAST, J., NOVÁK M., 2010. Jak dál v biometeorologické předpovědi? (ideál vs. realita). In: 31. konference Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí, 18. – 20. května 2010, Úpice, ISBN 978-80-86303-26-0, s. 85-88.

GAJDOŠ, A. (2003): Antropicky vytvorené horné okraje lesov v Starohorských vrchoch vo vzťahu k lesným pôdno-ekologickým jednotkám. In Sobocká, J., Jambor, P. (eds.): Druhé pôdoznalecké dni v SR , Zborník referátov na CD nosiči, VÚPOP, Bratislava, s. 129–134.

GEIGER, R. The Climate Near The Ground. (3. vydání) Cambridge, Harvard University Press, 1950. 518 s.

GELETIČ, J., VYSOUDIL, M. (2012): Analysis of surface temperatures in urban and suburban landscapes *from satellite thermal images: a case study of Olomouc and its environs, Czech Republic*. Moravian Geographical Reports, Vol. 20, No. 1, s. 55–69.

GRIMMOND, C. S. B., (2006): *Progress in measuring and observing the urban atmosphere*. Theor. Appl. Climatol., 84, s. 3 – 22.

HEUSINKVALD, B. G., et al. (2010). *Use of a mobile platform for assessing urban heat stress in Rotterdam*. In 7th Conference on Biometeorology, Albert-Ludwigs-University of Freiburg, Germany, April 12–14.

QUITT, E. (1956): *Příspěvek k metodice výzkumů teplotních poměrů měst*. Meteorologické zprávy, č. 1, s. 69–74.

QUITT, E. (1957). *Klima města Brna*. Brno: Přírodovědecká fakulta, Brněnská univerzita.

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.

JACOBSEN, M. F. et al. (1987): *Seasonal Affective Disorder: A Review of the Syndrome and Its Public Health Implication*. AJPH January, Vol. 77, s. 57–60.

JACOBSON, M. Z., JOHN, E. (2012): Effects of Urban Surfaces and White Roofs on Global and Regional Climate. J. Climate, 25, s. 1028–1044.

JERNEJ, S. (2000): *Planungsrelevante Stadtklimaanalyse Laibach / Ljubljana*. Graz, 286 s. Dizertační práce. Univerzita Karla-Franze Graz.

KLYSIK, K. (1996): *Spatial and seasonal distribution of anthropogenic heat emissions in Lodz, Poland*. Atmospheric Environment, 30, 3397–3404.

- 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.
- KONČEK, M. (1956): *Teplotné pomery Bratislavy*. Bratislava, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 79 s.
- KONČEK, M. (1979): *Klíma a bioklíma Bratislavy*. Bratislava, VEDA vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 268 s.
- KRAHULA, L. (2013): *Variabilita pole teploty a vlhkosti vzduchu v měřítku mezoklimatu města Brna*. (Diplomová práce). Masarykova univerzita v Brně, Katedra geografie, Brno, 96 s.
- KŘUPALOVÁ, Š. (2010): *Příspěvek ke studiu mezoklimatu Hostýnsko-vsetínských vrchů*. (Diplomová práce). Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra geografie, Olomouc, 97 s.
- KYSELÝ, J., HUTH, R. (2004): *Úmrtnost související se stresem z horka v České republice v současném a budoucím klimatu*. *Meteorologické zprávy* 57, s. 113–121.
- KYSELÝ, J., PICEK, J., HUTH, R. (2006): *Formation of homogeneous regions for regional frequency analysis of extreme precipitation events in the Czech Republic*. *Geographys*, Prague, 51, s. 327–344.
- LAMBIN, E., GEIST H. (2006): *Land-use and land-cover change :local processes and global impacts*. Springer, New York, 222 s.
- LANDSBERG, H. G. (1981): *The Urban Climate*. New York, Academic Press, 275 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, s. 4195–4209.
- LEUZINGER, S., VOGT, R., KÖRNER, CH., (2010): *Tree surface temperature in an urban environment*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150, s. 56 – 62.
- LIPINA, P., ŘEPKA, M. (2010): *Digitalizace klimatologických dat ze stanic na severní Moravě a ve Slezsku*. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 132 s.
- MELHUISE, E., PEDDER, M. (1998). Observing an urban heat island by bicycle. *Weather*, 53, 121–128.
- MOŽNÝ, M., BRÁZDIL, R., DOBROVOLNÝ, P., TRNKA, M. (2012): Cereal harvest dates in the Czech Republic between 1501 and 2008 as a proxy for March–June temperature reconstruction. *Climatic Change*, Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academy Publishers, roč. 11, 3–4, s. 801–821.

MUNZAR, J. (1988): Doklady o antropogenních vlivech na podnebí měst v Česku. Meteorologické zprávy. 1988, 41, s. 122-124.

NAVRÁTIL, B. (2011): *Podnebí Vsetína*. (Bakalářská práce). Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra geografie, Olomouc, 44 s.

NAVRÁTIL, B. (2013): *Teplotní poměry Vsetína*. (Diplomová práce). Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra geografie, Olomouc, 102 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.

NOVÁK M., HEJKRLÍK L., (2005): *A new biometeorological forecast model in the Czech Republic*. In: 17th International Congress of Biometeorology ICB 2005, Annalen der Meteorologie, vol. 41, DWD, Offenbach am Main, 2005, ss. 437-438.

OKE, T. R., 1997. *Urban climates and global environmental change*. In Applied Climatology (eds: Thompson, R.D. and Perry, A.). Routledge, London-New York, s. 273–287.

OLIVER, H. R. (2004): *Early observations of mountain climate*. Weather, 59, 135.

PARKER, D. E. (2006): *A Demonstration That Large-Scale Warming is Not Urban*. Journal of Climate, 19, č. 12, s. 2882–2895.

PAVELKA, J. et al. (2001): *Příroda Valašska*. ČSOP, ZO 76/06 Orchidea, Vsetín, 487 s.

PLAVCOVÁ, E., KYSELÝ, J. (2009): *Vliv náhlých změn teploty a tlaku vzduchu na úmrtnost v ČR*. Praha, 58, č. 2, s. 73–83.

POKLADNÍKOVÁ, H., CHUCHMA, F., STŘEDA, T., ROŽNOVSKÝ, J. (2009): *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.

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.

POUŠ, R., HLÁSNY, T. (2006): *Banská Bystrica – rezervné plochy a ich potenciál pre verejnú zeleň*. Zephyros – agentúra pre geovedy a vzdelávanie, Banská Bystrica, 128 s.

RADICS, K., BARTHOLY, J., PONGRACZ, R. (2002): *Modelling studies of wind field on urban environment*. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 2, s. 1978–2001.

RAO, P. K., (1972): *Remote sensing of urban "heat island" from an environmental satellite*. Bull. Amer. Meteor. Soc., 53, 647–648.

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.

SITAR, J. (2005): *Změny tlaku vzduchu a výskyt srdečního infarktu*. In.: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): „Bioklimatologie současnosti a budoucnosti“, Křtiny 12. – 14. 9. 2005,

SITAR, J. (2009): Netradiční rizikové faktory kardiovaskulárních onemocnění. Kardiol Rex, 11, č. 107.

SNOWDON, A. et al. (2007): *Klimaanalyse Stadt Witten*. Regionalverband Ruhr. Referat Geoinformation und Raumbewachung. Essen, 158 s.

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

SOUCH, C., GRIMMOND, S. (2006): *Applied climatology: urban climate*. Progress in Physical Geography, 30.2: 270.

STEWADR, I. D. (2000): *Influence of meteorological conditions on the intensity and form of the urban heat island effect in Regina*. Canadia Geoghapher / Le Géographe canadien, 44, 3, s. 271–285.

STŘEŠTÍK, J., SITAR, J., (1996): *The influence of heliogeophysical and meteorological factors on sudden cardiovascular mortality*. Proceedings of 14th International Congress of Biometeorology, Ljubljana, September 1996, Part 2, Vol. 3, p. 166–173.

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

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

TOLASZ, R. a kol. (2007): *Atlas podnebí Česka / Climate atlas of Czechia*. UP v Olomouci - ČHMÚ, 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 skvrn 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.

TUMANOV, S., STAN-SION, A., LUPU, A., SOCI, C., OPREA, C. (1999). Influences of the city of Bucharest on weather and climate parameters. *Atmospheric Environment*, 33, 4173–4183.

UNGEHEUER, H., (1955): *Ein meteorologischer Beitrag zu Grundproblemen der Medizin. Meteorologie*. Ber. d. Dtsch. Wetterdienstes, Bad Kissingen, Nr. 16.

UNGER, J. et al. (2001): *Temperature cross-section features in an urban area*. Atmospheric Research 58, s. 117–127.

Van HOVE et al. (2011): *Exploring the urban heat island of Dutch cities*. Assessment based on a literature review, recent meteorological observations and datasets provided by hobby meteorologists. Alterra report 2170, Wageningen, 60 s.

VLČEK, V. (1984): *Zeměpisný lexikon ČSR – Vodní toky a nádrže*. Academia, Praha. 315 s.

VOZNIČKOVÁ, J. (2010): *Prostorové změny vybraných klimatických charakteristik na území ČR (1901–1950 a 1961–2000)*. (Diplomová práce). Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Katedra geografie, Olomouc, 122 s.

VYSOUDIL, M. (1989): *Dlouhodobé kolísání srážek na území severní Moravy 1881 - 1980*. Univerzita Palackého, Olomouc, 139 s.

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

VYSOUDIL, M. et al. (2012): *Podnebí Olomouce. Climate of Olomouc*. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 212 s.

Archivní prameny

Bericht der meteorologischen Commission des naturforschenden Vereines in Brünn über die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen. K. K. Hydrographische Landesabteilung in Brünn (1892–1911)

Meteorologische Beobachtungen aus Mähren und Schlesien. K. K. Hydrographische Landesabteilung in Brünn (1879–1880)

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

Internetové zdroje:

BOKWA, A., (2010): *Wieloletnie zmiany struktury mezklimatu miasta na przykładzie Krakowa*. Kraków: Institute of Geography and Spatial Management, Jagiellonian University, 258 s. Dostupné z : <<http://www.geo.uj.edu.pl/publikacje.php?&lang=1&page=monografie&menu=3&id=000155>>

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

Český statistický úřad ČSÚ [online], 2013, [cit. 2011-09-13]. Dostupné z www.czso.cz

Hvězdárna Vsetín [online], [cit. 2011-07-15]. Dostupné z < <http://www.hvezdarna-vsetin.cz/showpage.php?name=historie>>.

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>

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/>

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.

Národní geoportál INSPIRE [online], [cit. 2011-09-13]. Dostupné z www.geoportal.gov.cz

Mayo clinic staff (2011): *Seasonal affective disorder*. Mayo clinic [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://www.mayoclinic.com/health/seasonal-affective-disorder/DS00195>

Město Vsetín [online], [cit. 2013-06-15]. Dostupná na <http://www.mestovsetin.cz/z-historie-vsetina/d-474170/p1=6688>

MITROFANOVÁ, M. (2013): *Když tělo bolesti reaguje na změny počasí*. Novinky.cz [online]. [cit. 2013-09-02]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/zena/zdravi/297159-kdyz-telo-bolesti-reaguje-na-zmeny-pocasi.html>

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): Airborne 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>

Počet obyvatel v obcích České republiky k 1. 1. 2013 [online]. Český statistický úřad, 30. 4. 2013. Dostupné z [http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/50002DF52B/\\$File/13011303.pdf](http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/50002DF52B/$File/13011303.pdf)

PIGEON, G., MASSON, V. (2009). Annual spatio-temporal variability of Toulouse urban heat island. Dostupné z <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/146044.pdf>.

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>

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>>.

Vsetín v obrazech [online], [cit. 2011–05–13]. Dostupné na <http://www.vsetinvobrazech.cz/1937-zemska-odborna-skola-hospodarska_519.html>.

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.

Základní umělecká škola Vsetín [online], [cit. 2011–05–13]. Dostupné na <<http://www.zus-vsetin.org/cz/1-o-skole/11-historie-a-soucasnost/20-historie-skoly.html>>.

Autoři fotografií

Bořek Navrátil, Emil Březina – Hvězdárna Vsetín, Milan Čermák – Meteorologická stanice Maruška