UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Bc. Markéta KLICPEROVÁ

Příspěvek ke studiu horkých vln v Olomouci 2011 – 2016

Diplomová práce

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

Olomouc 2018

Bibliografický záznam

Autor (osobní číslo): Bc. Markéta KLICPEROVÁ (R160113)

Studijní obor: Regionální geografie

Název práce: Příspěvek ke studiu horkých vln v Olomouci 2011 – 2016

Title of thesis: Contribution to the study of heat waves in Olomouc 2011 – 2016

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

Rozsah práce: 94 stran, 5 vázaných příloh

Abstrakt: Práce se zabývá výskytem horkých vln v letních měsících na městských a příměstských stanicích v katastrálním území města Olomouce. Vysoké teploty a s tím spojený častější výskyt horkých vln je v poslední době velice diskutovaným tématem. Se změnou klimatu a v důsledku globálního oteplování se do popředí dostává také výraznější negativní vliv horkých vln na lidskou populaci. Cílem této práce je analyzovat a popsat časoprostorový výskyt horkých vln v Olomouci v období 2011 – 2016. Celkem bylo vybráno 7 meteorologických stanic Metropolitní staniční sítě Olomouc (MESSO), a to v různých částech města. Popis práce spočíval v charakteristice jednotlivých stanic a jejich umístění, kdy je velmi důležitý vhodný výběr pozorovacího místa. Byla zpracována data z letních měsíců jednotlivých sledovaných stanic, ze kterých byly vybrány pouze dny s maximálními denními teplotami, které dosahovaly nejméně 30,0 °C a splňovaly definici horké vlny. Hlavním výsledkem práce byla časoprostorová analýza horkých vln,

ve kterých bylo možno srovnávat maximální denní a průměrné teploty na vybraných městských a příměstských stanicích.

Klíčová slova: horká vlna, Olomouc, stanice MESSO, maximální denní teplota, průměrná denní teplota, tropický den

Abstract: My thesis is concerning by heat wave appearance during summer months on urban and suburban stations, in the Olomouc city. High temperatures connected to more frequent heat wave appearance is highly discussed topic. Climate change caused by global warming brings on foreground the heat waves and theirs negative effect on human population. Goal of this thesis is to analyze and describe heat wave appearance in, both space and time, in Olomouc during 2011 – 2016. Seven stations, of Metropolitan station network Olomouc (MESSO) in different parts of the city, were chosen. My thesis described individual stations and their placement, where I focused to find a most suitable monitoring position. I´ve processed data from individual monitored stations, from which were only picked days when maximum day temperature reached at least 30 °C and achieved status of heat wave. Main outcome of this thesis was an analysis of heat waves, where we can compare maximum and average daily temperatures on picked urban a suburban stations.

Keywords: heat wave, Olomouc, MESSO stations, maximum daily temperature, average daily temperature, tropical day

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně, a to pod vedením doc. RNDr. Miroslava Vysoudila, CSc. Veškerou použitou literaturu a zdroje jsem uvedla v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne: ……...

podpis autora

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, panu RNDr. Miroslavu Vysoudilovi CSc., za trpělivost, cenné rady, vstřícnost a odborné vedení při zpracování této práce. Zároveň bych chtěla poděkovat těm, kteří mi vyšli vstříc, při potřebné fotodokumentaci meteorologických stanic.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: **2016/2017**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Markéta KLICPEROVÁ**
Osobní číslo:	**R160113**
Studijní program:	**N1301 Geografie**
Studijní obor:	**Regionální geografie**
Název tématu:	**Příspěvek ke studiu horkých vln v Olomouci 2011-2016**
Zadávající katedra:	**Katedra geografie**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je analyzovat a popsat časoprostorový výskyt horkých vln v Olomouci v období 2011-2016 na základě teplotních měření teploty vzduchu na vybraných meteorologických stanicích Metropolitní staniční sítě Olomouc (MESSO). Při řešení práce se bude vycházet ze standardního definování horké vlny v podmínkách ČR.
Při zpracování se bude vycházet z tohoto doporučeného postupu:
1. Úvod
2. Cíle práce
3. Rešerše literatury
4. Metody zpracování
5. Analýza časoprostorového výskytu horkých vln
6. Shrnutí výsledků
7. Závěr
8. Summary
9. Seznam literatury
10. Přílohy

Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**

Rozsah pracovní zprávy: **20 000 -24 000 slov**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Kolláriková, P., Szolgay, J., Pecho, J. (2013): Dlhodobé zmeny vybraných charakteristík vĺn horúčav na Slovensku. Meteorologický časopis, 16, 63-69.
Kuchcik, M. (2006): Defining heat waves different approaches. Geographia Polonica, 79, 4763.
Kyselý, J. (2003): Časová proměnlivost horkých vln v České republice a extrémní horká vlna z roku 1994. Meteorologické zprávy, 56, 2003, str. 13-18.
Kyselý, J., Kalvová, J., (1998): Horké vlny na jižní Moravě v letech 19611990. Meteorologické zprávy, 51, 2003, str. 6572.
Kyselý, J., Kalvová, J., Květoň, V., (2000): Heat waves in the south Moravian region during the period 19611995. Studia geophysica et geodaetica, roč. 44, 5772.
Nosek, M. (1972): Metody v klimatologii. Praha, Academia, 434 s.
Robinson, P. J. (2001): On the definition of a heat wave. Journal of Applied Meteorology, 40, 762-775.
Sobíšek, B. (ed.) 1993: Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Academia, Praha.
Škvareninová, J., Minďaš, J., Škvarenina, J., Vido, J. (2014): Časová premenlivosť výskytu horúcich vĺn na Slovensku (Temporal variability of the occurrence of heat waves in Slovakia). In: Rožnovský, J., Litschmann, T., Středa, T., Středová, H., (eds): Extrémy oběhu vody v krajině. Mikulov, 8. 9. 4. 2014, ISBN 978-80-87577-30-1.
Tomáš, M., (2010): Letní teploty vzduchu v Olomouci v letech 20102011 z hlediska teplotního konfortu člověka. Meteorologické zprávy, 63, 2010, str. 7582.
Vysoudil, M. et al (2012): Podnebí Olomouce. Climate of Olomouc. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 212 s.

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

Datum zadání diplomové práce: **22. listopadu 2016**

Termín odevzdání diplomové práce: **10. dubna 2018**

L.S.

prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Marián Halás, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 22. listopadu 2016

Obsah

Úvod 9

1. Cíle 10

2. Rešerše literatury 11

3. Metody zpracování 15

3.1. Měření teploty vzduchu 16

4. Charakteristika města Olomouce 17

5. Stanice MESSO 19

5.1. Umístění stanic 20

5.2. Charakteristika stanic MESSO 21

6. Horké vlny 25

6.1. Výskyt horkých vln 25

6.2. Negativní vlivy horkých vln 27

6.3. Tepelný ostrov města 28

7. Časoprostorová charakteristika horkých vln 31

7.1. Horké vlny v roce 2011 31

7.2. Horké vlny v roce 2012 36

7.3. Horké vlny v roce 2013 43

7.4. Horké vlny v roce 2014 50

7.5. Horké vlny v roce 2015 57

7.6. Horké vlny v roce 2016 68

8. Zhodnocení průběhu horkých vln 2011 – 2016 72

9. Závěr 78

10. Summary 81

11. Seznam literatury 84

PŘÍLOHY 89

Úvod

Diplomová práce je zaměřená na analýzu výskytu horkých vln na vybraných meteorologických stanicích v Olomouci v období let 2011 až 2016.

Častější výskyt vysokých letních teplot musel zaznamenat každý z nás. Z hlediska meteorologie a klimatologie je velice důležité tento jev sledovat, a to v důsledku rizik, které přináší. Ve většině případů se jedná o zvýšenou úmrtnost během vysokých letních teplot, kde jsou riziku vystaveni převážně děti, nemocní a starší lidé. V mnoha zemích dochází díky nedostatečným srážkám a následnému suchu k degradaci přírody. Dá se říci, že se na tomto jevu podílí sám člověk, který díky zvýšené produkci skleníkových plynů ovlivňuje a zvyšuje průběh a výskyt horkých vln.

Téma horkých vln je velice obsáhlé a pro mě velmi zajímavé a to díky Olomouci, která má, jako jedno z mála měst v České republice, meteorologické stanice po celém katastrálním území, které jsou schopny efektivně zaznamenávat a ukládat získaná data. Právě díky měřením na těchto stanicích, jsem mohla porovnávat rozdílný charakter horkých vln v městských a příměstských částech města.

1. Cíle

Cílem diplomové práce bylo analyzovat a popsat časoprostorový výskyt horkých vln v Olomouci v období 2011–2016.

Pro řešení diplomové práce bylo vybráno 7 meteorologických stanic Metropolitní staniční sítě Olomouc, z nichž tři lze považovat za stanice příměstské (Chválkovice, Sv. Kopeček, Letiště Olomouc) a čtyři za stanice městské (Botanická zahrada PeF, klášter Dominikánů, Olomouc Envelopa, JUTA a. s. Olomouc Holice).

2. Rešerše literatury

V rámci diplomové práce zaměřené na průběh a výskyt horkých vln na jednotlivých meteorologických stanicích Metropolitní staniční sítě v Olomouci, byla využita odborná klimatologická a meteorologická literatura spolu s domácími i zahraničními publikacemi a dále internetové zdroje zabývající se problematikou výskytu horkých vln.

Pro geomorfologický popis města Olomouce a okolí jsem využila práce Demka (2006, 1965) *Zeměpisný lexikon ČR - Hory a nížiny* a následně *Geomorfologii Českých zemí*.

Dle mapy *Klimatické oblasti Československa* (Quitt, 1971) a z *Atlasu podnebí Česka* (Tolasz, et al, 2007) jsem město Olomouc, včetně jeho městských částí, mohla zařadit do odpovídajících klimatických oblastí a vyjádřit tak charakter podnebí.

K vysvětlení jednotlivých meteorologických pojmů, v mém případě převážně pro popis měření teploty, byla využita literatura od Lipiny a Židka (2003) *Návod pro pozorovatele meteorologických stanic*. Vysoudil et al. (2012) publikovali knihu *Podnebí Olomouce*, kde je uveden popis jednotlivých stanic MESSO v městských a příměstských částech Olomouce spolu s výsledky teplotních poměrů jednotlivých stanic. Letními teplotami v Olomouci z hlediska teplotního komfortu člověka se ve své práci zabýval Tomáš (2012). Pro analýzu vybral teplotní a vlhkostní data v letních měsících roku 2010 a 2011, a to na čtyřech vybraných stanicích účelové staniční sítě MESSO. Z výsledků jednoznačně vyplývá, že nejvyšší teplotní průměry a maxima byly zaznamenány na městských stanicích, zatímco minimální měsíční teploty na stanicích příměstských. A jak uvádí, výsledky odrážejí složitost teplotních procesů probíhajících v městském prostředí, kde jde převážně o vysokou schopnost umělého aktivního povrchu vázat teplo a v období záporné energetické bilance jej zpět emitovat do přízemní atmosféry. Zároveň pojednává o globálních změnách podnebí, s nimiž se do popředí dostává jejich vliv na lidskou populaci. Řepka, Lipina a Vysoudil (2012) přiblížili vývoj pozorování meteorologických stanic na území města Olomouce a jeho částí (Klášterní Hradisko, Hejčín, Neředín, Slavonín, atd). Zároveň zde popisují Metropolitní staniční síť, která vznikla v roce 2009 v souvislosti s projektem studia městského a příměstského klimatu Olomouce. Pro podrobnější popis stanic jsem využila

internetový zdroj *Městské klima [online]*, jež byl založen v rámci projektu Víceúčelové analýzy městského a příměstského klimatu na příkladu středně velkých měst.

Na území města Olomouce v roce 2010 a 2011 proběhlo mobilní měření teploty popsáno v odborném článku, a to od Tomáše a Vysoudila (2010). Teplotním čidlem umístěným na anténě vozidla se měřila teplota vzduchu pomocí GPS zařízení a to na třech trasách (čtvrtá trasa představovala smyčku) mezi jednotlivými meteorologickými stanicemi tak, aby bylo do průjezdového měření zahrnuto co nejvíce typů aktivního povrchu v okolí trasy a vnitřní prostorové struktury města.

Za zahraniční autory, kteří se zabývají problematikou horkých vln, lze uvést Souche (2004) a Robinsona (2001). Dle Robinsona je horká vlna dlouhodobé trvající období neobvykle silného, atmosféricky zapříčiněného teplotního stresu, které způsobuje dočasné změny v životním stylu a může mít pro postiženou populaci nepříznivé zdravotní důsledky. Robinson ve své publikaci mimo jiné potvrzuje zvýšení frekvence, závažnosti a doby trvání horkých vln vlivem globálního oteplování.

Z českých autorů byl pro definici horké vlny využit *Meteorologický slovník výkladový a terminologický* (Sobíšek et al., 1993). Ten definuje horkou vlnu jako vícedenní období letních veder, během něho dosahují maximální denní teploty vzduchu 30 °C a více. Kyselý (2003) zase uvádí tři podmínky, při nichž je alespoň ve 3 dnech maximální denní teplotu vzduchu (T_{MAX}) ≥ 30,0 °C, průměrná T_{MAX} za celé období ≥ 30,0 °C a T_{MAX} ve všech dnech ≥ 25,0 °C. Dále byla využita literatura od Kyselého (2012), kde se autor věnuje zvýšenému výskytu horkých vln převážně v Evropě se zaměřením na léto 2003 a 2010. Autor se zabývá také klimatickými modely, které se stále zdokonalují a umožňují zachytit základní rysy klimatického systému včetně jeho vnitřní proměnlivosti mnohem lépe než před 20 nebo 30 lety. Kyselý se mimo jiné zmiňuje i o měnícím se klimatu v souvislosti s globálním oteplováním. Zabývá se časovou proměnlivostí horkých vln v období let 1961 – 1994. Nejvíce se ovšem zaměřuje na 90. léta, kdy vynikají roky 1992 a 1994, jejichž letní teploty přesáhly v České republice dlouhodobé normály. Pozornost jsem věnovala také zvýšené úmrtnosti v důsledku horkých vln. V publikaci *Možnosti konstrukce budoucích scénářů úmrtnosti související se stresem z horka v ČR a jejich omezení* (Kyselý, Hunth, 2004) se uvádí, že právě zvýšená úmrtnost je jeden z hlavních dopadů teplotních jevů na

společnost, kdy za nejvíce postiženou skupinu populace stojí zejména starší lidé a dlouhodobě nemocní. Stejně tak se problematikou výskytu a následků tropických teplot zabývá Kolláriková (2013) ve své zahraniční publikaci týkající se horkých vln na Slovensku.

Rozdíly mezi městským a příměstským prostředím při výskytu tropických dnů a horkých vln ve své publikaci řeší Pokladníková (2010). Zaměřuje se také na tepelný ostrov města, kdy podle ní městská zástavba vykazuje vyšší teploty než samotné okolí, což je způsobeno překrytím původní plochy vegetací, pozemními komunikacemi či budovami. Rozdílnost teplot je také větší v noci než ve dne, v zimě než v létě a nejvýraznější je při slabém větru či bezvětří. Stejně tak se Dobrovolný (2012) zabývá charakteristickými rysy klimatu měst a jejich teplotními poměry, konktrétně na příkladu města Brna.

Beranová a Huth (2003) se v práci *Pražský tepelný ostrov za různých synoptických podmínek* věnují definici intenzity městského tepelného ostrova a popisují ji jako rozdílnou teplotu mezi vnitřní části města a teplotou okolních venkovských oblastí. Cílem jejich práce bylo porovnat intenzitu pražského tepelného ostrova a jeho změny od roku 1961 mezi různými synoptickými typy. Pro porovnání s městskou stanicí Praha-Klementinum byly vybrány tři venkovské stanice, které nebyly zatíženy městským tepelným ostrovem. Pro samotnou analýzu byly poté použity statistické metody, jako je regresní model nebo analýza rozptylu. *Výstupy regionálních klimatických modelů na území ČR pro období 2015 až 2060* se zabývají Belda, Pišofr a Žák (2015). Pro účel své studie berou pro index horkých vln počet epizod horkých vln normovaných na jeden rok. V historickém období 1971 – 2000 vychází na území České republiky výskyt 1 až 2 vlny za rok. Na základě jejich modelových výpočtů by se v období 2015 – 2039 měl jejich počet zvýšit o 1 až 2 a pro období 2040 – 2060 vychází zvýšení o 2 až 4. Výraznější je celkový růst výskytu horkých vln v nižších polohách Moravy a Slezska, částečně i na jihovýchodě a severovýchodě Čech. V teplejších scénářích se pak výsledný počet horkých vln v období 2040 – 2060 pohybuje mezi 3,5 až 4,5, v níže položených oblastech Moravy a Slezska až k 5 vlnám za rok v průměru.

Sandev a kol. (2014) publikovali práci *Vyhodnocení povodní v červnu 2013* zabývající se meteorologickými příčinami a hydrologickým vyhodnocením povodní

s popisem synoptické situace nad střední a západní Evropou. Z publikace *Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015* (Daňhelka a kol., 2015) jsem využila informace týkající se vývoje meteorologických situací v jednotlivých vybraných období, které mi pomohly k popisu horkých vln v roce 2015.

Tolasz (2012) ve svém článku *Počasí v České republice v roce 2012* popsal tento rok jako teplotně nadprůměrný a uvádí, že je tento rok po dlouhé době rokem, kdy se přepisovaly historické tabulky absolutních extrémů teploty v České republice. Z Informačních stránek Českého hydrometeorologického ústavu (INFOMET) jsem získala informace o počasí v jednotlivých letních měsících a následně z výčtu Historických dat o přesunu front přes naše území.

V rámci kvalifikačních prací řešených na KGG UP v Olomouci, zabývajících se podobnou problematikou, či zaměřených na meteorologické jevy v Olomouci představující např. atmosférické srážky, vliv povětrnostních situací čí výskyt denních extrémních teplot, jsem se inspirovala pracemi Kulczyckého (2011), Navrátila (2013), Janků (2015) nebo Dubského (2015).

3. Metody zpracování

V kapitole Časoprostorové charakteristiky horkých vln je popsána a graficky znázorněna každá horká vlna, která se v období šesti sledovaných let na sledovaném území vyskytla.

Data z vybraných stanic sítě MESSO byla poskytnuta ve formátu Word Excel, a to za letní měsíce příslušných sledovaných let. Následně jsem vybrala tropické dny (Tdmax ≥ 30 °C) a podle nich se určovala délka a průměrná teplota horké vlny.

V první fázi byla znázorněna do grafu maximální denní teplota vzduchu, a to v průběhu každé horké vlny. Za každý den horké vlny vyjadřuje graf nejvyšší zaznamenanou teplotu a poskytuje tak náhled a porovnání teplot vzduchu za každou stanici. V další fázi byl znázorněn průměrný počet tropických dnů na vybraných městských a příměstských stanicích obvykle za letní měsíce, tj. červen, červenec, srpen. Ve výjimečných případech se tropické dny vyskytly také v měsíci září. Závěr práce obsahuje grafické vyjádření průměrných teplot horkých vln a také jejich porovnání v rámci zařazení stanic do městského či příměstského prostředí. Jak uvádí Beranová (2003), významnou roli hraje umístění a uspořádání města spolu s vlivem emisí tepla z antropogenních zdrojů, jejichž účinek je však menší a závislí na ročním období.

3.1. Měření teploty vzduchu

Nejdůležitější a nejzákladnější klimatickou charakteristiku místa představuje teplota vzduchu. Měření teploty vzduchu spočívá v určení teploty čidla teploměru v okamžiku jeho tepelné rovnováhy s okolním vzduchem. K měření se nejčastěji využívá meteorologická budka, dnes na automatických stanicích radiační kryt, která má čidla ve výšce 2 metrů nad aktivním povrchem a to s přesností na jednu desetinu stupně Celsia, ve výšce 0,05 m nad zemí. V rámci sítě stanic ČHMÚ byly dříve pozorovací termíny stanoveny na 7, 14 a 21 hodin místního času. Měření se provádělo ve 2 m nad zemí v žaluziové (nebo v plastové či dřevěné) budce. Extrémní teploty vzduchu se měřily rovněž ve výšce 2 metrů maximálním (rtuťovým) a minimálním (lihovým) teploměrem.

Nyní se měří každých 10 minut a používají se hodinové hodnoty, a to s využitím automatického měření. Automatické meteorologické stanice nejsou závislé na externím zdroji energie a jejich napájení je zajišťováno pomocí solárního panelu (Meteorologická síť ISIDOR). Bývají umístěné stejně jako meteorologické budky na volném prostranství, a to bez překážek v proudění vzduchu. Každý den v 7 hodin (SEČ) přijdou na server data z osmi automatických stanic v Olomouci za posledních 24 hodin. Ve městě a jeho okolí je kromě nich ještě 7 dodatkových stanic, kde se data sbírají manuálně jednou za měsíc (Poláček, 2015).

Co se týče podrobnějších popisů teplotních poměrů místa, berou se v úvahu také údaje o počtu charakteristických dní (tropický, den s tropickou nocí, letní, mrazové, ledové či arktické). Pro jednotlivé měsíce, roky či roční období se mohou určovat údaje za absolutní, průměrné, minimální nebo maximální počet charakteristických dní.

4. Charakteristika města Olomouce

Krajské město Olomouc se nachází ve střední části Moravy, v jižní části Olomouckého kraje.

Jedná se o statisícovou hanáckou metropoli na soutoku řeky Bystřice a Moravy na katastrálním území 103,36 km^2. V minulosti měla Olomouc výsadní postavení v rámci českého království a to také díky své geografické poloze.(Havrlant, 1980)

Olomouc se nachází ve výrazné protáhlé sníženině Hornomoravského úvalu, který se člení z Vněkarpatských sníženin a zasahuje zčásti do Karpat a zčásti do České vysočiny (Demek, 1965). Tato široká protáhlá sníženina je tvořena příkopovými propadlinami vyplněnými neogenními a kvartérními usazeninami. Osou hornomoravského úvalu je široká niva řeky Moravy v oblasti Středomoravské nivy (Demek, 2006).

Nejvýznamnějším tokem protékající městem je řeka Morava. Ta protéká městskými částmi, jako je Chomoutov, Černovír, Lazce, Nové sady a Nemilany. Levostranné přítoky tvoří říčka Sitka, Trusovický potok a Bystřice.

Bystřice pramení v Nízkém Jeseníku v nadmořské výšce cca 658 m n. m. Řeka protéká Velkou Bystřící, před Olomoucí nabírá východní směr a vlévá se do Moravy v 210 m n. m. (Plán oblasti povodí Moravy). Pravostranný přítok poté tvoří Mlýnský potok a Nemilanka, která se ovšem vlévá do Moravy až mimo katastrální území města Olomouc.

Město Olomouc se nachází v jedné z nejteplejších oblastí Česka, výjimkami jsou jižní části Moravy, Polabí a Prahy, ve které je ovšem teplota ovlivněna tepelným ostrovem města (Vysoudil et al., 2012).

Dle Tolasze (2007) spadá město Olomouc, díky své poloze v Hornomoravském úvalu, do teplé klimatické oblasti T2, která představuje oblast s dlouhým, teplým a suchým létem, s teplým až mírně teplým jarem a podzimem a mírně teplou, suchou až velmi suchou zimou. Podobně je tomu např. v Polabí, v Poohří či Mostecké pánvi.

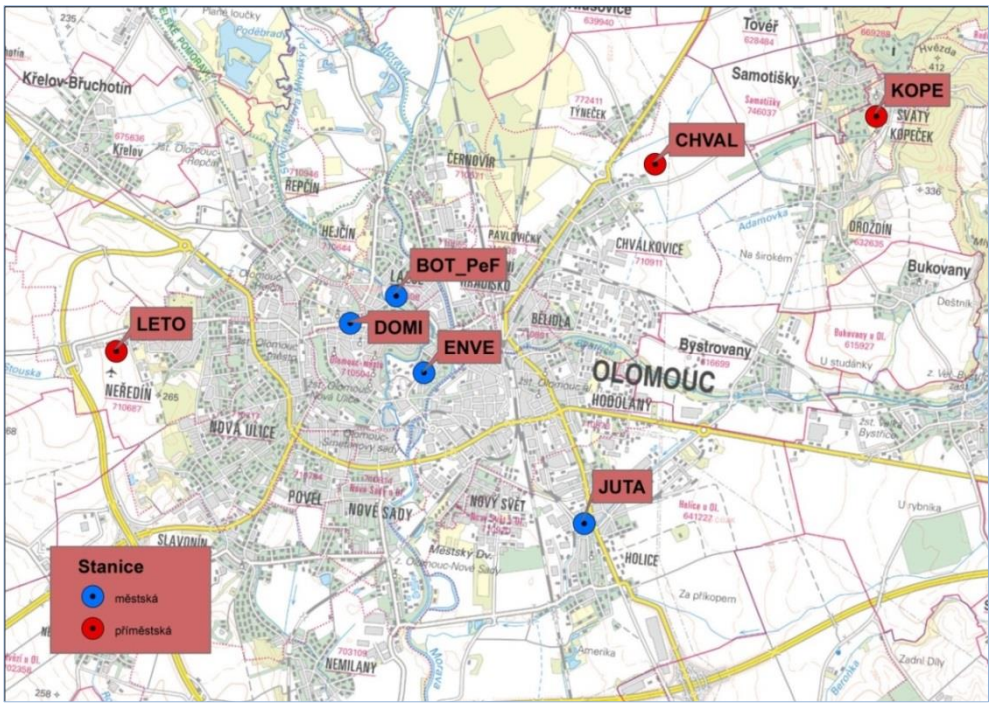
Chladnější část představuje výše položená SV část Olomouce – Svatý Kopeček (Vysoudil et al., 2012) dále městské části Lošov a Radíkov, které se řadí do mírně teplé oblasti MT 7, MT 9, MT 10 a MT 11. Tyto oblasti mají převážně dlouhé léto, teplé,

suché až mírně suché. Krátké přechodné období s mírným až mírně teplým jarem a podzimem a krátké období mírné a suché zimy s krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt,1971).

5. Stanice MESSO

Metropolitní staniční síť v Olomouci byla vybudována v rámci projektu Víceúčelové analýzy městského a příměstského klimatu na příkladu středně velkých měst (mestskeklima.upol.cz).

V současné době tvoří základ MESSO 8 automatických stanic firmy Fiedler-Mágr (Obr. 1). Všechny registrují vlhkost a teplotu vzduchu 1,5 metrů nad aktivním povrchem a to z důvodu přesnějšího zjištění vlivů aktivních povrchů na teplotní režim v přízemní vrstvě atmosféry. Registruje dále i teplotu půdy v hloubce 0,2 m a v 1 m nad aktivním povrchem také srážky. Veškerá data jsou zasílána prostřednictvím GSM na server Fiedler-Mágr, kde dojde k jejich archivování. Na serveru dodavatele stanic jsou poté po jednotlivých prvcích dostupné soubory s 10 minutovým intervalem záznamu. Data, získaná za stanic MESSO, jsou primárně určena pro sledování a analýzu režimu vybraných meteorologických prvků v příměstské a městské části města Olomouce a popisu specifik (odlišností) jejich klimatu (Řepka, Lipina, Vysoudil, 2012). Režim teploty na stanicích MESSO odráží místní geografické podmínky nejbližšího okolí, které jsou v případě příměstských a městských stanic často odlišné (Vysoudil et al., 2012).



Obr. 1: Poloha příměstských a městských stanic (Vlastní zpracování, ArcMap 10.1.)

5.1. Umístění stanic

Při tvorbě MESSO bylo třeba zohlednit řadu faktorů, zejména geografický, technický i bezpečnostní. Důležitým bodem při výběru odpovídajících potřeb pro reprezentování časové řady, byly pravidla, platná, jak pro měření v účelově zřízených sítích, tak pro standartní měření dle pravidel ČHMÚ, resp. WMO.

V první řadě šlo o vhodný výběr pozorovacího místa, volbu kvalitních měřících přístrojů, jejich umístění na pozorovacím stanovišti a nakonec zavedení pevně stanovených postupů měření čili zavedení vlastního odečtu dat. Většina stanic proto byla umístěna v místech, kde se nachází travnatý povrch, i když hustota porostu není ve všech případech stejná. V blízkosti stanic se v různé vzdálenosti mohou nacházet budovy, vzrostlá vegetace či plot (okolí stanic není tím pádem otevřené na všechny světové strany). Proto byl stanoven faktor zastínění oblohy (SVF) pro všechny stanice MESSO (Obr. 2). Tento faktor představuje klimatologický parametr charakterizující radiační vlastnosti (v urbánních a suburbánních oblastech). Vyjadřuje podíl mezi viditelnou částí oblohy a částí, která je zastíněna zástavbou či reliéfem, a to ze specifického místa pozorování (Vysoudil et al., 2012).

Obr: 2: Pyranometr na městské stanici ENVE (Klicperová, 26. 11. 2018)

5.2. Charakteristika stanic MESSO

Vybrané stanice MESSO registrují teplotu a vlhkost vzduchu ve výšce 1,5 m nad aktivním povrchem, teplotu půdy v hloubce 0,2 m a atmosférické srážky v 1 m. Stanice jsou umístěny tak, aby propustnost všech stromů a vegetace v okolí byla nastavena na 50 % (Vysoudil et al., 2012). V tomto případě se o tzv. Sky View Factor (SVF), který popisuje stupeň pokrytí oblohy okolními překážkami v daném místě. Udává podíl plochy viditelné oblohy, nezakryté vegetací, georeliéfem či budovami k celkové ploše hemisféry. Nabývá hodnot od 0 do 1 (Dobrovolný, Krahula, 2012).

Stanice Botanická zahrada Pedagogické fakulty vznikla v roce 2010. Její indikativ je BOT_PeF a nachází se na travnatém povrchu na zahradě rodinného domu v blízkosti skleníků (Obr. 3). Tato stanice navíc kromě měření teploty a vlhkosti vzduchu ve výšce 1,5 m nad aktivním povrchem měří i teplotu a vlhkost vzduchu ve výšce 0,5 m.

Obr. 3: Detail meteorologické stanice BOT_PeF (Klicperová, 26. 11. 2018)

Stanice Chválkovice, zprovozněná v roce 2009, představuje stanici příměstskou (nacházející se v městské části Chválkovice). Stanice je na travnatém povrchu nedaleko sadu v nadmořské výšce 216 m. Tomu odpovídá také faktor zastínění, který je 77,79 %.

Stanice s indikativem JUTA nacházející se v městské části Holic má travnatý aktivní povrch. Stanice je zastíněná z 16,43 % v nadmořské výšce 217 m. Stejně jako ostatní stanice registruje teplotu, vlhkost vzduchu, ale navíc i teplotu půdy v hloubkách 0,05, 0,20 a 0,50 m.

Stanice s indikativem DOMI u Kláštera Dominikánů se nachází v nadmořské výšce 220 m. Z vybraných stanic má nejvyšší faktor zastínění oblohy. Aktivní povrch v blízkém okolí představuje zatravněný pozemek se vzrostlou vegetací s menší vodní plochou, která se nachází v sousedství meteorologické stanice (Obr. 4).

Obr. 4: Meteorologická stanice DOMI (Klicperová, 26. 11. 2018)

Městská stanice Olomouc Envelopa s indikativem ENVE se nachází v 230 m n. m., a to na střeše Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého na Tř. 17. listopadu (Obr. 5). Aktivní povrch v tomto případě představuje štěrk, který je typický pouze pro tuto stanici. Faktor zastínění oblohy je 100 %. Stejně jako stanice Botanické zahrady měří teplotu a vlhkost vzduchu ve výšce 0,5 m. Navíc registruje i globální záření, rychlost a směr větru.

Obr. 5: Meteorologická stanice Envelopa (Klicperová, 26. 11. 2018)

Stanice na Svatém Kopečku s indikativem KOPE se nachází na ulici B. Dvorského v 362 m. n. m na travnatém povrchu. Stanice měří teplotu a vlhkost vzduchu ve výšce 0,5 m.

Stanice s indikativem LETO byla zprovozněna v roce 2007 a nachází se v blízkosti Letiště Olomouc na travnatém povrchu v nadmořské výšce 223 m. Jedná se o stanici příměstskou a stejně jako městská stanice ENVE má faktor zastínění 100 %.

Měření na stanicích je v současnosti využíváno též Odborem ochrany Magistrátu města Olomouc (Vysoudil et al., 2012). Od roku 2018 mohou být obyvatelé Olomouce upozorňováni přes Městský meteorologický varovný a sledovací systém MEMWACS. Varovné zprávy odcházejí se stanic Letiště, Svatý Kopeček, Envelopa, Botanická zahrada, Klášter Dominikánů a navíc také ze stanic Hlubočky a Bystročice. Stanice lze naprogramovat tak, aby v případě potřeby vydaly varovnou SMS. V tomto případě má Olomouc velice efektivní prostředek pro včasné varování obyvatel před nebezpečnými meteorologickými jevy a procesy (Statutární město Olomouc).

Tab. 1: Základní charakteristika vybraných stanic

Indikativ	Název stanice, umístění	Aktivní povrch	Typ stanice	Faktor zastínění oblohy (v %)	Nadmořská výška (m)
BOT_PeF	Botanická zahrada Pedagogické fakulty UP	Tráva	M	84,01	211
DOMI	Klášter Dominikánů Olomouc	Tráva	M	69,95	220
ENVE	Tř. 17. listopadu, Olomouc	Štěrk	M	100,00	230
CHVA	Domov důchodců, Chválkovice, Olomouc	Tráva	P	77,79	216
JUTA	Juta a.s. Olomouc - Holice	Tráva	M	83,57	217
KOPE	Střední škola, Olomouc - Svatý Kopeček	Tráva	P	74,14	362
LETO	Letiště Olomouc	Tráva	P	100,00	223

Zdroj: Vysoudil, M., et al. (2012): Podnebí Olomouce

6. Horké vlny

Pro označení období největších veder se zejména ve střední a jižní Evropě používalo lidové označení „psí dny“. Výskyt veder je dáván do souvislosti s východem hvězdy Sírius – psí hvězdy, v jejíž blízkosti se Slunce na obloze nachází od 22. 7. do 23. 8. (Pokladníková, Chuchma, Středa, Rožnovský, 2010).

6.1. Výskyt horkých vln

Horké vlny se do centra pozornosti laické i odborné veřejnosti dostaly převážně s dlouhotrvajícími extrémními vysokými teplotami na západě Evropy v létě 2003 (Obr. 6). K jevu přispěl velmi pravděpodobně také velký deficit srážek na jaře a v létě téhož roku. Stejně tak se s jejich výskytem spojuje i vysušování zemského povrchu právě na jaře a počátkem léta, kdy mohou podpořit vznik a intenzitu horké vlny interakce mezi zemským povrchem a atmosférou. Samotné klimatické modely se výrazně shodují na snižování průměrných jarních a letních srážek, které vedou ke změně klimatu a to nad velkou částí Evropy. Následně se aktuálnost problematiky horkých vln zvýšila po postihnutí západní části Ruska v roce 2010 (Obr. 7), která si vyžádala na 55 000 lidských životů. Dopady horké vlny podpořil také smog a kouř z rozsáhlých požárů. Ovšem tato část Evropy představuje oblast, kde v posledních 100 letech není pozorován výrazný nárůst teploty, který by přispěl k výskytu podobné situace. Léto 2003 a 2010 bylo v Evropě pravděpodobně nejteplejšími letními sezónami a to od roku 1500. Rok 2010 byl z hlediska odchylek teploty i velikosti zasaženého území vůbec nejextrémnější (Kyselý, 2012).

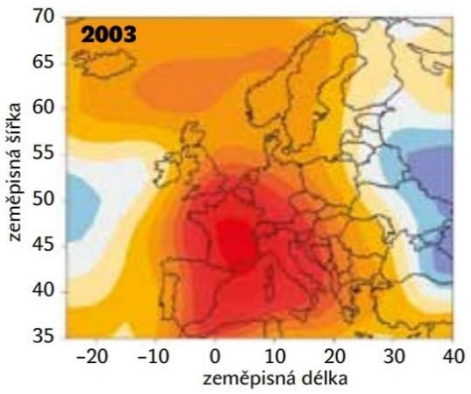
Celkový průměr teploty vzduchu nad souší ukazuje, že rok 2015 byl srovnatelný s roky 2005, 2007 a 2010. Globální teplota dosáhla rekordních hodnot a navázala tak na stálý dlouhodobý růst teploty, způsobený hlavně emisemi skleníkových plynů. Doposud platné rekordy byly překonány, protože právě tento rok byl rekordně teplý a to v mnoha jednotlivých zemích. Navíc extrémně intenzivní vlny veder v mnoha oblastech způsobily tisíce úmrtí (Tolasz, 2016). V České republice byl rok 2015 s průměrnou teplotou 9,4 °C mimořádně nadnormální a dá se společně s rokem 2014 považovat za nejteplejší od roku 1775. Jak dále Tolasz uvádí, první tropický den v roce byl 3. června 2015 zjištěn na 49 stanicích, a to včetně sledovaných meteorologických stanicích v Olomouci.

Dle zprávy Světové meteorologické organizace se rok 2016 celosvětově uvádí za nejteplejší, s průměrnou globální teplotou o 1,1 °C vyšší ve srovnání s dobou před průmyslovou revolucí. Nejvyšších hodnot dosáhla průměrná teplota posledních pěti i deseti let: v letech 2012 – 2016 a 2007 – 2016 o 0,65 a 0,57 °C nad průměr let 1961 – 1990 (Tolasz, 2017).

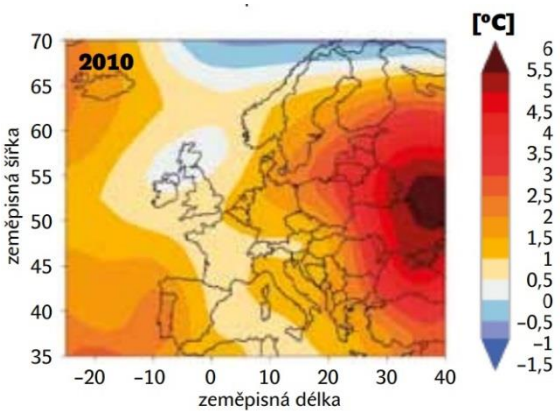
Ve střední Evropě bývá existence horké vlny podmíněná advekcí tropického vzduchu nad pevninou nebo intenzivním radiačním ohříváním polárního vzduchu setrvávajícího nad přehřátou pevninou v oblasti anticyklón (Pokladníková, Chuchma, Středa, Rožnovský, 2010). Dle Kyselého (2012) je častější výskyt intenzity horkých vln se zaměřením na střední Evropu v posledních 40 letech, a to v souladu s růstem letních teplot (0,5 °C za 10 let), které do jisté míry korespondují ve stejném období i s nárůstem průměrné globální teploty. V posledních třech desetiletích byly horké vlny charakteristické obdobím souvislých a dlouhodobých vysokých teplot místo překonáváním teplotních rekordů. Souvislost horkých vln se změnou klimatu a globálním oteplováním je značná.

Modelové situace s pozorovanými trendy spolu velmi úzce souvisí. Dokazují ale i to, že riziko horkých vln podobné intenzity jako v roce 2003 se v průběhu 20. století minimálně zdvoj- až čtyřnásobilo, a to hlavně v důsledku antropogenně zesíleného skleníkového efektu (Kolláriková, 2013). To také potvrdil Robinson (2001), který tvrdí, že vzhledem k současnému zájmu o globální oteplování lze předpokládat, že se v budoucnu zvýší frekvence, závažnost, doba trvání i plošný rozsah horkých vln.

Další statistické analýzy potvrzují, že počet tzv. „teplých“ extrémů výrazně roste na celé Zemi. Přibližně 73 % pevniny zaznamenalo významný nárůst počtu tzv. teplých nocí v období 1951 – 2003. Počet rekordní maximální denní teploty je na území USA a Austrálie v současnosti dvakrát vyšší než počet rekordů minimální teploty, a přibližně 30 % rekordů maximální teploty v Evropě je možné připsat globálnímu oteplování (Kolláriková, 2013).



Obr. 6: Horká vlna v Evropě 2003 (Kyselý, 2012)



Obr. 7: Horká vlna v Evropě 2010 (Kyselý, 2012)

6.2. Negativní vlivy horkých vln

Negativní důsledky extrémních vysokých teplot jsou v prvé řadě spojeny se zvýšenou mírou úmrtnosti (Kolláriková, 2013). Počty úmrtí způsobených selháním srdeční činnosti jsou ještě zesilovány ve velkých městských aglomeracích. Příkladem mohou být velké ztráty ve velkých francouzských městech způsobené horkou vlnou v létě 2003 (Obrusník, 2010). Negativa souvisí ale i s dalšími přírodními jevy, které dokáže horké počasí ovlivnit. Jedná se např. o roztávání ledovců v Alpách, negativní dopady na lesní porosty a vegetaci vůbec, rostoucí frekvence vzniku lesních požárů či dopad na zemědělství (Kolláriková, 2013).

Jak bylo uvedeno výše, jedna z hlavních oblastí dopadů klimatických extrémů na společnost je zvýšená úmrtnost a nemocnost v důsledku stresu z horka. Většina těchto úmrtí souvisí se zhoršením chronického onemocnění nebo nemocí dýchacího ústrojí. Rovněž panují obavy v souvislosti s očekávanou změnou klimatu v důsledku antropogenních emisí skleníkových plynů do ovzduší. Do budoucna lze očekávat, že úmrtnost v důsledku stresu z horka mírně poroste. Neustále také dochází ke zmírňování dopadů horkých vln na úmrtnost a to převážně ve vyspělých státech světa (západní Evropa, USA). Pokles je zapříčiněn zejména zlepšováním lékařské péče, aplikací varovných systému či větší rozšíření klimatizace. Dochází také k dlouhodobé schopnosti aklimatizace organizmu na měnící se teplotní podmínky (Kyselý, 2004).

V České republice je významný nárůst výskytu a extrémnosti horkých vln v období od 1961 – 2007. Stejně tak se poukazuje na zvýšení průměrné frekvence výskytu vln v Západní Evropě od roku 1880, a to o 24 %. Statistické analýzy potvrzují, že jejich výskyt roste na celé zemi (Kolláriková, 2013). Jak uvádí Kyselý (2004) v rámci studií pro Českou republiku se předpokládá, že pro rok 2050 bude nejpravděpodobnější nárůst úmrtnosti v důsledku stresu z horka vyšší o 10 - 15 %.

6.3. Tepelný ostrov města

Voogt (2002) charakterizuje intenzitu tepelného ostrova města jako rozdíl mezi vyššími povrchovými atmosférickými teplotami v urbanizovaných oblastech ve srovnání s okolními venkovskými oblastmi. Dobrovolný (2012) chápe tepelný ostrov města jako jeden z nejtypičtějších příkladů městského klimatu. Zastavěné oblasti měst mají výrazně odlišnou teplotu než okolní krajina a formování teplotních poměrů v zastavěných oblastech souvisí především s typickými vlastnostmi prostředí městské zástavby jako druhu aktivního povrchu v porovnání s volnou krajinou. Podle Beranové (2003) je intenzita městského tepelného ostrova závislá na mnoha faktorech. Tím nejdůležitějším je denní doba. Městský tepelný ostrov je nejvíce rozvinut v nočních hodinách, naopak během dne se tento jev téměř nevyskytuje. Podmínky počasí tvoří další faktor tepelného ostrova, protože pokud je atmosféra bezoblačná a vane slabý vítr, či je bezvětří, je jeho intenzita větší. Významnou roli hraje též umístění a uspořádání města spolu s vlivem emisí tepla z antropogenních zdrojů, jejichž účinek je však menší a závislí na ročním období.

Samotné městské prostředí s blokovými stavbami vytváří možnost pro zachytávání záření a stagnaci vzduchu. Zejména v zimě se zároveň přidává i vliv emisí tepla z antropogenních vlivů. Co se týče intenzity městského tepelného ostrova, závisí na velikosti aglomerace, hustotě osídlení a urbanistické morfologii. Tento efekt je ale nejvíce patrný při anticyklonálních situacích se slabým prouděním (Sulan, Škuthan, 2005). Jak uvádí Beranová (2003) nejvyšší intenzity se vyskytují v anticyklonálních situacích ve všech ročních období kromě jara, zároveň se trend tepelného ostrova liší podle převládajícího směru proudění.

V dnešní době žije ve městech více než 50 % populace (75 % ve vyspělých zemích). V otázkách kvality života bude hrát do budoucna důležitou roli odlišnost a

extremita městského klimatu kombinovaná s vysokou hustotou zalidnění městských oblastí. Sama města představují prostor pro výskyt mnoha místních klimatických efektů vázaných na termodynamické a termické procesy (Tomáš, 2012). Převážně je to díky betonovým a asfaltovým plochám, vysokým budovám apod., které absorbují více slunečního záření a uvolňuje se tak teplo do okolního vzduchu, zatímco relativně menší plochy zeleně nemají dostatečně silný ochlazovací efekt spojený s odpařováním (Obrusník, 2010). Co se týče aktivního povrchu města, ten je plošně větší než ve volné krajině (je tvořen střechami staveb, stěnami, komunikacemi s asfaltovým, betonovým či kamenným povrchem).

Změny klimatu se v současnosti spojují také s výskytem různých anomálii počasí v porovnání s dlouhodobými průměrnými hodnotami základních meteorologických prvků. Důsledek klimatické změny může způsobit nejen změnu podmínek pro přírodní ekosystémy, ale svými důsledky zasahuje i do sektoru sociálně a ekonomické společnosti (Zsideková, 2013). Jak uvádí Obrusník (2010) vlny horka mají negativní dopad i na život mimo velká města, kde dobytek i divoká zvěř trpí tepelným stresem, snižuje se úroda na polích a dochází i k oslabení turistického ruchu.

Stejně tak se vlivy na změnu klimatu v kontextu s měnícím se životním prostorem každého člověka zabývá mnoho vědeckých oborů, ať se jedná o urbánní klimatologii, bioklimatologii či lékařské vědy (Tomáš, 2012).

Městské oblasti jsou všeobecně teplejší než okolní venkovské oblasti porostlé vegetací a to z několika důvodu: změna geometrie a zvýšení podílu pohlceného dopadajícího slunečního záření, snížení evapotranspirace ve městech, rozdílné tepelné kapacity materiálů používaných ke stavbě budov a povrchů, teplotní vodivost použitých materiálů, albedo a vyzařování (Belda, Pišofr, Žák, 2015). Vysoudil et al. (2012) uvádí, že pro klima měst je na rozdíl od sídel s nižší hustotou zástavby (představující venkovská sídla), či s porovnání s volnou krajinou, charakteristický režim meteorologických prvků jako je např. nižší průměrná vlhkost vzduchu, snížená dohlednost, vyšší hodnota oblačnosti a srážkových úhrnů a nižší průměrná rychlost větru.

Městská krajina představuje specifickou oblast pro tvorbu klimatu, která se liší od krajiny příměstské složitou prostorovou strukturou a výrazně nehomogenním aktivním

povrchem. Odlišnosti se mimo jiné projevují nejzřetelněji na časoprostorovém režimu teploty vzduchu. Horizontální rozložení teplot je ovlivněné teplotní inverzí a lze říci, že teplota roste směrem od okraje města (minimum) k jeho středu (maximum). Výrazný vliv na růst teplotního pole mají husté vysokopodlažní zástavby, naopak k poklesu teploty dochází podél toků řek (Tomáš, Vysoudil, 2010). Meteorologické jevy, představující např. extrémní teplotu, se projevují nejen u velkých měst s počtem obyvatel milion a více, ale i u středně velkých středoevropských měst, tedy např. i Olomouce.

Rozvoj a růst měst s sebou přináší zesilování tepelného ostrova a mezi jeho příčiny patří větší absorpce krátkovlnné radiace. Čím více dopadá sluneční záření přes den na městský povrch, tím více se uloží tepla v městských materiálech. Toto teplo se uvolňuje během nočních hodin do okolí a ohřívá vzduch. Následkem tohoto procesu dochází k rozvoji tepleného ostrova (Beranová, Huth, 2003). Převážně u rozsáhlých městských aglomerací vytváří zástavba složitý systém. Ten podmiňuje velkou prostorovou a časovou proměnlivost teplotních poměrů měst jako je rozsah, denní a roční chod jeho intenzity. Časová proměnlivost souvisí s meteorologickými podmínkami a s denní a roční dobou, zatímco proměnlivost prostorová souvisí s různým charakterem zástavby, ať se jedná o obytné zástavby, průmyslové či obchodní zóny. Bere se v potaz také hustota zástavby, podíl ploch s vegetací či vodních ploch (Dobrovolný a kol., 2012).

7. Časoprostorová charakteristika horkých vln

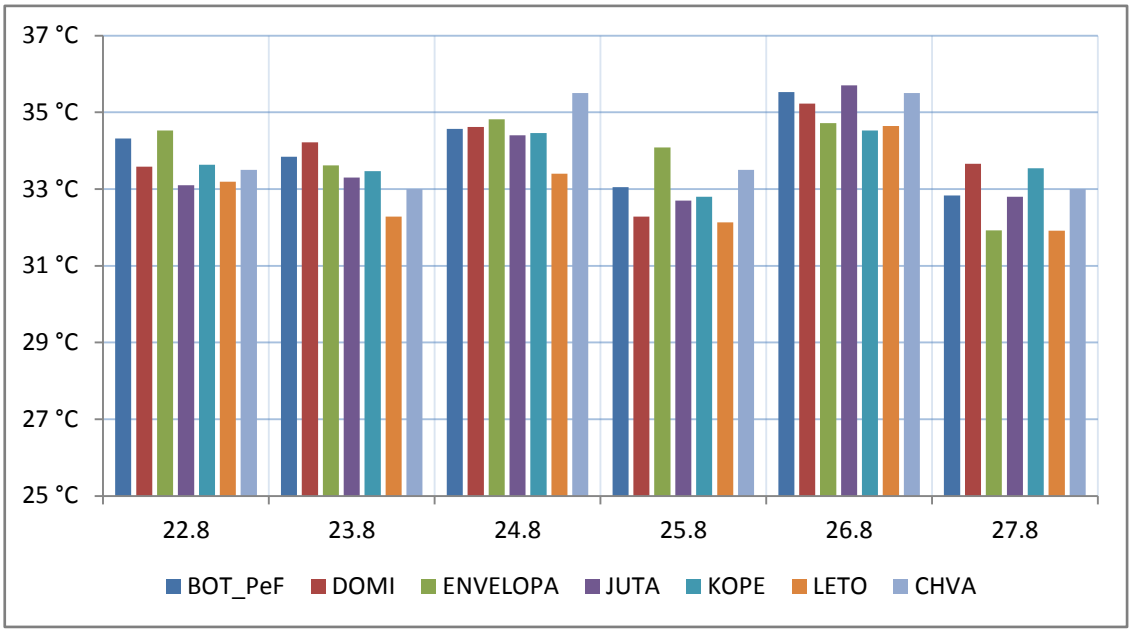
7.1. Horké vlny v roce 2011

První a jediná horká vlna roku 2011 byla zaznamenána ke konci srpna, a to 22. 8. – 27. 8., jmenovitě na stanici BOT_PeF, DOMI, ENVE, JUTA, KOPE, LETO a CHVA (Obr. 8). Na všech stanicích započala i skončila ve stejný den. Za celou dobu šesti dní neklesla maximální denní teplota pod hodnotu 31,9 °C. V první den horké vlny (22. 8.) byla nejvyšší zaznamenaná denní teplota vzduchu na městské stanici ENVE (34,5 °C), nejnižší poté na městské stanici JUTA (33,1 °C).

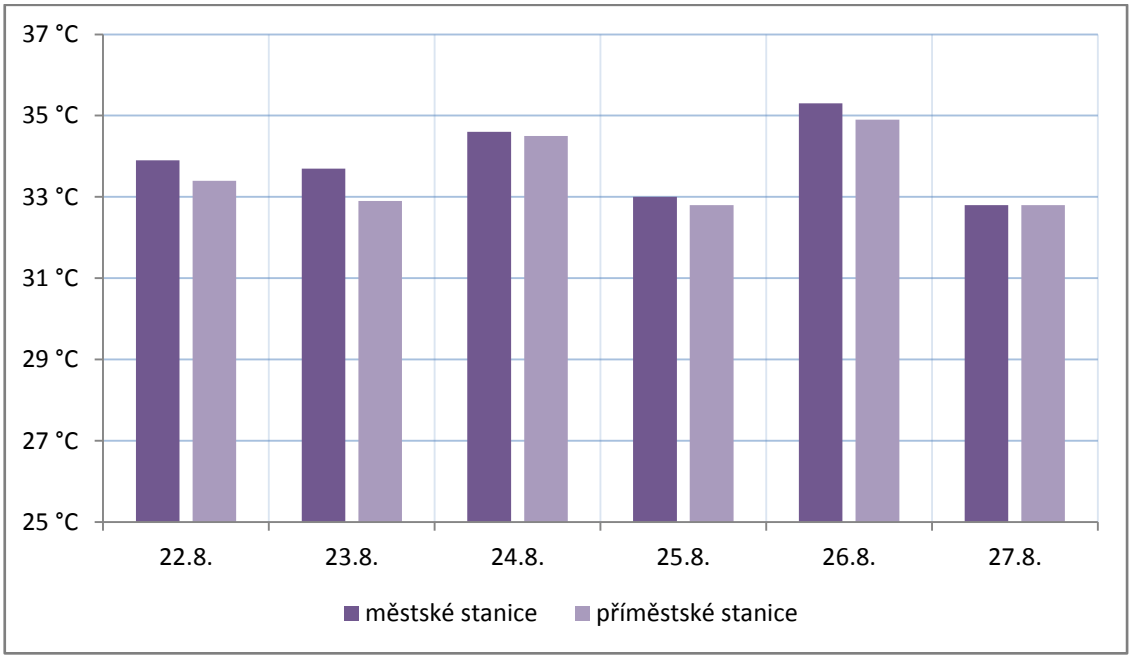
Maximální denní teplota byla zaznamenána 26. 8., kdy vrcholil příliv teplého vzduchu. Na většině sledovaných stanic byla zaznamenána maximální denní teplota 26. 8., a to rámci celé horké vlny. Na městské stanici JUTA byla nejvyšší zaznamenaná denní teplota 35,7 °C. Příměstská stanice CHVA spolu s městskou stanicí BOT_PeF zaznamenaly stejnou maximální teplotu, a to 35,5 °C. Rozdíl mezi nejvyšší (JUTA) a nejnižší (KOPE) maximální teplotou téhož dne činil 1,2 °C.

Konec horké vlny (27. 8.) byl ovlivněn příchodem studené zvlněné fronty postupující od západu. Tato fronta přes území České republiky přecházela v časných ranních hodinách, a došlo tak k poklesu tropických teplot na sledovaných stanicích MESSO (Portál ČHMÚ, srpen 2011). Nejvyšší rozdíl poklesu teplot nastal na stanici JUTA, kde teplota 27. 8. klesla o 2,9 °C oproti předešlému dni, naopak nejnižší pokles byl zaznamenán na stanici KOPE, a to o 1,0 °C.

Co se týče výše průměrné denní teploty na městských a příměstských stanicích v průběhu první horké vlny (Obr. 9), jednoznačně převládají stanice městské. V první a druhý den horké vlny byl zaznamenán nejvyšší rozdíl (0,8 °C dne 23. 8.). Maximální denní teplota (23. 8.) byla zaznamenána na městské stanici DOMI (34,2 °C) a následně na stanici BOT_PeF (33,8 °C). Průměrná denní teplota zaznamenaná na příměstských stanicích byla 32,9 °C. Dne 26. 8., kdy teplota dosahovala maximálních denních hodnot, byl průměrný rozdíl mezi stanicemi 0,4 °C. K vyrovnání teplot došlo poslední den horké vlny, kdy se průměrná hodnota na obou typech stanic dostala na 32,8 °C.



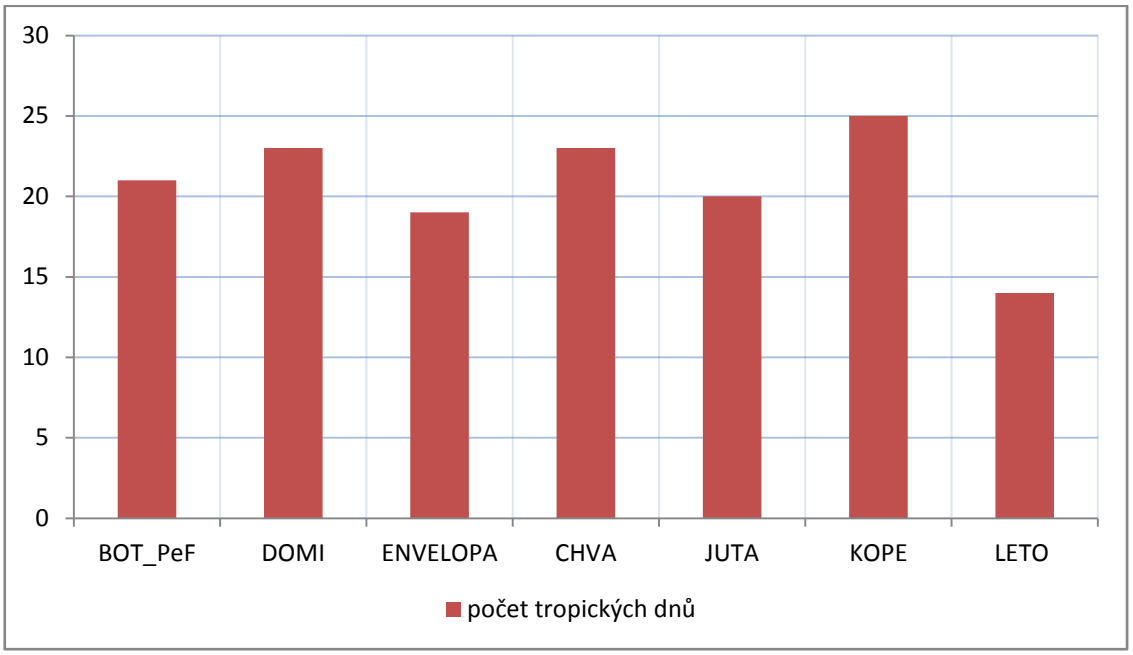
Obr. 8: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 22. 8. – 27. 8. 2011 na vybraných stanicích MESSO



Obr. 9: Průměrná denní teplota během horké vlny 22. 8. – 27. 8. 2011 na městských a příměstských stanicích

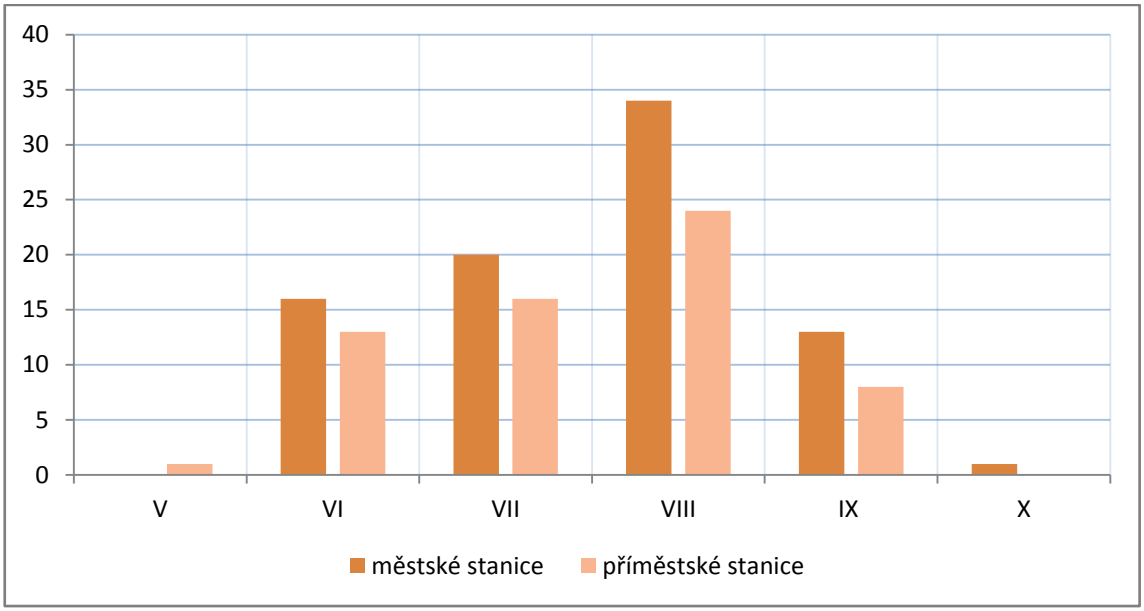
Nejvyšší počet tropických dnů během roku 2011 (Obr. 10) zaznamenala příměstská stanice na Svatém Kopečku (KOPE), a to celkem 25. Na této stanici se objevil první tropický den už v měsíci květnu 2011, kdy se maximální denní teplota dne 24. 5. dostala k 30,3 °C. S počtem 23 tropických dnů jsou dalšími stanicemi CHVA a DOMI. Příměstská stanice Chválkovice měla v celém sledovaném období maximální

denní teploty vůči ostatním příměstským stanicím výrazně vyšší. Nejméně tropických dnů zaznamenala stanice LETO. Ta měla např. v měsíci červenci pouze dva dny s hodnotou nad 30 °C. Za celé sledované období roku 2011 pak tato stanice zaznamenala pouze 14 dnů s tropickou hodnotou.



Obr. 10: Počet tropických dnů na vybraných stanicích MESSO v roce 2011

Jak je zřejmé z Obr. 11, absolutní počet tropických dnů na vybraných stanicích MESSO se výrazně liší v porovnání městských a příměstských stanic. Již v měsíci květnu byl zaznamenán tropický den na stanici KOPE. Výrazně rozdílné teploty nastaly v srpnu, kdy se absolutní počet dní na městských stanicích lišil od stanic příměstských o 10 dnů. Výrazně k tomu přispěla horká vlna zaznamenaná od 22. 8. do 27. 8. na všech sledovaných městských i příměstských stanicích MESSO. V měsíci září byl nejvyšší počet tropických dnů zaznamenán na stanici DOMI a BOT_PeF (4), nejnižší poté na stanici ENVE a LETO (2). Zajímavostí je také tropický den, který byl zaznamenán na městské stanici DOMI 1. 10., kdy maximální denní teplota dosáhla 30,0 °C.



Obr. 11: Absolutní počet tropických dnů na vybraných městských a příměstských stanicích v roce 2011

Rok 2011 lze pokládat za velice podprůměrný z hlediska výskytu horkých vln. Během letního období byla zaznamenána pouze jedna horká vlna (22. 8. – 27. 8). Co se týče tropických teplot, minimum bylo zaznamenáno na všech stanicích, kdy se nejvyšší počet tropických dnů na příměstské stanici KOPE zastavil na počtu 25. První a zároveň poslední horká vlna roku 2011 započala na všech stanicích MESSO 22. 8. Nejvyšší teplota téhož dne dosáhla na stanici ENVE 34,5 °C. Zároveň byl srpen nejteplejším měsícem roku 2011, kdy bylo maximum tropických dnů zaznamenáno jak na příměstských tak městských stanicích. Nejvyšší počet tropických dnů (10) byl na příměstské stanici CHVA, na městské stanici BOT_PeF, DOMI a ENVE byla tropická teplota s maximálními denními teplotami nad 30 °C celých 9 dnů.

Průměrná denní maximální teplota (Tab. 2) zaznamenané první vlny byla 33,9 °C na městských stanicích (BOT_PeF, DOMI, ENVE a JUTA) a 33,5 °C na stanicích příměstských (CHVA, KOPE, LETO). Nejvyšší průměrnou hodnotu městských stanic reprezentuje stanice DOMI a ENVE (33,9 °C), nejvyšší hodnotu na příměstských stanicích (Tab. 3) poté stanice KOPE (33,7 °C). Nejteplejším dnem se stal 26. srpen, kdy průměrná maximální teplota tento den dosáhla na všech sledovaných stanicích hodnoty 35,1 °C.

.

Tab. 2: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2011 na městských stanicích MESSO

Městské stanice	22. 8. – 27. 8.
BOT_PeF	34,0
DOMI	33,9
ENVELOPA	33,9
JUTA	33,7
Průměr	**33,9**

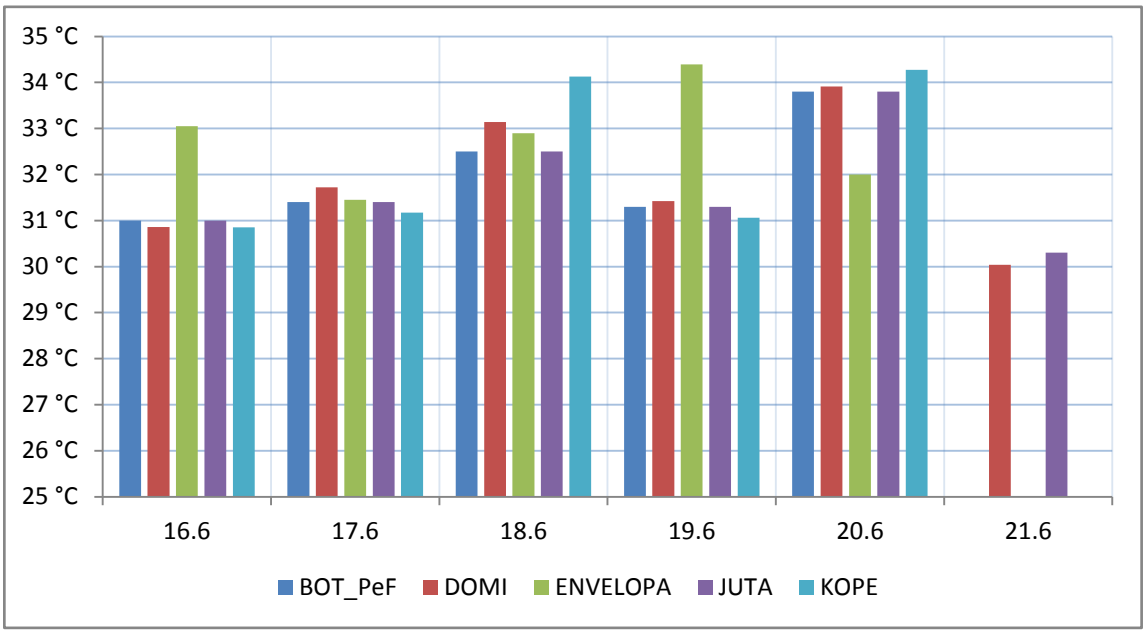
Tab. 3: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2011 na příměstských stanicích MESSO

Příměstské stanice	22. 8. – 27. 8.
CHVA	34,0
KOPE	33,7
LETO	32,9
Průměr	**33,5**

7.2. Horké vlny v roce 2012

První horká vlna roku 2012 byla zaznamenána od 16. 6. do 21. 6. (Obr. 12). Ke dni 15. 6. postupovala přes naše území ve večerních hodinách teplá fronta jihozápadního proudění a přinesla s sebou růst tropických teplot (Portál ČHMÚ, červen 2012). Díky tomu byla o den později na stanici BOT_PeF, DOMI, ENVE, JUTA a KOPE zaznamenána tropická teplota. Nejvýznamnější růst teplot nastal na městské stanici ENVE, kde maximální denní teplota dosáhla 33,1 °C. Oproti nejnižší zaznamenané teplotě na stanici DOMI (30,9 °C), činil teplotní rozdíl první den horké vlny 2,2 °C. Významný růst denní teploty zaznamenala příměstská stanice KOPE, kde 18. 6. dosahovala maximální denní teplota 34,1 °C. O den později došlo k poklesu tropických teplot k hranicím 31 °C, což bylo zapříčiněno slabou studenou frontou postupující ze západního směru (Portál ČHMÚ, červen 2012). Maximální teplota celé horké vlny zaznamenala městská stanice ENVE právě 19. 6., kdy její teplota dosahovala 34,4 °C.

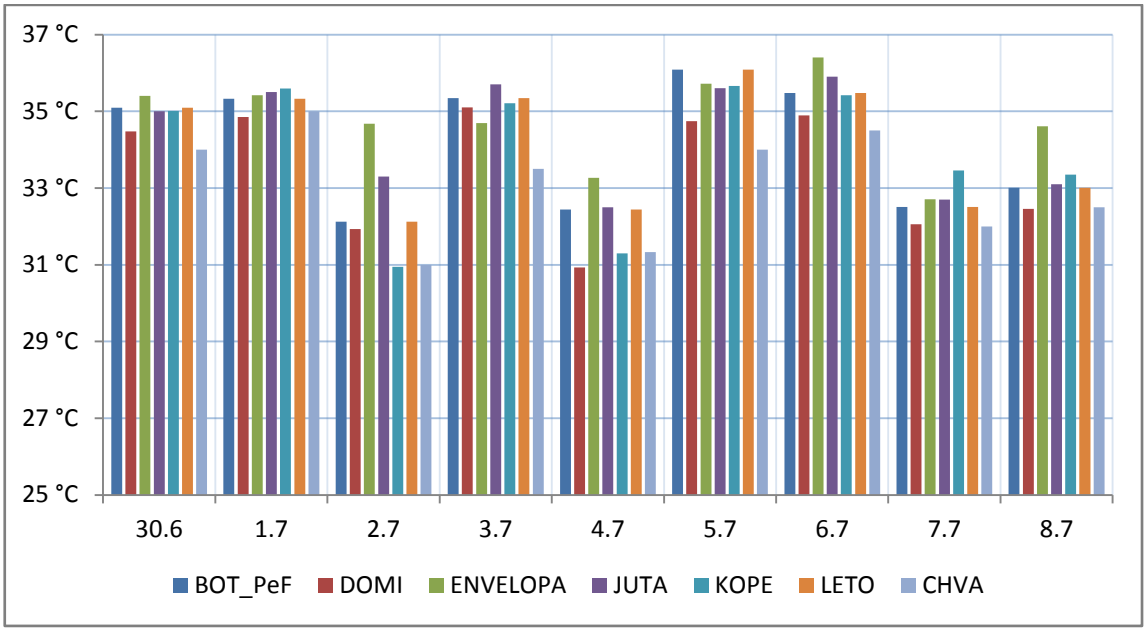
Den s nejvyššími tropickými teplotami, v rámci nichž byl zaznamenán pokles pouze na stanici ENVE, byl 20. 6. Tento den dosáhla maximální teplota 34,3 °C (KOPE) a minimální 32,0 °C (ENVE). Následně druhý den klesly teploty pod hraniční hodnotu 30 °C a tím skončila horká vlna pro stanici BOT_PeF, ENVE a KOPE. Městská stanice DOMI a JUTA si ještě během dne udržela maximální denní teplotu nad tropickou hodnotu.



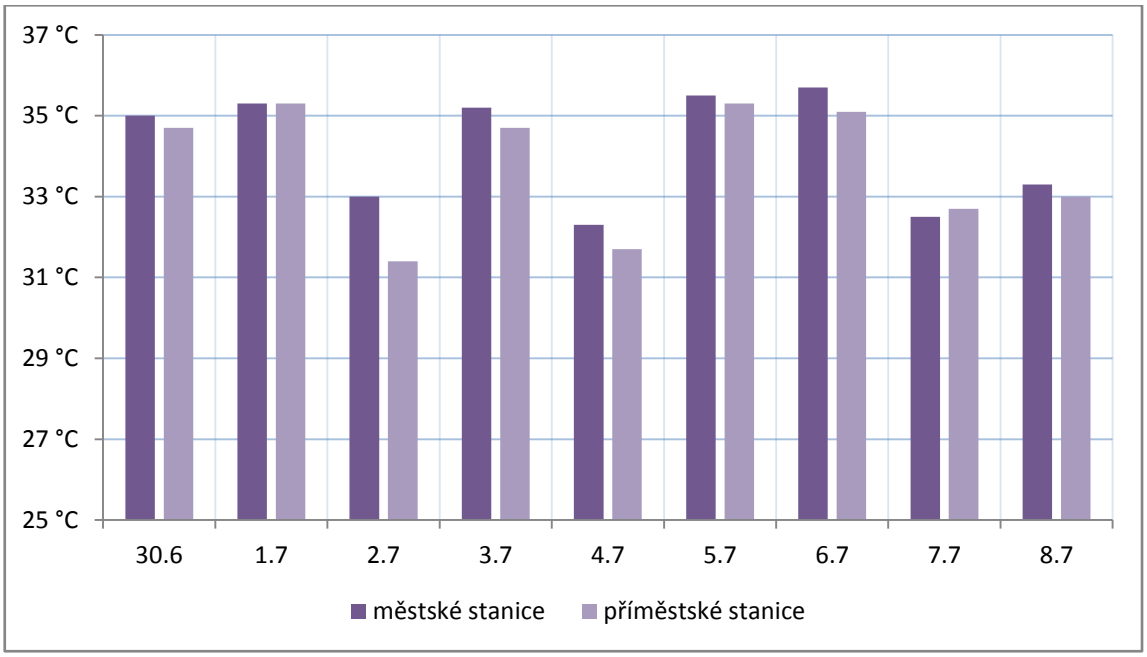
Obr. 12: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 16. 6. – 21. 6. 2012 na vybraných stanicích MESSO

Druhá horká vlna byla zaznamenána na přelomu června a července byla doprovázená mimořádným bouřkovým obdobím. Zároveň se od 1. do 8. 7. denně vyskytovaly silné bouřky doprovázené přívalovými srážkami, kroupami a nárazy větru (Tolasz, 2013). Jak je patrné z Obr. 13, dne 30. 6. byla horká vlna započata na všech sledovaných stanicích MESSO. Nejvyšší denní teplota byla zaznamenána na stanici ENVE 35,4 °C, nejnižší poté na příměstské stanici v městské části Chválkovice (CHVA). Pokles maximálních denních teplot nastal 2. 7. a 4. 7., kdy ale teploty neklesly pod 30,9 °C. Během tohoto mírného ochlazení ovšem neklesla maximální denní teplota na městské stanici ENVE. Dne 2. 7. byla zaznamenána nejvyšší denní teplota na této stanici (34,7 °C). Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší maximální denní teplotou činil 3,7 °C. Nejvyšší tropická teplota byla pro většinu stanic zaznamenána 5. 7., a to konkrétně na stanici BOT_PeF, ENVE, KOPE a LETO. Pro stanici DOMI, JUTA a CHVA maximální denní teplota nastala o den později (6. 7.).

Výrazný pokles teploty vzduchu nastal k 7. 7., kdy byla nejvyšší denní teplota (33,5 °C) na příměstské stanici na Svatém Kopečku (KOPE). Nejvyšší propad teploty oproti předešlému dni zaznamenala stanice ENVE, s rozdílem 3,7 °C. Konec druhé horké vlny nastal pro všechny stanice ve stejný den, kdy maximální denní teplota dosáhla na stanici ENVE 34,6 °C.



Obr. 13: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 30. 6. – 8. 7. 2012 na vybraných stanicích MESSO



Obr. 14: Průměrná denní teplota během horké vlny 30. 6. – 8. 7. 2012 na městských a příměstských stanicích

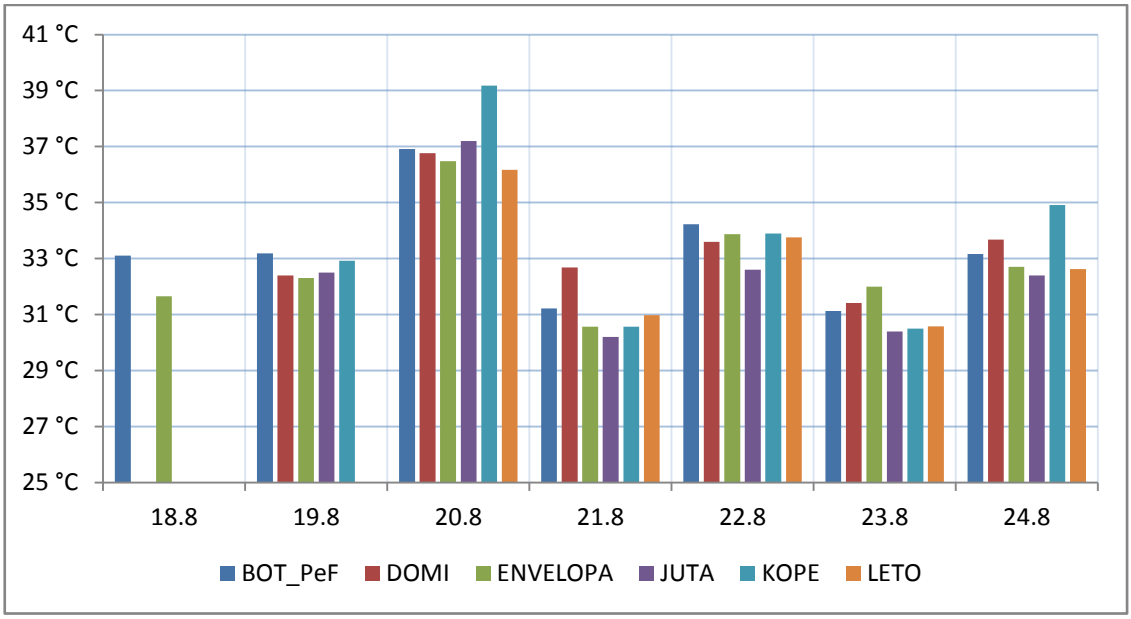
Rozdíl mezi příměstskými a městskými stanicemi v rámci průměrných denních teplot zaznamenává Obr. 14. V období druhé vlny byla průměrná denní teplota vyšší na městských stanicích. K vyrovnání teplot došlo 1. 7., kdy byla průměrná denní teplota na obou typech stanic 35,3 °C. V tento den dosáhla příměstská stanice KOPE nejvyšších

denních teplot (35,6 °C), a tím došlo k vyrovnání průměrných denních hodnot na městských a příměstských stanicích. Nejvyšší rozdíl průměrných teplot mezi stanicemi nastal 2. 7., kdy se maximální denní teplota pro městské stanice pohybovala od 34,7 °C (ENVE) k 33,3 °C (JUTA).

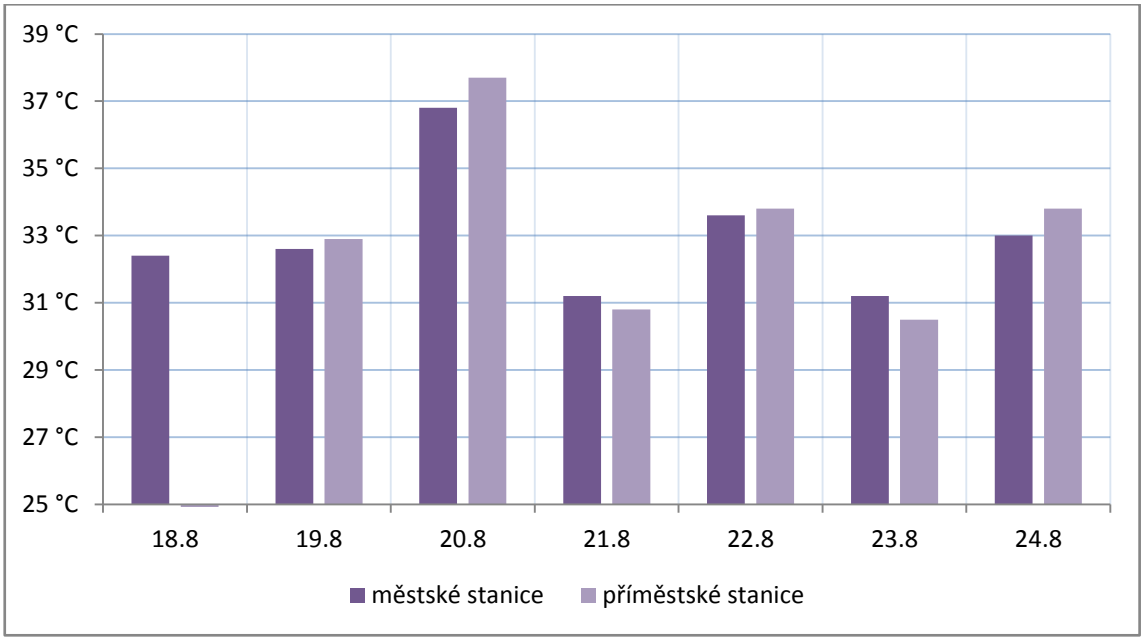
Třetí a poslední horká vlna (18. 8. – 24. 8.) byla zaznamenána na čtyřech stanicích městských (BOT_PeF, DOMI, ENVE a JUTA) a dvou stanic příměstských (KOPE a LETO). Rozdílnost je i v začátku nástupu horké vlny, kdy byla tropická hodnota zaznamenána 18. 8. pouze pro stanici BOT_PeF a ENVE. O den později také na stanici DOMI, JUTA a KOPE (Obr. 15). Stanicí, kde nastal začátek horké vlny 20. 8. a zároveň tím stále byla splněna podmínka pěti po sobě jdoucích dní nad 30 °C, byla stanice LETO. Jediná stanice, na niž nebyla zaznamenána třetí horká vlna, představuje příměstská stanice CHVA. Na této stanici nastal 19. 8. pokles maximálních denních teplot pod tropickou hodnotu a došlo tak k přerušení horké vlny.

Nejvyšší denní teplota na sledovaných městských a příměstských stanicích nastala 20. 8. O den dříve 19. 8. přes naše území pronikala ve večerních hodinách teplá fronta střední intenzity jihozápadního proudění, díky níž nastaly maximální denní teploty právě k 20. 8. Ještě téhož dne (20. 8.) kolem 19 hodiny dorazila mírná studená fronta, která ovlivnila chod tropických teplot následující den (Portál ČHMÚ, srpen 2012). Tropické teploty klesly z nejvyšších denních teplot 39,2 °C zaznamenaných 20. 8. na nejnižší teplotu 30,2 °C ke dni 21. 8. Rozdíl poklesu teplot činil celých 9 °C. Konec horké vlny už se pro všechny stanice sjednotil. Dne 24. 8. naposledy teplota překročila tropickou hodnotu, nejvyšší na stanici KOPE (34,9 °C).

Průměrná denní teplota na sledovaných městských a příměstských stanicích zaznamenává rozdílné hodnoty (Obr. 16). V této horké vlně převládá vyšší průměrná hodnota na příměstských stanicích, kdy stanice KOPE a LETO, během této horké vlny zaznamenávaly vyšší maximální denní teploty, než stanice městské (DOMI, JUTA).



Obr. 15: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 18. 8. – 24. 8. 2012 na vybraných stanicích MESSO



Obr. 16: Průměrná denní teplota během horké vlny 18. 8. – 24. 8. 2012 na městských a příměstských stanicích

V roce 2012 byly zaznamenány celkem 3 epizody horkých vln (16. 6. – 21. 6., 30. 6. – 8. 7., 18. 8. – 24. 8.) a tento rok se řadí mezi teplotně nadprůměrné. Průběh první horké vlny započal 16. 6. pro 4 městské stanice (BOT_PeF, DOMI, ENVE a JUTA) a jednu stanici příměstskou (KOPE). Začátek horké vlny byl pro všechny stanice stejný, lišil se ovšem konec. Pro stanice BOT_PeF, ENVE a JUTA skončila horká vlna o den

dříve (23. 8.) než pro ostatní stanice zaznamenané v první horké vlně. Dne 20. 6. byla naměřena maximální denní průměrná teplota na městských stanicích v rámci první horké vlny, a to 33,4 °C. Průměrná denní maximální teplota na všech městských stanicích činila 32,1 °C. Na příměstských stanicích LETO a CHVA nebyla délka tropických dní dostatečně dlouhá a nemohly tak být zaznamenány horké vlny.

Druhá horká vlna byla za sledované období roku 2012 nejteplejší, a to z hlediska maximálních denních teplot. Tropická teplota na všech stanicích započala 30. 6. s délkou trvání 9 dnů. Nejvyšší průměrná zaznamenaná teplota na městských stanicích vystoupala dne 6. 7. na 35,7 °C. Oproti tomu, byla na příměstských stanicích tato teplota zaznamenána o den dříve, a to s hodnotou 35,3 °C. Celé období druhé horké vlny bylo doprovázeno bouřkovou činností a přívalovými srážkami, které ovšem výrazně neovlivnily chod tropických teplot. Z průměrných maximálních denních teplot (Tab. 4) byla druhá vlna, zaznamenaná na všech městských i příměstských stanicích, v porovnání s ostatními horkými vlnami roku 2012, nejteplejší. Poslední horká vlna započala 18. 8. pouze na městské stanici BOT_PeF a ENVE. Maximální teplota se na stanici ENVE dostala na 31,7 °C. Nejteplejším dnem této horké vlny byl 20. srpen, kdy průměrná maximální teplota byla 37,1 °C. Nejvyšší zaznamenaná teplota byla na příměstské stanici KOPE, a to 39,2 °C.

Počet tropických dní na příměstské stanici CHVA ve sledovaném období nesplnil podmínku pěti po sobě jdoucích dní přes 30 °C (Tab. 5). Tato stanice měla během celého období pouze jednu horkou vlnu (30. 6. – 8. 7.), a právě to ji řadí mezi nejchladnější stanici roku 2012.

Tab. 4: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2012 na městských stanicích MESSO

Městské stanice	16. 6. – 21. 6.	30. 6. – 8. 7.	18. 8. – 24. 8.
BOT_PeF	32,0	34,2	33,3
DOMI	31,8	32,5	33,4
ENVELOPA	32,8	34,8	32,8
JUTA	31,7	33,1	32,6
Průměr	**32,1**	**33,7**	**33,0**

Tab. 5: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2012 na příměstských stanicích MESSO

Příměstské stanice	16. 6. – 21. 6.	30. 6. – 8. 7.	18. 8. – 24. 8.
CHVA	*	33,1	*
KOPE	32,3	34,0	33,7
LETO	*	34,2	32,8
Průměr	**32,3**	**33,8**	**33,3**

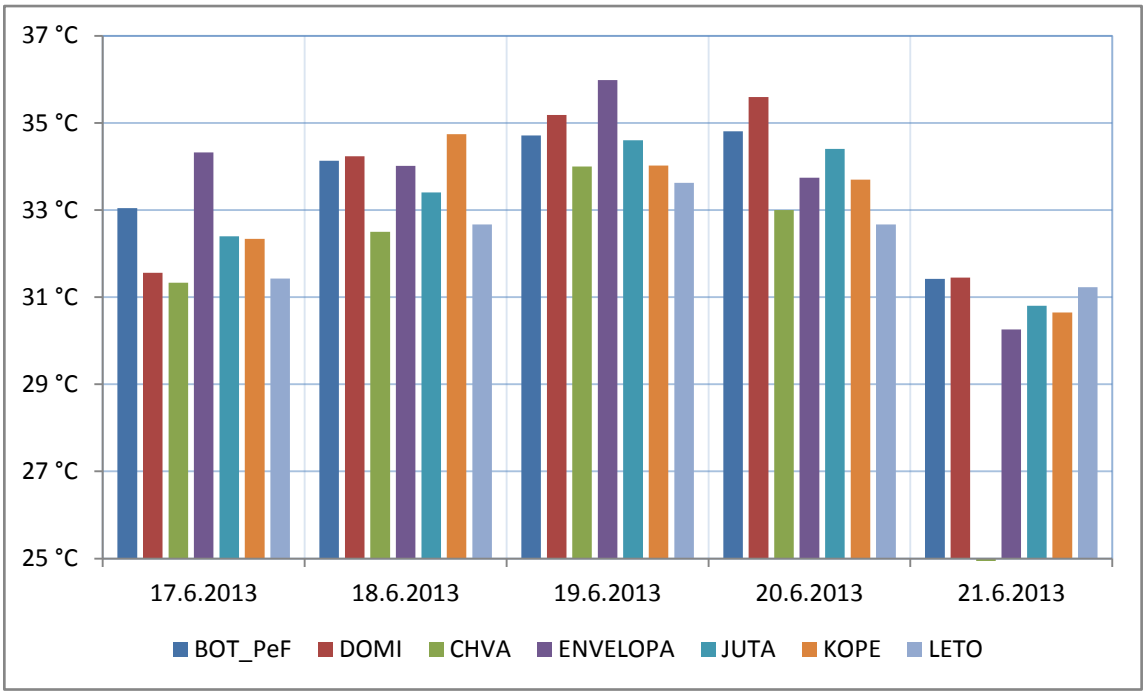
*horká vlna nebyla zaznamenána

7.3. Horké vlny v roce 2013

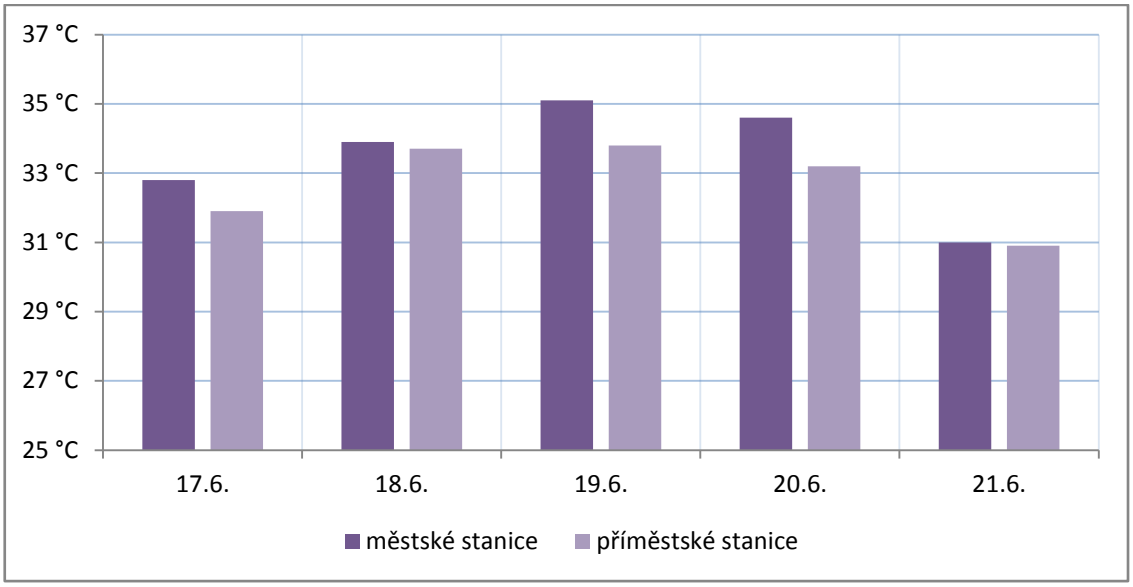
První horká vlna byla na stanicích MESSO zaznamenána v půlce června, a to 17. 6. – 21. 6. na stanicích BOT_PeF, DOMI, ENVE, JUTA, KOPE a LETO (Obr. 17). Maximální denní teplota z celé horké vlny byla zaznamenána na stanici ENVE a dosahovala ke dni 19. 6. k 36,0 °C. Průměr maximální denní teploty této horké vlny se pohyboval od 32,3 °C (LETO) k 33,7 °C (ENVE).

Jediná stanice, na které v červenci nebyla zaznamenána horká vlna, byla příměstská stanice Chválkovice (CHVA).

Pokles teploty a ukončení průběhu horké vlny měla za následek zvlněná studená fronta, která přes území Olomouce přecházela od západu 21. 6. Byla doprovázená významnými srážkami, spojenými s bouřkovou činností během večera a noci na 22. června (Sandev a kol., 2014). To byla také příčina konce první horké vlny. Na všech stanicích byla ukončena k 21. 6., kdy v důsledku studené fronty klesly teploty pod hraničních 30 °C. Na stanici ENVE a BOT_PeF klesla teplota 22. 6. na 28,0 °C (BOT_PeF) a 29,4 °C (ENVE).



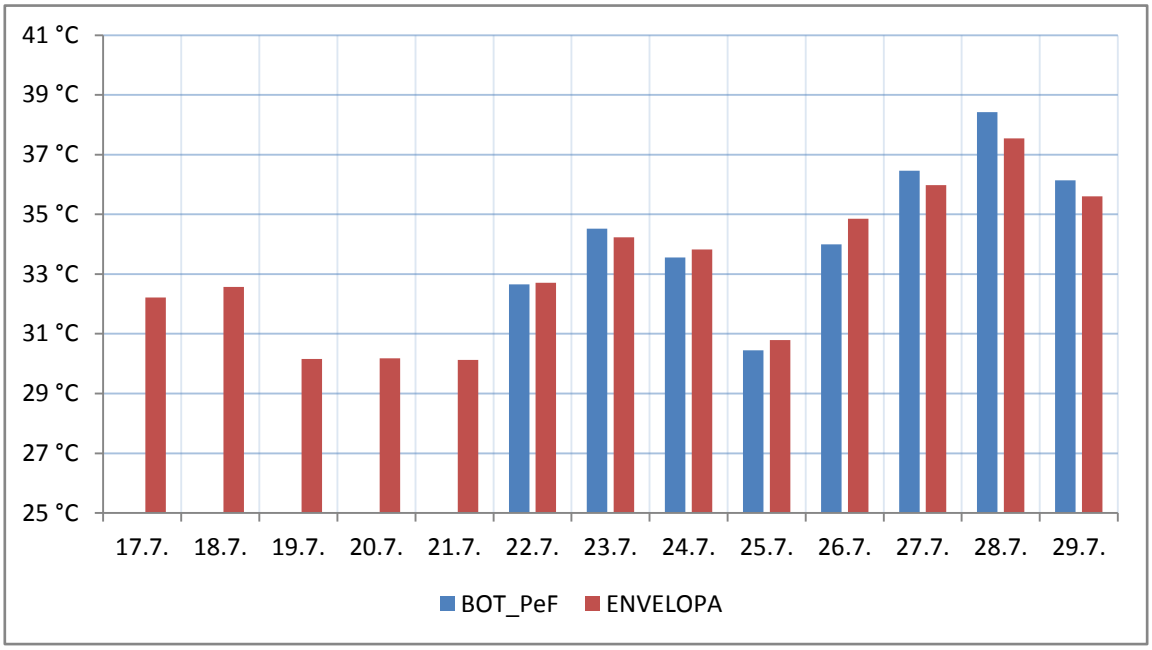
Obr. 17: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 17. 6 – 21. 6. 2013 na vybraných stanicích MESSO



Obr. 18: Průměrná denní teplota během horké vlny 17. 6. – 21. 6. 2013 na městských a příměstských stanicích

Rozdíl průměrných hodnot teploty vzduchu mezi městskými a příměstskými stanicemi zobrazuje Obr. 18. Nejvyšší rozdíl maximální teploty vzduchu nastal 19. 6., kdy mezi stanicemi činil průměrný teplotní rozdíl 1,3 °C. Nejnižší rozdíl (0,1 °C) nastal v konečné etapě horké vlny 21. 6.

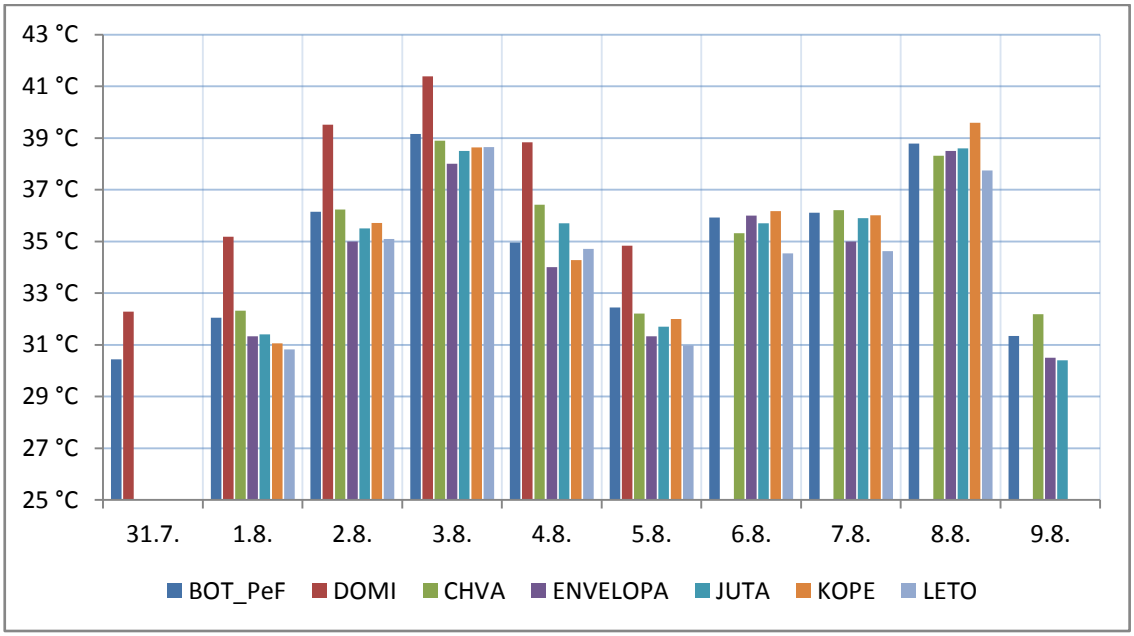
Druhá horká vlna byla zaznamenána od 17. 7. do 29. 7. na stanici ENVE (Obr. 19). Maximální denní teplota vzduchu na této stanici dosáhla 28. 7. hodnoty 37,5 °C, kdy vrcholil příliv teplého vzduchu. Dne 22. 7. započala horká vlna i na stanici BOT_PeF s délkou trvání 8 dní. Na této stanici byla stejně jako na stanici ENVE zaznamenána nejvyšší denní teplota 28. 7., a to 38,4 °C. Průměrná maximální teplota horké vlny na stanici ENVE dosáhla 33,1 °C, zatímco na stanici BOT_PeF hodnota dosahovala k 34,5 °C. Co se týče ostatních stanic v tomto období, tropické dny nedosáhly požadované podmínky trvání 5 dnů. Pokles teplot, s výjimkou stanice ENVE, nastal 20. 7. – 21. 7. na stanicích BOT_PeF, JUTA, KOPE a LETO a na stanici DOMI k 20. 7. Minimální denní teplota v těchto dnech byla zaznamenána na stanici KOPE a dosahovala 27,0 °C.



Obr. 19: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 17. 7. – 29. 7. 2013 na vybraných stanicích MESSO

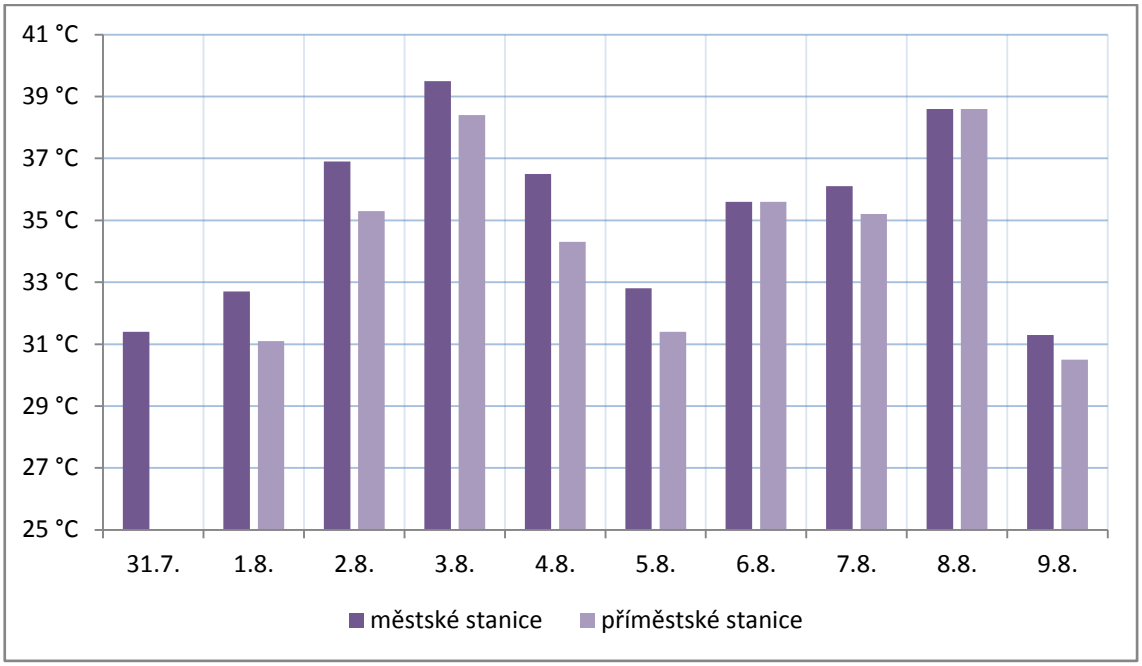
Na přelomu července a srpna byla zaznamenána třetí horká vlna, která započala 31. 7. na stanici BOT_PeF a DOMI (Obr. 20). Na ostatní stanice dorazila o den později 1. 8., s délkou trvání deseti dní na stanici BOT_PeF a 8 dní na stanici LETO a KOPE. Důvodem byla studená okluzní fronta střední intenzity, která přes naše území přecházela od západu 30. 7. (Portál ČHMÚ, červen 2013). Nebýt ochlazení, které zapříčinilo pokles teplot tropických hodnot, nebylo by na stanici BOT_PeF, DOMI a ENVE třetí období horké vlny, ale pouze druhé.

Hodnota maximální denní teploty v těchto dnech dosahovala od 30,4 °C na stanici JUTA (9. 8.) do 41,4 °C na stanici DOMI (3. 8.). Průměrná maximální teplota horké vlny byla nejvyšší na stanici DOMI dosahující 37,0 °C (v tomto případě se ale musí zohlednit neúplnost dostupných dat, kdy od 6. 8. do 10. 8. nebyly zaznamenané žádné teploty). Konec horké vlny byl na stanicích KOPE a LETO zaznamenán k 8. 8., na ostatních stanicích poté k 9. 8. Počty tropických dnů již poté nedosáhly hranice pěti dnů a poslední tropický den byl zaznamenán 31. 8. s hodnotou 30,0 °C na stanici KOPE.



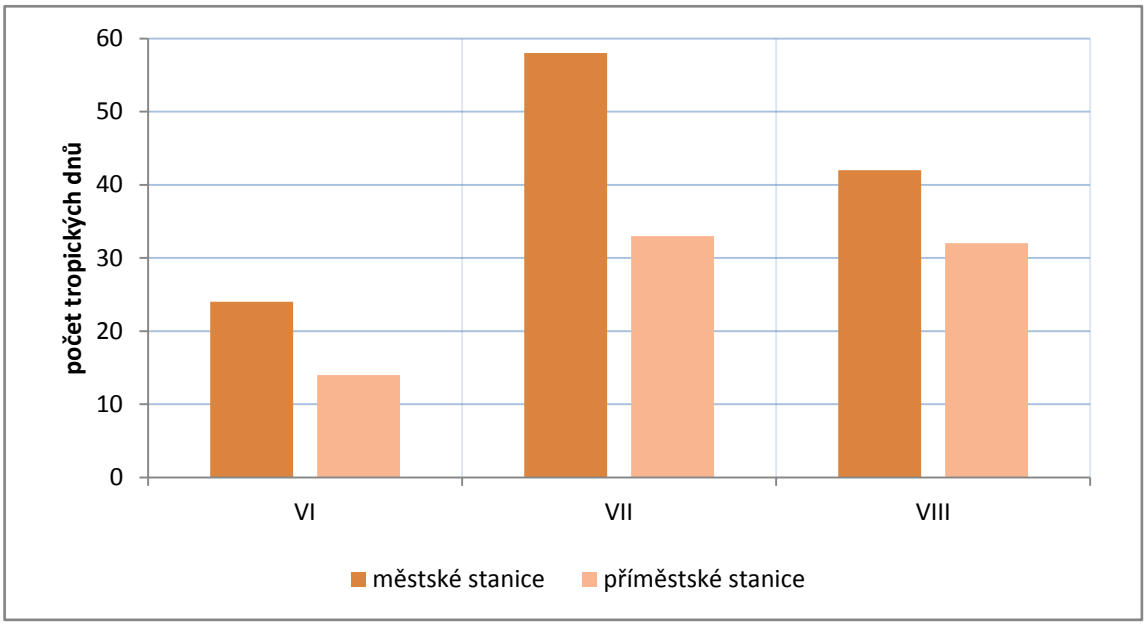
Obr. 20: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 31. 7. – 9. 8. 2013 na vybraných stanicích MESSO

Z hlediska průměrné denní teploty (Obr. 21) je viditelný rozdíl mezi městskými a příměstskými stanicemi. Nejvyšší rozdíl teplot byl 4. 8., kdy byla průměrná teplota vzduchu na příměstských stanicích o 2,2 °C nižší než na stanicích městských. A právě stanice, nacházející se v městských částech Olomouce, jsou pravděpodobně výrazně ovlivněny tepelným ostrovem města. S tím je spojen i začátek horké vlny k 31. 7., kdy na městských stanicích BOT_PeF a DOMI hodnoty překročily tropickou hodnotu o den dříve, než na ostatních stanicích.

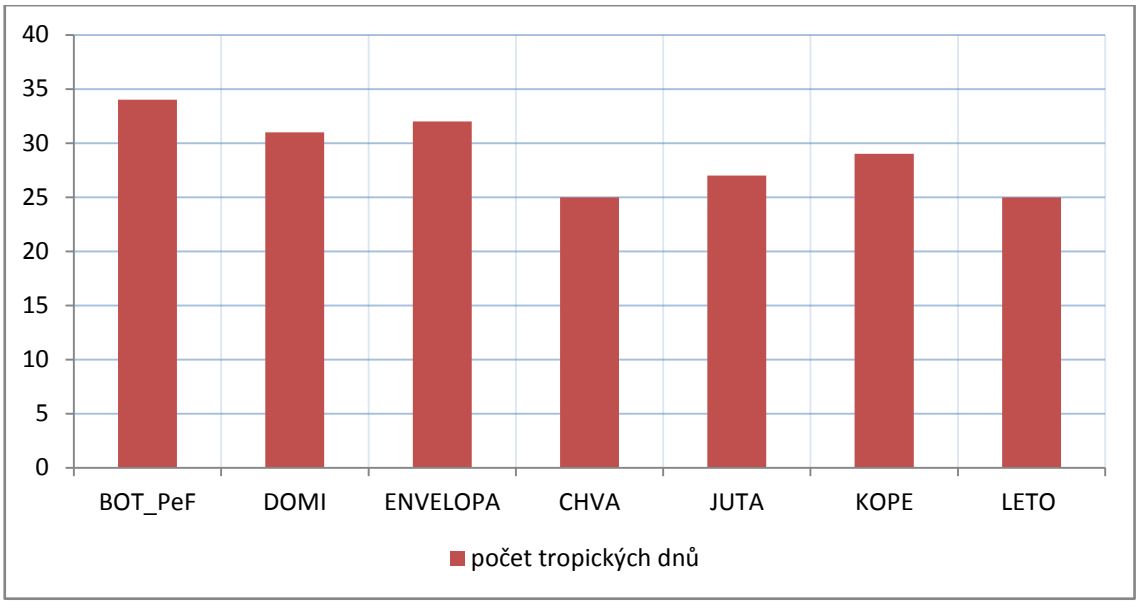


Obr. 21: Průměrná denní teplota horké vlny v období 31. 7. – 9. 8. 2013 na městských a příměstských stanicích

Absolutní počet tropických dnů (Obr. 22) v jednotlivých letních měsících přibližují rozdíly mezi městskými a příměstskými stanicemi. V červnu byl jejich počet na městských stanicích o 10 vyšší, než na stanicích příměstských. Významnější teplotní rozdíl v tropických hodnotách byl v červenci (druhá horká vlna 17. 7. – 29. 7.), kdy rozdíl mezi příměstskými a městskými stanicemi činil 25 dnů. Nejvyšší počet dnů s tropickými teplotami (Obr. 23) byl na městských stanicích BOT_PeF, DOMI a ENVE. V rozmezí třech sledovaných měsíců byl nejvyšší počet tropických dnů na BOT_PeF a nejnižší na příměstské stanici Chválkovice (CHVA).



Obr. 22: Absolutní počet tropických dnů na vybraných městských a příměstských stanicích v roce 2013



Obr. 23: Počet tropických dnů na vybraných stanicích MESSO v roce 2013

Rok 2013 byl z hlediska horkých vln a tropických teplot průměrný. Za celé období se vyskytly tři epizody horkých vln (17. 6. – 21. 6., 17. 7. – 29. 7. a 31. 7. – 9. 8.). První vlna zaznamenána v červnu byla nejintenzivnější na stanici ENVE, DOMI a BOT_PeF (Tab. 6). Její délka trvala 5 dní a splnila definici horké vlny. Průměr denní maximální teploty na městských stanicích činil 33,5 °C. Navíc se tyto městské stanice nacházejí v zastavěné části města a jsou ovlivněny aktivním povrchem, který účinně absorbuje více slunečního záření a uvolňuje tak teplo do okolní atmosféry. Nejnižší

průměrnou teplotu 33,1 °C měla stanice JUTA, která představuje stanici městskou. Ta se ovšem nachází v městské části Holice, poměrně vzdálené od zastavěného centra města a s menším vlivem jeho tepelného ostrova.

Druhá horká vlna nastala začátkem třetího týdne v červenci, ovšem pouze na stanici BOT_PeF a ENVE. Na ostatních stanicích nebyla vlna zaznamenána. Ve většině případů byly tropické teploty přerušeny od 20. – 21. 7., kdy přes naše území přecházela slabá okluzní fronta ze severu (Portál ČHMÚ, červenec 2013).

Třetí a poslední horká vlna roku 2013 byla zaznamenána nejprve od 31. 7. na stanici DOMI a BOT_PeF a od 1. 8. se tropické teploty vyskytly na všech stanicích MESSO. Průměrné teploty na městských i příměstských stanicích se blížily k 35,0 °C. Nejméně epizod teplých vln zaznamenaly příměstské stanice CHVA, KOPE a LETO v druhé dekádě horké vlny (Tab. 7). Jediná příměstská stanice Chválkovice (CHVA) měla v roce 2013 pouze jednu horkou vlnu zaznamenanou v srpnu s průměrnou maximální teplotou 34,4 °C. Může se tedy počítat za nejchladnější stanici z hlediska maximálních denních teplot.

Tab. 6: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2013 na městských stanicích MESSO

Městské stanice	17. 6. – 21. 6.	17. 7. – 29. 7.	31. 7. – 9. 8.
BOT_PeF	33,6	34,5	34,7
DOMI	33,6	*	37**
ENVELOPA	33,7	33,1	35,3
JUTA	33,1	*	34,8
Průměr	**33,5**	**33,8**	**34,9**

*horká vlna nebyla zaznamenána
**neúplnost dat

Tab. 7: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2013 na příměstských stanicích MESSO

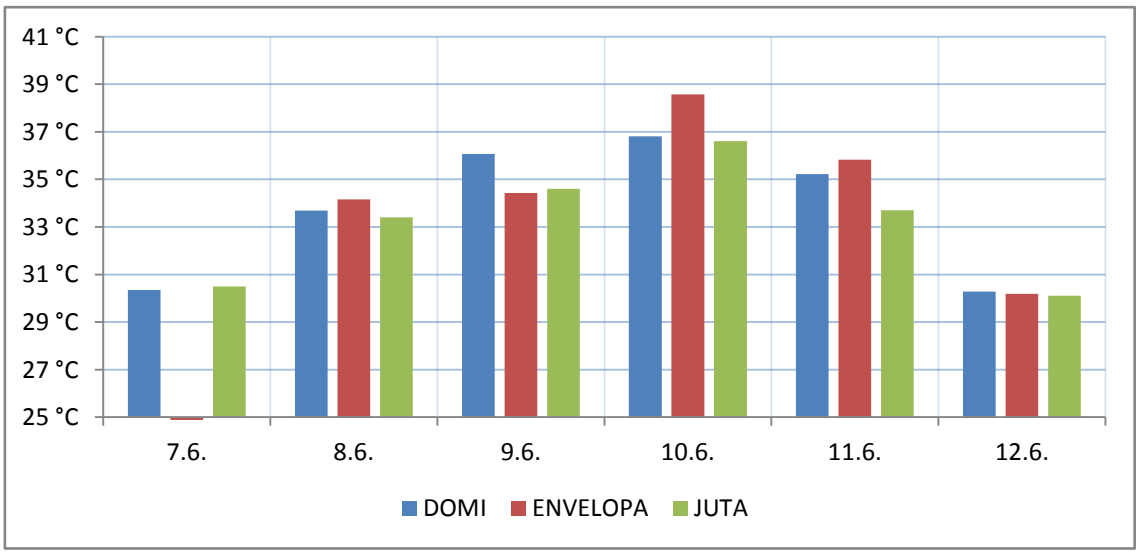
Příměstské stanice	17. 6. – 21. 6.	17. 7. – 29. 7.	31. 7. – 9. 8.
CHVA	*	*	34,4
KOPE	33,1	*	35,4
LETO	32,3	*	34,7
Průměr	**32,7**	*	**34,8**

*horká vlna nebyla zaznamenána

7.4. Horké vlny v roce 2014

V roce 2014 byla první vlna zaznamenána pouze na třech městských stanicích DOMI, ENVE a JUTA (Obr. 24). Nástup začátku horké vlny byl na stanici DOMI a JUTA 7. 6. a na stanici ENVE o den později 8. 6. Délka na stanici ENVE splňovala podmínku pěti po sobě jdoucích dní s maximální denní teplotou vzduchu přes 30 °C. Po dobu šestí dní trvala délka horké vlny na stanici JUTA s průměrnou maximální teplotou 33,2 °C, na stanici DOMI poté s hodnotou průměrné teploty 33,7 °C. Nástup první horké vlny v červnu 2014 zapříčinila teplá fronta z jihozápadu, té ovšem předcházela fronta okluzní a ta přes naše území přecházela 7. 6. (Portál ČHMÚ, červen 2014).

Nejvyšší zaznamenaná teplota na těchto stanicích se vyskytla 10. 6., kdy jednoznačně dominovala teplota na stanice ENVE s 38,6 °C. V porovnání se stanicí JUTA činil rozdíl teplot 2 °C. Výrazná teplotní změna nastala 12. 6., kdy se maximální denní teplota na stanicích DOMI, JUTA a ENVE stále držela nad tropických 30 °C. Za změnou počasí stála studená fronta ze severozápadu se střední intenzitou, která přes území Olomouce přecházela právě 12. 6. (Portál ČHMÚ, červen 2014). Ostatní stanice dosáhly během června tropických teplot, které započaly 8. 6., ale délka jejich trvání dosáhla pouze čtyř dnů. V tomto případě jde jednoznačně vidět rozdíl mezi příměstskými a městskými stanicemi.



Obr. 24: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 7. 6. – 12. 6. 2014 na vybraných stanicích MESSO

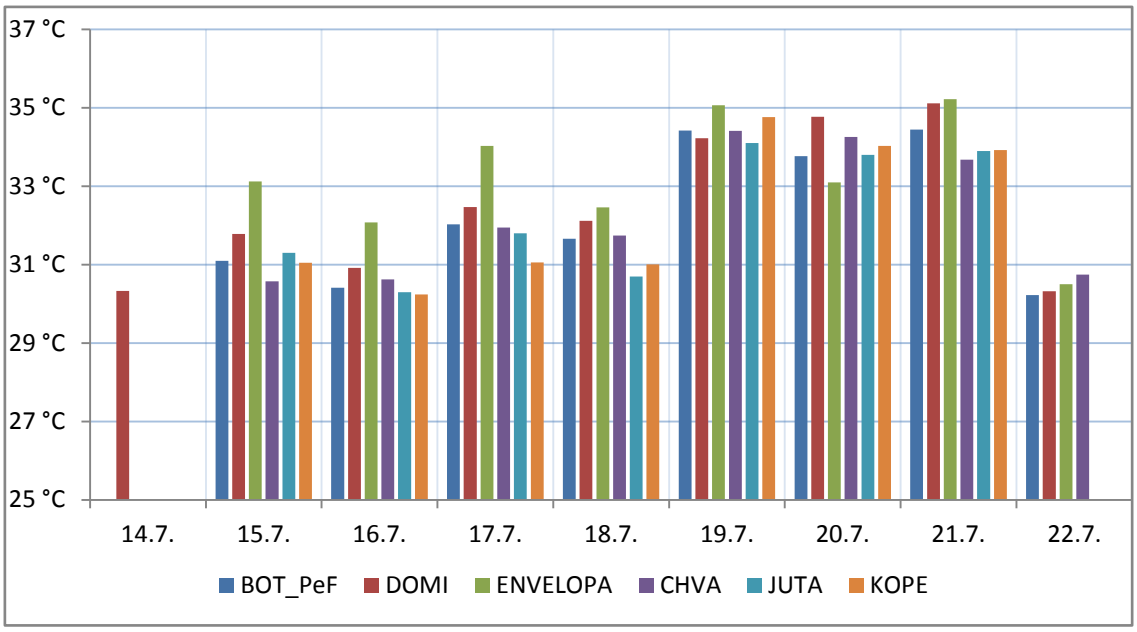
Druhá horká vlna byla zaznamenána od 14. 7. s rozdílnou délkou trvání na jednotlivých městských i příměstských stanicích (Obr. 25). Dne 14. 7. byla dosažena tropická teplota na městské stanici DOMI s maximální denní teplotou vzduchu 30,3 °C. O den později 15. 7. nastal začátek horké vlny na stanici BOT_PeF, ENVE, CHVA, JUTA a KOPE. Jediná stanice bez horké vlny v tomto období byla příměstská stanice LETO. Na této stanici byl průběh maximálních tropických teplot přerušen 18. 7., kdy vlivem mírného ochlazení došlo ke snížení teploty pod tropickou hodnotu (29,7 °C).

Nejdelší délka trvání horké vlny byla na stanici DOMI (14. 7. – 22. 7.) s průměrnou teplotou vzduchu 32,4 °C za celé období horké vlny. Stanice DOMI, ve více než šesti po sobě jdoucích dnech, dosahovala nejvyšších maximálních denních teplot.

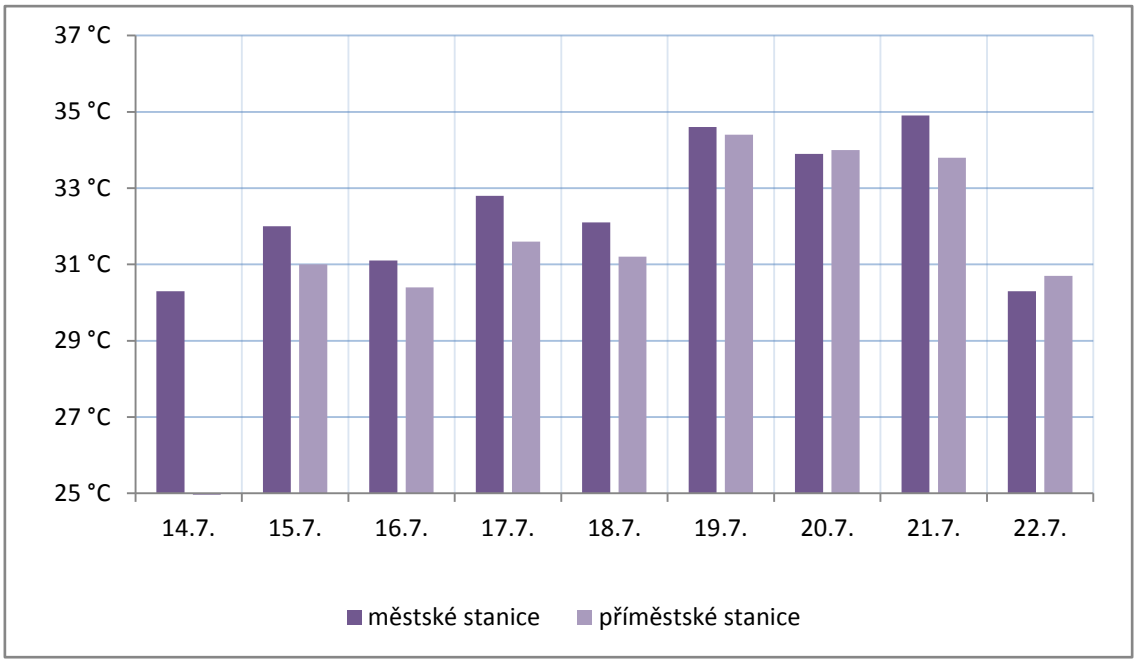
Nejvyšší denní maximální teploty byly zaznamenány dne 21. 7., kdy vrcholil příliv teplého vzduchu. Teplota na stanici ENVE dosahovala 35,2 °C, na stanici DOMI 35,1 °C. Rozdíl mezi nejvyšší (DOMI) a nejnižší (CHVA) hodnotou teploty vzduchu téhož dne činil 1,5 °C.

Délka horké vlny pro stanice JUTA a KOPE, trvala celkem 7 dní, a to od 15. 7. do 21. 7. V těchto dnech dosáhla maximální teplota na stanici JUTA hodnoty 34,1 °C (19. 7.), na stanici KOPE ve stejný den 34,8 °C. Průměrná maximální teplota na obou stanicích byla stejná, a to 32,3 °C. Na ostatních stanicích BOT_PeF, ENVE a CHVA byla horká vlna zaznamenána od 15. 7. do 22. 7. Jejich průměrná maximální teplota činila 32,3 °C (BOT_PeF), 33,2 °C (ENVE) a 32,2 °C (CHVA). Poslední den horké vlny (22. 7.) se nejvyšší maximální denní teplota těchto tří stanic dostala k 30,7 °C (CHVA).

Rozdíl mezi městskými a příměstskými stanicemi z hlediska průměrné denní teploty vykazuje Obr. 26. Během období horké vlny došlo ve dvou případech k vyšší průměrné denní teplotě na příměstských stanicích, a to 20. 7. a 22. 7. Ve dne 20. 7. došlo k postupnému vyrovnání rozdílů teplot mezi příměstskými a městskými stanicemi. Rozdíl činil pouze 0,1 °C. Během poklesu teplot 22. 7. zůstaly hodnoty příměstských stanic o 0,4 °C výše než hodnoty na stanicích městských.



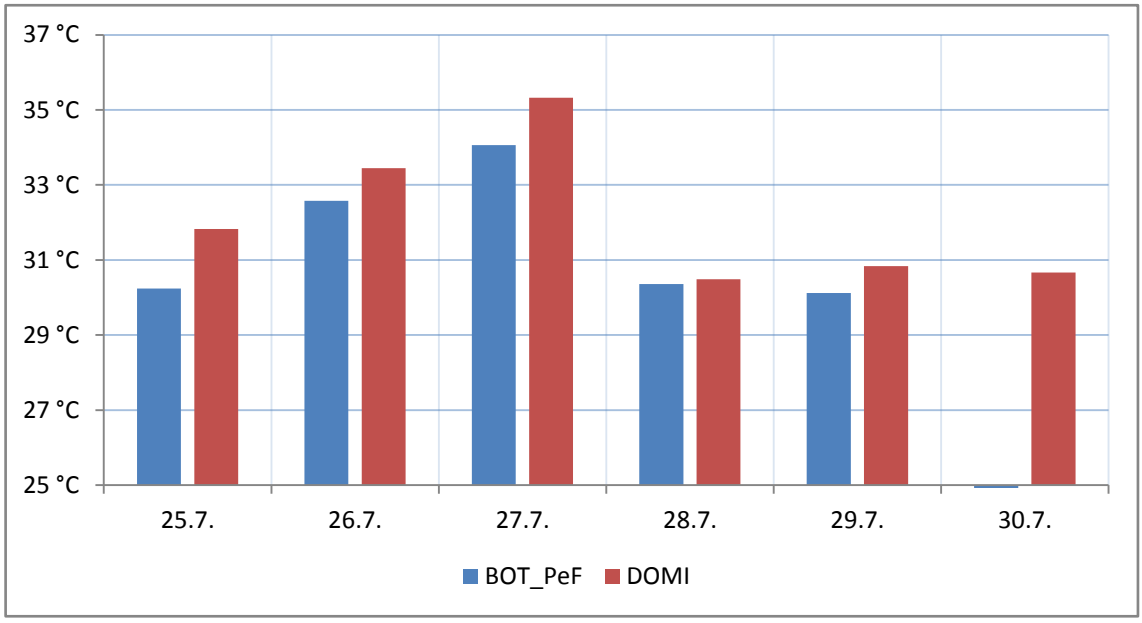
Obr. 25: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 14. 7. – 22. 7. 2014 na vybraných stanicích MESSO



Obr. 26: Průměrná denní teplota během horké vlny 14. 7. – 22. 7. 2014 na městských a příměstských stanicích

Třetí a poslední horká vlna roku 2014 nastala pouze na dvou stanicích. Jak je patrné z Obr. 27, pro stanici DOMI a BOT_PeF byl zaznamenán počátek tropických teplot k 25. 7. Rozdílné bylo ovšem zakončení horké vlny, kdy na stanici BOT_PeF

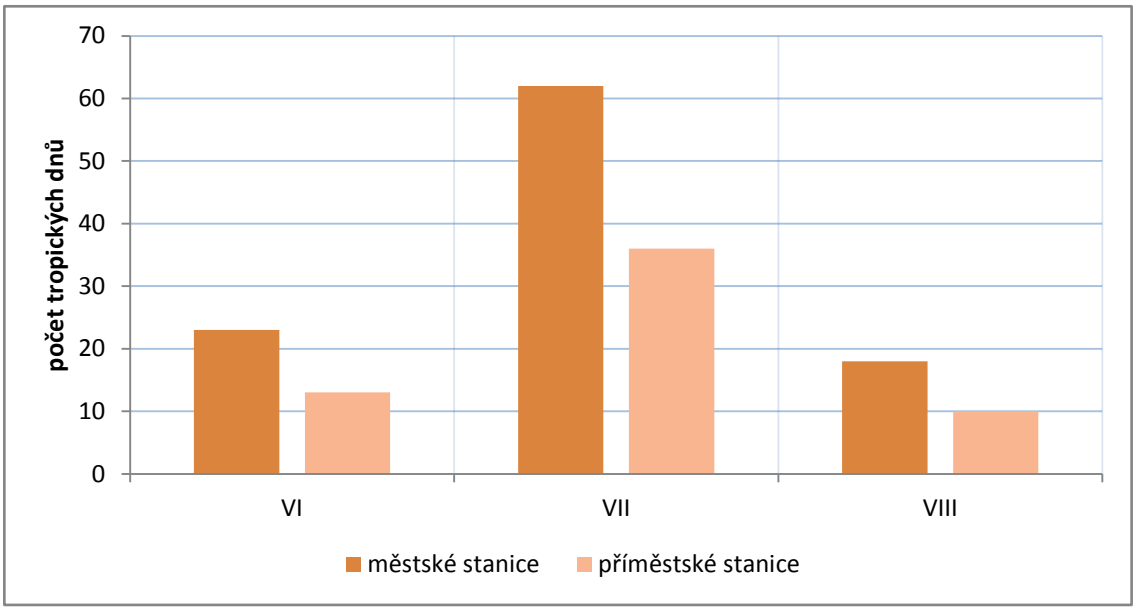
teplota pod tropickou hodnotu klesla již o den dříve (29. 7.) oproti stanici DOMI. Změna počasí a pokles teplot byl zapříčiněn slabou studenou frontou (Portál ČHMÚ, červenec 2013). Den s nejvyššími hodnotami maximálních teplot nastal 27. 7. Na stanici DOMI se maximální teplota vzduchu dostala na 35,3 °C, na stanici BOT_PeF poté na 34,1 °C. Rozdíl mezi těmito stanicemi činil 1,2 °C. Po celou dobu horké vlny měla stanice DOMI vyšší maximální denní teploty, než byly zjištěny na stanici BOT_PeF.



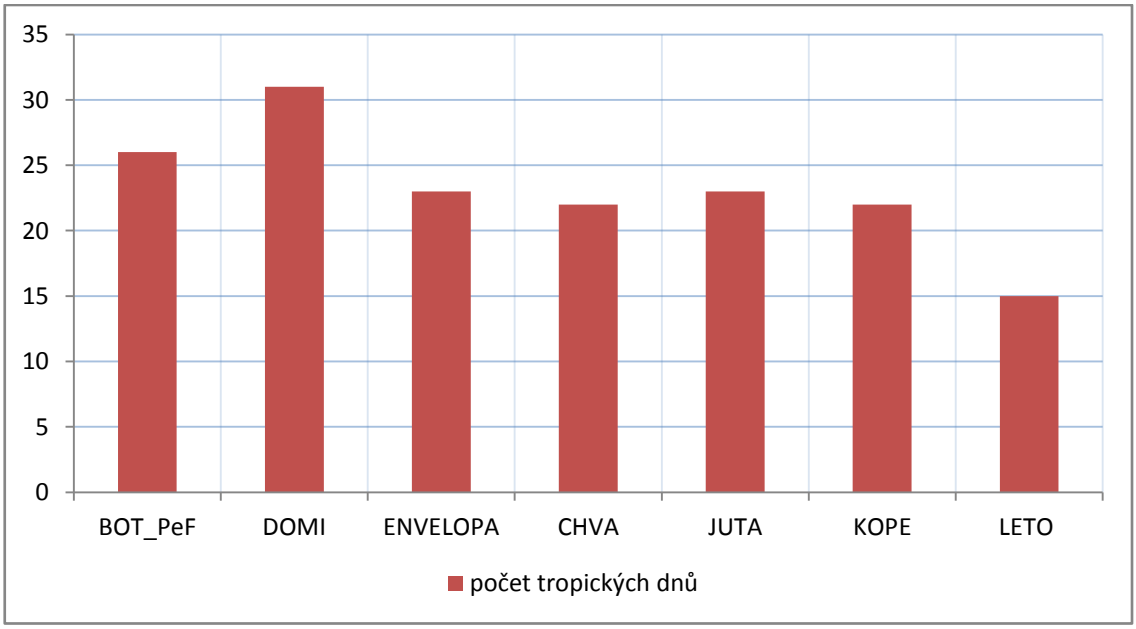
Obr. 27: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 25. 7. – 30. 7. 2014 na vybraných stanicích MESSO

Při absolutním počtu tropických dnů (Obr. 28) na městských a příměstských stanicích významně převyšují stanice městské. V červenci byl rozdíl nejvíce patrný. Počet tropických dnů na městských stanicích dosáhl 62 dnů, oproti stanicím příměstským. Rozdíl činil 26 dnů. Výraznou stanicí městského typu, která měla za celé období roku 2014 nejvíce tropických dnů (31), je stanice DOMI (Obr. 29). Po ní následuje stanice BOT_PeF s 26 dny. Nejchladnější stanicí se stala příměstská stanice LETO. Za celý rok 2014 měla tato stanice pouze 15 tropických dnů, navíc je tato stanice jediná, na niž nebyla zaznamenána horká vlna.

Po dobu zbývajících letních měsíců se teploty již nad tropickou hodnotu nedostaly, a to v takovém rozsahu, aby byla splněna podmínka horké vlny.



Obr. 28 : Absolutní počet tropických dnů na vybraných městských a příměstských stanicích v roce 2014



Obr. 29: Počet tropických dnů na vybraných stanicích MESSO v roce 2014

V roce 2014 byly zaznamenány celkem tři epizody horkých vln (7. 6. – 12. 6., 14. 7. – 22. 7. a 25. 7. – 30. 7.). Z hlediska výskytu tropických teplot, průběhu a délky horkých vln byl tento rok teplotně podprůměrný. První vlna zaznamenána od 7. 6. do 12. 6. se vyskytla pouze na třech stanicích městského typu (DOMI, ENVE a JUTA). Stanicí s nejvyšší denní maximální teplotou 34,6 °C byla stanice ENVE, která měla celkově 23 tropických dnů. S počtem 31 dnů a s průměrnou denní maximální teplotou

33,7 °C následuje stanice DOMI. Na této stanici byly zaznamenány během sledovaného období nejvyšší tropické hodnoty. Také se jedná o jedinou stanici, na které se vyskytly všechny horké vlny tohoto roku.

Druhá horká vlna počínající od 14. 7. na stanici DOMI a od 15. 7. na stanicích BOT_PeF, ENVE, CHVA, JUTA a KOPE byla nejvýznamnější z hlediska maximálních teplot pro většinu sledovaných stanic MESSO. Kromě příměstské stanice LETO se horké vlny vyskytly na všech stanicích městského i příměstského typu. Nejvyšší průměrná maximální teplota byla zaznamenána na stanici ENVE s hodnotou 33,2 °C. Samotný průměr denní maximální teploty za všechny městské stanice v celém období horké vlny byl 32,6 °C. Při porovnání první a druhé epizody horkých vln byla průměrná denní maximální teplota vyšší v prvním období o 1,6 °C (Tab. 8).

Poslední horká červencová vlna, zaznamenaná od 25. 7. do 30. 7., byla nejchladnější z celého období. Horká vlna se vyskytla pouze na městských stanicích BOT_PeF a DOMI s délkou trvání 6 dní na stanici DOMI a 5 dní na stanici BOT_PeF. Celkový průměr maximální denní teploty činil 31,8 °C.

V období první a třetí vlny nebyly zaznamenány horké vlny na žádné z příměstských stanic (Tab. 9). Tropické teploty na začátku druhého týdne v červnu a v předposledním týdnu v červenci nebyly dostatečně dlouhé, aby dosáhly podmínek horké vlny.

Tab. 8: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2014 na městských stanicích MESSO

Městské stanice	**7. 6. – 12. 6.**	**14. 7. – 22. 7.**	**25. 7. – 30. 7.**
BOT_PeF	*	32,3	31,5
DOMI	33,7	32,4	32,1
ENVELOPA	34,6	33,2	*
JUTA	33,2	32,3	*
Průměr	**33,8**	**32,6**	**31,8**

*horká vlna nebyla zaznamenána

Tab. 9: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2014 na příměstských stanicích MESSO

Příměstské stanice	7. 6. – 12. 6.	14. 7. – 22. 7.	25. 7. – 30. 7.
CHVA	*	32,2	*
KOPE	*	32,3	*
LETO	*	*	*
Průměr	*****	**32,3**	*****

*horká vlna nebyla zaznamenána

7.5. Horké vlny v roce 2015

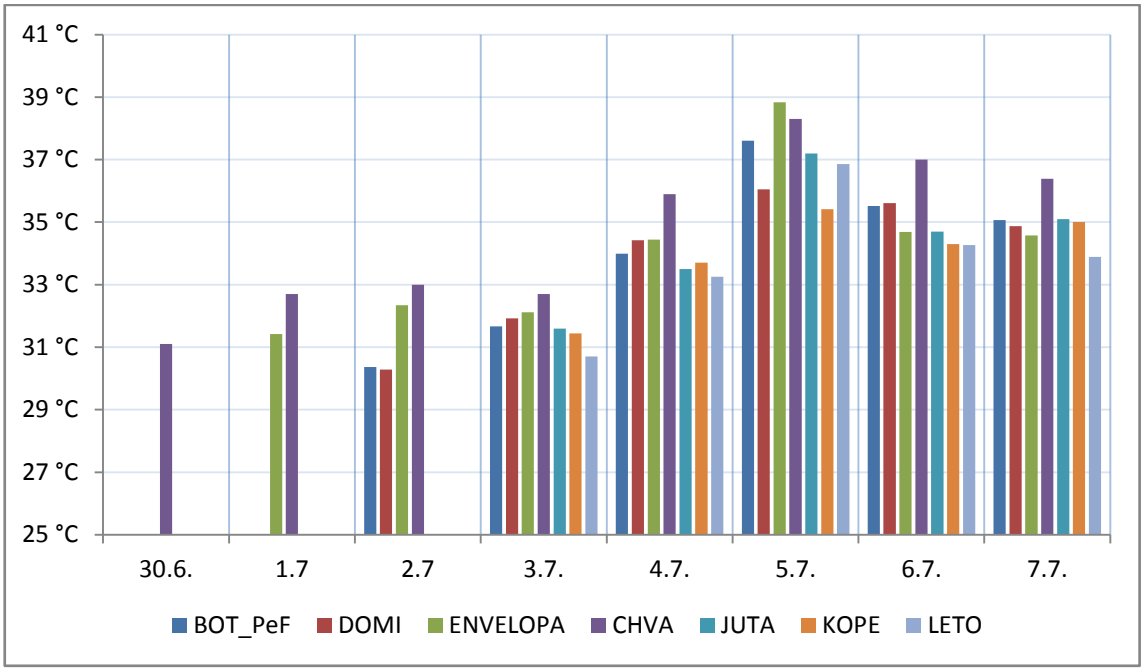
První vlna roku 2015 se datuje na přelom června a července (Obr. 30). Začátek první vlny byl zaznamenán na příměstské stanici Chválkovice (CHVA) 30. 6. Denní maximální teplota dosahovala 31,1 °C. Den poté, 1. 7., byla zaznamenána tropická teplota 31,4 °C na stanici ENVE.

K 30. 6. přes naše území pronikala okluzní fronta ze severozápadu s výběžkem vysokého tlaku vzduchu. To bylo také příčinou změny počasí a nástupu tropických teplot (Portál ČHMÚ, červen 2015). Dalšími stanicemi, na kterých se objevily tropické teploty, byly městské stanice BOT_PeF (30,4 °C) a DOMI (30,3 °C). Nejvyšší denní maximální teploty téhož dne byly zaznamenány na stanici CHVA, kdy rozdíl mezi nejvyšší maximální teplotou na stanici CHVA a nejnižší na stanici DOMI byl 2,4 °C.

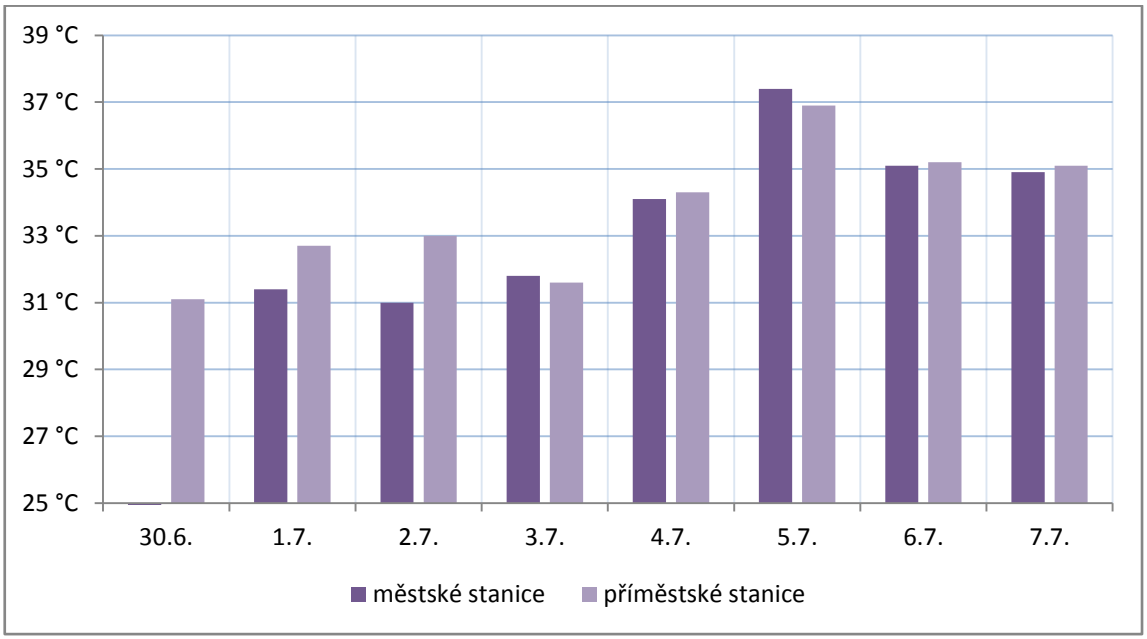
Dne 3. 7. byly zaznamenány tropické teploty na všech městských i příměstských stanicích. Nejteplejší den a zároveň den s nejvyššími maximálními tropickými teplotami nastal 5. 7. Příčinou byla teplá fronta z jihozápadu, která přes území České republiky přecházela 4. 7. ve večerních hodinách a následně se o den později přiblížila k území Olomouce (Portál ČHMÚ, červenec 2015). Denní maxima 5. 7. na stanici ENVE dosahovaly 38,8 °C. Nejnižší teplota byla přitom znamenána na stanici KOPE, kde dosahovala 35,4 °C. Průměrná maximální denní teplota na příměstských a městských stanicích dosahovala 37,2 °C.

Nejvyšší průměrná teplota, zaznamenaná za období první vlny, byla na příměstské stanici CHVA 35,1 °C a naopak nejnižší na stanici LETO 33,8 °C. Horká vlna s délkou trvání osmi dní pro stanici CHVA a pěti dní pro stanice JUTA, KOPE a LETO, skončila k 8. 7., kdy teploty na všech stanicích klesly pod tropickou hodnotu.

V rámci průměrných teplot na vybraných příměstských a městských stanicích MESSO (Obr. 31) v prvních dnech horké vlny, byly zaznamenány vyšší teploty na stanicích příměstských. Během celého období byly průměrné teploty téměř vyrovnány. Nejvyšší rozdíl teplot byl zaznamenán 5. 7., kdy ovšem průměr městských stanic převyšuje stanice příměstské o 0,5 °C. V poslední den horké vlny dochází opět k nárůstu průměrných maximálních teplot na příměstských stanicích, a to díky stanici CHVA, kdy maximální denní teplota dosáhla 36,4 °C.



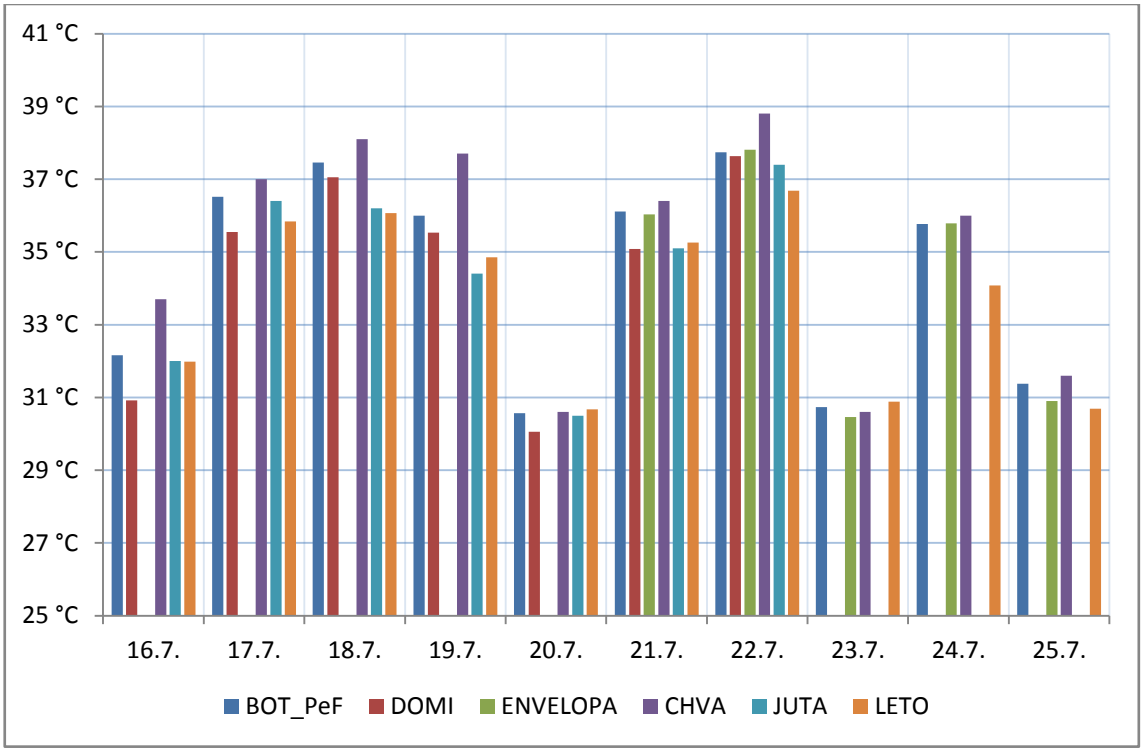
Obr. 30: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 30. 6. – 7. 7. 2015 na vybraných stanicích MESSO



Obr. 31: Průměrná denní teplota během horké vlny 30. 6. – 7. 7. 2015 na městských a příměstských stanicích

Začátek druhé horké vlny byl zaznamenán od 16. 7. jmenovitě na stanicích BOT_PeF, DOMI, CHVA, JUTA, LETO (Obr. 32). Stanicí, kde nebyla během tohoto období horká vlna zaznamenána, je příměstská KOPE. V tomto období docházelo ke střídání teplých a studených front doprovázené okluzními frontami (Portál ČHMÚ,

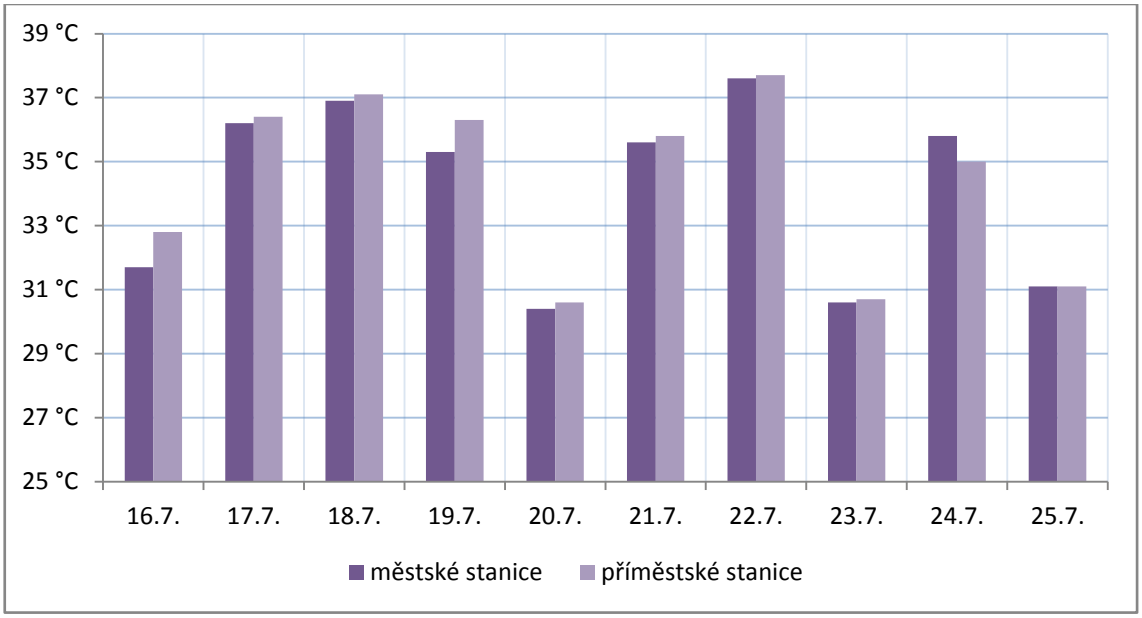
červenec 2015). To byl také důsledek začátku horké vlny na městské stanici ENVE, kdy nástup tropických teplot započal již 16. 7., ovšem došlo k přerušení vlivem vpádu studeného tlaku vzduchu od severozápadu (Portál ČHMÚ, červenec 2015) a teplota klesla pod tropických 30 °C. Ke dni 20. 7. klesly teploty ke svému minimu na všech stanicích, ale i tak, si kromě stanice KOPE, udržely teplotu nad tropickou hodnotou. Maximální denní teplota téhož dne byla zaznamenána na stanici LETO (30,7 °C), minimální poté na stanici DOMI (30,1 °C). Pouze na stanici BOT_PeF, LETO a CHVA trvalo období horké vlny celých 10 dní s průměrnou maximální teplotou 34,4 °C. Na ostatních stanicích došlo k nástupu horké vlny později (21. 7. ENVE), nebo došlo vlivem změny počasí k přerušení tropických teplot (23. 7. DOMI, JUTA). Dne 22. 7. byly zaznamenány nejvyšší maximální teploty na všech sledovaných stanicích. Stanice, která vykazovala nejvyšší denní teplotu, byla stanice Chválkovice (CHVA). Tato příměstská stanice, dosahovala ve většině případů nejvyšších hodnot v celém období horké vlny, a to s průměrem 35,1 °C.



Obr. 32: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 16. 7. – 25. 7. 2015 na vybraných stanicích MESSO

Průměrné denní teploty (Obr. 33) zaznamenané v období druhé vlny od 16. 7. do 25. 7. na městských a příměstských stanicích, vykazují vyšší rozdíly průměrných denních teplot, než v době trvání první horké vlny.

Nejvyšší rozdíl byl zaznamenán v první den horké vlny 16. 7., kdy příměstské stanice (LETO a CHVA) s průměrnou teplotou 32,8 °C převyšovaly průměr stanic BOT_PeF, JUTA a DOMI o 1,1 °C. Z Obr. 33 je také patrný vliv změny počasí týkající se 20. 7. a 23. 7. Dne 20. 7. byla vyšší průměrná teplota na příměstských stanicích, a to o 0,2 °C vůči stanicím městským. V tuto dobu byla horká vlna zaznamenána na dvou stanicích příměstských (CHVA, LETO) a třech stanicích městských (BOT_PeF, DOMI JUTA). Změna nastala 23. 7., kdy skončila horká vlna na městské stanici DOMI a JUTA. Průměrný rozdíl činil pouze 0,1 °C ve prospěch stanic příměstských. Před koncem druhé horké vlny, byla 24. 7. zaznamenána mírně teplá fronta jižního proudění, která byla následující den přerušena příchodem studené fronty z jihozápadního směru (Portál ČHMÚ, červenec 2015).

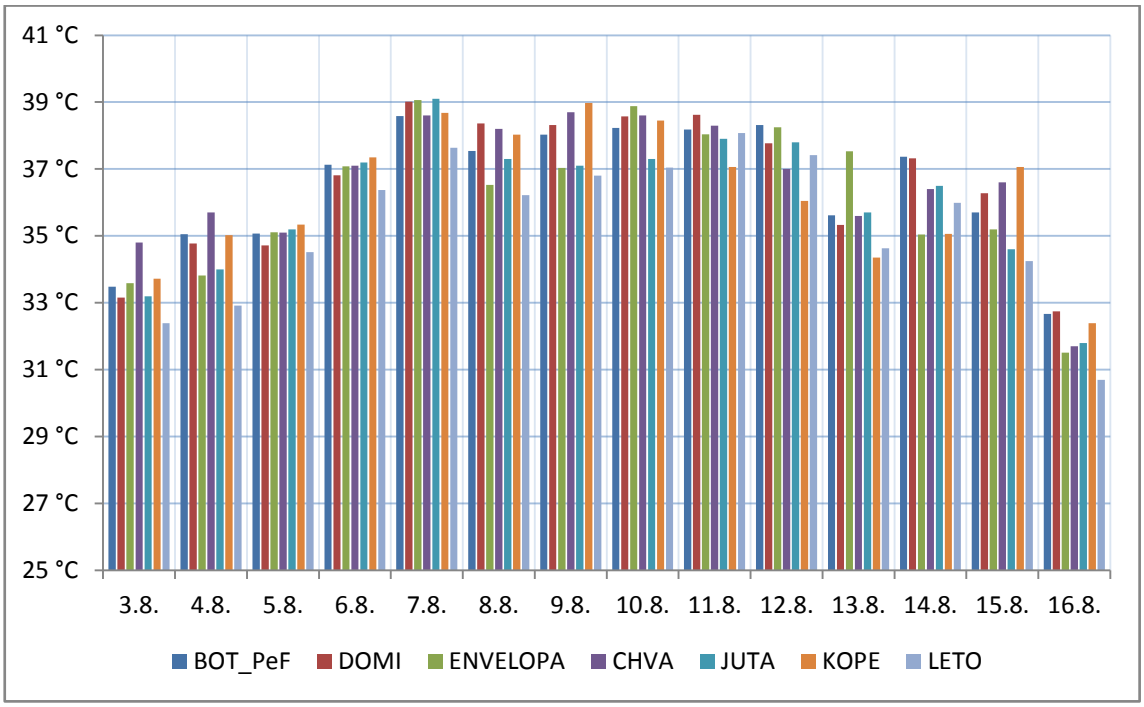


Obr. 33: Průměrná denní teplota během horké vlny 16. 7. – 25. 7. 2015 na městských a příměstských stanicích

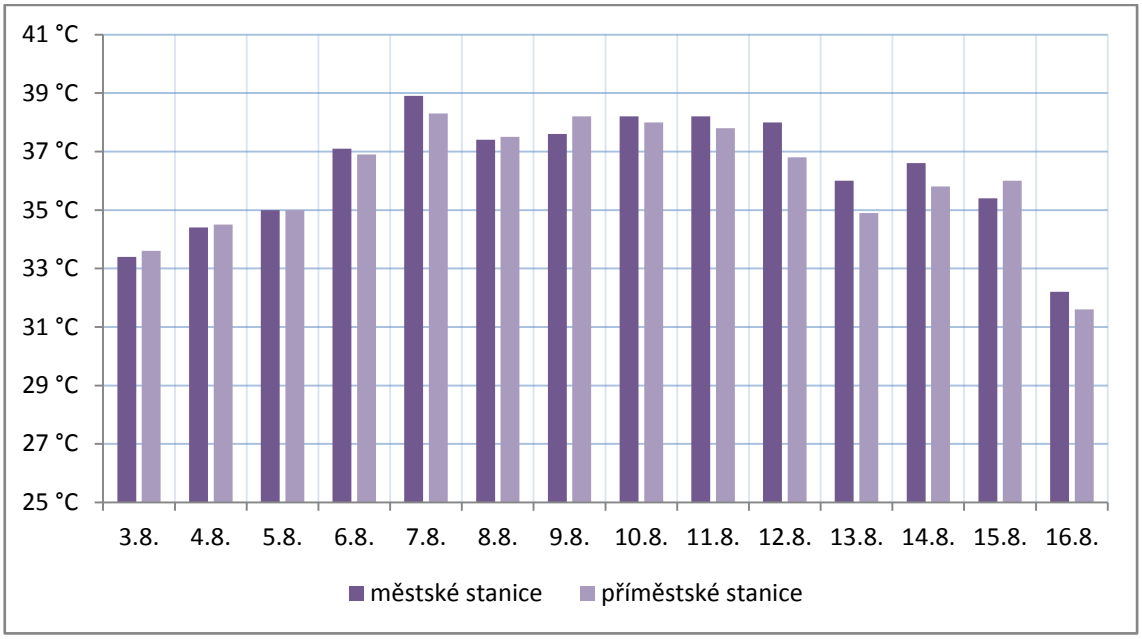
Třetí horká vlna byla co do délky tropických dnů a intenzity maximálních teplot nejvýznamnější (Obr. 34). Pro všechny sledované stanice započala horká vlna 3. 8. a skončila 16. 8. Po celou dobu 13 dnů na všech stanicích převládaly tropické teploty, kdy nejvyšší z nich byly zaznamenány na stanici ENVE a JUTA (39,1 °C). Postupný růst

teplot gradoval až do 7. 8., kdy na většině stanic dosáhla denní teplota maximálních hodnot. Nejnižší teplota v tento den byla zaznamenána na stanici LETO (37,6 °C) a průměrná teplota vystoupala na 38,7 °C. Minimální pokles teplot 8. 8. byl zapříčiněn mírným studeným prouděním ze severozápadního směru (Portál ČHMÚ, srpen 2015). Touto změnou počasí byly ovlivněny převážně příměstská stanice (LETO) a dvě stanice městské (ENVE, JUTA). Nejvýznamnější pokles teplot byl zaznamenán na stanici ENVE, kde teplota klesla o 2,5 °C.

Dalším dnem, kdy došlo k poklesu teplot, ještě před koncem horké vlny, byl 13. 8. Pokles zaznamenaly všechny stanice (Obr. 35). Nejnižší z nich byl na stanici ENVE (o 0,7 °C), která v předešlém průběhu poklesu teplot zaznamenala nejvyšší propad. Naopak nejvyšší rozdíl maximálních denních teplot ke dni 13. 8. nastal na stanici LETO (2,8 °C).



Obr. 34: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 3. 8. – 16. 8. 2015 na vybraných stanicích MESSO

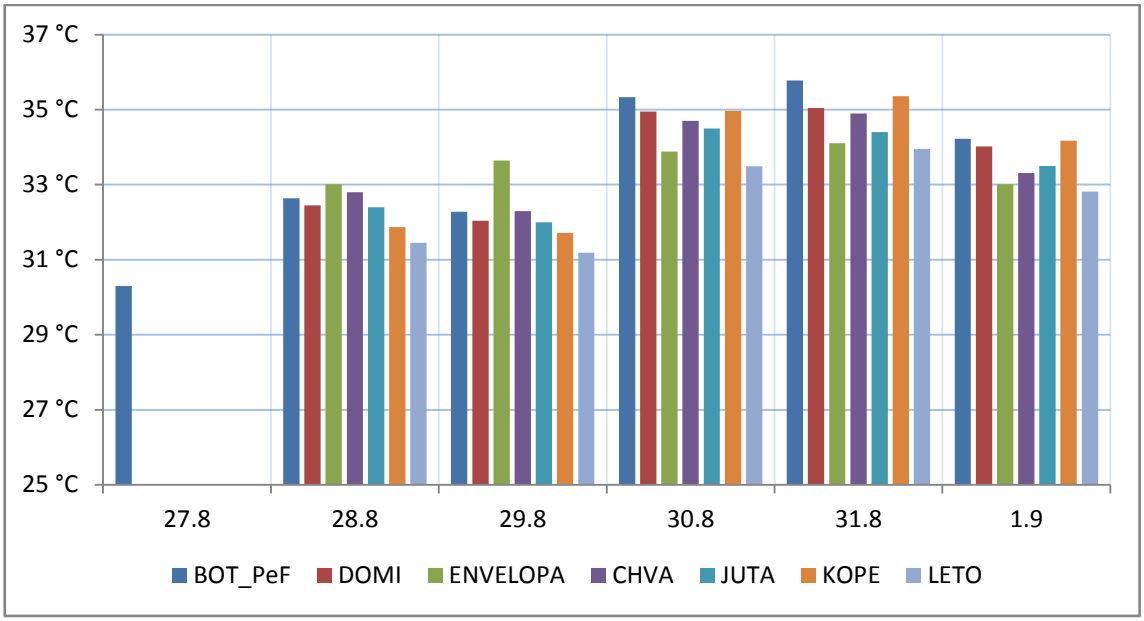


Obr. 35: Průměrná denní teplota během horké vlny 3. 8. – 16. 8. 2015 na městských a příměstských stanicích

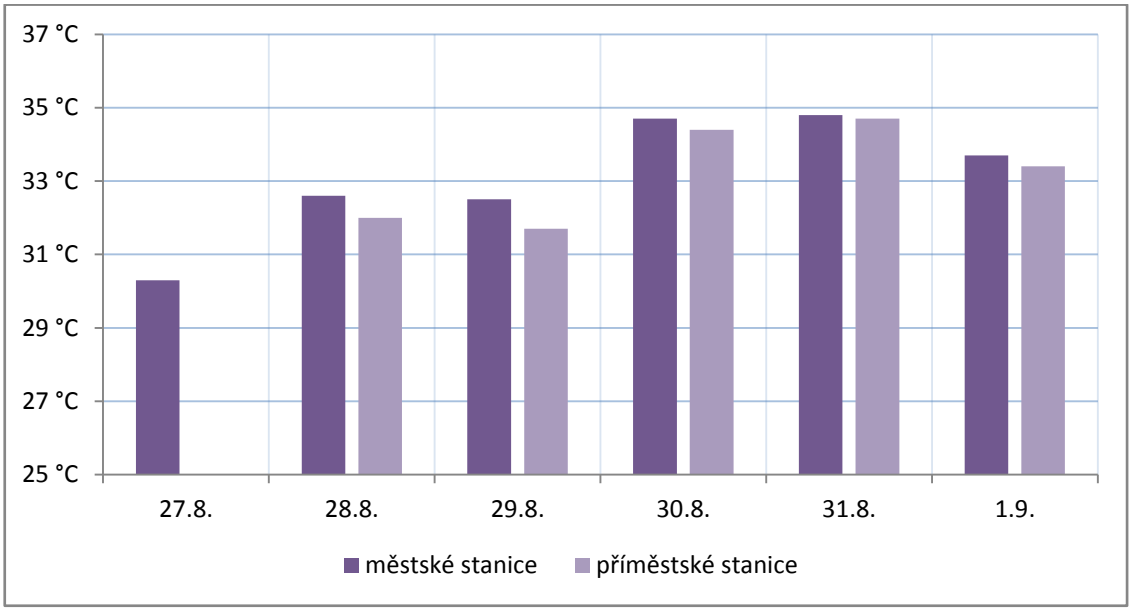
Čtvrtá a poslední horká vlna tohoto roku byla zaznamenána od 27. 8., kdy započala na stanici BOT_PeF, do 1. 9., kdy skončila na všech zbývajících stanicích (Obr. 36). Minimální denní teplota za celé období horké vlny 30,3 °C se vyskytla 27. 8. na stanici BOT_PeF. Maximální denní teplota poté na stejné stanici 31. 8. kdy se denní teplota vzduchu dostala k tropickým 35,8 °C.

Významný nárůst teplot byl zaznamenán 30. 8., kdy přes naše území postupovala teplá fronta jižního proudění se střední intenzitou (Portál ČHMÚ, srpen 2015). Nejvyšší teplotní rozdíl vykázala příměstská stanice KOPE (3,3 °C), nejnižší poté stanice ENVE (0,2 °C). V rámci městských stanic, měla nejvyšší průměrnou hodnotu horké vlny stanice DOMI, a to 33,7 °C. U příměstských stanic dominovala stanice KOPE a CHVA, s průměrnou teplotou 33,6 °C.

Nástup horké vlny pro příměstské stanice započal o jeden den později (Obr. 37) a za celé období nedosáhly takových hodnot, aby se vyrovnaly teplotám na stanicích městských. Nejvyšší rozdíl mezi stanicemi je patrný 29. 8., kdy teplotní rozdíly činily 0,9 °C. Ke dni 31. 8. činí rozdíl pouze 0,1 °C.



Obr. 36: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 27. 8. – 1. 9. 2015 na vybraných stanicích MESSO



Obr. 37: Průměrná denní teplota během horké vlny 27. 8. – 1. 9. 2015 na městských a příměstských stanicích

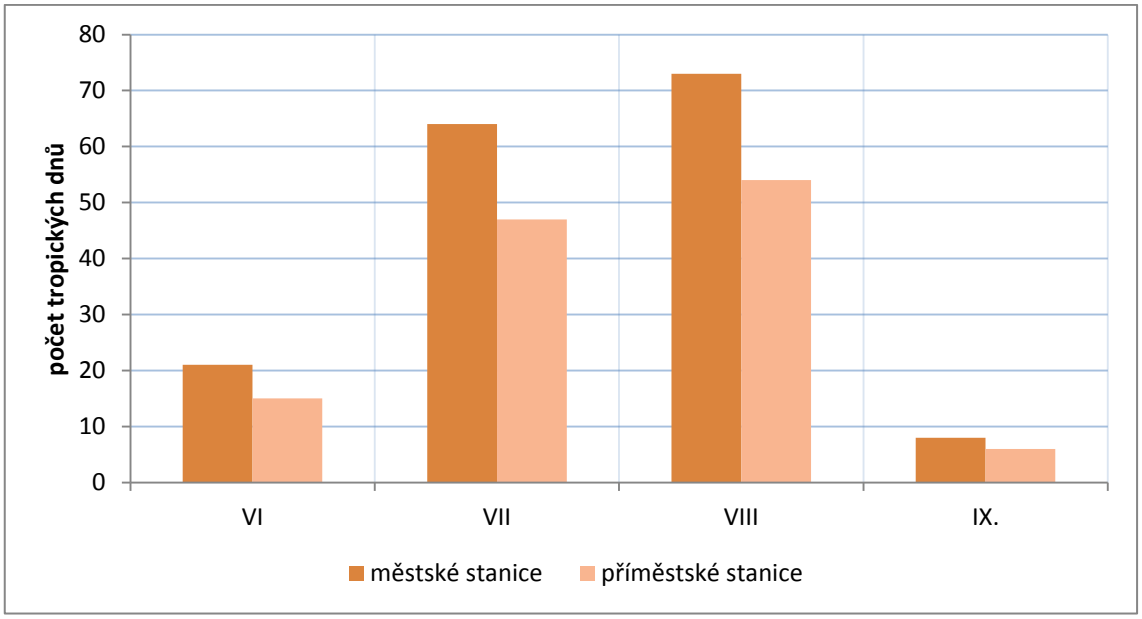
Rok 2015 je charakteristický vysokými letními teplotami a dlouhodobým obdobím tropických teplot, a to v rámci všech sledovaných stanic MESSO. V tomto roce byly zaznamenány 4 horké vlny (30. 6. – 7. 7., 16. 7. – 25. 7., 3. 8. – 16. 8., 27. 8. – 1. 9.). Na přelomu června a července byl zaznamenán začátek první vlny (30. 6. – 7. 7.), kdy se tropické teploty objevily na stanici CHVA. O tři dny později započala horká vlna na všech vybraných stanicích MESSO. Nejvyšší denní teplota se 5. 7. dostala na

hodnotu 38,8 °C (ENVE). Dne 7. 7. byl zaznamenán poslední den horké vlny s maximální denní teplotou 34,4 °C na příměstské stanici CHVA.

Od druhé poloviny července (16. 7.) započala druhá etapa horké vlny. Horká vlna byla zaznamenána pouze na šesti sledovaných stanicích městského a příměstského typu. Zajímavostí je situace na stanici ENVE, kdy se začátek horké vlny datoval k 21. 7. a délka trvala pouze 5 dní. Jedinou stanicí, která byla ovlivněna výkyvy počasí, a během kterých nebyla v druhé etapě horká vlna zaznamenána, je stanice KOPE. V rámci maximálních denních teplot byly nejvyšší hodnoty na stanici CHVA. Tato příměstská stanice dosahovala ve většině případů nejvyšších hodnot v celém období horké vlny, a to s průměrem 35,1 °C.

Třetí horká vlna (3. 8. – 16. 8.) představuje nejteplejší a nejdelší období tropických teplot roku 2015. Na všech stanicích tropické teploty v období maximálních teplot (7. 8. – 12. 8.) neklesly pod 35,0 °C.

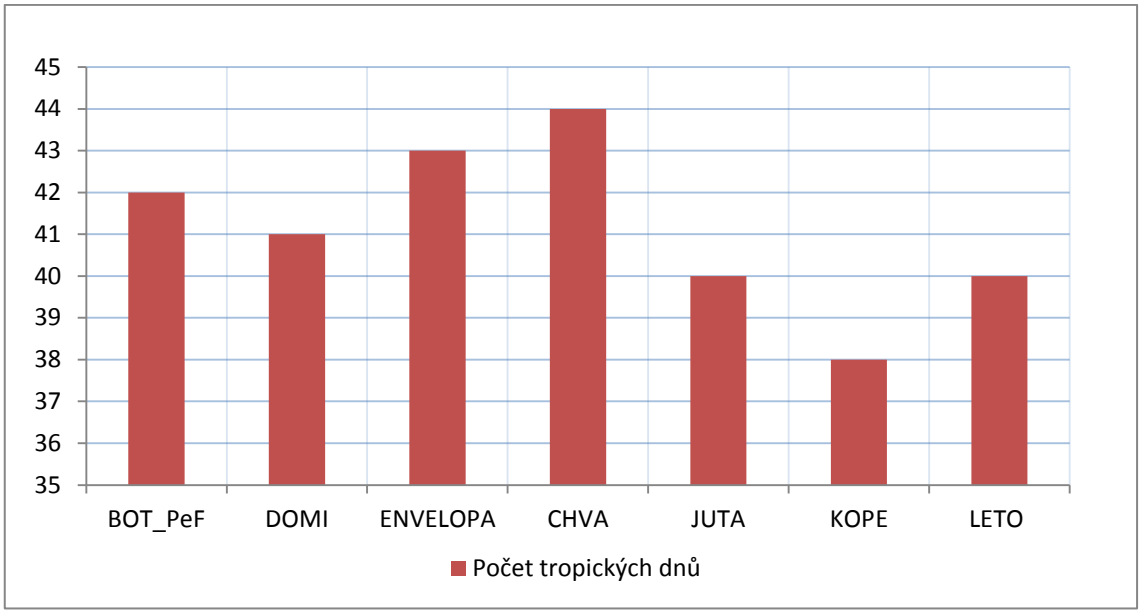
Čtvrtá a poslední horká vlna roku 2015 započala 27. 8. na městské stanici BOT_PeF. O den později se začátek horké vlny projevil i na ostatních sledovaných stanicích. Maximální teplota z celé vlny zaznamenaná k 31. 8. na městské stanici BOT_PeF dosáhla 35,8 °C a maximální teplota na příměstské stanici KOPE 35,4 °C. Mezi třetí a čtvrtou zaznamenanou horkou vlnou se vyskytlo období s velmi vydatnými srážkami. Jen 17. 8. a 18. 8. spadlo v celé ČR téměř 40 mm srážek. Tyto srážky ovšem jen dočasně zpomalily prohlubující se srážkový deficit, který byl díky vysokým teplotám tohoto roku výrazný (Daňhelka a kol, 2015).



Obr. 38: Absolutní počet tropických dnů na městských a příměstských stanicích v roce 2015

Z hlediska porovnání absolutního počtu tropických dnů (Obr. 38) pro městské a příměstské stanice je patrné, že měsíc srpen se může počítat za nejteplejší měsíc roku 2015. Celkem bylo na městských stanicích zaznamenáno 73 tropických dnů, což činí rozdíl oproti stanicím příměstským 19 dnů. V červenci byl zaznamenán rozdíl 17 dní, kdy se počet tropických dnů zaznamenaný na všech sledovaných příměstských stanicích MESSO zastavil na 47.

Vzhledem k počtu tropických dnů (Obr. 39) na jednotlivých sledovaných stanicích se mezi nejteplejší stanici roku 2015 počítá příměstská stanice CHVA. S počtem 44 tropických dnů překonala hodnotu tropických dnů na městské stanici ENVE o jeden den. Konkrétně se jednalo o 30. 6., kdy na stanici CHVA započal první den horké vlny. Nejchladnější stanici roku 2015 představuje, v rámci počtu tropických dnů, stanice KOPE. Tuto příměstskou stanici ovlivnily rozdílné teploty v druhé etapě horké vlny, kdy došlo k přerušení tropických teplot, a to díky přechodu zvlněné studené fronty (Portál ČHMÚ, červenec 2015).



Obr. 39: Počet tropických dnů z vybraných stanic MESSO v roce 2015

Nejteplejší a nejdelší horkou vlnu v roce 2015 představuje vlna zaznamenána od 3. 8. do 16. 8. Horká vlna je charakteristická tím, že začátek i konec průběhu horké vlny započal a skončil na všech sledovaných stanicích ve stejný den. Průměrná teplota této vlny, která zobrazuje Tab. 10, činila na městských stanicích hodnotu 36,3 °C. Přitom v porovnání s příměstskými stanicemi se průměrné hodnoty lišily o 0,2 °C.

Na příměstských stanicích jsou průměrné denní maximální teploty vyšší, a to ve třech zaznamenaných vlnách (Tab. 11). V první, druhé i čtvrté horké vlně průměrné hodnoty na příměstských stanicích předčily hodnoty na stanicích městských. Důvodem byly vysoké zaznamenané teploty vzduchu na stanici CHVA v první a druhé epizodě horké vlny. Ve čtvrté epizodě vzrostla také maximální teplota na příměstské stanici KOPE, která dne 31. 8. zaznamenala nejvyšší denní teplotu v rámci celé horké vlny (35,4 °C).

Tab. 10: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2015 na městských stanicích MESSO

Městské stanice	**30. 6. – 7. 7.**	**16. 7. – 25. 7.**	**3. 8. – 16. 8.**	**27. 8. – 1. 9.**
BOT_PeF	34,0	34,4	36,5	33,7
DOMI	33,9	34,6	36,6	33,4
ENVELOPA	34,1	34,2	36,2	33,5
JUTA	34,4	33,8	36,1	33,4
Průměr	**34,1**	**34,2**	**36,3**	**33,5**

Tab. 11: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2015 na příměstských stanicích MESSO

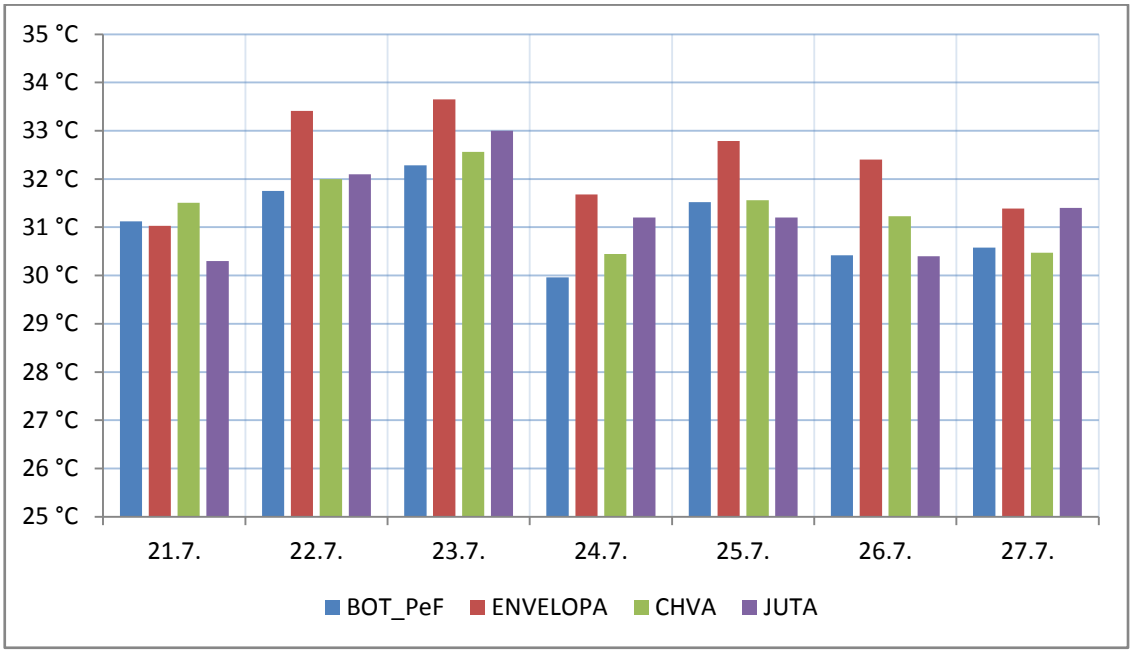
Příměstské stanice	30. 6. – 7. 7.	16. 7. – 25. 7.	3. 8. – 16. 8.	27. 8. – 1. 9.
CHVA	35,1	35,1	36,6	33,6
KOPE	34,2	*	36,3	33,6
LETO	33,8	33,7	35,4	35,6
Průměr	**34,4**	**34,4**	**36,1**	**34,3**

*horká vlna nebyla zaznamenána

7.6. Horké vlny v roce 2016

Poslední analyzovaný rok byla první horká vlna zaznamenána od 21. 7. do 27. 7., a to na stanici BOT_PeF, ENVE, CHVA a JUTA. Na stanici DOMI, KOPE a LETO došlo k přerušení horké vlny 24. 7. a maximální denní teploty klesly pod tropickou hodnotu.

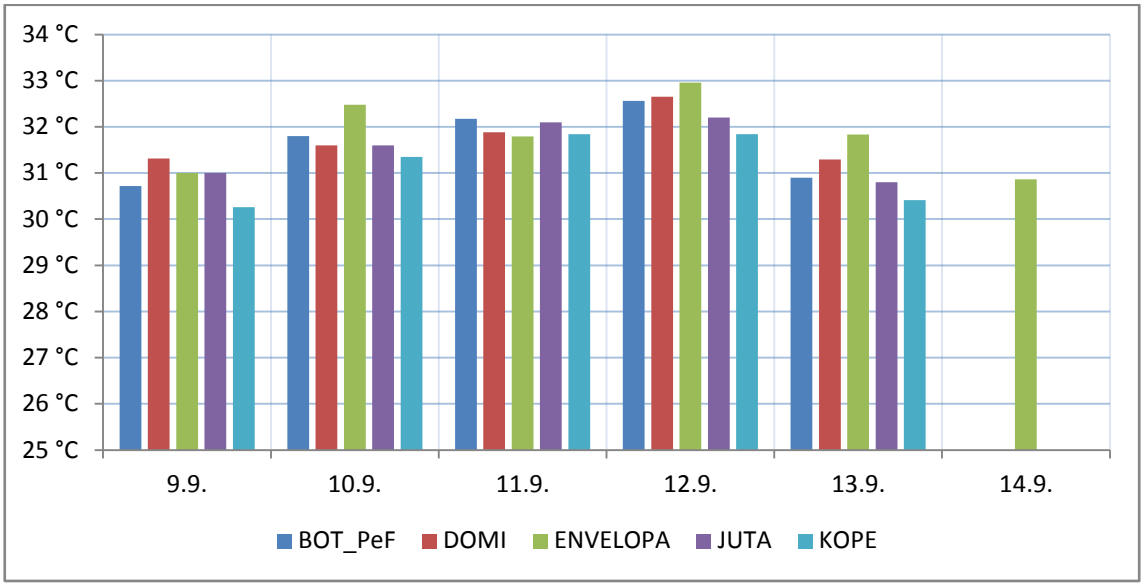
Horká vlna proběhla na třech stanicích městských a jedné příměstské (Obr. 40). Nejteplejší den nastal 23. 7., kdy se maximální teplota vyšplhala na stanici ENVE k 33,7 °C. Rozdíl mezi nejnižší (BOT_PeF) a nejvyšší (ENVE) denní teplotou tohoto dne činil 1,4 °C. Dne 24. 7. došlo ke snížení teploty, kdy teplota na městské stanici BOT_PeF (30,0 °C) klesla k hranici sledované hodnoty. Nejvyšší pokles teplot oproti předešlému dni (23. 7.), byl zaznamenán na stanici BOT_PeF, a to o 2,3 °C.



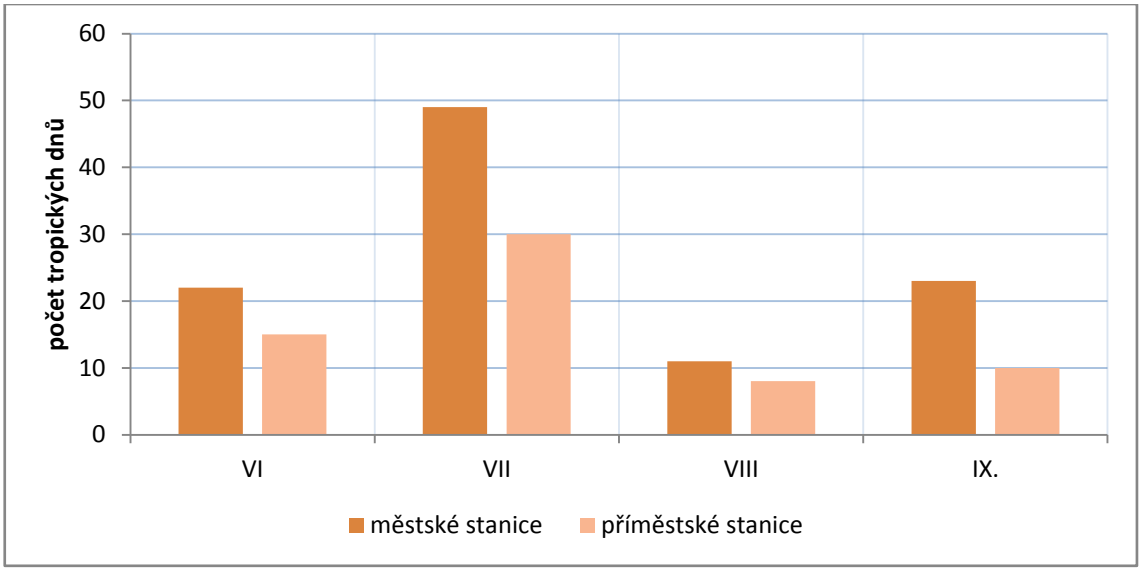
Obr. 40: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 21. 7. – 27. 7. 2016 na vybraných stanicích MESSO

Druhá horká vlna roku 2016 započala pro stanici BOT_PeF, DOMI, ENVE, JUTA a KOPE 9. 9. (Obr. 41). Odlišná byla konečná etapa horké vlny, kdy jako jediná stanice ENVE, dne 14. 9., zaznamenala tropickou teplotu (30,9 °C). Pro ostatní stanice představovala délka vlny platnou definici pro splnění podmínky pěti po sobě jdoucích dní nad 30 °C. Maximální denní teplota na sledovaných stanicích MESSO byla zaznamenána 12. 9., kdy dosáhla k 33,0 °C (ENVE), naopak nejnižší nastala na stanici KOPE (31,8 °C). Stanice KOPE představuje také jedinou stanici příměstského typu, na

které byla během druhé etapy tropických teplot zaznamenána horká vlna. Na ostatních stanicích příměstského typu se tropické teploty nevyskytovaly tak, aby splnily podmínky horké vlny. Je třeba uvést, že pro celé září nejsou dostupné hodnoty za příměstskou stanici Chválkovice (CHVA).



Obr. 41: Maximální denní teplota vzduchu během horké vlny 9. 9. – 14. 9. 2016 na vybraných stanicích MESSO



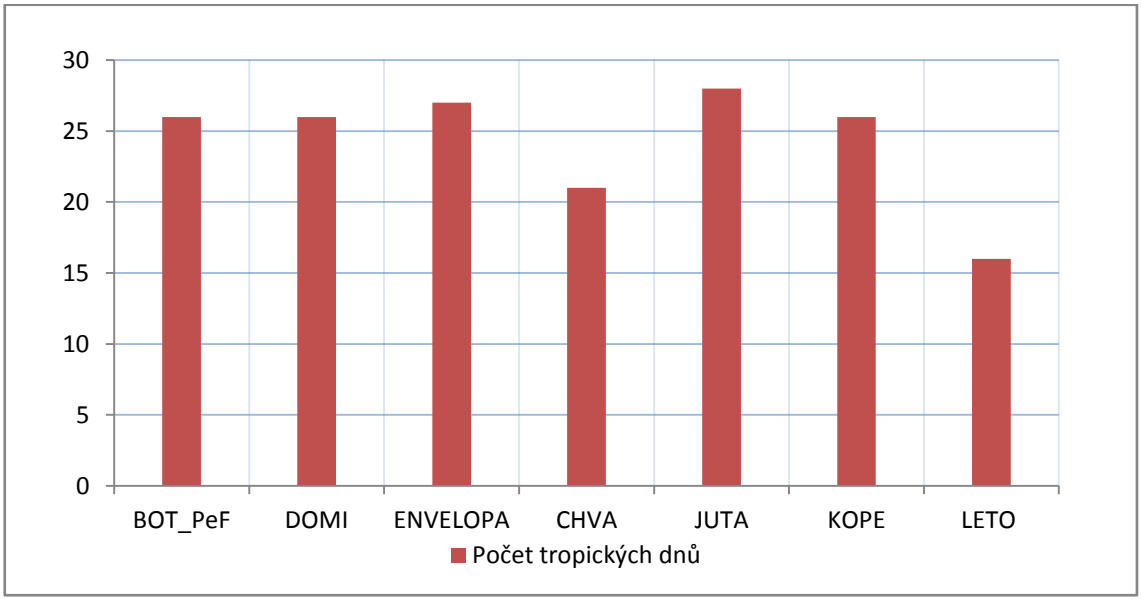
Obr. 42: Absolutní počet tropických dnů na vybraných městských a příměstských stanicích v roce 2016

Obr. 42 nám prezentuje absolutní počet tropických dnů na sledovaných stanicích MESSO v roce 2016. Nejvyšší počet tropických dnů (49) byl zaznamenán v červenci.

V závěru měsíce započala první horká vlna, kde dominovala městská stanice ENVE s průměrnou maximální teplotou 32,3 °C. Za příměstské stanice v roce 2016 vystupuje v první horké vlně stanice CHVA, s průměrnou maximální teplotou 31,4 °C. V druhé horké vlně poté stanice KOPE, s průměrem 31,1 °C.

Jak v červnu, tak i v srpnu nebyla zaznamenána žádná horká vlna. Nejvyšší počet tropických dnů byl v rámci celého měsíce června na stanici ENVE (7). Minimální absolutní počet tropických dnů nastal v měsíci srpnu, jak zobrazuje Obr. 42. Na příměstské stanici LETO byl v srpnu pouze jeden den s tropickou teplotou, stejně jako na městské stanici ENVE, kde teplota nad 30 °C vystoupila pouze 4. 8.

V rámci počtu tropických dnů (Obr. 43) měla největší počet stanice JUTA, která vzhledem ke své poloze, ve značné vzdálenosti od samotného městského centra, překonala i stanici ENVE, která vzhledem k maximálním hodnotám během obou zaznamenaných horkých vln, představuje nejteplejší stanici.



Obr. 43: Počet tropických dnů na vybraných stanicích MESSO v roce 2016

Počet horkých vln i tropické teploty roku 2016 jsou podprůměrné, a to převážně do počtu horkých vln. Dohromady byly zaznamenány dvě epizody horkých vln (21. 7. – 27. 7., 9. 9. – 14. 9.), ale intenzitou ani délkou se nepřibližují k tropickému létu roku 2015. První horká vlna byla zaznamenána až v druhé polovině července. Délka horké vlny trvala celých 7 dní, a to na stanici BOT_PeF, ENVE, CHVA a JUTA. Na městské stanici DOMI a příměstských stanic KOPE a LETO horká vlna neproběhla, jelikož došlo k přerušení tropických teplot 24. 7. Průměr první horké vlny na stanicích

městského typu je 31,3 °C, za příměstské stanice je průměrná teplota pouze za stanici CHVA (31,4 °C).

V druhé etapě horké vlny (9. 9. – 14. 9.) byla na všech městských stanicích zaznamenána tropická teplota délky a intenzity splňující podmínky horké vlny. Průměrná maximální teplota byla 31,7 °C, tedy o 0,4 °C vyšší v porovnání s průměrnými teplotami první vlny (Tab. 12). Délka druhé horké vlny je rozdílná pro stanici ENVE, kde trvala celkem šest dní. Na ostatních stanicích skončila tropická teplota o den dříve, a to 13. 9. Jedinou stanicí, která v roce 2016 nezaznamenala ani jednu horkou vlnu, je příměstská stanice LETO (Tab. 13). Tato stanice měla jen 16 tropických dnů za celý rok 2016. Naopak stanice s nejvyšším počtem tropických dnů a zároveň s maximálními denními teplotami je stanice ENVE.

Tab. 12: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2016 na městských stanicích MESSO

Městské stanice	21. 7. – 27. 7.	9. 9. – 14. 9.
BOT_PeF	31,1	31,6
DOMI	*	31,7
ENVELOPA	31,4	31,8
JUTA	31,4	31,5
Průměr	**31,3**	**31,7**

*horká vlna nebyla zaznamenána

Tab. 13: Průměrná denní maximální teplota horkých vln v roce 2016 na příměstských stanicích MESSO

Příměstské stanice	21. 7. – 27. 7.	9. 9. – 14. 9.
CHVA	31,4	*
KOPE	*	31,1
LETO	*	*
Průměr	**31,4**	**31,1**

*horká vlna nebyla zaznamenána

8. Zhodnocení průběhu horkých vln 2011 – 2016

Světová meteorologická organizace (WMO) považuje za horkou vlnu minimálně pětidenní období, ve kterém je maximální teplota minimálně o 5 °C vyšší než průměrná maximální teplota pro daný den (Souch, 2004). Díky této definici byla u nás zaznamenána nejdelší horká vlna v Poděbradech 5. – 21. 6. 2007 (17 dní), kdy byla průměrná denní maximální teplota 30,2 °C (INFOMET).

V porovnání s obdobím let 1961 – 1990 a 1991 – 2010 se dle Ministerstva životního prostředí v České republice průměrné dny s extrémními teplotami za poslední dvě desetiletí na našem území zvýšily. Převážně došlo ke zvýšení průměrného počtu dní s vysokými a snížení průměrného počtu dní s nízkými teplotami, což je v souladu s postupným nárůstem teplot a se zvyšující se teplotní extremitou. Počty dní s teplotami ≥ 35 °C se v závislosti na aktuální povětrnostní situaci zatím vyskytují spíše ojediněle a jejich změny rovněž nejsou statisticky významné.

Analýzy horkých vln od roku 1961 v datech z více než 50 stanic z celé ČR ukazují na teplotní výjimečnost 90. let, kdy se vyskytly letní sezony s nejvyšší intenzitou horkých vln, a to v roce 1992, 1994 a 1998 (Kyselý, 2003). Podle Kyselého (2012) se na území ČR nejintenzivnější horké vlny vyskytly už v roce 1994 a to výrazněji na Moravě než v Čechách. Od 10. 7. do 10. 8. bylo charakteristické velmi stálé počasí s teplotami nad tropických 30 °C, a to s minimálním ochlazením. Délka dosáhla na jižní Moravě 30 dní a na všech stanicích do nadmořské výšky 670 m trvala alespoň 18 dnů. A právě tato vlna převýšila na většině stanic 1,5 až 3 násobek druhou nejvýraznější horkou vlnu od roku 1961 (Kyselý, 2003).

Příklad z jihu Slovensku uvádí, že už i v roce 1992 se vyskytla nejdelší a nejextrémnější horká vlna, jejíž délka trvala 47 dní. Výjimečný byl také rok 2003, kdy dosáhlo celkové trvání horkých vln na Slovensku 91 dnů (Kolláriková, 2013).

Následně byly další extrémní horké vlny zaznamenané v České republice v letech 2003 a 2006. Bezesporu se k nim mohou počítat roky 2013 a 2015, a to dle výskytu a průběhu horkých vln na území města Olomouce. Nejdelší horká vlna v roce 2013 měla délku 13 dní, ovšem vyskytla se jen na dvou městských stanicích, avšak v roce 2015

měla horká vlna délku 14 dní zaznamenanou na všech stanicích městského a příměstského typu v MESSO.

Během šestiletého sledovaného období byl zdokumentován průběh horkých vln na 7 stanicích, z toho prezentovaly městské stanice čtyři (BOT_PeF, DOMI, JUTA, ENVE) a příměstské tři (CHVA, LETO, KOPE). Ovšem vzhledem k tomu, že pro jiné město v České republice nebyla tato problematika zpracována, nebylo možné provést jakékoliv srovnání.

Z výsledků je patrné, že se v každém roce vyskytla alespoň jedna horká vlna, ovšem platí, že se výrazně lišily intenzitou, délkou a samotným průběhem. Důležité pro zaznamenání horké vlny je dostatečná délka tropických dnů, a právě tropický den představuje maximální zaznamenanou denní teplotu, která přesáhla 30,0 °C a více.

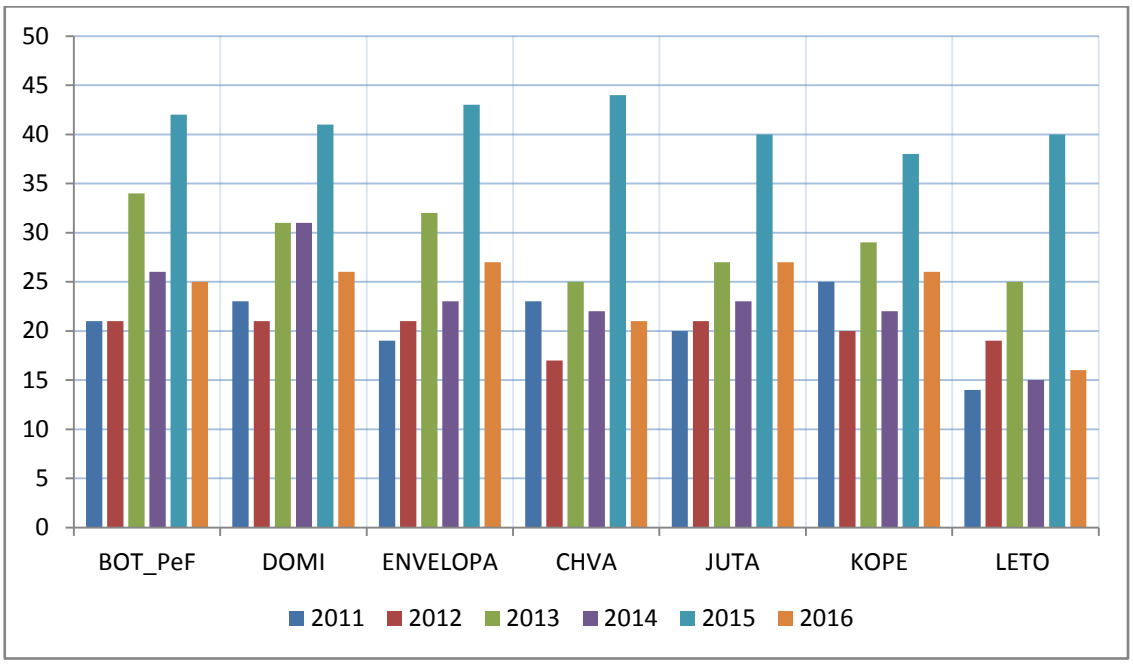
Počáteční sledovaný rok 2011 byl z hlediska intenzity a četnosti horkých vln velice podprůměrný. Za celé letní období se vyskytla pouze jedna horká vlna (22. 8. – 27. 8.). Nejvyšší maximální denní teplota byla zaznamenána 26. 8., kdy vrcholil příliv teplého vzduchu s maximální teplotou na stanici JUTA (35,7 °C). Přitom se právě tato horká vlna vyskytla na všech sledovaných stanicích městského a příměstského typu. Velký teplotní rozdíl nastal v roce 2012, kdy byly v průběhu celého období zaznamenány 3 epizody horkých vln. Za nejteplejší z nich se může považovat druhá horká vlna, která se vyskytla na přelomu června a července. Tato horká vlna nastala na všech stanicích, jak městských tak příměstských. V porovnání s ostatními vlnami tohoto roku, nebyla na stanici CHVA zaznamenána epizoda v první a druhé horké vlně, dá se tedy považovat za nejchladnější příměstskou stanici roku 2012. Maximální denní teplota v druhé horké vlně byla na stanice ENVE 34,8 °C, v porovnání s první horkou vlnou zaznamenanou od 16. 6. do 21. 6. 2012, činila rozdíl maximální denní teplota 2 °C. Poslední horká vlna zaznamenána v srpnu trvala 7 dní s maximální denní teplotou 20. 8. na stanici KOPE 33,7 °C. Stejný počet horkých vln jako v roce 2012 nastal hned následující rok. Ovšem při srovnání průměrných teplot na příměstských a městských stanicích v roce 2012 a 2013 jsou vyšší průměrné teploty zaznamenány v roce 2013. Celkově je z pohledu průměrných teplot teplejší rok 2013. Za nejchladnější epizodu lze považovat druhou horkou vlnu (17. 7. – 29. 7.), a to proto, že nastala pouze na dvou městských stanicích (BOT_PeF a ENVE). Avšak stále měla tato druhá horká vlna vyšší

průměrnou denní maximální teplotu, než zaznamenaná průměrná denní maximální teplota druhé horké vlny roku 2012. Nejchladnější stanici opět představuje stanice CHVA. Výrazně se projevuje také rozdíl mezi příměstskými a městskými stanicemi. Jak uvádí Dobrovolný (2012) právě zastavěné oblasti měst mají výrazně odlišnou teplotu než okolní krajina a formování teplotních poměrů v zastavěných oblastech souvisí především s typickými vlastnostmi prostředí městské zástavby jako druhu aktivního povrchu v porovnání s volnou krajinou.

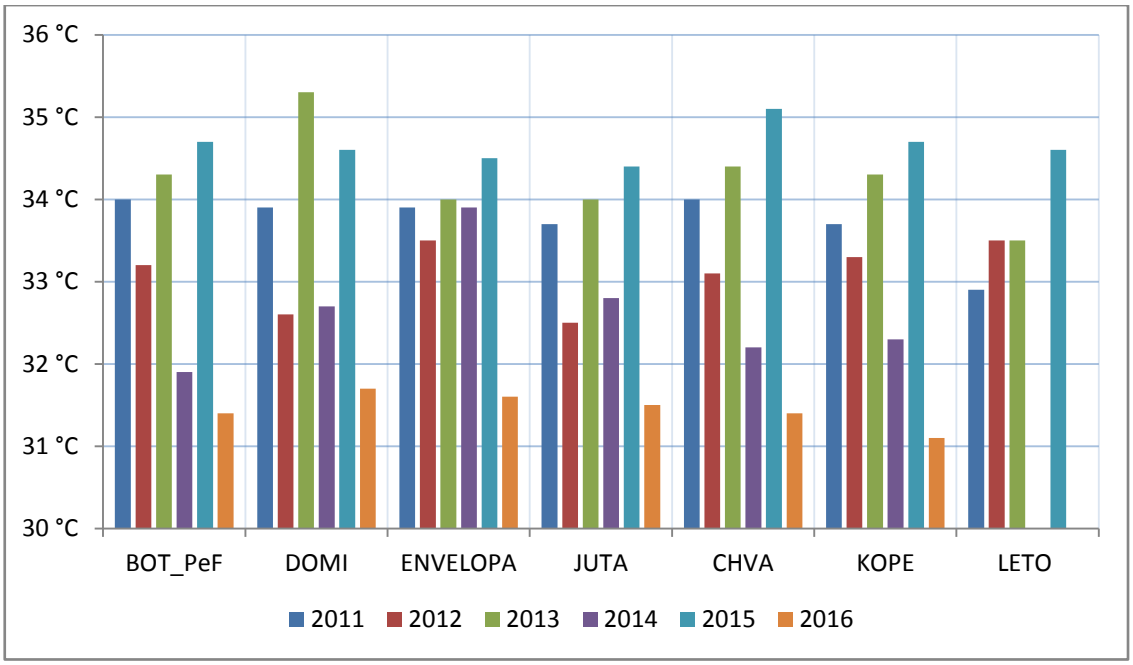
Výskyt horkých vln v roce 2014 byl na Olomouckých stanicích velice podprůměrný. Během první a třetí vlny nebyla zaznamenána horká vlna na žádných z příměstských stanicích. Za nejchladnější stanici lze považovat v tomto případě příměstskou stanici LETO, o rok dříve to byla stanice CHVA. V roce 2013 přitom nebyla na příměstských stanicích zaznamenána horká vlna během druhé epizody. Za nejchladnější rok se dá považovat letní období roku 2016. Za povšimnutí stojí porovnání s předchozím rokem, který byl díky nastalým teplotám extrémní, a to díky výskytu tropických teplot. Nejdelší horká vlna roku 2015 trvala 13 dní, a to v průběhu třetí horké vlny s průměrnou teplotou 36,3 °C na městských stanicích a 36,1 °C na stanicích příměstských. V porovnání s rokem 2016, kdy proběhli dvě epizody horkých vln, byla průměrná denní teplot pouze 31,7 °C, a to během druhé horké vlny na městských stanicích. Nejvyšší zaznamenaná maximální denní teplotu měla stanice ENVE 23. 7. (33,7 °C) v roce 2016. Ve srovnání s rokem 2015, kdy byla nejvyšší hodnota zaznamenána na stanici JUTA (39,1 °C) činí teplotní rozdíl 5,4 °C.

Jak je patrné z Obr. 44, který nám srovnává absolutní počet tropických dní na jednotlivých stanicích, byl nejvyšší počet tropických dnů zaznamenán v roce 2015, a to na příměstské stanici CHVA. V porovnání s Obr. 45, kde jsou na jednotlivých stanicích zaznamenány průměrné teploty horkých vln, byl rok 2015 opět na prvních příčkách. Výjimku představuje rok 2013, kdy se na stanici DOMI dostala průměrná teplota horkých vln na 35,3 °C. Důvodem byla také neúplnost dat během třetí horké vlny, kdy dosahovala průměrná maximální teplota 37,0 °C. Už na první pohled je patrný nejchladnější rok (2016), kdy se bez jakékoliv horké vlny vyskytla stanice LETO, ovšem stejně tomu bylo i v roce 2014. Příměstskou stanici LETO lze označit na nechladnější co do počtu tropických dnů, tak výskytu horkých vln. Minimální počet tropických dní

nastal v roce 2011, kdy bylo za celé letní období pouze 14 dní s hodnotou nad tropických 30 °C.

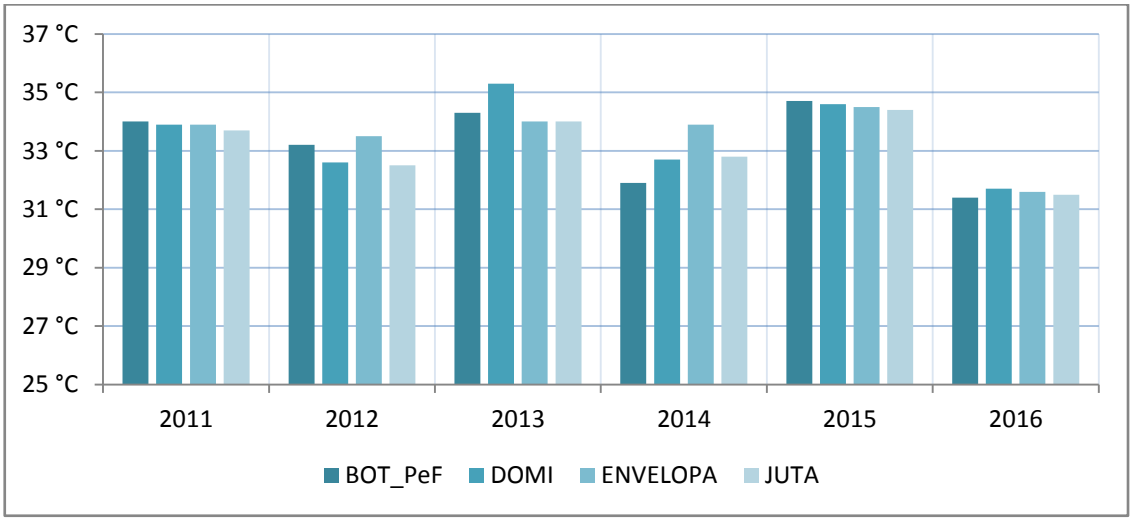


Obr. 44: Absolutní počet tropických dnů na sledovaných stanicích MESSO v letech 2011 – 2016

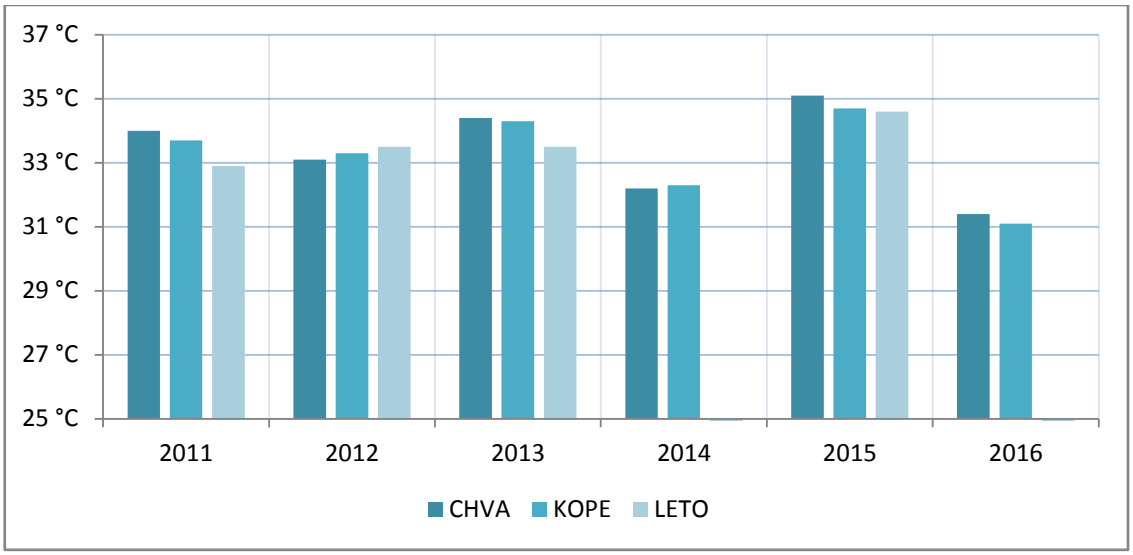


Obr. 45: Průměrné teploty horkých vln na sledovaných stanicích MESSO 2011–2016

Při srovnání městských (Obr. 46) a příměstských stanic (Obr. 47) a jejich průměrné maximální denní teploty horkých vln, je na městských stanicích výraznější vliv tepelného ostrova města. Vyskytují se ovšem výjimky, kdy průměrná maximální denní teplota horké vlny na příměstské stanici přesáhla hodnotu na stanici městské. Jedná se převážně o příměstskou stanici Chválkovice (CHVA). V roce 2011 byla zaznamenaná stejná maximální průměrná teplota na stanici CHVA a BOT_PeF (34 °C), v roce 2015 dokonce překonala tato příměstská stanice maximální průměrnou teplotu horkých vln o 0,4 °C. Velice vyrovnaným rokem co se týče průměrné maximální denní teploty horkých vln na městských stanicích, byl rok 2011, 2015 a 2016. V ostatních letech docházelo k velkým teplotním rozdílům a hodnoty výrazně na jednotlivých stanicích kolísaly.



Obr. 46: Průměrná maximální denní teplota horkých vln na městských stanicích v letech 2011 – 2016



Obr. 47: Průměrná maximální denní teplota horkých vln na příměstských stanicích v letech 2011 – 2016

9. Závěr

Diplomová práce se zaměřila na průběh horkých vln na sedmi meteorologických stanicích na území města Olomouce. Samotný pojem „horká vlna“ nemá jednotnou definici, přesto se lidově tento pojem označuje jako „psí dny“. Termín je spjat s východem hvězdy Sírius, a to v období na přelomu července a srpna.

Jedná se o dlouhotrvající extrémně vysoké teploty (nad 30 °C), které dle definice musí dosáhnout pěti po sobě jdoucích dnů. Jak uvádí Robinson (2001) představuje horká vlna dlouhodobé trvající období silného, atmosféricky zapříčiněného teplotního stresu, které způsobuje dočasné změny v životním stylu a může mít pro postiženou populaci nepříznivé zdravotní důsledky. S výskytem horkých vln se také pojí negativa představující zvýšenou úmrtnost a nemocnost v důsledku stresu z horka. Mají ovšem souvislost i s dalšími přírodními jevy, které dokáží horké počasí ovlivnit (roztávání ledovců, dopady na lesní porosty, dopad na zemědělství).

Z výsledků časoprostorové analýzy horkých vln jednoznačně vyplývá, že nejteplejší byl rok 2015. Nejdelší horká vlna trvala celých 14 dní s průměrnou teplotou 36,3 °C.

Před příchodem první horké vlny v roce 2011 (22. 8. – 27. 8.) přecházela přes naše území slabá studená fronta, za kterou se obnovila oblast vysokého tlaku vzduchu. Avšak po její zadní straně k nám od jihozápadu proudil teplý vzduch, a právě to mělo za důsledek nástup horké vlny 22. 8. Během celého období této vlny převažovalo počasí s malou oblačností a jen ojediněle se vyskytovaly přeháňky a bouřky (Kosík a kol, 2011).

V roce 2012 byly zaznamenány tři horké vlny (16. 6. – 21. 6., 30. 6. – 8. 7., 18. 8. – 24. 8.). Jednalo se o velice teplotně nadprůměrný rok. První horká vlna nastala na pěti stanicích městského i příměstského typu. Začátek nástupu horké vlny podpořila oblast tlakové výše postupující z Německa a uvedla sérii tropických dnů. Ke konci horké vlny 20. 6. se od jihozápadu blížilo zvlněné frontální rozhraní doprovázené bouřkovou aktivitou (INFOMET). Druhá horká vlna se vyskytla na všech stanicích, a to na přelomu června a července. Celé období bylo doprovázeno mimořádnou bouřkovou činností. Jak uvádí Tolasz (2013), od 1. do 8. 7. se denně vyskytovaly silné bouřky doprovázené

přívalovými srážkami, kroupami a nárazy větru. V průběhu této vlny byly zaznamenány nejvyšší průměrné denní teploty za celý rok 2012. Poslední horká vlna roku 2012 započala na většině stanic až 20. 8. Stanicí, kde tropické teploty nedosáhly dostatečné délky na to, aby byla splněna podmínka horké vlny, byla příměstská stanice Chválkovice (CHVA). Lze ji tento rok zařadit mezi nejchladnější sledované stanice.

I v roce 2013 se vyskytly tři horké vlny (17. 6. – 21. 6., 17. 7. – 29. 7. a 31. 7. – 9. 8.), ovšem jejich výskyt na jednotlivých stanicích byl v druhé horké vlně výrazně omezený. První vlna zaznamenaná v červnu se vyskytla na většině sledovaných stanicích, výjimku opět jako v roce 2012 představuje stanice CHVA. Ukončení první horké vlny měl za následek pokles teplot způsobený zvlněnou studenou frontou, která přes území Olomouce přecházela od západu k 21. 6. Fronta byla doprovázena významnými srážkami, vyskytlé při bouřkové činnosti během večera a noci na 22. června (Sandev M. a kol., 2014). Zajímavostí druhé horké vlny (17. 7. – 29. 7.) je výskyt pouze na dvou městských stanicích BOT_PeF a ENVE, přitom horká vlna na stanici BOT_PeF započala až 22. 7. Tato stanice, ale v průměrné maximální teplotě za celé období horké vlny, zaznamenala vyšší teploty než stanice ENVE, která byla v období horké vlny o 4 dny delší. Třetí zaznamenaná horká vlna byla nejteplejší ze všech horkých vln roku 2013. Vyskytla se na všech stanicích městského a příměstského typu. Tato vlna a samotný měsíc srpen byl teplotně nadnormální s odchylkou průměrné měsíční teploty přibližně 1 °C nad dlouhodobým průměrem (INFOMET).

Rok 2014 byl co do počtu horkých vln stejný jako rok 2013 (7. 6. – 12. 6., 14. 7. – 22. 7. a 25. 7. – 30. 7.). Lišila se ovšem intenzita, ale z hlediska výskytu tropických teplot, průběhu a délky horkých vln, byl tento rok teplotně podprůměrný. První horká vlna roku 2014 započala již červnu (7. 6. – 12. 6.) na třech městských stanicích. Tato horká vlna byla dle průměrné maximální teploty nejteplejší v rámci všech horkých vln roku 2014. Významně se na ní podílela stanice ENVE, která ovšem zaznamenala svou první tropickou teplotu až s denním zpožděním za stanici DOMI a BOT_PeF. Druhou horkou vlnu zaznamenaly, kromě příměstské stanice LETO, všechny sledované stanice. Maximální průměrná hodnota celé vlny byla opět na stanici ENVE (33,2 °C). S minimálním počtem tropických teplot byla zaznamenána pro rok 2014 i třetí horká vlna. Vyskytla se ovšem jen na dvou stanicích městského typu (BOT_PeF a DOMI). Po

celou dobu horké vlny, měla stanice DOMI vyšší maximální denní teploty, než byly zjištěny na stanici BOT_PeF.

Rok 2015 zaznamenal během letního období celkem čtyři horké vlny (30. 6. – 7. 7., 16. 7. – 25. 7., 3. 8. – 16. 8., 27. 8. – 1. 9.). Jejich intenzitou a délkou přesahuje všechny horké vlny ve sledovaném období 2011 – 2016 a jedná se bezesporu o nejteplejší rok. První horká vlna zaznamenaná na přelomu července a června měla nejvyšší průměrnou teplotu na příměstské stanici CHVA. Na této stanici se jako na jediné vyskytla tropická teplota již 30. 6. Následně tomu bylo i v rámci druhé horké vlny, která představovala desetidenní období tropických teplot, kdy pouze v jeden den nastala vyšší průměrná denní teplota na městských stanicích. Jediná stanice, která během roku 2015 nezaznamenala druhou horkou vlnu, byla stanice KOPE. V ostatních případech se horké vlny vyskytly na všech stanicích. Třetí horká vlna představuje nejdelší zaznamenaný růst tropických teplot v celém sledovaném období horkých vln. Celých 14 dnů neklesla maximální denní teplota pod 35,4 °C. Pro všechny sledované stanice započala horká vlna 3. 8. a skončila 16. 8. Jak stanice CHVA, tak stanice DOMI představují stanice s nejvyššími průměrnými teplotami za celou horkou vlnu (36,6 °C). Poslední horká vlna roku 2015 započala ke konci srpna. Maximální průměrná teplota se dostala na stanici BOT_PeF k 33,7 °C. Tato horká vlna měla nejvyšší zaznamenaný nárůst teploty 30. 8., kdy přes naše území postupovala teplá fronta jižního proudění se střední intenzitou (Portál ČHMÚ, srpen 2015).

Rok 2016 byl posledním sledovaným rokem a byly v něm zaznamenány pouze 2 horké vlny (21. 7. – 27. 7., 9. 9. – 14. 9.). První se vyskytla na čtyřech stanicích městských a jedné příměstské. Začátek i konec horké vlny byl pro všechny stanice stejný. Poslední epizoda tropických teplot roku 2016 nastala 9. 9. Září se tedy stalo v roce 2016 nejteplejším měsícem v rámci celého sledovaného období let 2011 – 2016.

10. Summary

The thesis is focusing on heat wave progress measured on seven meteorogical station, which are placed in territory of city Olomouc. Expression ,,heat wave" does not hold a uniform definition however, in folk language, is being called ,,dog days". This concept is connected to Sirius star and it´s rise during the period which starts at half of July and ends at half of August.

It is composed of long term extremely high temperatures (over 30 °C), which must be maintained for five consecutive days. As stated by Robinson (2001), the heat wave represents a long term period of strong, atmospherically caused heat stress, which is causing temporarily changes in life style and can be accompanied by health problems. Another factor of heat waves existence is rise in death ratio caused by heat stress. Of course they are related to another nature elements which can influence the hot weather (melting of polar ice, situation of forests and agricultural production).

Outcome of heat wave analysis is that the year 2015 was the hottest. Longest heat wave took 14 days with average temperature of 36.3 °C.

Before the first heat wave passed over our territory in 2011 (22. 8. – 27. 8.) it was preceded by cold front which re-established area of high pressure. However it was followed by warm air flowing from south-west, which caused the heat wave 22. 8. During this heat wave period there were little storms and thunder storms and almost all the time clear sky (Kosík et al., 2011).

The year 2012 registered three hot waves (16. 6. – 21. 6., 30. 6. – 8. 7., 18. 8. – 24. 8.). Temperatures were above average this year. First heat wave was detected by five stations city and suburban type alike. Beginning of heat wave was supported by area of high pressure moving from Germany and it brought series of tropical days. At the end of the wave 20. 6. frontal system was coming from south-west with thunderstorm activity (INFOMET). Second heat wave appeared on all the stations at a turn of the month June. Whole period was accompanied with extraordinary thunderstorm activity. As given by Tolasz (2013), from 1. to 8. 7. was experiencing daily appearance of heavy thunderstorms with torrential rain, hails and wind gusts. Highest average temperatures from year 2012 were measured during this period. Last

heat wave begun on most of the stations, till 20. 8. Station Chválkovice (CHVA) did not achieve status of heat wave, because of short tropical periods measured there. It was the coldest station of the year 2012.

There were three heat waves even in year 2013 (17. 6. – 21. 6., 17. 7. – 29. 7. a 31. 7. – 9. 8.). However their manifestations were limited on individual measuring stations. First wave was detected on all stations with the same exception, as in 2012, of CHVA. Outcome of first wave end, were lower temperatures caused by corrugated cold front passing over Olomouc from west at 21. 6. The Cold front brought major rain with thunderstorm activity during the night of 22. 6. (Sandev et al., 2014). Interesting thing about the second heat wave is that it was registered on only two city stations BOT_Pef and ENVE, and for BOT_Pef it started later of 22. 7. However this station measured higher average maxima during the whole second wave, than station ENVE, which measured four days longer. Third heat wave was the hottest. It was measured on the all city and country stations. This wave and the whole august had abnormal temperatures with 1 °C above long-term average (INFOMET).

The year 2014 was as same as 2013 concerning heat waves (7. 6. – 12. 6., 14. 7. – 22. 7. a 25. 7. – 30. 7.). Difference was in intensity but from point of tropical temperatures, process and length, this year had below average temperatures. First heat wave of 2014 began already in June (7. 6. – 12. 6.) measured on three city stations. This heat wave was the hottest, from point of average temperature, in 2014. Major part in measuring took station ENVE even if it detected first tropical temperature one day behind station DOMI and BOT_Pef. Second heat wave was detected by all the stations with the exception of country station LETO. Maximum average value was measured on station ENVE (33,2 °C). In 2014 there was also third heat wave but it measured few tropical temperatures. It was detected only by two city type stations (BOT_Pef and DOMI). During the entire heat wave station DOMI measured higher day temperatures than BOT_Pef.

Year 2015 registered four heat waves during the summer period (30. 6. – 7. 7., 16. 7. – 25. 7., 3. 8. – 16. 8., 27. 8. – 1. 9.). It surpassed other waves from period 2011 – 2016 via its intensity which makes year 2015 the hottest one with no doubt. First heat wave was detected at the turn of July, and the highest temperature was measured on

station CHVA. A tropical temperature measured already 30. 6. was detected only on this station. Same situation was during the second wave, which composed of ten day period of tropical temperatures. Where only one above average temperature was detected on city stations. Only station which did not detect the second wave, in 2015, was KOPE. In other cases the heat waves were detected on all the stations. Third heat wave presents an longest growth of tropical temperatures of all, monitored heat wave, time. In 14 days a maximum day temperature did not drop below 35,4 °C. The heat wave began 3. 8. and ended 16. 8. for all the stations. Stations CHVA and DOMI measured highest average temperatures during the whole heat wave (36,6 °C). Last heat wave of 2015 begun at the end of the August. Maximum average temperature was measured on station BOT_Pef which was 33,7 °C. This heat wave had highest recorded temperature rise on 30. 8., when our territory was crossed by a warm front from south with middle intensity (Portal ČHMÚ,august 2015).

Year 2016 was the last measured one with only two heat waves (21. 7. – 27. 7., 9. 9. – 14. 9.). The first one was observed on four city type stations and one country station. Its beginning and end was the same for all the stations. Last episode of tropical temperatures appeared 9. 9. Because of this the September 2016 became the hottest month during the period 2011 – 2016.

11. Seznam literatury

Knižní a časopisové zdroje:

Belda, M., Pišofr, P., Žák, M. (2015): Výstupy regionálních klimatických modelů na území ČR pro období 2015 až 2060. Katedra fyziky atmosféry, matematicko-fyzikální fakulta. Univerzita Karlova v Praze.

Beranová R., Huth, R. (2003): Pražský tepelný ostrov za různých synoptických podmínek. Meteorologický časopis, ročník 56. Číslo 5.

Demek J. a kol. (2006): Zeměpisný lexikon ČR - Hory a nížiny. Brno, vydání II, 582 stran. IBSN 80-86064-99-9.

Demek J. a kol. (1965): Geomorfologie českých zemí. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 1. vydání, 336 s.

Dobrovolný P. (2012): Klima Brna - víceúčelová analýza městského klimatu. Masarykova univerzita, 1. vydání, 200 s. ISBN 978-80-210-6029-6.

Dubský, L. (2015): Příspěvek ke studiu městského a příměstského klimatu Olomouce (výskyt charakteristických dní vázaných na denní extrémní teploty). Olomouc. 92 s. Bakalářská práce.

Havrlant M. (1980): Geografie severomoravského kraje. Pedagogická fakulta v Ostravě. Moravské tiskařské závody n. p., Ostrava. 276 s, 1. Vydání.

Janků, Z. (2015): Příspěvek ke studiu městského a příměstského klimatu Olomouce: Vliv povětrnostních situací na denní chod teploty vzduchu. Olomouc. 57 s. Bakalářská práce.

Navrátil, B. Mgr. (2013): Počasí a podnebí Vsetína. Olomouc. 162 s. Religiózní práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

Quitt E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Československá akademie věd, Geografický ústav Brno.

Obrusník I. (2010): Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí - Snižování rizika přírodních katastrof a včasné varování. Český hydrometeorologický ústav, 109-113 s., Úpice. ISBN 978-80-86303-23-9.

Pokladníková H., Chuchma F., Středa T., Rožnovský J. (2010): Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí - Výskyt horkých vln a tropických dnů v městském a příměstském prostředí. Český hydrometeorologický ústav, 103 – 108 s., Úpice. ISBN 978-80-86303-23-9.

Tomáš M. (2012): Letní teploty vzduchu v Olomouci v letech 2010 – 2011 z hlediska teplotního komfortu člověka. Meteorologické zprávy, 65, číslo 3.

Vysoudil M. (1997): Meteorologie a klimatologie pro geografy. Olomouc, 1. vydání, 232 s. ISBN 80-7067-773-2.

Vysoudil M., et al. (2012): Podnebí Olomouce. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 212 s. ISBN 978-80-244-3285-4.

Kyselý J., Huth R. (2004): Možnosti konstrukce budoucích scénářů úmrtnosti související se stresem z horka v ČR a jejich omezení. Seminář „Extrémy počasí a podnebí". Brno, 2004. ISBN 80-86690-12-1.

Kyselý J. (2003): Časová proměnlivost horkých vln v České republice a extrémní horká vlna z roku 1994. Ústav fyziky atmosféry AV ČR. Meteorologické zprávy, 56, číslo 1.

Kyselý J., Pecho J. (2012): Horké vlny v měnícím se klimatu: otazníky zůstávají. Vesmír 91, 28, leden 2012.

Kolláriková P., Szolgay J., Pecho, J. (2013): Dlhodobé změny vybraných charakteristík vľn horúčav na Slovensku. Meteorologický časopis, ročník 16, číslo 2, str. 62-69.

Kulczycki, M. (2011): Příspěvek ke studiu městského a příměstského klimatu Olomouce: Atmosférické srážky. Olomouc. 39 s. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci

Tolasz, R. (2013): Počasí v České republice v roce 2012. Český hydrometeorologický ústav. Meteorologické zprávy, ročník 66, číslo 1.

Tolasz R. (2016): Rok 2015 v České republice. Český hydrometeorologický ústav Meteorologické zprávy, ročník 69, číslo 1.

Tomáš, M., Vysoudil, M. (2010): Mobilní měření: prostředek při studiu prostorové variability teploty vzduchu v městské a příměstské krajině. Ostrava, 198-202 s.

Sobíšek, B. a kol. (1993): Meteorologický slovník výkladový a terminologický. 1. vydání, Praha, 594 s.

Sulan J., Škuthan M. (2005): Silniční meteorologie v provozu českého hydrometeorologického ústavu. Meteorologické zprávy, ročník 58, číslo 2.

Zsideková B., Kohnová S., Hlavčová K. (2013): Modelovanie časových zmien prvkov hydrologickej bilancie na povodí Myjavy. Meteorologický časopis, ročník 16, číslo 2, str. 79-85. Slovenský hydrometeorologický ústav.

Internetové zdroje:

Český statistický úřad: Krajská správa ČSÚ v Olomouci: Okres Olomouc: Charakteristika okresu Olomouc [online] 2018 [2018-23-09]. Dostupné z: https://www.czso.cz/documents/11276/17839886/okres_Olomouc.pdf/24d8fda0-00c0-439c-b539-6aa6adceab4b?version=1.1

Dobrovolný, P., Krahula, L. (2012): Vliv geometrie zástavby na pole teploty vzduchu a intenzitu tepelného ostrova města na příkladu Brna. Meteorologické zprávy, ročník 65,

číslo 2 [online] 2018 [2018-08-12].Dostupné z http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/novy/2012/Meteo-2012-02.pdf

Daňhelka J. a kol., 2015: Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015. Český hydrometeorologický ústav. Ministerstvo životního prostředí. 162 s [online] [2018-10-05].Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/zpravy/Sucho_2015_CHMU_prosinec.pdf

INFOMET: Informační web ČHMÚ. Informační stránky Českého hydrometeorologického ústavu: Horké vlny [online] 2013 [2018-12-11]. Dostupné z: http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1371732804

INFOMET: Informační web ČHMÚ. Informační stránky Českého hydrometeorologického ústavu: Počasí v červnu 2012 [online] [2018-20-10]. Dostupné z: http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1341656976

INFOMET: Informační web ČHMÚ. Informační stránky Českého hydrometeorologického ústavu: Srpen 2013 [online] [2018-20-10]. Dostupné z: http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1378023592

Kosík a kol, 2011: Zpravodaj, Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava. Číslo 8. 21 str., rok 2011 [online] [2018-20-10]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/zpravodaj/archiv/2011/zpravodaj-1108.pdf

Meteorologická síť ISIDOR: Agromanual, Česká zemědělská univerzita v Praze [online] ©2018 [cit. 2018-26-11]. Dostupné z: https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/meteorologicka-sit-isidor

Městské klima: Městské a příměstské klima Olomouce a okolí [online] 2018 [cit. 2018-09-10]. Dostupné z: http://mestskeklima.upol.cz/olomouc.html

Ministerstvo životního prostředí: Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. Adaptační strategie 2015 [online] ©2008-2018 Ministerstvo životního prostředí [2018-11-15]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf

Plán oblasti povodí Moravy: Popis oblasti povodí [online] 2009 Povodí Moravy, s. p. [2018-11-09]. Dostupné z: http://www.pmo.cz/pop/2009/Morava/End/a-popis/a-1.html#a_1_1_1

Tolasz R (2016): Zpráva světové meteorologické organizace o stavu počasí a podnebí ve světě v roce 2015. Meteorologické zprávy. Ročník 69, číslo 3. Dostupné z: http://www.cmes.cz/sites/default/files/2016_3_65-73_upr.pdf

Tolasz R. (2017): Zpráva světové meteorologické organizace o stavu počasí a podnebí ve světě v roce 2016. Český hydrometeorologický ústav. Meteorologické zprávy, ročník 70, číslo 4.

Poláček M. (2015): Idnes.cz: Olomoucký kraj: Meteorolog: Nejteplejší a nechladnější místa Olomouce dělí tři stupně. [cit. 2018-28-11] ©1999-2018 MAFRA, a. s. [online]. Dostupné z: https://olomouc.idnes.cz/rozhovor-s-klimatologem-olomouc-d4e-/olomouc-zpravy.aspx?c=A151005_2196310_olomouc-zpravy_stk

Portál ČHMÚ - Historická data – Počasí - Přechod front přes Prahu [online] CERTIFIKÁTY ISO 9001 AJ. [2018-10-05] Dostupné z: http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/prechody-front-pres-prahu#

Robinson, P. J., (2001): On the definition of a heat wave. In: Journal of Applied Meteorology. ročník 40, str. 762 – 775 [online] [2018-20-09]. Dostupné z: https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/1520-0450%282001%29040%3C0762%3AOTDOAH%3E2.0.CO%3B2

Řepka M., Lipina P., Vysoudil M. (2012): Historie a současnost meteorologických pozorování v okresu Olomouc [online] 2018 [2018-23-09]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Miroslav_Vysoudil/publication/271474114_Historie_a_soucasnost_meteorologickych_pozorovani_v_Olomouci/links/54c8c7fc0cf289f0ced0d956/Historie-a-soucasnost-meteorologickych-pozorovani-v-Olomouci.pdf

Sandev M. a kol., 2014: Vyhodnocení povodní v červnu 2013 - Závěrečná souhrnná zpráva. Český hydrometeorologický ústav. Ministerstvo životního prostředí. 257 s [online] [2018-10-05] Dostupné z: http://voda.chmi.cz/pov13/SouhrnnaZprava.pdf

Souch C., Grimmond S. (2004): Applied climatology: ´heat waves´. Progress in Physical Geography, 28, 4. 599-606 s. [online] 2018 [2018-22-09]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/224001503_Applied_climatology_'Heat_waves'

Statutární město Olomouc: Oficiální informační portál: Olomouc získala unikátní meteorologický varovný systém [online] 2012 Magistrát města Olomouce [2018-25-11]. Dostupné z https://www.olomouc.eu/aktualni-informace/aktuality/22003

Tolasz, R, et al (2007): Atlas podnebí Česka - Climate atlas of Czechia. 1. vydání. 1atlas. Univerzita Palackého Olomouc. Olomouc, 255 s. IBSN 978-80-244-1626-7.

Voogt, J. (2002) Urban Heat Island. In: Munn, T., Ed., Encyclopedia of Global Environmental Change, Wiley, Chichester, sv. 3, 660-666 [online] 2006-2018 Scientific Research Publishing Inc. [2018-20-09]. Dostupné z: http://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2054744

Základy fyzické geografie 1: Meteorologie a klimatologie. Univerzita Palackého v Olomouci, katedra geografie. 134 s Dostupné z: http://distgeo.upol.cz/uploads/vyuka/skripta-vysoudil.pdf

Židek, D., Lipina, P. (2003): Návod pro pozorovatele meteorologických stanic. Český hydrometeorologický ústav. Ostrava [online] 2018 © DocPlayer.cz [cit. 2018-25-11]. https://docplayer.cz/8363579-Navod-pro-pozorovatele-meteorologickych-stanic-chmu.html

Mapové podklady:

Národní geoportál INSPIRE: Mapy – prohlížení [online] [2018-15-09]. Dostupné z: https://geoportal.gov.cz/web/guest/map

PŘÍLOHY

Příloha 1 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2011

Příloha 2 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2012

Příloha 3 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2013

Příloha 4 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2014

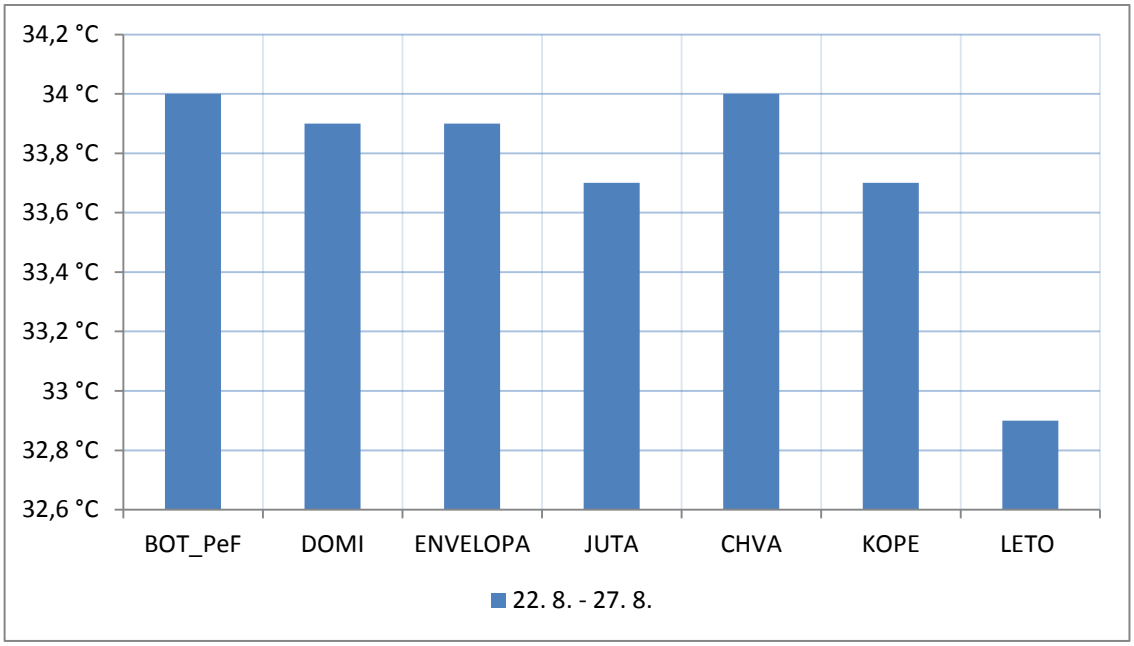
Příloha 5 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2015

Příloha 6 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2016

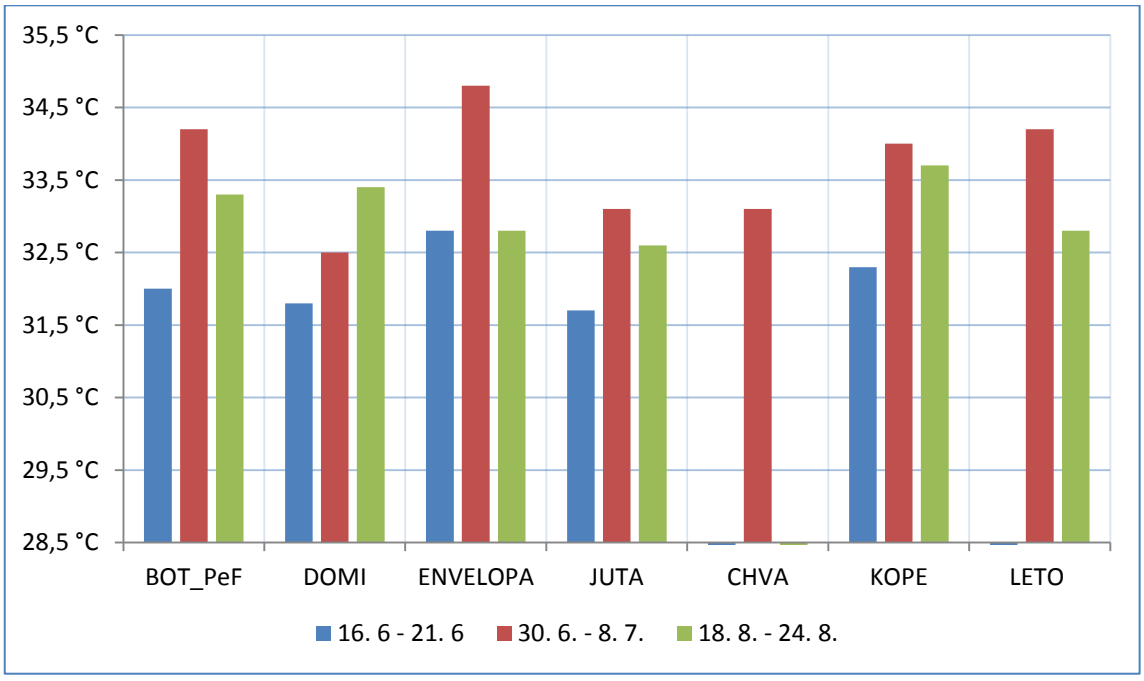
Příloha 7 Meteorologická stanice BOT_PeF (Klicperová 2018)

Příloha 8 Detail meteorologické stanice DOMI (Klicperová 2018)

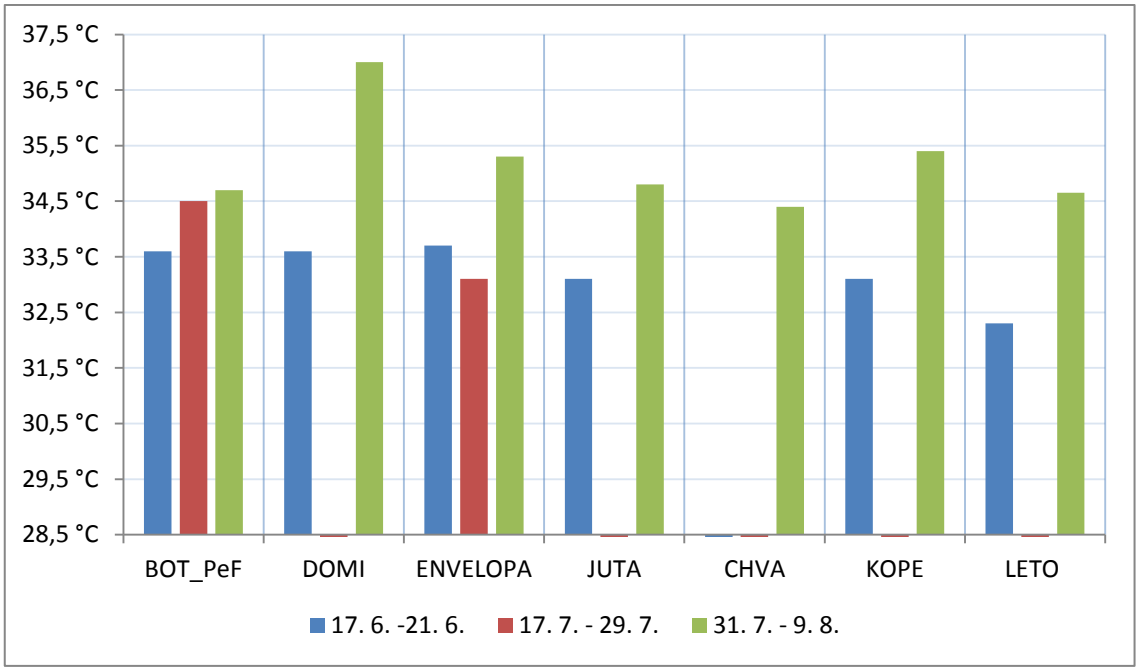
Příloha 1 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2011



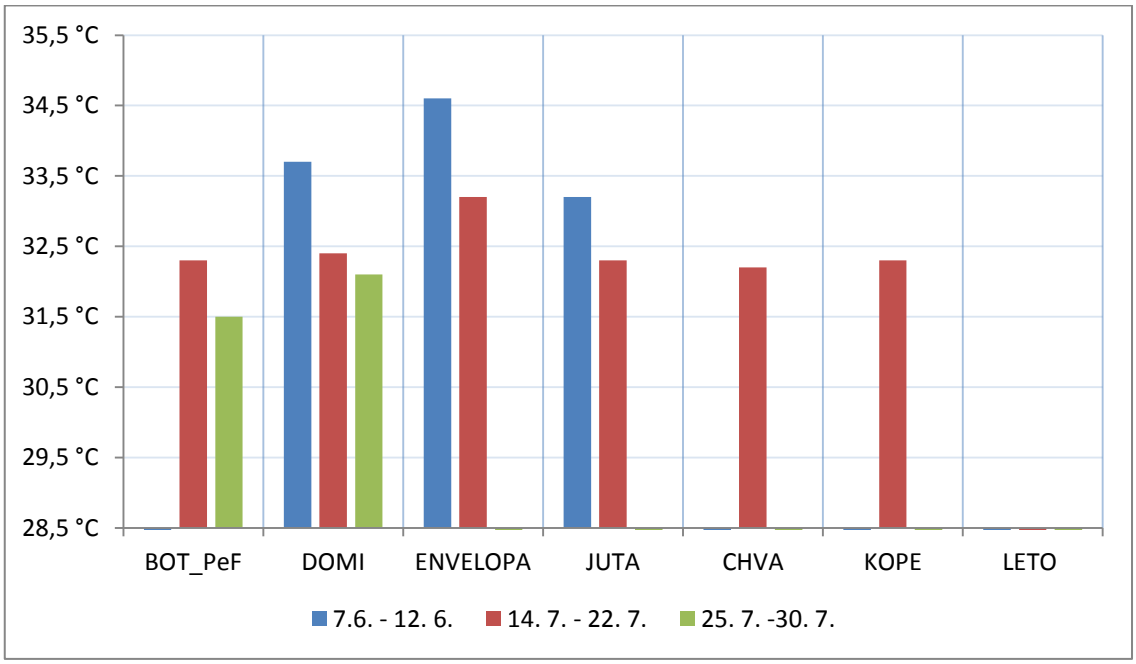
Příloha 2 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2012



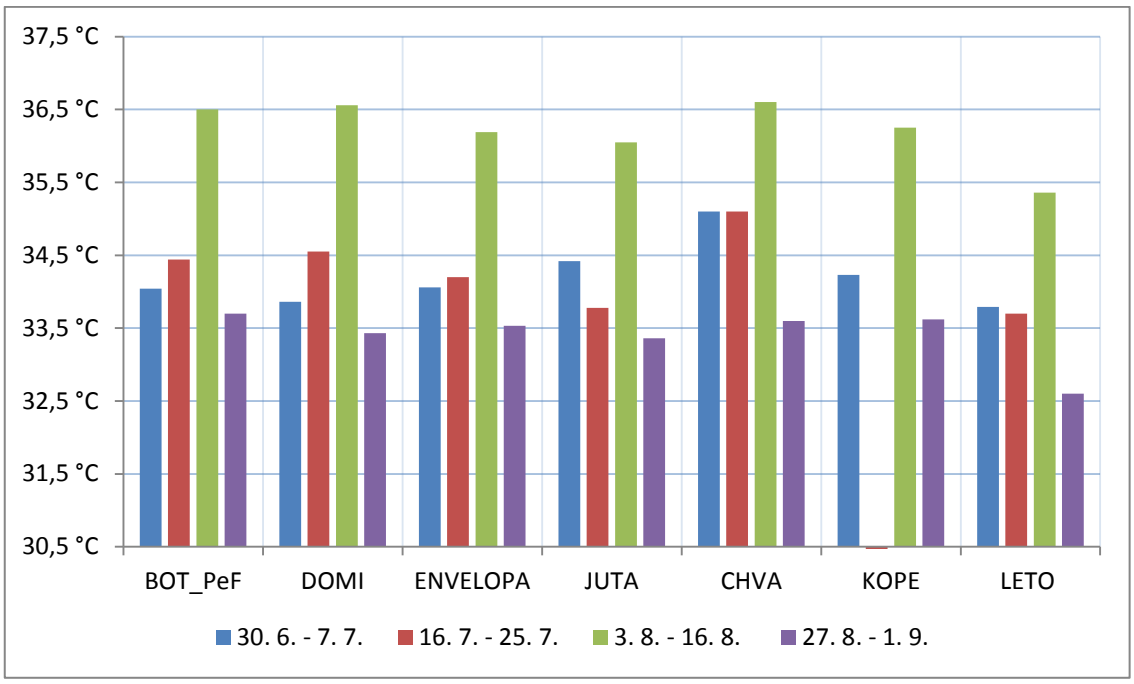
Příloha 3 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2013



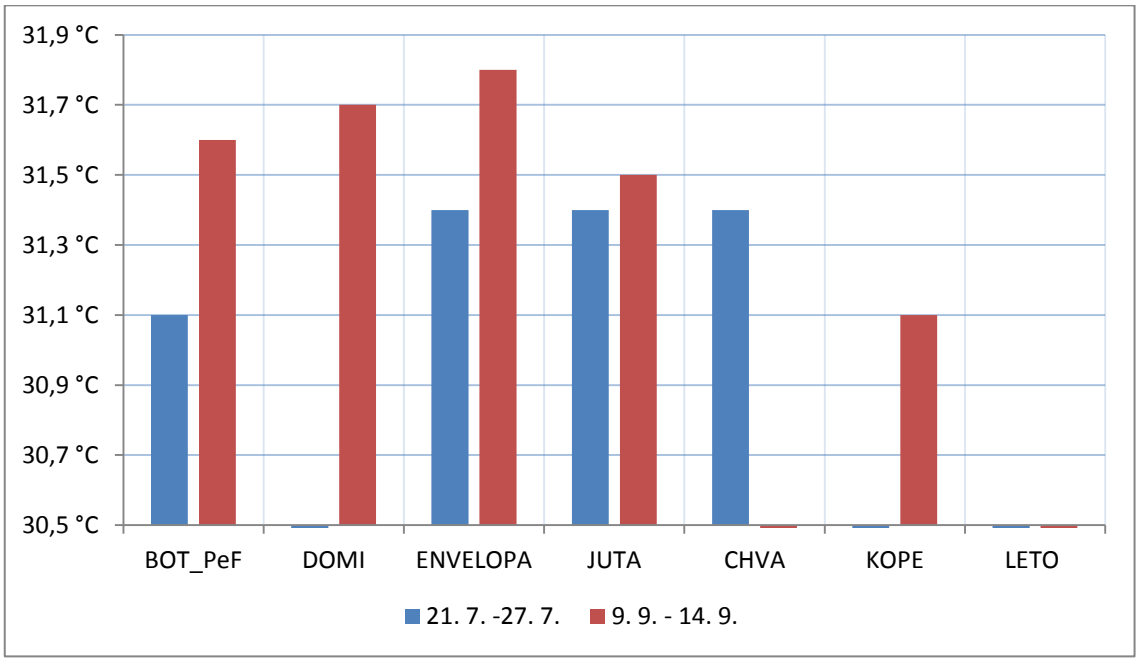
Příloha 4 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2014



Příloha 5 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2015



Příloha 6 Průměrné maximální teploty v rámci horkých vln v roce 2016



Příloha 7 Meteorologická stanice BOT_PeF (Klicperová 2018)

Příloha 8 Detail meteorologické stanice DOMI (Klicperová 2018)