

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Dominik NOVOTNÝ

**Nebezpečné meteorologické jevy na území
Olomouce podle staniční sítě MESSO**

Bakalářská práce

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

Olomouc 2020

Bibliografický záznam

Autor (osobní číslo): Dominik NOVOTNÝ (R180183)

Studijní obor: Regionální geografie

Název práce: Nebezpečné meteorologické jevy na území Olomouce podle staniční sítě MESSO

Title of thesis: Hazardous meteorological phenomenons in the Olomouc city based on MESSO measurements

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

Rozsah práce: 97

Abstrakt: Bakalářská práce se zaměřuje na nebezpečné meteorologické jevy měřitelné v rámci staniční sítě MESSO na území města Olomouce v období 2017–2019. Mezi sledované jevy patří vysoká teplota, silný mráz, horká vlna, chladná vlna, tropická noc, inverze teploty vzduchu, náhlá změna teploty, silné srážky, bezsrážková období a silný vítr. Tyto jevy jsou vymezeny na základě statisticky vyhodnocených dat, případně za užití obvykle používaných kritérií. Kromě analýzy těchto nebezpečných jevů v sledovaném období byly popsány časoprostorové rozdíly pomocí vybraných stanic v různých částech tohoto města. Dále sleduje nejextrémnější situace a vymezuje období s nejčastějším výskytem těchto jevů.

Klíčová slova: Nebezpečné meteorologické jevy, horká vlna, chladná vlna, vysoká teplota, silný mráz, tropická noc, inverze teploty vzduchu, náhlá změna teploty vzduchu, extrémní srážky, bezsrážková období, silný vítr, Olomouc, klima měst, období 2017–2019, MESSO

Abstract: This thesis focuses on dangerous weather phenomena measured by the Metropolitan weather station network in Olomouc (MESSO) during the years 2017–2019. The examined phenomena include high temperatures, severe frost, heat waves, cold waves, tropical nights, atmospheric inversion, sudden temperature changes, heavy precipitation, non-precipitation period and strong wind. The definition of these phenomena is based on the collected data or on common criteria where necessary. Apart from the analysis of dangerous weather phenomena, the thesis also describes spatial and temporal differences between selected weather stations in different location in the city. Furthermore, the thesis observes most extreme situations as well as outlines periods of time during which the described weather phenomena occur most frequently.

Keywords: Hazardous meteorological phenomenons, hot wave, cold wave, high temperature, severe frost, tropical night, temperature inversion, sudden temperature change, extreme precipitation, non-precipitation period, strong wind, Olomouc, urban climate, period of years 2017–2019, MESSO

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité zdroje jsem uvedl v seznamu použité literatury v závěru práce.

V Olomouci dne

.....

Dominik Novotný

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat doc. RNDr. Miroslavu Vysoudilovi, CSc. za ochotu při vedení práce, konzultace mailovou, ale i osobní, formou a náležité připomínky. Všechny tyto cenné rady pomohly k dokončení bakalářské práce. Dále chci poděkovat RNDr. Romanu Volnému za poskytnutí radarových snímků, použitých v analýze nebezpečných meteorologických jevů.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Dominik NOVOTNÝ**
Osobní číslo: **R180183**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Regionální geografie**
Téma práce: **Nebezpečné meteorologické jevy na území Olomouce podle staniční sítě MESSO**
Zadávající katedra: **Katedra geografie**

Zásady pro vypracování

Cílem bakalářské práce je analýza vybraných nebezpečných meteorologických jevů v Olomouci ve zvoleném sledovaném období. Pro řešení bakalářské práce budou využita meteorologická měření v Metropolitní staniční síti Olomouc (MESSO). Pozornost bude věnována těm nebezpečným meteorologickým jevům, které umožňují měření identifikovat. Bude vedena spolupráce s MmOL, odborem ochrany obyvatel.

Struktura práce:

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metody zpracování
4. Účelová charakteristika území, popis staniční sítě.
5. Nebezpečné meteorologické jevy, analýza.
6. Shrnutí a diskuze výsledků
7. Závěr
8. Summary
9. Seznam literatury

Rozsah pracovní zprávy: **5 000 – 8 000 slov**
Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

- Burt, Ch. C. (2004): Extreme weather. A guid record book. 1st edition. W. W. Norton & Company. New York.
- Dubský, L. (2019): Charakteristické dny podle maximálního a minimálního teplotěru a jejich prostorová variabilita v Olomouci a okolí. Diplomová práce. KGG PFF UP v Olomouci, Olomouc.
- ĎURČÍKOVÁ, J. (2010): Extrémní projevy počasí a jeho environmentální hazardy. Ostrava, 2010. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava.
- Kolářik, R. (2014): Příspěvek ke studiu teplotních inverzí v Olomouci. Diplomová práce. KGG PFF UP v Olomouci, Olomouc.
- Bolha, M. (2016): Městské teplotní inverze (na příkladu Olomouce). Diplomová práce. KGG PFF UP v Olomouci, Olomouc.
- Daněk, T. (2015): Meteorologické extrémy na letišti v Mošnově. Bakalářská práce. KGG PFF UP v Olomouci, Olomouc.
- Franek, V. (2019): Příspěvek ke studiu chladných vln v Olomouci 2011-2016. Diplomová práce. KGG PFF UP v Olomouci, Olomouc.

Klicperová, M. (2019): Příspěvek ke studiu horkých vln v Olomouci 2011 ? 2016. Diplomová práce. KGG PFF UP v Olomouci, Olomouc.
NĚMEČKOVÁ, K. (2010): Extrémní projevy počasí v Jihomoravském kraji v roce 2010. Brno, 2012. Bakalářská práce. Masarykova univerzita Brno, Brno.
RAK, Z. (2010): Systém integrované výstražné služby [online].
RÓŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN, T. (2004): Extrémy počasí a podnebí. Sborník abstraktů a CD ROM s články. Brno: Česká bioklimatologická společnost.
SIMONS, P. (2010): Extrémy počasí. Reader's Digest, 2010.
Internetové zdroje:
<http://www.infomet.cz>
<http://portal.chmi.cz/informace-pro-vas/rocní-vyhodnocení/meteorologicka-pozorovani#>

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

Datum zadání bakalářské práce: **30. ledna 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2021**

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

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

V Olomouci dne 30. ledna 2020

Obsah

| | |
|---|----|
| Seznam použitých zkratek | 9 |
| 1 Úvod | 10 |
| 2 Cíle práce | 11 |
| 3 Metody zpracování | 12 |
| 3.1 Rešerše literatury | 12 |
| 3.2 Zpracování dat a definice nebezpečných jevů | 15 |
| 4 Účelová geografická charakteristika území a MESSO | 20 |
| 4.1 Charakteristika Olomouce a jeho území | 20 |
| 4.2 Geomorfologie | 20 |
| 4.3 Hydrologické poměry území | 21 |
| 4.4 Biogeografické poměry a využití půdy | 22 |
| 4.5 Klimatické poměry Olomouce a okolí | 23 |
| 4.6 Metropolitní staniční síť Olomouc | 24 |
| 5 Nebezpečné meteorologické jevy | 27 |
| 5.1 Systém integrované výstražné služby | 27 |
| 5.2 Nebezpečné meteorologické jevy ve vztahu k území Olomouce | 31 |
| 5.2.1 Vysoká teplota a silný mráz | 31 |
| 5.2.2 Horká vlna | 32 |
| 5.2.3 Chladná vlna | 32 |
| 5.2.4 Tropická noc | 32 |
| 5.2.5 Náhlá změna teploty | 33 |
| 5.2.6 Inverze teploty vzduchu | 33 |
| 5.2.7 Silné srážky | 33 |
| 5.2.8 Bezesrážková období | 34 |
| 5.2.9 Silný vítr | 34 |
| 6 Analýza nebezpečných meteorologických jevů | 36 |
| 6.1 Vysoká teplota | 36 |

| | |
|--|----|
| 6.2 Silný mráz | 42 |
| 6.3 Horká vlna..... | 46 |
| 6.4 Chladná vlna | 56 |
| 6.5 Den s tropickou nocí..... | 60 |
| 6.6 Inverze teploty vzduchu a náhlá změna teploty..... | 63 |
| 6.7 Silné srážky | 69 |
| 6.8 Bezesrážkové období..... | 79 |
| 6.9 Silný vítr | 83 |
| 7 Shrnutí a diskuse výsledků | 86 |
| 8 Závěr | 92 |
| 9 Summary..... | 93 |
| 10 Seznam použitých zdrojů | 94 |
| 10.1 Knižní a časopisecké zdroje | 94 |
| 10.2 Elektronické zdroje | 96 |

Seznam použitých zkratek

BOT_Pdf – Botanická zahrada Pedagogické fakulty UP

DOMI – Klášter Dominikánů

ENVE – Envelopa

KOPE – Svatý Kopeček

LETO - Letiště

MESSO – Metropolitní staniční síť Olomouc

Zkratky užívané v Systému integrované výstražné služby (SIVS)

T_{max} – maximální teplota (v °C)

T_{min} – minimální teplota (v °C)

T₂ – teplota ve dvou metrech nad zemí (v °C)

T_{0,5} – teplota přízemní v 0,5 metrech (v °C)

RR – suma srážek (v mm)

FF – rychlost větru (v m/s)

SPA – stupeň povodňové aktivity

Zkratky užívané v analýze nebezpečných meteorologických jevů

T_{min^d} – denní teplotní minimum (v °C)

T_{min^d∅} – průměr denních teplotních minim (v °C)

T_{min∅} – průměr teplotních minim (v °C)

T_{max^d} – denní teplotní maximum (v °C)

T_{max^d∅} – průměr denních teplotních maxim (v °C)

T_{max∅} – průměr teplotních maxim (v °C)

1 Úvod

Nebezpečné meteorologické jevy ovlivňují každého z nás. Každý rok se v jakémkoli ročním období lze z médií doslechnout, že jsou znovu a znovu přepisovány teplotní, srážkové, větrné nebo jiné meteorologické rekordy na řadě stanic. Jakýkoli z těchto extrémních projevů může ohrozit majetek i životy obyvatel. V posledních letech se stále častěji objevují názory, že nebezpečných projevů extrémního počasí přibývá a v budoucnu bude přibývat. Otázkou tedy zůstává, zda a jak se těmto jevům lze bránit a jak se jim přizpůsobit. Právě pro tuto aktuálnost jsem si vybral téma bakalářské práce.

Co je to vlastně nebezpečný meteorologický jev? Každý může vnímat tento význam různě. Někdo se může cítit značně nepříjemně už při pobytu venku v teplotách kolem pětadvaceti stupňů Celsia, někdo si může libovat i při tropických teplotách. Naopak někdo si obléká zimní bundu už při teplotách kolem deseti stupňů Celsia, někdo zase naopak vydrží bez problému ve svetru při teplotách kolem bodu mrazu. Někdo žije na větrném místě, a tak vyšší nárazové rychlosti větru ho nevyvedou z míry, někdo jiný se může o svůj majetek obávat už při čerstvém větru. Aby bylo tedy možné systematicky studovat nebezpečné meteorologické jevy, je potřeba existence dostupných vyhovujících dat a znalost studovaného území. Tím územím může být i městská krajina, v předložené práci se jedná o území města Olomouce ve sledovaném období 2017–2019. Potřebná data byla získána z měření Metropolitní staniční sítě Olomouc. Je známo, že městská krajina, jako každá jiná specifická krajina, významně ovlivňuje projevy počasí a jeho nebezpečné projevy.

Území měst, tedy i Olomouce, je navíc vhodným územím pro sledování rozdílů síly projevu, délky trvání a četnosti výskytu jednotlivých vybraných jevů na různých lokalitách. Na tomto relativně malém území je možné sledovat významné rozdíly v rychlosti větru, v charakteru denních i nočních teplot, ve výskytu tropických dní, například v délce horké vlny či denní sumě srážek při bouřkových situacích. Tyto rozdíly jsou závislé na charakteru bezprostředního okolí daného místa. Jakýkoli faktor (hustota zástavby, přítomnost komunikací, betonové plochy, přítomnost vodního toku, vegetace aj.) může způsobovat až překvapivě významné odlišnosti v počasí. Výsledky analýzy v této práci mohou přispět ke studiu klimatu Olomouce, zejména k výskytu nebezpečných meteorologických jevů.

2 Cíle práce

Cílem práce byla analýza vybraných nebezpečných meteorologických jevů v Olomouci ve sledovaném období let 2017–2019. Řešení analýzy vycházelo z měření Metropolitní staniční sítě Olomouc (MESSO). Pozornost tedy byla věnována těm nebezpečným meteorologickým jevům, které umožňují měření identifikovat. Smyslem bylo zjistit výskyt a frekvenci výskytu sledovaných meteorologických jevů a následně porovnat jednotlivé situace na vybraných stanicích. To z toho důvodu, aby bylo možné sledovat projevy nebezpečných jevů v odlišných lokalitách území tohoto krajského města. Důraz byl kladen na sledování rozdílnosti délky trvání jednotlivých jevů, případně dosažených hodnot teploty vzduchu, sumy srážek a síly větru. Dalším cílem bylo vybrat nejextrémnější situace v průběhu sledovaných let.

3 Metody zpracování

3.1 Rešerše literatury

Nebezpečné meteorologické jevy jsou tématem stále aktuálnější. To se také odráží v literatuře jak české, tak světové. Autoři nejčastěji tyto jevy zkoumají ve dvou hlediscích. První hledisko je klimatologické. Cílem je v tomto případě analýza projevů a trend výskytu těchto jevů pro výzkum klimatu studované oblasti ve vztahu ke kolísání nebo změně podnebí. Druhé hledisko je antropologické. Autoři se v tomto případě zaměřují na dopad extrémních projevů počasí na majetek a zdraví obyvatel. I téma městského klimatu je stále aktuálnější a v literatuře se s ním setkat především až od druhé poloviny 20. století. Někteří autoři se věnují i podnebí Olomouce, počet prací nebo publikací, které se věnují extrémním nebo nebezpečným hydrometeorologickým projevům na tomto území, je pak ale výrazně nižší.

Brázdil (2002) rozebíral výskyt meteorologických extrémů a povodní v České republice ve vztahu ke globálnímu oteplování. Zamýšlel se zde nad otázkou, zda je lidská společnost citlivější na dopady těchto extrémů a jak je jejich percepce ovlivněna sdělovacími prostředky.

V rámci bakalářské práce se Franek (2016) zabýval meteorologickými extrémy a rekordy ve světě v 21. století. Sledovanými jevy byly extrémní teplotní maxima, minima a extrémní srážkové úhrny rozdělené na regiony výskytu. Jednotlivé situace byly navíc popsány pomocí synoptických map.

Ve své práci se Dutková (2014) zaměřila na zhodnocení extrémních meteorologických jevů na území ČR na příkladu letního období roku 1983. Zhodnocení bylo vypracováno na základě délky výskytu, extremity a dopadů. Sledovány byly také synoptické a povětrnostní situace, které byly příčinou vzniku extrémních situací.

V práci Tolasze et al. (2007) se autoři komplexně věnovali podnebí České republiky. Jedna z kapitol se zaměřila na nebezpečné meteorologické jevy. V této kapitole byly zpracovány čtyři z nich – kroupy, bouřka, mlha a nebezpečné srážky. Umožňuje získat přehled o četnosti a prostorovém rozložení jejich výskytu.

Informacemi o hydrometeorologických extrémech vyskytujících se mimo staniční síť ČHMÚ se zabýval Řehoř (2017). Autor vycházel ze čtyř zpravodajských serverů, na základě kterých vytvořil databázi hydrometeorologických extrémů na území České republiky v letech 2002 až 2016.

Extrémní meteorologické situace na Jeseníku v období 1978–2018 popsali Abrahánek a Rušar (2021). Ve vybraných situacích lze nalézt jevy jako: Prudký pokles teploty, extrémní povodňové situace, pozdní a brzká sněhová pokrývka, horké vlny, bezsrážková (suchá) období, fénový efekt, silný vítr, bouřkové situace a silný mráz. Vybrané situace jsou pak navíc opatřeny snímky synoptických situací nebo snímky bleskové aktivity. Práce odkazuje na proběhlou výstavu v budově Vodní tvrze v Jeseníku.

Teplotním poměrům s důrazem na změnu v jejich extremitě na území jižní Moravy v období let 1961–2014 se věnovala Doležalová (2015). V tomto příspěvku byly po analýze teploty vzduchu ve sledovaném období zkoumány trendy v růstu výskytu dní tropických, letních, mrazových, ledových a arktických a navíc také horkých a chladných vln.

Předložená práce je nejvíce ovlivněna Vysoudilem a kol. (2012) tedy publikací, která se věnuje podrobně klimatu Olomouce. Autoři komplexně rozebírají režim jednotlivých meteorologických prvků v městské a příměstské krajině. Inspirativní kapitolou byla vybrané nebezpečné hydrometeorologické jevy. Prvním takovým sledovaným jevem byly teplotní inverze ve třech staničních profilech. Horké vlny byly analyzovány v letech 2010, 2011 a 2012. Na druhé straně jsou pak zmíněny chladné vlny, které byly vymezeny pomocí průměrné denní teploty vzduchu. Kapitola je ukončena přehledem mimořádných srážkových situací na stanicích MESSO, přičemž stěžejní jsou srážkové úhrny během bouřek. Autoři poté věnovali kapitolu tématu kolísání teploty vzduchu a srážek v Olomouci a v Šumperku, Přerově a Opavě.

Meteorologické extrémy v historickém období 1693–1783 na území Olomouce v lokalitách Svatý Kopeček a Klášterní Hradisko byly popsány v práci Brázdila et al. (2011). Záznamy o počasí byly získány z analýzy premonstrátských diáří. Popsanými hydrometeorologickými extrémy jsou sucha, povodně, bouřkové situace, sucha a pozdní mrazy. Ve sledovaném období bylo prokázáno 33 povodní na řece Moravě, 22 vichřic, 11 krupobití, v 17 letech bylo zmíněno nebezpečné sucho a v 10 případech pozdní mrazy.

Srážkové a teplotní poměry na území Olomouce zpracovali Tomáš a Vysoudil (2011). Analyzovány byly dvě teplotní a srážkové řady v lokalitě Olomouc-Klášterní Hradisko v období 1876–1961 a Olomouc (která vznikla spojením dvou řad Olomouc-Slavonín a Olomouc-Holice) v období 1946–2006. Práce se částečně také zabývala teplotním a srážkovým extrémům ve sledovaném období.

Meteorologickými extrémy na ostravském letišti v Mošnově se zabýval Daněk (2015). Sledovanými roky byly 2001 až 2012. Autor se zaměřil na jevy spojené s teplotou vzduchu, se srážkami, se sněhem a s větrem. Dále byly zmíněny výrazné synoptické situace a srovnání extrémů na stanici Mošnov s okolními stanicemi.

Nebezpečné hydrometeorologické jevy na území města Brna zpracovala Mikeladzová (2009). Práce byla zaměřena zejména na bouřkové situace s krupobitím v období let 1961–2007. Autorka zpracovala synopticko-klimatologickou analýzu dní s výskytem bouřky a dní s krupobitím. Klima města Brna bylo pak komplexně analyzováno v publikaci Dobrovolného a kol. (2012). V případě meteorologických prvků teplota vzduchu a srážky umožňuje sledovat i dlouhodobé kolísání klimatu v tomto regionu.

Problematice horkých vln se věnovali Kyselý a Pecho (2012). Autoři hledali odpovědi na otázky související s horkými vlnami nad Evropou a spojitost jejich častějšího výskytu se změnou klimatu.

Příspěvek například obsahoval modelové scénáře růstu počtu dnů v horkých vlnách nebo tropických dnů s tropickou nocí v budoucnosti v Evropě.

Výskytem horkých vln a tropických dní v městském a příměstském prostředí se zabýval Rožnovský a kol. (2010). Jevy byly analyzovány na území Brna a jeho blízkém okolí. Výsledky ukázaly, že stanice reprezentující městské prostředí (Brno-Žabovřesky) vykazuje vyšší výskyt těchto meteorologických jevů ve srovnání se stanicí v Brně-Tuřanech. Například v roce 2003 bylo v Brně-Žabovřeskách zaznamenáno 40 tropických dní, zatímco v Brně-Tuřanech to bylo 25 takových dní.

K tématu horkých vln na městských a příměstských stanicích na území Olomouce přispěla Klicperová (2018). Autorka vycházela z dat MESSO a analyzovala období 2011–2016. Horká vlna byla definována podle obvyklé definice, tedy výskyt tropických dní s teplotou 30 °C bezprostředně za sebou. Výsledkem práce pak bylo srovnání výskytu a intenzity horkých vln na městských a příměstských stanicích.

Studiu chladných vln na území Olomouce v letech 2011–2016 se zabýval Franek (2019). Na stejném území se Bolha (2015) věnoval tématu městských teplotních inverzí. Tyto teplotní inverze byly zkoumány na čtyřech výškových profilech. Autor charakterizoval inverze podle délky trvání v jednotlivých ročních obdobích, intenzity a početnosti. Srovnáním režimu přízemní (0,5 m) teploty vzduchu s režimem teploty vzduchu ve výšce 1,5 m nad zemí v roce 2013 na území Olomouce se zabýval Babovec (2015). Všechny tři práce vychází z dat vybraných stanic MESSO.

Spojitosť mezi chladnými vlnami a kardiovaskulárními úmrtími zkoumal Kyselý a kol. (2009). Autoři se zaměřili na populaci České republiky v období 1986–2006. Chladná vlna zde byla definována jako epizoda tří za sebou bezprostředně navazujících dní, kdy teplota vzduchu nepřesáhla hodnotu -3,5 °C. Za sledované období bylo pak zachyceno 28 chladných vln, přičemž data vycházela ze 46 stanic ČHMÚ. Z výsledků vyplynulo, že nejvyšší relativní riziko úmrtí ve spojitosti s výskytem chladné vlny vykazovala mužská populace ve věku 25–59 let.

Řada použitých definic analyzovaných prvků a jevů vychází z práce Sobiška (1993). Citovaný meteorologický slovník, též dostupný v elektronické podobě (slovník.cmes.cz) obsahuje meteorologické pojmy a jejich definice, vysvětlení a možné alternativy názvů.

Extrémům a nebezpečným projevům počasí se v zahraniční literatuře věnoval Burt (2004). Kniha je zaměřena především na území Spojených států, nicméně extrémní jednotlivých hydrometeorologických prvků jsou zmíněny i v celosvětovém měřítku. Autor knihy se zabývá nejdříve absolutním extrémním teplotním maximům naměřených v jednotlivých státech USA a vymezuje nejteplejší oblasti podle absolutních maxim a průměrných červencových teplotních maxim. Následně jsou seřazeny státy podle nejvyšších naměřených absolutních států v kontinentech celého světa. V knize jsou pak rozebírány horké vlny a sucho. Podobným způsobem jsou analyzovány chlad, sníh a

led, déšť a povodně, bouře a krupobití, tornáda, hurikány, větrné smrště a mlha. Autor se v úvodu také zamýšlí nad otázkou, zda je v posledních letech počasí extrémnější.

Tématu přibývajících klimatických extrémů, mechanismů vzniku a předpovědi těchto extrémů se věnovali Wang et al. (2017). Publikace se věnuje těm procesům a mechanismům, které umožňují vznik meteorologických, případně klimatologických, extrémů. Kniha je složena ze čtyř částí výzkumu klimatických extrémů – síly, procesy, regionálnost a předpověď.

Dopadům epizod chladných a horkých vln na riziko mortality obyvatel se věnuje Barnett et al. (2012). Zkoumanými roky byly 1987 až 2000 v 99 městech na území Spojených států amerických. Bylo zjištěno, že zatímco horké vlny obecně zvyšovaly riziko úmrtí, chladné vlny nevykazovaly zvýšené riziko. Riziko vykazovaly chladné vlny pouze na počátku chladného období, protože nebyly vzhledem k brzkému výskytu společností tolik očekávány. Definice horkých a chladných vln byly sestaveny za užití percentilů.

3.2 Zpracování dat a definice nebezpečných jevů

Výchozí data představovalo pět tabulkových *.csv souborů. Jednalo se o desetiminutová data, v případě výskytu srážek o data minutová, získaná z pěti stanic (BOT_Pdf, DOMI, KOPE, ENVE a LETO) za období let 2017–2019. Soubory obsahovaly data z měření sledovaných meteorologických prvků, kterými byly teplota vzduchu, srážky a v případě stanic ENVE a LETO i rychlost větru. Data byla ve střeoevropském čase (SEČ).

Soubory byly převedeny do formátu *.xlsx a data byla dále zpracována v aplikaci MS Excel 2016. Data z měření nesledovaných prvků byla odstraněna. Dále byla provedena kontrola dat s ohledem na výpadky měření. Jedinou stanicí bez přerušení měření byla BOT_Pdf, stanice DOMI měla výpadek pouze v průběhu čtyř dní. Stanice BOT_Pdf pak hrála důležitou roli ve zpracování jednotlivých sledovaných jevů. Na všech stanicích byl pak proveden výpočet percentilů teploty vzduchu měřené ve výšce 1,5 m nad zemí, ze kterých pak vycházela kritéria pro určení třech nebezpečných meteorologických jevů – extrémní teplotní maximum (dále „vysoká teplota“), extrémní teplotní minimum (dále „silný mráz“) a chladná vlna (viz dále).

Následoval proces zpracování desetiminutových (příp. minutových) dat teploty vzduchu na data denní, respektive na denní statistiky. Byly vytvořeny tabulky po měsících všech tří sledovaných let, přičemž stanice byly postupně zpracovány v tomto pořadí: BOT_Pdf, DOMI, KOPE, ENVE a LETO. V každém řádku tabulky byla uvedena maximální a minimální denní teplota, hodnota denní teplotní amplitudy a průměr denního teplotního minima a maxima. Tyto tabulky denních teplotních statistik byly klíčové pro nacházení horkých a chladných vln, případně pro určení dosažení jevu vysoké teploty nebo silného mrazu. V případě výskytu tropické noci byla její přítomnost zmíněna ve sloupci určeném pro poznámky. Teplotní data byla v těchto tabulkách zaokrouhlena na jedno desetinné místo.

V průběhu zpracování dat byla s vedoucím práce konzultována a určována kritéria nebezpečných meteorologických jevů. Vzhledem k tříletému sledovanému období nebylo v názvech jevů užito slovo „extrémní“. Pro inspiraci v SIVS, bylo toto slovo nahrazeno slovem „silný“. Jedná se o názvy jevů „silný mráz“, „silný vítr“ nebo „silné srážky“. Podle SIVS byl pojmenován také jev „vysoká teplota“. Ostatní názvy vychází z obvyklého pojmenování nebo ze Sobíška a kol. (1993).

V případě jevu horká vlna se kritéria držela nejčastějšího absolutního vymezení prahové hodnoty – tedy přechodné období s denními maximy 30,0 °C a více (Sobíšek a kol. 1993). Minimální stanovená délka tohoto přechodného období byla pak inspirována doporučenou definicí Světové meteorologické organizace (WMO), která pracuje s pětidenním obdobím (Britannica.com). Tyto dva faktory pak umožnily sestavit definici užitou v analýze dat, tedy pět dní bezprostředně za sebou následujících, kdy denní teplotní maximum dosáhlo hodnoty 30,0 °C a více.

Exaktní definici má tropická noc. Podle Sobíška a kol. (1993) se jedná o noc, v průběhu které neklesla teplota vzduchu pod 20,0 °C. Důležité je časové vymezení, po které je teplota vzduchu sledována. Vymezení se v této práci pak drží obvyklého časového horizontu od 19. hodiny dne předchozího do 7. hodiny dne následujícího. V případě, že se tropická noc vyskytla, byl pak pro analýzu jevu jako den s tropickou nocí určen den následující.

Percentilů bylo užito při definici jevu vysoká teplota a silný mráz. Po konzultaci s vedoucím práce byly použity hodnoty 99 % a 1 % percentilu. Hodnoty percentilů se na vybraných stanicích logicky lišily. Zatímco hodnota 1 % percentilu na stanici ENVE činila za sledované období -8,4 °C, na stanici LETO to bylo -10,1 °C. Stejně tak hodnota 99 % percentilu za sledované období na stanici ENVE činila 32,0 °C, zatímco na stanici LETO 31,0 °C. Z toho důvodu byly hodnoty těchto percentilů zprůměrovány a výsledné hodnoty pak činily -8,9 °C pro jev silný mráz a 31,3 °C pro jev vysoká teplota.

Složitější bylo vymezení jevu chladná vlna. Například Vysoudil et al. (2012) považoval za chladnou vlnu alespoň pětidenní epizodu, kdy průměrná denní teplota nepřesáhla -10,0 °C a opustil tak definici pomocí hodnoty denní minimální teploty. Chladnou vlnu definovala také Doležalová (2005), která ji určila dvojnásobem. Za prvé jako období po sobě bezprostředně následujících 3 dní s maximální denní teplotou vzduchu nižší nebo rovno 0 °C. Druhá definice má limitní hodnotu posunutou na -10 °C, tedy období po sobě bezprostředně následujících 3 dní s denním maximum nižším nebo rovným -10 °C. Podle definice Sobíška (1993) se jedná o tři arktické dny bezprostředně po sobě. Také Barnett et al. (2012) se věnoval chladným vlnám. Tu definoval jako období dvou a více dní bezprostředně za sebou s minimální denní teplotou odpovídající hodnotě 1 % až 5 % percentilu.

Vymezení chladné vlny pro analýzu na území Olomouce bylo zprostředkováno také pomocí percentilů. Aby bylo možné dané chladné období označit za chladnou vlnu, muselo se jednat o pět bezprostředně po sobě následujících dní, kdy se denní teplotní minimum nedostalo nad hodnotu 1 % a denní teplotní maximum nad hodnotu 5 % percentilu. Hodnota 1 % percentilu byla již známá (-8,9

°C), pro získání průměrné hodnoty 5 % percentilu bylo postupováno stejně jako v případě vymezení vysoké teploty nebo silného mrazu. Po zprůměrování hodnot 5 % percentilu jednotlivých sledovaných stanic výsledná hodnota činila -3,2 °C.

Jevy inverze teploty vzduchu a náhlá změna teploty vzduchu pak byly sledovány v průběhu radiačních dní na profilu stanice KOPE a BOT_Pdf. Stanice BOT_Pdf byla vybrána pro její úplnost dat a nejnižší nadmořskou výšku. Naopak stanice KOPE pro svou nejvyšší polohu. Radiační den byl vymezen jako den, kdy průměrná rychlost větru nepřesáhla 2 m/s, maximální náraz větru 4 m/s a oblačnost 20 %. Podklady pro výběr radiačních dní z celé řady sledovaného období let 2017–2019 byly získány ze stanice ČHMÚ Olomouc-Holice.

Kritéria pro nebezpečný jev silné srážky byla vymezena podle Systému integrované výstražné služby (SIVS). Srážkové úhrny pak byly sledovány v teplém půlroce, tzn. v měsících duben až září. Za nebezpečný byl považován takový srážkový úhrn, kdy spadlo **30 mm srážek za 6 hodin** nebo **40 mm srážek za 12 hodin**, případně 50 mm za 24 hodin nebo 60 mm za 48 hodin. Pro stanici BOT_Pdf byly sestaveny tabulky denních srážkových úhrnů, vzhledem k její nechybovosti ve sledovaném období. Pokud denní srážkový úhrn na této stanici dosáhl 10,0 mm a více, byl tento den analyzován i na všech ostatních stanicích. Stanice BOT_Pdf se totiž nalézá zhruba mezi příměstskými stanicemi LETO a KOPE. Pravděpodobnost výskytu jevu silné srážky na jiné stanici, zatímco denní úhrn na stanici BOT_Pdf by nepřesáhl 10 mm, byla tak velmi nízká. V případě, že na stanici BOT_Pdf srážkový úhrn dosáhl 5,0 mm, byl denní srážkový úhrn pro ověření sledován pouze na stanici KOPE pro její vzdálenost (6,5 km).

I bezesrážková období byla nejprve hledána v tabulkách denních srážkových úhrnů na stanici BOT_Pdf. Tato období splňovala podmínku pěti a více po sobě následujících dní s denním úhrnem do 0,1 mm. Nalezená bezesrážková období byla následně porovnávána na všech ostatních sledovaných stanicích, přičemž se lišila v délce trvání. Pokud se délka bezesrážkového období na dané stanici výrazně (2 a více dní) lišila od délky trvání na stanici BOT_Pdf, bylo překontrolováno, zda v průběhu bezesrážkového období nedošlo k poruše.

Jev silný vítr byl definován hodnotou maximálního nárazu větru, přičemž prahová hodnota byla stanovena na 15 m/s a více (to odpovídá 54 km/h). Tato hodnota rychlosti větru sloužila jako kritérium z toho důvodu, že data o dnech, kdy se tato rychlost vyskytla, jsou poskytována Katedrou geografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého magistrátu statutárního města Olomouc pro odbor ochrany. Rychlost větru zaznamenávají pouze stanice LETO a ENVE. V případě, že jedna z těchto stanic naměřila prahovou hodnotu, byla hodnota maximálního nárazu větru srovnána v daný den i na stanici druhé.

Pro každý ze sledovaných nebezpečných meteorologických jevů byl vytvořen vlastní (xlsx) soubor. V těchto souborech byl sestaven přehled výskytu daného jevu alespoň na jedné stanici a ve stejném souboru byly pak tvořeny grafy použité v textové části. V těchto souborech vznikaly také

podklady pro vznik tabulkových grafických prvků použitých v analýze jevů. Soubor stejného typu byl také vytvořen pro grafické prvky v kapitole shrnutí výsledků – výskyt nebezpečných jevů v měsících, výskyt nebezpečných jevů v letech a výskyt nebezpečných jevů na jednotlivých stanicích.

Textová část byla zpracována v aplikaci Microsoft Word 2016. Grafy byly vytvořeny v aplikaci MS Excel. Ke tvorbě mapových prvků byl využit program QGIS. Podkladovými daty pro mapové výstupy byla Data200, která byla stažena v balíčku z ČÚZK. Hydrologická data (vodní toky) byla stažena v rámci DIBAVOD (2006) poskytované Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka.

Analýza jevů spojených s teplotními extrémami (silný mráz, vysoká teplota) obsahuje přehledovou tabulku s nejvyšším absolutním maximem a nejnižším absolutním minimem na každé sledované stanici s uvedeným časem výskytu. V případě kapitoly věnující se jevu vysoká teplota byly analyzovány dny s teplotou nad 35 °C. U obou jevů je pak analyzován jejich výskyt ve sledovaném období na vybraných stanicích MESSO a výskyt v jednotlivých dekádách měsíců.

Analýza jevů horká vlna a chladná vlna obsahuje jejich obecný výskyt na stanicích, výskyt ve dnech na stanicích a výskyt v letech v rámci sledovaného období alespoň na jedné stanici. Následně je zpracována detailní analýza jednotlivých epizod chladných a horkých vln. V případě horkých vln jsou sledovány denní teplotní maxima, v případě chladných vln denní teplotní maxima, minima a průměr denních teplotních minim a maxim.

V případě tropických nocí byl analyzován jejich výskyt na jednotlivých stanicích, v jednotlivých letech a měsících sledovaného období. Dále je detailně analyzována tropická noc z 31. srpna na 1. září 2019 na stanici KOPE.

Jevy náhlá změna teploty vzduchu a inverze teploty vzduchu jsou detailně analyzovány v jednotlivých radiačních dnech. Zde byl zvolen individuální přístup k analýze bez pevně stanovených kritérií.

Analýza silných srážek (jev nebezpečný úhrn srážek) obsahuje přehledovou tabulku nejvyšších denních a hodinových úhrnů srážek a rozbor jednotlivých dnů s výskytem tohoto jevu s grafickými prvky. Použity jsou i radarové snímky, které byly poskytnuty z ČHMÚ.

V případě bezsrážkových období byly vytvořeny přehledové tabulky výskytu v letech, výskytu ve dnech na jednotlivých stanicích, převažujícího výskytu v měsících a počet dní výskytu v měsících. Převažující výskyt je počítán na počet dní. Pokud například v měsíci červnu dané bezsrážkové období trvalo 4 dny a v červenci 5 dní, převažující výskyt je pak v měsíci červenec. Dále byla detailně analyzována nejdelší bezsrážková období v jednotlivých letech sledovaného období.

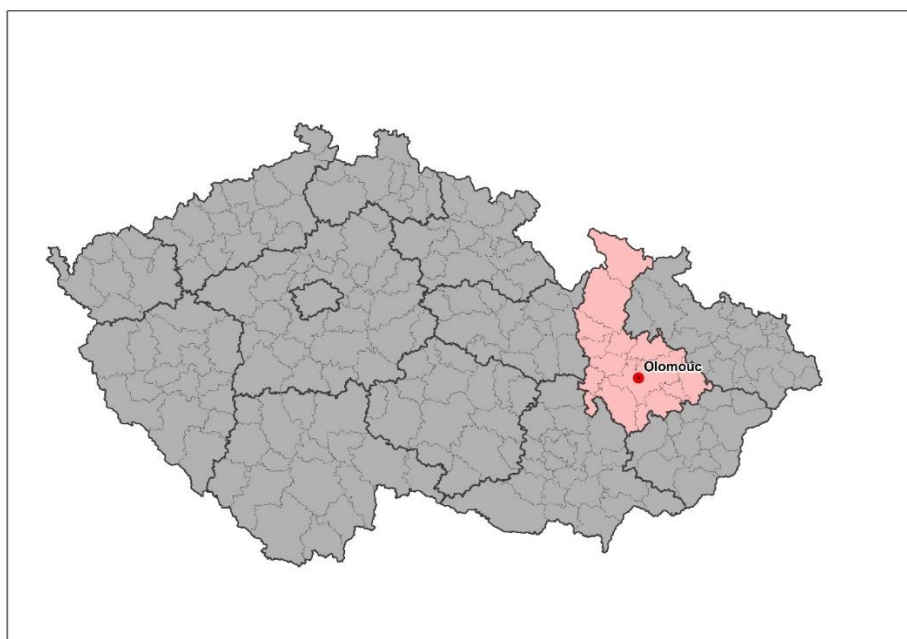
Analýza jevu silný vítr představuje přehledovou tabulku třech nejvyšších naměřených nárazů větru (v m/s) na stanicích ENVE a LETO. Textový rozbor je zaměřen na jednotlivé výskyty jevu. Analýza dále obsahuje grafická znázornění průměrné hodinové rychlosti větru a maximálního nárazu větru ve dnech výskytu nejvyšších hodnot nárazu větru na obou stanicích.

Charakteristika podnebí území Olomouce a okolí byla sestavena podle Tolasze et al. (2007), konkrétně pomocí aktualizované Quittovy klasifikace území ČR. Charakter podnebných oblastí byly pak popsány podle Quitta (1971). Geomorfologická charakteristika území Olomouce byla vytvořena podle Demka a kol. (2006) a Demka a Bíny (2012). Data o obyvatelstvu Olomouce nebo využití půdy byly převzaty z Českého statistického úřadu (ČSÚ). Biogeografické charakteristiky území byly zpracovány pomocí Národního geoportálu INSPIRE. Informace o Systému integrované výstražné služby (SIVS) byly převzaty z webových stránek Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Pro geografickou charakteristiku území (například přesah chráněných území do území města Olomouce) bylo využito mapové aplikace mapy.cz.

4 Účelová geografická charakteristika území a MESSO

4.1 Charakteristika Olomouce a jeho území

Město Olomouc je z hlediska počtu obyvatel šestým největším městem České republiky (ČSÚ 2020). Při posledním sčítání lidu v roce 2011 zde žilo 99 407 obyvatel a ve městě stálo 10 657 domů (SLDB 2011). Jedná se o metropoli historického území Hané a celé Moravy, krajské, okresní a statutární město. Olomouc se skládá z 27 městských částí, přičemž nejlidnatější je Nová Ulice na západě města – v roce 2011 zde žilo 19 153 obyvatel (ČSÚ 2015).



Obr. 1: Poloha města Olomouce v rámci administrativního členění České republiky (kraje a SO ORP). Zdroj dat: ArcČR® 500 (2016)

4.2 Geomorfologie

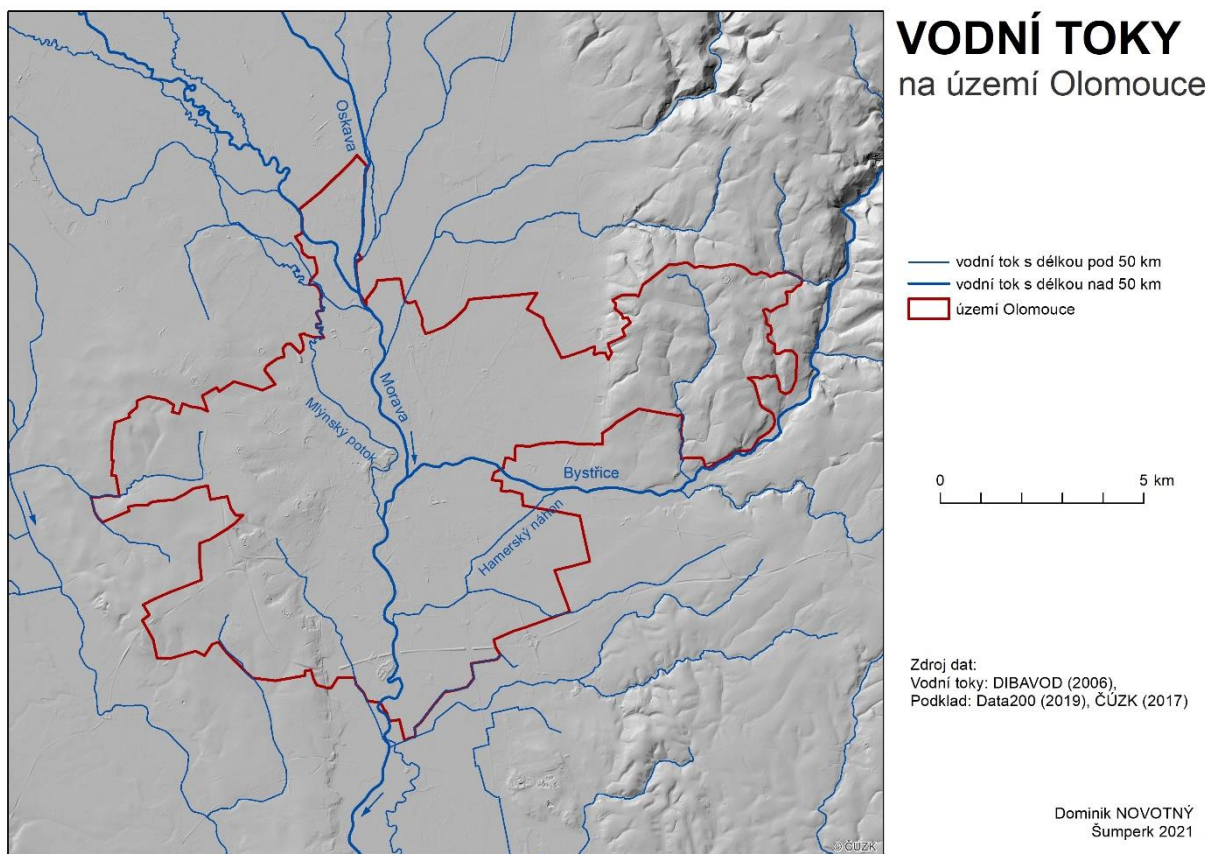
Olomouc se rozkládá v Hornomoravském úvalu (spadajícího do provincie Západní Karpaty) v rozsáhlé nivě řeky Moravy. Na východě od města se zvedají Oderské vrchy (podcelek Nízkého Jeseníku), západně od města zase Bouzovská vrchovina, nejjižnější podcelek Zábřežské vrchoviny s výrazným vrcholem Velký Kosíř (442 m n. m.). Rozloha území města činí 103,36 km² (ČSÚ 2020). Město je obklopeno zemědělsky využívanou krajinou Hané. Má víceméně rovinatý charakter ve většině částí města. Na západě se terén mírně zvedá v okolí Olomouckého letiště (například vrchol Hliníky (265 m n. m.) a Tabulového vrchu, výrazně vyšší georeliéf se vyskytuje na východě v oblasti Nízkého Jeseníku. Zde se také nachází nejvyšší bod města zvedající se v jeho severovýchodní části do výšky až 420 m n. m. Nejnižší bod města se nachází v jeho jižní části – 208 m n. m.

Větší část města tedy spadá pod systém Karpat a subprovincii Vněkarpatské sníženiny. Jen v severovýchodní části města, kde se terén zvedá v oblasti Svatého Kopečku, spadá pod Hercynský systém, a tedy pod provincii Česká vysočina a subprovincii Krkonoško-jesenická soustava.

Do území Olomouce zasahuje 5 geomorfologických okrsků. Radíkovská vrchovina je okrsek podcelku Domašovské vrchoviny a celku Nízkého Jeseníku, do území Olomouce zasahuje v oblasti Lošova, Radíkova a Svatého Kopečku. Jedná se o jediný okrsek zasahující do území Olomouce patřící do Hercynského systému. Středomoravská niva zasahuje do města v jeho centrální části. Zvlněný povrch Křelovské pahorkatiny zasahuje do západní části města v oblasti Neředína a Tabulového vrchu. Severovýchodní část města se rozkládá na okrsku Žerotínská rovina. V oblasti městské části Holice je Holická rovina (Demek a Bína 2012). Vzhledem k zaměření práce nebyly tyto okrsky blíže specifikovány. Podrobné informace o jednotlivých okrscích, včetně jejich geologické stavby, pak lze dohledat v Demek a Bína (2012) a Demek a kol. (2006).

4.3 Hydrologické poměry území

Územím Olomouce protéká řeka Morava v jejím dolním toku, pramenící v pohoří Králický Sněžník ve výšce 1 380 m n. m. v upravené studánce. Délka toku činí 329 km, z toho 269 km na českém území, přičemž rozloha povodí činí 20 692,4 km² (DIBAVOD 2006). Zleva se do ní v Olomouci vlévá řeka Oskava a Bystřice, která pramení jihovýchodně od obce Ryžoviště v Nízkém Jeseníku ve výšce 665 m n. m. Řeka Oskava pramení v Hanušovické vrchovině nedaleko sedla Skřítek. Zprava se do ní vlévá Mlýnský potok, který je pravým ramenem řeky Moravy. Ten se od Moravy odklání už u části obce Bílá Lhota Řimice a tvoří tak tok dlouhý 30 km. V blízkosti města se ve Středomoravské nivě vyskytují i rozměrnější vodní plochy. Mezi Řepčínem a Chomoutovem leží jezero vzniklé v bývalé písčinné Poděbrady ve vzdálenosti cca 4 km od centra města. Celková plocha nádrže je asi 0,5 km² s maximální zjištěnou hloubkou 3,5 m a průměrnou hloubkou okolo 2 m (Tošenovský 2007). Severně od Chomoutova leží též v bývalé písčinné Chomoutovské jezero s ostrovem. Toto jezero náleží do stejnojmenné přírodní památky a je od centra města vzdálené cca 6 km (mapy.cz).

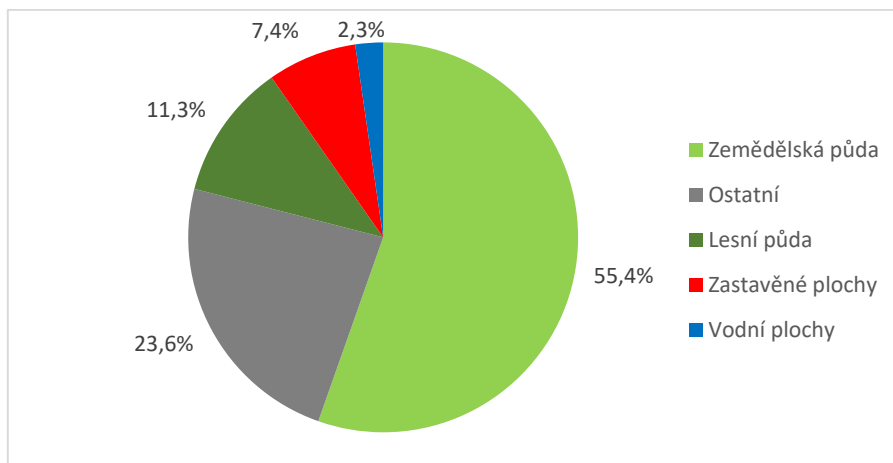


Obr. 2: Říční síť a stínovaný reliéf na území města Olomouce. Zdroj dat: DIBAVOD (2006), Data200 (2019) a ČÚZK (2017)

4.4 Biogeografické poměry a využití půdy

Území Olomouce náleží ze své největší části do fyto geografického okrsku Hornomoravský úval. Jihozápad města (městské části Neředín, Nová Ulice, Povel a Nové Sady) však spadá již do fyto geografického okrsku Hanácká pahorkatina. Severovýchodní část území (městské části Droždín a Týneček) spadá do fyto geografického okrsku Zábřežsko-uničovský úval. Východní část území (městské části Svatý Kopeček, Lošov a Radíkov) spadá již do fyto geografického okrsku Tršická pahorkatina (geoportál INSPIRE).

Na severu města (v městských částech Řepčín, Hejčín, Chomoutov a Černovír) zasahuje do území Chráněná krajinná oblast Litovelské Pomoraví. Jádrem tohoto velkoplošného chráněného území tvoří vnitrozemská říční delta s meandry na tocích, lužními lesy a lukami a mokřady. Na území města jsou také maloplošná chráněná území. V městské části Chomoutov se rozkládá přírodní rezervace Chomoutovské jezero. Mezi Chomoutovem a Řepčínem je přírodní rezervace Plané Loučky a severně od Hejčína lze spatřit přírodní památku Bázlerova pískovna (mapy.cz).



Obr. 3: Využití půdy na území Olomouce (Zdroj: ČSÚ, data k 31. 12. 2019)

Nejvíce zastoupeným druhem pozemku na území Olomouce je zemědělská půda. Ta se rozkládá na ploše 5 726,9 ha a představuje tak 55,4 % celkové výměry pozemků (10 333,5 ha). Téměř čtvrtina pozemků (23,6 %) se řadí mezi ostatní plochy, které se rozkládají na ploše 2 434,4 ha. Výrazně jsou také zastoupené lesní půdy s rozlohou 1 166,1 ha, což představuje 11,3 % celkové míry. Zastavěné plochy se rozkládají na ploše 760,1 ha, tedy 7,4 % všech pozemků. Nejméně zastoupeny jsou vodní plochy, které s rozlohou 245,9 ha představují 2,3 % celkové míry pozemků (ČSÚ 2020).

4.5 Klimatické poměry Olomouce a okolí

Podle Tolasze et al. (2007) spadá podle aktualizované Quittovy klasifikace většina území města Olomouc do teplé oblasti W2, která je charakterizovaná například 50 až 60 letními dny a 30 až 40 ledovými dny ročně. Průměrná lednová teplota činí -2 až -3 °C a průměrná červencová teplota 18 až 19 °C. Suma srážek ve vegetačním období se pohybuje mezi 350 až 400 mm a suma srážek v zimním období mezi 200 až 300 mm. Do teplé oblasti W2 spadají 4 z 5 sledovaných stanic – Botanická zahrada pedagogické fakulty (BOT_Pdf), Klášter Dominikánů (DOMI), Envelopa (ENVE) a Letiště (LETO). Pouze oblast Svatého Kopečku (kde leží stejnojmenná stanice Svatý Kopeček – KOPE) a jeho okolí spadá do mírně teplé oblasti MW7. Ta je například charakterizovaná 30 až 40 letními dny a 40 až 50 ledovými dny ročně. Průměrná lednová teplota se také většinou pohybuje mezi -2 až -3 °C a průměrná červencová teplota mezi 16 až 17 °C. Suma srážek ve vegetačním období se pohybuje mezi 400 až 450 mm a suma srážek v zimním období mezi 250 až 300 mm (Tolasz et al. 2007).

Teplá klimatická oblast je tedy charakteristická dlouhým, teplým a suchým létem a krátkým obdobím – mírným podzimem a jarem, které je pouze přechodné. Zimy jsou obecně suché s krátkým trváním sněhové pokrývky. Mírně teplé oblasti mají dlouhá, teplá a mírně suchá léta. Podzimy a jara jsou mírně teplé a zimy velmi krátké, mírně teplé s krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt 1971).

Tab. 1: Vybrané klimatické charakteristiky Olomouce a okolí dle Quitta (Tolasz a kol. 2007)

| Parametr | MW7 | W2 |
|---------------------------------------|------------|------------|
| Počet letních dní | 30 až 40 | 50 až 60 |
| Počet dní s mrazem | 110 až 130 | 100 až 110 |
| Počet ledových dní | 40 až 50 | 30 až 40 |
| Průměrná lednová teplota (°C) | -2 až -3 | -2 až -3 |
| Průměrná červencová teplota (°C) | 16 až 17 | 18 až 19 |
| Suma srážek ve vegetačním období (mm) | 400 až 450 | 350 až 400 |
| Suma srážek v zimním období (mm) | 250 až 300 | 200 až 300 |
| Počet dní se sněhovou pokrývkou | 60 až 80 | 40 až 50 |

Ve městě Olomouc se v městské části Holice nachází automatizovaná klimatologická stanice I. Typu (AKS1) s indikativem O2OLOM01 (portal.chmi.cz). Tato stanice náleží do teplé oblasti W2.

4.6 Metropolitní staniční síť Olomouc

Metropolitní staniční síť Olomouc (MESSO) je síť stanic umístěných v Olomouci a jeho blízkém okolí. Vznikla katedrou geografie UPOL v roce 2009 v rámci řešení projektu „Víceúrovňová analýza klimatu městské a příměstské krajiny na příkladu středně velkých měst.“ K roku 2021 je v provozu pouze 8 automatických stanic. Více informací o všech stanicích MESSO lze nalézt v publikaci Vysoudil a kol. (2012).

Pro stanice MESSO byl stanoven klimatologický parametr „sky view factor“ – zkr. SVF. Tento parametr je charakterizován jako podíl mezi viditelnou částí oblohy a částí zastíněnou zástavbou (případně terénem), viděno ze specifického místa pozorování. Nejvyšší hodnotu SVF ze sledovaných stanic vykazují stanice Letiště (LETO) a Envelopa (ENVE) – 100 %, nejnižší hodnotu stanice Klášter Dominikánů Olomouc s hodnotou SVF 69,95 % (Vysoudil et al. 2012).

Tab. 2: Základní údaje o sledovaných stanicích MESSO (zdroj: Vysoudil a kol. 2012)

| Kód stanice | Aktivní povrch | Typ stanice | Nadmořská výška | Sky view factor (SVF) | Geografická Poloha |
|-------------|----------------|-------------|-----------------|-----------------------|----------------------------|
| BOT_Pdf | tráva | Městská | 211 m | 84,01 % | 49°36'2''N 17°15'25''E |
| DOMI | tráva | Městská | 220 m | 69,95 % | 49°35'49''N 17°15'03''E |
| ENVE | štěrk | Městská | 230 m | 100,00 % | 49°35'33''N 17°15'46''E |
| KOPE | tráva | Příměstská | 362 m | 74,14 % | 49°37'38''N 17°20'18''E |
| LETO | tráva | Příměstská | 258 m | 100,00 % | 17°20'18''N 17°12'35''E |

Stanice **BOT_Pdf** je v provozu od 8. dubna 2010 a je situována v centru Olomouce v areálu botanické zahrady Pedagogické fakulty. Ta se nachází mezi ulicí Dlouhá a Mlýnským potokem v městské části Lazce. Jedná se tedy o městský typ stanice. Aktivním povrchem zde je udržovaný travní porost. Nadmořská výška stanice činí 211 m a je tak nejnižší položenou ze všech sledovaných stanic (Vysoudil a kol. 2012).

I stanice **DOMI** je městskou stanicí vyskytující se v centru města v zahradě kláštera Dominikánů na adrese Slovenská 14. Aktivním povrchem zde je travnatý povrch, v okolí stanice se však nachází drobná vegetace a hustá zástavba městských historických budov. Stanice se nachází v nadmořské výšce 220 metrů (Vysoudil a kol. 2012).

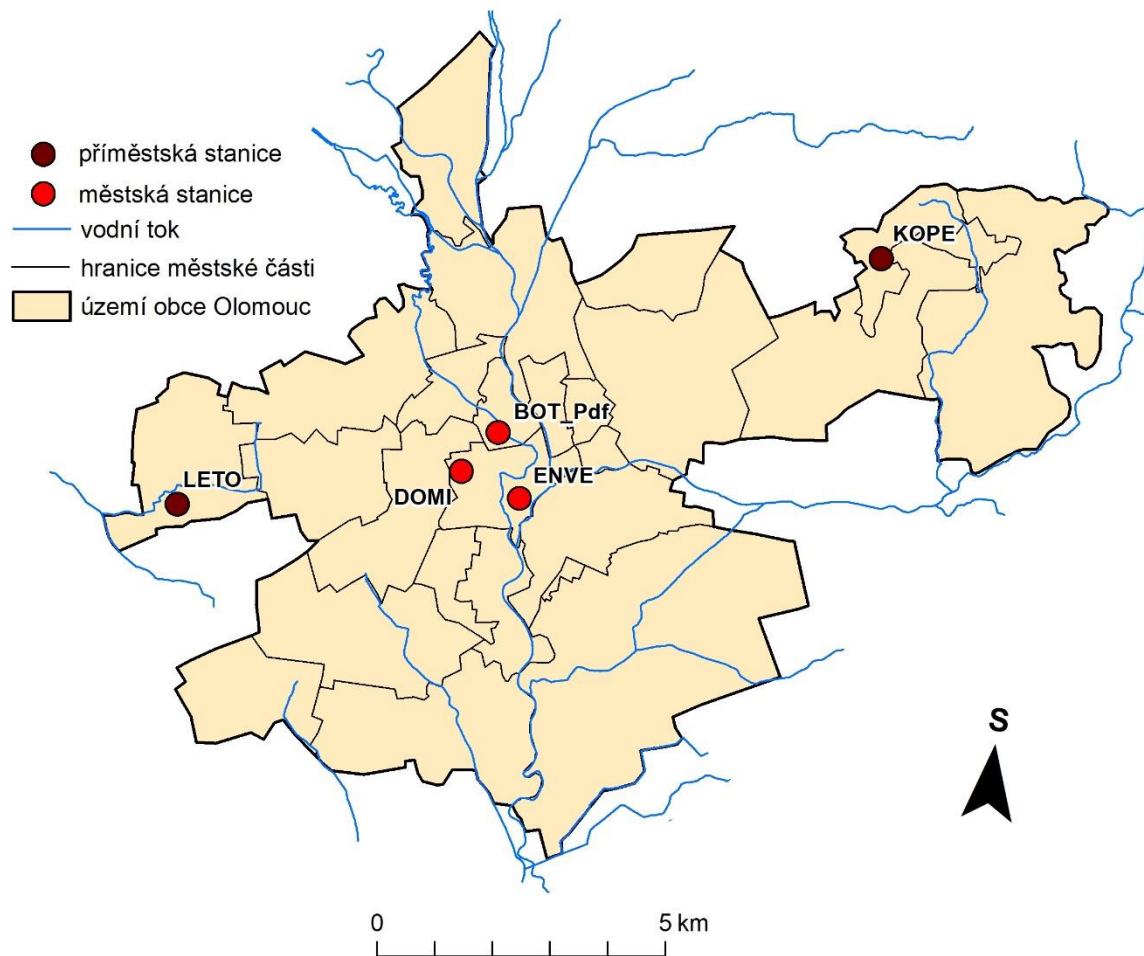
Třetí sledovanou stanicí městského typu je stanice **ENVE**. Nachází se na střeše budovy Přírodovědecké fakulty UP nedaleko Areálu Envelopa, přičemž jako jediná měří nad umělým povrchem. Aktivní povrch zde je štěrk. Vzhledem k hodnotě SVF uvedené v Tab. 2 je aktivní povrch v okolí této stanice velmi dobře osluněn. Stanice se nachází v nadmořské výšce 230 metrů (Vysoudil a kol. 2012).

Na stanici **LETO** je pohlíženo jako na příměstskou stanicí. Je lokalizována v městské části Neředín v areálu Letiště Olomouc na severozápadě města. Aktivním povrchem je travní porost, v okolí se však nachází i betonové povrchy letiště. Stejně jako stanice ENVE, i tato stanice má hodnotu SVF 100 % a okolí stanice je tak velmi dobře osluněno. Stanice LETO se nachází v nadmořské výšce 258 m (Vysoudil a kol. 2012).

Druhou sledovanou příměstskou stanicí v rámci MESSO je stanice **KOPE**. Stanice leží v městské části Svatý Kopeček, přibližně 5 km severovýchodně od centra města. Nachází se na zahradním

pozemku na ulici Dvorského. I zde je aktivním povrchem trávník, v porovnání se stanicí BOT_Pdf však hustší a méně často upravován. V okolí stanice se objevují listnaté stromy, které snižují hodnotu SVF (74,14 %). Reliéf v okolí stanice je navíc mírně ukloněn a stanice tak leží na jihozápadním svahu v nadmořské výšce 362 m (Vysoudil a kol. 2012). Jde tedy o nejnvýše položenou ze sledovaných stanic.

POLOHA VYBRANÝCH METEOROLOGICKÝCH STANIC MESSO



Zdroj dat: Data200 (2019), DIBAVOD (2006), vlastní zpracování.

Dominik NOVOTNÝ
Šumperk 2021

Obr. 4: Poloha vybraných stanic v rámci MESSO

5 Nebezpečné meteorologické jevy

5.1 Systém integrované výstražné služby

Na území České republiky slouží k prevenci před nebezpečnými meteorologickými jevy Systém integrované výstražné služby (SIVS). Jedná se o společně poskytovanou výstražnou službu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) ve spolupráci s meteorologickou službou armády ČR v oblasti operativní meteorologie a hydrologie pro území ČR (portal.chmi.cz).

ČHMÚ vydává v rámci SIVS výstrahy na nebezpečné hydrometeorologické jevy rozdělené do 8 skupin, přičemž každý z jevů může mít rozdílnou úroveň nebezpečí. Úroveň nebezpečí se přiřazuje na základě vyhodnocení kombinace očekávané intenzity nebezpečného jevu a pravděpodobnosti jeho výskytu. Intenzita nebezpečného jevu je stanovena na základě kritérií pro vydávání výstražných informací. Ta jsou určena na základě statistické četnosti výskytu jednotlivých jevů a obvyklých následků (ohrožení zdraví a lidských životů, škody způsobené na majetku a infrastruktuře). Dále také může dojít k situaci, kdy může být vydána výstraha i na jev, který kritéria SIVS nesplňuje (případně může být zvýšen stupeň intenzity jevu), pakliže se předpokládá, že jev s určitou intenzitou povede k horším následkům, než je u takového jevu obvyklé (např. pozdní zimní jev na jaře nebo naopak časný zimní jev na podzim, stav vegetace, vliv dopravní špičky a další). V rámci SIVS jsou pak obvykle u každého jevu rozlišovány 3 úrovně intenzity, které jsou na výstražných mapách vyznačeny barevně – **Nízký stupeň nebezpečí (N)** barvou žlutou, **vysoký stupeň nebezpečí (V)** pak barvou oranžovou a **extrémní stupeň nebezpečí (E)** barvou červenou (portal.chmi.cz).

V rámci SIVS jsou výstrahy vydávány také na základě pravděpodobnosti výskytu nebezpečného jevu. Ta je vyjádřena třemi úrovněmi, které odrážejí míru nejistoty předpovědi výskytu a konkrétní lokalizace jevu v okamžiku, kdy je předpovídán, případně i pozorován. Rozlišuje **Nízkou pravděpodobnost** (pravděpodobnost nižší než 50 %), **Vysokou pravděpodobnost** (pravděpodobnost nad 50 %) a **Pozorovaný jev**, kdy je pravděpodobnost stoprocentní (portal.chmi.cz).

Největší skupinou nebezpečných jevů, které se SIVS věnuje, je teplota vzduchu. Tři úrovně intenzity jevu jsou přiřazeny vysokým teplotám. Pokud teploty s vysokou pravděpodobností mají v předpovědi překračovat 31 °C, je vydána výstraha s nízkým stupněm nebezpečí. Pro velmi vysoké teploty (vysoký stupeň nebezpečí) je určena hodnota teploty vzduchu nad 34 °C, pro extrémně vysoké teploty (extrémní stupeň nebezpečí) je to nad 37 °C. Stejně sledován je na opačné straně i mráz. Pokud teploty s vysokou pravděpodobností mají klesat pod -12 °C, v nadmořských výškách do 600 metrů nad mořem, je vydána výstraha na jev silný mráz (nízký stupeň nebezpečí). Velmi silný mráz je vyhlášen v případě, kdy teploty vzduchu mají klesat pod -18 °C a extrémní mráz v případě, že teploty vzduchu mají klesat pod -24 °C, přičemž stále platí pravidlo v nadmořských výškách do 600 m. Nebezpečným jevem je dále také prudký pokles teploty, který je označen za jev s vysokým stupněm nebezpečí. Zde je

kritérium stanoveno na pokles teploty vzduchu o 15 °C za 6 hodin, přičemž na konci sledovaného období musí být teplota vzduchu pod bodem mrazu (viz Tab. 3). V rámci SIVS je také jev s nízkým stupněm nebezpečí mráz ve vegetačním období. Aby byla výstraha vydána, musí být očekáváno, že s vysokou pravděpodobností budou teploty vzduchu ve 2 metrech ($T_2 \leq 0 \text{ °C}$) nad zemí nebo teploty vzduchu přízemní klesat ($T_{0,5} \leq 0 \text{ °C}$) pod bod mrazu (portal.chmi.cz).

| | | intenzita | | |
|-----------------|-----------------|-----------|--------|----------|
| | | nízká | vysoká | extrémní |
| pravděpodobnost | pozorovaný jev | | | |
| | vysoká (> 50 %) | X | | |
| | nízká (< 50 %) | | | |

Obr. 5: Výstražná matice SIVS (zdroj: portal.chmi.cz)

Tab. 3: Kritéria pro vydávání výstrah na vybrané jevy teploty vzduchu v rámci SIVS (zdroj: portal.chmi.cz)

| Teplota vzduchu | | | |
|-------------------------|-----|--------|---|
| Nebezpečný jev | IJ* | VP* | Kritéria jevu |
| Vysoké teploty | N | > 50 % | $T_{\max} > 31 \text{ °C}$ |
| Velmi vysoké teploty | V | > 50 % | $T_{\max} > 34 \text{ °C}$ |
| Extrémně vysoké teploty | E | > 50 % | $T_{\max} > 37 \text{ °C}$ |
| Silný mráz | N | > 50 % | $T_{\min} < -12 \text{ °C}$, pod 600 m n. m. |
| Velmi silný mráz | V | > 50 % | $T_{\min} < -18 \text{ °C}$, pod 600 m n. m. |
| Extrémní mráz | E | > 50 % | $T_{\min} < -24 \text{ °C}$, pod 600 m n. m. |
| Prudký pokles teploty | V | > 50 % | $\Delta T (6h) \leq -15 \text{ °C}$, $T (6h) < 0 \text{ °C}$ |

*IJ – intenzita jevu, VP – výchozí pravděpodobnost, ΔT – změna teploty

Další významnou skupinou nebezpečných meteorologických jevů, na které ČHMÚ vydává výstrahy, jsou dešťové srážky. Zde rozlišujeme nebezpečné tři jevy, přičemž každý z nich má 4 kritéria pro vydání výstrahy. Vydatný déšť s nízkým stupněm ohrožení (N) je vyhlášen, pokud za 6 hodin má spadnout na dané místo 30 mm srážek. Dále je vyhlášen, má-li za období 12 hodin spadnout 40 mm srážek nebo za 24 hodin pak 50 mm. Poslední kritériem je za 48 hodin 60 mm srážek (Tab. 4). Výstraha na velmi vydatný déšť je vydána, pokud má za 6 hodin spadnout 40 mm srážek nebo 50 mm za 12 hodin

nebo 60 mm za 24 hodin. Výstraha na tento jev může být také vydána, pokud je očekáváno, že za 48 hodin spadne 90 mm srážek, a navíc se vyskytuje nebo je očekáván výskyt libovolného stupně povodňové aktivity. Extrémní srážky se vyhláší, pakliže je předpovězeno, že v dané lokalitě má spadnout 50 mm za 6 hodin nebo 60 mm za 12 hodin nebo 80 mm srážek za 24 hodin. Dále může být na tento nebezpečný jev vydána výstraha, je-li předpokládáno, že za 48 hodin má dopadnout 120 mm srážek při výskytu nebo očekávání třetího stupně povodňové aktivity (portal.chmi.cz).

Tab. 4: Kritéria pro vydávání výstrah na jevy dešťových srážek v rámci SIVS (zdroj: portal.chmi.cz)

| Dešťové srážky | | | |
|--------------------|-----|--------|---|
| Nebezpečný jev | IJ* | VP* | Kritéria jevu |
| Vydatný déšť | N | > 50 % | RR > 30 mm/6h nebo RR > 40 mm/12h nebo RR > 50 mm/24h nebo RR > 60 mm/48h |
| Velmi vydatný déšť | V | > 50 % | RR > 40 mm/6h nebo RR > 50 mm/12h nebo RR > 60 mm/24h nebo RR > 90 mm/48h (výskyt SPA) |
| Extrémní srážky | E | > 50 % | RR > 50 mm/6h nebo RR > 60 mm/12h nebo RR > 80 mm/24h nebo RR > 120 mm/48h (výskyt 3. SPA) |

*IJ – intenzita jevu, VP – výchozí pravděpodobnost

Významnou skupinou jevů, na které jsou často prostřednictvím ČHMÚ vydávány výstrahy, jsou větrné jevy. V rámci SIVS jsou uvedeny tři, jejichž kritéria vyhlášení se dotýkají síly nárazového větru. Silný vítr (nízký stupeň nebezpečí) je vyhlášen tehdy, když jsou očekávány nárazy větru 18 m/s a více, případně od 30 m/s pro vrcholové (exponované) lokality (viz Tab. 5). Velmi silný vítr (vysoký stupeň nebezpečí) je vyhlášen, když jsou očekávány nárazy větru 24 m/s a více, případně od 38 m/s pro vrcholové polohy. Kritéria pro vyhlášení jevu extrémní vítr jsou posazena ještě výše – od 30 m/s v nárazech nebo od 45 m/s v nárazech pro vrcholové polohy (portal.chmi.cz).

Tab. 5: Kritéria pro vydávání výstrah na jev vítr v rámci SIVS (zdroj: portal.chmi.cz)

| Vítr | | | |
|---------------------|-----|--------|--|
| Nebezpečný jev | IJ* | VP* | Kritéria jevu |
| Silný vítr | N | > 50 % | $F_m F_m > 18 \text{ m/s (65 km/h)}$ nebo $F_m F_m > 30 \text{ m/s (110 km/h)}$ pro exponované polohy |
| Velmi silný vítr | V | > 50 % | $F_m F_m > 24 \text{ m/s (85 km/h)}$ nebo $F_m F_m > 38 \text{ m/s (135 km/h)}$ pro exponované polohy |
| Extrémně silný vítr | E | > 50 % | $F_m F_m > 30 \text{ m/s (110 km/h)}$ Nebo $F_m F_m > 45 \text{ m/s (160 km/h)}$ pro exponované polohy |

*IJ – intenzita jevu, VP – výchozí pravděpodobnost

V rámci SIVS jsou však stanovena kritéria i pro další skupiny nebezpečných jevů. Velkou skupinou jsou sněhové jevy. Výstrahy jsou vydávány pro novou sněhovou pokrývku (N), vysokou sněhovou pokrývku (V) a extrémní sněhovou pokrývku (E). SIVS také sleduje nebezpečný jev vysoká celková sněhová pokrývka (V), která je například vyhlášována tehdy, když do 600 m n. m. leží nad 50 cm sněhové pokrývky. Dále jsou sledovány jevy silné sněžení (V) a extrémně silné sněžení (E), kde jsou výstrahy vyhlášovány tehdy, když jsou tyto jevy pozorovány, nikoli předpovídány. Výstrahy jsou také vydávány na jevy spojené se sněžením a se silným větrem (portal.chmi.cz) – sněhové jazyky (N), závěje (V) a sněhové bouře (E), jak je uvedeno na stejném portálu.

Vedle skupiny sněhových jevů jsou v zimním období důležitou skupinou jevy námrazové. Zde rozlišujeme náledí (N) a ledovku (N), silnou ledovku (V) a velmi silnou ledovku (E), přičemž u posledních dvou jevů jsou sledovány mrznoucí srážky (portal.chmi.cz). V této skupině jsou podle ČHMÚ také jevy mrznoucí mlhy (N) a silná námraza (V).

Naopak v letním období jsou sledovány bouřkové jevy, protože jsou velmi často spojené s nějakými doprovodnými nebezpečnými hydrometeorologickými jevy. Zde jsou rozlišovány silné bouřky (N), velmi silné bouřky (V) a extrémně silné bouřky (E). Intenzitu nebezpečného jevu určují nárazy větru (v případě extrémních bouřek 30 m/s, resp. 110 km/h), srážky (u extrémních bouřek od 90 mm) a průměr krup (extrémní bouřky od 4 cm). Vedle toho mohou být ještě vyhlášeny velmi silné bouřky s přívalovými srážkami (V) a extrémně silné bouřky s přívalovými srážkami (E), které často vedou ke vzniku přívalových povodní. Ty mohou malé potoky proměnit v životu nebezpečné živly. Přívalové

povodně jsou nejnebezpečnější v horách a v kopcovitých oblastech, kde může docházet k sesuvům půdy (portal.chmi.cz).

Hydrologická část SIVS se věnuje povodňovým jevům a následnému dotoku. Rozlišujeme povodňovou bdělost (N) v případě očekávání 1. SPA – stupně povodňové aktivity, povodňovou pohotovost (V) v případě 2. SPA a povodňové ohrožení (E) v případě 3. SPA. Pokud se jedná o padesátiletou nebo víceletou vodu, vyhláší se pak extrémní povodňové ohrožení (E). Na opačné straně jsou poslední skupinou nebezpečných jevů požáry. Zde se rozlišují dva jevy a objevují se v suchém období zpravidla ruku v ruce s vysokými teplotami. Nebezpečí požárů (N), pokud je požární riziko středně vysoké a vysoké nebezpečí požárů (V), pokud je požární riziko vysoké (portal.chmi.cz).

5.2 Nebezpečné meteorologické jevy ve vztahu k území Olomouce

Pro potřeby výzkumu nebezpečných meteorologických jevů na území Olomouce, tedy městského a příměstského klimatu však kritéria SIVS pro některé meteorologické jevy objektivně nepostačují. MESSO umožňuje efektivně sledovat 3 skupiny nebezpečných meteorologických jevů – teplotu vzduchu, atmosférické srážky a rychlost větru, které lze mezi sebou porovnávat na různých stanicích. Kritéria vymezující nebezpečné meteorologické jevy byly upraveny tak, aby vyhovovaly charakteru území Olomouce.

5.2.1 Vysoká teplota a silný mráz

Teplota vzduchu je zařazována mezi základní a nejdůležitější meteorologické prvky, které ovlivňují utváření a charakter prostředí. Krátkodobě, ale i dlouhodobě, ovlivňuje vegetační poměry krajiny a charakter prostředí. Kromě zásadního vlivu na zdraví člověka (zde hlavně horké vlny, chladné vlny, prudký pokles teploty aj.) a dopravu (náledí, deformace a praskání kolejí aj.), také zásadně ovlivňuje vegetační poměry krajiny. Teplota vzduchu má dále vliv na ledové jevy na řekách, náročnost vytápění, zemědělství a jiné (Vysoudil a kol. 2012, s. 39).

Teplota vzduchu zpravidla vykazuje typický denní a roční chod. Denní chod teploty je charakterizován teplotním minimem v ranních hodinách kolem východu Slunce a s maximem v odpoledních hodinách. Roční chod teploty vzduchu vykazuje jedno roční maximum (letní) a minimum (zimní), což charakterizuje střeoevropské podnebí (Vysoudil a kol. 2012, s. 42–43).

Po analýze a zpracování dat za užití percentilu, přičemž podrobný postup byl popsán v kapitole 3.2 Metody zpracování, byla za nebezpečnou vysokou teplotu určena hodnota **31,3 °C a vyšší**. Tato teplota je velmi podobná kritériu jevu vysoká teplota v SIVS, kde je hraniční hodnotou pro vydání výstrahy s nízkým stupněm nebezpečí očekávání teploty vzduchu nad 31 °C. Absolutně nejvyšší teplota na sledovaných stanicích v období let 2017–2019 byla naměřena 3. července 2017 na stanici BOT_Pdf, a to 37,2 °C. Rozdíl mezi hranicí nebezpečně vysoké teploty vzduchu a absolutního maxima tedy činí 5,9 °C.

Stejně tak po analýze dat byla za nebezpečně nízkou teplotu (silný mráz) určena hodnota teploty vzduchu **-8,9 °C a nižší**. Tato podmínka už se od kritéria, který v rámci SIVS určuje jev silný mráz, liší výrazněji (-12 °C). Zatímco však kritéria SIVS jsou definována pro celé území celé České republiky, pro území Olomouce už toto kritérium muselo být určeno odlišně, vzhledem ke geografickým charakteristikám a k faktu, že například mrazové a ledové dny mají v Olomouci klesající charakter (Vysoudil a kol. 2012, s. 47–48). Absolutně nejnižší teplota vzduchu na sledovaných stanicích ve sledovaném období byla naměřena 7. ledna 2017 taktéž na stanici BOT_Pdf a to -20,4 °C. Rozdíl mezi hodnotou kritéria pro nebezpečně nízkou teplotu a absolutně naměřenou minimální teplotou je tedy mnohem znatelnější, a to 11,5 °C. Vyšší hodnota rozdílu je dána nižším výskytem chladných vln oproti vlnám horkým a výskytem jen jednoho období (přelom ledna a února 2017), kdy se vyskytovaly výrazně nízká minima pod -10 °C.

5.2.2 Horká vlna

Prokazatelně nebezpečné meteorologické situace představují dlouhodobé vysoké teploty vzduchu. Pokud je trvání těchto teplot vícedenní, jedná se o tzv. horkou vlnu. Její definice se pak liší použitými kritérii, přičemž každá definice klade důraz na výskyt denní maximální teploty nad 30,0 °C (Sobíšek 1993). Pro analýzu horkých vln byl tento jev definován jako epizoda pěti po sobě následujících dní, kdy teplota vzduchu překročila 30,0 °C, **tedy 5 dní za sebou tropických**.

5.2.3 Chladná vlna

Negativní vliv na obyvatelstvo mohou mít také vlny chladné. Na rozdíl od vln horkých však nemají exaktní definici, každý autor přistupuje k jejich definování odlišně. Vzhledem k území Olomouce byla pro analýzu nebezpečných jevů chladná vlna definována jako období pěti po sobě bezprostředně následujících dní, kdy se minimální teplota vzduchu nevystoupila nad **-8,9 °C** a maximální denní teplota vzduchu nepřesáhla hodnotu **-3,2 °C**. Postup získání těchto hodnot byl popsán v kapitole 3.2 Metody zpracování.

5.2.4 Tropická noc

Tropická noc je taková noc, po kterou neklesla teplota vzduchu **pod 20 °C**. Tyto noci se vyskytují převážně v červenci a v srpnu, vzácně pak i v červnu (Sobíšek 1993). Podle serveru chmuul.org byla zaznamenána v Novém městě pod Smrkem v roce 2012 tropická noc už 30. dubna ($T_{min}^d = 20,4$ °C). Podle údajů se jedná o jedinou zaznamenanou tropickou noc v České republice v dubnu vůbec.

Tento meteorologický jev není nebezpečný v pravém slova smyslu, nicméně bezesporu negativně ovlivňuje komfort obyvatel. Negativní vlivy spočívají především ve vysoké teplotě v nočních hodinách, s tím související sníženou kvalitou spánku a nutností užití například klimatických zařízení.

5.2.5 Náhlá změna teploty

Amplitudou teploty vzduchu se rozumí rozdíl mezi denním maximem a denním minimem teploty vzduchu. Její vysoká hodnota je typická spíše pro jarní a podzimní radiační počasí, kdy přesahuje i 20 °C, naopak nízké hodnoty připadají k zimnímu období, zejména při advekčním typu počasí. Amplitudu teploty také však výrazně ovlivňuje poloha – v údolích (mrazových kotlinách) jsou tendence k vyšším hodnotám amplitudy teploty, kdežto ve vrcholových partiích (kde mj. více fouká) jsou hodnoty amplitudy teploty zpravidla nižší. Kromě polohy má na amplitudu teploty vliv také oblačnost a vlhkost vzduchu (Sobíšek 1993, infomet.cz).

Amplituda teploty je obecně výraznější v jarních a podzimních radiačních dnech než ve dnech letních. Nebezpečným meteorologickým jevem se stává ve chvíli, kdy se teplota dostane například z hodnot nad 10 °C na hodnoty pod bodem mrazu nebo ze záporných hodnot klesne ještě na výrazně nižší hodnoty. Náhlá změna teploty vzduchu byla sledována společně s inverzí teploty vzduchu v průběhu radiačních dní.

5.2.6 Inverze teploty vzduchu

Jedná se o zvláštní případ vertikálního rozložení teploty vzduchu v tzv. inverzní vrstvě, kde teplota s nadmořskou výškou vzrůstá. Inverze jsou charakterizovány výškou, vertikální mocností inverzní vrstvy, rozdílem teploty na horních a dolních hranicích inverze a teplotním gradientem. Na aktivní povrch jsou bezprostředně vázány přízemní inverze, výškové inverze se mohou vyskytovat i v několika výškových hladinách. Inverze teploty vzduchu lze rozdělit podle příčiny vzniku na advekční, frontální, radiační, subsidenční, pasátové a turbulentní (Sobíšek 1993).

Nebezpečí tohoto meteorologického jevu tkví v tom, že v inverzní vrstvě dochází k potlačování promíchávání vzduchu v horizontálním i vertikálním směru. To pak dává ideální podmínky vzniku mlh, jezer studeného vzduchu, snížené kvality ovzduší a smogovým situacím. V inverzní vrstvě se často tvoří vrstvená oblačnost, která způsobuje především v zimním období výrazné zkrácení doby slunečního svitu, oproti vyvýšeným, často horským polohám. Nejpriznivější podmínky pro vznik inverzí vzduchu jsou při kvazistacionárních anticyklónách – tj. anticyklóna, která po dobu několika dní mění svou polohu jen minimálně (Sobíšek 1993).

Inverze teploty vzduchu se velmi často projevují v souvislosti s přítomností radiačních dnů. Právě v těchto dnech byla inverzím v rámci analýzy nebezpečných meteorologických jevů věnována pozornost.

5.2.7 Silné srážky

I srážky patří mezi základní meteorologické prvky. Území Česka leží v oblasti hlavního evropského rozvodí, to znamená, že atmosférické srážky jsou hlavním zdrojem vody. Jejich význam je klíčový pro charakter přírodního prostředí. Zatímco dlouhodobý nedostatek srážek může být příčinou

suchých období, přebytek může naopak způsobovat povodně. V Česku je pro srážky typická značná časová a prostorová variabilita. V zimním období (tedy říjen až březen) jsou srážky vázány především na přechod frontálních systémů a tlakových níží a jsou charakterizovány delší dobou trvání a menší intenzitou. V letním období jsou srážky vázány na kupovitou oblačnost, vzniklou výstupnými konvektivními proudy, a mají zpravidla kratší dobu trvání a vyšší intenzitu (Vysoudil a kol. 2012).

Silné srážky jsou objektivně nebezpečným meteorologickým jevem. Jeho kritéria pro analýzu v rámci území Olomouce jsou popsány v kapitole 3.2.

5.2.8 Bezesrážková období

Jedná se o období, kdy ve sledovaném území (případně na sledovaných stanicích) nevyskytly atmosférické srážky nebo úhrn srážek nepřesáhl prahovou hodnotu, nejčastěji 0,1 mm. Je zde opět rozdílnost pojetí. Někteří autoři pracují se zvolenou minimální délkou bezesrážkových (suchých) období, jiní mezi ně počítají i samostatné bezesrážkové dny. Někteří pracují i s přerušovanými bezesrážkovými obdobími za užití kritéria průměrného denního úhrnu srážek. Dlouhá bezesrážková (suchá) období se pak někdy označují jako období vyprahlé, přičemž jejich opakovaný výskyt způsobuje sucho (Sobíšek 1993).

V rámci analýzy nebezpečných jevů na sledovaném území byla bezesrážková období vymezena jako **období pěti a více dnů za sebou následujících s denním úhrnem srážek do 0,1 mm**. Tento jev byl sledován v teplém půlroce a zvláštní pozornost jemu byla dána v případě, pokud v bezesrážkovém období panovaly tropické teploty.

5.2.9 Silný vítr

Vítr představuje meteorologický prvek, který je nejproměnlivější. Je vektorovou veličinou určenou směrem a rychlostí (Vysoudil a kol. 2012). Rychlost a směr větru je ovlivňována členitostí zemského povrchu a jeho pokrytí (drsností povrchu). Drsnost povrchu se nejvíce projevuje do výšky několika desítek metrů nad zemí, přičemž nejmenší drsnost má vodní hladina, větší je u polí a u luk. S rostoucí drsností se obecně snižuje rychlost větru v přízemní vrstvě atmosféry. Vedle drsnosti povrchu se na vzniku větru v jeho mikroměřítku uplatňuje také rozložení překážek vůči proudění. Cirkulační poměry krajiny pak ovlivňují všechny tři uvedené faktory (Tolasz et al. 2007).

Silný vítr je nebezpečným meteorologickým jevem. V České republice se nebezpečné rychlosti větru vyskytují v zimní polovině roku nejčastěji při postupu hlubokých tlakových níží přes střední Evropu k východu, v letní polovině roku při intenzivní bouřkové činnosti. V poslední době extrémní vítr dosahoval extrémních hodnot v noci z 18. na 19. ledna 2007 při postupu hluboké tlakové níže zvané Kyrill přes Dánsko a Baltské moře k východu. Rychlost větru nejčastěji dosahovala 10 až 20 m/s, v nárazech 23 až 35 m/s (tj. 83 až 126 km/h). Ve vyšších a exponovaných polohách však nárazy sahaly výše – 35 až 45 m/s (126 až 162 km/h), na Sněžce pak až 60 m/s (216 km/h), na Milešově 47 m/s

(167 km/h) a v Ústí nad Labem 44 m/s (158 km/h). O rok později, po kratší dobu, se vyskytl jen o málo slabší nárazový vítr v noci z 1. na 2. března 2008 při přechodu tlakové níže Emma. Silný vítr se také vyskytl v závěru března roku 2015 při přechodu tlakové níže Niklas. Vítr dosahoval rychlosti 20 až 30 m/s, na Sněžce byl naměřen náraz 45 m/s, v Tušimicích v okrese Chomutov 35 m/s. Dne 29. října 2017 se přes střední Evropu přehnala tlaková níže Herwart. Od rána do odpoledne se na území České republiky vyskytoval vítr s nárazovou rychlostí 25 až 35 m/s, na exponovaných polohách dosahovaly nárazy rychlosti 30 až 45 m/s – na Luční boudě dosáhl rychlosti 50,5 m/s (185 km/h), v Krušných horách na Fichtelbergu pak 43 m/s. Tlaková níže si v České republice vyžádala 4 oběti (portal.chmi.cz).

V rámci analýzy nebezpečných jevů byla jako kritérium pro silný vítr určena hodnota nárazové rychlosti větru **15 m/s a více**. Zdůvodnění lze nalézt v kapitole 3.2 Metody zpracování.

6 Analýza nebezpečných meteorologických jevů

6.1 Vysoká teplota

Absolutně nejvyšší teplota vzduchu byla naměřena na stanici BOT_Pdf 3. srpna 2017 v čase 14:10, a to 37,2 °C. Druhé nejvyšší absolutní maximum naměřila stanice KOPE také 3. srpna 2017 v čase 14:10, které dosáhlo hodnoty 37,0 °C. Stanice ENVE dosáhla absolutně nejvyšší teploty vzduchu (36,9 °C) 2. srpna 2018 v čase 15:20 a stejné hodnoty (rozdílné v setinách stupně) taktéž 3. srpna 2017 v čase 14:50. Druhé nejvyšší absolutní maximum (36,5 °C) zaznamenala stanice DOMI 3. července 2017 v čase 12:30. Nejvyšší absolutní maximum naměřila stanice LETO, a to 35,7 °C 1. července 2019 v 13:20 hodin. Rozdíl mezi absolutním maximem na stanici BOT_Pdf a na stanici LETO tak činí 1,5 °C. Dne 3. srpna 2017 se absolutní maximum vyskytlo na třech z pěti stanic, přičemž v jednom případě se jednalo o druhé nejvyšší denní maximum za celé sledované období.

Tab. 6: Přehled nejvyšších denních teplotních maxim naměřených ve sledovaném období let 2017–2019 na vybraných stanicích MESSO

| Stanice | Absolutní maximum | Datum čas | Druhé nejvyšší Tmax ^d | Datum čas | Třetí nejvyšší Tmax ^d | Datum čas |
|---------|-------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| BOT_Pdf | 37,2 °C | 3. 8. 2017 14:10 | 36,2 °C | 4. 8. 2018 14:40 | 36,0 °C | 9. 8. 2018 13:20 |
| DOMI | 36,5 °C | 3. 8. 2017 12:30 | 35,7 °C | 9. 8. 2018 13:00 | 35,6 °C | 4. 8. 2018 14:00 |
| KOPE | 37,0 °C | 3. 8. 2017 14:10 | 36,5 °C | 1. 7. 2019 12:50 | 36,4 °C | 1. 8. 2017 13:50 |
| ENVE | 36,9 °C | 2. 8. 2018 15:20 | 36,9 °C | 3. 8. 2017 14:50 | 36,8 °C | 4. 8. 2018 16:20 |
| LETO | 35,7 °C | 1. 7. 2019 13:20 | 35,6 °C | 4. 8. 2018 16:10 | 35,3 °C | 9. 8. 2018 15:40 |

Nejvíce dní s maximální denní teplotou nad 35,0 °C bylo ve sledovaném období na stanici ENVE – 15 dní, což je 1,4 % všech dní ve sledovaném období. Na stanicích BOT_Pdf a KOPE bylo takových dní stejné množství – 11, což představuje 1,0 % všech dní. Zdaleka nejméně takových dní bylo zaznamenáno na stanici LETO – 4 dny, což je 0,4 % všech dní. Celkově se dnů s maximální denní teplotou nad 35 °C na sledovaných stanicích MESSO zjistilo 23.

V roce 2017 byly zaznamenány jen 3 takové dny v měsíci srpnu, přičemž 3. srpna bylo nad 35 °C na všech sledovaných stanicích. Rok 2018 takových dní přinesl daleko více (Tab. 7), celkem za červenec a srpen 14. V červenci se takové dny objevily tři a všechny jen na stanici ENVE. V srpnu, kdy panovaly epizody horkých vln bylo zaznamenáno zbývajících jedenáct dní, přičemž 3. srpna a 4. srpna se teplota vzduchu dostala nad 35 °C na všech sledovaných stanicích. Zbývajících 6 dní připadá na rok 2019, kdy se 2 takové dny objevily v červnu na stanici KOPE. Poslední čtyři takové dny byly v červenci, kdy 1. července 2019 uvedené hodnoty teploty vzduchu také dosáhly všechny sledované stanice. Slovník ČMeS (2020) tento den charakterizuje jako velmi horký den, případně hovorově den supertropický.

Tab. 7: Výskyt dní s teplotou nad 35,0 °C na sledovaných stanicích MESSO v období let 2017–2019

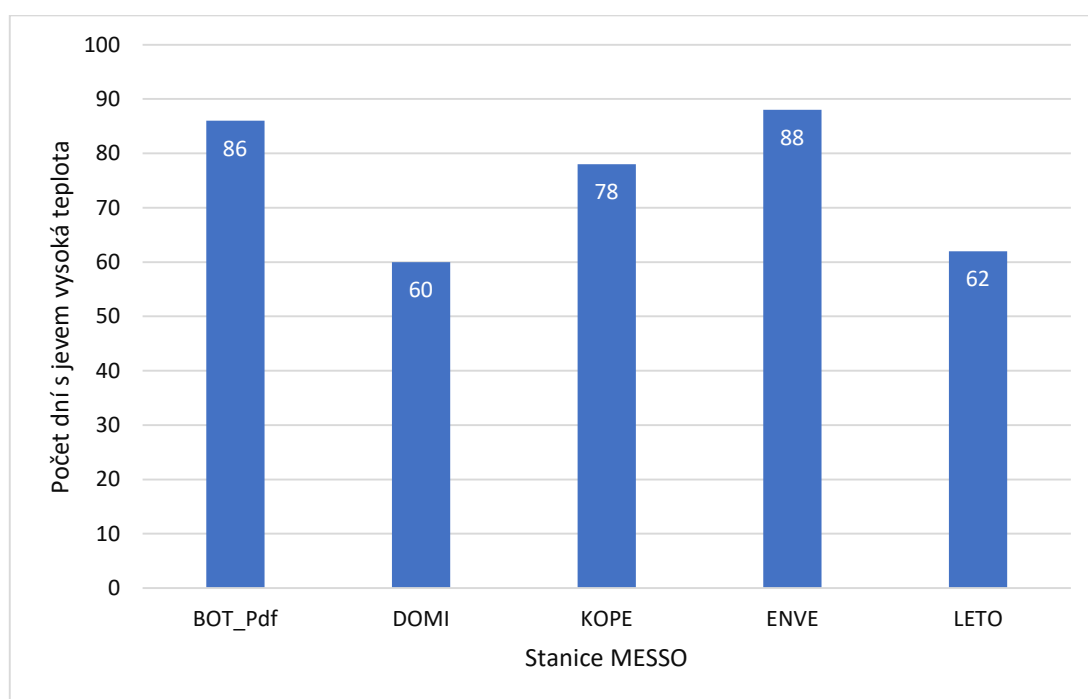
| Dny s Tmax ≥ 35 °C | 2017 | 2018 | 2019 | Celkem |
|--------------------|------|------|------|--------|
| Červen | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Červenec | 0 | 3 | 4 | 7 |
| Srpen | 3 | 11 | 0 | 14 |
| Celkem | 3 | 14 | 6 | 23 |

V období let 2017–2019 bylo na sledovaných stanicích zaznamenáno celkem 99 dní, během kterých se vyskytl nebezpečný jev vysoká teplota (jev rozebrán v podkapitole 5.2.1) alespoň na jedné sledované stanici. Nejvíce takových dní zaznamenala stanice ENVE – 88 dní. To představuje 8,1 % všech sledovaných dní. Na stanici BOT_Pdf bylo takových dní podobné množství – 86 dní, tedy 7,9 % všech sledovaných dní. Na třetím místě, co do počtu takových dní, se umístila stanice KOPE – 78 dní. To představuje 7,1 % celého období. Výrazně méně takových dní bylo zaznamenáno pak na stanicích LETO a DOMI. Na stanici LETO bylo 62 takových dní (5,7 %), nejméně pak na stanici DOMI s počtem 60 dní, což je 5,5 % všech dní (Obr. 6).

Rok 2017 přinesl nejméně dní s tímto nebezpečným jevem (Obr. 7). Poprvé byl tento jev zaznamenán už 30. května, kdy se teplota vzduchu na všech stanicích dostala nad 32 °C. V následujícím měsíci červnu takových dnů přibývalo, stanice zaregistrovaly 6 dní s vysokou teplotou. V první dekádě měsíce se jev vyskytl 3. června pouze na stanici ENVE ($T_{max}^d = 31,5$ °C). Ve druhé dekádě se jev vyskytl až na závěr – 19. a 20. června, první den opět jen na stanici ENVE. Z hlediska tohoto jevu byla však mnohem zajímavější třetí dekáda měsíce, kdy se objevil ve zbývajících 3 případech.

V červenci se jev objevil hned desetkrát, přičemž 3 v první dekádě měsíce. Další 3 ve druhé dekádě a zbývajících 4 ve třetí dekádě měsíce. Ve třetí dekádě teploty stoupaly nejvýše, poslední den v měsíci se už maxima blížila 35 °C.

I srpen přinesl tento jev desetkrát. Velmi teplá byla první dekáda, kdy se teploty dostávaly mnohdy nad 35 °C a na řadě stanic padala absolutní maxima sledovaného období (Tab. 6). Dne 3. srpna byl také velký rozdíl v denních maximech mezi BOT_Pdf a DOMI ($T_{max}^d = 32,4$ °C), a to 4,8 °C. Ve druhé dekádě měsíce byl velmi teplý 11. srpen, kdy se teplota vzduchu na stanici ENVE blížila k 35 °C ($T_{max}^d = 34,7$ °C). Do konce měsíce se pak ještě objevily dva dny, ve kterých se nad prahovou hodnotu teplota vzduchu dostala na všech stanicích – 18. a 31. srpna. Stanice LETO však v tomto období měla poruchu, lze ale předpokládat (vzhledem k vysokým teplotám na ostatních stanicích), že se nebezpečný jev vysoká teplota objevil i v této lokalitě. Stanice ENVE 26. srpna naměřila teplotu 33,3 °C, avšak například na stanici DOMI teplota vzduchu hodnoty 31,3 °C nedosáhla.



Obr. 6: Absolutní počet dní s výskytem jevu **vysoká teplota** v období let 2017–2019 na sledovaných stanicích MESSO

V roce 2018 se tento nebezpečný jev ze všech sledovaných roků objevil nejčastěji. Poprvé již 27. května na stanici ENVE ($T_{max}^d = 31,3$ °C), následně 28. května na stanicích ENVE a KOPE ($T_{max}^d = 31,9$ °C) a 31. května, kdy na stanici KOPE teplota vzduchu dosáhla hodnoty 32,3 °C. V červnu zůstal výskyt jevu stejný, pouze ve třech dnech. Poprvé 1. června, kde bylo této teploty dosaženo na všech stanicích – zde stanice ENVE byla mimo provoz, nicméně téměř s jistotou lze předpokládat, že teplota dosáhla prahové hodnoty i tam. Vysoká teplota se pak vyskytla i 10. června, kdy teplota vzduchu na některých stanicích (BOT_Pdf, KOPE) přesáhla 32 °C. Do nejvyšších měsíčních hodnot však teplota vzduchu vystoupala 21. června, kdy byl jev registrován také na všech sledovaných stanicích. Nejtepleji bylo na stanici KOPE, kde teplota vzduchu vyšplhala na 33,9 °C.

Mnohem častěji lze sledovat výskyt jevu v červenci. Hned v první dekádě nastaly dva takové dny 4. a 5. července, přičemž ve druhém zmiňovaném dni teplota vzduchu na stanici ENVE přesáhla 35 °C. Ve druhé dekádě měsíce se jev vyskytl jen jednou – 16. července, nicméně ve třetí dekádě v době horké vlny se objevil téměř každý den. Nejteplejší byl 30. červenec, kdy teplota vzduchu na stanici ENVE dosáhla 35,7 °C. Na stejné stanici bylo pak následující den 35,1 °C, zatímco na ostatních stanicích teplota nedosáhla 34 °C v obou dnech.

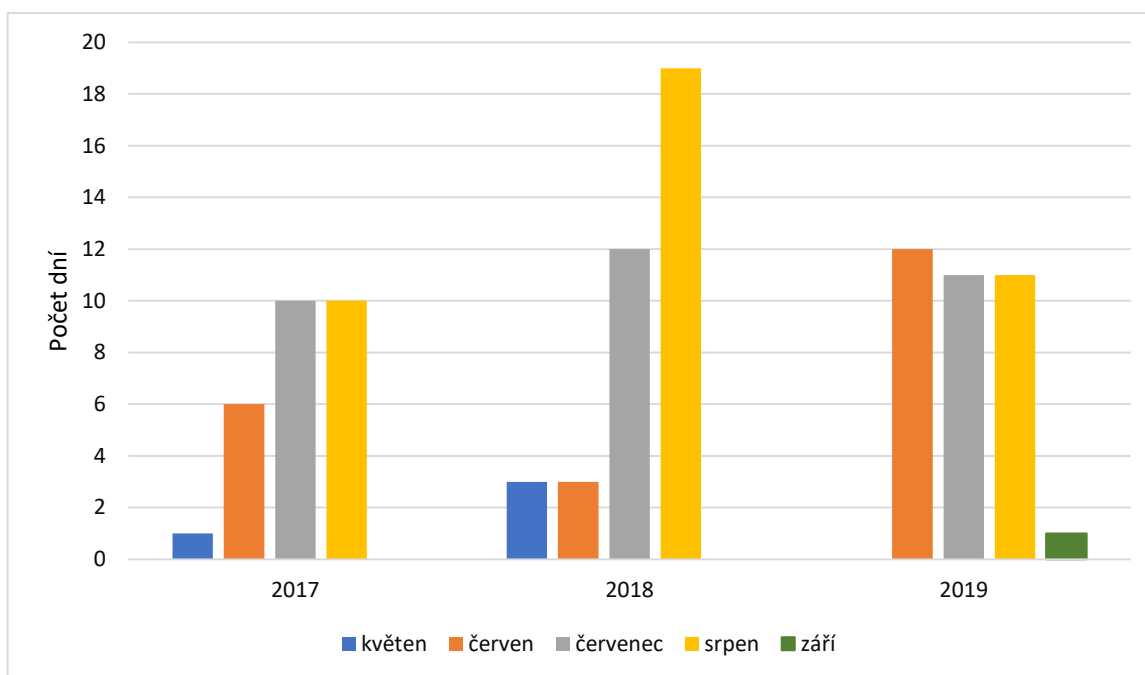
Srpen 2018 byl jednoznačně nejextrémnějším měsícem celého sledovaného období co do počtu dní s jevem vysoká teplota – celkem 19 dní. Tento jev se objevil každý den první dekády až do 10. srpna (viz Tab. 8). V sedmi dnech se jev vyskytl na všech sledovaných stanicích. Nejteplejšími dny první dekády byl 3., 4. a 5. srpen, kdy se na stanici ENVE teploty dostávaly nad 36 °C. Nad 36 °C bylo také na stanici KOPE ($T_{\max} = 36,2$ °C) a BOT_Pdf (36,0 °C) dne 9. srpna. Další den s vysokými teplotami na všech stanicích nastal 13. srpna, kdy se nejvýše dostala opět na stanici ENVE ($T_{\max}^d = 35,9$ °C). Jev vysoká teplota se dále objevoval každý den od 17. do 24. srpna. Z těchto dní byly nejteplejší 19. srpen, kdy teplota na stanici BOT_Pdf dosáhla 35 °C. Dále 20. srpen, kdy na stejné stanici vystoupala na 35,8 °C a 23. srpen, kdy bylo na stanicích BOT_Pdf a KOPE ($T_{\max}^d = 35,9$ °C) téměř 36 °C.

I rok 2019 přinesl mnoho dní s tímto nebezpečným jevem. Jev se však na rozdíl od předešlých let nevyskytl v květnu, nýbrž až v první dekádě června (3. června konkrétně). Teplota vzduchu vystoupala nejvýše na stanici ENVE – 32,8 °C, ostatní dny od 3. do 5. června se pohybovala okolo prahové hodnoty jevu. Výraznější epizoda, kdy se denní maximální teploty vzduchu již dostávaly výše, proběhla ve druhé dekádě měsíce od 10. do 15. června, vyjma 12. června. Zde nejvýše teplota dosáhla na stanici KOPE 15. června – 34,6 °C. Ve dnech 11., 13. a 15. června byl nebezpečný jev přítomný na všech stanicích. Jev vysoká teplota se pak objevil také ve třetí dekádě, kdy se teploty dostávaly nejvýše. Jedná se o 25., 26., 27. a 30. červen, kdy se teploty na stanici KOPE blížily k 36 °C. Stanice KOPE měla ve dnech 26. a 30. června nejméně o 1 °C vyšší teplotní denní maximum než zbývající stanice.

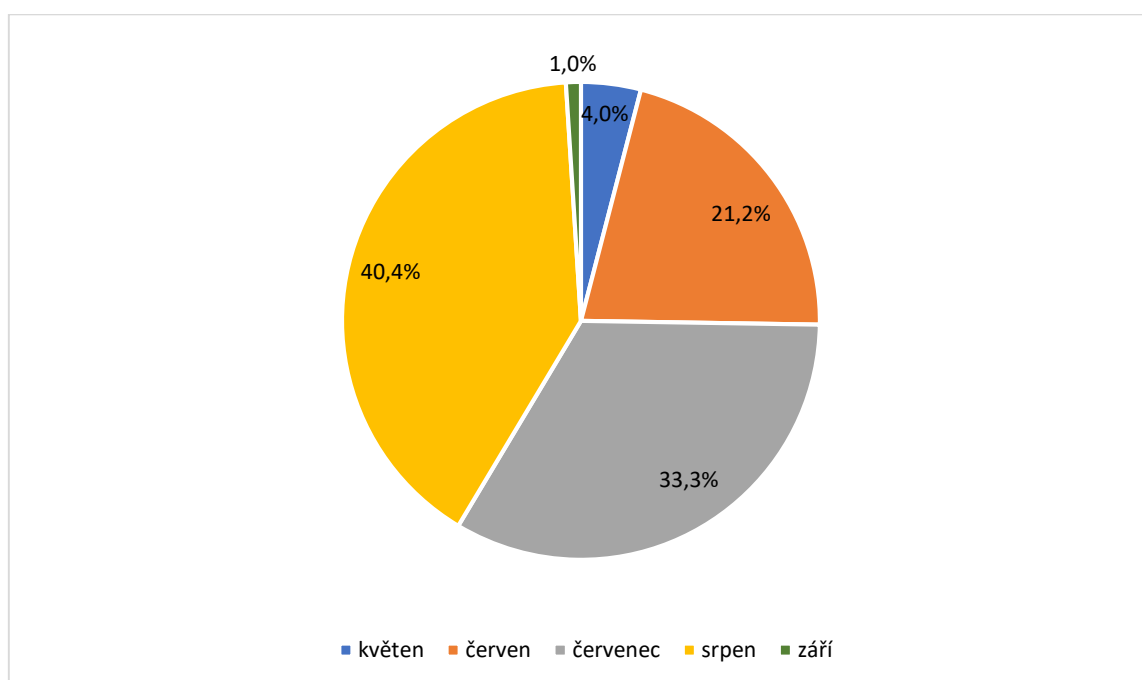
Červenec přinesl 11 dní s tímto jevem. Nejteplejší den tohoto měsíce nastal hned 1. července, kdy se denní maxima pohybovala v intervalu mezi 35 a 36,5 °C. Vysoká teplota se pak vrátila až 6. července, kdy stanice ENVE naměřila 33,3 °C. Ve druhé dekádě se až téměř do jejího závěru tento jev vůbec nevyskytl. Situace se však změnila 20. července, kdy se nad prahovou hodnotu dostala teplota vzduchu na stanici ENVE a BOT_Pdf. Od 23. července pak začíná období velmi vysokých teplot až do konce měsíce s výjimkou 27. července. V tomto období se nejvýše teplota dostávala na stanici ENVE, kde se denní maximum pohybovalo 24., 25. a 26. července v intervalu od 35,2 °C do 35,7 °C. Hodnoty 35 °C dosáhla teplota vzduchu 26. července i na stanici BOT_Pdf.

Stejný počet dní s výskytem nebezpečného jevu vysoká teplota připadlo i na srpen. V první dekádě se tento jev objevil až 7. srpna, a to pouze na stanici KOPE ($T_{\max}^d = 32,2$ °C). Další výskyt připadá až na 10. srpna, kde se na 32 °C dostala teplota vzduchu na stanici BOT_Pdf. Ve druhé dekádě

se jev objevil jen ve dvou dnech – 18. a 19. srpna. Až třetí dekáda přinesla těchto dní více. Od 24. srpna se vyjma 27. srpna tento jev objevil každý den. V tomto období však teploty vzduchu už nedosahovaly ani na 35 °C, nejtepleji bylo 29. srpna na stanici KOPE (34,7 °C). Zajímavostí tohoto roku je, že se tento nebezpečný jev vyskytl i v následujícím měsíci, hned 1. září. V tento den byl nebezpečný jev registrován na všech sledovaných stanicích. Nejvyšší denní maximum bylo naměřeno na stanici KOPE – 33,6 °C.



Obr. 7: Absolutní výskyt dní s nebezpečným jevem **vyšoká teplota** v období let 2017–2019 na vybraných stanicích MESSO



Obr. 8: Relativní výskyt dní s nebezpečným jevem **vyšoká teplota** v měsících květen–září období let 2017–2019 na vybraných stanicích MESSO

Tab. 8: Jednotlivé dekády měsíců v období s výskytem jevu **vysoká teplota** v letech 2017–2019 na vybraných stanicích MESSO

| 2017 | | | 2018 | | | 2019 | | |
|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| Měsíc Dekáda | Tmax Stanice | Poč. dní s jevem | Měsíc Dekáda | Tmax Stanice | Poč. dní s jevem | Měsíc Dekáda | Tmax Stanice | Poč. dní s jevem |
| V III. | 33,3 °C KOPE | 1 | V III. | 32,3 °C KOPE | 3 | VI I. | 32,8 °C ENVE | 4 |
| VI I. | 31,5 °C ENVE | 1 | VI I. | 33,5 °C KOPE | 2 | VI II. | 34,6 °C KOPE | 4 |
| VI II. | 34,7 °C ENVE | 2 | VI II. | 31,2 °C ENVE | 0 | VI III. | 35,8 °C KOPE | 4 |
| VI III. | 34,5 °C KOPE | 3 | VI III. | 33,9 °C KOPE | 1 | VII I. | 36,5 °C KOPE | 2 |
| VII I. | 33,0 °C LETO | 3 | VII I. | 35,3 °C ENVE | 2 | VII II. | 31,9 °C BOT_Pdf | 1 |
| VII II. | 34,9 °C KOPE | 3 | VII II. | 32,7 °C ENVE | 1 | VII III. | 35,7 °C ENVE | 8 |
| VII III. | 34,8 °C BOT_Pdf | 4 | VII III. | 35,7 °C ENVE | 9 | VIII I. | 32,2 °C KOPE | 2 |
| VIII I. | 37,2 °C BOT_Pdf | 6 | VIII I. | 36,9 °C ENVE | 10 | VIII II. | 33,3 °C KOPE | 2 |
| VIII II. | 34,7 °C ENVE | 2 | VIII II. | 35,8 °C BOT_Pdf | 5 | VIII III. | 34,7 °C KOPE | 7 |
| VIII III. | 33,9 °C KOPE | 2 | VIII III. | 35,9 °C KOPE | 4 | IX I. | 33,6 °C KOPE | 1 |

Z Obr. 8 je patrné, že se jev vysoká teplota nejvíce vyskytoval ve sledovaném období let 2017 až 2019 v měsíci srpnu – 40,4 %. Třetina případů spadá na měsíc červenec. Menší, ale stále výrazné množství případů proběhlo v červnu – 21,2 %. Jen ze 4,0 % se jev vyskytoval v květnu. Ještě vzácnější je výskyt v září – jen 1,0 %.

6.2 Silný mráz

Absolutně nejnižší teplota vzduchu na sledovaných stanicích byla naměřena 7. ledna roku 2017 na stanici BOT_Pdf, kdy teplota klesla na $-20,4\text{ °C}$ v čase 6:10. V tento den padlo absolutní minimum na všech sledovaných stanicích. Druhou nejnižší hodnotu $-20,3\text{ °C}$ naměřila stanice LETO také v čase 6:10. Třetí nejnižší teplotní minimum $-18,4\text{ °C}$ bylo naměřeno na stanici DOMI v čase 5:20. Podobné absolutní minimum $-17,9\text{ °C}$ zaznamenala stanice ENVE ve stejném čase. Nejvyšší absolutní minimum $-16,6\text{ °C}$ bylo registrováno na stanici KOPE v čase 8:00 (Tab. 9).

I 11. leden 2017 byl velmi chladným dnem. Druhé nejnižší denní minimum byl v tento den na čtyřech z pěti stanic, tedy kromě stanice KOPE. Na této stanici bylo naměřené 6. ledna 2017 s hodnotou $-14,6\text{ °C}$ v čase 23:30. Na stanici BOT_Pdf 11. ledna v čase 7:40 teplota vzduchu klesla na $-18,6\text{ °C}$. Na stanici LETO klesla také velmi nízko, až na $-18,1\text{ °C}$ v čase 2:50. Na stanici DOMI v čase 7:30 teplota klesla na $-17,2\text{ °C}$ a na stanici ENVE na $-16,9\text{ °C}$.

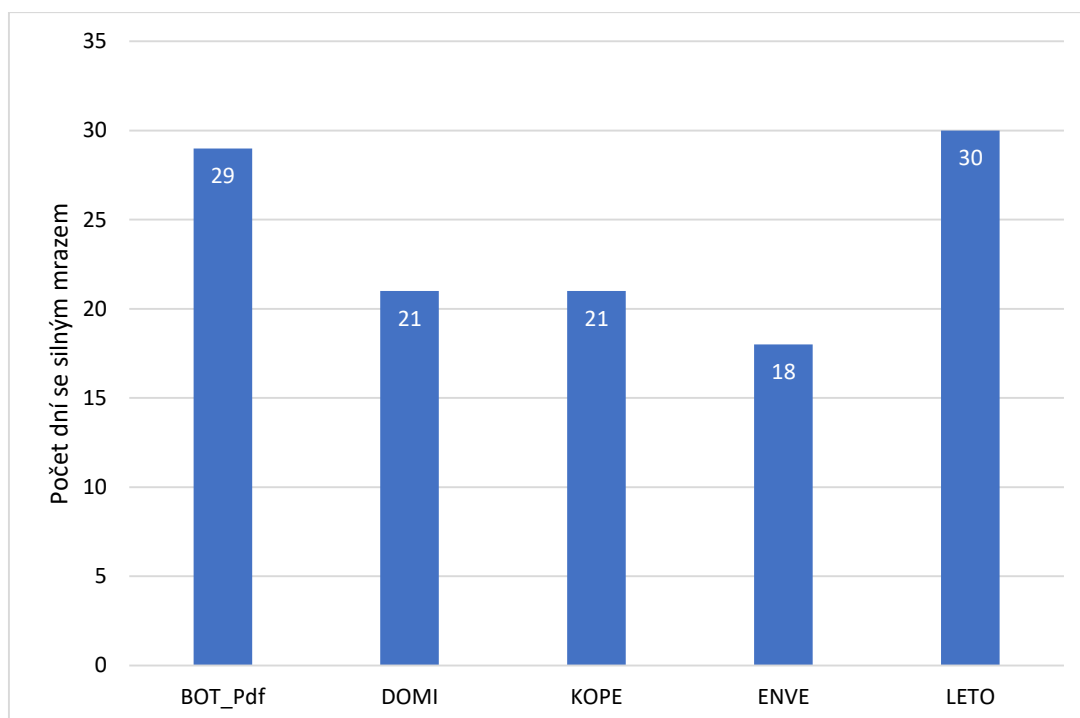
Třetí nejnižší minimální teplota se nejčastěji objevovala 9. ledna 2017. Na stanici BOT_Pdf se i v tento den dostala teplota vzduchu na $-18,0\text{ °C}$ ve 4 hodiny ránní. Velmi nízko teplota klesla na stanici LETO na hodnotu $-17,7\text{ °C}$ v čase 7:00. Podobný mráz byl na stanicích DOMI a ENVE, kde teplota vzduchu klesla pod $-16,0\text{ °C}$. Pouze stanice KOPE se od ostatních znovu odlišuje. Třetí nejnižší denní minimální teplota ($-13,5\text{ °C}$) se zde vyskytla 28. února 2018 v čase 6:00.

Tab. 9: Přehled nejnižších naměřených denních minim ve sledovaném období let 2017–2019 na vybraných stanicích MESSO

| Stanice | Absolutní minimum | Datum čas | Druhé nejnižší Tmin ^d | Datum čas | Třetí nejnižší Tmin ^d | Datum čas |
|---------|-------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
| BOT_Pdf | $-20,4\text{ °C}$ | 7. 1. 2017 6:10 | $-18,6\text{ °C}$ | 11. 1. 2017 7:40 | $-18,0\text{ °C}$ | 9. 1. 2017 4:00 |
| DOMI | $-18,4\text{ °C}$ | 7. 1. 2017 5:20 | $-17,2\text{ °C}$ | 11. 1. 2017 7:30 | $-16,6\text{ °C}$ | 9. 1. 2017 2:20 |
| KOPE | $-16,6\text{ °C}$ | 7. 1. 2017 8:00 | $-14,6\text{ °C}$ | 6. 1. 2017 23:30 | $-13,5\text{ °C}$ | 28. 2. 2018 6:00 |
| ENVE | $-17,9\text{ °C}$ | 7. 1. 2017 5:20 | $-16,9\text{ °C}$ | 11. 1. 2017 7:00 | $-16,5\text{ °C}$ | 9. 1. 2017 5:40 |
| LETO | $-20,3\text{ °C}$ | 7. 1. 2017 6:10 | $-18,1\text{ °C}$ | 11. 1. 2017 2:50 | $-17,7\text{ °C}$ | 9. 1. 2017 7:00 |

Celkem ve 37 dnech byl ve sledovaném období let 2017–2019 zachycen jev silný mráz, to je 3,4 % všech sledovaných dní. Nad ostatními roky dominuje, co do počtu dní s tímto jevem, rok 2017. Tento rok přinesl 18 takových dní, což představuje 48,6 % všech dní se silným mrazem. Rok 2018 přinesl 10 takových dní, tedy 27,0 % všech dní se silným mrazem. Nejméně se silný mráz objevil v roce 2019, pouze v devíti dnech, což je 24,4 % všech dní s tímto jevem.

Dní se silným mrazem bylo nejvíce zaznamenáno na stanici LETO – 30 dní (Obr. 9). Tato hodnota však může ve skutečnosti být mírně vyšší vzhledem k výpadkům stanice v zimě 2018. Podobný počet takových dní bylo na stanici BOT_Pdf – 29 dní. Stejný počet takových dní měly stanice DOMI a KOPE, tedy 21 dní. Nejmenší počet těchto dní zaznamenala stanice ENVE (18 dní), nicméně i zde mohl být počet ve skutečnosti vyšší. Na stanici v lednu a únoru roku 2018 došlo k výpadku napájení.



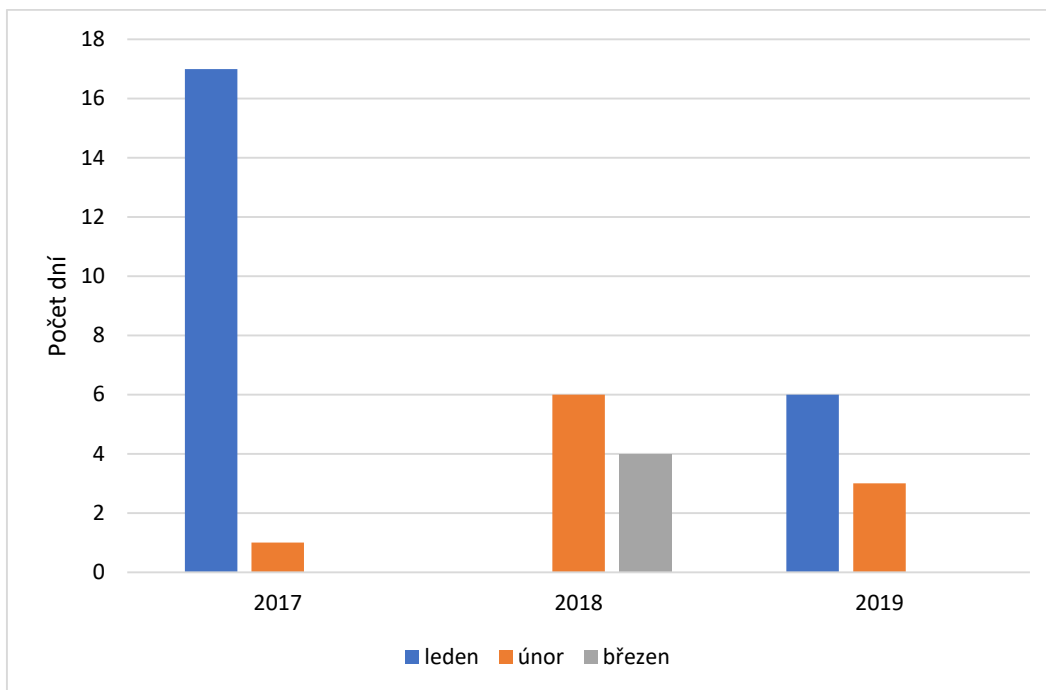
Obr. 9: Absolutní počet zaznamenaných dní se **silným mrazem** na vybraných stanicích MESSO v období let 2017–2019

Kromě 14. února se všechny tyto dny v roce 2017 vyskytly v měsíci lednu. První takový den nastal hned na Nový rok, tedy 1. ledna, kdy se pod prahovou hodnotu teplota vzduchu dostala na stanici LETO a KOPE. Další takové dny jsou pak vázány na období chladné vlny od 6. do 11. ledna. V tomto období všechny sledované stanice zaznamenaly každý den se silným mrazem. Ve stejném období se také vyskytly nejchladnější dny celého sledovaného období let 2017–2019. Z Tab. 9 je patrné, že absolutně nejchladnějším dnem byl 7. leden, následovaný 11. a 9. lednem. Další, již ale mírně teplejší období, panovalo od 18. do 23. ledna. V žádném z těchto dní se však silný mráz nevyskytl na všech sledovaných stanicích. Nejchladnějším dnem tohoto období je 20. leden, kdy stanice BOT_Pdf naměřila

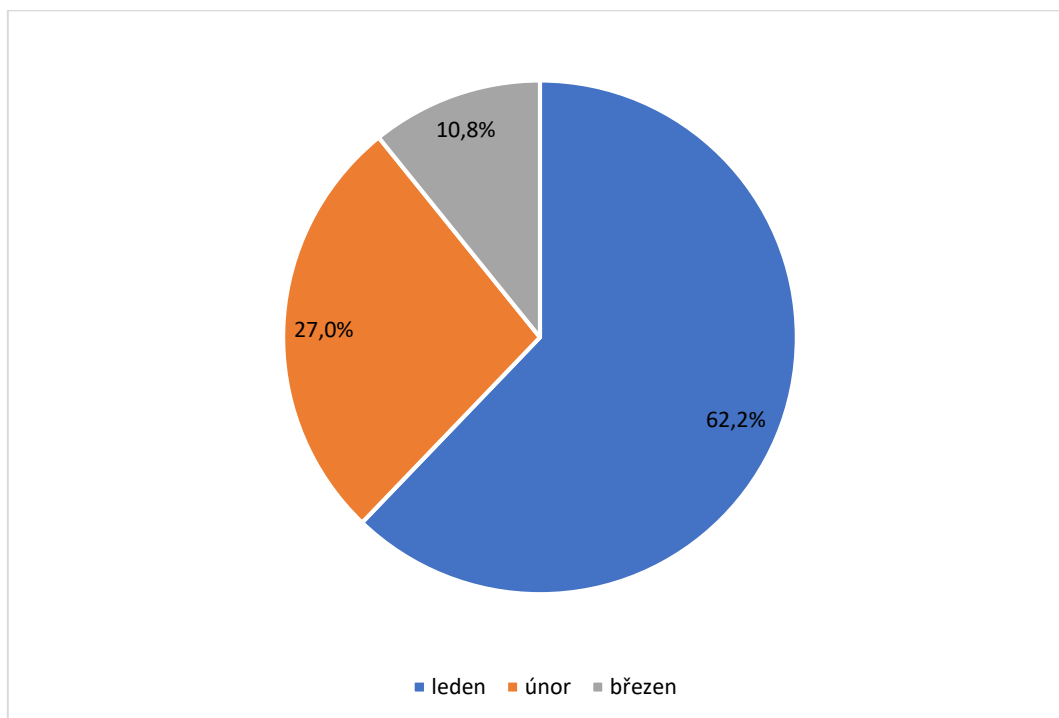
-15,8 °C. Velmi chladný byl i 19. leden, kdy na stejné stanici teplota klesla na -15,3 °C. Ve dnech 19. a 20. ledna se silný mráz vyskytl na všech sledovaných stanicích kromě stanice ENVE. V závěru měsíce byl chladný 27. leden. Teploty se na stanicích BOT_Pdf, DOMI a LETO dostaly pod -12 °C (stanice BOT_Pdf naměřila -14,1 °C). Pod prahovou hodnotu teplota vzduchu pak klesla 29. ledna a 30. ledna na stanici LETO.

Dny se silným mrazem byly v roce 2018 vázány na únor a březen. V lednu se tento jev vůbec nevyskytl. Poprvé se objevil až na závěr druhé dekády měsíce 19. února, a to pouze na stanici BOT_Pdf, kde teplota vzduchu klesla na -9,9 °C. Silný mráz se pak objevil každý den od 24. února do 4. března. Dne 24. února pouze na stanici KOPE, kde se teplota dostala na -9,9 °C. Od 25. února do 1. března byl pak silný mráz na všech sledovaných stanicích. Na všech stanicích se v průběhu těchto dní ranní minima dostávala pod -10 °C. Nejchladněji bylo 1. března na stanici LETO, kde teplota klesla na -15,3 °C. Je to nejnižší teplota vzduchu roku 2018 na sledovaných stanicích MESSO. Mírně tepleji bylo pak 2. března, na stanici DOMI teplota vzduchu klesla pouze na -8,8 °C. Následující den se jev vyskytl na všech stanicích kromě stanice LETO, která neměřila. Posledním dnem se silným mrazem byl 4. březen, při němž se tento jev vyskytl na všech sledovaných stanicích (včetně stanice LETO). Na stanicích BOT_Pdf a LETO teplota vzduchu klesla na -12,1 °C.

V roce 2019 se silný mráz objevoval na přelomu ledna (třetí dekáda) a února (první dekáda). Po celé období, kdy se jev vyskytoval, byla stanice ENVE mimo provoz. Na stanici BOT_Pdf a LETO se silný mráz poprvé objevil 21. ledna. Teploty vzduchu ale nedosáhly -10 °C. Následující den se silný mráz vyskytl pouze na stanici KOPE, kde teplota vzduchu klesla na -10,2 °C. Den poté, 23. ledna, pak silný mráz zaznamenaly všechny stanice, přičemž na stanici BOT_Pdf se teplota vzduchu dostala na -11,6 °C. Silný mráz se pak vrátil 29. ledna, ale pouze na stanici LETO, kde teplota vzduchu klesla na -9,0 °C. Nejchladnějším dnem roku 2019 byl 30. leden. Stanice LETO naměřila -13,4 °C, stanice BOT_Pdf naměřila -12,9 °C, na stanici KOPE však teplota neklesla pod prahovou hodnotu. Na stanici BOT_Pdf se silný mráz vyskytl i následující den. V únoru se pak objevily tři dny bezprostředně za sebou s tímto jevem od 5. do 7. února. V těchto dnech se silný mráz vyskytl pouze na stanici BOT_Pdf a LETO. Teplota vzduchu se nejnižší dostala 7. února na stanici LETO, kde dosáhla hodnoty -11,2 °C.



Obr. 10: Absolutní výskyt dní se **silným mrazem** v období let 2017–2019 na vybraných stanicích MESSO



Obr. 11: Relativní výskyt dní se **silným mrazem** v měsících období let 2017–2019 na vybraných stanicích MESSO

Tab. 10: Jednotlivé dekády měsíců v období s výskytem jevu **silný mráz** v letech 2017–2019 na vybraných stanicích MESSO

| 2017 | | | 2018 | | | 2019 | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| Měsíc Dekáda | Tmin Stanice | Poč. dní s jevem | Měsíc Dekáda | Tmin Stanice | Poč. dní s jevem | Měsíc Dekáda | Tmin Stanice | Poč. dní s jevem |
| I I. | -20,4 °C BOT_Pdf | 6 | I I. | -2,0 °C BOT_Pdf | 0 | I I. | -5,3 °C LETO | 0 |
| I II. | -18,6 °C BOT_Pdf | 4 | I II. | -4,2 °C KOPE | 0 | I II. | -8,2 °C BOT_Pdf | 0 |
| I III. | -14,1 °C BOT_Pdf | 7 | I III. | -4,2 °C BOT_Pdf | 0 | I III. | -13,4 °C LETO | 6 |
| II I. | -6,5 °C KOPE | 0 | II I. | -8,6 °C BOT_Pdf | 0 | II I. | -11,2 °C LETO | 3 |
| II II. | -10,3 °C LETO | 1 | II II. | -9,9 °C BOT_Pdf | 1 | II II. | -4,9 °C BOT_Pdf | 0 |
| II III. | -4,5 °C BOT_Pdf | 0 | II III. | -13,5 °C KOPE | 5 | II III. | -7,0 °C LETO | 0 |
| III I. | 0,3 °C BOT_Pdf | 0 | III I. | -15,3 °C LETO | 4 | III I. | 1,7 °C LETO | 0 |

6.3 Horká vlna

Ve sledovaném období let 2017–2019 se sedmkrát vyskytl jev horká vlna. Na rok 2017 připadají dva případy, stejně tak na rok 2018, pouze v roce 2019 byly případy tři. V červenci a v srpnu se objevilo 6 horkých vln, v roce 2019 s přesahem až do září (Tab. 11). Pouze jednou se horká vlna vyskytla v červnu. Nejdéle trvající horká vlna, na přelomu července a srpna 2018, trvala až 19 dní (Tab. 12). Zatímco stanice ENVE zaznamenala všech 7 horkých vln, stanice BOT_Pdf 6 horkých vln, stanice KOPE 5 horkých vln a stanice DOMI 4 horké vlny. Stanice LETO sice zaznamenala rovněž 4 horké vlny, nicméně na konci druhé a počátku třetí dekády srpna 2018 byla mimo provoz v průběhu epizody horké vlny na všech ostatních stanicích. Lze tak očekávat, že se horká vlna vyskytla i tam, pak by tato stanice zaznamenala, stejně jako stanice KOPE, horkých vln pět.

Tab. 11: Přehled výskytu horkých vln (HV) na sledovaných stanicích MESSO v období let 2017–2019

| Rok | Počet horkých vln | Počet dní s HV | Měsíce výskytu |
|------|-------------------|----------------|-----------------------------------|
| 2017 | 2 | 10 | Červenec, srpen |
| 2018 | 2 | 29 | Červenec, srpen |
| 2019 | 3 | 20 | Červen, červenec, srpen a září |

Tab. 12: Výskyt horkých vln (HV), počet dní s výskytem horkých vln a nejdelší horké vlny na sledovaných stanicích MESSO v období let 2017–2019

| Stanice | 2017 | 2018 | 2019 | Počet dní s výskytem HV | Nejdelší vlna (dny) |
|---------|------|------|------|-------------------------|---------------------|
| BOT_Pdf | 1 | 2 | 3 | 52 | 19 |
| DOMI | 1 | 2 | 1 | 35 | 16 |
| KOPE | 1 | 2 | 2 | 47 | 19 |
| ENVE | 2 | 2 | 3 | 55 | 16 |
| LETO | 1 | 1* | 2 | 34** | 16 |

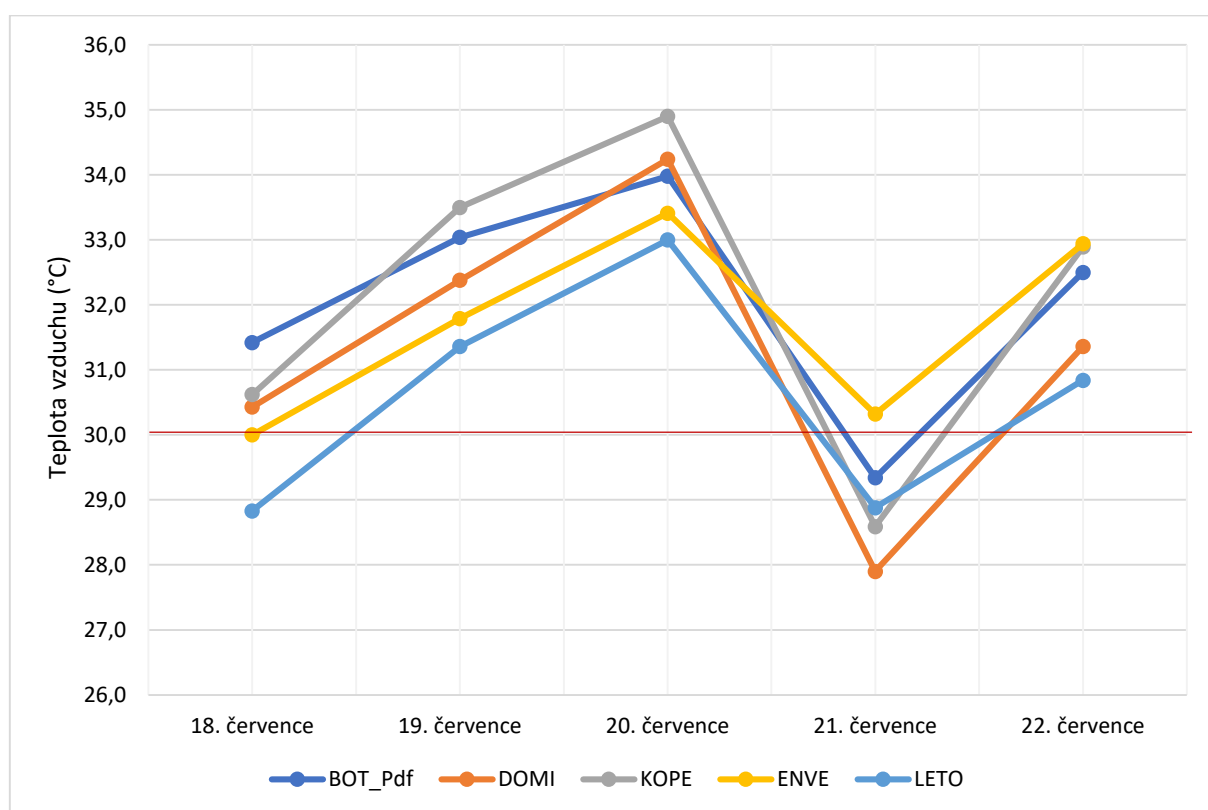
* Stanice byla mimo provoz, avšak vzhledem k hodnotám teploty vzduchu na ostatních stanicích lze předpokládat, že se horká vlna vyskytla v srpnu 2018 dvakrát

** Ze stejného důvodu by se tak mohl ve skutečnosti lišit i počet dní v rámci horkých vln.

První horkou vlnu v červenci roku 2017 zaznamenala pouze stanice ENVE. U ostatních stanic byl sled pěti po sobě následujících dní přerušen 21. července, kdy se teploty vzduchu na 30,0 °C nevyšplhaly (Tab. 13). Horká vlna na stanici ENVE trvala 5 dní, přičemž průměr teplotních maxim na této stanici činí 31,7 °C. Ačkoli se na stanicích BOT_Pdf a KOPE horká vlna nevyskytla, průměrná teplota maxim tohoto období je zde vyšší, a to 32,1 °C. Na těchto dvou stanicích se však 21. července denní teplotní maxima pohybovala kolem 29 °C a nelze tak v jejich případech hovořit o horké vlně. Nejteplejší den na stanici ENVE byl 20. července, kdy teplota vzduchu vyšplhala na 33,4 °C (ve stejný den na stanici KOPE však až na 34,9 °C). Na stanici ENVE se v průběhu této horké vlny nevyskytla žádná tropická noc.

Tab. 13: Charakteristika období horké vlny na přelomu druhé a třetí dekády července roku 2017 na stanici ENVE a ostatních sledovaných stanicích MESSO.

| Den | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Tmax ^d | Tmax ^d Ø |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|---------------------|
| 18. červenec | 31,4 °C | 30,4 °C | 30,6 °C | 30,0 °C | 28,8 °C | 31,4 °C | 30,3 °C |
| 19. červenec | 33,0 °C | 32,4 °C | 33,5 °C | 31,8 °C | 31,4 °C | 33,5 °C | 32,4 °C |
| 20. červenec | 34,0 °C | 34,2 °C | 34,9 °C | 33,4 °C | 33,0 °C | 34,9 °C | 33,9 °C |
| 21. červenec | 29,3 °C | 27,9 °C | 28,6 °C | 30,3 °C | 28,9 °C | 30,3 °C | 29,0 °C |
| 22. červenec | 32,5 °C | 31,4 °C | 32,9 °C | 32,9 °C | 30,8 °C | 32,9 °C | 32,1 °C |
| TmaxØ | 32,1 °C | 31,3 °C | 32,1 °C | 31,7 °C | 30,6 °C | 32,6 °C | 31,5 °C |

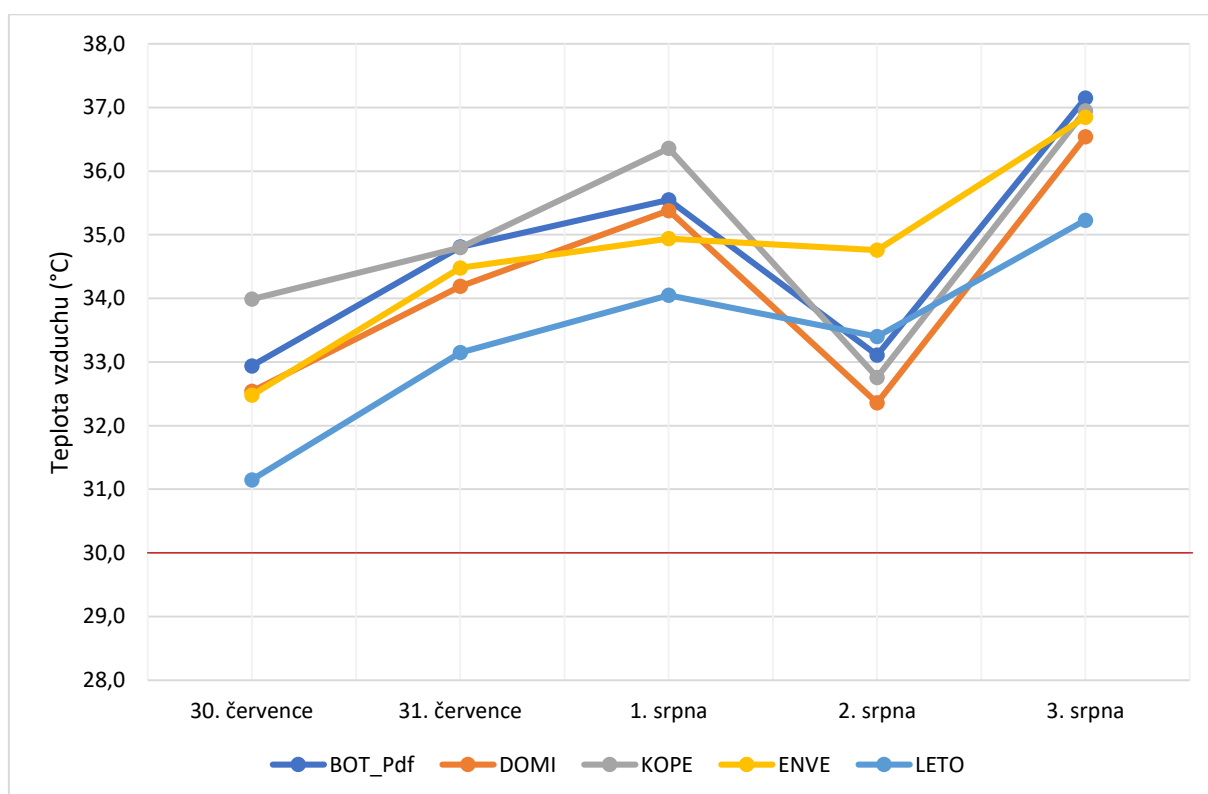


Obr. 12: Teplotní maxima v průběhu období horké vlny na přelomu druhé a třetí dekády července roku 2017 na vybraných stanicích MESSO

Rok 2017 však přinesl ještě jednu horkou vlnu, při které se teploty dostávaly i vysoko nad 35 °C. Horká vlna začala 30. července 2017 a byla ukončena 3. srpna. Jedná se tedy o šestidenní epizodu s velmi vysokými teplotami, přítomnou na všech sledovaných stanicích. Průměrné maximum za všechny stanice činí 34,4 °C, přičemž nejvyšší průměrnou maximální teplotu zaznamenala stanice KOPE s 35,0 °C, nejnižší stanice LETO s hodnotou 33,4 °C. Nejvyšší teploty padaly 3. srpna, a to na všech sledovaných stanicích (Tab. 14). V průběhu této horké vlny na stanici BOT_Pdf nebyla zaznamenána žádná tropická noc, na stanici LETO jedna, na stanicích DOMI a ENVE dvě a na stanici KOPE tři.

Tab. 14: Charakteristika horké vlny na přelomu července a srpna roku 2017 na vybraných stanicích MESSO

| Den | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Tmax ^d | Tmax ^d Ø |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|---------------------|
| 30. červenec | 32,9 °C | 32,5 °C | 34,0 °C | 32,5 °C | 31,2 °C | 34,0 °C | 32,6 °C |
| 31. červenec | 34,8 °C | 34,2 °C | 34,8 °C | 34,5 °C | 33,1 °C | 34,8 °C | 34,3 °C |
| 1. srpen | 35,6 °C | 35,4 °C | 36,4 °C | 34,9 °C | 34,1 °C | 36,4 °C | 35,3 °C |
| 2. srpen | 33,1 °C | 32,4 °C | 32,8 °C | 34,8 °C | 33,4 °C | 34,8 °C | 33,3 °C |
| 3. srpen | 37,2 °C | 36,5 °C | 37,0 °C | 36,9 °C | 35,2 °C | 37,2 °C | 36,5 °C |
| TmaxØ | 34,7 °C | 34,2 °C | 35,0 °C | 34,7 °C | 33,4 °C | 35,4 °C | 34,4 °C |



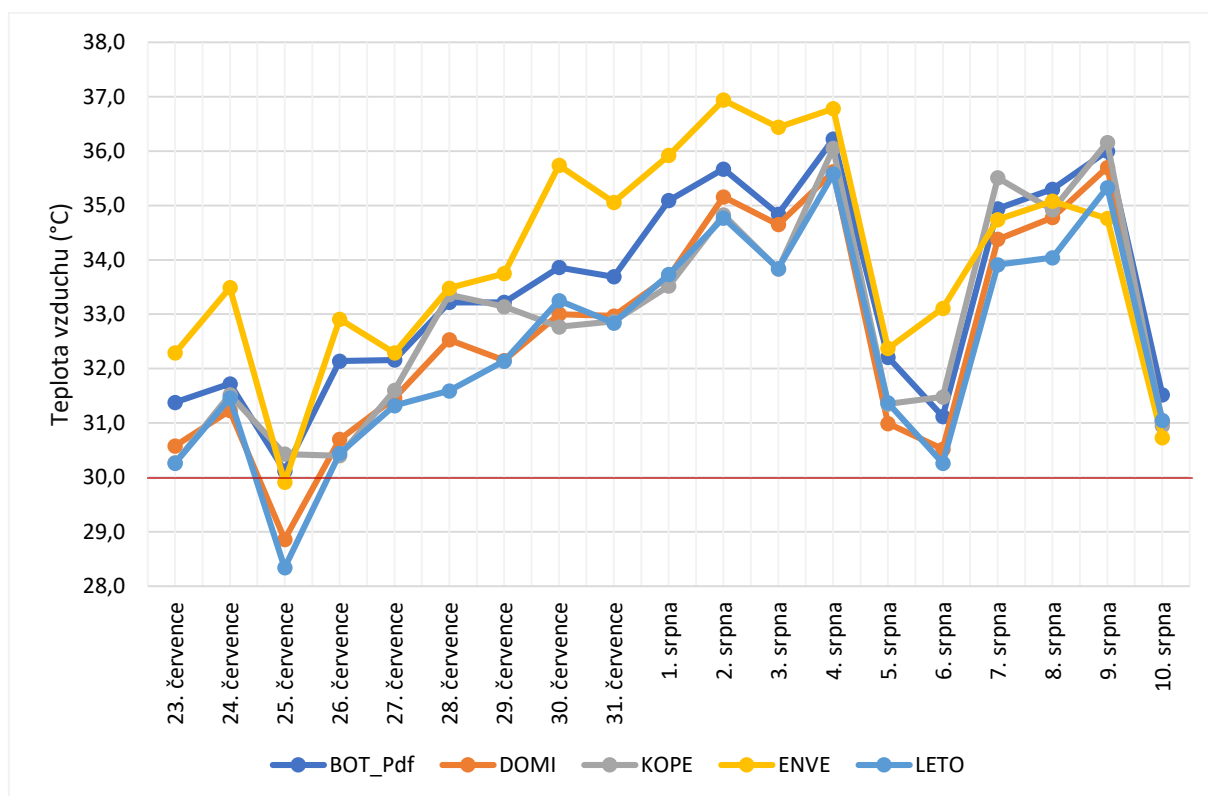
Obr. 13: Teplotní maxima v průběhu horké vlny na přelomu července a srpna roku 2017 na sledovaných stanicích MESSO

Ve druhé dekádě července a celou první dekádu srpna 2018 byla na stanicích zaznamenána nejdelší horká vlna, která na některých stanicích trvala až 19 dní. Teplotní maxima se většinou pohybovaly kolem 32 nebo 33 °C, nicméně některé dny se dostaly i přes 36 °C. Jde tedy, co do nejvyššího denního maxima, o druhou nejteplejší horkou vlnu za celé sledované období. Průměrná hodnota průměrných teplotních maxim celé horké vlny je nižší než v případě horké vlny na přelomu července a srpna 2017 – 33,1 °C za všechny stanice od 23. července do 10. srpna 2018. Nejvyšší průměrnou hodnotu teplotních maxim zaznamenala stanice ENVE s 34,0 °C, nejnižší průměrnou maximální teplotu zase stanice LETO s 32,4 °C. Horkou vlnu s délkou 19 dní zaznamenaly jen stanice

BOT_Pdf a KOPE. V případě stanic DOMI, ENVE a LETO byla horká vlna přerušena 25. července a její trvání bylo tak sníženo na 16 dní (Tab. 15). Výrazně vysoké teploty vzduchu padaly od 1. do 4. srpna, a také 9. srpna. V průběhu horké vlny byla na stanici BOT_Pdf jedna tropická noc, na stanici LETO tři, na stanici KOPE a ENVE šest a na stanici DOMI sedm.

Tab. 15: Charakteristika horké vlny ve třetí dekádě července a první dekádě srpna 2018 na vybraných stanicích MESSO

| Den | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Tmax ^d | Tmax ^d Ø |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|---------------------|
| 23. července | 31,4 °C | 30,6 °C | 30,3 °C | 32,3 °C | 30,3 °C | 32,3 °C | 31,0 °C |
| 24. července | 31,7 °C | 31,2 °C | 31,5 °C | 33,5 °C | 31,5 °C | 33,5 °C | 31,9 °C |
| 25. července | 30,1 °C | 28,9 °C | 30,4 °C | 29,9 °C | 28,3 °C | 30,4 °C | 29,5 °C |
| 26. července | 32,1 °C | 30,7 °C | 30,4 °C | 32,9 °C | 30,4 °C | 32,9 °C | 31,3 °C |
| 27. července | 32,2 °C | 31,5 °C | 31,6 °C | 32,3 °C | 31,3 °C | 32,3 °C | 31,8 °C |
| 28. července | 33,2 °C | 32,5 °C | 33,4 °C | 33,5 °C | 31,6 °C | 33,5 °C | 32,8 °C |
| 29. července | 33,2 °C | 32,2 °C | 33,1 °C | 33,8 °C | 32,1 °C | 33,8 °C | 32,9 °C |
| 30. července | 33,9 °C | 33,0 °C | 32,8 °C | 35,7 °C | 33,3 °C | 35,7 °C | 33,7 °C |
| 31. července | 33,7 °C | 33,0 °C | 32,9 °C | 35,1 °C | 32,8 °C | 35,1 °C | 33,5 °C |
| 1. srpna | 35,1 °C | 33,7 °C | 33,5 °C | 35,9 °C | 33,7 °C | 35,9 °C | 34,4 °C |
| 2. srpna | 35,7 °C | 35,2 °C | 34,8 °C | 36,9 °C | 34,8 °C | 36,9 °C | 35,5 °C |
| 3. srpna | 34,8 °C | 34,7 °C | 33,8 °C | 36,4 °C | 33,8 °C | 36,4 °C | 34,7 °C |
| 4. srpna | 36,2 °C | 35,6 °C | 36,1 °C | 36,8 °C | 35,6 °C | 36,8 °C | 36,1 °C |
| 5. srpna | 32,2 °C | 31,0 °C | 31,4 °C | 32,4 °C | 31,4 °C | 32,4 °C | 31,7 °C |
| 6. srpna | 31,1 °C | 30,5 °C | 31,5 °C | 33,1 °C | 30,3 °C | 33,1 °C | 31,3 °C |
| 7. srpna | 34,9 °C | 34,4 °C | 35,5 °C | 34,7 °C | 33,9 °C | 35,5 °C | 34,7 °C |
| 8. srpna | 35,3 °C | 34,8 °C | 34,9 °C | 35,1 °C | 34,0 °C | 35,3 °C | 34,8 °C |
| 9. srpna | 36,0 °C | 35,7 °C | 36,2 °C | 34,8 °C | 35,3 °C | 36,2 °C | 35,6 °C |
| 10. srpna | 31,5 °C | 31,0 °C | 31,0 °C | 30,7 °C | 31,1 °C | 31,5 °C | 31,1 °C |
| TmaxØ | 33,4 °C | 32,6 °C | 32,9 °C | 34,0 °C | 32,4 °C | 34,2 °C | 33,1 °C |

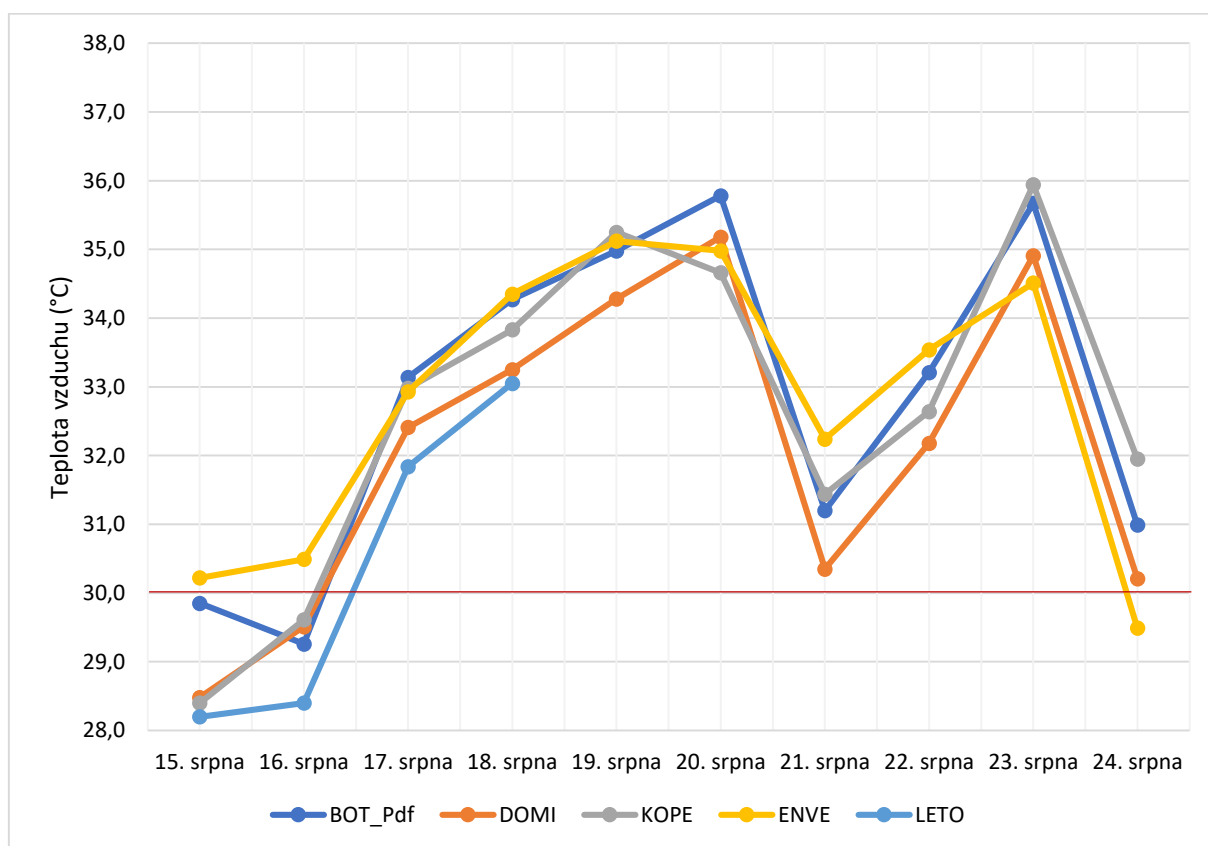


Obr. 14: Teplotní maxima v průběhu horké vlny na přelomu července a srpna 2018 na vybraných stanicích MESSO

V extrémně teplém srpnu 2018 krátce po předchozí horké vlně na stanici ENVE už 15. srpna započala další horká vlna. Ta v případě stanice ENVE trvala až do 23. srpna, na ostatních stanicích však až do 24. srpna, ale začala o dva dny později – 17. srpna. I v této horké vlně se teploty vzduchu 19., 20. a 23. srpna dostaly nad 35 °C. V ostatních dnech se maxima pohybovala většinou kolem 32 °C a 33 °C. Na stanici KOPE, LETO a DOMI teploty vzduchu 15. srpna nedosáhly ani 29 °C. Na stanici LETO ani den následující. Stanice LETO přestala od 19. srpna měřit, nicméně vzhledem k charakteru horké vlny lze předpokládat, že se vyskytla i na této stanici. Průměrná hodnota průměrných denních maxim za celou horkou vlnu na všech sledovaných stanicích činí 32,1 °C. Nejvyšší průměrnou hodnotu teplotních maxim zaznamenala stanice ENVE a BOT_Pdf, a to 32,8 °C. Nejnižší hodnotu 32,1 °C stanice DOMI (Na stanici LETO nebyl vzhledem k neúplnosti dat brán ohled). Na stanici KOPE byly v průběhu horké vlny zaznamenány dvě tropické noci, na stanicích DOMI a ENVE pouze jedna. Na stanici BOT_Pdf nebyla v průběhu horké vlny zaznamenána žádná tropická noc.

Tab. 16: Charakteristika horké vlny na přelomu druhé a třetí dekády srpna 2018 na sledovaných stanicích MESSO

| Den | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Tmax ^d | Tmax ^d Ø |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|---------------------|
| 15. srpna | 29,9 °C | 28,5 °C | 28,4 °C | 30,2 °C | 28,2 °C | 30,2 °C | 29,0 °C |
| 16. srpna | 29,3 °C | 29,5 °C | 29,6 °C | 30,5 °C | 28,4 °C | 30,5 °C | 29,5 °C |
| 17. srpna | 33,1 °C | 32,4 °C | 33,0 °C | 32,9 °C | 31,8 °C | 33,1 °C | 32,7 °C |
| 18. srpna | 34,3 °C | 33,3 °C | 33,8 °C | 34,4 °C | 33,1 °C | 34,4 °C | 33,8 °C |
| 19. srpna | 35,0 °C | 34,3 °C | 35,3 °C | 35,1 °C | . | 35,3 °C | 34,9 °C |
| 20. srpna | 35,8 °C | 35,2 °C | 34,7 °C | 35,0 °C | . | 35,8 °C | 35,2 °C |
| 21. srpna | 31,2 °C | 30,4 °C | 31,4 °C | 32,2 °C | . | 32,2 °C | 31,3 °C |
| 22. srpna | 33,2 °C | 32,2 °C | 32,6 °C | 33,5 °C | . | 33,5 °C | 32,9 °C |
| 23. srpna | 35,7 °C | 34,9 °C | 35,9 °C | 34,5 °C | . | 35,9 °C | 35,3 °C |
| 24. srpna | 31,0 °C | 30,2 °C | 32,0 °C | 29,5 °C | . | 32,0 °C | 30,7 °C |
| TmaxØ | 32,8 °C | 32,1 °C | 32,7 °C | 32,8 °C | 30,4 °C | 33,3 °C | 32,1 °C |

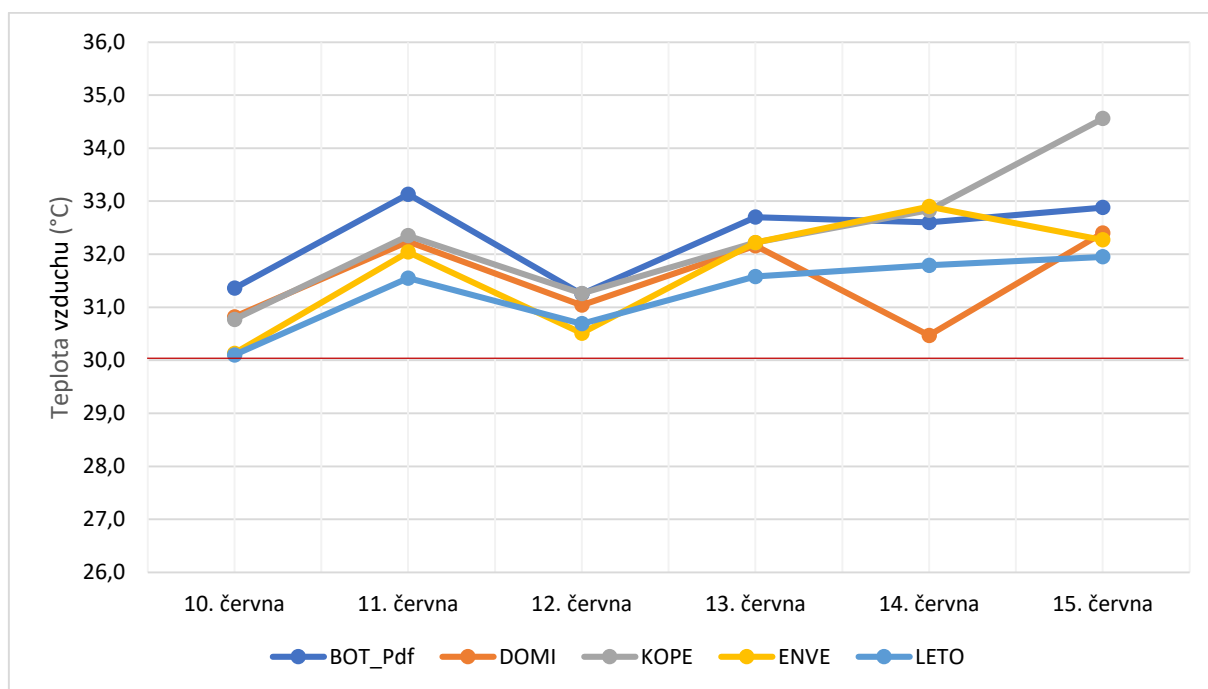


Obr. 15: Teplotní maxima v průběhu horké vlny ve druhé a třetí dekadě srpna 2018 na sledovaných stanicích MESSO

Rok 2019 přinesl jedinou horkou vlnu za celé období let 2017–2019 probíhající v červnu. Tato horká vlna měla šestidenní trvání na všech sledovaných stanicích od 10. do 15. června (Obr. 16). Maximální teploty vzduchu se pohybovaly do 33 °C, pouze 15. června na stanici KOPE dosáhla hodnoty 34,6 °C. Stanice KOPE měla spolu se stanicí BOT_Pdf nejvyšší průměrnou hodnotu denních maxim v průběhu horké vlny 32,3 °C, nejnižší hodnotu měla stanice LETO, a to 31,3 °C (Tab. 17). Průměrná hodnota teplotních maxim za všechny sledované stanice činí 31,8 °C. Na stanicích BOT_Pdf a LETO byla v průběhu horké vlny zaznamenána jedna tropická noc, na ostatních sledovaných stanicích byly zaznamenány 4 tropické noci.

Tab. 17: Charakteristika horké vlny ve druhé dekádě června roku 2019 na sledovaných stanicích MESSO

| Den | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Tmax ^d | Tmax ^d Ø |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|---------------------|
| 10. června | 31,4 °C | 30,8 °C | 30,8 °C | 30,1 °C | 30,1 °C | 31,4 °C | 30,6 °C |
| 11. června | 33,1 °C | 32,2 °C | 32,4 °C | 32,0 °C | 31,6 °C | 33,1 °C | 32,3 °C |
| 12. června | 31,3 °C | 31,0 °C | 31,3 °C | 30,5 °C | 30,7 °C | 31,3 °C | 31,0 °C |
| 13. června | 32,7 °C | 32,2 °C | 32,2 °C | 32,2 °C | 31,6 °C | 32,7 °C | 32,2 °C |
| 14. června | 32,6 °C | 30,5 °C | 32,8 °C | 32,9 °C | 31,8 °C | 32,9 °C | 32,1 °C |
| 15. června | 32,9 °C | 32,4 °C | 34,6 °C | 32,3 °C | 32,0 °C | 34,6 °C | 32,8 °C |
| TmaxØ | 32,3 °C | 31,5 °C | 32,3 °C | 31,7 °C | 31,3 °C | 32,7 °C | 31,8 °C |

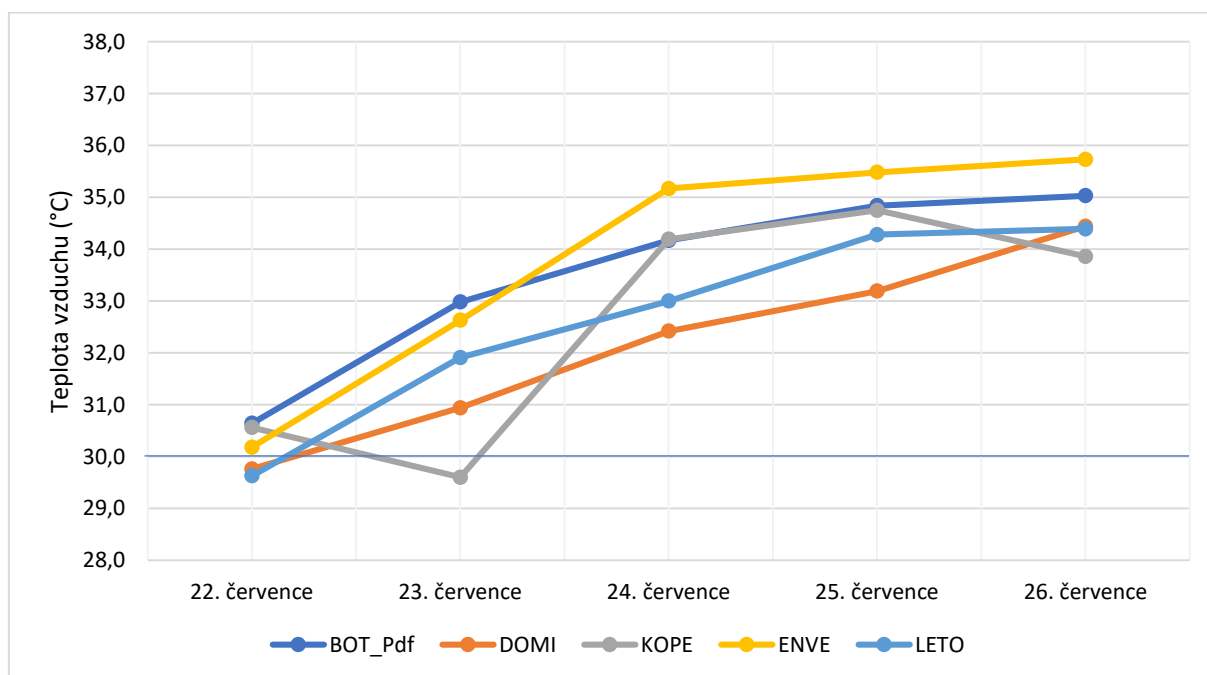


Obr. 16: Teplotní maxima v průběhu horké vlny ve druhé dekádě června 2019 na sledovaných stanicích MESSO

Druhá horká vlna se v roce 2019 dostavila až ve třetí dekádě července (od 22. do 26. července) a měla tedy pětidenní trvání. Toto období však bylo horkou vlnou jen v případě stanic ENVE a BOT_Pdf. I přesto se průměrná hodnota průměrných denních maxim za všechny stanice dostala na 33,0 °C a z tohoto hlediska se jedná o třetí nejteplejší horkou vlnu (případně období s výskytem horké vlny) za celé období sledovaných let 2017 až 2019 (Tab. 18). Teploty vzduchu od 24. července zejména na stanici ENVE překračovaly 35 °C (Obr. 17). Nejvyšší průměrnou hodnotu teplotních maxim měla stanice ENVE (33,8 °C), následovaná stanicí BOT_Pdf (33,5 °C). V průběhu horké vlny byla na stanici ENVE zaznamenána jedna tropická noc, na stanici BOT_Pdf žádná.

Tab. 18: Charakteristika horké vlny ve třetí dekádě července 2019 na stanicích BOT_Pdf a ENVE ve srovnání s ostatními sledovanými stanicemi MESSO

| Den | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Tmax ^d | Tmax ^d Ø |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|---------------------|
| 22. července | 30,6 °C | 29,8 °C | 30,6 °C | 30,2 °C | 29,6 °C | 30,6 °C | 30,2 °C |
| 23. července | 33,0 °C | 30,9 °C | 29,6 °C | 32,6 °C | 31,9 °C | 33,0 °C | 31,6 °C |
| 24. července | 34,2 °C | 32,4 °C | 34,2 °C | 35,2 °C | 33,0 °C | 35,2 °C | 33,8 °C |
| 25. července | 34,8 °C | 33,2 °C | 34,8 °C | 35,5 °C | 34,3 °C | 35,5 °C | 34,5 °C |
| 26. července | 35,0 °C | 34,4 °C | 33,9 °C | 35,7 °C | 34,4 °C | 35,7 °C | 34,7 °C |
| TmaxØ | 33,5 °C | 32,2 °C | 32,6 °C | 33,8 °C | 32,6 °C | 34,0 °C | 33,0 °C |

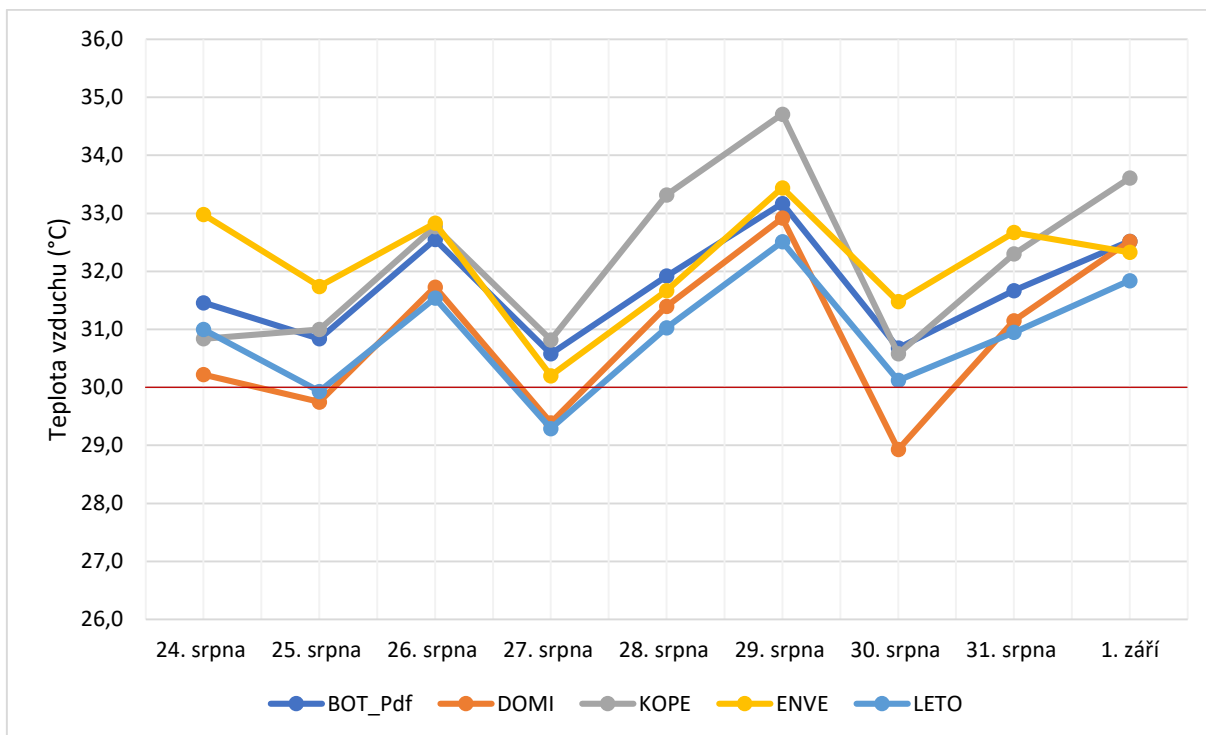


Obr. 17: Teplotní maxima v průběhu horké vlny ve druhé dekádě července 2019 na stanicích ENVE a BOT_Pdf se srovnáním na ostatních sledovaných stanicích MESSO

Poslední horká vlna tohoto roku i celého sledovaného období proběhla ve třetí dekádě srpna 2019 až do počátku září. Stanice DOMI však horkou vlnu v této epizodě nezaznamenala. Na stanici LETO trvala pět dní, zatímco na zbylých stanicích všech devět dní. Průměrná hodnota průměrných teplotních maxim za všechny stanice činí 31,6 °C. Nejvyšší průměrnou hodnotu teplotních maxim zaznamenala stanice KOPE (32,2 °C), následuje stanice ENVE (32,1 °C) a BOT_Pdf (31,7 °C). Nejnižší průměrnou hodnotu zase stanice LETO (30,9 °C). Maximální teploty vzduchu se po většinu epizody pohybovaly do 33 °C, dne 29. srpna však dosáhla 34,7 °C na stanici KOPE (Tab. 19). Vysoko stoupaly teploty vzduchu i samotného 1. září. Na stanici KOPE až na 33,6 °C, přes 32 °C se přehoupaly i na stanicích BOT_Pdf, DOMI a ENVE. Tropické noci se objevily jen na stanici KOPE, na ostatních sledovaných stanicích nikoli.

Tab. 19: Charakteristika období horké vlny ve třetí dekádě srpna a počátku září 2019 na vybraných stanicích MESSO

| Den | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Tmax ^d | Tmax ^d Ø |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|---------------------|
| 24. srpna | 31,5 °C | 30,2 °C | 30,8 °C | 33,0 °C | 31,0 °C | 33,0 °C | 31,3 °C |
| 25. srpna | 30,8 °C | 29,8 °C | 31,0 °C | 31,7 °C | 29,9 °C | 31,7 °C | 30,7 °C |
| 26. srpna | 32,6 °C | 31,7 °C | 32,8 °C | 32,8 °C | 31,5 °C | 32,8 °C | 32,3 °C |
| 27. srpna | 30,6 °C | 29,4 °C | 30,8 °C | 30,2 °C | 29,3 °C | 30,8 °C | 30,1 °C |
| 28. srpna | 31,9 °C | 31,4 °C | 33,3 °C | 31,7 °C | 31,0 °C | 33,3 °C | 31,9 °C |
| 29. srpna | 33,2 °C | 32,9 °C | 34,7 °C | 33,4 °C | 32,5 °C | 34,7 °C | 33,4 °C |
| 30. srpna | 30,7 °C | 28,9 °C | 30,6 °C | 31,5 °C | 30,1 °C | 31,5 °C | 30,4 °C |
| 31. srpna | 31,7 °C | 31,2 °C | 32,3 °C | 32,7 °C | 31,0 °C | 32,7 °C | 31,7 °C |
| 1. září | 32,5 °C | 32,5 °C | 33,6 °C | 32,3 °C | 31,8 °C | 33,6 °C | 32,6 °C |
| TmaxØ | 31,7 °C | 30,9 °C | 32,2 °C | 32,1 °C | 30,9 °C | 32,7 °C | 31,6 °C |



Obr. 18: Teplotní maxima v průběhu období horké vlny ve třetí dekádě srpna a na počátku září 2019 na sledovaných stanicích MESSO

6.4 Chladná vlna

Ve sledovaném období let 2017–2019 se na vybraných stanicích MESSO vyskytly pouze dvě chladné vlny. První z nich, vázaná na první dekádu a počátek druhé dekády ledna 2017, byla šestidenní a byla přítomna na všech vybraných stanicích. Druhá z nich byla přítomna pouze na stanici LETO na přelomu února a března 2018, přičemž byla pětidenní (Tab. 20). Celkem bylo tedy registrováno 11 dní s jevem chladná vlna. Stanice LETO je jedinou stanicí, kde se vyskytly za sledované období obě chladné vlny. Na všech ostatních stanicích byla zaznamenána pouze jedna chladná vlna. Na stanici ENVE se vyskytlo jen 5 dní, při kterých tento nebezpečný jev probíhal.

Tab. 20: Přehled výskytu chladných vln, počet dní s výskytem chladné vlny (CHV) a měsíce výskytu chladných vln na vybraných stanicích MESSO v období let 2017–2019

| Rok | Počet chladných vln | Počet dní s CHV | Měsíce výskytu |
|------|---------------------|-----------------|----------------|
| 2017 | 1 | 6 | Leden |
| 2018 | 1 | 5 | Únor, březen |
| 2019 | 0 | 0 | Žádný |

Tab. 21: Výskyt chladných vln (CHV) a počet dní s výskytem tohoto jevu na vybraných stanicích MESSO

| Stanice | 2017 | 2018 | 2019 | Počet dní s výskytem CHV |
|---------|------|------|------|--------------------------|
| BOT_Pdf | 1 | 0 | 0 | 6 |
| DOMI | 1 | 0 | 0 | 6 |
| KOPE | 1 | 0 | 0 | 6 |
| ENVE | 1 | 0 | 0 | 5 |
| LETO | 1 | 1 | 0 | 11 |

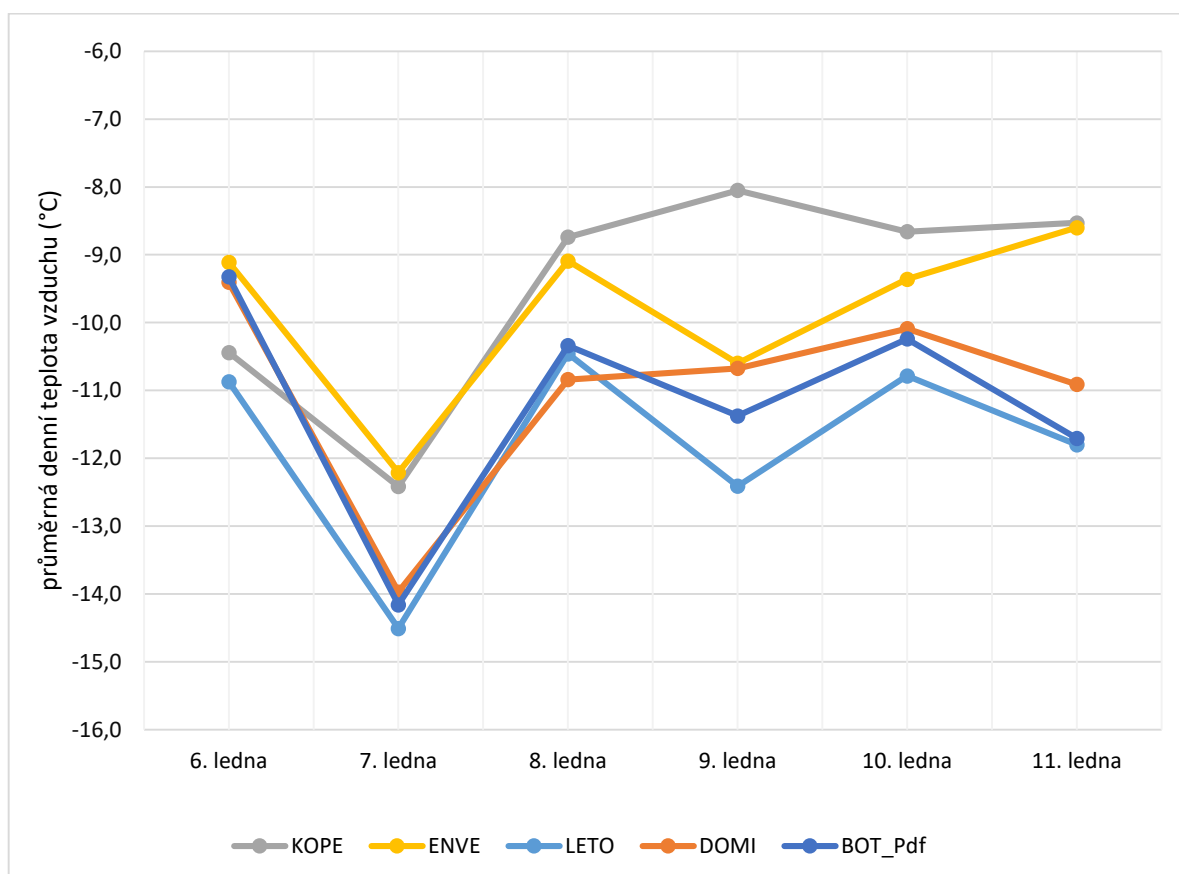
První chladná vlna se vyskytla v první dekádě ledna roku 2017 a přetrvala až do začátku druhé dekády tohoto měsíce od 6. do 11. ledna. Jedná se tedy o šestidenní epizodu chladné vlny, vyjma stanice ENVE, kde byla tato chladná vlna ukončena již 10. ledna. Průměrná teplota od 6. do 11. ledna za všechny stanice činí $-10,7\text{ °C}$. Průměrná hodnota průměrných denních teplotních minim za všechny stanice ve stejném období dosáhla $-15,9\text{ °C}$ (Tab. 22). Nejnižší průměrnou hodnotu teplotních minim v průběhu této chladné vlny vykazuje stanice BOT_Pdf s hodnotou $-17,3\text{ °C}$, následovaná stanicí LETO s hodnotou $-16,9\text{ °C}$. Naopak nejvyšší průměrnou hodnotu denních minim naměřila stanice KOPE s hodnotou $-13,6\text{ °C}$. Nejnižší průměrnou hodnotu teplotních maxim vykazovala stanice LETO s hodnotou $-6,7\text{ °C}$, následuje stanice DOMI s hodnotou $-6,1\text{ °C}$. Nejvyšší průměrnou hodnotu denních maxim zaznamenala stanice ENVE s hodnotou $-4,0\text{ °C}$. Nejchladnějším dnem byl 7. leden, kdy průměrná denní teplota za všechny stanice dosáhla $-13,5\text{ °C}$ (průměrné denní teploty vzduchu na jednotlivých stanicích lze sledovat na Obr. 19).

Tab. 22: Denní teplotní minima na vybraných stanicích MESSO v průběhu chladné vlny v roce 2017

| Den | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Tmin ^d | Tmin ^{dØ} |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 6. leden | $-14,1\text{ °C}$ | $-13,5\text{ °C}$ | $-14,6\text{ °C}$ | $-13,6\text{ °C}$ | $-14,9\text{ °C}$ | $-14,9\text{ °C}$ | $-14,2\text{ °C}$ |
| 7. leden | $-20,4\text{ °C}$ | $-18,4\text{ °C}$ | $-16,6\text{ °C}$ | $-17,9\text{ °C}$ | $-20,3\text{ °C}$ | $-20,4\text{ °C}$ | $-18,7\text{ °C}$ |
| 8. leden | $-16,6\text{ °C}$ | $-15,1\text{ °C}$ | $-12,9\text{ °C}$ | $-14,3\text{ °C}$ | $-15,3\text{ °C}$ | $-16,6\text{ °C}$ | $-14,8\text{ °C}$ |
| 9. leden | $-18,0\text{ °C}$ | $-16,6\text{ °C}$ | $-12,8\text{ °C}$ | $-16,5\text{ °C}$ | $-17,7\text{ °C}$ | $-18,0\text{ °C}$ | $-16,3\text{ °C}$ |
| 10. leden | $-16,1\text{ °C}$ | $-14,7\text{ °C}$ | $-12,4\text{ °C}$ | $-14,6\text{ °C}$ | $-15,2\text{ °C}$ | $-16,1\text{ °C}$ | $-14,6\text{ °C}$ |
| 11. leden | $-18,6\text{ °C}$ | $-17,2\text{ °C}$ | $-12,6\text{ °C}$ | $-16,9\text{ °C}$ | $-18,1\text{ °C}$ | $-18,6\text{ °C}$ | $-16,7\text{ °C}$ |
| Tmin ^Ø | $-17,3\text{ °C}$ | $-15,9\text{ °C}$ | $-13,6\text{ °C}$ | $-15,7\text{ °C}$ | $-16,9\text{ °C}$ | $-17,3\text{ °C}$ | $-15,9\text{ °C}$ |

Tab. 23: Denní teplotní maxima na vybraných stanicích MESSO v průběhu chladné vlny v roce 2017

| Den | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Tmax ^d | Tmax ^d Ø |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|---------------------|
| 6. leden | -4,6 °C | -5,4 °C | -6,2 °C | -4,6 °C | -6,8 °C | -4,6 °C | -5,5 °C |
| 7. leden | -7,9 °C | -9,5 °C | -8,2 °C | -6,5 °C | -8,7 °C | -6,5 °C | -8,2 °C |
| 8. leden | -4,0 °C | -6,6 °C | -4,6 °C | -3,9 °C | -5,6 °C | -3,9 °C | -4,9 °C |
| 9. leden | -4,8 °C | -4,8 °C | -3,3 °C | -4,7 °C | -7,1 °C | -3,3 °C | -4,9 °C |
| 10. leden | -4,4 °C | -5,5 °C | -5,0 °C | -4,1 °C | -6,4 °C | -4,1 °C | -5,1 °C |
| 11. leden | -4,9 °C | -4,6 °C | -4,5 °C | -0,3 °C | -5,5 °C | -0,3 °C | -3,9 °C |
| TmaxØ | -5,1 °C | -6,1 °C | -5,3 °C | -4,0 °C | -6,7 °C | -4,0 °C | -5,4 °C |



Obr. 19: Průměrné hodnoty Tmax^d a Tmin^d na vybraných stanicích MESSO v průběhu chladné vlny v lednu 2017

Druhá z chladných vln ve sledovaném období byla méně výrazná a kritéria chladné vlny splnila pouze na stanici LETO, kde měla pětidenního trvání. Průměrná teplota období od 25. února do 1. března, při němž se chladná vlna na stanici LETO vyskytla, činí -9,0 °C. Průměr za teplotní maxima na

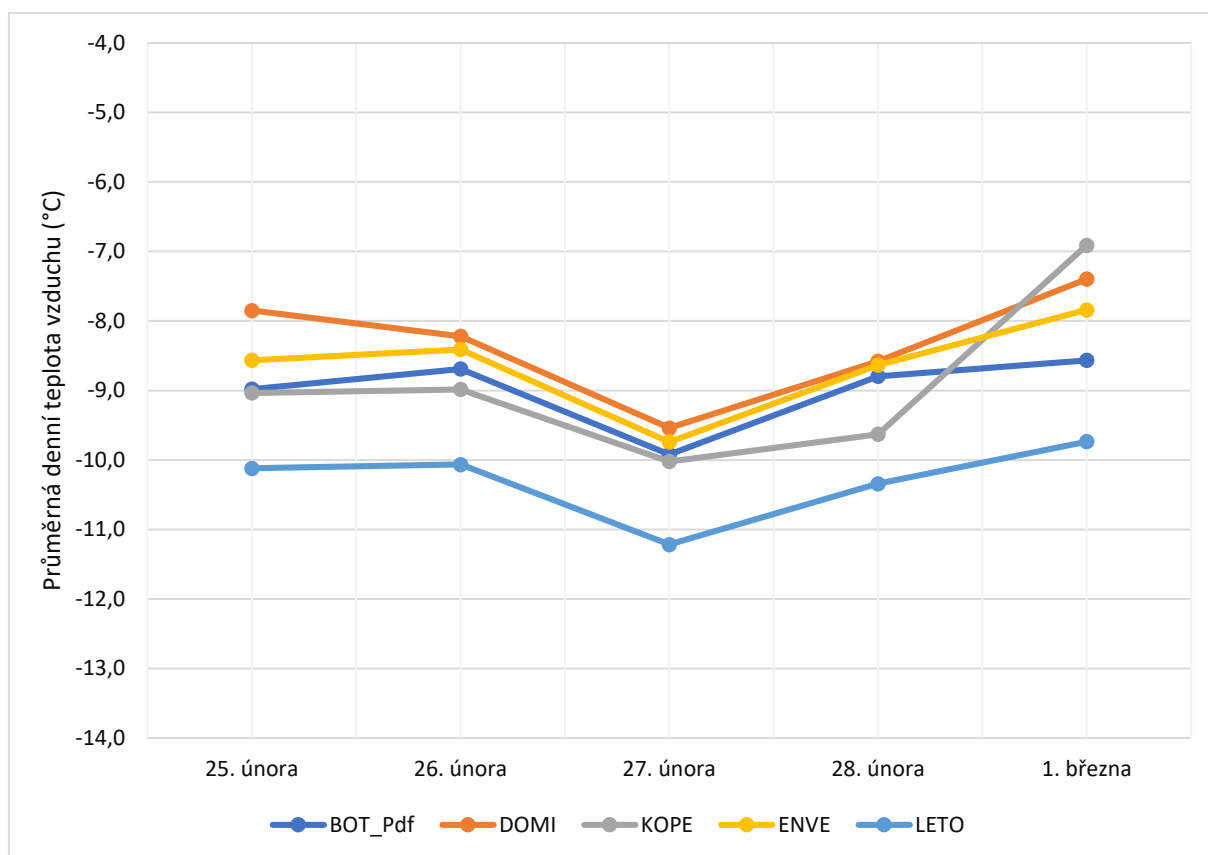
stanici LETO v průběhu této chladné vlny je $-7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Je tak o $2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ nižší než na stanici KOPE (Tab. 25). Hodnota průměru za teplotní minima na stanici LETO činí $-13,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zde je zajímavé, že stejný průměr vychází i na stanici KOPE, na stanici DOMI však vychází hodnota $-11,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tab. 24). Nejchladnějším dnem celé této epizody byl 27. únor, kdy průměrná denní teplota za všechny stanice dosáhla $-10,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejnižší teplota $-15,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ však byla naměřena 1. března na stanici LETO. Výrazně chladnější ráz počasí na stanici LETO lze pozorovat na Obr. 20.

Tab. 24: Denní teplotní minima na vybraných stanicích MESSO v průběhu období chladné vlny v roce 2018

| Den | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Tmin ^d | Tmin ^d Ø |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 25. únor | $-10,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-10,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-11,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-11,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 26. únor | $-11,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-10,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-11,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 27. únor | $-11,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-13,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-13,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 28. únor | $-12,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-13,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-13,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-13,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 1. březen | $-14,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-13,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-15,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-15,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-13,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| TminØ | $-12,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-11,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-13,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-13,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-13,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-12,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ |

Tab. 25: Denní teplotní maxima na vybraných stanicích MESSO v průběhu období chladné vlny v roce 2018

| Den | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Tmax ^d | Tmax ^d Ø |
|-----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 25. únor | $-7,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-8,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-6,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 26. únor | $-6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-8,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 27. únor | $-7,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-6,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 28. únor | $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 1. březen | $-2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| TmaxØ | $-5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $-5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ |



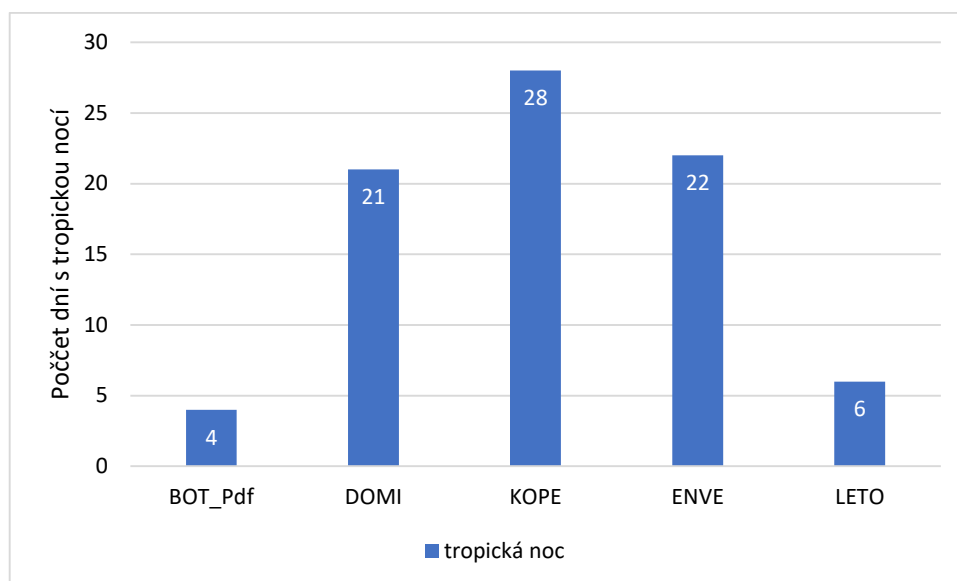
Obr. 20: Průměrné hodnoty T_{max}^d a T_{min}^d na vybraných stanicích MESSO v průběhu období chladné vlny v roce 2018

6.5 Den s tropickou nocí

Ve sledovaném období let 2017–2019 bylo na vybraných stanicích MESSO zaznamenáno celkem 35 dní s tropickou nocí. Mezi sledovanými stanicemi panují velké rozdíly v absolutním počtu výskytu tohoto jevu. Nejméně takových dní zaznamenala stanice BOT_Pdf, kde se tento jev vyskytl jen čtyřikrát. O něco více dní s tropickou nocí se vyskytlo na stanici LETO – šestkrát. Mnohem častěji tento jev zaznamenala stanice DOMI, a to 21 dní. O jeden takový den více zaregistrovala stanice ENVE. Nejvíce se těchto dní vyskytlo na stanici KOPE. Tropická noc se zde vyskytla ve 28 dnech (Tab. 26).

Tabulka 26: Počet dní s tropickou nocí na vybraných stanicích MESSO v období let 2017–2019

| | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Celkem |
|----------------------------|---------|------|------|------|------|--------|
| Počet dní s tropickou nocí | 4 | 21 | 28 | 22 | 6 | 35 |



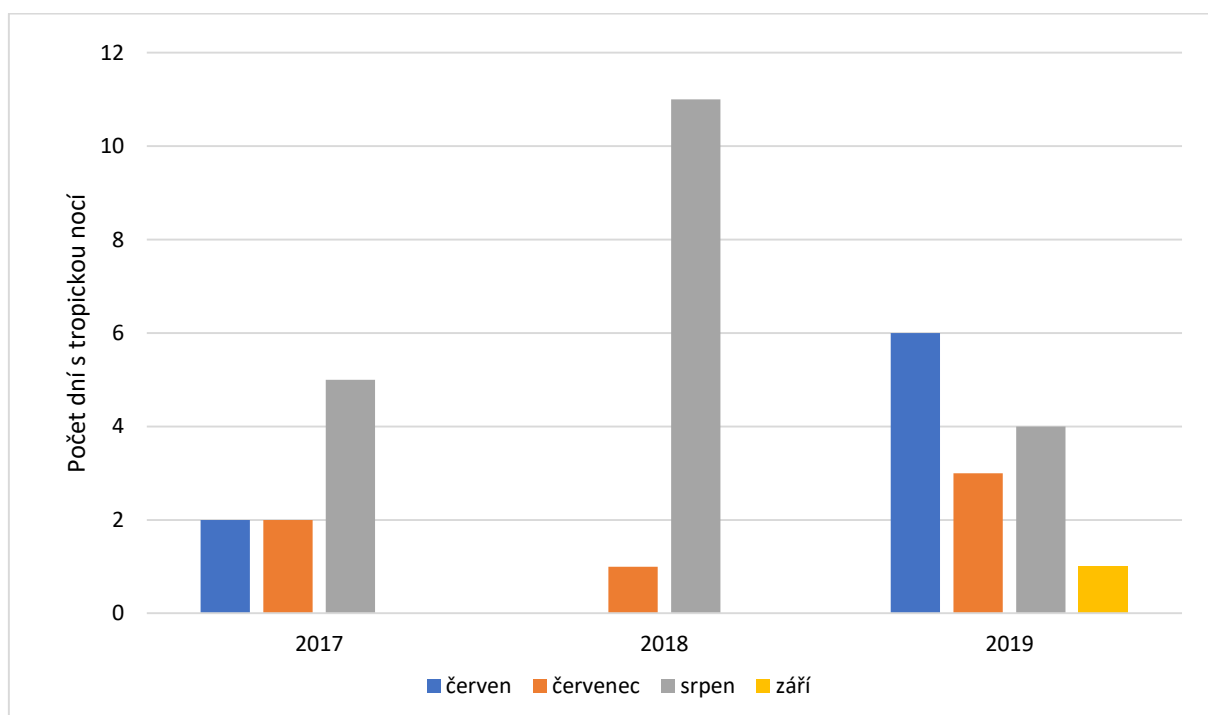
Obr. 21: Počet dní s tropickou nocí na vybraných stanicích MESSO v období let 2017–2019

Nejméně dní s tropickou nocí přinesl rok 2017, kdy bylo zaznamenáno celkem 9 takových dní. První dva případy se objevily již na konci měsíce června (28. a 29.). V průběhu noci z 27. na 28. června teplota pod 20 °C neklesla na stanici BOT_Pdf a KOPE, v případě noci z 28. na 29. června stejná situace nastala na stanicích DOMI a ENVE. Další dva takové dny přinesl červenec. Již v první dekádě (10. července) zaznamenaly den s tropickou nocí tři stanice – DOMI, KOPE a ENVE. Druhý den s tropickou nocí tohoto měsíce nastal až v závěru 31. července, kde denní minimum nad 20 °C zaznamenaly stanice KOPE a ENVE. Zbývající dny s tímto jevem připadají na srpen. Čtyři z nich nastaly hned v první dekádě tohoto měsíce – 1., 2., 6. a 7. srpna. Na nejvíce stanicích byl den s tropickou nocí zaznamenán 2. srpna, kdy se vyskytl na všech sledovaných stanicích, kromě stanice BOT_Pdf. Na stanicích DOMI a ENVE se pak den s tropickou nocí dále vyskytl 19. srpna.

Více dní s tropickou nocí bylo zaznamenáno v roce 2018, konkrétně 12. Pouze jednou se tento den vyskytl v sedmém měsíci – 31. července na stanici KOPE. Ostatní dny s tímto jevem jsou vázané na velmi teplý srpen. Hned 8 z nich na první dekádu (den s tropickou nocí se nevyskytl pouze 6. a 7. srpna). Na stanici DOMI bylo dní s tropickou nocí v této dekádě srpna 2018 zaznamenáno 7, na stanicích ENVE a KOPE 6, na stanici LETO 3, avšak na stanici BOT_Pdf jeden. Na všech stanicích se den s tropickou nocí vyskytl 10. srpna, přičemž například na stanici DOMI teplota vzduchu neklesla pod 23,9 °C, na stanici ENVE neklesla pod 23,7 °C. Na stanicích DOMI a ENVE den s tropickou nocí byl zaznamenán ještě 14. srpna. Pouze na stanici KOPE pak 20. srpna. Na třech stanicích (DOMI, KOPE a ENVE) byl poslední den s tímto jevem tohoto roku registrován 24. srpna.

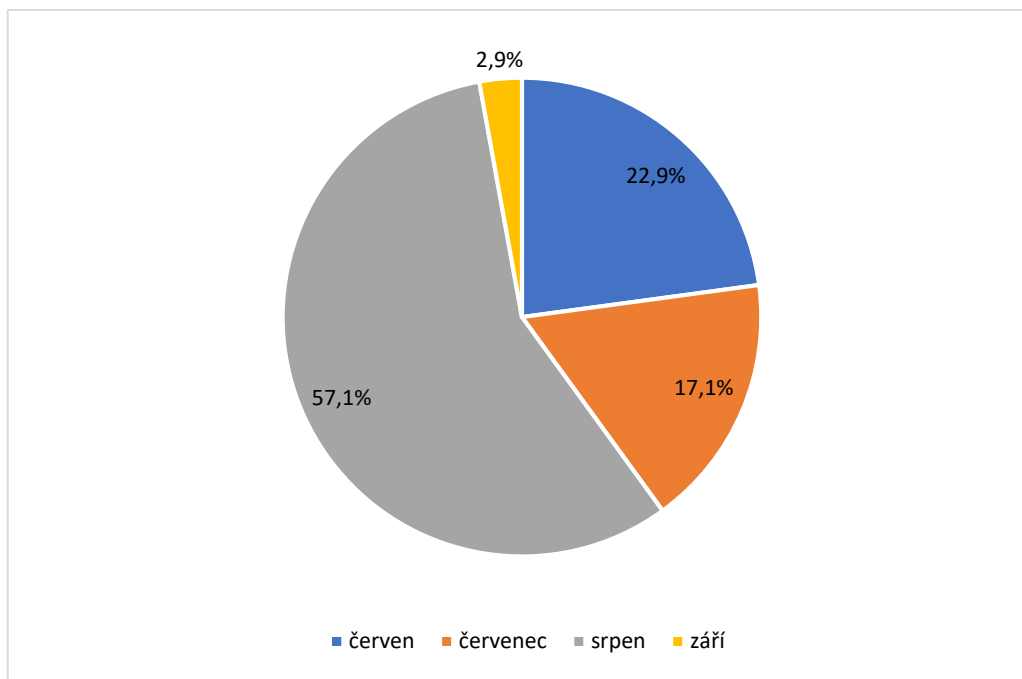
Nejvíce dní s tropickou nocí (14) se vyskytlo v posledním sledovaném roce 2019. V tomto roce hned 6 z nich bylo zaznamenáno v červnu, konkrétně 11. a 12. června na stanicích DOMI, KOPE a ENVE. Následující den byl jev zaznamenán na všech stanicích. Další den s tropickou nocí pak nastal 15. června

opět na stanicích DOMI, KOPE a ENVE. Zbývající dva takové dny byly pak zaznamenány k závěru měsíce 26. a 27. června. V prvním případě byl den s tropickou nocí pouze na stanici KOPE, ve druhém na všech stanicích. V červenci byly registrovány 3 takové dny. Dne 1. července na stanicích DOMI, KOPE a ENVE, 23 července na stanicích DOMI a ENVE a 26. července pouze na stanici KOPE. Posledních pět dní s tímto jevem zaznamenala pouze stanice KOPE. Jeden z nich na závěr první dekády osmého měsíce 10. srpna, druhý ke konci druhé dekády 19. srpna a dva ve třetí dekádě. Zvláštností je, že jeden den s tropickou nocí se vyskytl 1. září. Je to tedy jediný takový den za celé sledované období, který se vyskytl v měsíci září (viz Obr. 22).

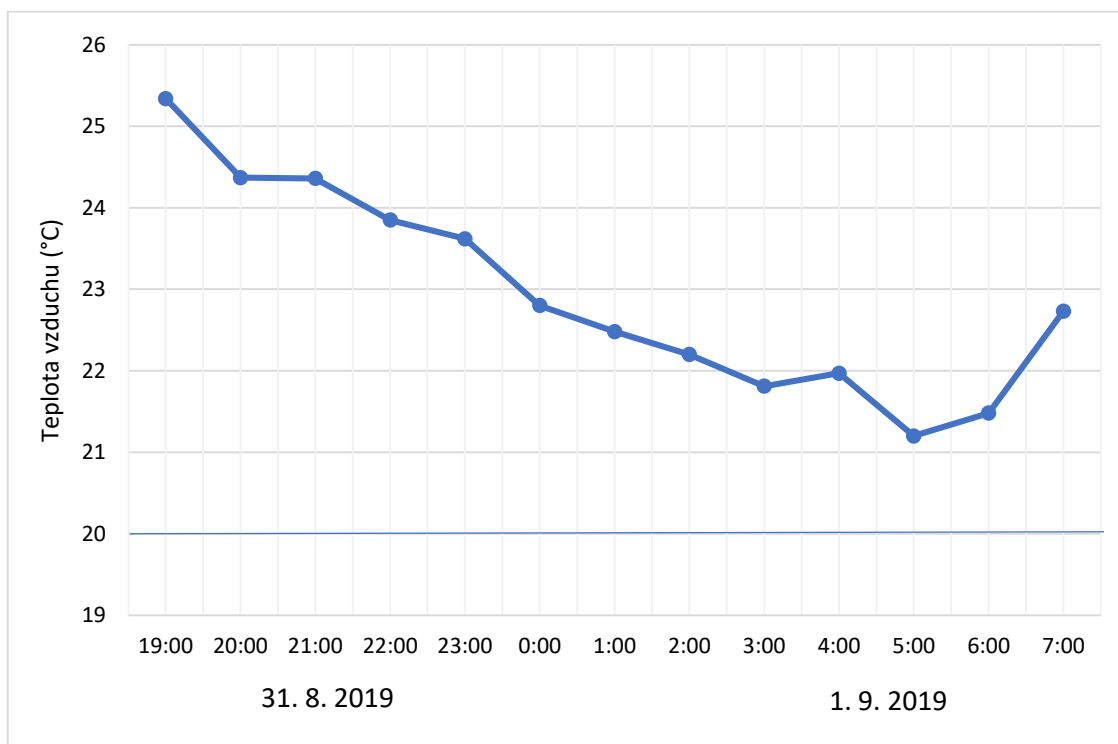


Obr. 22: Absolutní počet **dní s tropickou nocí** v měsících červen až září období let 2017–2019 na vybraných stanicích MESSO

Z Obr. 22 a Obr. 23 je patrná převaha výskytu dní s tropickou nocí v měsíci srpnu. V tomto měsíci se ve sledovaném období zaznamenalo 57,1 % všech takových dní. Navzdory předpokladům je na druhém místě měsíc červen, kterému náleží 22,9 % všech zaznamenaných takových dní. Měsíc červenec náleží 17,1 % všech zaznamenaných dní s tropickou nocí. Raritou je výskyt takového dne v měsíci září (Obr. 24), na který se váže jeden zaznamenaný případ (tedy 2,9 % všech dní s tropickou nocí ve sledovaném období).



Obr. 23: Relativní výskyt **dní s tropickou nocí** v měsících červen až září 2017–2019 na vybraných stanicích MESSO



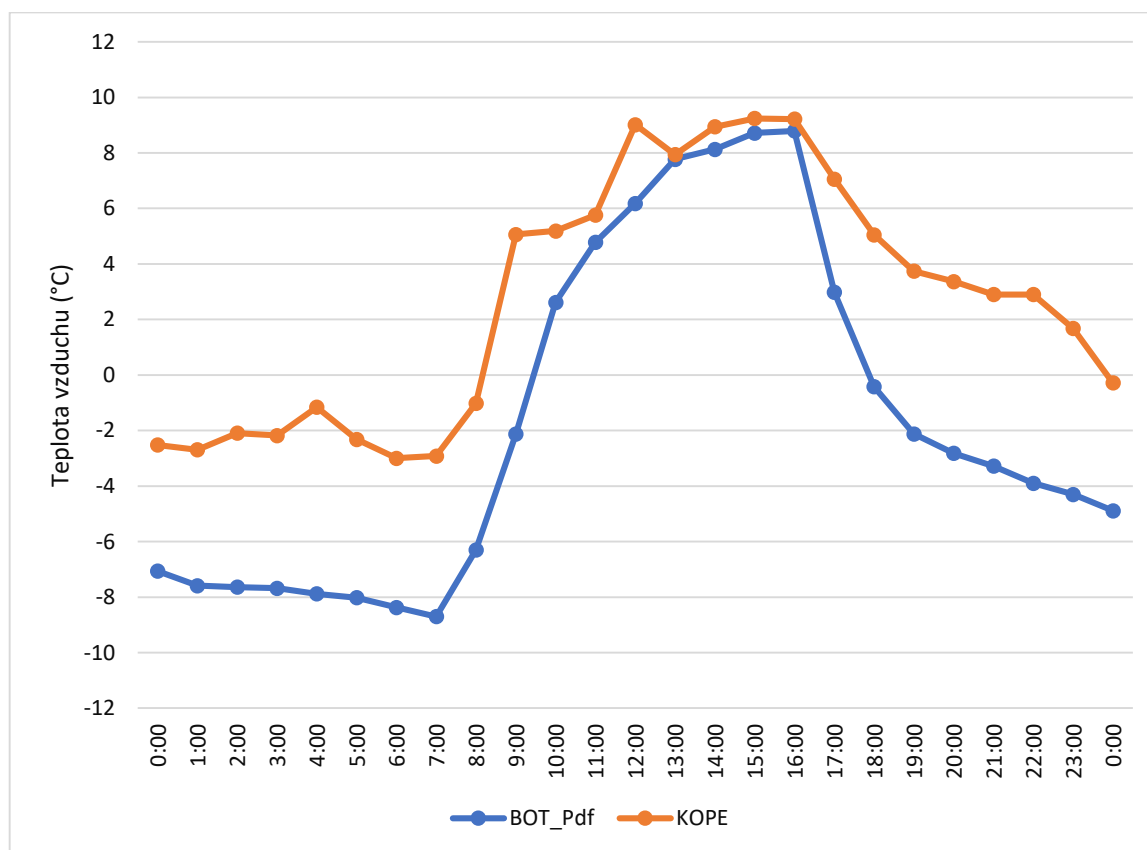
Obr. 24: Průběh teploty vzduchu v noci z 31. srpna na 1. září 2019 na stanici KOPE

6.6 Inverze teploty vzduchu a náhlá změna teploty

Za celý rok 2017 se dle měření stanice ČHMÚ Olomouc-Holice vyskytly pouze dva radiační dny následující po sobě 15. a 16. února. Všechny ostatní dny nesplnily kritéria pro označení za radiační den.

V roce 2018 se takový den neobjevil žádný, kdežto v roce 2019 pět. Všechny tyto dny jsou vázány na chladný půlrok – 21. leden, 5. a 17. únor, 31. říjen a 11. prosinec. Pro absenci dat na stanicích LETO a KOPE 17. února v tento den nebylo možné inverzi teploty vzduchu sledovat.

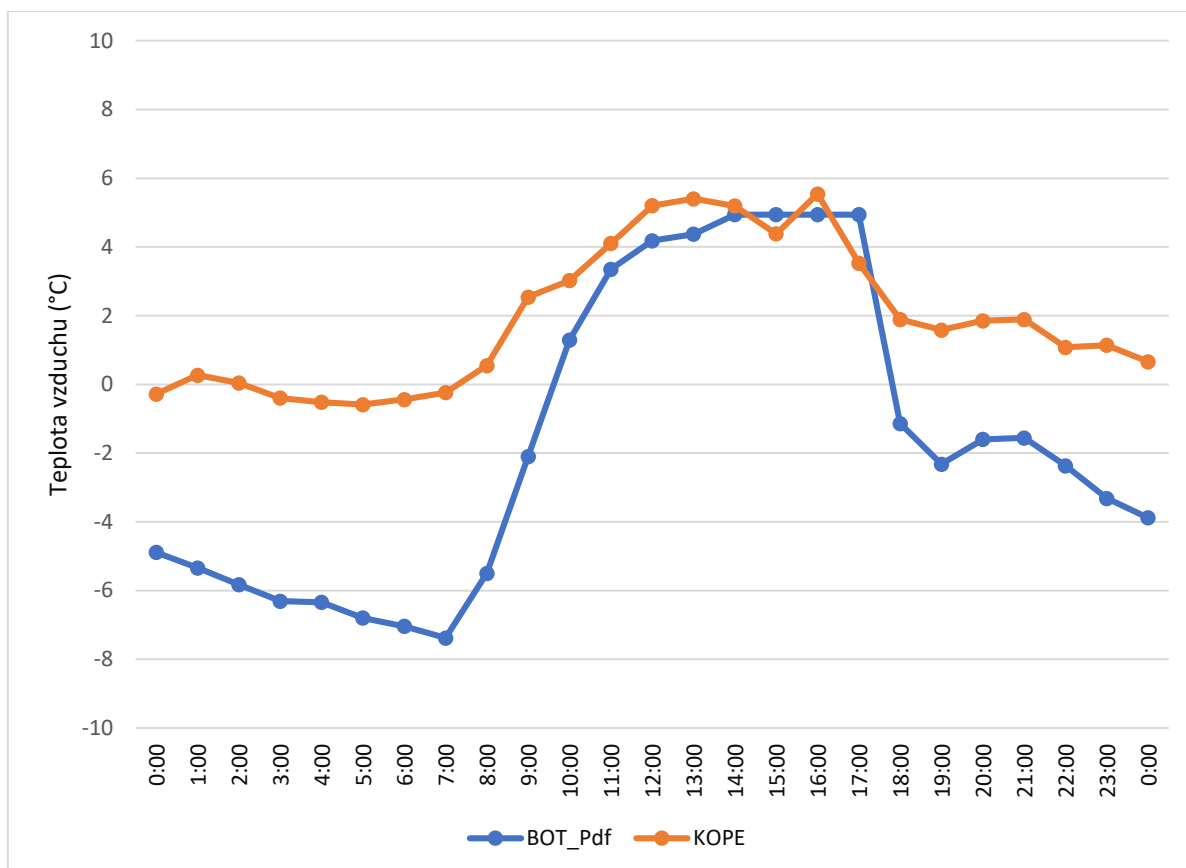
Po celý den 15. února 2017 byla inverze teploty vzduchu. Výraznější rozdíly byly od půlnoci do východu Slunce (resp. do 7. hodiny) a od západu Slunce (resp. od 17. hodiny) do půlnoci (Obr. 25). Největší teplotní rozdíl mezi stanicemi nastal v deváté hodině (7,2 °C). Nejmenší teplotní rozdíl nastal ve třinácté hodině (0,2 °C). Od 7. hodiny do 12. (stanice KOPE), příp. 13. hodiny (stanice BOT_Pdf) byl zaznamenán prudký vzestup teploty vzduchu. Zatímco teplota stoupla na stanici KOPE z -2,9 °C na 9,0 °C (rozdíl 11,9 °C), na stanici BOT_Pdf to bylo z -8,7 °C na 7,8 °C (rozdíl 16,5 °C). Od 16. do půlnoci teplota vzduchu na obou stanicích klesala, zpočátku velmi výrazně. Na stanici KOPE z 9,2 °C na 2,9 °C ve 22. hodině (rozdíl 6,3 °C), na stanici BOT_Pdf z 8,8 °C na -3,9 °C ve 22. hodině (rozdíl 12,7 °C). V tento den se inverze teploty vzduchu ze všech sledovaných radiačních dní projevila nejvýrazněji.



Obr. 25: Režim teploty vzduchu na stanicích KOPE a BOT_Pdf 15. února 2017

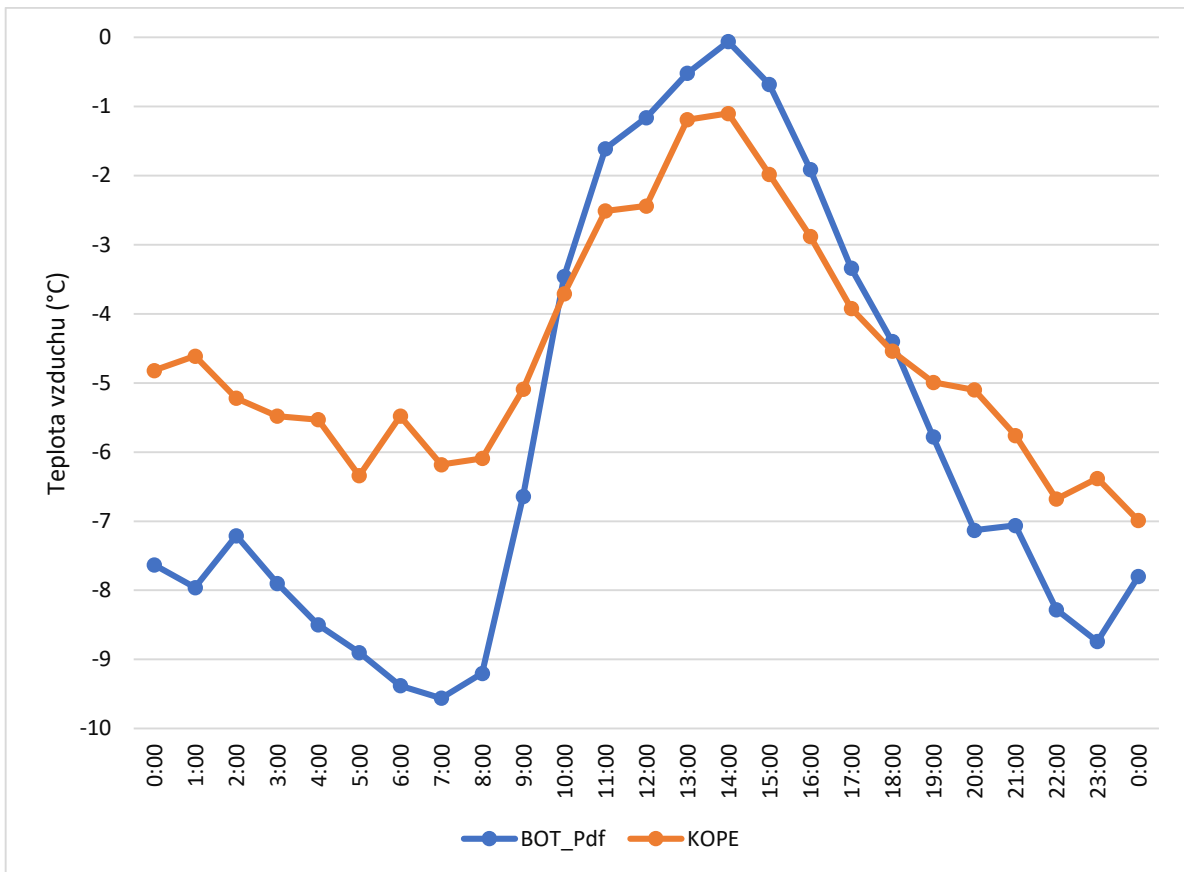
I následující den panovala inverze teploty vzduchu. V čase 15:00 a 17:00 však bylo ale na stanici KOPE chladněji než na stanici BOT_Pdf. Nejvýrazněji se inverze i v tento den projevila od půlnoci do 7. hodiny ranní. Kromě samotné půlnoci bylo na stanici KOPE o více než 5 °C tepleji než na stanici BOT_Pdf. V 7:00 nastal taky největší rozdíl (7,1 °C) mezi stanicemi. Od 7. hodiny ranní do 13. hodiny

teplota vzduchu na obou stanicích stoupala. Na stanici KOPE z $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $5,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (rozdíl $5,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), na stanici BOT_Pdf z hodnoty $-7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (rozdíl $11,8\text{ }^{\circ}\text{C}$). Na stanici BOT_Pdf mezi 17. a 18. hodinou teplota vzduchu prudce klesla, a to o $6\text{ }^{\circ}\text{C}$, a to z $4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z Obr. 26 je patrné, že amplituda teploty vzduchu je na obou stanicích nižší než v případě předchozího radiačního dne. V tento den byla zaznamenána druhá nejvyšší zaznamenaná hodnota inverze teploty vzduchu.



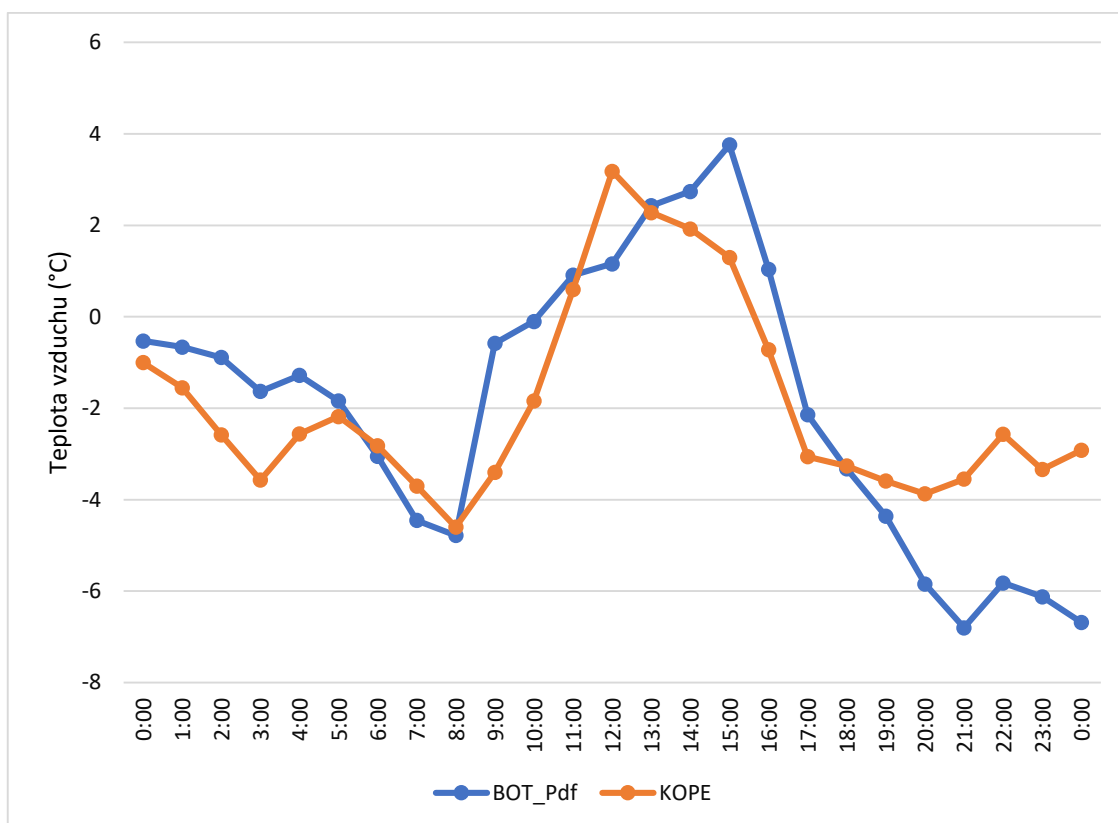
Obr. 26: Režim teploty vzduchu na stanicích BOT_Pdf a KOPE dne 16. února 2017

Dne 21. ledna 2019 panoval inverzní charakter počasí na sledovaných stanicích pouze v ranních a večerních hodinách. Od 10. do 18. hodiny bylo na stanici BOT_Pdf tepleji než na stanici KOPE. Nejvýrazněji se inverze projevila v čase 6:00 s rozdílem $3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ mezi stanicemi BOT_Pdf a KOPE. Od 8. hodiny ranní do 14 hodiny teplota vzduchu na obou stanicích výrazně stoupala. Na stanici KOPE z $-6,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (rozdíl $7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$), na stanici BOT_Pdf z $-9,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (rozdíl $9,1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Z Obr. 27 je patrné že docházelo k významnějšímu poklesu teploty vzduchu od 14. do 20. hodiny. Na stanici BOT_Pdf klesla o $7,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, na stanici KOPE o $4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.



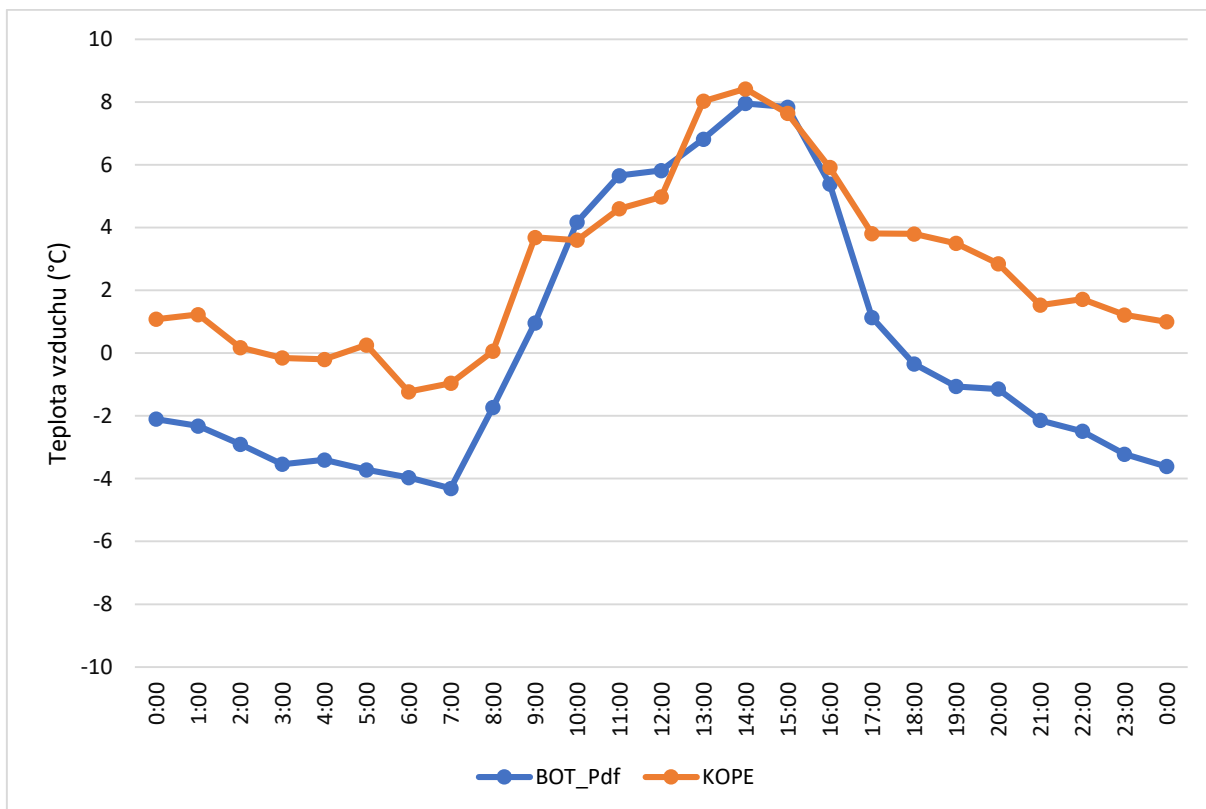
Obr. 27: Režim teploty vzduchu na stanicích BOT_Pdf a KOPE dne 21. ledna 2019

Méně výraznější inverzní charakter počasí nastal 5. února 2019. Inverzi teploty vzduchu lze sledovat především ve večerních a nočních hodinách od 18. hodiny (Obr. 28). V ranních hodinách šlo pouze o tři hodiny od 5:00 do 8:00. Nejvýraznější rozdíl mezi stanicemi nastal v čase 0:00 6. února 2019 (3,8 °C). Na stanici BOT_Pdf teplota vzduchu od 8:00 do 9:00 výrazně stoupala (o 4,0 °C). Na stanici KOPE od 8:00 teplota vzduchu stoupala až do 12. hodiny, přičemž teplota stoupla z -4,6 °C na 3,2 °C (rozdíl 7,8 °C). Prudký pokles teploty lze pak sledovat na stanici BOT_Pdf od 15. do 21. hodiny, kdy klesla z 3,8 °C na -6,8 °C, což je rozdíl 10,6 °C za 6 hodin. Zajímavostí je čas nástupu denního maxima, který se u obou stanic liší o dvě hodiny. Zatímco na stanici KOPE denní maximum nastalo kolem 12. hodiny, v případě stanice BOT_Pdf to bylo až kolem 14. hodiny.



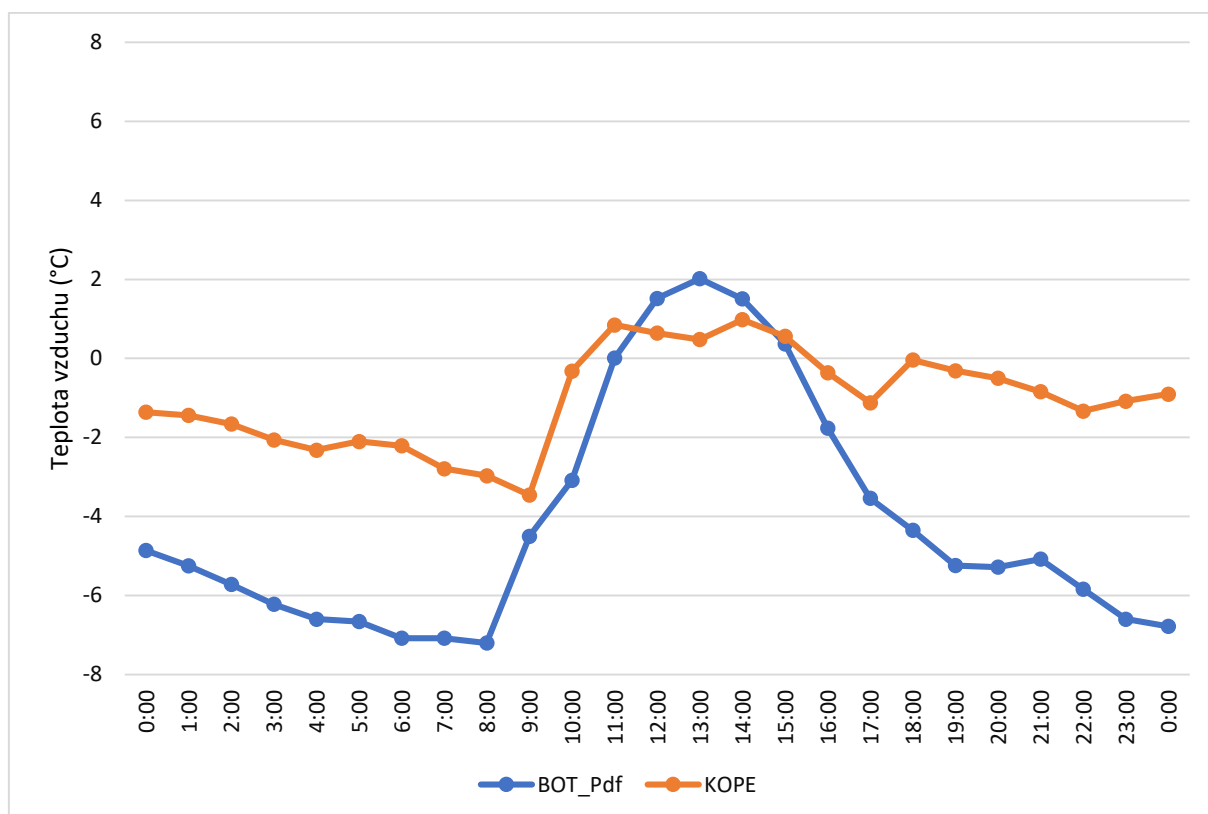
Obr. 28: Režim teploty vzduchu na stanicích KOPE a BOT_Pdf dne 5. února 2019

Dne 31. října 2019 byla inverze teploty vzduchu mezi stanicemi BOT_Pdf a KOPE přítomna po většinu dne. Výrazná byla v ranních, nejvýraznější byla však ve večerních hodinách, kdy v čase 0:00 dne 1. listopadu 2019 byl rozdíl mezi stanicemi nejvyšší (4,6 °C). Inverze teploty vzduchu byla přerušena od 10. do 13. hodiny a v 15:00. Do 7. hodiny ranní měla teplota vzduchu na obou stanicích klesající trend. Poté začala stoupat. Maximum na obou stanicích nastalo v čase 14:00. Od 15. hodiny pak teplota vzduchu na stanici BOT_Pdf strmě klesala z hodnoty 7,8 °C na -0,3 °C (rozdíl 8,1 °C) v 18:00 (Obr. 29). Na stanici KOPE teplota vzduchu klesala mírněji.



Obr. 29: Režim teploty vzduchu na stanicích BOT_Pdf a KOPE dne 31. října 2019

I v případě dne 11. prosince 2019 lze pozorovat na Obr. 30 velký rozdíl v hodnotě denní teplotní amplitudy mezi stanicemi BOT_Pdf a KOPE. Inverzní charakter počasí byl přerušen od 12. do 14. hodiny. Nejvýrazněji inverze panovala ve večerních hodinách, kdy rozdíl teploty vzduchu mezi stanicemi dosáhl až 5,9 °C (Tab. 27). I v ranních hodinách bylo na stanici KOPE o více než 4 °C tepleji na stanici BOT_Pdf (například v 6:00 rozdíl teploty vzduchu mezi stanicemi dosáhl hodnoty 4,9 °C). Od 8. hodiny ranní do 13. hodiny na stanici BOT_Pdf teplota vzduchu stoupla z -7,2 °C na 2,0 °C (rozdíl 9,2 °C). Na stanici KOPE teplota vzduchu začala stoupat až od 9. hodiny. Zatímco na stanici KOPE teplota vzduchu od 11. hodiny stagnovala nebo velmi mírně klesala, na stanici BOT_Pdf klesala strmě. Denního maxima dosáhla teplota vzduchu na stanici KOPE v čase 14:00, na stanici BOT_Pdf to bylo o hodinu dříve (Obr. 30).



Obr. 30: Režim teploty vzduchu na stanicích BOT_Pdf a KOPE dne 11. prosince 2019

Tab. 27: Přehled maximálního hodinového rozdílu teploty vzduchu na stanicích BOT_Pdf a KOPE v průběhu inverzního charakteru počasí radičních dní sledovaného období let 2017 až 2019

| | 15. únor 2017 | 16. únor 2017 | 21. ledna 2019 | 5. února 2019 | 31. října 2019 | 11. pros. 2019 |
|------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Maximální hodnota teplotní inverze | 7,2 °C | 7,1 °C | 3,9 °C | 3,8 °C | 4,6 °C | 5,9 °C |

6.7 Silné srážky

V sledovaném období let 2017–2019 se v sedmi dnech vyskytl silné srážky splňující kritéria SIVS. Všechny případy zahrnuly pouze sumy srážek 30 mm za 6 hodin, ve dvou případech 40 mm za 12 hodin. Zbývajících dvou kritérií nebylo dosaženo.

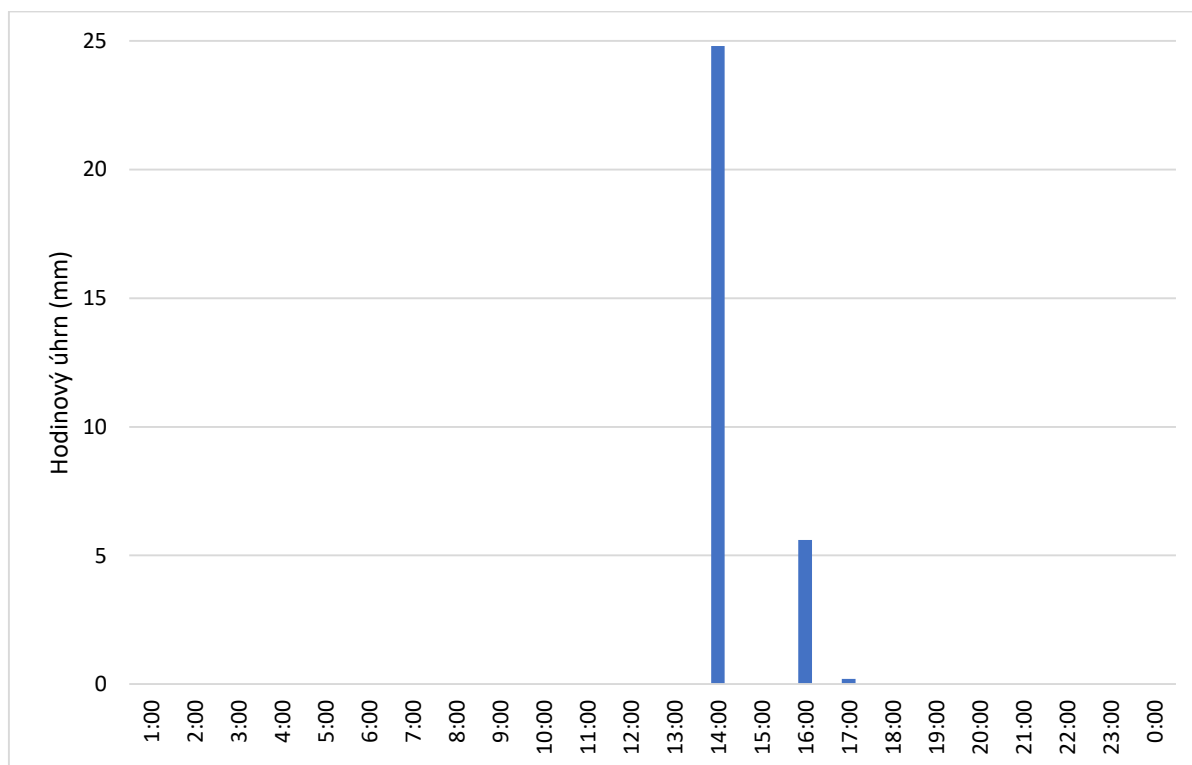
Absolutně nejvyšší denní úhrn srážek naměřila dne 1. září 2018 stanice KOPE, kde spadlo 48,8 mm srážek. Přičemž 48,2 mm od 18. hodiny do půlnoci. Druhý nejvyšší denní srážkový úhrn zaznamenala stanice BOT_Pdf (43,4 mm) dne 31. července 2019. Nejvyšší hodinový úhrn srážek

zaznamenala stanice LETO dne 31. července 2019, kdy mezi 17. a 18. hodinou na zemský povrch dopadlo 31,2 mm srážek (Tab. 28).

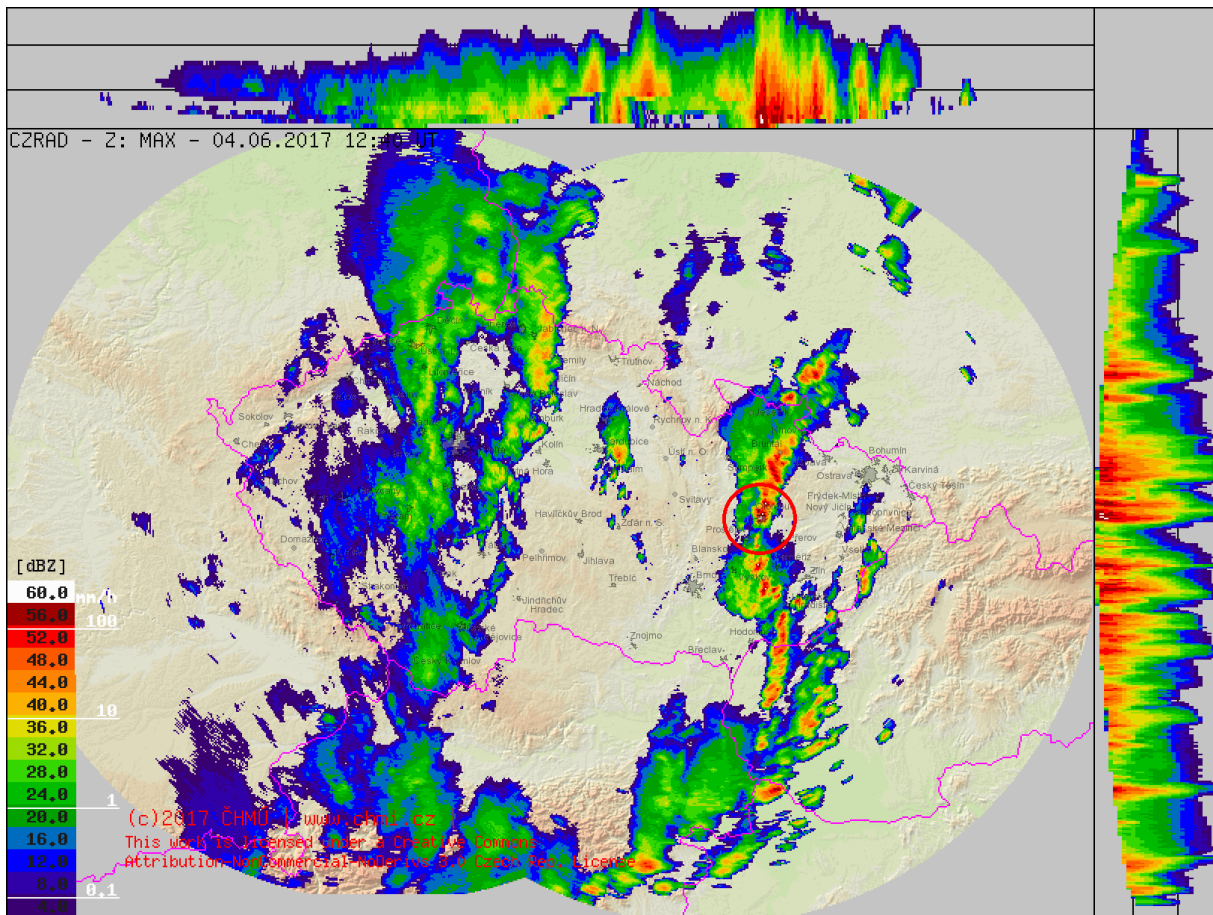
Tabulka 28: Přehled nejvyšších denních a hodinových úhrnů srážek na vybraných stanicích MESSO v období let 2017 až 2019

| Denní úhrn srážek | | Hodinový úhrn srážek | |
|-------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|
| Datum | Stanice Úhrn v mm | Datum Čas | Stanice Úhrn v mm |
| 1. září 2018 | KOPE 48,8 | 31. července 2019 17:00–17:59 | LETO 31,2 |
| 31. července 2019 | BOT_Pdf 43,3 | 31. července 2019 17:00–17:59 | BOT_Pdf 28,6 |
| 1. září 2019 | BOT_Pdf 37,4 | 12. června 2018 2:00–2:59 | LETO 27,8 |

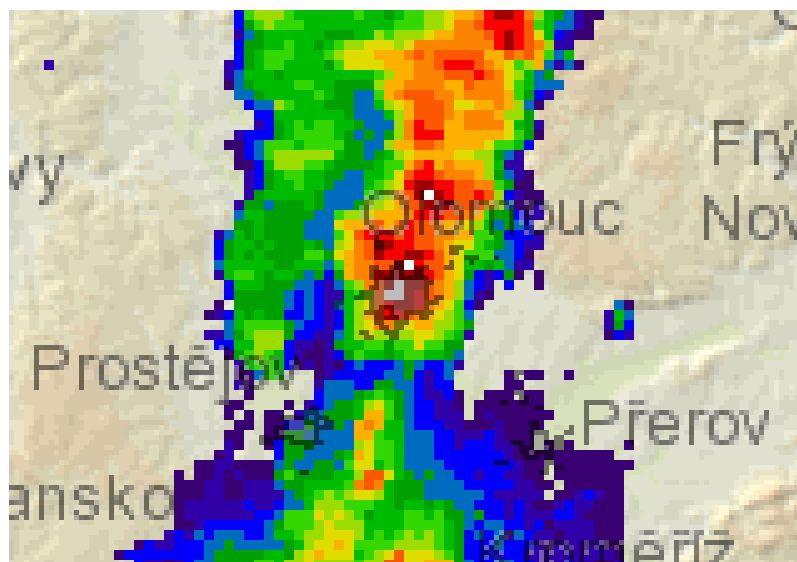
Poprvé se silné srážky vyskytly 4. června 2017, kdy na stanici DOMI mezi 13. a 17. hodinou spadlo 30,6 mm srážek. Na stanici BOT_Pdf spadlo 26 mm a ENVE 26,3 mm, kritérium pro zařazení mezi nebezpečné jevy nesplnily. Nejvyšší hodinový úhrn srážek (DOMI) byl zaznamenán od 13:01 do 14:00, kdy napadlo 24,8 mm srážek. V čase od 15:01 do 16:00 5,6 mm, následující hodinu zbývajících 0,2 mm srážek. V roce 2017 už dále nebyl jev v teplém půlroce zaznamenán.



Obr. 31: Hodinové úhrny srážek dne 4. června 2017 na stanici DOMI

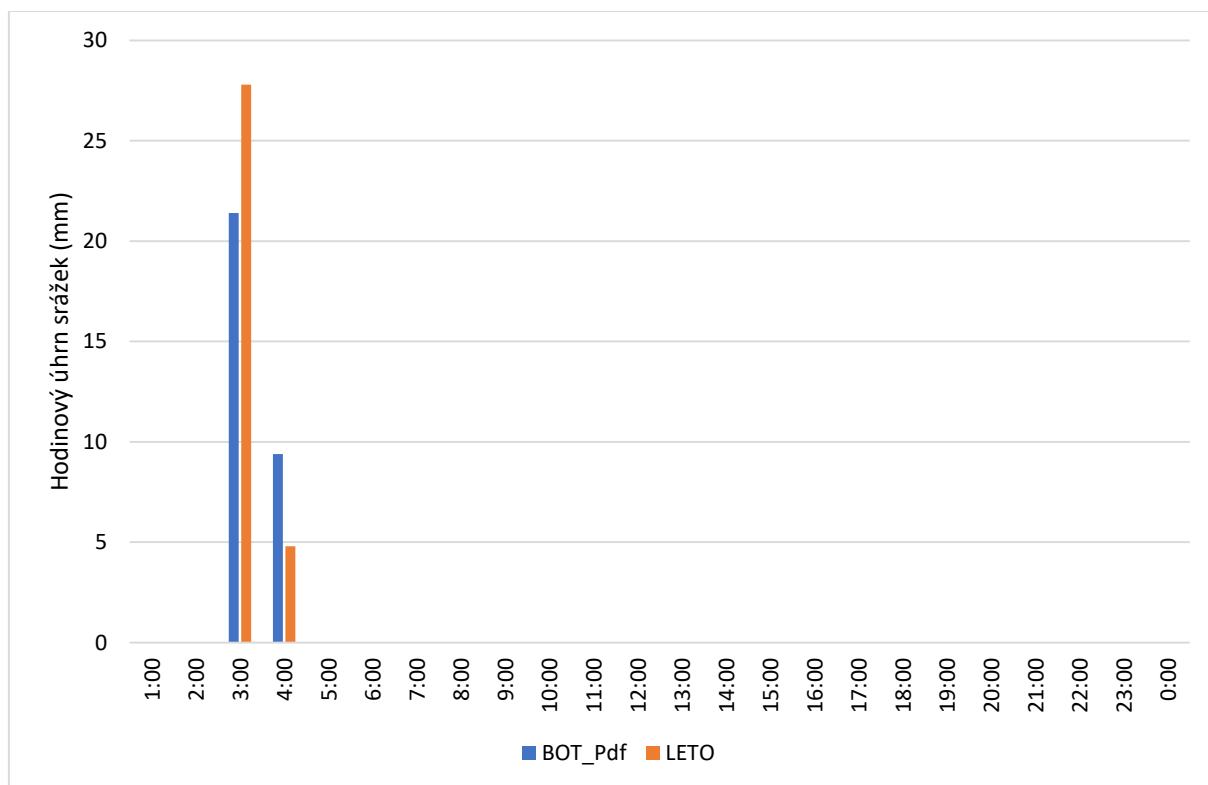


Obr. 32: Maximální radarová odrazivost srážek na území ČR a okolí v čase intenzivních srážek dne 4. června 2017 v čase 12:40 (Zdroj: ČHMÚ)



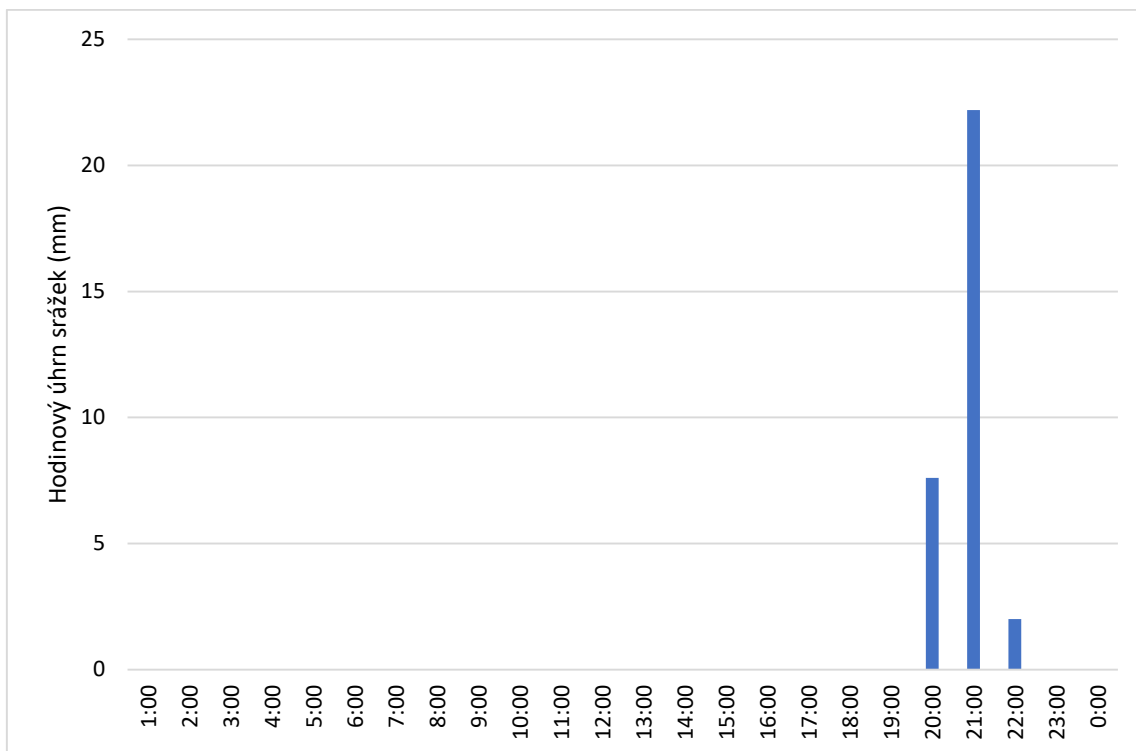
Obr. 33: Detailní radarový snímek maximální odrazivosti srážek dne 4. června 2017 v čase 12:40 (Zdroj: ČHMÚ)

Další den s tímto jevem byl až 12. červen 2018. Silné srážky byly zaznamenány na stanici LETO, kde spadlo mezi 2. a 4. hodinou ranní 32,6 mm srážek. I na stanici BOT_Pdf byla ve stejný čas splněna kritéria – 30,8 mm srážek. Nejvýznamnější hodinový úhrn srážek byl registrován na obou stanicích v čase od 2:01 do 3:00, kdy na stanici LETO spadlo 27,8 mm, na stanici BOT_Pdf 21,4 mm srážek. Od 3:01 do 4:00 spadlo na stanici BOT_Pdf 9,4 mm srážek, na stanici LETO pak už zbývajících 4,8 mm srážek (Obr. 34).

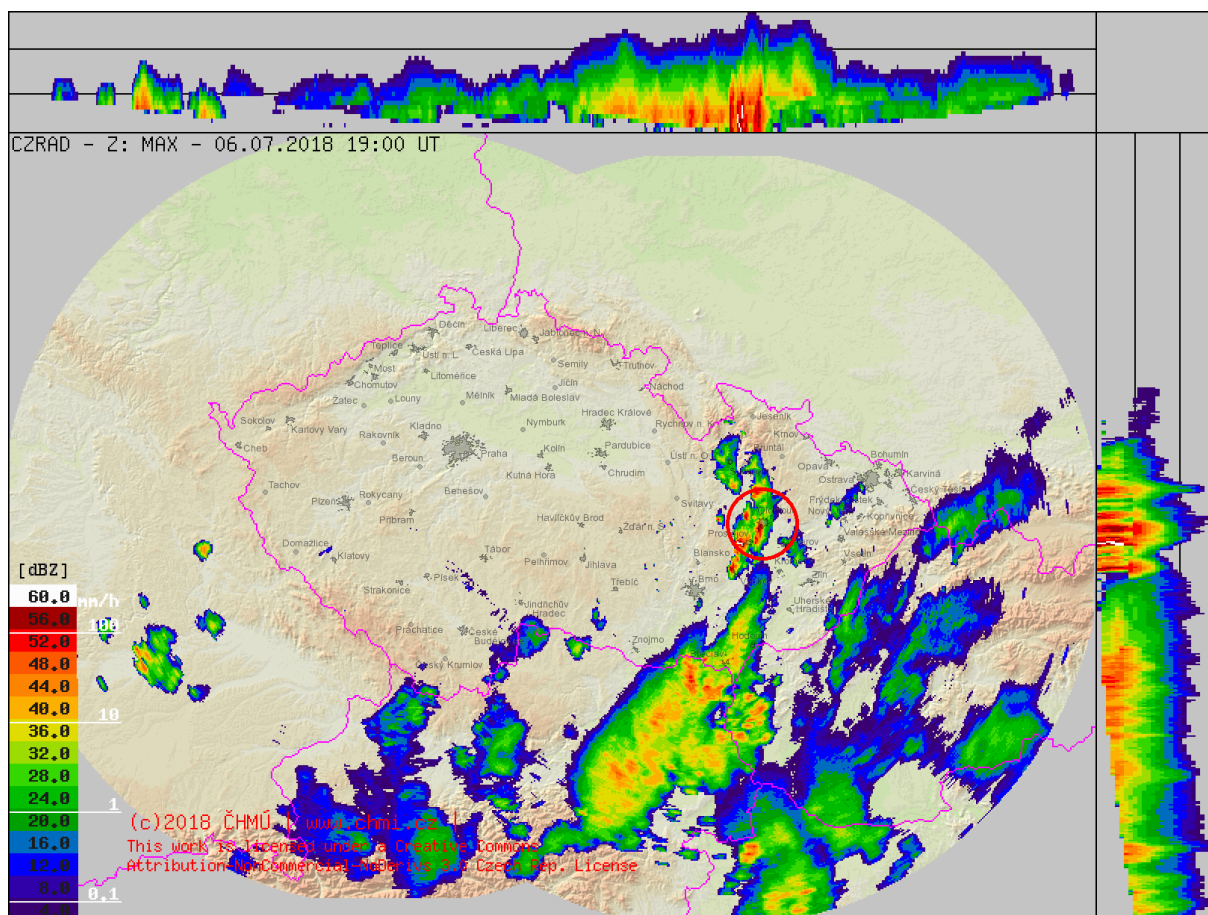


Obr. 34: Hodinové úhrny srážek dne 12. června 2018 na stanicích BOT_Pdf a LETO

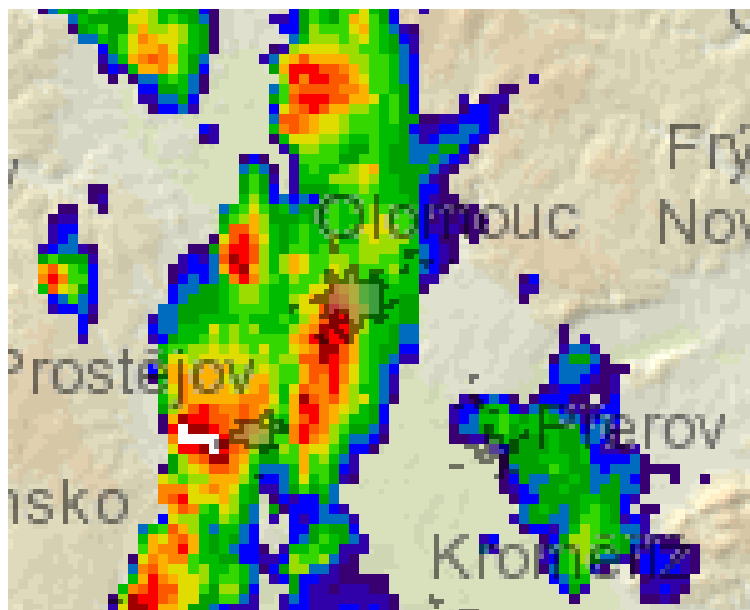
V následujícím měsíci se 6. července 2018 tento jev znovu objevil na stanici LETO. Mezi 19. a 21. hodinou zde spadlo 31,8 mm srážek. Zvláštností je, že na ostatních sledovaných stanicích srážkové úhrny nepřesáhly 15 mm. Největší hodinový úhrn srážek byl registrován v čase od 20:01 do 21:00, kdy na této stanici spadlo 22,2 mm srážek. V čase od 19:01 do 20:00 pak spadlo 7,6 mm a v čase od 21:01 do 22:00 pak zbývajících 2 mm srážek (Obr. 35).



Obr. 35: Hodinový úhrn srážek dne 6. července 2018 na stanici LETO

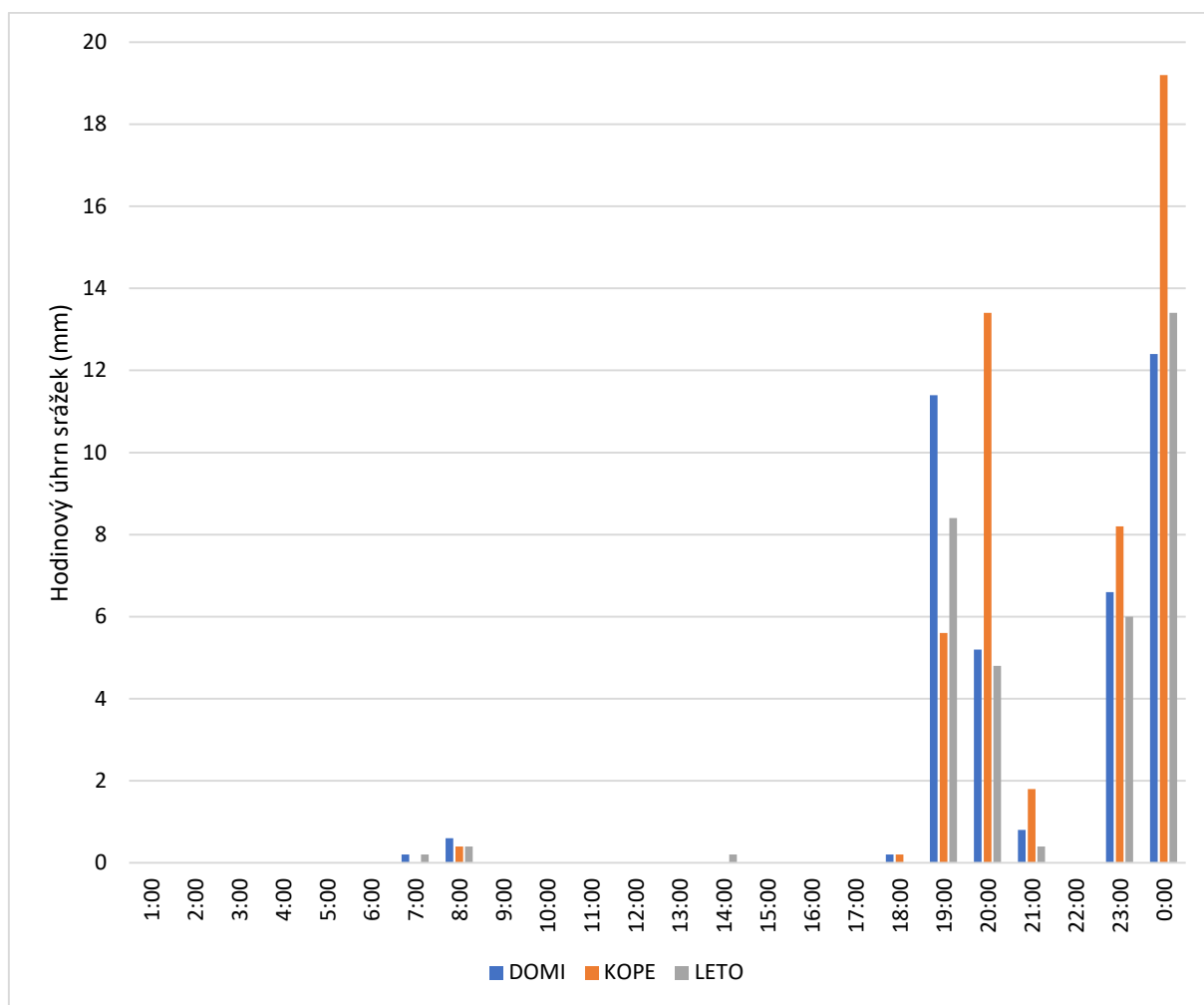


Obr. 36: Radarový snímek maximální odrazivosti srážek v ČR a okolí dne 6. července 2018 v čase 19:00 (Zdroj: ČHMÚ)



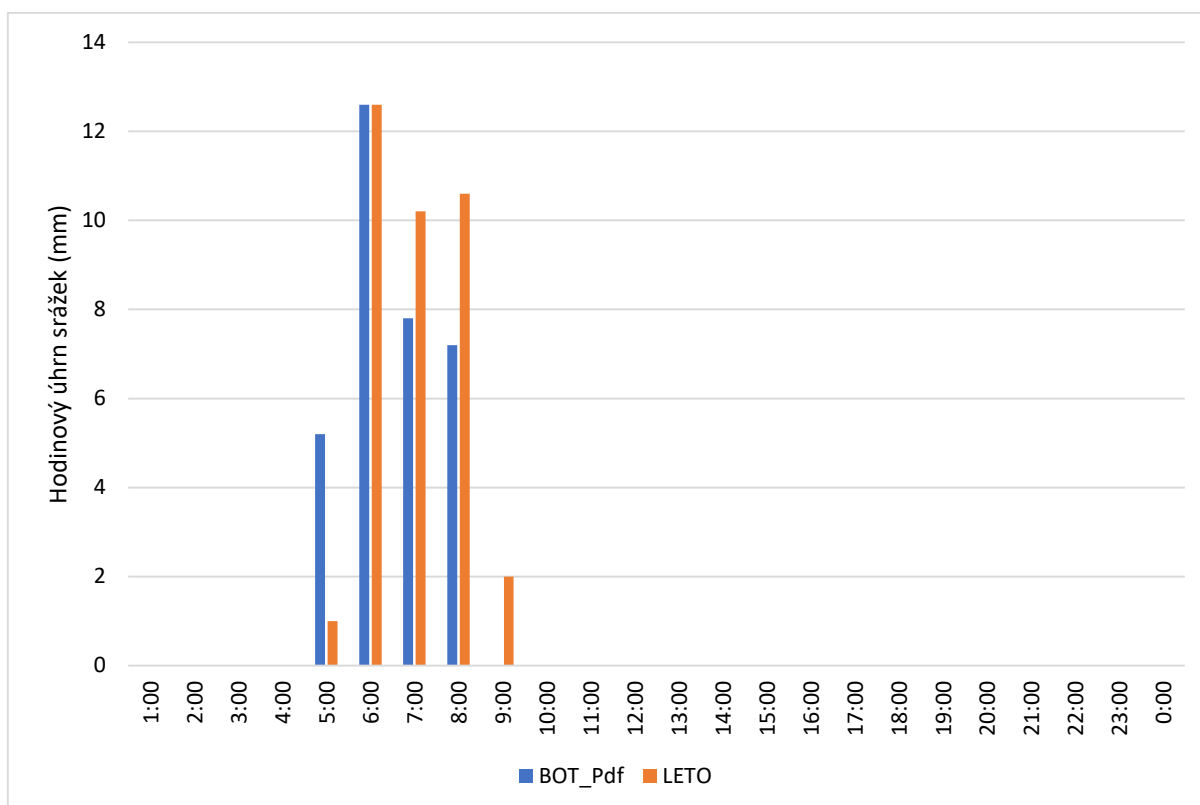
Obr. 37: Detailní radarový snímek maximální odrazivosti srážek dne 6. července 2018 v čase 19:00 (Zdroj: ČHMÚ)

Dne 1. září 2018 se silné srážky vyskytly na stanicích DOMI, KOPE a LETO. Na stanici KOPE mezi 18. hodinou a půlnocí spadlo 48,2 mm srážek. Tato stanice tedy splnila kritérium 30 mm za 6 hodin a 40 mm za 12 hodin. Ve stejný čas spadlo na stanici DOMI 36,4 mm srážek a na stanici LETO 33 mm srážek. Na těchto dvou stanicích bylo splněno pouze kritérium 30 mm za 6 hodin. Nejvyšší hodinový úhrn srážek byl na stanici KOPE v čase od 23:01 do půlnoci, kdy spadlo 19,2 mm. Významné množství srážek zde spadlo také v čase od 19:01 do 20:00 (13,4 mm) a od 22:01 do 23:00 (8,2 mm). Na stanici DOMI byly významné hodinové úhrny v čase od 18:01 do 19:00 (11,4 mm) a od 23:01 do půlnoci (12,4 mm). Na stanici LETO spadlo v čase od 23:01 do půlnoci 13,4 mm srážek a v čase od 18:01 do 19:00 8,4 mm srážek (Obr. 38). Na stanici ENVE sice tohoto dne také spadlo 30,7 mm srážek, nebylo však splněné kritérium 30 mm za 6 hodin.



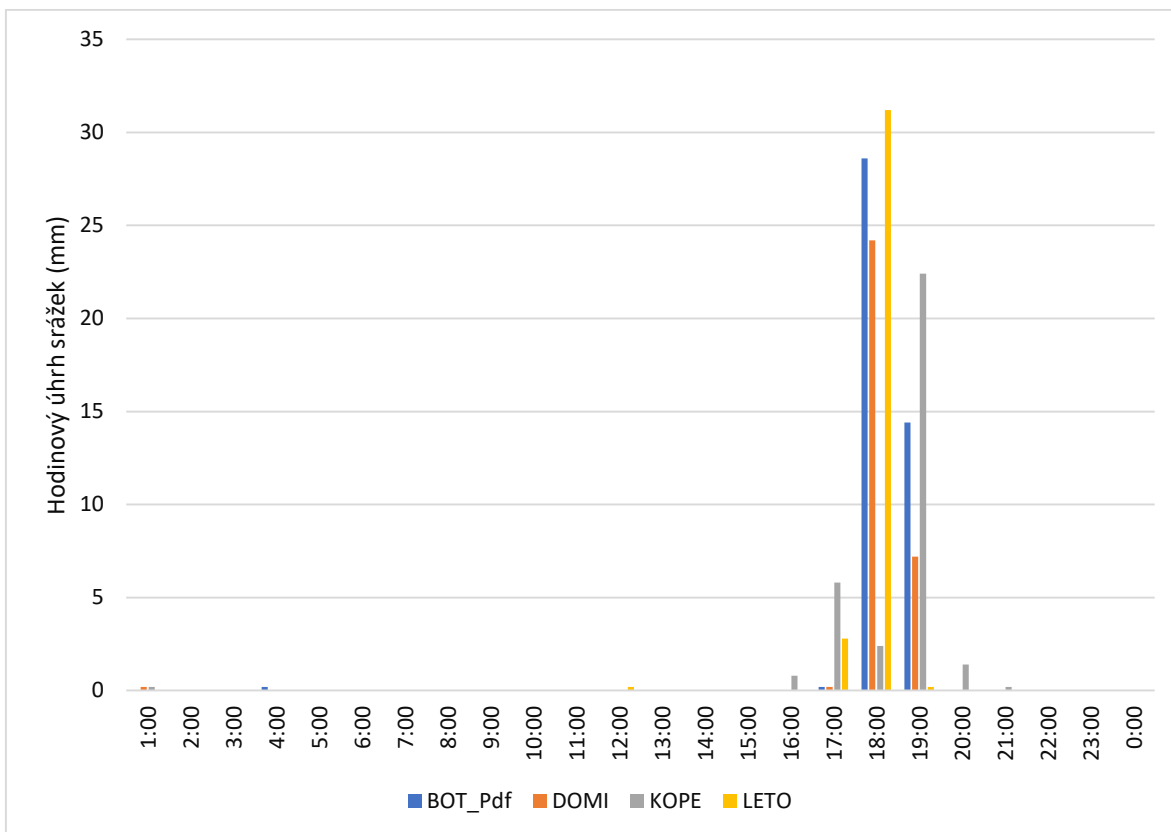
Obr. 38: Hodinové úhrny srážek dne 1. září 2018 na stanicích DOMI, KOPE a LETO

O tři dny později, 4. září 2018, byly silné srážky zaznamenány na stanici BOT_Pdf a LETO. Mezi 4. a 9. hodinou ranní spadlo na stanici BOT_Pdf 32,8 mm srážek, na stanici LETO 36,4 mm srážek. Nejvyšší hodinový úhrn srážek byl na obou stanicích registrován v čase od 5:01 do 6:00, kdy na stanici BOT_Pdf spadlo 12,6 mm srážek, stejné množství i na stanici LETO (Obr. 39). Vysoké úhrny pak stanice LETO zaznamenala v čase od 6:01 do 7:00 (10,2 mm) a od 7:01 do 8:00 (10,6 mm). Nad 25 mm srážek v tento den zaznamenaly i ostatní sledované stanice.

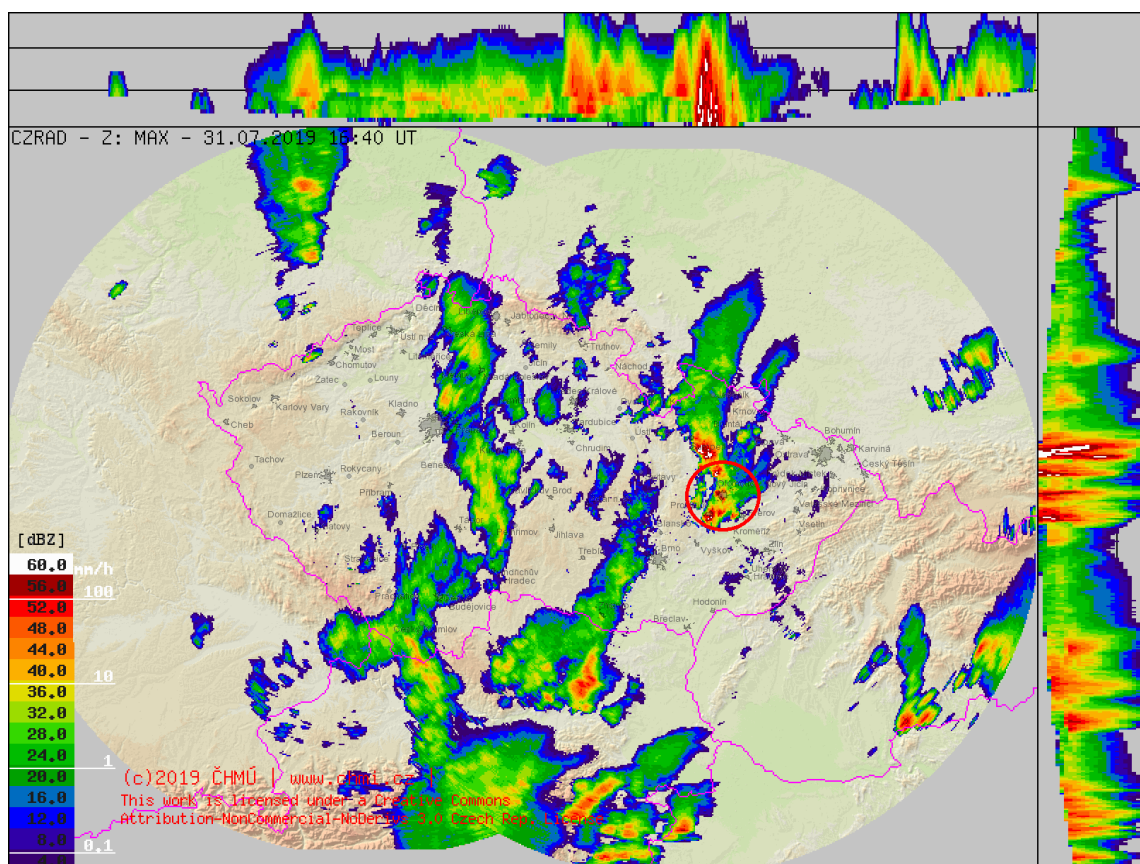


Obr. 39: Hodinové úhrny srážek dne 4. září 2018 na stanicích BOT_Pdf a LETO

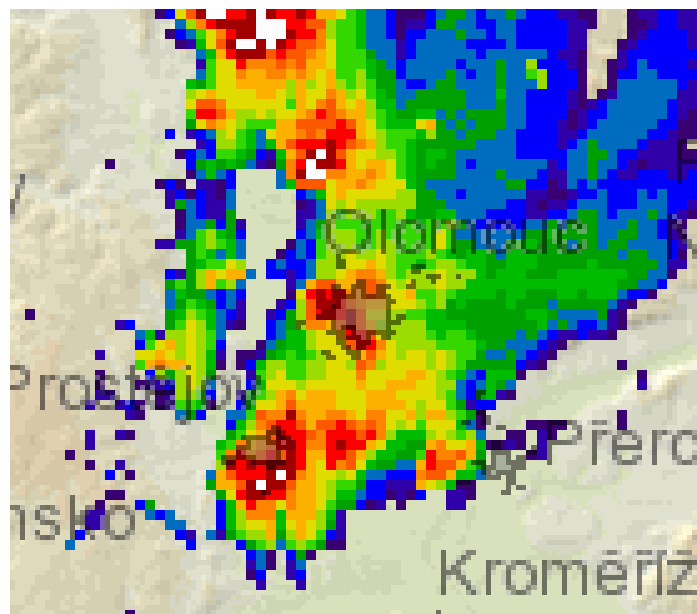
Poslední dva dny s výskytem tohoto jevu spadají na rok 2019. Hned na čtyřech stanicích byl tento jev zaznamenán 31. července. Mezi 15. a 21. hodinou dopadlo na stanici BOT_Pdf 43,2 mm srážek. V tento den byly tak splněna dvě kritéria – 30 mm za 6 hodin a 40 mm za 12 hodin. Na stanici LETO dopadlo 34,2 mm srážek, na stanici KOPE 33 mm srážek a na stanici DOMI 31,6 mm srážek. Nejvyšší hodinové úhrny byly registrovány v čase od 17:01 do 18:00, kdy na stanici LETO spadlo 31,2 mm srážek, na stanici BOT_Pdf 28,6 mm srážek a na stanici DOMI 24,2 mm srážek (Obr. 40). Následující hodinu pak vysoké srážkové úhrny naměřila stanice KOPE (22,4 mm), stanice BOT_Pdf (14,4 mm) a DOMI (7,2 mm). Na stanici KOPE, v čase od 16:01 do 17:00, dopadlo 5,8 mm srážek.



Obr. 40: Hodinové srážkové úhrny dne 31. července 2019 na stanicích BOT_Pdf, DOMI, KOPE a LETO

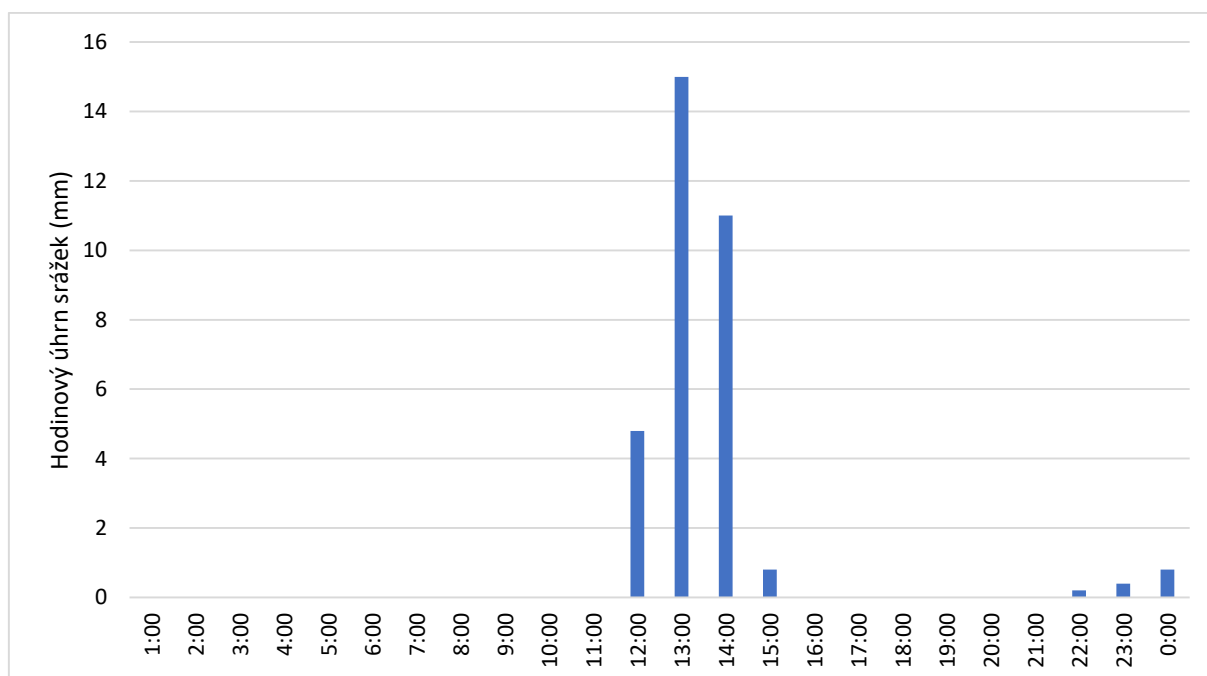


Obr. 41: Radarový snímek maximální odrazivosti srážek v ČR a okolí dne 31. července 2019 v čase 16:40 (Zdroj: ČHMÚ)



Obr. 42: Detailní radarový snímek maximální odrazivosti srážek dne 31. července 2019 v čase 16:40 (Zdroj: ČHMÚ)

Poslední nebezpečný srážkový úhrn splňující kritéria silných srážek byl zaznamenán na stanici BOT_Pdf dne 2. září 2019. Mezi 11. a 15. hodinou zde spadlo 31,6 mm srážek. V čase od 12:01 do 13:00 spadlo 15 mm srážek, v průběhu následující hodiny 11 mm srážek (Obr. 43).



Obr. 43: Hodinový úhrn srážek na stanici BOT_Pdf dne 2. září 2019

6.8 Bezesrážkové období

V průběhu teplých půlroků sledovaných let 2017–2019 bylo zaznamenáno 25 bezesrážkových období. Nejméně jich přinesl rok 2017, v průběhu kterého se registrovalo jen 4 taková období. Naopak nejvíce takových období se objevilo následující rok 2018 – celkem 11 bezesrážkových období. V průběhu roku 2019 pak bylo zaznamenáno zbývajících 10 bezesrážkových období.

Všech 25 bezesrážkových období se vyskytlo na stanici BOT_Pdf. Na stanici DOMI bylo jen o jedno bezesrážkové období méně. Následuje stanice ENVE s 23 případy. O poznání méně bezesrážkových období bylo zaznamenáno na stanici KOPE, která registrovala 19 případů. Nejméně bezesrážkových období zaznamenala stanice LETO, kde bylo registrováno 18 takových období (Tab. 29). Některé stanice byly v průběhu jinde probíhajícího bezesrážkového období mimo provoz. V případě stanice ENVE jde o jeden případ, v případě stanice KOPE o dva případy a stanice LETO byla mimo provoz ve třech případech.

Tab. 29: Výskyt bezesrážkových období v období let 2017–2019 na vybraných stanicích MESSO

| Stanice | Rok 2017 | Rok 2018 | Rok 2019 | Celkem | Mimo provoz |
|---------|----------|----------|----------|--------|-------------|
| BOT_Pdf | 4 | 11 | 10 | 25 | 0 |
| DOMI | 4 | 11 | 9 | 24 | 0 |
| KOPE | 3 | 8 | 8 | 19 | 2 |
| ENVE | 4 | 9 | 10 | 23 | 1 |
| LETO | 3 | 6 | 9 | 18 | 3 |

Tento jev se ve sledovaných letech nejčastěji objevoval v dubnu, červnu a červenci (5x). Ve čtyřech případech se vyskytl v září. Pouze ve třech případech je jeho výskyt vázán na květen a srpen (Tab. 30). Pouze v měsících duben a červenec se jev vyskytl ve všech třech sledovaných letech.

Tab. 30: Výskyt bezesrážkových období v převažujícím měsíci období let 2017 až 2019 na vybraných stanicích MESSO

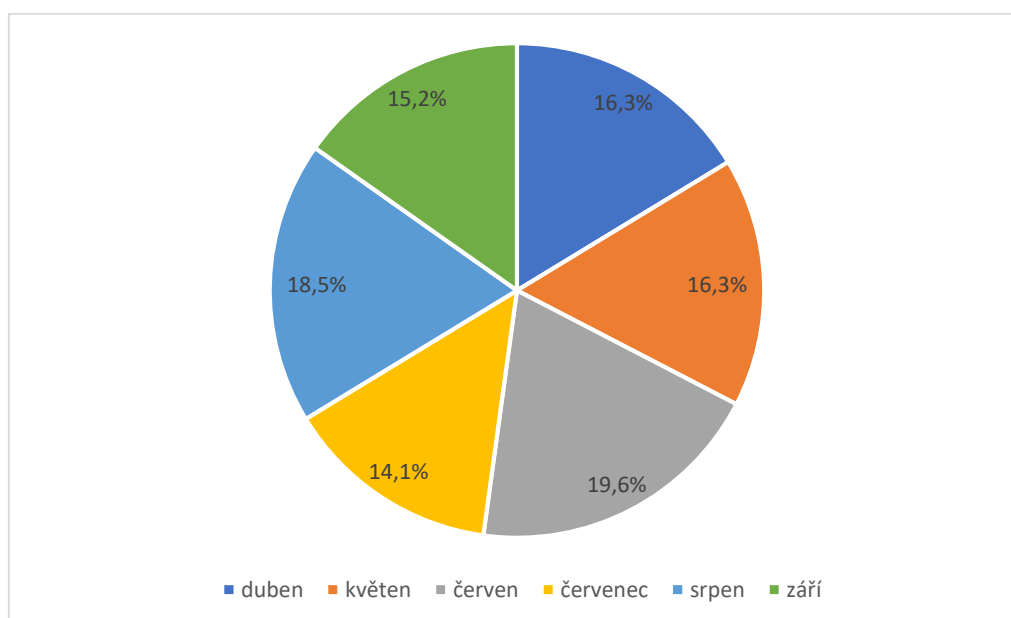
| Rok | Duben | Květen | Červen | Červenec | Srpen | Září |
|-------------|-------|--------|--------|----------|-------|------|
| 2017 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 2018 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2019 | 3 | 0 | 3 | 2 | 0 | 2 |
| Celé období | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 4 |

V celkem 184 dnech probíhal jev bezesrážkové období alespoň na jedné sledované stanici. Nejvyšší počet dní spadá na měsíc červen (36 dní), který je následován měsícem srpen (34 dní). Pro dva

měsíce spadá 30 dní, kdy tento jev probíhal – duben a květen. V září takových dní bylo 28 a nejmenší počet dní spadá na červenec – 26 dní. Relativní výskyt těchto dní lze sledovat na Obr. 44.

Tab. 31: Počet dní, při kterých alespoň na jedné stanici se vyskytlo bezesrážkové období, na vybraných stanicích MESSO v měsících období let 2017 až 2019

| Rok | Duben | Květen | Červen | Červenec | Srpen | Září |
|--------|-------|--------|--------|----------|-------|------|
| 2017 | 5 | 8 | 0 | 3 | 13 | 0 |
| 2018 | 6 | 19 | 14 | 8 | 21 | 15 |
| 2019 | 19 | 3 | 22 | 15 | 0 | 13 |
| Období | 30 | 30 | 36 | 26 | 34 | 28 |



Obr. 44: Relativní výskyt dní s probíhající bezesrážkovým obdobím alespoň na jedné sledované stanici MESSO ve sledovaném období let 2017 až 2019

V roce 2017 nastalo první bezesrážkové období hned od 1. do 5. dubna na všech stanicích, kromě stanice KOPE, kde 5. dubna spadlo 0,4 mm srážek. V průběhu této epizody se teplotní maxima pohybovala kolem 20 °C, pouze na stanici BOT_Pdf, DOMI a KOPE se 2. dubna teplota vzduchu nad 25 °C. Delší bezesrážkové období pak panovalo na všech stanicích od 16. do 23. května. V průběhu této epizody se už vyjma 20. května maximální teploty vzduchu pohybovaly kolem 25 °C.

Krátká pětidenní bezesrážková epizoda panovala v době tropických teplot od 29. července do 2. srpna. Nejdelší bezesrážkové období roku probíhalo od 22. do 31. srpna, v případě stanice DOMI už od 21. srpna. Stanice LETO byla mimo provoz. Maximální teploty vzduchu se po celou epizodu dostávaly nad 20 °C, například 26. a 31. srpen byl tropickým dnem na všech sledovaných stanicích.

Tab. 32: Charakteristika dní (maximální teplota vzduchu a denní úhrn srážek) v průběhu bezesrážkového období od 22. do 31. srpna 2017 na stanici BOT_Pdf

| Den | Tmax ^d (°C) | RR (mm) |
|-----------|------------------------|---------|
| 22. srpna | 22,4 | 0 |
| 23. srpna | 24,4 | 0 |
| 24. srpna | 27,5 | 0 |
| 25. srpna | 30,6 | 0 |
| 26. srpna | 31,6 | 0 |
| 27. srpna | 30,3 | 0 |
| 28. srpna | 27,3 | 0 |
| 29. srpna | 27,3 | 0 |
| 30. srpna | 29,3 | 0 |
| 31. srpna | 32,4 | 0 |

První bezesrážkové období roku 2018 nastalo až ve druhé polovině dubna od 17. do 22. dubna, na všech sledovaných stanicích. Od 19. do 22. dubna se denní teplotní maxima na všech stanicích dostávaly nad 25 °C. Druhé bezesrážkové období se pak objevilo od 4. do 9. května. Maximální teploty vzduchu šplhaly nad 20 °C, ale 7. května na stanici ENVE přesáhly hodnotu 25 °C. Ve stejný měsíc pak od 24. do 28. května probíhala na všech stanicích další bezesrážková epizoda, v případě stanice BOT_Pdf pak až do 29. května. Na stanici KOPE toto bezesrážkové období bylo dokonce třináctidenní, protože trvalo od 19. do 31. května. Ke konci bezesrážkové epizody teploty vzduchu pak stoupaly nad 30 °C.

Červen přinesl další dvě bezesrážková období. První pouze na stanici BOT_Pdf a DOMI od 4. do 8. června, přičemž maximální denní teploty se pohybovaly v rozmezí 25 až 30 °C. Druhé bezesrážkové období proběhlo na stanicích BOT_Pdf, DOMI a ENVE od 14. do 20. června. Pouze 16. a 20. červen byl tropický alespoň na jedné ze stanic. Od 30. června do 4. července byl pak na všech sledovaných stanicích tento jev znovu zaznamenán, v případě stanice DOMI to bylo už od 29. června.

Další takové období pak bylo registrováno na všech stanicích, od 28. července do 3. srpna, v případě stanice KOPE až od 30. července. V průběhu všech dní této epizody se teploty dostávaly nad 30 °C, v případě stanice ENVE i nad 36 °C 2. a 3. srpna. Následující bezesrážkové období pak nastalo na stanicích BOT_Pdf, DOMI a ENVE hned od 5. do 9. srpna ve spojitosti s intenzivní horkou vlnou, panující přes obě bezesrážkové epizody. Nejdélší bezesrážkové období roku a celého sledovaného období vůbec pak panovalo od 12. do 23. srpna, v případě stanice KOPE až do 24. srpna. Maximální denní teploty v průběhu této epizody lze sledovat v Tab. 33.

Poslední dvě bezesrážková období přinesl měsíc září. Na všech stanicích první započalo od 5. září a skončilo až 12. září, na stanici KOPE pak 13. září. Zvláštností je, že 12. září teploty vystoupaly nad 30 °C, na stanici KOPE bylo naměřeno dokonce 31,3 °C, chyběly však setiny °C do dosažení prahové hodnoty nebezpečného jevu vysoká teplota. V průběhu ostatních dní denní maxima vystoupala nad 25 °C na všech stanicích. Poslední bezesrážkové období roku 2018 pak panovalo od 15. do 21. září. Stanice LETO byla však mimo provoz. Po všechny dny teploty vzduchu vystoupaly nad 20 °C, stanice ENVE naměřila 20. září 29,1 °C.

Tab. 33: Denní charakteristiky bezesrážkového období od 12. do 24. srpna 2018 na stanici KOPE

| Den | Tmax ^d (°C) | RR (mm) |
|-----------|------------------------|---------|
| 12. srpna | 29,0 | 0 |
| 13. srpna | 35,9 | 0 |
| 14. srpna | 29,5 | 0 |
| 15. srpna | 28,4 | 0 |
| 16. srpna | 29,6 | 0 |
| 17. srpna | 33,0 | 0 |
| 18. srpna | 33,8 | 0 |
| 19. srpna | 35,3 | 0 |
| 20. srpna | 34,7 | 0 |
| 21. srpna | 31,4 | 0 |
| 22. srpna | 32,6 | 0 |
| 23. srpna | 35,9 | 0 |
| 24. srpna | 32,0 | 0 |

Stejně jako rok 2017 i rok 2019 přinesl bezesrážkové období hned na začátku čtvrtého měsíce od 1. do 5. dubna. Tuto epizodu zaznamenaly všechny sledované stanice, přičemž maximální teploty nedosahovaly ani 20 °C. Přes 20 °C se denní maxima dostala pouze 5. dubna, na stanici KOPE pak i 3. dubna. Další bezesrážkové období trvalo hned od 7. dubna (v případě stanice KOPE až od 8. dubna) do 12. dubna. V tomto období se teploty vzduchu v maximech kolem 20 °C pohybovaly jen do 9. dubna, poté prudce klesly v maximech do 10 °C. Stanice LETO byla v průběhu této epizody mimo provoz. Poslední dubnové bezesrážkové období pak trvalo od 15. do 22. dubna. Denní maxima dosáhla pouze 20. dubna na stanici ENVE 25 °C.

Devítidenní bezesrážkové období bylo pak na stanicích DOMI, LETO a ENVE registrováno od 29. května do 6. června. Na stanici BOT_Pdf toto bezesrážkové období započalo až o den později,

30. května. Od 3. června teploty vzduchu přesáhly 30 °C. Další bezsrážková epizoda pak nastala od 8. června na všech stanicích, byla však pouze pětidenní. Na stanici DOMI pak nastalo nejdelší bezsrážkové období roku od 20. do 30. června. Na všech ostatních stanicích bylo pouze osmidenní, protože stanice zaznamenaly 23. června (případně 22. června v případě stanice KOPE) úhrn srážek nad 0,1 mm. V průběhu této epizody navíc bylo zaznamenáno pět tropických dnů.

Od 2. července pak nastala další dlouhé desetidenní bezsrážkové období. Na stanicích BOT_Pdf, KOPE, ENVE a LETO jde o nejdelší bezsrážkové období roku. Teploty vzduchu se však nad tropickou hodnotu dostaly pouze 6. července (Tab. 34). Ve třetí dekádě července pak v průběhu horké vlny probíhalo kratší bezsrážkové období od 22. do 26. července v kombinaci s velmi vysokými teplotami, které na stanici ENVE stoupaly nad 35 °C. Stanice DOMI 26. července naměřila 2,8 mm srážek.

Poslední dvě bezsrážkové epizody nastaly až v září. První z nich od 10. do 15. září, přičemž tři dny byly letní s maximálními teplotami nad 25 °C. Druhé z nich pak nastalo od 18. do 24. září, maximální teploty vzduchu se však pohybovaly již kolem 20 °C. Tato dvě bezsrážková období zaznamenaly všechny sledované stanice.

Tab. 34: Denní charakteristiky v průběhu bezsrážkového období od 2. července do 11. července na stanici BOT_Pdf

| den | Tmax ^d (°C) | RR (mm) |
|--------------|------------------------|---------|
| 2. července | 29,7 | 0 |
| 3. července | 25,6 | 0 |
| 4. července | 26,3 | 0 |
| 5. července | 26,4 | 0 |
| 6. července | 32,9 | 0 |
| 7. července | 27,5 | 0 |
| 8. července | 22,6 | 0 |
| 9. července | 22,7 | 0 |
| 10. července | 23,0 | 0 |
| 11. července | 26,5 | 0 |

6.9 Silný vítr

Ve sledovaném období bylo zaznamenáno 7 dní, kdy náraz větru dosáhl nebo překročil 15 m/s. Všech sedm případů zaznamenala stanice ENVE, pouze jeden případ v roce 2017 zaznamenala stanice LETO. Nejsilnější náraz větru byl zaznamenán na stanici ENVE 1. července 2019 v čase 16:23. Mezi stanicí ENVE a LETO panovaly výrazné rozdíly v hodnotě denního maximálního nárazu větru. Zatímco

ve třech případech náraz větru na stanici ENVE přesáhl 20 m/s, na stanici LETO byla druhá a třetí nejvyšší hodnota pouze 13,7 m/s (Tab. 35).

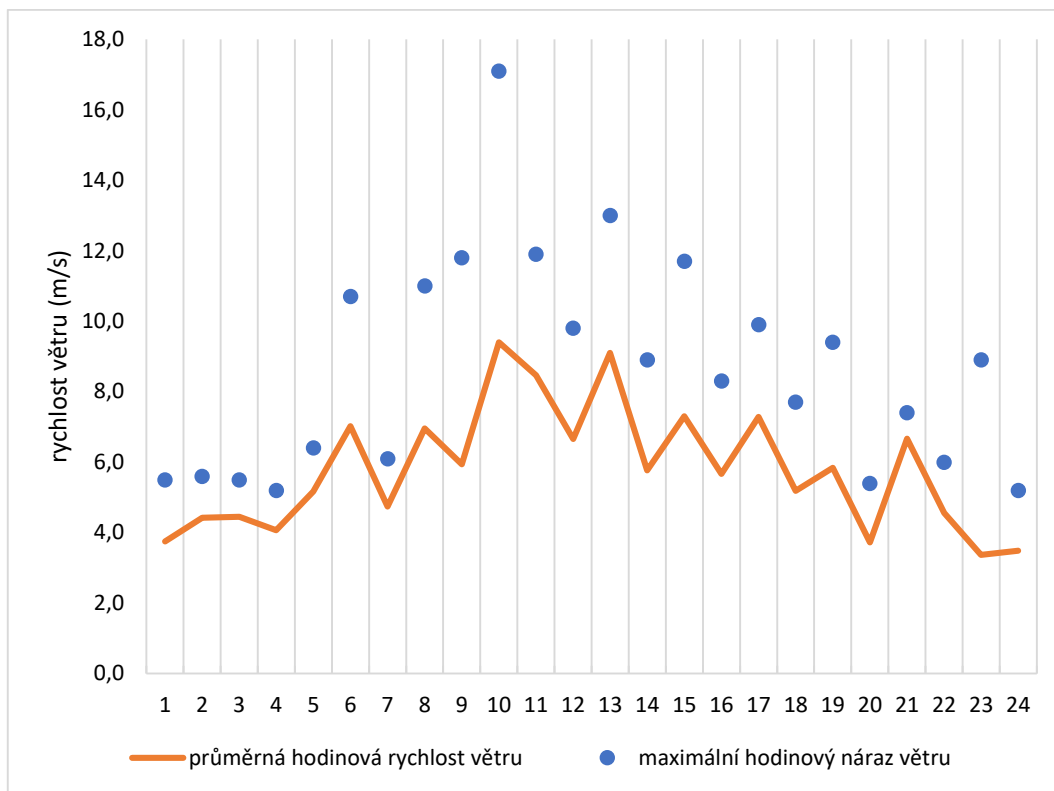
Tab. 35: Maximální nárazy větru (m/s) v letech 2017 až 2019 na stanicích ENVE a LETO

| Stanice ENVE | | Stanice LETO | |
|------------------|------------------------------|----------------|------------------------------|
| Datum | Maximální náraz větru Čas | Datum | Maximální náraz větru Čas |
| 1. července 2019 | 23,2 m/s 16:23 | 29. října 2019 | 17,1 m/s 10:00 |
| 29. října 2017 | 22,3 m/s 12:11 | 4. dubna 2019 | 13,7 m/s 13:20 |
| 30. října 2018 | 21,1 m/s 4:01 | 2. března 2017 | 13,7 m/s 15:50 |

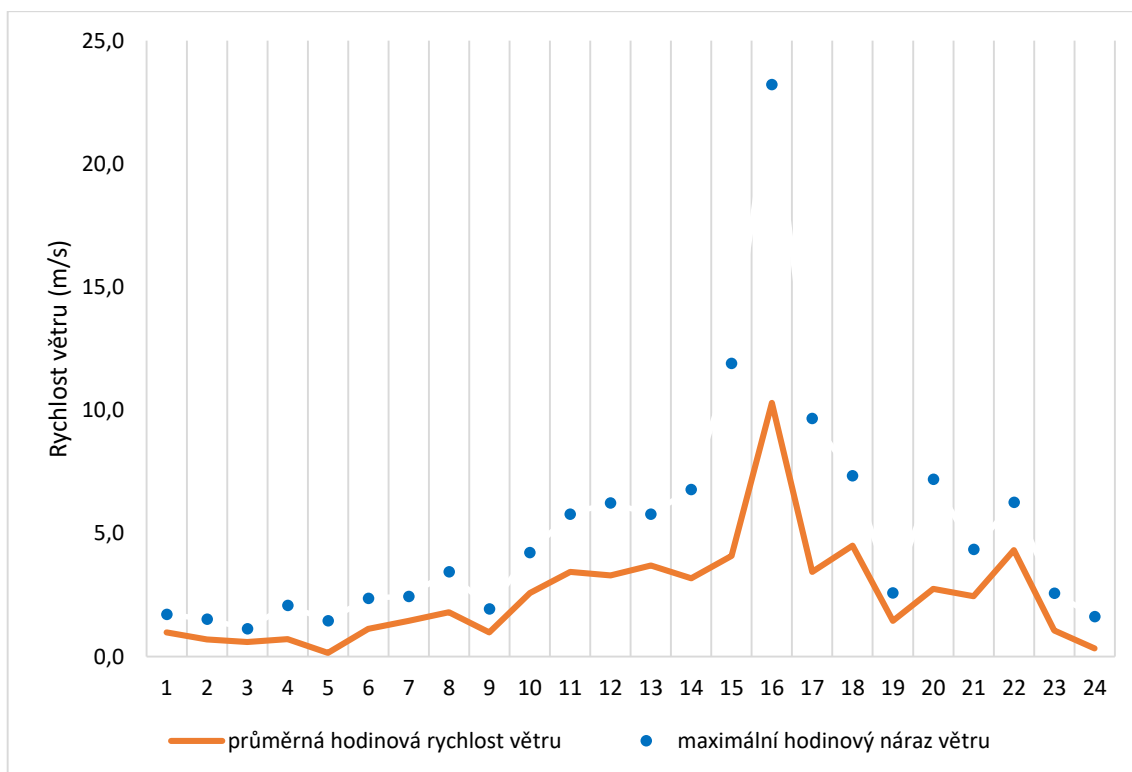
Poprvé náraz větru překročil prahovou hodnotu 24. května 2017. Stanice ENVE naměřila v čase 12:20 hodnotu 15,9 m/s. Stanice LETO naměřila nižší maximální hodnotu – 8,3 m/s v časech 16:10 a 17:00. Den 29. říjen 2017 je jediným dnem, kdy maximální náraz větru překročil prahovou hodnotu na obou stanicích. Stanice ENVE naměřila v čase 12:11 rychlost 22,3 m/s (Tabulka 35) a stanice LETO naměřila maximální náraz 17,1 m/s v čase 10:00, což je nejvyšší rychlost větru, kterou tato stanice ve sledovaném období naměřila.

V roce 2018 byl tento nebezpečný jev zaznamenán poprvé 23. června na stanici ENVE. V čase 4:50 byl naměřen náraz větru 15,8 m/s. Nad prahovou hodnotu byl pak náraz větru zaznamenán 30. října, kdy na stanici ENVE v čase 4:01 byla registrována rychlost větru 21,1 m/s. V průběhu obou těchto dní stanice LETO byla mimo provoz.

Nejvíce dní s výskytem tohoto jevu přinesl rok 2019. Poprvé 25. března, kdy stanice ENVE v čase 14:37 zaznamenala hodnotu rychlosti větru 17,3 m/s. Stanice LETO však naměřila o poznání nižší hodnotu – 8,8 m/s v čase 14:30. Silný vítr se pak vyskytl i následující měsíc 4. dubna, kdy stanice ENVE v čase 13:06 naměřila hodnotu 16,4 m/s. Zde už není rozdíl mezi stanicemi tak výrazný, stanice LETO totiž v čase 13:20 zaznamenala hodnotu 13,7 m/s. Posledním dnem s tímto jevem je pak 1. červenec, kdy byla také naměřena nejvyšší hodnota nárazu větru vůbec – na stanici ENVE v čase 12:11 rychlost 23,2 m/s (Tab. 35). Stanice LETO však naměřila hodnotu 9,4 m/s v čase 22:30, rozdíl maximální denní rychlosti větru mezi oběma stanicemi činí 13,8 m/s.



Obr. 45: Průměrná hodinová rychlost větru a maximální hodinový náraz větru v m/s dne 29. října 2017 na stanici LETO



Obr. 46: Maximální hodinové nárazy větru a průměrná hodinová rychlost větru dne 1. července 2019 na stanici ENVE

7 Shrnutí a diskuse výsledků

Výskyt nebezpečných jevů na vybraných stanicích MESSO na území Olomouce vykazuje odlišnost v počtu jednotlivých jevů na jednotlivých stanicích ve sledovaném období let 2017–2019. Nejvíce nebezpečných jevů bylo celkově zaznamenáno na stanici ENVE, kde se ve sledovaném období vyskytlo 159 takových jevů. Do tohoto součtu nejsou započteny inverze teploty vzduchu a náhlá změna teploty vzduchu v průběhu radiačních dní vzhledem k individuálnímu přístupu k jednotlivým situacím bez pevně stanovených kritérií. Na stanici ENVE bylo navíc zaznamenáno 7 dní se silným větrem, celkem se součet veškerých nebezpečných meteorologických jevů vyšplhal na 166 případů (Tab. 36).

Následuje stanice BOT_Pdf, která celkem zaznamenala 155 případů. Jen o jeden případ méně registrovala stanice KOPE, celkem tedy 154 případů. Výrazně méně nebezpečných jevů pak bylo na stanici DOMI – 134 případů. Nejméně těchto jevů se vyskytlo na stanici LETO, kde bylo zaznamenáno celkem 127 případů (Obr. 47). Vzhledem ale k nejistotě ve výskytu horké vlny na přelomu druhé a třetí dekády srpna 2018 na této stanici lze předpokládat, že těchto jevů zde bylo 128. Na této stanici se navíc v průběhu jednoho dne vyskytl silný vítr, celkový počet nebezpečných jevů je tedy 128 až 129.

V absolutním počtu výskytu extrémních hodnot teploty vzduchu (tedy jevů vysoká teplota a silný mráz) nad ostatními stanicemi převažuje stanice **BOT_Pdf** (115 případů), následovaná stanicí ENVE (106 případů). Z analýzy teploty vzduchu vyplývá, že stanice BOT_Pdf je také stanicí s nejvyšší absolutní teplotní amplitudou ze všech stanic. Rozdíl mezi absolutním maximem (37,2 °C) a minimem (-20,4 °C) ve sledovaném období činí 57,6 °C. To je o 4 °C více než na stanici s nejnižší absolutní teplotní amplitudou (53,6 °C) KOPE. Stanice je dále lokalitou s nejnižším výskytem tropických nocí (pouze 4 případy). Tyto skutečnosti lze přisuzovat k poloze stanice – leží nedaleko řeky Moravy a aktivním povrchem je udržovaný travní porost. Nedaleký vodní tok zapříčiňuje nižší výskyt tropických nocí a nižší hodnoty teplotních minim. Výrazně nižší minima jsou také patrná například v radiačních dnech v průběhu radiačních inverzí.

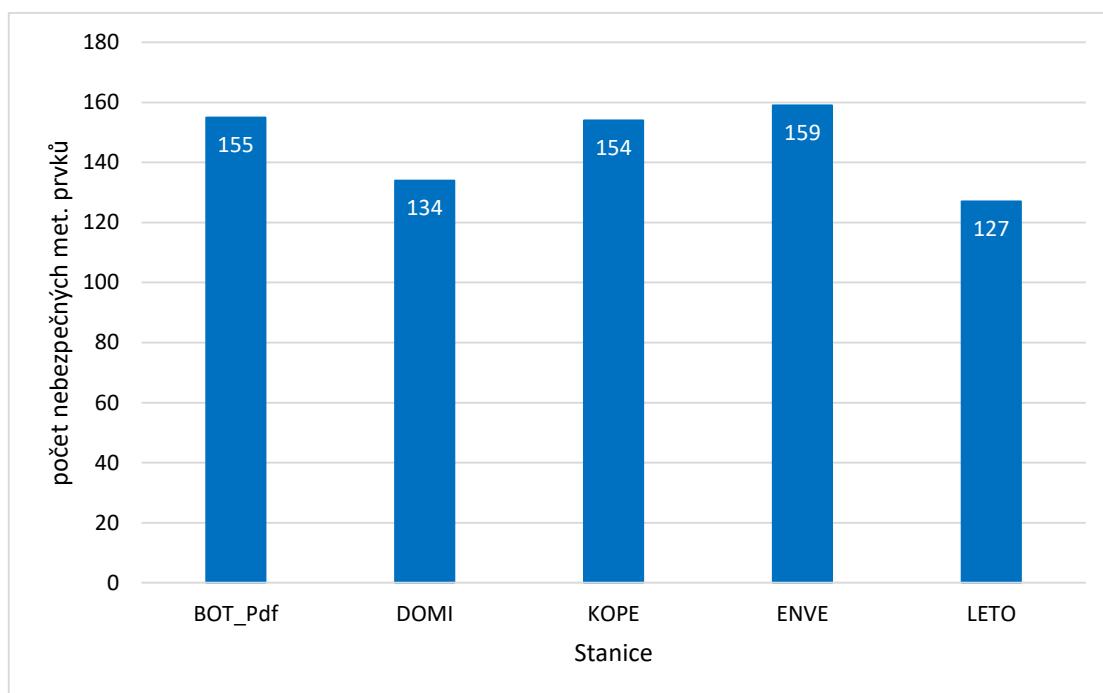
Stanice **DOMI** zaznamenala nejnižší absolutní počet výskytu extrémních hodnot teploty vzduchu – součet případů jevů vysoká teplota a silný mráz činí 81. Na této stanici se dále vyskytlo nejméně horkých vln ve sledovaném období ze všech vybraných stanic MESSO (4 horké vlny). Na druhou stranu tato stanice zaznamenala 21 tropických nocí. Nižší hodnotu absolutní teplotní amplitudy (54,9 °C) lze přisoudit k travnatému povrchu, k nedaleké vegetaci, případně i bezprostřední blízkosti budov. Na rozdíl od stanice BOT_Pdf se stanice DOMI nenachází v blízkosti vodního toku.

Na stanici **KOPE** byl zaznamenán největší počet tropických nocí – 28 nocí, což je o 6 více než na stanici ENVE, která měla druhý nejvyšší zaznamenaný počet nocí. Jev vysoká teplota se zde vyskytl v 78 případech, což je třetí nejvyšší počet ze všech sledovaných stanic. Stanice KOPE je také, jak bylo výše zmíněno, stanicí s nejnižší absolutní teplotní amplitudou, jelikož absolutní teplotní minimum činí pouze

-16,6 °C. Lze tedy konstatovat, že se jedná o teplou stanici, která je charakterizována velmi častými vyššími denními minimy oproti ostatním sledovaným stanicím. Vysoký počet tropických nocí je pravděpodobně způsoben tím, že v nočních hodinách se k níže položeným stanicím dostává chladný vzduch z okolních svahů, zatímco v okolí stanice KOPE se studený vzduch nehromadí a klesá dále do blízkých nižších poloh. Svou roli hraje také expozice svahu v lokalitě k J až JZ.

Stanice **ENVE** je stanicí s druhým nejvyšším absolutním počtem jevů spojených s extremitou teploty vzduchu, a také stanicí, s nejvyšším počtem výskytu horkých vln ve sledovaném období. Vyskytlo se zde také 22 tropických nocí, což je také druhý nejvyšší absolutní počet. Zvláštností je, že zde nebyla ani v jednom případě splněna kritéria jevu vydatné srážky. Je to jedna ze dvou stanic, které měří rychlost větru. Na této stanici se silný vítr vyskytl v sedmi dnech, oproti případu jednoho dne na stanici LETO. Příčinu nejpočetnějšího výskytu jevů vysoká teplota a horká vlna lze přisuzovat k aktivnímu povrchu, kterým je štěrk na střeše budovy Přírodovědecké fakulty UPOL. S tím souvisí také SVF, který zde vykazuje hodnotu 100 %. Exponovaností stanice lze také vysvětlit vysoké hodnoty rychlosti větru (absolutní maximální náraz větru činí 23,2 m/s oproti hodnotě 17,1 m/s na stanici LETO).

Stanice **LETO** patří k těm chladným stanicím. Naměřila totiž druhé nejnížší absolutní minimum (-20,3 °C) a nejnížší absolutní maximum (35,7 °C). Dále na této stanici byl v největším počtu zaznamenán jev silný mráz (30 případů) a druhý nejnížší počet jevu vysoká teplota (62 případů). Jako na jediné stanici zde byly dvakrát splněna kritéria chladné vlny. Tropická noc se zde objevila šestkrát, což je druhý nejnížší počet ze všech sledovaných stanic i přesto, že se v okolí nenachází žádný vodní tok (na rozdíl od BOT_Pdf). Na této stanici byly v pěti případech zaznamenány vydatné srážky a pouze 18 bezesrážkových období, což je nejnížší počet v rámci vybraných stanic MESSO. Ve srovnání se stanicí ENVE se jedná o lokalitu s mírnějšími projevy nárazového větru, jev silný vítr se vyskytl pouze jednou.



Obr. 47: Absolutní počet nebezpečných meteorologických jevů (Bez silného větru a inverze a náhlé změny teploty vzduchu) na vybraných stanicích MESSO ve sledovaném období let 2017–2019

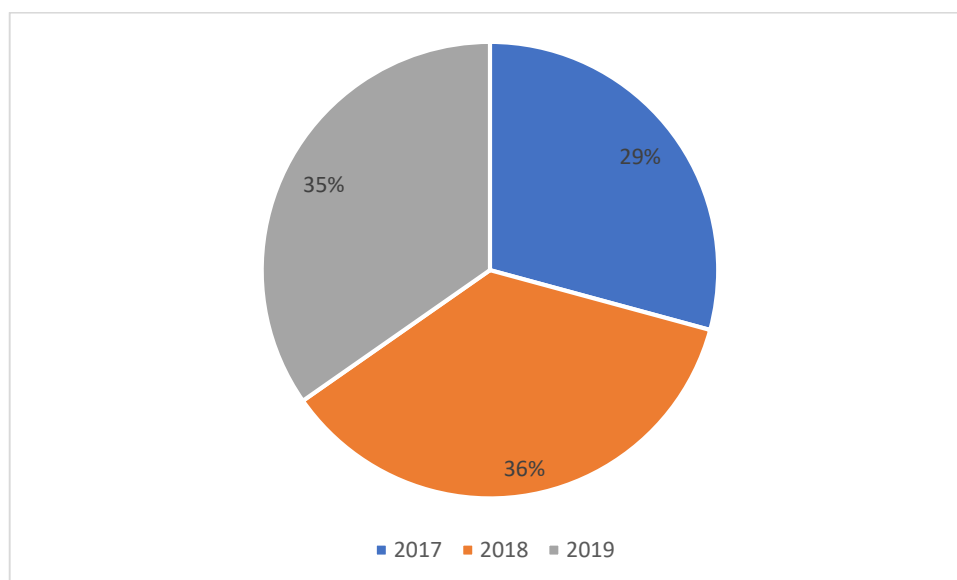
Tab. 36: Výskyt jednotlivých nebezpečných jevů nebo dní s nebezpečným jevem na sledovaných stanicích MESSO v období let 2017–2019

| Jev | BOT_Pdf | DOMI | KOPE | ENVE | LETO | Poznámka |
|-------------------------|---------|------|------|------|------|-------------|
| Vysoká teplota | 86 | 60 | 78 | 88 | 62 | |
| Silný mráz | 29 | 21 | 21 | 18 | 30 | |
| Horká vlna | 6 | 4 | 5 | 7 | 4* | *4 až 5 |
| Chladná vlna | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| Tropická noc | 4 | 21 | 28 | 22 | 6 | |
| Vydatné srážky | 4 | 3 | 2 | 0 | 5 | |
| Bezesrážkové Období | 25 | 24 | 19 | 23 | 18 | |
| Celkem | 155 | 134 | 154 | 159 | 127* | *127 až 128 |
| Silný vítr | . | . | . | 7 | 1 | |
| Celkem (vč. sil. větru) | 155 | 134 | 154 | 166 | 128 | |

Nebezpečné meteorologické jevy se na vybraných stanicích v nejvyšším absolutním počtu (79 případů) vyskytovaly v roce 2018. V tomto roce k tomuto počtu přispěly především vysoké teploty, bezesrážková období a vydatné srážky. Následuje rok 2019, ve kterém se těchto jevů vyskytlo 76. I v tomto roce přispěly k tomuto počtu především vysoké teploty, dále také tropické noci a bezesrážková období (Tab. 37). V roce 2017 bylo pak zaznamenáno zbývajících 64 případů. V tomto roce se však v nejvyšším počtu vyskytl silný mráz. Znamená to tedy, že v roce 2017 se vyskytlo 29 % všech nebezpečných jevů, v roce 2018 pak 36 % a v roce 2019 zbývajících 35 % všech případů (Obr. 48).

Tab. 37: Výskyt jednotlivých nebezpečných meteorologických jevů na vybraných stanicích MESSO v období let 2017–2019

| Jev | 2017 | 2018 | 2019 |
|---------------------|------|------|------|
| Vysoká teplota | 27 | 37 | 35 |
| Silný mráz | 18 | 10 | 9 |
| Horká vlna | 2 | 2 | 3 |
| Chladná vlna | 1 | 1 | 0 |
| Tropická noc | 9 | 12 | 14 |
| Vydatné srážky | 1 | 4 | 2 |
| Bezesrážkové období | 4 | 11 | 10 |
| Silný vítr | 2 | 2 | 3 |
| Celkem | 64 | 79 | 76 |



Obr. 48: Relativní výskyt nebezpečných meteorologických jevů na vybraných stanicích MESSO v jednotlivých letech sledovaného období let 2017–2019 (bez jevů inverze a náhlá změna teploty)

Výskyt analyzovaných nebezpečných meteorologických jevů se na vybraných stanicích MESSO ve sledovaném období let 2017–2019 v jednotlivých měsících významně lišil. Prosinec a listopad jsou měsíce, kdy se za celé období nevyskytl ani jeden z těchto jevů (Tabulka 39). V říjnu se vyskytly pouze dva případy silného větru, žádný jiný z analyzovaných jevů nebyl na žádné stanici ani jednou registrován. V počtu výskytu těchto jevů zaostává i měsíc březen (celkem 6), v tomto měsíci však byly zaznamenány 3 různé typy jevů. Následuje měsíc únor (14 případů), ve kterém se vyskytly jevy spojené s nízkou teplotou – silný mráz v deseti případech, chladná vlna ve čtyřech dnech. Stejně jevy se vyskytly i v lednu, celkem však v 29 případech.

V měsíci dubnu bylo zaznamenáno 31 případů nebezpečných jevů, v květnu 35 a v září 36. V případě všech třech měsíců 30 případů tvoří dny v rámci bezesrážkových období. V září bylo zaznamenáno 5 různých jevů, v květnu pouze 3. O poznání vyšší součet vykazuje měsíc červen (74 případů) a červenec (89 případů). V případě června převažoval jev bezesrážkové období (31 dní s tímto jevem) nad vysokou teplotou (21 případů), v červenci to bylo naopak – 33 případů vysoké teploty a 26 dní v rámci bezesrážkových období. Nejvyšší součet pak měl měsíc srpen (125 případů) a lze tento měsíc označit za nejnebezpečnější – 40 případů vysoké teploty, 20 tropických nocí, 31 dní v rámci horkých vln a 34 dní v rámci bezesrážkových období. Na rozdíl od července, června a září se v tomto měsíci nevyskytly vydatné srážky. Tento měsíc byl tedy nejen co absolutního naměřeného maxima, počtu případů jevu vysoká teplota a dní v rámci probíhajících horkých vln nejteplejším měsícem, ale také druhým nejsušším měsícem s ohledem na počet dní (34) v rámci probíhajících bezesrážkových období.

Tab. 38: Výskyt jevů, případně dní s probíhajícím jevem alespoň na jedné z vybraných stanic MESSO v měsících leden až červen v období let 2017–2019 (bez jevů inverze a náhlá změna teploty)

| Jev | Leden | Únor | Březen | Duben | Květen | Červen |
|---------------------|-------|------|--------|-------|--------|--------|
| Vysoká teplota | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 21 |
| Silný mráz | 23 | 10 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Horká vlna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Chladná vlna | 6 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Tropická noc | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Vydatné srážky | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Bezesrážkové období | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 36 |
| Silný vítr | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Celkem | 29 | 14 | 6 | 31 | 35 | 74 |

Tab. 39: Výskyt jevů, případně dní s probíhajícím jevem alespoň na jedné z vybraných stanic MESSO v měsících červenec až prosinec v období let 2017–2019 (bez jevů inverze a náhlá změna teploty)

| Jev | Červenec | Srpen | Září | Říjen | Listopad | Prosinec |
|---------------------|----------|-------|------|-------|----------|----------|
| Vysoká teplota | 33 | 40 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Silný mráz | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Horká vlna | 21 | 31 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Chladná vlna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tropická noc | 6 | 20 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Vydatné srážky | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Bezesrážkové období | 26 | 34 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| Silný vítr | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Celkem | 89 | 125 | 36 | 2 | 0 | 0 |

8 Závěr

Analýza nebezpečných meteorologických jevů na území Olomouce v letech 2017–2019 dokazuje to, že městské prostředí je místem s jejich častým výskytem. Poukázala také přímou souvislost mezi charakterem okolí stanice a výskytem, silou projevu a délkou trvání samotných meteorologických jevů. I na relativně malém území města Olomouce panují velké rozdíly v nebezpečných projevech počasí.

V případě nebezpečných úhrnů srážek je situace spíše nahodilá podle směru postupu a vývoje konvektivní oblačnosti v letních měsících nebo vývoje dešťové oblačnosti na předních stranách atmosférických front. Rozdíly v teplotních poměrech už lze vysvětlit charakterem aktivního povrchu a hustotou zástavby v případě velmi teplé stanice Envelopy, na rozdíl od poměrně výrazně chladnější příměstské stanice olomouckého letiště. Je také průkazný vliv vodního toku v případě stanice Botanické zahrady Pdf UP na vysoké hodnoty roční a denní amplitudy teploty, na rozdíl od necelý kilometr vzdálené stanice Kláštera Dominikánů nebo vyvýšené stanice na Svatém Kopečku. Vliv teplotních inverzí na režim teploty vzduchu a hodnotu denní amplitudy teploty v průběhu radiačních dní zase dokazuje analýza teplotních dat stanic na Svatém kopečku a Botanické zahrady Pdf UP. Vliv vegetace na výskyt jevů spojených s vysokou teplotou dokazuje stanice Klášter Dominikánů, kde bylo těchto jevů výrazně méně oproti stanici na Envelopě. Pravděpodobný vliv orientace svahu, případně i nadmořské výšky, na výskyt tropických nocí dokazuje stanice Svatý Kopeček oproti všem níže položeným stanicím, kde byl jejich počet nižší. Nakonec vliv městské zástavby a exponované polohy na hodnoty nárazu větru dokazují výrazně vyšší hodnoty na stanici Envelopa na rozdíl od stanice na olomouckém letišti.

Otázky nebezpečných jevů počasí v městském a příměstském prostředí představují závažné a nedostatečně prozkoumané téma. Důvodem je nákladná a složitá organizace měření pro získání potřebných dat, které většina českých měst velikostí podobných Olomouci nedisponují. Analýza poukázala na místa v rámci Olomouce, kde se nebezpečné meteorologické jevy spojené s teplotami, srážkami a větrem vyskytují častěji oproti jiným lokalitám ve městě. Dále také vyhodnotila období v roce, kdy se nejčastěji město potýká s nebezpečnými meteorologickými jevy. Práce poukazuje na fakt, že pro udržitelný rozvoj města je za potřebí brát v potaz přírodní podmínky včetně těch meteorologických.

9 Summary

The analysis of dangerous meteorological phenomena regarding the area of Olomouc city during years 2017–2019 showed that such phenomena do frequently occur in an urban area. The analysis also proved that the placement of weather stations correlates with the frequency of occurrence, intensity and duration of presented phenomena. Even the small area of Olomouc city includes significant differences in dangerous weather events.

The situation regarding dangerous measurements of total precipitation is mostly random, depending on the movement and development of convective clouds during summer months or the development of rain clouds on the forward sections of weather fronts. The variations in temperature measurements can be explained by the characteristics of the active surface and building density, such as is the case of a very warm weather on station Envelopa, compared with the quite clearly colder suburban station at the Olomouc airport. The influence of a watercourse on the high value of daily and annual temperature amplitudes, related to the weather station at the Botanical garden of Faculty of Education, has also been registered, contrary to the weather station Dominican Monastery nearly one kilometer away or the elevated weather station Svatý Kopeček. The influence of temperature inversions on the air temperature mode and the value of daily temperature amplitude during radiation days is highlighted by the analysis of data from the weather stations Svatý Kopeček and Botanical garden of Faculty of Education. The weight of impact vegetation has on the occurrence of extreme temperature phenomena is proved by the data collected from the Dominican Monastery weather station, which registered lower frequency of occurrence than weather station Envelopa. The probability of the orientation of hillsides, eventually altitude, having an impact on the occurrence of tropical nights is based on the weather station Svatý Kopeček registering higher number of these phenomena than other stations of lower altitude. Lastly, the amount of influence the urban environment and the exposed location of the city have on wind force is underlined by the weather station Envelopa measuring higher values than the weather station at the Olomouc airport.

These are the reasons why does thorough consideration of urban development plans of cities similar to Olomouc carry such importance. There are various weather aspects, such as the importance of urban greenery, the effect of a watercourse on the occurrence of frost or at what parts of the city should a strong wind force be expected, should not be overlooked. The analysis outlined places in the Olomouc city area, where dangerous weather phenomena related to temperature, rain or wind force occur most frequently. Moreover, it evaluated periods of time during which the residents of Olomouc experience these phenomena the most often. Based on the analysis, the thesis points out that it is necessary to consider natural conditions in order to properly maintain sustainable development of the city.

10 Seznam použitých zdrojů

10.1 Knižní a časopisecké zdroje

BABOVEC, J. *Režim přízemní teploty vzduchu na městských a příměstských stanicích MESSO.*

Olomouc, 2015. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra Geografie.

BARNETT, A. G., S. HAJAT, A. GASPARRINI, J. ROCKLÖW. Cold and heat waves in the United States. *Environmental Research*. January 2012, **112**, 218-224. ISSN 0013-9351.

BOLHA, M. *Mestské teplotné inverzie (na príklade Olomouce)*. Olomouc, 2015. Diplomová práca. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra Geografie.

BRÁZDIL, R., ČERNUŠÁK, T., L. ŘEZNIČKOVÁ. *History of Weather and Climate in the Czech Lands VIII: The Weather and Climate in the Region of Olomouc, Czech Republic, based on Premonstratensian Diaries kept by the Hradisko Monastery and Svatý Kopeček Priory, 1693-1783*. Brno: Masarykova Univerzita, 2011, 272 s. ISBN 978-80-210-5597-1.

BRÁZDIL, R. *Meteorologické extrémy a povodně v České republice - přirozený trend nebo následek globálního oteplování?* Geografie - Sborník České geografické společnosti. Praha: Česká geografická společnost, 2002, **107**(4), s. 349-370. ISSN 1212-0014.

BURT, C. C. *Extreme Weather: a Guide & Record book*. New York: W. W. Norton & Company, 2004, 304 s. ISBN 0-393-32658-6.

DANĚK, T. *Meteorologické extrémy na letišti v Mošnově*. Olomouc, 2015. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie.

DEMEK, J., J. BÍNA. *Z nížin do hor: Geomorfologické jednotky České republiky*. 1. vyd. Praha: Academia, 2012, 344 s. ISBN 978-80-200-2026-0.

DEMEK, J., P. MACKOVČIN, ed. *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. II. Brno: AOPK ČR, 2006, 582 s. ISBN 80-86064-99-9.

DOBROVOLNÝ, P. a kol. *Klima Brna: víceúrovňová analýza městského klimatu*. Brno: Masarykova univerzita, 2012. ISBN 978-80-210-6029-6.

DOLEŽALOVÁ, M. Teplotní poměry jižní Moravy v období 1961–2014 a změny v jejich extremitě. In: ROŽNOVSKÝ, J. a T. LITSCHMANN. *Závlahy a jejich perspektiva*. Mikulov: Česká bioklimatologická společnost, 2015, s. 24-27. ISBN 978-80-87577-47-9.

- DUTKOVÁ, A. *Kumulace meteorologických extrémů na příkladu léta 1983*. Praha, 2014. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze.
- FRANEK, V. *Meteorologické extrémy a rekordy ve světě v 21. století*. Olomouc, 2016. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie.
- FRANEK, V. *Příspěvek ke studiu chladných vln v Olomouci 2011–2016*. Olomouc, 2019. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie.
- KLICPEROVÁ, M. *Příspěvek ke studiu horkých vln v Olomouci 2011–2016*. Olomouc, 2018. Diplomová práce. Katedra geografie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci.
- KYSELÝ, J., J. PECHO. Horké vlny v měnícím se klimatu: Otazníky zůstávají. *Vesmír*. Praha: Vesmír s.r.o., 2012, **91**(142), 28-34. ISSN 0042-4544.
- MIKELADZOVÁ, J. *Nebezpečné hydrometeorologické jevy na území Brna a okolí*. Brno: 2009. Diplomová práce. Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita.
- QUITT, E. *Klimatické oblasti Československa*. Brno: Academia, Studia Geographica 16, GÚ ČSAV v Brně, 1971, 73 s.
- ROŽNOVSKÝ, J, POKLADNÍKOVÁ, H. CHUCHMA, F., T. STŘEDA. Výskyt horkých vln a tropických dnů v městském a příměstském prostředí. In: *Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí*. Úpice: Hvězdárna v Úpici, 2010, s. 103-108.
- ŘEHOŘ, J. *Informace o hydrometeorologických extrémech v České republice mimo pozorovací síť ČHMÚ v letech 1997-2016*. Brno: 2017. Bakalářská práce. Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta, Masarykova Univerzita.
- SOBÍŠEK, B a kol. *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. Praha: Academia a MŽP ČR, 1993. ISBN 80-85368-45-5.
- TOLASZ, R. a kol. *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia*. Praha – Olomouc: Český hydrometeorologický ústav – Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1.
- TOŠENOVSKÝ, E. *Struktura populací a rychlost růstu invazního mlže *Dreissena polymorpha* v různých typech pískoven na střední Moravě*. Olomouc: 2007. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta.
- TOMÁŠ, M., M. VYSOUDIL. Teplotní a srážkové poměry Olomouce. *Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci*. Olomouc: 2011, 69-91. ISSN 1212-1134.

VYSOUDIL, M. *Podnebí Olomouce: Climate of Olomouc*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3285-4.

WANG, S.-Y. S., J.-H. YOON, C. C. FUNK, GILLIES, R. R., ed. *Climate Extremes: Patterns and Mechanisms*. Hoboken: John Wiley, 2017, 386 s. ISBN 978-1119067849.

10.2 Elektronické zdroje

ABRAHÁMEK, D., RUŠAR, P. Extrémní jevy na Jesenicku pohledem meteorologa 1978–2018. *Meteorologické zprávy* [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2021, **74-2021**(2), 56-64 [cit. 2021-5-4]. Dostupné z:

https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2021/MZ_02_2021.pdf

ARCDATA PRAHA, s. r. o. *ArcČR® 500 v3.3* [online]. ARCDATA, Praha, 2016 [cit. 2021-04-12].

Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>.

Česká meteorologická společnost (ČMeS) [online]: *Elektronický meteorologický slovník výkladový a terminologický (eMS)* [cit. 15. 04. 2021]. Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz>.

Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). Portál ČHMÚ [online]. [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/>.

Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). *Tropická noc v dubnu* [online]. ČHMÚ, 2010 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: http://chmuul.org/aktuality/2012-05-tropicka_noc_duben/.

Český Statistický Úřad (ČSÚ). *Veřejná databáze: Vše o území – demografický vývoj a vybrané údaje za obec* [online]. ČSÚ, Praha, 2020 [cit. 2020-11-12]. Dostupné z:

<https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=home>.

Český Statistický Úřad (ČSÚ). *Historický lexikon obcí České republiky: 1869–2011* [online]. ČSÚ, Praha, 2015 [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/historicky-lexikon-obci-1869-az-2015>.

Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK) a CENIA. *Geoportál INSPIRE* [online]. Dostupné z:

<https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>.

Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK). *Topografická databáze České republiky (Data200)* [online]. ČÚZK, Praha, 2019 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z:

[https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(x3vexgflkbl3ad1lplfmiwo3\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=mapy_data200&text=dSady_mapyData200&head_tab=sekce-02-gp&menu=229](https://geoportal.cuzk.cz/(S(x3vexgflkbl3ad1lplfmiwo3))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=mapy_data200&text=dSady_mapyData200&head_tab=sekce-02-gp&menu=229).

Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK). Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) [online]. ČÚZK, Praha, 2017 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z:

[https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(bfu5zlxso4ms03wxd0ynndu\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=302](https://geoportal.cuzk.cz/(S(bfu5zlxso4ms03wxd0ynndu))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=302).

KYSELÝ, J., POKORNÁ, L., KYNCL, J., B. KŘÍŽ. Excess cardiovascular mortality associated with cold spells in the Czech Republic. *BMC Public Health* [online]. Londýn: BioMed Central, 2009, 9(19). ISSN 1471-2458. Dostupné z: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-9-19#citeas>.

OSTROŽLÍK, T. Denní amplituda teploty. In: *Informační stránky Českého hydrometeorologického ústavu* [online]. ČHMÚ [cit. 2021-04-16]. Dostupné z:

<http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1299999543>.

RAFFERTY, J. P. *Heat wave*. In: *Encyclopedia Britannica* [online]. 2015 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z:

<https://www.britannica.com/science/heat-wave-meteorology>.

Seznam.cz, a.s. *Mapy.cz* [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz>.

Sčítání lidu, domů a bytů (SLDB) [online]: *Databáze výsledků ze Sčítání lidu, domů a bytů k 26. 3. 2011* [online]. Český statistický úřad, Praha, 2011 [cit. 2020-11-12]. Dostupné z:

https://www.czso.cz/csu/czso/otevrena_data_pro_vysledky_scitani_lidu_domu_a_bytu_2011_sldb_2011

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka (VÚV TGM). *DIBAVOD* [online]. VÚV T. G. M., Praha, 2006 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://www.dibavod.cz/27/struktura-dibavod>.