

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI**

**PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**

Katedra geografie

Bc. Jan DVOŘÁK

**Prostorové rozložení srážek v Olomouci a okolí  
v dekádě 2011-2020 dle měření MESSO**

Diplomová práce

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

Olomouc 2023

## Bibliografický záznam

**Autor (osobní číslo):** Bc. Jan Dvořák (R21878)

**Studijní obor:** Geografie a regionální rozvoj

**Název práce:** Prostorové rozložení srážek v Olomouci a okolí v dekadě 2011-2020 dle měření MESSO

**Title of thesis:** Spatial distribution of rainfall totals in Olomouc and its surrounding by MESSO in decade 2011-2020

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

**Rozsah práce:** 110 stran

**Abstrakt:** Diplomová práce analyzuje prostorové rozložení srážek na základě měření z 5 vybraných stanic MESSO. Sledovaným obdobím je dekáda 2011-2020. Byl zjištěn prostorový úhrn teplého půlroku (362,4 mm). Analyzováno bylo také množství srážkových a bezsrážkových dní, délka bezsrážkového období nebo srážkové dny s určitými úhrny. Množství srážek v Olomouci klesá, což dokládá srovnání s publikacemi Vysoudil et al. (2012) a Quitt (1971). Během dekády nebyl prokázán jednoznačný trend vývoje srážek na území Olomouce.

**Klíčová slova:** atmosférické srážky, bezsrážkové a srážkové dny, MESSO, Olomouc, prostorové srážkové úhrny

**Abstract:** The diploma thesis analyzes the spatial distribution of precipitation based on measurements from 5 selected MESSO

stations. The monitored period is the decade 2011-2020. The spatial total of the warm half-year was determined (362.4 mm). The number of rainy and rainless days, the length of the non-precipitation period or rainy days with certain totals were also analyzed. The amount of precipitation in Olomouc is decreasing, which is evidenced by a comparison with the publications of Vysoudil et al. (2012) and Quitt (1971). During the decade, there was no clear trend in the development of precipitation in the territory of Olomouc.

**Keywords:**

atmospheric precipitation, rain days and rainless days, MESSO, Olomouc, spatial precipitation totals

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Miroslava Vysoudila, CSc. a zároveň uvedl veškeré použité zdroje v seznamu použité literatury na konci práce.

V Olomouci dne 10. 4. 2023

.....

Bc. Jan Dvořák

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu doc. RNDr. Miroslavu Vysoudilovi, CSc. za jeho laskavý přístup, cenné připomínky, odborné vedení a v neposlední řadě poskytnuté materiály pro účely diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat paní Leopoldině Hanouskové za možnost vyfocení srážkoměru ČHMÚ Klášterní Hradisko, své rodině, přátelům, pedagogům z Katedry geografie v Olomouci a také všem, kteří mě podporovali při tvorbě této kvalifikační práce.

# UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2021/2022

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan DVORÁK**  
Osobní číslo: **R21878**  
Studijní program: **N0532A330021 Geografie a regionální rozvoj**  
Téma práce: **Prostorové rozložení srážek v Olomouci a okolí v dekádě 2011-2020 dle měření MESSO**  
Zadávací katedra: **Katedra geografie**

### Zásady pro vypracování

Časoprostorové rozložení srážek v geografickém prostoru je značně variabilní. Tyto disparity jsou patrné, jak v rámci velkých geografických oblastí, tak i v případě menších geografických prostorů např. městské aglomerace. V rámci řešení této práce bude provedeno časoprostorové srovnání úhmů srážek v okolí vybraných stanic MESSO v dekádě 2011-2020. Pro tento účel bude vypočtena tzv. řada prostorových srážkových úhmů. Ta bude následně využita pro posouzení režimu srážek na vybraných stanicích.

Struktura práce:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Rešerše literatury
4. Metody řešení, zhodnocení dostupných dat
5. Účelová geografická charakteristika území
6. Časoprostorové rozložení atmosférických srážek v období 2011-2020
7. Diskuse výsledků
8. Závěr
9. Seznam použitých zdrojů.

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

Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

BURIĆ, D.; DODEROVIĆ, M. (2019): Precipitation, humidity and cloudiness in Podgorica (Montenegro) during the period 1951–2018. *Geogr. Pannonica* 2019, 23, 233–244.

DOLEŽELOVÁ, M., DOBROVOLNÝ, P. (2009): Variability of summer rainfall extremes potentially induced by urban climate in Brno region. 8th International Workshop on Precipitation in Urban Areas, Rainfall in the Urban Context: Forecasting, Risk and Climate Change. St. Moritz, Switzerland.

DOLEŽELOVÁ, M., DOBROVOLNÝ, P. (2009): Srovnání extremity srážkového režimu v Brně a okolí v období 1931–1960 a 1961–2007. *Geografický ústav, Brno*.

GOLROUDBARY, VR., ZENG, Y., MANNAERTS, CM., SU, Z.(B) (2018): Urban impacts on air temperature and precipitation over The Netherlands. *Climate Research* 75 95-109.

LUPIKASZA, E., (2010): Spatial and temporal variability of extreme precipitation in Poland in the period 1951–2006. *Int. J. Climatol.*, 30, 991–1007.

NASTOS, P. T. and ZEREFOS, C. S. (2007): On extreme daily precipitation totals at Athens, Greece, *Adv. Geosci.*, 10, 59–66, <https://doi.org/10.5194/adgeo-10-59-2007>.

- NOSEK, M. (1972): *Metody v klimatologii*. Academia, Praha, 584 s.
- QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. *Studia geographica* 16, GÚ ČSAV, Brno 73 s.
- RONG, Y., PANMAO, Z., YANYU, L. Implications of differential effects between 1.5 and 2 °C global warming on temperature and precipitation extremes in China's urban agglomerations. *International Journal of Climatology* 38:2374-2385.
- SIASWANTO S., van OLDENBOROUGH G. J., van der SCHRIER G., JIDDERDA, R., van den HURK, B. (2016): Temperature, extreme precipitation, and diurnal rainfall changes in the urbanized Jakarta city during the past 130 years. *International Journal of Climatology* 36:3207-3225.
- ŠTEKL, J., BRÁZDIL, R. (2001): Extrémní denní srážkové úhmy na území ČR v období 1879–2000 a jejich synoptické příčiny. *Národní klimatický program ČR sv. 31*. NKP Praha, 140 s.
- SUN, T., SUN, R., KHAN, M. S., CHEN, L. (2021): Urbanization increased annual precipitation in temperate climate zone: A case in Beijing-Tianjin-Hebei region of North China. *Ecological Indicators* 126 107621.
- TONG, R., SUN, W. C., HAN, Q., YU, J. S., Tian Z. F. (2020): Spatial and Temporal Variations in Extreme Precipitation and Temperature Events in the Beijing-Tianjin-Hebei Region of China over the Past Six Decades. *Sustainability* 12 1415.
- VYSOUDIL, M. (1989): Dlouhodobé kolísání srážek na území severní Moravy 1881–1980. *Spisy Univerzity Palackého*. Univerzita Palackého, Olomouc, 139 s.
- VYSOUDIL, M. (1990): Příspěvek ke studiu závislosti atmosférických srážek na cirkulačních poměrech na území severní Moravy. *Sborník ČSGS, sv. 95 /1990/, č. 3, s. 178–185*.
- VYSOUDIL, M. (2000): Long-term Atmospheric Rainfall Fluctuation in Northern Moravia (Czech Republic) 1881-1980. In.: *Prace Geograficzne, Zeszyt 107, Reconstruction of climate and its modelling*, Institute of Geography and Space Economy of the Jagiellonian University, Krakow, p. 289-296.
- VYSOUDIL, M. et al. (2012): *Podnebí Olomouce*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 212 s.
- WANG, D.; JIANG, P.; WANG, G.; WANG, D. (2015): Urban extent enhances extreme precipitation over the Pearl River Delta, China. *Atmos. Sci. Lett.* 2015, 16, 310–317.
- WANG J, FENG J, YAN Z (2018): Impact of Extensive Urbanization on Summertime Rainfall in the Beijing Region and the Role of Local Precipitation Recycling. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres* 123:3323-3340.
- ZHU, X., LIU, H., LI, Y., LIANG, B. (2021): Quantifying the role of soil in local precipitation redistribution to vegetation growth. *Ecological Indicators* 124 107355.

Záznamy ze staniční sítě MESSO.

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

Datum zadání diplomové práce: **12. ledna 2022**  
Termín odevzdání diplomové práce: **10. dubna 2023**

L.S.

---

**doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.**  
děkan

---

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

V Olomouci dne 12. ledna 2022

# OBSAH

1 ÚVOD.....	10
2 CÍLE PRÁCE.....	11
3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	12
3.1 Rešerše zahraniční literatury.....	12
3.2 Rešerše domácí literatury.....	17
4 METODY ŘEŠENÍ.....	22
4.1 Charakteristika vybraných stanic MESSO.....	26
5 ÚČELOVÁ GEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA OLOMOUCE.....	28
5.1 Geomorfologické poměry.....	28
5.2 Hydrologické poměry.....	29
5.3 Klimatické poměry.....	29
6 ČASOPROSTOROVÉ ROZLOŽENÍ SRÁŽEK V TEPLÉM PŮLROCE V LETECH 2011-2020.....	31
6.1 Prostorové srážkové úhrny.....	31
6.1.1 Prostorové srážkové úhrny v teplém půlroce 2011-2020.....	31
6.1.2 Prostorové srážkové úhrny v teplém půlroce 2011-2020.....	36
6.1.3 Prostorové srážkové úhrny v jednotlivých měsících dekády.....	42
6.2 Charakteristika srážkových úhrnů.....	49
6.3 Dny se srážkovým úhrnem.....	57
6.4 Srážkové a bezsrážkové dny.....	67
6.4.1 Délka bezsrážkových období.....	78
6.4.2 Nejdelší bezsrážková období.....	89
7 SHRNUTÍ A DISKUSE VÝSLEDKŮ.....	91
8 ZÁVĚR.....	95
9 SUMMARY.....	97



10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	99
11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	106
12 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK .....	107

# 1 ÚVOD

Meteorologie s klimatologií patří mezi přírodovědecké disciplíny, kterými se lidé zabývají mnohá staletí. Studium klimatu je především v současné době velmi důležité. Tato skutečnost je o to více podmíněna současnou dynamickou změnou klimatu, na kterou má s největší pravděpodobností vliv člověk. Důležitou roli při studiu klimatu hrají i nové technologie, jako je například využívání radarů a družic nebo plně automatických měřicích stanic.

Klima se mění dlouhodobě. Může se jednat o periodické či neperiodické změny. Jako časový úsek pro studium klimatu byla Světovou meteorologickou organizací (WMO) stanovena délka jednoho období na 30 let. Toto období můžeme odborně označit jako klimatický normál. Současný klimatický normál začal v roce 2021.

V geografickém prostoru je klima variabilní a na světě nenajdeme dvě místa, kde by bylo totožné. Nejvíce je změna klimatu pocíťována v oblastech s největší koncentrací obyvatel, kterými jsou města. Podle webu The World Bank v městském prostoru v říjnu 2022 žilo přibližně 4,4 miliardy obyvatel, což představuje 56 % celosvětové populace. V budoucnu je prorokován další nárůst městské populace obyvatelstva. Tudíž je podstata studia klimatu v městském a v příměstském prostoru opodstatněná.

Často jsou v jedné části světa extrémní srážky s ničivými povodněmi a na druhé straně až sociálně-ekonomické sucho doprovázené rozsáhlými požáry. Ať už se podíváme na srážky z laického nebo odborného pohledu, hrají zcela zásadní roli v planetárním oběhu vody. Shepherd (2005) říká, že změna množství srážek je jedním ze znaků měnícího se klimatu. Vzhledem k počtu městského obyvatelstva, je důležité posouzení vlivu městského prostředí na časoprostorové rozložení srážek. Pro posouzení vlivu městského prostředí je podstatné množství a povaha dat. Je důležité mít dostatečně dlouhé, nejlépe kontinuální, časové úseky naměřených hodnot pro určité místo, které lze dále analyzovat. Data musí mít dostatečnou kvalitu a kvantitu.

Tato diplomová práce se zaměřuje na studium srážek v teplém půlroce na území města Olomouce v období let 2011–2020. Jedná se tudíž o poslední dekádu minulého klimatického normálu.

## 2 CÍLE PRÁCE

Práce si stanovuje několik cílů. Hlavním cílem je analýza a popis prostorového srážkového úhrnu pro území Olomouce a nejbližšího okolí. Jako vedlejší cíle uvádím časoprostorovou analýzu úhrnů srážek, analýza počtu dní s určitým srážkovým úhrnem nebo charakteristika srážkových a bezsrážkových období. Tento výzkum je proveden na základě získaných dat z kontinuálního měření Metropolitní staniční sítě v Olomouci (MESSO). Výsledky budou prezentovány v textové, tabelární a grafické podobě.

Informace zjištěné tímto výzkumem mohou sloužit k rozšíření poznatků o atmosférických srážkách v prostředí středně velkého stredoevropského města. Výsledky této práce jsou dalším krokem k rozšíření znalostí pochopení distribuce srážek v městském prostředí. O celé sledované dekádě se mluví jako nejteplejší v historii. Je to dáno důsledkem zvyšující se globální teploty, která bezpochyby hraje svou roli v distribuci a rozložení atmosférických srážek.

### 3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Dílejší částí této kapitoly je analýza vybraných dostupných zdrojů zabývajících se srážkami především v městském prostředí. Tímto tématem se zabývalo a vzhledem k povaze tématu bude v budoucnosti zabývat nejen mnoho klimatologů, ale i hydrologů, oceánografů, biogeografů a jiných vědců po celém světě.

Analýza dostupných knižních, časopiseckých, internetových zdrojů je důležitá pro psaní každé odborné práce. Na území Olomouce lze předpokládat určité srážkové rozdíly. Jako hlavním určujícím faktorem bude pravděpodobně nadmořská výška. Dalším určujícím faktorem je charakter synoptické situace a to, zda jde o srážky frontální nebo z přehráátí. Možný antropogenní vliv na srážky bude na území Olomouce velmi obtížné prokázat. Vzhledem k měnícím se klimatickým podmínkám bude pravděpodobně zjištěna delší doba bezesrážkových období. Co se týká množství srážek v teplém půlroce, můžeme se domnívat, že ve sledovaném období nebude prokázán žádný z dlouhodobých trendů. Do rešerše byla vybrána díla na základě podobnosti zkoumaného území nebo použitých metod výzkumu. Jako zásadní je analýza publikací, jež pracují na stejném území se stejnou staniční sítí. Důležitá je ale i analýza publikací zabývajících se atmosférickými srážkami na podobně velkých územích.

#### 3.1 Rešerše zahraniční literatury

Jak tedy může městské prostředí ovlivňovat prostorové rozložení srážek? Možných příčin je hned několik. Podle Brahma et al. (1981) je příčinou variability srážek ve městech zvýšená konvergence zapříčiněná velkou drsností povrchů. Svou roli může také hrát tepelný ostrov města (UHI), který má na srážky prokazatelný vliv (Shepherd, Pierce a Negri, 2002). Městské prostředí obsahuje velké množství antropogenních aerosolů, tyto aerosoly jsou zdrojem vzniku kondenzačních jader a s tím souvisí větší množství srážek ve městě, případně poblíž města (Molders a Olson, 2004). V úvahu přichází i rozdělení nebo odklon srážkového systému (Bornstein a Lin, 2000). Kromě možných příčin ovlivnění srážek existují dnes důkazy o tom, že město nemá vliv na srážky. Jako důkaz existuje studie Tayançe, Karaca a Yenigüna (1997). Studie se zabývala čtyřmi velkými městy v Turecku a nebyl zde zjištěn žádný vliv města na srážky. Takovéto výsledky nám dokazují, že je potřeba atmosférické srážky v městské prostředí dále zkoumat.

Již v minulosti si lidé začali všimnout rozdílu klimatu ve městech a venkovské či zemědělské krajině. Mezi hlavní faktory ovlivnění městského klimatu patří antropogenní zásahy jako je nepropustnost povrchů (impervious surface), vznik antropogenního tepla nebo znečištění ovzduší Oke (1974). Jako jednu z prvních publikací o městském klimatu z minulých století můžeme uvést publikaci od Howarda (1833) Londýnské podnebí. Howard byl jedním z prvních, kteří přišli na to, že město má vliv na utváření místního klimatu. Vzhledem k technologickým prostředkům tehdejší doby byl jeho výzkum omezen z velké části na studium teplot. Z jeho výzkumu je patrná přítomnost tepelného ostrova v Londýně, jako první se i tuto skutečnost pokusil pospat. Teploty byly v Londýně znatelně vyšší oproti venkovským oblastem. Co se týče srážek, Howard se pokoušel měřit i je, avšak spolehlivost a přesnost výsledků není prokazatelná. Při svých výzkumech používal svůj vlastní lexikon mraků. Vzhledem k následnému rozvoji měst a průmyslu si lidé čím dál více všímali rozdílu teplot, srážek a dalších meteorologických prvků mezi městem a venkovskými oblastmi. Proto se počet vědeckých studií týkajících se tohoto jevu neustále navyšoval.

Mezi první potvrzující výzkumy, jež se zabývaly zvýšením množství atmosférických srážek ve městech, byla práce Schmausse (1927) v německém Mnichově. Dospěl ke zjištění, že v Mnichově je markantní počet srážek oproti venkovské krajině. Došlo ke zvýšení nejenom celkového množství srážek, ale také k nárůstu počtu srážkových dní. Většina srážkových dní však představovala úhrny srážek malého až středního množství. Podle něj měl na četnost srážek vliv průmysl, který se nacházel ve městě.

Atkinson (1969), jež se zabýval srážkami ve významné evropské metropoli Londýně, dospěl ke zjištění, že pro celou jihovýchodní část Anglie spadne nejvíce srážek právě zde. Londýnskou oblast také postihuje nejvíce dní s bouřkou. Podle něj je tato skutečnost způsobena nadměrnou produkcí antropogenního tepla. Rosenberger a Suckling (1989) připouští obtížnost studia městských srážek. Město a jeho zvýšená vnitřní teplota a vlhkost nemusí v těchto případech nutně stát za vznikem srážek, ale může zesílit jejich efekt.

Vliv města na množství oblačnosti a srážek byl zkoumán i na asijském kontinentě ve městě Tokiu. Výzkum prováděl Yoshino (1975) a dospěl k závěru, že ve městech dochází vlivem zvýšeného množství aerosolů k snadnější kondenzaci vodní

páry. Svou roli hrají i aktivní povrchy, jejichž drsnost je ve městě velká, což má za následek zvyšování rychlosti proudění. Dále Yoshino popisuje ve své práci místní klimatické efekty a jejich vliv na topoklima.

Významným milníkem ve studiu městských srážek byl americký projekt Metromex (Metropolitan Meteorological Experiment), který si kladl několik cílů. Podle Ackermana (1974) šlo o vymezení anomálie ve srážkách, vymezení příčin těchto anomálií, zjištění dopadů těchto anomálií na městské a venkovské oblasti. Projekt Metromex byl realizován v 70. letech minulého století ve vybraných amerických městech jako je Cleveland, Saint Louis, Chicago nebo Washington bylo zřízeno několik desítek stanic, které pokrývaly vybraná města. Tyto stanice měřily nejen srážky, ale i další vybrané meteorologické prvky. Tento intenzivní terénní výzkum se konal zejména v letních měsících. Changnona (1971, 1977) připouští, že srážkové anomálie mohou souviset s vlivem města. Tento jev se může projevit i bez zapojení orografického efektu. Projektem Metromex byla prokázána anomálie poblíž města Saint Louis ve městě Edwardsville. Město Edwardsville leží východně, v závětrí od Saint Louis. Ve městě je větší podíl bouřek s 25,0 mm a více. Tato skutečnost pravděpodobně souvisí s polohou města Edwardsville vůči Saint Louis s významnými průmyslovými podniky. Výzkum naopak prokázal mírný úbytek množství slabých srážek. Denní analýza rozložení srážek v oblasti Edwardsville odhalila nejvyšší intenzitu dešťových srážek v odpoledních a večerních hodinách, což může například souviset s projevem tepelného ostrova města. Vliv města na letní srážky byl na základě projektu Metromex prokazatelný. Naopak v zimním období je efekt města podle všech výsledků mizivý. V roce 1978 publikuje Changnon (1978) výsledky výzkumu rozdílu srážek ve městě a městě a jeho okolí pro významné metropolitní oblasti jako je Saint Louis, Washington, Tulsu, New Orleans. Zvýšené množství srážek se projevilo ve městech Chicago nebo La Porte. Odhaleny byly také dny, které mají vyšší predispozice pro vyšší srážkové úhrny. Podle Changnona (1973) je při studiu srážek a jejich anomálií na území města v souvislosti s urbanizací vhodné využití denních dat z co největšího možného počtu měřících bodů. Svou zásadní roli také hraje délka časové řady, kdy je vhodné mít dostatečně dlouhou časovou řadu, jež reprezentuje vývoj města. Projekt Metromex zjistil prokazatelný nárůst srážek v řádu několika procent ve směru větru od města. Byla objevena souvislost mezi land cover a intenzitou srážek.

Landsberg (1981) zmiňuje konkrétní rozdíly mezi městským a venkovským klimatem. V kontextu s touto diplomovou prací jsou důležité zejména meteorologické prvky spojené se srážkami jako je oblačnost, vlhkost a srážky samotné. Podle autora je množství oblačnosti ve městech vyšší o 5-10 %. Ruku v ruce jde s oblačností i množství srážek, které je ve městech o 5-10 % vyšší. Častější je i výskyt bouřek, a to o 10-15 %. Vzhledem k aktivním povrchům ve městech, které nedokáží absorbovat vodu a jsou často nepropustné, je vzdušná vlhkost nižší o 6 %.

Rasuly (1996) upozorňuje na zvýšené riziko srážek v oblasti Sydney, jež je způsobeno průmyslovou činností. Ve svém studiu se zabýval obecnou charakteristikou rozložení srážek, příčinou jejich kolísání v regionu, prostorovou variabilitou a rozložením srážek v čase. Rozložení srážek se každý rok liší, ale v celkovém měřítku jich nejvíce spadne nad průmyslovou a metropolitní oblastí. Připouští také značnou oceanitu této oblasti, a to především s vlivem Tasmanova moře. Navrhuje detailnější studii tepelného ostrova (UHI), jež podmiňuje četnosti srážek. Doporučuje v této oblasti provést obdobu amerického projektu Metromex. Výsledky tohoto studia mohou být použity pro lepší plánování odvodňovacích zařízení nebo předvídání záplav z důsledku bleskových srážek a další.

Nadměrnou produkcí tepla mohou podle Harnacka a Landsberga (1975) vznikat konvektivní srážky. K tomuto závěru došel studiem srážek ve Washingtonu na konci 60. a začátku 70. let minulého století. Studováno bylo v tomto období 9 případů s velmi malou pravděpodobností srážek na základě synoptické situace. Z toho můžeme odvodit, že podle dané synoptické situace nebyly zcela vhodné podmínky pro vznik srážek. Ve všech těchto případech ovšem ke srážkám došlo. To znamená, že muselo dojít ke spoluúčasti nějakého dalšího faktoru. Jako hlavní faktor autoři označili působení UHI.

Ne vždycky je důsledkem antropogenního znečištění ovzduší v kombinaci s orografickým efektem nárůst srážek. Givati a Rosenfeld (2004) analyzoval časové řady, kde hledal vliv znečištění v kombinaci s orografickým efektem na srážky v Izraeli a Kalifornii. Dospěl ke zjištění ročního poklesu srážek o 15-25 %, a to z důvodu kombinace dvou efektů. Jedná se o spojení antropogenního znečištění ovzduší s potlačením orografického efektu v závětrí od zdroje znečištění. Týká se to především měst, kde v průběhu 20. století rostla míra znečištění ovzduší. Aerosoly, které mají za

následek znečištění ovzduší, se dostanou do mraků, kde zabraňují koagulaci, a tím dochází k potlačení procesu vzniku srážek. Díky tomu dochází k zeslabení srážek na návětrné straně svahu a zesílení na závětrné straně svahu. Obdobná studie v méně znečištěných městech neprokázala žádnou změnu trendu srážek. Podle Moteho a Diema (2005) může urbanizace vést k lokálnímu navýšení a snížení srážek ve městě. To v praxi může znamenat v rámci jedné sledované oblasti (města) nárůst srážek ve středu města a například v jižní části města může vést k poklesu srážek.

Podstatně blíže Olomouci byla realizována srážková studie v polském městě Krakov (Bokwa, 2010). Autorka použila pro analýzu data z jedné městské a tří příměstských stanic nacházejících se poblíž Krakova. Zabývala se obdobím 1971-2005. Ve druhé polovině 20. století bylo toto město výrazně znečištěno tamním průmyslem. Po roce 1989 se situace změnila k lepšímu a došlo až ke 80% zlepšení kvality ovzduší. Tento rozdíl v kvalitě ovzduší byl i hlavním předmětem výzkumu, kdy si autorka kladla za cíl zjistit rozdíly mezi srážkami ve znečištěném a méně znečištěném ovzduší. Výsledkem výzkumu bylo zjištění, že po roce 1989 došlo k značnému poklesu srážek na městské stanici, což pravděpodobně souviselo s poklesem kondenzačních jader ve vzduchu.

Schlützen et al. (2010) se zabývali dlouhodobými změnami a regionálními rozdíly teplot a srážek v metropolitní oblasti Hamburk. Byla použita data ze 45 stanic. V letech 1891–2007 rostly roční srážky přibližně o 0,8 mm/rok. Studie jiného časového úseku, let 1948–2007, prokázala daleko vyšší meziroční nárůst srážek této oblasti. Srážky v tomto období rostly přibližně o 1,3 mm/rok. Největší nárůsty srážek jsou zaznamenány v měsících listopad až březen a červen. Pokles srážek byl zjištěn v dubnu a červenci. Množství denních srážek do 10 mm se meziročně také zvyšuje. Mezi roky 1948–1977 a 1978–2007 se jejich množství zvýšilo asi o 10 %. Pro stejné období byl zaznamenán 20% nárůst srážek větších než 10 mm. Opět můžeme zvýšení srážek v metropoli Hamburk přisoudit antropogenní vlivům.

V roce 2022 byla zveřejněna na webu Deutscher Wetterdienst zpráva z Kongresu extrémního počasí. Ve zprávě jsou zmíněny velké rozdíly v rozložení srážek v Německu. Při analýze období let 1951-2021 byly zjištěny jen minimální rozdíly v počtu dní s  $\geq 20$  mm srážkami. Ve zprávě je připouštěn možný vliv rostoucí teploty na zvýšené množství konvektivních srážek. Předmětem výzkumu byla i analýza



radarových snímků za posledních 21 let. Jejich analýzy prokázaly nárůst vydatných srážek pro některá studovaná území. Mezi jeden z nejsušších roků patřil rok 2018.

### 3.2 Rešerše domácí literatury

Obecnou terminologií a definicemi v meteorologii a klimatologii se ve své publikaci zabývá Sobíšek (1993). Jedná se o knižní dílo s hesly v šesti jazycích. Existuje elektronická podoba této knihy (<http://slovník.cmes.cz>) Elektronický meteorologický slovník, který je oficiálním slovníkem České meteorologické společnosti. Výhodou slovníku je jeho průběžná aktualizace, kterou má na starost Česká meteorologická společnost.

V publikaci *Cirkulační procesy a atmosférické srážky v ČSSR* (Brázdil a Štekl, 1986) autoři píšou o tématech důležitých i pro tuto diplomovou práci. Jde o orografii a jejím vlivu na srážky, časoprostorové strukturu srážek nebo charakteristice denních úhrnů srážek. Orografie má na srážky významný vliv při silném proudění vzduchu a neutrálním teplotním gradientu. V městském prostředí má podle autorů na srážky vliv antropogenní působení. Jedná se o znečištění ovzduší, změnu aktivního povrchu a produkce odpadního tepla. Analýzy srážek na stanici Praha-Ruzyně prokázala nižší srážky během dne (7-19 h) a vyšší během nočních hodin (19-7 h).

Brázdil (1979) ve své publikaci *Vliv města Brna na srážkový režim brněnské oblasti* popisuje vliv Brna na množství srážek v Brně a jeho okolí. Data byla analyzována ze 13 stanic, jež byly rozmístěny na území Brna a okolí. Pro data z příměstského prostoru byla použita síť 37 příměstských stanic. Při analýze dat (1951-1960) byl zjištěn vliv orografického efektu v západní části města. Průměrný roční úhrn byl 522,0 mm. Klíčovou roli představuje i celková geografická poloha Brna. Úhrn městských srážek byl vyšší než úhrn srážek na stanicích v okolí Brna. Antropogenní vliv města na srážky nebyl zcela prokázán.

Publikace Vysoudila (1989) se zabývá kolísáním srážek na severní Moravě v letech 1881-1980 na základě analýzy měření na 80 stanicích. Opět svou důležitou roli hraje georeliéf, který značně ovlivňuje celkový chod srážek, nebo cirkulační procesy nad střední Evropou. Mezi nejsušší oblasti patří Litovelsko s pouhými 566,0 mm průměrného ročního úhrnu. Maximum srážek bylo zjištěno ve všech oblastech v červenci a minimum v únoru. Pro analýzu srážek na území severní Moravy byla

vypočtena řada prostorových srážkových úhrnů. Jednalo se o měsíční, sezónní a stoleté období.

Vysoudil (1997) přisuzuje oblasti ČR pevninský chod srážek. Pro tento typ srážek jsou typické minimální úhrny po půlnoci, druhotné minimum je před polednem. Maximální úhrny připadají na období po poledni anebo brzy ráno. Maximální srážky souvisejí s konvektivní oblačností. Charakter pevninského typu denního chodu srážek je u nás zřejmý nejvíce v letním období. Opět autor poukazuje na specifický chod srážek v horském terénu s vlivem konvekce. Množství srážek a jejich denní chod se výrazně mění i s nadmořskou výškou. Ve vyšších oblastech jsou srážky vyšší než v oblastech nižších.

Charakteristika klimatu na území České republiky je uvedena v publikaci (Tolasz et al., 2007) *Atlas podnebí Česka*. Autoři zde upozorňují na jev zvýraznění prostorové variability srážek vlivem orografických efektů. To se projevuje zejména vyššími úhrny srážek na návětrných stranách svahů. Klimatické rozdělení oblastí ČR vychází z díla Quitta (1971) *Klimatické oblasti Československa*. Pro srážkovou charakteristiku bylo období roku rozděleno na teplé a studené. Teplé období bylo vymezeno měsíci duben až září. Studené období bylo vymezeno měsíci říjen až březen. Jedná se tedy o rozdělení na teplý a studený půlrok, nebo chceme-li na vegetační období a období vegetačního klidu.

Autoři Prax, Rožnovský a Palát (2010) sestavili a otestovali metodiku pro měření, validaci a archivaci naměřených srážkových dat pro účely modelace odvodnění měst. Zájmovým územím byl Jihomoravský kraj. Analyzováno bylo 33 časových řad z let 1933-2002. Přirozeně byly prokázány rozdíly naměřených hodnot mezi stanicemi. Největší rozdíly byly zjištěny v letních měsících a nejmenší rozdíly v podzimních měsících. Nejvíce srážek napadlo v letních měsících. V získaných datech nebyl prokázán jednoznačný trend meziročního množství srážek. Prokázáno bylo pouze meziroční kolísání srážek. Došlo také na aktualizaci IDF křivek (Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve) na jižní Moravě. Na základě IDF křivek lze například vytvářet systémy městského odvodnění.

Podle Tolasze (2013) je obvyklý měsíční chod srážek pro ČR s maximem v červnu a minimem v únoru. Vzhledem k měnícímu se klimatu autor předpokládá i změny v ročním chodu srážek na naše území. Predikce pro ČR v období let 2010-2039

ukazují na snížení srážek v zimním období a zvýšení srážek v jarním období. S výhledem na delší časový úsek (2040-2069) můžeme předpokládat s celkovým snížením srážek v letních a zimních měsících a naopak zvýšení srážek v podzimních měsících.

Doleželová (2013) provedla studium srážkových poměrů města Brna. V práci se zabývala vlivem města na srážky. Výsledkem zkoumání je nejednoznačný vliv Brna na prostorové rozložení srážek. Svou zásadní roli hraje celková poloha Brna a orografický efekt. Množství srážek je také ovlivněno danou synoptickou situací a polohou jednotlivých stanic, především nadmořskou výškou.

Český hydrometeorologický ústav ve své publikaci z roku 2018 uvádí významné období interpluviálu v roce 2015, počátek období byl zaznamenán již v posledním kvartálu roku 2014. Sucho bylo způsobeno vysokým počtem tlakových výší a nízkým počtem tlakových níží. Vlivem absence deště byly naměřeny rekordně nízké průtoky na několika řekách v tuzemsku. V důsledku nízkého množství srážek a nízké vlhkosti vzduchu vzniklo i nespočet požárů.

Najít nějakou souvislost ve střídání interpluviálu a pluviálů na našem území se snažil Šír a Kalenda (2020). Autoři se zajímali o období 1961-2019. Počítají srážkové odchylky od dlouhodobého srážkového normálu v letech 1961-1990. Tento srážkový normál činí 674 mm. Podle zjištěných údajů, jež autoři prezentují, se na našem území střídají interpluviály a pluviály zhruba po 3-9 letech. Ze sledovaného období tvořily interpluviály 29 let a pluviály 30 let. Vzhledem k tomuto zjištění lze předpokládat tuto zákonitost i v dalších letech. Střídání těchto období může být ovlivněno sluneční aktivitou, která z dlouhodobého pohledu kolísá. Dále srážky může ovlivnit vulkanismus, kdy především v letech 1991-1996 došlo k mnoha výbuchům sopek. Podle autorů například v roce 2002 došlo k výrazným srážkám vlivem 179 leté periody sluneční aktivity.

Musil (2022) v rámci své bakalářské práce *Projevy klimatické změny ve variabilitě klimatu jižní, střední a severní Moravy* dospěl při analýze období 1961-2020 k následujícím výsledkům. V případě srážek nebyly zjištěny žádné významné lineární statistické trendy. V případě oblasti Jeseníků roční srážkový úhrn narůstal, co se týče oblasti severní Moravy, zde byl zaznamenán pokles srážek. Pro sněhové veličiny byly prokázány významné lineárně klesající trendy.

Studium klimatu ve středně velkých městech se věnoval projekt *Víceúrovňová analýza městského a příměstského klimatu na příkladu středně velkých měst* v letech 2009-2012. Do projektu byla zapojena Univerzita Palackého v Olomouci, Masarykova Univerzita v Brně a Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). V Olomouci a Brně byly zřízeny účelové sítě automatických stanic, jež měřily meteorologické prvky včetně srážek.

Důležitým zdrojem informací o atmosférických srážkách v Olomouci je práce Vysoudila a Tomáše (2012), jež se zabývají klimatickými charakteristikami na území města Olomouce, historií a současností meteorologických měření. Pro účely kapitoly Srážky a sníh je analyzována časová řada z let 1961-2010. Autoři přisuzují srážkám na území České republiky velmi důležitou roli, protože Česká republika leží v hlavním evropském rozvodí. Tudíž k nám nepřitéká prakticky žádná voda a jsme závislí na srážkách. Dlouhodobý srážkový normál je pro ČR 675 mm. Podstatné je uvědomit si, že meteorologická měření v Olomouci neprobíhají jenom v posledních několika desetiletích, ale historie měření sahá až do roku 1850. Průměrné roční úhrny srážek v Olomouci činí 546,7 mm. Za nejsušší rok v sledovaném období je považován rok 1983, kdy bylo naměřeno 397,9 mm srážek. Jako srážkově nejpříznivější je rok 2010. Tehdy bylo naměřeno 777,5 mm srážek. Množství srážek za toto 50 leté období vykazovalo klesající trend, a to přibližně 18 mm za 10 let. Co se týče delšího časového období, není zde zřetelný žádný jednoznačný trend. Pokud se podíváme na teplý půlrok (duben-září), zjistíme, že autoři uvádějí informaci o průměrném srážkovém úhrnu 364,1 mm. Jak je asi zřejmé, nejvyšší úhrn v teplém půlroce byl zjištěn opět v roce 2010. Jednalo se o úhrn 587,2 mm. Naopak v roce 1992 bylo naměřeno nejméně srážek v teplém půlroce, a to pouhých 214,6 mm. Pro sledované období byl trendem srážek pokles, a to 14,3 mm za 100 let. Při měsíční analýze byly zjištěny největší průměrné měsíční úhrny srážek v měsíci červenci se 76,8 mm. Nejnižší průměrné měsíční srážkové úhrny byly zjištěny v zimních měsících. Nejdelší bezesrážkové období začalo 6. 12. 1972-17.1.1973 a trvalo 43 dní.

V publikaci Vysoudil et al. (2012) *Podnebí Olomouce* jsou samostatně analyzované srážky v teplém půlroce na základě naměřených hodnot z Metropolitní staniční sítě v Olomouci (MESSO). Pro tuto studii byla použita data ze čtyř městský a čtyř příměstských stanic. Tato analýza se týká období let 2010-2011. Jak bylo

zmíněno výše, nejpříznivějším rokem, co se srážek týče, byl rok 2010. V roce 2010 byly největší měsíční srážkové úhrny naměřeny u většiny stanic v květnu a v roce 2011 v červenci. Maximum srážek v červenci je pro naše podmínky běžné. Průměrný počet dní v roce 2010 na vybraných stanicích MESSO se srážkami  $\geq 0,1$  mm byl 90. Počet dní se srážkami  $\geq 1,0$  mm byl 63,  $\geq 5$  mm 35 dní,  $\geq 10$  mm 17 dní a  $\geq 20$  mm 6 dní. Při srovnání měst Olomouc a Přerov byl zjištěn v letech 1900-1990 podobný průběh srážek. Ve městě Šumperk byla situace poněkud odlišná. Šumperk se nachází ve vyšší nadmořské výšce, a tudíž zde byl jiný srážkový průběh ročních úhrnů. Svou roli mohla hrát i poloha stanice. Ve všech výše zmíněných městech byl zaznamenán pokles srážek. Nejmenší pokles byl zjištěn v Olomouci a největší v Přerově.

V neposlední řadě jsou důležité i kvalifikační práce studentů, kteří se zabývali studiem místního klimatu v Olomouci a okolí. Jako příklad můžeme uvést práce Dubský (2019), Dvořák (2020), Kubeček (2015), Kulczycki (2011), Krchňáček (2019) Lehnert (2010, 2016), Novotný (2020) nebo Učíková (2012).

Novotný (2020) se zabývá nebezpečnými meteorologickými jevy v Olomouci. Mimo jiné analyzuje silné srážky a bezesrážková období v období let 2017-2019. V tomto období se vyskytly silné srážky pouze v 7 dnech. Nejvíce případů bylo zjištěno v měsíci červenec. Autor hodnotil silné srážky na základě kritérií SIVS (Systém integrované výstražné služby). Zákonitost ve výskytu silných srážek se podle autora nevyskytuje. Jedná se o nahodilý jev související s konvektivní oblačností, která postupuje přes zkoumané území. Jak už bylo několikrát zmíněno, konvektivní oblačnost je pro naše území typická v letních měsících. Ve sledovaném období autor zjistil 25 bezesrážkových období. Nejvíce těchto období bylo zjištěno v roce 2017 a nejméně v roce 2018. Důležité je upozornit na autorovo vlastní kritérium pro vymezení bezesrážkového období.

Srážkovými a bezesrážkovými obdobími a jejich prostorovou variabilitou v Olomouci a okolí se zabýval v rámci své diplomové práce Krchňáček (2019). Tyto charakteristiky jsou zjišťovány v období let 2011-2017. Pro účely práce byla použita účelová měření ze staniční sítě MESSO. Taktéž byly v diplomové práci zkoumány četnosti výskytu srážkových dní podle určitého úhrnu srážek, denní, měsíční a roční srážkové úhrny. Nechybí ani rozbor dat za účelem zkoumání rizikových jevů jako jsou extrémní srážky. Mimo jiné je v práci popsána historie meteorologických měření v ČR.

## 4 METODY ŘEŠENÍ

Pro analýzu atmosférických srážek bylo vybráno období teplého půlroku (TP, tedy duben-září) v období dekády 2011-2020. Data byla získána z účelového měření MESSO, která vznikla v roce 2009 v rámci projektu Víceúrovňová analýza městské a příměstské krajiny na příkladu středně velkých měst. Při budování MESSO byly autory využity zkušenosti získané z měření v Přírodním parku Údolí Bystřice (Navrátil, Vysoudil, 2006). Pro měření atmosférických srážek byly použity automatické měřicí stanice značky Fiedler-Mágr (viz. Obr. 1) s člunkovými nevyhřívávanými srážkoměry typu SR-03 a SR-02, se sběrnou plochou 500, respektive 200 cm<sup>2</sup>. Pulsní výstup zprostředkovává kontakt s relé, citlivost 0,1 mm dešťových srážek na puls. Srážkoměry se vyznačují dlouhodobou odolností vůči nepříznivým povětrnostním vlivům. Disponují automatickým přenosem dat prostřednictvím modulu GSM/GPRS.



**Obr. 1: Srážkoměr SR03**

(Zdroj: Fiedler, 2022)

Umístění staniční sítě a měřících zařízení bylo provedeno na základě všeobecných meteorologických standardů. Většina stanic MESSO je proto umístěna na travnatém povrchu. Stanoven byl sky view faktor, což ukazuje zastínění oblohy. Jedná se tedy o podíl mezi viditelnou částí oblohy a zastíněnou částí vlivem okolního prostředí. Tento faktor byl stanoven u všech stanic sítě. Zastínění má vliv především na teplotu vzduchu nebo vítr, ale bezpochyby může mít vliv i na atmosférické srážky. Vzhledem k postupnému rozrůstání okolní vegetace je za strany správce staniční sítě značná snaha o její eliminaci.

Stanice MESSO Fiedler-Mágr zaznamenávají atmosférické srážky ve výšce 1m nad aktivním povrchem s přesností na 0,1 mm. Data jsou archivována, jedná se o 10 minutové intervaly záznamu, v případě atmosférických srážek se jedná až o minutové záznamy. Záznamy stanic obsahují čas a hodnotu maxima srážek, v tomto případě se jedná o minutové a denní maximum, čas a hodnotu denního minima srážek, denní průměrné množství srážek, sumu denních úhrnů a v neposlední řadě kumulovaný součet úhrnů. Stanice zaznamenává hodnoty kontinuálně ve středoevropském čase (GMT+1).

Tabulky, grafy a další statistické ukazatele jsou zpracovány a vytvořeny za pomoci tabulkového procesoru Microsoft Office Excel 2019 společnosti Microsoft. Pro tvorbu mapových podkladu je použit program ArcMap verze 10.8.2 od společnosti Esri. Pro celkové formátování, grafické úpravy atd. byl použit textový procesor Microsoft Word 2021 od společnosti Microsoft. Pokud není uvedeno jinak, obrázky a tabulky jsou vlastního zpracování.

Po naměření a sběru dat, která byla ve formátu \*.csv, byla data převedena do formátu \*.xlsx, kde byla provedena jejich kontrola. Kontrola dat obnášela nalezení extrémních hodnot a jejich případné porovnání s dalšími stanicemi. Jelikož v některých případech došlo k výpadkům měření, musel být tento problém operativně vyřešen. Během celé doby měření byly kontinuálně vedeny pečlivě podrobné záznamy. V záznamech je popsáno, kdy probíhalo čištění srážkoměrů, nebo nastala jiná nenadálá situace, během které mohlo dojít ke zkreslení dat či ztrátě dat. Následně byla podle těchto poznámek data zkontrolována, případně upravena nebo doplněna.

V případě výpadku na jedné stanici byla data nejprve porovnána s ostatními stanicemi. Když na dalších stanicích bylo v době výpadku naměřeno 0,0 mm srážek,

byla hodnota na nefungující stanici doplněna taktéž 0,0 mm. Pokud během výpadku přišlo a nebyl v danou dobu uveden záznam v poznámkách, nebyla hodnota doplněna. V případě sledované dekády se jedná pouze o dvě období. První datově neopravitelný výpadek se vyskytl 12. 6. - 15. 6. 2013 na příměstské stanici v Bystročicích. Druhý datově neopravitelný výpadek nastal na městské stanici umístěné na střeše Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci 27. 6. 2018.

Po celkové úpravě dat bylo přistoupeno k jejich analýze. Data byla rozdělena podle jednotlivých stanic. Důležitá byla selekce měsíců teplého půlroku, tj. duben-září. Pomocí funkcí SUMA, MAX, MIN a PRŮMĚR byly zjištěny korespondující charakteristiky pro sledované období. Pomocí funkce ČETNOSTI byly zvoleny dny s charakteristickým množstvím atmosférických srážek. Dále byla počítána srážková pravděpodobnost, jež se uvádí v procentech. Srážková pravděpodobnost byla počítána jako podíl dní se srážkami a počtu dní sledovaného období. Ve většině případů byly počítány výsledné hodnoty pro kontrolu dvěma způsoby. Cílem toho opatření je zamezit případným chybám během výpočtu.

Důležitou srážkovou charakteristikou byl výpočet prostorových srážkových úhrnů, jež se dají počítat pro jakékoliv období. V tomto případě byly prostorové srážkové úhrny počítány pro teplý půlrok a jednotlivé měsíce teplého půlroku. Vzor pro výpočet prostorových úhrnů je následující: 
$$PÚ = \frac{(R_{pr1} * z_1 + R_{pr2} * z_2 + \dots + R_{prn} * z_n)}{z_1 + z_2 + \dots + z_n}$$
. Výhodou výpočtu je, že bere v úvahu nadmořskou výšku (z) stanice. Díky tomu je porovnávání jednotlivých úhrnů srážek reprezentativnější.

Ze sady dat byly vybrány srážkové a bezesrážkové dny. Tyto dny byly vybírány s ohledem na celkové množství denních srážek. Pokud tedy daný den vůbec nepršelo, záznam byl 0,0 mm srážek, den byl označen jako bezesrážkový. Jestliže pro daný den byla zaznamenána hodnota  $\geq 0,1$  mm srážek, den byl označen jako den se srážkami.

Pokud se ve sledované dekádě vyskytlo v teplém půlroce období beze srážek, jako bezesrážkové bylo označeno za předpokladu, že bylo splněno několik kritérií. V daném období nesmí být denní srážkový úhrn  $R > 0,0$  mm a srážky nebyly zaznamenány minimálně 5 po sobě jdoucích dní. Výsledná délka bezesrážkového období odpovídala počtu dní při trvání těchto kritérií. Vzhledem k přesahu některých



bezesrážkových období do studeného půlroku mohou být některá bezesrážkových období delší.

Pro účely porovnání naměřených hodnot na stanicích MESSO s naměřenými hodnotami ČHMÚ byl vypočítán klimatický normál. Klimatický normál byl počítán pro stanici Klášterní Hradisko (viz. Obr. 2), která se nachází poblíž stanice v Botanické zahradě Pedagogické fakulty UP (BOT\_PeF). Dále byla pro účely práce použita standartní data ze stanice ČHMÚ nacházející se v Olomouci Holice. Tato stanice se nachází v jižní části intravilánu Olomouce. Data pro stanici Klášterní Hradisko a Olomouc Holice byla získána v souladu se zákonem 123/1998 Sb. o právu na informace o životním prostředí z webu ČHMÚ, který zpřístupnil denní, měsíční a roční klimatologické charakteristiky naměřené na stanicích ve správě ČHMÚ za období 1961-2022. Jejich měsíční a roční charakteristiky jsou odvozeny z denních klimatologických charakteristik.



**Obr. 2 Srážkoměr ČHMÚ Klášterní Hradisko**

(Foto: autor, 30. 3. 2023)

## 4.1 Charakteristika vybraných stanic MESSO

Pro účely charakteristiky prostorového rozložení srážek v Olomouci a okolí v dekádě 2011-2020 dle měření MESSO bylo vybráno 5 měřících stanic (viz. Tab. 1). Stanice byly vybrány s ohledem na zastoupení jak městské, tak i příměstské stanice. Svou roli hrála i kvalita dat, která v případě jiných stanic MESSO byla oproti těmto vybraným nižší.

**Tab. 1: Vybrané stanice MESSO pro účelové měření srážek v dekádě 2011-2020**

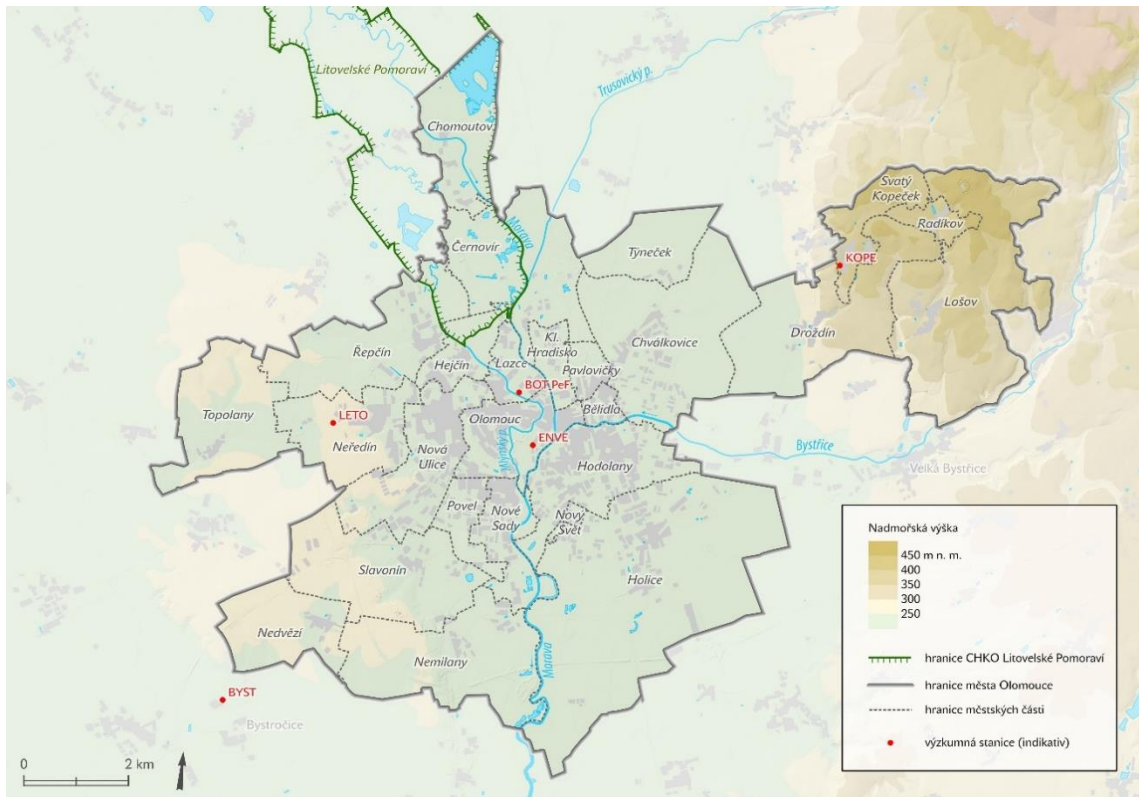
Indikativ	Název	Aktivní povrch	Typ*	Faktor zastínění oblohy	Zeměpisná šířka	Zeměpisná délka	Nadm. výška
BOT_PeF	Botanická zahrada Pedagogická fakulta UP	Tráva	M	84,01 %	N49 36.016	E17 15.457	211
BYST	Bystročice- Žerůvky	Tráva	P	80,89 %	N49 32.557	E17 11.261	218
ENVE	Třída 17. listopadu, Olomouc	Štěrk	M	100,00 %	N49 35.498	E17 15.760	230
KOPE	SŠ, Olomouc- Svatý Kopeček, ul. B. Dvorského	Tráva	P	74,14 %	N49 37.646	E17 20.330	362
LETO	Letiště Olomouc	Tráva	P	100,00 %	N49 35.482	E17 12.582	223

(zdroj: Vysoudil et al., 2012)

\* Typ = M – městská stanice, P – příměstská stanice

Každá z vybraných stanic je označována jedinečným indikativem. Indikativ označuje zkratku celého názvu a slouží pro snadnější orientaci v analyzovaných datech. Z celkem 5 vybraných stanic jsou 2 městské a 3 příměstské stanice. Na Obrázku 3 je poloha vybraných stanic. Mezi městskými stanicemi je vzdálenost přibližně 1 km. Nejzápadněji leží stanice BYST, která je současně druhá nejnižší položená. Nejvýchodněji leží stanice KOPE. Tato stanice leží v závětrí města Olomouce a zároveň se nachází v nejvyšší nadmořské výšce, a to 362 m. Na této stanici lze předpokládat nejvyšší srážkové úhrny, které budou patrně souviset spíše s orografickým efektem (návětrnou stranou) Domašovské vrchoviny než s vlivem města. Aktivní povrch většiny stanic je tvořen trvalým travním porostem, pouze v případě stanice ENVE se jedná

o štěrck. Stanice ENVE je ve svém ohledu výjimečná svým umístěním, protože se nachází na střeše Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.



**Obr. 3: Poloha vybraných stanic MESSO, stav k 31. 12. 2022**

## 5 ÚČELOVÁ GEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA OLOMOUCE

Statutární, krajské a okresní město Olomouc leží v centru Olomouckého kraje. S počtem 99 496 obyvatel se řadí mezi deset největších měst v České republice (ČSÚ, stav k 1. 1. 2022). Rozloha města činí 10 333 ha. Historie Olomouce sahá daleko do minulosti. První osídlení se datuje do doby mladší doby kamenné. Už tehdy lze předpokládat v oblasti Olomouce velmi příhodné klimatické podmínky, proto se trvalé osídlení udrželo až do dnes. Počet obyvatel města stagnuje. Olomouc je rozdělena do 27 městských částí.

### 5.1 Geomorfologické poměry

Většina statutárního města Olomouce se nachází v geomorfologickém celku Hornomoravský úval. Malá část města zasahuje do celku Nížkého Jeseníku. Podle Demka et al. (2006) je oblast je tvořena několika okrsky. Přesněji se jedná o okrsky Holická rovina, Žerotínská rovina, Přáslavská pahorkatina, Křelovská pahorkatina a Radíkovská vrchovina.

Centrum Olomouce leží v akumulční rovině Středomoravské nivy. Do této oblasti tudíž náleží stanice BOT\_PeF a ENVE. Prostějovská pahorkatina se nachází v západní části katastrálního území Olomouce. V této oblasti svou činnost vykonává příměstská stanice LETO. Stanice BYST neleží v katastrálním území Olomouce, ale taktéž náleží do podcelku Prostějovské pahorkatiny. Poslední ze zájmových stanic (LETO) se nachází ve východní části Olomouce, která patří do celku Nížkého Jeseníku. Jak napovídá název okrsku, Radíkovská vrchovina, tato stanice leží v nejvyšší nadmořské výšce.

Krajina Olomouce je výrazně antropogenně proměněna. Původní lesnatý porost byl přeměněn, byly vytvořeny velké lány polí, na kterých jsou pěstovány monokultury. Celkový chod srážek této oblasti může utvářet typický podlouhlý tvar Hornomoravského úvalu. V oblasti Radíkovské vrchoviny, na stanici KOPE, lze předpokládat vliv návětrné strany. Podle Vysoudila et al. (2012) je směr větru na území Olomouce značně proměnlivý. Mezi nejčastější větry na základě dat z let 1961-2010 patří severozápadní a severní větry. Podle dat ze stanice ENVE z let 2010-2011 se

jedná nejčastěji o jihovýchodní a jižní větry v letních měsících. V zimních měsících převládaly potom východní větry.

## 5.2 Hydrologické poměry

Olomoucí protéká jeden z největších a nejvodnatějších toků České republiky řeka Morava. Jedná se o tok dlouhý 329 km (Dibavod, 2006). Morava v okolí Olomouce vytváří meandry a zákruty. Koryto je v intravilánu města značně zredukováno a napřímeno. V minulých letech došlo ke značným změnám v okolí vodního toku. Tyto úpravy probíhají v několika etapách, z nichž dosud nedošlo k realizaci všech. V rámci úprav byl doposud zbourán a znovu postaven most na ulici Komenského a Masarykově třídě. Také došlo ke zvýšení hrází nebo rozšíření koryta. Úpravy jsou prováděny s cílem zkapacitnění koryta na průtok  $650 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  za účelem ochrany před povodněmi. Díky svým vlastnostem je Morava jedním z hlavních přírodních faktorů modelující tuto oblast. Druhou významnou řekou je Mlýnský potok, který je pravostranným přítokem řeky Moravy.

Průtok řeky městem má dopady na místní mikroklima. Jedná se o „neomezený“ zdroj vody, který může být mnohoznačně využíván. Stanice nacházející se poblíž řeky Moravy jsou BOT\_PeF a ENVE, leží na jejím pravém břehu. Stanice BOT\_PeF leží v těsné blízkosti Mlýnského potoka na jeho levém břehu.

## 5.3 Klimatické poměry

Autoři Tolasz et al. (2007) ve své publikaci *Atlas podnebí Česka* zařazují Olomouc do několika klimatických oblastí. Toto zařazení vychází z publikace Quitta (1971) *Klimatické oblasti Československa*, která pracuje s klimatickými daty z let 1901-1950. Na území Olomouce se můžeme setkat s pěti klimatickými oblastmi (viz. Tab. 2). Jedná se o Teplou oblast T2 a Mírně teplou oblast MT7, 9, 10 a 11. Pro každou z oblastí je vymezeno charakteristické množství srážek. Nejvíce srážkově příhodné jsou oblasti MT7 a MT9.

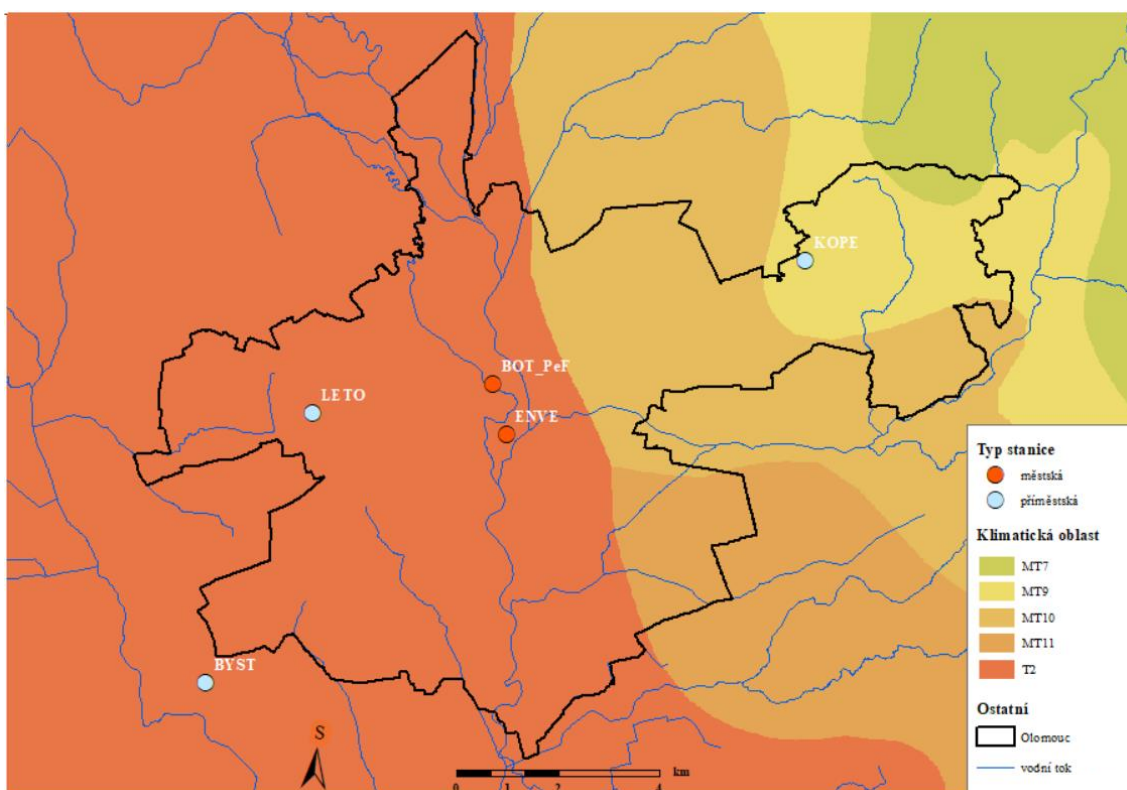
**Tab. 2: Klimatické regiony na území Olomouce a jejich srážkové charakteristiky**

Parametr	T2	MT7	MT9	MT10	MT11
Prům. počet dní se srážkami $\geq 1$ mm	90-100	100-120	100-120	100-120	90-100
Suma srážek ve vegetačním období*	350-400	400-450	400-450	400-450	350-400
Suma srážek v zimním období*	200-300	250-300	250-300	200-250	200-250
Suma srážek celkem*	550-700	650-750	650-750	600-700	550-650

(zdroj: Quitt, 1971)

\* v mm

Na Obrázku 4 je poloha stanic v rámci klimatických oblastí na území města Olomouce. Stanice KOPE, nacházející se nejvýchodněji, leží v MT 9. Tato oblast je typická vysokými srážkovými úhrny. Ostatní vybrané stanice leží v T 2. V této oblasti se ostatně nachází většina katastrálního území Olomouce.



**Obr. 4: Klimatické oblasti v Olomouci a okolí**

## **6 ČASOPROSTOROVÉ ROZLOŽENÍ SRÁŽEK V TEPLÉM PŮLROCE V LETECH 2011-2020**

Kapitola obsahuje výsledky jednotlivých poznatků zjištěných během zvolené dekády. Podkapitoly analyzují vybrané srážkové charakteristiky. Jedná se o úhrny na úrovni měsíců, let a celé dekády, počet bezesrážkových a srážkových dní, vymezení bezesrážkových období nebo prostorové srážkové úhrny. Kapitoly jsou doplněny o přehledové tabulky a obrázky.

### **6.1 Prostorové srážkové úhrny**

Prostorové srážkové úhrny byly zjištěny pro sledované území. Na základě dostupných dat byly zjišťovány prostorové srážkové úhrny pro vybrané časové úseky sledované dekády. Jedná se o podstatnou srážkovou charakteristiku, díky které můžeme porovnávat odlišná území.

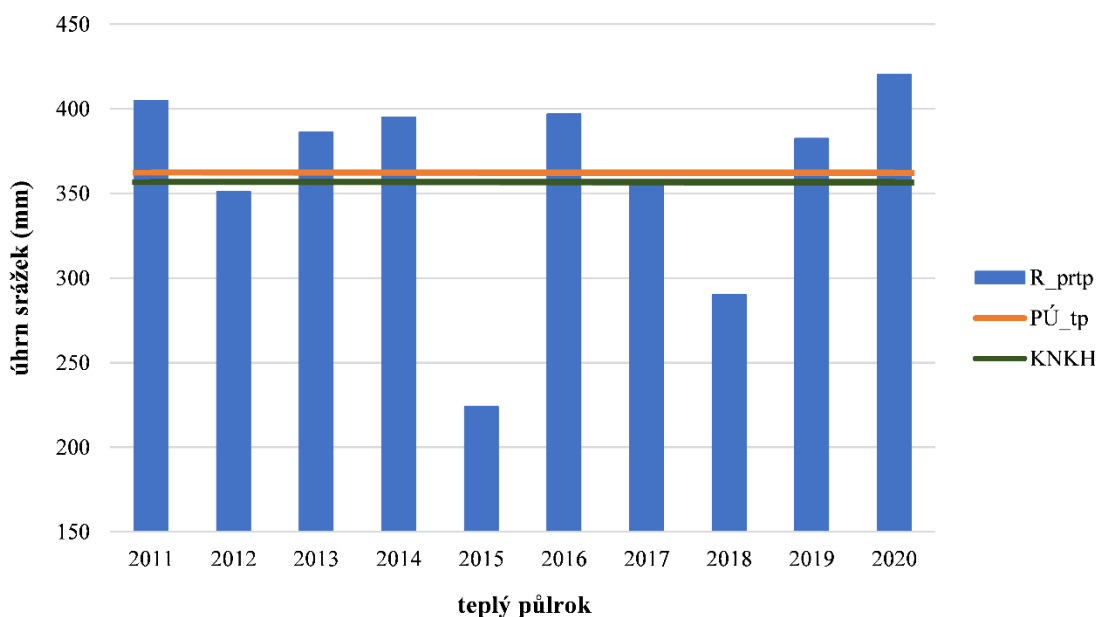
#### **6.1.1 Prostorové srážkové úhrny v teplém půlroce 2011-2020**

Na Obrázku 5 můžeme vidět komparaci průměrných úhrnů atmosférických srážek v teplém půlroce dekády 2011-2020. Na základě těchto dat byl vypočítán prostorový srážkový úhrn, který pro zájmové území činí hodnotu 362,4 mm za teplý půlrok. Průměrné úhrny atmosférických srážek v teplém půlroce byly ve sledované dekádě velmi variabilní. Při posouzení zjištěných hodnot nebyl shledán žádný významnější trend v chodu atmosférických srážek v teplém půlroce. Pouze můžeme konstatovat, že množství atmosférických srážek je meziročně variabilní. Dochází ke střídání teplých půlroků s vyšším a nižším úhrnem atmosférických srážek.

Jak je patrné z Obrázku 5 první a poslední sledovaný teplý půlrok patří mezi srážkově nejpřívětivější, kdy  $R_{prtp}$  přesahovaly 400,0 mm. Další teplé půlroky, které se vyznačovaly vysokými úhrny srážek, jsou roky 2013, 2014 a 2016. V případě půlroků 2012, 2017 a 2019 se hodnota  $R_{prtp}$  blížila prostorovému úhrnu teplého půlroku. Tyto roky můžeme označit jako průměrné. V letech 2015 a 2018 byl  $R_{prtp}$  výrazně nižší, než je hodnota prostorového úhrnu teplého půlroku.

Z volně dostupných dat ze stanice Olomouc Klášterní Hradisko byl vypočítán klimatický normál úhrnu srážek pro teplé půlroky let 1981-2010 (KNKH). Tato stanice

se nachází přibližně 1,5 km severně od stanice ENVE a přibližně 1 km východně od stanice BOT\_PeF. Hodnota KNKH je 356,8 mm. Jedná se tudíž o 5,6 mm nižší hodnotu, než je PÚ\_tp. Můžeme tedy říci, že se množství srážek za období klimatického normálu nijak výrazně nemění. Jsou pouze zaznamenány meziroční výkyvy, které se projevují srážkově chudšími a bohatšími teplými půlroky.



**Obr. 5: Srovnání R\_prtp v dekádě 2011-2020 s KNKH z let 1981-2010 a PÚ\_tp 2011-2020**

Je zřejmé, že absolutní úhrny se v jednotlivých letech teplých půlroků značně lišily (viz. Obr. 6). V teplém půlroce 2011 bylo zaznamenáno nejvíce srážek na stanici KOPE. Rovněž se jedná o nejvyšší půlroční úhrn z celé sledované dekády. Svou roli v takto vysokém úhrnu srážek mohlo sehrát umístění stanice, protože vliv návětrné strany s příhodnými větry může podmiňovat zvýšené množství srážek. Množství srážek bylo nejnižší a současně nižší než PÚ\_tp na stanici BYST. Tato stanice je umístěna východně od Olomouce. Vzhledem k malé nadmořské výšce, vlivu okolního reliéfu a dalším geofaktorům lze předpokládat nejnižší úhrny atmosférických srážek. Zbylé sledované stanice měly v tomto roce úhrny srážek vyšší, než je PÚ\_tp. Celkově tento půlrok můžeme označit za srážkově příhodný.

Úplně jiná situace nastala v teplém půlroce 2012. Jak vyjadřuje Obrázek 6, na většině stanic bylo zachyceno množství srážek nižší, než je PÚ\_tp. Paradoxně na stanici BYST byl zaznamenán nejvyšší úhrn srážek v tomto teplém půlroce. Toto byl jediný



půlrok, kdy tato skutečnost nastala. Nejnižší úhrn srážek byl zaznamenán na stanici LETO. K vyšším srážkám docházelo více na níže položených stanicích než na stanicích ve vyšší nadmořské výšce. Tato skutečnost může souviset s vlivem města na množství atmosférických srážek. Celkově jsou úhrny srážek mezi stanicemi velmi vyrovnané, nedošlo k výrazné diferenciaci mezi stanicemi a výraznému vlivu okolního prostředí.

Teplý půlrok 2013 byl na základě dostupných dat srážkově poměrně přívětivý. Úhrny srážek, kromě stanice ENVE, byly vyšší, než je PÚ\_tp. Nejvyšší úhrn srážek byl zjištěn na stanici KOPE, naopak nejnižší na stanici ENVE. Rozdíl úhrnu srážek mezi stanicemi BOT\_PeF a ENVE nebyl nikterak vysoký. Rozdíl v těchto úhrnech však můžeme vysvětlit předpokládaným vlivem dalších meteorologických prvků jako je rychlost a směr větru. Stanice ENVE může být také ovlivněna svým umístěním.

Obdobné množství srážek jako v půlroce 2013 bylo naměřeno i v teplém půlroce 2014. Největší rozdíl v úhrnech srážek byl zjištěn mezi městskou stanicí BOT\_PeF a ENVE. V tomto případě lze předpokládat ovlivnění množství srážek zejména směrem a rychlostí větru. V úvahu také musíme vzít možnost přechodu vydatnější srážkové oblačnosti nad severní polovinou města. Mezi městskými stanicemi mohlo vzniknout srážkové rozhraní, tudíž na stanici BOT\_PeF byly zaznamenány vyšší srážkové úhrny a na stanici ENVE nižší srážkové úhrny. Svůj jistý vliv má na chod srážek při západním proudění Dražanská vrchovina. Se svým nejvyšším bodem v nadmořské výšce 735 m může mít vliv na postup srážkové oblačnosti od západu.

Absolutně nejsušším obdobím z celé sledované dekády byl teplý půlrok 2015. Hodnota úhrnu srážek v teplém půlroce na stanici BYST nedosahuje ani poloviny PÚ\_tp (viz Obr. 6). Na stanici KOPE byla naměřeno v tomto půlroce nejvíce srážek, bohužel stále je tato hodnota velice nízká. Toto období bylo doprovázeno i vysokými teplotami, které v kombinaci s nedostatkem vody měly neblahý vliv nejen na ekonomiku, zemědělství, rostliny, ale i organismus člověka a další (viz kapitola 6.2).

V prvním půlroce druhé poloviny dekády byla zjištěna jedinečná skutečnost, že na všech sledovaných stanicích byly naměřeny hodnoty atmosférických srážek o několik desítek mm vyšší jako je PÚ\_tp. Nejvíce srážek bylo zachyceno na městské stanici BOT\_PeF a ENVE. V tomto půlroce lze vyloučit vliv městského prostředí na množství srážek, protože na příměstských stanicích, ačkoliv jsou od sebe vzdáleny

i několik kilometrů, bylo zjištěno obdobné množství srážek. Celkově tento teplý půlrok patří mezi srážkově nejvyšší a nejvyrovnanější.

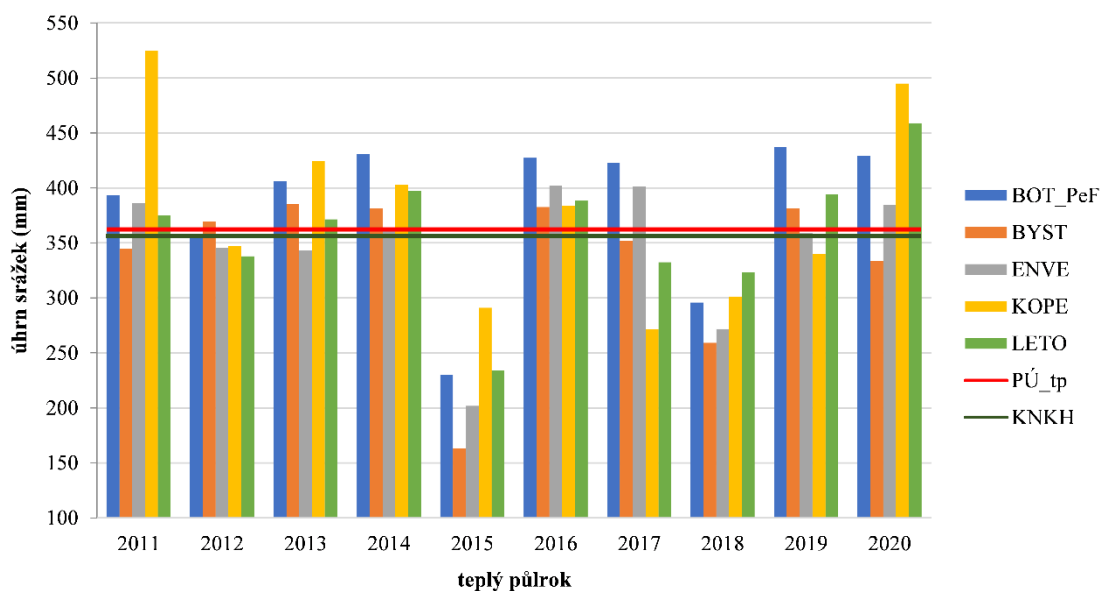
Následující teplý půlrok můžeme označit za průměrný až lehce nadprůměrný. Na dvou stanicích překonalo množství atmosférických srážek hodnotu PÚ\_tp, která je 362,4 mm (viz Obr. 6). Jedná se o městské stanice (BOT\_PeF, ENVE). Rozdíl v množství srážek mezi městskými stanicemi je velmi podobný jako v teplém půlroce 2016. Paradoxně nejnížší množství srážek bylo naměřeno na stanici, kde je obecně předpokládán nejvyšší půlroční úhrn. Jedná se o příměstskou stanici KOPE, která je zároveň v nejvyšší nadmořské výšce.

Druhým srážkově velmi slabým půlrokem je teplý půlrok 2018 (viz Obr. 6). Na všech sledovaných stanicích byla suma srážek výrazně pod PÚ\_tp. Opět bezpochyby došlo k omezení odběrů vody pro obyvatele Olomouce. Nejvíce atmosférických srážek bylo naměřeno na stanici LETO a KOPE. Tyto stanice jsou typické nejvyššími úhrny. Je to bezpochyby dáno jejich umístěním a vlivem okolního prostředí, zejména pak na stanici KOPE vlivem návětrné strany Radíkovské vrchoviny. Tato skutečnost je pouze za předpokladu proudění vzduchu ze západu. Při proudění z opačné strany vzniká efekt závětrí, který nemá pozitivní vliv na zvýšené množství srážek.

Pro teplý půlrok 2019 byly zjištěny značné rozdíly mezi jednotlivými stanicemi. Nejmenší množství srážek bylo naměřeno na stanici KOPE a největší na stanici BOT\_PeF. Na stanicích ENVE a KOPE byly zjištěny úhrny pod PÚ\_tp (viz Obr. 6). Pro poslední sledovaný teplý půlrok (2020) byla typická velká diference v rozložení atmosférických srážek. Zatímco na stanici KOPE byl zjištěn nejvyšší úhrn srážek z druhé poloviny sledované dekády, tak na stanici LETO se jednalo o nejvyšší zaznamenané množství srážek na této stanici z celé sledované dekády. Na stanici v Bystročicích bylo naměřeno množství atmosférických srážek pod PÚ\_tp.

Pouze v teplém půlroce 2019 se množství zachycených srážek na stanici ENVE nacházelo mezi hranicemi PÚ\_tp a KNKH. Ve všech ostatních případech bylo porovnání teplého půlroku s KNKH na zájmových stanicích stejné jako porovnání s PÚ\_tp. Při pohledu na Obrázek 6 je patrné kolísání srážek jak mezi teplými půlroky, tak i mezi jednotlivými stanicemi MESSO. Nejvyšší úhrny atmosférických srážek byly zjištěny v prvním a posledním sledovaném teplém půlroce. Naopak nejnížší úhrny srážek nastaly v teplých půlrocích 2015 a 2018. V těchto letech byla situace opravdu kritická.

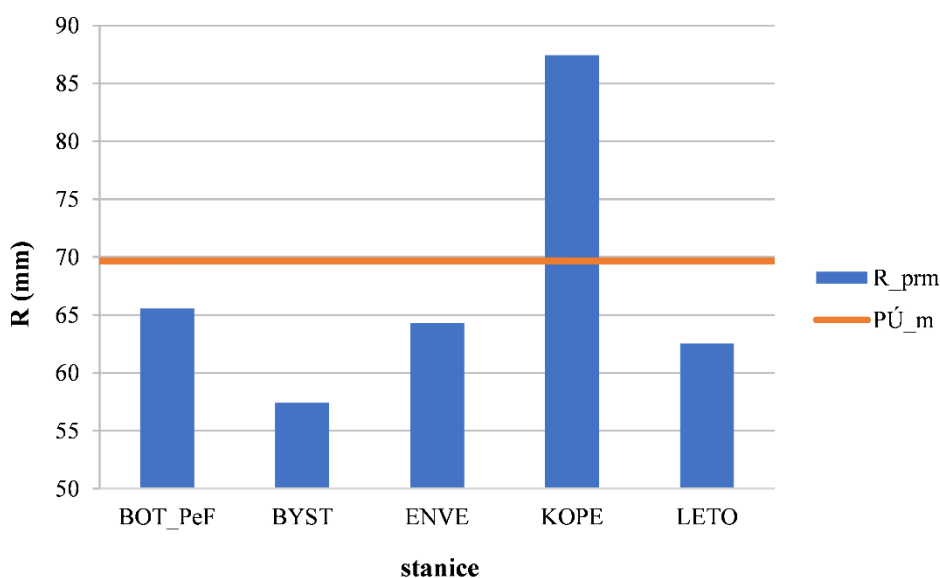
V některých půlrocích byly rozdíly v úhrnech srážek mezi stanicemi opravdu markantní. Jako hlavní příčiny můžeme s největší pravděpodobností uvést rozdílné proudění srážkové oblačnosti. Často se stává, že srážková oblačnost přechází pouze nad severní polovinou města Olomouce a v jižní části například vůbec neprší. Svou roli může hrát i pásmovitá oblačnost, která přechází pouze nad některými stanicemi. Svou roli bezpochyby také hraje orografie, kdy na stanici KOPE jsou zjištěny vyšší úhrny srážek. V neposlední řadě může mít na srážky vliv také antropogenní znečištění ovzduší a celkově městský prostor. Nejvíce srážek za celé sledované období bylo zachyceno na stanicích BOT\_PeF a KOPE. Nejméně srážek bylo zachyceno na stanicích BYST a ENVE.



**Obr. 6: Srovnání absolutních úhrnů atmosférických srážek v TP 2011-2020 s KNKH z let 1981-2010 a PÚ\_tp 2011-2020**

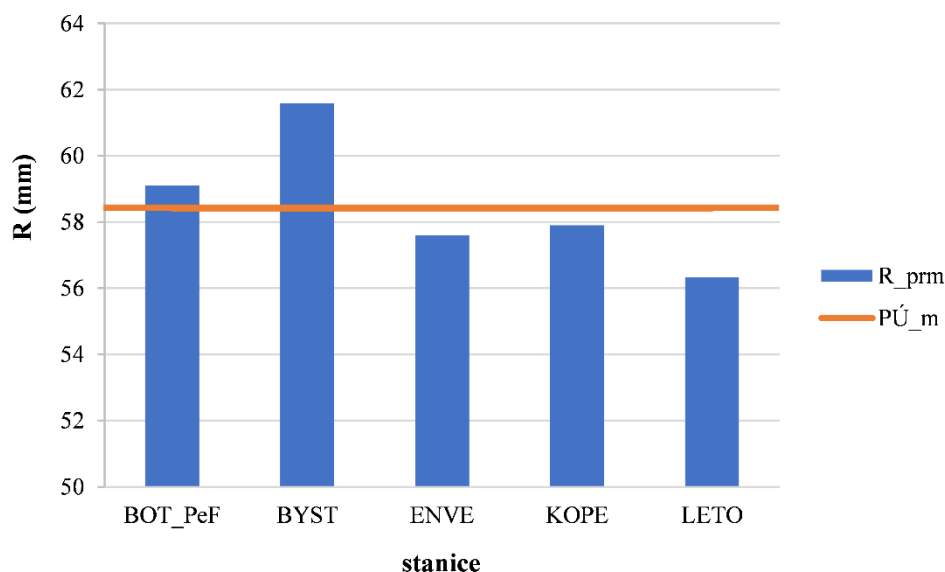
### 6.1.2 Prostorové srážkové úhrny v teplém půlroce 2011-2020

Pro teplý půlrok 2011 byl PÚ<sub>m</sub> vypočítán na hodnotu 69,7 mm srážek. Nejvyšší R<sub>prn</sub> byl zjištěn na stanici KOPE (viz Obr. 7). Pouze na této stanici překročil R<sub>prn</sub> hodnotu PÚ<sub>m</sub>. Na zbylých sledovaných stanicích byla hodnota R<sub>prn</sub> nižší. Nejnižší hodnota R<sub>prn</sub> byla zjištěna na stanici BYST.



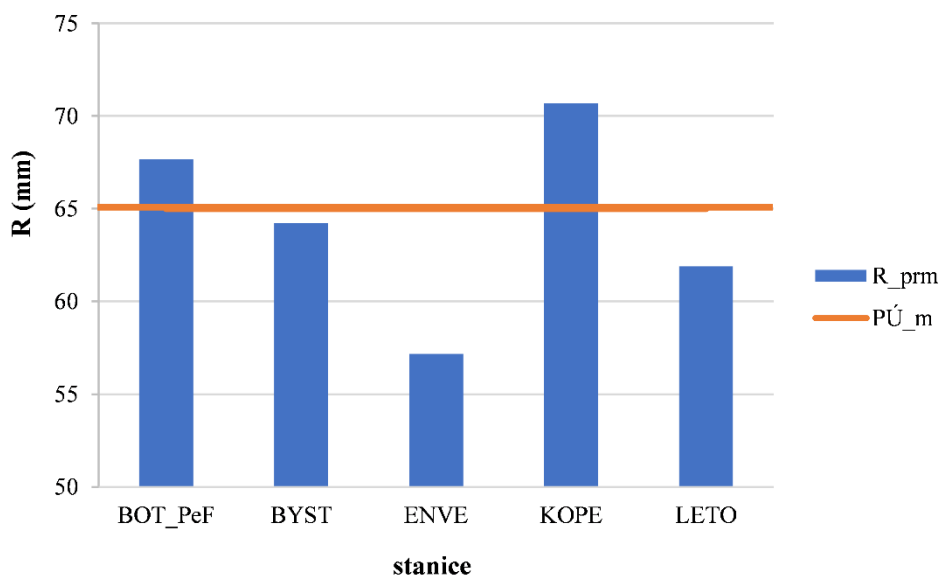
**Obr. 7: Srovnání R<sub>prn</sub> v TP 2011 s PÚ<sub>m</sub> 2011**

Podle Obrázku 8 je zřejmé, že v teplém půlroce 2012 bylo prostorové rozložení srážek na zvoleném území zcela odlišné. PÚ<sub>m</sub> byl vypočítán na hodnotu 58,4 mm, což je o 16,2 % nižší hodnota než PÚ<sub>m</sub> v teplém půlroce 2011. Hodnota PÚ<sub>m</sub> v teplém půlroce 2012 byla překročena pouze na stanicích BOT\_PeF a Byst. Na stanicích ENVE, KOPE a LETO byla hodnota R<sub>prn</sub> nepatrně nižší jako je PÚ<sub>m</sub>.



**Obr. 8: Srovnání R\_prm v TP 2012 s PÚ\_m 2012**

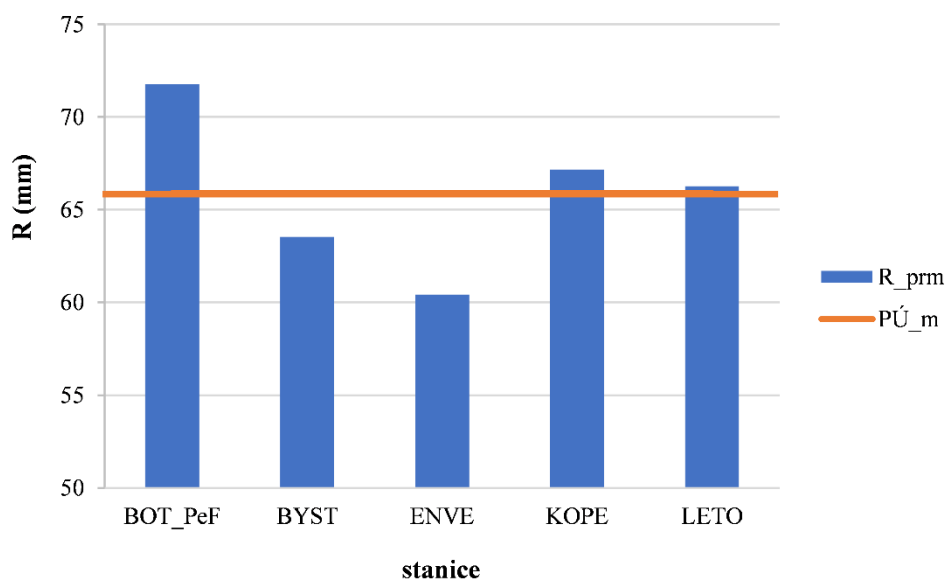
V teplém půlroce 2013 bylo množství srážek poměrně příznivé (viz Obr. 9). Hodnota PÚ\_m byla 65,0 mm. Na stanici BOT\_PeF byla hodnota R\_prm 67,7 mm a na stanici KOPE 70,7 mm. Na stanici ENVE byla zjištěna nejnižší hodnota R\_prm, a to 57,2 mm. V porovnání s PÚ\_m teplého půlroku 2012 je PÚ\_m teplého půlroku 2013 vyšší o 11,2 %.



**Obr. 9: Srovnání R\_prm v TP 2013 s PÚ\_m 2013**

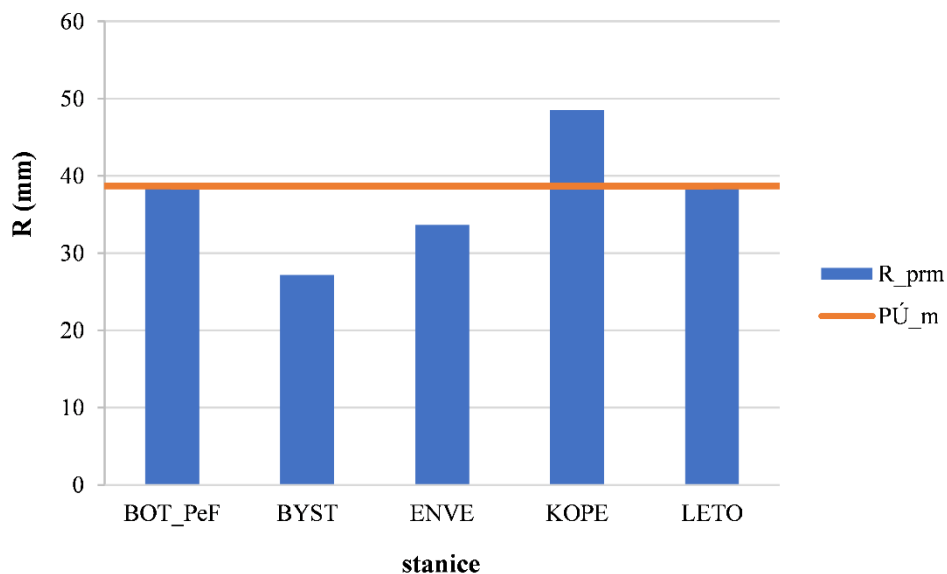
Jak můžeme vidět na Obrázku 10, teplý půlrok 2014 byl taktéž srážkově nadnormální. Na všech stanicích byl R\_prm vyšší než 60,0 mm. Nejvíce atmosférických

srážek bylo naměřeno na stanici BOT\_PeF, KOPE a LETO, kde byl překročen PÚ\_m, který je pro tento půlrok 65,9 mm.



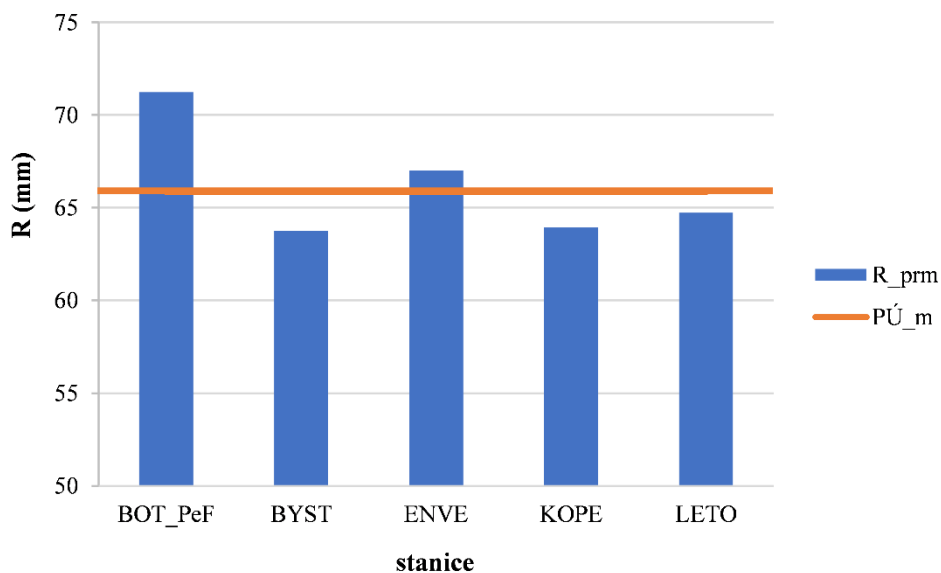
**Obr. 10: Srovnání  $R_{prn}$  v TP 2014 s  $PÚ_m$  2014**

Vůbec nejsušším půlrokem z celé sledované dekády byl teplý půlrok 2015. Pro toto období byl stanoven  $PÚ_m$  na pouhých 38,6 mm. Toto je pokles o neuvěřitelných 41,4 % v porovnání s  $PÚ_m$  teplého půlroku 2014. Hodnota 38,6 mm byla na základě výpočtu  $R_{prn}$  překročena pouze na stanicích KOPE a LETO (viz Obr. 11). Nejnižší hodnota  $R_{prn}$  byla zjištěna na stanici BYST, jednalo se o pouhých 27,2 mm. To je nejnižší  $R_{prn}$  z celé sledované dekády.



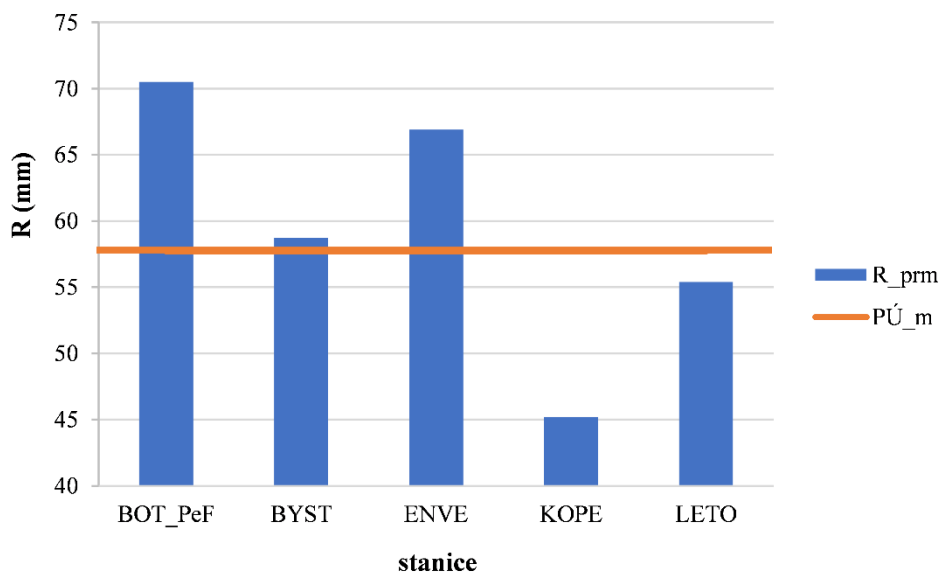
**Obr. 11: Srovnání R\_prm v TP 2015 s PÚ\_m 2015**

Pro teplý půlrok 2016 byla srážková situace na území města Olomouce a jeho okolí daleko příznivější. PÚ\_m byl 65,9 mm. V porovnání s předchozím PÚ\_m je hodnota PÚ\_m teplého půlroku vyšší o 70,6 %. Pouze na městských stanicích překročil R\_prm PÚ\_m. Na zbylých sledovaných stanicích MESSO byla hodnota R\_prm velmi podobná (viz Obr. 12).



**Obr. 12: Srovnání R\_prm v TP 2016 s PÚ\_m 2016**

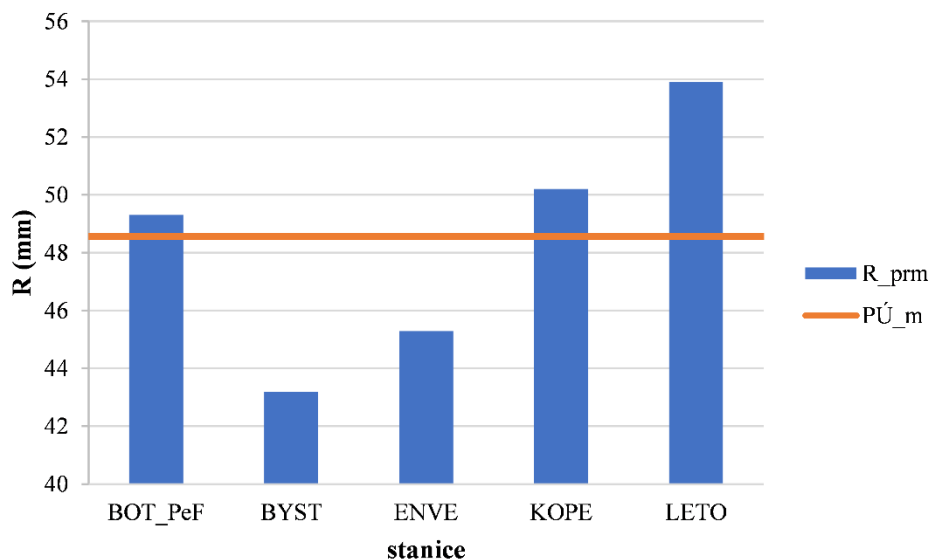
V teplém půlroce 2017 bylo množství srážek průměrné. Jak nám napovídá Obrázek 13, na třech sledovaných stanicích byla v teplém půlroce dosažena hodnota PÚ\_m (57,7 mm). Jednalo se o stanice BOT\_PeF, ENVE a BYST. Na stanici BOT\_PeF byla hodnota R\_prm (70,5 mm) daleko vyšší než PÚ\_m. Nejnižší hodnota R\_prm byla paradoxně zjištěna na nejvýše položené stanici KOPE. V tomto případě se jednalo o hodnotu 45,2 mm.



**Obr. 13: Srovnání R\_prm v TP 2017 s PÚ\_m 2017**

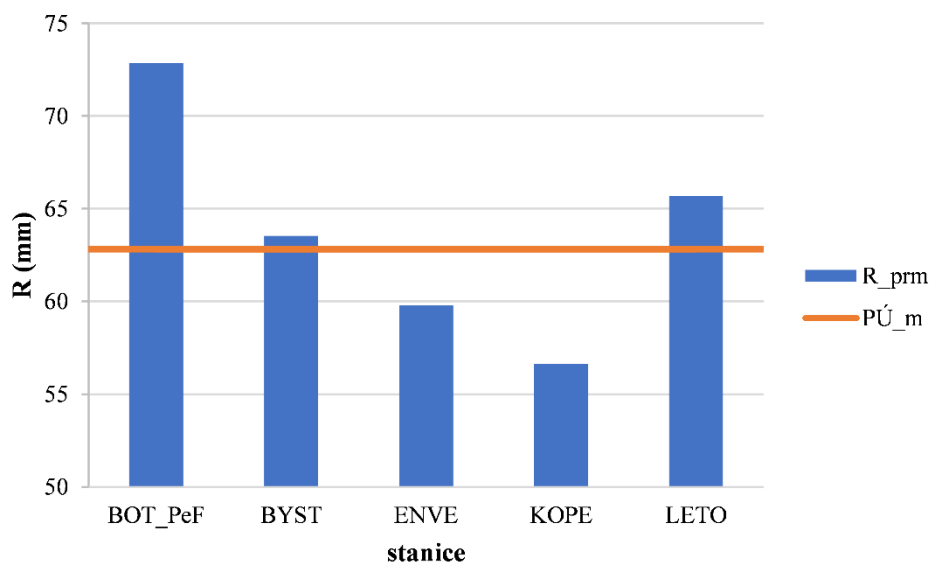
Teplý půlrok 2018 byl druhým nejsušším z celé sledované dekády. O tom samostatně vypovídají i hodnoty v Obrázku 14. Hodnota PÚ\_m byla vypočítána na 48,6 mm. V porovnání s hodnotou PÚ\_m za teplý půlrok 2017 je současná hodnota o 15,8 % nižší. Na stanicích BYST a ENVE byl R\_prm nižší, než je PÚ\_m. Hodnota PÚ\_m (48,6 mm) byla překročena na stanicích LETO, KOPE a BOT\_PeF. Stanice KOPE měla nejvyšší R\_prm, a to 53,9 mm.





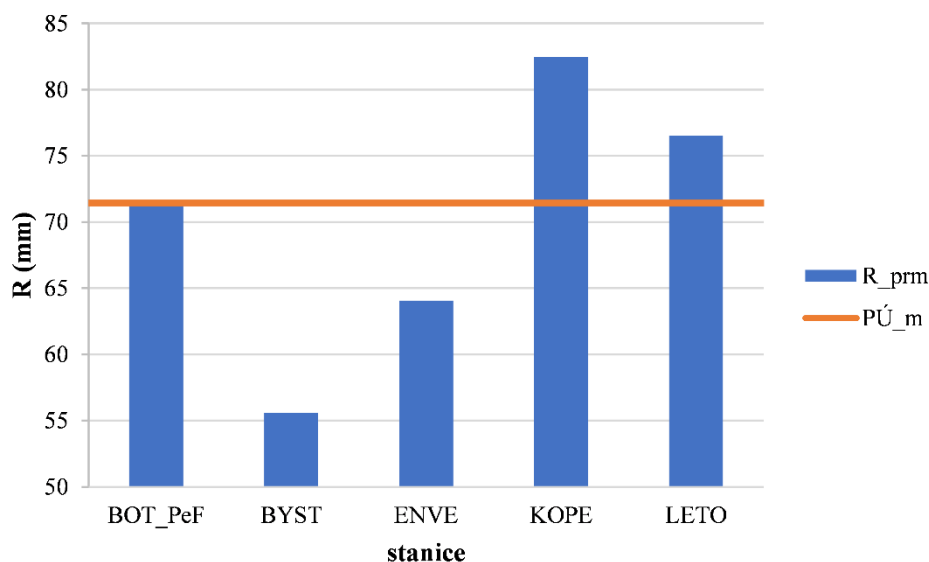
**Obr. 14: Srovnání R<sub>prm</sub> v TP 2018 s PÚ<sub>m</sub> 2018**

Na základě hodnoty PÚ<sub>m</sub> (62,8 mm) můžeme zjistit, že teplý půlrok 2019 byl srážkově poměrně příhodný (viz Obr. 15). Oproti minulému teplému půlroku vzrostla hodnota PÚ<sub>m</sub> o 29,3 %. Nejméně srážek bylo zachyceno na stanici KOPE. R<sub>prm</sub>, zde byl 56,6 mm. Opačná situace byla v teplém půlroce 2019 na stanici BOT\_PeF, kde byl R<sub>prm</sub> úctyhodných 72,9 mm.



**Obr. 15: Srovnání R<sub>prm</sub> v TP 2019 s PÚ<sub>m</sub> 2019**

Jak už bylo zmíněno, poslední sledovaný teplý půlrok byl srážkově nejprůvětivější. O tom vypovídá i hodnota  $P\dot{U}_m$ , která je 71,4 mm a jedná se tudíž o nejvyšší hodnotu  $P\dot{U}_m$ .  $R_{prm}$  byla nejvyšší na stanici KOPE (82,5 mm). Na stanicích LETO a BOT\_PeF byla hodnota  $P\dot{U}_m$   $R_{prm}$  také překročena (viz Obr. 16). Nejnižší hodnota  $R_{prm}$  v teplém půlroce 2020 byla zjištěna na stanici BYST (55,6 mm)

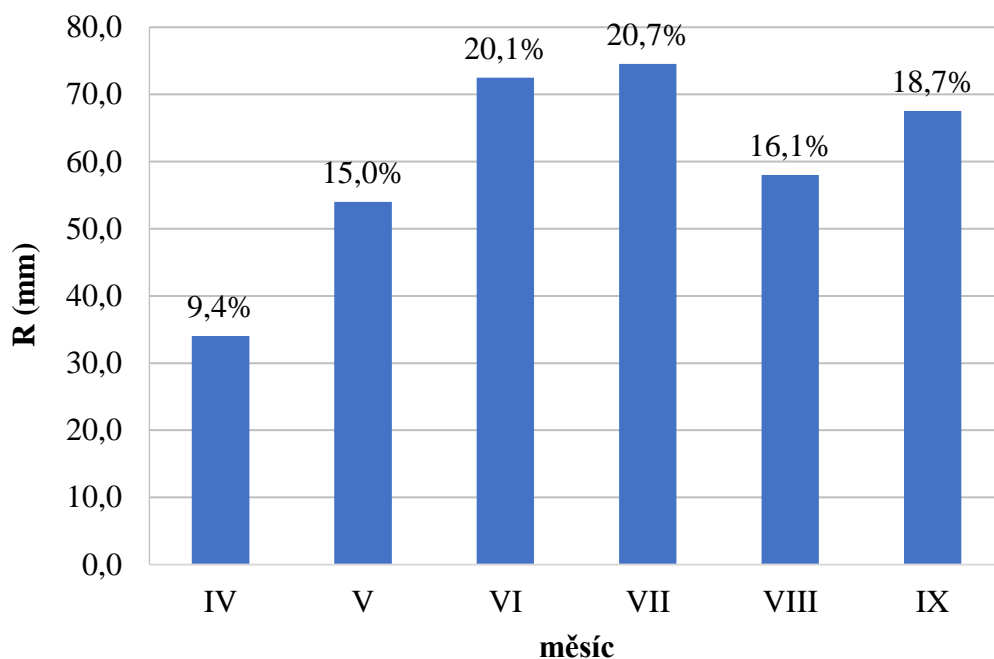


**Obr. 16: Srovnání  $R_{prm}$  v TP 2020 s  $P\dot{U}_m$  2020**

### 6.1.3 Prostorové srážkové úhrny v jednotlivých měsících dekády

Průměrné měsíční úhrny atmosférických srážek ( $R_{prm}$ ) v dekádě 2011-2020 najdeme v Obrázku 17. Nyní se tedy jedná o průměrnou hodnotu úhrnů v jednotlivých měsících za celou sledovanou dekádu. Díky tomu zjistíme měsíční rozložení atmosférických srážek v rámci teplého půlroku na studovaném území. Jak je z Obrázku 17 patrné, nejnižší úhrny můžeme v teplém půlroce očekávat v měsíci duben. Jedná se o 9,4 % z celkového půlročního úhrnu. Pro květen je typický nárůst celkových úhrnů srážek.  $R_{prm}$  května je 54,0 mm a jedná se o 15,0 % celkových úhrnů teplého půlroku. V následujícím měsíci je opět předpokládán další nárůst úhrnu srážek. V porovnání s květnem je pro červen zaznamenán  $R_{prm}$  vyšší přibližně o 5,0 %. V červnu a červenci by se  $R_{prm}$  měla pohybovat kolem 70,0 mm, jedná se tudíž

o měsíce s nejvyššími úhrny v rámci teplého půlroku. V srpnu, jakožto v našich podmínkách nejteplejším měsíci roku, dochází k mírnému poklesu  $R_{\text{prm}}$ . Hodnota  $R_{\text{prm}}$  v srpnu je srovnatelná s úhrny  $R_{\text{prm}}$  v květnu.  $R_{\text{prm}}$  září představuje 18,7 % celkového úhrnu teplého půlroku. V  $R_{\text{prm}}$  můžeme v rámci teplého půlroku pozorovat z počátku nárůst úhrnů srážek. Následně jsou  $R_{\text{prm}}$  konstantní a v závěru teplého půlroku dochází k poklesu  $R_{\text{prm}}$ .



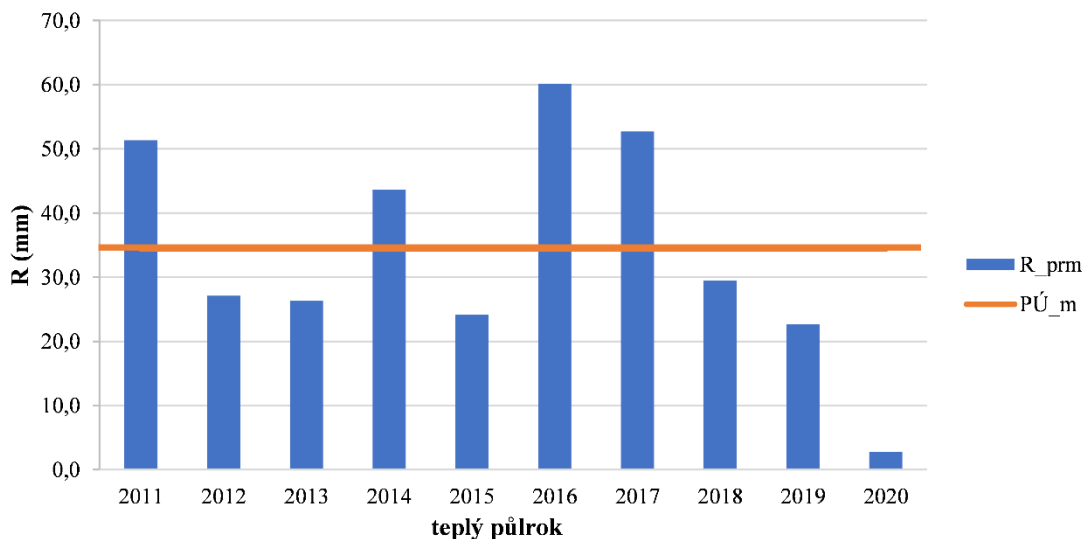
**Obr. 17: Měsíční úhrn atmosférických srážek v Olomouci a okolí**

Z Obrázku 18 zjistíme, jaké bylo rozložení srážek v dubnu v období let 2011-2020. Důležité je si uvědomit, že  $R_{\text{prm}}$  značí průměrný úhrn srážek v měsíci dubnu za všechny sledované stanice (BOT\_PeF, BYST, ENVE, KOPE a LETO) v daném roce. Analýzy delších časových období mohou poskytovat zkreslené informace o měsíčním rozložení srážek v jednotlivých teplých půlrocích. Proto například při pohledu na Obrázek 5 můžeme nabýt dojem, že ve všech měsících teplého půlroku byly srážky nadprůměrné. Opak je ale pravdou (viz Obr. 18). Duben 2020 byl druhým nejsušším měsícem z celé sledované dekády. Takto výrazný deficit vláhy v jarních měsících má výrazné ekonomické dopady především v oblasti zemědělství a lesním hospodářství.

Pouze v letech 2011, 2014, 2016 a 2017 byl  $R_{\text{prm}}$  v dubnu vyšší, než je  $PÚ_{\text{m}}$ , který je 34,4 mm. Nejvíce byla hodnota 34,4 mm překročena v dubnu 2016, kdy byl  $R_{\text{prm}}$  na sledovaných stanicích MESSO 60,2 mm. V celkovém srovnání byl teplý

půlrok 2016 mírně nadprůměrný. Za srovnatelné můžeme považovat úhrny v dubnech let 2012, 2013, 2015, 2018 a 2019. V těchto letech se  $R_{\text{prm}}$  duben ve sledované oblasti pohyboval mezi 20,0 mm a 30,0 mm.

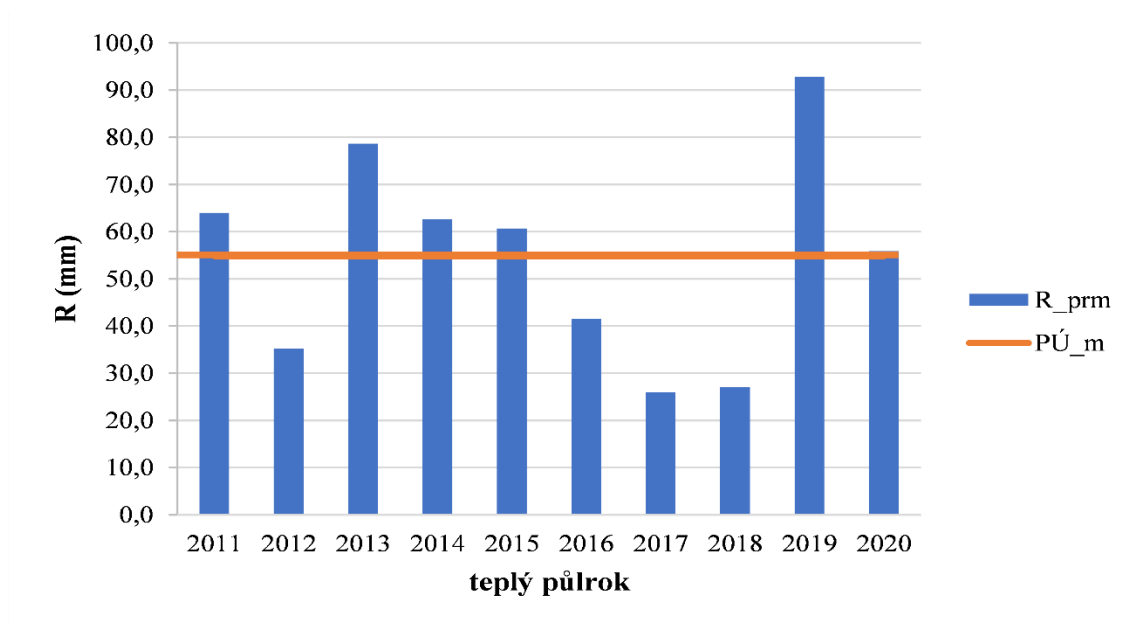
Srážky v jarních měsících jsou často rozhodujícím faktorem pro množství zemědělské úrody. Mnoho zemědělských plodin se sází zejména v jarních měsících. Jedná se například o jarní druhy pšenice a ječmene, dále také kukuřici, řepu nebo v tuzemsku proslulý mák setý. V této době začíná i vegetační období nezemědělským rostlinám. Jarní srážky jsou důležité pro biorytmus mnoha živočichů. Jelikož se v okolí Olomouce nacházejí lužní lesy, jedná se o různé druhy bezobratlých, kteří jsou závislí na vydatných jarních deštích. Jako další můžeme uvést obojživelníky nebo ptactvo.



**Obr. 18: Komparace  $R_{\text{prm}}$  v dubnu na sledovaných stanicích MESSO s  $PÚ_m$  2011-2020**

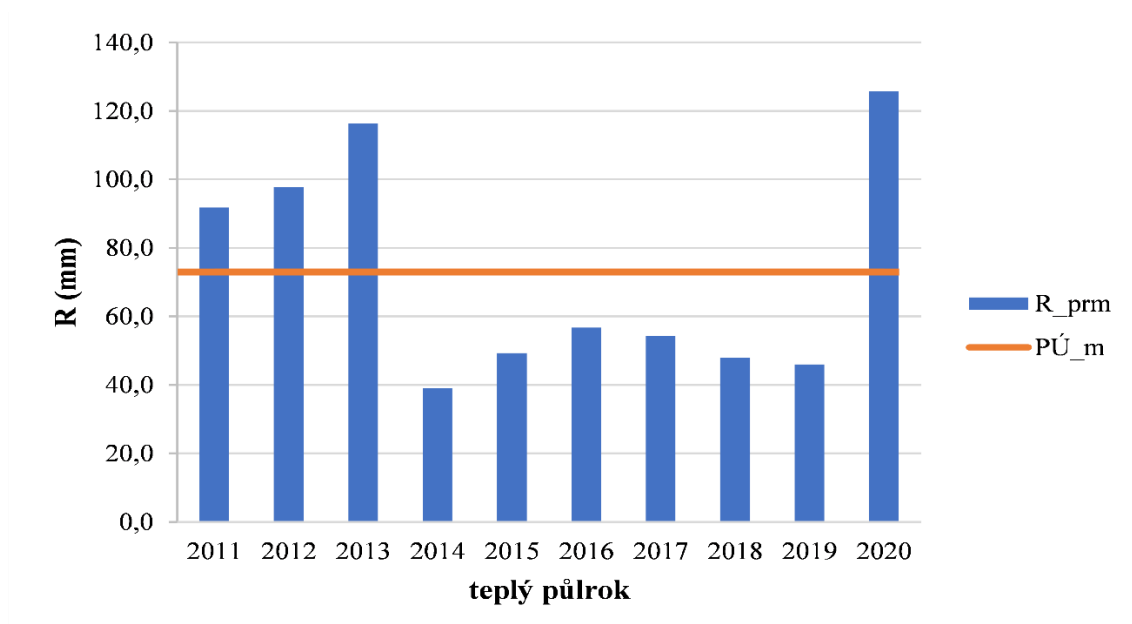
Květen byl ve většině sledovaných let této dekády typický výrazným nárůstem srážek. Pouze v letech 2016, 2017 a 2018 došlo k poklesu  $R_{\text{prm}}$  mezi měsíci duben a květen. Hodnota  $PÚ_m$  května byla 54,8 mm. Nejméně srážek v květnu bylo zachyceno v roce 2017 (viz Obr. 19). Při srovnání s průměrnými hodnotami teplých půlroků (viz Obr. 5) je průměrná hodnota srážek teplého půlroku 2017 jedna z nejvyšších z dekády 2011-2020.  $R_{\text{prm}}$  května v roce 2019 byl nejvyšší ze všech  $R_{\text{prm}}$  květnů. Ve většině sledovaných let byl  $R_{\text{prm}}$  vyšší než  $PÚ_m$ . Od roku 2013 je

byl zaznamenán kontinuální pokles květnového  $R_{\text{prm}}$ . Situace se výrazně zlepšila až v 2019, kdy, jak už bylo zmíněno, se jednalo o nejvyšší květnový  $R_{\text{prm}}$ .



**Obr. 19: Komparace  $R_{\text{prm}}$  v květnu na sledovaných stanicích MESSO s  $P\acute{U}_m$  2011-2020**

Obrázek 20 porovnává hodnoty  $R_{\text{prm}}$  v měsíci červnu a hodnoty  $P\acute{U}_m$  pro měsíc červen. Červen patří v oblasti Olomouce mezi druhý srážkově nejvydatnější. Tomu odpovídá i hodnota  $R_{\text{prm}}$  v červnu, která je 73,0 mm. Červnové  $R_{\text{prm}}$  vykazují zajímavý charakter. V letech 2011-2013 byly červny srážkově nadprůměrné, kdy  $R_{\text{prm}}$  překročil hranici 73,0 mm. V roce 2014 nastal výrazný pokles v úhrnu červnových srážek (viz. Obr. 20). Oproti úhrnu v červnu 2013 nastal pokles o 66,5 %. Takováto výrazná meziroční změna se nikterak výrazně neprojevila na celkovém úhrnu v teplém půlroce 2013 a 2014, kdy  $R_{\text{prtp}}$  byl prakticky srovnatelný (viz. Obr 5). V období let 2014-2019 došlo nejprve k postupnému nárůstu a následně poklesu  $R_{\text{prm}}$  pro červen. V červnu 2020 hodnota  $R_{\text{prm}}$  odráží na celkovém  $R_{\text{prtp}}$ , kdy se v teplém půlroce 2020 jednalo o srážkově nejvydatnější období z dekády 2011-2020. Červen 2020 byl výrazně nadprůměrný, kdy  $R_{\text{prm}}$  byl úctyhodných 125,7 mm. O tom svědčí i informace z ČHMÚ, které uvádějí červen 2020 jako nejdeštivější červen od začátku soustavného měření v roce 1961.



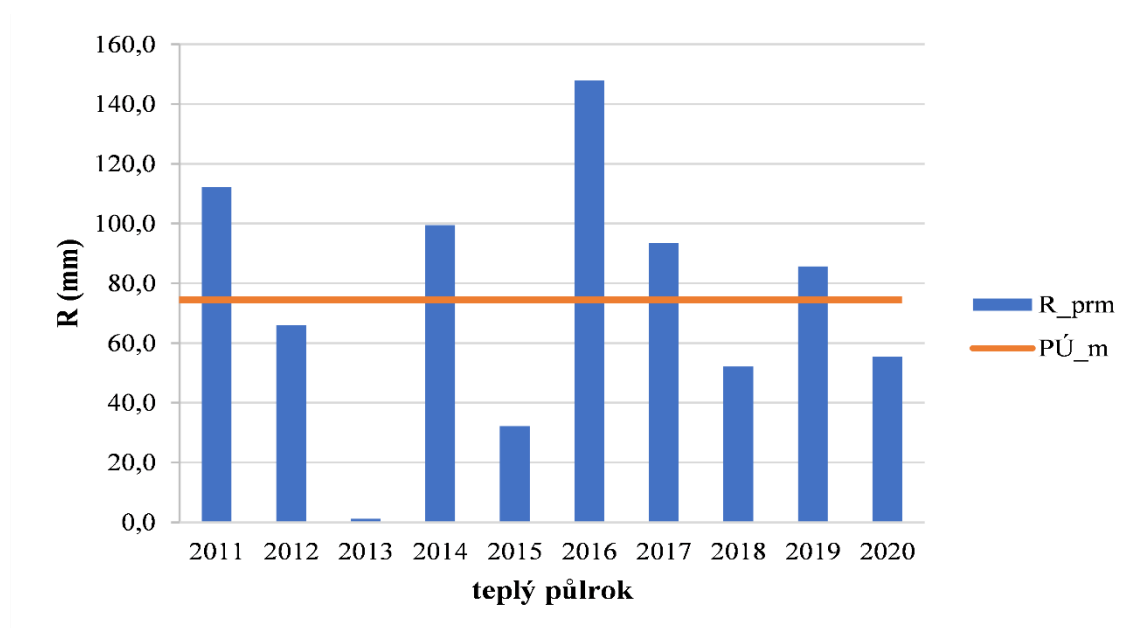
**Obr. 20: Komparace R<sub>prm</sub> v červnu na sledovaných stanicích MESSO s PÚ<sub>m</sub> 2011-2020**

Červenec bývá v našich oblastech jedním z nejdeštivějších měsíců. Pro teplý půlrok to platí jednoznačně. Při pohledu na Obrázek 21 to ale nemusí být na první pohled zřejmé. K tomuto srovnání nám poslouží hodnota PÚ<sub>m</sub> červenec, která je pro tuto dekádu stanovena na 74,4 mm. Jedná se tudíž o nejvyšší hodnotu PÚ<sub>m</sub> ve sledované oblasti.

Srážkově nejvíce vydatnými měsíci byly července 2016 (147,9 mm) a 2011 (112,2 mm). V červenci 2016 se jednalo o vůbec nejvyšší hodnotu R<sub>prm</sub> (viz. Obr. 21) z celé sledované dekády. Průměrný úhrn byl v červenci 2016 na sledovaných stanicích MESSO 147,9 mm. Nejčastější výskyt srážek byl na počátku druhé a konci třetí dekády měsíce. Jednalo se převážně o deště krátkodobého charakteru. Výjimkou nebyly dny s úhrny přes 20,0 mm. Překvapivé je, že srážkově takto nadprůměrný byl pouze měsíc červenec. V ostatních měsících teplého půlroku 2016 byly srážky výrazně nižší.

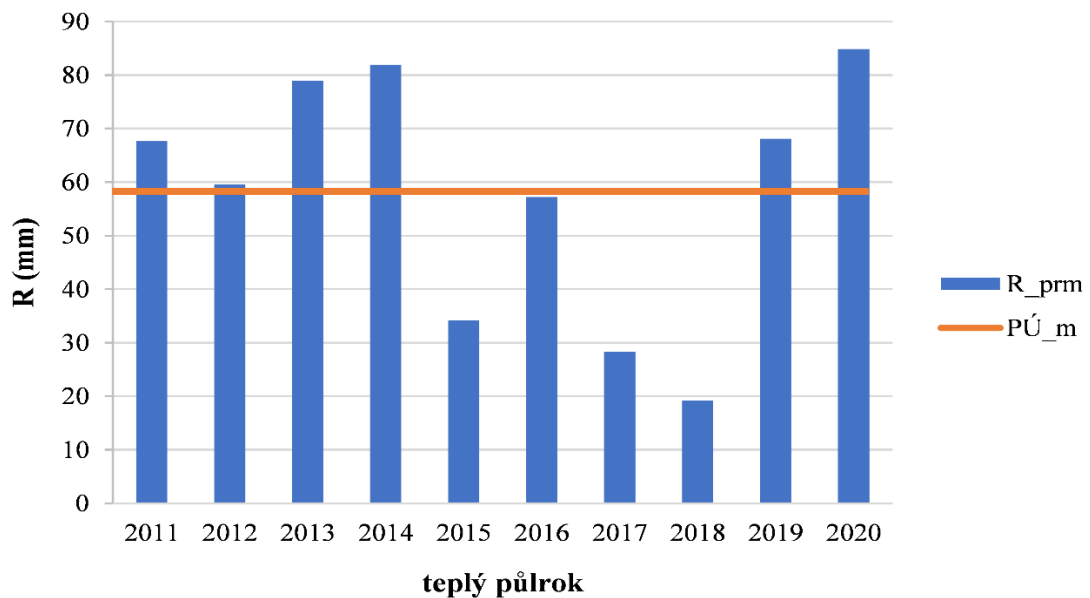
Celkově bylo meziroční množství srážek v červenci velmi odlišné. Polovina sledovaných let má R<sub>prm</sub> vyšší než PÚ<sub>m</sub> a polovina let nižší R<sub>prm</sub> než PÚ<sub>m</sub>. Amplituda R<sub>prm</sub> v červenci 2011-2020 činila 146,7 mm. Přesněji se jedná o rozdíl mezi červenci roku 2013 a 2016 (viz. Obr. 21). Červenec 2013 byl velmi suchý. Jako příklad můžeme uvést naměřené hodnoty ze stanice BOT\_PeF, kdy celkové množství srážek za červenec 2013 bylo pouhých 0,8 mm. V tomto období lze předpokládat

i nejdelší bezsrážkové období. Při srovnání Obrázku 21 a 5 zjistíme, že ostatní měsíce tohoto půlroku byly srážkově nadprůměrné, protože výsledná hodnota  $R_{prtp}$  převyšuje  $PÚ_{tp}$  i KNKH.



**Obr. 21: Komparace  $R_{prpm}$  v červenci na sledovaných stanicích MESSO s  $PÚ_m$  2011-2020**

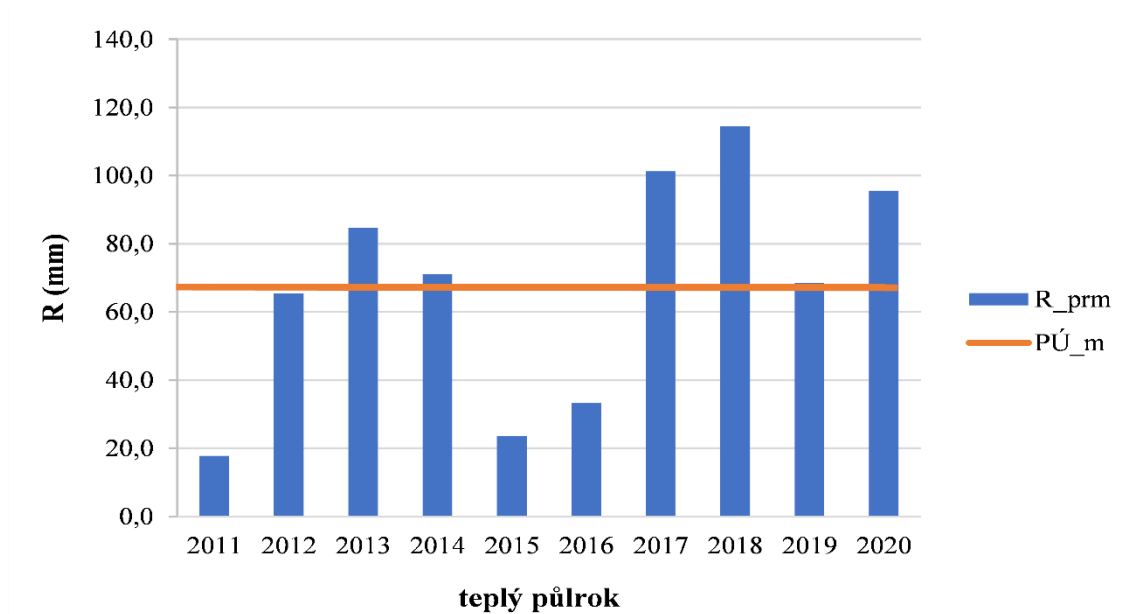
Srpen patří na našem území mezi nejteplejší měsíc roku. Je charakteristický nejvyšším počtem letních a tropických dní. S vysokými teplotami souvisí riziko vzniku bouřek a přívalových dešťů, které jsou pro našem území v letních měsících typické. Na základě údajů v Obrázku 22 zjistíme, že v šesti letech byla srpnová hodnota  $R_{prpm}$  vyšší než  $PÚ_m$ . Pouze v letech 2015-2018 se  $R_{prpm}$  srpna pohyboval pod hodnotou  $PÚ_m$  (58,3 mm). Nejméně srážek napadlo v srpnu 2018 (viz. Obr. 22). S tím souvisí i celková výše  $R_{prtp}$ , která v tomto teplém půlroce vykazovala druhou nejnižší hodnotu viz. Obr. 5). V srpnu 2020 byly zaznamenány nadprůměrné srážky na všech sledovaných stanicích MESSO. O této skutečnosti vypovídá i srpnová hodnota  $R_{prpm}$  v roce 2020, která odpovídá i  $R_{prtp}$ .



**Obr. 22: Komparace R<sub>prm</sub> v srpnu na sledovaných stanicích MESSO s PÚ<sub>m</sub> 2011-2020**

Posledním měsícem teplého půlroku je září. Jedná se o první podzimní měsíc, který se vyznačuje trvalými dešti. Nejméně srážek bylo zachyceno v září 2011, 2015 a 2016 (viz Obr. 23). V těchto letech byl R<sub>prm</sub> výrazně pod hodnotou PÚ<sub>m</sub> (67,4 mm). Nejnižší hodnota R<sub>prm</sub> byla vypočítána pro září 2011 (17,8 mm). Ve zbylých sledovaných letech byl R<sub>prm</sub> vyšší než PÚ<sub>m</sub>. Nejvyšší R<sub>prm</sub> září nastal v roce 2018 (114,4 mm). Úhrny v září vykazují značnou variabilitu a nelze u nich prokázat jednoznačný trend.





**Obr. 23: Komparace R<sub>prm</sub> v září na sledovaných stanicích MESSO s PÚ<sub>m</sub> 2011-2020**

## 6.2 Charakteristika srážkových úhrnů

V této kapitole se zabýváme naměřenými hodnotami srážkových úhrnů. Výši srážkových úhrnů můžeme vyjádřit několika způsoby. Jako konvenční se považuje množství srážek v mm za určitý časový úsek. Standardně jsou uváděny hodinové nebo denní srážkové úhrny. Jednou z dalších charakteristik je srážková pravděpodobnost. Dále jsou uvedeny konkrétní dny v týdnu s ohledem na možnost posouzení zákonitosti týdenního chodu srážek.

### Teplý půlrok 2011

V roce 2011 byl v teplém půlroce zaznamenán nejvyšší srážkový úhrn na stanici KOPE, a to 524,6 mm (viz. Tab. 3). Tento úhrn výrazně převyšoval úhrny na ostatních sledovaných stanicích. Nejnižší úhrn byl zjištěn na příměstské stanici BYST, která se nachází východně od Olomouce. R<sub>prm</sub> byl nejvyšší na stanici KOPE (87,4) a nejnižší na stanici BYST (57,4). Jedná se o značný rozdíl mezi stanicemi. Nejvyšší R<sub>dmax</sub> byla taktéž zaznamenána na stanici KOPE, jednalo se o 34,4 mm. Tato hodnota byla naměřena 28. července. Jednalo se o přivalový déšť krátkého trvání s velmi vysokými hodinovými úhrny. Nejnižší R<sub>dmax</sub> bylo zjištěno na stanici BYST dne 21. 7.

R\_dtdmax byl ve většině případů čtvrtek, pouze na stanici ENVE bylo zjištěno R\_ddmax v úterý. Průměrná srážková pravděpodobnost v teplém půlroce 2011 byla pro sledované území 47,1 %. V tomto případě můžeme říci, že na městských stanicích byly zjištěny atmosférické srážky častěji než na stanicích příměstských. Na příměstských stanicích byla srážková pravděpodobnost nižší, než je průměr sledovaných stanic. Z těchto informací je patrné, že pokud prší v oblasti Svatého Kopečku, jedná se o srážky s vyššími srážkovými úhrny než ve zbylých sledovaných oblastech.

**Tab. 3: Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2011**

Charakteristika	BOT_PeF	BYST	ENVE	KOPE	LETO	Průměr
R_tp	393,4	344,5	385,9	524,6	375,2	404,7
R_prm	65,6	57,4	64,3	87,4	62,5	67,5
R_dmax	29,8	23,8	32,6	34,4	25,0	29,1
R_dtdmax	21. 7.	21. 7.	14. 6.	28. 7.	21. 7.	x
R_ddmax	čtvrtek	čtvrtek	úterý	čtvrtek	čtvrtek	x
P	47,5	47,0	51,4	44,3	45,4	47,1

### Teplý půlrok 2012

Nejvyšší denní maximum atmosférických srážek bylo v teplém půlroce 2012 zjištěno opět na stanici KOPE, a to 35,2mm (viz. Tab. 4). Nejnižší hodnota denního maxima byla naměřena na stanici ENVE (25,1 mm). V teplém půlroce 2012 jsme mohli zaznamenat snížení množství srážek v porovnání s přechozím teplým půlrokem. Průměrné srážky byly na sledovaném území nižší o 13,0 %. R\_prm byl nejnižší na stanici LETO (56,3 mm) a nejvyšší na stanici BYST (61,6 mm). R\_dmax byl vyhodnocen jako nejvyšší na stanici KOPE (35,2 mm). Hodnota se nijak výrazně nelišila od R\_dmax v teplém půlroce 2011. Na všech stanicích byl R\_ddmax zjištěn opět mimo víkend. Tato skutečnost může souviset s antropogenním znečištěním, které je největší v pracovní dny (tj. pondělí-pátek). Nejnižší srážková pravděpodobnost byla zjištěna pro stanici KOPE, a to 41,0 %. Na zbylých stanicích byly hodnoty vyšší, avšak nepřekročily hranici 50,0 %.

**Tab. 4: Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2012**

Charakteristika	BOT_PeF	BYST	ENVE	KOPE	LETO	Průměr
R_tp	354,6	369,5	345,6	347,4	338,0	351,0
R_prm	59,1	61,6	57,6	57,9	56,3	58,5
R_dmax	26,8	29,9	25,1	35,2	28,6	29,1
R_dtdmax	13. 9.	6. 8.	6. 8.	12. 6.	13. 9.	x
R_ddmax	čtvrtek	pondělí	pondělí	úterý	čtvrtek	x
P	45,9	44,3	47,5	41,0	44,3	44,6

### Teplý půlrok 2013

Pro teplý půlrok 2013 bylo nejvyšší R\_dmax 31,2 mm. Toto maximum bylo zjištěno na městské stanici BOT\_PeF 2. června (viz. Tab. 5). Celkový úhrn srážek za teplý půlrok byl nejnižší na městské stanici ENVE (343,0 mm). Nejvyšší úhrn za teplý půlrok 2013 zaznamenala opět příměstská stanice KOPE (424,2 mm) a BOT\_PeF (406,0 mm). Srážková pravděpodobnost byla nejvyšší na stanici (BYST) ležící západním směrem od Olomouce. Jednalo se o pravděpodobnost 46,4 %. Na ostatních stanicích byla srážková pravděpodobnost nižší. Z tohoto faktu lze odvodit větší množství vydatnějších atmosférických srážek na stanici BYST, potažmo méně dní s atmosférickými srážkami a více dní bez atmosférických srážek.

**Tab. 5: Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2013**

Charakteristika	BOT_PeF	BYST*	ENVE	KOPE	LETO	Průměr
R_tp	406,0	385,4	343,0	424,2	371,4	386,0
R_prm	67,7	64,2	57,2	70,7	61,9	64,3
R_dmax	31,2	26,4	26,4	28,6	27,8	28,1
R_dtdmax	2. 6.	13. 9.	2. 6.	14. 9.	13. 9.	x
R_ddmax	neděle	pátek	neděle	sobota	pátek	x
P	42,6	46,4	41,0	43,7	41,5	43,1

\* výpadek v době 12. 6. – 15. 6. 2013

### Teplý půlrok 2014

Nejvyšší R\_dmax atmosférických srážek byl naměřen na stanici BYST 30. července. Ve stejný den byl naměřen i R\_dmax na stanici LETO (viz Tab. 6). V tomto případě se nejednalo o pracovní den, ale o neděli. Celkové množství atmosférických srážek za teplý půlrok 2014 bylo nejvyšší na stanici BOT\_PeF (430,6 mm) a KOPE (424,2 mm). Na stanici LETO bylo naměřeno (371,4 mm) a ENVE

(362,5 mm). V tomto teplém půlroce bylo zjištěno větší množství srážkových úhrnů na stanicích příměstských než na městských stanicích. Tato skutečnost může souviset například s aktuálními cyklonálními situacemi nebo i antropogenním ovlivněním místního klimatu městským prostředím. Celkově byl teplý půlrok 2014 srážkově mírně nadprůměrný. Průměrná srážková pravděpodobnost byla v tomto roce 50,7 %. Pozoruhodná je srážková pravděpodobnost na stanicích BYST a KOPE, která byla na těchto stanicích naprosto shodná (viz Tab. 6).

**Tab. 6: Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2014**

Charakteristika	BOT_PeF	BYST	ENVE	KOPE	LETO	Průměr
<b>R<sub>tp</sub></b>	430,6	381,2	362,5	403,0	397,6	395,0
<b>R<sub>prm</sub></b>	71,8	63,5	60,4	67,2	66,3	65,8
<b>R<sub>dmax</sub></b>	43,8	53,2	41,2	27,0	22,4	37,5
<b>R<sub>dtmax</sub></b>	27. 7.	30. 7.	27. 7.	28. 4.	30. 7.	x
<b>R<sub>ddmax</sub></b>	neděle	středa	neděle	pondělí	středa	x
<b>P</b>	50,3	48,6	52,5	48,6	53,6	50,7

### Teplý půlrok 2015

Charakteristiky atmosférických srážek na vybraných stanicích MESSO v teplém půlroce 2015 najdeme v Tabulce 7. Překvapivé jsou celkové srážky v teplém půlroce 2015. Jedná se o nejnižší úhrny za celou sledovanou dekádu. V porovnání s prvním sledovaným půlrokem (2011) jsou průměrné srážky v tomto půlroce (2015) nižší o 44,7 %. Takto výrazný pokles srážek může mít vážné dopady nejen na místní faunu a floru, ale i na ekonomiku dané oblasti. Podle webu iDNES.cz byla v srpnu 2015 kritická situace v oblasti celé Hané. Řeky v Olomouci měly minimální průtoky, a dokonce došlo k zákazu odběru vody z Trusovického potoka.

Nejvyšší R<sub>dmax</sub> atmosférických srážek byl zjištěn 18. srpna na stanici LETO (38,4 mm). Nejnižší R<sub>dmax</sub> srážkových úhrnů bylo naměřeno 14. června na stanici BYST (16,4 mm). R<sub>prm</sub> byl na všech stanicích velmi nízký. Příkladem může být R<sub>prm</sub> na stanici BYST (27,2 mm) nebo LETO (39,0 mm). Podíl dní se srážkami na celkovém počtu sledovaných dní nepřekročil na žádné ze sledovaných stanic hranici 40,0 % (viz. Tab. 7). Průměrná hodnota srážkové pravděpodobnosti byla 36,3 %. Nejnižší hodnota srážkové pravděpodobnosti pak byla na příměstské stanici LETO (31,7 %), nejvyšší na příměstské stanici KOPE (39,9 %).

**Tab. 7: Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2015**

Charakteristika	BOT_PeF	BYST	ENVE	KOPE	LETO	Průměr
R_tp	230,2	163,0	201,8	291,0	234,0	224,0
R_prm	38,4	27,2	33,6	48,5	39,0	37,3
R_dmax	26,0	16,4	19,4	18,4	38,4	23,7
R_dtdmax	18. 8.	14. 6.	18. 8.	6. 5.	18. 8.	x
R_ddmax	úterý	neděle	úterý	středa	úterý	x
P	36,6	35,5	37,7	39,9	31,7	36,3

**Teplý půlrok 2016**

Rokem 2016 začíná druhá sledovaná pentáda. Charakteristiky atmosférických srážek v teplém půlroce 2016 můžeme najít v Tabulce 8. Nejvyšší R\_dmax atmosférických srážek bylo naměřeno na stanicích v městském prostředí. Nejnižší hodnota R\_dmax srážek byla naměřena na stanici ležící západně od Olomouce BYST (22,1 mm). V tomto půlroce byly hodnoty R\_dmax zjištěny ve víkendových dnech. Oproti závěrečnému roku první pentády byl v tomto roce zaznamenán výrazný nárůst atmosférických srážek. Nejvíce srážek bylo zachyceno srážkoměry na městských stanicích (viz. Tab. 8). Na stanici BOT\_PeF bylo zachyceno 427,4 mm a na ENVE 402,0 mm atmosférických srážek. Zbylé příměstské stanice zaznamenaly nižší úhrny atmosférických srážek, než je průměr pro tento půlrok.

Srážková pravděpodobnost byla na stanicích KOPE a LETO 41,0 % na stanicích BOT\_PeF a BYST 39,3 %. Stejně hodnoty srážkových pravděpodobností jsou v rámci tohoto výzkumu ojedinělé. Na poslední sledované stanici dosáhla hodnota srážkové pravděpodobnosti 44,8 %. V teplém půlroce 2016 byly srážkové poměry na sledovaných stanicích MESSO celkově vyrovnané, prostorové rozložení srážek v Olomouci a okolí bylo relativně rovnoměrné.

**Tab. 8: Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2016**

Charakteristika	BOT_PeF	BYST	ENVE	KOPE	LETO	Průměr
R_tp	427,4	382,6	402,0	383,6	388,4	396,8
R_prm	71,2	63,8	67,0	63,9	64,7	66,1
R_dmax	36,8	22,1	33,0	33,2	29,2	30,9
R_dtdmax	17. 9.	19. 6.	17. 9.	3. 7.	28. 5.	x
R_ddmax	sobota	neděle	sobota	neděle	sobota	x
P	39,3	39,3	44,8	41,0	41,0	41,1

## Teplý půlrok 2017

Nejvyšší naměřená denní hodnota srážkových úhrnů byla na městské stanici BOT\_PeF (36,8 mm). Nejnižší hodnota denního maxima byla zjištěna na stanici nacházející se na Svatém Kopečku KOPE (23,0 mm). V obou případech se jednalo o 21. červenec. Suma srážkových úhrnů v teplém půlroce 2017 (viz. Tab. 9) ukazuje relativně rozdílné úhrny atmosférických srážek na území Olomouce. Na stanici KOPE, jenž má obvykle nejvyšší úhrny, byla zaznamenána nejnižší hodnota pro tento půlrok, a to 271,2 mm. Tato skutečnost může souviset se specifickým typem chodu srážek, kdy se srážková oblačnost vyhne oblasti Svatého Kopečku. Nejvyšší půlroční úhrn byl naměřen na stanici BOT\_PeF (423,0 mm). Nejvyšší pravděpodobnost srážek v tomto půlroce byla na stanici ENVE (54,1 %) a nejnižší hodnota na stanici KOPE (37,7 %).

**Tab. 9: Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2017**

Charakteristika	BOT_PeF	BYST	ENVE	KOPE	LETO	Průměr
R_tp	423,0	352,2	401,4	271,2	332,4	356,0
R_prm	70,5	58,7	66,9	45,2	55,4	59,3
R_dmax	32,6	36,7	29,9	23,0	33,6	31,2
R_dtdmax	21. 7.	10. 7.	21. 7.	21. 7.	21. 7.	x
R_ddmax	pátek	pondělí	pátek	pátek	pátek	x
P	46,4	47,0	54,1	37,7	38,8	44,8

## Teplý půlrok 2018

Dalším „kritickým“ obdobím z pohledu množství srážkových úhrnů je půlrok 2018. Po teplém půlroce 2015 je toto druhý nejméně srážkově příhodný půlrok z celé sledované dekády. Při pohledu na Tabulku 10, kde jsou uvedeny denní maximální úhrny pro vybrané stanice MESSO, zjistíme hodnotu nejvyššího R\_dmax, která byla naměřena 4. září na stanici BYST (36,7 mm). Stejný den bylo R\_dmax naměřeno na většině sledovaných stanic.

Suma celkových srážek v tomto teplém půlroce byla opravdu nízká. Průměrná hodnota činila 290,2 mm. Z důvodu takto nízkých úhrnů atmosférických srážek byla i kritická hladina spodní vody. Tuto skutečnost deklaruje i Magistrát města Olomouce, který ve svém prohlášení z 13. 8. 2018 zakazuje odběr povrchové vody. Zakazuje odběr vody z Trusovického potoka, Dolanského potoka, řeky Bystřice, dále ze všech povrchových vod v dalších obcích v okolí Olomouce včetně Olomouce samotné.

Tato situace přirozeně nastala v kombinaci s dalšími faktory, jako jsou vysoké teploty nebo i nízké úhrny v jiných oblastech povodí. Vysoké teploty podle Dvořáka (2021) dokládají i hodnoty naměřené na stanicích MESSO ležící severozápadně od Olomouce, kdy rok 2018 byl nejteplejším z pentády let 2016-2020.

Průměrná srážková pravděpodobnost je v tomto půlroce dokonce nižší než v suchém půlroce 2015. V roce 2015 byla 36,3 % a v roce 2018 je 35,7 %. Díky tomuto můžeme předpokládat jeden z nejvyšších počtu bezesrážkových dní v půlroce 2018.

**Tab. 10: Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2018**

Charakteristika	BOT_PeF	BYST	ENVE*	KOPE	LETO	Průměr
<b>R_tp</b>	295,8	259,1	271,7	301,2	323,4	290,2
<b>R_prm</b>	49,3	43,2	45,3	50,2	53,9	48,4
<b>R_dmax</b>	32,8	22,6	27,3	30,2	36,4	29,9
<b>R_dtdmax</b>	4. 9.	4. 9.	4. 9.	1. 9.	4. 9.	x
<b>R_ddmax</b>	úterý	úterý	úterý	sobota	úterý	x
<b>P</b>	32,2	37,7	38,3	34,6	35,5	35,7

\* výpadek v době 27. 6. 2018

### Teplý půlrok 2019

Vybrané charakteristiky atmosférických srážek v teplém půlroce 2019 na vybraných stanicích MESSO jsou uvedeny v Tabulce 11. R\_dmax byl nejvyšší na městské stanici BOT\_PeF (43,6 mm.) Na stanici BYST byl ve stejném období zaznamenán R\_dmax 24,7 mm. Pouze na jedné stanici přesáhl součet denních úhrnů hranici 400,0 mm. Jednalo se o stanici ležící poblíž Mlýnského potoka, stanici BOT\_PeF s celkovým úhrnem 437,2 mm. R\_prm odpovídala měsíčnímu rozložení srážek. Nejvyšší hodnota (43,6 mm) byla zjištěna pro stanici BOT\_PeF a nejnižší (24,7 mm) pro stanici BYST. Na žádné ze sledovaných stanic nebyly naměřeny atmosférické srážky ve více jak polovině sledovaných dní. Tento fakt se odráží i na hodnotách srážkové pravděpodobnosti, kdy nejvyšší hodnota je 45,9 % a nejnižší 39,3 %. Obě tyto hodnoty byly zjištěny na příměstských stanicích (viz. Tab. 11).

**Tab. 11: Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2019**

Charakteristika	BOT_PeF	BYST	ENVE	KOPE	LETO	Průměr
R_tp	437,2	381,2	358,7	339,8	394,2	382,2
R_prm	72,9	63,5	59,8	56,6	65,7	63,7
R_dmax	43,6	24,7	28,8	33,6	34,8	33,1
R_dtdmax	31. 7.	1. 7.	28. 5.	31. 7.	31. 7.	x
R_ddmax	středa	pondělí	úterý	středa	středa	x
P	39,3	45,9	45,4	41,5	39,3	42,3

**Teplý půlrok 2020**

Posledním sledovaným půlrokem celé sledované dekády je teplý půlrok 2020. Tento teplý půlrok byl výjimečný hned v několika ohledech (viz. Tab. 12). Na vybraných stanicích MESSO byl v pátek 14. srpna zjištěn vůbec nejvyšší denní maximální úhrn téměř 49,8 mm. Jednalo se o stanici KOPE. Oproti tomu byly na městských stanicích zjištěny výrazně nižší hodnoty denního maxima. Příkladem může být stanice ENVE, kde byla zjištěna hodnota „pouze“ 25,6 mm. Jednalo se o 7. červen. Průměrná hodnota sumy půlročních srážek byla nejvyšší za celou sledovanou dekádu (420,2 mm). Toto léto bylo opravdu deštivé a některé měsíce byly podle ČHMÚ (2021) nejdeštivější za několik desetiletí. Tuto skutečnost dokazují i naměřené atmosférické srážky v teplém půlroce 2020 na stanicích v Olomouci. Na stanici KOPE byl naměřen úhrn téměř 500,0 mm. I na dalších stanicích (BOT\_PeF a LETO) byly půlroční úhrny srážek vyšší než v jiných letech. Nejnižší naměřená hodnota byla na stanici BYST, a to 333,5 mm. Vzhledem k takto vysokým úhrnům byla srážková pravděpodobnost značně nízká. Průměrná hodnota byla 40,1 mm. Skutečnost je pravděpodobně dána nízkým počtem srážkových dní, avšak tyto dny měly vydatné srážky.

**Tab. 12: Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2020**

Charakteristika	BOT_PeF	BYST	ENVE	KOPE	LETO	Průměr
R_tp	429,2	333,5	384,3	494,8	459,0	420,2
R_prm	71,5	55,6	64,1	82,5	76,5	70,0
R_dmax	26,8	29,0	25,6	49,8	35,8	33,4
R_dtdmax	4. 8.	7. 6.	7. 6.	14. 8.	7. 6.	x
R_ddmax	úterý	neděle	neděle	pátek	neděle	x
P	41,0	36,1	43,2	41,5	38,8	40,1



Zejména na týdenním chodu srážek velkých průmyslových měst lze sledovat určitou zákonitost (Ashworth, 1929). V oblasti města Olomouce, jakožto středně velkého evropského města, lze nějakou zákonitost jen velmi těžko hledat (viz. Tab. 13). R<sub>dmax</sub> v úterý by šlo vysvětlit obvyklou vysokou antropogenní činností především v pondělí, kdy se lidé přesouvají na dlouhé vzdálenosti, uvádí se do provozu nejrůznější továrny a celkově stoupá podíl antropogenního znečištění. Během víkendu dochází přirozeně ke snížení antropogenních látek v ovzduší. Toto je jediná zákonitost, jež lze na základě dat z Tabulky 13 vyvodit.

**Tab. 13: Zastoupení R<sub>ddmax</sub> v pentádách a dekádě 2011-2020 na sledovaných stanicích MESSO**

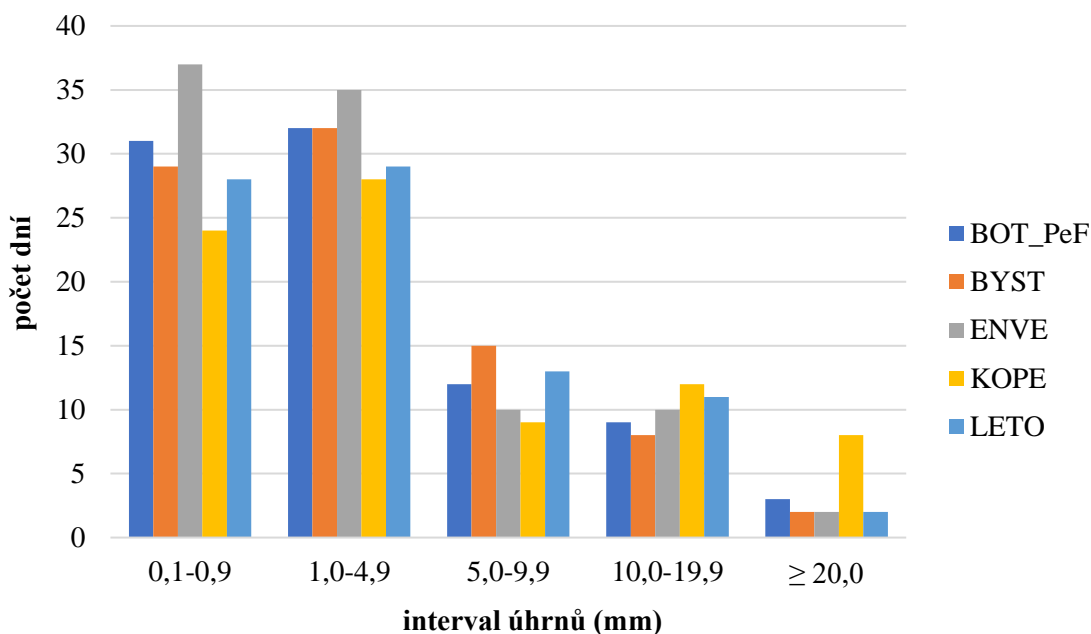
Den	1. pentáda	2. pentáda	dekáda
pondělí	2	2	4
úterý	5	6	11
středa	3	3	6
čtvrtek	6	0	6
pátek	3	5	8
sobota	1	4	5
neděle	5	5	10

### 6.3 Dny se srážkovým úhrnem

Na základě sumy denních srážkových úhrnů můžeme rozlišit charakteristické dny. Jedná se o dny se srážkovým úhrnem 0,1-0,9 mm, 1,0-4,9 mm, 5,0-9,9 mm, 10,0-19,9 mm a  $\geq 20,0$  mm. Dny se srážkovým úhrnem lze zjišťovat pro různě dlouhá období jako je dekáda, pentáda, rok, půlrok, měsíc atd. V případě této práce jsou charakteristické dny zjišťovány pouze pro jednotlivé teplé půlroky z dekády 2011-2020. Při letním zamyšlení nad touto podkapitolou lze jednoznačně určit, které intervaly denních srážkových úhrnů budou nejčtetnější a které naopak nejméně.

Obecně můžeme tedy konstatovat, že se v našich podmínkách nejčtetnější vyskytují denní úhrny v intervalu 0,1-0,9 mm. V některých letech může být i vysoký počet dní s denními úhrny v intervalu 1,0-4,9 mm. Naopak nejméně úhrnů můžeme pozorovat v intervalu  $\geq 20,0$  mm. V teplém půlroce 2011 je rozložení denních úhrnů srážek na základě jejich četnosti velmi proměnlivé. Nejvíce dní se srážkovým úhrnem 0,1-0,9 mm a 1,0-4,9 mm bylo zjištěno na stanici ENVE. Nejméně těchto dní na stanici KOPE. Ve všech sledovaných intervalech byla situace na stanicích BOT\_PeF a BYST

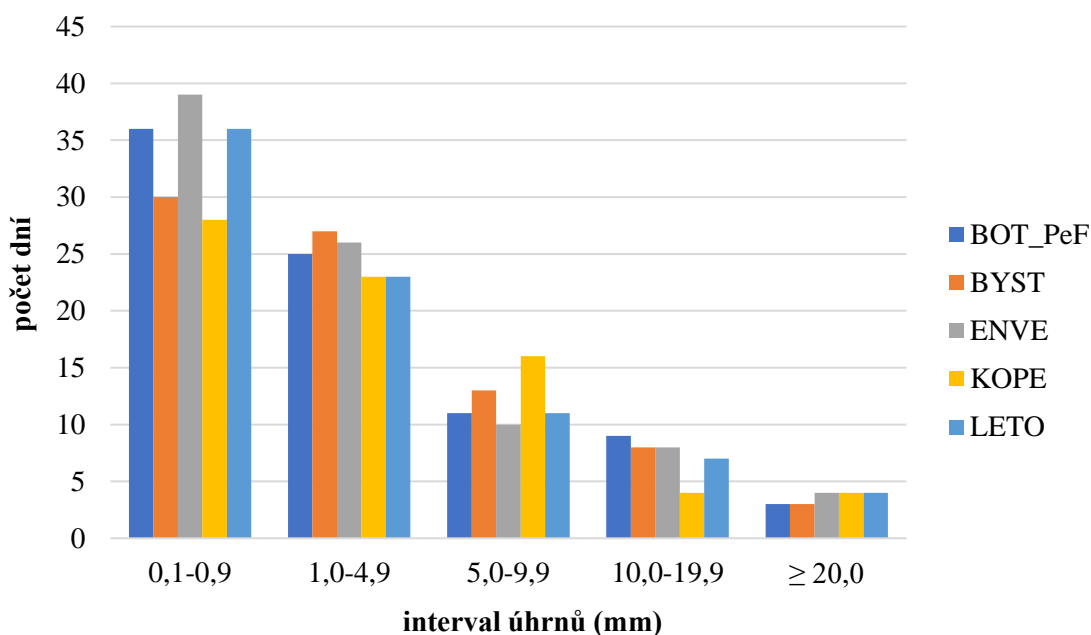
velmi podobná, mezi těmito stanicemi byly minimální rozdíly v počtu dní (viz. Obr. 24). Pro stanici KOPE můžeme v tomto případě vidět její specifikum. Jedná se o stanici, kde s velikostí intervalu úhrnu roste celkové množství denních úhrnů. Pro interval 0,1-0,9 mm je na stanici KOPE zjištěn nejnižší počet dní s tímto úhrnem srážek. V intervalu  $\geq 20,0$  mm se jedná u nejvyšší počet dní s úhrnem srážek v rámci sledovaných stanic. V teplém půlroce 2011 je specifická určitá shoda počtu charakteristických dní v rámci některých intervalů. Jedná se o stanice BOT\_PeF a BYST v intervalu denních úhrnů 1,0-4,9 mm, dále stanice BYST, ENVE a LETO, kde shoda v počtu charakteristických dní panuje v intervalu denních úhrnů  $\geq 20,0$  mm. Na základě této analýzy můžeme konstatovat, že nejvíce srážkových dní bylo zjištěno v teplém půlroce 2011 na stanici ENVE.



**Obr. 24: Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2011**

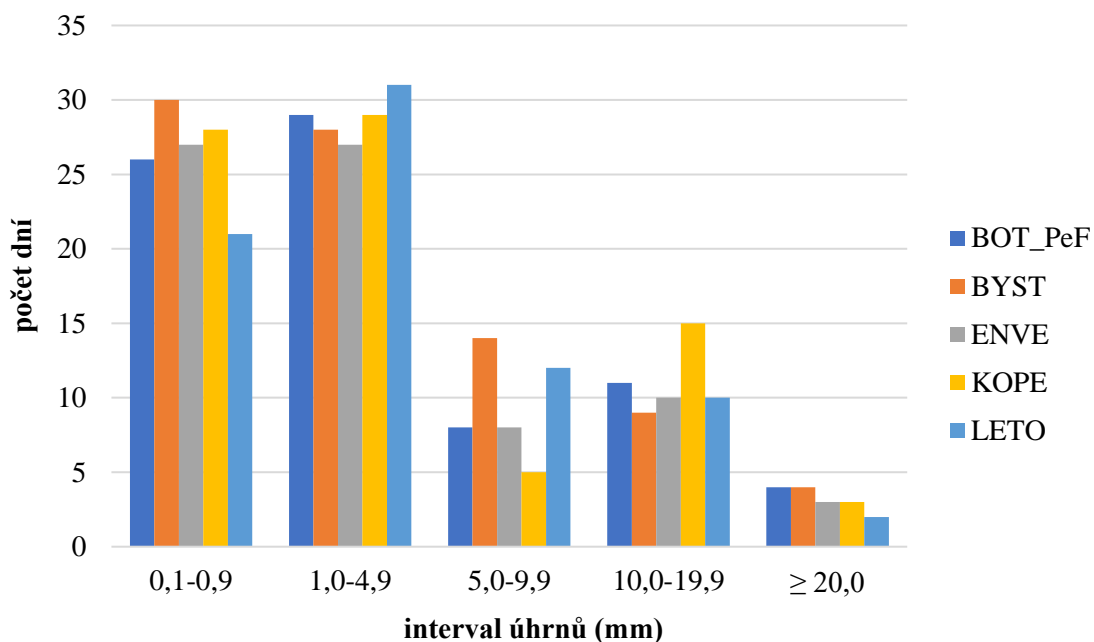
V teplém půlroce 2012 bylo celkově více dní se srážkami v intervalu 0,1-0,9 mm. Nejnižší počet dní v tomto intervalu byl napočítán na stanici KOPE (28) a nejvyšší na stanici ENVE (39). Podle Obrázku 25 zjistíme také počet srážkových dní v intervalu 1,0-4,9 mm, kterých bylo oproti předchozímu teplému půlroku výrazně méně. Nejvíce jich bylo zjištěno 27 na stanici v Bystročicích. Na zbylých sledovaných stanicích byly hodnoty mírně nižší, nejnižší potom na stanici KOPE a LETO (23). Průměrný počet dní s úhrnem 5,0-9,9 mm byl 12. Na stanicích BYST a KOPE byl

zaznamenán stejný počet dní (8) s úhrnem srážek 10,0-19,9. Množství dní s denními srážkami vyšších  $\geq 20,0$  mm je opět nízký. V případě posledního sledovaného intervalu panuje velká jednota počtu dní napříč stanicemi. Na stanicích BOT\_PeF a BYST byly zaznamenány 3 dny s úhrnem srážek  $\geq 20,0$  mm. Pro zbylé sledované stanice v zájmovém území platila hodnota 4 dny se srážkovým úhrnem  $\geq 20,0$  mm. Teplý půlrok 2012 byl z celkového pohledu úhrnů srážek mírně podprůměrný.



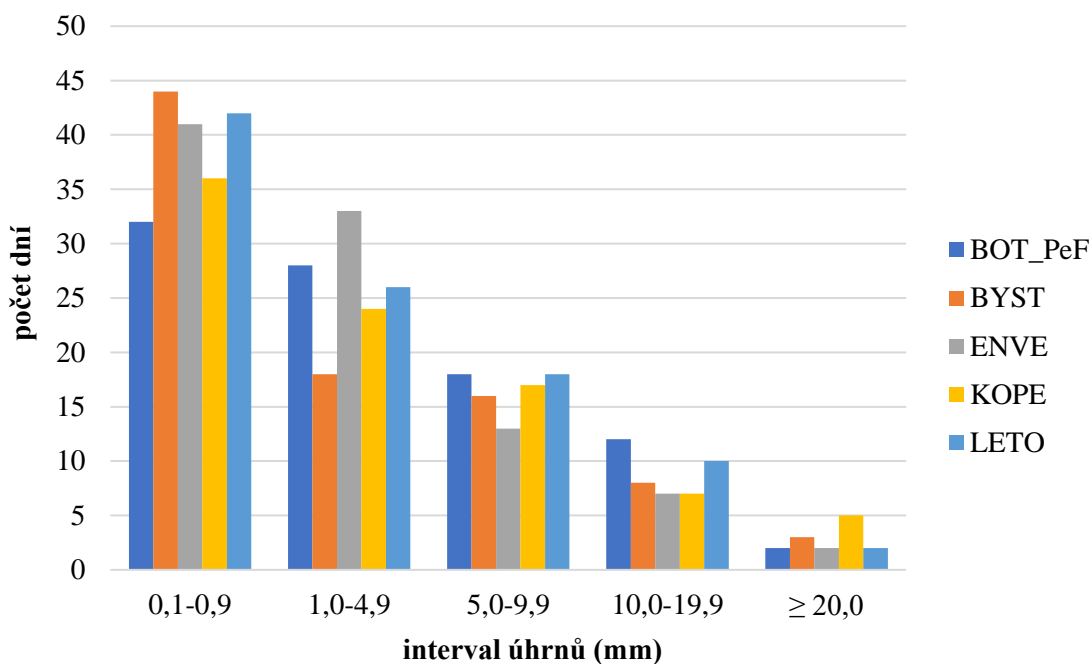
**Obr. 25: Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2012**

Na Obrázku 26 najdeme množství charakteristických srážkových dní v teplém půlroce 2013, který byl srážkově vydatný. Tomu odpovídá i skutečnost vyššího průměrného počtu dní s úhrnem 1,0-4,9 mm. Nejvíce dní s úhrnem 1,0-4,9 mm bylo napočítáno na stanici LETO (31) a nejméně na stanici ENVE (27). Pro intervalu srážkových úhrnů 5,0-9,9 mm platí v tomto půlroce značný pokles dní s tímto úhrnem. Nejvíce těchto dní bylo zjištěno na stanici BYST (14) a nejméně v oblasti Svatého Kopečku (5). Průměrný počet dní s úhrnem 10,0-19,9 mm byl v tomto půlroce vyšší než počet dní s úhrnem 5,0-9,9 mm. Pro stanici KOPE bylo zjištěno 15 dní a stanici BYST 9 dní s úhrnem atmosférických srážek v intervalu 10,0-19,9 mm. Počet dní s denním úhrnem srážek  $\geq 20,0$  mm byl na stanicích BOT\_PeF a BYST 4, na stanicích ENVE a KOPE 3 a stanici LETO 2.



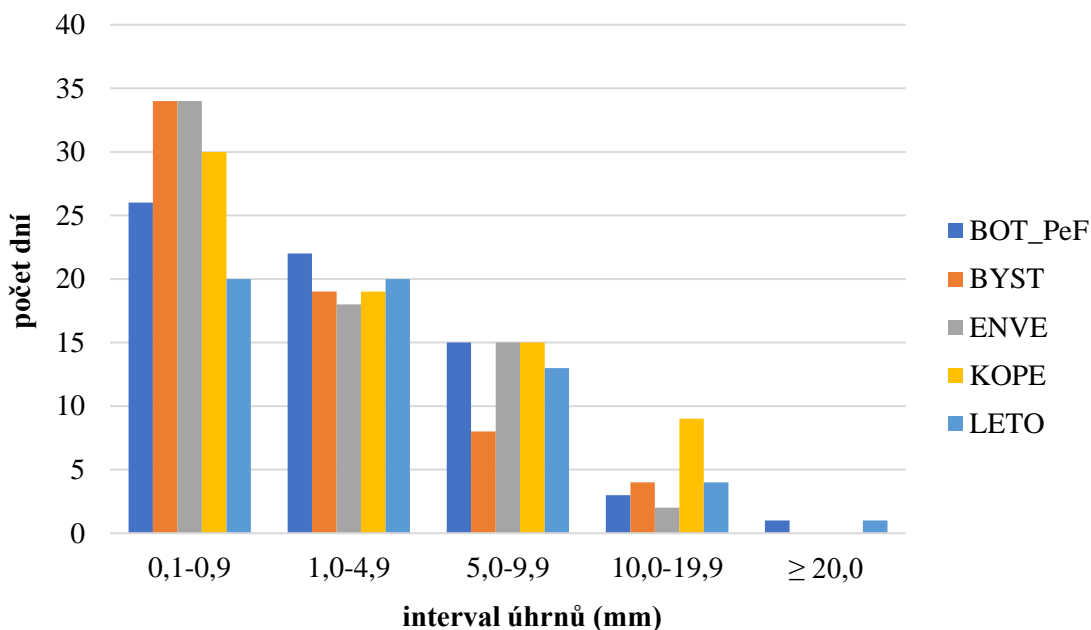
**Obr. 26: Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2013**

V teplém půlroce 2014 je zjištěn kontinuální pokles četností úhrnů srážek v jednotlivých intervalech úhrnů. Tato skutečnost se týká všech stanic. Nejvíce dní byla suma denního úhrnu v intervalu 0,1-0,9 mm (viz. Obr. 27). Průměr dní v tomto intervalu v teplém půlroce 2014 byl 39. V intervalu denních úhrnů 1,0-4,9 mm byly mezi stanicemi velké rozdíly. Na stanici ENVE bylo zjištěno 33 dní se srážkovým úhrnem 1,0-4,9 mm. Opakem je stanice BYST, kde byl zaznamenán nejnižší počet dní s tímto úhrnem, a to 18. Nejvyšší počet dní (18) s úhrnem atmosférických srážek 5,0-9,9 mm vykazuje stanice BOT\_PeF a nejnižší počet dní (13) s úhrnem srážek v tomto intervalu stanice ENVE. Pro interval úhrnů srážek 10,0-19,9 mm bylo zjištěno 12 dní na stanici BOT\_PeF a 7 dní na stanicích ENVE a KOPE. Jedná se tedy o nejvyšší a nejnižší počet dní v intervalu denních úhrnů srážek 10,0-19,9 mm. Počet srážkových dní s úhrnem  $\geq 20,0$  mm byl přirozeně nejnižší. Na stanici KOPE 5 dní, BYST 3 dny, BOT\_PeF, ENVE a LETO pouze 2 dny. Srážkové úhrny v půlroce 2014 byly nadprůměrné, o této skutečnosti svědčí i Obrázek 27.



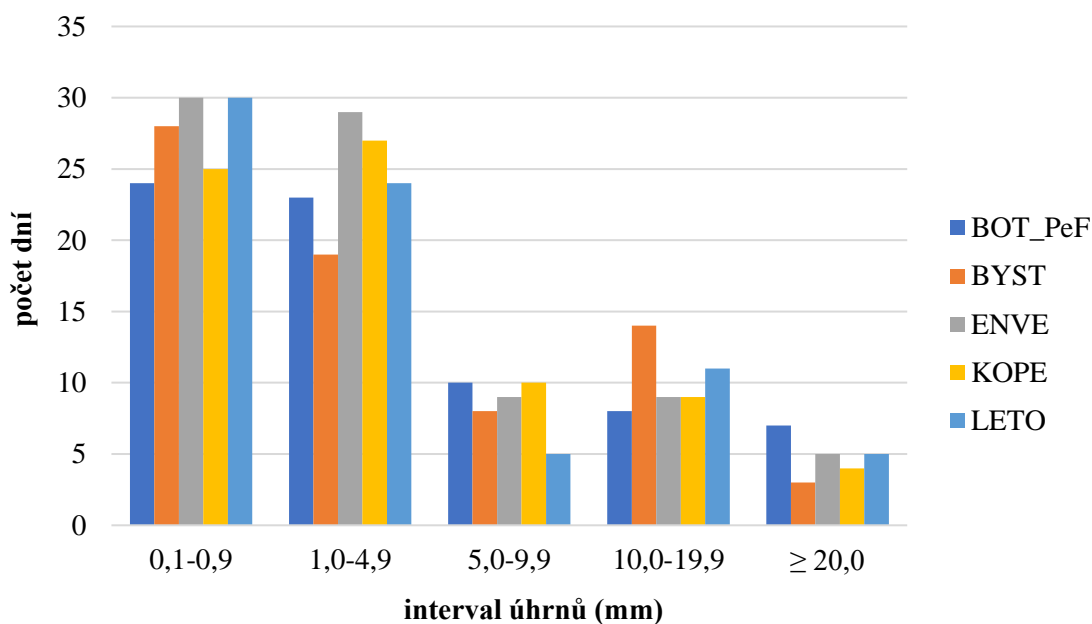
**Obr. 27: Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2014**

Půlrok 2015 se vyznačuje nejnižšími srážkovými úhrny z období let 2011-2015. Tento fakt jde vidět i na Obrázku 28. Množství dní s charakteristickým úhrnem srážek je v porovnání s předchozími půlroky výrazně nižší. Průměrný počet dní se srážkami v intervalu 0,1-0,9 mm je 30. Na stanicích BYST a ENVE bylo zjištěno 34 dní s úhrnem 0,1-0,9 mm (viz. Obr. 28). Jedná se o nejvyšší počet dní s určitým úhrnem v půlroce 2015. Na stanici BOT\_PeF byl zjištěn nejnižší počet dní (26) s úhrnem 0,1-0,9 mm. V intervalu 1,0-4,9 mm bylo zjištěno nejvíce dní (22) na stanici BOT\_PeF a nejméně dní (18) na stanici ENVE. Stejně množství dní (15) s úhrnem 5,0-9,9 mm bylo v tomto půlroce zjištěno na stanicích BOT\_PeF, ENVE a KOPE. Na stanici LETO bylo dní s úhrnem 5,0-9,9 mm 13 a na stanici BYST bylo se stejným úhrnem 8 dní. Na stanici KOPE bylo v půlroce 2015 zjištěno nejvíce dní (9) s úhrnem 10,0-19,9 mm. Na ostatních stanicích byl počet těchto dní přibližně o polovinu nižší. V poslední sledovaném intervalu ( $\geq 20,0$  mm) byl zjištěn nejnižší počet dní za celou sledovanou dekádu. Průměrný počet dní s úhrnem  $\geq 20,0$  mm byl nižší než jeden den. Na stanicích BYST, ENVE a KOPE bylo zjištěno 0 těchto dní. Na zbylých sledovaných stanicích MESSO byl zjištěn pouze jediný den s úhrnem  $\geq 20,0$  mm.



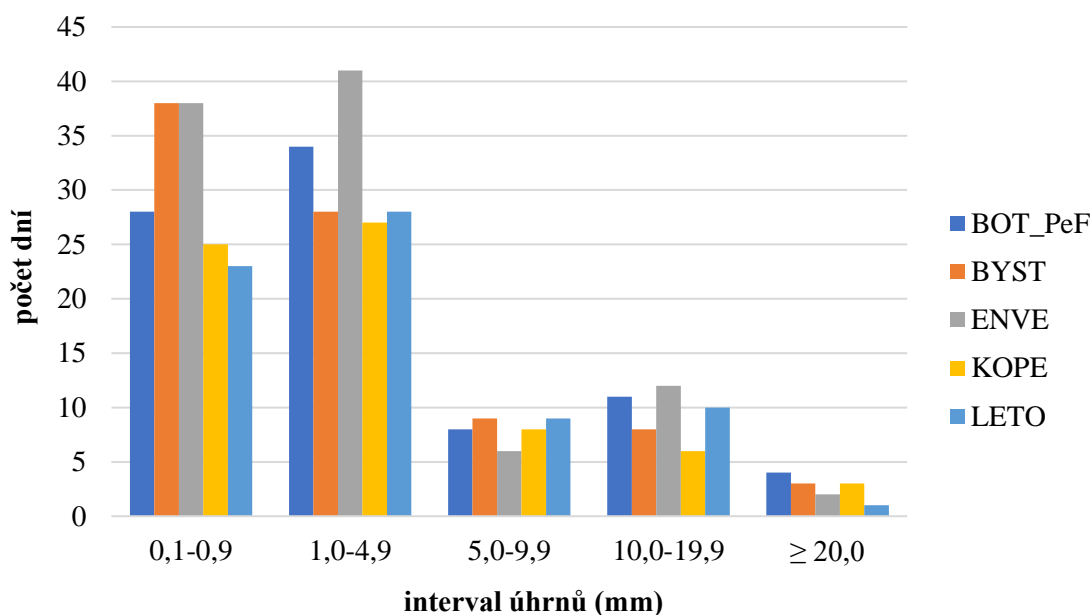
**Obr. 28: Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2015**

Jak napovídá Obrázek 29, počty dní s nižším srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2016 byly srovnatelné a dny s vyšším srážkovým úhrnem byly taktéž srovnatelné. Množství dní s úhrnem srážek 0,1-0,9 mm bylo nejvyšší na stanicích ENVE a LETO (30). Ve srovnání s ostatními teplými půlroky je však 30 dní s množstvím úhrnu 0,1-0,9 mm podprůměrné. Tento nedostatek však dorovnávají vyšší počty dní s úhrny v dalších sledovaných intervalech. Nejvyšší počet dní v intervalu 1,0-4,9 mm denního množství srážek byl zjištěn na stanici ENVE (29). Nejnižší počet dní s úhrnem atmosférických srážek v rozmezí 1,0-4,9 mm nastal na stanici BYST (19). Pro interval 5,0-9,9 mm bylo možné pozorovat určitou jednotu mezi stanicemi. Na stanici BOT\_PeF a KOPE bylo zjištěno 10 dní, na stanici ENVE 9 dní a BYST 8 dní. Nejvíce se oproti těmto čtyřem stanicím lišila stanice LETO, kde bylo zjištěno pouze 5 dní s úhrnem srážek 5,0-9,9 mm. Průměrný počet dní se srážkami 10,0-19,9 mm byl vyšší, než počet dní se srážkami 5,0-9,9 mm. Z toho lze zjistit, že výsledné půlroční úhrny musely být v tomto teplém půlroce v porovnání s ostatními roky vysoké. Nejvíce dní (14) s úhrnem 10,0-19,9 mm bylo zjištěno na příměstské stanici BYST. Počty dní s úhrny  $\geq 20,0$  mm byl nejnižší na stanicích BYST (3) a KOPE (4). Na stanicích ENVE a LETO bylo zjištěno 5 dní s úhrny srážek  $\geq 20,0$  mm. Nejvíce těchto dní bylo prokázáno na stanici BOT\_PeF.



**Obr. 29: Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2016**

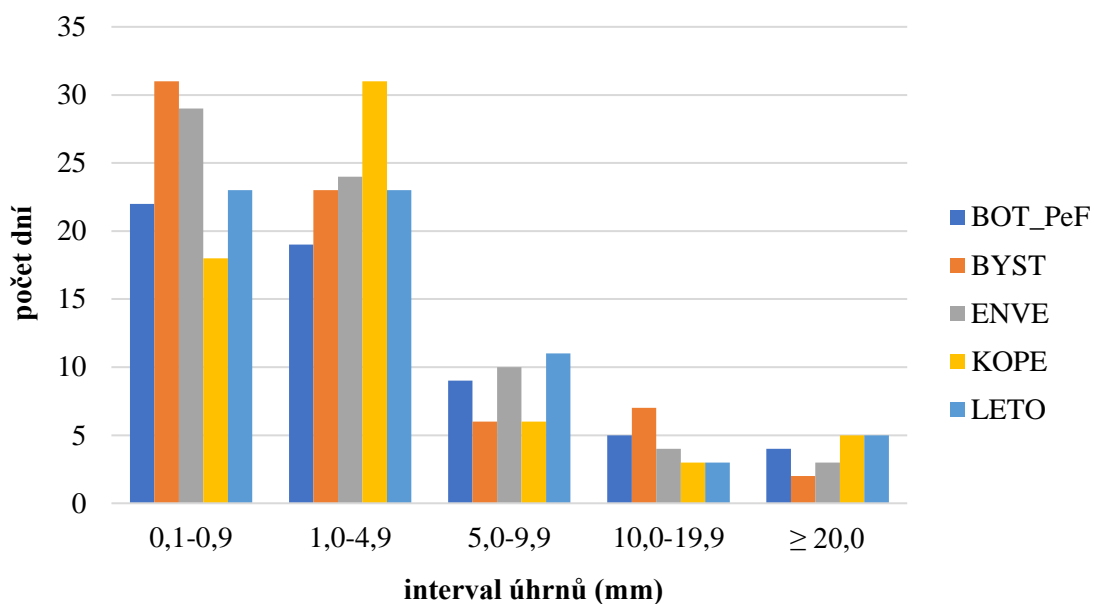
Důkaz četnosti úhrnů v teplém půlroce 2017 ve zvolených intervalech nám dokládá Obrázek 30. Na stanicích BYST a ENVE bylo zjištěno 38 dní s úhrnem srážek 0,1-0,9 mm. Naproti tomu na stanici LETO byl zjištěn nejnižší počet těchto dní, a to 23. V případě denních úhrnů srážek v intervalu 1,0-4,9 mm došlo k převýšení počtu denních úhrnů srážek z intervalu 0,1-0,9 mm na stanici BOT\_PeF, ENVE, KOPE a LETO. Pouze na stanici BYST bylo zjištění snížení úhrnů srážek z 38 dní v intervalu 0,1-0,9 mm na 28 dní v intervalu 1,0-9,9 mm. Interval srážkových úhrnů 5,0-9,9 mm je výrazně méně zastoupen oproti předchozímu intervalu. Při srovnání jednotlivých stanic v tomto intervalu zjistíme, že hodnoty byly v rozmezí 9 dní na stanici BYST a 6 dní na stanici ENVE. Množství úhrnů 10,0-19,9 mm bylo opět více variabilní. Nejvíce (12) dní s úhrnem 10,0-19,9 mm bylo napočítáno na stanici ENVE a nejméně (6) na stanici v oblasti Svatého Kopečku. Úhrny denních srážek  $\geq 20,0$  mm byly nejčastěji na stanici BOT\_PeF (4), BYST (3) a KOPE (3). Nejméně dní s tímto úhrnem bylo na stanicích ENVE (2) a LETO (1). V celkové pohledu byl teplý půlrok 2017 srážkově normální.



**Obr. 30: Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2017**

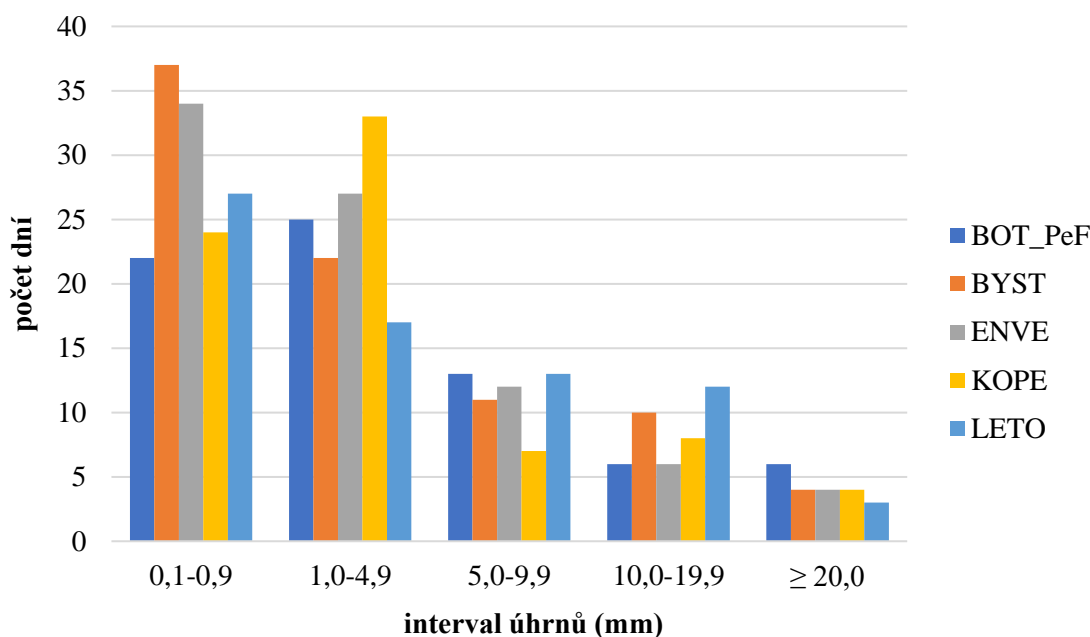
Teplý půlrok 2018 se vyznačoval druhými nejnižšími úhrny z celého sledovaného období. Nejvíce denních úhrnů srážek (31) v rozmezí 0,1-0,9 mm bylo zachyceno na stanici BYST a nejméně (18) na stanici KOPE (viz Obr. 31). Amplituda největší a nejmenší sumy denních úhrnů srážek 0,1-0,9 mm je 13. Průměrný počet dní s denním úhrnem atmosférických srážek 0,1-0,9 mm je 25. Nejvíce dní (31) se srážkami 1,0-4,9 mm bylo prokázáno na stanici KOPE. Průměrný počet dní na sledovaných stanicích, během kterých napadlo 1,0-4,9 mm, byl 24. Počty dní s denními úhrny srážek  $\geq 5,0$  mm jsou výrazně nižší než počty dní s úhrny  $\leq 4,9$  mm. Na stanici LEO bylo zjištěno nejvíce dní (11) s denními úhrny srážek 5,0-9,9 mm. Tato situace neplatila pro stanice BYST a KOPE, kde bylo těchto dní nejméně (6). V intervalu denních srážek 10,0-19,9 mm bylo na stanici BYST 7 dní, BOT\_PeF 5 dní, ENVE 4 dny, KOPE a LETO 3 dny. Denní úhrny srážek  $\geq 20,0$  mm jsou zpravidla zastoupeny nejnižším počtem. V případě teplého půlroku je situace poněkud odlišná. Jak dokazuje Obrázek 31, na stanicích KOPE a LETO byl zjištěn vyšší počet dní s úhrnem  $\geq 20,0$  mm než počet dní s úhrnem 10,0-19,9 mm. V případě stanic BOT\_PeF a ENVE byl pokles pouze o jeden den.





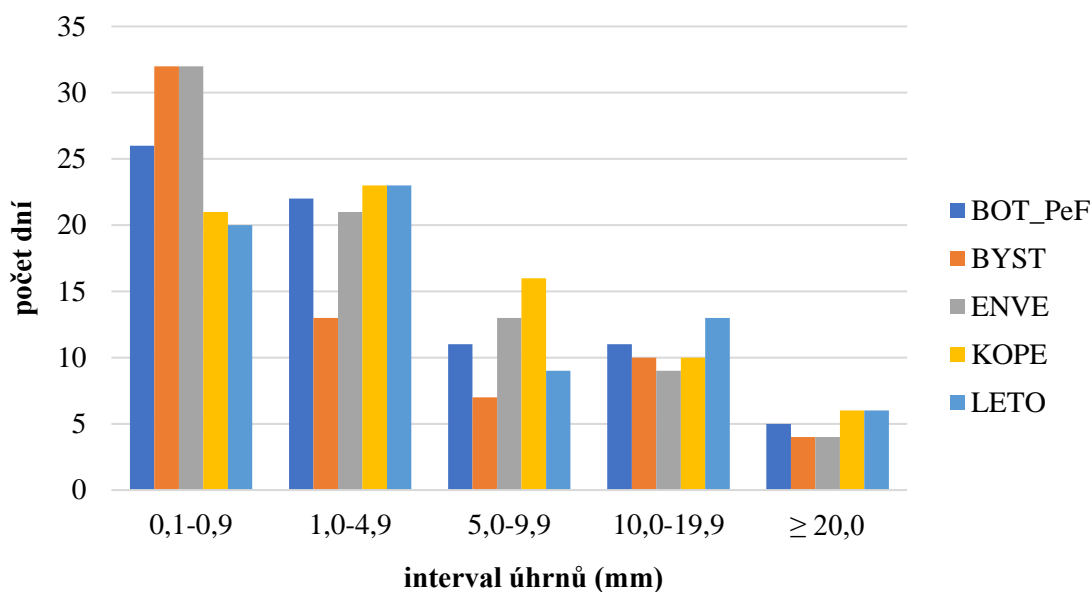
**Obr. 31: Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2018**

Množství dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2019 najdeme na Obrázku 32. Tento půlrok patří mezi srážkově průměrné půlroky. Tuto skutečnost nám dokazují i počty charakteristických dní. Na stanicích BYST (37), ENVE (34) a LETO (27) bylo nejvíce dní s úhrnem srážek 0,1-0,9 mm. V případě stanic KOPE (33) a BOT\_PeF (25) bylo více dní s úhrnem 1,0-4,9 mm než 0,1-0,9 mm. Nejvyšší počet denních úhrnů v intervalu 5,0-9,9 mm byl zjištěn na stanicích BOT\_PeF a LETO, a to 13 dní. Opakem je stanice KOPE, která vykazovala nejnižší počet dní s úhrnem 5,0-9,9 mm. V počtu dní s denním úhrnem 10,0-19,9 mm byla největší variabilita mezi stanicemi LETO (12), BOT\_PeF (8) a ENVE (8). Na stanici BOT\_PeF bylo zjištěno 6 dní, BYST, ENVE a KOPE 4 dny a LETO 3 dny s úhrnem atmosférických srážek  $\geq 20,0$  mm.



**Obr. 32: Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2019**

Jak můžeme vidět na Obrázku 33, teplý půlrok 2020 se vyznačoval určitými specifiky. Jedním z nich je vysoký počet charakteristických dní zejména s vyšším denním úhrnem srážek. Shoda v počtu dní (32) nastala na stanicích BYST a ENVE pro denní úhrn 0,1-0,9 mm. V případě stanice BOT\_PeF to bylo 26 dní, KOPE 21 dní a LETO pouhých 20 dní s denními úhrny 0,1-0,9 mm. Více dní s úhrny 1,0-4,9 mm než dní s úhrny 0,1-0,9 mm bylo zjištěno na stanicích KOPE (23) a LETO (23). Počet dní s denním úhrnem v intervalu 5,0-9,9 mm byl na stanici KOPE 16, ENVE 13, BOT\_PeF 11, LETO 9 a BYST 7. Ve většině předcházejících půlrocích jsme zaznamenali pokles množství dní se srážkami mezi intervaly 5,0-9,9 mm a 10,0-19,9 mm. Jak ukazuje Obrázek 33, v teplém půlroce 2020 tomu bylo v několika případech naopak. Průměrný počet dní s úhrnem 5,0-9,9 mm a 10,0-19,9 mm byl shodný, a to 11 dní. Nejvíce dní (13) s denním úhrnem 10,0-19,9 mm bylo zjištěno na stanici KOPE a nejméně dní (9) na stanici ENVE. V poslední kategorii  $\geq 20,0$  mm denních úhrnů srážek byly zjištěné počty na sledovaných stanicích v porovnání s jinými teplými půlroky vysoké. Počet dní s denním úhrnem srážek  $\geq 20,0$  mm byl na stanici KOPE a LETO 6, stanici BOT\_PeF 5, BYST a ENVE 4.



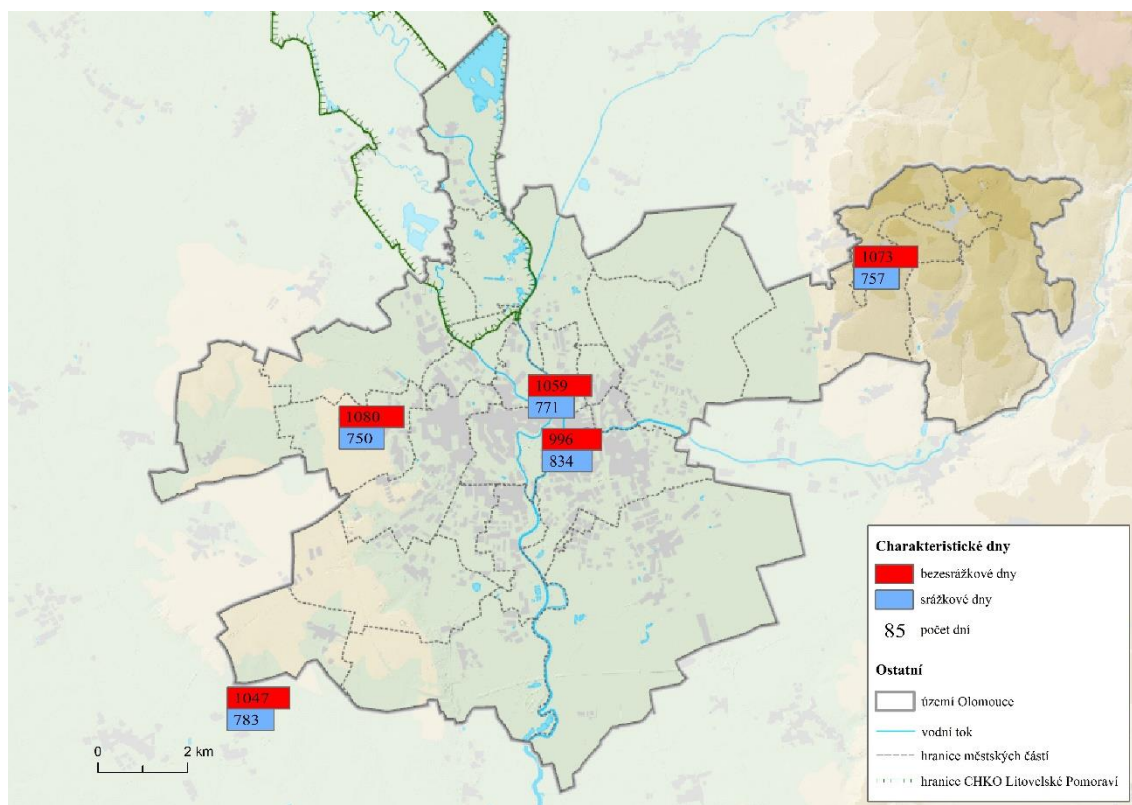
**Obr. 33: Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2020**

## 6.4 Srážkové a bezsrážkové dny

Množství srážkových a bezsrážkových dní je další ze základních srážkových charakteristik. Tyto dny můžeme vybírat z různě dlouhých období. Vzhledem k rozdílným úhrnům mezi jednotlivými půlroky je předpokladem velké rozpětí těchto charakteristických dní. Značné rozdíly mohou nastat i mezi jednotlivými stanicemi, kde, jak už víme, byly zjištěny rozdílné úhrny.

Porovnání celkového množství srážkových a bezsrážkových dní z celé sledované dekády je na Obrázku 34. Kartodiagram ukazuje přesné hodnoty v daném časovém období na sledovaných stanicích. Rozdíly v počtu těchto charakteristických dní nebyly v celkovém součtu tolik markantní, jak by se dalo předpokládat. Průměrný počet bezsrážkových dní ve sledované dekádě činil 1051 dní a srážkových dní 779 dní. Při prostorovém porovnání stanic je patrné, že nejvíce bezsrážkových dní bylo na stanicích KOPE (1073) a LETO (1080), které se nacházejí v nejvyšší nadmořské výšce. Přestože stanice KOPE vykazovala ve většině teplých půlroků nejvyšší úhrny srážek, má druhý nejmenší počet srážkových dní. Z toho lze usoudit, že pokud v oblasti Svatého Kopečku padají atmosférické srážky, jedná se o srážky většího rozsahu než v níže položeném centru Olomouce. Nejmenší celkový počet bezsrážkových dní (996)

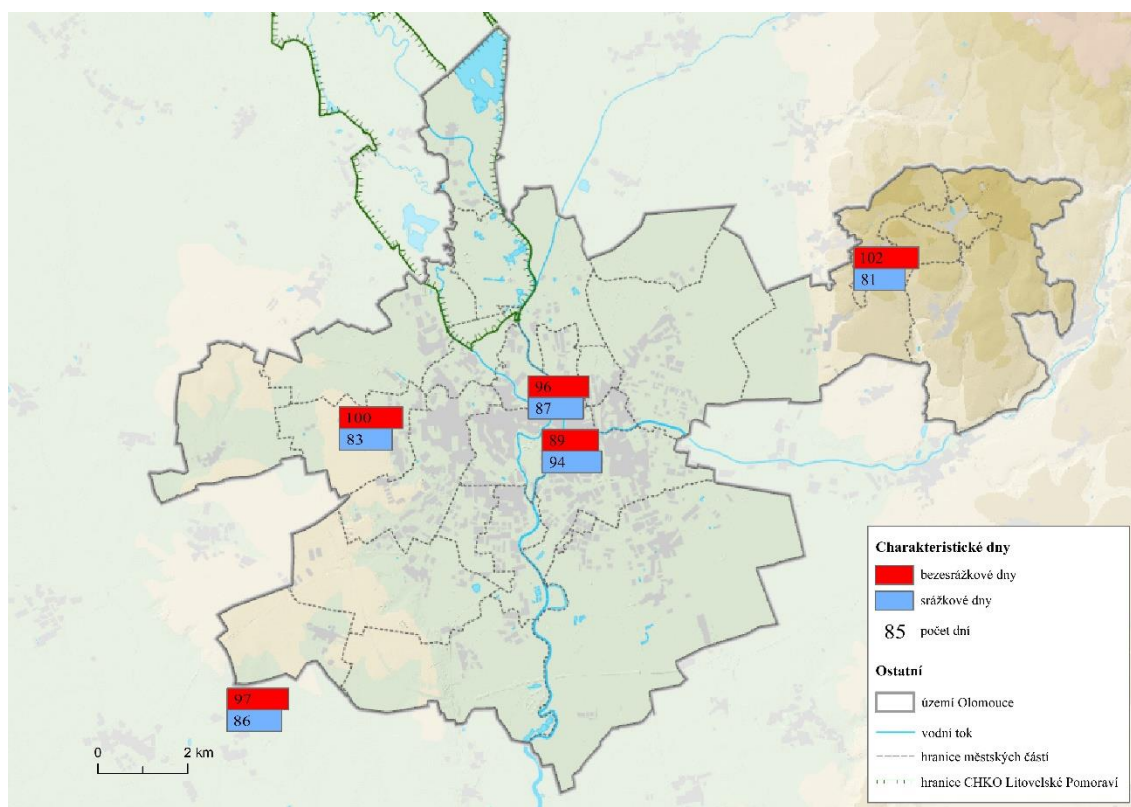
byl zjištěn na stanici ENVE. Tato skutečnost může být ovlivněna nejen nadmořskou výškou, ale také specifickým umístěním stanice. Logicky tedy na stanici ENVE bylo zjištěno nejvíce (834) srážkových dní. Jedná se především o srážky menších rozsahů, které mohou být podmíněny antropogenním působením člověka. Na stanicích BOT\_PeF bylo zjištěno 1059 bezesrážkových dní a 771 srážkových dní, na stanici BYST 1047 bezesrážkových dní a 783 srážkových dní.



**Obr. 34: Počet srážkových a bezesrážkových dní na vybraných stanicích MESSO v dekádě 2011-2020**

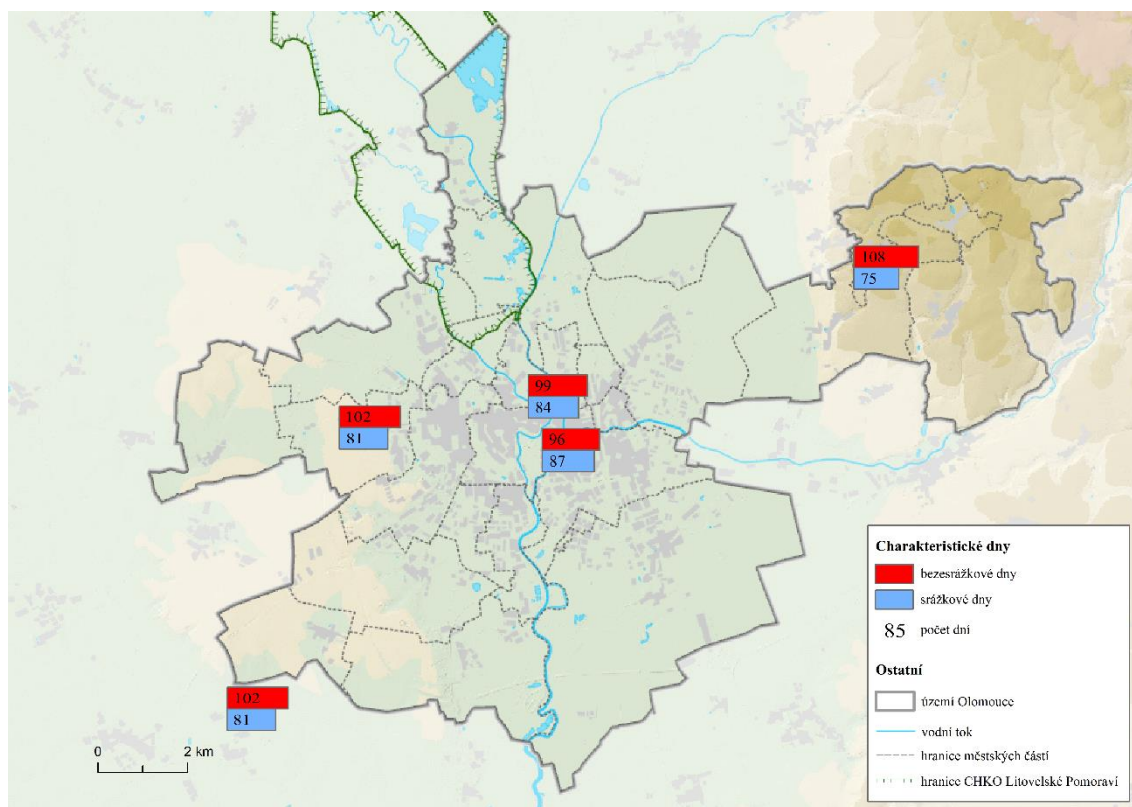
Jelikož má teplý půlrok celkem 180 dní, může být tedy maximální hodnota srážkových nebo bezesrážkových dní v teplém půlroce 180. Průměrný počet bezesrážkových dní v teplém půlroce je 105 a srážkových dní v teplém půlroce 75. Z toho můžeme odvodit, že na přibližně 11 dní beze srážek připadá 7 dní se srážkami. Jestliže na některé ze sledovaných stanic byl zjištěn vysoký počet srážkových dní, nutně nemusejí být na této stanici zjištěny nejvyšší úhrny. Na základě již získaných informací lze odhadnout teplé půlroky s nejvyššími a nejnižšími počty srážkových dní.

Jestliže pohlédneme na Obrázek 35, zjistíme, jaká byla situace během teplého půlroku 2011 s počty srážkových a bezsrážkových dní v Olomouci a okolí. Nejméně dní byly srážky zaznamenány na stanicích KOPE (81) a LETO (83). Nejvíce dní se srážkami bylo zjištěno na stanici ENVE (94). Průměrně bylo v tomto teplém půlroce o 10 bezsrážkových dní více jak srážkových dní.



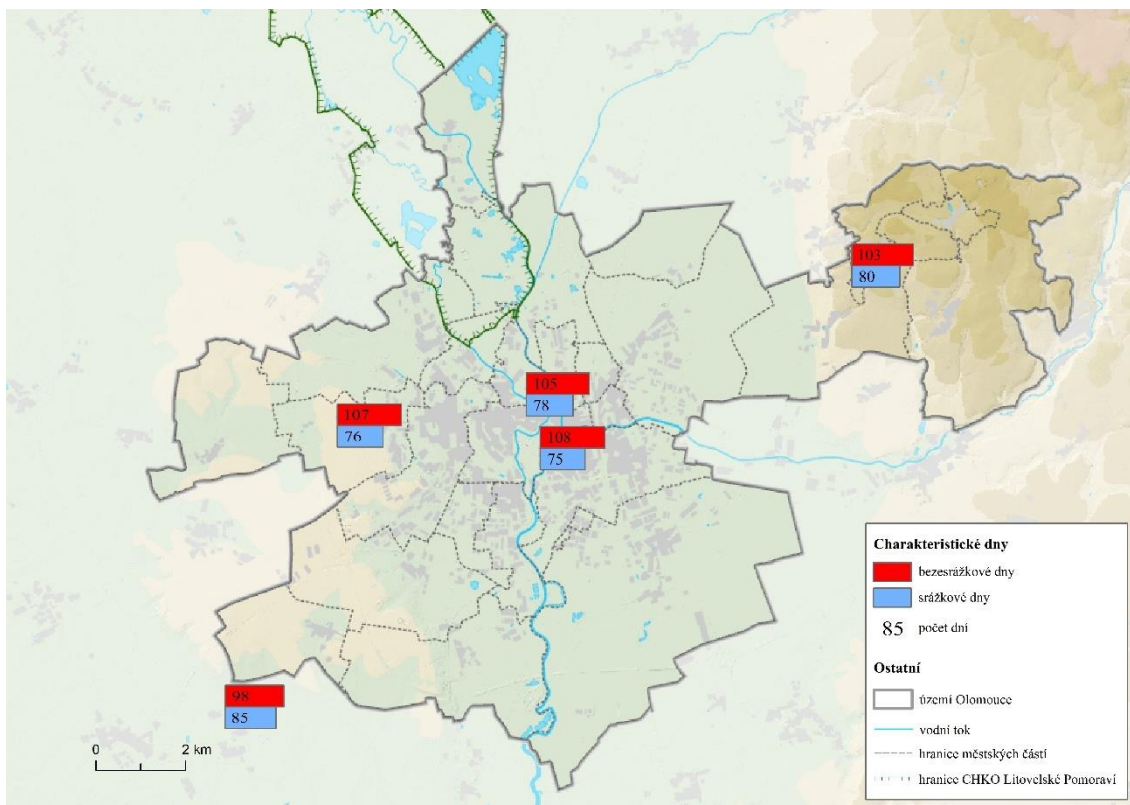
**Obr. 35: Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2011**

Vizualizace množství srážkových a bezsrážkových dní na sledovaných stanicích MESSO v teplém půlroce 2012 je na Obrázku 36. Tento půlrok byl v celkovém srovnání srážkových úhrnů průměrný, proto lze očekávat i průměrné hodnoty srážkových a bezsrážkových dní. Pro stanici KOPE bylo napočítáno 75 srážkových dní, což je nejméně v tomto teplém půlroce. Na stanici ENVE bylo zjištěno nejméně (96) bezsrážkových dní. Průměrná hodnota srážkových dní činila 82 dní a bezsrážkových dní 101 dní.



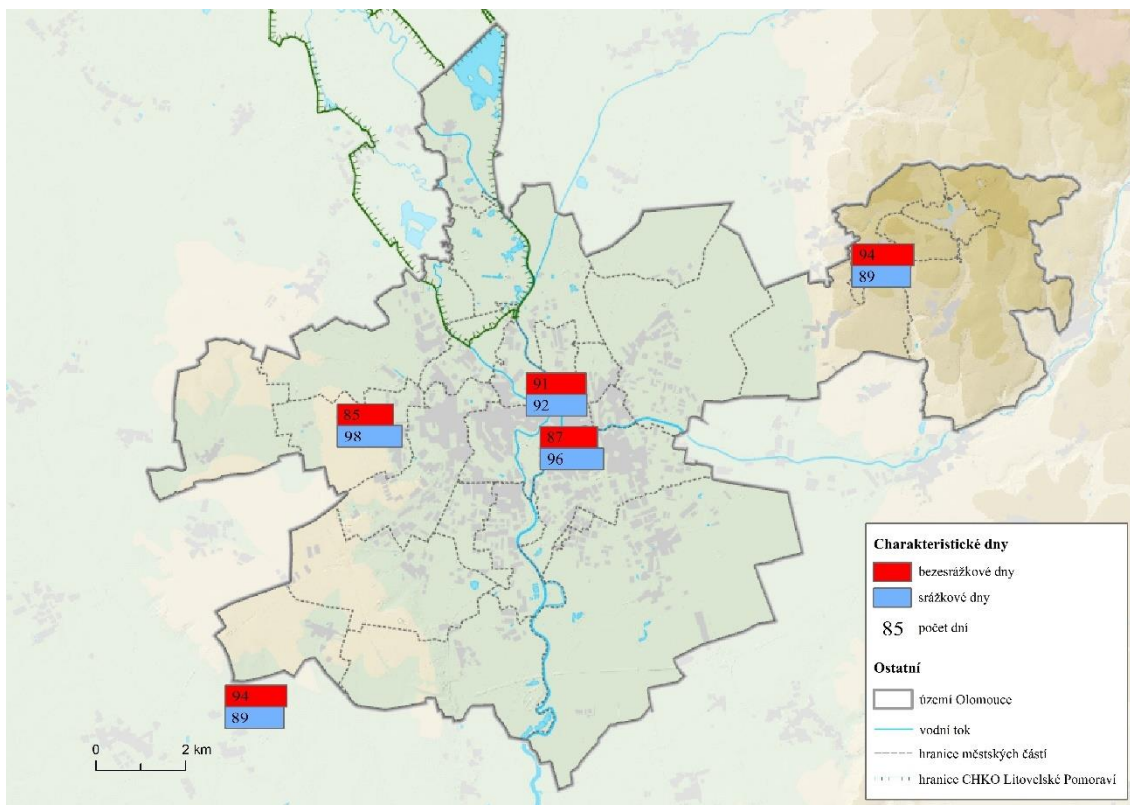
**Obr. 36: Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2012**

Nejvíce srážkových dní (85) v teplém půlroce 2013 bylo zjištěno na stanici v Bystročičích (viz. Obr. 37). Druhý nejvyšší počet srážkových dní vykazovala stanice KOPE, kde bylo těchto dní zjištěno 80. Nejméně srážkových dní bylo zjištěno na stanicích ENVE (75), LETO (76) a BOT\_PeF (78). Amplituda srážkových dní činila 10 dní. Průměr srážkových dní v teplém půlroce 2013 byl 79 dní a bezsrážkových dní 104 dní.



**Obr. 37: Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2013**

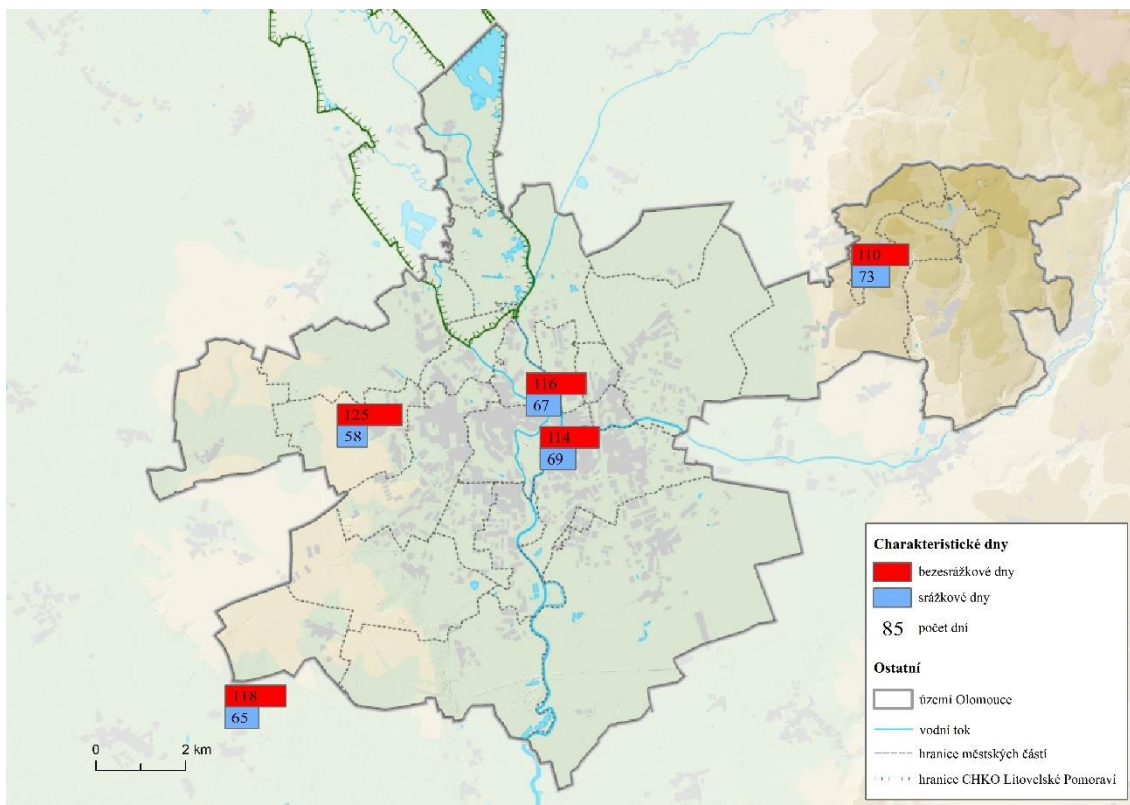
Obrázek 38 ukazuje počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2014. Nejvíce srážkových dní (98) bylo zjištěno na stanici LETO. Jedná se prozatím o nejvyšší počet srážkových dní z celého sledovaného období. Nejmenší počet srážkových dní byl zjištěn na stanicích BYST (89) a KOPE (89). Půlrok 2014 byl celkově nadprůměrný, čemuž odpovídají i vysoké počty srážkových dní. Průměrná hodnota srážkových dní byla 93 dní a bezsrážkových dní 90 dní.



**Obr. 38: Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2014**

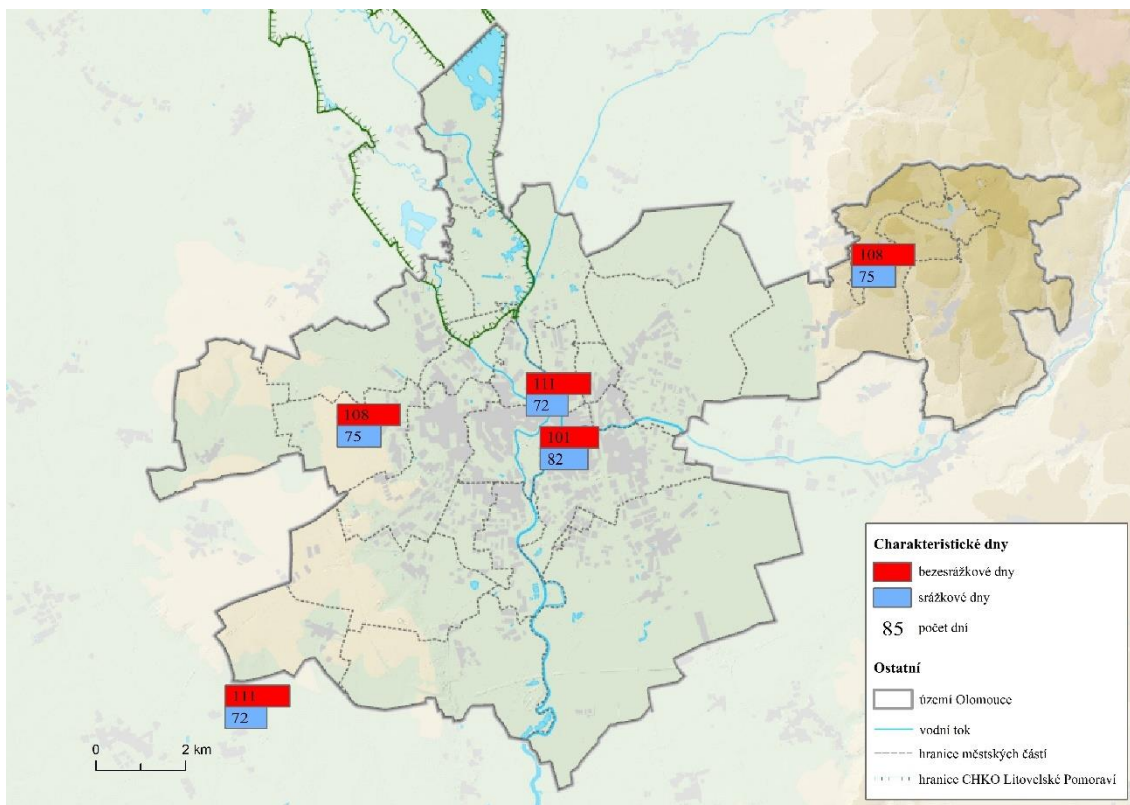
Během teplého půlroku 2015 nastalo velmi suché období. Srážky byly minimální, což se odrazilo i na celkovém počtu srážkových a bezsrážkových dní. Jak ukazuje Obrázek 39, počet bezsrážkových dní byl opravdu vysoký. Průměrná hodnota bezsrážkových dní v teplém půlroce 2015 činila 117 dní. Nejvíce bezsrážkových dní (125) bylo zjištěno na stanici LETO. Jedná se o nejvyšší počet bezsrážkových dní v teplém půlroce z let 2011-2020. Na zbylých sledovaných stanicích byla situace následující: BYST 118, BOT\_PEF 116, ENVE 114 a KOPE 110 bezsrážkových dní. Průměr počtu dní se srážkami byl v tomto půlroce 66 dní.





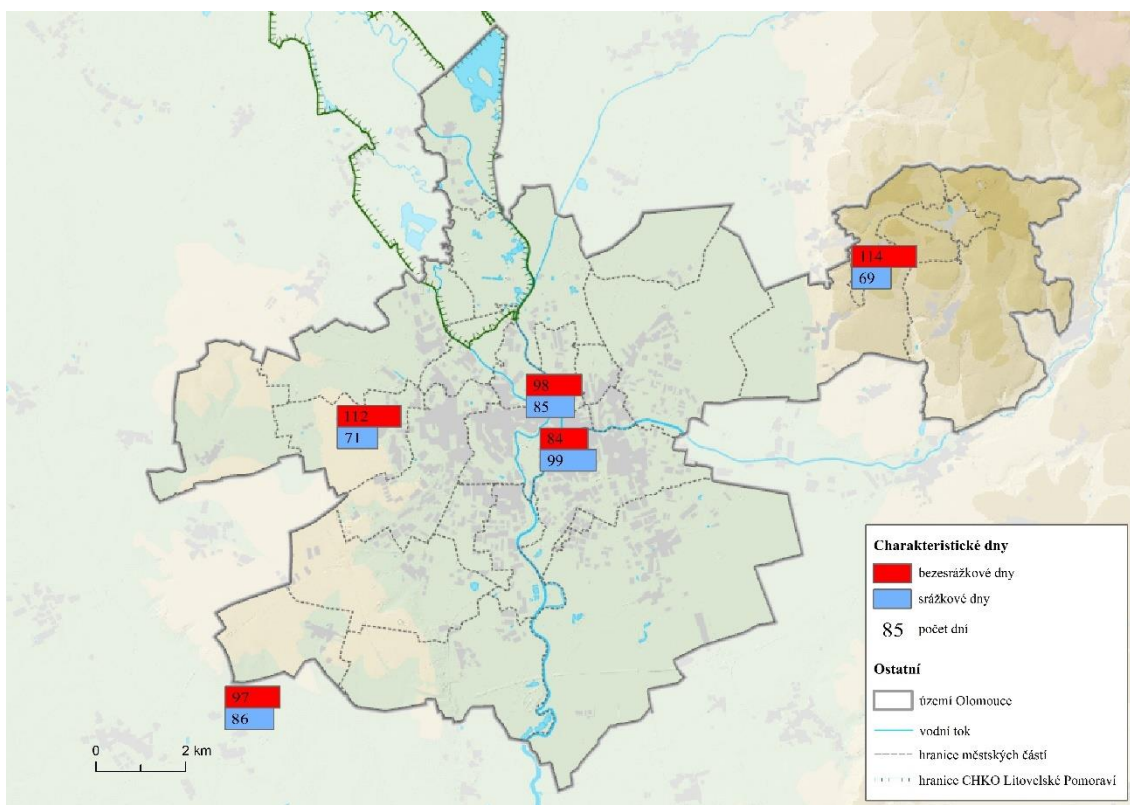
**Obr. 39: Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2015**

Na stanici ENVE bylo zjištěno nejvíce (82) srážkových dní v teplém půlroce 2016. Na každé ze stanic KOPE a LETO bylo zjištěno 75 srážkových dní. Stejná shoda v počtu srážkových dní panuje i na stanicích BOT\_PeF a BYST, kde bylo zjištěno 72 srážkových dní (viz Obr. 40). Tyto stejné počty srážkových a bezsrážkových dní na stanicích v rámci jednoho půlroku jsou během sledované dekády jedinečné. Průměrný počet srážkových dní teplého půlroku 2016 byl 75 dní, což je podprůměrný počet. Bezesrážkových dní bylo v tomto půlroce zjištěno 108.



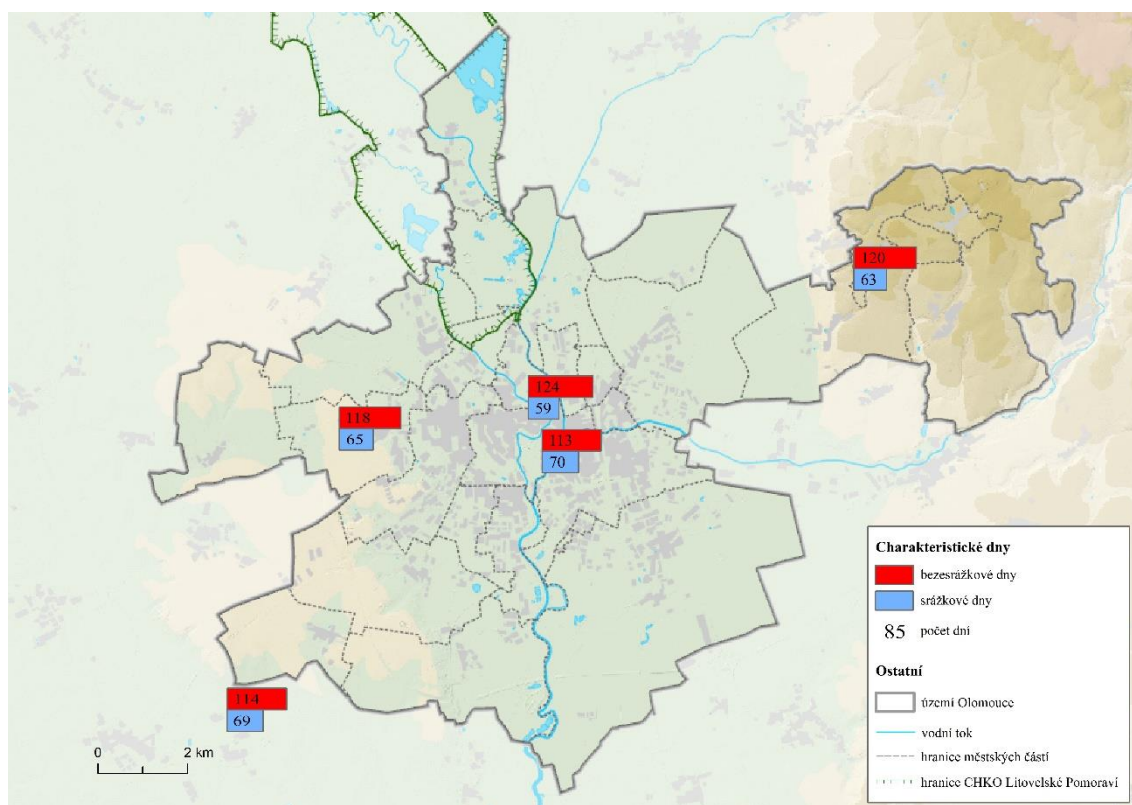
**Obr. 40: Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2016**

Při pohledu na Obrázek 41 zjistíme, jaká byla situace z pohledu počtu srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2017. Na stanici ENVE byla zjištěna ojedinělá skutečnost, kdy počet srážkových dní převyšoval nad bezsrážkovými dny. V tomto případě se jednalo o 99 srážkových dní a 84 bezsrážkových dní. Zároveň těchto 99 srážkových dní na stanici ENVE představovalo nejvyšší počet srážkových dní v teplém půlroce 2017. Nejmenší počet srážkových dní (71) vykazovala stanice LETO. Průměrná hodnota srážkových dní v teplém půlroce 2017 činila 82 dní, bezsrážkových dní bylo tedy průměrně 101.



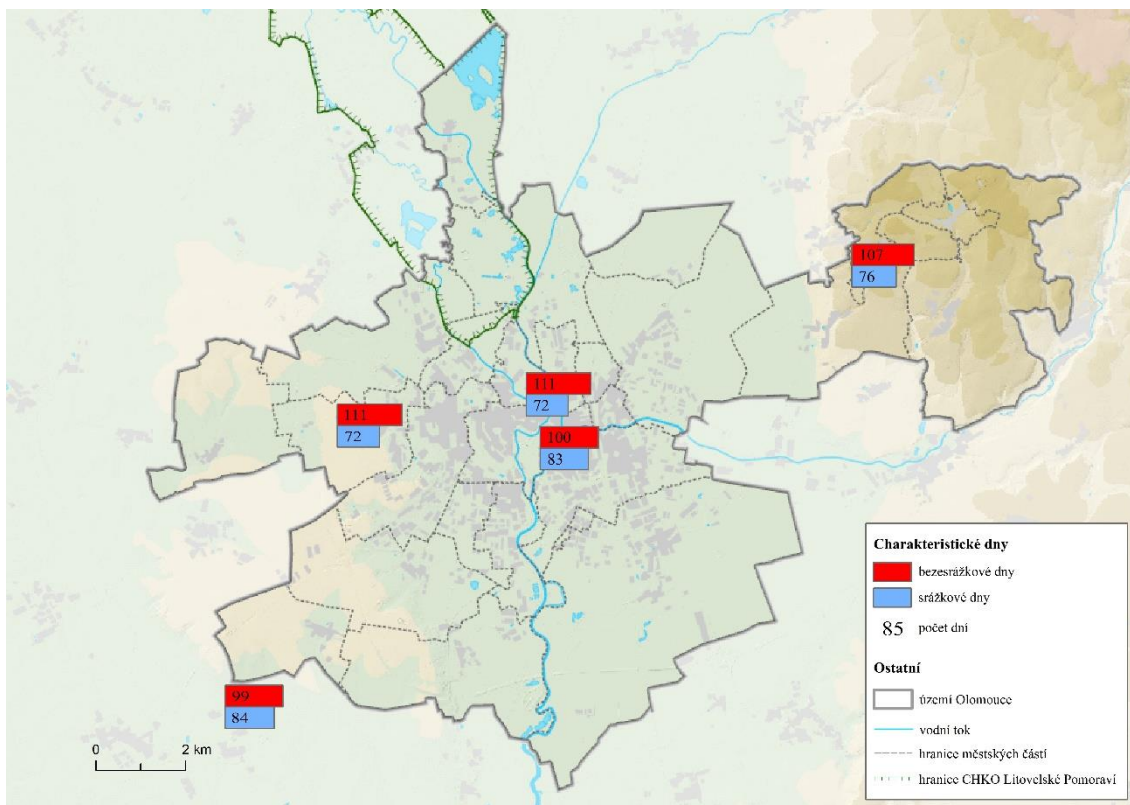
**Obr. 41: Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2017**

Teplý půlrok byl druhý srážkově nejméně vydatným půlrokem z dekády 2011-2020. Průměrný počet srážkových dní byl 65 dní a průměrný počet bezsrážkových dní byl 118 dní. Nejméně (59) srážkových dní bylo zjištěno na městské stanici BOT\_PeF a nejméně (113) bezsrážkových dní bylo zjištěno na městské stanici ENVE (viz Obr. 42). Opět je pozoruhodná skutečnost takto rozdílného počtu srážkových a bezsrážkových dní na těchto blízkých stanicích. Ve většině případů jsou rozhodujícím rozdílným faktorem lokální srážky a přehánky velmi malých úhrnů. V případě vzdušného rozdílu stanic několik stovek metrů nemusejí tyto srážky představovat na druhé stanici měřitelné hodnoty, tudíž je den považován za na stanici za bezsrážkový.



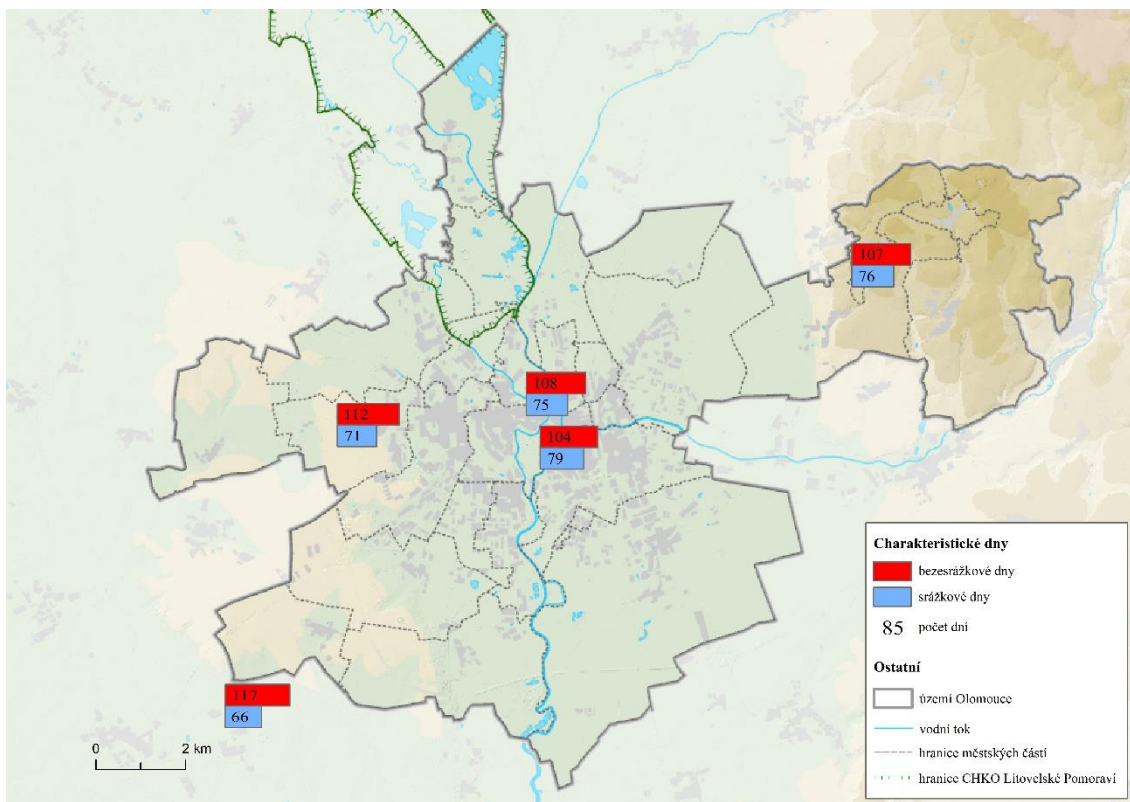
**Obr. 42: Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2018**

Počty srážkových a bezsrážkových dní v srážkově průměrné půlroce 2019 nalezneme na Obrázku 43. V tomto půlroce bylo zjištěno nejvíce srážkových dní, a to 84. Tento počet byl zjištěn na stanici BYST. Nejmenší počet (72) srážkových dní byl v teplém půlroce 2019 zjištěn na stanici v oblasti Svatého Kopečku. Průměrná hodnota srážkových dní v tomto půlroce činila 77 dní. Jako ve většině případů i v tomto bylo bezsrážkových dní více a jejich průměr byl 106. Celkové množství srážek v tomto teplém půlroce bylo průměrné.



**Obr. 43: Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2019**

Obrázek 44 nám ukazuje kartodiagram srážkových a bezsrážkových dní v poslední sledovaném teplém půlroce. Množství srážkových dní v teplém půlroce 2020 bylo na sledovaných stanicích následující: ENVE 79 dní, KOPE 76 dní, BOT\_PeF 75 dní, LETO 71 dní a BYST 66 dní. Množství srážkových dní nebylo nikterak vysoké, jednalo se však o srážky s vysokými úhrny. Tyto úhrny se následně projeví v celkovém půlroční součtu. Průměrná hodnota srážkových dní v tomto případě byla 73 dní, pro dny bez srážek byla průměrná hodnota 110 dní.



**Obr. 44: Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2020**

Na základě získaných poznatků z jednotlivých teplých půlroků bylo zjištěno, že stanice ENVE vykazuje nejvyšší průměrnou hodnotu počtu srážkových dní. Průměrně bylo na této stanici v teplém půlroce z dekády 2011-2020 zjištěno 83 srážkových dní. Na ostatních stanicích je průměrný počet srážkových dní v teplém půlroce ze stejné dekády výrazně nižší. Na stanici BYST 78 dní, BOT\_PeF 77 dní, KOPE 76 dní a LETO 75 dní. Na stanici ENVE nebyl ve sledovaném období v žádném půlroce zjištěn nejvyšší  $R_{tp}$ . Na stanici ENVE se tudíž jednalo o velmi časté srážky s malými úhrny srážek.

#### 6.4.1 Délka bezsrážkových období

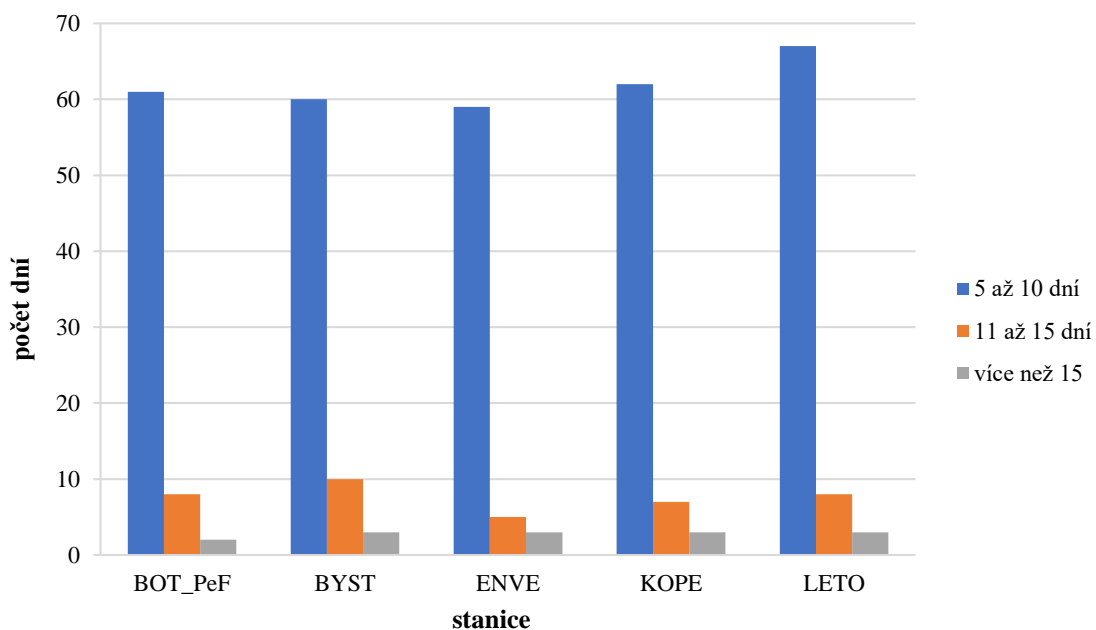
Bezesrážková období byla vybírána na základě předem zvolených kritérií (viz. kapitola Metody řešení). Bezesrážková období se vyskytovala napříč celým sledovaným obdobím. Na základě analýzy bezsrážkových období byla tato období rozdělena do třech kategorií. Jednalo se o bezsrážkové období v délce 5 až 10 dní, 11 až 15 dní a v poslední řadě 16 a více dní. Data bezsrážkového období se mezi stanicemi často liší. Pokud tedy máme bezsrážkové období na stanici BYST 14. 4. – 20. 4., nemusí to

nutně znamenat, že na ostatních sledovaných stanicích nastalo také bezsrážkové období stejného nebo podobného charakteru.

Obrázek 45 vyjadřuje celkový počet bezsrážkových období na základě předem zvolené délky trvání. Přirozeně v našich podmínkách je nejvíce bezsrážkových období v délce trvání 5-10 dní a nejméně bezsrážkových období delších než 15 dní. Množství bezsrážkových období v délce trvání 5-10 dní je na městských stanicích relativně vyrovnané. Na stanici BOT\_PeF jich bylo zjištěno 61 a ENVE 59. Na příměstských stanicích byl zjištěn větší mezistaniční rozdíl. Nejvíce bezsrážkových období bylo prokázáno na stanici LETO, a to 67 bezsrážkových období v délce trvání 5 až 10 dní. Na stanici KOPE bylo těchto období 62 a stanici BYST 60.

Bezsrážková období v délce 11-15 dní jsou v celkovém součtu zastoupeny výrazně méně (viz Obr 45). Lze předpokládat nejvyšší zastoupení těchto období v nejsušších teplých půlrocích. Nejvíce (10) bezsrážkových období z celé sledované dekády bylo zjištěno na stanici BYST. Stejný počet (8) bezsrážkových období v počtu 11-15 dní bylo zjištěno na stanicích BOT\_PeF a LETO. Nejnižší počet bezsrážkových dní v tomto intervalu byl zjištěn pro stanice KOPE (7) a ENVE (5).

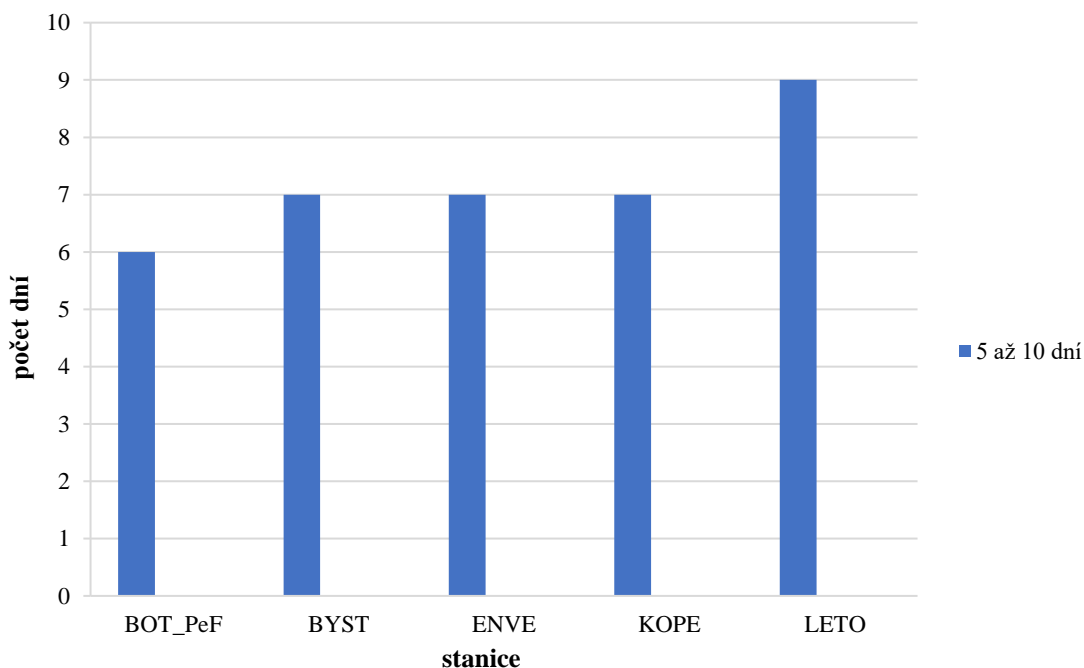
V řádu nižších jednotek se vyskytovaly bezsrážková období v délce 16 dní a více. Stejně množství tohoto období bylo zjištěno na stanicích BYST, ENVE, KOPE a LETO (viz Obr 45). Jednalo se o 3 období delší než 15 dní. Na stanici BOT\_PeF byly zjištěny jen 2 bezsrážková období delší 15 dní. Takto dlouhá bezsrážková období jsou na našem území výjimkou. Tato období nemusejí nastat ve srážkově chudých letech, není to pravidlem. Často nastávají během „období sucha“, které je během srážkově průměrného roku.



**Obr. 45: Délka a počet bezsrážkových období v teplých půlrocích 2011-2020**

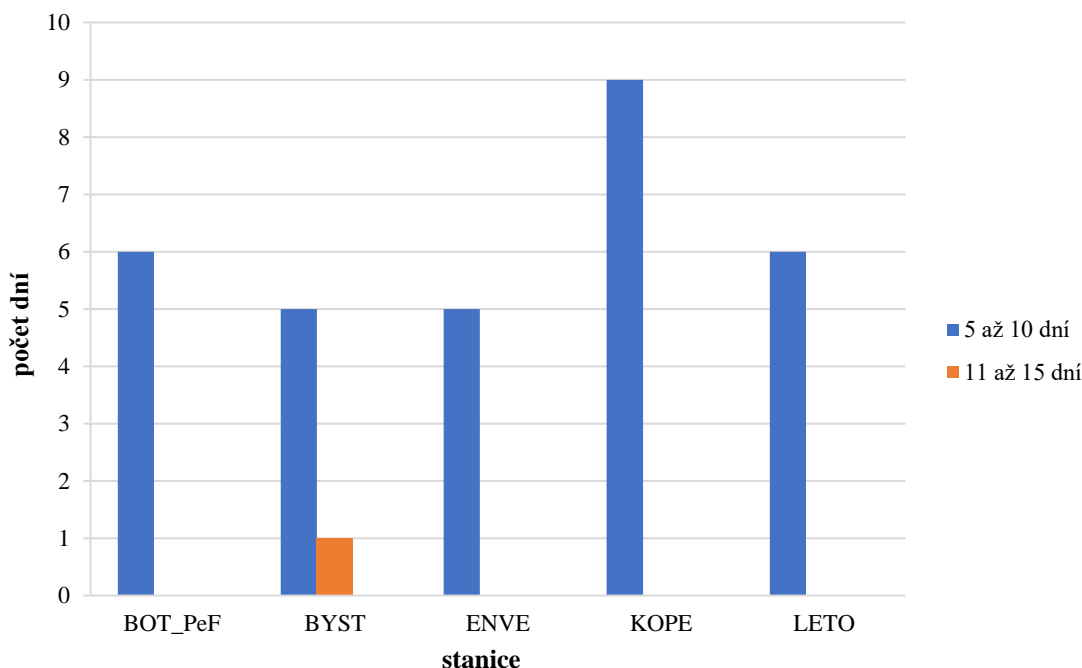
Jak je patrné z Obrázku 45, všechny případy délky bezsrážkového období nemusejí nastat každý teplý půlrok. Jinak tomu není ani v případě teplého půlroku 2011 (viz Obr. 46), kdy v tomto případě byly zjištěny pouze bezsrážková období v délce trvání 5-10 dní. Nejméně (6) bezsrážkových období bylo zjištěno na stanici BOT\_PeF a nejvíce (9) na stanici LETO. Stejný počet (7) bezsrážkových období v délce trvání 5-10 dní byl zjištěn na stanicích BYST, ENVE a KOPE. Nejčastěji nastala bezsrážková období v květnu a září. Teplý půlrok 2011 patří, co se do počtu bezsrážkových období týče, mezi jeden s nejvyššími počty těchto období. Tato skutečnost však neovlivnila celkové množství srážek, které je v půlroce 2011 druhé nejvyšší ze dekády 2011-2020.





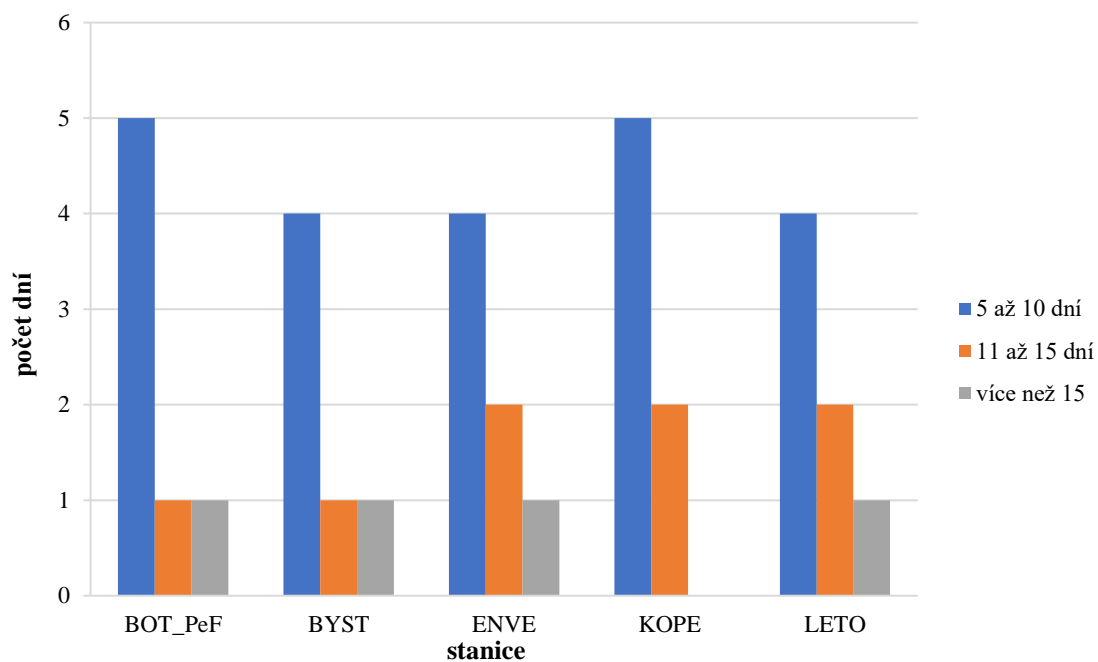
**Obr. 46: Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2011**

V teplém půlroce 2012 je patrná diference mezi jednotlivými stanicemi. Jak ukazuje Obrázek 47, pouze v jednom případě bylo bezsrážkové období delší 10 dní. Na stanici KOPE bylo zjištěno nejvíce (9) bezsrážkových období v intervalu 5 až 10 dní v teplém půlroce 2012. Skutečnost je ovšem taková, že během stejného období, kdy na stanici BYST nastalo bezsrážkové období dlouhé 15 dní, na stanici KOPE nastala tato období dvě. To vysvětluje vysoký počet bezsrážkových období na stanici KOPE. Množství bezsrážkových období v rozmezí 5 až 10 dní bylo na stanicích LETO a BOT\_PeF shodné, a to v počtu 6 období. Na stanicích BYST a ENVE byl počet období v délce trvání 5-10 dní také shodný.



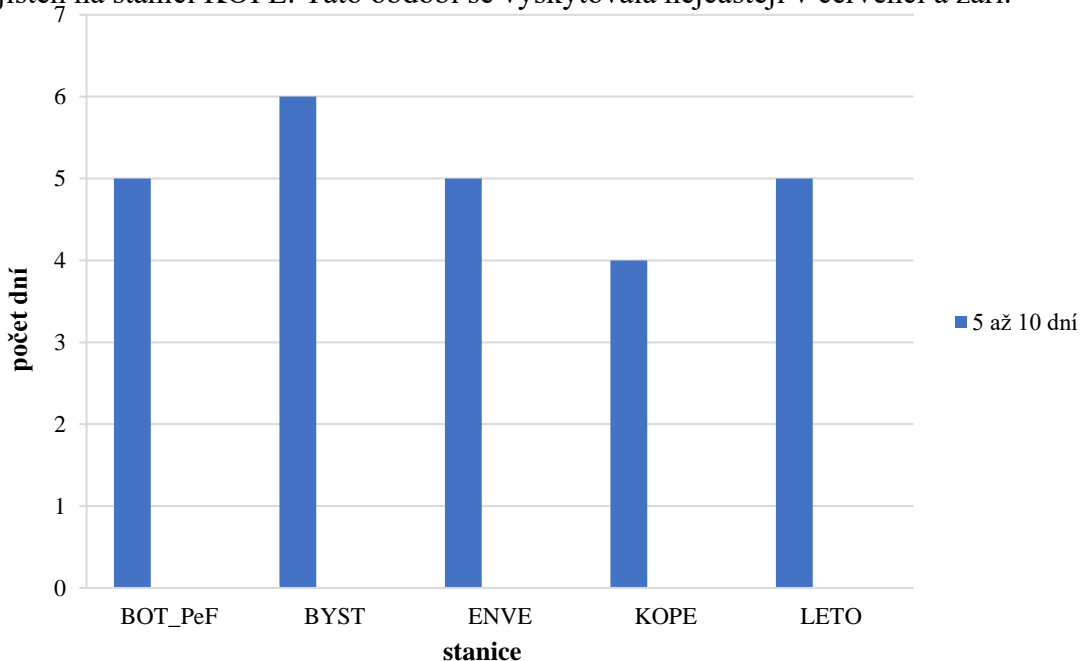
**Obr. 47: Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2012**

Obrázek 48 nám dokládá rozdíly v počtu a délce bezsrážkových období na vybraných stanicích MESSO v teplém půlroce 2013. Tento teplý půlrok nebyl v žádném případě srážkově podnormální, spíše naopak. Jedná se o jeden ze dvou případů, kdy bylo zjištěno bezsrážkové období delší než 15 dní na čtyřech sledovaných stanicích. Na stanicích BOT\_PeF, BYST a ENVE mělo shodnou délku trvání, a to 17 dní. Na stanici LETO bylo ještě o 5 dní delší. Bezsrážkové období v délce 11 až 15 dní bylo zjištěno na všech stanicích. Na stanicích BOT\_PeF a BYST v počtu 1 období a stanicích ENVE, KOPE a LETO v počtu 2 období. V největším počtu byla v teplém půlroce 2013 zastoupena bezsrážková období v délce trvání 5 až 10 dní. Na stanicích BOT\_PeF a KOPE bylo zjištěno 5 období a stanicích BYST, ENVE a LETO 4 období. Tato období se vyskytovala napříč celým teplým půlrokem. Ta nejdelší z nich v období července.



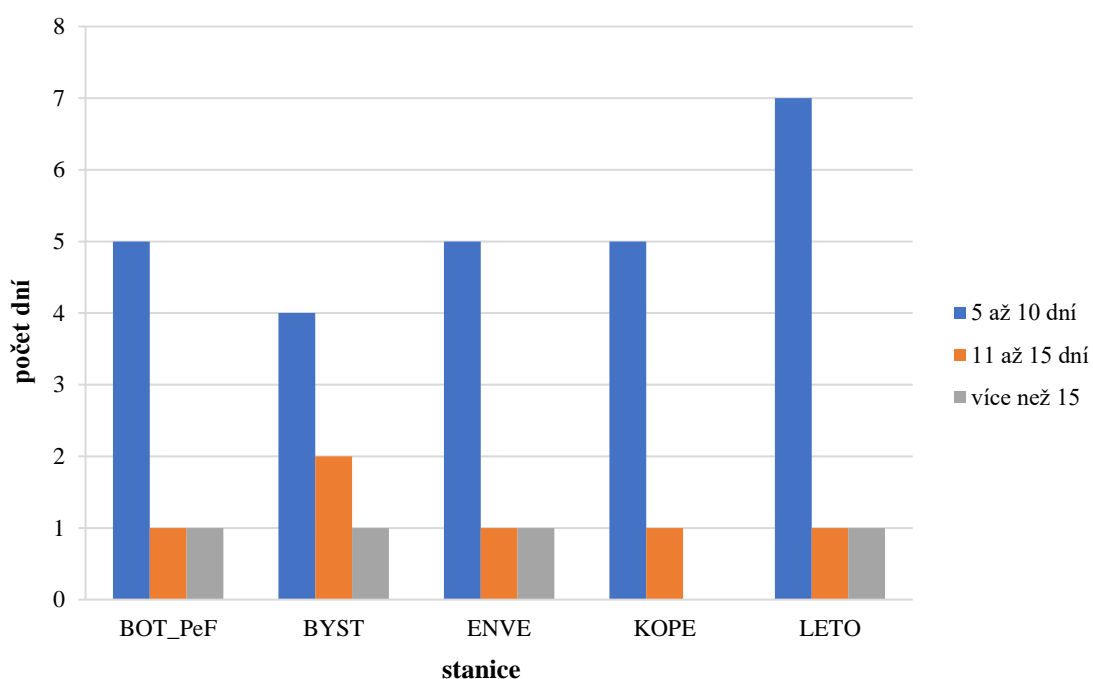
**Obr. 48: Délka a počet bezesrážkových období v teplém půlroce 2013**

V teplém půlroce 2014 byla zjištěna pouze bezesrážková období v maximální délce 10 dní. Nejvíce (6) těchto období nastala na stanici BYST. Jak dále ukazuje Obrázek 49, na stanicích BOT\_PeF, ENVE a LETO bylo zjištěno 5 bezesrážkových období v rozmezí 5 až 10 dní. Nejmenší počet (4) těchto bezesrážkových období byl zjištěn na stanici KOPE. Tato období se vyskytovala nejčastěji v červenci a září.



**Obr. 49: Délka a počet bezesrážkových období v teplém půlroce 2014**

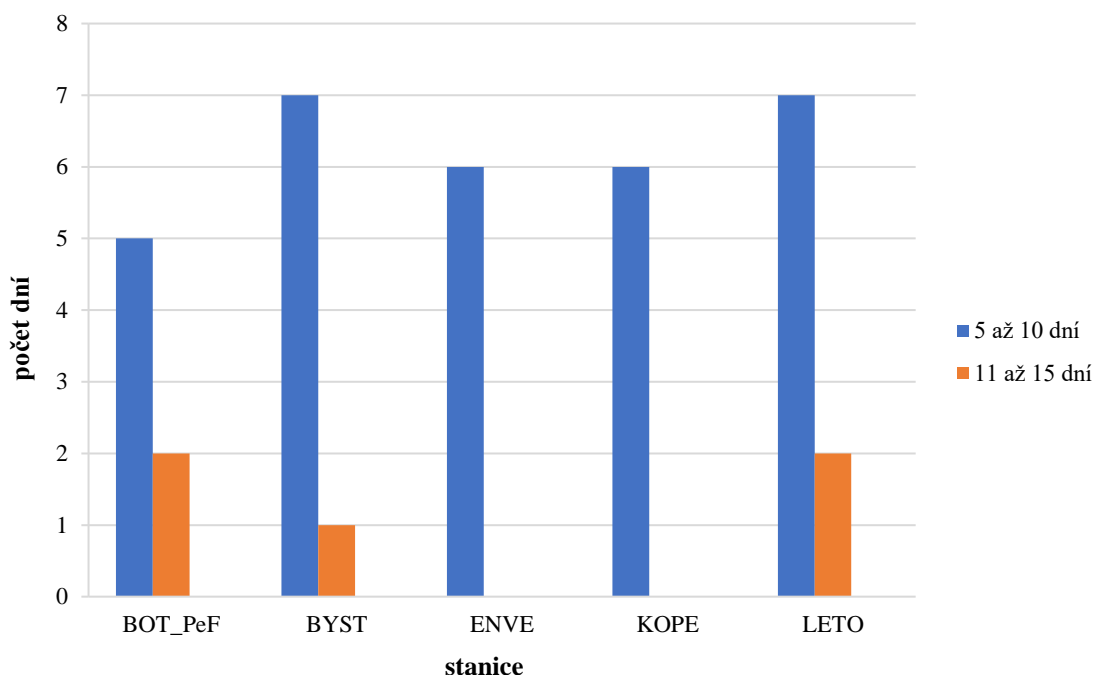
Půlrok 2015 byl jedinečný v několika ohledech. Tím hlavním je nejnižší množství zachycených atmosférických srážek v dekadě 2011-2020. Na této skutečnosti se odrazilo i množství a délka bezsrážkových období (viz Obr. 52). Stejně jako v teplém půlroce 2013 (viz Obr. 48) bylo na čtyřech stanicích zjištěno jedno bezsrážkové období delší 15 dní. V rozmezí délky 11-15 dní byly na všech stanicích zjištěny bezsrážková období. Na stanici BYST byly zjištěna 2 období a na zbylých sledovaných stanicích bylo zjištěno 1 toto období. Bezsrážkové období v intervalu 5-10 dní byla zjištěna na všech sledovaných stanicích. Nejvíce (7) na stanici LETO a nejméně (4) na stanici BYST.



**Obr. 50: Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2015**

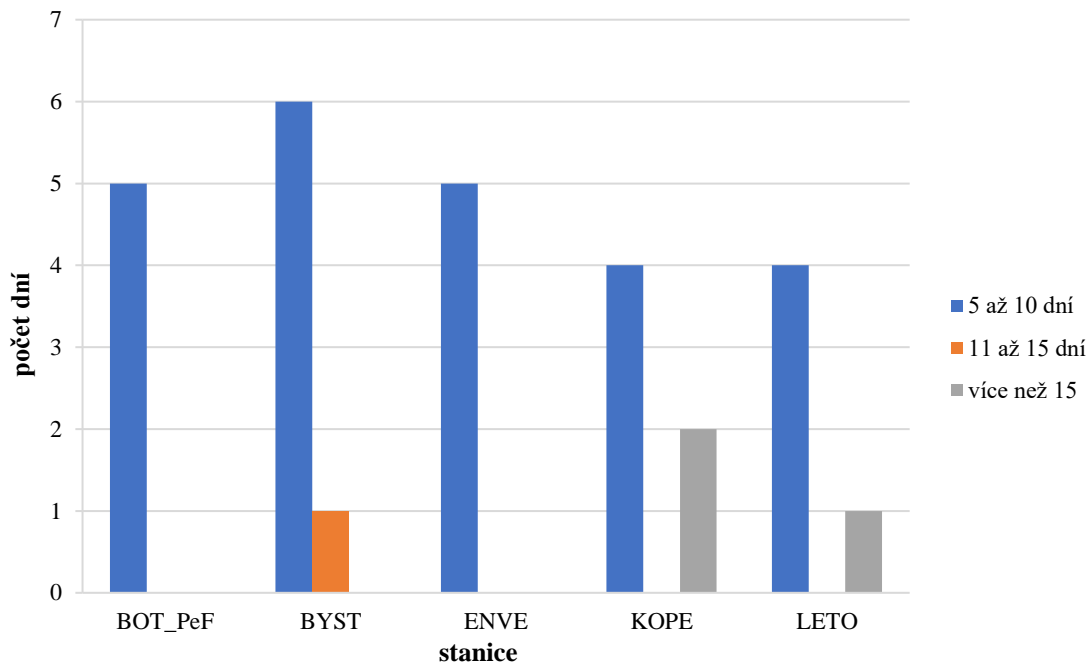
Obrázek 51 vyjadřuje, jaká byla situace v teplém půlroce 2016 v délce a počtu bezsrážkových období na sledovaných stanicích MESSO. V tomto teplém půlroce chyběla bezsrážková období delší 15 dní. Největší zastoupení, jako každý teplý půlrok, měla bezsrážková období v délce 5-10 dní. Nejvíce (7) jich bylo prokázáno na stanicích LETO a BYST. Opakem je stanice BOT\_PeF, kde bylo těchto období nejméně (5). Jestliže se podíváme na bezsrážková období v délce 11-15 dní, zjistíme, že nejčastěji (2) se vyskytovala v teplém půlroce 2016 na stanicích BOT\_PeF a LETO. Na stanici BYST bylo zjištěno jediné období v délce trvání 11-15 dní. Většina bezsrážkových

období byla zjištěna v dubnu a září. Zajímavé je, že ani jedno nebylo zjištěno v červenci.



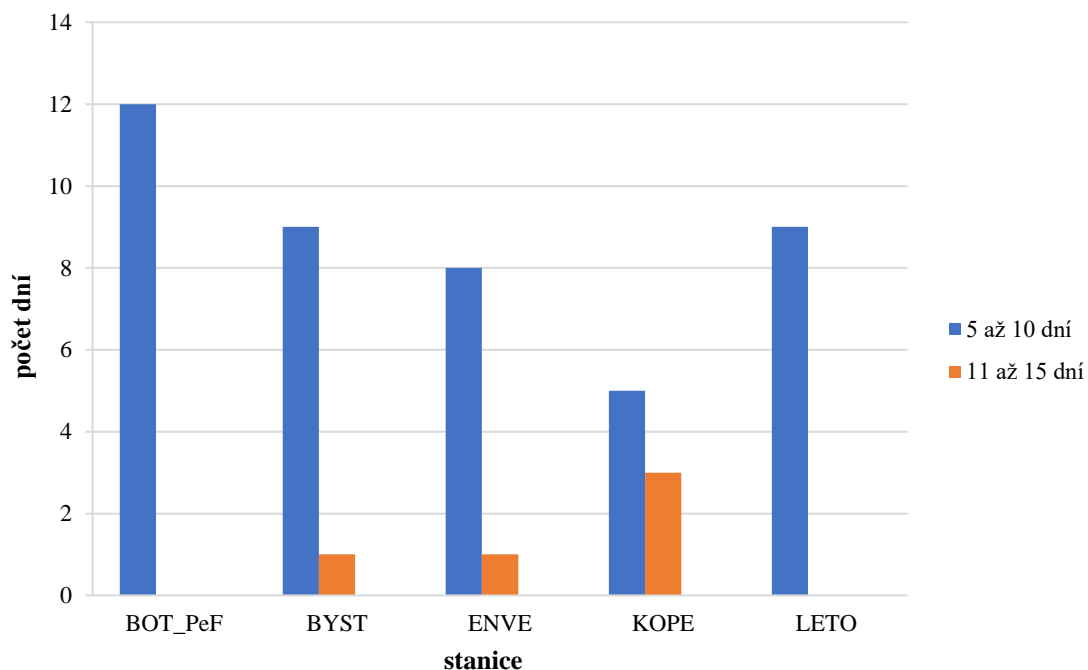
**Obr. 51: Délka a počet bezesrážkových období v teplém půlroce 2016**

Nejvíce bezesrážkových období bylo v teplém půlroce 2017 zjištěno na stanici BYST. Jednalo se o 6 období v délce trvání 5-10 dní a jedno v délce trvání 10-15 dní. Na stanicích KOPE a LETO byla prokázána 4 bezesrážková období v intervalu 5-10 dní. Na stanici KOPE byla ještě zjištěna 2 období a na stanici LETO 1 období delší 15 dní. Nejčastěji se bezesrážková období vyskytovala v květnu a srpnu. V srpnu byla na některých stanicích zjištěna i 3 bezesrážková období. V případě tohoto půlroku můžeme vidět značnou diferenciaci mezi stanicemi v množství a délce bezesrážkových období. Stanice BOT\_PeF, ENVE a LETO mají stejný počet bezesrážkových období, ale rozdílnou délku (viz Obr. 52). Tato skutečnost ukazuje prostorový rozdíl mezi městskými a příměstskými stanicemi.



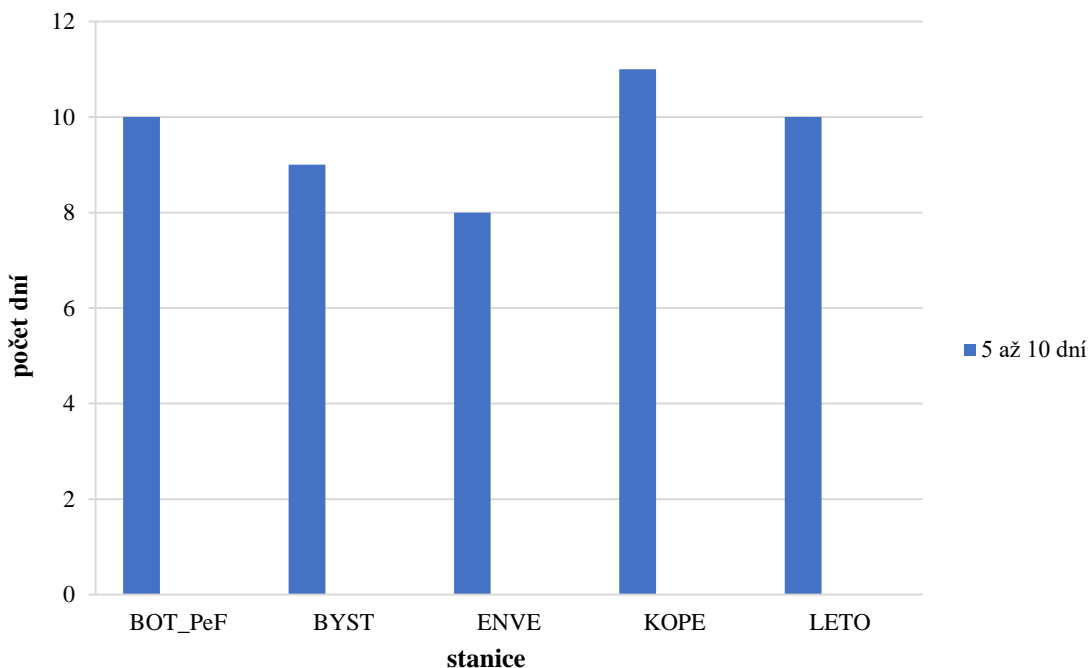
**Obr. 52: Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2017**

Půlrok 2018 patří z celkového pohledu na množství zachycených atmosférických srážek mezi podprůměrné půlroky. V tomto půlroce nastalo nejvíce bezsrážkových období. Absolutně nejvyšší množství bezsrážkových období z celé sledované dekády bylo zjištěno na stanici BOT\_PeF v počtu 12 období. Všechna tato období spadají do intervalu délky 5-10 dní. Na zbylých sledovaných stanicích byly počty bezsrážkových období v intervalu 5-10 dní výrazně nižší. Jak ukazuje Obrázek 53, v tomto teplém půlroce nastala také bezsrážková období delší 10 dní. Jedná se o stanice BYST, ENVE a KOPE, kde byla zjištěna období o délce 11-15 dní. Na stanicích BYST a ENVE se jednalo o 1 období a KOPE o 3 období, která byla dlouhá 11-15 dní.



**Obr. 53: Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2018**

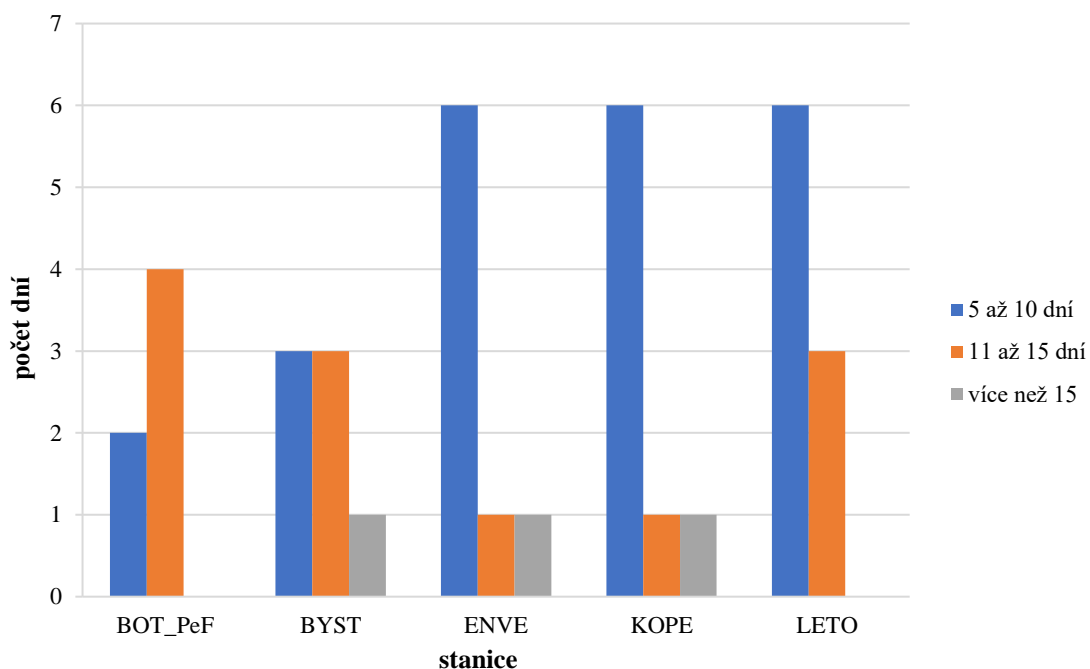
Teplý půlrok 2019 patří mezi tři teplé půlroky, kdy nenastalo bezsrážkové období delší 10 dní (viz Obr. 54). Jedná se o teplé půlroky 2011, 2014 a 2019. Teplý půlrok 2019 patřil mezi teplé půlroky s nejvyšším počtem bezsrážkových období. Nejvíce bezsrážkových období bylo zjištěno na stanici KOPE, a to 11 období. Nejméně (8) na stanici ENVE. Na stanici BOT\_PeF a LETO bylo zjištěno 10 a na stanici BYST 9 bezsrážkových období. Z pohledu srážkových úhrnů v teplých půlrocích dekády 2011-2020 patří teplý půlrok 2019 mezi průměrná období.



**Obr. 54: Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2019**

Srážkově nejvíce příhodným byl teplý půlrok 2020. Hodnota  $R_{prtp}$  byla 420,2 mm. Dalo by se předpokládat, že bude zjištěn nejnižší počet bezsrážkových období, případně budou jen velmi krátké délky. Skutečnost je ale jiná. V tomto půlroce nastalo nejvíce bezsrážkových období o délce 11-15 dní z celé sledované dekády (viz. Obr 55). Nejvíce těchto období (4) bylo zjištěno na stanici BOT\_PeF, následně 3 období nastala na stanicích BYST a LETO. Nejméně období v intervalu 11-15 dní nastalo na stanicích ENVE a KOPE. Zjištěno bylo i jedno bezsrážkové období delší 15 dní. Zajímavé je, že na každé ze stanic nastalo v jinou dobu. Nejdříve na stanici ENVE, potom KOPE a nakonec BYST. Na stanici ENVE zasahovalo toto bezsrážkové období také do studeného půlroku, proto může být jeho skutečná délka delší. Na stanicích ENVE, KOPE a LETO nastalo v teplém půlroce 2020 nejvíce (6) bezsrážkových období v délce 5-10 dní. Na stanicích BYST nastala 3 a BOT\_PeF 2 tato bezsrážková období. Pouze na stanici LETO nastalo jediné bezsrážkové období v měsíci červen. V ostatních případech byla zjištěna bezsrážková období mimo tento měsíc.





**Obr. 55: Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2020**

Množství a délka bezsrážkových období byla mezi jednotlivými teplými půlroky velmi proměnlivá. Jak je patrné, bezsrážková období nemají zásadní vliv na celkové množství srážek. Mezistaniční rozdíly jsou patrné ať už v počtu jednotlivých bezsrážkových období nebo v délce jejich trvání. Nejvíce (78) bezsrážkových období nastalo na stanici LETO, nejméně (67) na stanici ENVE. Při celkovém srovnání bylo na městských stanicích méně bezsrážkových období ve sledované dekádě než na stanicích příměstských.

#### 6.4.2 Nejdélší bezsrážková období

V Tabulce 14 jsou vybrána bezsrážková období delší 15 dní. Těchto období bylo během dekády 2011-2020 zjištěno 13. Nejčastěji se tato dlouhá bezsrážková období vyskytovala na stanici BOT\_PeF, nejméně část na stanici ENVE (viz. Tab. 15). Nejdélší bezsrážkové období bylo zjištěno na stanici BYST, trvalo dlouhých 26 dní. Druhé nejdélší bezsrážkové období nastalo 13. 7. 2013 a skončilo 3. 8. 2013. V tomto případě nastalo na stanici BYST. Třetí nejdélší bezsrážkové období bylo zjištěno na stanici KOPE, trvalo 20 dní. Nejčastěji tato období nastala v červenci a srpnu. Výjimkou jsou dva případy, kdy tato dlouhá bezsrážková období nastala v dubnu (březnu). Mezi jednotlivými stanicemi jsou rozdílné začátky a konce těchto dlouhých

bezesrážkových období. Skutečnost může být dána nadmořskou výškou, okolním prostředím stanice a v neposlední řadě celkovým umístěním stanice.

**Tab. 14: Nejdelší bezesrážková období na vybraných stanicích MESSO v dekadě let 2011-2020**

<b>Stanice</b>	<b>Počet dní</b>	<b>Datum</b>	<b>Půlrok</b>
LETO	22	13. 7. - 3. 8.	2013
BYST	17	13. 7. - 29. 7.	2013
BOT_PeF	17	13. 7. - 29. 7.	2013
ENVE	17	13. 7. - 29. 7.	2013
LETO	18	30. 7. - 16. 8.	2015
BYST	26	29. 7. - 23. 8.	2015
BOT_PeF	17	31. 7. - 16. 8.	2015
BOT_PeF	18	30. 7. - 16. 8.	2015
KOPE	17	25. 7. - 10. 8.	2017
KOPE	20	12. 8. - 31. 8.	2017
KOPE	17	14. 4. - 30. 4.	2020
BYST	19	14. 7. - 1. 8.	2020
BOT_PeF	18	1. 4. - 18. 4.	2020

## 7 SHRNU TÍ A DISKUSE VÝSLEDKŮ

Pro účely tohoto výzkumu byly ze sítě MESSO vybrány 2 městské (BOT\_PeF, ENVE) a 3 příměstské (BYST, KOPE, LETO) stanice. Zkoumány byly teplé půlroky z dekády let 2011-2020. Nejvyšší (382,7 mm) průměrná hodnota srážek v teplém půlroce byla zjištěna na městské stanici BOT\_PeF, nejnižší (335,2 mm) potom na příměstské stanici BYST. Vysoudil a Tomáš (2012) stanovili průměrný úhrn v teplém půlroce na 364,1 mm. Tomuto výsledku odpovídají i celkové výsledky této práce, kde byl průměrný úhrn v teplém půlroce vypočítán na 360,6 mm.

V publikaci od Vysoudila et al. (2012) je uvedeno dlouhodobé měsíční maximum srážek teplého půlroku na měsíc červenec. S touto skutečností souhlasí i Tolasz (2013). Druhým nejvydatnějším měsícem je červen a třetím květen. Vysoudil et al. (2012) pracují s datovou řadou za období let 1961-2010. V případě dekády 2011-2020 to ne vždy takto bylo. Na základě průměrné měsíční hodnoty naměřených srážek ze všech sledovaných stanic bylo měsíční maximum třikrát v červnu a červenci, dvakrát v květnu a září. Změnu v ročním chodu srážek předpokládá v budoucnu i Tolasz (2013). Výsledky zjištěné o ročním chodu srážek během této práce mohou být signálem daleko rozsáhlejších změn.

Dle údajů ČHMÚ byl červen 2020 nejdeštivějším červnem od začátku soustavného měření srážek v České republice v roce 1961. Tomu odpovídají i naměřené hodnoty nejen napříč Českou republikou, ale i údaje ze stanic ČHMÚ v Olomouci Holici a Klášterním Hradisku. Na stanici v Holici bylo za celý červen 2020 naměřeno 158,4 mm a na stanici Klášterní Hradisko 118,9 mm. Tato skutečnost odpovídá i naměřeným hodnotám na vybraných stanicích MESSO. Na základě údajů ze sledovaných stanic MESSO byla vypočítána průměrná červnová hodnota úhrnů atmosférických srážek v teplém půlroce 2020 na 125,7 mm. Jako další porovnání s profesionálními stanicemi ČHMÚ můžeme použít teplý půlrok 2015. Na stanicích MESSO bylo během této doby průměrně naměřeno 224,0 mm srážek, na stanici ČHMÚ Holice 210,8 mm a Klášterní Hradisko 232,5 mm. Tato skutečnost nám dokazuje, že obě staniční sítě mají velmi podobné naměřené hodnoty. Rozdíly mezi staničními sítěmi jsou bezpochyby dány prostorovou variabilitou na území města Olomouce, jako druhý faktor můžeme uvést metodu měření.

Specifickým prostředkem pro porovnání srážkových úhrnů jsou prostorové srážkové úhrny. Ty byly počítány na základě dostupných dat pro jednotlivé měsíce a teplý půlrok. Pro teplý půlrok v období sledované dekády byl prostorový srážkový úhrn vypočítán na 362,4 mm. Pomocí prostorového srážkového úhrnu mohly být porovnány srážkové úhrny v jednotlivých teplých půlrocích. Množství srážek v jednotlivých teplých půlrocích bylo značně variabilní, tudíž nelze vyvodit jednoznačný trend. Vysoudil et al. (2012) říkají, že data z let 1961-2010 vykazují statisticky nevýznamný trend v poklesu srážek, a to přibližně 18 mm za 10 let. Takovouto skutečnost nelze na základě analýzy dekády 2011-2020 ověřit. Lze pouze porovnat se staršími publikacemi zabývajícími se srážkami na území Olomouce. Na základě tohoto porovnání je pokles celkového množství srážek znatelný.

Z výzkumu průměrných ročních srážek a teploty vzduchu AV ČR v období let 1804-2021 na území ČR nebyl v úhrnech srážek zjištěn jednoznačný trend v meziročním srovnání srážek. Podle všeho dochází ke srážkově příhodným a méně příhodným rokům, které se střídají. To stejné bohužel nejde tvrdit o teplotě vzduchu, která na základě tohoto výzkumu na našem území bezpochyby roste.

Quitt (1971) uvádí pro oblast Olomouce 350,0-450,0 mm srážek ve vegetačním období (teplém půlroce). Pro sledované období byl v oblasti Olomouce zjištěn průměrný úhrn v teplém půlroce ve výši 361,0 mm. Tato skutečnost bezpochyby potvrzuje výsledky Vysoudilem et al. (2012), kdy půlroční, ale i roční množství atmosférických úhrnů srážek klesá. Vysoudil a Tomáš (2012) zdůrazňují důležitost srážek na území České republiky, protože Česká republika je na množství vody ze srážek závislá. To dokazují data ze suchých půlroků 2015 a 2018, kdy vzhledem k nízkým srážkovým úhrnům vešla v platnost nová opatření o odběrech vody.

Stanice KOPE, u které byl zjištěn druhý celkově nejvyšší úhrn srážek za celé sledované období, se nachází v nejvyšší nadmořské výšce ze sledovaných stanic. Na množství zachycených srážek na této stanici sehrála svou roli nadmořská výška a vliv návětrné strany Radíkovské vrchoviny. K takovému závěru dospěl i Vysoudil et al. (2012), kteří vysvětlují zvýšené úhrny srážek na stanici KOPE vlivem faktoru nadmořské výšky a lokálního efektu návětrí. K stejnému výsledku dospěl i výsledek této práce, kdy na stanici KOPE byla zjištěna druhá nejvyšší suma srážek ze sledované dekády.

Bezpochyby největší vliv na množství srážkových úhrnů v oblasti Olomouce má střídání a četnosti cyklonálních, anticyklonálních situací a působení větru. Velmi často dochází k přechodu srážkové oblačnosti pouze nad určitou částí Olomouce. Tímto můžeme vysvětlit značný rozdíl v celkových úhrnech mezi stanicemi BOT\_PeF a ENVE. Tyto stanice mohou být mírně ovlivněny antropogenním vlivem města, především znečištěním ovzduší nebo drsností povrchů (Landsberg, 1981). Tato hypotéza nebyla ovšem potvrzena. Potvrzení této hypotézy lze předpokládat u velkých a zejména průmyslových měst. Hypotézu o vlivu města na srážky se pokoušela potvrdit i Doleželová (2013) při výzkumu srážek v oblasti Brna. Dospěla k závěru, že hypotézu nelze jednoznačně potvrdit ani vyvrátit. Po analýze všech těchto faktorů můžeme tvrdit, že srážkové úhrny na území Olomouce jsou výrazně prostorově diferenciovány.

V oblasti Olomouce proběhlo několik studií týkajících se znečištění ovzduší. Jedná se o mobilní nebo stacionární měření. Studium znečištění ovzduší v Olomouci se ve své práci věnoval Šulc (2017), Řezníček (2011) atd. Bohužel žádná z těchto prací se nezabývá detailnější analýzou vlivu znečištění na atmosférické srážky. V této práci byly vybrány dny s nejvyšším úhrnem srážek z každého půlroku. Na základě této studie nebyly v týdenním chodu srážek na území města Olomouce zjištěny žádné zákonitosti. Bezpochyby se jedná o velmi zajímavé téma a rozhodně by stálo za detailnější výzkum v rámci celé ČR.

Množství srážkových dní s určitým srážkovým úhrnem na vybraných stanicích MESSO je velmi variabilní. Stejnou analýzu ve své publikaci provádí i Krchňáček (2019). Krchňáček v kapitole Metody a zpracování dat uvádí stejná kritéria ke stanovení těchto dní. Tato kritéria jsou použita v této práci. Bohužel dále Krchňáček v samotné práci uvádí jiná kritéria, tudíž jsou výsledky jednotlivých prací neporovnatelné. Nejpravděpodobnějším vysvětlením je Krchňáčkovy špatné pochopení matematických znamének, což vedlo k celkově nereprezentativním výsledkům v celé práci.

Jednou ze změn v chodu srážek v městských oblastech je podle amerického projektu METROMEX zvýšení bouřek s úhrny srážek  $\geq 25,0$  mm. V případě města Olomouce nebyly zjišťovány úhrny během bouřek, ale úhrny během jediného dne. Počet dní s úhrnem  $\geq 20,0$  mm byl velice nízký. Proto můžeme tvrdit, že v Olomouci a jejím okolí nebyla prozatím tato skutečnost potvrzena. Množství srážkových dní nemá na území Olomouce jednoznačnou periodicitu.

Nejdelší bezesrážkové období bylo zjištěno mezi 13. 7. a 3. 8. 2013. Toto období trvalo 22 dní. Na základě analýzy synoptických typů bylo zjištěno, že během těchto 22 dní převládaly určité druhy synoptických situací nad Evropou. Jednalo se o situace Cv, Wa, Wal a SWc1. Při srovnání se stanicemi ČHMÚ v Olomouci bylo na těchto stanicích zjištěno bezesrážkové období ještě o jeden den delší, tj. 23 dní. Skutečnost může být dána odlišnou metodikou měření.

## 8 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá prostorovým rozložením srážek na území Olomouce a jejího okolí v teplém půlroce dekády 2011-2020. Stanice byly vybrány na základě vhodného prostorového rozložení a délky nepřetržitého měření. Všechna data prošla kontrolou a potřebnými úpravami.

Práce analyzuje naměřené hodnoty z vybraných stanic. Vypočítány jsou prostorové srážkové úhrny pro teplé půlroky a měsíce sledované dekády. Díky prostorovým srážkovým úhrnům je možné porovnat naměřené úhrny atmosférických srážek ve výškově rozdílném prostoru. Analýza pomocí prostorových srážkových úhrnů byla zvolena na základě rozdílnosti nadmořské výšky mezi jednotlivými stanicemi, kdy v obecném hledisku platí pozitivní závislost atmosférických srážek na celkovém množství srážek. Dále jsou uvedeny disparity mezi jednotlivými stanicemi. Dočíst se můžeme o naměřených absolutních hodnotách, množství srážkových dní s určitým úhrnem, počtu srážkových a bezsrážkových dní, délce a počtu bezsrážkových období.

Vzhledem k postupnému stárnutí MESSO by bylo vhodné tuto staniční síť postupně modernizovat. Data o srážkových úhrnech, ale i data o dalších meteorologických prvcích z městských oblastí, jsou velmi důležitá. Tyto informace se dají využít pro nejen plánování infrastruktury, ale mohou posloužit v případě krizového řízení města a ochrany obyvatelstva. Jedním z důsledků celosvětové změny klimatu je změna v ročním rozložení, chodu a celkovém množství srážek. Pochopení této změny je proto velice důležité. V případě Evropské unie by byla bezpochyby vhodná obdoba amerického METROMEXU, kdy by byla získána velmi cenná data z velkých evropských měst.

Na základě výběru specifického období nelze vyvodit žádné hlubší závěry v trendech atmosférických srážek. V porovnání s jinými publikacemi zabývajícími se srážkami během delšího časového období, nejen na území Olomouce, ale i v České republice, je patrný celkový pokles srážkových úhrnů. Po vyšším počtu srážkových dní v teplém půlroce následují přibližně 2 roky, kdy je množství srážkových dní nižší. Tato skutečnost se však nemusí odrazit v celkovém ročním množství zachycených atmosférických srážek. Odlišnosti v množství srážek na území města jsou zřejmé.

Metodika použitá v této diplomové práci byla vybrána na základě charakteru dostupných dat a nejlepších dosavadních zkušeností s meteorologií a klimatologií. Použitím jiné metody zpracování srážkových poměrů, například pomocí dálkového průzkumu země nebo pomocí modelů srážkových poměrů, mohou být poznatky v této práci vyvráceny.



## 9 SUMMARY

The diploma thesis deals with the spatial distribution of precipitation in the territory of Olomouc and its surroundings in the warm half of the decade 2011-2020. Five stations from the MESSO station network were selected for the precipitation study. Stations were selected based on suitable spatial distribution and length of continuous measurement. All data has been checked and the necessary adjustments made.

The work analyzes the measured values from selected stations. Spatial precipitation totals are calculated for the warm half-years and months of the monitored decade. The following formula was used to calculate spatial precipitation totals:  $PÚ = \frac{(R_{pr1} * z_1 + R_{pr2} * z_2 + \dots + R_{prn} * z_n)}{z_1 + z_2 + \dots + z_n}$ . The spatial precipitation total for the warm half-year of the observed period was calculated at 362.4 mm. In most of the monitored half-years, precipitation was higher than the value of 362.4 mm. The wettest half-years were the half-years of 2011 and 2020. On the contrary, the driest were the half-years of 2015 and 2018. Thanks to the spatial precipitation totals, it is possible to compare the measured atmospheric precipitation totals in a space with different heights. The analysis using spatial precipitation totals was chosen on the basis of the difference in altitude between individual stations, when in general there is a positive dependence of atmospheric precipitation on the total amount of precipitation.

Disparities between individual stations are also listed. The highest (382.7 mm) average value of precipitation in the warm half-year was found at the urban station BOT\_PeF, the lowest (335.2 mm) then at the suburban station BYST. Rainy and non-rainy days were also recorded. Rainless days were selected with regard to the total amount of daily rainfall. So if it didn't rain at all on the given day, the record was 0.0 mm of precipitation, the day was marked as no precipitation. If  $\geq 0.1$  mm of precipitation was recorded for a given day, the day was designated as a precipitation day. During the monitored decade, the highest number of rainless days was found at the LETO station, namely 1080. The least (996) rainless days were found at the ENVE station.

During the monitored period, there were several periods without precipitation. Precipitation-free periods were selected based on several criteria. The daily precipitation total is  $R > 0.0$  mm and precipitation has not been recorded for at least 5 consecutive

days. The resulting length of the precipitation-free period corresponded to the number of days during the duration of these criteria. The longest precipitation-free period lasted 22 days. It was detected at the LETO station between 7/13/2013 and 8/3/2013.

We can also read about measured absolute values and the number of precipitation days with a certain total. June 2020 would be the absolute rainiest month, not only in the observed decade, but also on the basis of long-term measurements by the ČHMÚ.

In comparison with the publications of Vysoudil et al. (2012) and Quitt (1971) there is a noticeable decrease in precipitation in the Olomouc area. For the observed period, the average total in the warm half of the year in the Olomouc region was found to be 361.0 mm. This amount is the lower limit of the range given by Quitt (1971). According to Vysoudil et al. (2012) it shows an insignificant decreasing trend of precipitation in the territory of Olomouc, namely approximately 18 mm in 10 years. This fact cannot be verified based on the analysis of the decade 2011-2020.

Due to the gradual aging of MESSO, it would be appropriate to gradually modernize this station network. Data on precipitation totals, but also data on other meteorological elements from urban areas are very important. This information can be used not only for infrastructure planning but can be used in case of crisis management of the city and protection of the population. One of the consequences of global climate change is a change in the annual distribution, course and total amount of precipitation. Understanding this change is therefore very important. In the case of the European Union, an example of the American METROMEX would undoubtedly be suitable, where very valuable data would be obtained from large European cities.

## 10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

©ArcČR, ARCDATA PRAHA, ZÚ, ČSÚ, 2016. Dostupné z:  
<https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>

ACKERMAN, B. Metromex: Airflow Analyses. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 1974, 93-95.

*ArcGIS REST Services Directory: PrirodníPomery/Klima (MapServer)* [online]. [cit. 2023-02-10]. Dostupné z:  
<https://gis.nature.cz/arcgis/rest/services/PrirodníPomery/Klima/MapServer>

ASHWORTH, J. R. The influence of smoke and hot gases from factory chimneys on rainfall. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* [online]. 1929 [cit. 2023-03-31]. Dostupné z:  
<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/qj.49705523205>

ATKINSON, B. W. A further examination of the urban maximum of thunder rainfall. *Transactions of the Institute of British Geographers*. 1969, 97-120.

ATKINSON, B. W. A further examination of the urban maximum of thunder rainfall. *Transactions of the Institute of British Geographers*. 1969, 97-120.

BOKWA, A. Effects of air pollution on precipitation in Kraków (Cracow), Poland in the years 1971–2005. *Theoretical and Applied Climatology* [online]. 2010, 101(3-4), 289-302 [cit. 2023-01-26]. ISSN 0177-798X. Dostupné z: doi:10.1007/s00704-009-0209-7

BORNSTEIN, R. a Q. LIN. Urban heat islands and summertime convective thunderstorms in Atlanta. *Three cases studies. Atmos. Environ.* 2000, 507-516.

BRAHAM, R. R. Jr. Summary of urban effects on clouds and rain: METROMEX: A Review and Summary. *Meteorological Society*. 1981, 141-152.

BRÁZDIL, R. a J. ŠTEKL. *Cirkulační procesy a atmosférické srážky v ČSSR*. 1. vyd. Brno: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Brně, 1986. 297 s.

BRÁZDIL, R. Vliv města Brna na srážkový režim brněnské oblasti: Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitae Purkyninae Brunensin., *Geographia*. 1979, 1(9), 21-30.

Česká meteorologická společnost [online]: Elektronický meteorologický slovník (eMS) [cit 20.01.2023]. Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz>

Český hydrometeorologický ústav: *Historická data* [online]. [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data/Denni-data-dle-z.-123-1998-Sb>

Český hydrometeorologický ústav: *Měsíční a roční data dle zákona 123/1998 Sb.* [online]. [cit. 2023-01-25]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data/mesicni-data-dle-z.-123-1998-Sb>

Český statistický úřad: *Počet obyvatel v obcích – k 1. 1. 2022* [online]. 2022 [cit. 2023-02-08]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-k-1-1-2022>

ČHMÚ: *Srážkově nadnormální rok v ČR* [online]. 2021 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://chmibrno.org/blog/2021/01/29/infografiky-2020-srazkove-nadnormalni-rok-v-ceske-republice-mapa/>

ČHMÚ: *Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015* [online]. 2016 [cit. 2023-01-22]. Dostupné z: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/zpravy/Sucho\\_2015-predbezna\\_zprava\\_CHMU.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/zpravy/Sucho_2015-predbezna_zprava_CHMU.pdf)

DEMEK, J. a P. MACKOVČIN, ed. *Zeměpisný lexikon ČR*. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR, 2006. ISBN 80-86064-99-9.

DIBAVOD [online]. Výzkumný ústav vodohospodářský. 2006 [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/>

DOLEŽELOVÁ, M. *Srážkové poměry města Brna*. Brno, 2013. Disertační práce. Masarykova Univerzita. Vedoucí práce Prof. RNDr. Rudolf Brázdil, DrSc.

DUBSKÝ, L. *Charakteristické dny podle maximálního a minimálního teploměru a jejich prostorová variabilita v Olomouci a okolí*. Olomouc, 2019. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

DVOŘÁK, J. *Příspěvek ke studiu teplotních poměrů ve venkovské krajině na příkladu obce Horka nad Moravou*. Olomouc, 2021. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

Fiedler: *Srážkoměr SR03 500cm2* [online]. [cit. 2022-11-05]. Dostupné z: <https://www.fiedler.company/cs/produkty/snimace-meteorolog-velicin/destove-srazky/srazkomer-sr03>

GIVATI, A. a D. ROSENFELD. Quantifying Precipitation Suppression Due to Air Pollution. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* [online]. 2004 [cit. 2023-01-20]. Dostupné z: [https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/43/7/1520-0450\\_2004\\_043\\_1038\\_qpsdta\\_2.0.co\\_2.xml](https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/43/7/1520-0450_2004_043_1038_qpsdta_2.0.co_2.xml)

HÁNYŠ, R. *Vedro už páli historické rekordy, vyprahlou Hanou ničí sucho* [online]. 10. 8. 2015 [cit. 2023-02-14]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/olomouc/zpravy/vedro-sucho-leto-teplotni-rekordy-olomoucky-kraj.A150808\\_2183076\\_olomouc-zpravy\\_stk](https://www.idnes.cz/olomouc/zpravy/vedro-sucho-leto-teplotni-rekordy-olomoucky-kraj.A150808_2183076_olomouc-zpravy_stk)

HARNACK, R. P. a H. E. LANDSBERG. Selected Cases of Convective Precipitation Caused by the Metropolitan Area of Washington, D.C. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 1975, 1050-1060.

HOWARD, L., *The climate of London*. 1833.

HUFF, F. A. a S .A. CHANGNON. Precipitation modification by major urban areas. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 1973, 1220-1232.

CHANGNON, S. A. a F. A. HUFF. La Porte again: A new anomaly?. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 1977, 1069–1072.

CHANGNON, S. A. Urban effects on severe local storms at St. Louis. *Journal of Applied Meteorology*. 1978, 578–586.

CHANGNON, S. A., F. A. HUFF a R. G. SEMONIN. Metromex -An investigation of inadvertent weather modification. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 1971, 958–967.

KRCHŇÁČEK, M. *Srážková a bezsrážková období v Olomouci a okolí a jejich prostorová variabilita*. Olomouc, 2019. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

KUBEČEK, J. *Místní klimatické zóny v Olomouci a okolí: teplota vzduchu*. Olomouc, 2017. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.

KULCZYCKI, M. *Příspěvek ke studiu městského a příměstského klimatu Olomouce (atmosférické srážky)*. Olomouc, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

LANDSBERG, H. E. *The Urban Climate*. New York: Academic Press, 1981. International Geophysics Series.

LEHNERT, M. *Příspěvek ke studiu místního klimatu na území Přírodního parku údolí Bystřice: Režim teploty půdy a vzduchu v r. 2008*. Olomouc, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

LEHNERT, M. *Režim teploty půdy v městské a příměstské krajině Olomouce: prostorové rozdíly a jejich příčiny*. Ostrava, 2016. Disertační práce (Ph.D.). Ostravská univerzita v Ostravě. Vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

*Městské klima: Městské a příměstské klima Olomouce a okolí* [online]. [cit. 2023-01-05]. Dostupné z: <http://mestskeklima.upol.cz/olomouc.html>

*Meteorologické zprávy: Meteorological Bulletin*. Praha: Český hydrometeorologický ústav. ISSN 0026-1173.

MOLDERS, N. a M. A. OLSON. Impact of Urban Effects on Precipitation in High Latitudes. *Journal of Hydrometeorology*. 2004, 409-429.

MOTE, T. L. a J. E. DIEM. Intereepochal Changes in Summer Precipitation in the Southeastern United States: Evidence of Possible Urban Effects near Atlanta, Georgia. *Journal of Applied Meteorology: American Meteorological Society*. 2005, 717-728.

MUSIL, D. *Projevy klimatické změny ve variabilitě klimatu jižní, střední a severní Moravy*. Brno, 2022. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita. Vedoucí práce Mgr. Lukáš Dolák, Ph.D.

*Národní geoportál INSPIRE* [online]. [cit. 2023-01-12]. Dostupné z: [geoportal.gov.cz](https://geoportal.gov.cz)

NAVRÁTIL, L. a M. VYSOUDIL. Výzkum topoklimatu v Přírodním praku Údolí Bystřice (ČR): Účelová staniční síť. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis: Geographica*. Olomouc, 2006, XXXIX, 111-139.

NOVOTNÝ, D. *Nebezpečné meteorologické jevy na území Olomouce podle staniční sítě MESSO*. Olomouc, 2020. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

OKE, T. R., (1974): Review of Urban climatology 1968–1973. WMO, Tech. Note 134, Ženeva, 132 s.

PRAX, P., J. ROŽNOVSKÝ a M. PALÁT. *Měření, validace a analýza dlouhodobých dešťových řad v městské hydrologii*. Brno: VUTIUM [i.e. Vysoké učení technické], 2010. ISBN 978-80-214-4131-6.

QUITT, E. Klimatické oblasti Československa. *Studia geographica* 16, Brno: GÚ ČSAV, 1971, 73 s.

RASULY, A. A. *Temporal and spatial study of thunderstorm rainfall in the Greater Sydney region*. Wollongong, 1996. Doctor thesis. University of Wollongong

ROSENBERGER, M. S. a P. W. SUCKLING. Precipitation climatology in the Pittsburgh urban area during late spring and summer. *Southeastern Geographer*. 1989, (29).

ŘEZNÍČEK, P. *Hodnocení úrovně znečištění ovzduší prašným aerosolem frakcí PM10 a PM2,5 ve městě Olomouci*. Olomouc, 2011. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce RNDr. Martin Jurek, Ph.D.

SHEPHERD, J. M. A Review of Current Investigations of Urban-Induced Rainfall and Recommendations for the Future. *Earth Interactions* [online]. 2005, 1-27 [cit. 2023-01-22]. Dostupné z: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/eint/9/12/ei156.1.xml>

SHEPHERD, J. M., H. PIERCE a A. J. NEGRI. *Rainfall Modification by Major Urban Areas: Observations from Spaceborne Rain Radar on the TRMM Satellite* [online]. 2002 [cit. 2023-01-21]. Dostupné z: [https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/41/7/1520-0450\\_2002\\_041\\_0689\\_rmbmua\\_2.0.co\\_2.xml](https://journals.ametsoc.org/view/journals/apme/41/7/1520-0450_2002_041_0689_rmbmua_2.0.co_2.xml)

SCHLÜNZEN, K. H., et al. Long-term changes and regional differences in temperature and precipitation in the metropolitan area of Hamburg. *International Journal of Climatology* [online]. 2010, 1121-1136 [cit. 2023-01-20]. Dostupné z: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.1968>

SCHMAUSS, A. Grosstädte und Niederschlag. *Meteorologische Zeitschrift*. 1927, 339-341 s.

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

*Statutární město Olomouc: Sucho a protipovodňová opatření ovlivňují život v řece. Platí zákaz odběru povrchové vody* [online]. Olomouc, 2018 [cit. 2023-02-15]. Dostupné z: <https://www.olomouc.eu/aktualni-informace/aktuality/22810>

ŠÍR, M. a P. KALENDA. *Srážky v ČR v období 1961–2019* [online]. 2020, 1-5 [cit. 2023-01-25]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/347421724\\_Srazky\\_v\\_CR\\_v\\_obdobi\\_1961-2019](https://www.researchgate.net/publication/347421724_Srazky_v_CR_v_obdobi_1961-2019)

ŠULC, J. *Prostorová analýza zdrojů znečištění ovzduší v Olomouci*. Olomouc, 2017. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce RNDr. Martin Jurek, Ph.D.

TAYANÇ, M., M. KARACA a O. YENIGÜN. Annual and seasonal air temperature trend patterns of climate change and urbanization effects in relation to air pollutants in Turkey. *Journal of Geophysical research*. 1997, 1909–1920.

TOLASZ, R. et al. *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. ISBN 978-80-244-1626-7.

TOLASZ, R. Změny ročního chodu srážek v České republice od roku 1961. *Meteorologické zprávy*, 2013, roč. 66, č. 4, s. 104–109. ISSN 0026-1173.

UČÍKOVÁ, V. *Podnebí Přerova a okolí*. Olomouc, 2012. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

Urban Development. *The World Bank* [online]. 2022 [cit. 2023-01-11]. Dostupné z: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>



VYSOUDIL, M. *Dlouhodobé kolísání srážek na území severní Moravy 1881-1980*. Olomouc: Univerzita Palackého, 1989, 99 s., [40] s. graf. příl.

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

Was Wir 2022 über das extremwetter in Deutschland wissen. *Deutscher Wetterdienst / Extremwetterkongress* [online]. Hamburg, 2022 [cit. 2023-01-21]. Dostupné z: [https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle\\_meldungen/220928/Faktenpapier-Extremwetterkongress\\_download.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/220928/Faktenpapier-Extremwetterkongress_download.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

*World Meteorological Organization* [online]. [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://public.wmo.int/en>

YOSHINO, M. *Climate in a small area: an introduction to local meteorology*. Tokyo: University of Tokyo Press, 1975.

## 11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BOT_PeF	indikativ stanice
BYST	indikativ stanice
Cv	výšková cyklóna
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ENVE	indikativ stanice
GMT	Greenwichský střední čas
KNKH	klimatický normál – Klášterní Hradisko
KOPE	indikativ stanice
LETO	indikativ stanice
MESSO	Metropolitní staniční síť v Olomouci
METROMEX	Metropolitní meteorologický experiment
P	srážková pravděpodobnost
PÚ	prostorový srážkový úhrn
PÚ_m	prostorový srážkový úhrn měsíce
PÚ_tp	prostorový srážkový úhrn teplého půlroku
R	úhrn srážek
R_dmax	maximální denní úhrn srážek
R_dtdmax	datum maximálního denního úhrnu srážek
R_pr	průměrný úhrn srážek
R_prm	průměr srážek měsíční
R_prtp	průměr srážek teplého půlroku
R_tp	suma úhrnu srážek v teplém půlroce
SIVS	systém integrované výstražné služby
SWc1	jihozápadní cyklonální situace
TP	teplý půlrok (duben-září)
UHI	tepelný ostrov města
Wa	západní anticyklonální situace
Wal	západní anticyklonální situace letního typu
WMO	Světová meteorologická organizace
z	nadmořská výška

## 12 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

### Obrázky

**Obr. 1:** Srážkoměr SR03

**Obr. 2** Srážkoměr ČHMÚ Klášterní Hradisko

**Obr. 3:** Poloha vybraných stanic MESSO, stav k 31. 12. 2022

**Obr. 4:** Klimatické oblasti v Olomouci a okolí

**Obr. 5:** Srovnání  $R_{prtp}$  v dekadě 2011-2020 s KNKH z let 1981-2010 a  $PÚ_{tp}$  2011-2020

**Obr. 6:** Srovnání absolutních úhrnů atmosférických srážek v TP 2011-2020 s KNKH z let 1981-2010 a  $PÚ_{tp}$  2011-2020

**Obr. 7:** Srovnání  $R_{prm}$  v TP 2011 s  $PÚ_m$  2011

**Obr. 8:** Srovnání  $R_{prm}$  v TP 2012 s  $PÚ_m$  2012

**Obr. 9:** Srovnání  $R_{prm}$  v TP 2013 s  $PÚ_m$  2013

**Obr. 10:** Srovnání  $R_{prm}$  v TP 2014 s  $PÚ_m$  2014

**Obr. 11:** Srovnání  $R_{prm}$  v TP 2015 s  $PÚ_m$  2015

**Obr. 12:** Srovnání  $R_{prm}$  v TP 2016 s  $PÚ_m$  2016

**Obr. 13:** Srovnání  $R_{prm}$  v TP 2017 s  $PÚ_m$  2017

**Obr. 14:** Srovnání  $R_{prm}$  v TP 2018 s  $PÚ_m$  2018

**Obr. 15:** Srovnání  $R_{prm}$  v TP 2019 s  $PÚ_m$  2019

**Obr. 16:** Srovnání  $R_{prm}$  v TP 2020 s  $PÚ_m$  2020

**Obr. 17:** Měsíční úhrn atmosférických srážek v Olomouci a okolí

**Obr. 18:** Komparace  $R_{prm}$  v dubnu na sledovaných stanicích MESSO s  $PÚ_m$  2011-2020

**Obr. 19:** Komparace  $R_{prm}$  v květnu na sledovaných stanicích MESSO s  $PÚ_m$  2011-2020

**Obr. 20:** Komparace  $R_{prm}$  v červnu na sledovaných stanicích MESSO s  $PÚ_m$  2011-2020

- Obr. 21:** Komparace  $R_{prn}$  v červenci na sledovaných stanicích MESSO s  $P\dot{U}_m$  2011-2020
- Obr. 22:** Komparace  $R_{prn}$  v srpnu na sledovaných stanicích MESSO s  $P\dot{U}_m$  2011-2020
- Obr. 23:** Komparace  $R_{prn}$  v září na sledovaných stanicích MESSO s  $P\dot{U}_m$  2011-2020
- Obr. 24:** Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2011
- Obr. 25:** Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2012
- Obr. 26:** Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2013
- Obr. 27:** Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2014
- Obr. 28:** Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2015
- Obr. 29:** Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2016
- Obr. 30:** Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2017
- Obr. 31:** Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2018
- Obr. 32:** Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2019
- Obr. 33:** Četnost dní s určitým srážkovým úhrnem v teplém půlroce 2020
- Obr. 34:** Počet srážkových a bezsrážkových dní na vybraných stanicích MESSO v dekadě 2011-2020
- Obr. 35:** Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2011
- Obr. 36:** Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2012
- Obr. 37:** Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2013
- Obr. 38:** Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2014
- Obr. 39:** Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2015
- Obr. 40:** Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2016
- Obr. 41:** Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2017
- Obr. 42:** Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2018
- Obr. 43:** Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2019

- Obr. 44:** Počet srážkových a bezsrážkových dní v teplém půlroce 2020
- Obr. 45:** Délka a počet bezsrážkových období v teplých půlrocích 2011-2020
- Obr. 46:** Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2011
- Obr. 47:** Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2012
- Obr. 48:** Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2013
- Obr. 49:** Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2014
- Obr. 50:** Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2015
- Obr. 51:** Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2016
- Obr. 52:** Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2017
- Obr. 53:** Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2018
- Obr. 54:** Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2019
- Obr. 55:** Délka a počet bezsrážkových období v teplém půlroce 2020

## **Tabulky**

**Tab. 1:** Vybrané stanice MESSO pro účelové měření srážek v dekadě 2011-2020

**Tab. 2:** Klimatické regiony na území Olomouce a jejich srážkové charakteristiky

**Tab. 3:** Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2011

**Tab. 4:** Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2012

**Tab. 5:** Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2013

**Tab. 6:** Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2014

**Tab. 7:** Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2015

**Tab. 8:** Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2016

**Tab. 9:** Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2017

**Tab. 10:** Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2018

**Tab. 11:** Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2019

**Tab. 12:** Charakteristiky atmosférických srážek R (mm) v TP 2020

**Tab. 13:** Zastoupení  $R_{ddmax}$  v pentádách a dekadě 2011-2020 na sledovaných stanicích MESSO

**Tab. 14:** Nejdélší bezsrážková období na vybraných stanicích MESSO v dekadě let 2011-2020