

Meteorologické zprávy

ROČNÍK
74–2021

2

33 Rok 2020 v Česku

Radim Tolasz – Radek Čekal – Hana Škáchová – Leona Vlasáková

46 Výskyt suchých období v pražském Klementinu

Vít Květoň – Michal Žák

56 Extrémní jevy na Jesenicku pohledem meteorologa 1978–2018

David Abrahánek – Pavel Rušar

Meteorological
Bulletin

Český
hydrometeorologický
ústav



33 The year 2020 in Czechia

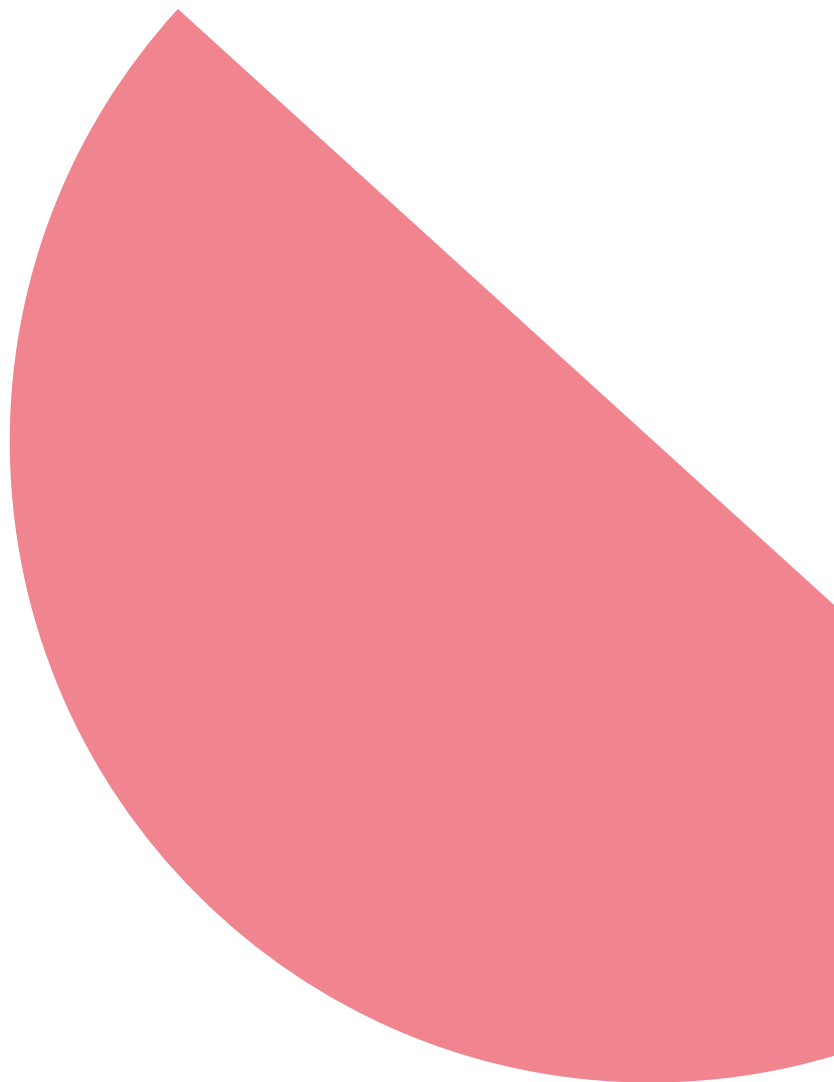
Radim Tolasz – Radek Čekal – Hana Škáchová – Leona Vlasáková

46 Occurrence of dry periods in Prague's Klementinum

Vít Květoň – Michal Žák

56 Extreme phenomena in the Jesenicko area from the perspective of a meteorologist 1978–2018

David Abrahánek – Pavel Rušar



Rozšiřuje – Free booking:

Český hydrometeorologický ústav, tiskové a informační oddělení
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, tel.: 244 032 722, 244 032 724

Czech Hydrometeorological Institute, Press and Information Department
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4, Czech Republic, Phones: (+420) 244 032 722, (+420) 244 032 724

Rok 2020 v Česku

The year 2020 in Czechia

Radim Tolasz

Český hydrometeorologický ústav, Pobočka Ostrava
K Myslivně 3/2182, 708 00 Ostrava-Poruba
✉ radim.tolasz@chmi.cz

Radek Čekal

Český hydrometeorologický ústav
oddělení hydrologických předpovědí
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ radek.cekal@chmi.cz

Hana Škáchová

Český hydrometeorologický ústav
oddělení informačních systémů kvality ovzduší
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ hana.skachova@chmi.cz

Leona Vlasáková

Český hydrometeorologický ústav
oddělení informačních systémů kvality ovzduší
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ leona.vlasakova@chmi.cz

The article summarizes the main events in individual months of 2020 in meteorology, climatology, hydrology and ambient air quality. The average annual temperature of 9.1 °C with a deviation of 1.2 °C above the normal of 1981–2010 (and +1.6 °C for the normal of 1961–1990) ranks the year between the extremely warm years. The annual precipitation total of 764 mm classifies the year as above the normal for both normal periods. For every month, the highest and lowest temperatures, significant rainfall events and, possibly, higher wind speeds are indicated. If a flood risk level was reached in Czechia, it is also listed in the overview. Concerning the air quality, cases of exceeding the limit values for human health protection of and declarations of smog situations are listed. Both meteorological and dispersion conditions and continued emission reductions also had a positive effect on the level of air pollutants. The lowest concentrations of suspended particles of PM₁₀ and PM_{2.5} and nitrogen oxides in the entire history of measurements were observed; ground-level ozone concentrations were at a lower level than in previous years when above-normal temperatures prevailed – especially in summer months. No smog situations or regulations were announced.

1. Úvod

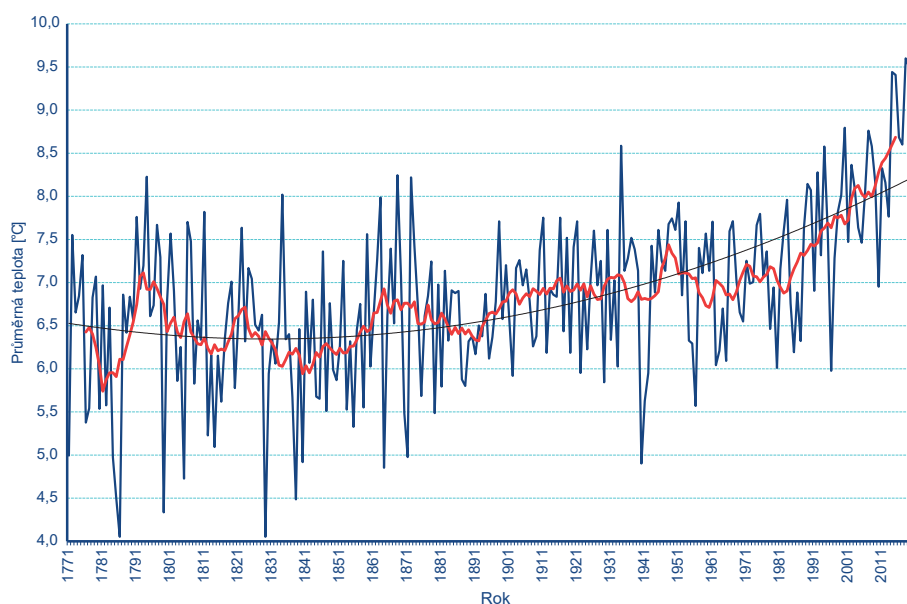
Rok 2020 byl s průměrnou teplotou 9,1 °C a s odchylkou +1,2 °C od normálu 1981–2010 (a +1,6 °C od normálu 1961–1990) silně nadnormální, roky 2019, 2018, 2015 a 2014 byly mimořádně nadnormální¹ a roky 2016 a 2017 nadnormální (obr. 1). Posledním teplotně normálním rokem byl rok 2013 s průměrnou teplotou 7,9 °C. Teplotní odchylka od normálu 1981–2010 v jednotlivých měsících (obr. 2) kolísala od +4,6 °C v únoru, teplotně mimořádně nadnormálním měsícem, až po –2,1 °C v květnu, který tak byl měsícem teplotně silně podnormálním. V průběhu roku byly měsíce březen, červen, červenec, říjen a listopad teplotně normální. Leden, duben, srpen, září a prosinec byly teplotně nadnormální. Roční srážkový úhrn 764 mm zařazuje rok mezi roky srážkově nadnormální (normál za období 1981–2010 je v Česku 686 mm). Nejvíce srážek, v průměru 151 mm, což bylo 191% normálu, napadlo v České republice v červnu a nejméně, v průměru jen 18 mm, to je 43% normálu, v dubnu. Červen byl srážkově mimořádně nadnormální, únor a říjen silně nadnormální, srpen a září nadnormální, červenec a prosinec podnormální, leden, duben a listopad byly silně podnormální. Jen březen a květen byly měsíce srážkově normální (obr. 3). V průběhu roku bylo vydáno 154 výstrah a 81 informací o výskytu nebezpečného jevu. Oproti minulému roku došlo k výraznému nárůstu zejména informací o výskytu nebezpečných jevů kvůli povodňovým situacím během června a října.

Rok 2020 byl z odtokového hlediska různorodý, a to jak v jednotlivých hlavních povodích, tak zejména z pohledu vývoje během roku. V porovnání hlavních povodí vykazovaly moravské toky celkově nadprůměrné průtoky, největší průtoky v roce 2020 vykazovala Odra a Olše. Naopak celkově podprůměrné hodnoty průtoků vykazovaly toky v povodí Vltavy a Labe. Prvních pět měsíců roku 2020, s výjimkou povodí Odry, Olše a Moravy v únoru, bylo ve všech hlavních povodích hodnoceno jako výrazně podprůměrné. Celkově nejmenší průtoky vykazovaly sledované toky v dubnu, kdy průměrné měsíční průtoky se ve všech hlavních povodích pohybovaly pod 30% Q_{IV} . Z hlavních povodí vykazovala nejmenší průtoky Dyje s 19% Q_{IV} a Olše s 21% Q_{IV} . Naopak červen a celá druhá polovina roku 2020 byla s výjimkou povodí Vltavy a Labe (v měsících srpen, září a říjen) hodnocena ve všech hlavních povodích jako odtokově nadprůměrná. Jako výrazně nadprůměrné byly hodnoceny měsíční průtoky v červnu a zejména pak v říjnu. Největší hodnoty průměrných měsíčních průtoků v hlavních povodích byly zaznamenány v říjnu v povodí Odry (ca 800% Q_X) a povodí Olše a Moravy s ca 600% Q_X . Z hlediska počtu operativních hydrologických profilů, v nichž byl v roce 2020 indikován stav hydrologického sucha (to je průtok, který je v daném profilu dosažen nebo překročen průměrně 355 dní v roce), byl jako hydrologicky nejsušší vyhodnocen měsíc

KLÍČOVÁ SLOVA: počasí – charakteristiky – povodeň – sucho – kvalita ovzduší – Česko – 2020

KEYWORDS: weather – characteristics – floods – drought – air quality – Czechia – 2020

¹ Hranice intervalů pro hodnocení normálnosti územní teploty vzduchu a srážek byly vypočteny z územních průměrů teploty vzduchu a srážek na území České republiky takto – mimořádně podnormální ($<Q_2$), silně podnormální (Q_2 až Q_{10}), podnormální (Q_{10} až Q_{25}), normální (Q_{25} až Q_{75}), nadnormální (Q_{75} až Q_{90}), silně nadnormální (Q_{90} až Q_{98}), mimořádně nadnormální ($>Q_{98}$), kde Q je příslušný kvantil.



Obr. 1 Průměrná roční teplota vzduchu v ČR od roku 1771 proložená 11letým klouzavým průměrem a polynomelem druhého stupně. Historická data podle práce Štěpánek, 2005.

Fig. 1. Annual average of temperature since 1771 for the Czech Republic with an 11-year moving average and polynomial trend. Historical data see Štěpánek, 2005.

duben. Nejvyšší podíl profilů (ca 15 % všech hlásných profilů) indikující hydrologické sucho byl zaznamenán 27. dubna. Oproti předchozímu roku 2019 byl počet profilů s indikací hydrologického sucha v průběhu celého měsíce dubna přibližně dvojnásobný. V roce 2020 se v každém měsíci s výjimkou dubna vyskytla odtoková událost s dosažením některého ze stupňů povodňové aktivity (SPA²). Významnější odtokové události, jak do velikosti kulminačních průtoků, tak do velikosti zasaženého území, byly v červnu a říjnu. Povodně v červnu 2020, způsobené přívalovými srážkami, probíhaly ve čtyřech epizodách rovnoměrně rozložených během celého měsíce. Nejvíce byly povodněmi zasaženy povodí horního a středního Labe, Lužické Nisy, Odry, Bečvy, Moravy a Dyje. Největší hodnoty kulminačních průtoků z hlediska doby opakování byly dosaženy na Veličce v profilech Velká nad Veličkou a Strážnice s dobou opakování 20–50 let a na Oslavě v profilu Dlouhá Loučka (obr. 4), kde doba opakování byla stanovena na 50 let. Po dlouhém období sucha se jednalo o plošně významné povodně na území České republiky a lze tedy konstatovat, že červnové povodně ukončily víceleté období sucha, které na území České republiky s různou mírou intenzity přetrvávalo od roku 2014. Povodně v říjnu 2020 byly charakteristické tím, že postihly téměř stejné oblasti jako povodňová událost z června 2020. V Čechách byly povodněmi nejvíce zasaženy povodí horního a středního Labe, povodí Lužické Nisy a povodí Stěnavy. Na Moravě byla nejvýraznější odtoková situace v povodích Odry, Bečvy a Moravy. Největší hodnoty kulminačních průtoků z hlediska doby opakování byly dosaženy v povodí Moravy, kde byla na dolním toku Moravy v profilu Strážnice zaznamenána i největší doba opakování kulminačního průtoků 20 až 50 let. Odtokové situace s překročením 3. SPA se v roce 2020, kromě významných

² Stupeň povodňové aktivity vyjadřuje míru povodňového nebezpečí. 1. stupeň – bdělost – nastává při nebezpečí přirozené povodně a zaniká, pominou-li příčiny takového nebezpečí. 2. stupeň – pohotovost – vyhláší příslušný povodňový orgán, když nebezpečí povodně přerůstá v povodeň a v době povodně, když však ještě nedochází k větším rozlivům a škodám mimo koryto. 3. stupeň – ohrožení – vyhláší příslušný povodňový orgán v době povodně při bezprostředním nebezpečí nebo při vzniku větších škod, ohrožení majetku a životů v záplavovém území.

povodňových epizod v červnu a říjnu, vyskytly také v srpnu a prosinci.

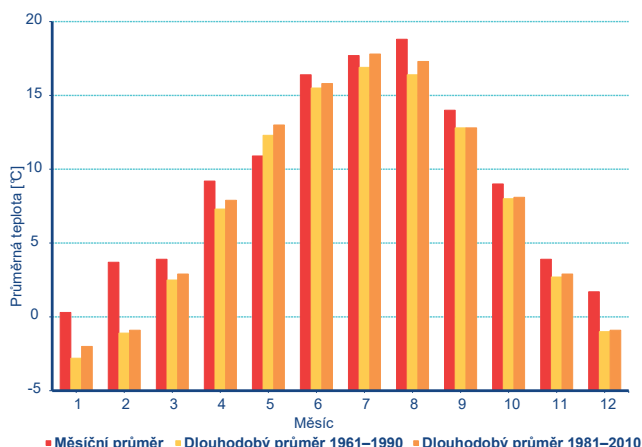
V článku je uvedeno i předběžné hodnocení kvality ovzduší v roce 2020 v návaznosti na meteorologické a rozptylové podmínky v ovzduší. Znečištění venkovního ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, benzo[a]pyrenem a přízemním ozonem (O₃) představuje hlavní problémy kvality ovzduší u nás. Úroveň znečištění závisí nejen na množství emisí, ale i na převažujících meteorologických a rozptylových podmínkách v daném roce. Vzhledem k procesu získání a zpracování odebraných vzorků je do článku zahrnuto pouze hodnocení suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5}, přízemního ozonu (O₃), oxidu dusičitého (NO₂) a oxidu siřičitého (SO₂). Ve všech případech se jedná o neverifikovaná data ze stanic automatizovaného imisního monitoringu (AIM) ČHMÚ a dalších dodavatelů imisních dat. Zároveň se jedná o stanice, které splnily podmínku dostupnosti dat (tj.

90 % naměřených dat pro výpočet roční průměrné koncentrace). Verifikované koncentrace naměřené na stanicích AIM a koncentrace naměřené na manuálních stanicích budou vyhodnoceny až v rámci tabulární a grafické ročenky ČHMÚ, která vychází vždy ve druhé polovině následujícího roku. Denní imisní limit PM₁₀ byl v roce 2020 překročen na třech stanicích ze 116 (obr. 5), přičemž na počtu překročení hodnoty imisního limitu³ se nejvíce podílel měsíc leden. V roce 2020 byly nadlimitní koncentrace O₃ zaznamenány na více než polovině stanic. Maximální povolený počet překročení (25× v průměru za tři roky) hodnoty imisního limitu⁴ pro maximální denní 8hodinovou koncentraci O₃ (120 µg·m⁻³) byl překročen na 35 stanicích z 66 (obr. 6). S koncem roku 2020 je možné vyhodnotit i překročení ročních imisních limitů⁵, a to pro průměrnou roční koncentraci suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} a NO₂. Na základě neverifikovaných dat ze stanic automatizovaného imisního monitoringu (AIM) ČHMÚ a dalších dodavatelů imisních dat lze konstatovat, že imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM₁₀ nebyl překročen na žádné ze 123 stanic AIM, přičemž nejvyšší roční průměrná koncentrace 29,3 µg·m⁻³ byla

³ Hodnota imisního limitu pro průměrnou 24hodinovou koncentraci PM₁₀ je dle zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. v platném znění 50 µg·m⁻³. Legislativa připouští na dané lokalitě maximálně 35 překročení hodnoty imisního limitu za rok, při vyšším počtu je denní imisní limit považován za překročený.

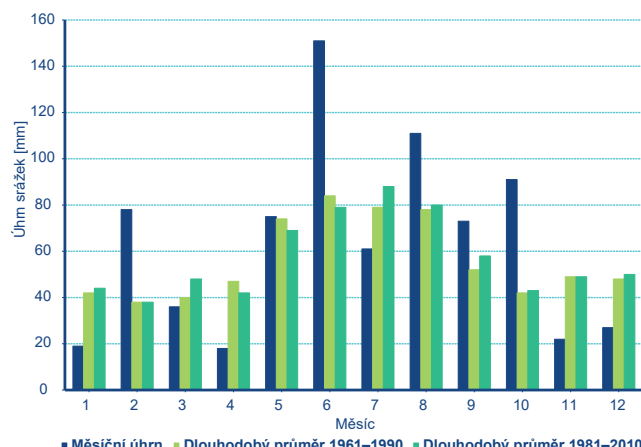
⁴ Hodnota imisního limitu pro maximální denní 8hodinovou průměrnou koncentraci O₃ je dle zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. v platném znění 120 µg·m⁻³. Legislativa připouští na dané lokalitě v průměru za tři roky maximálně 25 překročení hodnoty imisního limitu za rok, při vyšším počtu je imisní limit (max. denní 8hod. průměrná koncentrace) považován za překročený.

⁵ Hodnota imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci PM₁₀ je 40 µg·m⁻³; hodnota imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci PM_{2,5} je 20 µg·m⁻³ (do roku 2019 byl imisní limit 25 µg·m⁻³); hodnota imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci NO₂ je 40 µg·m⁻³ (vše dle zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. v platném znění).



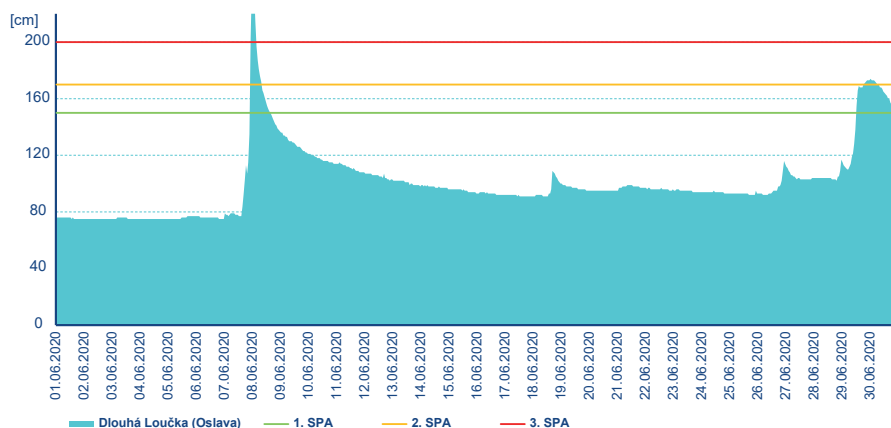
Obr. 2 Roční chod teploty vzduchu v roce 2020 ve srovnání s dlouhodobými průměry za období 1961–1990 a 1981–2010 (plošné průměry teploty pro území ČR).

Fig. 2. The annual course of air temperature in 2020 in comparison with long term averages for the period 1961–1990 and 1981–2010 (spatial air temperature averages for the Czech Republic).



Obr. 3 Roční chod srážek v roce 2020 ve srovnání s dlouhodobými průměry za období 1961–1990 a 1981–2010 (plošné úhrny srážek pro území ČR).

Fig. 3. The annual course of precipitation in 2020 in comparison with long term averages for the period 1961–1990 and 1981–2010 (spatial precipitation totals averages for the Czech Republic).



Obr. 4 Průběh povodňové vlny v červnu 2020 v profilu Dlouhá Loučka na Oslavě.

Fig. 4. Flood hydrograph in June 2020 at the Oslava River in the Dlouhá Loučka site.

naměřena na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ. Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci $PM_{2,5}$ byl překročen na dvou stanicích (průmyslová stanice Ostrava-Radvanice ZÚ a venkovská stanice Věřňovice) z 85 stanic AIM (obr. 7) a imisní limit pro průměrnou roční koncentraci NO_2 nebyl překročen na žádné ze 104 stanic, přičemž nejvyšší koncentrace $38,9 \mu g \cdot m^{-3}$ byla dosažena na dopravní stanici Praha 2-Legerova (hot spot). V roce 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace a regulace. Na základě předběžných dat lze konstatovat, že v roce 2020 poklesly koncentrace všech hodnocených polutantů, a to suspendovaných částic PM_{10} , $PM_{2,5}$, přízemního ozonu O_3 i oxidu dusičitého NO_2 . Důvodem je jak klesající produkce emisí díky postupné modernizaci emisních zdrojů (velké zdroje, kotle vytápějící domácnosti, obnova vozového parku), tak příznivé meteorologické a rozptylové podmínky. V roce 2020 byly na území ČR vyhlášeny i dva nouzové stavy v důsledku šíření nového typu koronaviru SARS-CoV-2. Podrobná analýza změny kvality ovzduší během nouzového stavu na území ČR vyhlášeného v březnu je k dispozici na webu ČHMÚ⁶ a hodnotí vliv opatření na změnu kvality ovzduší v ČR. Vyhod-

nocení změny kvality ovzduší během druhého nouzového stavu od 5. října do 31. prosince je k dispozici na webu ČHMÚ⁷.

2. Situace v jednotlivých měsících

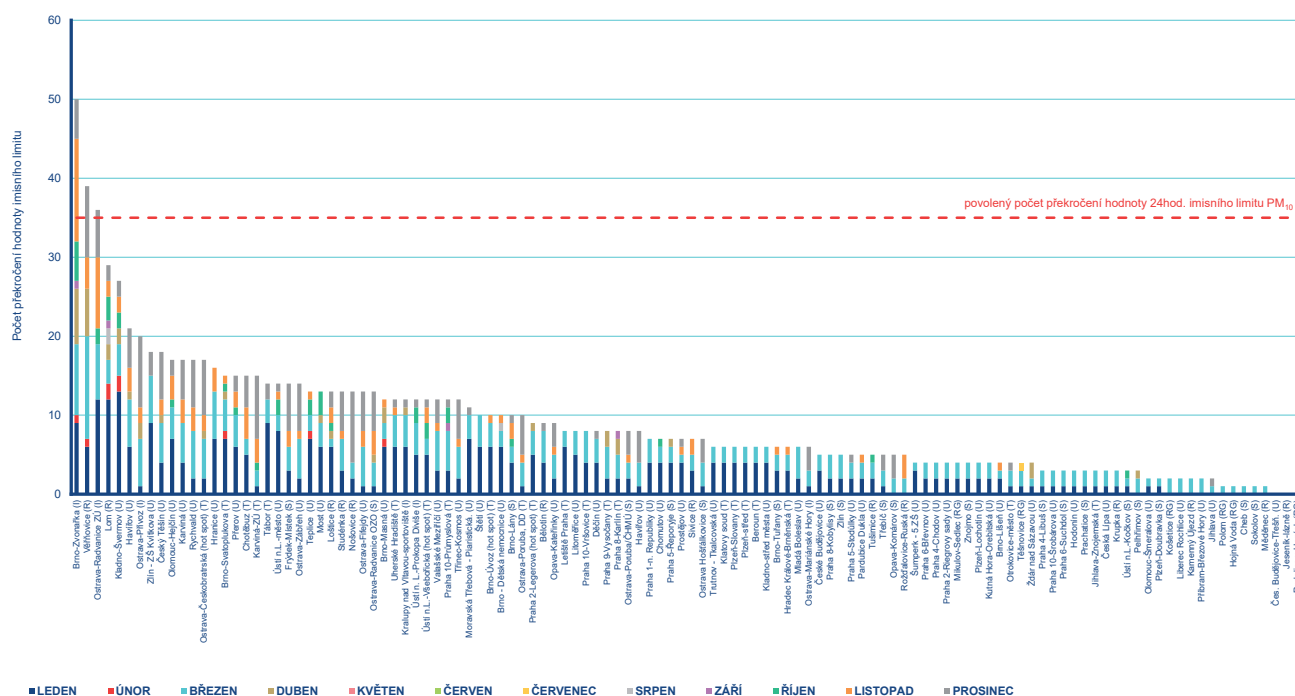
Leden

Začátek roku lze již tradičně charakterizovat nedostatkem sněhu, a to i ve vyšších horských polohách. Více než 30 cm sněhu leží stále pouze na hřebenech našich nejvyšších hor (Labská bouda 91 cm 7. ledna, Lysá hora v Beskydech 72 cm 5. ledna, Luční bouda 54 cm 8. ledna, Šerák 44 cm 5. ledna, Dvoračky 41 cm 5. ledna, Pomezní bouda 35 cm 5. ledna), ale níže v horských střediscích dosahuje výška sněhu jen několika cm (Pec pod Sněžkou 24 cm 5. ledna, Staré Hamry 15 cm 5. ledna, Bedřichov 14 cm 7. ledna). Vysoká teplota dosažená hned 2. ledna na mnoha stanicích (např. teplota v Hejnicích⁸ v okrese Liberec $13,5^\circ C$ překonala o $2,7^\circ C$ dosud nejvyšší hodnotu pro tento den z roku 1999) však nebyly v měsíci těmi nejvyššími. Nejtepleji bylo až 31. ledna v Kopistech (okres Most) $15,5^\circ C$ a v Doksaněch (okres Litoměřice) $15,2^\circ C$. Nejnižší teplota nepoklesla za celý leden pod $-20^\circ C$, nejnižší hodnota

⁷ https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/Rocni_zprava_2020.pdf

⁸ Pojmenování a názvy měřicích stanic a lokalit podléhá v každém oboru vlastním pravidlům. V článku jsou vždy použity názvy podle dané oborové databáze, což může působit nesourodě, ale je to formálně správné. První výskyt stanice v textu je navíc pro snadnější orientaci doplněn okresem, není-li stanice v okresním městě nebo na obecně známém místě. Pro hydrologické profily je lokalizace na vodním toku dostatečná. Stanice imisního monitoringu mají při prvním výskytu uvedeno i zařazení k typu stanic.

⁶ https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2020/COVID_ZPRAVA.pdf

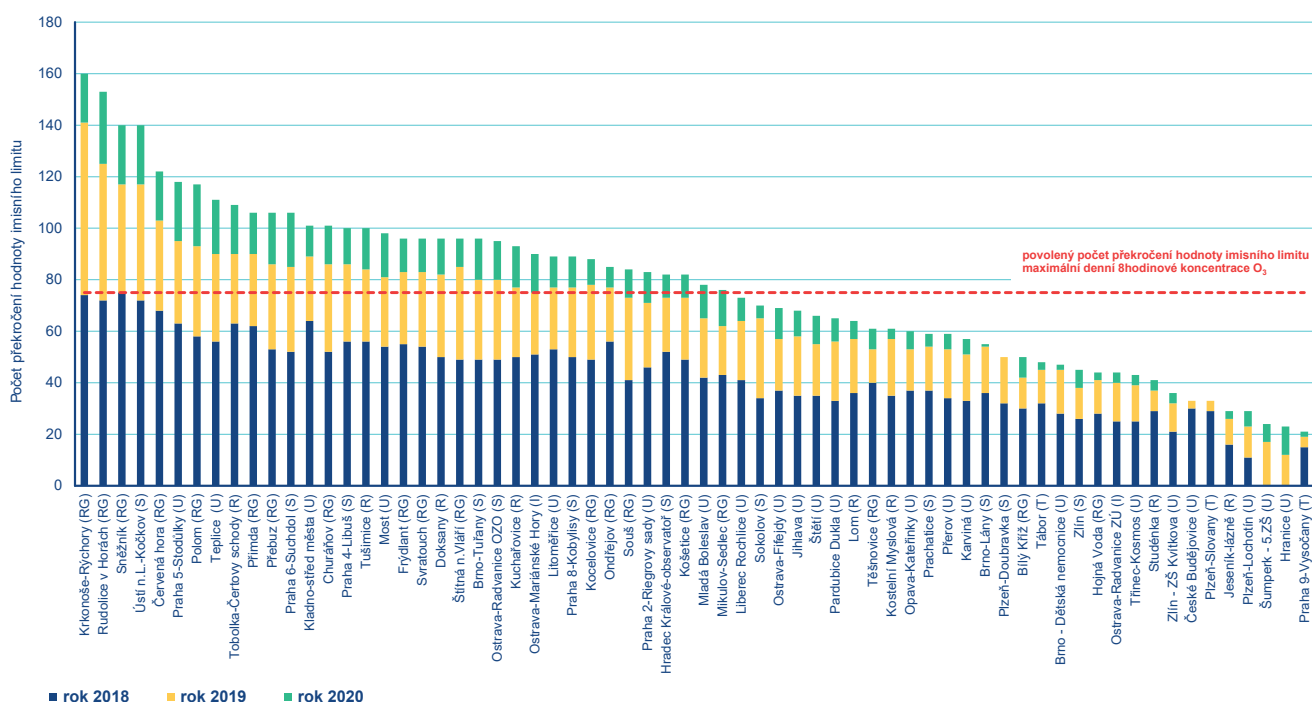


Obr. 5 Počet dnů, kdy průměrná denní koncentrace PM_{10} překročila hodnotu svého imisního limitu ($50 \mu g \cdot m^{-3}$) na stanicích AIM, 2020.

Fig. 5. The number of days when the average daily concentration of PM_{10} exceeded the value of its limit ($50 \mu g \cdot m^{-3}$) at the AIM stations, 2020.

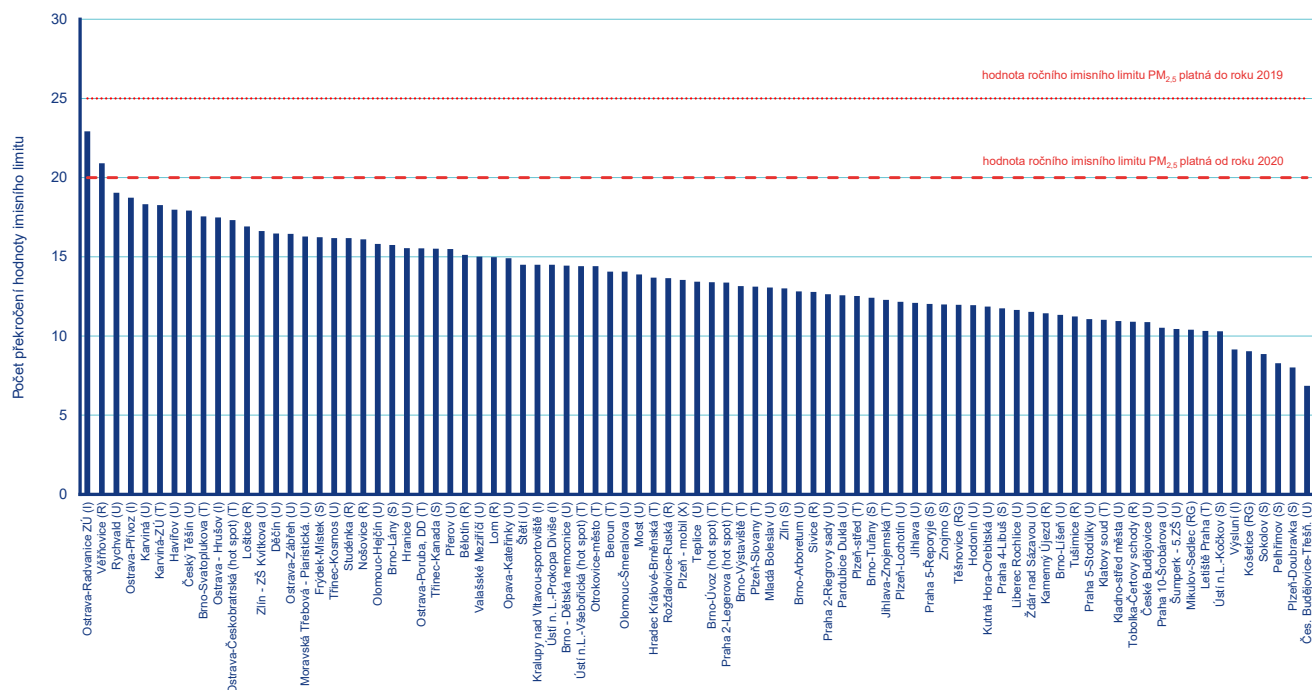
–19,8 °C byla v lednu naměřena v mrazových kotlinách na Rokyt-
ské slati (okres Klatovy) a –19,5 °C na stanici Kvilda-Perla (okres
Klatovy) 21. ledna. Srážky před koncem měsíce byly ve vyšších
polohách sněhové. 28. ledna byl zaznamenán nejvyšší lednový
úhrn 25,9 mm v Bučině u Kvildy (okres Prachatice), kde zároveň
automatický sněhoměr udával zvýšení výšky sněhové pokrývky
z 36 cm 28. ledna na 64 cm 31. ledna. Tato studená fronta přines-

la vyšší rychlosti větru i do nižších poloh. V Praze, Ruzyni bylo
naměřeno 31,9 m·s⁻¹. Nejvyšší hodnoty výšky sněhové pokrývky
byly dosaženy na Šumavě 30. ledna na stanici Břežník, hřeben
(okres Klatovy) 104 cm (automatický sněhoměr) a v Krkono-
ších 31. ledna 99 cm na Labské boudě (okres Trutnov). V těchto
dnech však při vysoké teplotě přšlo (33,2 mm na Labské boudě
za 3 dny od 30. ledna) a výška sněhu se rychle snižovala.



Obr. 6 Počet dnů, kdy maximální denní 8hodinová koncentrace O_3 překročila hodnotu imisního limitu ($120 \mu g \cdot m^{-3}$) na stanicích AIM, 2018–2020.

Fig. 6. The number of days when the daily maximum 8-hour O_3 concentration exceeded the limit ($120 \mu g \cdot m^{-3}$) at the AIM stations, 2018–2020.



Obr. 7 Roční průměrná koncentrace $PM_{2.5}$ na stanicích AIM, rok 2020.

Fig. 7. Annual average concentrations of $PM_{2.5}$ at the AIM stations, 2020.

Měsíc byl odtokově výrazně podprůměrným obdobím. Naprostá většina sledovaných toků měla průtok menší, než je dlouhodobý lednový průměr, nadprůměrné hodnoty byly ojedinělé. Všechna hlavní povodí vykazovala podprůměrné měsíční průtoky, a to v rozmezí 30 až 70 % Q_1 . Během celého měsíce ve 25 až 30 % hlásných profilů nedosahovaly průtoky ani čtvrtiny měsíčního průměru. Na začátku měsíce byly hladiny sledovaných vodních toků převážně na poklesu nebo byly setrvalé. Některé toky byly vlivem mrazů ovlivněny ledovými jevy, v důsledku čehož byl 7. ledna zaznamenán na Malé Haně v profilu Opatovice nad přehradou 1. SPA (při $Q_{2.2}$). Na přelomu první a druhé dekády v důsledku poměrně vysokých teplot a občasných srážek docházelo u horských a podhorských toků k dotaci průtoků vodou z tajícího sněhu, a to zejména v povodí horního Labe, Jizery a české části povodí Odry, kde hladiny mírně stoupaly, avšak bez dosažení úrovně pro stupně povodňové aktivity. Do konce měsíce hladiny sledovaných toků byly již převážně setrvalé nebo kolísaly jen mírně.

Během ledna došlo k překročení hodnoty denního imisního limitu PM_{10} $50 \mu g \cdot m^{-3}$ na 102 stanicích ze 120, na žádné stanici však nebyl logicky překročen maximální povolený počet překročení ($35 \times$ za kalendářní rok) hodnoty $50 \mu g \cdot m^{-3}$. Denní koncentrace PM_{10} zprůměrované pro jednotlivé typy stanic (venkovské, městské a předměstské, dopravní a průmyslové) se kromě začátku a prostředka ledna pohybovaly pod hodnotou $50 \mu g \cdot m^{-3}$. Jejich zvýšení na začátku a uprostřed měsíce bylo ovlivněno přechodem tlakových výší s tím spojeným zhoršením rozptylových podmínek a poklesem teploty. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM_{10} ($157 \mu g \cdot m^{-3}$) dne 17. ledna na stanici Karviná v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek. Průměr všech denních koncentrací PM_{10} naměřených na městských a předměstských stanicích v lednu 2020 byl $29 \mu g \cdot m^{-3}$. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v lednu 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V lednu 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

Únor

Vyšší teplota a srážky se z konce ledna přenesly i na začátek února, maximální teplota 1. února $17,1^\circ C$ byla zaznamenána v Dyjácovicích (okres Znojmo). Již 4. února se však nejen do horských oblastí vrátilo sněžení a únorová teplota. Na Labské boudě napadlo 45 cm nového sněhu (celková výška sněhu zde dosáhla 150 cm), v Josefově Dole (okres Jablonec nad Nisou) a na Luční boudě (okres Trutnov) 32 cm. Nejnížší únorová teplota $-19,9^\circ C$ byla naměřena 6. února na stanici Kvilda-Perla. Na závěr první únorové dekády postupovala od Britských ostrovů do Skandinávie hluboká tlaková níže Sabina, která svým jižním okrajem ovlivnila i proudění v Česku. Nejvyšší rychlost větru $51 m \cdot s^{-1}$ ($184 km \cdot h^{-1}$) byla zaznamenána 9. února ve 23:47 na Sněžce. Rychlosti větru nad $30 m \cdot s^{-1}$ byly 10. února zaznamenány i na Milešovicích ($45,0 m \cdot s^{-1}$ / $162 km \cdot h^{-1}$), na Klínovci ($36,7 m \cdot s^{-1}$ / $132 km \cdot h^{-1}$) a dokonce i v Ústí nad Labem ($33,7 m \cdot s^{-1}$ / $121 km \cdot h^{-1}$). Další pojmenované tlakové níže Uta a Viktorie postupovaly severněji a rychlosti větru u nás tak nedosáhly úrovní naměřených v průběhu Sabiny. Po jejich předním okraji k nám však proudil teplý vzduch od jihozápadu, a 16. února byla tak naměřena v Klatovech nejvyšší únorová teplota $18,2^\circ C$. Nejvyšší únorové úhrny srážek přineslo frontální počasí hlavně na sever našeho území 23. února. Nad 60 mm srážek napršelo v okrese Trutnov v Horním Maršově (64,4 mm), v Peci pod Sněžkou (63,6 mm) a na Labské boudě (60,9 mm). Přestože jsou tyto stanice ve výškách od 585 do 1 320 m n. m., tak se jednalo o srážky dešťové, maximálně smíšené, se zaznamenaným 1 cm nového sněhu v Peci pod Sněžkou.

Únor byl odtokově průměrným až mírně nadprůměrným měsícem. Relativně vodnější byla povodí na severovýchodě Moravy, podprůměrné vodnosti naopak převládaly v Čechách a na jihozápadní Moravě. Nejvíce vody oteklo Moravou ($140\% Q_1$) a naopak nejméně Vltavou ($48\% Q_1$). Během 1. a 2. února v důsledku dešťových srážek i ve větších nadmořských výškách a odtávání sněhové pokrývky vlivem kladných teplot vzduchu stoupaly ze-

jména toky odvodňující horské oblasti. Nejvýraznější vzestupy byly zaznamenány na tocích odvodňujících Šumavu v povodí horní Otavy, kde v noci z 2. na 3. února byly dosaženy povodňové stupně na Vydře (Modrava 2. SPA při Q_2), 1. SPA na Křemelné a Otavě (Rejstejn 2. SPA při vodnosti Q_2 a Sušice 2. SPA při Q_2). V povodí horního Labe došlo ke krátkodobému překročení 1. SPA během 4. až 5. února, při vodnosti Q_2 , na Labi, Tiché Orlici, Jizeře, Novohradce a Chrudimce. Výrazné vzestupy hladin s dosažením 1. SPA v tomto období byly také na tocích v povodí Ohře při Q_2 . V povodí Moravy byly dosaženy 2. SPA na Velké Stanovnici v Karolince p. n., na Luhačovickém potoce v profilu VD Luhačovice při Q_{10} a na Bystřičce v profilu Bystřička při Q_2 . V období od 4. do 6. února byly v některých dalších profilech v povodí Bečvy, Svratky a na některých přítocích Moravy nebo přímo na toku Moravy dosaženy 1. SPA. Na počátku závěrečného únorového týdne, vlivem další vlny vydatných srážek a tání sněhové pokrývky v kombinaci se silným větrem, převažovaly zejména na tocích odvodňujících horské oblasti Krkonoš, Jizerských, Orlických hor a Šumavy prudké vzestupy hladin, místy až ke stupňům povodňové aktivity. Největší vzestup hladiny s dosažením 2. SPA byl zaznamenán 23. února na horním Labi v profilu Vestřev (při Q_2), na ostatních tocích Úpa, Metuje, Divoké Orlici, Mumlavě a Jizeře byly dosaženy 1. SPA při Q_2 . V povodí horní Vltavy byl největší vzestup s dosažením 2. SPA při Q_2 zaznamenán na Otavě v Rejstejně. Na ostatních tocích pak byly zaznamenány nejvýše 1. SPA při Q_2 . Největší vzestup hladin v povodí Odry byl zaznamenán v české části povodí na Lužické Nise (1. SPA při Q_2) a v povodí Moravy na Krupě (1. SPA při Q_2).

Během února došlo k překročení hodnoty denního imisního limitu PM_{10} $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 9 stanicích ze 121, nicméně na žádné stanici nebyl překročen maximální povolený počet překročení ($35\times$ za kalendářní rok) hodnoty $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Průměrné denní koncentrace zprůměrované pro jednotlivé typy stanic (venkovské, městské a předměstské, dopravní a průmyslové) vystoupaly v polovině měsíce nad polovinu hodnoty imisního limitu a ventilační index⁹ klesl pod hodnotou $3\,000 \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$. Po zbytek měsíce se koncentrace pohybovaly pod polovinou hodnoty imisního limitu, a to díky převažujícímu čerstvému západnímu proudění nad střední Evropou s častým přechodem tlakových níží a nadnormálnímu úhrnu srážek. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM_{10} ($54 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) dne 9. února na městské požadové stanici Kladno-Švermov ve Středočeském kraji. Průměr všech denních koncentrací PM_{10} naměřených na městských a předměstských stanicích v únoru 2020 je $12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v únoru 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V únoru 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

Březen

Nejvyšší úhrny srážek 34,6 mm v Benecku a 32,8 mm na Dvořákách (obě stanice v okrese Semily) byly naměřeny 10. března. Když byla 12. března naměřena v Brodě nad Dyjí (okres Znojmo) teplota $21,4\text{ }^\circ\text{C}$, nikdo neočekával, že to bude nejteplejší den měsíce. Nad $20\text{ }^\circ\text{C}$ se teplota dostala ještě i 19. a 20. března, ale brodské denní maximum nebylo překonáno. Naopak nejnížší teplota $-22,1\text{ }^\circ\text{C}$ na Kvildě-Perle byla naměřena až 23. března, ale v průběhu zimy (prosinec 2019 až únor 2020) nebyla nikde v Česku naměřena teplota pod $-22\text{ }^\circ\text{C}$. To se od roku 1974 nestalo v žádné zimě. Časté střídání teplot

a studených dnů bylo pro celý březen typické a očekávaný roční chod teploty s postupným oteplováním nenastal. Průměrná teplota v první dekádě března 2020 byla $3,9\text{ }^\circ\text{C}$, ve druhé dekádě $6,5\text{ }^\circ\text{C}$ a ve třetí jen $1,1\text{ }^\circ\text{C}$ ¹⁰. 24. březen byl posledním arktickým dnem roku s maximální teplotou $-10,1\text{ }^\circ\text{C}$ na Sněžce a v této chladné poslední dekádě napadlo 29. března 30 cm nového sněhu na Labské boudě, celková výška sněhu však o 3 cm zaostala za nejvyšší březnovou hodnotou 173 cm naměřenou již 7. března.

Březen byl odtokově podprůměrným měsícem. Z hlavních povodí byla nejméně vodná Vltava (34% Q_{III}) a Dyje (36% Q_{III}). Průměrné měsíční průtoky sledovaných toků se pohybovaly nejčastěji v rozmezí od 35 do 100% Q_{III} . Místy byly průtoky na tocích odvodňujících horské oblasti se sněhovou pokrývkou i mírně nadprůměrné. Nejméně vodné toky, jejichž měsíční průměry se pohybovaly kolem 25% dlouhodobého průměru, se nejčastěji vyskytovaly v povodí střední Moravy a Dyje a místy také v povodí Vltavy. Tendence na tocích byla v průběhu měsíce března převážně mírně rozkolísaná nebo setrvalá. Vlivem manipulace na VD Nové Mlýny na Dyji došlo 3. a 4. března ke krátkodobému překročení 1. SPA v úseku pod nádrží a v profilu Břeclav – Ladná. V první polovině měsíce byly opakovaně zaznamenány výraznější vzestupy (místy až na úroveň SPA) vlivem srážek nebo odtávání sněhové pokrývky. K výraznějším vzestupům došlo 11. a 12. března, kdy vlivem vydatných srážek došlo k výrazným vzestupům hladin zejména na tocích v povodí středního Labe a horní Vltavy. Na Doubravě, Jizeře, Vydře, Křemelné, Otavě, Svatavě a Bystřici byl překročen 1. SPA při Q_2 . Ve druhé polovině měsíce již byly toky převážně setrvalé nebo jen mírně kolísaly v závislosti na denním chodu teplot a odtávání sněhové pokrývky.

Během března došlo k překročení hodnoty denního imisního limitu PM_{10} $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 121 stanicích ze 122, nicméně na žádné stanici nebyl překročen maximální povolený počet překročení ($35\times$ za kalendářní rok) hodnoty $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V první polovině měsíce panovalo nad střední Evropou proměnlivé počasí, kdy se tlakové níže střídaly s výběžky vysokého tlaku vzduchu a průměrné denní koncentrace se pohybovaly pod polovinou hodnoty imisního limitu. V polovině měsíce proudil kolem tlakové výše nad jihovýchodní Evropou teplejší vzduch od jihozápadu. Průměrné denní koncentrace zprůměrované pro jednotlivé typy stanic (venkovské, městské a předměstské, dopravní a průmyslové) v té době vystoupaly nad polovinu hodnoty imisního limitu a ventilační index klesl pod $3\,000 \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$. V polovině března a v poslední dekádě března došlo k navýšení koncentrací, a to místy až nad hodnotu imisního limitu. Navýšení koncentrací bylo způsobeno s největší pravděpodobností vlivem mírně zhoršených rozptylových podmínek, v poslední dekádě března byl v České republice zaznamenán přenos částic z písečných oblastí¹¹. Následkem toho vystoupaly koncentrace nad hodnotu imisního limitu. Po přechodu studené fronty na konci měsíce koncentrace opět poklesly hluboko pod hodnotu imisního limitu. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM_{10} ($103 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) dne 27. března na městské požadové stanici Brno-Masná v aglomeraci Brno. Průměr všech denních koncentrací PM_{10} naměřených na městských a před-

⁹ Ventilační index je vypočten jako součin směšovací výšky a průměrné rychlosti větru ve směšovací vrstvě nad daným místem zemského povrchu.

¹⁰ Do výpočtu nebyly zařazeny stanice umístěné v mrazových kotlích.

¹¹ <https://sds-was.aemet.es/forecast-products/dust-forecasts/en-semble-forecast>

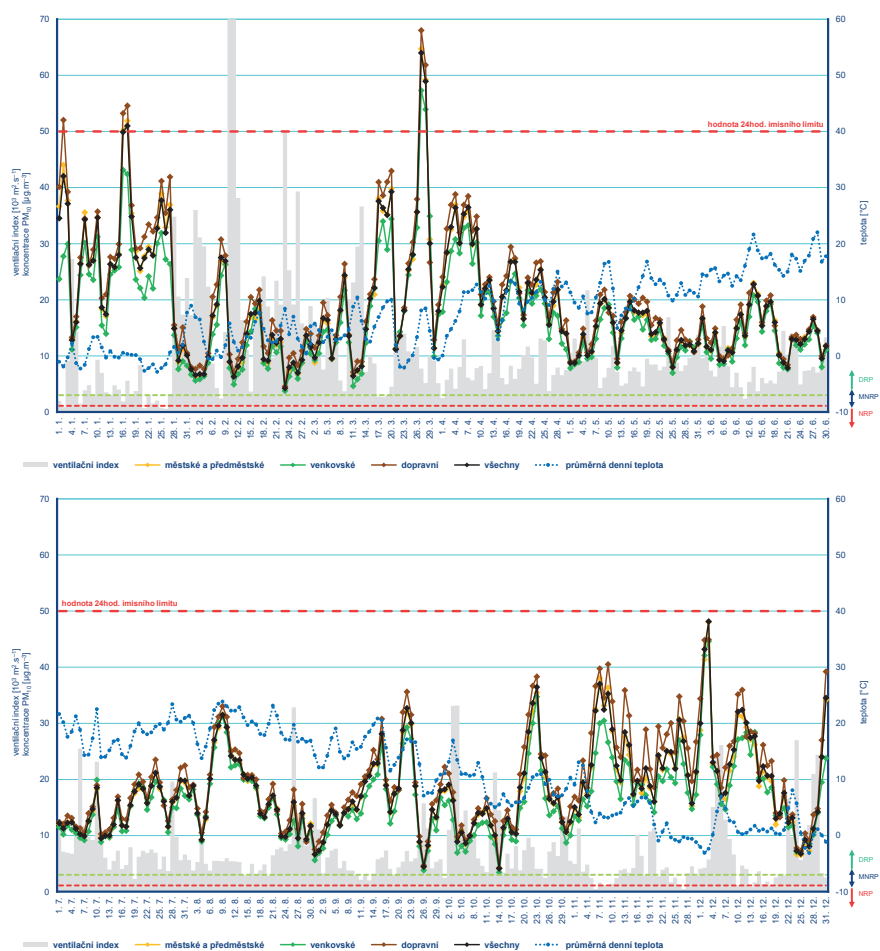
městských stanicích v březnu 2020 je $22 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v březnu 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V březnu 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

Duben

Nejchladnějším dnem roku byl hned 1. duben, kdy byla v Kořenově, Horní Jizerě naměřena minimální teplota $-23,9^\circ\text{C}$ a v Kořenově, Jizerce, rašeliništi $-22,8^\circ\text{C}$. Maximum výšky sněhové pokrývky 179 cm v dubnu i v roce 2020 bylo naměřeno 1. dubna na Labské boudě v Krkonoších a tato výška je i nejvyšší hodnotou za zimu 2019/2020. Nejteplejší den byl zaznamenán 28. dubna s maximální teplotou $26,2^\circ\text{C}$ v Husinci, Řeži (okres Praha-východ) a $26,1^\circ\text{C}$ v Dobřichovicích (okres Praha-západ). Tento první letní den v roce byl ukončen přechodem frontálních bouřek, které se vyskytly ve všech krajích s úhrny srážek i nad 30 mm v okrese Rychnov nad Kněžnou na stanicích Polom, Sedloňov 30,9 mm a Zdobnice 30,1 mm.

Duben byl z hlediska odtoku výrazně podprůměrným měsícem na celém území. Průměrné měsíční průtoky se u všech hlavních povodí pohybovaly pod 30 % Q_{IV} . Z hlavních povodí vykazovala nejmenší průměrné průtoky Dyje s 19 % Q_{IV} . Průměrné měsíční průtoky většiny sledovaných toků dosahovaly nejčastěji hodnot v rozmezí od 15 do 35 % Q_{IV} . Nejméně vodné toky, s průměrnými měsíčními průtoky pod 15 % dlouhodobého průměru, se vyskytovaly převážně v povodí Lužnice a Dyje, ale i na tocích odvodňujících Beskydy. Vzhledem k silně podnormálním srážkám převažoval během dubna na tocích převážně mírný pokles hladin nebo byly hladiny setvalé. Toky odvodňující horské oblasti, zejména Krkonoše, vlivem denního chodu teplot mírně kolísaly v závislosti na odtávání sněhu v nejvyšších polohách. Úroveň hydrologického sucha dosahovalo na počátku měsíce ca 20 profilů, maxima (téměř 70 profilů, což je ca 15 % všech hlásných profilů) bylo dosaženo ve třetí dekádě měsíce. Oproti předchozímu roku byl počet profilů s indikací hydrologického sucha v průběhu celého měsíce přibližně dvojnásobný.

V letním půlroce (duben až září) dochází v porovnání se zimním půlrokem k méně častému překračování denního imisního limitu PM_{10} (obr. 8). V tomto období nabývají většího významu zvýšené koncentrace O_3 , jde o období s příznivými meteorologickými podmínkami pro vznik O_3 v ovzduší (sluneční záření, vysoká teplota, nízká relativní vlhkost vzduchu; obr. 9). Během dubna došlo k překročení hodnoty denního imisního limitu PM_{10} $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 22 stanicích ze 120, nicméně na žádné stanici nebyl překročen maximální povolený počet překročení ($35\times$ za kalendářní rok) hodnoty $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Denní koncentrace PM_{10} zprůměrované pro jednotlivé typy stanic (venkovské, městské

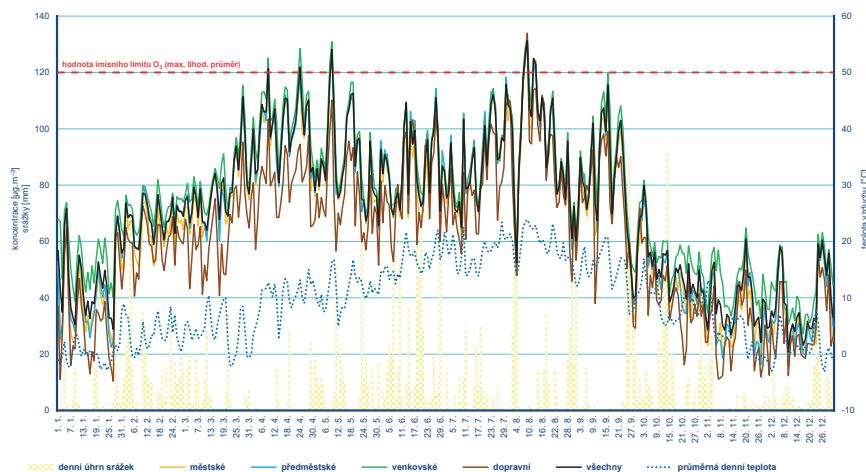


Obr. 8 Vývoj průměrných denních koncentrací PM_{10} , celorepublikového denního průměru teploty vzduchu (T, model ALADIN) a ventilačního indexu (VI, model ALADIN), rok 2020.

Fig. 8. Evolution of the average daily concentrations of PM_{10} with regional daily temperature (T) and the ventilation index (VI) according to the ALADIN model, 2020.

a předměstské, dopravní a průmyslové) se během dubna pohybovaly pod hodnotou denního imisního limitu. Nejvyšší koncentrace byly měřeny v první třetině měsíce, kdy počasí v České republice ovlivňovala rozsáhlá oblast vysokého tlaku nad střední a východní Evropou. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM_{10} ($67 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) dne 24. dubna na městské pozadové stanici Brno-Arboretum v aglomeraci Brno. Průměr všech denních koncentrací PM_{10} naměřených na městských a předměstských stanicích v dubnu 2020 je $24 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Během dubna došlo k překročení hodnoty imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 52 stanicích z 67. Maximální povolený počet překročení ($25\times$ v průměru za tři roky) hodnoty denního imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byl na konci dubna překročen na 33 stanicích z celkového počtu 67. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v dubnu 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V dubnu 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

V souvislosti s šířením nového typu koronaviru SARS-CoV-2 a opatřeními zavedenými v České republice byla provedena analýza koncentrací oxidu dusičitého (NO_2) a suspendovaných částic PM_{10} , a to na základě naměřených dat na stanicích Státní sítě imisního monitoringu. Změny koncentrací NO_2 a PM_{10} v České republice jsou hodnoceny za období od 16. března do 19. dubna (dále jako „hodnocené období“) a porovnány s koncentracemi NO_2 a PM_{10} za stejná pětítýdenní období předešlých pěti let (včetně po-



Obr. 9 Vývoj průměrných maximálních denních 8hodinových koncentrací O_3 , celorepublikového denního průměru teploty vzduchu (T, model ALADIN) a celorepublikového denního úhrnu srážek (SRA, model ALADIN), rok 2020.

Fig. 9. Evolution of the average daily maximum 8-hour O_3 concentration with the regional daily temperature and the regional precipitation according to the ALADIN model, 2020.

sunu dle pracovních a volných dnů). Průměrná koncentrace NO_2 ze všech měřicích stanic za hodnocené období byla v hodnoceném období nejnižší za posledních šest let. Průměrná koncentrace NO_2 za hodnocené období je oproti průměrné pětileté koncentraci za hodnocené období nižší o $2,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, tedy o 13 %. Průměrná koncentrace PM_{10} ze všech měřicích stanic za hodnocené období byla v roce 2020 třetí nejvyšší za posledních šest let. Průměrná koncentrace PM_{10} za hodnocené období je oproti průměrné pětileté koncentraci za hodnocené období vyšší o $1,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, tedy o 6,8 %. Podrobná analýza změny kvality ovzduší během nouzového stavu na území ČR je k dispozici na webu ČHMÚ¹².

Květen

Po relativně teplém 10. květnu s maximální teplotou $26,2^\circ\text{C}$ ve Strážnici (Hodonín) se výrazně ochladilo s minimální teplotou $-9,5^\circ\text{C}$ 11. května na stanici Jelení, u mostu (okres Karlovy Vary). Naopak, ve Strážnici byla minimální teplota 12. května $3,7^\circ\text{C}$ a maximální teplota v Jelení, u mostu byla 10. května $17,0^\circ\text{C}$ a mezidenní amplituda teploty ve Strážnici tak dosáhla $22,5^\circ\text{C}$. Zároveň byl 11. května naměřen nejvyšší dubnový úhrn srážek $48,5 \text{ mm}$ ve Dvoračkách (okres Semily) a 12. květen byl nejchladnějším dnem měsíce s minimální teplotou $-1,9^\circ\text{C}$ na Luční boudě. Poslední ledový den prvního pololetí s maximální teplotou $-0,2^\circ\text{C}$ na Sněžce byl 15. května.

Květen byl z hlediska odtoku většinou podprůměrným měsícem na celém území České republiky. Průměrné měsíční průtoky u hlavních povodí se pohybovaly převážně od 30 do 40 % Q_v , vyšší hodnoty byly zaznamenány v důsledku vydatných srážek v závěru měsíce v povodí Olše (87 % Q_v) a Odry (51 % Q_v). Průměrné měsíční průtoky většiny sledovaných toků dosahovaly nejčastěji hodnot v rozmezí od 20 do 80 % Q_v . Hladiny toků v průběhu měsíce kolísaly v závislosti na srážkové činnosti. Výrazněji toky reagovaly překročením 1. SPA v průběhu 10. a 11. května, a to vzestupy hladin na Botiči při Q_{c2} a na Rokytce při Q_2 . Dne 14. května byl po výrazných srážkových úhrnech na Maršovském potoce pod VD Hubenov při Q_2 překročen 2. SPA.

Ke konci měsíce došlo v povodí Odry k překročení 1. SPA na Morávce (Q_{c2}), Lučině (Q_2), Ropičance (Q_{c2}) a na Stouňavce (Q_{c2}). Úroveň hydrologického sucha (Q_{355d}) dosahovalo na začátku května ca 140 profilů, poté počet profilů s indikací sucha postupně klesal a v závěru měsíce to bylo ca 50 stanic. V porovnání s předchozím rokem byl počet profilů s indikací hydrologického sucha výrazně vyšší.

Během května došlo k překročení hodnoty denního imisního limitu PM_{10} $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 1 stanici ze 117, nicméně na žádné stanici nebyl překročen maximální povolený počet překročení ($35\times$ za kalendářní rok) hodnoty $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Během května se průměrné denní koncentrace PM_{10} zprůměrované pro jednotlivé typy stanic (venkovské, městské a předměstské, dopravní a průmyslové) pohybovaly pod poloviční hodnoty imisního limitu. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM_{10} ($31 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) dne 13. května na městské pozadíové stanici Most v Ústeckém kraji. Průměr všech denních koncentrací PM_{10} naměřených na městských a předměstských stanicích v květnu 2020 byl $14 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Během května došlo k překročení hodnoty imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 55 stanicích z 67. Maximální povolený počet překročení ($25\times$ v průměru za tři roky) hodnoty denního imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byl na konci května překročen na 33 stanicích z celkového počtu 67. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v květnu 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V květnu 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

Červen

Nejchladnějším dnem měsíce byl 2. červen s minimálními teplotami v mrazových sníženinách na Rokytské slati $-4,3^\circ\text{C}$ a na Kvildě, Perle $-4,5^\circ\text{C}$. Prvním tropickým dnem v roce a zároveň nejteplejším dnem v měsíci byl 13. červen s maximální teplotou $32,3^\circ\text{C}$ v Přerově a v Doksaněch (okres Litoměřice). Vydatné srážky ve třídním období od 18. do 20. 6. 2020 zasáhly hlavně severní polovinu našeho území a vyvolaly bouřivou hydrologickou odezvu (viz níže). Na mnoha stanicích byly naměřeny vysoké třídní úhrny srážek – Bílý Potok, Smědává (okres Liberec) $240,6 \text{ mm}$, Hejnice, Smědávská hora (okres Liberec) $243,5$, Bedřichov, Černá hora (Jablonec nad Nisou) $263,2 \text{ mm}$ a Bílý potok, Pavlova cesta (okres Liberec) $282,4 \text{ mm}$. Posledním mrazovým dnem prvního pololetí byl 26. červen s minimální teplotou $-0,4^\circ\text{C}$ na Rokytské slati.

Červen byl z hlediska odtoku průměrným až výrazně nadprůměrným měsícem na celém území. Nejvodnější byla povodí na severovýchodě Moravy, průměrné až mírně nadprůměrné průtoky převládaly v Čechách. Z hlavních povodí nejvíce vody odtékaly Odrou ($299\% Q_v$) a Olší ($274\% Q_v$), naopak nejméně Vltavou ($99\% Q_v$). V červnu se na území České republiky vyskytly nejvýznamnější povodně roku 2020. Povodně byly způsobené přívalovými srážkami a vyskytovaly se ve čtyřech epizodách. Popis těchto povodní je uveden samostatně v článku Čekal a kol. (2021).

¹² https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2020/COVID_ZPRAVA.pdf

Během června nedošlo k překročení hodnoty denního imisního limitu PM_{10} $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na žádné stanici ze 119, následně na žádné stanici nebyl překročen maximální povolený počet překročení ($35\times$ za kalendářní rok) hodnoty $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Během června se průměrné denní koncentrace PM_{10} zprůměrované pro jednotlivé typy stanic (venkovské, městské a předměstské, dopravní a průmyslové) pohybovaly pod polovinou hodnoty imisního limitu. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM_{10} ($37 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) dne 12. června na městské pozadové stanici Žďár nad Sázavou v kraji Vysočina. Průměr všech denních koncentrací PM_{10} naměřených na městských a předměstských stanicích v červnu 2020 byl $14 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Během června došlo k překročení hodnoty imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 15 stanicích z 67. Maximální povolený počet překročení ($25\times$ v průměru za tři roky) hodnoty denního imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byl na konci června překročen na 33 stanicích z celkového počtu 67. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v červnu 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V červnu 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

Červenec

Prvním mrazovým dnem ve druhém pololetí byl 4. červenec s denní minimální teplotou $-2,2^\circ\text{C}$ na Kvildě, Perle. Na začátku druhé červencové dekády se v souvislosti s přechodem zvlněné studené fronty přes střední Evropu k severovýchodu vyskytly vydatnější srážky. Nejvíce, většinou v rozmezí 20 až 50 mm, spadlo v pásu od jižních Čech, přes Českomoravskou vrchovinu až do Jeseníků a Beskyd. Úhrny nad 50 mm byly naměřeny v Přídoři (okres Český Krumlov) 52,8 mm, v Ropici (okres Frýdek-Místek) 53,6 mm a na Bílé (okres Frýdek-Místek) 54,3 mm. Naopak na severozápadě Čech bylo zcela beze srážek. První tropickou nocí s minimální teplotou $20,2^\circ\text{C}$ byla noc z 9. na 10. července. Nejchladnějším dnem měsíce byl 14. červenec s minimální teplotou na Kvildě, Perle $-4,0^\circ\text{C}$. Nejvyšší denní úhrn v měsíci byl naměřen na Hřčavě (okres Frýdek-Místek) 26. července 72,8 mm. Nejteplejším dnem roku byl 28. červenec, a to z hlediska nejvyšší naměřené teploty i průměru nejvyšších denních teplot. V Dobřichovicích byla maximální teplota $35,6^\circ\text{C}$.

Červenec byl ve většině sledovaných povodí na území ČR odtokově průměrným až nadprůměrným měsícem. Nejvíce vodná byla povodí na území Moravy. Z hlavních povodí nejvíce vody oteklo Dyjí (163 % Q_{VII}). Průměrné měsíční průtoky sledovaných toků nejčastěji odpovídaly 50 až 200 % Q_{VII} . Nejméně vodné toky, jejichž průtoky zůstávaly pod průměrnými hodnotami, se vyskytovaly v jihozápadní polovině Čech v povodí Berounky, Otavy, horní Vltavy a Ohře. V průběhu července hladiny většiny vodních toků mírně kolísaly s převážně klesající tendencí, nebo zůstaly setrvalé. Na začátku měsíce doznávala povodňová situace z června, hladina Loučné v Dašicích kulminovala na úrovni 2. SPA 1. července při Q_2 . Výraznější přechodné vzestupy v průběhu července s dosažením 1. SPA byly zaznamenány vlivem přívalových srážek 10. až 11. července v povodí horní Sázavy, místy v povodí Svratky a nejvíce pak na Jevíčce při Q_2 . K dalším významnějším vzestupům docházelo také 19. a 20. července v důsledku silných lokálních přeháněk. 1. SPA byl překročen na Loučné (při Q_2) a na Lužické Nise (při Q_{20}). Na Polečnici v Českém Krumlově byl 19. července krátce překročen 2. SPA při Q_{20} . Ke vzestupům hladin s dosažením 1. SPA při Q_{20} docházelo vlivem vydatných srážek i 26. července na Tiché Orlici.

Během července nedošlo k překročení hodnoty denního imisního limitu PM_{10} $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na žádné stanici ze 119, následně na žádné stanici nebyl překročen maximální povolený počet překročení ($35\times$ za kalendářní rok) hodnoty $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Během července se průměrné denní koncentrace PM_{10} zprůměrované pro jednotlivé typy stanic (venkovské, městské a předměstské, dopravní a průmyslové) pohybovaly pod polovinou hodnoty imisního limitu. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM_{10} ($42 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) dne 1. července na předměstské pozadové stanici Ústí n.l.-Kočkov v Ústeckém kraji. Průměr všech denních koncentrací PM_{10} naměřených na městských a předměstských stanicích v červenci 2020 byl $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Během července došlo k překročení hodnoty imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 25 stanicích z 67. Maximální povolený počet překročení ($25\times$ v průměru za tři roky) hodnoty denního imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byl na konci července překročen na 34 stanicích z celkového počtu 67. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v červenci 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V červenci 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

Srpen

V srpnu bylo zaznamenáno 18 tropických dní, z nichž nejteplejším byl 9. srpen s maximální teplotou $35,5^\circ\text{C}$ v Kopistech (okres Most). V několika dnech se v srpnu vyskytly úhrny srážek vyšší než 50 mm, 18. srpna v Beskydech i vyšší než 100 mm na stanicích Tyra (okres Frýdek-Místek) 112,3 mm a Ostravice (okres Frýdek-Místek) 103,2 mm. Minimální teplota pod bodem mrazu byla zaznamenána hned 1. srpna, ale nejchladnějším dnem byl 28. srpen na Kvildě, Perle s hodnotou $-3,1^\circ\text{C}$.

Měsíc srpen byl v povodí Moravy a Odry převážně odtokově nadprůměrným měsícem, v povodí Labe spíše odtokově průměrným až podprůměrným. Z hlavních povodí nejvíce vody oteklo Dyjí (186 % Q_{VIII}) a nejméně Labem (72 % Q_{VIII}). Průměrné měsíční průtoky většiny sledovaných toků se pohybovaly v širokém rozmezí 45 až 160 % Q_{VIII} . Hladiny většiny vodních toků v průběhu srpna kolísaly v závislosti na srážkách, přičemž nejvýraznější odtokové odezvy byly na tocích zaznamenány v polovině první dekády měsíce, koncem druhé dekády srpna a v samém závěru měsíce. Dne 4. srpna překročily v jižních Čechách 2. SPA Černá v Ličově při Q_{20} a Lužnice v Nové Vsi nad Lužnicí. Nad úrovní 2. SPA kulminovala ještě 5. srpna Lužnice v profilu Pilař při Q_2 a dále Svratka v profilu Brno-Poříčí při Q_{20} . Ve velkém množství dalších profilů na tocích odvodňujících Šumavu a její podhůří, Novohradské hory a východní část Českomoravské vrchoviny na přítocích Dyje a horní Moravy byly v rozmezí od 3. do 6. srpna překročeny 1. SPA. K dalším vzestupům hladin docházelo 14. a 15. srpna, kdy nejvíce stoupaly hladiny toků po přívalových srážkách na severním okraji Českomoravské vrchoviny v povodí Novohradky, Třebůvky a Bělé a dále v povodí Jihlavy a v podhůří Šumavy v povodí Blanice, a to až k úrovní 1. SPA. Na Úsobrnském potoce v Jaroměřicích a Třebůvce v Mezihorí byl dosažen Q_2 . Prudký vzestup hladiny s překročením 2. SPA zaznamenal 14. srpna odpoledne Botič v Praze-Nuslích při Q_2 . Dne 17. srpna docházelo k lokálnímu vzestupu hladin některých toků, na Křemelné a Křemžském potoce byl dosažen 1. SPA. Největší vzestup hladiny byl na Zlatém potoce, kde byl v profilu Hracholusky 18. srpna dosažen 3. SPA, při kulminaci na úrovni Q_{20} . Vzhledem k pokračujícím srážkám a již velmi silně nasyceným povodím v oblasti Beskyd a Jeseníků dne 19. srpna prudce stoupaly hladiny toků, nejvýrazněji v povodí Lubiny, Ostravice, Olše a Bečvy, kde byl na řadě profilů překročen 1. SPA nebo do-

sažen Q_2 . Hladina Lomné v Jablunkově kulminovala na úrovni Q_5 . Na Morávce v profilu Vyšší Lhoty-tok, Vsetínské Bečvě ve Velkých Karlovicích, Olši v Českém Těšíně a v Dětmarovicích a na Krasovce v Radimí hladina kulminovala nad úrovní 2. SPA při Q_2 . Následující dny hladiny toků již pozvolna klesaly nebo mírně kolísaly, pouze 23. srpna byl v důsledku bouřek překročen 1. SPA na Brtnici, 28. srpna na Botiči v Praze-Nuslích byl krátkodobě překročen i 2. SPA při Q_2 .

Během srpna došlo k překročení hodnoty denního imisního limitu PM_{10} $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 2 stanicích ze 119, nicméně na žádné stanici nebyl překročen maximální povolený počet překročení ($35\times$ za kalendářní rok) hodnoty $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V průběhu srpna se průměrné denní koncentrace PM_{10} zprůměrované pro jednotlivé typy stanic (venkovské, městské a předměstské, dopravní a průmyslové) pohybovaly spíše pod polovinou hodnoty imisního limitu. Za studenou frontou se do střední Evropy začala přesouvat tlaková výše, která ovlivňovala počasí v ČR během druhé poloviny první dekády. Průměrné koncentrace vystoupaly v tomto období nad polovinu hodnoty imisního limitu. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM_{10} ($60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) dne 7. srpna na předměstské pozadové stanici Zlín ve Zlínském kraji. Průměr všech denních koncentrací PM_{10} naměřených na městských a předměstských stanicích v srpnu 2020 byl $18 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Během srpna došlo k překročení hodnoty imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 59 stanicích z 67. Maximální povolený počet překročení ($25\times$ v průměru za tři roky) hodnoty denního imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byl na konci srpna překročen na 36 stanicích z celkového počtu 67. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v srpnu 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V srpnu 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

Září

První den září počasí zejména ve východní polovině území ovlivňovala tlaková níže, která přecházela východněji od nás ve směru jih – sever. Přinášela četné srážky, místy trvalé a vydatné, v Jeseníku napršelo 89,5 mm za 24 hodin. 15. září na naše území proudil velmi teplý vzduch kolem mohutné tlakové výše nad střední Evropou, kterou Svobodná Univerzita v Berlíně pojmenovala Leiki. Teplota tak v Čechách a na jihu Moravy ojediněle překročila hranici pro tropický den a s maximální teplotou 32,5 °C v Doksaněch šlo o nejteplejší den měsíce. Noc ze 14. na 15. září byla s minimální teplotou 20,6 °C poslední tropickou nocí v roce. A 16. září se vyskytl poslední tropický den v roce s maximální teplotou 31,7 °C v Dobřichovicích. Nejchladnějším dnem s minimální teplotou –6,8 na Kvildě, Perle byl 28. září.

Měsíc září byl v povodí Moravy a Odry odtokově nadprůměrným měsícem, v povodí Labe a Vltavy odtokově průměrným až podprůměrným. Z hlavních povodí nejvíce vody oteklo Dyjí (223 % Q_{IX}) a nejméně Labem (81 % Q_{IX}). Hladiny většiny vodních toků v průběhu září mírně kolísaly v závislosti na srážkách, přičemž nejvýraznější odtokové odezvy byly na tocích zaznamenány na začátku a na konci měsíce. Největší vzestupy byly zaznamenány 1. a 2. září po trvalých srážkách na tocích v oblasti Orlických hor, Českomoravské vrchoviny, Jeseníků a Beskyd, kde v několika profilech došlo k překročení 1. SPA (Divoká Orlice, Loučná, Chrudimka, Mírovka, Řeka, Žulová, Vidnávká, Bělá, Vsetínská Bečva a Bystřička). Na Novohradce v Luži (při Q_2) a Úhřeticích, na Černém potoce ve Velké Kraši (při Q_2), na Svratce v Borovnici (při Q_2) a krátce i na Jihlavě v Bransoužích byl překročen

2. SPA při Q_2 . V důsledku vydatnějších srážek na konci měsíce byl 26. září překročen 1. SPA na Zdechovce, Rožnovské Bečvě, Senici, Vsetínské Bečvě, Bečvě, Odře a Velké Stanovnici. Na Bystřičce v profilech nad nádrží i pod nádrží (při Q_2) a na Jičince v profilu Nový Jičín byl 26. září dosažen 2. SPA při Q_2 .

Během září došlo k překročení hodnoty denního imisního limitu PM_{10} $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 6 stanicích ze 117, nicméně na žádné stanici nebyl překročen maximální povolený počet překročení ($35\times$ za kalendářní rok) hodnoty $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V průběhu září nepřekročily průměrné denní koncentrace PM_{10} zprůměrované pro jednotlivé typy stanic (venkovské, městské a předměstské, dopravní a průmyslové) hodnotu imisního limitu (obr. 9). V první polovině měsíce koncentrace pomalu stoupaly, až překročily polovinu hodnoty imisního limitu. V polovině měsíce přecházela přes ČR studená fronta, která způsobila dočasný pokles koncentrací. Za studenou frontou se do střední Evropy začala přesouvat tlaková výše, která ovlivňovala počasí v ČR na přelomu druhé a třetí dekády. Průměrné koncentrace vystoupaly v tomto období nad polovinu hodnoty imisního limitu. Přechod několika frontálních systémů a tlakové níže způsobil následně výrazný pokles koncentrací. Konec měsíce byl ve znamení nevýrazného hřebene vyššího taku vzduchu a opětovného mírného vzestupu koncentrací. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM_{10} ($72 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) dne 28. září na předměstské pozadové stanici Praha 5-Řeporyje v aglomeraci Praha. Průměr všech denních koncentrací PM_{10} naměřených na městských a předměstských stanicích v září 2020 byl $17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Během září došlo k překročení hodnoty imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na 25 stanicích z 67. Maximální povolený počet překročení ($25\times$ v průměru za tři roky) hodnoty denního imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O_3 ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byl na konci září překročen na 36 stanicích z celkového počtu 67. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v září 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V září 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

Říjen

Poslední letní den v roce byl zaznamenán 3. října, kdy v Ostravě, Moravské Ostravě byla naměřena maximální teplota 25,1 °C. V noci na 14. října postupovala hluboká tlaková níže od jihovýchodu nad jižní Polsko a frontální vlna spojená s touto níží přinesla na část našeho území vydatný déšť, na horách i sněžení. V Heřmanovicích (okres Bruntál) napršelo 116,5 mm, na Luční boudě dosáhla výška nového sněhu 35 cm. Na horách sněžilo až do 17. října a celková výška sněhu dosáhla na Lysé hoře 40 cm, na Šeráku a na Luční boudě 36 cm. Nejvyšší měsíční přírůstek nového sněhu zaznamenaly stanice Šerák (60 cm) a Lysá hora (52 cm). Prvním ledovým dnem druhého pololetí byl 12. říjen s maximální teplotou –0,7 na Sněžce. 20. října byl v mrazových sníženinách Šumavy zaznamenán v ranních hodinách výrazný pokles teploty až na –10,0 °C na Kvildě, Perle.

Měsíc říjen byl z hlediska odtoku mírně až výrazně nadprůměrným měsícem na celém území. Nejvodnější z hlavních povodí byla Odra (791 % Q_X) a Olše (595 % Q_X). Vzhledem k dlouhodobým říjnovým průměrům byly průměrné měsíční průtoky u většiny sledovaných toků nadprůměrné, nejčastěji v rozmezí 1 až 5 násobku Q_X . Hladiny vodních toků v průběhu celého měsíce kolísaly v závislosti na srážkové činnosti. Ke vzestupům hladin vodních toků docházelo 2. října na tocích odvodňujících Beskydy a Jeseníky. 1. SPA byly dosaženy (při Q_2) na Ropičance, Lubině, Odře, Morávce, Opavě a Krasovce. K dalšímu vzestupu

hladin došlo 3. a 4. října opět na tocích odvodňujících Beskydy a Jeseníky. Ke 2. SPA (při Q_{c2}) vystoupala Bystřička v profilu Bystřička nad nádrží a Velká Stanovnice v profilu Karolinka pod nádrží a na mnoha profilech v povodí Bečvy došlo k překročení 1. SPA. V týdnu od 12. do 18. října došlo v celé řadě profilů k překročení SPA. Na Loučné, Novohradce, Chrudimce a Doubravě byl při vodnostech Q_2 až Q_{10} (na Novohradce až Q_{20}) překročen 3. SPA. Na Třebovce, Tiché Orlici, horní Chrudimce a Jizeře byl překročen 2. SPA a v celé řadě profilů, včetně Labe v Kostelci nad Labem byl dosažen 1. SPA. Také v povodí Sázavy došlo k překročení 2. SPA v profilech Žďár nad Sázavou a Sázava a k překročení 1. SPA v celé řadě profilů v povodí Sázavy. Více než česká povodí byla v těchto dnech zasažena srážkami zejména povodí Odry a Moravy, kde během 13. října prudce stouply hladiny většiny toků. Nejvýraznější vzestupy byly na Odře v profilu Odry, Krasovce v profilu Radim, Opavě v Opavě a Děhylově, Řasnici ve Frýdlantu, Smědě ve Višňové a v Předláních a na Stěnavě v Meziměstí, kde byl při dosažení Q_{c2} překročen 3. SPA. Na dalších profilech Odry, Opavice, Moravice, Jičinky, Porubky, Stonávky, Olše, Osoblaha a Černého potoka byl překročen 2. SPA a na další řadě profilů pak 1. SPA. V povodí Moravy se toky začaly zvedat již 12. října, nejvýrazněji pak 14. října. Nejvíce stoupaly hladiny Moravy v Moravičanech, Sptihněvi, Strážnici a Lanžhotě, Třebůvky v Mezihoří, Hraničkách a Lošticích, Jevíčky v Chornici, Olešnici v Kokorech, Bystřičky nad nádrží, Bečvy v Teplicích a Dluhonicích, Blat v Klopoticích, Romže v Polkovicích, Moštěnky v Prusích, Luhačovického potoka v Polichně, Veličce ve Strážnici, Svatce v Dalečíně a v Židlochovicích a Bělé v Boskovicích, kde byl překročen 3. SPA. U většiny profilů proběhla kulminace na úrovni Q_2 až Q_{10} , ojediněle až Q_{20} . Vzhledem k velkému plošnému rozsahu povodní byly nejvyšší vodnosti v důsledku dotoku zaznamenány na dolním toku Moravy, kde 14. října v profilu Strážnice vodnost odpovídala Q_{20} až Q_{50} . V celé řadě profilů byl překročen 2. SPA (Úsobrský potok, Velká Stanovnice, Senice, Juhyně, Romže, Velká Haná, Lutoninka, Dřevnice, Olšava, Svitava, Svatka, Morava, Litava, Dyje a Bystřice) a také 1. SPA. Na konci října zaznamenaly vodní toky opět mírně vzestupnou tendenci nebo byly rozkolísané. Výrazněji stoupaly 31. října toky odvodňující horské oblasti na severu Čech, Českomoravskou vrchovinu a Beskydy. Ojedinělé překročení 1. SPA (při Q_{c2}) bylo zazname-

Tab. 1 Denní maximum teploty [°C] v roce 2020.

Table 1. The highest maximum daily temperature [°C] in 2020.

ID stanice	Název	Okres	Nadm. výška [m n. m.]	Datum	Maximální teplota [°C]
P1DOBE01	Dobřichovice	Praha-západ	205	28. 7.	35,6
U1KOPI01	Kopisty	Most	240	9. 8.	35,5
P1KRAL01	Kralupy nad Vltavou	Mělník	220	28. 7.	35,5
P2MRZK01	Mrzky	Kolín	260	28. 7.	35,3
U1DOKS01	Doksany	Litoměřice	158	9. 8.	35,1
B2LEDN01	Lednice	Břeclav	177	28. 7.	35,1
P1PKOM01	Praha, Komořany	Praha	213	28. 7.	35,0
U1DOKS01	Doksany	Litoměřice	158	8. 8.	35,0
U1ULMA01	Ústí nad Labem, Vaňov	Ústí nad Labem	150	9. 8.	35,0
P1PKAR01	Praha, Karlov	Praha	261	21. 8.	35,0

Tab. 2 Denní minimum teploty [°C] v roce 2020.

Table 2. The lowest minimum daily temperature [°C] in 2020.

ID stanice	Název	Okres	Nadm. výška [m n. m.]	Datum	Minimální teplota [°C]
P7KJHJ01	Kořenov, Jizerka, Horní Jizera	Jablonec nad Nisou	823	1. 4.	-23,9
P7KJRA01	Kořenov, Jizerka, rašeliniště	Jablonec nad Nisou	862	1. 4.	-22,8
C7JESL01	Kvilda-Perla	Prachatice	1 058	23. 3.	-22,1
P2KORE01	Kořenov, Jizerka	Jablonec nad Nisou	858	1. 4.	-22,0
C7POHS01	Pohoří na Šumavě	České Budějovice	899	27. 12.	-20,0
C7ROSLO1	Rokytská slat	Klatovy	1 100	21. 1.	-19,8

Tab. 3 Nejvyšší denní úhrn srážek [mm] v roce 2020.

Table 3. The highest daily precipitation amount [mm] in 2020.

ID stanice	Název	Okres	Nadm. výška [m n. m.]	Datum	Denní úhrn [mm]
U2SMED01	Bílý potok, Smědava	Liberec	834	19. 6.	129,1
H3KONA01	Konárovice	Kolín	209	14. 6.	128,9
H2RYCH01	Rychnov nad Kněžnou	Rychnov nad Kněžnou	335	18. 6.	117,6
O1HERM01	Heřmanovice	Bruntál	665	13. 10.	116,5
O1TYRA01	Tyra	Frýdek-Místek	500	18. 8.	112,3

Tab. 4 Nejvyšší třídenní úhrn srážek [mm] v roce 2020.

Table 4. The highest value of 3-day amount of precipitation [mm] in 2020.

ID stanice	Název	Okres	Nadm. výška [m n. m.]	Datum	Úhrn [mm]
U2SMED01	Bílý potok, Smědava	Liberec	834	18.–20. 6.	240,6
O1RASK01	Raškovice	Frýdek-Místek	397	18.–20. 6.	207,0
O1LYSA01	Lysá hora	Frýdek-Místek	1 322	18.–20. 6.	197,6
H2RYCH01	Rychnov nad Kněžnou	Rychnov nad Kněžnou	335	18.–20. 6.	168,6
U2BEDR01	Bedřichov	Jablonec nad Nisou	777	19.–21. 6.	162,6

náno na horním toku Jizery, Loučné a Doubravy. Na Smědě byl překročen 3. SPA (při Q_{c2}) v profilu Višňová a 1. SPA v Bílém Potoce a Předláních a na Řasnici ve Frýdlantu (všechny při vodnosti Q_{c2}). Ojediněle, až k úrovni 1. SPA při Q_{c2} vystoupala Svatka v Borovnici a Dalečíně.

Ke konci roku ve spojení s obvyklým výskytem zhoršených rozptylových podmínek a zvýšenou činností sezónních zdrojů dochází k navýšení koncentrací suspendovaných částic

Tab. 5 Nejvyšší výška celkové sněhové pokrývky [cm] v roce 2020.

Table 5. The highest value of snow cover [cm] in 2020.

ID stanice	Název	Okres	Nadm. výška [m n. m.]	Datum	Celková výška sněhu [cm]
H1LBOU01	Labská bouda	Trutnov	1 320	1. 4.	179
C7BLVR01 ¹³	Březník, Hřeben	Klatovy	1 350	8. 3.	168
P4RLHO01	Rokytnice nad Jizerou, Lysá hora	Semily	1 310	9. 3.	151
P4VRUZ01	Vítkovice, Růženčina zahrádka	Semily	1 375	9. 3.	150
P4RPAN01	Rokytnice nad Jizerou, Pančavská louka	Semily	1 339	2. 3.	146

Tab. 6 Nejvyšší výška nového sněhu [cm] v roce 2020.

Table 6. The highest value of new snow cover [cm] in 2020.

ID stanice	Název	Okres	Nadm. výška [m n. m.]	Datum	Výška nového sněhu [cm]
O2PAPR01	Staré Město pod Sněžníkem, Paprsek	Šumperk	1 006	10. 12.	45
H1LBOU01	Labská bouda	Trutnov	1 320	4. 2.	
H1LUCB01	Luční bouda	Trutnov	1 413	13. 10.	35
P2JDUL01	Josefův Důl	Jablonec nad Nisou	623	4. 2.	32
H1POMB01	Pomezí boudy, Horní Malá Úpa	Trutnov	1 050	13. 10.	30
P2DESN01	Desná, Souš	Jablonec nad Nisou	772	4. 2.	
O1VIDL01	Vidly	Bruntál	774	4. 2.	26

Tab. 7 Statistika význačných dnů v roce 2020.

Table 7. The review of significant days in 2020.

	První	Poslední	Počet v ČR ¹⁴ (průměr 1901–2000)	Maximální počet	
				Stanice	Počet ¹⁵
tropický (TMA ≥ 30)	13. 6.	16. 9.	39 (35)	Dobřichovice	27
letní (TMA ≥ 25)	28. 4.	3. 10.	102 (96)	Dobřichovice	79
mrazový (TMI < 0)	4. 7.	26. 6.	283 (225) ¹⁶	Kvilda, Perla	236
ledový (TMA < 0)	13. 10.	12. 5.	137 (124) ¹⁵	Sněžka	105
arktický (TMA ≤ -10)	x ¹⁷	24. 3.	3 (15) ¹⁵	Sněžka	3
s tropickou nocí (TMI ≥ 20)	10. 7.	15. 9.	11 (8)	Polom, Sedloňov	3

v ovzduší. Během října došlo k překročení hodnoty denního imisního limitu PM₁₀ 50 µg·m⁻³ na 20 stanicích ze 118, nicméně na žádné stanici nebyl překročen maximální povolený počet překročení (35× za kalendářní rok) hodnoty 50 µg·m⁻³. V průběhu října nepřekročily průměrné denní koncentrace PM₁₀ zprůměrované přes jednotlivé typy stanic hodnotu imisního limitu. V první polovině měsíce se průměrné koncentrace pohybovaly pod polovinou hodnoty imisního limitu. V polovině měsíce se nad jižním Polskem udržovala hluboká tlaková níže. S ní spojené vydatné srážky a čerstvý vítr způsobily výrazný pokles koncentrací na měsíční minimum. Na přelomu

druhé a třetí dekády proudil do ČR teplý vzduch od jihozápadu, a průměrná denní teplota vzduchu vyšplhala nad 10 °C. Slabší vítr a stabilní teplotní zvrstvení v teplém vzduchu vedly k mírně nepříznivým rozptylovým podmínkám. Průměrné koncentrace vystoupaly v tomto období nad polovinu hodnoty imisního limitu. Následný přechod frontálních systémů přes ČR, které byly provázené ochlazením a srážkovou činností, zapříčinil pokles koncentrací i teploty vzduchu. Konec měsíce byl ve znamení přechodu teplé fronty přes ČR, za kterou k nám začal proudit teplý vzduch od jihozápadu, a současně se nad ČR nasunula tlaková výše, což vedlo k opětovnému mírnému vzestupu koncentrací. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM₁₀ (70 µg·m⁻³) dne 23. října na městské pozadové stanici Most v Ústeckém kraji. Průměr všech denních koncentrací PM₁₀ naměřených na městských a předměstských stanicích v říjnu 2020 byl 15 µg·m⁻³. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v říjnu 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V říjnu 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

Listopad

Nejteplejším dnem listopadu byl 3. listopad s maximální teplotou 20,0 °C v Lednici (okres Břeclav), ale zároveň v západní části území napršelo v Rožmitále na Šumavě (okres

Český Krumlov) 28,2 mm srážek. Nejchladnějším dnem měsíce byl 30. listopad, kdy minimální teplota na Kvildě, Perle a na Rokytské slati byla -16,3 °C.

Listopad byl z odtokového hlediska nadprůměrným měsícem. Z hlavních povodí nejvíce vody odtéklo Dyjí (237 % Q_{xi}) a Moravou (233 % Q_{xi}), nejméně Labem (129 % Q_{xi}). Pouze průtoky většiny sledovaných toků na dolním Labi a Ohři se pohybovaly pod průměrem, nejčastěji v rozmezí 40 až 60 % Q_{xi}. Největší vzestupy vodních hladin byly zaznamenány v prvních dnech měsíce jako následek vydatnějších srážek na tocích odvodňujících Českomoravskou vrchovinu. Na několika profilech dne 4. listopadu v povodí Orlice, přítoků středního Labe, horní Sázavy, Svratky a Třebůvky vystoupaly hladiny toků až nad úroveň 1. SPA. 4. listopadu na Novohradce v profilu Luže (při Q₂) a v Úhřetích při Q₂ a 5. listopadu na Loučné v Dašicích při Q₂ byly překročeny i 2. SPA. Na Loučné v Dašicích hladina nad úrovní pro 1. SPA setrvala až do 9. listopadu (vlivem kolísání hladiny byla úroveň 1. SPA překročena ještě i o den později). V následujících dnech doznívala situace z předchozího období a 1. SPA přetrvával na Svratce v Brně-Poříčí a na Dyji pod VD Nové Mlýny a v Ladné až do 10., resp. 9. listopadu. Poté pak měla většina toků až do konce měsíce klesající tendenci.

¹³ Měření automatickým sněhoměrným čidlem.

¹⁴ Den se vyskytl alespoň na jedné stanici v ČR.

¹⁵ Tyto stanice zahájily standardní měření až po roce 2000, dlouhodobý průměr není vypočítán.

¹⁶ V síti měření minimální teploty se po roce 1990 zvýšil počet specializovaných stanic umístěných v „mrazových lokalitách“. Proto je pro mrazový, ledový a arktický den vypočten dlouhodobý průměr za období 1991–2019.

¹⁷ Arktický den se ve druhé polovině roku 2020 nevyskytl.

Během listopadu došlo k překročení hodnoty denního imisního limitu PM_{10} $50 \mu g \cdot m^{-3}$ na 43 stanicích ze 118. Maximální povolený počet překročení ($35 \times$ za kalendářní rok) hodnoty denního imisního limitu PM_{10} ($50 \mu g \cdot m^{-3}$) byl poprvé v roce 2020 překročen, a to na jedné průmyslové stanici Brno-Zvonařka. V blízkosti stanice Brno-Zvonařka (I) probíhala intenzivní stavební činnost spojená s vyšším výskytem prašnosti. V průběhu listopadu nepřekročily průměrné denní koncentrace PM_{10} zprůměrované pro jednotlivé typy stanic hodnotu imisního limitu (obr. 7). V druhé polovině první dekády ovlivňovala počasí ve střední Evropě tlaková výše. Slabý proměnlivý vítr, stabilní teplotní zvrstvení a nízká oblačnost způsobily nepříznivé rozptylové podmínky (ventilační index klesl pod hodnotu $3\,000\, m^2 \cdot s^{-1}$, resp. $1\,100\, m^2 \cdot s^{-1}$), což znamenalo nárůst průměrných koncentrací až k hodnotě imisního limitu. Pokles koncentrací přinesl frontální systém přecházející přes ČR a doprovázený srážkami a mírným jižním až jihovýchodním větrem. Během třetí dekády ovlivňovala počasí v ČR další tlaková výše, přecházející přes střední Evropu k východu. Příliv teplejšího vzduchu ve vyšších vrstvách atmosféry vedl ke vzniku stabilního až inverzního teplotního zvrstvení a v kombinaci se slabším větrem způsobily mírně nepříznivé rozptylové podmínky. Následný přechod slabé studené fronty, doprovázené slabými srážkami a rozrušením inverze, zapříčinil pokles koncentrací. Konec měsíce byl ve znamení přílivu studeného vzduchu, který do ČR proudil od severovýchodu. V něm se do střední Evropy rozšířila tlaková výše, což vedlo k opětovnému mírnému vzestupu koncentrací. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM_{10} ($76 \mu g \cdot m^{-3}$) dne 7. listopadu na městské požadové stanici Rychvald v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek. Průměr všech denních koncentrací PM_{10} naměřených na městských a předměstských stanicích v listopadu 2020 byl $23 \mu g \cdot m^{-3}$. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v listopadu 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V listopadu 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

Prosinec

Nejteplejším dnem byl 6. prosinec, kdy maximální teplota v Ostrově, Mošnově dosáhla $15,7\, ^\circ C$. Během Štědrého dne přešla přes naše území výrazná studená fronta, na které se ochladilo o téměř $10\, ^\circ C$. V Husinci (okres Prachatice) byla 23. prosince maximální teplota $13,5\, ^\circ C$ a 25. prosince jen $3,7\, ^\circ C$. Zpravidla se kolem vánočních svátků vyskytuje vánoční obleva, rok 2020 si budeme pamatovat jako rok s vánočním ochlazením. Vánoční obleva se vyskytnout nemohla, protože sněh před vánoci (22. prosince) ležel jen na Luční boudě (3 cm) a v Peci pod Sněžkou (2 cm). Nejchladnějším dnem měsíce byl 27. prosinec, kdy byla naměřena minimální teplota v Pohoří na Šumavě $-20,0\, ^\circ C$. Při frontálních srážkách 28. prosince napršelo až $46,2\, mm$ v Huslenkách, Kychově (okres Vsetín) a na Šeráku napadlo $16\, cm$ nového sněhu.

Prosinec byl v povodí Moravy a Dyje odtokově nadprůměrným měsícem, v povodí Vltavy, Labe a Odry odtokově podprůměrný. Z hlavních povodí nejvíce vody odtéklo Dyjí ($144\% Q_{XII}$) a Moravou ($119\% Q_{XII}$), naopak nejméně Labem ($56\% Q_{XII}$) a Vltavou ($59\% Q_{XII}$). Hladiny většiny vodních toků v průběhu prosince byly na mírném poklesu, či byly setrvalé. Pouze na konci měsíce v důsledku vydatných dešťových srážek v oblasti Bílých Karpat a Beskyd docházelo na tocích v povodí Moravy ke vzestupům vodních hladin. Na celé řadě profilů byla překročena úroveň limitů pro SPA. Dne 29. prosince byl na Veličce ve Strážnici překročen 3. SPA (při Q_{10}), 2. SPA byl dosažen na Veličce ve Velké nad Veličkou (při Q_{10}), Kolečci pod VD Bojkovice (při Q_5), Olšavě v Uherském Brodě (při Q_2) a na Vlárě v profilu Popov (při Q_2). Na několika dalších

profilech v povodí Bečvy byl dosažen 1. SPA. Oproti tomu v povodí horní Vltavy byly vlivem nízkých teplot některé podhorské a horské toky na konci měsíce vzduty ledovými jevy.

Hodnota denního imisního limitu PM_{10} ($50 \mu g \cdot m^{-3}$) byla v prosinci překročena na 48 stanicích ze 116. Povolený počet překročení ($35 \times$), a následně i denní imisní limit pro PM_{10} byl na konci prosince a tedy v roce 2020 překročen a na stanicích Věřňovice (R) a Ostrava-Radvanice (I), obě v aglomeraci O/K/F-M. Na stanici Brno-Zvonařka nebyla splněna podmínka pro dostatečný počet dat; nelze tedy tuto stanici zahrnout do celkového ročního hodnocení. Na začátku prosince ovlivňovala počasí v ČR tlaková výše se středem nad severovýchodní Evropou. Slabý proměnlivý vítr, stabilní teplotní zvrstvení a nízká oblačnost způsobily nepříznivé rozptylové podmínky, což znamenalo nárůst průměrných koncentrací až k hodnotě imisního limitu. Výrazný pokles koncentrací přinesla změna cirkulace doprovázená čerstvým jižním větrem, která souvisela s tlakovou níží nad Britskými ostrovy. Na počátku druhé dekády se nad střední Evropou udržovalo nevýrazné tlakové pole, doprovázené slabým proměnlivým větrem a tvorbou nízké oblačnosti, což vedlo ke zhoršeným rozptylovým podmínkám (ventilační index klesl pod hodnotu $3\,000\, m^2 \cdot s^{-1}$, resp. $1\,100\, m^2 \cdot s^{-1}$), a tedy i nárůstu průměrných koncentrací až k hodnotě imisního limitu. Přechod nevýrazných frontálních systémů v dalších dnech způsobil mírný pokles koncentrací. Mírné, v první polovině třetí dekády až čerstvé západní proudění teplého a vlhkého oceánského vzduchu vedlo k příznivým rozptylovým podmínkám, k čemuž přispěly i občasné srážky. Díky tomu klesly začátkem Vánoc koncentrace na své měsíční minimum. Následně se do střední Evropy rozšířil hřeben vysokého tlaku vzduchu následovaný přílivem teplejšího vzduchu od jihu ve vyšších hladinách, což vedlo ke stabilizaci teplotního zvrstvení, zeslabení větru a zhoršení rozptylových podmínek následovaného opětovným vzestupem koncentrací. Na městských a předměstských stanicích byla naměřena maximální denní koncentrace PM_{10} ($141 \mu g \cdot m^{-3}$) dne 3. prosince na městské požadové stanici Český Těšín v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek. Průměr všech denních koncentrací PM_{10} naměřených na městských a předměstských stanicích v prosinci 2020 byl $21 \mu g \cdot m^{-3}$. Koncentrace ostatních látek znečišťujících ovzduší v prosinci 2020 nepřekročily hodnotu svého imisního limitu. V prosinci 2020 nebyla vyhlášena žádná smogová situace.

Literatura:

- ČEKAL, R. a kol., 2021. Průběh povodní v červnu 2020 v jednotlivých povodích. *Meteorologické zprávy*, roč. 74, č. 1, s. 11–19. ISSN 0026-1173.
- ČHMÚ, 2021. Portál Českého hydrometeorologického ústavu. [online]. [cit. 4. 1. 2021]. Dostupné z WWW: <http://www.chmi.cz>.
- eMS, 2020. Meteorologický slovník výkladový a terminologický, ČMeS. [online]. [cit. 4. 1. 2021]. Dostupné z WWW: <http://slovník.cmes.cz>.
- Infomet, 2021. Informační stránky Českého hydrometeorologického ústavu, Infomet. [online]. [cit. 4. 1. 2021]. Dostupné z WWW: <http://www.infomet.cz>.
- ŠTĚPÁNEK, P., 2005. Variabilita teploty vzduchu na území České republiky v období přístrojových měření (Air Temperature Fluctuations in the Czech Republic in the Period of Instrumental Measurements). Disertační práce, Geografický ústav PříF MU, Brno. 136 s.
- TOLASZ, R. a kol., 2007. Atlas podnebí Česka. Praha: ČHMÚ, Olomouc: UP Olomouc, 1. vydání, 256 s., ISBN 978-80-86690-26-1, ISBN 978-80244-1626-7.

Lektoři (Reviewers):

RNDr. Luboš Němec, doc. RNDr. Iva Hůnová, Ph.D.

Výskyt suchých období v pražském Klementinu

Occurrence of dry periods in Prague's Klementinum

Vít Květoň

Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ vit.kveton@chmi.cz

Michal Žák

Matematickofyzikální fakulta, Univerzita Karlova
Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2;
Český hydrometeorologický ústav,
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ michal.zak@mff.cuni.cz

Drought can be analysed by various methods. Meteorological drought based on dry spell durations and occurrence is studied in this paper. We have focused on different precipitation thresholds and various duration of dry periods. Two methods for drought analysis were selected – continuous series of days with daily precipitation totals not exceeding a given threshold (FLT method) and continuous series of days with cumulative precipitation average not exceeding a given threshold (FLN method). Long-term analysis were carried out for the threshold of 1 mm and duration of 12 and more days for the FLT method and for the threshold of 0.4 mm and duration of 18 and more days for the FLN method. A small increase of drought duration can be observed since 2002 based on 30-year moving average.

KLÍČOVÁ SLOVA: sucho meteorologické – období suché – dlouhodobý trend výskytu sucha – srážková řada v Praze Klementinu

KEYWORDS: meteorological drought – dry spell – long-term analysis of drought occurrence – precipitation data record of Prague-Klementinum

1. Úvod

Problematika sucha je v poslední době velmi diskutována zejména v souvislosti s tzv. klimatickou změnou, již se především v povědomí médií a veřejnosti rozumí zejména důsledky zvyšování koncentrace oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů. Sucho má samozřejmě různé definice podle svých následků, ať už jde třeba o sucho meteorologické, agronomické, hydrologické nebo třeba socioekonomické (viz například Elektronický meteorologický slovník). V těchto případech jde zpravidla o projevy sucha v dané oblasti, které souvisejí nejen s nedostatkem srážek, ale často jde i o kombinaci výparu (zejména v případě agronomického sucha) nebo dalších parametrů. Výzkum změny rozložení srážek v regionálním měřítku je velmi důležitý při zkoumání hydrologické odezvy, jako jsou

sucha a povodně, zejména s ohledem na probíhající změnu klimatu (Caloiero a kol. 2015).

V této studii se zaměřujeme na sucho čistě z hlediska výskytu srážek, které tak má blízko k suchu meteorologickému. Konkrétně nás bude zajímat výskyt suchých období (v anglické literatuře označované jako dry spells). Ta jsou zpravidla definována jako řada za sebou jdoucích dnů beze srážek. V mnoha případech jde ale o příliš striktní pravidlo a délka takto definovaných období by byla příliš krátká. Často se totiž vyskytnou dny s neměřitelnými, nebo jen velmi malými srážkami (například rosou). Proto se pro různé aplikace často připoustí možnost vzít do úvahy i dny s výskytem velmi malého množství srážek. Například Huth et al. (2000) definuje jako suché období úsek o délce nejméně 10 dnů, během kterého úhrn srážek nepřesáhne 1 mm. Gregory a kol. (1997) naopak se při studiu sucha ve středních zeměpisných šířkách severní polokoule omezili při výběru suchých období jen na dny, ve kterých denní úhrn nepřesáhne 0,05 mm (což je vzhledem k přesnosti měření poněkud problematická hodnota). Joubert a kol. (1996) zkoumali frekvenci výskytu sucha v jižní Africe, přičemž sucho definovali jako období alespoň 5 nebo více po sobě jdoucích dnů, s denním úhrnem srážek pod 0,2 mm. S pojmem suché období (resp. dry spell) se pracuje i v novějších studiích, například Zhi a kol. (2017) pro Čínu uvažují jako hraniční hodnotu denní úhrn nejvýše 0,1 mm. Samozřejmě že při studiu výskytu suchých období je důležité uvažovat regionální zvláštnosti klimatu. Ve vlhkém tropickém klimatu bude délka suchých období pochopitelně výrazně kratší než v zónách s aridním klimatem (Ratan, Venugopal 2013). Při studiu délek, ale i počtu suchých období je nutné pečlivě zvážit období, za které je uvažujeme – je-li časovou jednotkou rok, musíme pečlivě uvážit zahrnutí suchých období, která začínají před, resp. končí po konci roku.

Hlavním záměrem této studie je analýza výskytu suchých období v celé, více než dvoustleté řadě měření srážek v pražském Klementinu. Přitom uvažujeme různé přístupy k definici suchých období – jednak souvislé periody dní s denními úhrny srážek nepřesahujícími zvolenou mez, jednak souvislé periody dní, ve kterých kumulativní průměr denních úhrnů srážek nepřesáhne zvolenou mez. Uvažujeme přitom více mezí od jedné do třiceti desetin milimetru.

Z hlediska přímého využití v praxi je cílem práce navrhnout alternativní přístup k hodnocení period srážkového sucha (suchých period) v závislosti na definici jednotlivých period srážkového sucha a z hlediska volby roční charakteristiky sucha. K tomu účelu byla navržena roční suma trvání period, přičemž každá z nich je nejméně tak dlouhá jako perioda, která se na stanici Praha Klementinum vyskytuje jednou za deset let a méně. Dalším cílem práce je posoudit význam lineárních trendů ve vztahu k dlouhodobému klimatu. Tento přístup má podle našeho názoru přímé praktické využití, mimo jiné například z hlediska odborné i mediální interpretace, která se

zpravidla omezuje na lineární trendy. Dále lze zjištěné závěry aplikovat například při tvorbě norem pro realizaci staveb s dlouhou životností, kde je důležitá volba délky období.

2. Srážková data

Výchozími daty byla řada denních úhrnů srážek naměřených na stanici Praha Klementinum v letech **1804 až 2020** (celkem 217 let). Jde o dobře známou nejstarší stanici se souvislým pozorováním v České republice, která ale má poněkud nestandardní umístění meteorologických přístrojů včetně těch na měření srážkových úhrnů. Stanice samotná je situována v centru Prahy na Starém Městě (50°05'12" severní šířky, 14°24'59" východní délky). Dvůr Klementina se nachází v nadmořské výšce 191 m n. m., střecha se srážkoměry (viz dále) 26 metrů nad terénem, což je druhé nejvyšší umístění srážkoměru „standardní“ stanice v Česku (po pražském Karlovu). Dodejme, že průměrný roční úhrn srážek za období 1981 až 2010 činí 458,5 mm.

S ohledem na délku měření docházelo ve způsobu zjišťování srážkových úhrnů k řadě změn, které nyní ve stručnosti uvedeme. Vycházíme přitom především z práce L. Krivského (1953), další detaily pak zájemci najdou například v publikacích V. Hlaváče (1941), V. Jírovského (1976), případně K. Pejmla (1975).

Srážky jsou v Klementinu měřeny od 1. května 1804. Do roku 1843 byly měřeny dvěma srážkoměry ve dvoře Klementina (s rozdílnou výškou, 210 a 191 m n. m.), které tak s ohledem na různé umístění byly různě ovlivňovány prouděním vzduchu. Zaznamenávan byl vždy ten vyšší naměřený údaj. Následně byly údaje získávány z nového srážkoměru umístěného na západním okraji střechy východního křídla budovy ve výšce 213 m n. m. (22 metrů nad dvorem). V srpnu 1839 byl Fritschem zhotoven nový srážkoměr, který byl umístěn na západním okraji střechy východního křídla budovy ve výšce 213 m n. m. (22 metrů nad dvorem). V letech 1839 až 1843 se patrně souběžně měřilo na všech třech srážkoměrech. Aby mohl Fritsch napojit novou řadu na starou (měření na dvoře), na základě souběžného měření odvodil korekční koeficient 1,33 pro napojení nové řady (měření Fritschovým srážkoměrem na střeše) porovnáním obou řad. Od roku 1849 do roku 1869 byl odečítán také Kreilův autograf umístěný o 4 metry výše než srážkoměr na hřebenu střechy. V roce 1893 byl srážkoměr přestěhován z třetího poschodí západního okraje střechy do čtvrtého poschodí na platformu cca 26 m nad dvorem, zhruba na místo Kreilova autografu, který množství srážek neurčoval odměrkou, ale vážením. Na této platformě je doposud. V roce 1898 byl vedle něj umístěn další srážkoměr se stejným velkým sběrným otvorem ale menší světlostí odtokové rourky. V listopadu 1919 byl postaven další srážkoměr normálního typu hydrografické služby, celkem jsou na plošině tedy tři. Zaznamenává se největší množství srážek, zjištěné v 7 hodin ráno jedním ze tří přístrojů. Později byl na téže plošině umístěn ještě ombrograf. Situaci ale komplikoval i fakt, že přes rozdílnou velikost sběrného otvoru všech srážkoměrů se srážky měřily jedinou kalibrovanou nádobkou určenou ale pro plochu sběrného otvoru srážkoměru nového, zavedeného v roce 1919. Od 1. června 2012 pak stanice byla automatizována a pro měření srážek používán klopný srážkoměr MR3H-FC.

Měnily se i termíny měření. Do roku 1874 byly měřeny hodinové srážky a denní úhrny (od 0 do 24 hodin). Od roku 1872 pak jsou udávány hodnoty od 7 h do 7 h. Od počátku měření byly srážky zaznamenávány v pařížských čárkách, resp. roční hodnoty ve francouzských palcích, od roku 1872 už v milimetrech.

Konečně je nutné uvést i lokální ovlivnění srážkových úhrnů nedalekou klementinskou věží v západoseverozápadním směru. Při silnějších západních až severozápadních větrech se tak nad plochou se srážkoměry vytváří srážkový stín, případně turbulentní pásmo, které ovlivňuje jednotlivé srážkoměry různou měrou.

Analyzovány byly jednak periody sucha v rámci celého roku, jednak v rámci teplých období roku (duben až říjen). Pro analýzu period sucha v rámci celých let byly zpracovány jen roky 1807 až 2020 (214 let), protože v roce 1806 chybí leden. Pro analýzu period začínajících v teplém období je použito celé období 217 let. Jejich zpracování se však vymyká rozsahu tohoto článku.

Pro článek jsme použili data z databáze ČHMÚ Clidata. K jejich původu sdělil dlouholetý vedoucí oddělení klimatologie pobočky ČHMÚ Praha L. Němec následující: „V. Hlaváč nechal udělat ruční kopie měsíčních výkazů od roku 1775, které jsou z části na pobočce ČHMÚ Praha a z části v Klementinu. Zda a jak ta původní data upravoval, se už asi nedovíme. Z těchto kopií nechal V. Jírovský pořídit a zpracovat data pro skripta 200 let Klementina (Jírovský (1976)).“ V současné době jsou tato data doplněná o novější data, naměřená po roce 1975. Srážky jsme nekontrolovali (před rokem 1850 ani nebylo s čím).“

Z výše uvedených informací vyplývá, že není jasné, do jaké míry byly výše zmíněné korekce zahrnuty do řady obsažené v Clidatech, tj. do jaké míry je tato řada nehomogenní. Jsme však toho názoru, že na denní úrovni lze tato data stávajícími metodami obtížně homogenizovat a riziko vnesení dalších chyb v důsledku homogenizace je značné. Navíc předmětem článku jsou epizody nulových, resp. velmi nízkých srážek, kde se dá předpokládat, že vliv nehomogenit nebude zcela zásadní (snad s výjimkou typu period označeného dále jako FLN).

3. Metodika

Periody srážkového sucha jsme definovali dvěma odlišnými přístupy a několika odlišnými mezemi množství srážek:

- Souvislé periody dní s denními úhrny srážek nepřesahujících zvolenou mez (dále budeme tento typ period označovat jako FLT).
- Souvislé periody dní, ve kterých kumulativní průměr denních úhrnů srážek nepřesáhne zvolenou mez (dále budeme tento typ period označovat jako FLN).
- Uvažované meze jsou: 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 15, 20, 25 a 30 desetin mm. (Označovány dále jako K01d až K30d).

K jednotlivým kalendářním rokům nebo jejich teplým obdobím byly vztahovány periody začínající v daném roce. Konec poslední periody v roce může tedy přesahovat do dalšího roku, v případě extrémně dlouhých period i dále (viz příklad níže).

Na základě výsledku frekvenční analýzy (viz níže) výskytu period sucha všech zmíněných variant jsme provedli užší výběr volbou jedné meze a jedné minimální (kritické) délky period pro každý z obou typů. Pro kritickou délku jsme zvolili devadesátý percentil s ohledem na to, že WMO považuje za mimořádné jevy vyskytující se jednou za deset let a řidčeji. Meze srážek jsme zvolili na základě výsledků vlastní analýzy dat a vyšší, než je obvyklé. Přihlédli jsme k častým chybám měření nejmenších srážek a požadovali jsme, aby zvolená mez byla nižší než výpar a aby nejdelší perioda přesahovala nejdále do dalšího roku.

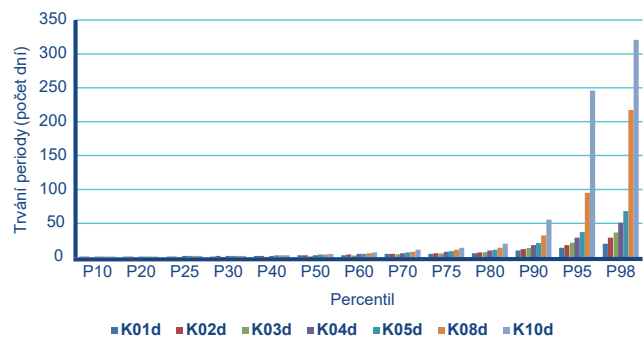
Pro periody s kritickou a vyšší délkou jsme spočetli základní roční charakteristiky pro počet period (ntrv), sumu jejich trvání (deltrv) a sumu srážek v nich (sumsra), dále poměr ročního počtu, trvání a sum srážek period kritické a vyšší délky ku všem periodám v roce. Vedle základní analýzy lineárního trendu nejdelších ročních period jsme provedli podrobnou analýzu časových řad ročních sum trvání period s kritickou a vyšší délkou, včetně analýzy časových řad klouzavých průměrů těchto sum o různých rozpětích od jednoho do osmdesáti let. K analýze byl využit statistický software IBM SPSS.

4. Výsledky

4.1 Deskriptivní charakteristiky period FLN a FLT pro různé meze srážek

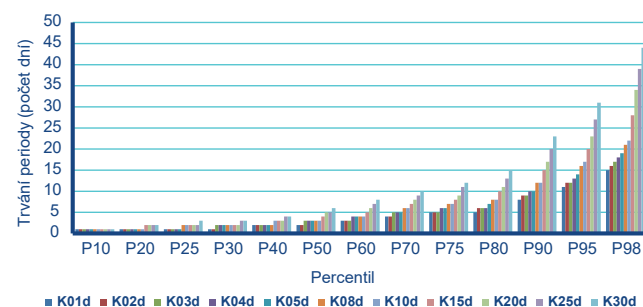
Ve srovnání s typem FLT délka period i celková suma srážek za periodu pro jednotlivé meze u typu FLN výrazně roste při současném poklesu jejich počtu (obr. 1 až obr. 4). Na rozdíl od typu FLT deskriptivní period typu FLN pro meze vyšší než K10d neuvádíme. Vyskytují se zcela výjimečně a jsou spíše kuriozitou. Např. na stanici Praha Klementinum se sice vyskytuje několik period K15d v roce 1804 až 1806 a pak už jen jediná v době od 19. 9. 1806 do 31. 5. 2020 (78 053 dní). Pro úvahy týkající se sucha u nás je ale nemá smysl uvažovat.

Hranice 1,0 mm je pro typ FLN svým způsobem přelomová. Zdaleka nejdelší perioda při této hranici trvala od 9. 9. 1862 do 8. 11. 1868 (2 253 dní se sumou srážek 2 202 mm). V celém tomto období byly srážky rozloženy tak, že kumulativní denní průměrný úhrn nepřesáhl 1 mm, což je samo o sobě unikum,



Obr. 1 Frekvenční rozdělení trvání period sucha typu FLN pro různé meze. Praha Klementinum 1807 až 2020.

Fig. 1. Frequency distribution of drought duration defined by FLN method for various thresholds. Prague Klementinum, 1807 to 2020.



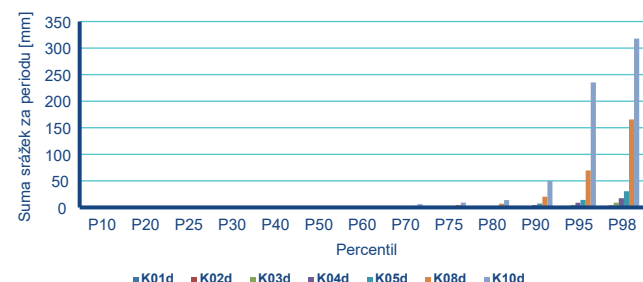
Obr. 2 Frekvenční rozdělení trvání period sucha typu FLT pro různé meze. Praha Klementinum 1807 až 2020.

Fig. 2. Frequency distribution of drought duration defined by FLT method for various thresholds. Prague Klementinum, 1807 to 2020.

a je to dáno dlouhým obdobím nízkých nebo nulových srážek v počátcích periody (obr. 5).

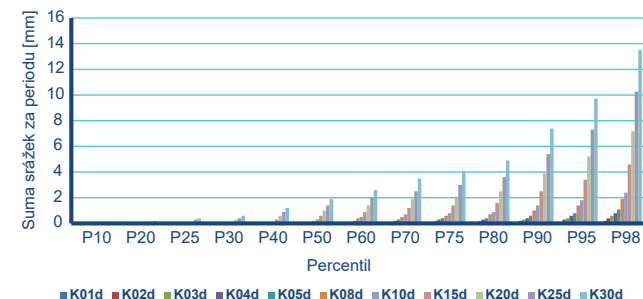
Maxima trvání period typu FLN pro meze 0,1 až 1,0 mm rostou od 70 do 2 253 dní, devadesátý percentil (P90) od 10 do 55,4 dne. Srážkový úhrn trvání těchto period roste v závislosti od 6,6 do 2 202,0 mm, pro 90. percentil od 0,4 až do 50,2 mm (tab. 1 a tab. 3).

Délka nejdelší periody typu FLT roste od 47 dní při mezi 0,1 mm (K01d) přes 64 dní při mezi K10d do 114 dní při mezi K30d, se srážkovým úhrnem 0,5 až 7,0 mm (K01d až K10d), resp. 44,7 mm pro K30d. Devadesátý percentil má délku periody 8 dní (K01d, K02d) až 12 dní (K08, K10d), resp. až 23 dny (K30d). Odpovídající srážkové úhrny pro percentil P90 rostou od 0,1 mm při mezi K01d přes 1,4 mm při K10d až do 7,4 mm při K30d. (tab. 2 a tab. 4)



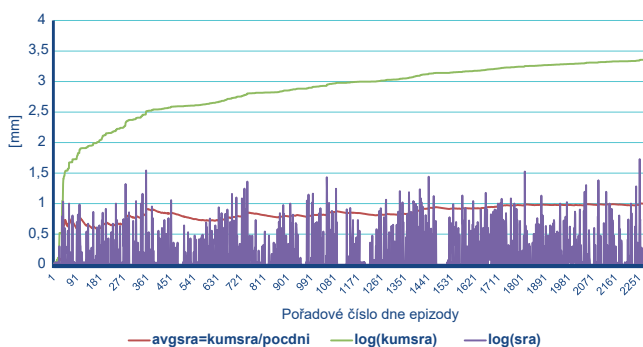
Obr. 3 Frekvenční rozdělení sum srážek v periodách sucha typu FLN pro různé meze. Praha Klementinum 1807 až 2020.

Fig. 3. Frequency distribution of precipitation sums in drought duration defined by FLN method for various thresholds. Prague Klementinum, 1807 to 2020.



Obr. 4 Frekvenční rozdělení sum srážek v periodách sucha typu FLT pro různé meze. Praha Klementinum 1807 až 2020.

Fig. 4. Frequency distribution of precipitation sums in drought duration defined by FLT method for various thresholds. Prague Klementinum, 1807 to 2020.



Obr. 5 Průběh srážek během periody FLN_K10d_12, Praha Klementinum, 9. 9. 1862–8. 11. 1868.

Fig. 5. Course of precipitation during FLN_K10d_12 period, Prague Klementinum, 9 September 1862–8 November 1868.

Pro analýzu časových řad jsme se u typu **FLT** omezili na periody s mezí **K10d** ($SRA \leq 1 \text{ mm}$) a s **trváním 12 a více dní**, dále zkráceně **FLT_K10d_12**, u typu **FLN** pak na periody s **mezí K04d** ($SRA \leq 0,4 \text{ mm}$) a **trváním 18 a více dní** (dále **FLN_K04d_18**). Zvolené kritické meze odpovídají devadesátému percentilu trvání period (tab. 1 a tab. 2). Pro zajímavost uvádíme v tab.5 pětici period s nejdelším trváním a pětici period s největší sumou srážek pro obě varianty period.

Tab. 1 Frekvenční rozdělení trvání period sucha (dny) definovaných metodou FLN pro různé meze. Praha Klementinum, 1807 až 2020.

Table 1. Frequency analysis of drought duration (days) defined by FLN method for various thresholds. Prague Klementinum, 1807 to 2020.

Mez	Počet period	Délka periody (počet dní), metoda FLN							
		Mini-mum	Percentil						Maxi-mum
			P25	P50	P75	P90	P95	P98	
K01d	11 978	1	1	3	5	10	14,0	20,0	70
K02d	10 566	1	1	3	6	12	18,0	29,0	115
K03d	9 304	1	1	3	7	15	23,0	38,0	175
K04d	8 128	1	2	3	8	18	29,0	51,0	204
K05d	7 016	1	2	4	9	21	37,0	68,0	285
K08d	3 927	1	2	4	11	32,2	95,0	217,4	602
K10d	2 205	1	2	5	14	55,4	246,0	320,8	2 253

Tab. 2 Frekvenční rozdělení trvání period sucha (dny) definovaných metodou FLT pro různé meze. Praha Klementinum, 1807 až 2020.

Table 2. Frequency analysis of drought duration (days) defined by FLT method for various thresholds. Prague Klementinum, 1807 to 2020.

Mez	Počet period	Délka periody (počet dní), metoda FLT							
		Mini-mum	Percentil						Maxi-mum
			P25	P50	P75	P90	P95	P98	
K01d	13 742	1	1	2	5	8	11	15	47
K02d	13 435	1	1	2	5	9	12	16	51
K03d	13 117	1	1	3	5	9	12	17	51
K04d	12 832	1	1	3	6	10	13	18	51
K05d	12 432	1	1	3	6	10	14	19	52
K08d	11 690	1	2	3	7	12	16	21	62
K10d	11 237	1	2	3	7	12	17	22	64
K15d	10 000	1	2	4	8	15	20	28	70
K20d	8 901	1	2	5	9	17	23	34	78
K25d	8 021	1	2	5	11	20	27	39	114
K30d	7 195	1	3	6	12	23	31	44	114

Tab. 3 Frekvenční rozdělení celkových srážkových úhrnů v periodách sucha [mm] definovaných metodou FLN pro různé meze. Praha Klementinum, 1807 až 2020.

Table 3. Frequency analysis of precipitation totals [mm] during drought periods defined by FLN methods for various thresholds. Prague Klementinum, 1807 to 2020.

Mez	Počet period	Úhrn srážek za periodu [mm], metoda FLN							
		Mini-mum	Percentil						Maxi-mum
			P25	P50	P75	P90	P95	P98	
K01d	11 978	0	0	0	0,1	0,4	0,7	1,2	6,6
K02d	10 566	0	0	0	0,4	1,2	2,1	4,0	17,4
K03d	9 304	0	0	0,2	0,7	2,6	4,8	8,8	49,6
K04d	8 128	0	0	0,3	1,2	4,5	8,8	17,3	71,9
K05d	7 016	0	0	0,4	1,9	7,2	14,2	30,4	136,9
K08d	3 927	0	0	0,8	4,7	20,2	69,5	165,8	479,0
K10d	2 205	0	0,1	1,4	9,2	50,2	235,3	318,0	2 202,0

Jak bylo zmíněno, do jednotlivých let byly zařazeny periody začínající v daném roce.

V případě period **FLT_K10d_12** přesahuje do dalšího roku 86 period, z toho dvě do února. Nejvýrazněji přesahuje perioda 31. 12. 1880 až 9. 2. 1881 s trváním 41 dní a sumou srážek 3,3 mm, dále pak perioda 27. 12. 1893 až 1. 2. 1894 s trváním 37 dní a sumou srážek 1,3 mm. Všechny přesahující periody začínají v prosinci s výjimkou tří, začínajících 29. a 30. listopadu. Z nich nejdelší je perioda 29. 11. 1844 až 19. 1. 1845 s trváním 52 dní a sumou srážek 1,9 mm.

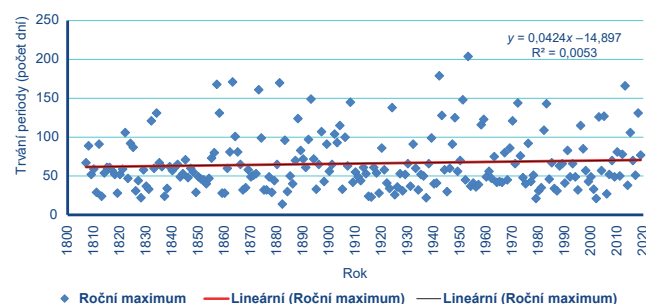
U typu **FLN_K04d_18** přesahuje do dalšího roku celkem 122 period, z toho pět začíná v září a končí v únoru kromě jedné, která končí až v dubnu (13. 9. 1953 až 4. 4. 1954 s trváním 204 dní a sumou srážek 71,9 mm; jde o nejdelší periodu **FLN_K04d_18**). Jedenáct period začíná v říjnu a z nich 6 končí v lednu, 6 v únoru a po jedné periodě v březnu a dubnu. V listopadu začíná 31 period, z toho v lednu končí 18, v únoru 10, v březnu 3, v dubnu 4 a v květnu 1 perioda. V prosinci začíná 75 period z toho v lednu končí 44, v únoru 32, v březnu 11, v dubnu 2, v květnu 1 a v červnu 1 (6. 12. 1942 až 2. 6. 1943 s trváním 179 dní a sumou srážek 71,9 mm).

Průběh ročních maxim trvání period **FLT_K10d_12** a **FLN_K04d_18** znázorňují obr. 6 a obr. 7.

Tab. 4 Frekvenční rozdělení celkových srážkových úhrnů v periodách sucha [mm] definovaných metodou FLT pro různé meze. Praha Klementinum, 1807 až 2020.

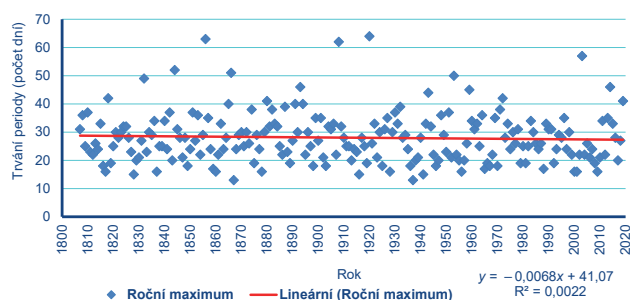
Table 4. Frequency analysis of precipitation totals [mm] during drought periods defined by FLT methods for various thresholds. Prague Klementinum, 1807 to 2020.

Mez	Počet period	Úhrn srážek za periodu [mm], metoda FLT							
		Mini-mum	Percentil						Maxi-mum
			P25	P50	P75	P90	P95	P98	
K01d	13 742	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,5
K02d	13 435	0	0	0	0,1	0,2	0,3	0,4	1,7
K03d	13 117	0	0	0	0,2	0,3	0,4	0,6	1,8
K04d	12 832	0	0	0	0,3	0,4	0,6	0,8	2,1
K05d	12 432	0	0	0,1	0,4	0,6	0,8	1,1	4,5
K08d	11 690	0	0	0,2	0,6	1	1,4	1,9	5,4
K10d	11 237	0	0	0,3	0,8	1,4	1,8	2,4	7,0
K15d	10 000	0	0	0,6	1,4	2,5	3,4	4,6	11,1
K20d	8 901	0	0,1	1	2,1	3,9	5,2	7,2	20,1
K25d	8 021	0	0,3	1,4	3	5,4	7,3	10,26	26,6
K30d	7 195	0	0,4	1,9	4,1	7,4	9,72	13,5	44,7



Obr. 6 Průběh a trend ročních maxim trvání period sucha typu **FLN_K04d_18. Praha Klementinum 1807 až 2020.**

Fig. 6. Course and trend of annual maxima of drought duration of **FLN_K04d** type. Prague Klementinum, 1807 to 2020.



Obr. 7 Průběh a trend ročních maxim trvání period sucha typu FLT_K10d_12. Praha Klementinum 1807 až 2020.

Fig. 7. Course and trend of annual maxima of drought duration of FLT_K10d type. Prague Klementinum, 1807 to 2020.

Tab. 5 Pětice nejdelších period a pětice s největší sumou srážek za periodu pro periody FLN_K04d_18 a FLT_K10d_12. Praha Klementinum, 1807 až 2020. Tabulka je seříděna sestupně dle délky periody každého typu.

Table 5. 5 longest periods and 5 periods with the highest precipitation amount for FLN_K04d_18 and FLT_K10d_12 periods. Prague Klementinum, 1807 to 2020. The table is sorted by drought duration periods of every type.

Perioda	Začátek	Konec	Délka periody (dny)	Suma srážek [mm]	Pořadí dle sumy srážek
FLN_K04d_18	13.09.1953	04.04.1954	204	71,9	1
	06.12.1942	02.06.1942	179	69,2	2
	07.12.1863	25.05.1864	171	67,2	3
	08.11.1881	26.04.1882	170	63,7	4
	29.11.1857	15.05.1858	168	53,7	
FLT_K10d_12	11.11.2013	25.04.2014	166	65,4	5
	30.09.1920	02.12.1920	64	4,6	
	20.09.1856	21.11.1856	63	7,0	1
	12.09.1908	12.11.1908	62	1,1	
	04.02.2003	01.04.2003	57	3,4	
	29.11.1844	19.01.1845	52	1,9	
	24.10.1964	27.11.1964	35	6,7	2
	19.02.1852	12.03.1852	23	6,3	3
	09.02.1851	17.03.1851	37	6,0	4
	07.01.1905	06.02.1905	31	5,7	5

Tab. 6 Deskripce ročního počtu, trvání a sum srážek period FLN_K04d_18 a FLT_K10d_12. Praha Klementinum, 1807 až 2020.

Table 6. Description of annual number, duration and precipitation amount for FLN_K04d_18 and FLT_K10d_12 periods. Prague Klementinum, 1807 to 2020.

Perioda	Charakteristika	Minimum	Maximum	Percentily				Průměr	Modus	Směrodatná odchylka
				25	50	75	90			
FLN_K04d_18	Roční počet	1	8	3,0	4,0	5,0	6,0	3,9	4	1,42
	Roční suma trvání	22	335	106,0	143,0	184,5	229,6	148,5	143	60,35
	Roční suma srážek	4,9	113,7	32,6	43,2	58,4	76,8	46,7	37,8	21,71
FLT_K10d_12	Roční počet	2	10	5,0	6,0	7,0	8,5	6,0	6	1,82
	Roční suma trvání	25	216	84,0	106,0	133,5	153,0	108,0	106	35,21
	Roční suma srážek	0,4	19,3	5,6	7,6	9,7	12,1	7,7	6,8	3,37

4.2 Roční sumy trvání period sucha FLN_K04d_18 a FLT_K10d_12

Frekvenční rozložení ročních sum trvání period FLN_K04d_18 a FLT_K10d_12 znázorňují histogramy na obr. 8 a obr. 9, vybrané deskriptivní charakteristiky ročního počtu, trvání a sum srážek obsahuje tab. 6.

Výsledky lineárních regresí časových řad ročních sum trvání period FLN_K04d_18 a FLT_K10d_12 a jejich klouzavých průměrů uvádíme v tab. 7 a tab. 8. Tučnou kurzivou jsou vyznačeny statisticky signifikantní trendy na hladině 0,05. Kladné regresní koeficienty jsou vyznačeny kurzivou. Grafické znázornění je na obr. 10 až obr. 19.

Pro přehled uvádíme některé význačné hodnoty ročních sum trvání epizod FLN_K04d_18 a FLT_K10d_12, a to:

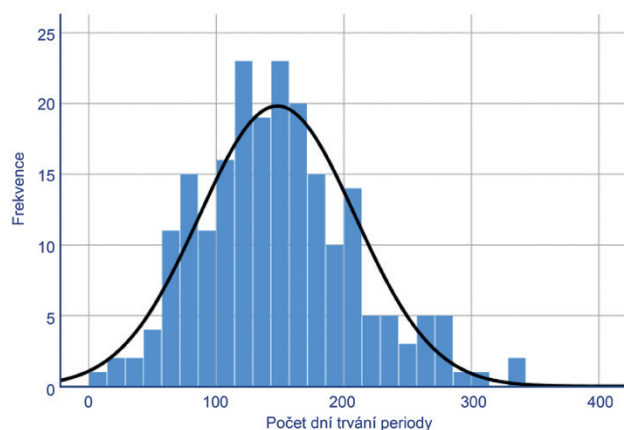
- Maxima a minima klouzavých víceletých centrovanych aritmetických průměrů pro rozpětí 5, 10, 20, 30 a 70 let, včetně roků, k nimž se vztažuje střed rozpětí (tab. 9, tab. 12).
- Maxima a minima třicetiletých průměrů v padesátiletých úsecích 19. až 21. století (tab. 10 a tab. 13)
- Základní statistické deskriptivní charakteristiky ročních sum trvání epizod FLN_K04d_18 ve čtyřech třicetiletých obdobích (tab. 11 a tab. 14)

Klouzavé průměry ročních sum epizod typu **FLN_K04d_18** vykazují na hladině 0,1 statisticky významný **vzestupný** lineární trend sedmiletých, desetiletých a pětadvacetiletých až sedmdesátiletých klouzavých průměrů se vzestupem cca 2 až 3 dny/100 let, přičemž počínaje sedmdesátiletými a delšími klouzavými průměry se trendy obrací a jsou **sestupné** (tab. 7).

Epizody typu **FLT_K10d_12** se chovají poněkud odlišně. Vykazují na hladině 10% statisticky významný **sestupný** trend pro patnácti až dvacetileté průměry s poklesem 1 až 2 dny/100 let a vzestupný trend pro

šedesátileté a sedmdesátileté průměry se **vzestupem** cca 1 až 2 dny/100 let (tab. 8).

Kvadráty korelačních koeficientů regresí (koeficientů determinace) jsou vesměs menší než 0,025 (ve dvou případech než 0,04), takže lineární trend ročních sum trvání zkoumaných period sucha vysvětluje jen nepatrnou míru jejich proměnlivosti v průběhu let. Lineární regresí lze vysvětlit jen nepatrnou část rozptylu hodnot zkoumaných řad (tab. 7 a tab. 8).



Obr. 8 Histogram ročních sum trvání period sucha typu FLN_K04d_18. Praha Klementinum 1807 až 2020.

Fig. 8. Histogram of annual sums of drought periods for FLN_K04d_18 type. Prague Klementinum, 1807 to 2020.

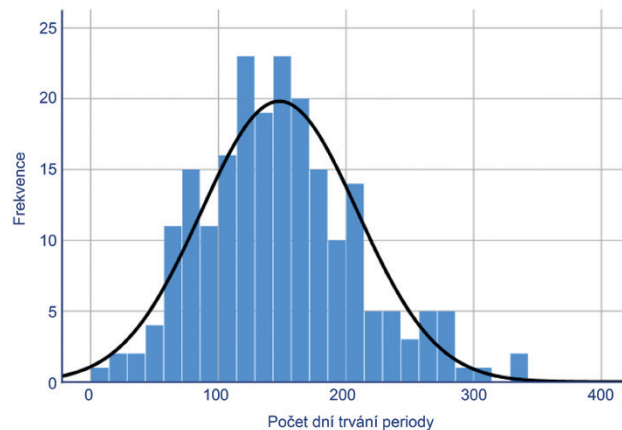
Tab. 7 Výsledky lineární regrese závislosti časových řad ročních sum trvání period sucha typu FLN_K04d_18 a jejich centrovaných klouzavých průměrů v období let 1807 až 2020. Praha Klementinum. R² je koeficient determinace, b1 regresní koeficient, Sig. je statistická významnost. Počet členů časové řady N se v závislosti na rozpětí průměru snižuje na obou koncích o N/2 u sudých rozpětí, u lichých o (N-1)/2.

Table 7. Results of linear regression for time series of annual sums of duration of drought FLN_K04d_18 periods and their centred moving averages for a period of 1807 to 2020, Prague Klementinum. The span is the number of series values used to compute the average, R² is the coefficient of determination, b1 regression coefficient, Sig. significance level. The number of cases with the system-missing value at the beginning and at the end of the series for a span of n is equal to n/2 for even span values and (n-1)/2 for odd span values. For example, if the span is 5, the number of cases with the system-missing value at the beginning and at the end of the series is 2.

Rozpětí (roky)	R ²	Sig.	Constant	b1
1	0,003	0,447	0,048	0,051
3	0,007	0,215	69,31	0,041
5	0,012	0,109	65,953	0,043
7	0,018	0,055	68,055	0,041
10	0,014	0,090	92,742	0,028
15	0,013	0,109	97,076	0,026
20	0,013	0,117	101,871	0,024
25	0,016	0,083	98,856	0,025
30	0,02	0,053	97,419	0,026
40	0,037	0,010	88,916	0,031
50	0,043	0,008	97,507	0,027
60	0,03	0,03	144,153	0,003
70	0,019	0,1	153,613	-0,003
75	0,007	0,326	152,74	-0,002
80	0,002	0,596	153,805	-0,003

Proto i když jsou některé regrese statisticky významné, věcně nikoli.

Proměnlivost analyzovaných hodnot je patrně způsobena především neperiodickými i periodickými výkyvy různé délky, jinými slovy krátkodobým až dlouhodobým kolísáním klimatu. Je to dobře vidět na průběhu klouzavých průměrů pro vybraná rozpětí (obr. 10 až 19). Svůj podíl může mít i kvalita dat.



Obr. 9 Histogram ročních sum trvání period sucha typu FLT_K10d_12. Praha Klementinum 1807 až 2020.

Fig. 9. Histogram of annual sums of drought periods for FLT_K10d_12 type. Prague Klementinum, 1807 to 2020.

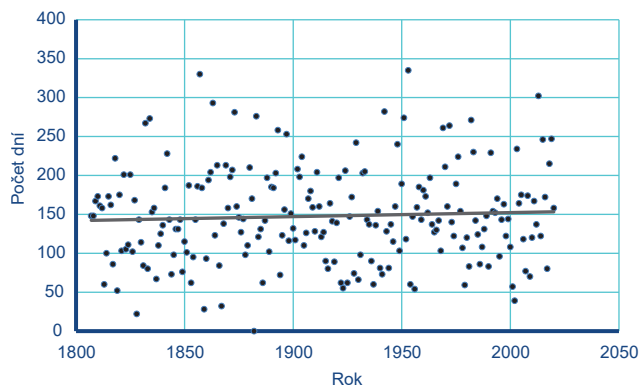
Tab. 8 Výsledky lineární regrese závislosti časových řad ročních sum trvání period sucha typu FLT_K10d_12 a jejich centrovaných klouzavých průměrů v období let 1807 až 2020. Praha Klementinum. R² je koeficient determinace, b1 regresní koeficient, Sig. je statistická významnost. Počet členů časové řady N se v závislosti na rozpětí průměru snižuje na obou koncích o N/2 u sudých rozpětí, u lichých o (N-1)/2.

Table 8. Results of linear regression for time series of annual sums of duration of drought FLT_K10d_12 periods and their centred moving averages during 1807 to 2020, Prague Klementinum. The span is the number of series values used to compute the average, R² is the coefficient of determination, b1 regression coefficient, Sig. significance level. The number of cases with the system-missing value at the beginning and at the end of the series for a span of n is equal to n/2 for even span values and (n-1)/2 for odd span values. For example, if the span is 5, the number of cases with the system-missing value at the beginning and at the end of the series is 2.

Rozpětí (roky)	R ²	Sig.	Constant	b1
1	0,001	0,716	135,146	-0,014
3	0,001	0,593	131,058	-0,012
5	0,002	0,522	129,126	-0,011
7	0,002	0,526	125,12	-0,009
10	0,007	0,249	132,817	-0,013
15	0,014	0,098	138,104	-0,016
20	0,017	0,072	136,327	-0,015
25	0,012	0,139	130,847	-0,012
30	0,006	0,302	123,471	-0,008
40	0	0,977	108,07	0
50	0,003	0,457	98,709	0,005
60	0,01	0,220	94,385	0,007
70	0,024	0,066	89,995	0,009
75	0,021	0,087	92,297	0,008
80	0,011	0,229	97,792	0,005

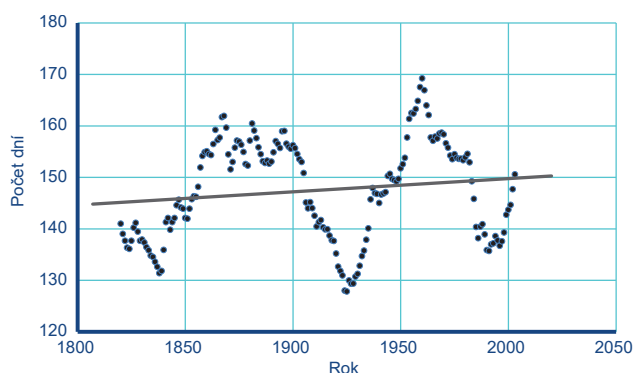
Základní rysy střednědobého kolísání ročních sum trvání obou typů period jsou dobře vidět na obrázcích třicetiletých průměrů. Periody typu FLN_K04d_18 vykazují ve sledovaném období tři sestupné větve (do roku 1840, 1870 až 1927 a 1962 až 1998) a tři vzestupné větve (1840 až 1870, 1927 až 1962 a 1998 až 2019) (obr. 13). V případě FLT_K10d_12 je amplituda kolísání v první polovině devatenáctého století

podstatně méně výrazná, od poloviny devatenáctého století je průběh podobný jako pro FLN_K04d_18 (obr. 18). Lineární trend, který je na obou obrázcích rovněž znázorněn, je třeba chápat pouze orientačně, neboť vysvětluje pouze nevýznamnou část rozptylu dat (2% u FLN_K04d_18 a 0,6% u FLT_K10d_12, tab. 7 a 8). Uvádíme ho ale kvůli analogii s ostatními grafy časových řad.



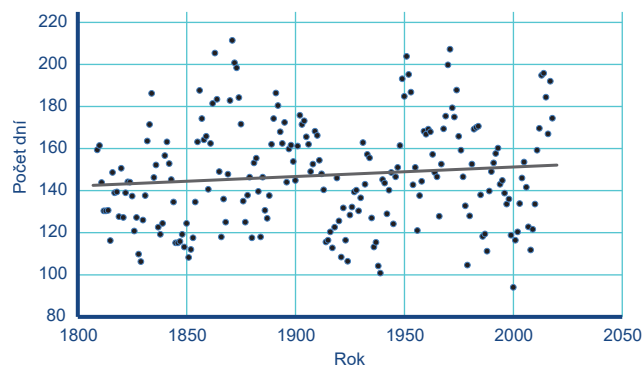
Obr. 10 Průběh ročních sum trvání period srážkového sucha typu FLN_K04d_18. Praha Klementinum.

Fig. 10. Course of annual duration sums of FLN_K04d_18 drought type. Prague Klementinum.



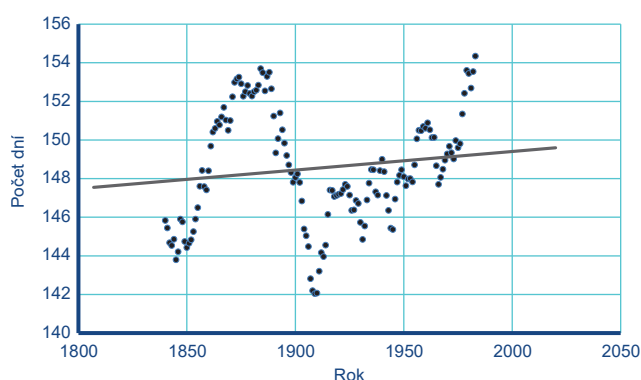
Obr. 13 Průběh třicetiletých klouzavých průměrů ročních sum trvání period srážkového sucha typu FLN_K04d_18. Praha Klementinum.

Fig. 13. Course of 30-year moving average of annual duration sums of FLN_K04d_18 drought type. Prague Klementinum.



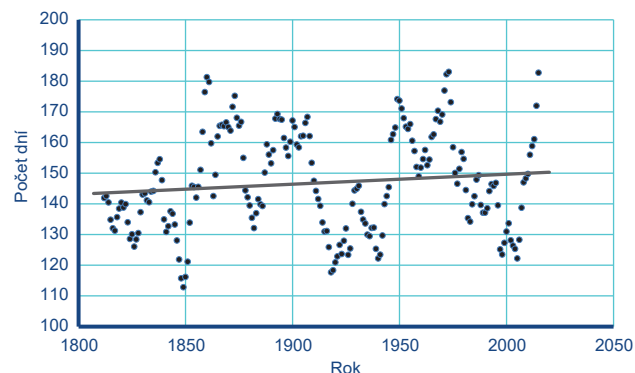
Obr. 11 Průběh pětiletých klouzavých průměrů ročních sum trvání period srážkového sucha typu FLN_K04d_18. Praha Klementinum.

Fig. 11. Course of 5-year moving average of annual duration sums of FLN_K04d_18 drought type. Prague Klementinum.



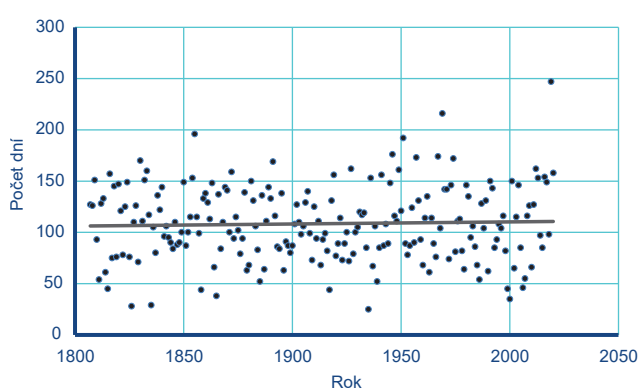
Obr. 14 Průběh sedmdesátiletých klouzavých průměrů ročních sum trvání period srážkového sucha typu FLN_K04d_18. Praha Klementinum.

Fig. 14. Course of 70-year moving average of annual duration sums of FLN_K04d_18 drought type. Prague Klementinum.



Obr. 12 Průběh desetiletých klouzavých průměrů ročních sum trvání period srážkového sucha typu FLN_K04d_18. Praha Klementinum.

Fig. 12. Course of 10-year moving average of annual duration sums of FLN_K04d_18 drought type. Prague Klementinum.



Obr. 15 Průběh ročních sum trvání period srážkového sucha typu FLT_K10d_12. Praha Klementinum.

Fig. 15. Course of annual duration sums of FLT_K10d_12 drought type. Prague Klementinum.

S ohledem na současné četné úvahy (spekulace) o růstu sucha v posledních letech v části odborné veřejnosti i v médiích uvádíme podrobněji průběh ročních sum trvání period FLN_K04d_18 a FLT_K10d_12 za období 1991 až 2020 se znázorněním lineárních trendů (obr. 20). Jak patrně, typ FLT indikuje růst ročních sum těchto period s velmi malým (nevýznamným) koeficientem determinace 0,024), typ FLN pokles se zanedbatelným koeficientem determinace 0,0005.

Tab. 9 Maxima a minima klouzavých víceletých průměrů ročních sum trvání epizod FLN_K04d_18 pro vybraná rozpětí. Praha Klementinum 1807 až 2020.

Table 9. Maxima and minima of moving perennial averages of annual sums of period duration for FLN_K04d_18 for different spans (the centre is rounded down for even span). Prague Klementinum, 1807 to 2020.

Rozpětí (roky)	FLN_K04d_18			
	Minimum		Maximum	
	Střed rozpětí (rok)	Počet dní	Střed rozpětí (rok)	Počet dní
5	2000	94,0	1871	211,4
10	1849	112,8	1973	183,0
20	1845	125,6	1865	173,2
30	1927	127,8	1962	169,5
70	1911	142,0	1985	154,4

Pozn.: Při sudém rozpětí je střed zaokrouhlen dolů.
Note: At an even range, the centre is rounded down.

Tab. 10 Maxima, minima, průměry a směrodatné odchylky klouzavých třicetiletých průměrů ročních sum trvání epizod FLN_K04d_18 v padesátiletých obdobích 19. až 21. století. Praha Klementinum.

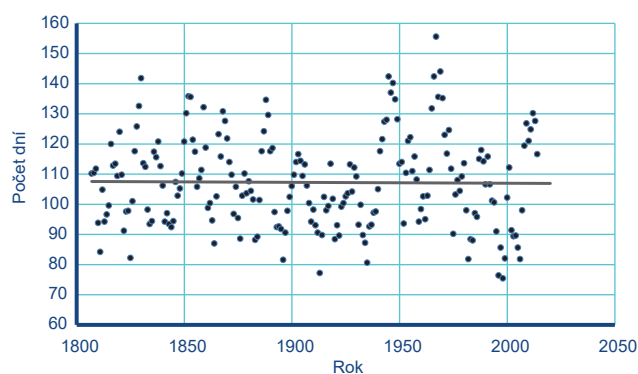
Table 10. Maxima and minima of 30-year averages of annual sums of period duration for FLN_K04d_18 during 50 years long periods (the centre is rounded down for even span). Prague Klementinum.

Období	FLN_K04d_18					
	Minimum		Maximum		Průměr	Směr. odchylka
	Střed rozpětí (rok)	Počet dní	Střed rozpětí (rok)	Počet dní		
1810–1850	1840	131,4	1849	145,6	138,3	3,75
1851–1900	1853	142,0	1870	161,9	154,1	4,84
1901–1950	1927	127,8	1902	156,2	142,0	8,21
1951–2000	1993	135,7	1962	169,2	151,9	9,82
2000–2019	2001	142,7	2005	150,6	145,9	3,22

Pozn.: Při sudém rozpětí je střed zaokrouhlen dolů.
Note: At an even range, the centre is rounded down

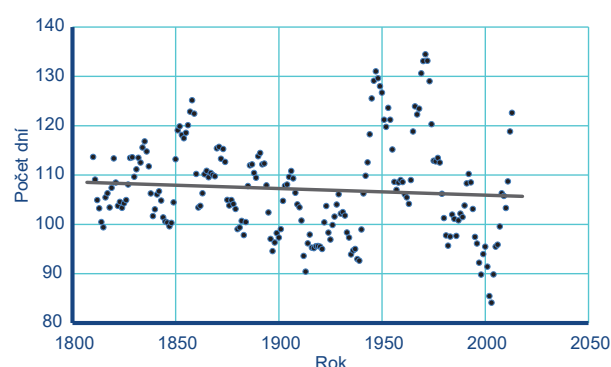
Tab. 11 Deskripce některých statistických charakteristik ročních sum trvání epizod FLN_K04d_18 za vybraná období. Praha Klementinum.
Table 11. Description of some statistics of annual sums of FLN_K04d_18 episode duration for selected periods. Prague Klementinum.

Charakteristika	Období			
	1961–1990	1971–2000	1981–2010	1990–2020
Průměr	152,6	147,5	137,2	151,8
Medián	141	142,5	136,5	153
St. odchylka	56	52,9	54,929	61,025
Minimum	59	59	39	39
Maximum	271	271	271	302
Percentil 10	83,3	83,3	70,7	70,7
Percentil 90	257,9	229,9	229,9	244,8



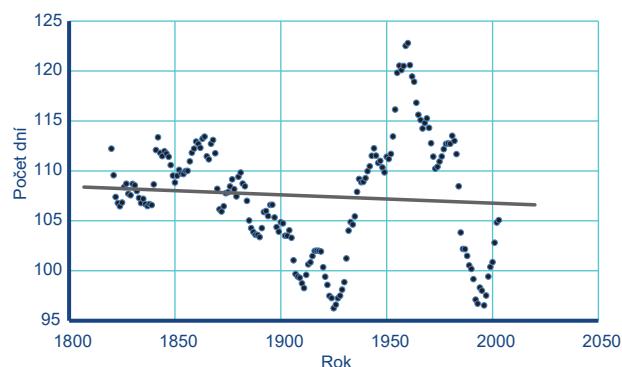
Obr. 16 Průběh pětiletých klouzavých průměrů ročních sum trvání period srážkového sucha typu FLT_K10d_12. Praha Klementinum.

Fig. 16. Course of 5-year moving average of annual duration sums of FLT_K10d_12 drought type. Prague Klementinum.



Obr. 17 Průběh desetiletých klouzavých průměrů ročních sum trvání period srážkového sucha typu FLT_K10d_12. Praha Klementinum.

Fig. 17. Course of 10-year moving average of annual duration sums of FLT_K10d_12 drought type. Prague Klementinum



Obr. 18 Průběh třicetiletých klouzavých průměrů ročních sum trvání period srážkového sucha typu FLT_K10d_12. Praha Klementinum.

Fig. 18. Course of 30-year moving average of annual duration sums of FLT_K10d_12 drought type. Prague Klementinum.

Tab. 12 Maxima a minima klouzavých víceletých průměrů ročních sum trvání epizod FLT_K10d_12 pro vybraná rozpětí. Praha Klementinum. Praha Klementinum 1807 až 2020.

Table 12. Maxima and minima of moving perennial averages of annual sums of period duration for FLT_K10d_12 for different spans (the centre is rounded down for even span). Prague Klementinum, 1807 to 2020.

Rozpětí (roky)	FLT_K10d_12			
	Minimum		Maximum	
	Střed rozpětí (rok)	Počet dní	Střed rozpětí (rok)	Počet dní
5	2002	75,4	1971	155,6
10	2005	84,1	1973	134,5
20	1932	95,4	1967	120,8
30	1927	96,2	1962	122,8
70	1911	101,3	1842	111,2

Pozn.: Při sudém rozpětí je střed zaokrouhlen dolů.

Note: At an even range, the centre is rounded down.

Tab. 13 Maxima, minima, průměry a směrodatné odchylky třicetiletých průměrů ročních sum trvání epizod FLT_K10d_12 v padesátiletých obdobích 19. až 21. století. Praha Klementinum.

Table 13. Maxima and minima of 30-year averages of annual sums of period duration for FLT_K10d_12 during 50 years long periods (the centre is rounded down for even span). Prague Klementinum.

Období	FLT_K10d_12					
	Minimum		Maximum		Průměr	Směr. Odchylka
	Střed rozpětí (rok)	Počet dní	Střed rozpětí (rok)	Počet dní		
1801–1850	1839	106,5	1834,0	113,4	108,9	2,2
1851–1900	1892	103,4	1864,0	113,4	108,5	3,0
1901–1950	1927	96,2	1946,0	112,3	103,3	4,8
1951–2000	1998	96,5	1962,0	122,8	110,4	7,7
2000–2019	2001	100,4	2005,0	105,1	102,8	2,2

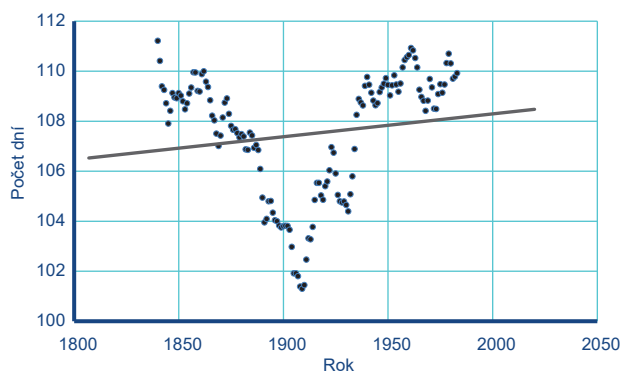
Pozn.: Při sudém rozpětí je střed zaokrouhlen dolů.

Note: At an even range, the centre is rounded down.

Tab. 14 Deskripce některých statistických charakteristik ročních sum trvání epizod FLT_K10d_12 za vybraná období. Praha Klementinum.

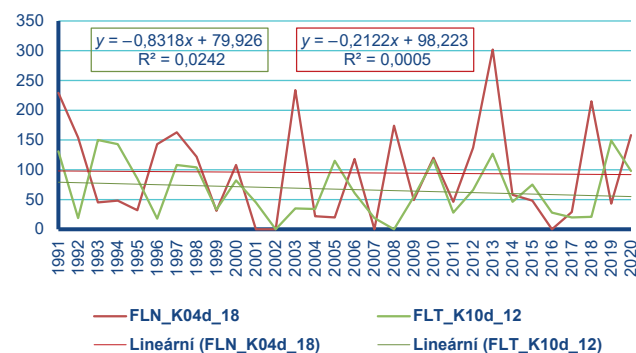
Table 14. Description of some statistics of annual sums of FLT_K10d_12 episode duration for selected periods. Prague Klementinum.

Charakteristika	Období			
	1961–1990	1971–2000	1981–2010	1990–2020
Průměr	109,8	111,3	97,3	105
Medián	105	107	99,5	106
Sm. odchylka	38,2	36,5	34,76	37,35
Minimum	54	54	35	35
Maximum	216	216	150	162
Percentil 10	64,4	64,4	46,8	46,9
Percentil 90	169,4	149,6	146	152,7



Obr. 19 Průběh sedmdesátiletých klouzavých průměrů ročních sum trvání period srážkového sucha typu FLT_K10d_12. Praha Klementinum.

Fig. 19. Course of 70-year moving average of annual duration sums of FLT_K10d_12 drought type. Prague Klementinum.



Obr. 20 Průběh ročních sum trvání period FLN_K04d_18 a FLT_K10d_12, období 1991 až 2020. Praha Klementinum.

Fig. 20. Course of annual duration sums of FLN_K04d_18 and FLT_K10d_12 drought type, period 1991 to 2020. Prague Klementinum.

5. Diskuse a závěr

Práce obsahuje analýzu časových řad ročních sum trvání period srážkového sucha na stanici Praha Klementinum za období 1807 až 2020 (214 let). K tomu účelu jsme definovali dva typy period. Typ FLT jsme definovali jako nepřerušovaný interval s denními úhrny srážek nepřesahujícími zvolenou mez. V dlouhých obdobích sucha však mohou být

tyto epizody poměrně krátké, neboť mohou být přerušovány periodami vyšších srážek (např. sucho v roce 1947). Naproti tomu perioda typu FLN je definována jako období s kumulativními průměry denních úhrnů srážek nepřesahujícími zvolenou mez. Na rozdíl od FLT tak připouští během periody i výskyt denních úhrnů srážek vyšších než zvolená mez. Pro vlastní analýzu časových řad byly použity periody FLN s mezí 0,4 mm a minimálním trváním 18 dní (FLN_K04d_18) a FLT s mezí 1,0 mm a minimálním trváním 12 dní (FLT_K10d_12). Horní mez a volba minimální (kritické) délky period obou typů period byla provedena na základě jejich frekvenční analýzy a vychází z hodnot devadesátého percentilu četnosti trvání jednotlivých period. Zpracování ročních sum period sucha nad zvolenou mezí namísto ročních maxim nebo hodnot nějakého percentilu je dle našeho názoru robustnější, protože zejména v případě metody FLT a řady v úvodu zmíněných definic tento přístup lépe eliminuje problém přerušování suchých period dny s vyššími srážkami, než připouští příslušná definice.

Z výsledků vyplývají následující závěry:

Orientačně byl spočten lineární trend ročních maxim trvání těchto period v případě FLN_K04d18 jde o prodloužení (růst délky) o 4 dny/100 let při zcela nevýznamném $R^2 = 0,0053$. U FLT_K10d_12 jde o zkrácení (pokles) o 0,6 dne/100 let se zanedbatelným $R^2 = 0,0022$. (Roční maxima trvání uvádíme jen pro srovnání s případnými jinými studiemi).

Těžiště práce spočívá v analýze ročních sum trvání analyzovaných period:

- Lineární trend ročních sum trvání je u obou metod opačný (FLN_K04d18 prodloužení o 5,1 den/100let, FLT_K10d_12 zkrácení o 1,3 dny/100let), ovšem statisticky je nevýznamný a vysvětluje v případě FLN 0,3 % rozptylu, u FLT jen 0,1 % rozptylu (čili věcně je nevýznamný).
- Pro hlubší analýzu jsme proto vytvořili časové řady centrováných klouzavých průměrů ročních sum o různém rozpětí, které jsme znázornili graficky (obr. 10 až 19), včetně znázornění a spočtení lineárních trendů. Ukázalo se, že lineárními trendy lze vysvětlit jen nepatrnou, věcně nevýznamnou část rozptylu, resp. proměnlivost analyzované časové řady Klementina.
- Rozptyl analyzovaných hodnot je dle našeho názoru téměř zcela způsoben dlouhodobým i krátkodobým kolísáním klimatu. Vliv lidské činnosti je z tohoto hlediska dosud minoritní, resp. jen obtížně detekovatelný. V této souvislosti je třeba upozornit i na možnost vlivu kvality vstupních dat, přičemž vliv případných nehomogenit by se týkal především metody FLN V daném případě se domníváme, že formální homogenizace použité datové řady by byla problematická a v každém případě by bylo žádoucí se předtím ponořit do studia originálních podkladů o měření.
- Výsledky obou metod nejsou stejné, ale v základních rysech kolísání klimatu se shodují. Podle třicetiletých průměrů lze rozlišit pět základních větví: Od začátku pozorování 1807 celkově vzestupný trend do šedesátých let 19. století, pak pokles do třicátých let 20. století, opět růst do padesátých až šedesátých let 20. století následovaný poklesem do konce tisíciletí (což je mimo jiné například v souladu se závěry Střeštika (2013)) a konečně vzestup po roce 2002 do konce sledovaného období.
- Nejdelší cyklus trvá cca 80 až 100 let s prolínajícími se kratším cykly a neperiodickými vlivy. Vzestupná část nejdelších

cyklů tedy trvá kolem 50 let. Délka těchto cyklů poměrně dobře koreluje s výsledky práce Křivského (1953), který je dával do souvislosti s dlouhodobým kolísáním sluneční činnosti. Vrcholy předchozích vln nejdelších cyklů jsou téměř dvakrát větší než současná větev, která patrně není ještě v konce, ovšem z pohledu třicetiletých a delších průměrů.

- Je třeba zdůraznit, že hodnoty lineárních trendů period sucha významně ovlivňuje vedle metodiky zejména studované období, tj. kterou část klimatického cyklu analýza zahrnuje. Důležité je to zejména z hlediska interpretace, protože např. sucha několika minulých let by mohla být spojována výhradně s růstem obsahu skleníkových plynů v atmosféře. Tím samozřejmě nechceme odmítat ani bagatelizovat vliv antropogenní činnosti na klima. Rovněž je samozřejmě nutné podotknout, že socioekonomické sucho nesouvisí jen s nedostatkem srážek, ale rovněž s teplotami (vliv na výpar), stejně tak je důležité množství srážek, které spadne mezi periodami sucha a kolik srážek zůstane v půdě (pórovitost půdy, odtok). V tomto ohledu se nabízí otázka, jestli se mění množství srážek ve „vlhkých/mokrých“ periodách, které by byly definovány naopak jako dny se srážkami nad určitou vhodně zvolenou mezí. To je ale už mimo rozsah tohoto článku.

Literatura:

- CALOIERO, T., COSCARELLI, R., FERRARI, E. SIRANGELO, B., 2015. Analysis of Dry Spells in Southern Italy (Calabria). *Water*, Vol. 7, s. 3009–3023.
- eMS, 2020. Elektronický meteorologický slovník výkladový a terminologický (eMS). [cit 12.08.2020]. Dostupné z WWW: <http://slovník.cmes.cz>.
- GREGORY, J. M., MITCHELL, J. F. B., BRADY, A. J., 1997. Summer Drought in Northern Midlatitudes in a Time-Dependent CO₂ Climate Experiment. *Journal of Climate*, Vol. 10, s. 662–686.
- HLAVÁČ, V., 1941. Tepelné poměry hl. města Prahy. Pražské studie geofysikální. Díl I. (1937) a Díl II. (1941), Praha.
- HUTH, R., KYSELÝ, J., BERANOVÁ, L., 2000. A GCM Simulation of Heat Waves, Dry Spells, and Their Relationships to Circulation. *Climatic Change*, Vol. 46, s. 29–60. DOI 10.1023/A:1005633925903.
- JÍROVSKÝ, V., 1976. Meteorologická pozorování v Praze-Klementinu 1775–1975, Praha: HMÚ.
- JOUBERT, A. M., MASON, S. J., GALPIN, J. S., 1996. Droughts over Southern Africa in a Doubled CO₂ Climate. *International Journal of Climatology*, Vol. 16, s. 1149–1156.
- KŘIVSKÝ, L., 1953. Dlouhodobé kolísání ročních srážek v Praze-Klementinu v letech 1805–1951 a ve vztahu k sekulární sluneční činnosti. I. Celostátní meteorologická konference v Bratislavě, s. 55–78.
- PEJML, K., 1975. 200 let meteorologické observatoře v pražském Klementinu. Praha: HMÚ, 80 s.
- RATAN, R., VENUGOPAL, V., 2013. Wet and dry spell characteristics of global tropical rainfall, *Water Resources Research*, Vol. 49, s. 3830–3841.
- STŘEŠTÍK, J., 2013. Charakter srážek za posledních 200 let v pražském Klementinu a jejich vliv na hospodaření s vodou v krajině. Voda, půda a rostliny, Křtiny, 29.–30. 5. 2013, ISBN 978-80-87577-17-2, 12 s.
- ZHIA, L., YANPING, L., XIAOPING, S., JINGJING, L., 2017. The characteristics of wet and dry spells for the diverse climate in China. *Global and Planetary Change*, Vol. 149, s. 14–19.

Lektoři (Reviewers):

RNDr. Luboš Němec, Ing. Pavel Lipina

Extrémní jevy na Jesenicku pohledem meteorologa 1978–2018

Extreme phenomena in the Jesenicko area from the perspective of a meteorologist 1978–2018

David Abrahámek

Český hydrometeorologický ústav, Meteorologická služebna
Ostrava-Mošnov, 742 51 Mošnov 419
✉ david.abrahamek@chmi.cz

Pavel Rušar

Vlastivědné muzeum Jesenicka, p. o.
Zámecké náměstí 120/1, 790 01 Jeseník
muzeum@jesenik.net
Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta
17. listopadu 1192/12, 779 00 Olomouc
✉ pavel.rusar01@upol.cz

The article provides basic information about extreme meteorological phenomena for the National History and Geography Museum of the Jeseníky Region from 2019. Emphasis was placed on identifying meteorological situations with exceptional to extreme impacts in the Jeseníky Mountains and the surrounding area in the last approximately 40 years, their brief analysis and description. The aim of the text has been to indicate and explain the selection of selected situations on the basis of observation data and to present and describe some of them as required by the request, i.e. professionally correctly and at the same time understandably to a layman. The article also informs about the exhibition on *Extreme phenomena in the Jesenicko area from the perspective of a meteorologist* which took place in the Jeseník municipality from January to March 2020 and which used the results of research.

KLÍČOVÁ SLOVA: extrémy meteorologické – situace synoptická – povodeň – sucho – Jeseníky – Jesenicko – Vlastivědné muzeum Jesenicka

KEYWORDS: meteorological extremes – synoptic situation – flood – drought – Jeseníky mountains – Jesenicko area – National History and Geography Museum of the Jeseníky Region

1. Úvod a zadání

Analýza dat o výjimečných meteorologických situacích na Jesenicku byla realizována na základě zadání Vlastivědného muzea Jesenicka (dále VMJ), které se v rámci své činnosti snaží vyvážit převahu humanitně-vědních muzejních výstav a muzejních programů nabídkou kvalitních alternativ v přírodovědných oblastech. Příprava výstavy s meteorologickou tematikou byla rovněž snahou přilákat do muzea takové zájemce, kteří doposud nepatřili mezi klasické návštěvníky. Muzeum ve spolupráci s Českým

hydrometeorologickým ústavem (dále ČHMÚ) vymezilo oblast a tematiku a oba partneři představili badatelský záměr.

Hlavním cílem bylo vybrat deset synoptických situací v posledních přibližně čtyřiceti letech, jejichž výskyt či důsledky by se daly označit jako extrémní, a tyto zpracovat do zajímavé a čitelné formy odborně správně pro návštěvníky muzea, tj. pro laickou veřejnost. Podružným, resp. spíše vedlejším záměrem byla připomínka stého výročí založení Českého hydrometeorologického ústavu, ale také popularizace meteorologie jako vědecké disciplíny studentům základních, středních a vysokých škol i široké veřejnosti.

V rámci předkládaného textu jsme z celkem deseti vybraných synoptických situací podrobněji analyzovali čtyři, zbývajících šest je popsáno jen krátce. Čtyři zvolené situace představují z pohledu meteorologického asi ty nejunikátnější případy, které se v Jeseníkách vyskytly, a zároveň byly na realizované výstavě, která v lednu až březnu 2020 proběhla v sídle VMJ (Vodní tvrz v Jeseníku), divácky nejatraktivnější.

2. Geografické vymezení oblasti

VMJ je jedním z pěti krajských muzeí Olomouckého kraje a jeho činnost je vymezena regionálně. V rámci společenských věd (zejm. z pohledu věd historických) je zájmovým regionem bývalý okres Jeseník, dnes správní obvod obce s rozšířenou působností Jeseník. Pro přírodní vědy je však hranice zájmového regionu daleko širší a rozumí se jí „Jeseníky a okolí“. V práci jsme volili mezi Hrubým a Nízkým Jeseníkem a Jesenickou geomorfologickou podsoustavou, resp. Jesenickou oblastí, kterou jsme nakonec preferovali z důvodu potenciální zajímavosti výsledného produktu pro obyvatele Rychlebských hor, Králického Sněžníku a kterou jsme nakonec kvůli týmž důvodům rozšířili ještě o další území.

Výsledné geografické vymezení oblasti tvoří geomorfologické celky Rychlebské hory, Vidnavská nížina, Žulovská pahorkatina, Králický Sněžník, Hrubý Jeseník, Hanušovická vrchovina (resp. její severní část), Zlatohorská vrchovina (resp. její západní část) a Nízký Jeseník. Důraz byl kladen na masív Hrubého Jeseníku, Jesenickou kotlinu a její okolí.

3. Metody a data

Analyzované situace byly vybrány na základě extrémů zaznamenaných v jednotlivých projevech počasí v rámci synoptických situací v zájmové oblasti, nebo její části. Jsou to např. velké úhrny srážek s povodňovými jevy, extrémní teplotní zvraty, sucha (a tzv. kumulovaná sucha v několika letech za sebou), tvorba vysoké sněhové pokrývky v pozdním jarním (případně brzkém podzimním) období, silný nárazovitý vítr a samozřejmě bouřkové jevy.

Zvolený výběr byl podřízen unikátnosti dopadů daných synoptických situací, přičemž unikátností rozumíme to, že se tak výrazné dopady nikdy předtím ani potom na daném území ve vymezeném období nevyskytly. Z tohoto hlediska nebylo samozřejmě možné vynechat zejména výrazné silvestrovské ochlazení na přelomu let 1978/1979, povodně z července 1997, výskyt pozdní dubnové sněhové pokrývky v roce 2017, sucha z druhé dekády 21. století a další neobvyklé jevy.

Výběr situací je z časového hlediska omezen charakterem výsledné prezentace zjištěných výsledků. Zadáním ze strany VMJ bylo zprostředkovat takové situace, které si potenciální návštěvník výstavy mohl pamatovat. Aby takovýto návštěvník bylo co možná nejvíce, ale zároveň aby škála extrémních situací byla komplexní, jako referenční období bylo zvoleno posledních 40 let.

Zdrojem dat byla databáze CLIDATA (ČHMÚ). Použita byla data z meteorologických a klimatologických stanic Praděd, Javorník, Karlova Studánka, Jeseník, Světlá Hora, Rejvíz a Šerák, přičemž některá nedostatečná či chybějící data u některých situací byla zjištěna terénním průzkumem (např. duben 2017). Obecně lze říci, že díky vysokým standardům ČHMÚ mají zdrojová data velkou důvěryhodnost. Pokud v textu není citován jiný zdroj dat, je využívána právě tato databáze.

Částečný problém s daty může nastat u měření vysokých úhrnů srážek (dešťových, ale i sněhových) v kombinaci se silným větrem, kdy měření jsou do určité míry zkreslena. Jedná se o tzv. chybu způsobenou aerodynamickým efektem srážkoměru, kdy srážkoměr působí na proudění vzduchu jako překážka, a tudíž se nad ním proudnice zhušťují a rychlost větru zesiluje. Srážkové částice jsou pak v některých případech strhávány mimo zachytnou plochu do závětrí (Ptáček 2012).

Základní metodou práce byla analýza meteorologických dat následovaná komparací, na jejich základě pak provedený výběr synoptických situací a ve smyslu zadání VMJ pro tvorbu prezentace pak syntéza výsledných zjištění.

V rámci analýzy některých meteorologických dat mohlo dojít k přehlédnutí výraznějších extrémů, než které byly ve studii zpracovány, neboť tyto nemusely být naměřeny či jinak zachyceny. Typicky se jedná např. o silné bouřky, přívalové srážky, kroupy či nárazové větry (tzv. downbursty), kdy zkrátka dostupné automatické meteorologické a klimatologické stanice nejsou schopny pokrýt celé vymezené území. Na vernisáži výstavy byl kurátor na takové události upozorněn ze strany místních obyvatel.

4. Vybrané situace

4.1 Prudké ochlazení na přelomu let 1978/1979

Na samém konci roku 1978 se v Evropě vyskytla jedna z nejzajímavějších a zároveň nejnebezpečnějších zimních synoptických situací, která měla přímý dopad i na jesenickou oblast.

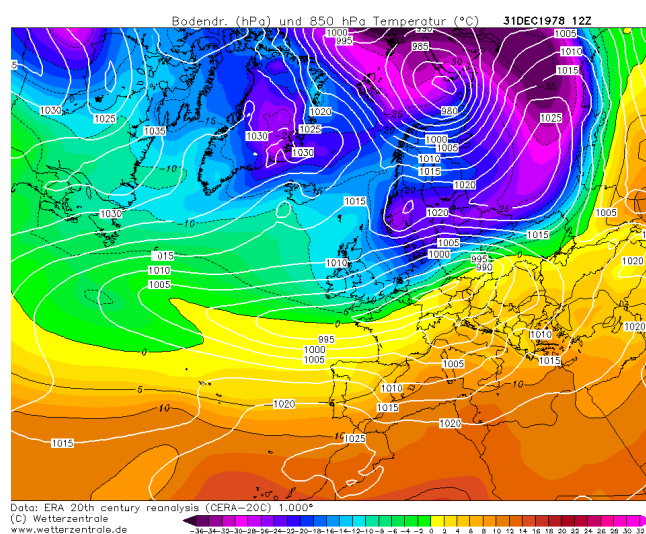
Synoptická situace v Evropě na Vánoce roku 1978 vypadala stabilně. Ve střední Evropě proběhla klasická vánoční obleva, možná o něco silnější než v jiných letech. Po přední straně brázdy nízkého tlaku vzduchu nad Atlantikem a Velkou Británií k nám proudil teplý vzduch od jihozápadu. Tento velmi teplý vzduch se dostal až do severního Německa a Polska. Dne 27. 12. v oblasti Špicberků a Grónska začala mohutnět tlaková výše, která na Skandinávský poloostrov

přesouvala mimořádně studený vzduch. V hladině 850 hPa klesala teplota až k $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v oblasti Nové Země dokonce až k $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dle kategorizace synoptických situací ČHMÚ se jednalo o povětrnostní situaci vchod frontální zóny (Vfz), která byla následována severovýchodní cyklonální situací (NEc), (ČHMÚ 2020).

Přibližně tři až čtyři dny před koncem roku se začalo na severu Německa a Polska formovat výrazné frontální rozhraní, přičemž toto rozhraní nevykazovalo zpočátku žádný nebo jen minimální postup k jihu – vytvářela se zde stacionární fronta. Jižně od této linie panovala teplota vzduchu kolem $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a počasí bylo doprovázeno občasným slabým deštěm. Severně od této linie se však vyskytovaly ledové a sněhové bouře. Teplota vzduchu se i v přízemních hladinách propadala na hodnoty hluboko pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Nejvyšší teplotní gradient byl na tomto rozhraní zaznamenán ve dnech 30. a 31. 12., kdy na severu Německa byla v hladině 850 hPa teplota $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, naopak na jihu se vyskytovala teplota vzduchu kolem $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Mezi severem a jihem Německa teplotní rozdíl dosahoval až $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. V tuto dobu pohyb rozhraní začal pomalu zrychlovat a postupoval k jihu. Během posledního dne prosince roku 1978 se frontální rozhraní začalo postupně opírat o naše pohraniční hory na severu, zejména Krušné hory, Krkonoše, Orlické hory, Rychlebské hory a Jeseníky, a začalo výrazně zrychlovat postup k jihu. V Jeseníkách byly zaznamenány neuvěřitelně rychlé poklesy teploty vzduchu, které v měřitelné historii neměly období nikdy předtím a nemají dodnes. Popisu situace se věnuje např. P. Matejovič (2011).

Na Silvestra se otužilí turisté vydávali na Praděd či na Šerák (zejména ze šumperské strany) v oblečení někdy i téměř jarního charakteru (teplota vzduchu dosahovala přes den až $5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Jejich sestupy po oslavách pak byly nešťastné, Jeseníky bičoval ledový blizzard s teplotou vzduchu pod $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Během silvestrovských oslav se jen za několik hodin ochladilo o 20 a více stupňů Celsia. Co se týká sněhové pokrývky, situace v Jeseníkách a okolí extrémně nebezpečná nebyla.



Obr. 1 Přízemní synoptická situace (tlakové pole) a teplota vzduchu v hladině 850 hPa v Evropě na Silvestra 1978 (wetterzentrale.de, květen 2020).

Fig. 1. Ground synoptic situation (pressure field) and air temperature at 850 hPa in Europe on New Year's Eve 1978 (wetterzentrale.de, May 2020).

Tab. 1 Průměrná, minimální a maximální denní teplota vzduchu na stanicích Praděd, Javorník a Karlova Studánka ve dnech 31. 12. 1978 a 1. 1. 1979.

Table 1. Average, minimum and maximum daily air temperature at the Praděd, Javorník and Karlova Studánka stations on 31 December 1978 and 1 January 1979.

Stanice	Průměrná denní teplota [°C]		Minimální denní teplota [°C]		Maximální denní teplota [°C]	
	31.12.1978	01.01.1979	31.12.1978	01.01.1979	31.12.1978	01.01.1979
Praděd (1 491 m n. m.)	-1,5	-19,1	-2,3	-27,5	-0,1	-2,3
Javorník (284 m n. m.)	-12,8	-16,4	-15,0	-19,2	-7,5	-15,0
Karlova Studánka (795 m n. m.)	1,4	-18,8	-1,8	-21,4	3,5	1,7

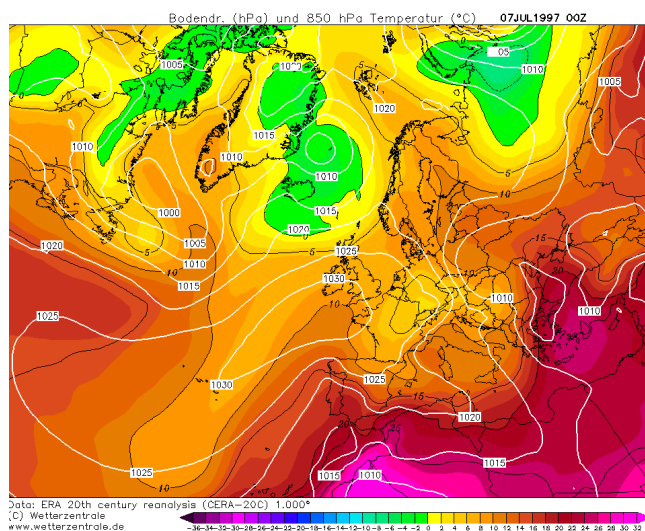
Ochlazení v Javorníku proběhlo už v noci z 30. na 31. 12., proto data z tab. 1 u Javorníku nevykazují takový teplotní rozdíl jako stanice Praděd a Karlova Studánka. Důvodem je sice i severnější poloha města Javorník, ale zásadněji je to ovlivněno fyzikálními vlastnostmi nasouvající se studené pevninské hmoty. Vzduchová hmota byla výrazně ochlazená v severovýchodní Evropě a na Sibiři zejména díky radiačnímu vyzařování a advekcí se následně nasunula nad námi popisované území. Protože studený vzduch je „těžší“, než vzduch teplý, tlačí se pod teplý vzduch, který vykluzuje nad vzduch studený. Tím do spodní vrstvy atmosféry studený vzduch proniká dříve a dříve se tato vrstva ochlazuje oproti vyšším vrstvám (větším výškám nad mořem).

4.2 Extrémní povodně v červenci 1997

Druhou zvolenou situací jsou povodně z roku 1997. Obecně můžeme povodňové situace v letních obdobích na našem území rozdělit na dvě skupiny. První skupinu tvoří povodně způsobené srážkami spojenými s čistě konvektivní činností, kdy je zaznamenán vysoký úhrn srážek na poměrně malé ploše. Takovéto srážky při silné intenzitě mohou způsobit lokální povodně. Druhou skupinu tvoří povodně s trvalými a vydatnými srážkami kombinovanými s občasnou konvekcí a srážkami na návětrí hor. Tyto situace postihují zpravidla větší plochy. Druhý zmíněný případ nastal na území Jesenicka (a mnoha dalších místech Moravy a Slezska) mezi 4. až 8. 7. roku 1997. Ze synoptického hlediska se jednalo na letní období o poměrně vzácnou situaci, jejíž důsledky byly zcela mimořádné a byly způsobeny zejména délkou jejího trvání (pět dní). Dle katalogu se jednalo o situaci brázda nad střední Evropou (B), v druhé polovině období následovanou severovýchodní cyklonální situací (NEC), (ČHMÚ 2020).

Dne 4. 7. se v brázdě nízkého tlaku vzduchu začala nad Alpami a střední Evropou vlnit studená fronta, která oddělovala teplý vzduch na východě a jihovýchodě Evropy od chladnějšího na západě. Další den (5. 7.) vznikla v prostoru mezi Alpami a Středozemním mořem tlaková níže, která jen velmi zvolna postupovala k severovýchodu přes Rakousko, východ České republiky nad Slovensko a část Polska, kde zůstala po dva dny stacionární. Tato neobvyklá nehybnost tlakové níže (způsobená zčásti i stabilní tlakovou výší na západě) byla základní

příčinou rozsáhlých záplav. Synoptickou situací se zabývá např. studie M. Kašpara (2003), a to ve srovnání se synoptickou situací povodní v roce 2002 v Čechách. Obecně o synoptických příčinách povodní na území ČR pojednává studie kolektivu autorů (Müller a kol. 2006), či s širšími souvislostmi text M. Sandeva (2017).



Obr. 2 Přízemní synoptická situace (tlakové pole) a teplota vzduchu v hladině 850 hPa v Evropě dne 7. 7. 1997 (wetterzentrale.de, duben 2020).

Fig. 2. Ground synoptic situation (pressure field) and air temperature at 850 hPa in Europe on 7 July 1997 (wetterzentrale.de, April 2020).

Tab. 2 Celkový úhrn srážek [mm] za období 4. až 8. 7. 1997 na stanicích Jeseník, Javorník, Praděd, Světlá Hora a Rejvíz (první vlna povodní).

Table 2. Total precipitation [mm] for the period from 4 to 8 July 1997 at the Jeseník, Javorník, Praděd, Světlá Hora and Rejvíz stations (first wave of floods).

Stanice	04.07.1997	05.07.1997	06.07.1997	07.07.1997	08.07.1997	Celkový úhrn srážek [mm]
Jeseník (502 m n. m.)	29,0	88,0	189,0	167,0	39,0	512,0
Javorník (284 m n. m.)	6,1	27,5	50,0	73,2	5,5	162,3
Praděd (1 491 m n. m.)	11,2	88,0	106,2	139,4	110,2	455,0
Sv. Hora (593 m n. m.)	7,6	43,9	46,6	54,5	16,3	168,9
Rejvíz (770 m n. m.)	33,6	82,4	214,2	144,6	36,2	511,0

Tab. 3 Celkový úhrn srážek [mm] za období 17. až 21. 7. 1997 na stanicích Jeseník, Javorník, Praděd, Světlá Hora a Rejvíz (druhá vlna povodní).

Table 3. Total precipitation [mm] for the period from 17 to 21 July 1997 at the Jeseník, Javorník, Praděd, Světlá Hora and Rejvíz stations (second wave of floods).

Stanice	17.07.1997	18.07.1997	19.07.1997	20.07.1997	21.07.1997	Celkový úhrn srážek [mm]
Jeseník (502 m n. m.)	2,4	26,5	75,0	14,6	25,5	144,0
Javorník (284 m n. m.)	2,3	51,3	59,0	10,3	15,3	138,2
Praděd (1 491 m n. m.)	7,4	37,4	54,8	13,6	25,9	139,1
Sv. Hora (593 m n. m.)	6,7	23,2	4,9	4,9	12,1	51,8
Rejvíz (770 m n. m.)	9,2	22,8	78,6	17,8	42,2	170,6

Rozložení tlakových útvarů by však samo o sobě tak velké škody nepřineslo. Výrazně zapůsobili i orografické srážky na návětrné straně Jeseníků. V tab. 2 můžeme pozorovat srážkové úhrny v jednotlivých místech s přihlédnutím k jejich nadmořským výškám na Jesenícku. Během 8. 7. tlaková níže ustoupila k východu, a situace se tak začala v Jeseníkách uklidňovat. Povodňové vlny se začaly přesouvat z hor do středních a dolních toků řek.

Zajímavostí je, že devět dní po konci první vlny přišla vlna druhá. Trvala od 17. do 20. 7. Obecně byla situace velmi podobná, opět se vytvořila tlaková níže v oblasti Alp a jen pozvolna a pomalu se přesouvala k severovýchodu. Rychlost přesunu byla sice o něco vyšší, nicméně negativně (ve prospěch nových povodní) působila velká nasycenost půdy z první vlny. V konečném důsledku došlo na Jesenícku opět k rozvodnění toků, nicméně intenzita se s první vlnou nedala srovnat. Potvrdil se ale fakt, že cirkulační procesy v atmosféře mají tendenci se v rozmezí několika dnů či týdnů opakovat. V případě povodní tento jev nazýváme „přidružené povodně“.

4.3 Pozdní sněhová pokrývka v dubnu 2017

Třetí zvolená situace souvisí se sněhovou pokrývkou. Týká se extrémně pozdních sněhových srážek s následným vytvořením sněhové pokrývky v dubnu roku 2017. Na rozdíl od brzké sněhové pokrývky v září/říjnu má pozdní sněhová pokrývka ke konci dubna mnohem výraznější dopady na úrodu a na zemědělství obecně. Dubnové vpády studeného vzduchu se sněžením a sněhovou pokrývkou jsou častější než ty říjnové, nicméně pokud napadne sníh pouze v horských oblastech, významné škody to většinou nepůsobí. V dubnu 2017 však sněhová pokrývka ležela i v nižších polohách, včetně např. i v oblasti Vidnavské nížiny.

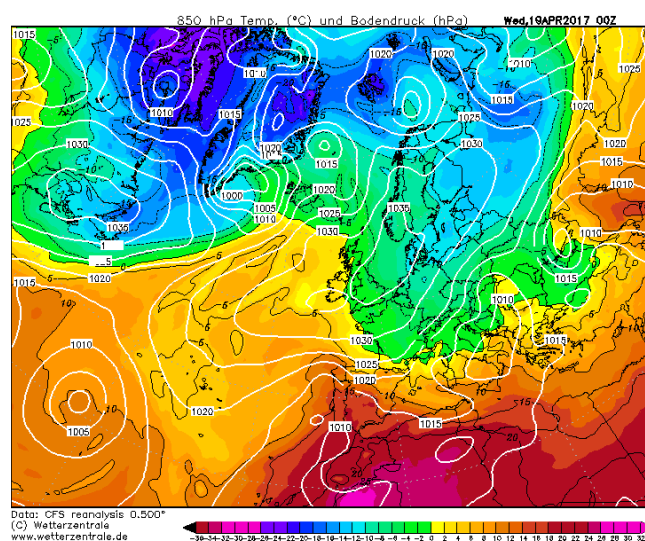
Tato situace se vyskytovala od 17. do 20. 4. Kolem tlakové výše nad Británií a Skandinávií k nám proudil studený vzduch od severovýchodu. Současně se nad Srbskem formovala nevýrazná tlaková níže, která postoupila rychle nad Maďarsko. Tento typ synoptické situace nazýváme severovýchodní cyklonální situace (NEc), (Květoň, Žák 2018), přičemž předcházela byla situací severozápadní cyklonální situace (NWc), (ČHMÚ 2020).

Srážky se k nám dostávaly od východu až severovýchodu. Velmi výrazný tlakový gradient způsobil kromě vydatného sněžení také vítr s tvorbou sněhových jazyků a závějů na exponovaných místech. Situace však neměla příliš dlouhého trvání, hlavní srážková událost trvala jen jeden den (převážně 19. 4.). Následující den se do regionu od západu začala nasouvat

ve studeném vzduchu tlaková výše od západu, chladné počasí však přetrvávalo až do konce dubna. Významným extrémem je rovněž minimální teplota vzduchu naměřená 21. 4. ve městě Jeseník ($-6\text{ }^{\circ}\text{C}$), která poškodila již rozbuželou vegetaci.

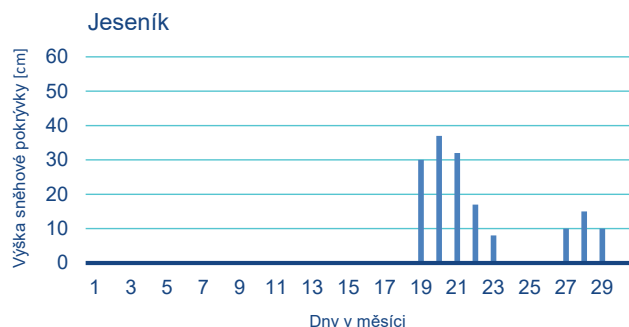
Co se týká dubnové sněhové pokrývky, lze konstatovat, že v horských polohách ještě zpravidla odtává sníh ze zimy a v průběhu druhé poloviny dubna na většině míst mizí. V dubnu 2017 tomu bylo naopak. Sníh ze zimy roztál většinou už během března, a to prakticky ve všech nadmořských výškách, a v dubnu sníh opětovně napadl. Sněhová pokrývka na stanici Jeseník přetrvávala od 19. do 23. 4. s maximální výškou sezóny 37 cm a ke konci dubna znovu nasněžilo. V posledních dubnových dnech napadlo 15 cm nové sněhové pokrývky – jedná se o nejpozdější a zároveň nejvyšší sněhovou pokrývkou stanice minimálně za posledních 40 let.

Na stanici Šerák se dvě dubnové sněhové epizody spojily. Protože přetrvávalo studené počasí, sníh z první epizody nestihl roztát. Každopádně pro obě stanice (Šerák a Jeseník) platí zajímavá skutečnost, že za celou zimu 2016/2017 neměly více sněhu než právě v druhé polovině dubna. Sněhové maximum v Jeseníku bylo dosaženo 20. 4. a na Šeráku to bylo dokonce až 29. 4.



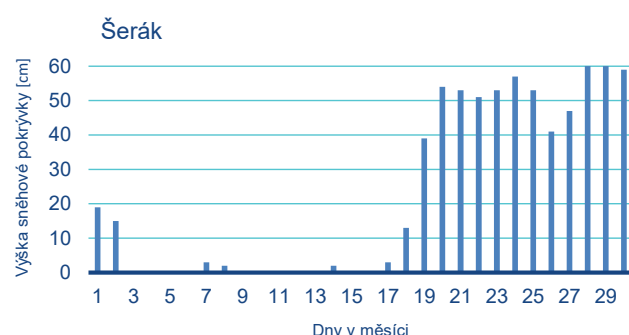
Obr. 3 Přízemní synoptické situace (tlakové pole) a teplota vzduchu v hladině 850 hPa v Evropě dne 19. 4. 2017 (wetterzentrale.de, květen 2020).

Fig. 3. Ground synoptic situation (pressure field) and air temperature at 850 hPa in Europe on 19 April 2017 (wetterzentrale.de, May 2020).



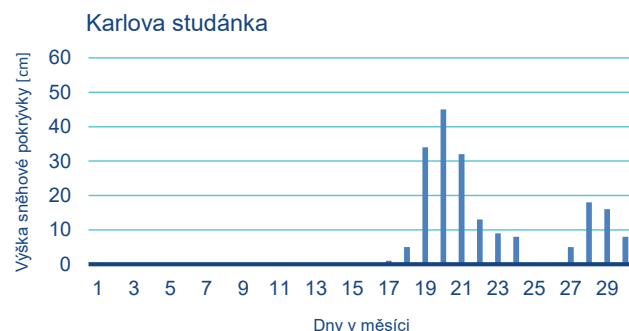
Obr. 4 Výška sněhové pokrývky v dubnu 2017 [cm] na stanici Jeseník.

Fig. 4. Depth of snow in April 2017 [cm] at the Jeseník station.



Obr. 5 Výška sněhové pokrývky v dubnu 2017 [cm] na stanici Šerák.

Fig. 5. Depth of snow in April 2017 [cm] at the Šerák station.



Obr. 6 Výška sněhové pokrývky v dubnu 2017 [cm] na stanici Karlova Studánka.

Fig. 6. Depth of snow in April 2017 [cm] at the Karlova Studánka station.

V poslední době panuje obecný trend ke zkracování přechodných období. Zejména na jaře přecházíme stále častěji ze zimního počasí rovnou do letního a není výjimkou, kdy i na podzim přecházíme z letního rovnou na zimní. V tomto druhém případě se tento fenomén tolik neprojevuje, neboť po vpádech studeného vzduchu se většinou ještě před zimou otepluje. Na jaře před létem často dochází ke vpádům studeného vzduchu na Jesenicko, zejména v dubnu a květnu. Vegetace stihne vykvést a za svůj brzký nástup pak zaplatí „jarním umrznutím“. Vývoj v tomto ohledu nelze příliš predikovat, ale je pravděpodobné, že podobné situace budou nastávat i v budoucnu.

4.4 Horké a suché vlny v létě 2015

Poslední situaci, kterou jsme se rozhodli podrobněji popsat, je sucho a vysoká teplota vzduchu v roce 2015 na území Jesenicka. I přesto, že vymezené území je poměrně silně zalesněno, má relativně vysokou průměrnou nadmořskou výšku a ve srovnání s nížinami také malé hodnoty výparu, se zde v létě mohou vyskytovat suché a velmi teplé periody.

V případě, že zima a jaro jsou v oblasti dostatečně vlhké, je příroda připravena překonat suché období v létě, a pokud ne v jiných oblastech, jako např. na jižní Moravě nebo v Polabí, pak zejména v horách ano. Pokud je však suchá zima i jaro, je schopnost krajiny odolávat vysokým teplotám oslabena. A pokud se sucha v řadě let za sebou opakují, ohroženy jsou i horské oblasti, Hrubý Jeseník nevyjímaje.

Takové situace jsou v posledních letech častější. Známé jsou i z minulosti, ale jejich četnost a míra extrému v nich dosaženého s časem roste. Nejčastěji jsou tzv. *hot waves* (Kyselý 2006) definovány jako souvislá období, kdy alespoň tři dny je teplotní maximum vyšší, nebo rovno 30 °C, kdy průměrné teplotní maximum za celé období je rovno, nebo přesahuje 30 °C a kdy teplotní maximum ve všech dnech přesahuje nebo je rovno 25 °C. Tato období se vyskytují nejčastěji v červenci a v srpnu, kdy jsou nejdelší (mnohaletní) a rovněž nejintenzivnější, nicméně mohou se vyskytnout i v dalších měsících (zejména červen a výjimečně i září). Tyto horké vlny vznikají nejčastěji za synoptických situací, ve kterých se tlaková výše udržuje nad jihovýchodní Evropou a mělká brázda nízkého tlaku vzduchu pak nad Evropou západní. Mezi těmito útvary proudí do střední Evropy velmi teplý vzduch od jihozápadu a záleží pak na aktivitě studené fronty, jak dlouho bude vlna veder trvat. Vedra mohou vznikat i za jiných synoptických situací a mohou na území střední Evropy pronikat i od východu či severovýchodu, kdy nedosahují takové intenzity, mohou mít však delší trvání. Příčinou je prohřívání tamější pevniny během letního období. Horkým vlnám v minulosti v poměrech ČR se věnují různé práce (Kyselý 2003; Krška, Racko 1993), přehled poznatků podává studie (Lhotka, Kyselý 2019).

Léto roku 2015 začalo vzhledem k průměrným hodnotám vcelku očekávatelným počasím. V první polovině června se vyskytly dvě teplejší periody, ale byly poměrně krátké a nevýznamné. Naopak druhá polovina června se nesla spíše v chladnějším rázu počasí, kdy na území Jesenicka častěji proudil chladnější a vlhčí vzduch od severozápadu. Situace se razantně změnila v průběhu července a gradovala pak v srpnu. První horká vlna přišla hned v úvodu července, kdy teplota vzduchu na území města Jeseníku přesahovala letních 25 °C a ve dnech 4. až 7. 7. dokonce tropických 30 °C. Poté se ochladilo a do regionu na chvíli pronikl chladnější vzduch od severozápadu.

Druhá červencová horká vlna přišla do jesenického podhůří 16. 7. a trvala až do 25. 7. Jednalo se o velmi dlouhou vlnu veder (deset dní). Vrchol této horké vlny nastal dne 22. 7., kdy teplota vzduchu dosáhla v Jeseníku 35,4 °C, což je na město skutečně extrémní hodnota. Výrazněji se ochladilo až 26. 7., kdy teplotní maxima až do konce měsíce zůstala pod 25 °C.

Třetí vlna teplého počasí v téměř stejném prostorovém rozsahu následovala od 1. do 16. 8. – opět neobvykle dlouhá vlna veder (dokonce 16 dní), což kontrastuje s jejich obvyklou délkou v rozmezí 4 až 7 dnů. Teplota vzduchu v tomto období zpravidla překonávala 30 °C. Nejvyšší teplota vzduchu byla v Jeseníku zaznamenána dne 8. 8., a to 36,1 °C. Období lze považovat

vat za absolutní vrchol léta 2015, které bylo jednak nejdelší a také s nejvyšší naměřenou teplotou vzduchu vůbec. Hodnota 36,1 °C je absolutně nejvyšší teplota vzduchu zaznamenaná v celé historii stanice Jeseník, měření z 8. 8. 2015 dorovnálo rekord ze stejného dne roku 2013.

Poslední horké období přišlo na úplný závěr srpna 2015 a přesahovalo až do září, pro které jsou horké vlny méně typické. Teplota vzduchu přes 30 °C byla zaznamenána ve třech dnech, a to 30. a 31. 8. a následně 1. 9. Nejvyšší teplota vzduchu v Jeseníku byla právě 1. 9., a to 32,7 °C. Naměřením této hodnoty na teploměru bylo dosaženo absolutního maxima teploty vzduchu pro září za historii měření stanice v Jeseníku.

Kromě Jeseníku zaznamenaly horké vlny i jiné stanice. Pro účely studie byly kromě Jeseníku vybrány také Javorník a Karlova Studánka. Tab. 4 zachycuje meteorologická data pro horké vlny – délku trvání, maximální a průměrnou denní teplotu vzduchu. Z tabulky vyplývá, že v Jeseníku ve všech čtyřech případech došlo k naplnění definice horkých vln, ale v případě Javorníku došlo ke splnění podmínek pouze u první, třetí a čtvrté vlny, přičemž ve dvou posledních byla horká vlna vždy o jeden den delší. Pro stanici Karlova Studánka došlo ke splnění podmínek pouze ve třetí vlně. Horká vlna v Karlově Studánce však byla o poznání kratší než ve dvou předchozích stanicích.

Tab. 4 Charakteristiky horké vlny na stanicích Jeseník, Javorník a Karlova Studánka v létě 2015.

Table 4. Hot wave characteristics at the Jeseník, Javorník and Karlova Studánka stations in summer 2015.

Jeseník (502 m n. m.)			Javorník (284 m n. m.)			Karlova Studánka (795 m n. m.)		
Datum	Průměrná denní teplota vzduchu [°C]	Maximální denní teplota vzduchu [°C]	Datum	Průměrná denní teplota vzduchu [°C]	Maximální denní teplota vzduchu [°C]	Datum	Průměrná denní teplota vzduchu [°C]	Maximální denní teplota vzduchu [°C]
První horká vlna			První horká vlna					
2. 7.	18,8	26,6	2. 7.	19,4	26,7	–	–	–
3. 7.	20,6	29,0	3. 7.	21,5	29,2	–	–	–
4. 7.	23,3	33,0	4. 7.	25,2	34,3	–	–	–
5. 7.	23,8	34,0	5. 7.	25,1	35,1	–	–	–
6. 7.	21,0	30,1	6. 7.	20,3	29,3	–	–	–
7. 7.	23,2	32,5	7. 7.	23,8	31,4	–	–	–
8. 7.	18,1	27,4	8. 7.	16,5	26,2	–	–	–
Druhá horká vlna								
16. 7.	20,7	28,0	–	–	–	–	–	–
17. 7.	22,5	32,7	–	–	–	–	–	–
18. 7.	25,5	35,0	–	–	–	–	–	–
19. 7.	23,0	33,9	–	–	–	–	–	–
20. 7.	20,4	27,5	–	–	–	–	–	–
21. 7.	23,9	31,5	–	–	–	–	–	–
22. 7.	24,9	35,4	–	–	–	–	–	–
23. 7.	21,2	25,9	–	–	–	–	–	–
24. 7.	22,0	28,8	–	–	–	–	–	–
25. 7.	21,0	30,0	–	–	–	–	–	–
Třetí horká vlna			Třetí horká vlna			Třetí horká vlna		
–	–	–	31. 7.	16,8	25,6	–	–	–
1. 8.	17,6	26,5	1. 8.	19,8	27,4	–	–	–
2. 8.	18,9	26,3	2. 8.	20,8	26,3	–	–	–
3. 8.	20,8	30,8	3. 8.	24,5	32,7	–	–	–
4. 8.	22,9	32,7	4. 8.	25,9	33,7	–	–	–
5. 8.	22,8	29,4	5. 8.	24,7	32,2	–	–	–
6. 8.	24,1	33,7	6. 8.	26,4	35,6	6. 8.	21,2	29,7
7. 8.	24,8	35,1	7. 8.	28,2	37,5	7. 8.	21,9	32,0
8. 8.	25,5	36,1	8. 8.	30,7	38,2	8. 8.	22,7	30,5
9. 8.	24,3	31,3	9. 8.	26,2	33,5	9. 8.	22,7	30,3
10. 8.	22,2	31,9	10. 8.	25,0	35,5	10. 8.	21,2	31,2
11. 8.	23,0	29,6	11. 8.	25,5	34,3	11. 8.	20,8	31,6
12. 8.	23,4	32,2	12. 8.	25,9	35,7	12. 8.	20,7	30,4
13. 8.	22,2	28,1	13. 8.	24,6	31,2	13. 8.	20,0	27,5
14. 8.	21,6	30,3	14. 8.	24,0	33,7	14. 8.	19,7	29,2
15. 8.	21,8	31,0	15. 8.	24,1	34,4	15. 8.	22,4	29,5
16. 8.	18,8	26,2	16. 8.	21,0	29,1	–	–	–
Čtvrtá horká vlna			Čtvrtá horká vlna					
30. 8.	23,5	31,8	30. 8.	25,3	34,9	–	–	–
31. 8.	25,8	31,8	31. 8.	28,3	35,4	–	–	–
1. 9.	25,9	32,7	1. 9.	29,1	37,4	–	–	–
–	–	–	2. 9.	16,3	27,6	–	–	–

Z hlediska synoptických situací můžeme doplnit, že převládající povětrnostní situací u první horké vlny byla anticyklona nad střední Evropou (A) následovaná putující brázdou přes střední Evropu (Bp); u druhé horké vlny převládala poměrně jednoznačně západní situace letního typu (Wal); u třetí horké vlny převládala jihozápadní anticyklonální situace (SWa) následovaná východní anticyklonální situací (Ea) a brázdou nad střední Evropou (B); u poslední čtvrté horké vlny převládala opět jihozápadní anticyklonální situace (SWa), (ČHMÚ 2020).

Podobné synoptické situace jako v roce 2015 nastaly i v letech 1992 a 1994. Horké vlny byly rovněž časté, avšak pokud srovnáme počet tropických dní v jednotlivých letech, tak rok 2015 oba předchozí případy výrazně překonal. V roce 1992 bylo naměřeno celkem 11 tropických dní, v roce 1994 celkem 14 a rok 2015 neuvěřitelných 23. Průměrný počet tropických dní na území města Jeseník je kolem tří až pěti za rok. V posledních letech se toto číslo významně zvyšuje.

Pro všechna léta, která jsou typická velkým počtem tropických dní a dlouhých vln veder, je charakteristické, že jsou suchá. Srážky v posledních letech se v létě vyskytují převážně ve formě lokálních bouřek a přivalových dešťů. Jeseníky jako horské prostředí mají tu výhodu, že oproti jiným reliéfům mají více bouřek v roce, nicméně bouřky se srážkami jsou pouze lokální záležitostí, poskytující závlahu jen pro omezenou oblast, a dlouhodobě neřeší problémový stav sucha. Pokud jsou soustředěny na malé území, tak půdu nasýtí pouze krátkodobě, neboť velké množství vody rychle steče k potokům a řekám a určité množství se rychle vypaří.

Průměrné srážkové úhrny se v letních měsících na území Jeseníku pohybují kolem 100 mm za červenec a o něco méně za srpen. V létě 2015 byly srážkové úhrny výrazně podprůměrné. V červenci 2015 spadlo pouze 39 mm srážek a v srpnu jen 23 mm. Pro srovnání je možno uvést, že v roce 1994 byl suchý pouze červenec, kdy spadlo 30,8 mm, srpen pak byl výrazně vlhčí s 157,4 mm srážek. Velmi suchým srpnem byl ten z roku 1992, kdy spadlo v Jeseníku pouze 20,3 mm srážek.

Vlny suchého a horkého počasí nás v letním období roku budou pravděpodobně zasahovat častěji než v minulosti. Poslední léta to jen potvrzují. I léto 2018 bylo velmi suché a horké, nicméně na Jesenicku se sucho neprojevovalo tak výrazně jako v jiných oblastech ČR.

5. Další extrémní situace a jevy

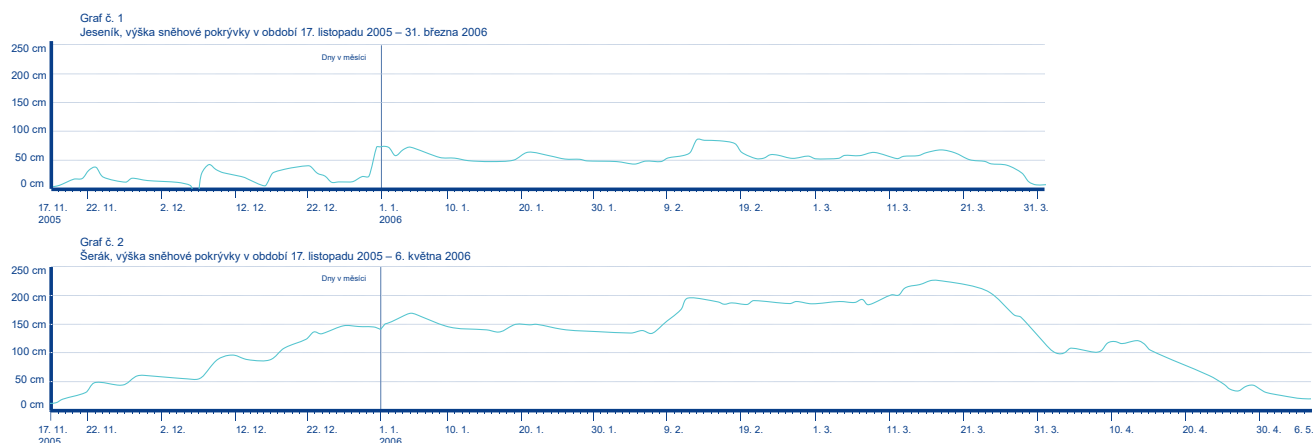
Další zvolené situace nejsou z meteorologického hlediska o nic méně zajímavé, avšak vedle čtyř předcházejících nebyly z pochopitelných důvodů tolik atraktivní pro návštěvníky výstavy.

První vybraná situace je spjata s fénovým jevem. Fénový efekt se ve střední Evropě vyskytuje zejména v souvislosti s oblastí nízkého tlaku vzduchu nad západní Evropou či Biskajským zálivem, přičemž projevy tohoto efektu jsou obzvláště patrné na závětrných stranách horských překážek, v našem případě zejm. Hrubého Jeseníku a Rychlebských hor. Konkrétně v polovině listopadu roku 2002 byl fénový efekt obzvláště silný, meteorologická stanice v Javorníku naměřila 19,1 °C, což lze považovat za teplotu vzduchu na polovinu listopadu jako extrémně nadprůměrnou. Přestože silnější teplý vítr mnohdy může být nebezpečný, nemáme z tohoto období pro Jesenicko doloženy větší škody.

Druhá se týká měsíce ledna roku 2007. Jednalo se o mimořádně větrný a výrazně teplotně nadnormální měsíc, přičemž příčinou obojího byl výrazný zonální oceánský přenos vzduchových hmot nad evropskou pevninu (srov. Sandev 2007). Vyvrcholení této situace přišlo v noci z 18. na 19. 1., kdy územím Jesenicka přecházela výrazná studená fronta spojená s hlubokou tlakovou níží Kyrill. Situace způsobila v regionu četné pády stromů, výpadky elektřiny a další škody (Hostýnek a kol. 2008).

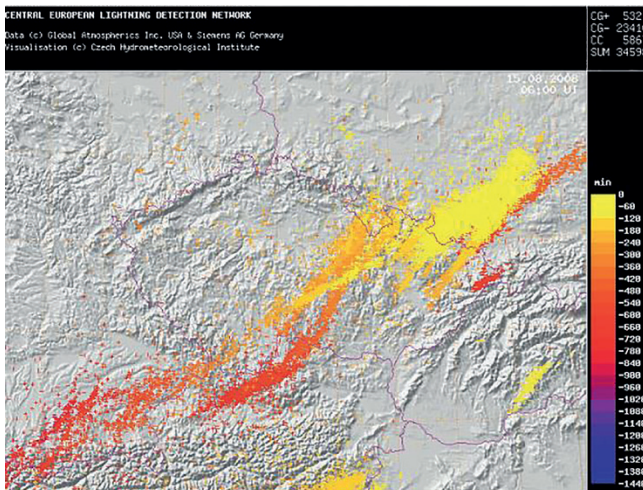
Neobvyklá situace se vyskytla v polovině října 2009. Na rozdíl od již zmíněné dubnové situace z roku 2017 s pozdní sněhovou pokrývkou jde v tomto případě o velmi brzkou sněhovou pokrývkou. O říjnovém počasí tohoto roku stručně pojednává např. R. Tolasz (2010). V této situaci se vyskytla historicky nejvyšší hodnota sněhové pokrývky pro Jeseník v měsíci říjnu, a to 24 cm ze dne 16. 10. Na rozdíl od dubna 2017 se zde pokrývka nevytvářela pod 350 m n. m.

Čtvrtá situace souvisí s mrazovým počasím. Za posledních třicet let na Jesenicku byla zima roku 2005/2006 ta s nejnvýraznějšími zimními projevy (výška sněhové pokrývky, délka trvání sněhové pokrývky, minimální denní teplota vzduchu), přičemž ve zvolené oblasti byly projevy výrazné zejména v nižších a středních nadmořských výškách. Hodnoty výšky a délky trvání sněhové pokrývky na meteorologických stanicích Jeseník a Šerák ukazuje obr. 7.



Obr. 7 Výška sněhové pokrývky na stanicích Jeseník a Šerák v období od 17. 11. 2005 do 31. 3. resp. 6. 5. 2006.

Fig. 7. Depth of snow at the Jeseník and Šerák stations in the period from 17 November 2005 to 31 March, or 6 May 2006.



Obr. 8 Blesková aktivita na území ČR ze dnů 14. a 15. 8. 2008 (vpravo nahoře celková sumace blesků).

Fig. 8. Lightning activity in the Czech Republic from 14 and 15 August 2008 (total sum of lightning at the top right).

Pátá situace z února roku 2012 v sobě propojila kombinaci specifických faktorů pro vznik silných mrazů. Těmi byly příliv studeného a suchého vzduchu od severovýchodu, žádná nebo malá oblačnost, bezvětří, počasí v nočních hodinách a přítomnost sněhové pokrývky. Většina z těchto podmínek nastala v Jeseníku od 31. 1. do 12. 2. Na území města ležela v tomto období relativně mocná sněhová pokrývka a rovněž oblačnost byla díky tlakové výši a suchému vzduchu většinou malá nebo žádná. Nejnižší noční teplota vzduchu běžně v tomto období klesala pod -20°C a ve třech dnech se dostala dokonce i pod -25°C . Pokud jde o maxima přes den, tak i na území městské zástavby se vyskytovaly arktické dny (tj. dny, ve kterých teplota vzduchu nevystoupí nad -10°C).

Mezi popsány extrémními jevy byly na výstavních panelech z pochopitelných důvodů i bouřky. Jejich nejčastější výskyt se váže na letní období, kdy přes referenční území přechází studená fronta. Nebezpečnými jevy s bouřkami spjatými jsou silné nárazy větru (downbursts a microbursts), výskyt velkých krup, přívalové srážky a následné krátkodobé povodně či četná blesková aktivita. A vzhledem k tomu, že jevů doprovázejících bouřky je více, nebylo jednoduché vybrat bouřku „nejextrémnější“. V panelech jsme jako příklad prezentovali přechod dvou bouřkových systémů přes Jeseníky ze dne 15. 8. 2008 (blesková aktivita z prvního bouřkového systému viz obr. 8).

6. Závěr

Cílem práce bylo vytipovat synoptické situace s extrémními důsledky na Jeseníku za posledních 40 let. Zadání bylo dáno výzkumným záměrem VMJ za účelem přípravy meteorologické výstavy ke stému výročí Českého hydrometeorologického ústavu. Vytipované situace byly podloženy daty z databází ČHMÚ, data byla analyzována a v rámci závěrečné syntézy byl prostřednictvím odborných posterů a dalších doplňkových materiálů (sbírkových předmětů VMJ, předmětů zapůjčených z ostravské pobočky ČHMÚ ad.) představen komplexní materiál na výstavě pro veřejnost.

Meteorologické extrémy byly zvoleny tak, aby pokryly většinu meteorologických veličin. Kritéria extrémů byla posuzována

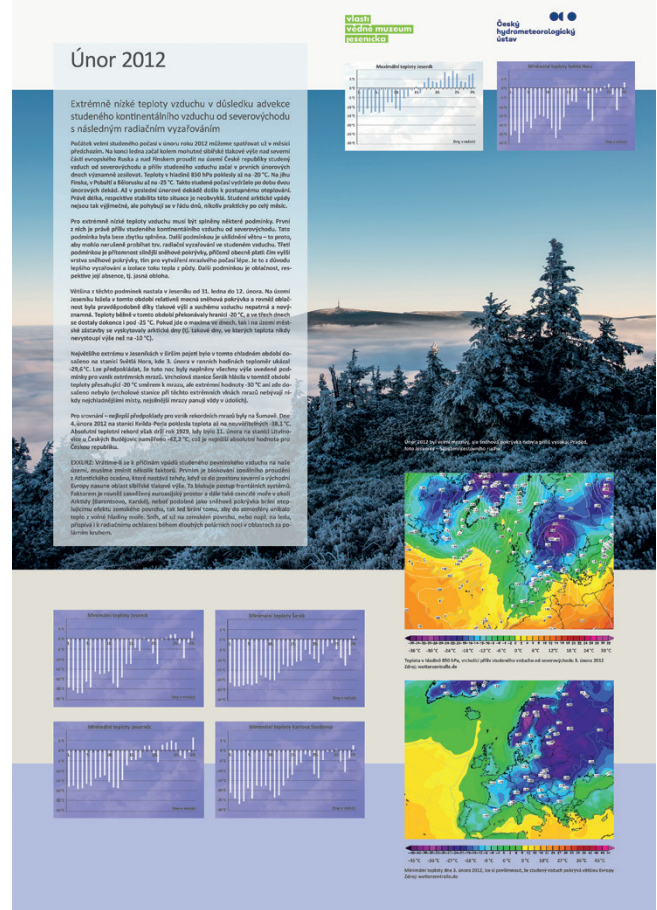
u každé situace na základě empirických poznatků a průměrů datových sad pro dané roční období, přičemž bylo přihlíženo k odchylkám v rámci zvoleného území zejména s ohledem na nadmořskou výšku lokalit.

Ze závěrečné syntézy a z doprovodných dat informačních panelů lze dovodit, že extremita počasí v posledních desetiletích a letech narůstá, a proto je velmi důležité tyto extrémy sledovat, měřit, analyzovat a porovnávat s minulostí, a to zejména z důvodu dalšího pochopení a predikce procesů, které se přímo i nepřímo dotýkají lidské společnosti.

7. Prezentace

Slavnostní zahájení výstavy proběhlo formou vernisáže v budově Vodní tvrže v Jeseníku dne 14. 1. 2020. Jádrem a hlavní část tvořily výstavní panely zpracované v rámci výzkumu (viz např. obr. 9) doplněné o další panely s meteorologickou tematikou. Šlo zejména o panely výukového charakteru zpracované ostravskou pobočkou ČHMÚ, které se týkaly určování oblaků, a panel s tématem *aerologie* umístěný vedle aerologické sondy s balónek, který byl poskytnut aerologickým oddělením ČHMÚ v Praze Libuši.

Důležitou část výstavy tvořily výstavní předměty ze sbírek Vlastivědného muzea Jesenicka (historické teploměry, barometry atd.), předměty zapůjčené z ostravské pobočky ČHMÚ (např. měřicí přístroje, modely, archivní záznamy z meteorologických stanic ad.), některé předměty od místních amatérských meteorologů a vitríny doplňovala rovněž literatura



Obr. 9 Ukázka výstavního panelu.

Fig. 9. Example of an exhibition panel.



Obr. 10 Zahájení vernisáže výstavy Extrémní jevy na Jesenicku pohledem meteorologa dne 14. 1. 2020; VMJ.

Fig. 10. Opening of the exhibition on Extreme phenomena in the Jeseník area from the perspective of a meteorologist on 14 January 2020; National History and Geography Museum of the Jeseník Region.

s meteorologickou a klimatologickou tematikou. Interaktivní částí byla také z ostravské pobočky ČHMÚ zapůjčená automatická meteorologická stanice, resp. její funkční model, který byl zejména pro malé a mladé návštěvníky nejzajímavějším exponátem. Stanice měřila teplotu vzduchu v pěti centimetrech nad zemí a ve dvou metrech, směr a rychlost větru, sluneční svit a také množství spadlých srážek. Zaznamenané hodnoty mohl návštěvník pozorovat na monitoru a stisknutím příslušných tlačítek mohl hodnoty ovlivňovat a v jistém smyslu tak „poroučet větru a dešti“.

Vernisáž zahájil ředitel muzea Mgr. Pavel Rušar, panely okomentoval kurátor výstavy Bc. David Abrahánek z ČHMÚ (Meteorologická služba Ostrava-Mošnov) a za ostravskou pobočku ČHMÚ krátce vystoupil i Ing. Pavel Lipina. Mezi čestnými hosty byl i ředitel pobočky ČHMÚ Ing. Petr Tušil, Ph.D. Vernisáž vhodně doplnila skladba *Čtvero ročních dob* od Antonia Vivaldiho v podání Karoliny Vítkové ze Základní umělecké školy Jeseník.

Informace o proběhlé vernisáži a fotografie z ní lze získat na webu VMJ pod odkazem <https://www.muzeumjesenik.cz/cz/udalo-se/89-extremni-jevy-na-jesenicku-pohledem-meteorologa-vernizaz.html>.

Výstavu navštívilo celkem 428 osob (z toho 61 osob na vernisáži), což lze v případě neobvyklého tématu označit za velmi slušný výsledek. Díky společenské krizi a vládním opatřením učiněným v souvislosti s šířením nového typu koronaviru na přelomu zimy a jara výstava skončila o tři dny dříve, a proto ti, kteří odkládali její návštěvu na samý konec, se jí již nedočkali. Výstava bude připravena i ve Vlastivědném muzeu v Šumperku a následně později i na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci, kde bude k vidění do konce akademického roku 2020/2021. Vzhledem k opatřením proti šířícímu se onemocnění covid-19 je však nutné počítat s možnými změnami.

Poděkování:

Vlastivědné muzeum Jesenicka a Český hydrometeorologický ústav děkují všem partnerům, sponzorům a podporovatelům, díky kterým bylo možné výzkum i výstavu uskutečnit. Zvláštní poděkování patří zapůjčitelům některých předmětů a osobám, které se na instalaci výstavy přímo podíleli. Jmenovitě se jedná o Ing. Pavla Lipinu, Mgr. Miroslava Řepku, Mgr. Martina Motla a Michala Zajonce. Fotografie pak kromě autorů poskytli Bc. Tomáš Daněk, Bc. Matěj Grék, Mgr. Miroslav Havíra, Petr Svrčina a další.

Literatura:

- CRHOVÁ, L., PECHO, J., VALERIANOVÁ, A., 2016. Mimořádně teplé a suché léto 2015 v České republice. *Meteorologické zprávy*, roč. 69, č. 1, s. 10–16. ISSN 0026-1173.
- ČHMÚ, 1998. Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997 [online]. [cit. 03.03.2019]. Dostupné z WWW: <http://voda.chmi.cz/pov97/obsah.html>.
- ČHMÚ, 2020. Typizace povětrnostních situací pro území České republiky [online]. [cit. 07.07.2020]. Dostupné z WWW: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/typizace-pove-trnostnich-situaci>.
- DVOŘÁK, P., 2004. Letecká meteorologie. Cheb: Svět křidel. ISBN 80-86808-09-2.
- HOSTÝNEK, J., NOVÁK, M., ŽÁK, M., 2008. Kyrill a Emma v Česku – meteorologické příčiny, průběh bouří s hodnocením větrných extrémů. *Meteorologické zprávy*, roč. 61, č. 3, s. 65–71. ISSN 0026-1173.
- KAŠPAR, M., 2003. Porovnání extrémnosti synoptických podmínek během povodní v České republice v srpnu 2002 a v červenci 1997. *Meteorologické zprávy*, roč. 56, č. 6, s. 166–177. ISSN 0026-1173.
- KRŠKA, K., RACKO, S., 1993. Horúce leto 1992 v Českej a Slovenskej Republike, jeho synoptický výklad a klimatologické zhodnotenie. *Meteorologické zprávy*, roč. 46, č. 2, s. 33–41. ISSN 0026-1173.
- KVĚTOŇ, V., ŽÁK, M., 2018. Vliv středomořských tlakových níží na četnost výskytu vydatných srážek a kalamitních sněžení ve vybraných regionech České republiky. *Meteorologické zprávy*, roč. 71, č. 2, s. 55. ISSN 0026-1173.
- KYSELÝ, J., 2003. Časová proměnlivost horkých vln v České republice a extrémní horká vlna z roku 1994. *Meteorologické zprávy*, roč. 56, č. 1, s. 13–19. ISSN 0026-1173.
- KYSELÝ, J., 2006. Prostorová proměnlivost horkých vln v České republice a letní teplotní zvláštnost jihozápadních Čech. *Meteorologické zprávy*, roč. 59, č. 6, s. 183–189. ISSN 0026-1173.
- LHOTKA, O., KYSELÝ, J., 2019. Vlny veder ve střední Evropě – přehled současných poznatků. *Meteorologické zprávy*, roč. 72, č. 5, s. 152–156. ISSN 0026-1173.
- MATEJOVIČ, P., 2011. Zima A. D. 1500–2010. Bratislava: VEDA, Slovenská akadémia vied, s. 141–149. ISBN 978-80-224-1208-7.
- MÜLLER, M., KAŠPAR, M., ŘEZÁČOVÁ, D., SOKOL, Z., 2006. Extremní meteorologické prvky před velkoprostorovými dešťovými povodněmi v České republice – index LSF. *Meteorologické zprávy*, roč. 59, č. 3, s. 65–75. ISSN 0026-1173.
- PTÁČEK, T., 2012. Chyby a opravy měření atmosférických srážek. Praha: Univerzita Karlova v Praze (diplomová práce), s. 16.
- SANDEV, M., 2007. Výjimečný průběh počasí v zimě 2006/2007 v Česku. *Meteorologické zprávy*, roč. 60, č. 4, s. 97–105. ISSN 0026-1173.
- SANDEV, M., 2017. Mechanismus cirkulace atmosféry vedoucí k vydatným srážkám a povodním ve střední Evropě. *Meteorologické zprávy*, roč. 70, č. 3, s. 78–86. ISSN 0026-1173.
- TOLASZ, R., 2007. Atlas podnebí Česka. Praha – Olomouc: ČHMÚ, UP Olomouc. ISBN 978-80-86690-26-1; ISBN 978-80-244-1626-7.
- TOLASZ, R., 2010. Rozmary počasí v Česku v průběhu roku 2009. *Meteorologické zprávy*, roč. 63, č. 1, s. 4. ISSN 0026-1173.
- VMJ, 2020. Interní databáze Vlastivědného muzea Jesenicka. Vlastivědné muzeum Jesenicka, p. o. Zámecké náměstí 1, 790 01 Jeseník.

Lektoři (Reviewers):

RNDr. František Šopko, Ing. Pavel Lipina

POČASÍ A ROSTLINY

Fenologický vývoj na území ČR v lednu a únoru 2021

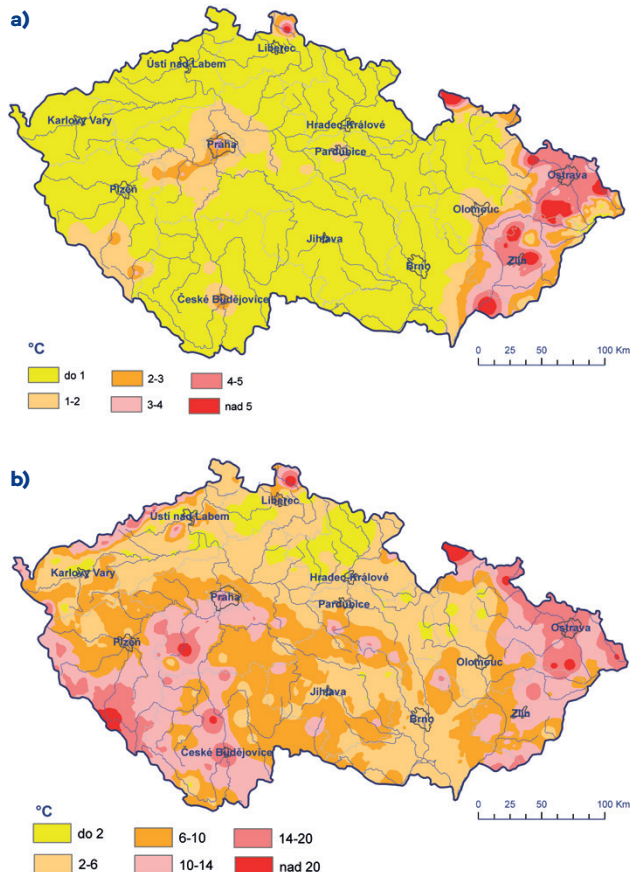
Stejně jako v loňském roce i letos Vás budeme pravidelně informovat o stavu počasí a rostlin v České republice z hlediska teploty vzduchu, teploty půdy, úhrnu srážek a fenologického vývoje vegetace za předcházející měsíce. V tomto čísle se jedná o časové období od začátku roku do 28. února 2021.

Teplota vzduchu je důležitá veličina podmiňující existenci živých organismů, zásadním způsobem ovlivňuje růst a vývoj rostlin. V bioklimatologii rostlin se používá tzv. **efektivní teplota vzduchu**. Jedná se o teplotu vzduchu zmenšenou o hodnotu biologického minima teploty (někdy též nazýváno „biologická teplotní nula“ nebo „nula efektivní teploty“). Pro většinu rostlin pásma mírného klimatu jde o teplotu 5 °C. Při nižší teplotě rostlina přestává růst, omezuje metabolické procesy a transformaci energie. Sumy efektivních teplot nad 5 °C se hojně využívají zejména v zemědělství jako kritérium pro hodnocení vlivu teploty vzduchu na růst a vývoj rostlin.

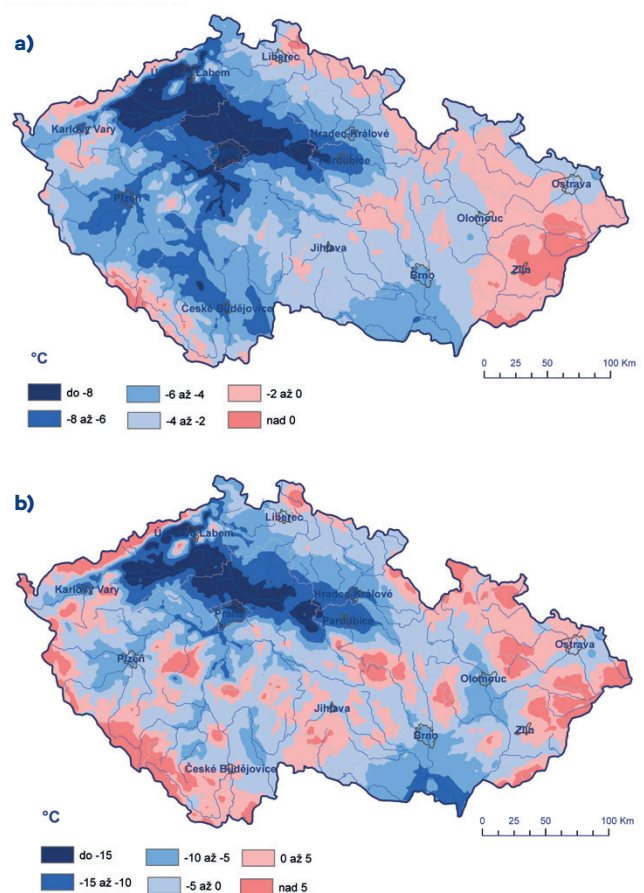
Suma efektivních teplot nad 5 °C od začátku roku k 31. 1. a k 28. 2. 2021 je uvedena v následujících mapách.

Ve srovnání s předchozím rokem 2020 byl letošní průběh zimy 2020/2021 výrazně chladnější. Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C dosahovala ke konci února 2020 hodnot vyšší než

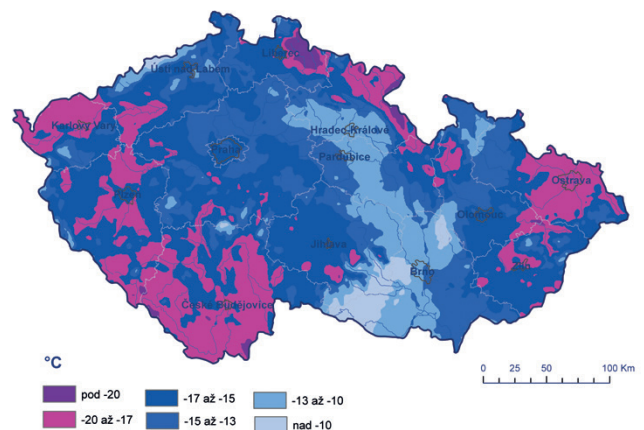
44 °C, v letošním roce byly hodnoty sumy efektivní teploty vzduchu ke konci února vyšší než 20 °C. To potvrzují i odchylky sumy efektivních teplot vzduchu nad 5 °C od normálu 1981–2010 (obr. 2), které ke konci února byly v rozmezí –15 °C až +5 °C. Na mapách je zachycen i inverzní ráz počasí, na horách bylo tepleji než v nížinách. Mrazy kulminovaly v polovině února, na mnoha lokalitách byla minimální teplota vzduchu nižší než –20 °C (obr. 3). Naštěstí ležela na zemi, v době nejvyšších mra-



Obr. 1 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C k 31. 1. 2021 (a) a k 28. 2. 2021 (b).



Obr. 2 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C (odchylka od normálu 1981–2010) k 31. 1. 2021 (a) a k 28. 2. 2021 (b).

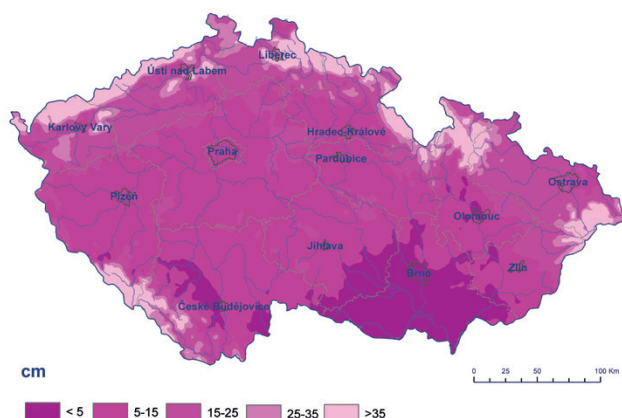


Obr. 3 Minimální teplota vzduchu (měřeno ve 2 m) 15. 2. 2021.

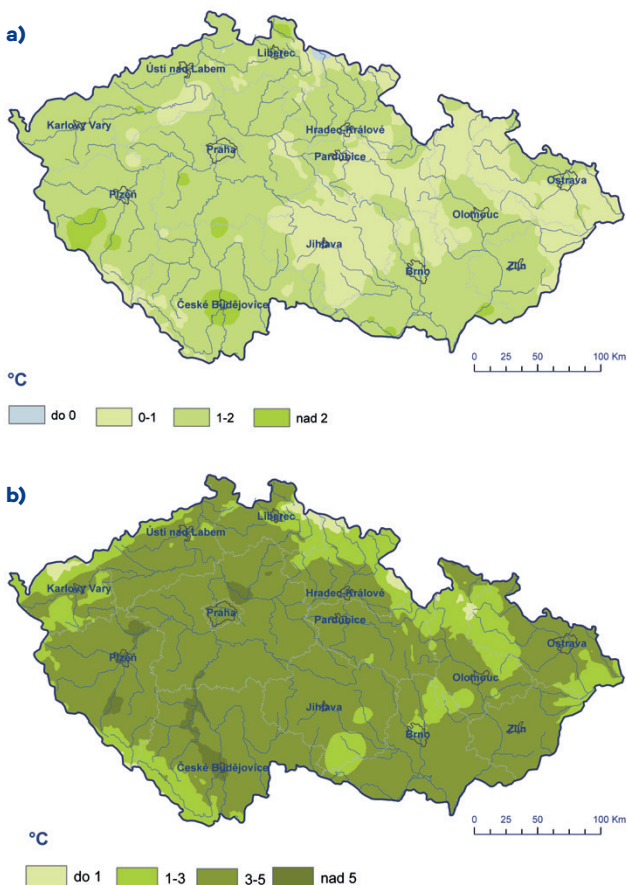
zů, sněhová pokrývka (obr. 4). Pro přezimování rostlin, zejména polních plodin je důležité, aby v době mrazů ležela na poli sněhová pokrývka, protože holomrazy jsou pro vývoj rostlin velmi nebezpečné. Vícedenní mrazy pomohou v přírodě zničit některé škůdce, např. hraboše polního či klíště obecné. A zároveň se, díky sněhové pokrývce, doplňuje i chybějící vlaha v půdě

Teplota půdy je důležitá pro přezimování plodin, klíčení semen, růst a vývoj kořenového systému. Jak se měnila průměrná denní teplota půdy v 10 cm v zimních měsících leden a únor, to ukazují mapy k 31. 1. a 28. 2. 2021 (obr. 5).

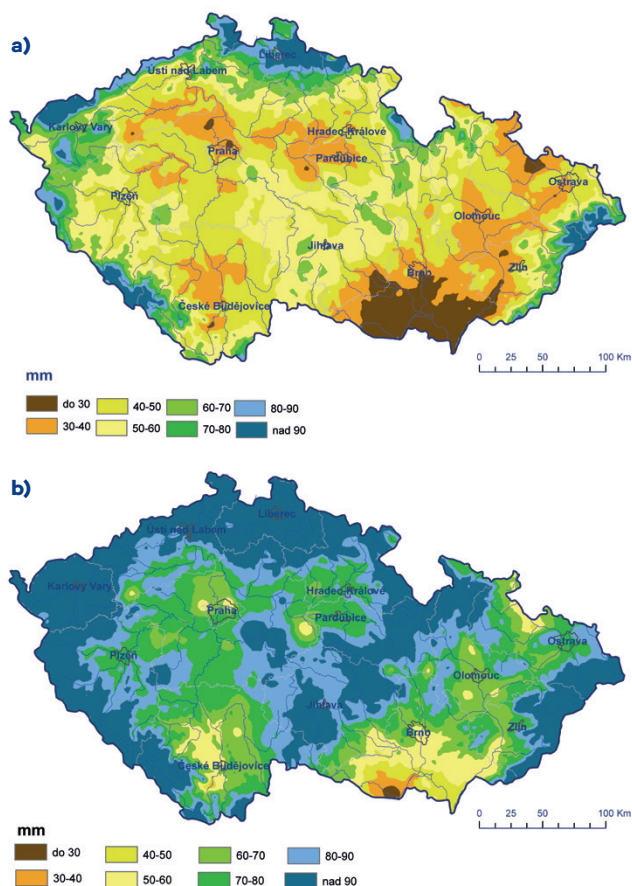
Atmosférické srážky jsou hlavním zdrojem vody pro rostliny. **Kumulativní úhrn atmosférických srážek** (od 1. 1. 2021) k 31. 1. a 28. 2. je zobrazen v mapách (obr. 6). V letošní zimě



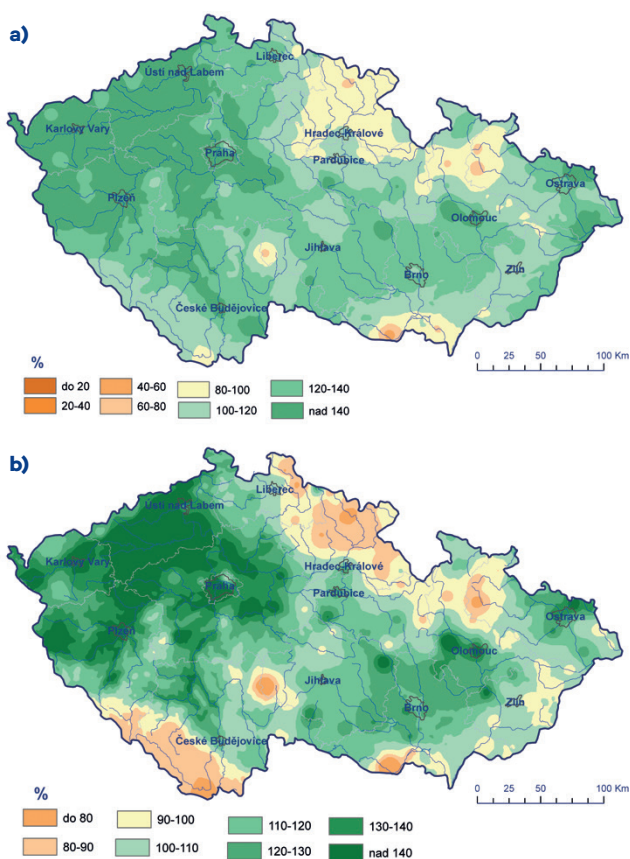
Obr. 4 Maximální výška celkové denní výšky sněhu v období 1. 1.–17. 2. 2021.



Obr. 5 Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 31. 1. 2021 (a) a 28. 2. 2021 (b).



Obr. 6 Kumulativní úhrn srážek k 31. 1. 2021 (a) a k 28. 2. 2021 (b).



Obr. 7 Kumulativní úhrn srážek (% normálu 1981–2010) k 31. 1. 2021 (a) a k 28. 2. 2021 (b).



Obr. 8 Samčí květenství lísky obecné (a), květy sněženky podsněžník (b).

byla většina srážek ve formě sněhu, na rozdíl od zimy předchozí, kdy většina atmosférických srážek byla ve formě deště. Srovnání s normálem 1981–2010 je uvedeno v obrázku 7.

Vegetace se v letošním roce probouzela velmi pozvolna, na konci února jsme pouze na několika lokalitách zaznamenali kvetení lísky (obr. 8a), butonizaci olše a první květy sněženek (obr. 8b).

Ve srovnání s předchozím rokem je to cca o 14 dní později, i pylová sezóna začala v letošním roce později. Další vývoj vegetace závisí na průběhu počasí. Pro přírodu je výrazně lepší, pokud je vývoj vegetace pozvolný a v obvyklém časovém období, výrazné teplotní výkyvy jí neprospívají.

Lenka Hájková

INFORMACE

Prof. RNDr. Ing. Milan Nedelka, CSc.

V pondělí 25. ledna 2021 zemřel pan profesor Milan Nedelka, významný slovenský a československý letecký meteorolog. V průběhu své velmi pestré a bohaté praxe pracoval jako letecký meteorolog, působil ve vedoucích funkcích Slovenského hydrometeorologického ústavu a Státní letecké inspekce, pracoval v řadě mezinárodních komisí a pracovních skupin, které měly co do činění s leteckou meteorologií. Značnou část své pozornosti a odborných aktivit věnoval i pedagogické činnosti, kromě jiného řadu let přednášel Leteckou meteorologii na Vysoké škole dopravy a spojů v Žilině, nynější Žilinské univerzitě v Žilině (Krška 2012).

A právě na univerzitě jsem se s panem profesorem, tehdy ještě RNDr. Milanem Nedelkou, před mnoha lety setkal. Bylo to počátkem 80. let, pro studenty oboru letecké dopravy představoval předmět Letecká meteorologie, který přednášel právě dr. Nedelka, významnou součástí studia.

Výuku předmětu předcházela pověst velmi pestrých a zajímavých přednášek. Spolužáci z vyšších ročníků nám již předem avizovali, že přednášející má velmi osobitý a energický přístup, který dokáže zpestřit a obohatit i praktickými zkušenostmi, a že na jeho přednáškách se studenti rozhodně nenudí. Taky jsme byli upozorněni, že není vůbec dobré nevěnovat výkladu pozornost, o podřimování ani nemluvě.

Už první přednáška všechny tyto zvěsti potvrdila, pan profesor byl opravdu energický, jeho projev byl velmi živý, doprovázený pečlivě připravenými grafickými podklady. Svůj výklad dopl-

ňoval příklady z praxe, které získal při své práci v letecké meteorologické službě. Přednášky z letecké meteorologie dokázal velmi flexibilně kombinovat s poznatky, pravidly a předpisy leteckých úřadů a komisí, kde rovněž působil. Tato skutečnost byla pro studenty leteckého oboru, potenciální pracovníky v letecké dopravě, kde meteorologie a její aplikace v praxi je nezbytná, obzvláště přínosná. Výklad často oživil zajímavými osobními zkušenostmi a zážitky z pobytu na vědeckovýzkumných lodích, dokázal o nich velmi poutavě a i vtipně vyprávět. Teoretická výuka byla prokládána i praxí. Při příhodné meteorologické situaci nás neváhal vyvést z učebny, která se nacházela na letišti v Dolním Hričově, a na stojance letištní plochy s námi probíral oblačnost, která se právě vyskytovala na obloze. Absolvovali jsme i exkurze na slovenská letiště, kde jsme měli možnost se seznámit s pracovištěm letecké meteorologické služby a mohli sledovat meteorology při práci.

Pan profesor byl člověk velmi velkorysý, s nadhledem, kterému rozhodně nechyběl smysl pro humor, jsem mu dodnes zavázán, že svým přístupem a formou výuky se přičinil, že meteorologie a klimatologie pro mne nebyly jen dalším z předmětů, který bylo nutno v rámci studia absolvovat.

Literatura:

KRŠKA, K., 2012. Osmdesáté narozeniny profesora Milana Nedelky. *Meteorologické zprávy*, roč. 65, č. 2, s. 64. ISSN 0026-1173.

Dušan Židek

Odešla legenda mezi dobrovolnými pozorovateli

V pátek 9. října 2020 zemřel po dlouhé nemoci ve věku 74 let Mgr. Jiří Haas – bývalý dlouholetý ředitel hvězdárny a poté i ředitel celého Muzea regionu Valašsko, jehož je nyní hvězdárna součástí, a také dobrovolný pozorovatel klimatologické stanice Vsetín.



Pan Jiří Haas při měření úhrnu srážek v prvních letech svého pozorování. Foto: archiv Hvězdárny Vsetín.

Jiří Haas se narodil 11. srpna 1946 ve Vsetíně. Velkou část svého života prožil v domě, který se nachází na Horním městě v půli cesty mezi hvězdárnou a zámekem. A právě s hvězdárnou i se zámekem byl spojen téměř celý jeho profesní život.

Po absolvování oboru učitelství biologie a chemie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci nastoupil v září roku 1971 na hvězdárnu Vsetín jako samostatný odborný pracovník a ihned se také stal pozorovatelem manuální klimatologické stanice. Krátce nato, 1. ledna 1973, byl jmenován ředitelem hvězdárny.

Pod jeho dlouholetým vedením přešla hvězdárna postupně z dob promítaček a diapozitivů až k dnešním moderním technologiím – počítačům a dataprojektorům, a například také hlavní budova hvězdárny byla rozšířena o přístavbu do dnešní podoby.

Ve své činnosti na hvězdárně se kromě ředitelování hodně věnoval práci s dětmi a mládeží. Například pro děti z mateřských škol vytvořil vlastní kreslené astronomické pohádky, v nichž se malé děti mnohdy poprvé seznámily s vesmírem. Jak sám nedávno řekl: „V této práci jsem se vyžil v plné míře“.

Na začátku roku 2005 se Hvězdárna Vsetín stala součástí Muzea regionu Valašsko a Jiří Haas byl jmenován jeho ředitelem. A protože ředitel muzea sídlí na vsetínském zámku, splnilo se mu tak trochu jedno z jeho přání, a to navázat na svého dědu, který na začátku minulého století pomáhal s renovací zámku poškozeného ničivým požárem. Funkci ředitele muzea pak vykonával až do svého odchodu do důchodu v roce 2009.

Jeho spolupráce s hvězdárnou tím však neskončila. Nejen že občas vypomáhal při akcích hvězdárny, ale i nadále zůstal správcem a pozorovatelem již automatizované klimatologické stanice. Meteorologická měření a pozorování vykonával od svého příchodu na hvězdárnu, tedy téměř 50 let! Jeho přístup k pozorování byl vždy maximálně zodpovědný a svědomitý, o čemž svědčí například i počet napozorovaných meteorologických jevů, který se vyrovná stanicím s profesionální obsluhou.

Vybrané klimatologické charakteristiky ze stanice Vsetín za posledních 50 let.

Charakteristika	Hodnota	Rok, datum
průměrný roční úhrn srážek	812,9 mm	1970–2019
maximální roční úhrn srážek	1 159,3 mm	1997
minimální roční úhrn srážek	509,1 mm	2015
maximální měsíční úhrn srážek	392,6 mm	červenec 1997
minimální měsíční úhrn srážek	0,1 mm	listopad 2011
maximální denní úhrn srážek	103,2 mm	6. 7. 1997
průměrná sezónní výška nového sněhu	126 cm	1970/71–2019/20
maximální sezónní výška nového sněhu	293 cm	2005/2006
minimální sezónní výška nového sněhu	28 cm	2019/2020
maximální denní úhrn nového sněhu	34 cm	30. 12. 2005
maximální celková výška sněhu	87 cm	12.–13. 2. 2006
maximální vodní hodnota sněhu	168,7 mm	20. 2. 2006
průměrná roční teplota vzduchu	11,8 °C	1971–2020
průměrná měsíční teplota vzduchu v lednu	–2,9 °C	1971–2020
průměrná měsíční teplota vzduchu v červenci	25,8 °C	1970–2019
absolutní maximální teplota vzduchu	36,8 °C	22. 7. 2015
absolutní minimální teplota vzduchu	–26,9 °C	24. 1. 2006
průměrná roční relativní vlhkost vzduchu	79,4 %	1971–2020
nejnižší naměřená relativní vlhkost vzduchu	11%	23. 3. 2003
průměrná roční rychlost větru	2,4 m·s ^{–1}	1971–2020
nejčastější směr větru	J – 15,5 %	1971–2020
absolutní maximální rychlost větru	23,6 m·s ^{–1}	19. 3. 2021
průměrná roční oblačnost	6,3	1971–2020
průměrný roční úhrn slunečního svitu	1 537,6 h	1971–2020
maximální roční úhrn slunečního svitu	2 037,6 h	2003
minimální roční úhrn slunečního svitu	1 123,5 h	1980
maximální měsíční úhrn slunečního svitu	307,2 h	srpen 2003
minimální měsíční úhrn slunečního svitu	13,4 h	únor 2009
maximální denní úhrn slunečního svitu	14,2 h	19.–20. 6. 2002
průměrný roční počet dnů s bouřkou	27,7	1971–2020
průměrný roční počet dnů s mlhou	154,2	1971–2020
průměrný roční počet dnů se srážkami	185,7	1971–2020
průměrný roční počet dnů se sněžením	53,6	1971–2020
nejvyšší roční počet dnů s kroupami	6	1999, 2002, 2005

Důkazem toho jsou například jeho pověstné záznamy kouřma v nočních hodinách se změnou intenzity.

Nejen jeho bývalým kolegům z hvězdárny anebo z muzea, ale také desítkám, či spíše stovkám (kdysi mladých) zájemců o astronomii a kosmonautiku, jež postupně vedl ve svých astronomických kroužcích, zůstane Jiří Haas navždy v paměti.

Miroslav Řepka, Pavel Svozil

Meteorologické zprávy

Meteorological
Bulletin

Odborný recenzovaný časopis se zaměřením na meteorologii, klimatologii, kvalitu ovzduší a hydrologii. Dvuměsíčník

Reviewed journal specialized in meteorology, climatology, air quality and hydrology. Bi-monthly

Vydavatel (redakce) – Publishers

Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17,
143 06 Praha 4-Komořany

Czech Hydrometeorological Institute, Na Šabatce 2050/17,
143 06 Praha 4-Komořany, Czech Republic

e-mail: mz@chmi.cz, casmz.chmi.cz

Vedoucí redaktor – Chief Editor

R. Tolasz, Český hydrometeorologický ústav, Ostrava, Česká republika

Redaktor – Assistant Editor

H. Stehlíková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

Redakční rada – Editorial Board

J. Bednář, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

R. Brožková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

R. Čekal, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

Z. Horký, Praha, Česká republika

F. Hudec, Univerzita obrany, Brno, Česká republika

I. Hůnová, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

P. Huszár, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

M. Kučerová, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

K. Krška, Brno, Česká republika

M. Lapin, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

F. Neuwirth, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Austria

L. Němec, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

V. Pastirčák, Bratislava, Slovenská republika

D. Řezáčová, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

M. Setvák, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

J. Strachota, Praha, Česká republika

J. Sulan, Český hydrometeorologický ústav, Plzeň, Česká republika

F. Šopko, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

A. Vizina, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Praha, Česká republika

H. Vondráčková, Praha, Česká republika

V. Voženílek, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, Česká republika

Abstracting and Indexing:

Meteorological and Geostrophysical Abstracts

Tisk:

Akontext s. r. o., Zárybníčná 2048/7, 141 00 Praha 4

ISSN 0026-1173

Registrační číslo MK ČR E 5107

© Meteorologické zprávy, Český hydrometeorologický ústav

Hydrologické dny

9. až 10. září 2021

V čem je budoucnost hydrologie v Česku a na Slovensku?
Role, výzvy, příležitosti a hrozby v kontextu vývoje technologií a společnosti.

Zaměření konference:

V posledních několika letech jsme byli svědky extrémních projevů sucha. Epizody sucha střídaly lokální přivalové deště a teprve v roce 2020 se situace začala pomalu zlepšovat. Proto je nutné stále hledat správné přístupy, jak se na oba tyto extrémy nejlépe připravit. Jak v dobách sucha zadržet vodu v krajině, jak s ní co nejlépe hospodařit a také jak využít povodní a přitom minimalizovat škody.

Cílem konference Hydrobiologické dny je diskuze odborníků, předání poznatků a stanovení cílů pro hydrologii. Proto budou hlavním programem konference diskuzní panely, ale nebudou chybět ani krátké prezentace

Témata diskuzních panelů:

- Technologie
- Hydrologie a měnící se lidská společnost a její požadavky
- Globalizace
- Jak bude vypadat československý hydrolog budoucnosti?

Témata přednáškových bloků/mikroprezentací:

- Pozorování, nové metody měření, big data
- Nejistoty v hydrologii
- Modelování a predikce (Earth system modelling)
- Hydrologické extrémy
- Historická variabilita a proxydata
- Společenské potřeby – interakce
- Ekohydrologie
- Role experimentální hydrologie
- Vzdělávání v hydrologii a vodním hospodářství

Místo konání: online

Jednací jazyk: čeština, slovenština, angličtina (tlumočení)

<http://www.hydrologickedny.cz/>