

KVALITA OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2020

Předběžné zhodnocení

I. část

Zhodnocení koncentrací PM₁₀, PM_{2,5}, O₃, NO₂, SO₂ a CO

Bc. Hana Škáchová, Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany

RNDr. Leona Vlasáková, Ph.D., Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany

RNDr. Markéta Schreiberová, Oddělení ISKO, ČHMÚ Praha-Komořany

Mgr. Jáchym Brzezina, Oddělení KO, ČHMÚ Pobočka Brno

Mgr. Klára Sedláková, Oddělení VK, ČHMÚ Praha-Komořany

Úsek kvality ovzduší

ČHMÚ Praha-Komořany

Obsah

Datová základna a metodika pro předběžné vyhodnocení	2
Shrnutí	3
I. Meteorologické a rozptylové podmínky	5
II. Index kvality ovzduší.....	8
III. Kvalita ovzduší na území České republiky v roce 2020.....	11
III.1 Suspendované částice PM ₁₀	11
III.2 Suspendované částice PM _{2,5}	16
III.3 Přízemní ozon (O ₃)	19
III.4 Oxid dusičitý (NO ₂).....	22
III.5 Oxid siřičitý (SO ₂).....	25
III.6 Oxid uhelnatý (CO).....	26
IV. Smogový a varovný regulační systém	27
V. Kvalita ovzduší na území České republiky během nouzových stavů.....	27
V.1 Vliv na intenzitu dopravy	28
V.2 Oxidy dusíku (NO _x)	29
V.3 Suspendované částice PM ₁₀	31
VI. Kontakty	33
VII. Přílohy	34

Datová základna a metodika pro předběžné vyhodnocení

Úsek kvality ovzduší Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), jakožto ústřední orgán České republiky pro obor ochrany čistoty ovzduší, vydává předběžnou zprávu týkající se zhodnocení kvality ovzduší a rozptylových podmínek na území České republiky v roce 2020.

Z důvodů procesu zpracování dat jsou **do tohoto hodnocení zahrnuty pouze neverifikované údaje¹ ze stanic automatizovaného imisního monitoringu (AIM) ČHMÚ a dalších příspěvatelů²**, na kterých byla splněna podmínka dostupnosti dat daná legislativou, dostupné v databázi ISKO ke dni 10. 1. 2021. Hodnocení se tedy týká suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5}, přízemního ozonu (O₃), oxidu siřičitého (SO₂), oxidu dusičitého (NO₂) a oxidu uhelnatého (CO). V hodnocení nejsou zahrnuty koncentrace látek z manuálního měření, tzn. koncentrace benzo[*a*]pyrenu, těžkých kovů, a benzenu, které budou vyhodnoceny v rámci II. části předběžného zhodnocení, které bude vydáno během dubna 2021.

Do tohoto hodnocení není možné z důvodu zpracování dat zahrnout i výsledky měření suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} z manuálního měření; v závěrečném hodnocení verifikovaných dat během podzimu 2021 tak může dojít ke změně některých číselných údajů. Hodnocení kvality ovzduší z hlediska imisních limitů pro ochranu ekosystémů a vegetace bude vyhodnoceno v závěrečném hodnocení verifikovaných dat během podzimu 2021.

Další detailnější informace podají zájemcům územně příslušná pracoviště ČHMÚ (viz kontakty na konci dokumentu).

¹ Neverifikovaná data z automatizovaných monitorovacích stanic mohou obsahovat chybné údaje a mohou být neúplná.

² ČEZ, Zdravotní ústavy a SZÚ, Severní energetická, a.s., město Plzeň, MÚ Třinec, město Šumperk, město Zlín, statuární město Brno, město Otrokovice, město Hranice, město Štětí, obec Loštice, obec Nošovice, Letiště Praha, a.s., ÚVGZ AV ČR, ÚCHP AV ČR, CEMTECH, a.s., Vápenka Čertovy schody, a.s., město Stětí

Shrnutí

Rok 2020 byl z hlediska kvality ovzduší výjimečný, jak vyplývá i z hodnocení založeného na indexu kvality ovzduší (IKO). Kvalita ovzduší byla v roce 2020 převážně velmi dobrá až dobrá. Nejčastěji byla velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší zaznamenána v Jihočeském a Plzeňském kraji a v kraji Vysočina, nejméně často v aglomeraci O/K/F-M³.

Koncentrace látek znečišťujících ovzduší (suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}, přízemní ozon (O₃), oxid dusičitý (NO₂), oxid siřičitý (SO₂) i oxid uhelnatý (CO) v roce 2020 opět poklesly a za hodnocené období 2010–2020⁴ dosáhly svých minim. Některé látky (PM₁₀, a PM_{2,5} a NO₂) dosáhly minim na většině měřicích stanic i za celou historii měření, tj. od 90. let 20. století v případě PM₁₀ a NO₂, od roku 2004 v případě PM_{2,5}.

Na poklesu koncentrací látek znečišťujících ovzduší se významně podílel měsíc únor, kdy byly výjimečně měřeny velice nízké koncentrace. Tento měsíc byl z pohledu vlivu meteorologických podmínek velmi neobvyklý: převažovaly dobré rozptylové podmínky, mimořádně nadprůměrné teploty a nadnormální výskyt srážek, tj. kombinace tří zásadních faktorů silně snižující úroveň polutantů v ovzduší.

Rok 2020 byl z hlediska znečišťování ovzduší a následného rozptylu znečišťujících látek příznivý i celkově. Rok 2020 byl na území ČR teplotně silně nadnormální a srážkově nadnormální. Vyšší teploty vedou ke snížené spotřebě paliv (tj. menší emise z vytápění), srážky jsou důležité pro vymývání polutantů z ovzduší (součást procesu samočištění atmosféry). V porovnání s desetiletým průměrem 2009–2019 panovaly v roce 2020 standardní rozptylové podmínky.

Nižší koncentrace polutantů byly měřeny i letním období roku (duben–září) díky normálnímu až silně nadnormálnímu výskytu srážek. Na poklesu koncentrací O₃ v letním období roku se podílely i měsíce charakterizované normálním až silně podnormálním průměrem teplot (květen–červenec).

Na poklesu imisních koncentrací se podílí i snižování emisí díky realizovaným opatřením pro zlepšení kvality ovzduší, tj. výměnám kotlů, postupující obnově vozového parku a technickým realizacím pro snižování emisí na velkých zdrojích.

Na poklesu koncentrací NO₂ se projevila také opatření spojená s vyhlášením nouzových stavů v důsledku šíření nového typu koronaviru SARS-COV-2. Detailní analýza vlivu nouzového stavu na kvalitu ovzduší ukázala, že v důsledku prokazatelného poklesu dopravy (stanoveného na základě geolokačních dat mobilních operátorů i sčítání dopravy) došlo také k poklesu emisí z dopravy. To se nejvíce projevilo na koncentracích oxidů dusíku.

Na městských dopravních stanicích byl rozdíl mezi koncentracemi NO_x v roce 2020 a jejich dlouhodobým průměrem odlišný než na blízkých stanicích pozadových. Na absolutní hodnoty koncentrací měly výrazný vliv meteorologické podmínky, proto je nutné věnovat pozornost právě relativním hodnotám. V roce 2020 nebyly vyhlášeny žádné smogové situace ani regulace, resp. varování z důvodu vysokých koncentrací suspendovaných částic PM₁₀, přízemního ozonu, ani jiné znečišťující látky.

Je třeba zdůraznit, že kvalita ovzduší byla příznivá z hlediska aktuálně hodnocených látek (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂ a CO). V dubnu zveřejníme II. část předběžné zprávy, v rámci které vyhodnotíme koncentrace

³ Aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek

⁴ V případě suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} je z důvodu nesplnění podmínky dostatku dat hodnoceno období 2011–2020 a 2012–2020.

karcinogenního benzo[*a*]pyrenu. I přes meteorologicky příznivý únor z pohledu vlivu na kvalitu ovzduší, lze u této látky předpokládat překročení ročního imisního limitu na řadě lokalit, zejména ve spojení s emisemi z lokálních vytápění a výskytem mírně nepříznivých až nepříznivých podmínek v lednu, listopadu a prosinci.

Z hlediska překročení imisních limitů pro ochranu lidského zdraví (zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění) lze konstatovat následující:

- V roce 2020 došlo k překročení 24hodinového imisního limitu PM_{10} ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, povolený počet překročení $35\times$ za kalendářní rok) na 3 % stanic (3 stanice z celkového počtu 116). Jednalo se o dvě průmyslové stanice (Brno-Zvonařka a Ostrava-Radvance-ZÚ) a venkovskou stanicí Věřňovice v aglomeraci O/K/F-M.
- Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM_{10} ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nebyl v roce 2020 překročen na žádné stanici ČR. K tomu došlo za celou historii měření PM_{10} od roku 1993 podruhé, po roce 2019.
- V roce 2020 vstoupil v souvislosti s právními předpisy EU v platnost přísnější imisní limit $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro roční průměrnou koncentraci $PM_{2,5}$. Do roku 2019 platil imisní limit $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci $PM_{2,5}$ ($20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byl v roce 2020 překročen na 2 z 85 stanic (2 %). K překročení došlo na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ a na venkovské pozadové stanici Věřňovice. Pro srovnání s minulými lety lze však konstatovat, že z hlediska imisního limitu platného do roku 2019 ($25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) by k překročení na žádné stanici nedošlo, a to poprvé v historii od počátku měření $PM_{2,5}$ v roce 2004.
- Imisní limit přízemního O_3 (denní maximum klouzavého 8hodinového průměru O_3 je $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, povolený počet překročení $25\times$ v průměru za tři roky) byl za tříleté období 2018–2020 překročen na 56 % stanic, tj. na 35 z 66 stanic, na kterých byly koncentrace O_3 měřeny, přičemž rok 2020 se na počtu překročení za hodnocené tři roky 2018–2020 podílel nejméně.
- Imisní limit ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) pro průměrnou roční koncentraci oxidu dusičitého (NO_2) nebyl překročen na žádné stanici poprvé za celou dobu sledování. Vysoké hodnoty koncentrací NO_2 jsou dlouhodobě zaznamenávány na stanici Praha 2-Legerova (hot spot). V roce 2020 byla na stanici Praha 2-Legerova naměřena roční průměrná koncentrace $38,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- Imisní limit hodinové koncentrace NO_2 ($200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) s maximálním povoleným počtem 18 překročení za rok nebyl v roce 2020 překročen na žádné stanici. Na žádné stanici nebyla překročena ani hodnota hodinového imisního limitu NO_2 .
- Imisní limity SO_2 (hodinová koncentrace $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, povolený počet překročení $24\times$ za kalendářní rok, a denní koncentrace $125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, povolený počet překročení $3\times$ za kalendářní rok) nebyly v roce 2020 překročeny na žádné stanici.
- K překročení imisního limitu CO (maximální denní 8hodinový průměr $10\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nedošlo v roce 2020 na žádné stanici.

I. Meteorologické a rozptylové podmínky

Rok 2020 byl na území ČR **teplotně silně nadnormální**, průměrná roční teplota vzduchu 9,1 °C byla o 1,2 °C vyšší než normál 1981–2010. Společně s roky 2000 a 2007 se tak uplynulý rok řadí jako pátý až sedmý nejteplejší od roku 1961. V průběhu roku se vyskytly pouze dva měsíce se zápornou odchylkou od normálu 1981–2010, a to květen (–2,1 °C), který je hodnocen jako silně podnormální a červenec (–0,1 °C), který je hodnocen jako teplotně normální. Dalšími teplotně normálními měsíci byly březen (odchylka +1,0 °C), červen (odchylka +0,6 °C), říjen (odchylka +0,9 °C) a listopad (odchylka +1,0 °C). Jako teplotně nadnormální byly označeny měsíce leden (odchylka +2,3 °C), duben (odchylka +1,3 °C), srpen (odchylka +1,5 °C), září (odchylka +1,2 °C) a prosinec (odchylka +2,6 °C). Nejvýraznější odchylka od normálu byla v únoru (+4,6 °C), který je hodnocen jako mimořádně nadnormální. S průměrnou měsíční teplotou 3,7 °C se společně s rokem 1966 jedná o nejteplejší únor od roku 1961 (Obr. 1).

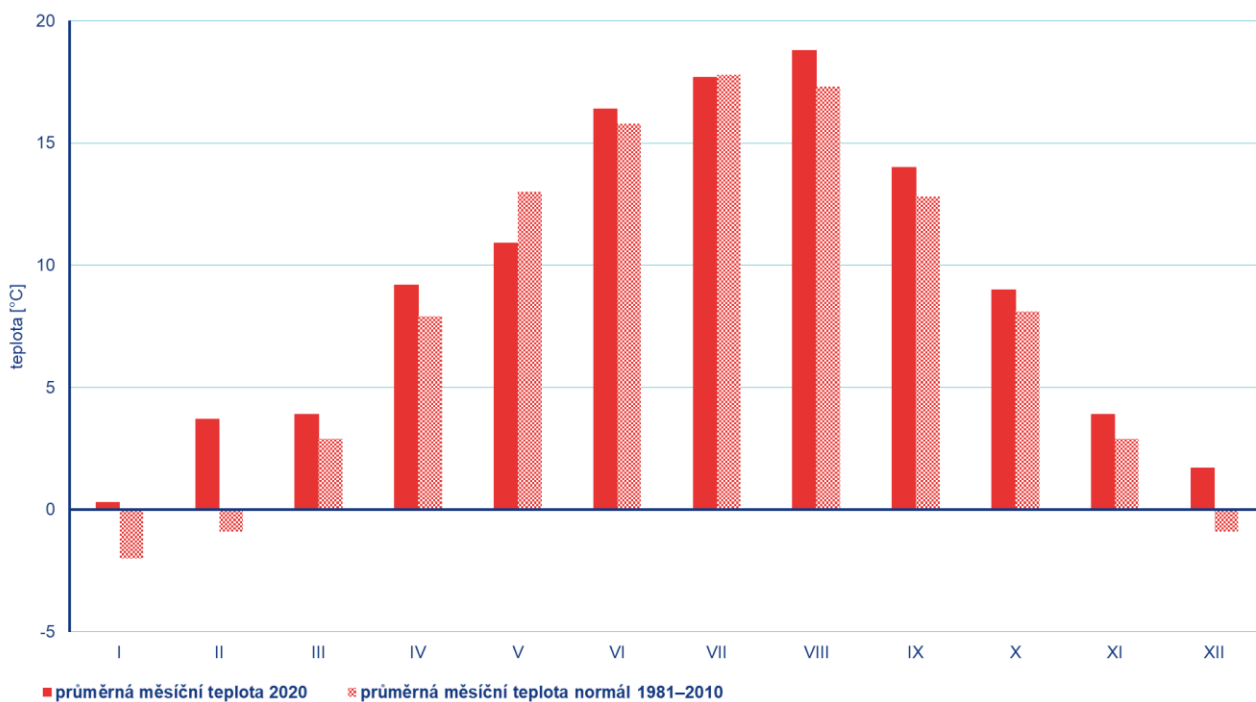
Srážkově byl rok 2020 na území ČR **nadnormální**. Průměrný roční úhrn srážek 761 mm představuje 111 % normálu 1981–2010 a jedná se o 10. nejvyšší roční úhrn srážek zaznamenaný od roku 1961. K vysokému srážkovému úhrnu přispěl zejména mimořádně nadnormální červen se srážkovým úhrnem 151 mm (191 % normálu). Silně nadnormální byly také měsíce únor (205 % normálu) a říjen (212 % normálu). Jako nadnormální byl označen měsíc srpen (139 % normálu) a září (126 % normálu). Během roku se vyskytly celkem tři srážkově silně podnormální měsíce, a to leden (43 % normálu), duben (43 % normálu) a listopad (45 % normálu). Červenec (69 % normálu) a prosinec (52 % normálu) byly srážkově podnormální, březen (75 % normálu) a květen (109 % normálu) pak srážkově normální (Obr. 2).

V porovnání s desetiletým průměrem 2009–2019 panovaly v roce 2020 **standardní rozptylové podmínky** (Obr. 3). Dobré rozptylové podmínky (RP), vyjádřené pomocí ventilačního indexu⁵ pro celou Českou republiku, byly v roce 2020 zaznamenány ve 315 dnech. V porovnání s desetiletým průměrem se jedná o zlepšení o 7 %. Mírně nepříznivé rozptylové podmínky se v roce 2020 vyskytly ve 41 dnech, nepříznivé rozptylové podmínky pak v 10 dnech.

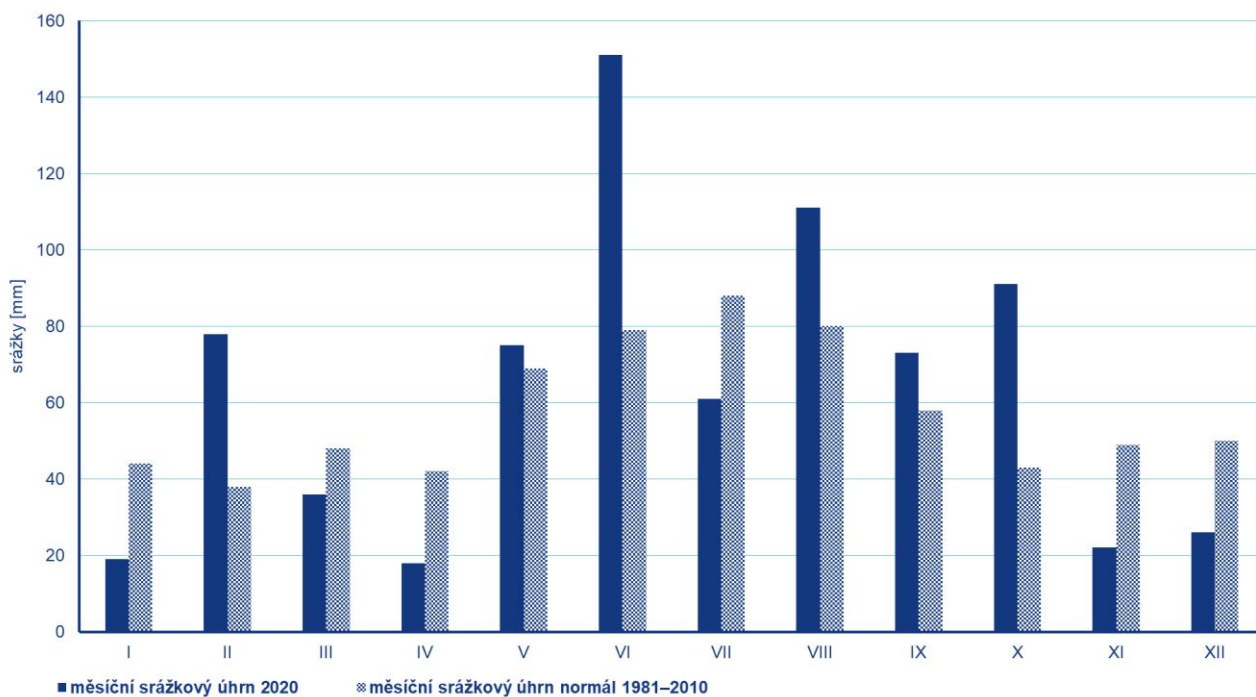
Nejvíce dobrých rozptylových podmínek bylo během roku zaznamenáno v květnu (100 %), nejméně naopak v listopadu (53 %) (Obr. 4). Nepříznivé rozptylové podmínky byly zaznamenány v lednu (13 %), v listopadu a prosinci (10 %).

V jednotlivých krajích a aglomeracích se rozložení četností rozptylových podmínek od celorepublikového průměru liší. Všechny tři typy rozptylových podmínek byly zaznamenány ve všech krajích a aglomeracích. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek bylo zaznamenáno v Moravskoslezském a Libereckém kraji (90 %), naopak nejvíce nepříznivých podmínek v Plzeňském kraji (6 %).

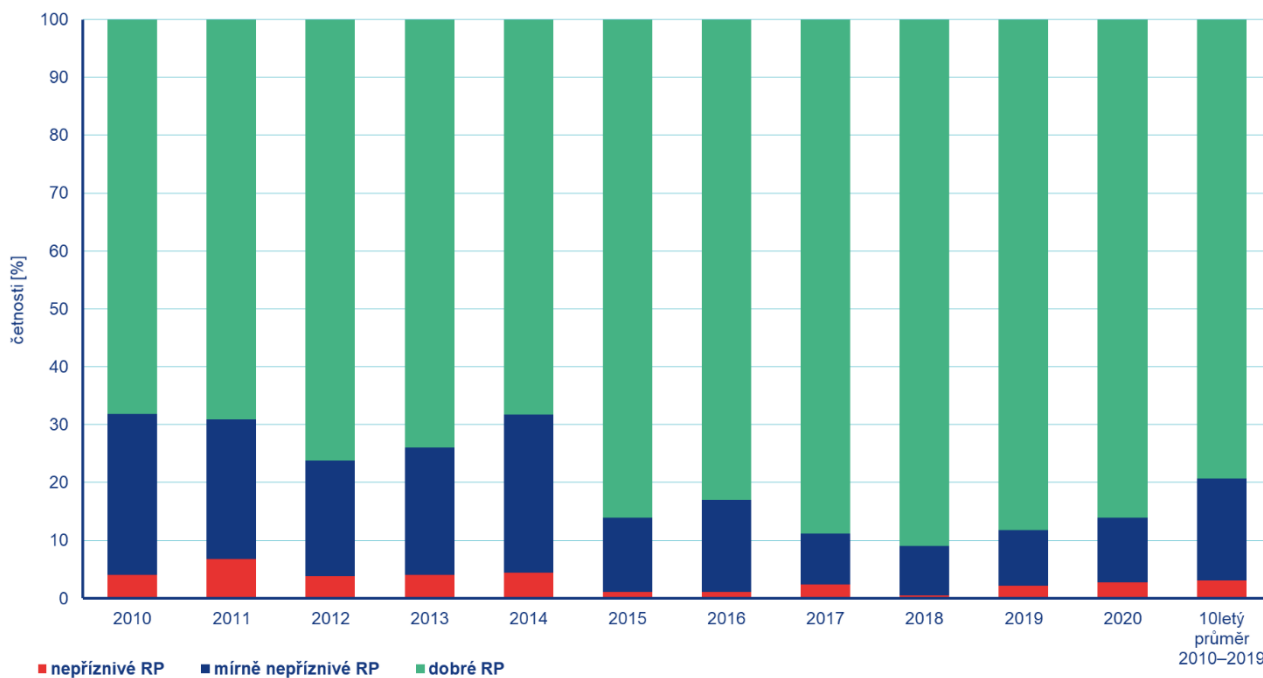
⁵ http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/mesprehledy.html#ventindex



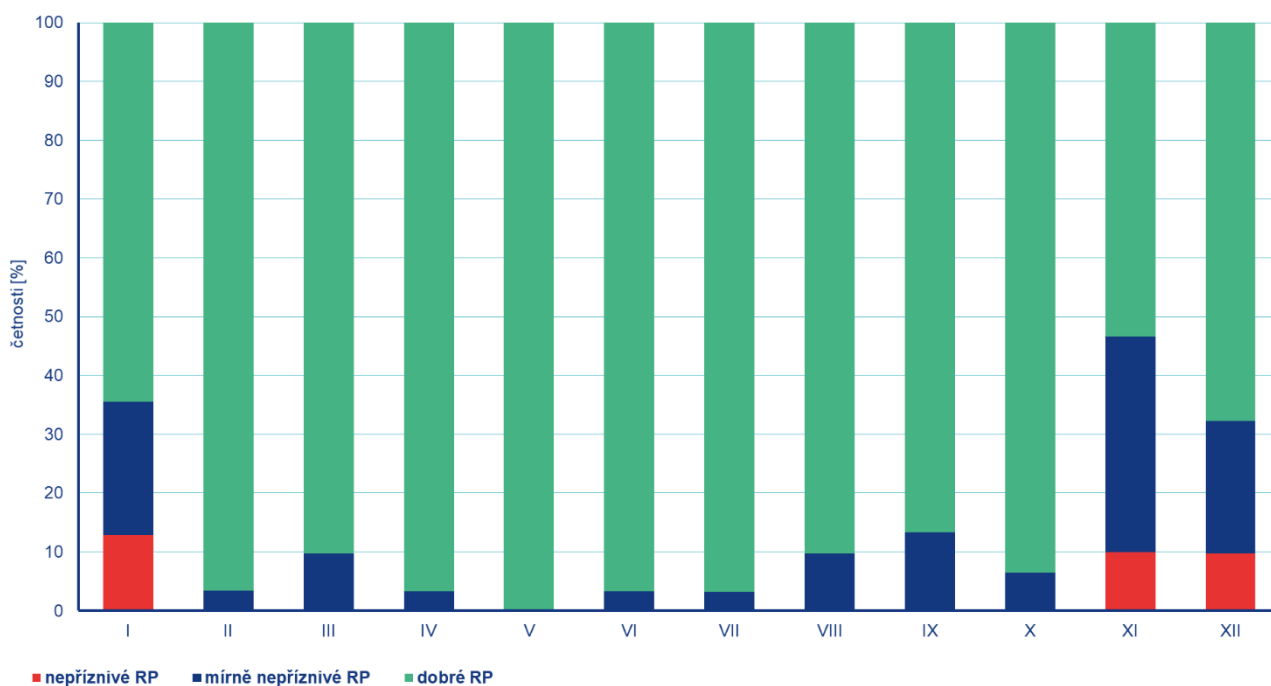
Obr. 1 Průměrné měsíční teploty vzduchu v roce 2020 v porovnání s normálem 1981–2010



Obr. 2 Měsíční úhrny srážek v roce 2020 v porovnání s normálem 1981–2010



Obr. 3 Četnosti výskytu rozptylových podmínek, 2010–2020



Obr. 4 Četnosti výskytu rozptylových podmínek v jednotlivých měsících, rok 2020

II. Index kvality ovzduší

Index kvality ovzduší (IKO) podává souhrnnou informaci o kvalitě ovzduší na konkrétní měřicí stanici. IKO byl navržen Úsekem kvality ovzduší ČHMÚ ve spolupráci se Státním zdravotním ústavem (SZÚ). Výpočet IKO je založen na vyhodnocení 3hodinových klouzavých koncentrací oxidu siřičitého (SO₂), oxidu dusičitého (NO₂) a suspendovaných částic (PM₁₀) současně. V letním období (1. 4. – 30. 9.) se navíc hodnotí také 3hodinové klouzavé koncentrace přízemního ozonu (O₃). Aktuální hodnoty IKO jsou dostupné na internetových stránkách ČHMÚ⁶, spolu s konkrétními radami a doporučeními SZÚ⁷ k zajištění ochrany lidského zdraví. Uvedená zdravotní doporučení jsou podložena hodnoceními Světové zdravotnické organizace (WHO).

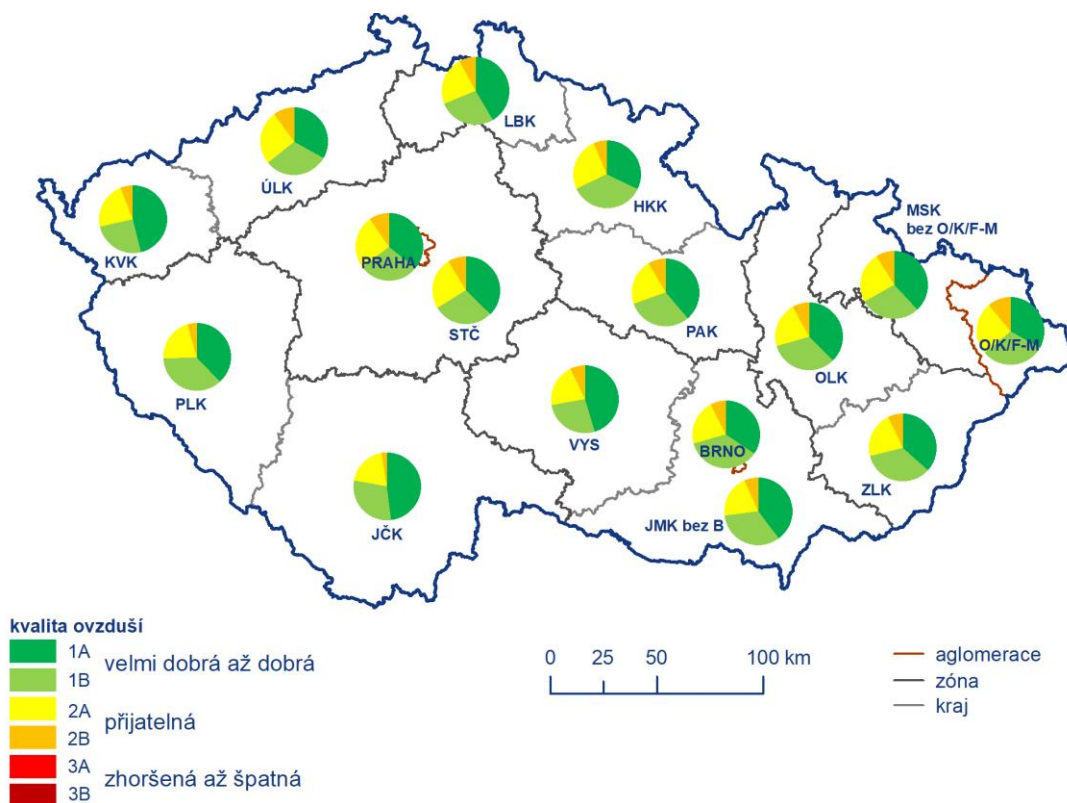
Hodnoceno pro jednotlivé kraje **na městských a předměstských stanicích** se první stupeň IKO (velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší) vyskytoval nejčastěji v Jihočeském (78 %), Plzeňském (74 %) a Jihomoravském (73 %) kraji, nejméně často v aglomeraci O/K/F-M (63 %) (Obr. 5). Třetí stupeň IKO (zhoršená až špatná kvalita ovzduší) byl zaznamenán nejčastěji v Moravskoslezském kraji včetně aglomerace O/K/F-M (0,3 %), naopak vůbec se nevyskytl v Libereckém kraji.

Hodnoceno pro jednotlivé kraje, **na venkovských stanicích** se první stupeň IKO (velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší) vyskytoval nejčastěji v Olomouckém kraji a v kraji Vysočina (68 %), nejméně často v Pardubickém kraji (44 %) (Obr. 6). Třetí stupeň IKO (zhoršená až špatná kvalita ovzduší) byl zaznamenán jen výjimečně. Nejčastěji v aglomeraci O/K/F-M (1 %), naopak vůbec se nevyskytl v Jihočeském, Karlovarském, Královéhradeckém, Libereckém, Pardubickém a Středočeském kraji a v kraji Vysočina.

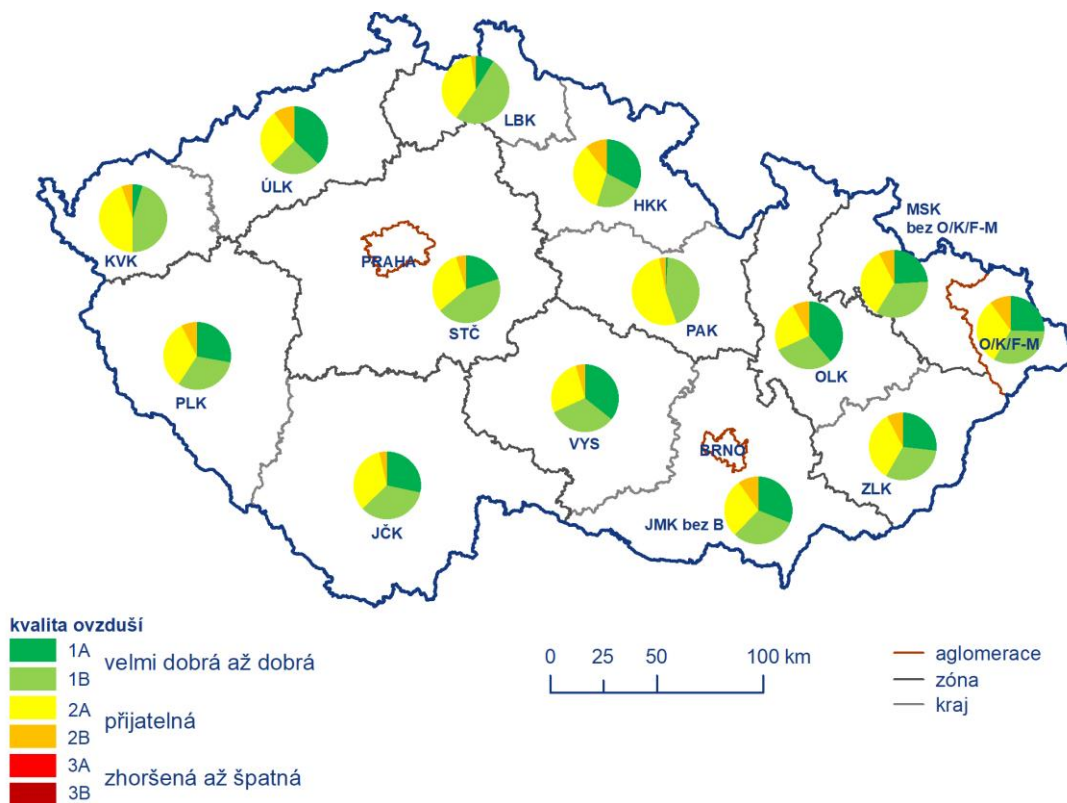
Hodnoceno pro jednotlivé kraje, **na dopravních stanicích** se první stupeň IKO (velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší) vyskytoval nejčastěji v Plzeňském (76 %) a v Jihočeském (71 %) kraji, nejméně často v Ústeckém kraji (50 %) (Obr. 7). Třetí stupeň IKO (zhoršená až špatná kvalita ovzduší) byl zaznamenán nejčastěji v Ústeckém kraji (1 %) a v aglomeracích Brno, O/K/F-M a Praha (0,6 %), naopak vůbec se nevyskytl v Plzeňském kraji.

⁶ http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/actual_3hour_data_CZ.html

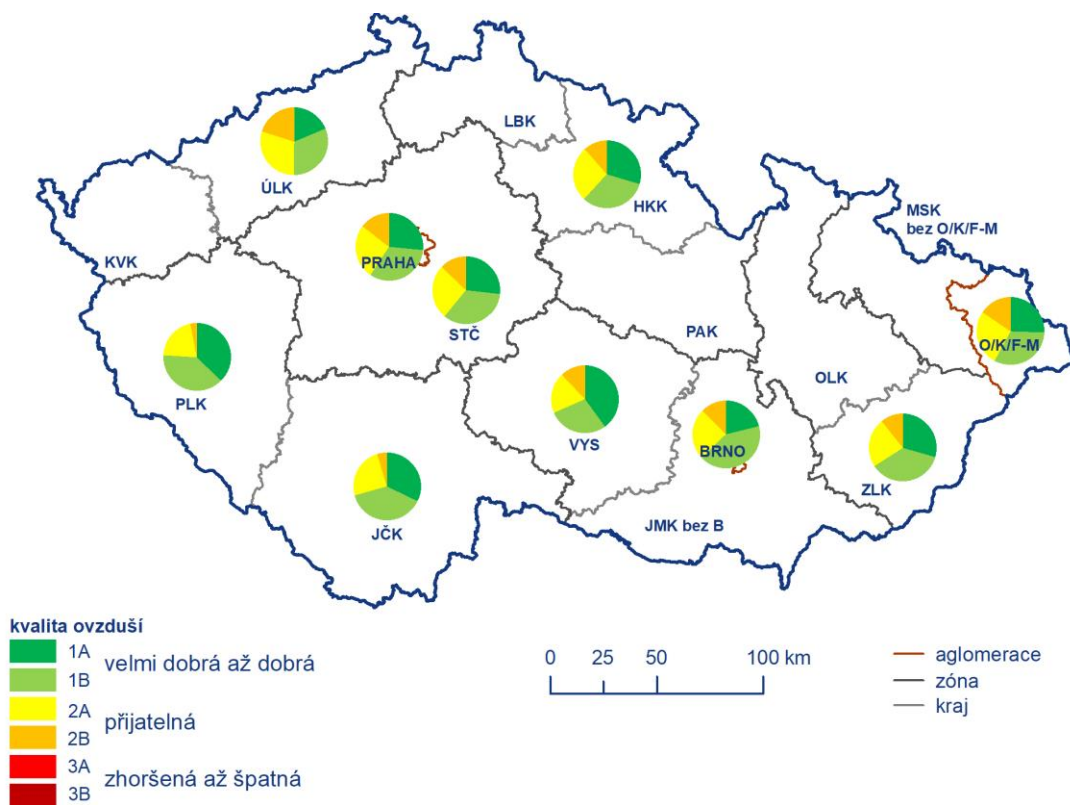
⁷ http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/d_szu.pdf



Obr. 5 Skladba indexu kvality ovzduší na městských a předměstských pozadových měřicích stanicích, rok 2020



Obr. 6 Skladba indexu kvality ovzduší na venkovských pozadových měřicích stanicích, rok 2020



Obr. 7 Skladba indexu kvality ovzduší na dopravních měřicích stanicích, rok 2020

III. Kvalita ovzduší na území České republiky v roce 2020

Suspendované částice jsou tvořeny směsí pevných a kapalných částic o aerodynamickém průměru menším než $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}), resp. $2,5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$). Suspendované částice mají široké spektrum účinků na srdečně-cévní a respirační ústrojí. Od roku 2013 jsou zařazeny mezi prokázané lidské karcinogeny⁸. Jejich vliv na lidské zdraví závisí na jejich velikosti, tvaru a složení. Jejich součástí mohou být i polycyklické aromatické uhlovodíky a těžké kovy⁹.

III.1 Suspendované částice PM_{10}

K překročení 24hodinového imisního limitu PM_{10} ($50\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, povolený počet překročení 35×) došlo v roce 2020 na 3 % stanic (3 stanice z celkového počtu 116). Jednalo se o dvě průmyslové stanice (Brno-Zvonařka a Ostrava-Radvance-ZÚ) a venkovskou stanici Věřňovice v aglomeraci O/K/F-M (Obr. 8).

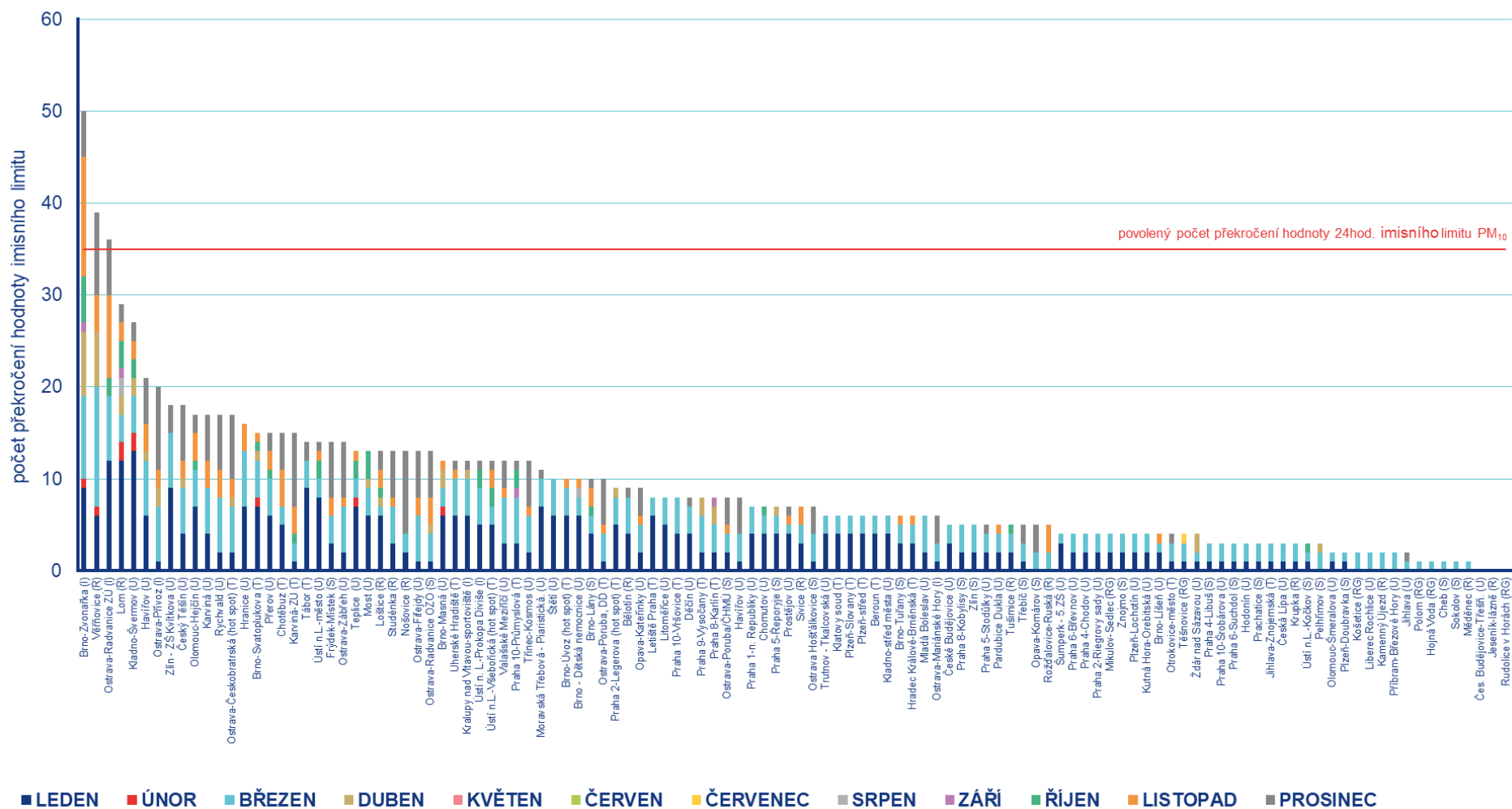
Na stanici Brno-Zvonařka (50× překročení hodnoty imisního limitu) dochází k překročení imisního limitu v důsledku intenzivní stavební činnosti spojené s vyšším výskytem prašnosti v blízkosti stanice. Na stanici Věřňovice (39× překročení hodnoty imisního limitu) se projevuje kombinace vlivu znečištění ovzduší z jižního Polska a specifické oblasti sníženiny Olše. Z tohoto důvodu minimální reprezentativnosti stanice pro český venkov nejsou výsledky měření z této stanice zahrnuty v dalších charakteristikách (roční chod měsíčních koncentrací a vývoj koncentrací).

K překračování hodnoty imisního limitu docházelo nejčastěji v lednu, březnu a prosinci (více než 70 % případů překročení celkově pro všechny stanice). V březnu byla hodnota imisního limitu překročena na nejvyšším počtu 113 stanic ze 116, v lednu pak na 100 stanicích a v prosinci na 48 stanicích.

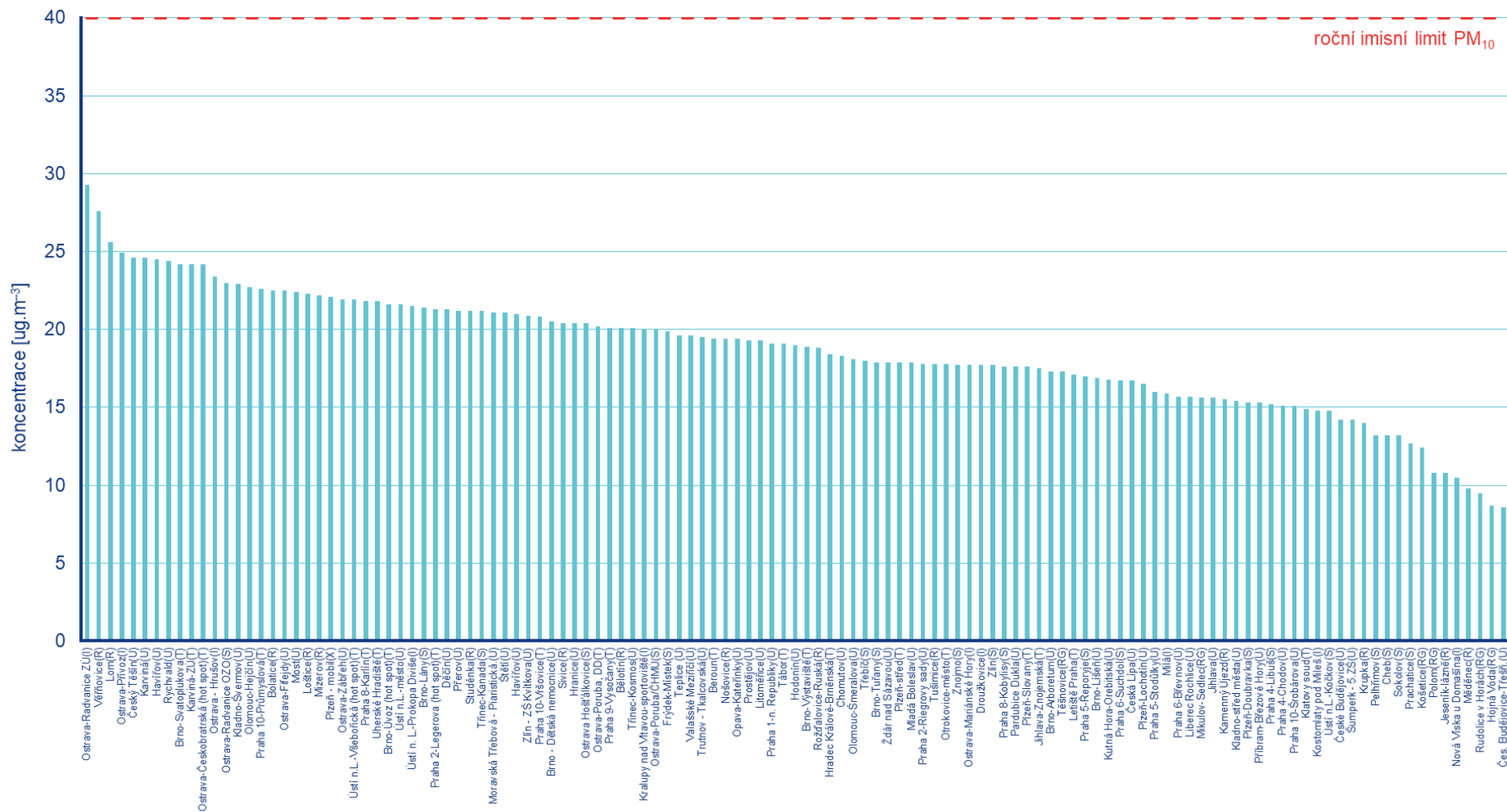
Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM_{10} ($40\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nebyl v roce 2020, podruhé po roce 2019 za celou historii měření PM_{10} od roku 1993, překročen na žádné stanici ČR. Nejvyšší roční průměrná koncentrace byla naměřena na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ, na venkovské stanici Věřňovice a venkovské stanici Lom. Stanice Lom patří také mezi specifické stanice, kde se kromě vlivu emisí z důlní činnosti projevuje i vliv lokálního vytápění z blízkých rodinných domků. Kromě těchto tří stanic byly nejvyšší roční průměrné koncentrace měřeny převážně na stanicích v aglomeraci O/K/F-M a na dopravní stanici Brno-Svatoplukova (Obr. 9).

⁸ IARC, 2015. IARC monographs on the evaluation of carcino-genic risks to humans: „Outdoor air pollution“, Vol. 109. A re-view of human carcinogens. Lyon, France – 2015. [online]. [cit. 27. 4. 2016]. Dostupné z WWW: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol109/mono109.pdf>

⁹ EEA, 2013b. Every breath we take. Improving air quality in Europe. Copenhagen: EEA. [online]. [cit. 11. 11. 2014]. Dostupné z WWW: <http://www.eea.europa.eu/publications/eea-signals-2013>



Obr. 8 Počet překročení hodnoty imisního limitu PM₁₀ (denní průměr) na měřicích stanicích AIM, rok 2020



Obr. 9 Roční průměrné koncentrace PM₁₀ na měřicích stanicích AIM, rok 2020

Koncentrace PM_{10} vykazují zřetelný roční chod s nejvyššími hodnotami v chladných měsících roku. Vyšší koncentrace PM_{10} v ovzduší během chladného období roku souvisejí jak s vyššími hodnotami emisí částic ze sezonně provozovaných tepelných zdrojů, tak i se zhoršenými rozptylovými podmínkami.

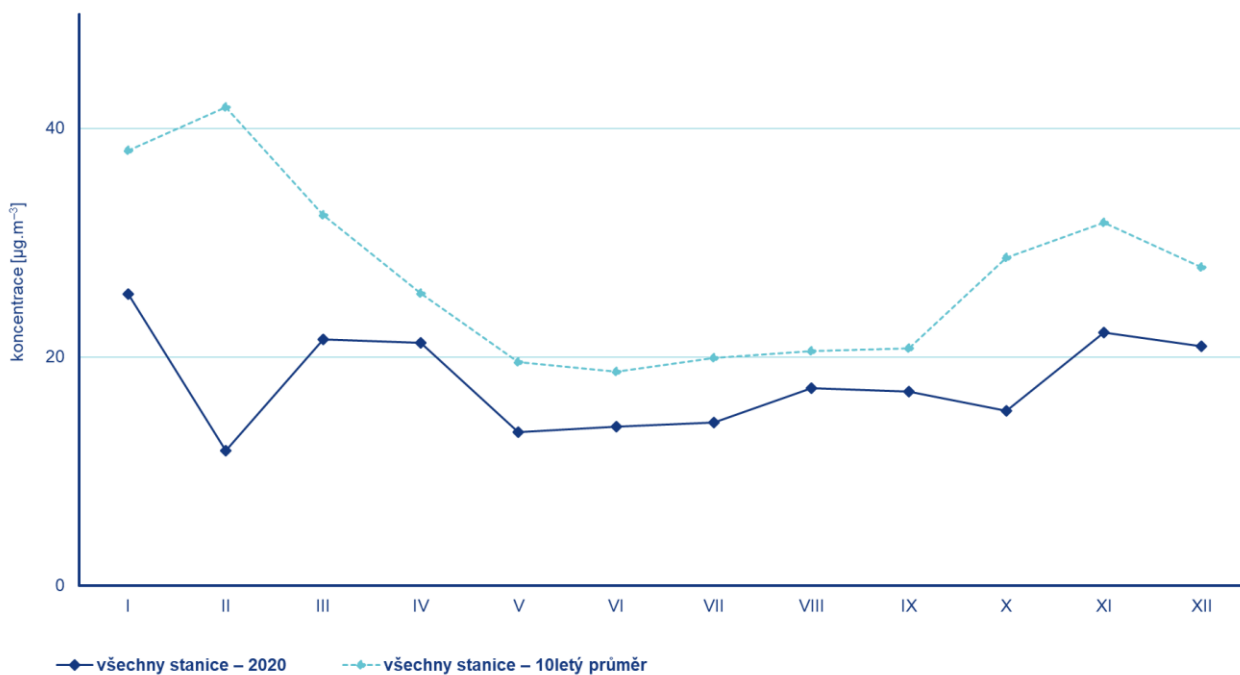
Roční chod koncentrací PM_{10} v roce 2020 vykazuje méně výrazný průběh v porovnání s desetiletým průměrem, kde byla jasná dominance podzimních a zimních měsíců, pro které je příznačný nejméně častý výskyt dobrých rozptylových podmínek a zvýšená intenzita emisních zdrojů. V roce 2020 byly nejvyšší koncentrace PM_{10} naměřeny v lednu. V březnu, dubnu, listopadu a prosinci byly koncentrace na velice podobné úrovni (Obr. 10). V lednu, listopadu a prosinci relativně vyšší koncentrace souvisí i s výskytem mírně nepříznivých až nepříznivých podmínek a podnormálním úhrnem srážek. Zvýšené koncentrace v březnu souvisí s přenosem částic z afrických a s velkou pravděpodobností i asijských písečných oblastí (z prachových zdrojů či pouštních oblastí)¹⁰ a pravděpodobně i s vyšší intenzitou vytápění v důsledku setrvání obyvatelstva v domácím prostředí během nouzového stavu vyhlášeného 12. 3. 2020 (kap. V). V dubnu byla úroveň koncentrací ovlivněna i podnormálním výskytem srážek. Nejnižší průměrná měsíční koncentrace byla naměřena výjimečně v únoru, kdy naopak bývají zaznamenávány nejvyšší hodnoty. Tento měsíc byl v roce 2020 z pohledu vlivu meteorologických podmínek velmi neobvyklý: Převažovaly dobré rozptylové podmínky, mimořádně nadprůměrné teploty a nadnormální výskyt srážek, tj. kombinace tří zásadních faktorů silně snižující úroveň polutantů v ovzduší.

Na základě porovnání měsíčních průměrů koncentrací PM_{10} v roce 2020 s desetiletým průměrem (2010–2019) lze konstatovat, že průměrné měsíční koncentrace v roce 2020 byly nižší o cca 15 % (duben) – 70 % (únor). Pokles koncentrací PM_{10} na stanicích byl výrazný zejména v únoru a říjnu (výrazný propad o 72 % a 46 %), ale i v lednu, březnu a listopadu (cca o 30 %). V teplejších měsících roku byla změna koncentrací v porovnání s desetiletým průměrem menší, což opět poukazuje na důležitost meteorologických a rozptylových podmínek a na význam sezonních zdrojů během zimních měsíců. Nicméně i v měsících teplejší části roku 2020 (květen–srpen) byly zaznamenány nejnižší koncentrace za posledních jedenáct hodnocených let, což pravděpodobně souvisí s normálním až mimořádně nadnormálním výskytem srážek v těchto měsících s výjimkou července. Příznivý vliv meteorologických a rozptylových podmínek na pokles koncentrací suspendovaných částic se projevil nejvýrazněji v únoru a říjnu. Nicméně pokles koncentrací byl zaznamenán i v lednu, listopadu a prosinci¹¹, kdy naopak v porovnání s desetiletým průměrem došlo k častějšímu výskytu mírně nepříznivých a nepříznivých podmínek, podnormálnímu množství srážek a normálních teplot v listopadu (3,8 °C) a nadnormálních teplot v lednu (0,3 °C) a prosinci (1,7 °C). Toto poukazuje na klesající produkci emisí suspendovaných částic díky postupné modernizaci emisních zdrojů (velké zdroje, kotle vytápějící domácnosti, obnova vozového parku) a klesající spotřebě paliv díky rostoucím teplotám v zimních měsících.

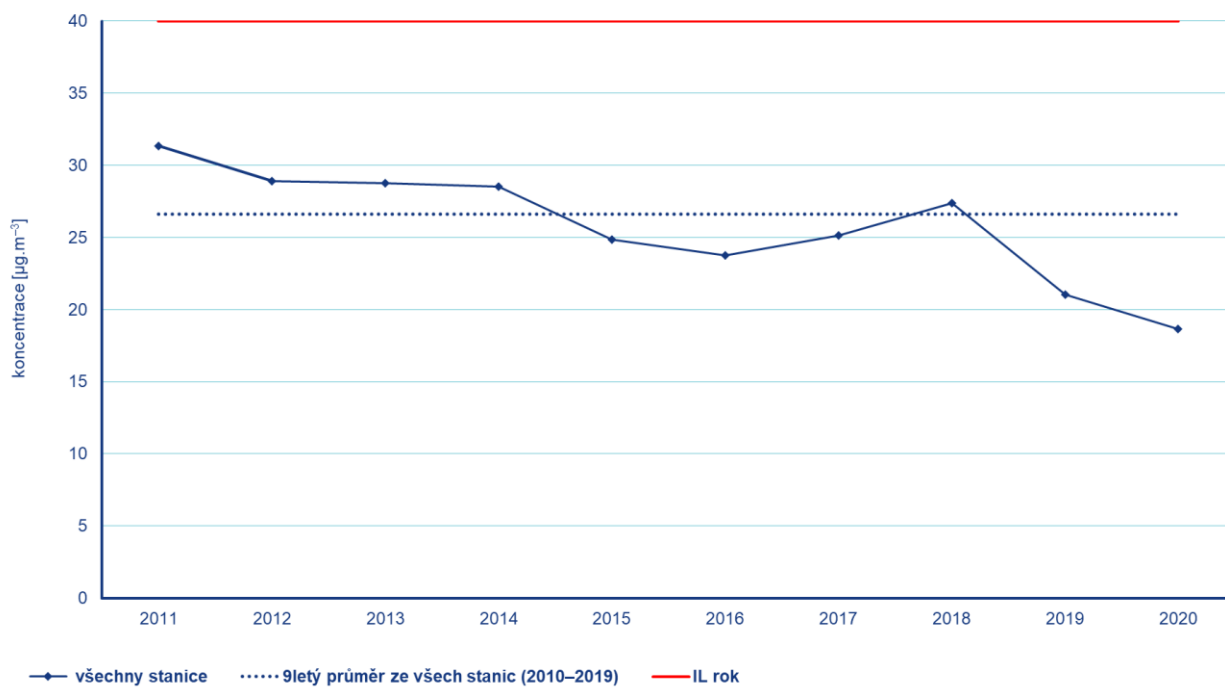
Vývoj koncentrací suspendovaných částic PM_{10} je hodnocen za období posledních 10 let (Obr. 11), tj. 2011–2020 (období s dostatečným množstvím dat). Roční průměrné koncentrace v tomto období klesají, s výjimkou let 2017 a 2018, kdy došlo k jejich mírnému navýšení. V letech 2019 a 2020 byl zaznamenán opět pokračující pokles koncentrací PM_{10} . Koncentrace v roce 2020 dosáhly minim za hodnocené období, na většině stanic i od počátku měření v 90. letech 20. století. Oproti devítiletému průměru koncentrací ze všech stanic (26,6 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) poklesla roční průměrná koncentrace PM_{10} v roce 2020 (18,7 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) téměř o 30 %.

¹⁰ <https://sds-was.aemet.es/forecast-products/dust-forecasts/ensemble-forecast>

¹¹ https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/mesprehledy.html



Obr. 10 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM₁₀ (průměry pro všechny stanice AIM), rok 2020



Obr. 11 Vývoj roční průměrné koncentrace PM₁₀ (průměry pro všechny stanice AIM), 2011–2020

III.2 Suspendované částice PM_{2,5}

Z hlediska lidského zdraví jsou problematictějšími suspendované částice PM_{2,5}. V české legislativě (zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění) mají koncentrace suspendovaných částic PM_{2,5} definován pouze roční imisní limit. V roce 2020 vstoupil v souvislosti s právními předpisy EU v platnost přísnější limit 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Do roku 2019 platil pro roční průměrnou koncentraci PM_{2,5} imisní limit 25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

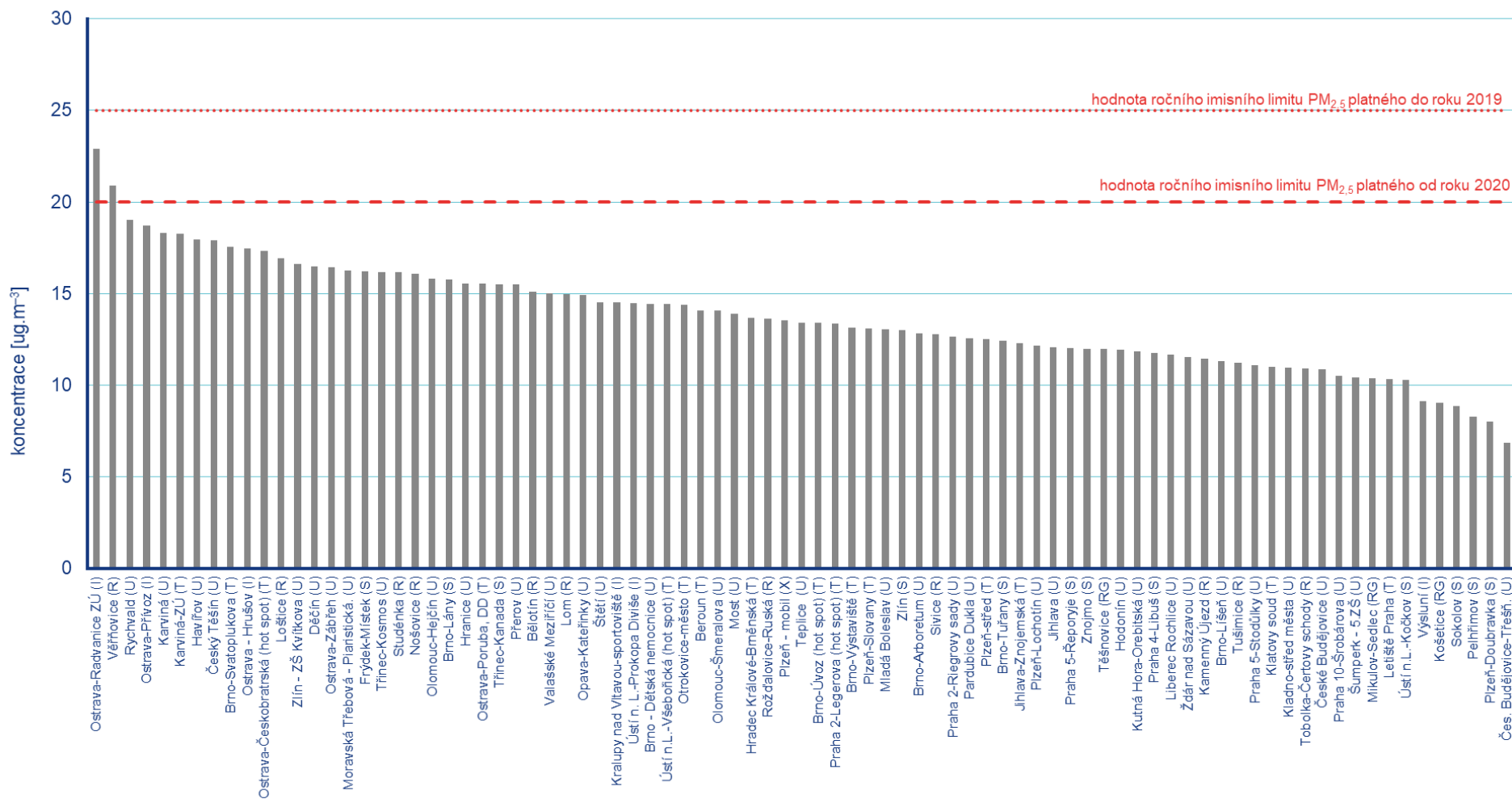
Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci PM_{2,5} (20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byl v roce 2020 překročen na 2 z 85 stanicích (2 %). Obě stanice (průmyslová stanice Ostrava-Radvanice ZÚ a venkovská pozad'ová stanice Věřňovice) s nadlimitní roční průměrnou koncentrací PM_{2,5} v roce 2020 leží na území aglomerace O/K/F-M. Na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ byla naměřena roční průměrná koncentrace 22,9 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a na stanici Věřňovice koncentrace 20,9 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Obr. 12). Pro srovnání s minulými lety lze však konstatovat, že z hlediska imisního limitu platného do roku 2019 (25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) by nedošlo k překročení na žádné stanici, v případě jemné frakce suspendovaných částic PM_{2,5} poprvé v historii od počátku měření v roce 2004.

Koncentrace PM_{2,5} vykazují roční chod velice podobný chodu suspendovaných částic PM₁₀ (Obr. 13). Nejvyšší koncentrace byly měřeny v lednu, dále koncentrace na podobné úrovni v březnu, dubnu, listopadu a prosinci. Zdůvodnění ročního chodu suspendovaných částic viz kap. III.1.

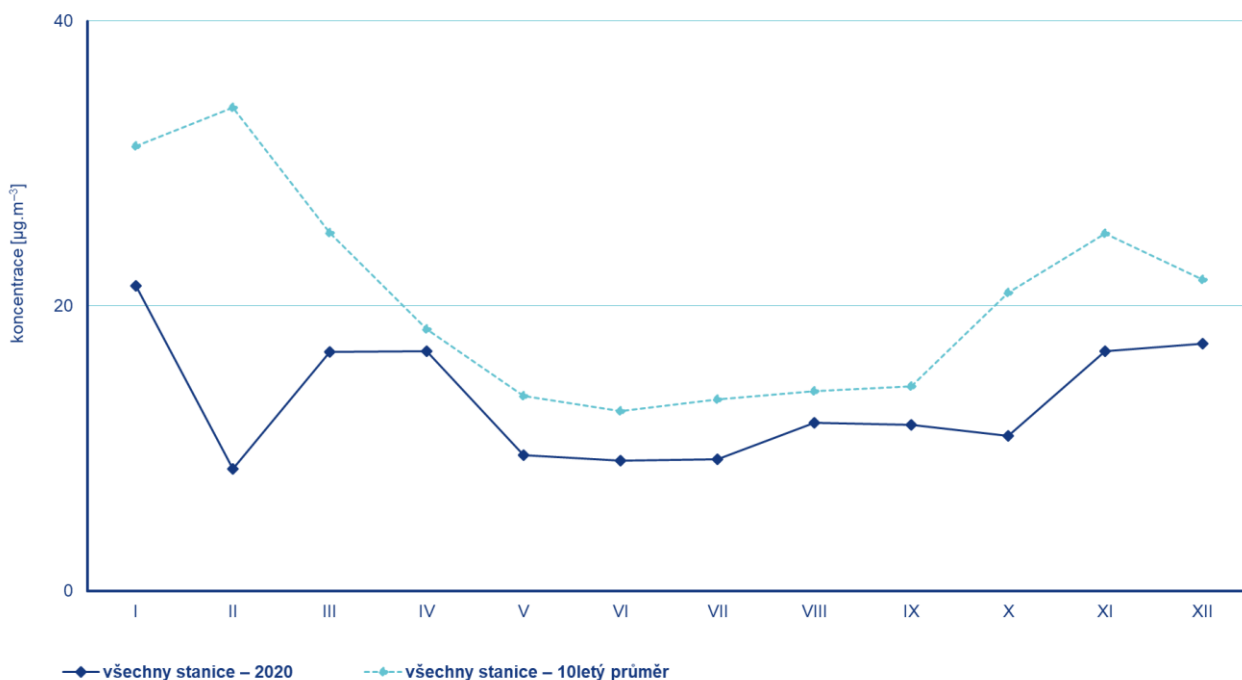
Na základě porovnání měsíčních průměrů koncentrací PM_{2,5} v roce 2020 s desetiletým průměrem (2010–2019) lze konstatovat, že průměrné měsíční koncentrace v roce 2020 byly nižší o cca 9 % (duben)–75 % (únor). Pokles koncentrací PM_{2,5} na stanicích byl výrazný zejména v únoru a říjnu (výrazný propad o 75 % a 48 %), ale i v březnu a listopadu (cca o 33 %). Vyhodnocení vlivu meteorologických a rozptylových podmínek a intenzity emisních zdrojů na změny měsíčních koncentrací v porovnání s desetiletým průměrem koncentrací viz kap. III.1.

Dlouhodobější vývoj ročních průměrných koncentrací PM_{2,5} lze hodnotit za posledních devět let (z hlediska dostupnosti dat a ucelených časových řad na měřicích stanicích). Roční průměrné koncentrace PM_{2,5} v letech 2012–2016 pozvolně klesaly, v letech 2017 a 2018 byl pozorován nárůst a v letech 2019 a 2020 opět postupný pokles, přičemž výraznější pokles byl zaznamenán zejména mezi lety 2018 a 2019 (Obr. 14). Oproti osmiletému průměru koncentrací ze všech stanic (19 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) poklesla roční průměrná koncentrace PM_{2,5} v roce 2020 (13 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) o 32 %.

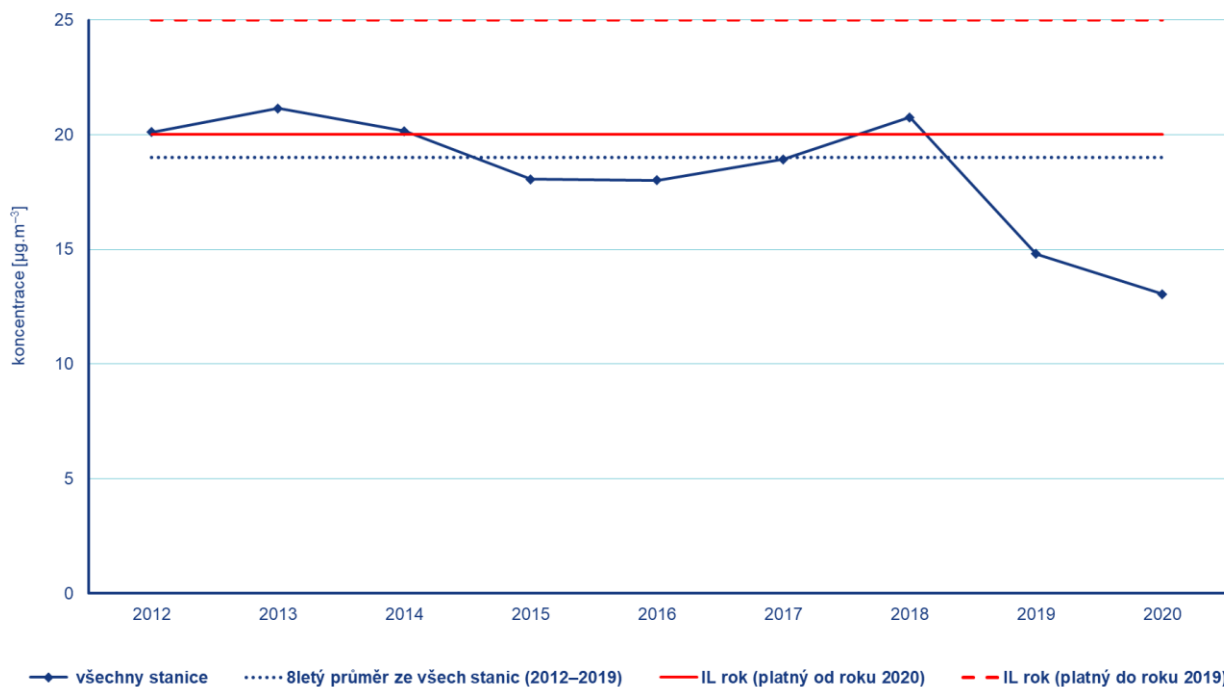
Pokračující pokles koncentrací suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} lze tedy přisoudit kombinaci faktorů, a to jak příznivým meteorologickým (normální až nadnormální teploty a s tím spojená klesající spotřeba paliv a normální až nadnormální teploty i srážky) a rozptylovým podmínkám v některých měsících roku, tak pokračujícímu poklesu emisí díky již realizovaným opatřením pro zlepšení kvality ovzduší (výměna kotlů, postupující obnova vozového parku a opatření na velkých zdrojích. Opatření spojená s nouzovými stavy vyhlášenými na území ČR a jejich vliv na změnu koncentrací suspendovaných částí je diskutabilní. Na jedné straně docházelo k poklesu dopravní intenzity a také k nižší spotřebě pohonných hmot – a tedy ve výsledku ke snížení emisí suspendovaných částic a oxidů dusíku (prekurzorů sekundárních suspendovaných částic). Na druhé straně pravděpodobná vyšší intenzita vytápění v důsledku setrvání obyvatelstva v domácím prostředí vedla k vyšším emisím jak suspendovaných částic, tak i oxidů dusíku (např. z vytápění zemním plynem). Podrobnější vyhodnocení vlivu nouzového stavu na změnu kvality ovzduší v ČR lze nalézt v kapitole V.



Obr. 12 Roční průměrná koncentrace PM_{2,5} na měřicích stanicích AIM, rok 2020



Obr. 13 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM_{2,5} (průměry pro všechny stanice AIM), rok 2020



Obr. 14 Vývoj roční průměrné koncentrace PM_{2,5} (průměry pro všechny stanice AIM), 2012–2020

III.3 Přízemní ozon (O_3)

Přízemní ozon nemá v atmosféře vlastní emisní významný zdroj. Jedná se o tzv. sekundární látku vznikající v celé řadě velmi komplikovaných nelineárních fotochemických reakcí ze svých prekurzorů (NO_x , NMVOC, CH_4 a CO). Koncentrace přízemního ozonu (O_3) mohou mít nepříznivé účinky na funkci plic vedoucí k jejich zánětu a respiračním problémům. Ve vyšších koncentracích dochází drážděním dýchacích cest k jejich zúžení a ztíženému dýchání.¹²

Hodnota imisního limitu pro denní maximum klouzavého 8hodinového průměru O_3 je $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Legislativa připouští na měřicí stanici nejvíce 25 překročení hodnoty imisního limitu O_3 v průměru za tři roky; při vyšším počtu je imisní limit považován za překročený.

Imisní limit přízemního O_3 byl za tříleté období 2018–2020 překročen na 56 % stanic, tj. na 35 z 66 stanic, na kterých byly koncentrace O_3 měřeny, přičemž rok 2020 se na počtu překročení za hodnocené tři roky 2018–2020 podílel nejméně (Obr. 15).

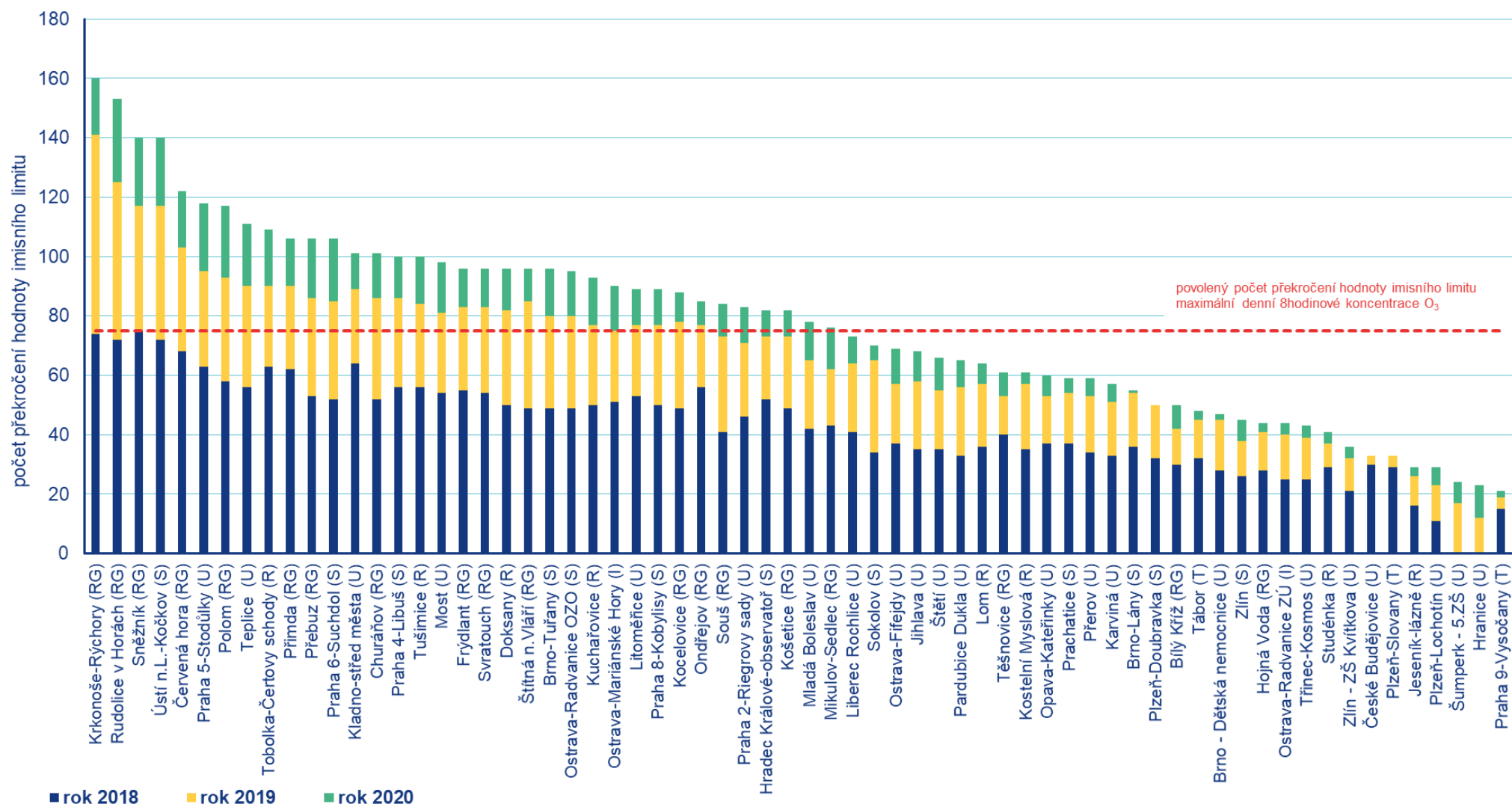
Roční chod průměrných měsíčních koncentrací O_3 (maximální 8hodinový průměr za daný měsíc) je obecně charakterizován nárůstem koncentrací v jarních a letních měsících z důvodu výskytu příznivých meteorologických podmínek pro vznik O_3 . V roce 2020 je patrné setrvání nebo propad koncentrací v porovnání s desetiletým průměrem ve všech měsících roku (Obr. 16). Propad koncentrací v roce 2020 je patrný i v teplejších měsících roku, kdy v minulých letech byly měřeny vysoké koncentrace ozonu, někdy vedoucí až k vyhlášení smogových situací. Propad koncentrací v červnu (o 20 %) a červenci (o 17 %) roku 2020 koresponduje s mimořádně nadnormálním úhrnem srážek v červnu a normálními teplotami v červenci. Nejvyšší koncentrace O_3 byly v roce 2020 naměřeny v srpnu, tedy v nejteplejším měsíci roku 2020, ale i tak byly na nižší úrovni než desetiletý průměr.

Vývoj koncentrací přízemního O_3 hodnotíme na základě maximální 8hod. průměrné koncentrace v daném roce. Tuto imisní charakteristiku je možné porovnávat s dlouhodobým imisním cílem pro přízemní O_3 ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Maximální roční 8hod. průměrná koncentrace (v průměru ze všech stanic, pro které je k dispozici měření za celé hodnocené období) se v letech 2010–2020 pohybovala v rozmezí od cca 136 do $174 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

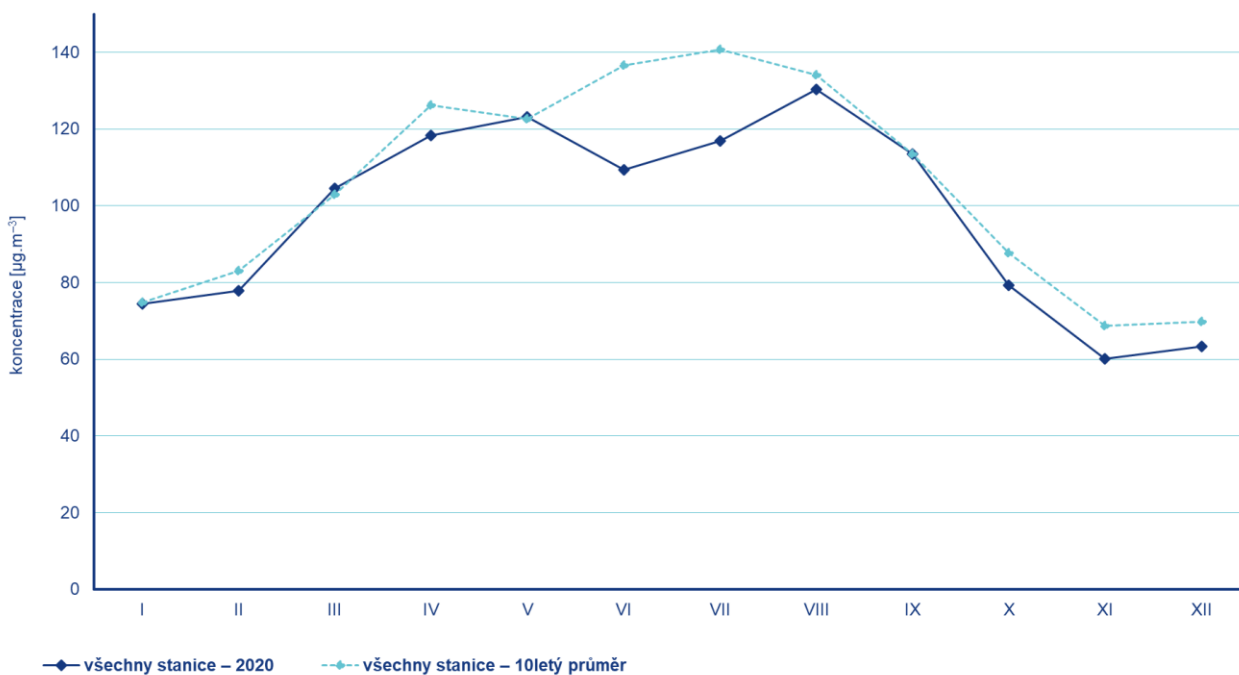
Maximální denní 8hod. průměrné koncentrace O_3 nevykazují od roku 2010 výrazný vývoj (Obr. 17); nejvyšší koncentrace byly naměřeny v letech 2013, 2015 a 2018. Všechny tyto roky jsou charakterizovány výskytem příznivých meteorologických podmínek pro vznik O_3 – v roce 2013 došlo k výskytu vysokých koncentrací O_3 zejména na přelomu července a srpna během řady tropických dnů. Roky 2015 a 2018 byly teplotně mimořádně nadprůměrné a srážkově silně podprůměrné. Hodnota koncentrace v roce 2020 (maximální denní 8hod. průměrná koncentrace, již zmíněných $136 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) se v rámci jedenáctiletého období 2010–2020 řadí na poslední místo a je tedy za hodnocené období nejnižší, v porovnání s desetiletým průměrem $153 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ o 11 %. Pokles roční charakteristiky přízemního ozonu je výsledkem již zmíněných výrazných propadů koncentrací během června a července a dosažením „pouze“ průměrných až mírně podprůměrných koncentrací v teplejší části roku (duben–září), kdy během poloviny měsíců byly teploty silně podnormální (květen) až normální (červen, červenec) a během čtyř měsíců normální (květen), nadnormální (srpen a září) až mimořádně nadnormální srážky (červen).

¹² SEINFELD, J. H., PANDIS, S. N., 2006. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change, 2nd edition. New York: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-471-72017-1.

WHO, 2005. Air quality guidelines: global update 2005 : parti-culate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide. Copenhagen, Denmark: World Health Organization, c2006. ISBN 9289021926. Dostupné z WWW: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1.



Obr. 15 Počet překročení hodnoty imisního limitu O₃ (max. denní 8hodinový klouzavý průměr), 2018–2020



Obr. 16 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací O₃ (max. denní 8hod. klouzavý průměr; průměry pro všechny stanice AIM), rok 2020



Obr. 17 Vývoj koncentrací O₃ (max. denní 8hod. klouzavý průměr; průměry pro všechny stanice AIM), 2010–2020

III.4 Oxid dusičitý (NO₂)

Z hlediska vlivu na lidské zdraví lze za nejvýznamnější formu považovat NO₂. NO₂ postihuje především dýchací systém. Hlavním efektem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO₂ je nárůst reaktivity dýchacích cest a z toho vyplývající nárůst obtíží astmatiků. Expozice NO₂ snižuje plicní funkce a zvyšuje u dětí riziko respiračních onemocnění v důsledku snížené obranyschopnosti vůči infekci.¹³

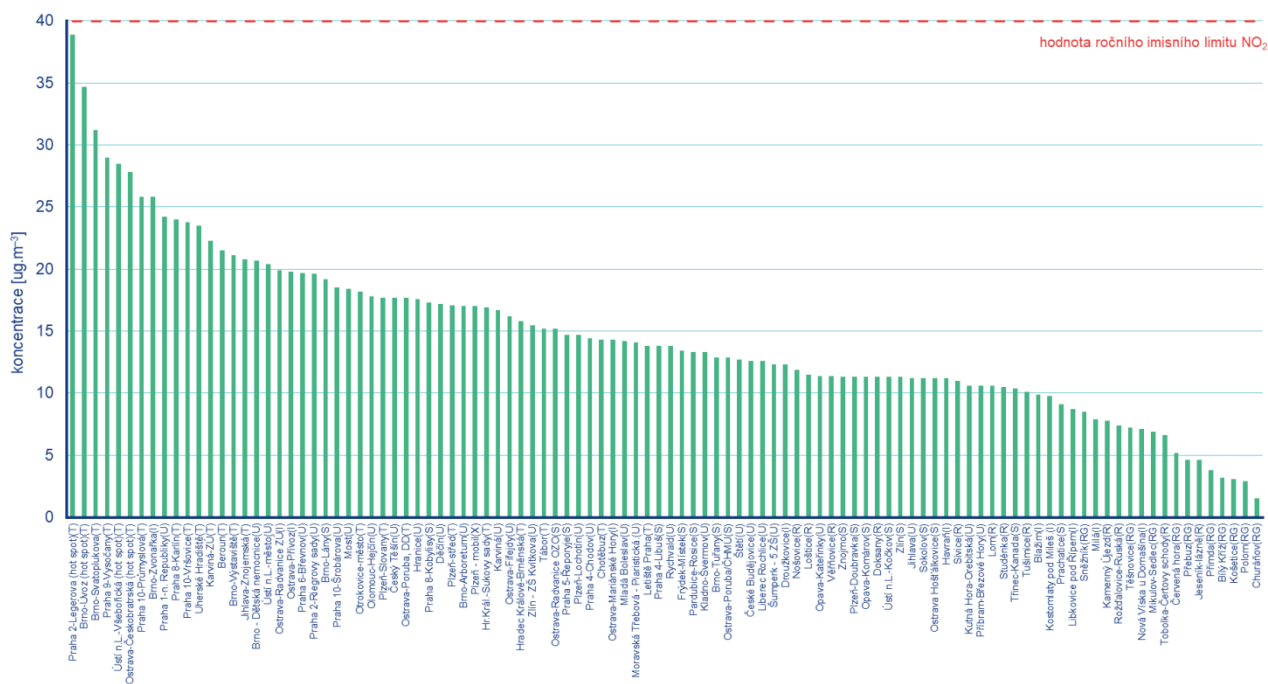
Imisní limit (40 µg.m⁻³) pro průměrnou roční koncentraci oxidu dusičitého (NO₂) nebyl překročen na žádné stanici poprvé za celou dobu sledování. Roční průměrné koncentrace NO₂ na většině stanic překonaly historická minima, nebo se jim alespoň velmi přiblížily (Obr. 18). Vysoké hodnoty koncentrací NO₂ jsou dlouhodobě zaznamenávány na stanici Praha 2-Legerova (hot spot) v souvislosti s vysokou intenzitou dopravy v bezprostřední blízkosti stanice a jejím umístěním v uličním kaňonu, kde je výrazně snižena možnost provětrávání. V roce 2020 byla na stanici Praha 2-Legerova naměřena roční průměrná koncentrace 38,9 µg.m⁻³. Vyšší koncentrace NO₂ lze očekávat i v blízkosti komunikací ve větších městech s intenzivní dopravou, vyšší zástavbou a s hustou místní dopravní sítí, kde často dochází ke snížení plynulosti dopravy. Koncentrace NO₂ klesají s rostoucí vzdáleností od komunikací. Naopak nejnižší koncentrace NO₂ jsou na regionálních stanicích (Churáňov, Košetice, Polom), tedy v oblastech daleko od působení emisních zdrojů.

Imisní limit hodinové koncentrace NO₂ (200 µg.m⁻³) s maximálním povoleným počtem 18 překročení za rok) nebyl v roce 2020 překročen na žádné stanici. Na žádné stanici nebyla překročena ani hodnota hodinového imisního limitu NO₂.

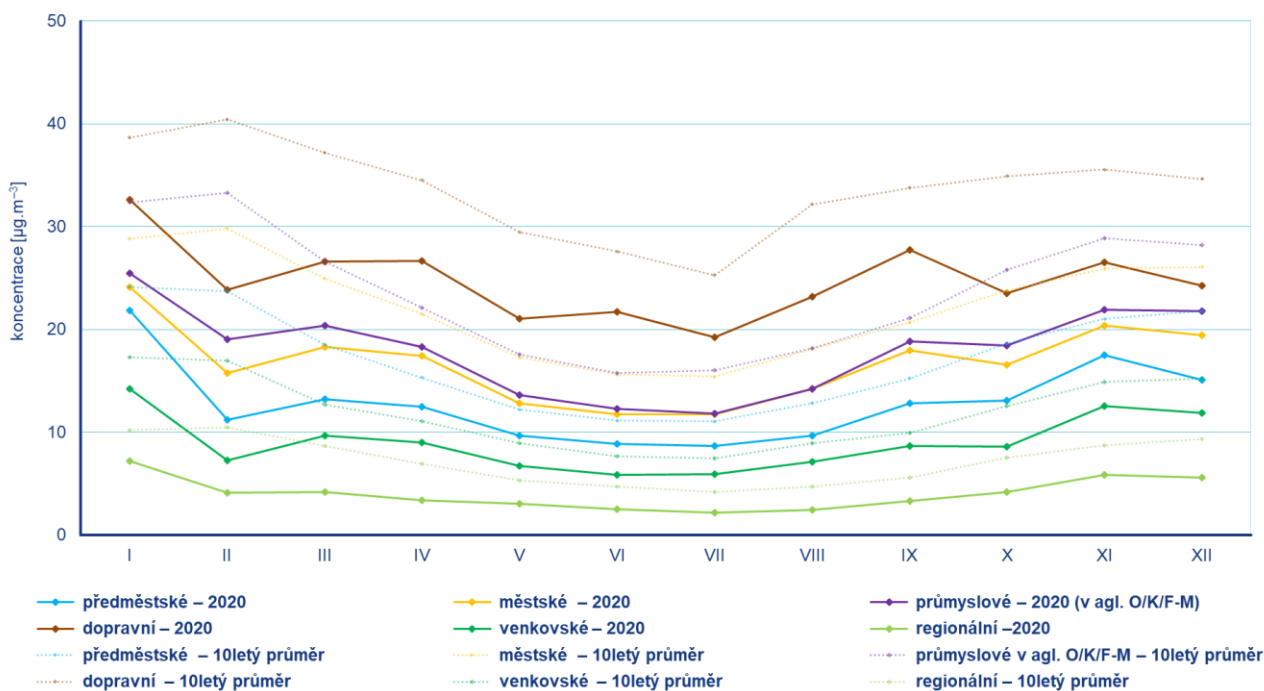
Roční chod měsíčních průměrných koncentrací je podobný na všech typech stanic vyjma dopravních stanic, kde jsou také sledovány nejvyšší hodnoty koncentrací, z čehož lze vidět silné ovlivnění z blízkého emisního typu zdroje – dopravy (Obr. 19). Jelikož je doprava hlavním zdrojem NO₂, je vývoj koncentrací během roku ovlivněn působením meteorologických a rozptylových podmínek. Maxima v chladnějším období roku jsou navíc ovlivněna navýšením emisí z vytápění a ze studených startů. Naopak v období duben–září je obecně patrný pokles koncentrací NO₂. Důvodem tohoto poklesu je vyšší intenzita slunečního záření v tomto ročním období, která má za následek rozklad NO₂ a jeho účast při fotochemických reakcích vzniku ozonu. V letních prázdninových měsících také dochází ke snížení intenzity dopravy ve velkých městech, čímž se zlepšuje plynulost dopravy a dochází tak k poklesu koncentrací NO₂. Na regionálních venkovských lokalitách, vzdálených od přímého působení emisních zdrojů, jsou hodnoty průměrné měsíční koncentrace NO₂ nejnižší a pohybují se hluboko pod dolní mezí pro posuzování a vykazují také méně výrazný roční chod. V roce 2020 byly všechny průměrné měsíční koncentrace NO₂ nižší v porovnání s desetiletým průměrem. Nejvýraznější pokles (cca 50 %) nastal v únoru v souvislosti s již výše zmíněnými netypickými meteorologickými a rozptylovými podmínkami (nadprůměrná teplota, srážky a vysoké rychlosti větru). V dalších měsících došlo také k poklesu koncentrací kvůli snížení intenzity dopravy během nouzového stavu (viz kapitola V).

¹³ SAMET, J. M., ZEGER, S. L., DOMINICI, F., CURRIERO, F., COURSAK, I. et al., 2000. The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. Part II: Morbidity and mortality from air pollution in the United States. Research Report (Health Effects Institute). No. 94, Part II. [online]. [cit. 27. 4. 2016]. Dostupné z WWW: <https://www.cabq.gov/airquality/documents/pdf/samet2.pdf>. PEEL, J. L., TOLBERT, P. E., KLEIN, M., METZGER, K. B., FLANDERS, W. D. et al., 2005. Ambient air pollution and respiratory emergency department visits. Epidemiology. Vol. 16, p. 164–174. [online]. [cit. 8. 4. 2019]. Dostupné z WWW: https://facul-ty.mercer.edu/butler_aj/documents/peelepipaper.pdf. WHO, 2005. Air quality guidelines: global update 2005 : particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide. Copenhagen, Denmark: World Health Organization, c2006. ISBN 9289021926. Dostupné z WWW: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1.

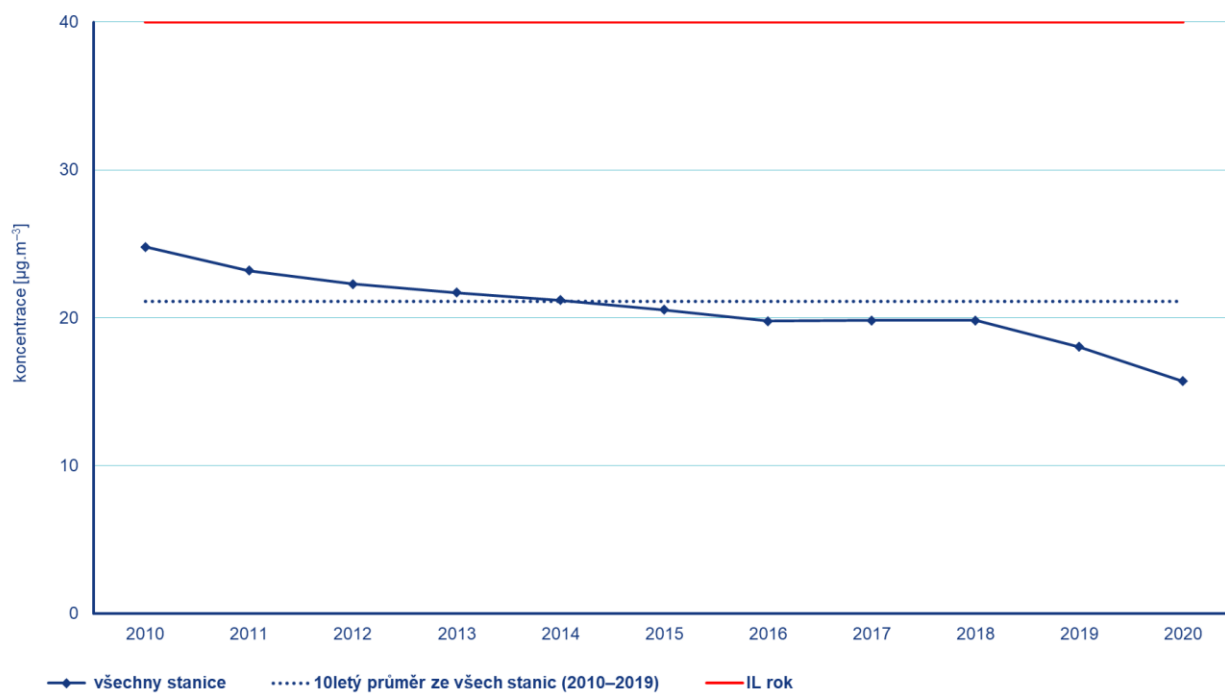
V hodnoceném období 2010–2020 (Obr. 20) byly zaznamenány nejvyšší koncentrace v roce 2010, pravděpodobně v důsledku nepříznivých meteorologických a rozptylových podmínek. Od roku 2011 je možné pozorovat pozvolný pokles koncentrací NO₂. V meziročním porovnání 2019/20 došlo k dalšímu snížení průměrné roční koncentrace NO₂. V roce 2020 byly zaznamenány nejnižší koncentrace NO₂ za celé hodnocené období, na většině stanic i za celou dobu jejich měření. Oproti desetiletému průměru koncentrací (2010–2019) ze všech stanic (21,1 µg.m⁻³) poklesla roční průměrná koncentrace NO₂ v roce 2020 (15,7 µg.m⁻³) téměř o 26 %. K dalšímu zlepšení situace přispěla řada faktorů, zejména pak neobvykle příznivé meteorologické (normální až nadnormální teploty a srážky) a rozptylové podmínky v únoru a pokračující pokles emisí, díky postupné modernizaci emisních zdrojů (velké zdroje, obnova vozového parku). Na poklesu koncentrací se projevila i opatření spojená s vyhlášením nouzových stav v důsledku šíření nového typu koronaviru SARS-COV-2, kdy došlo ke snížení mobility obyvatel, a tím i k poklesu intenzity dopravy (více viz kapitola V).



Obr. 18 Roční průměrná koncentrace NO₂ na měřicích stanicích, rok 2020



Obr. 19 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací NO₂ (průměry pro daný typ stanice), rok 2020



Obr. 20 Vývoj roční průměrné koncentrace NO₂ (průměry ze všech typů stanic), 2010–2020

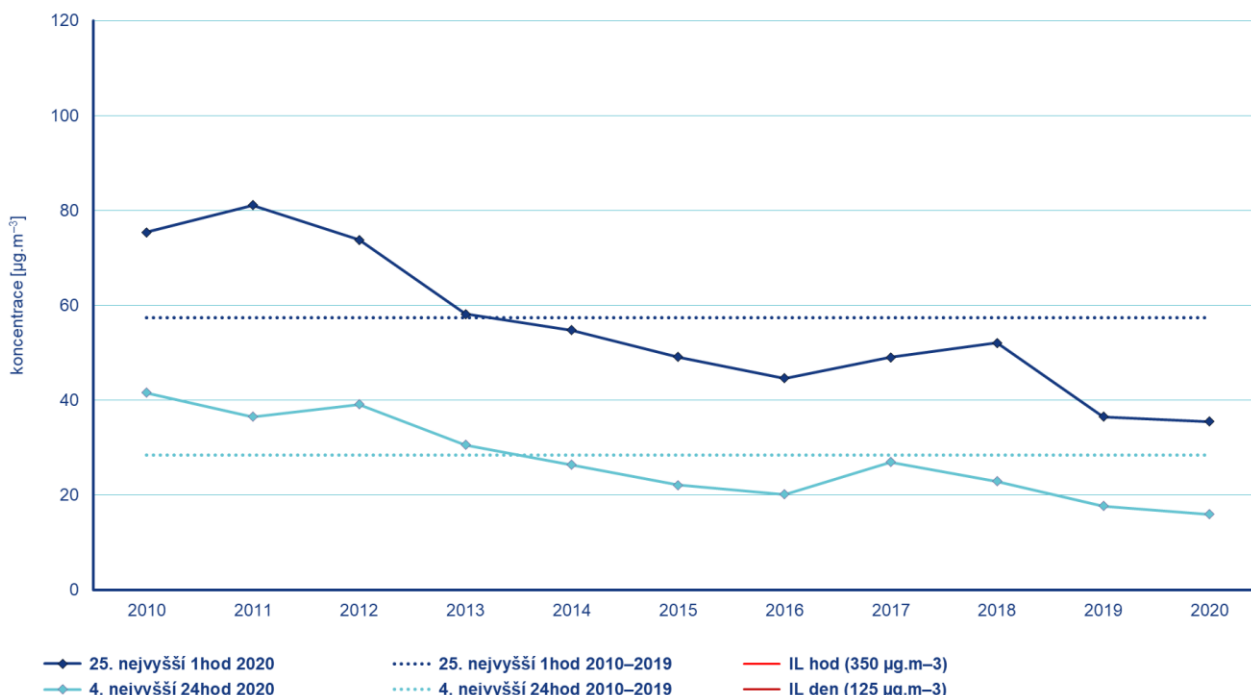
III.5 Oxid siřičitý (SO₂)

Oxid siřičitý (SO₂) dráždivé účinky na oči a dýchací soustavu. Vysoké koncentrace SO₂ mohou způsobit respirační potíže. Zánět dýchacích cest způsobuje kašel, vylučování hlenu, zhoršení astmatu a chronické bronchitidy a zvyšuje náchylnost k infekcím dýchacích cest. Lidé trpící astmatem a chronickým onemocněním plic jsou k působení SO₂ zvláště citliví¹⁴.

Hodnota hodinového imisního limitu SO₂ (350 µg.m⁻³) smí být na daném místě (měřicí stanici) překročena maximálně 24× za kalendářní rok. Hodnota denního imisního limitu SO₂ (125 µg.m⁻³), smí být na daném místě (měřicí stanici) překročena maximálně 3× za kalendářní rok.

V roce 2020 byla hodnota hodinového imisního limitu překročena pouze 2×, a to během zří na pozadřové venkovské stanici Lom. Hodnota denního imisního limitu v roce 2020 nebyla překročena na žádné stanici. Imisní limity hodinové a denní koncentrace SO₂ nebyly tedy (s ohledem na povolený počet překročení) v roce 2020 překročeny na žádné měřicí stanici.

Od roku 2010 lze sledovat pokles koncentrací SO₂ (Obr. 21). Výjimku tvoří roky 2017 a 2018, kdy v aglomeraci O/K/F-M byly prováděny sanační práce při odstraňování staré ekologické zátěže odpadních lagun bývalého podniku OSTRAMO v Ostravě-Mariánských Horách. Průměrná maximální hodinová (35 µg.m⁻³), resp. průměrná denní (16 µg.m⁻³) koncentrace SO₂ byla v roce 2020 nejnižší za hodnocené období 2010–2020. V porovnání s dlouhodobým 10letým průměrem (2010–2019) je tato hodnota o 38 %, resp. o 44 % nižší.



Obr. 21 Vývoj ročních charakteristik SO₂ (25. nejvyšší 1hod. a 4. nejvyšší 24hod. koncentrace) na všech typech stanic, 2010–2020

¹⁴ EC, 1997. SO₂. Position paper. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW:

https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_so2.pdf.

WHO, 2014. Ambient (outdoor) air quality and health. Fact sheet. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW:

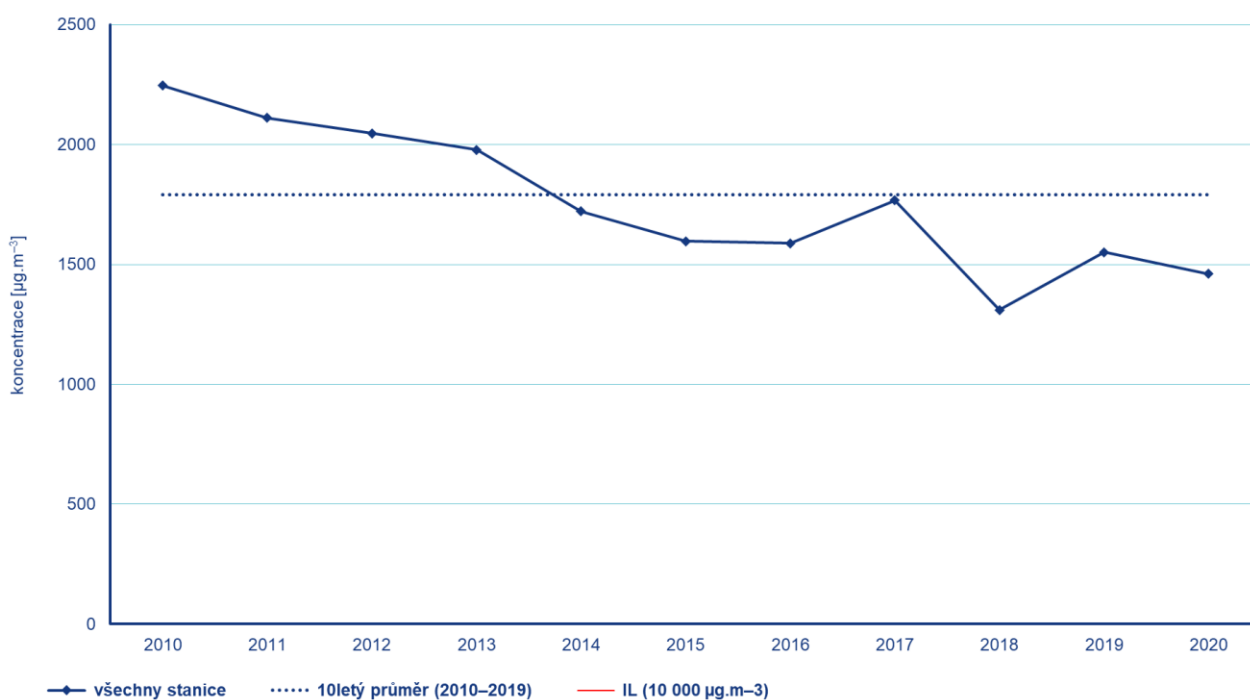
[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

III.6 Oxid uhelnatý (CO)

Oxid uhelnatý se váže na krevní barvivo (hemoglobin) lépe než kyslík, a dochází tak ke snížení kapacity krve pro přenos kyslíku. Prvními subjektivními příznaky otravy jsou bolesti hlavy, poté zhoršení koordinace a snížení pozornosti. Nejvíce citliví k působení CO jsou opět lidé s kardiovaskulárním onemocněním¹⁵.

K překročení imisního limitu CO (maximální denní 8hodinový průměr 10 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nedošlo v roce 2020 na žádné stanici.

Koncentrace CO se v ČR dlouhodobě drží pod hodnotou imisního limitu, přičemž od roku 2010 lze pozorovat pokles koncentrací (Obr. 22). Výjimku tvoří rok 2017, kdy byly v první lednové dekádě nepříznivé rozptylové podmínky z důvodu silné několikadenní teplotní inverze, a průměrná roční koncentrace se vrátila na hodnoty před rokem 2014. Průměrná roční koncentrace CO (1 461 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byla v roce 2020 druhá nejnižší. V porovnání s dlouhodobým 10letým průměrem (2010–2019) se jedná o pokles o 18 %. Nižších hodnot koncentrací bylo dosaženo pouze v roce 2018, kdy byly nejpříznivější rozptylové podmínky za posledních 11 let.



Obr. 22 Vývoj roční maximální 8hod. koncentrace CO, 2010–2020

¹⁵ EEA, 2013. Air quality in Europe – 2013 report. EEA Technical report 9/2013. Copenhagen: EEA. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2013>.

IV. Smogový a varovný regulační systém

V roce 2020 nebyly vyhlášeny žádné smogové situace ani regulace, resp. varování z důvodu vysokých koncentrací suspendovaných částic PM₁₀, přízemního ozonu či jiných znečišťujících látek, pro které lze smogovou situaci vyhlásit.

Nevyhlášení žádné smogové situace během roku je zcela bezprecedentní. Od začátku fungování smogového a varovného regulačního systému v 80. letech 20. století nebyl zaznamenán žádný rok bez vyhlášení alespoň jedné smogové situace. Důvodem jsou příznivé meteorologické a rozptylové podmínky v kombinaci se snižováním emisí díky postupné modernizaci emisních zdrojů (velké zdroje, kotle vytápějící domácnosti, obnova vozového parku).

V. Kvalita ovzduší na území České republiky během nouzových stavů

V důsledku šíření nákazy koronavirem SARS-CoV-2 a s ním spojeným onemocněním COVID-19 byl v České republice v roce 2020 opakovaně vyhlášen nouzový stav a s ním spojena celá řada různých opatření, která více či méně omezovala různé činnosti. **Některá z těchto opatření mohl ovlivnit i kvalitu ovzduší a množství emisí znečišťujících látek**, čemuž se věnovala i řada studií v zahraničí.

V zásadě můžeme vliv opatření rozdělit na tři kategorie:

- **omezení pohybu a sociálních kontaktů** – výrazné omezení cestování, dojíždění do zaměstnání, služebních cest atd.
- **delší čas strávený v domácnostech**
- **omezení provozu u průmyslových provozů**

V České republice nebyla situace taková, že by se výrazněji omezoval chod průmyslových provozů tak, jako tomu bylo v některých jiných zemích. Nelze proto očekávat významné omezení emisí z průmyslu, navíc ve srovnání s některými jinými zeměmi je dnes vliv průmyslu na kvalitu ovzduší v České republice relativně malý. Naopak **snížení dopravní intenzity bylo na celém území znatelné a s tím tedy souvisel i pokles emisí znečišťujících látek z dopravy. Více času stráveného v domácnostech mohlo ovlivnit množství emisí z vytápění**, a to zejména v době topné sezóny. Vytápění je v současnosti celkově nejvýznamnějším zdrojem emisí znečišťujících látek v České republice.

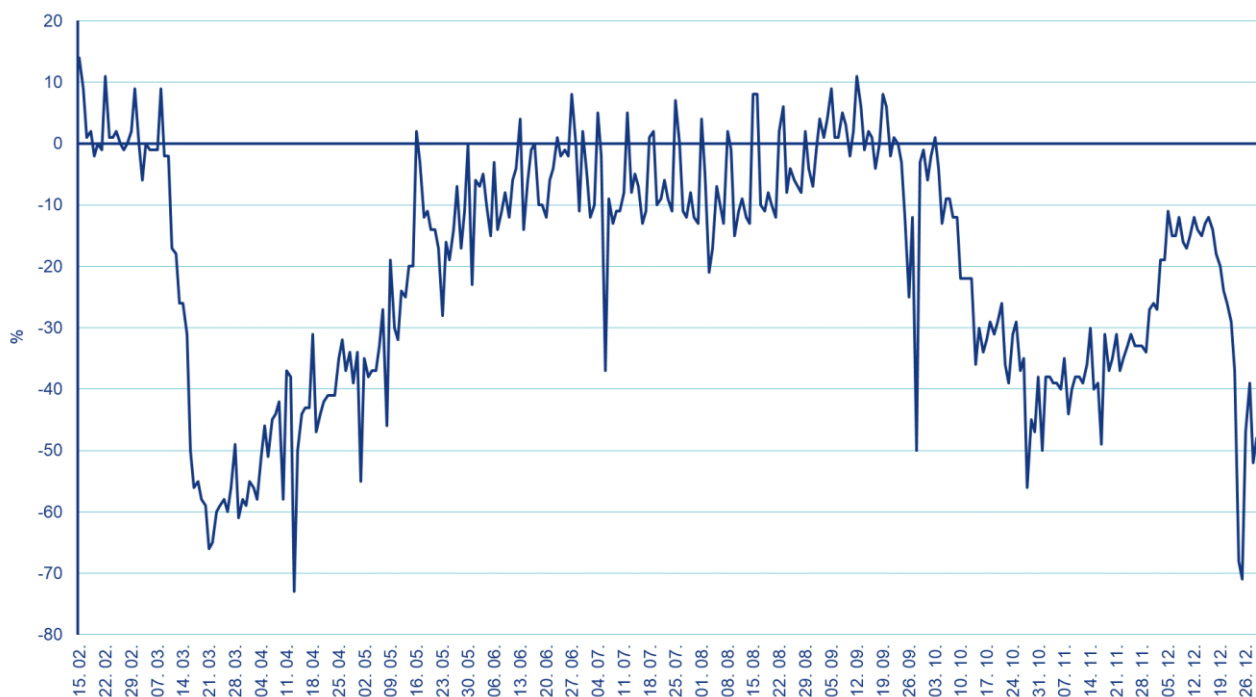
Hodnocení vlivu nouzového stavu na kvalitu ovzduší je velmi komplikované, protože vstupuje do hry celá řada dalších faktorů, které fungují zcela nezávisle na lidských aktivitách a které mohou mít v některých situacích i vliv zásadní. Nejvýznamnější jsou v tomto ohledu **meteorologické podmínky**, a to především teplota vzduchu (determinuje míru vytápění), množství srážek (srážky procesem mokré depozice smývají znečišťující látky z ovzduší), rychlost větru a teplotní zvrstvení atmosféry (hlavní faktory determinující rozptylovou situaci, tedy to, jak dobře se látky v přízemní vrstvě atmosféry rozptylují).

Nouzový stav byl v České republice v roce 2020 poprvé vyhlášen 12. 3. a trval 66 dní do 17. 5. Další nouzový stav pak byl vyhlášen při eskalaci druhé vlny epidemie 5. 10. Ten trval až do konce roku 2020 a ještě v době psaní této zprávy byl v platnosti.

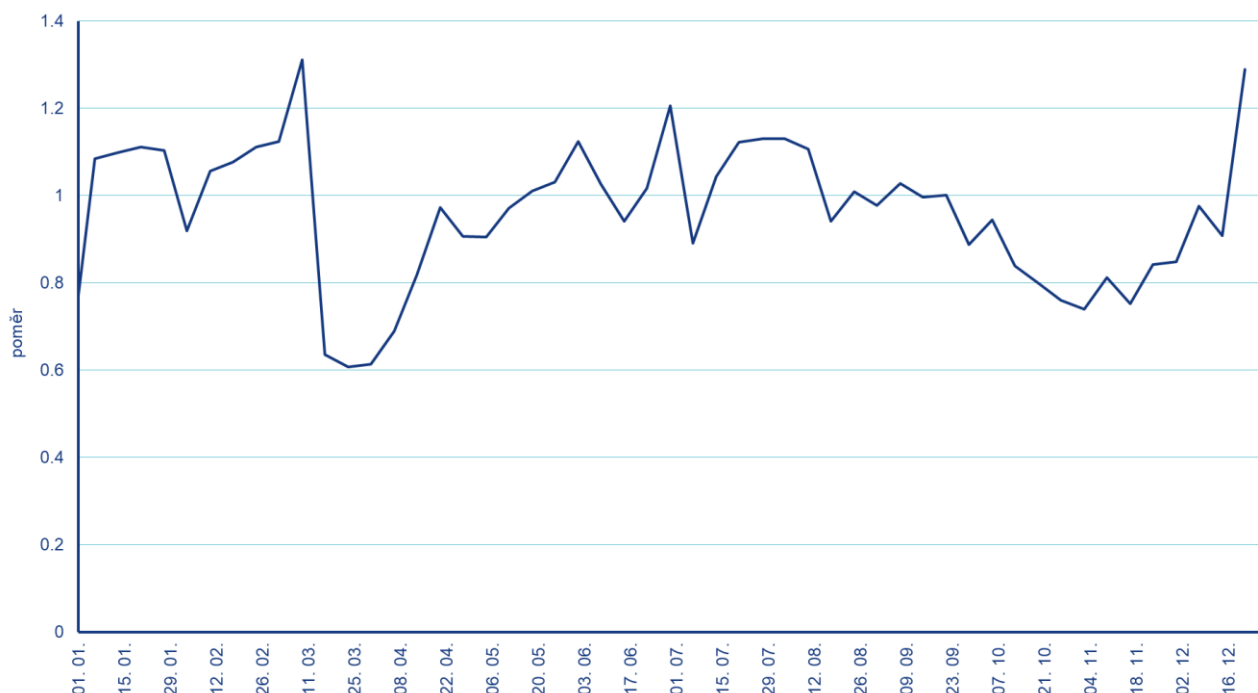
V.1 Vliv na intenzitu dopravy

Prokázat pokles intenzity dopravy je možné několika způsoby, a to využitím sčítačů dopravy, analýzou množství čerpaného paliva či například využitím anonymizované geolokační údaje od uživatelů mobilních telefonů ať už prostřednictvím dat o SIM kartách či z operačních systémů. Výpočet mobility obyvatelstva je založen na datech společnosti Google vycházejících z pohybu uživatelů operačních systémů Android. Hodnoty v denním kroku vyjadřují míru mobility ve srovnání s dlouhodobým průměrem. Hodnoty nad hranicí 0 % tedy ukazují nadprůměrný stav, hodnoty pod 0 % naopak stav podprůměrný. K největšímu propadu došlo po vyhlášení prvního nouzového stavu v polovině března (Obr. 23). Následně se stav postupně vracel do normálu a na konci června se dostal na víceméně běžné hodnoty. Postupný pokles, tentokrát méně dramatický, byl zaznamenán opět od začátku října, tedy přibližně koreloval s vyhlášením druhého nouzového stavu. V březnu byl pokles až o více než 60 %, v říjnu jen cca o 40 %. Významnější propad pak byl zaznamenán ještě na konci roku, což hlavně souviselo s Vánocemi a s faktem, že řada lidí čerpala dovolené, ale možnosti cestovat byly velmi omezené.

ČHMÚ provozuje sčítač dopravy v Ústí nad Labem u stanice Ústí nad Labem-Všebořická (Obr. 24). Data z této stanice potvrzují, že zatímco první dva měsíce roku byla intenzita dopravy oproti roku 2019 spíše mírně nadprůměrná, ve 12. týdnu (což odpovídá začátku nouzového stavu na jaře) došlo k poklesu o cca 40 %. Další pokles od cca 40. týdne (28. 9.) byl postupný, pouze o cca 20 %. Vzhledem k totožným opatřením v celé republice se lze domnívat, že podobná situace byla i v dalších městech a obcích. Svědčí o tom i fakt, že došlo v dubnu k poklesu poptávky po pohonných hmotách o přibližně 30 %.



Obr. 23 Vývoj mobility obyvatelstva v České republice od poloviny února do konce roku 2020. Vyjádřeno v procentech změny oproti dlouhodobému průměru. Zdroj: Google Mobility Reports



Obr. 24 Poměr počtu vozidel v jednotlivé týdny v roce mezi průměrem v roce 2020 a dlouhodobým průměrem 2016-2019 ze sčítače vozidel v lokalitě Ústí nad Labem – Všebořická.

V.2 Oxidy dusíku (NO_x)

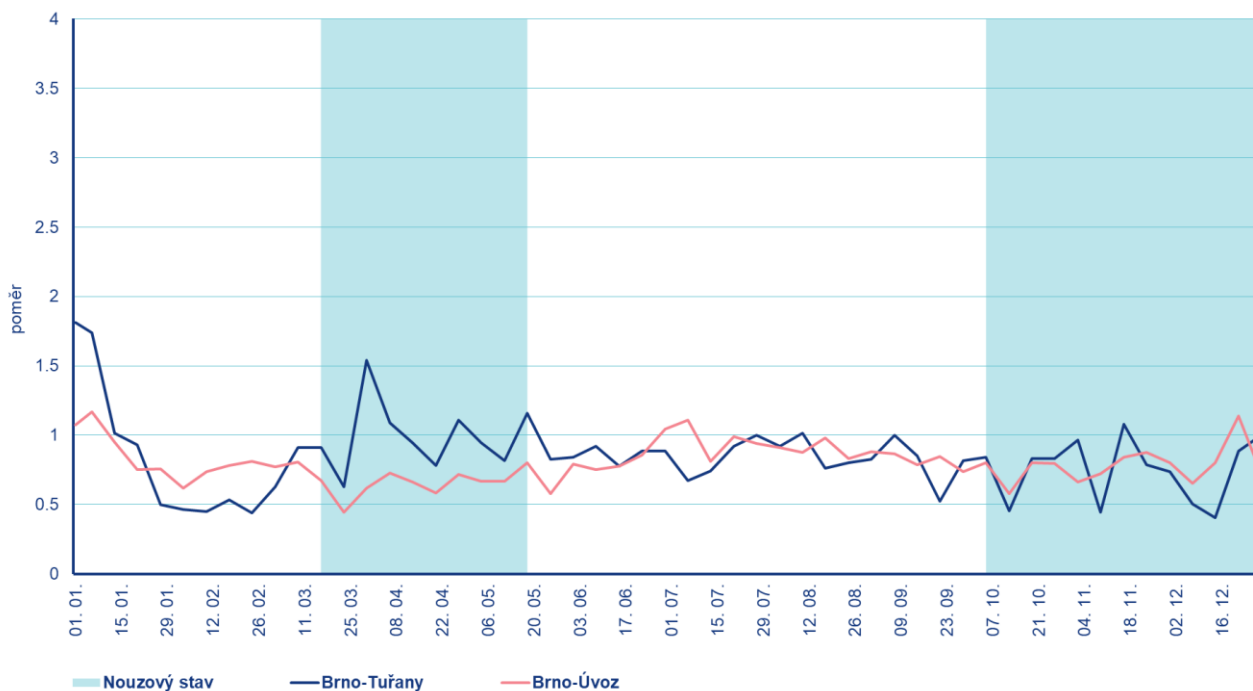
Vliv nouzového stavu na kvalitu ovzduší byl hodnocen již během jarního období ve zprávě ČHMÚ „Změna kvality ovzduší na území České republiky během nouzového stavu“¹⁶ z 6. května 2020. Pozornost je věnována zejména oxidům dusíku, tedy oxidu dusičitému (NO₂) a oxidu dusnatému (NO), jejichž hlavním zdrojem je v České republice právě doprava. Vztah mezi intenzitou dopravy a emisemi není lineární, záleží například na plynulosti dopravy či typu vozidel a teplotě vzduchu. Linearita neplatí ani mezi množstvím emisí a naměřenými koncentracemi, a to z důvodu dalších faktorů, jako jsou meteorologické podmínky. Jarní analýza periody od 16. 3. do 19. 4. 2020 ukázala, že průměrná koncentrace NO₂ ze všech měřících stanic za hodnocené období byla v hodnocené období nejnižší za posledních 6 let. Oproti 5letému průměru 2015–2019 byla nižší o 2,5 μg.m⁻³, tedy o 13 %. Nejvýraznější byl přitom pokles na stanicích dopravních.

Pokusit se odhadnout podíl jednotlivých faktorů je velmi komplikované a vzhledem k obrovskému množství různých faktorů víceméně nereálné. Jednou z možností, jak alespoň zhruba odhadnout rozdíl v emisích z dopravy a míru zlepšení v důsledku nouzového stavu, je srovnat relativní koncentrace na dopravní a pozad'ové stanici, které jsou blízko sebe. Vycházíme z předpokladu, že meteorologické podmínky jsou v lokalitě umístění obou stanic obdobné, protože jsou dostatečně blízko sebe. Následně můžeme provést srovnání koncentrací v roce 2020 s dlouhodobým průměrem na dané stanici. Pokud by se projevoval pozitivní vliv poklesu dopravy na kvalitu ovzduší, lze očekávat, že na dopravních stanicích bude situace relativně lepší ve srovnání s dlouhodobým průměrem než na stanicích pozad'ových, kde má na dopravu menší vliv.

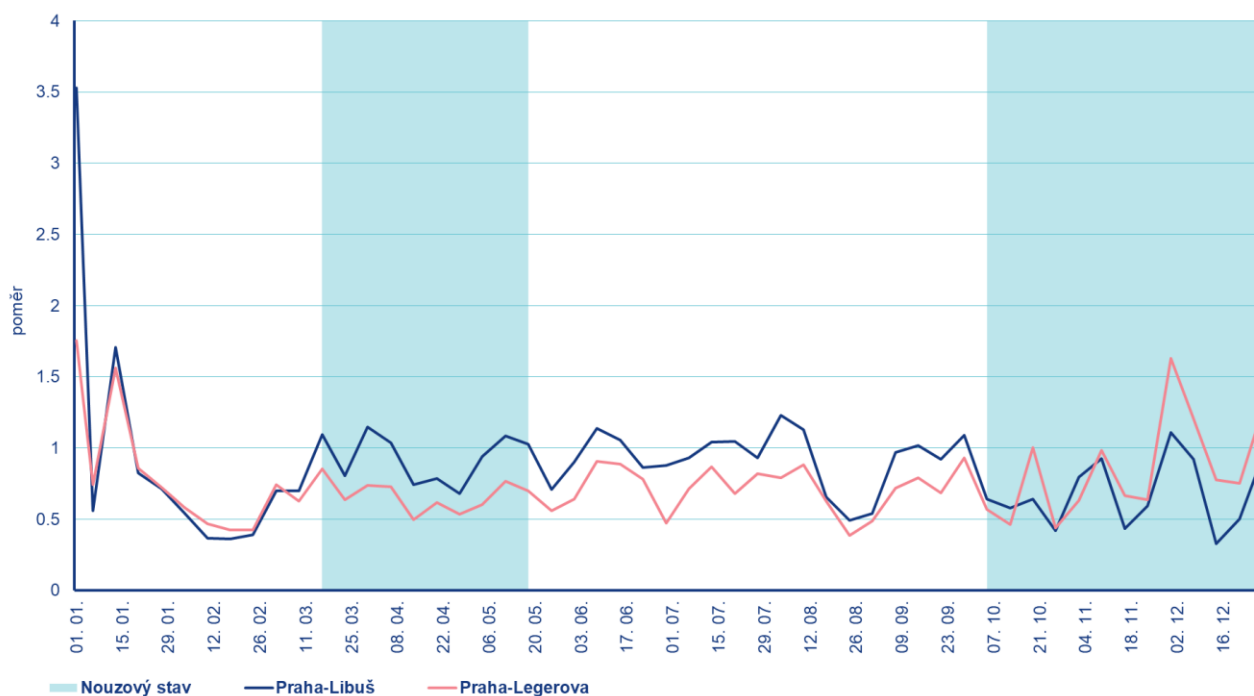
Pro účel srovnání byly vybrány dva páry stanic – dopravní městská stanice Brno-Úvoz (hot spot) a pozad'ová předměstská Brno-Tuřany (Obr. 25) a dopravní městská stanice Praha-Legerova (hot spot) a pozad'ová předměstská Praha-Libuš (Obr. 26). Po vyhlášení prvního nouzového stavu v březnu byly koncentrace NO_x

¹⁶ https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2020/COVID_ZPRAVA.pdf

na stanici Brno-Tuřany výrazně nadprůměrné. Avšak na dopravní stanici Brno-Úvoz byly naopak výrazně podprůměrné. Situace v poměru u pražských stanic je mírně odlišná. Na začátku roku byly poměry na obou stanicích obdobné, od 12. týdne byly koncentrace na dopravní stanici nižší. Rozdíl nebyl tak výrazný, jako u brněnských stanic, zato přetrvával déle. Z grafů je také vidět, že výrazně více se rozdíl projevoval při vyhlášení prvního nouzového stavu. To odpovídá faktu, že pokles dopravy byl významnější právě na jaře. Možnou příčinou je skutečnost, že se na jaře více projevil náhlý strach z neznámého, zatímco na podzim již lidé byli na situaci lépe připraveni či neměli takové obavy, proto nebyla doprava tak omezená. Další možnou příčinou je fakt, že lidé se například mohli bát cestovat do zaměstnání hromadnou dopravou, a tak namísto ní zvolili osobní přepravu.



Obr. 25 Poměr koncentrací NO_x mezi průměrem v roce 2020 a pětiletým průměrem 2015–2019 v jednotlivé týdny roku na pozadové předměstské stanici Brno-Tuřany a dopravní městské stanici Brno-Úvoz (hot spot).



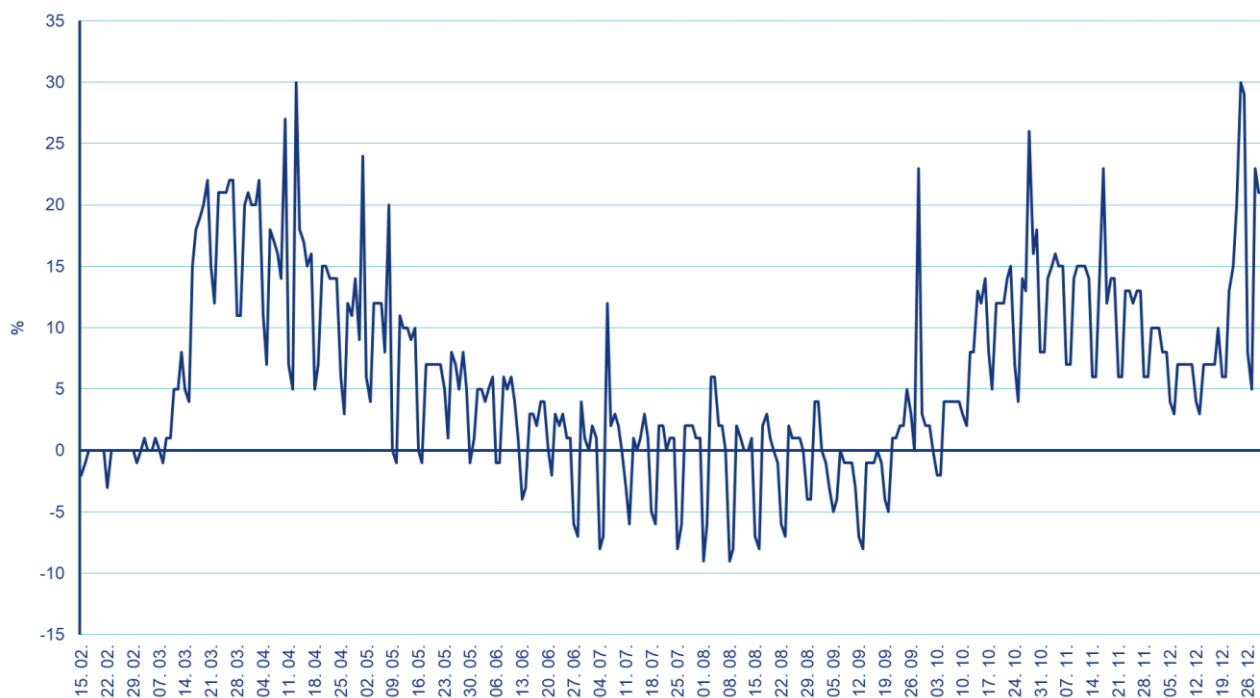
Obr. 26 Poměr koncentrací NO_x mezi průměrem v roce 2020 a pětiletým průměrem 2015–2019 v jednotlivé týdny roku na pozadové předměstské stanici Praha-Libuš a dopravní městské stanici Praha-Legerova (hot spot).

V.3 Suspendované částice PM_{10}

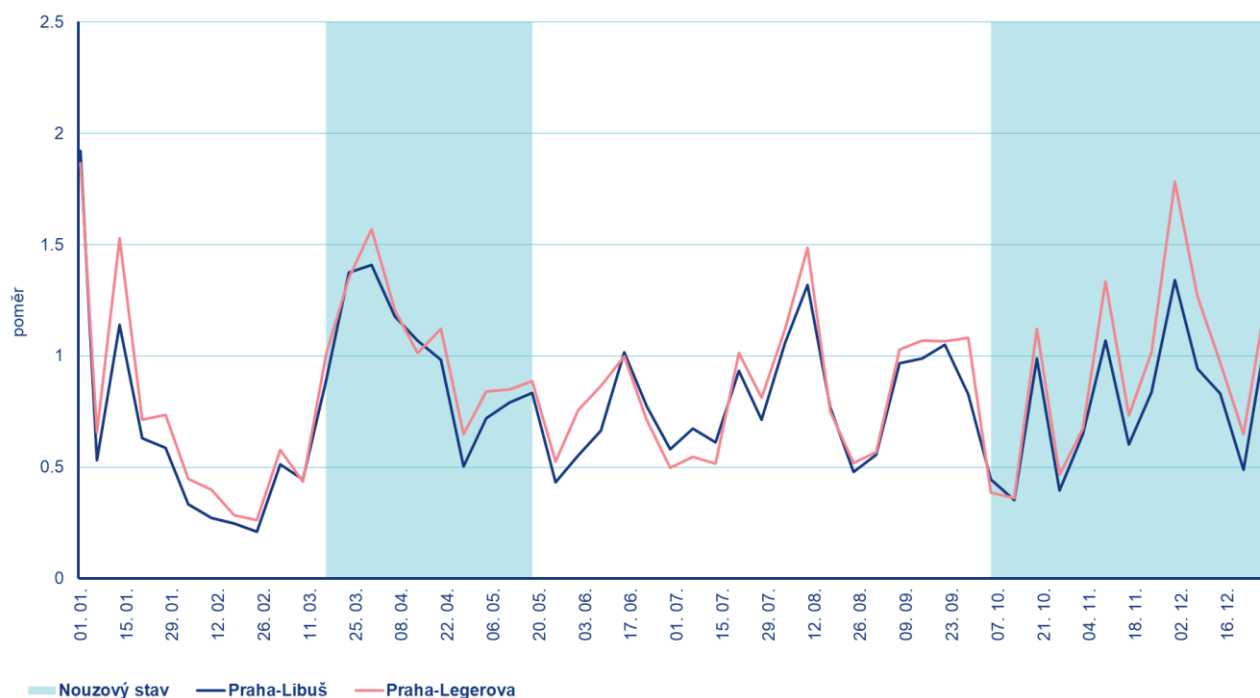
Nouzový stav mohl mít vliv i na koncentrace suspendovaných částic PM_{10} , v tomto případě však negativní. Z geolokačních dat uživatelů Android vyplývá, že pobyt lidí v domácnostech se během obou nouzových stavů zvýšil (Obr. 27). Na počátku nouzového stavu na jaře byl nárůst kolem 20–25 %, na podzim kolem 10–15 % a kolem Vánoc až kolem 30 %.

Počasí během druhé poloviny března a začátku dubna bylo velmi chladné a míra vytápění během začátku prvního nouzového stavu byla tedy relativně vysoká. Druhý nouzový stav pak byl vyhlášen už v době začínající topné sezóny. Ačkoliv má na koncentrace PM_{10} vliv i doprava, vliv meteorologických podmínek a vytápění na území celé republiky jako takové je výrazně vyšší. Již jarní zpráva ČHMÚ o vlivu nouzového stavu na kvalitu ovzduší ukázala, že koncentrace PM_{10} byly během prvních týdnů nouzového stavu nejvyšší za dobu hodnocení (posledních 6 let).

Poměr koncentrací PM_{10} má rozdílný chod oproti koncentracím NO_x (Obr. 28). Na dopravní i pozadové stanici se situace vyvíjela velmi podobně. To potvrzuje fakt, že pokles intenzity dopravy se výrazně neprojevil na koncentracích PM_{10} ve srovnání s NO_x . Na dopravní i pozadové stanici byly koncentrace v začátku prvního nouzového stavu výrazně nadprůměrné, což souvisí především s výrazným ochlazením a zhoršením rozptylových podmínek.



Obr. 27 Vývoj doby strávené v domácnostech v České republice od poloviny února do konce roku 2020. Vyjádřeno v procentech změny oproti dlouhodobému průměru. Zdroj: Google Mobility Reports



Obr. 28 Poměr koncentrací částic PM_{10} mezi průměrem v roce 2020 a pětiletým průměrem 2015–2019 v jednotlivé týdny roku na pozadové předměstské stanici Praha-Libuš a dopravní městské stanici Praha-Legerova (hot spot).

VI. Kontakty

ČHMÚ Praha-Komořany

Ing. Václav Novák, e-mail: vaclav.novak@chmi.cz, tel.: 244 032 402

ČHMÚ Praha-Komořany (pro smogové situace)

Mgr. Ondřej Vlček, e-mail: ondrej.vlcek@chmi.cz, tel.: 244 032 488

ČHMÚ Praha-Libuš (Centrální laboratoře imisí)

Mgr. Štěpán Rychlík, Ph.D., e-mail: stepan.rychlik@chmi.cz, tel.: 606 477 218

ČHMÚ Ostrava

Mgr. Blanka Krejčí, Ph.D., e-mail: blanka.krejci@chmi.cz, tel.: 603 511 908

ČHMÚ Brno

Mgr. Jáchym Brzezina, e-mail: jachym.brzezina@chmi.cz, tel.: 737 387 741

ČHMÚ Hradec Králové

Mgr. Jan Komárek, e-mail: jan.komarek@chmi.cz, tel.: 605 228 142

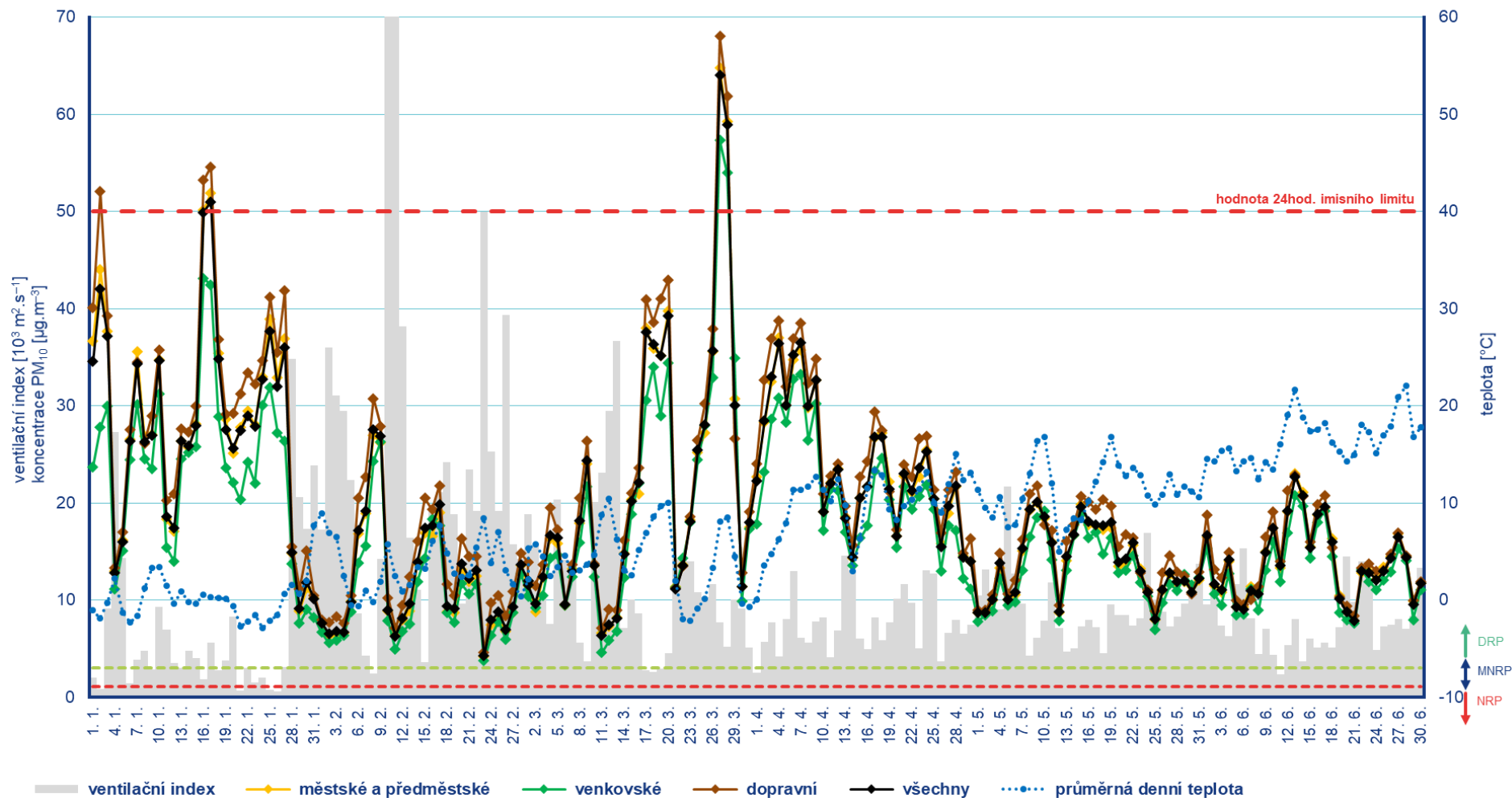
ČHMÚ Plzeň

Ing. Tomáš Forý, e-mail: tomas.fory@chmi.cz, tel.: 604 221 364

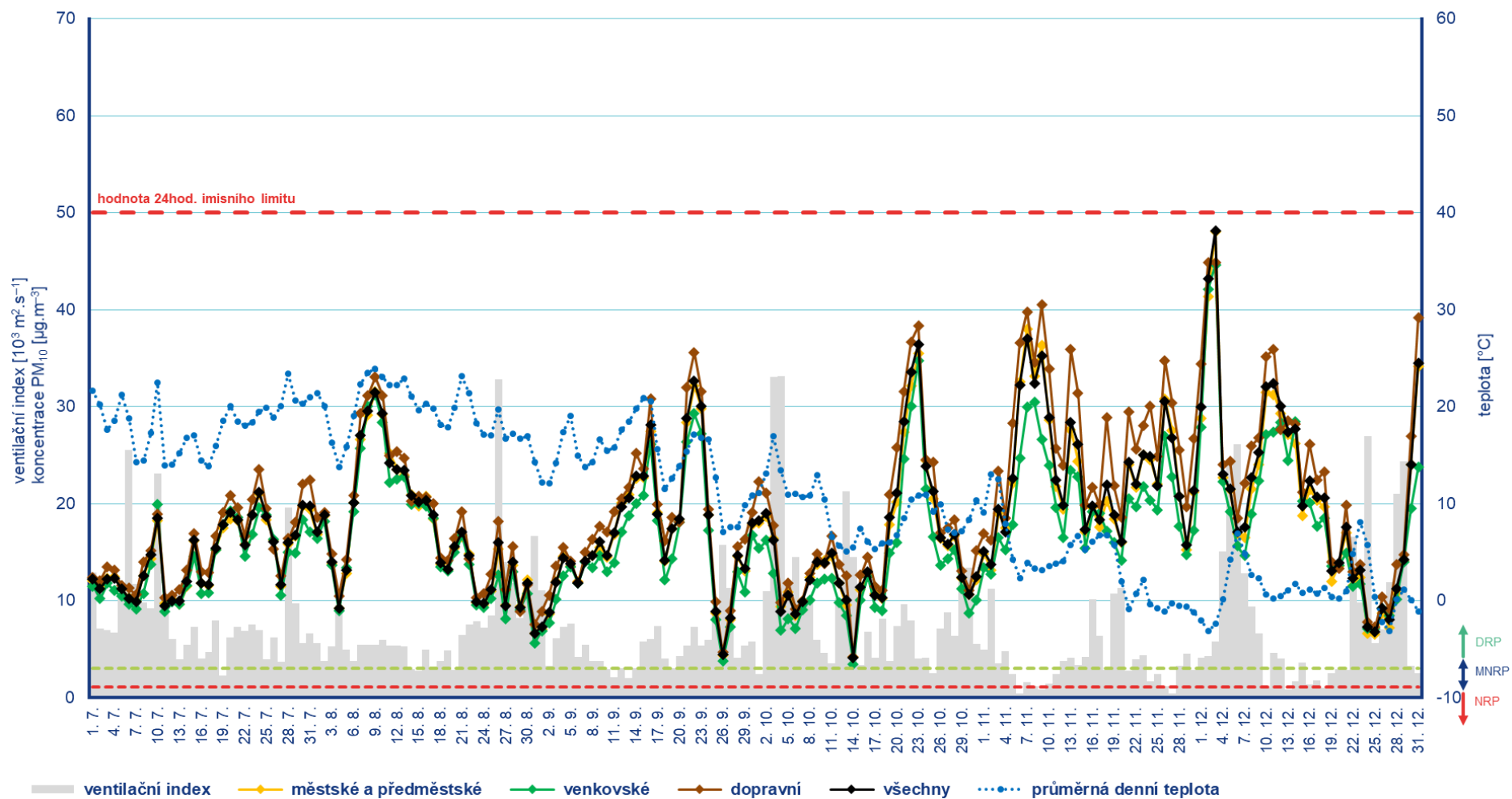
ČHMÚ Ústí nad Labem

Ing. Helena Plachá, e-mail: helena.placha@chmi.cz, tel.: 724 522 390

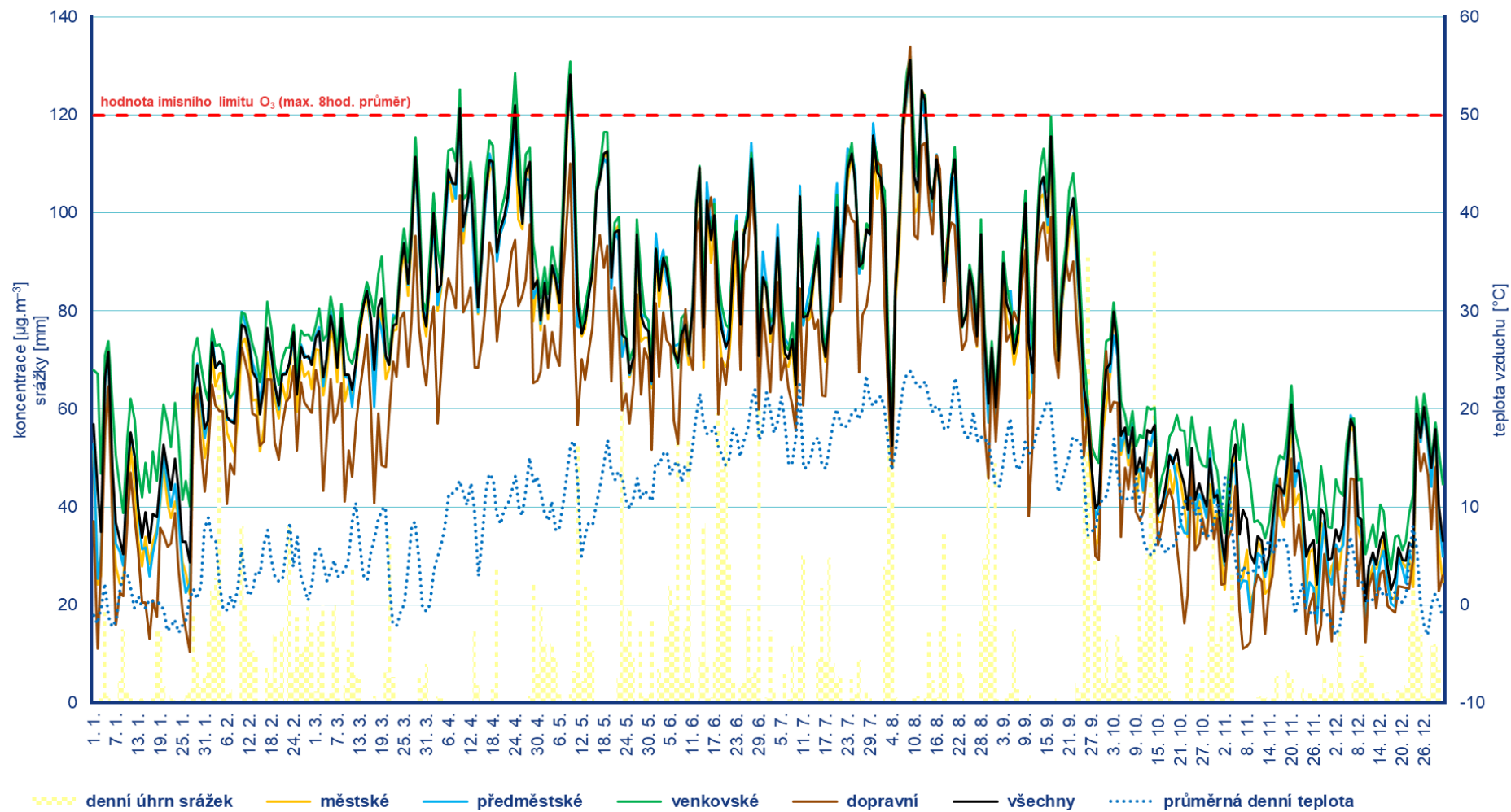
VII. Přílohy



Obr. 29 Vývoj průměrných denních koncentrací PM_{10} na stanicích AIM pro daný typ stanic a celorepublikového průměru teploty a ventilačního indexu (model ALADIN), leden–červen 2020



Obr. 30 Vývoj průměrných denních koncentrací PM_{10} na stanicích AIM pro daný typ stanic a celorepublikového průměru teploty a ventilačního indexu (model ALADIN), červenec–prosinec 2020



Obr. 31 Vývoj 8hod. maximální denní koncentrace O₃ na měřicích stanicích, rok 2020