

KVALITA OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2021

Předběžné zhodnocení

I. část

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

Informace o autorském týmu:

Vedoucí autorského kolektivu

RNDr. Leona Vlasáková, Ph.D.

I. Meteorologické a rozptylové podmínky

Ing. Hana Škáchová, Mgr. Klára Sedláková

II. Index kvality ovzduší

Ing. Hana Škáchová

III. Kvalita ovzduší na území České republiky v roce 2021

III.1 Suspendované částice PM₁₀

RNDr. Leona Vlasáková, Ph.D., Ing. Hana Škáchová, Mgr. Jan Horálek

III.2 Suspendované částice PM_{2,5}

RNDr. Leona Vlasáková, Ph.D.

III.3 Přízemní ozon (O₃)

RNDr. Leona Vlasáková, Ph.D., RNDr. Markéta Schreiberová, Ing. Hana Škáchová,

III.4 Oxid dusičitý (NO₂)

RNDr. Markéta Schreiberová

III.5 Oxid siřičitý (SO₂)

Ing. Hana Škáchová

III.6 Oxid uhelnatý (CO)

Ing. Hana Škáchová

IV. Smogový a varovný regulační systém

Ing. Hana Škáchová

Příloha

Ing. Hana Škáchová

Obsah

Datová základna a metodika pro předběžné vyhodnocení	2
Shrnutí	3
I. Meteorologické a rozptylové podmínky.....	5
II. Index kvality ovzduší	9
III. Kvalita ovzduší na území České republiky v roce 2021	12
III.1 Suspendované částice PM ₁₀	12
III.2 Suspendované částice PM _{2,5}	18
III.3 Přízemní ozon (O ₃).....	21
III.4 Oxid dusičitý (NO ₂)	25
III.5 Oxid siřičitý (SO ₂).....	30
III.6 Oxid uhelnatý (CO).....	31
III.7 Smogový a varovný regulační systém.....	32
Kontakty	33
Seznam obrázků.....	34
Příloha	35

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 2021.

Z důvodů procesu zpracování dat jsou **do tohoto hodnocení zahrnuty pouze neverifikované údaje¹ ze stanic s automatizovaným měřicím programem (AIM) ČHMÚ a dalších přispěvatelů²**, na kterých byla splněna podmínka dostupnosti dat daná legislativou, dostupné v databázi ISKO ke dni 10. 1. 2022. 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. Tyto budou vyhodnoceny v rámci II. části předběžného zhodnocení, které bude vydáno během dubna 2022.

Do tohoto hodnocení není možné z důvodu zpracování dat zahrnout ani výsledky měření suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} z manuálního měření; v závěrečném hodnocení verifikovaných dat během podzimu 2022 tak může dojít ke změně některých hodnot koncentrací. Hodnocení kvality ovzduší z hlediska imisních limitů pro ochranu ekosystémů a vegetace bude vyhodnoceno v závěrečném hodnocení verifikovaných dat během podzimu 2022.

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

¹ Neverifikovaná data ze stanic s automatizovaným měřicím programem mohou obsahovat chybné údaje a mohou být neúplná.

² Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem, SZÚ, město Plzeň, MÚ Třinec, město Šumperk, město Zlín, Statutární město Brno, město Otrokovice, město Hranice, město Štětí, obec Loštice, obec Nošovice, Letiště Praha, a.s., CEMTECH, a.s., Vápenka Čertovy schody, a.s., spoluvlastníci Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě + Statutární město Ostrava. Moravskoslezský kraj, Statutární město Havířov

Shrnutí

Rok 2021 byl z hlediska kvality ovzduší velmi příznivý. Koncentrace látek znečišťujících ovzduší (suspendované částice PM_{10} a $PM_{2,5}$, přízemní ozon (O_3), oxid dusičitý (NO_2), oxid uhelnatý (CO) a oxid siřičitý (SO_2)) dosáhly v roce 2021 v rámci hodnoceného období 2011–2021³ nejnižších až druhých nejnižších hodnot (po roce 2020, ve kterém jsme zaznamenali historicky nejlepší kvalitu ovzduší).

Z hodnocení založeného na indexu kvality ovzduší (IKO) vyplývá, že kvalita ovzduší byla v roce 2021 převážně velmi dobrá až dobrá (první stupeň IKO). K výskytu velmi dobré až dobré kvality ovzduší na městských a předměstských stanicích docházelo nejčastěji v Jihočeském, Plzeňském kraji a Jihomoravském kraji bez aglomerace Brno, nejméně často v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (O/K/F-M). Na venkovských stanicích se velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší vyskytovala nejčastěji v Jihomoravském kraji bez aglomerace Brno, nejméně často opět v aglomeraci O/K/F-M.

Z meteorologického hlediska a souvisejícího rozptylu znečišťujících látek byl rok 2021 průměrný. Teplotně a srážkově byl rok 2021 na území ČR normální. V porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 lze většinu měsíců roku 2021 hodnotit jako měsíce se standardními rozptylovými podmínkami. Výjimku tvoří měsíc květen s výrazně lepšími rozptylovými podmínkami a měsíc únor se zhoršenými rozptylovými podmínkami.

V roce 2021 došlo k překročení imisního limitu pro 24hodinovou koncentraci PM_{10} a pro průměrnou roční koncentraci $PM_{2,5}$ pouze na několika stanicích situovaných v aglomeraci O/K/F-M a na stanici Zlín-ZŠ Kvítkova. Dále byl na omezeném počtu stanic překročen imisní limit pro přízemní ozon, převážně na stanicích situovaných ve vyšších nadmořských výškách a/nebo v Ústeckém kraji. Pro tyto oblasti jsou zvýšené koncentrace ozonu typické.

Průměrné měsíční koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ a oxidu dusičitého (NO_2) v roce 2021 byly v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 nižší ve všech měsících roku (s výjimkou června pro PM_{10} a $PM_{2,5}$). Relativně nízké koncentrace PM_{10} , $PM_{2,5}$ a NO_2 v roce 2021 lze přisoudit kombinaci faktorů, tzn. pokračujícímu poklesu emisí díky již realizovaným opatřením pro zlepšení kvality ovzduší, příznivým meteorologickým podmínkám, kdy během teplejší části roku nedošlo k výskytu sucha, a příznivějším rozptylovým podmínkám v závěru roku ve srovnání s desetiletým průměrem 2011–2020.

V případě přízemního ozonu (O_3) jsou patrné setrvání nebo propad koncentrací ve všech měsících roku v roce 2021 v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020. Pokles koncentrací v dubnu, květnu, červenci a srpnu koresponduje s převážně teplotně normálními až podnormálními teplotami a normálními až nadnormálními srážkami v těchto měsících (tzn. potlačení meteorologických podmínek vhodných pro vznik přízemního ozonu).

V roce 2021, podobně jako v roce 2020, byly na území ČR vyhlášeny nouzové stavy v souvislosti s výskytem koronaviru SARS-CoV-2. Z hlediska potenciální změny kvality ovzduší na území ČR v důsledku ochranných opatření je nejvýznamnější měsíc březen, kdy byl zakázán i pohyb mezi okresy vedoucí k poklesu intenzity dopravy. Na jedné straně tedy docházelo k poklesu emisí látek znečišťujících ovzduší z dopravy, na druhé straně vyšší intenzita vytápění v důsledku setrvání obyvatelstva v domácím prostředí vedla k vyšším emisím látek z lokálního vytápění. V případě NO_2 , jehož hlavním emisním zdrojem je doprava, lze předpokládat, že za normální situace bez ochranných opatření proti šíření koronaviru by byly koncentrace NO_2 vyšší. V případě PM_{10} nelze vzhledem k variabilitě skladby emisních zdrojů a jejich silnému vztahu s rozptylovými

³ V případě suspendovaných částic $PM_{2,5}$ je z důvodu nesplnění podmínky dostatku dat hodnoceno období 2012–2020.

a meteorologickými podmínkami očekávat v důsledku opatření významné změny koncentrací. Podrobnější vyhodnocení vlivu nouzového stavu na změnu kvality ovzduší v ČR lze nalézt v ČHMÚ (2021)⁴.

Je třeba zdůraznit, že kvalita ovzduší byla příznivá z hlediska aktuálně hodnocených látek (PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 , SO_2 , CO a O_3). V dubnu bude zveřejněna II. část předběžné zprávy, v rámci které jsou hodnoceny koncentrace karcinogenního benzo[*a*]pyrenu. U této látky lze jako v minulých letech předpokládat překročení ročního imisního limitu na řadě lokalit, zejména ve spojení s emisemi z lokálních vytápění a výskytem mírně nepříznivých až nepříznivých podmínek od ledna do března, mírně nepříznivých podmínek v závěru roku a výskytu teplot pod bodem mrazu během ledna, února a prosince. Navíc při zvýšení cen energií v závěru roku 2021 lze očekávat i návrat k levnějšímu způsobu vytápění, což mohlo vést k dalšímu navýšení koncentrací benzo[*a*]pyrenu v ovzduší.

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 2021 došlo k překročení 24hodinového imisního limitu PM_{10} ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, povolený počet překročení 35× za kalendářní rok) na 3 % stanic (4 stanice z celkového počtu 118). Jednalo se o dvě průmyslové stanice – Ostrava-Radvance-ZÚ (58× překročení) a Karviná (53× překročení), o venkovskou stanici Věřňovice (56× překročení) a městskou pozadřovou stanici Rychvald (42× překročení). Všechny stanice s překročením imisního limitu leží na území aglomerace O/K/F-M.

V roce 2021 byla vyhlášena jedna smogová situace (v celkové délce 58 h, tj. 2,4 dny) v prosinci v aglomeraci O/K/F-M, a to z důvodu vysokých koncentrací suspendovaných částic PM_{10} .

Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM_{10} ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nebyl v roce 2021 překročen na žádné stanici ČR, potřeť v řadě po letech 2019 a 2020 za celou historii měření PM_{10} od roku 1993.

Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci $PM_{2,5}$ ($20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byl v roce 2021 překročen na 10 z 86 stanicích (12 %). Všechny stanice s nadlimitní koncentrací se nachází v aglomeraci O/K/F-M, s výjimkou městské pozadřové stanice Zlín-ZŠ Kvítkova

Imisní limit přízemního O_3 byl za tříleté období 2018–2020 překročen na 9 % stanic, tj. na pěti z 67 stanic, na kterých byly koncentrace O_3 měřeny, přičemž rok 2021 se na počtu překročení za hodnocené tři roky 2019–2021 na více než polovině stanic podílel nejméně

Imisní limit ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) pro průměrnou roční koncentraci oxidu dusičitého (NO_2) nebyl v roce 2021 překročen na žádné stanici ČR, což nastalo spolu s rokem 2020 podruhé za celou historii měření této znečišťující látky (tj. od 90. let minulého století).

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 2021 překročen na žádné stanici. Na jedné stanici (Ostrava-Poruba DD) byla překročena jednou hodnota hodinového imisního limitu NO_2 .

Imisní limity SO_2 (hodinová koncentrace $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, povolený počet překročení 24× za kalendářní rok, a 24h koncentrace $125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, povolený počet překročení 3× za kalendářní rok) nebyly v roce 2021 překročeny na žádné stanici.

K překročení imisního limitu CO (maximální 24h 8hodinový průměr $10\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nedošlo v roce 2021 na žádné stanici.

⁴ https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/20_priloha_II_v2.pdf

I. Meteorologické a rozptylové podmínky

Rok 2021 byl na území ČR teplotně normální, průměrná roční teplota vzduchu 8,0 °C byla o 0,1 °C vyšší než normál 1981–2010. Jde tak o první teplotně normální rok od roku 2013 (všechny roky období 2014 až 2020 byly teplotně nadnormální). Měsíce leden (odchylka +0,9 °C), únor (odchylka +0,1 °C), březen (odchylka –0,3 °C), červenec (odchylka +1,0 °C), říjen (odchylka –0,1 °C), listopad (odchylka +0,7 °C) a prosinec (odchylka +1,3 °C) byly hodnoceny jako teplotně normální. Měsíce duben a květen byly teplotně silně podnormální (odchylka pro duben –2,5 °C, pro květen –2,4 °C). Následoval teplotně silně nadnormální červen (odchylka +3,0 °C), který se zařadil jako třetí nejteplejší červen od roku 1961. Srpen byl hodnocen jako teplotně podnormální (odchylka –1,3 °C) a září teplotně nadnormální (odchylka +1,3 °C) (Obr. 1).

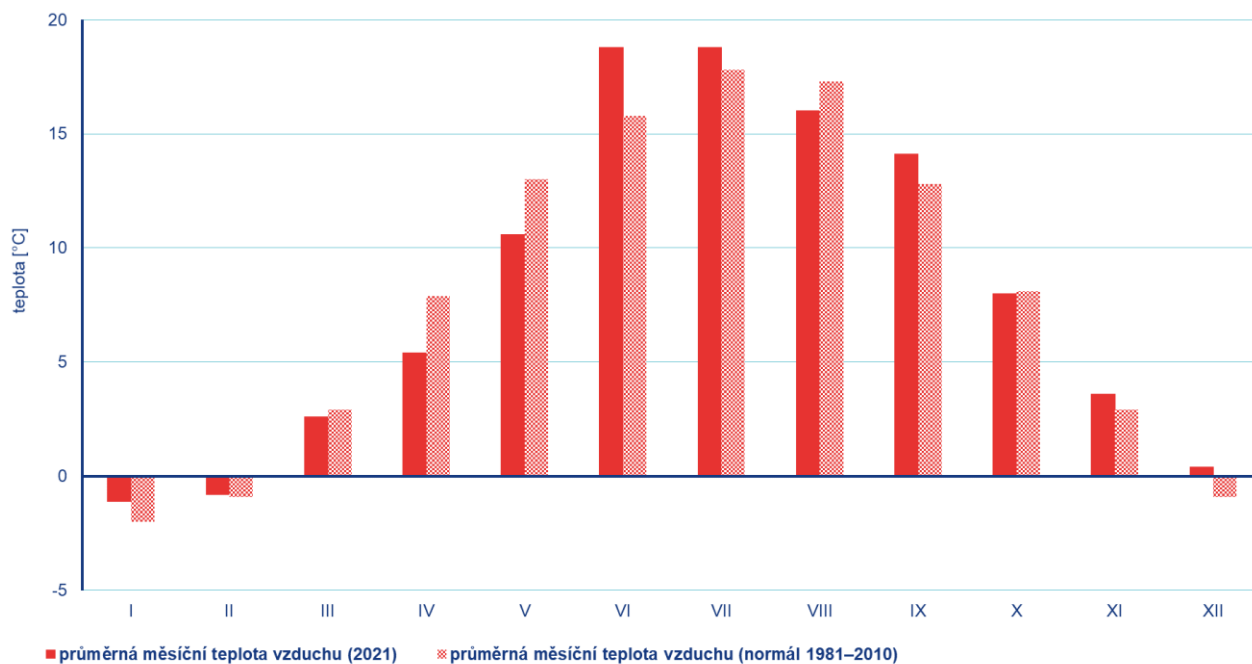
Srážkově byl rok 2021 na území ČR normální. Průměrný roční úhrn srážek 678 mm představuje 99 % normálu 1981–2010. Srážkově normální byly hodnoceny měsíce leden (125 % normálu), únor (100 % normálu), duben (76 % normálu), červen (111 % normálu), červenec (122 % normálu), listopad (92 % normálu) a prosinec (78 % normálu). Srážkově nadnormální byly měsíce květen (143 % normálu) a srpen (133 % normálu). Během roku se vyskytly dva srážkově podnormální měsíce, a to březen (58 % normálu) a říjen (44 % normálu). Září bylo dokonce silně podnormální (40 % normálu), šlo tak o čtvrté nejsušší září od roku 1961 (Obr. 2).

V porovnání s desetiletým průměrem 2010–2020 panovaly v roce 2021 standardní rozptylové podmínky (Obr. 3). Dobré rozptylové podmínky (RP), vyjádřené pomocí ventilačního indexu⁵ pro celou ČR, byly v roce 2021 zaznamenány ve 300 dnech. V porovnání s desetiletým průměrem se jedná o zlepšení o 1 %. Mírně nepříznivé rozptylové podmínky se v roce 2021 vyskytly v 61 dnech, nepříznivé rozptylové podmínky pak ve čtyřech dnech.

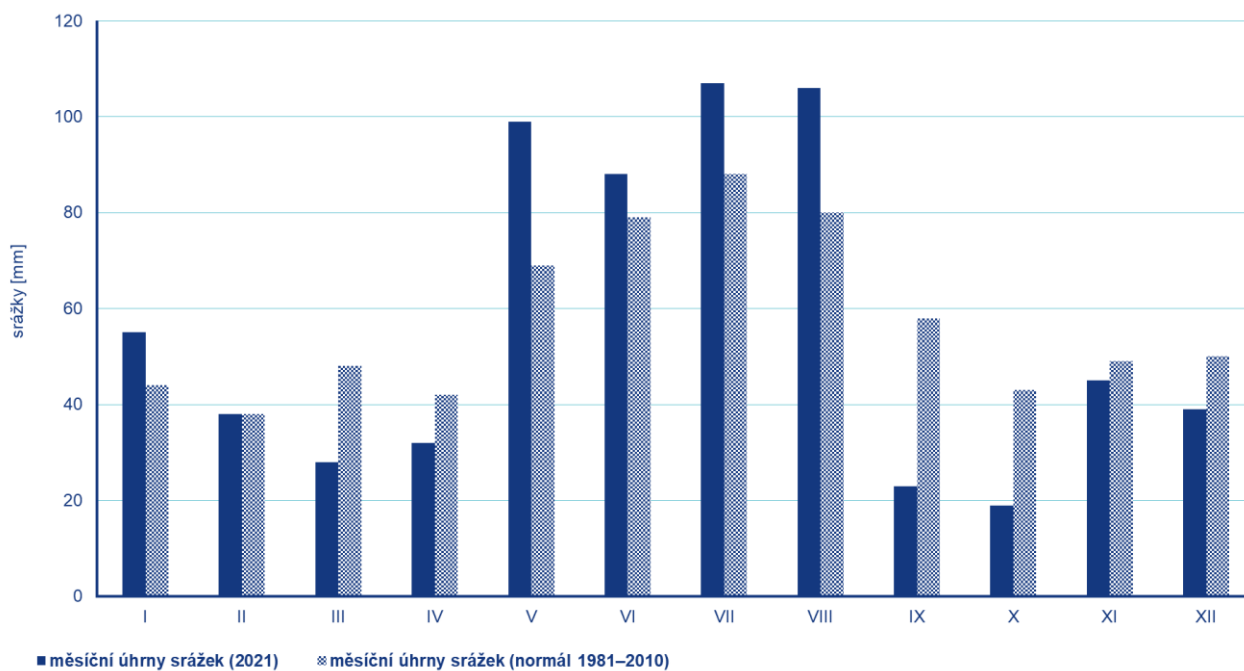
V jednotlivých krajích a aglomeracích se rozložení četností rozptylových podmínek od celorepublikového průměru liší (Obr. 4). Všechny tři typy rozptylových podmínek byly zaznamenány ve všech krajích a aglomeracích. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek bylo zaznamenáno v Moravskoslezském kraji bez aglomerace O/K/F-M (85 %), naopak nejvíce nepříznivých podmínek v aglomeraci Praha (5 %).

Nejvíce dobrých rozptylových podmínek bylo během roku zaznamenáno v květnu (100 %), nejméně naopak v únoru (64 %) (Obr. 5 a Obr. 6). Nepříznivé rozptylové podmínky byly zaznamenány v únoru (4 %), v lednu, březnu a prosinci (3 %). V porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 lze většinu měsíců hodnotit jako měsíce se standardními rozptylovými podmínkami. Výjimku tvoří měsíc květen s výrazně lepšími a měsíc únor se zhoršenými rozptylovými podmínkami.

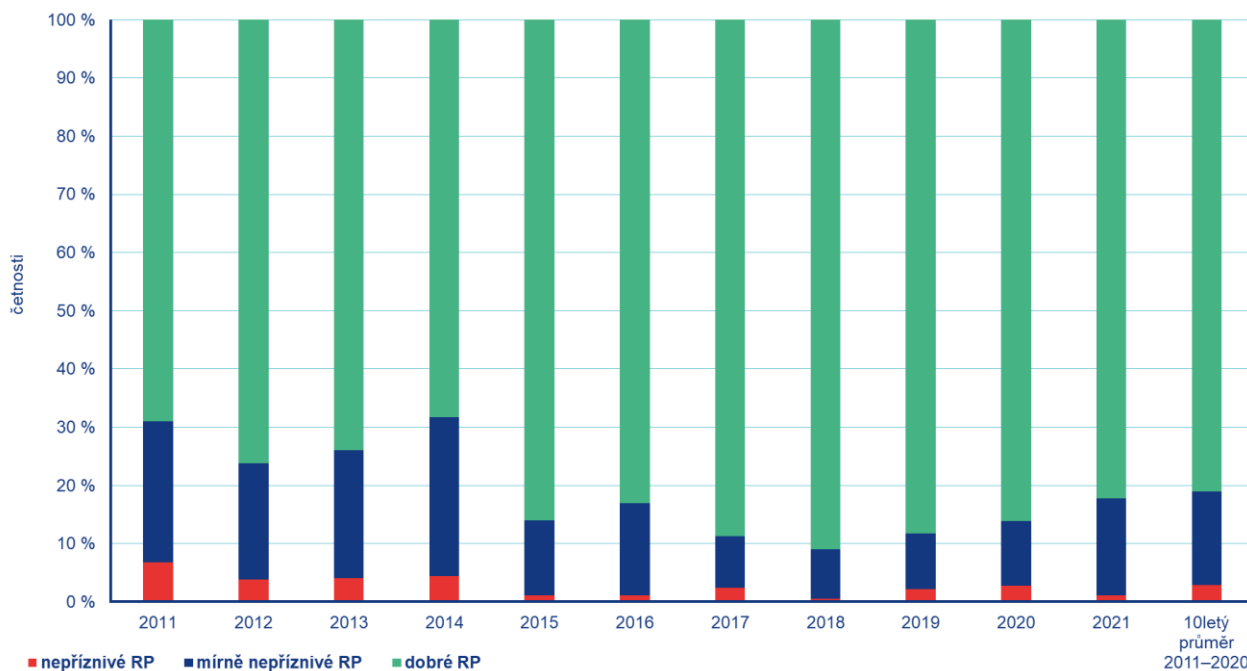
⁵ http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/mesprehledy.html#ventindex



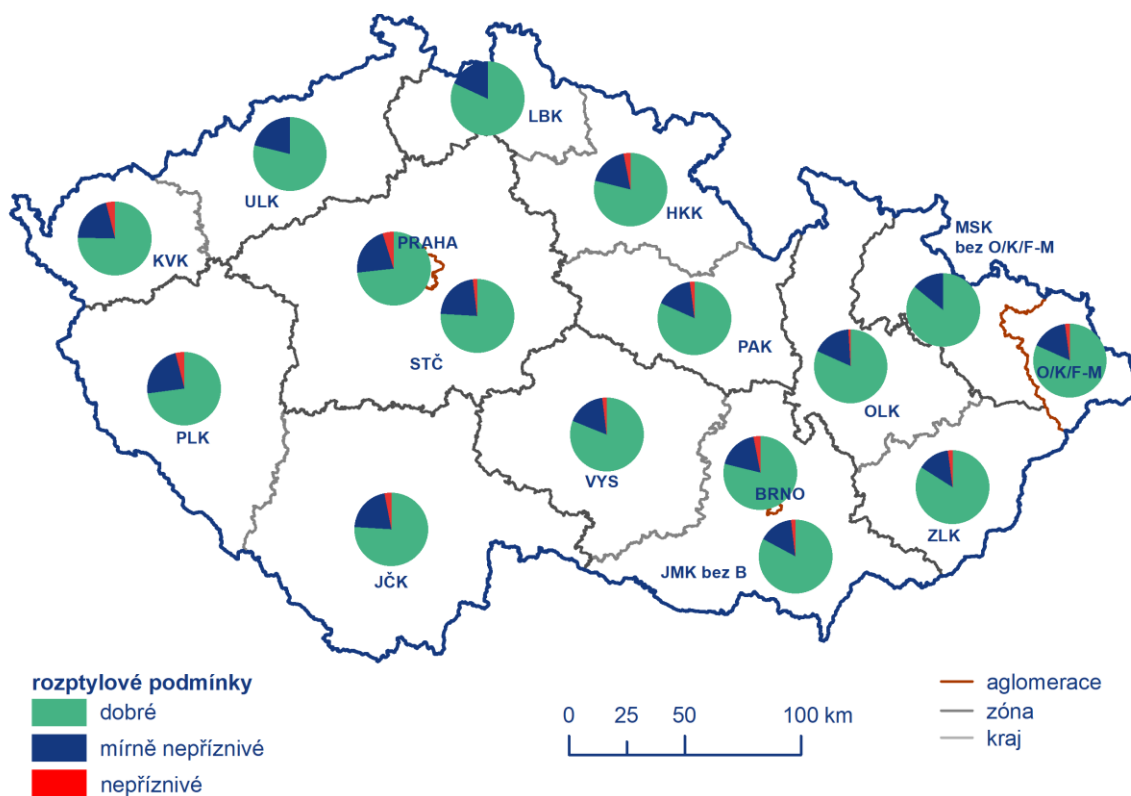
Obr. 1 Průměrné měsíční teploty vzduchu v roce 2021 v porovnání s normálem 1981–2010



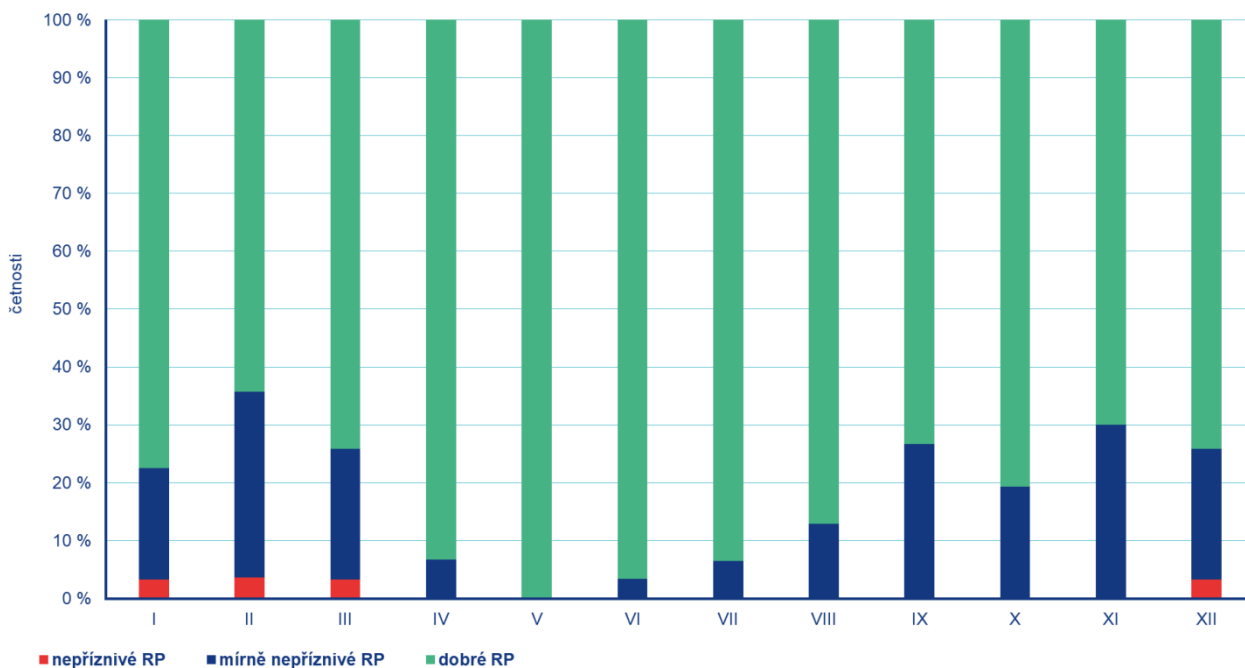
Obr. 2 Měsíční úhrny srážek v roce 2021 v porovnání s normálem 1981–2010



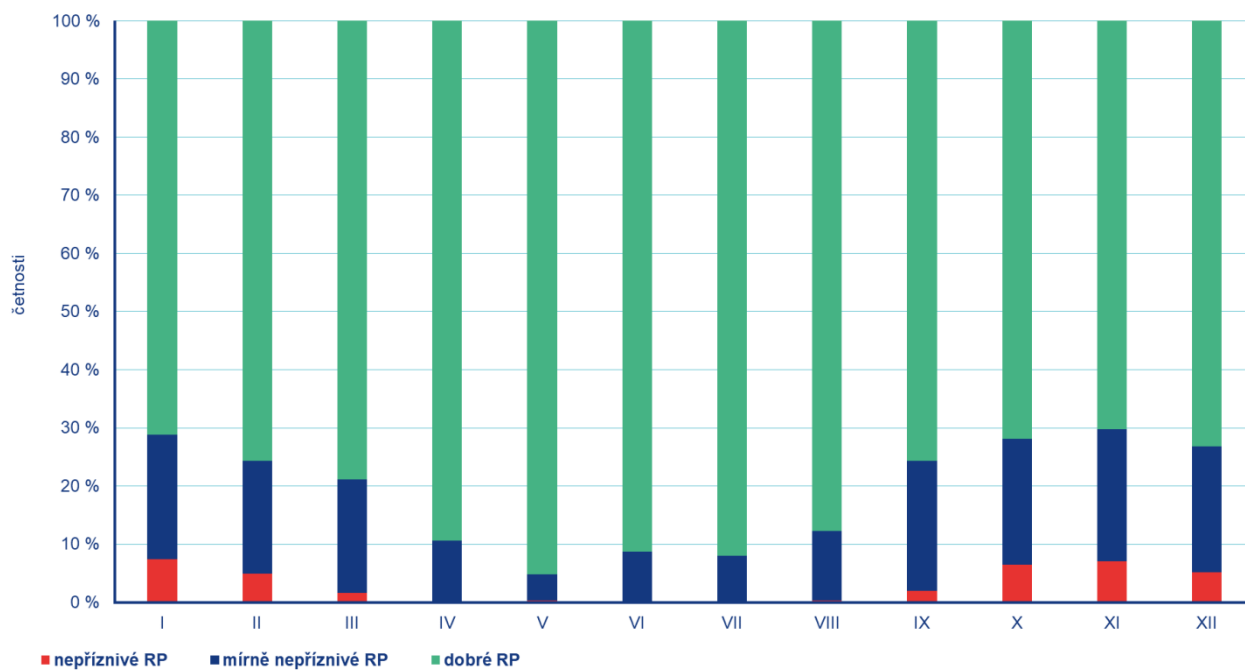
Obr. 3 Četnosti výskytu rozptylových podmínek, 2011–2021



Obr. 4 Četnosti výskytu rozptylových podmínek v jednotlivých regionech, 2021



Obr. 5 Četnosti výskytu rozptylových podmínek v jednotlivých měsících, 2021



Obr. 6 Četnosti výskytu rozptylových podmínek (RP) v jednotlivých měsících, 10letý průměr 2011–2020

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). IKO je rozdělen na tři stupně, které se dále dělí na další dva podstupně, v závislosti na stavu ovzduší a jeho vlivu na lidské zdraví. První stupeň (1A, 1B) odpovídá velmi dobré až dobré kvalitě ovzduší, druhý stupeň (2A, 2B) přijatelné a třetí stupeň zhoršené až špatné kvalitě ovzduší. 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).

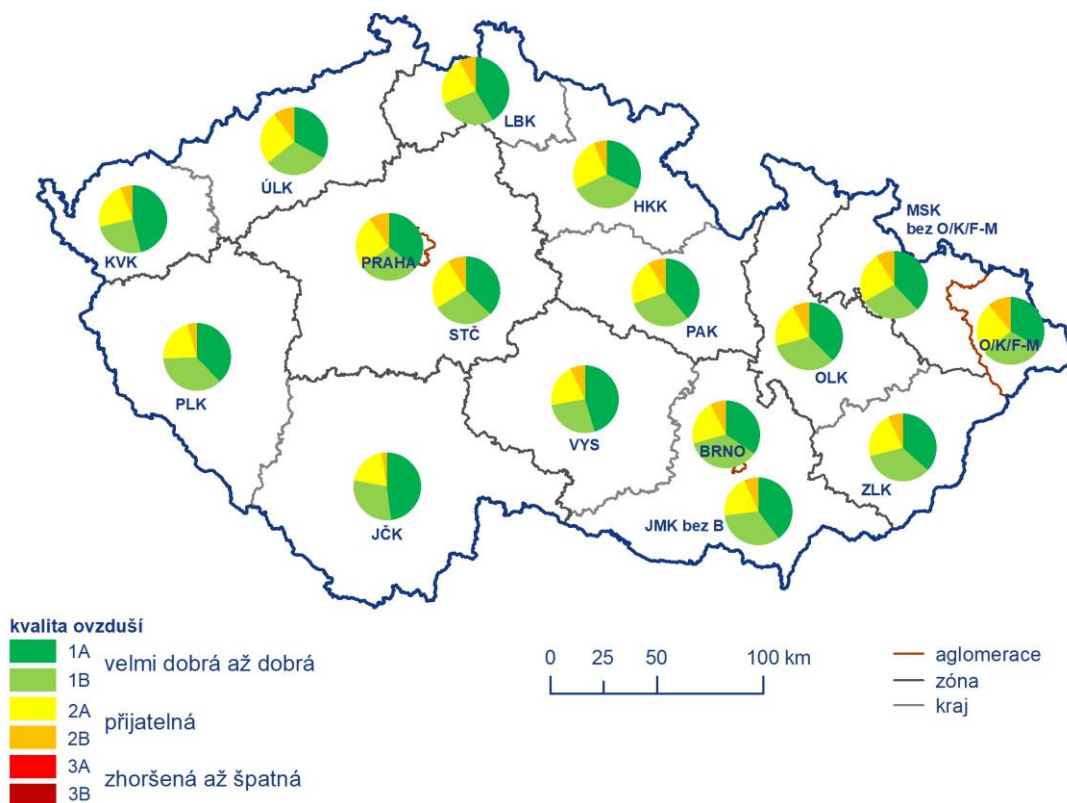
V rámci hodnocení pro jednotlivé kraje na městských a předměstských stanicích se první stupeň IKO (velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší) vyskytoval nejčastěji v Jihočeském a Plzeňském kraji a v Jihomoravském kraji bez aglomerace Brno (76 %), nejméně často v aglomeraci O/K/F-M (60 %) (Obr. 7). Třetí stupeň IKO (zhoršená až špatná kvalita ovzduší) byl zaznamenán nejčastěji v Moravskoslezském kraji včetně aglomerace O/K/F-M (1 %), naopak vůbec se nevyskytl v Libereckém, Královéhradeckém a Karlovarském kraji a v Jihomoravském kraji bez aglomerace Brno.

V rámci hodnocení pro jednotlivé kraje na venkovských stanicích se první stupeň IKO (velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší) vyskytoval nejčastěji v Jihomoravském kraji bez aglomerace Brno (71 %), nejméně často v aglomeraci O/K/F-M (53 %) (Obr. 8). Třetí stupeň IKO (zhoršená až špatná kvalita ovzduší) byl nejčastěji zaznamenán v aglomeraci O/K/F-M (2 %), naopak vůbec se nevyskytl v Královéhradeckém a Plzeňském kraji a v kraji Vysočina.

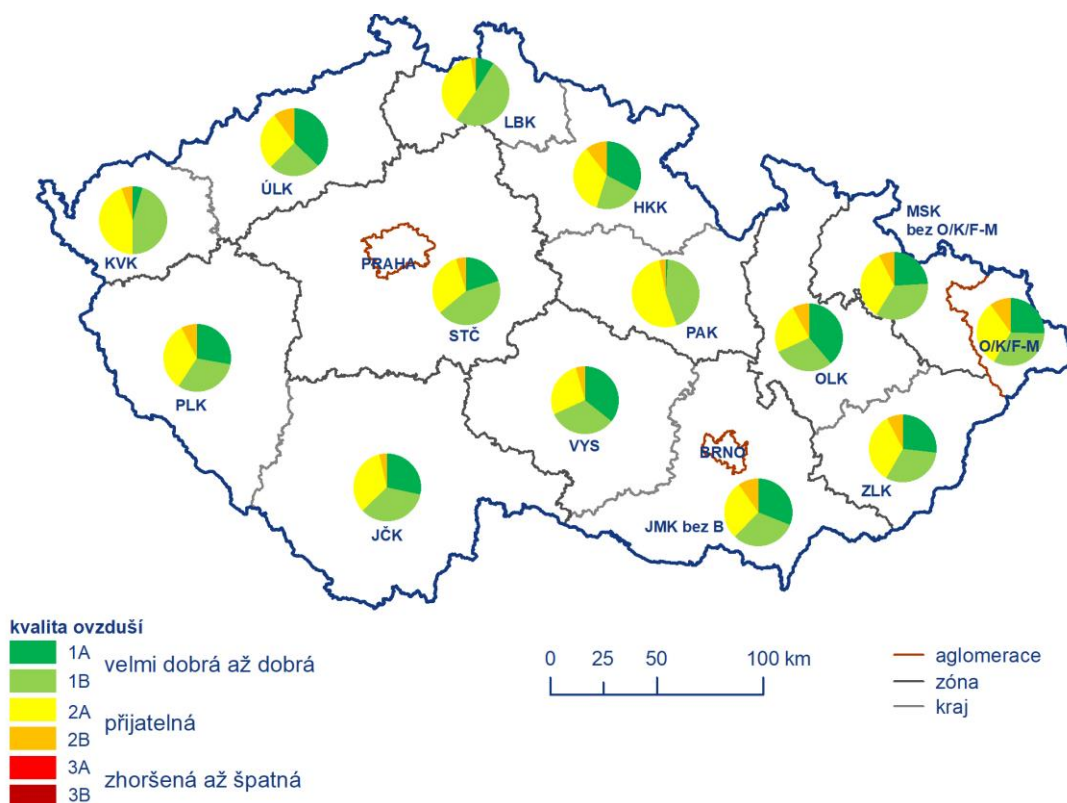
V rámci hodnocení pro jednotlivé kraje, na dopravních stanicích se první stupeň IKO (velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší) vyskytoval nejčastěji v Plzeňském kraji (77 %), nejméně často v Ústeckém kraji (48 %) (Obr. 9). Třetí stupeň IKO (zhoršená až špatná kvalita ovzduší) byl ve všech regionech, nejčastěji pak v aglomeraci O/K/F-M (1 %).

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

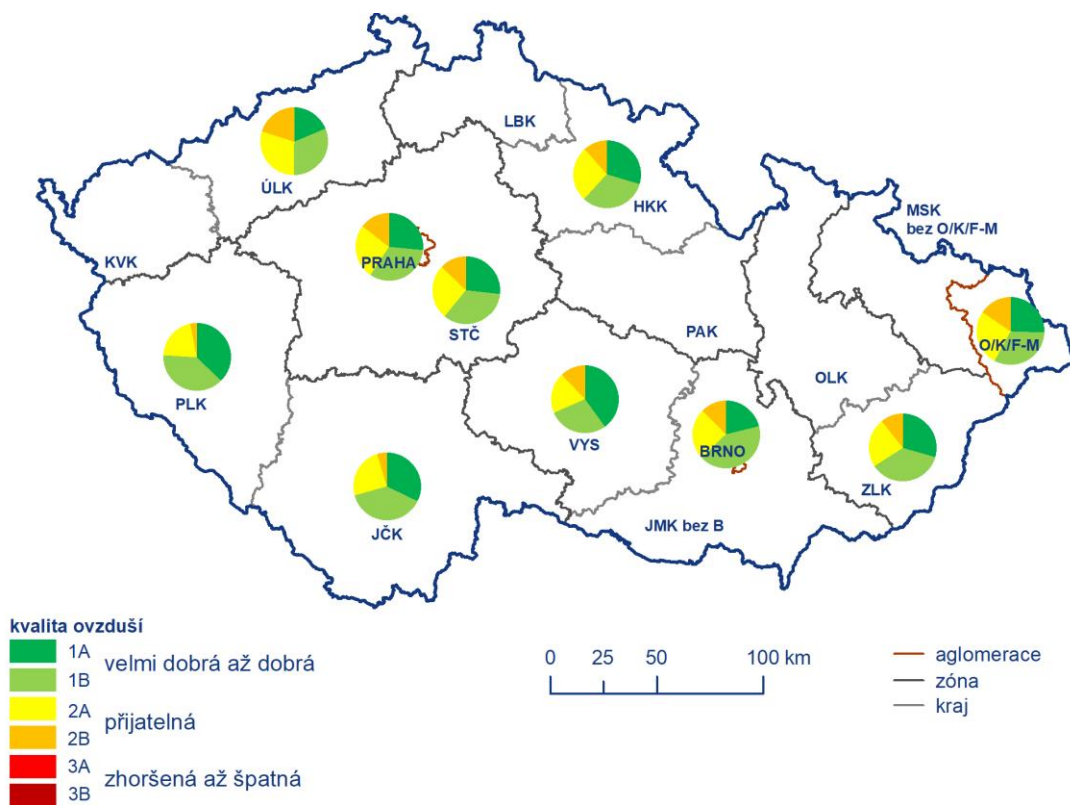
⁷ http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/d_szu.pdf



Obr. 7 Skladba indexu kvality ovzduší na městských a předměstských pozadových měřicích stanicích, 2021



Obr. 8 Skladba indexu kvality ovzduší na venkovských pozadových měřicích stanicích, 2021



Obr. 9 Skladba indexu kvality ovzduší na dopravních měřicích stanicích, 2021

III. Kvalita ovzduší na území České republiky v roce 2021

Suspendované částice jsou tvořeny směsí pevných a kapalných částic o aerodynamickém průměru menším než 10 μm (PM_{10}), resp. 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$). Suspendované částice mají široké spektrum účinků na kardiovaskulární 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× za kalendářní rok) došlo v roce 2021 na 3 % stanic (4 stanice z celkového počtu 118). Jednalo se o dvě průmyslové stanice – Ostrava-Radvance-ZÚ (58× překročení) a Karviná (53× překročení), o venkovskou stanici Věřňovice (56× překročení) a městskou pozadovou stanici Rychvald (42× překročení) (Obr. 10). Všechny stanice s překročením imisního limitu leží na území aglomerace O/K/F-M.

Stanice Ostrava-Radvance, Věřňovice a Karviná jsou, obdobně jako ostatní stanice v aglomeraci O/K/F-M, dlouhodobě ovlivněny dálkovým transportem z Polska. Stanice Ostrava-Radvance je navíc ovlivněna průmyslovými emisemi a Karviná emisemi ze stavební činnosti. Na stanici Věřňovice se projevuje kombinace vlivu znečištění ovzduší z jižního Polska a specifické vesnické zástavby na české straně hranice spolu se specifickými meteorologickými podmínkami v údolí Olše. Z důvodu minimální reprezentativnosti stanice Věřňovice 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, únoru, březnu a prosinci (více než 85 % z celkového počtu překročení pro všechny stanice). V únoru byla hodnota imisního limitu překročena na nejvyšším počtu 117 stanic, v lednu na 85 stanicích, v březnu na 76 a v prosinci na 71 stanicích z celkového počtu 118 stanic.

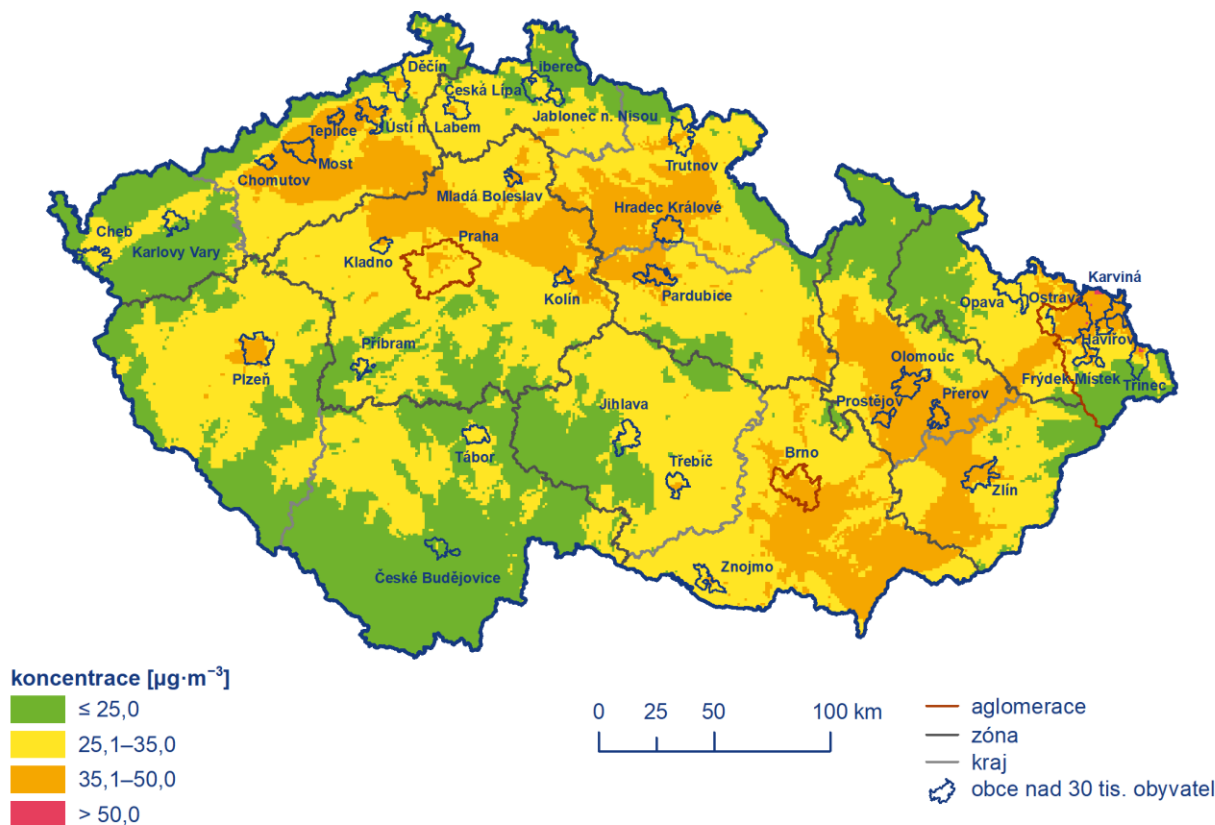
Na Obr. 11 je znázorněno pole 36. nejvyšší 24hodinové koncentrace PM_{10} . Z mapy vyplývá, že imisní limit pro průměrnou 24hodinovou koncentraci PM_{10} byl v roce 2021 překročen pouze na malém území, a to na území aglomerace O/K/F-M. Nejvíce zatíženou souvislou oblastí tedy zůstává, stejně jako v předešlých letech, aglomerace O/K/F-M.

Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM_{10} (40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nebyl v roce 2021, potřetí v řadě po letech 2019 a 2020 za celou historii měření PM_{10} od roku 1993, překročen na žádné stanici ČR. Nejvyšší roční průměrné koncentrace byly naměřeny na stanicích v aglomeraci O/K/F-M (Obr. 12). Nejvyšší roční průměrná koncentrace byla, podobně jako v minulých letech, naměřena na průmyslové stanici Ostrava-Radvance ZÚ (34,4 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), na venkovské stanici Věřňovice (32,4 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a průmyslové stanici Karviná (31,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

⁸ IARC, 2015. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic 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. 11 Předběžná mapa 36. nejvyšší 24hodinové koncentrace PM_{10} , 2021

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 s častějším výskytem zhoršených rozptylových podmínek v tuto část roku.

Roční chod koncentrací PM_{10} v roce 2021 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 2021 byly nejvyšší koncentrace PM_{10} naměřeny v únoru, kdy došlo k výskytu mírně nepříznivých až nepříznivých podmínek. V únoru byly v několika dnech zaznamenány zvýšené koncentrace PM_{10} na celém území ČR i v souvislosti s přenosem písečných částic ze Sahary. Ve zbývajících měsících chladného období roku, tj. v lednu, březnu a v posledních třech měsících roku byly koncentrace na velice podobné úrovni (Obr. 13).

Průměrné měsíční koncentrace PM_{10} v roce 2021 v porovnání s desetiletým průměrem (2011–2020) byly, s výjimkou června, nižší ve všech měsících roku, a to o cca 6 % (únor) až 45 % (leden). Relativní pokles koncentrací PM_{10} na stanicích byl výrazný zejména v lednu, květnu, srpnu a listopadu (propad o cca 30–45 %). Na začátku roku 2021 (leden–březen) panovaly standardní rozptylové podmínky s výjimkou února (zhoršené rozptylové podmínky), teplotně jsou měsíce charakterizovány jako normální a srážkově normální až podnormální. Podmínky určující spotřebu paliv (emisní intenzitu), samočištění atmosféry a rozptyl znečišťujících látek byly v lednu–březnu 2021 tedy převážně průměrné až mírně zhoršené. Přesto koncentrace suspendovaných částic v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 klesly, ačkoliv vzhledem k výše popsaným podmínkám by bylo možné předpokládat jejich nárůst k úrovním nebo nad úrovně průměrných desetiletých koncentrací. Tento pokles koncentrací poukazuje na snižující se produkci emisí suspendovaných

částic díky postupné modernizaci emisních zdrojů (velké zdroje, kotle vytápějící domácnosti tuhými palivy, obnova vozového parku).

Závěr roku (říjen–prosinec) byl teplotně normální a srážkově normální, pouze říjen je hodnocen jako srážkově podnormální. Rozptylové podmínky v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 byly charakterizované jako standardní, nicméně v říjnu a listopadu roku 2021 nedošlo k výskytu nepříznivých podmínek. Na poklesu imisních koncentrací se v těchto měsících tedy podílely i relativně lepší rozptylové podmínky. V prosinci 2021 byly zaznamenány nepříznivé rozptylové podmínky, koncentrace PM_{10} stouply nad hodnotu IL, následkem čehož byla vyhlášena jedna smogová situace na území aglomerace O/K/F-M (viz kap. IV).

Pro letní období roku (duben–září) jsou typické koncentrace na nižší úrovni. Nejnižší průměrná měsíční koncentrace byla v roce 2021 naměřena v květnu a srpnu, tedy v měsících s nadnormálním výskytem srážek a podnormálními a silně podnormálními teplotami (tzn. nedošlo k výskytu sucha, které vede k prašnosti a následnému navýšení koncentrací částic v ovzduší). V květnu navíc panovaly výrazně lepší rozptylové podmínky. Naopak nárůst koncentrací v červnu pravděpodobně souvisí s nízkým množstvím srážek v prvních dvou třetinách měsíce (Obr. 30) a silně nadnormální teplotě. Nižší průměrné měsíční koncentrace PM_{10} v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 byly zaznamenány i v teplotně a srážkově podnormálním dubnu, kdy lze ještě předpokládat částečný vliv emisí z lokálních topenišť.

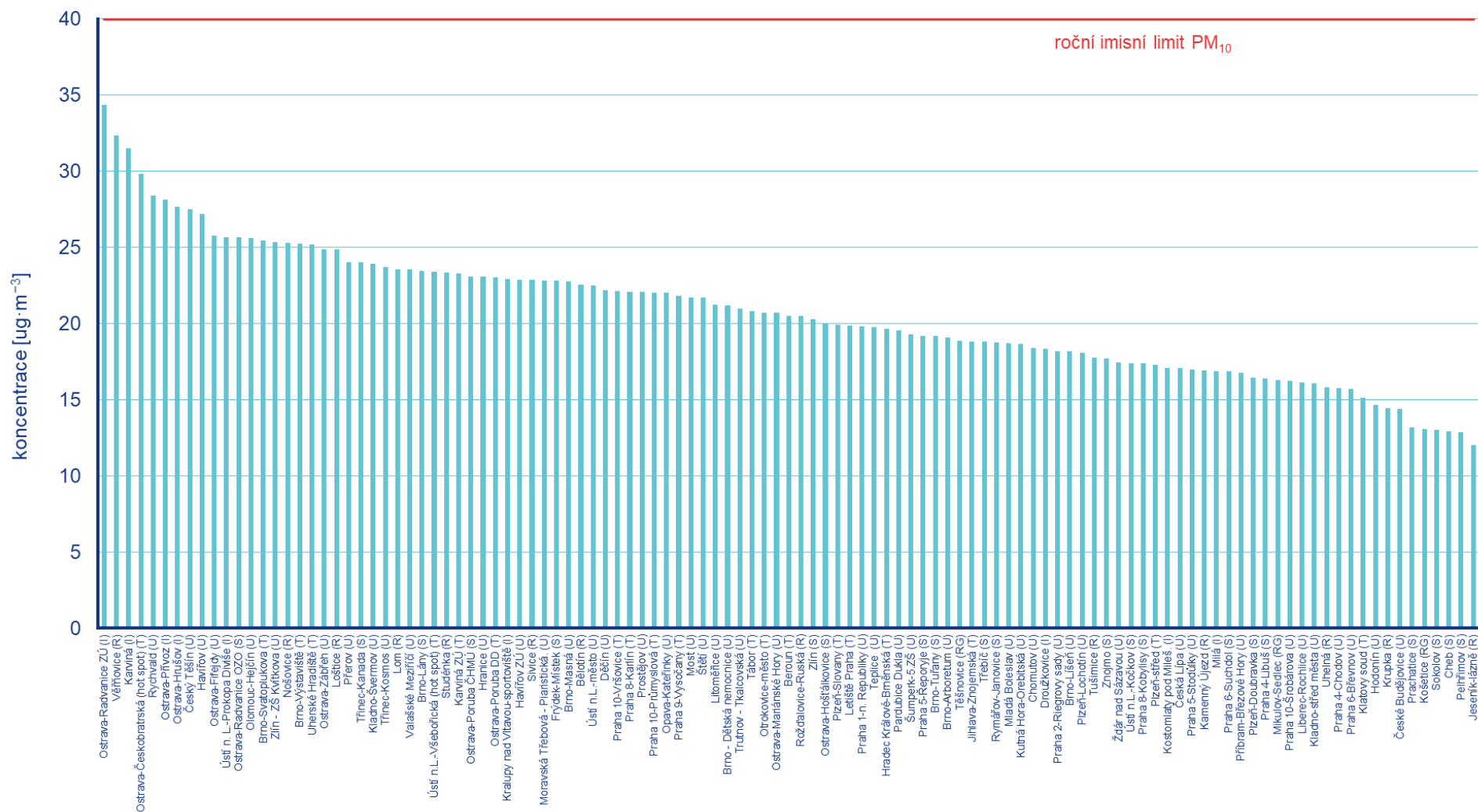
V roce 2021, podobně jako v roce 2020, byly na území ČR vyhlášeny nouzové stavy v souvislosti s výskytem koronaviru SARS-CoV-2. Z hlediska potenciální změny kvality ovzduší na území ČR je nejvýznamnější měsíc březen, kdy byl zakázán i pohyb mezi okresy. Toto opatření a jeho vliv na změnu koncentrací suspendovaných částic je diskutabilní. Na jedné straně docházelo k poklesu emisí suspendovaných částic a oxidů dusíku (prekurzorů sekundárních suspendovaných částic) z dopravy, na druhé straně pravděpodobná vyšší intenzita vytápění v důsledku setrvání obyvatelstva v domácím prostředí vedla k vyšším emisím suspendovaných částic z lokálních topenišť. Vzhledem ke skladbě emisních zdrojů PM_{10} a jejich silnému vztahu s rozptylovými a meteorologickými podmínkami nelze očekávat v důsledku opatření nouzového stavu významné změny koncentrací¹⁰. Podrobnější vyhodnocení vlivu nouzového stavu na změnu kvality ovzduší v ČR lze nalézt v ČHMÚ (2021)¹¹.

Vývoj koncentrací suspendovaných částic PM_{10} je hodnocen za období 2011–2021 (Obr. 14), Roční průměrné koncentrace PM_{10} (v průměru ze všech stanic, pro které je k dispozici měření za celé hodnocené období) se v letech 2011–2021 pohybovala v rozmezí od cca 18,7 do 31,3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

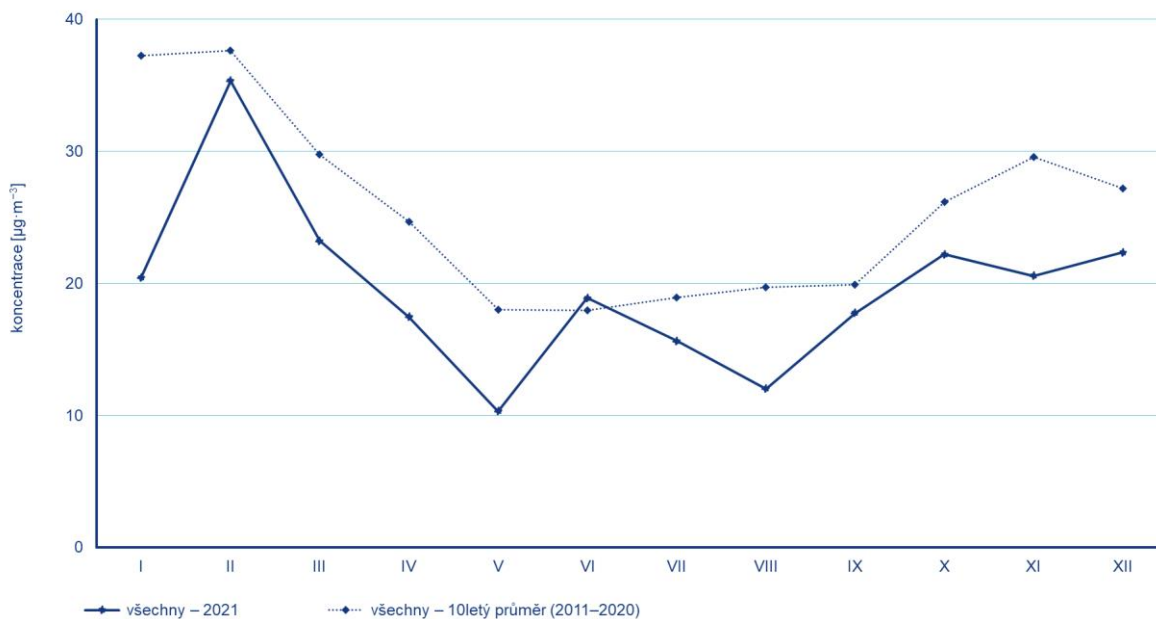
Roční průměrné koncentrace PM_{10} v letech 2011–2016 pozvolně klesaly, v letech 2017 a 2018 byl pozorován nárůst a v letech 2019 a 2020 opět postupný pokles, přičemž výraznější pokles byl zaznamenán zejména mezi lety 2018 a 2019. Minimální koncentrace byly za hodnocené období zaznamenány v roce 2020. Koncentrace v roce 2021 jsou v tomto období na druhé nejnižší úrovni, a to po z hlediska kvality ovzduší výjimečně příznivém roce 2020. Oproti desetiletému průměru koncentrací ze všech stanic (25,8 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) poklesla roční průměrná koncentrace PM_{10} v roce 2021 (20,1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) o více než 20 %.

¹⁰ https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2020/COVID_ZPRAVA.pdf

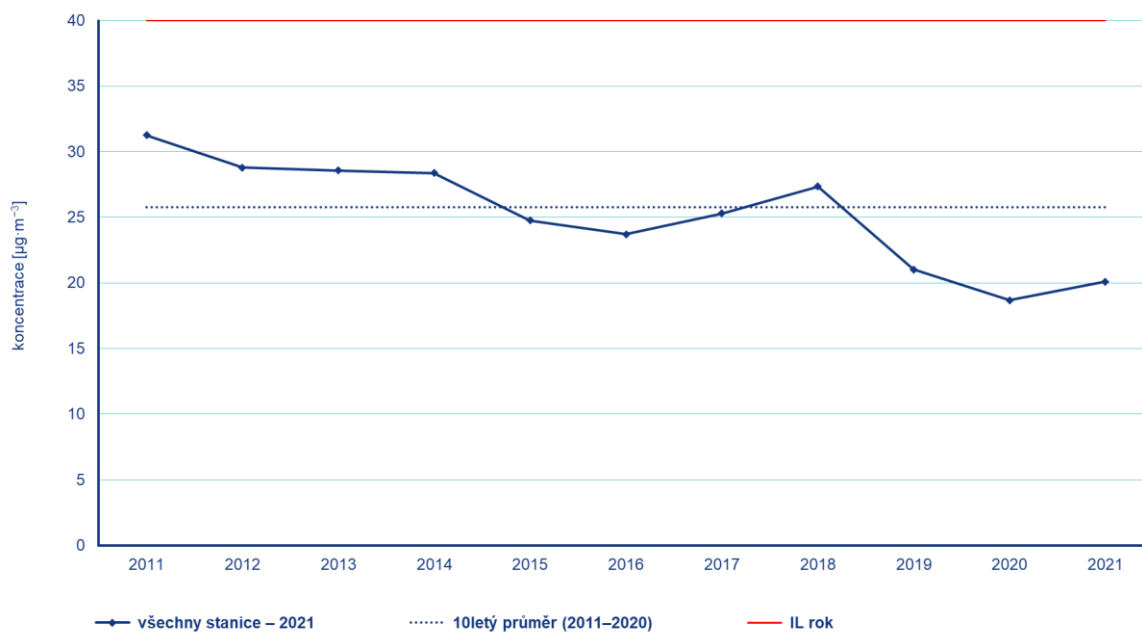
¹¹ https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/20_priloha_II_v2.pdf



Obr. 12 Roční průměrné koncentrace PM₁₀ na měřicích stanicích AIM, 2021



Obr. 13 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM₁₀ (průměry pro všechny stanice AIM), 2021



Obr. 14 Roční průměrné koncentrace PM₁₀ (průměry pro všechny stanice AIM), 2011–2021

III.2 Suspendované částice PM_{2,5}

Z hlediska lidského zdraví jsou problematictějšími suspendované částice jemné frakce 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 µg·m⁻³. Do roku 2019 platil pro roční průměrnou koncentraci PM_{2,5} imisní limit 25 µg·m⁻³.

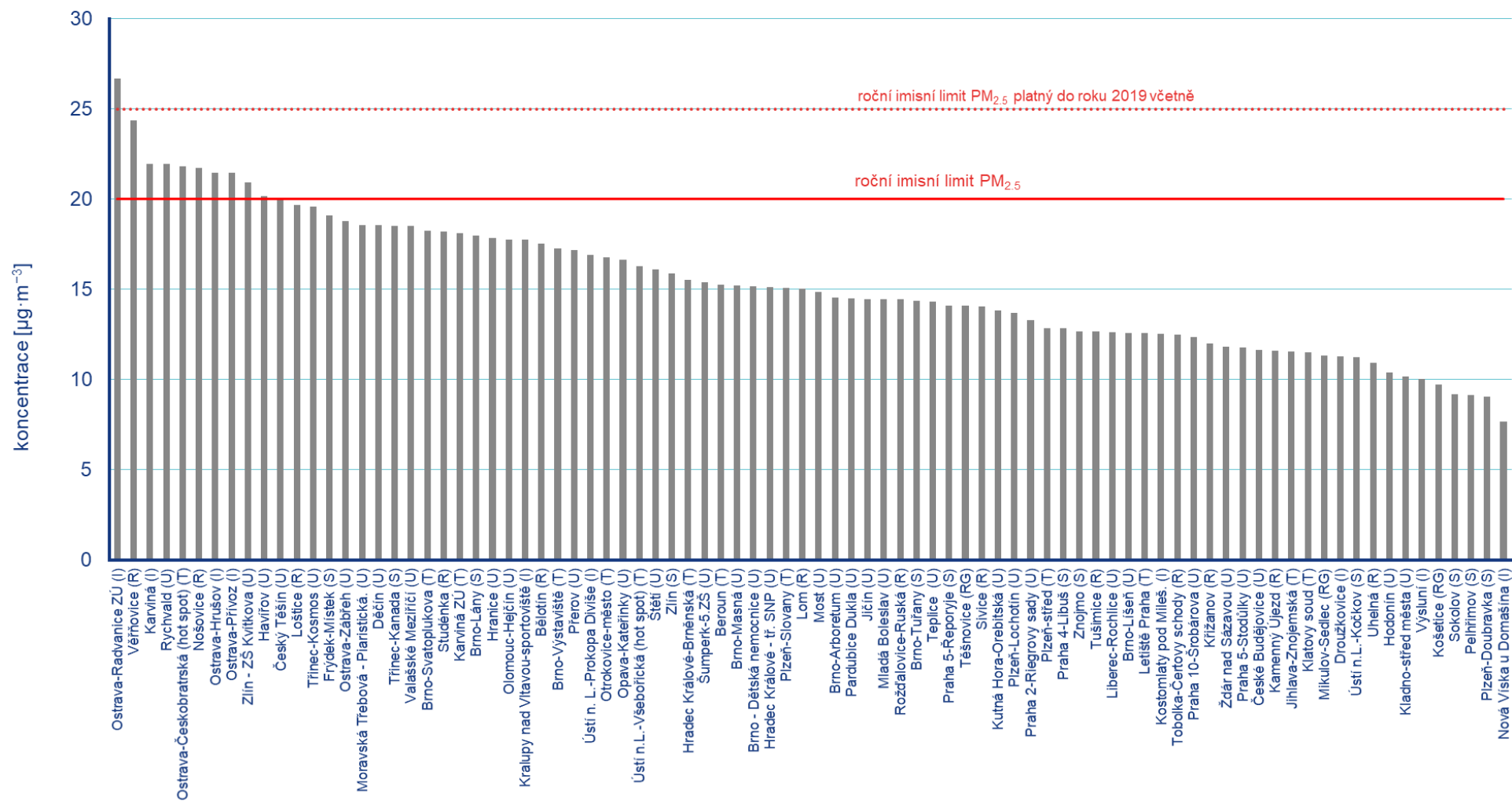
Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci PM_{2,5} (20 µg·m⁻³) byl v roce 2021 překročen na 10 z 86 stanicích (12 %). Všechny stanice s nadlimitní koncentrací se nachází v aglomeraci O/K/F-M, s výjimkou městské pozadové stanice Zlín-ZŠ Kvítkova (Obr. 15). Nejvyšší koncentrace byly naměřeny na průmyslových stanicích Ostrava-Radvanice ZÚ (26,7 µg·m⁻³) a Karviná (21,9 µg·m⁻³) a na venkovské stanici Věřňovice (24,3 µg·m⁻³). Pro srovnání s minulými lety lze konstatovat, že z hlediska imisního limitu platného do roku 2019 (25 µg·m⁻³) by došlo k překročení pouze na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ.

Koncentrace PM_{2,5} vykazují roční chod velice podobný chodu suspendovaných částic PM₁₀ (Obr. 16). Nejvyšší koncentrace byly měřeny v únoru. V lednu, březnu, listopadu a prosinci byly koncentrace na velice podobné úrovni. Zdůvodnění ročního chodu suspendovaných částic viz kap. III.1.

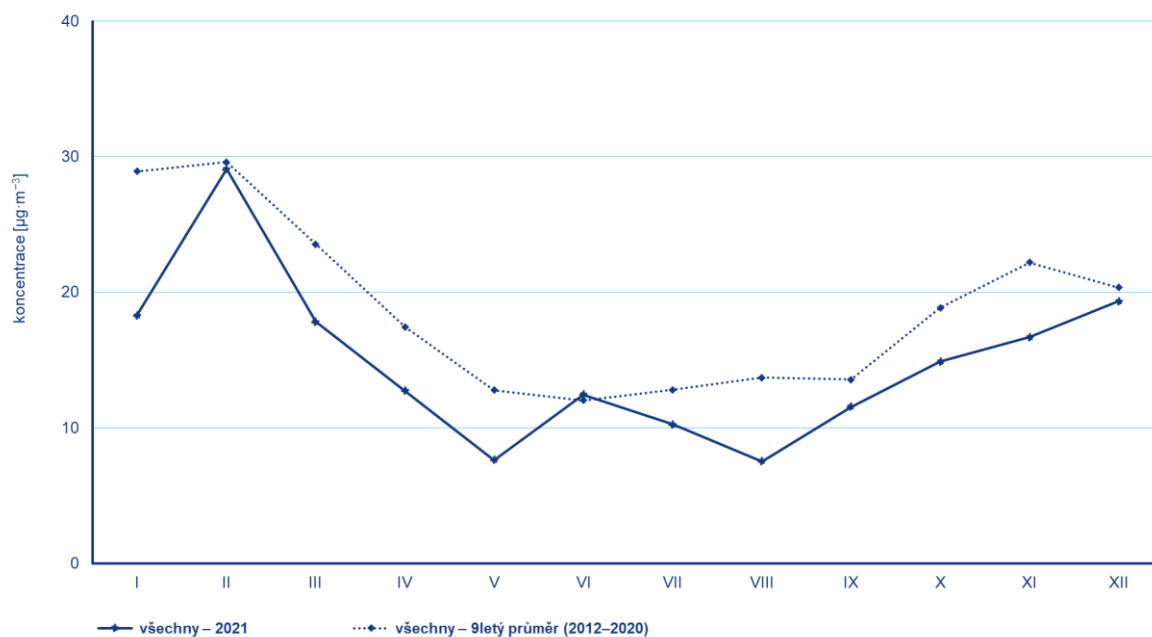
Průměrné měsíční koncentrace PM_{2,5} v roce 2021 v porovnání s devítiletým průměrem (2012–2020) byly, s výjimkou června, nižší ve všech měsících roku, a to cca o cca 7 % (únor) až 45 % (srpen). Relativní pokles koncentrací PM_{2,5} na stanicích byl výrazný zejména v lednu, květnu, srpnu a listopadu (propad o cca 30–45 %). Vyhodnocení vlivu meteorologických a rozptylových podmínek a intenzity emisních zdrojů na změny měsíčních koncentrací suspendovaných částic v porovnání s desetiletým průměrem koncentrací lze nalézt v kap. III.1.

Dlouhodobější vývoj ročních průměrných koncentrací PM_{2,5} lze hodnotit za posledních deset 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. 17). Minimální koncentrace byly za hodnocené období zaznamenány v roce 2020. Koncentrace v roce 2021 jsou v tomto období na druhé nejnižší úrovni, a to po z hlediska kvality ovzduší výjimečně příznivém roce 2020. Oproti desetiletému průměru koncentrací ze všech stanic (18,6 µg·m⁻³) poklesla roční průměrná koncentrace PM_{2,5} v roce 2021 (14,6 µg·m⁻³) o více než 20 %.

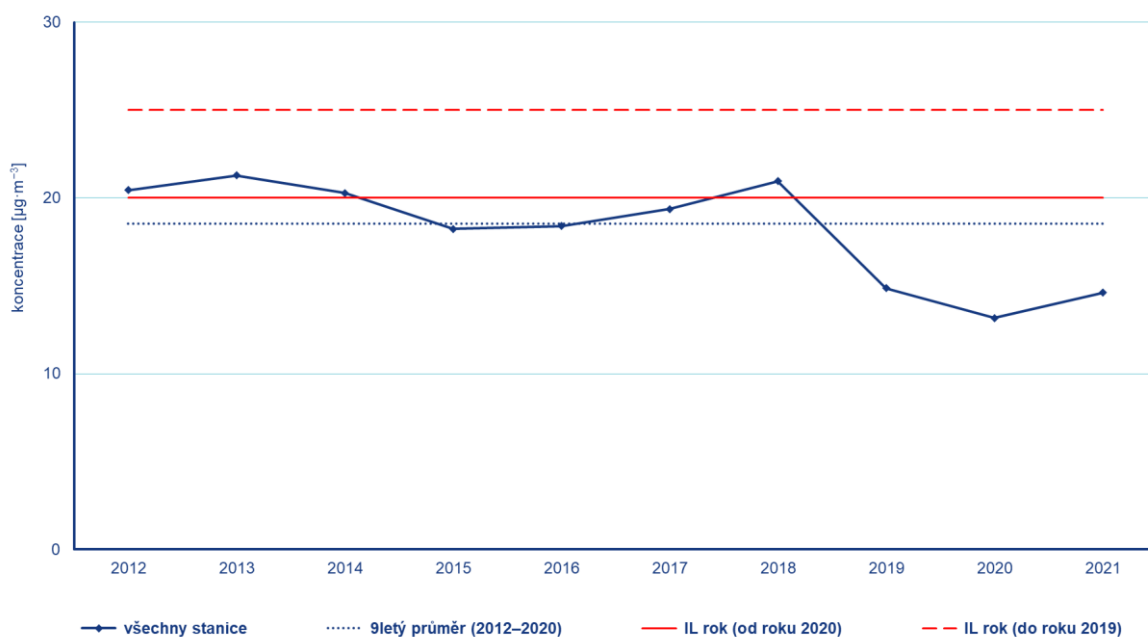
Relativně nízké koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} v roce 2021 lze tedy přisoudit kombinaci faktorů, a to jak pokračujícímu poklesu emisí díky již realizovaným opatřením pro zlepšení kvality ovzduší (výměna kotlů na tuhá paliva, postupující obnova vozového parku a opatření na velkých zdrojích), příznivějším rozptylovým podmínkám v závěru roka a příznivým meteorologickým podmínkám, kdy během teplejší části roku nedošlo k výskytu sucha. Vliv opatření spojených s nouzovými stavy vyhlášenými na území ČR na změnu koncentrací suspendovaných částic je diskutabilní.



Obr. 15 Roční průměrná koncentrace PM_{2.5} na měřicích stanicích AIM, 2021



Obr. 16 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM_{2,5} (průměry pro všechny stanice AIM), 2021



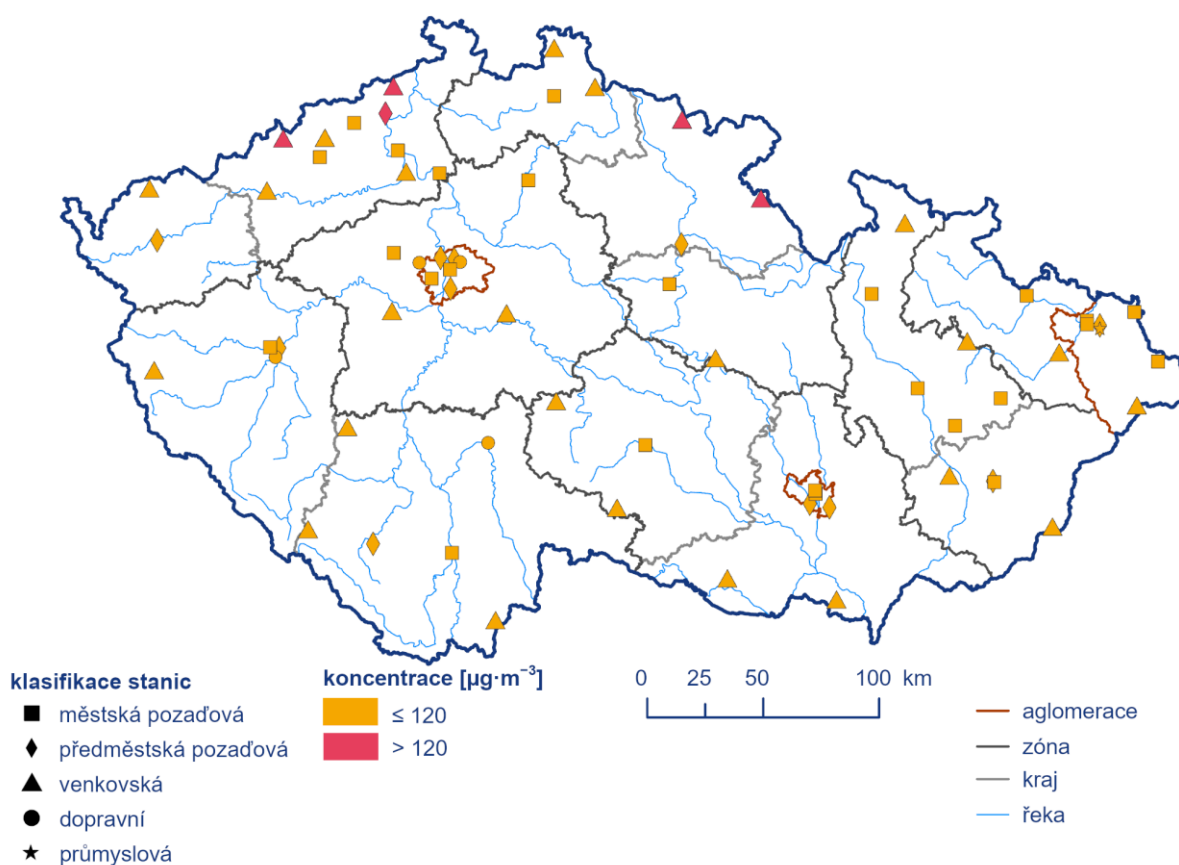
Obr. 17 Roční průměrné koncentrace PM_{2,5} (průměry pro všechny stanice AIM), 2012–2021

III.3 Přízemní ozon (O₃)

Přízemní ozon nemá v atmosféře vlastní emisní zdroj. Jedná se o tzv. sekundární látku vznikající v celé řadě komplikovaných fotochemických reakcí ze svých prekurzorů (NO_x, NMVOC, CH₄ a CO). Koncentrace přízemního ozonu (O₃) 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 O₃ je 120 µg·m⁻³. Legislativa připouští nejvíce 25 překročení hodnoty imisního limitu O₃ za rok, v průměru za tři roky; při vyšším počtu je imisní limit považován za překročený.

V roce 2021 k překročení imisního limitu došlo na čtyřech regionálních stanicích (Krkonoše-Rýchory, Rudolice v Horách, Sněžník, Polom) a na jedné pozad'ové předměstské (Ústí n.L.-Kočkov) (Obr. 18). Jedná se o stanice situované ve vyšších nadmořských výškách a/nebo v Ústeckém kraji. Pro tyto oblasti jsou zvýšené koncentrace ozonu typické.¹³



Obr. 18 26. nejvyšší hodnoty maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrací přízemního ozonu v průměru za 3 roky měřené na stanicích imisního monitoringu, 2019–2021

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. Co-penhagen, 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.

¹³ https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/20_04_4_O3_v2.pdf

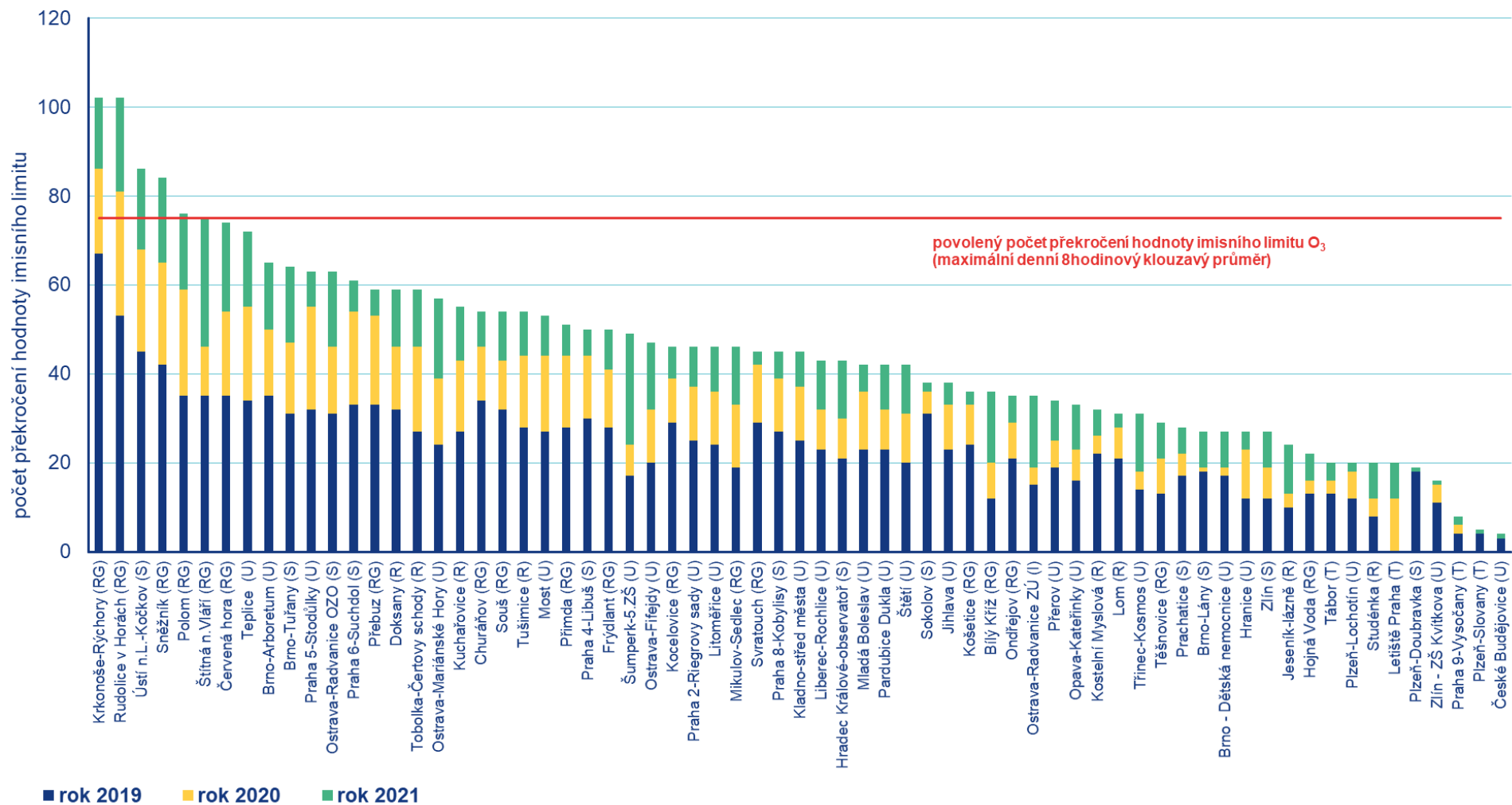
Imisní limit přízemního O₃ byl tedy za tříleté období 2018–2020 překročen na 7 % stanic, tj. na pěti z 67 stanic, na kterých byly koncentrace O₃ měřeny, přičemž rok 2021 se na počtu překročení za hodnocené tři roky 2019–2021 na více než polovině stanic podílel nejméně (Obr. 19).

Roční chod průměrných měsíčních koncentrací O₃ (maximální 8hodinový průměr za daný měsíc) je obecně charakterizován nárůstem koncentrací v jarních a letních měsících z důvodu výskytu příznivých meteorologických podmínek pro vznik O₃. Nejvyšší koncentrace O₃ byly v roce 2020 naměřeny v červnu, tedy v nejteplejším měsíci roku 2021.

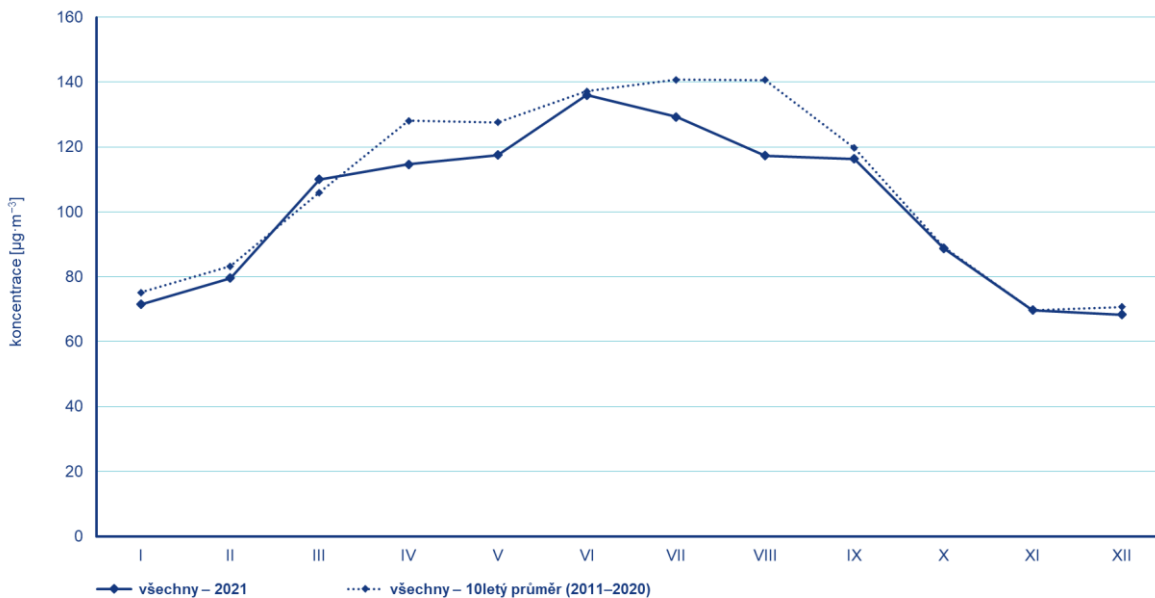
Propad koncentrací v roce 2021 je patrný i v teplejších měsících roku, kdy v minulých letech byly měřeny vysoké koncentrace ozonu, někdy vedoucí až k vyhlášení smogových situací. Propad koncentrací v dubnu, květnu, červenci a srpnu o 7–17 % roku 2021 koresponduje s převážně normálními až podnormálními teplotami a normálními až nadnormálními srážkami v těchto měsících (tzn. potlačení meteorologických podmínek vhodných pro vznik přízemního ozonu).

Vývoj koncentrací přízemního O₃, na rozdíl od přecházejícího hodnocení založeného na tříletých obdobích (překročení IL), hodnotíme na základě maximální 8hod. průměrné koncentrace a 26. maximální 8hod. průměrné koncentrace v daném roce. První z těchto imisních charakteristik je možné porovnávat s dlouhodobým imisním cílem pro přízemní O₃ resp. s hodnotou imisního limitu (120 µg·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 2011–2021 pohybovala v rozmezí od cca 135,3 do 173,2 µg·m⁻³, 26. maximální 8hod. průměrné koncentrace pak od cca 108,8 do 129,2 µg·m⁻³

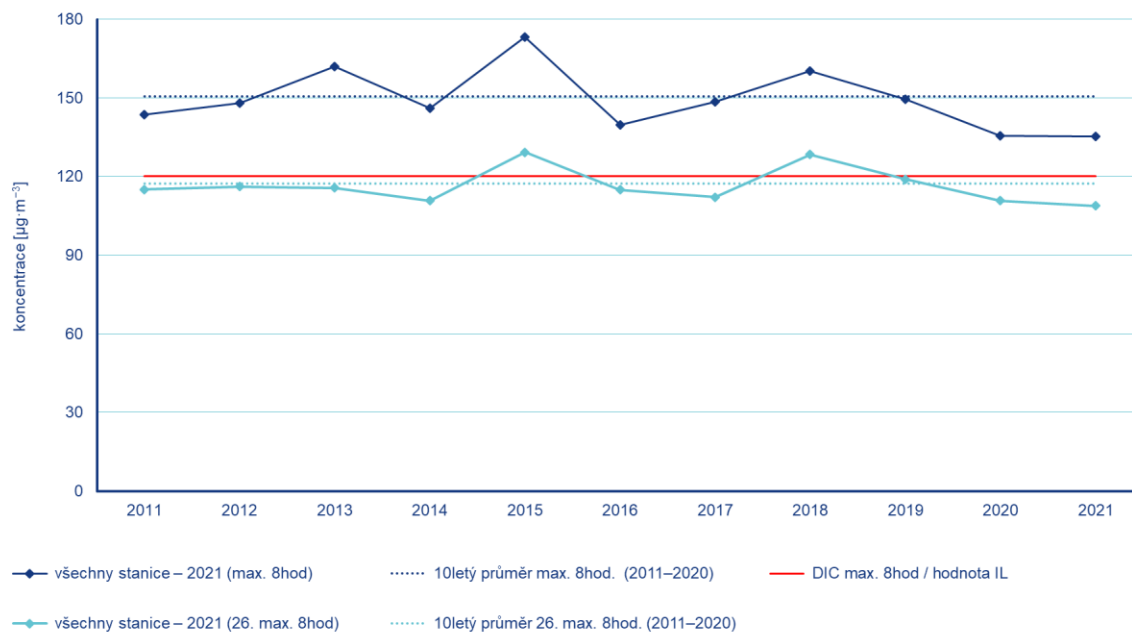
Maximální denní 8hod. a 26. maximální 8hod. průměrné koncentrace O₃ nevykazují od roku 2011 výrazný vývoj (Obr. 21); nejvyšší koncentrace byly naměřeny v letech 2013, 2015 a 2018. Všechny tyto roky jsou charakterizovány výskytem meteorologických podmínek vhodných pro vznik O₃ – v roce 2013 došlo k výskytu vysokých koncentrací O₃ zejména na přelomu července a srpna během řady tropických dnů. Roky 2015 a 2018 byly teplotně mimořádně nadprůměrné a srážkově silně podprůměrné. V posledních třech letech 2019–2021, které vstupují do hodnocení z hlediska překročení imisního limitu v roce 2021 (Obr. 18), byly 26. maximální 8hod. průměrné koncentrace O₃ (v průměru pro všechny stanice) pod hodnotou IL. Koncentrace v roce 2021 (135,3 µg·m⁻³ pro maximální denní 8hod. a 108,8 µg·m⁻³ pro 26. maximální denní 8hod. průměrnou koncentraci) byly v rámci jedenáctiletého období 2011–2021 nejnižší. V porovnání s desetiletým průměrem 150,6 µg·m⁻³ a 117,2 µg·m⁻³ koncentrace klesly o 10 %. Pokles roční charakteristiky přízemního ozonu je výsledkem již zmíněných propadů koncentrací během teplejší části roku (duben–září).



Obr. 19 Počet překročení hodnoty imisního limitu O₃ (max. denní 8hodinový klouzavý průměr), 2019–2021



Obr. 20 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací O₃ (max. denní 8hod. klouzavý průměr; průměry pro stanice AIM), rok 2021



Obr. 21 Koncentrace O₃ (max. denní a 26. max. denní 8hod. klouzavý průměr; průměry pro všechny stanice AIM), 2011–2021

III.4 Oxid dusičitý (NO₂)

Z hlediska vlivu na lidské zdraví lze za nejvýznamnější formu NO_x 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.¹⁴

Imisní limit (40 µg·m⁻³) pro průměrnou roční koncentraci oxidu dusičitého (NO₂) nebyl v roce 2021 překročen na žádné stanici ČR, což nastalo spolu s rokem 2020 podruhé za celou historii měření (tj. od 90. let minulého století) (Obr. 22). Nicméně v roce 2021 došlo k výpadku měření kvůli technické závadě na stanici Praha 2-Legerova (hot spot) a vzhledem k nedostatečnému počtu platných dat nelze tuto stanici zařadit do hodnocení. Na této stanici jsou dlouhodobě měřeny nejvyšší hodnoty koncentrací NO₂ v ČR v souvislosti s vysokou intenzitou dopravy v bezprostřední blízkosti stanice a jejím umístěním v uličním kaňonu, kde je výrazně snižena možnost provětrávání. V případě celoročního měření bez technické závady nelze vyloučit možné překročení ročního imisního limitu NO₂. Nejvyšší hodnoty roční průměrné koncentrace NO₂ byly zaznamenány na dopravních stanicích velkoměst (

Obr. 23), zejména v Praze a Brně. 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. Naopak nejnižší koncentrace NO₂ jsou na regionálních pozadřových stanicích (Churáňov, Košetice, Polom), tedy v oblastech daleko od emisních zdrojů.

Imisní limit hodinové koncentrace NO₂ (200 µg·m⁻³) s maximálním povoleným počtem 18 překročení za rok) nebyl v roce 2021 překročen na žádné stanici. Hodnota hodinového imisního limitu NO₂ byla jednou překročena na dopravní stanici (Ostrava-Poruba DD).

Roční chod měsíčních průměrných koncentrací NO₂ souvisí s činností emisních zdrojů a s vlivem meteorologických podmínek v průběhu roku. Jelikož je doprava hlavním zdrojem NO₂, je vývoj koncentrací během roku ovlivněn působením meteorologických a rozptylových podmínek. Nejvyšší koncentrace NO₂ se objevují v chladnějším období roku (Obr. 24), kdy se častěji vyskytují špatné rozptylové podmínky a kdy jsou vzhledem k nízkým teplotám navíc koncentrace NO₂ ovlivněny navýšením emisí z vytápění a ze studených startů automobilů. 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 za 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. Nejvyšší měsíční koncentrace NO₂ v roce 2021 byly naměřeny v únoru, kdy došlo k výskytu mírně nepříznivých až nepříznivých podmínek, přičemž téměř dosáhly úrovně desetiletého průměru 2011–2020. Naopak nejnižší průměrné měsíční koncentrace NO₂ byly zaznamenány v červenci. V roce 2021 byly všechny průměrné měsíční koncentrace NO₂ nižší v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020, a to o cca 2 %

¹⁴ 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., FLAN-DERS, 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://faculty.mercer.edu/butler_aj/documents/peelepipaper.pdf.

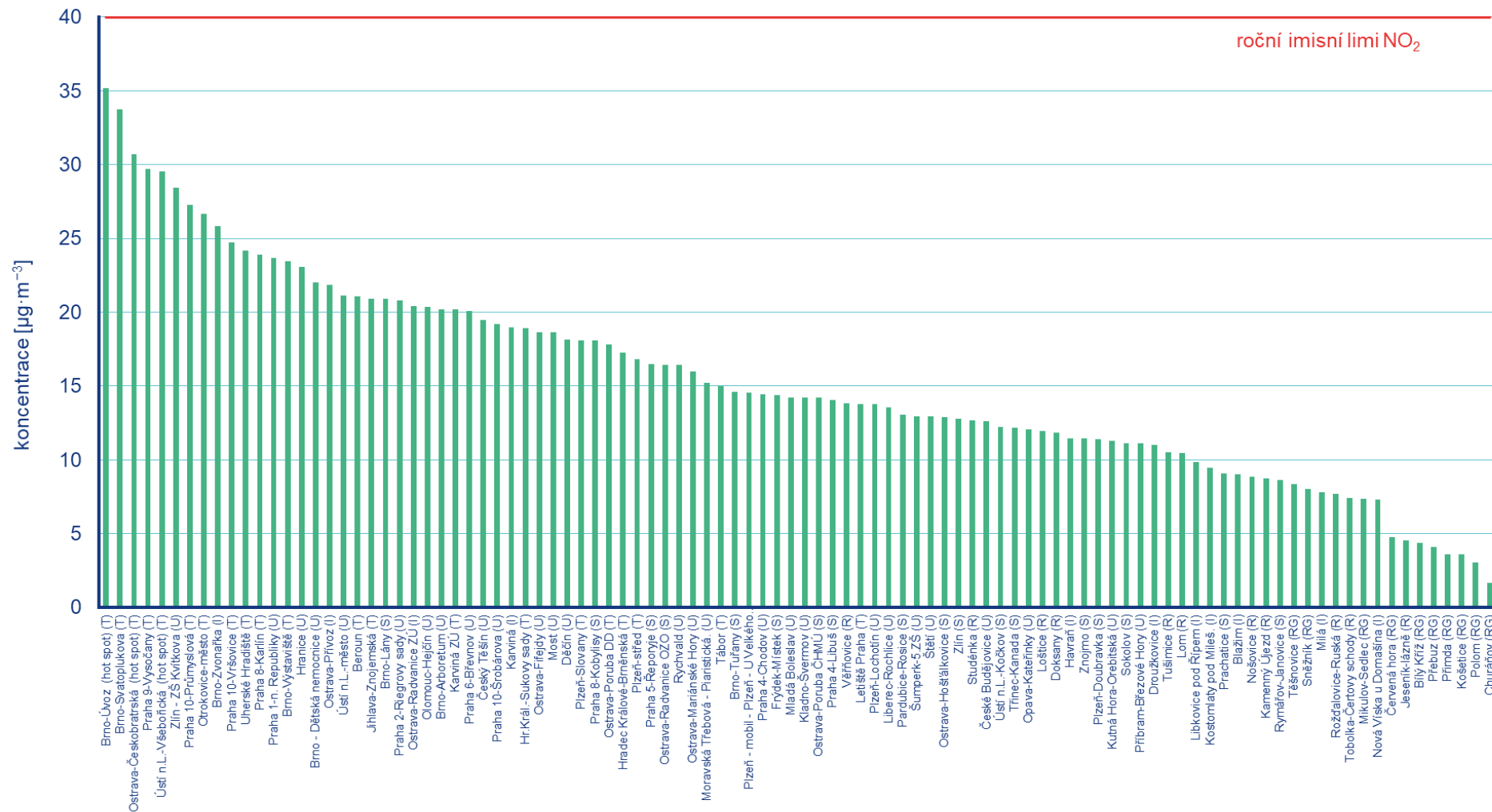
WHO, 2005. Air quality guidelines: global update 2005 : particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide. Copenhagen, Denmark: World Health Organization, c2006. ISBN 9289021926. Dostupné z WWW: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1.

(únor) až 31 % (srpen). Výrazné poklesy oproti desetiletému průměru 2011–2020 nastaly v lednu a během letních měsíců vyjma června.

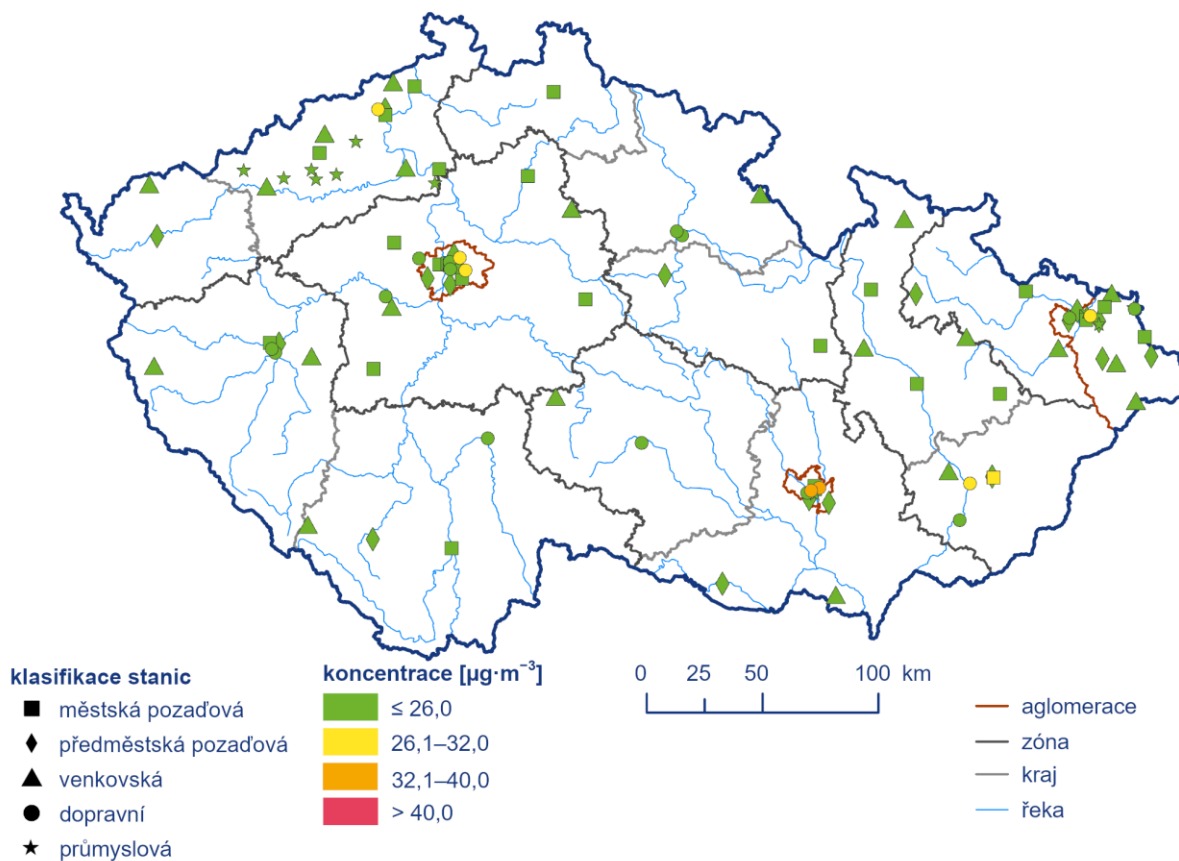
V hodnoceném období 2011–2021 (Obr. 25) byly zaznamenány nejvyšší koncentrace v roce 2011. V období 2011 až 2018 je možné pozorovat pozvolný pokles či stagnaci koncentrací NO₂. Během let 2019 a 2020 koncentrace NO₂ výrazně klesaly. Po historicky příznivém roce 2020 došlo v meziročním porovnání 2020/21 k nepatrnému nárůstu průměrné roční koncentrace NO₂, a to o 5 % (1 µg·m⁻³). Nicméně i tak lze koncentrace NO₂ v roce 2021 hodnotit kladně, stejně jako tomu bylo v případě roku 2020. Oproti desetiletému průměru koncentrací (2011–2020) ze všech stanic (20,3 µg·m⁻³) je roční průměrná koncentrace NO₂ v roce 2021 (16,6 µg·m⁻³) nižší téměř o 18 %. Nejvýraznější poklesy koncentrací NO₂ oproti desetiletému průměru (2011–2020) zaznamenány na dopravních stanicích (o 6 µg·m⁻³, cca 19 %) se projeví pozitivně poklesem pozadřových koncentrací v čistých oblastech ČR o více než třetinu.

V roce 2021, podobně jako v roce 2020, byly na území ČR vyhlášeny nouzové stavy v souvislosti s výskytem koronaviru. Z pohledu vlivu na úroveň koncentrací NO₂ ve venkovním ovzduší byly zásadní ochranná opatření přijatá v prvním čtvrtletí 2021, kdy byly uzavřeny školy, a zejména pak v měsíci březnu, kdy byl zakázán i pohyb mezi okresy a došlo ke snížení mobility obyvatel. Omezení pohybu obyvatel se projevilo v poklesu intenzity dopravy, což mělo za následek pokles emisí z dopravy a následně pokles koncentrací znečišťujících látek ovzduší. Lze předpokládat, že za normální situace bez ochranných opatření k omezení šíření koronaviru by byly koncentrace NO₂ vyšší.

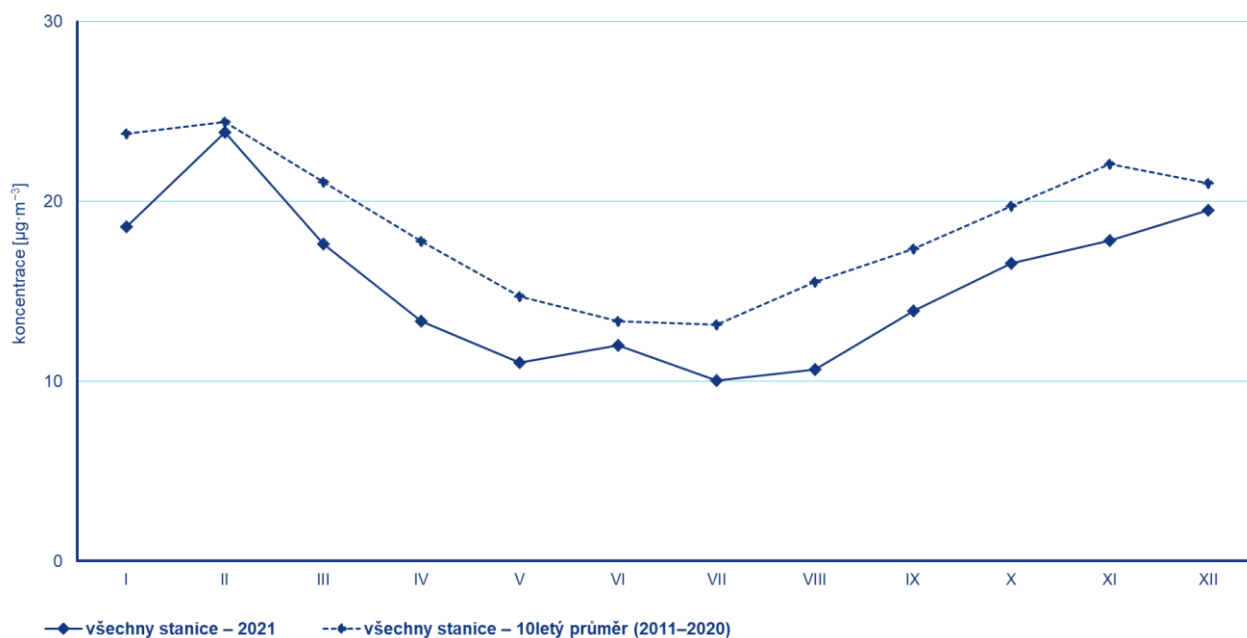
Vyhodnocení úrovně koncentrací NO₂ v roce 2021 bude diskutováno podrobněji v ročence 2021, kdy budou dostupná podrobnější data o emisích, která souvisí mj. s intenzitou vytápění a dopravy, které jsou pro hodnocení stěžejní. Již nyní je však zřejmé, že roční průměrné koncentrace NO₂ v roce 2021 patřily společně s rokem 2020 k historicky nejnižším. K tomu přispěla řada faktorů, zejména pak příznivé meteorologické podmínky (vydatné srážky v letních měsících) a během podzimu dobré rozptylové podmínky oproti desetiletému průměru. Na poklesu koncentrací se projevil i pokles emisí, díky postupné modernizaci emisních zdrojů (velké zdroje, obnova vozového parku), díky opatřením spojených s vyhlášením nouzových stavů v důsledku šíření koronaviru a díky změně chování obyvatel (práce z domova) během celého roku.



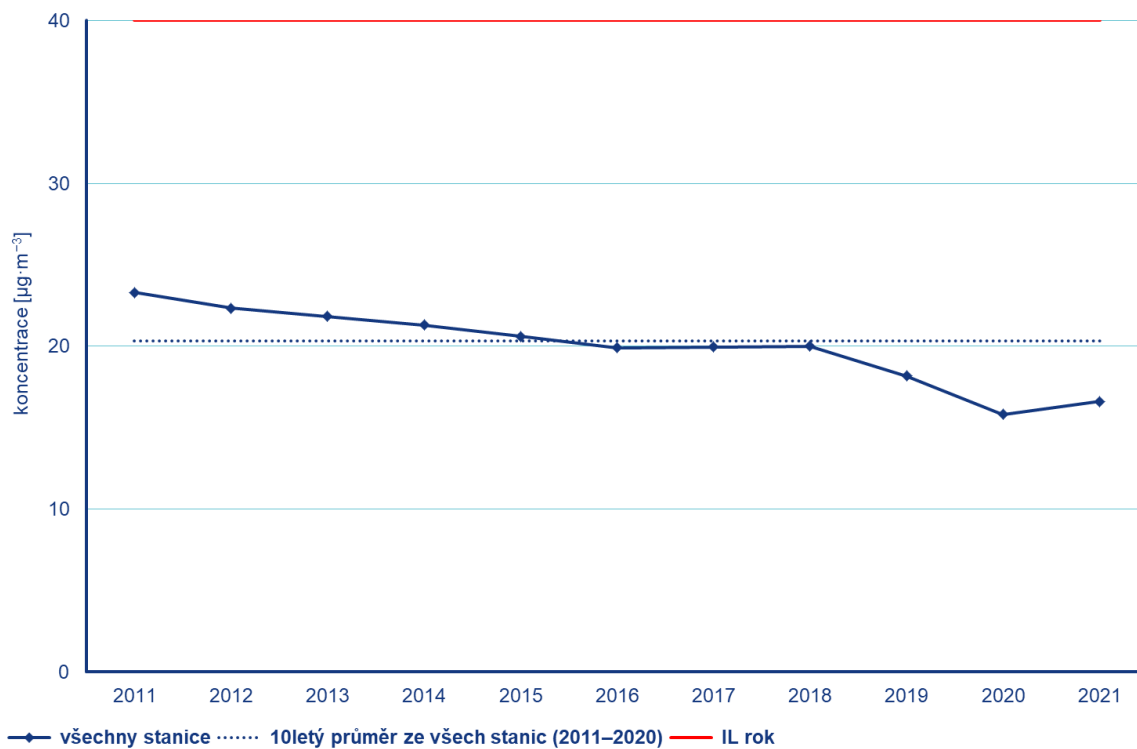
Obr. 22 Roční průměrné koncentrace NO₂ na měřicích stanicích, 2021



Obr. 23 Roční průměrná koncentrace NO_2 na měřicích stanicích, 2021



Obr. 24 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací NO_2 (průměry pro stanice AIM), 2021



Obr. 25 Roční průměrné koncentrace NO₂ (průměry pro všechny stanice AIM), 2011–2021

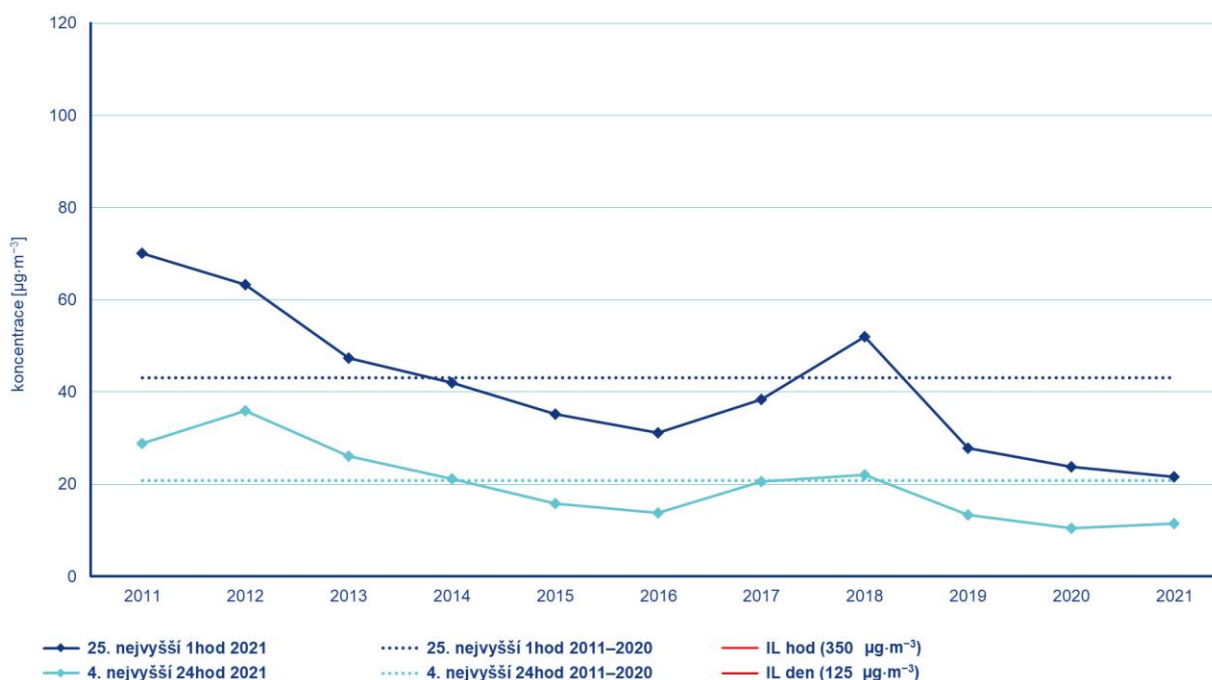
III.5 Oxid siřičitý (SO₂)

Oxid siřičitý (SO₂) má 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 citliví¹⁵.

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

Hodnota hodinového imisního limitu ani hodnota 24h imisního limitu nebyla v roce 2021 překročena na žádné stanici. Imisní limity hodinové a 24h koncentrace SO₂ nebyly tedy v roce 2021 překročeny na žádné měřicí stanici.

Od roku 2011 lze sledovat pokles koncentrací SO₂ (Obr. 26). 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. 25. nejvyšší hodinová koncentrace SO₂ (22 µg·m⁻³) byla v roce 2021 nejnižší, 4. nejvyšší 24h koncentrace (12 µg·m⁻³) pak druhá nejnižší za hodnocené období 2011–2021. V porovnání s dlouhodobým 10letým průměrem (2011–2020) je tato hodnota o 50 %, resp. o 45 % nižší.



Obr. 26 25. nejvyšší 1hod. a 4. nejvyšší 24h koncentrace SO₂ (průměry pro všechny stanice AIM), 2011–2021

¹⁵ 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:

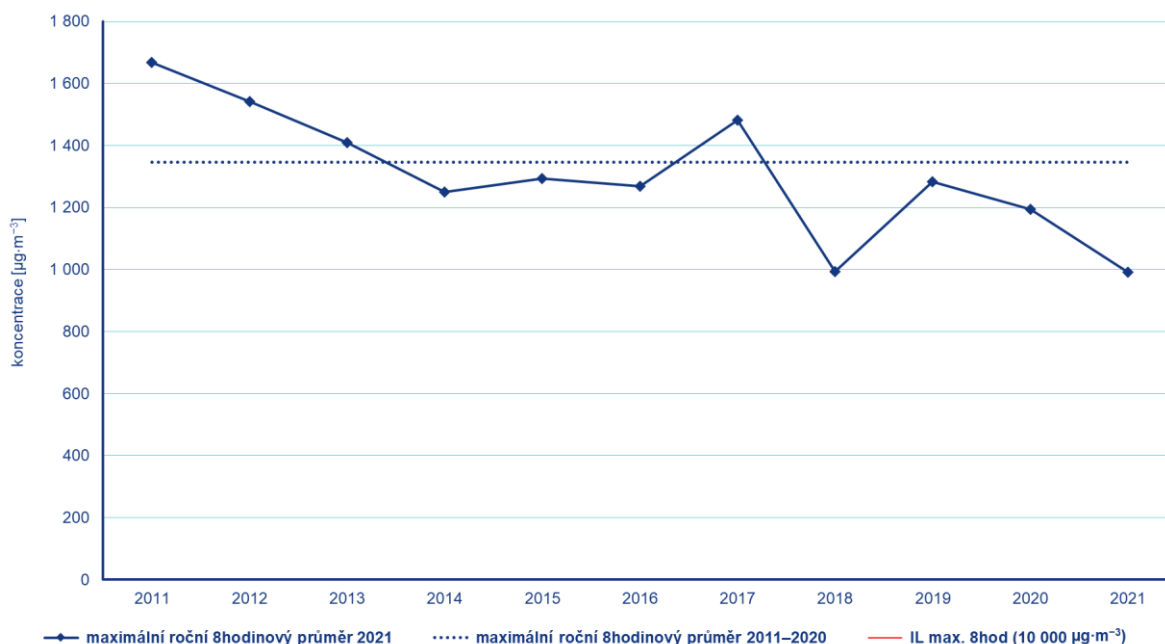
[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

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 onemocněním¹⁶.

K překročení imisního limitu CO (maximální 24h 8hodinový průměr 10 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nedošlo v roce 2021 na žádné stanici.

Koncentrace CO se v ČR dlouhodobě drží pod hodnotou imisního limitu, přičemž od roku 2011 lze pozorovat pokles koncentrací (Obr. 27). 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. V roce 2018 pak nastal výrazný pokles koncentrací. Tento rok je hodnocen jako teplotně mimořádně nadnormální a srážkově podnormální a s výrazně lepšími rozptylovými podmínkami. V roce 2019 se koncentrace vrátily na hodnotu z roku 2016 a následně je patrný jejich mírný pokles. Průměrná roční koncentrace CO ($991 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byla v roce 2021 nejnižší od roku 2011. V porovnání s dlouhodobým desetiletým průměrem (2011–2020) se jedná o pokles o 26 %.



Obr. 27 Roční maximální 8hod. koncentrace CO (průměry pro všechny stanice AIM), 2011–2021

¹⁶ 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>.

III.7 Smogový a varovný regulační systém

V roce 2021 byla vyhlášena jedna smogová situace (v celkové délce 58 h, tj. 2,4 dny) z důvodu vysokých koncentrací suspendovaných částic PM₁₀ (Tab. 1).

V roce 2021 nebyly vyhlášeny žádné regulace z důvodu vysokých koncentrací suspendovaných částic PM₁₀ a žádné smogové situace ani regulace, resp. varování z důvodu vysokých koncentrací přízemního ozonu, oxidu siřičitého a oxidu dusičitého.

Období 27.–29. 12. 2021

Nad ČR se ve studeném vzduchu ustanovila tlaková výše, provázená výraznou teplotní inverzí a slabým prouděním. Výrazně zhoršené rozptylové podmínky zapříčinily nárůst koncentrací suspendovaných částic PM₁₀ v aglomeraci O/K/F-M nad prahovou hodnotu a současně byly splněny i další zákonné podmínky pro vyhlášení smogové situace. Inverzní ráz počasí byl ukončen mimořádně teplým a větrným jihozápadním prouděním, což vedlo k výraznému snížení koncentrací a tedy i odvolání smogové situace.

Tab. 1 Přehled vyhlášených smogových situací a regulací z důvodu vysokých koncentrací PM₁₀ v prosinci 2021

Oblast	Smogová situace			Vyhlášení	Odvolání
	počet	délka [h]	délka [dny]	den a hodina	den a hodina
Aglomerace O/K/F-M bez Třinecka	1	58	2,4	27. 12. 2021 1:51	29. 12. 2021 12:00
Česká republika celkem	1	58	2,4		

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, Ph.D., 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 Fory, e-mail: tomas.fory@chmi.cz, tel.: 604 221 364

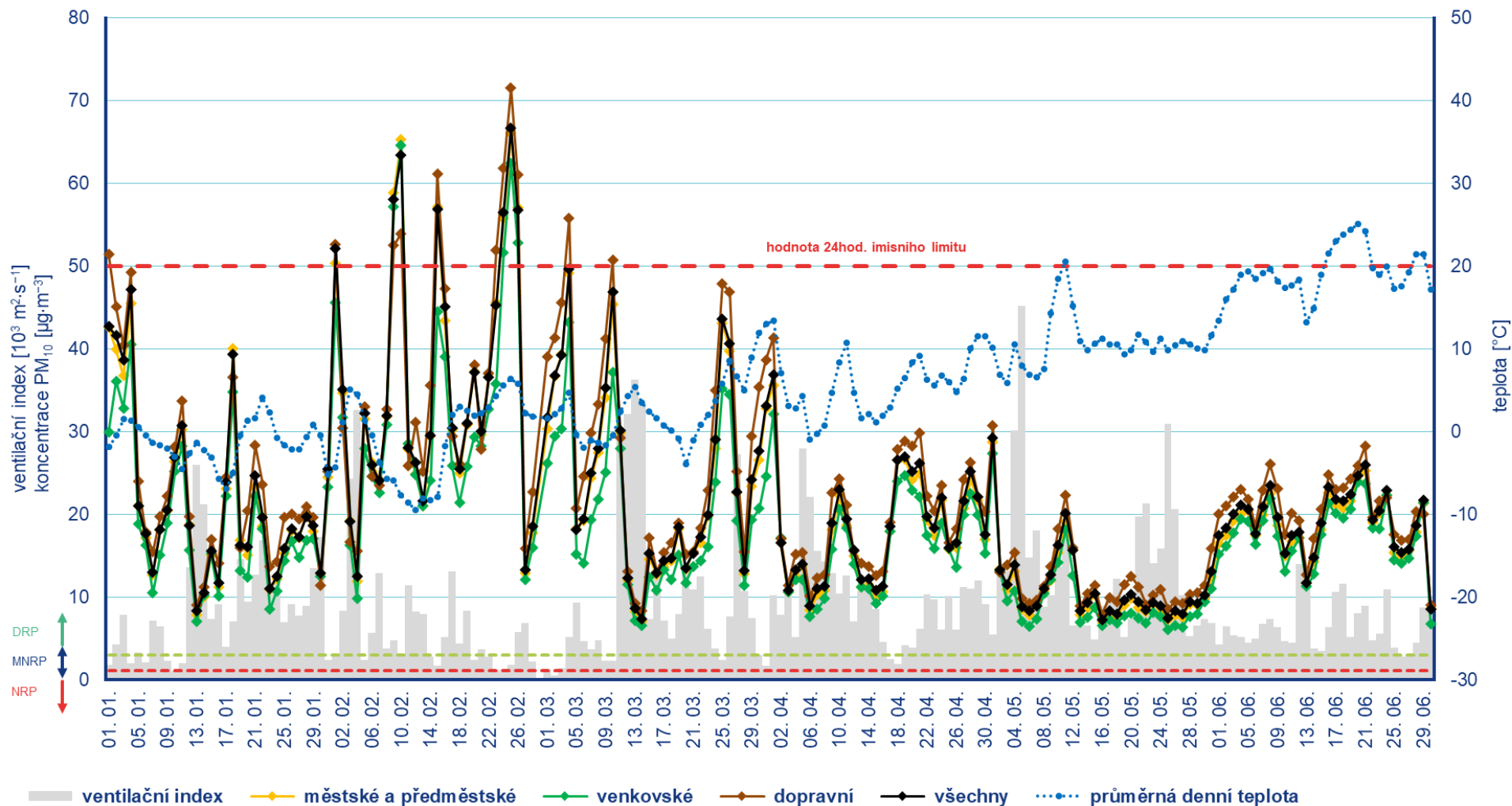
ČHMÚ Ústí nad Labem

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

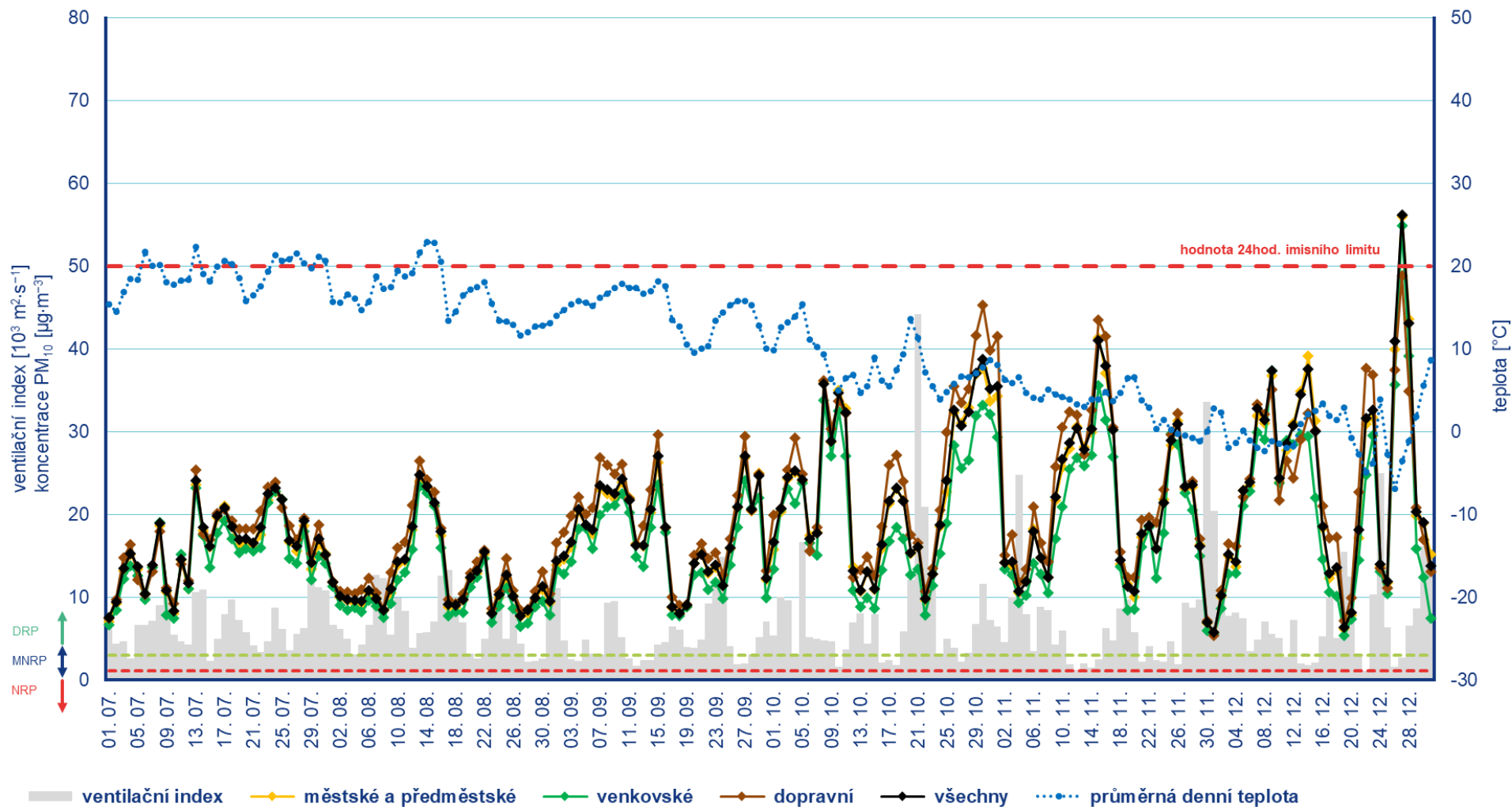
Seznam obrázků

- Obr. 1 Průměrné měsíční teploty vzduchu v roce 2021 v porovnání s normálem 1981–2010
- Obr. 2 Měsíční úhrny srážek v roce 2021 v porovnání s normálem 1981–2010
- Obr. 3 Četnosti výskytu rozptylových podmínek, 2011–2021
- Obr. 4 Četnosti výskytu rozptylových podmínek v jednotlivých regionech, 2021
- Obr. 5 Četnosti výskytu rozptylových podmínek v jednotlivých měsících, 2021
- Obr. 6 Četnosti výskytu rozptylových podmínek (RP) v jednotlivých měsících, 10letý průměr 2011–2020
- Obr. 7 Skladba indexu kvality ovzduší na městských a předměstských pozadových měřicích stanicích, 2021
- Obr. 8 Skladba indexu kvality ovzduší na venkovských pozadových měřicích stanicích, 2021
- Obr. 9 Skladba indexu kvality ovzduší na dopravních měřicích stanicích, 2021
- Obr. 10 Počet překročení hodnoty imisního limitu PM_{10} (24h průměr) na měřicích stanicích AIM, 2021
- Obr. 11 Předběžná mapa 36. nejvyšší 24hodinové koncentrace PM_{10} , 2021
- Obr. 12 Roční průměrné koncentrace PM_{10} na měřicích stanicích AIM, 2021
- Obr. 13 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM_{10} (průměry pro všechny stanice AIM), 2021
- Obr. 14 Roční průměrné koncentrace PM_{10} (průměry pro všechny stanice AIM), 2011–2021
- Obr. 15 Roční průměrná koncentrace $PM_{2,5}$ na měřicích stanicích AIM, 2021
- Obr. 16 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací $PM_{2,5}$ (průměry pro všechny stanice AIM), 2021
- Obr. 17 Roční průměrné koncentrace $PM_{2,5}$ (průměry pro všechny stanice AIM), 2012–2021
- Obr. 18 26. nejvyšší hodnoty maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrací přízemního ozonu v průměru za 3 roky měřené na stanicích imisního monitoringu, 2019–2021
- Obr. 19 Počet překročení hodnoty imisního limitu O_3 (max. denní 8hodinový klouzavý průměr), 2019–2021
- Obr. 20 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací O_3 (max. denní 8hod. klouzavý průměr; průměry pro stanice AIM), rok 2021
- Obr. 21 Koncentrace O_3 (max. denní a 26. max. denní 8hod. klouzavý průměr; průměry pro všechny stanice AIM), 2011–2021
- Obr. 22 Roční průměrné koncentrace NO_2 na měřicích stanicích, 2021
- Obr. 23 Roční průměrná koncentrace NO_2 na měřicích stanicích, 2021
- Obr. 24 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací NO_2 (průměry pro stanice AIM), 2021
- Obr. 25 Roční průměrné koncentrace NO_2 (průměry pro všechny stanice AIM), 2011–2021
- Obr. 26 25. nejvyšší 1hod. a 4. nejvyšší 24h koncentrace SO_2 (průměry pro všechny stanice AIM), 2011–2021
- Obr. 27 Roční maximální 8hod. koncentrace CO (průměry pro všechny stanice AIM), 2011–2021
- Obr. 28 Vývoj průměrných 24h koncentrací PM_{10} na stanicích AIM pro daný typ stanic a celorepublikového průměru teploty a ventilačního indexu (model ALADIN), leden–červen 2021
- Obr. 29 Vývoj průměrných 24h koncentrací PM_{10} na stanicích AIM pro daný typ stanic a celorepublikového průměru teploty a ventilačního indexu (model ALADIN), červenec–prosinec 2021
- Obr. 30 Vývoj 8hod. maximální denní koncentrace O_3 na měřicích stanicích, rok 2021

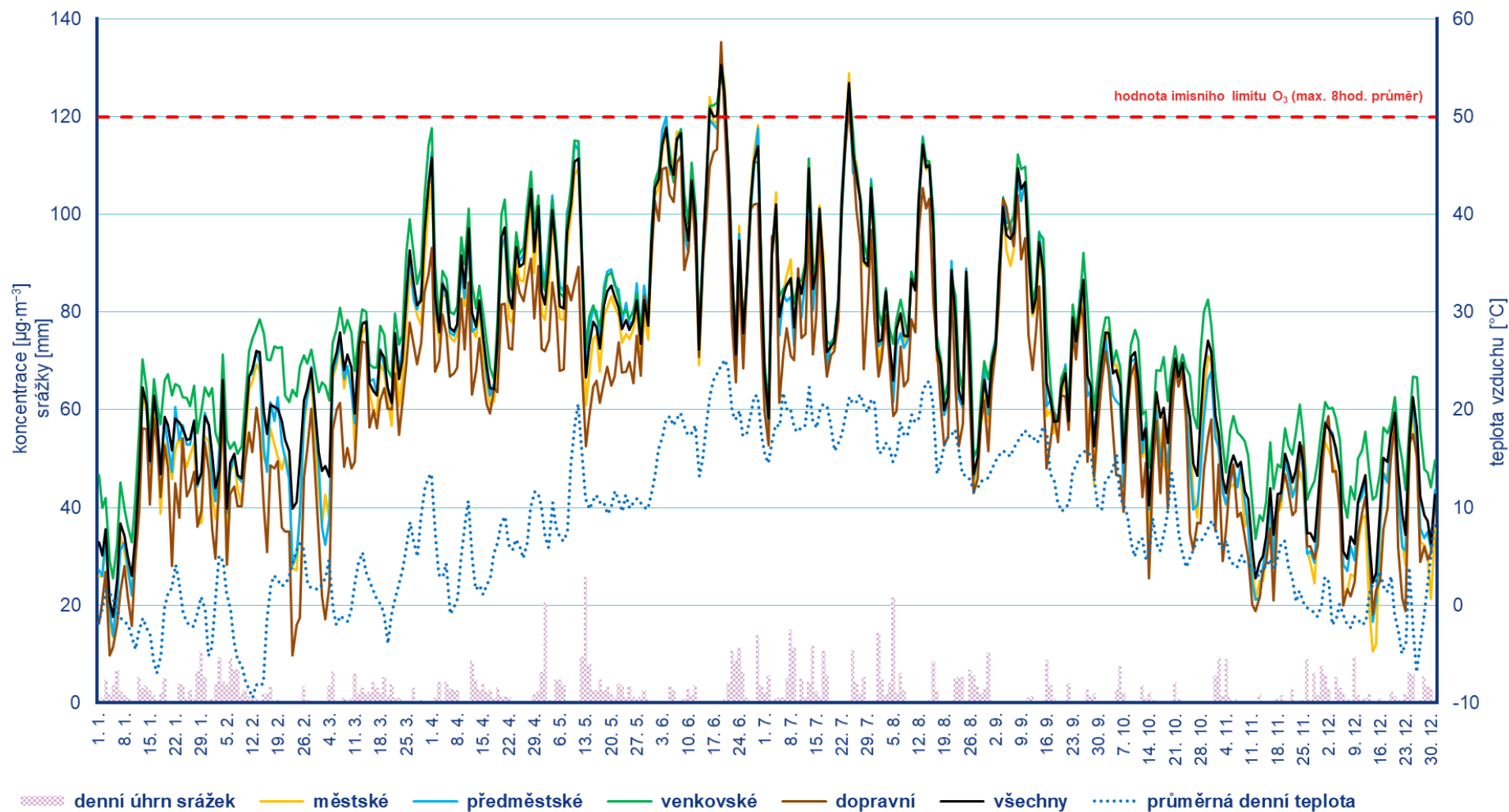
Příloha



Obr. 28 Vývoj průměrných 24h koncentrací PM_{10} na stanicích AIM pro daný typ stanic a celorepublikového průměru teploty a ventilačního indexu (model ALADIN), leden–červen 2021



Obr. 29 Vývoj průměrných 24h koncentrací PM_{10} na stanicích AIM pro daný typ stanic a celorepublikového průměru teploty a ventilačního indexu (model ALADIN), červenec–prosinec 2021



Obr. 30 Vývoj 8hod. maximální denní koncentrace O_3 na měřicích stanicích, rok 2021